

# 조 사 분 야

<input type="checkbox"/>	하	천	수	질			
<input type="checkbox"/>	해	수	육	장			
<input type="checkbox"/>	대		기	질			
<input type="checkbox"/>	지		하	수			
<input type="checkbox"/>	토			양			
<input type="checkbox"/>	골	프	장	잔	류	농	약



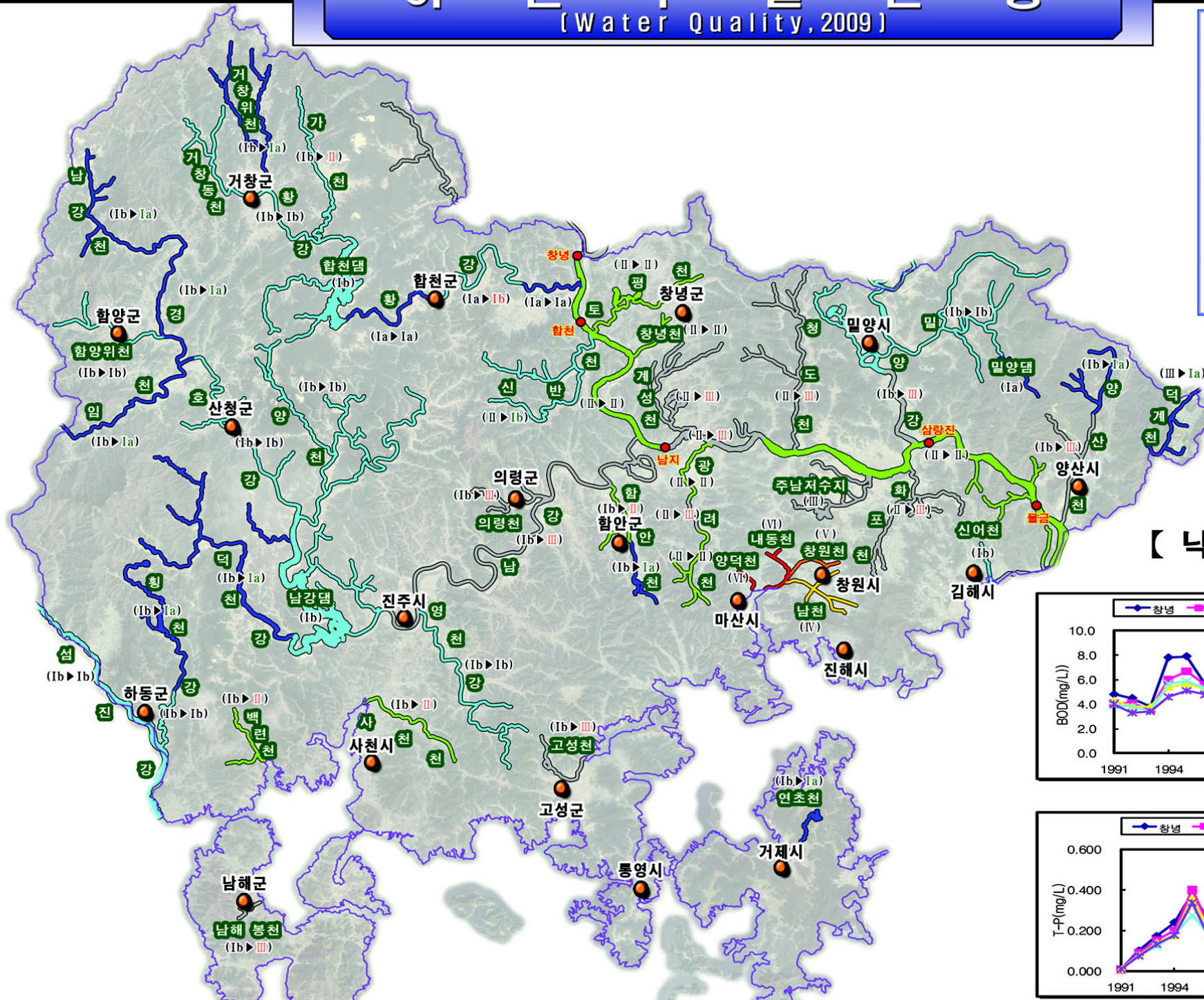
# 하천수질현황

[Water Quality, 2009]

## 범례

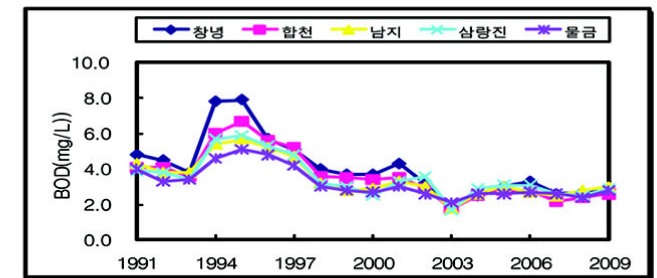
(remarks)

- Ia 등급 (1.0mg/L 이하)
  - Ib 등급 (2.0mg/L 이하)
  - II 등급 (3.0mg/L 이하)
  - III 등급 (5.0mg/L 이하)
  - IV 등급 (8.0mg/L 이하)
  - V 등급 (10.0mg/L 이하)
  - VI 등급 (10.0mg/L 초과)
- ※ (목표수질기준등급 ▶ 측정수질등급)

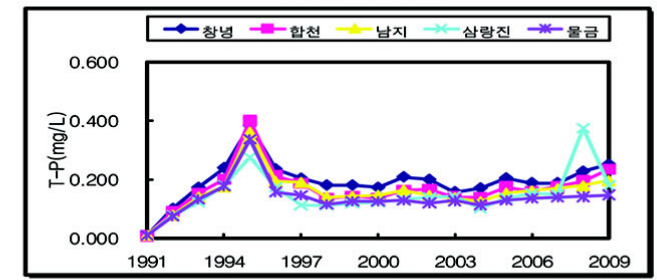


## 【 낙동강 】

BOD (1991-2009)



## T-P (1991-2009)





# 하 천 수 질

## I. 개 요

### 1. 수질측정망 현황

경남지역의 하천수질측정망은 총 97개소이며, 이중 낙동강유역청 32개소, 낙동강물환경연구소 13개소, 영산강유역청 3개소, 영산강물환경연구소 1개소, 수자원공사 15개소,

보건환경연구원 33개소를 각각 운영하고 있다.

우리원에서 운영되는 조사지점은 하천수 중 낙동강 지류 15개소, 섬진강 지류 3개소, 기타 7개소이며, 호소수 중 낙동강 유역은 8개소, 기타 유역은 4개소, 도시관류 2개소 및 공단배수 5개소인 총33개소를 운영하고 있다.

<표 1> 경남지역 하천수질측정망 설치 현황

기관 \ 유역	계	하 천 수					호소수		도시 관류	공단 배수
		낙동강		섬진강		기타	낙동강	기타		
		본류	지류	본류	지류					
계	97	10	49	3	3	13	8	4	2	5
낙동강유역청	32	6	23	-	-	3	-	-	-	-
낙동강 물환경연구소	13	4	9	-	-	-	-	-	-	-
영산강유역청	3	-	-	2	-	1	-	-	-	-
영산강 물환경연구소	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
수 자 원 공 사	15	-	2	-	-	2	8	3	-	-
우 리 원	33	-	15	-	3	7	-	1	2	5

### 2. 조사지점 및 방법

#### 가. 조사지점

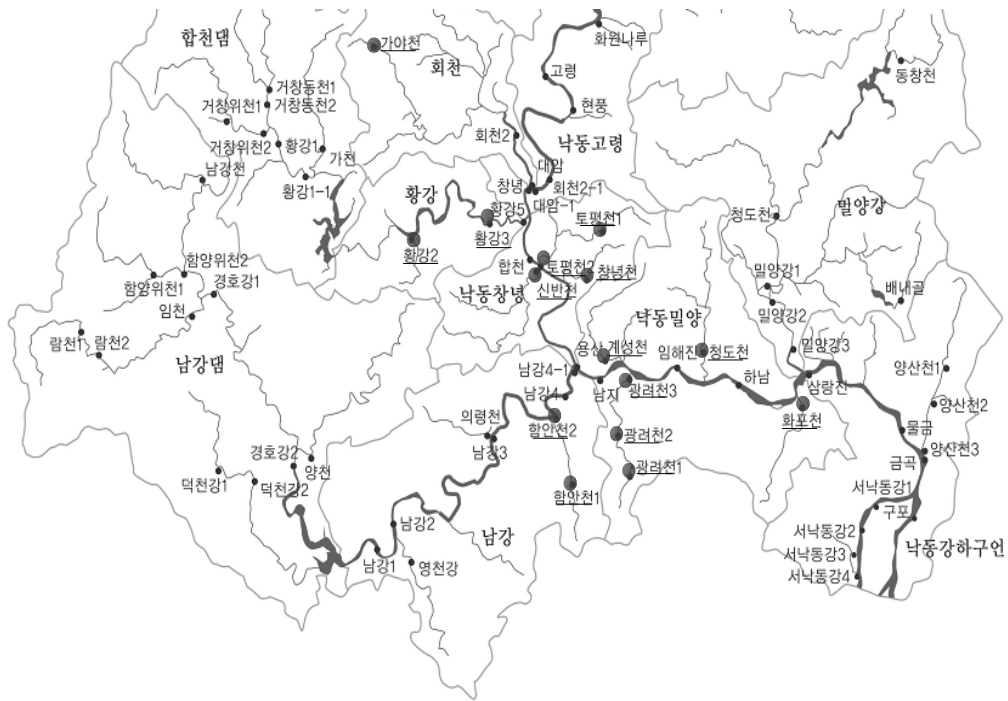
하천 수질측정망 조사지점으로 하천수 중 낙동강 수계에는 마산시 1개소, 김해시 1개소, 의령군 1개소, 함안군 4개소, 창녕군 5개소, 함천군 3개소가 위치해 있으며, 기타 수계에는 창원시 2개소, 마산시 1개소, 사천시

도시관류에는 김해시 2개소가 각각 위치해 있다. 그리고 호소수는 창원시 1개소가 위치해 있으며, 공단배수는 창원시, 마산시, 진주시, 진해시, 양산시에 각각 1개소씩 위치해 있다.

1개소, 양산시 1개소, 고성군 1개소, 하동군 1개소 및 섬진강 수계에는 하동군 3개소,

<표 2> 하천수질측정망 조사지점

구 분		명 칭	채 수 지 점	중권역 (목표기준)
하천수(27)	낙동강수계 (15)	가야천	합천군 가야면 치인리	회천(Ib)
		황강2	합천군 합천읍 영창리	황강(Ia)
		황강3	합천군 적중면 죽고리(황강교)	황강(Ia)
		신반천	의령군 낙서면 상포리(상포교)	낙동창녕(II)
		토평천1	창녕군 대지면 왕산리(왕산교)	낙동창녕(II)
		토평천2	창녕군 유어면 가하리(유어교)	낙동창녕(II)
		창녕천	창녕군 유어면 풍조리	낙동창녕(II)
		함안천1	함안군 함안면 대사리(대사교)	남강(Ib)
		함안천2	함안군 범수면 원내리(악양나루터)	남강(Ib)
		계성천	창녕군 남지읍 남지리(남지1교)	낙동밀양(II)
		광려천1	마산시 내서면 호계리(호계교)	낙동밀양(II)
		광려천2	함안군 칠서면(천릉교)	낙동밀양(II)
		광려천3	함안군 칠서면 이룡리(소량교)	낙동밀양(II)
		청도천	창녕군 부곡면 비봉리(잠수교)	낙동밀양(II)
		화포천	김해시 생림면 금곡리(금곡교)	낙동밀양(II)
	기타 (7)	덕계천	양산시 웅상읍 덕계리	회야강(III)
		백련천	하동군 금남면 진고리(금양교)	가화천(Ib)
		사천천	사천시 사천읍 수석리(용당교)	가화천(Ib)
		고성천	고성군 고성읍(태평식품앞)	가화천(Ib)
		양덕천	마산시 양덕동(산호교)	낙동강남해(IV)
		내동천	창원시 차룡동(차룡교)	낙동강남해(IV)
		창원천	창원시 삼동동	낙동강남해(IV)
	섬진강수계 (3)	횡천강1	하동군 청암면 시목리(시목교)	섬진강하류(Ib)
		횡천강2	하동군 횡천면 학리(마치교)	섬진강하류(Ib)
		횡천강3	하동군 적량면 고절리(대석교)	섬진강하류(Ib)
	도시관류 (2)	신어천1	김해시 삼정동(어방교)	-
		신어천2	김해시 어방동(조선대교)	-
호소수(1)		주남저수지	창원시 동읍 용산리(수문앞)	-
공단배수 (5)		양산공단	양산시 교동(폐수종말처리장방류구)	-
		진주공단	진주시 상평동(폐수종말처리장방류구)	-
		창원공단	창원시 덕정동(삼등교)	-
		마산공단	마산시 양덕동(수출자유지역)	-
		진해마천 주물공단	진해시 남양동(공동오수처리시설방류구)	-



<그림 1> 낙동강 수계 조사지점



<그림 2> 기타 수계 조사지점



<그림 3> 섬진강 수계 조사지점



<그림 4> 호소수(주남저수지) 조사지점



## 나. 조사주기

조사기간은 매년 월 1회(공단배수 월 2회) 실시하며, 가능한 한 수질이 안정되고 대표적인 상태라고 판단되는 때에 채수하며, 강우시에는 가능한 한 강우의 영향을 받지 않는 시기에 채수한다.

## 다. 분석 항목 및 방법

도시관류를 포함한 하천수는 pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, 총인, 수온, 페놀류, 전기전도도, 분원성대장균군수, 총대장균군수, DTN, DTP, PO<sub>4</sub>-P, 클로로필a의 18개 항목은 매월 1회, Cd, CN, Pb, Cr<sup>+6</sup>, As, Hg, ABS의 7개 항목은 분기 1회 분석을 실시하며, 호소수는 pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, 총인, 수온, 페놀류, 전기전도도, 분원성대장균군수,

총대장균군수, DTN, DTP, PO<sub>4</sub>-P, 클로로필a, TOC, 투명도의 20개 항목은 매월 1회, Cd, CN, Pb, Cr<sup>+6</sup>, As, Hg, ABS의 7개 항목은 분기 1회 분석을 실시한다. 그리고 공단배수는 pH, DO, BOD, COD, SS, 수온, 전기전도도의 7개 항목은 매월 2회, Cd, CN, Pb, Cr<sup>+6</sup>, As, Hg, Cu, Cr, F, ABS, 색도, 총질소, 총인, 페놀, N-헥세인, 용해성 Mn, 용해성Fe, 총대장균군수(※색도항목은 염색폐수가 배출되는 측정지점에 한함)의 19개 항목은 분기 1회, 유기인, PCB, TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름의 9개 항목은 매년 11월 1회 분석을 실시한다.

각 항목의 분석은 수질오염공정시험기준에 준하여 분석하였다.

<표 3> 측정방법별 조사항목, 횟수 및 시기

구 분	조 사 항 목	조사횟수	시기(월)
하 천 수 (도시 관류 포함)	pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, NH <sub>3</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N, 총인, 수온, 페놀류, 전기전도도, 분원성대장균군수, 총대장균군수, DTN, DTP, PO <sub>4</sub> -P, 클로로필a	12회/년 (48회/년)	매월
	Cd, CN, Pb, Cr <sup>+6</sup> , As, Hg, ABS	4회/년 (12회/년)	3,6,9,12월
호 소 수	pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, DTN, NH <sub>3</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N, 총인, DTP, PO <sub>4</sub> -P, 수온, 페놀류, 전기전도도, 클로로필a, 투명도, 분원성대장균군수, 총대장균군수	12회/년	매월
	Cd, CN, Pb, Cr <sup>+6</sup> , As, Hg, ABS	4회/년	3,6,9,12월
공 단 배 수	pH, DO, BOD, COD, SS, 수온, 전기전도도	24회/년	매월2회
	Cd, CN, Pb, Cr <sup>+6</sup> , As, Hg, Cu, Zn, Cr, F, ABS, 색도, 총질소, 총인, 페놀, N-헥산, 용해성Mn, 용해성Fe, 총대장균군수 ※색도항목은 염색폐수가 배출되는 측정지점에 한함	12회/년	매월
	유기인, PCB, TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름	1회/년	11월

## II. 수계별 하천 수질 현황

### 1. 낙동강 수계

#### 가. 가야천

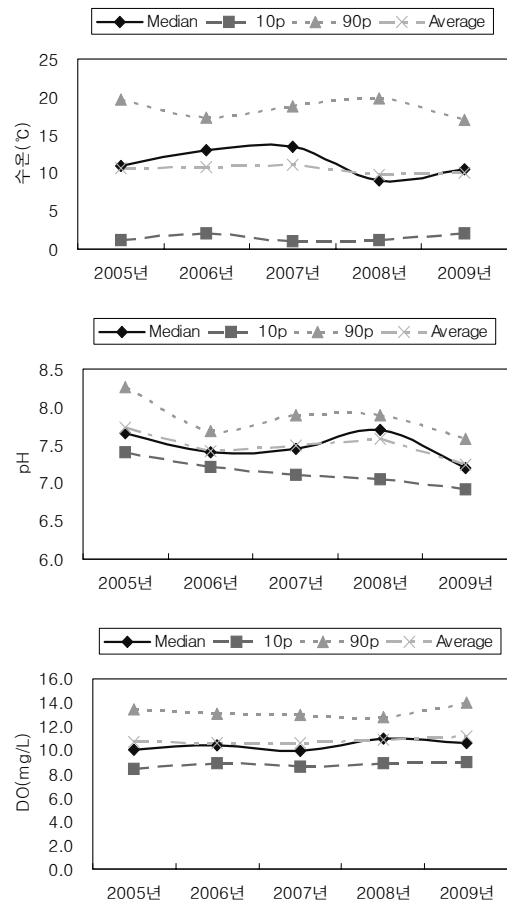
##### (1) 년별 오염물질 농도 변화

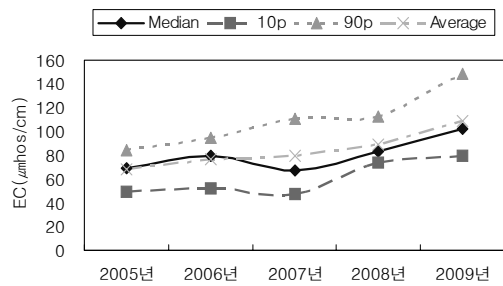
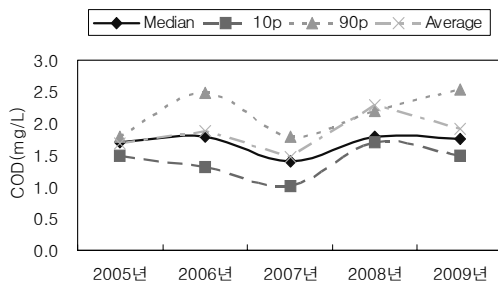
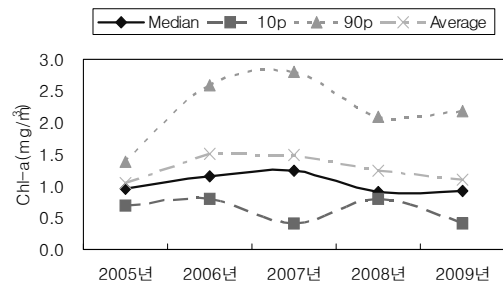
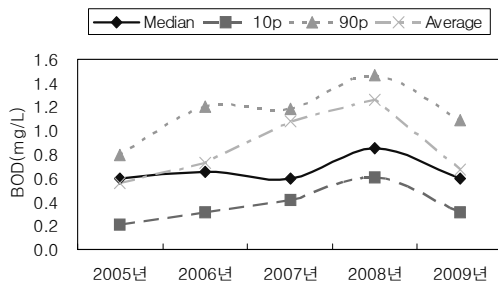
가야천 조사지점은 합천군 가야면 치인리로서 합천 해인사 주변 음식점이 밀집해 있는 곳을 지나는 하천이다.

2005년부터 2009년까지 각 항목별로 중간값 및 평균값과 10 percentile(p), 90 percentile(p) 값을 표시한 후 중간값을 중심으로 연별에 따른 경향을 살펴보았다.

수온, DO의 경우 그림에서 볼 수 있듯이 10p 값과 90p 값의 차가 거의 일정하고, 평균농도 또한 연도별 변화 없이 일정한 경향을 보이고 있다. DO는 수온에 의한 영향으로 반대 경향을 나타내고 있다. pH는 7.2~7.7로 중성으로 나타났으며, 2008년에 최고치를 나타내다 2009년에는 감소하는 경향을 보이고 있다. BOD는 0.6~0.9mg/L로 2008년을 제외하고 거의 비슷한 농도로 나타나고 평균 농도는 2008년 1.3mg/L까지 점차적으로 증가하다 2009년에는 감소하는 것으로 나타나고 있다. COD의 경우 2007년 1.4mg/L로 가장 낮은 농도를 나타내었으며, 평균농도는 2008년에 2.3mg/L로 가장 높은 농도를 나타내고 있다. SS의 경우 2006년에 10p 농도와 90p 농도가 0.6~4.1mg/L로 농도 변화가 큰 것으로 나타나고 있으며, 2008년 이후에는 농도변화가 크지 않고 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타나고 있다. T-N은 시간 경과에 따라 점차적으로 농도가 증가하는 경향을 나타내며, 중간값과 평균값이 거의 일치하는 것으로 나타나고 있다. T-P는 2007년까지 농도 변화가

거의 없이 일정한 농도를 유지하다 2008년에는 10p 농도와 90p 농도의 폭이 커져서 농도변화가 크고 점차 농도가 증가하는 것으로 나타나고 있다. Chl-a는 2007년에 10p 농도와 90p 농도의 폭이 커져서 농도 변화가 큰 것으로 나타나고 있으며, 평균농도는 2006년 이후로 감소하고 있는 것으로 나타나고 있다. 전기전도도는 T-N과 비슷하게 시간 경과에 따라 점차적으로 농도가 증가하고 있는 경향을 보이고 있다.



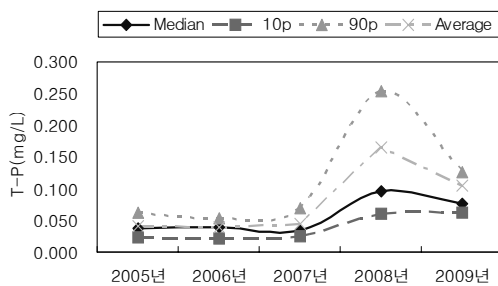
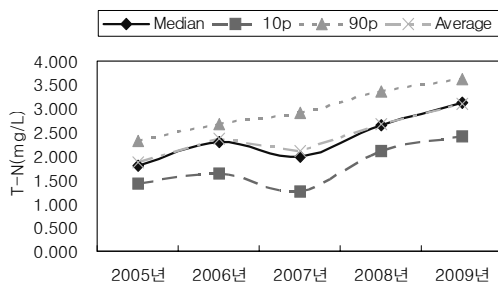
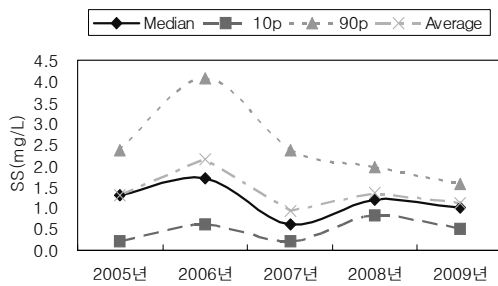


<그림 5> 가야천의 년별 수질 변화

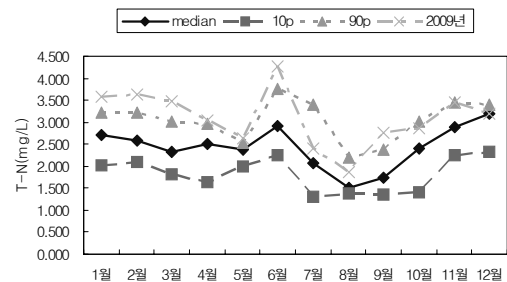
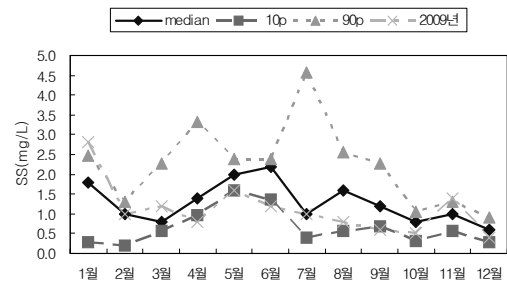
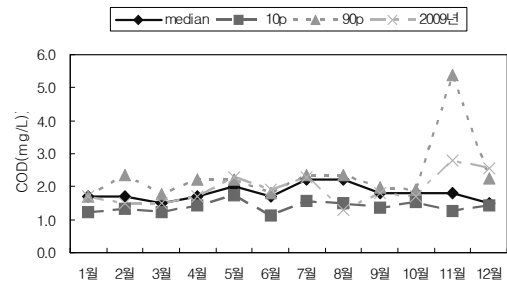
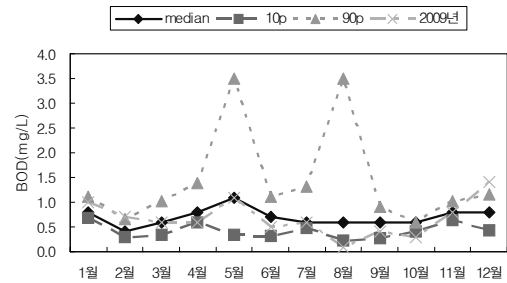
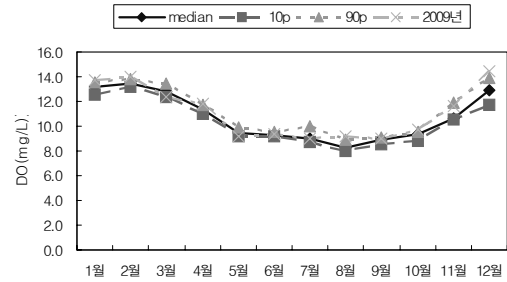
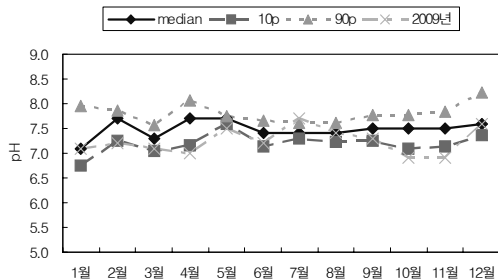
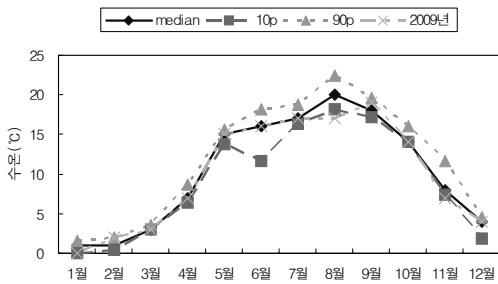
## (2) 월별 오염물질 농도 변화

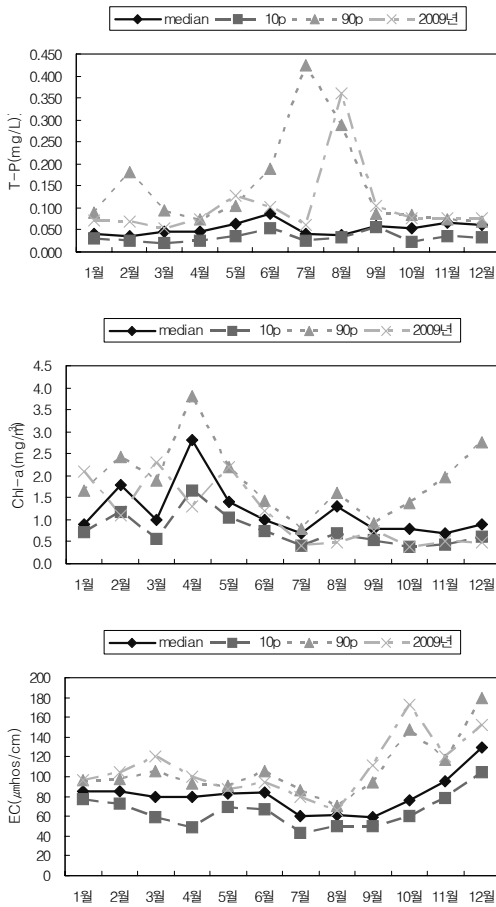
2005년부터 2009년까지 각 항목별 중간값, 10 percentile(p) 및 90 percentile(p) 값과 2009년을 중심으로 월별에 따른 경향을 살펴보았다.

가야천의 수온은 6월에 온도변화가 큰 것으로 나타났으며, 계절적 요인으로 겨울철에는 수온이 낮고 여름철에는 수온이 높은 것으로 나타나고 있다. 2009년 수온의 변화는 10p 수준으로 대체적으로 낮은 수온을 유지한 것으로 나타났다. pH의 경우 1월의 6.7을 제외하고 7.0~7.4로 중성으로 나타났으며 거의 일정한 값을 유지하는 것으로 나타났다. DO는 여름철 수온증가에 따라 감소하는 경향을 보이며 2009년 겨울철은 13.7~14.5mg/L, 여름철은 9.0~9.4mg/L인 것으로 나타났다. BOD의 경우 5월과 6월에 90p 농도가 높은 것으로 나타났으며, 6월에서 10월까지 0.6mg/L로 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. 2009년은 여름철에 10p 수준으로 양호한 수질로 나타났으나 겨울철



12월에는 90p 수준으로 높은 수질로 조사되었다. COD의 경우 1.5~2.2mg/L로 거의 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타났으나, 11월에는 90p 농도가 높아 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. SS의 경우 월별 농도의 변화가 큰 것으로 조사되었으며, 8월 이후에는 농도가 감소하는 것으로 나타났다. T-N의 경우 8월 1.5mg/L로 최소 농도로 나타났으며 그 이후 증가하는 경향을 나타내고 있다. 2009년은 6월 4.3mg/L로 최고농도를 나타내고 있으며 8월 1.9mg/L로 최소 농도 이후 증가하는 것으로 나타났다. T-P의 경우 0.038~0.087mg/L로 비슷한 농도를 나타내고 있으나, 7월의 10~90percentile농도가 0.026~0.425mg/L로 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. Chl-a는 4월에 2.8mg/m<sup>3</sup>로 최고 농도를 나타낸 후 감소하는 경향을 나타내었으며, 2009년은 7월 이후 0.4~0.7mg/m<sup>3</sup>로 일정한 농도로 나타났다. 전기전도도는 1월에서 6월까지 79~85 $\mu$ mhos/cm로 일정한 농도로 나타났으며, 7월(60 $\mu$ mhos/cm) 이후 증가하는 것으로 나타났다.





<그림 6> 가야천의 월별 수질 변화

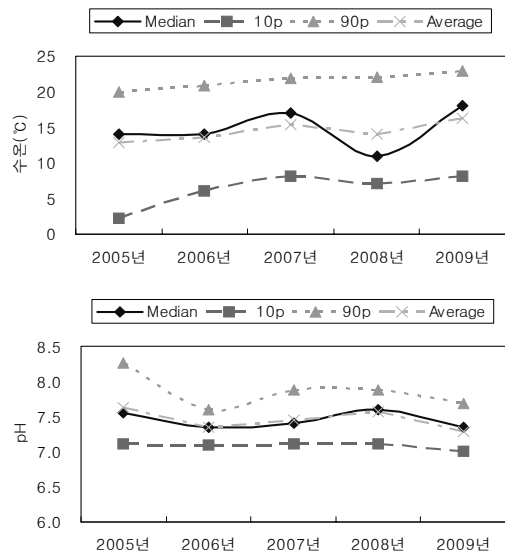
## 나. 황강2

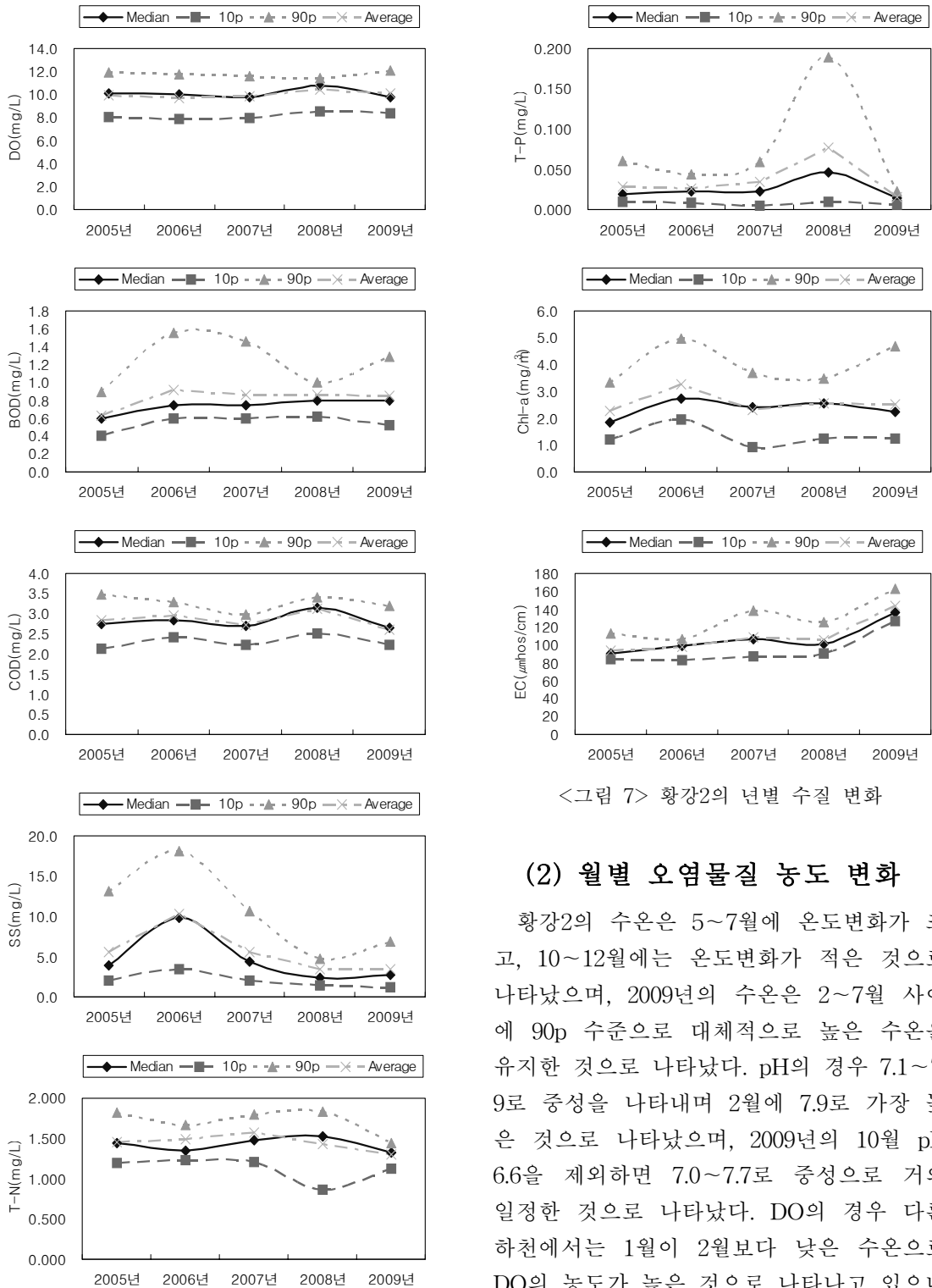
### (1) 년별 오염물질 농도 변화

황강2 조사지점은 합천군 합천읍 영창리이다.

수온의 경우 10p, 90p 및 평균농도는 시간경과에 따라 연차적으로 다소 증가하는 것으로 나타나고 있으나, 중간값은 2008년에 11℃로 최소 농도로 나타났다. pH의 경우 7.4~7.6으로 중성으로 나타났으며, 2006년 농도의 변화폭이 가장 적은 것으로 나타났다. DO의 경우 농도변화 폭이 거의 일정하며, 시간 경과에 따라 DO농도가 9.8~10.1mg/L로 농도 변화 없이 거의 일정한 것으로

나타났다. BOD의 경우 0.4~0.6mg/L로 거의 일정한 농도로 나타났으며, 2006년에 농도 변화 폭이 크고, 2008년에 농도 변화 폭이 적은 것으로 나타났다. COD는 2008년 3.2mg/L로서 최고 농도를 나타내고 그 외에는 2.7~2.9mg/L로 거의 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. SS의 경우 2006년 농도 변화 폭이 3.5~18.1mg/L로 가장 크고, 2006년 이후 SS농도가 감소하는 것으로 나타났다. T-N의 경우 1.329~1.521mg/L로 거의 비슷한 농도를 나타내고 있으며, 2008년도에 농도 변화 폭이 가장 크고, 2009년도에는 농도 변화 폭이 가장 적은 것으로 나타났다. T-P는 2007년 까지 0.019~0.022mg/L로 거의 비슷한 농도를 보이다 2008년 농도 변화 폭도 크고 0.047mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었다. Chl-a의 경우 2005년 1.9mg/m³로 가장 낮은 농도를 나타내었으며, 2006년 이후 2.3~2.8mg/m³로 거의 비슷한 농도를 나타내었다. 전기전도도는 2008년 까지 91~106μmhos/cm로 거의 일정한 농도를 유지하다 2009년에 농도가 증가하는 것으로 나타났다.



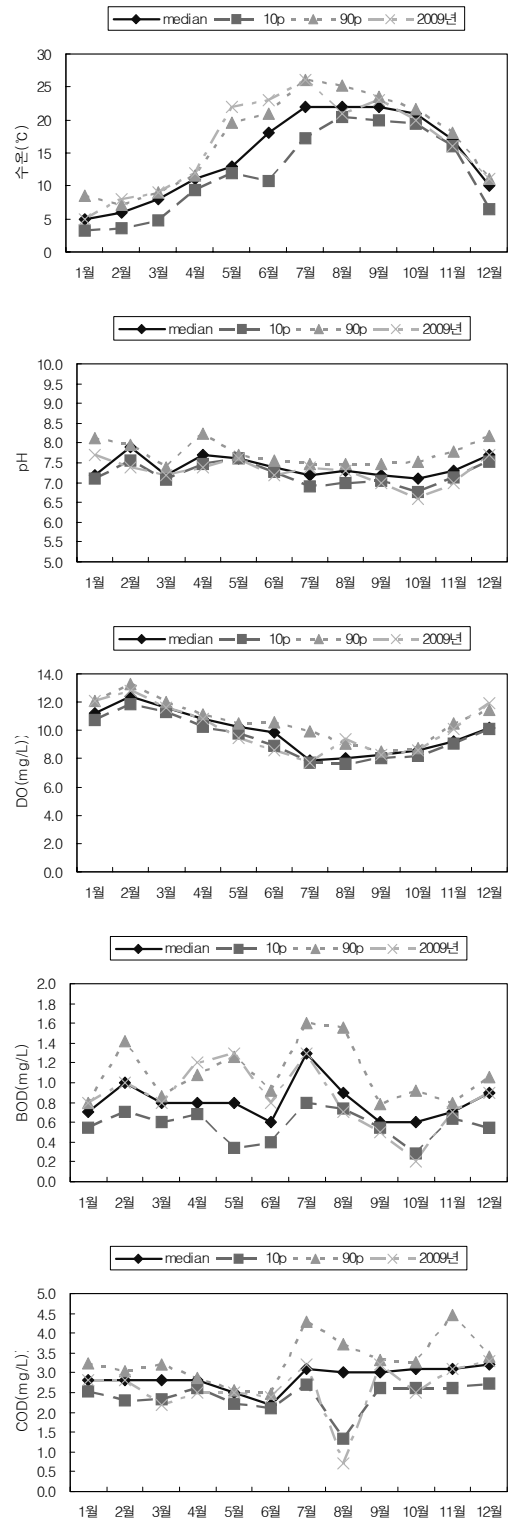


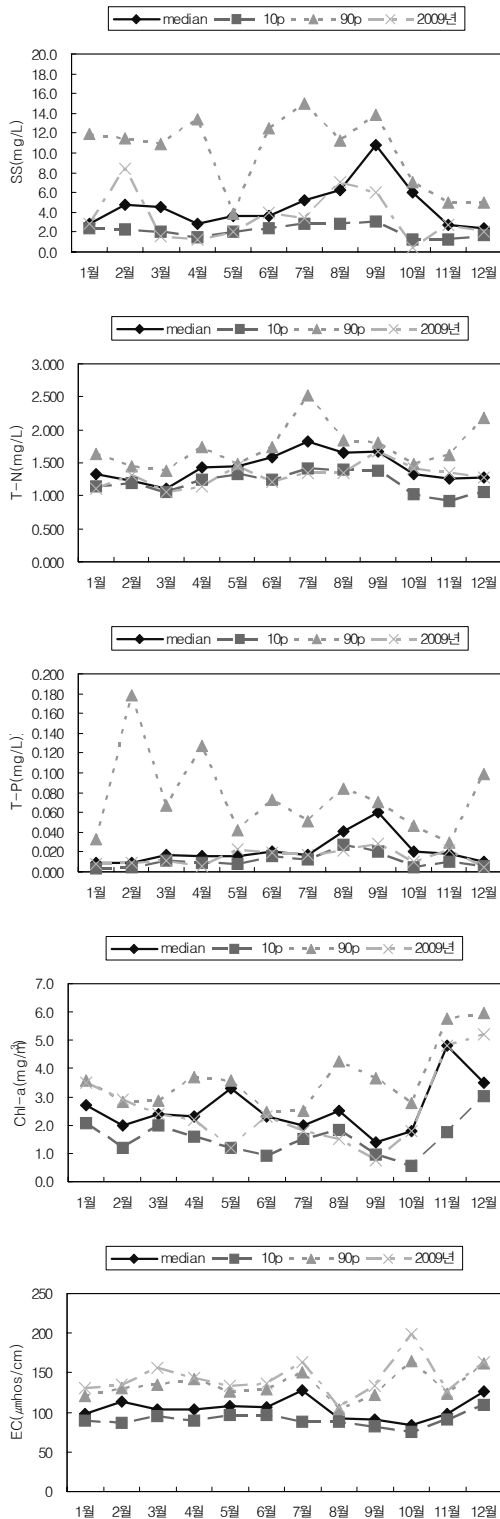
<그림 7> 황강2의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

황강2의 수온은 5~7월에 온도변화가 크고, 10~12월에는 온도변화가 적은 것으로 나타났으며, 2009년의 수온은 2~7월 사이에 90p 수준으로 대체적으로 높은 수온을 유지한 것으로 나타났다. pH의 경우 7.1~7.9로 중성을 나타내며 2월에 7.9로 가장 높은 것으로 나타났으며, 2009년의 10월 pH 6.6을 제외하면 7.0~7.7로 중성으로 거의 일정한 것으로 나타났다. DO의 경우 다른 하천에서는 1월이 2월보다 낮은 수온으로 DO의 농도가 높은 것으로 나타나고 있으나 황강2는 수온이 높은 2월보다 1월이 DO가

낮은 것으로 나타났다. BOD는 계절에 따른 특별한 경향을 보이지 않고, 7월에 1.3mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었다. 2009년의 BOD 또한 7월에 1.3mg/L로 가장 높은 농도를 나타내며 10월에는 0.2mg/L로 가장 낮은 농도를 나타내었다. COD의 경우 5, 6월을 제외하고 2.8~3.2mg/L로 비슷한 농도를 나타내었으며, 2009년 8월 0.7mg/L로 가장 낮은 농도를 나타내었다. SS는 1월부터 9월까지 점차 증가하다 다시 감소하는 경향을 보이고 있으며, 5월, 10월, 11월 및 12월에는 농도변화 폭이 크지 않으나 그 외 월에서는 농도변화 폭이 큰 것으로 나타났다. 2009년에는 3월부터 9월까지 점차 농도가 증가하다 감소하는 것으로 나타났다. T-N의 경우는 1.108~1.821mg/L로 거의 비슷한 농도를 나타내고 강우량이 많은 여름철에 약간 높은 경향을 보이고 있다. 2009년은 1~8월까지 10p 수준으로 낮은 농도를 나타내고 9월 이후로는 중간값 정도의 농도를 나타내었다. T-P는 강우량이 많은 8, 9월에 각각 0.041, 0.060mg/L로 농도가 높은 것으로 나타나고 있으며, 그 외에는 0.009~0.021mg/L로 비슷한 농도를 나타내었다. 2009년은 0.008~0.028mg/L로 비슷한 농도를 유지한 것으로 나타났다. Chl-a는 1월에서 9월까지 점차 감소하는 경향을 보이다 증가하는 경향을 보이고 있으며 12월에 5.2mg/m<sup>3</sup>로 가장 높은 농도를 나타내었다. 전기전도도는 91~128 $\mu$ hos/cm로 비슷한 농도를 나타내고 있으나, 2009년의 전기전도도는 90p 농도보다 높은 수준의 농도를 나타내었다.





<그림 8> 황강2의 월별 수질 변화

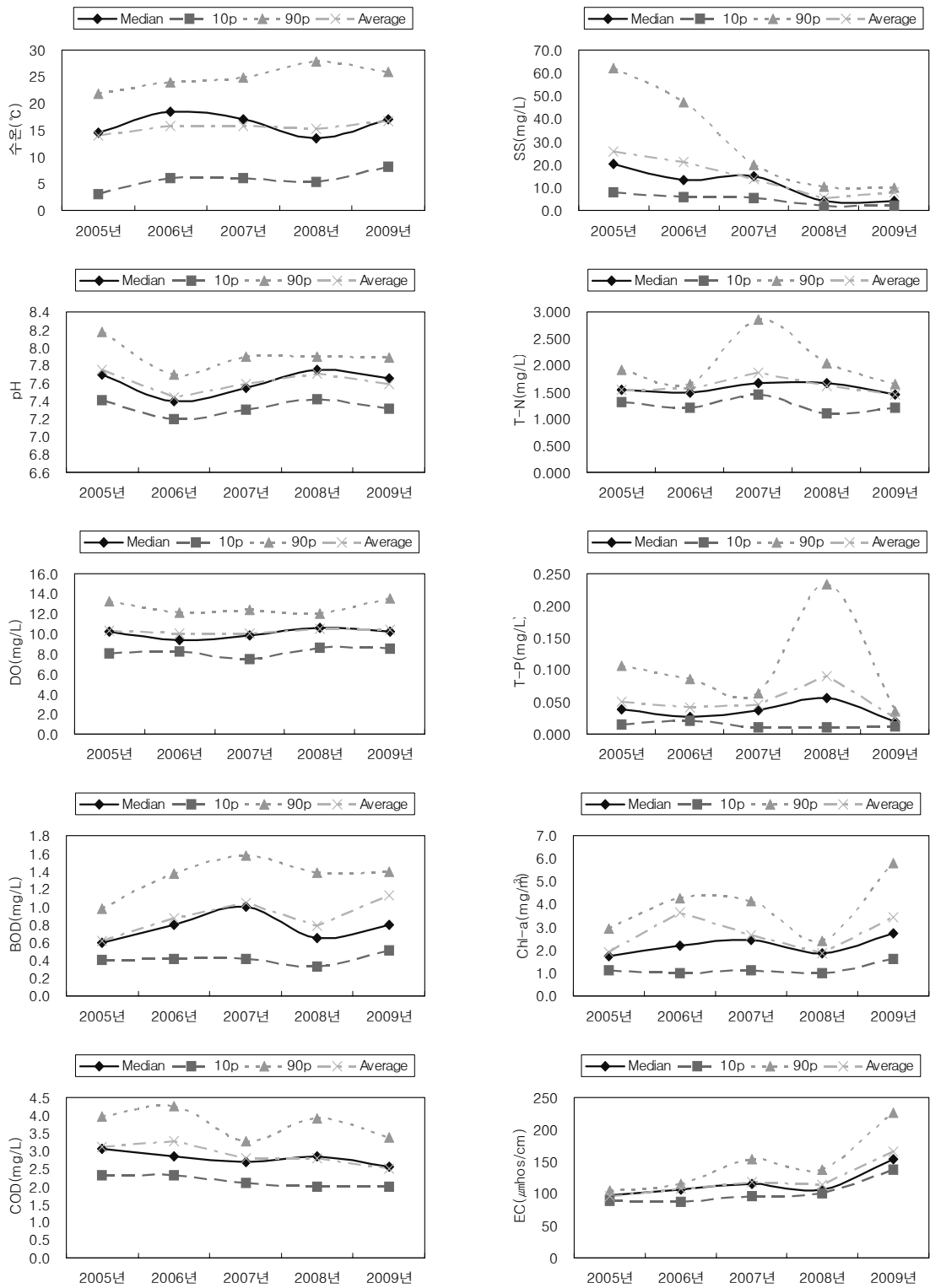
## 다. 황강3

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

황강3 조사지점은 합천군 적중면 죽고리 황강교이다.

수온의 경우 2006년 19℃로 증가하다 2008년 14℃로 감소하여 다시 증가하는 경향을 보이고 있으나, 평균농도는 15~17℃로 거의 비슷한 온도를 유지하는 것으로 나타났다. pH는 수온과 반대로 2006년 7.4로 감소하다 2008년 7.8로 증가하여 다시 감소하는 경향을 보이고 있다. DO의 경우 9.4~10.6mg/L, 평균농도는 10.0~10.5mg/L로 비슷한 경향을 보이며, 농도의 변화폭도 거의 일정한 것으로 나타났다. BOD는 2007년까지 증가하다 감소하는 경향을 보이고 있으며, 평균농도는 2008년 이후 중간값보다 높은 농도를 나타내었다. COD의 경우 시간 경과에 따라 약간 감소하는 경향을 보이고 있으며, 2007년에는 농도 변화가 적은 것으로 나타났으나 2006년과 2008년에는 다소 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. SS 또한 시간 경과에 따라 감소하는 경향을 보이고 있으며, 2005년과 2006년에는 농도 변화가 큰 것으로 나타났으나 2007년 이후에는 농도 변화가 작은 것으로 나타났다. T-N의 경우 1.451~1.676mg/L로 비슷한 수준의 농도를 나타내고, 2007년에는 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-P는 2008년 까지 다소 증가하다 감소하는 경향을 보이고 있으며, 2008년에는 0.011~0.234mg/L로 농도 변화가 가장 큰 것으로 나타났다. Chl-a의 경우는 T-P와 반대로 2008년 1.9mg/m³로 가장 낮은 농도를 나타내고, 농도 변화도 가장 작은 것으로 나타났다. 전기전도도는 2005년에서 2008년까지 98~115 μmhos/cm로 비슷한 농도를 보이다 2009년에는 154 μmhos/cm로 증가하는 것으로 나타났다.

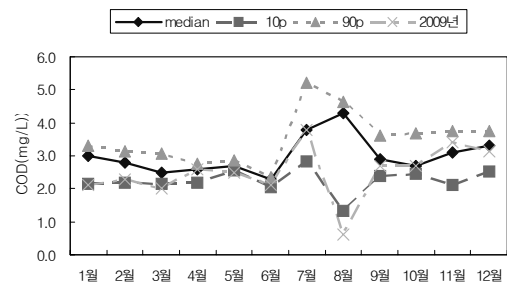
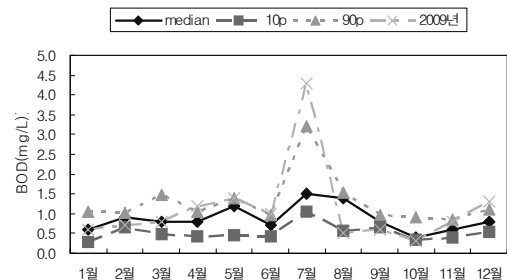
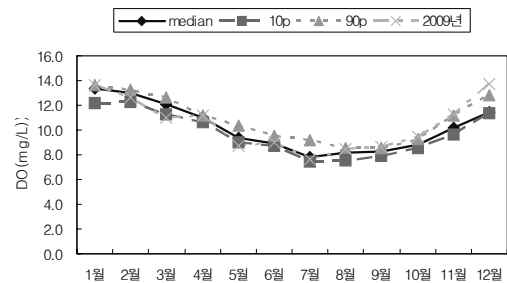
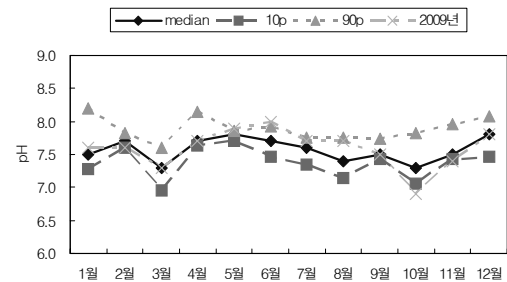
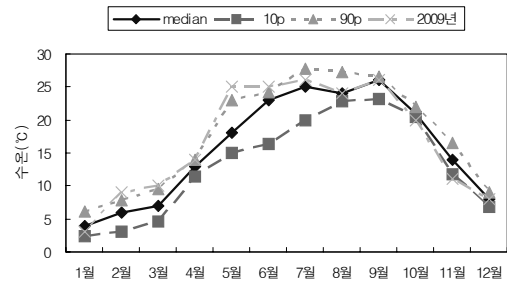


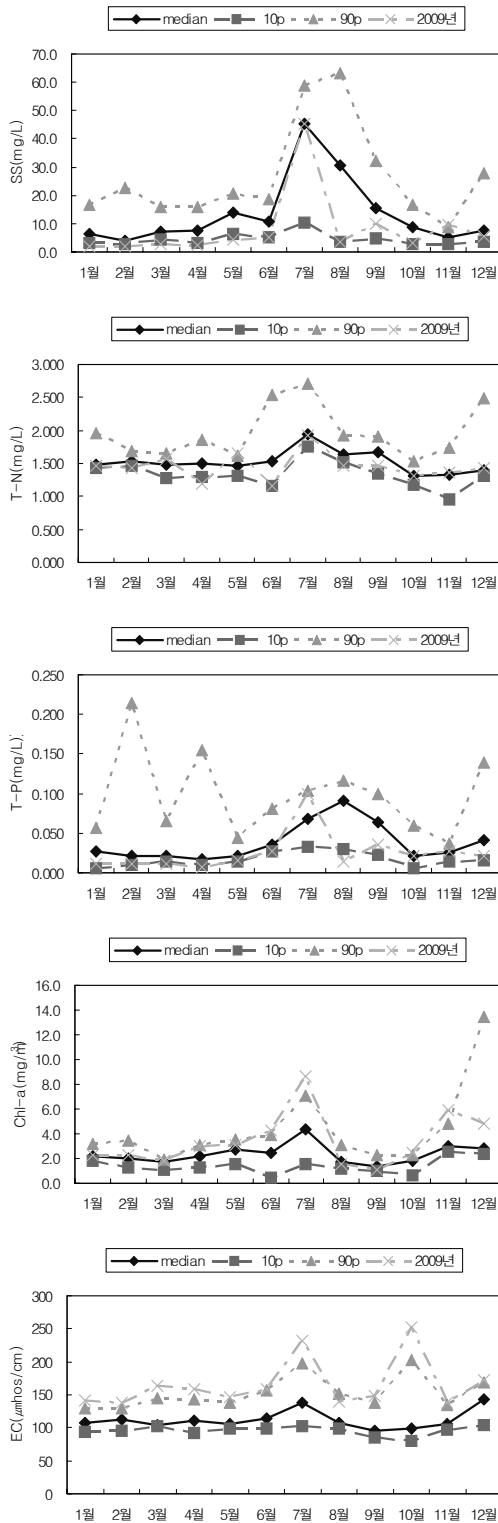


<그림 9> 황강3의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

황강3의 수온은 4~25℃로 여름인 9월이 가장 높았고, 2009년 수온은 6월까지 90p 수준보다 높은 수온을 유지하였으나 10월 이후는 10p 수준으로 수온이 낮은 것으로 나타났다. pH의 경우 7.3~7.8로 중성을 나타내며 거의 일정한 값을 유지하는 것으로 나타났으며, 2009년은 10월에 6.9로 최소값, 6월에 8.0으로 최고값으로 나타났다. DO는 계절적 요인에 의해 겨울철에 높고 여름철에 낮은 전형적인 경향을 보이고 있다. BOD의 경우 0.4~1.4mg/L로 거의 비슷한 농도이나 강우가 많은 7월에 90p 농도가 3.2mg/L로 높고, 2009년 7월의 BOD도 4.3mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었다. COD의 경우 강우의 영향이 많은 7, 8월 3.8~4.3mg/L을 제외하고 2.3~3.3mg/L로 비슷한 농도를 나타내고 있으며, 2009년 또한 7, 8월을 제외하고 2.0~3.4mg/L로 비슷한 농도를 나타내었다. SS 또한 강우의 영향이 많은 7, 8월에 30.8~45.4mg/L을 제외하고 4.0~15.6mg/L로 일정한 농도를 유지하였다. 2009년은 7월에 45.4mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었으며, 그 외는 1.8~10.0mg/L로 비슷한 농도를 나타내었다. T-N은 강우가 많은 7~9월에 농도가 높고 그 외는 1.315~1.533mg/L로 비슷한 농도를 나타내었으며, 6, 7월과 12월에 90p 농도가 높아 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-P의 경우 또한 강우가 많은 7~9월에 농도가 높은 것으로 나타났으며, 그 외는 0.017~0.041mg/L로 비슷한 농도를 나타내었다. Chl-a 또한 7월에 가장 높고 그 외는 비슷한 농도를 나타내었으나, 12월에 90p 농도가 가장 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. 전기전도도는 7월과 12월에 다소 높은 것으로 나타났으며, 그 외는 96~113 $\mu$ hos/cm로 비슷한 농도를 나타내었다.





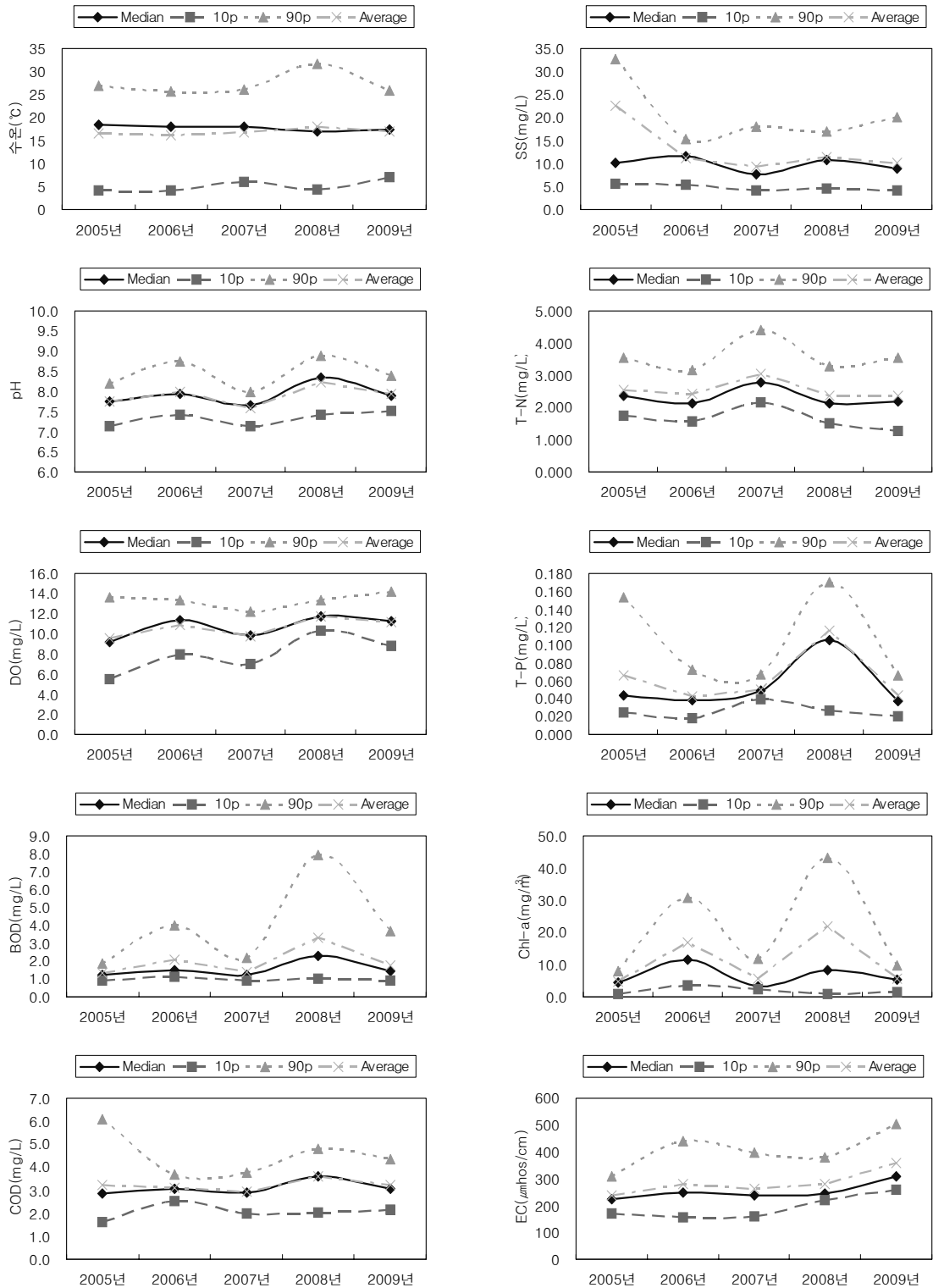
<그림 10> 황강3의 월별 수질 변화

## 라. 신반천

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

신반천 조사지점은 의령군 낙서면 상포리 상포교이다.

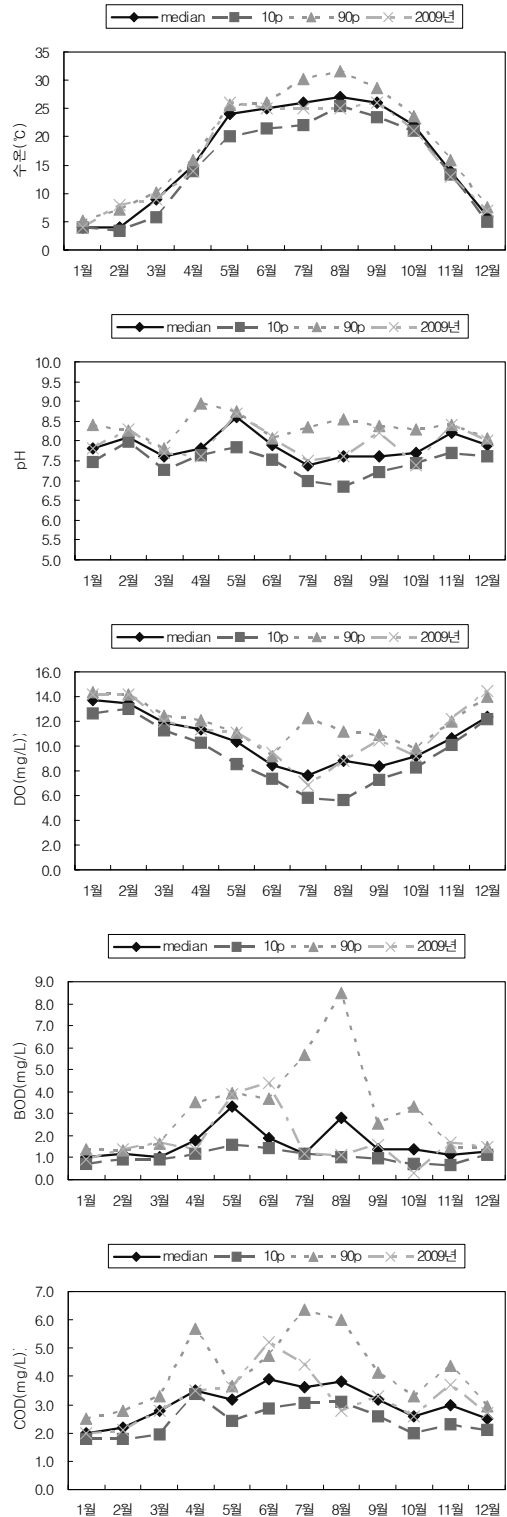
수온의 경우 중간값과 평균농도가 거의 일치하며 17~19℃로 나타났다. pH의 경우는 2008년 8.4를 제외하고 7.7~8.0으로 중성으로 나타났다. DO의 경우 2005년과 2007년은 9.2~9.8mg/L이며, 2006년에서 2009년은 1.3~11.4mg/L로 약간 증가한 것으로 나타났다. BOD의 경우 2008년 2.3mg/L를 제외하고 1.2~1.5mg/L로 비슷한 농도를 나타내었으며, 2008년 10p와 90p 농도가 1.0~8.0mg/L로 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. COD 또한 BOD와 마찬가지로 2008년 3.6mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었으며, 그 외 2.9~3.1mg/L로 비슷한 농도를 나타내었다. SS의 경우 2007년 7.6mg/L로 가장 낮은 농도를 나타내었으며, 그 외 10.2~11.7mg/L로 비슷한 농도를 나타내었다. T-N의 경우 2.127~2.785mg/L로 나타났으며, 2007년에 가장 높은 농도를 나타내었다. T-P는 2008년에 0.106mg/L로 가장 높은 농도로 나타났으며, 그 외는 0.038~0.049로 거의 비슷한 농도를 나타내었다. 2005년과 2008년은 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. Chl-a의 경우 3.2~11.6mg/L로 나타났으며, 2006년과 2008년에 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. 전기전도도는 223~308μmhos/cm로 거의 비슷한 농도를 나타내었다.

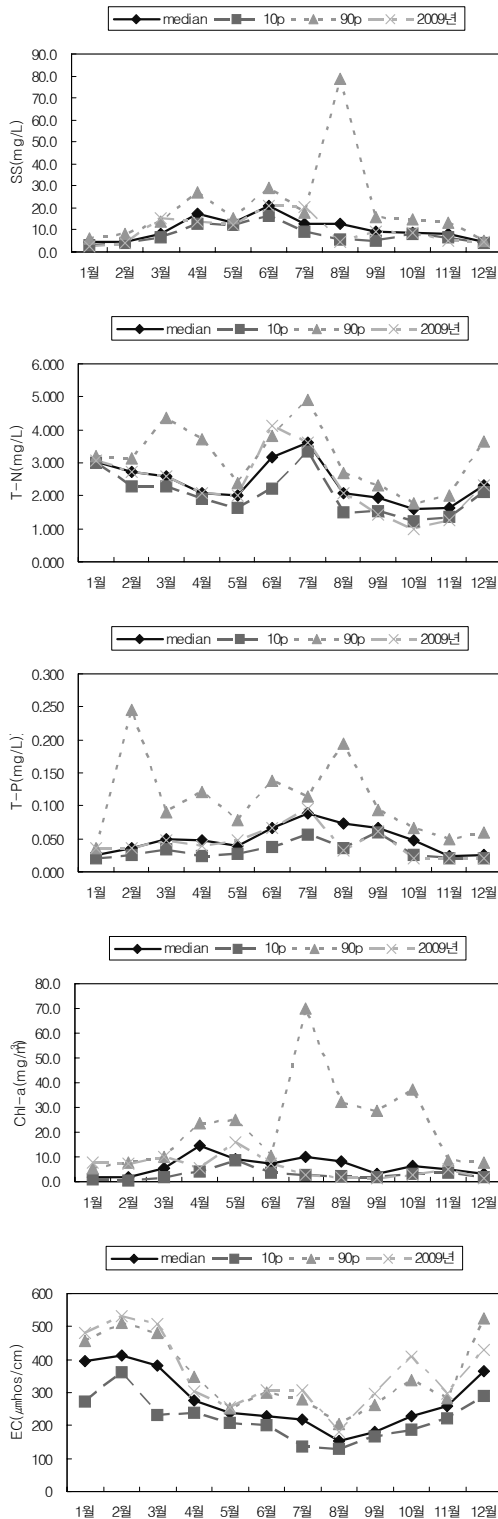


<그림 11> 신반천의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

신반천의 수온은 겨울철에 4~6℃, 여름철에 25~27℃로 계절적 경향을 나타내고 있다. pH는 봄철인 5월 8.6으로 약 알칼리성으로 가장 높게 나타났으며, 강우가 많은 7월에 7.4로 가장 낮은 pH로 나타났다. DO의 경우 겨울철 12.4~13.7mg/L, 여름철 7.6~8.8mg/L로 계절적 요인인 수온의 영향을 받는 것으로 나타나고 있으며, 7~9월에 10p와 90p 농도 차가 크게 남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. BOD는 봄철인 5월과 여름인 8월에 높은 농도를 보이고 있으며, 가을과 겨울철에는 1.0~1.4mg/L로 일정한 농도를 나타내었다. COD는 봄철과 여름철에 증가하는 경향을 보이나 가을과 겨울철에 낮아지는 경향을 보이고 있으며, 강우가 많은 7, 8월에 90p 농도가 높음으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. SS 또한 COD와 마찬가지로 봄철과 여름철에 증가하다 가을과 겨울철에 낮아지는 경향을 보이고 있으며, 8월에 강우의 영향으로 90p 농도가 78.5mg/L까지 아주 높은 농도를 나타내었다. T-N의 경우 강우가 많은 여름철에 높은 농도를 나타내고 봄, 가을, 겨울철에는 다소 낮은 농도로 나타났으며, 2009년 6월 4.120mg/L로 가장 높은 농도를 10월에는 0.985mg/L로 가장 낮은 농도를 나타내었다. Chl-a의 경우 1.7~10.1mg/m<sup>3</sup>로 비슷한 농도로 나타나고 있으나, 여름 7월에서 가을 10월까지 90p 농도가 높게 나타남으로서 조류의 번식이 많이 발생하는 것으로 나타났다. 전기전도도는 겨울철에 높고 강우의 영향이 많은 여름철에는 낮은 것으로 나타나고 있으며, 2009년은 90p 농도보다 높은 농도로서 이온성 물질이 많이 유입된 것으로 나타났다.





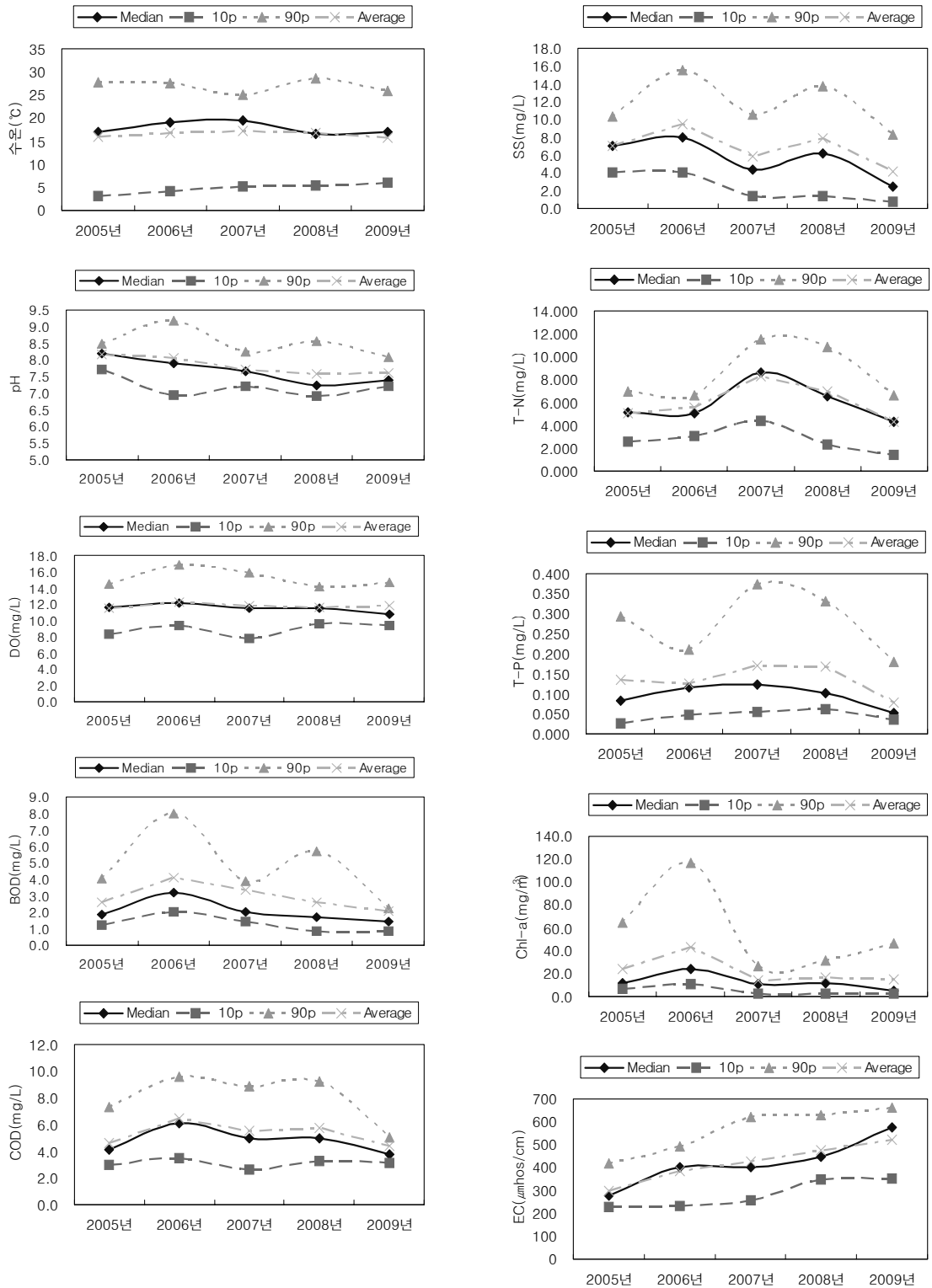
<그림 12> 신반천의 월별 수질 변화

## 마. 토평천1

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

토평천1 조사지점은 창녕군 대지면 왕산리 왕산교이다.

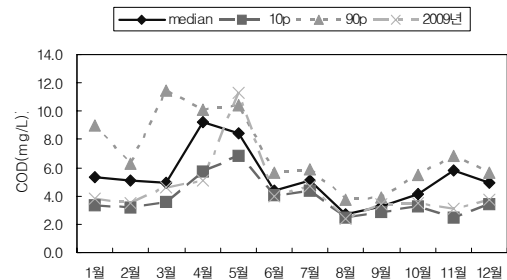
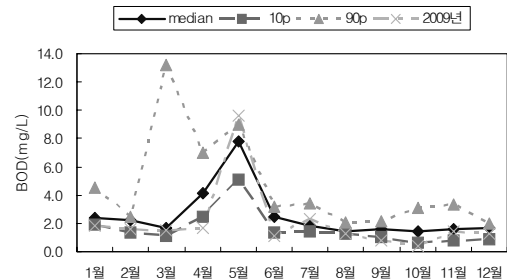
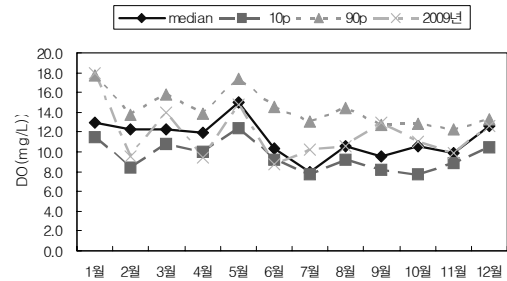
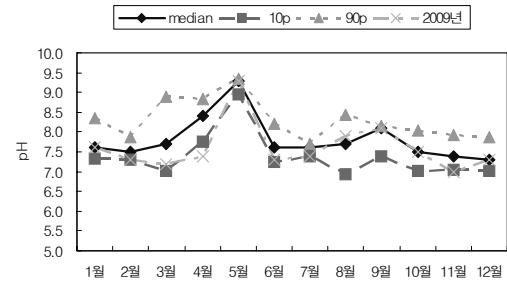
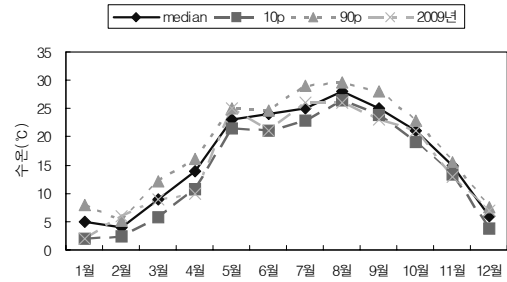
수온의 경우 2007년까지 17℃에서 20℃로 약간 증가하다 2008년 이후 17℃로 일정한 것으로 나타났으며, pH는 2005년 8.2에서 2009년 7.4로 다소 감소하는 경향으로 나타났다. DO의 경우도 pH와 마찬가지로 2006년 12.1mg/L에서 2009년 10.8mg/L로 다소 감소하는 것으로 나타났으며, BOD 또한 2006년 3.2mg/L에서 2009년 1.5mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. 2006년과 2008년의 BOD는 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. COD 및 SS의 경우도 2006년부터 2009년까지 다소 감소하는 경향을 보임으로서 토평천1은 시간 경과에 따라 수질이 다소 개선된 것으로 나타났으며, T-N은 2005년과 2006년에 5.087~5.114mg/L로 일정하다 2007년 8.604mg/L로 가장 높은 농도를 나타내다 감소하는 것으로 나타났다. T-P는 2007년까지 다소 증가하다 감소하는 것으로 나타났으며, Chl-a는 2006년 이후 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 것으로 나타났으나, 전기전도도는 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 것으로 나타났다.



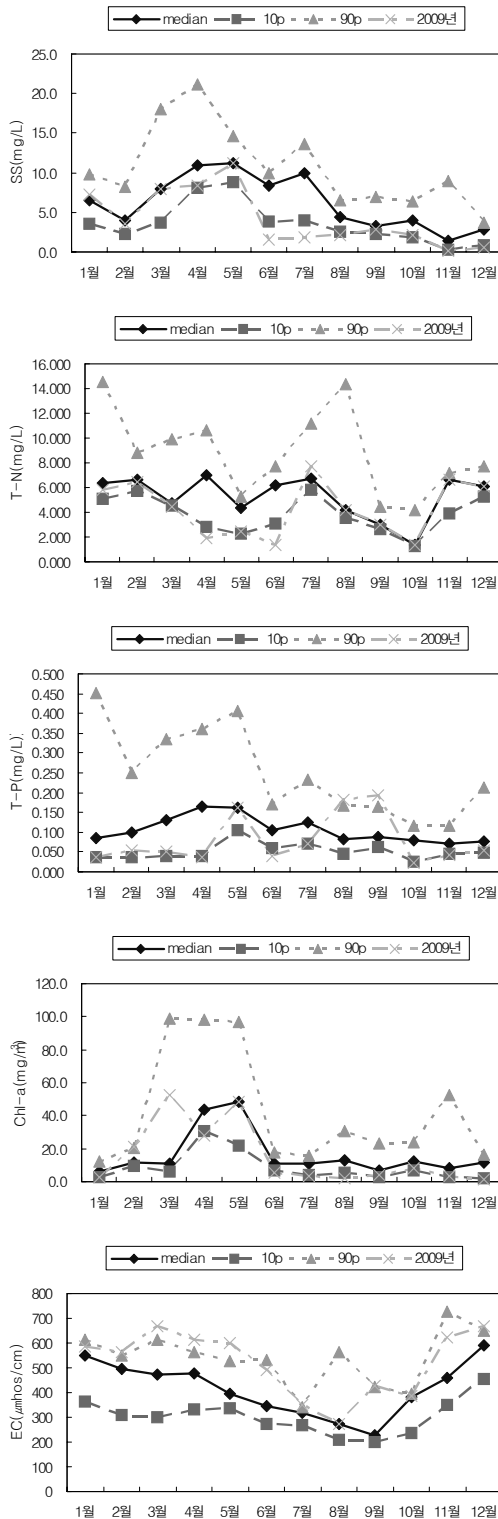
<그림 13> 토평천1의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

토평천1의 수온은 겨울철에 4~6℃, 여름철에 24~28℃로 계절적 경향을 나타내고 있다. pH는 봄철인 4월과 5월에 8.4~9.3으로 약 알칼리성으로 다른 하천에 비해 다소 높은 pH를 유지하였으며, 그 외 계절에서는 7.3~7.7로 중성을 나타내었다. DO는 다른 하천과 달리 수온 영향에 의한 특별한 경향을 보이고 있지 않으며, 5월에 15.0mg/L로 가장 높고 7월에 8.0mg/L로 가장 낮은 농도를 나타내고 있다. BOD 또한 pH와 마찬가지로 봄철인 4월과 5월에 4.8~7.1mg/L로 높은 농도를 나타내고 그 외 계절에서는 1.4~2.5mg/L로 비슷한 농도를 유지하였다. COD의 경우도 봄철인 4월과 5월에 8.4~9.2mg/L로 높은 농도를 나타내고 여름철인 8월에 2.7mg/L로 가장 낮은 농도를 나타내었다. SS는 2월에서 5월까지 증가하다 점차 감소하는 경향을 보이고 있으며, 겨울철인 11월에 0.2mg/L로 가장 낮은 농도를 나타내었다. T-N은 특별한 계절적 특징을 나타내고 있지 않으며, 2009년은 10p 농도 수준으로 양호한 수질을 나타내었다. T-P의 경우 4월까지 증가 하다 다시 감소하는 경향을 보이고 있으며, 겨울철과 봄철에는 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. Chl-a 또한 봄철인 4월과 5월에 43.7~48.2mg/m<sup>3</sup>로 높은 농도를 나타내고 그 외 계절에서는 7.0~12.4mg/m<sup>3</sup>로 비슷한 농도를 나타내고 있다. 2009년은 6월 이후 10p 농도 수준으로 양호한 수질을 나타내고 있다. 전기전도도는 다른 항목과 달리 겨울철에서 여름철 9월까지 감소하는 경향을 보이다 가을부터 다시 증가하는 경향을 나타내었다.







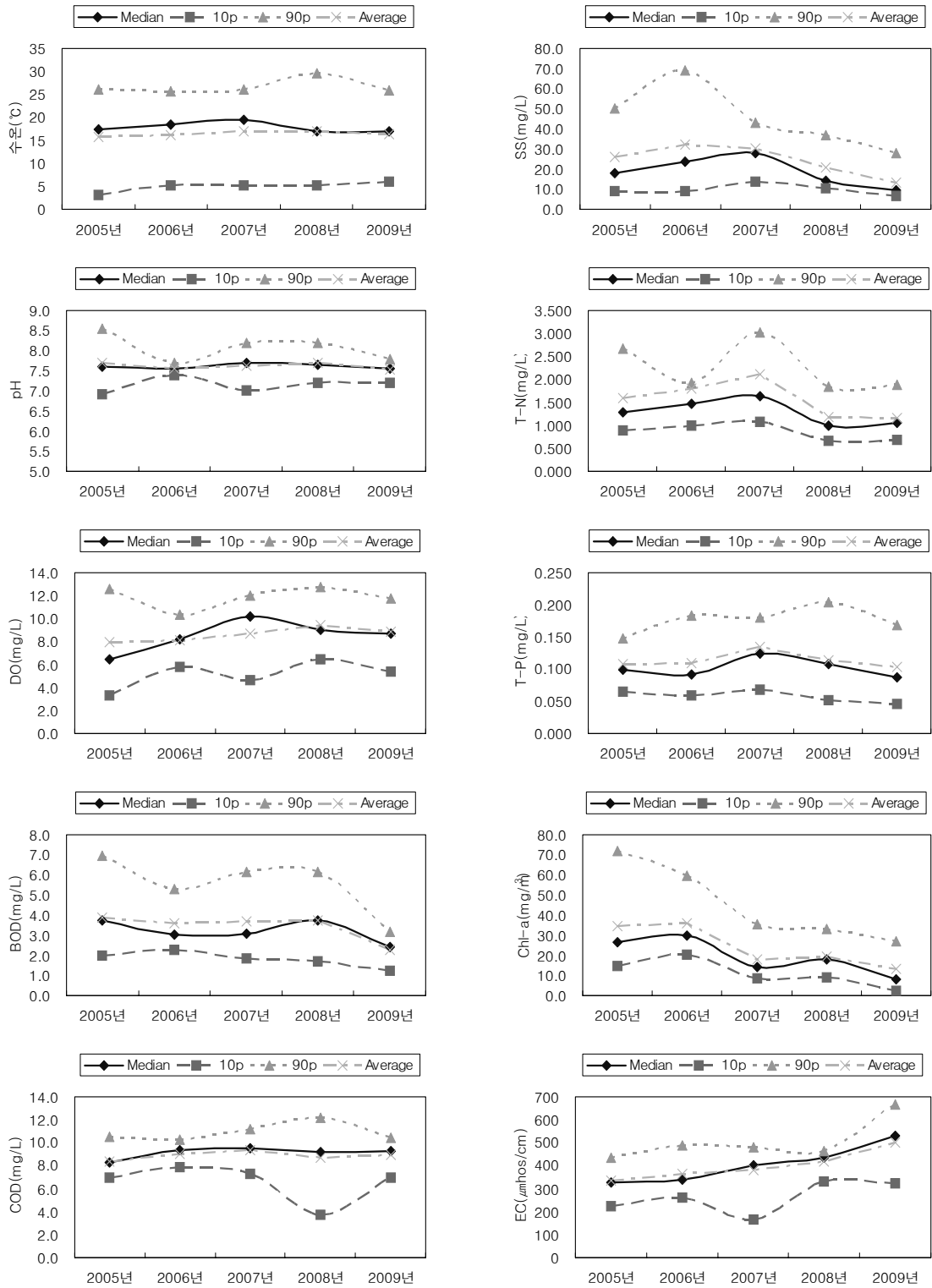
<그림 14> 토평천1의 월별 수질 변화

## 바. 토평천2

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

토평천2 조사지점은 창녕군 유어면 가하리 유어교이다.

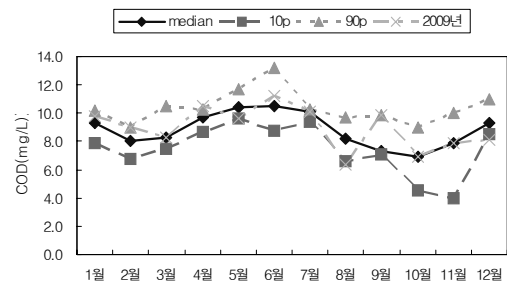
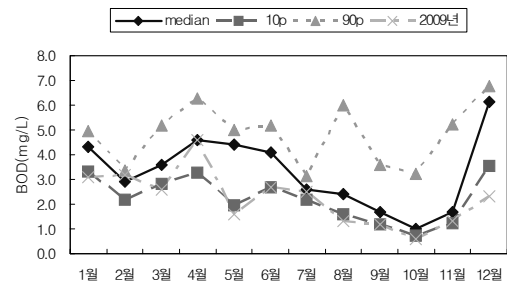
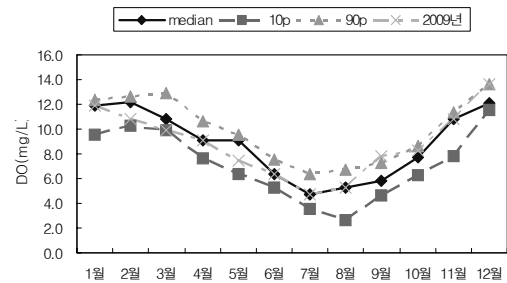
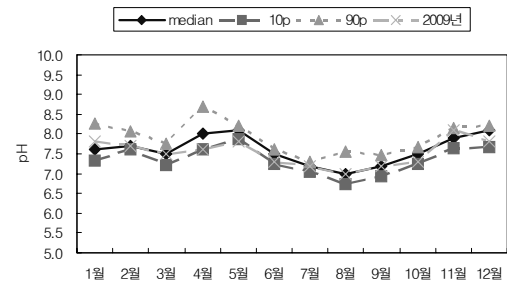
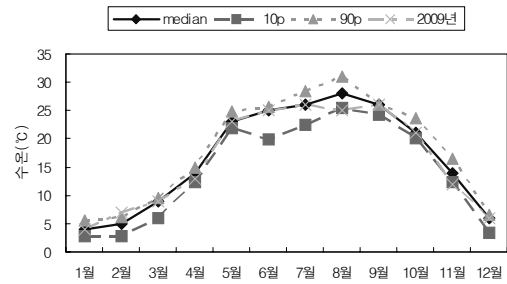
수온의 경우 토평천2은 토평천1과 마찬가지로 2007년까지 17℃에서 20℃로 약간 증가하다 2008년 이후 다시 17℃로 일정한 것으로 나타났으며, pH는 7.6~7.7로 거의 일정한 것으로 나타났다. DO의 경우 2005년 6.5 mg/L에서 2007년 10.2mg/L로 증가하다 2009년 8.7mg/L로 약간 감소하는 것으로 나타났다. BOD는 2005년에서 2008년까지 3.1~3.8mg/L로 비슷한 농도를 유지하다 2009년 2.4mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. COD의 경우 2006년에서 2009년까지 9.2~9.4mg/L로 비슷한 농도를 나타내고 있으나, 2008년에는 10p과 90p 농도가 3.7~12.2mg/L로 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. SS는 2007년까지 28.0mg/L로 증가하다 2009년 9.3mg/L로 수질이 개선되는 것으로 나타났으며, T-N 또한 SS와 마찬가지로 2007년까지 증가하다 다시 감소하는 것으로 나타났다. T-P의 경우 T-N과 반대 현상으로 2006년까지 약간 감소하다 2007년 0.125mg/L로 최고 농도에서 2009년 0.088mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. Chl-a의 경우 전체적으로 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 2005년 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도변화가 큰 것으로 나타났다. 전기전도도는 시간 경과에 따라 계속적으로 증가하는 경향을 나타내고 있으며 2007년 10p 농도 다른 연도에 비해 낮게 나타났다.

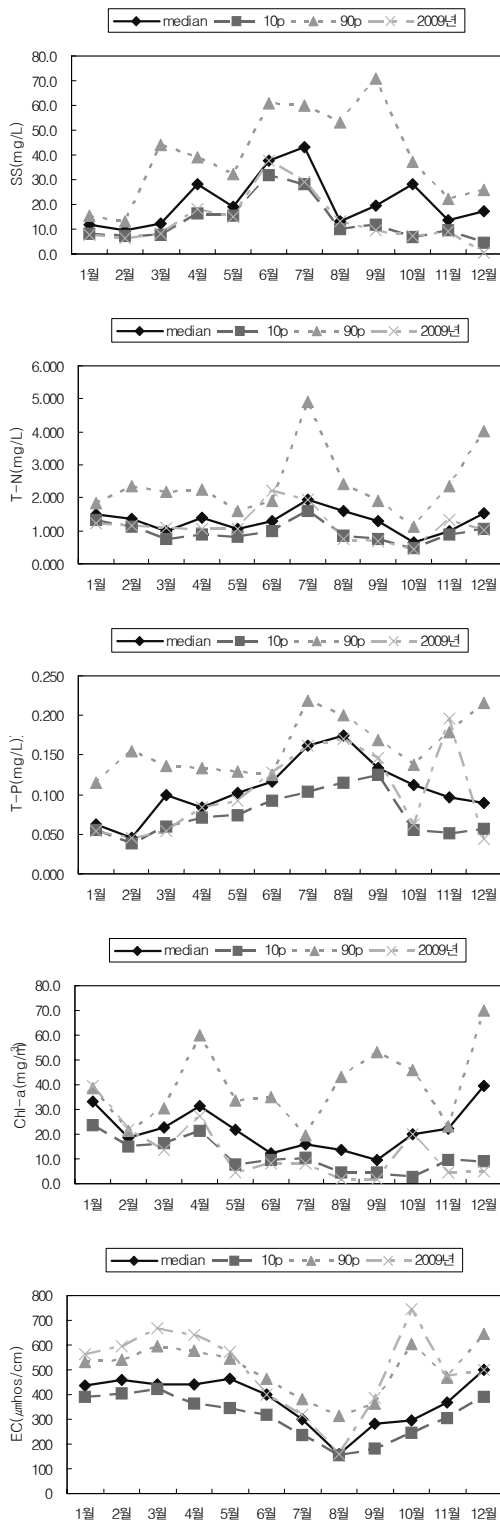


<그림 15> 토평천2의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

토평천2의 수온은 겨울철 4~6℃, 여름철은 25~28℃로 나타났다. pH는 봄인 4,5월에 8.0~8.1로 가장 높고 여름인 8월에 7.0으로 가장 낮게 나타났다. DO의 경우 수온의 영향으로 겨울에는 11.9~12.2mg/L로 높고, 여름에는 4.7~5.3mg/L로 낮게 나타났다. BOD는 4~6월 4.1~4.6mg/L로 높게 나타나다가 가을인 9~11월에 1.0~1.7mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. 하지만 겨울인 12월에 6.2mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었다. COD도 BOD와 비슷하게 5~7월에 10.1~10.5mg/L로 높게 나타나고 가을인 9~11월에 6.9~7.9mg/L로 낮게 나타났다. SS는 강우가 많은 6, 7월에 37.6~43.2mg/L로 높게 나타났으며, 9월에는 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. 2009년은 10p 수준으로 낮은 농도를 나타내었다. T-N의 경우 여름인 7,8월에 1.292~1.590mg/L로 높게 나타났으나 전체적으로 0.648~1.590mg/L로 거의 비슷한 농도를 나타내었다. T-P는 여름인 7, 8월 1.62~0.175mg/L까지 증가하는 경향을 보이다 감소하는 것으로 나타났다. Chl-a 경우 여름인 6~9월에 9.7~16.1mg/L로 낮은 농도를 나타내었으며 겨울이 더 높은 것으로 나타났다. 2009년의 클로로필은 10p 수준으로 낮은 농도로 나타났다. 전기전도도는 T-P와 반대로 여름인 8월 161μmhos/cm까지 감소하다 다시 증가하는 것으로 나타났다. 2009년은 90p 수준보다 높은 농도로 나타났다.





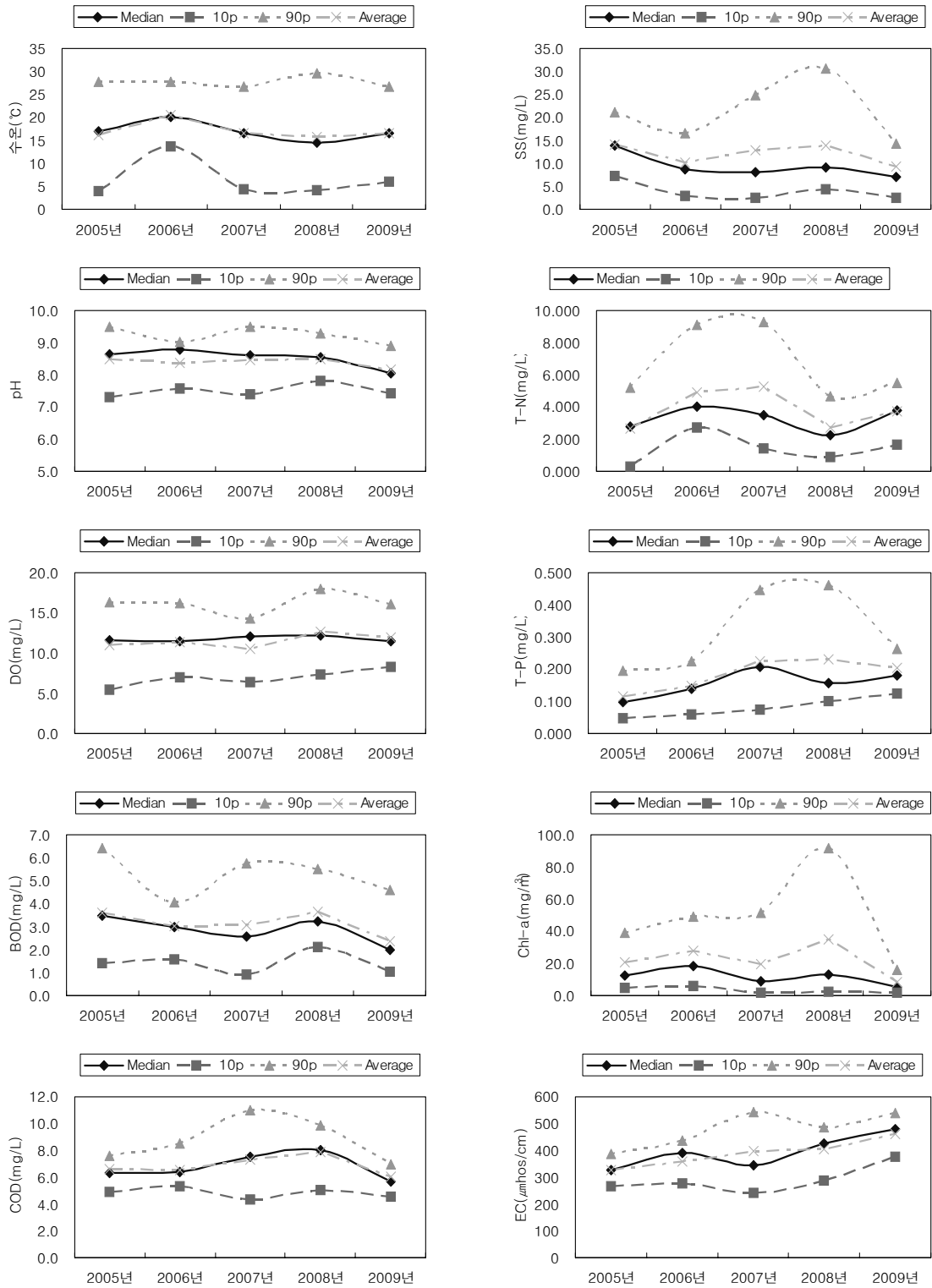
<그림 16> 토평천2의 월별 수질 변화

## 사. 창녕천

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

창녕천 조사지점은 창녕군 유어면 풍조리이다.

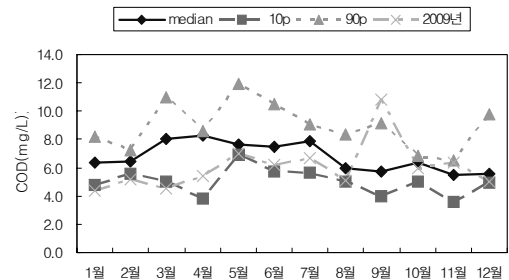
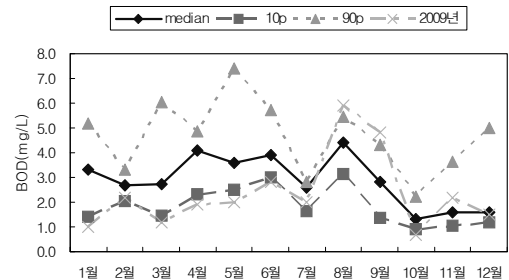
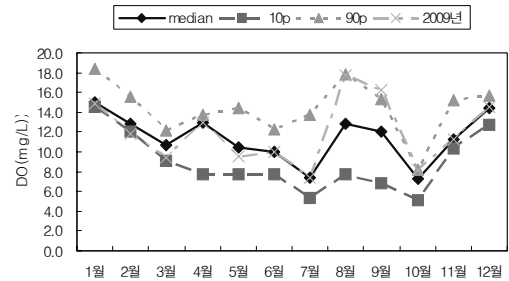
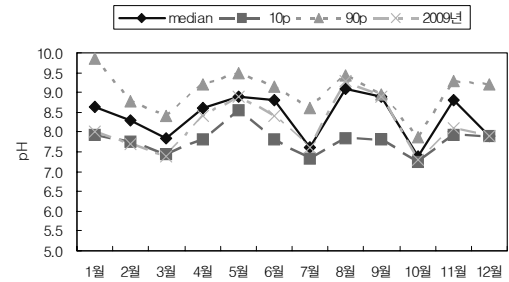
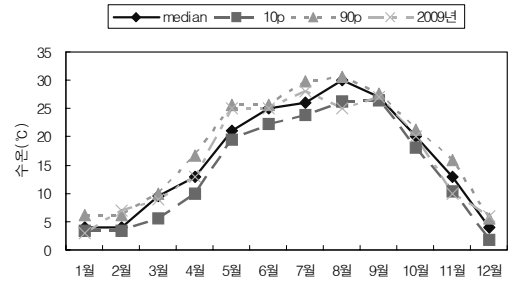
수온의 경우 2006년 20℃로 가장 높게 나타났다으며, 그 외는 15~17℃로 비슷한 수온을 나타내었다. pH는 2006년 8.8에서 2009년 8.1로 약간 감소하는 경향으로 약 알칼리성인 것으로 나타났다. DO의 경우 11.5~12.2mg/L로 거의 비슷한 농도로 나타났으며, BOD는 전체적으로 감소하는 경향을 나타나고 있으나 2008년에 3.3mg/L로 일시적으로 증가한 것으로 나타났다. COD의 경우 BOD와 반대로 2008년까지 증가하다 2009년 감소하는 것으로 나타났다. 2007년 10p 농도와 90p 농도의 차가 큼으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. SS의 경우 시간 경과에 따라 감소하는 경향을 보이고 있으며, 2008년 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도변화가 큰 것으로 나타났다. T-N의 경우 2006년에서 2008년까지 감소하다 2009년 증가하는 경향을 보이고 있으며, 2006년과 2007년은 90p 농도가 높음으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-P는 2007년 0.209mg/L까지 증가하다 감소하는 것으로 나타났다. Chl-a의 경우 2006년에서 시간 경과에 따라 점차 감소하는 경향을 보이고 있으며, 2008년 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도변화가 큰 것으로 나타났다. 전기전도도는 Chl-a와 반대 현상으로 시간 경과에 따라 증가하는 경향을 보이고 있으며 2007년이 가장 농도 변화가 큰 것으로 나타났다.

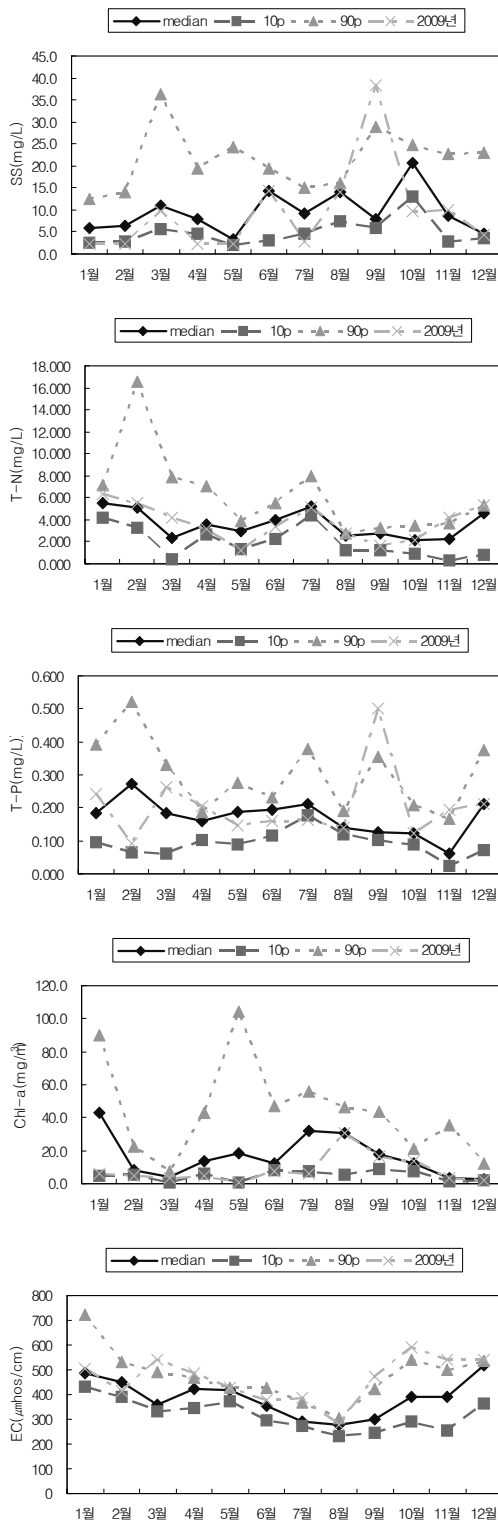


<그림 17> 창녕천의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

창녕천의 수온은 겨울 4℃, 여름 25~30℃로 나타났으며, pH는 시간 경과에 따라 7.4~9.1까지 변동이 심한 것으로 나타났으며, 3,7,10월에 7.4~7.9로 중성을 나타내고 그 외는 8.0 이상으로 약 알칼리성으로 나타났다. DO의 경우 7월까지 다소 감소하는 경향을 보이다 8,9월에 12.0~12.8mg/L로 높아지다 10월에 7.3mg/L로 가장 낮은 용존산소를 나타낸 후 다시 증가하는 경향을 나타내었다. BOD는 1~9월까지 26~44mg/L로 비슷한 농도를 나타내다 10월 이후 1.3~1.6mg/L로 농도가 낮아지는 것으로 나타났다. 2009년에는 7월까지 10p 수준으로 양호한 수질을 나타내다 8월부터는 90p 수준으로 높은 농도를 나타내었다. COD의 경우 3월에서 7월까지 7.5~8.3mg/L로 약간 높다 그 외는 5.5~6.5mg/L로 낮은 농도를 나타내었으며, 2009년에는 8월까지 10p 수준으로 낮은 농도를 나타내었다. SS의 경우 10월까지 시간 경과에 따라 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 2009년 9월에는 90p 수준보다 높은 38.4mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었다. T-N은 저농도 2.175~3.582mg/L에서 고농도 4.00~5.544mg/L 수준으로 거의 일정한 농도를 유지하고 있는 것으로 나타났으며, T-P의 경우 2월부터 11월까지 감소하는 경향을 나타냈다. Chl-a의 경우 수온이 높은 여름철 7,8월 30.5~32.1mg/m<sup>3</sup>로 높은 농도를 나타내었으며, 봄, 가을, 겨울에는 낮은 것으로 나타났다. 전기전도도는 겨울에 높고 여름철에 낮은 경향을 보이고 있으며, 2009년은 90p 수준으로 높은 농도를 나타내었다.





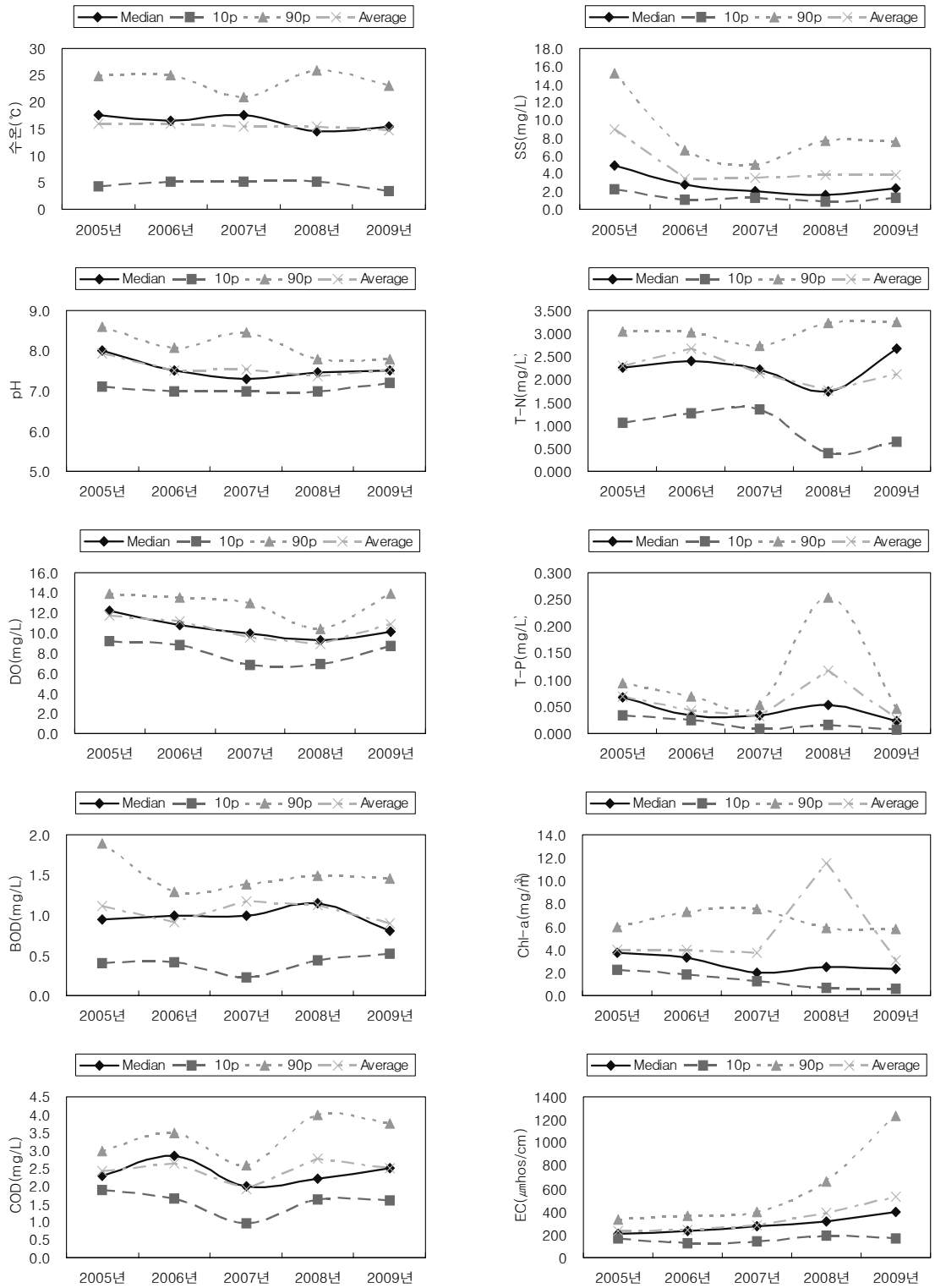
<그림 18> 창녕천의 월별 수질 변화

## 아. 함안천1

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

함안천1 조사지점은 함안군 함안면 대사리 대사교이다.

수온의 경우 15~18℃로 나타났으며, 2007년 90p 수온이 낮게 나타남으로서 여름철 수온이 낮았던 것으로 보인다. pH는 2005년 8.0에서 2007년 7.3으로 감소하다 2008년 이후 7.5로 약간 증가하는 것으로 나타났으며, DO는 2005년 12.3mg/L에서 2008년 9.3mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. BOD의 경우 0.8~1.2mg/L로 양호한 수질을 나타내고 있으나, 2008년 1.2mg/L에서 2009년 0.8mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. COD의 경우 2006년 2.9mg/L의 최고 농도에서 2007년 2.0mg/L로 감소하다 다시 증가하는 경향을 보이고 있으며, SS는 2005년 4.9mg/L 최고 농도에서 시간 경과에 따라 감소하는 것으로 나타났으며, 2005년은 90p 수준이 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-N의 경우 2008년 1.731mg/L까지 감소하다 2009년 2.673mg/L 최고 농도를 증가하는 것으로 나타났으며 10p농도와 90p 농도 차이가 큼으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-P는 0.023~0.068mg/L로 거의 비슷한 농도를 유지하고 있으나, 2008년 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. Chl-a의 경우 2005년 3.8mg/m³에서 2009년 2.3mg/m³으로 다소 감소하는 것으로 나타났으나, 2008년 3월에 110mg/m³으로 아주 높은 농도가 발생하여 평균농도가 11.5mg/m³으로 90p 농도보다 높게 나타났다. 전기전도도는 2005년 204 μmhos/cm에서 2009년 397 μmhos/cm로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하고 2009년 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다.

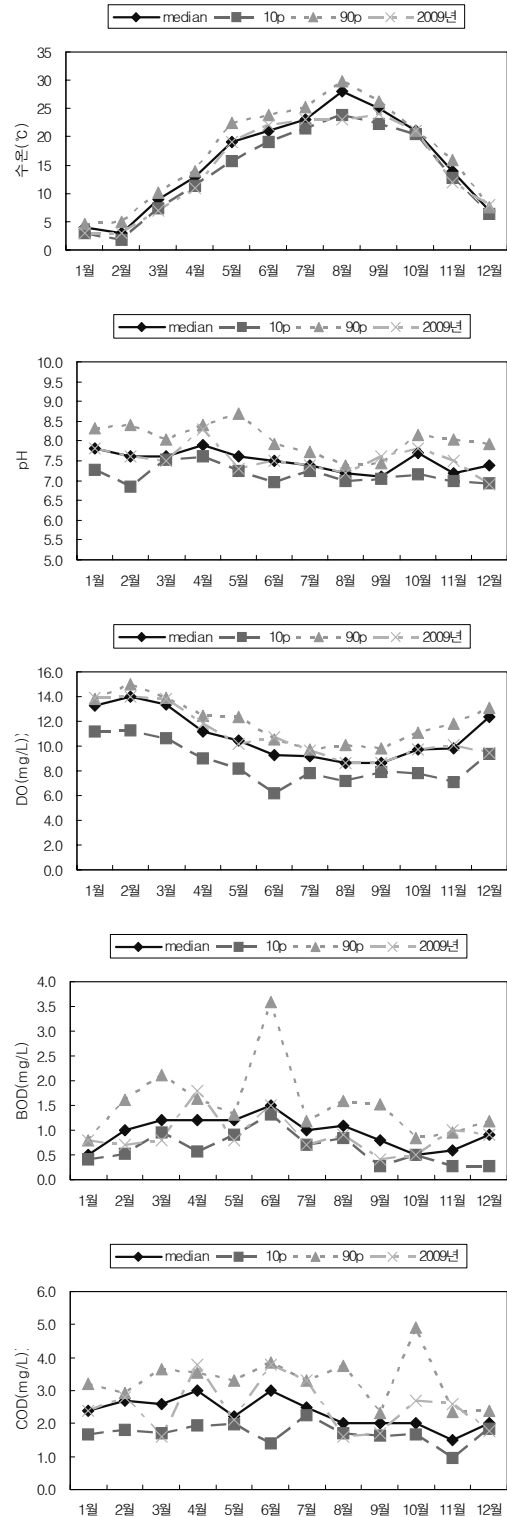


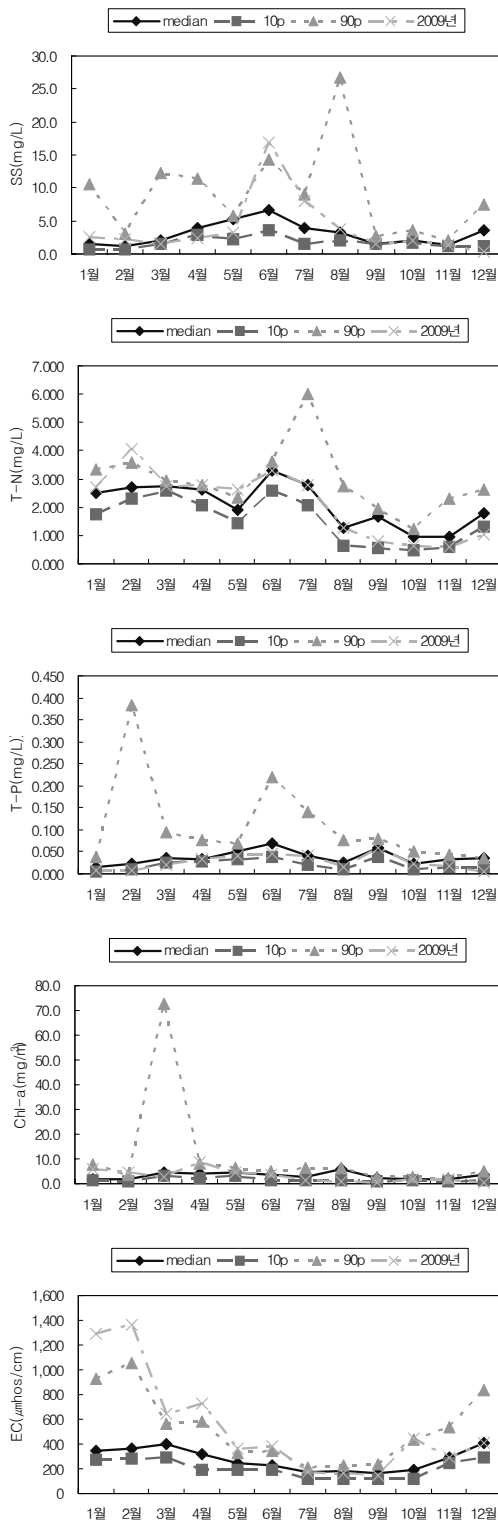
<그림 19> 함안천1의 년별 수질 변화



## (2) 월별 오염물질 농도 변화

함안천1의 수온은 겨울 3~7℃, 여름 23~28℃로 나타났으며 2009년 수온은 5, 6월을 제외하고 10p 수준으로 다소 수온이 낮은 것으로 나타났다. pH는 7.1~7.9로 중성으로 나타났으며, 2009년은 6.9~8.3으로 pH 변화가 큰 것으로 나타났다. DO는 수온의 영향으로 겨울에 높고 여름에 낮은 경향을 나타내었다. BOD의 경우 봄, 여름에 1.2~1.5mg/L 다소 높은 것으로 나타났으며, 가을과 겨울은 0.5~0.9mg/L 다소 낮은 것으로 나타났다. COD의 경우 2.0~3.0mg/L로 거의 비슷한 농도를 나타내고 있으며, SS는 6월 6.6mg/L로 증가하다 다시 감소하는 경향을 보이고 있으며, 2009년에는 6월 16.8mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었다. T-N의 경우 6월까지 2.5~3.3mg/L로 다소 증가하다 늦가을 11월 0.6mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. T-P 또한 T-N과 마찬가지로 6월까지 0.016mg/L에서 0.069mg/L로 증가하다 12월 0.035mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. Chl-a는 1.8~5.7mg/m<sup>3</sup>으로 비슷한 농도로 나타났으나, 2008년 3월 110mg/m<sup>3</sup>로 아주 높은 농도로 나타났다. 전기전도도는 겨울철에 약간 높고 여름철에 약간 낮은 경향을 나타내었다.





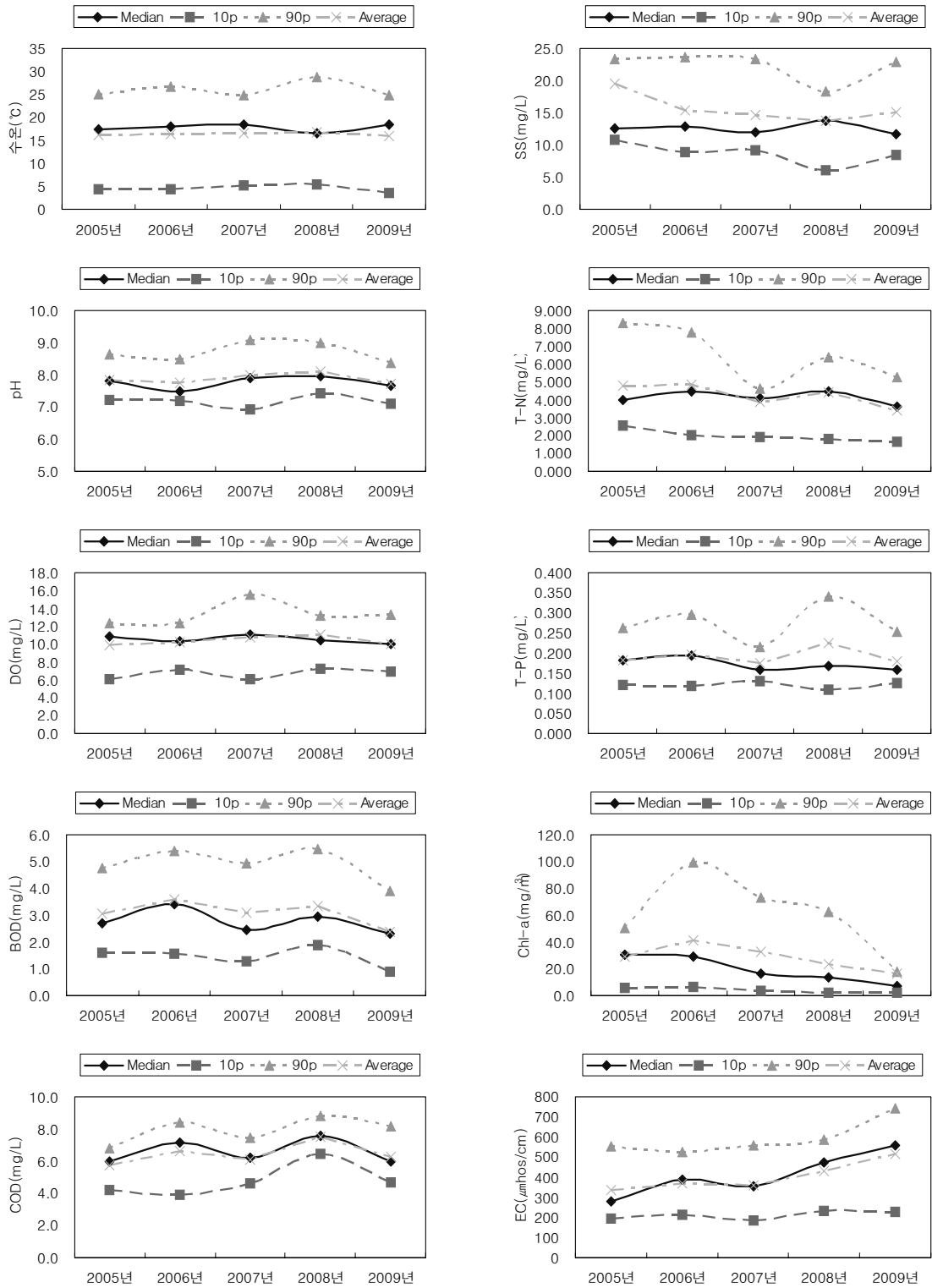
<그림 20> 함안천1의 월별 수질 변화

## 자. 함안천2

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

함안천2 조사지점은 함안군 범수면 원내리 악양나루터이다.

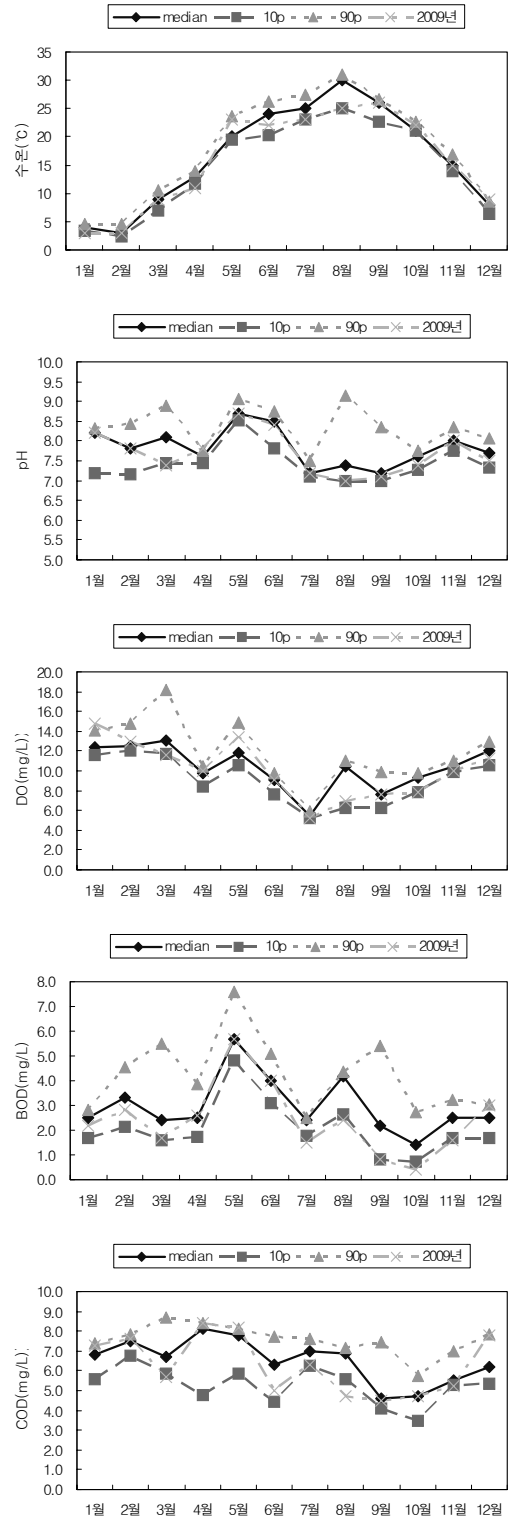
수온의 경우 시간 경과에 따라 17~19℃로 비슷한 수온으로 나타났으며, pH는 7.5~8.0으로 중성에서 약 알카리성으로 나타났으며, 2006년은 7.5로 가장 낮고 2008년은 8.0으로 가장 높은 것으로 나타났다. DO의 경우 10.0~11.1mg/L로 비슷한 용존산소를 유지하고 있으며, 2007년은 10p 농도가 6.0mg/L, 90p 농도가 15.5mg/L로서 용존산소 변화가 큰 것으로 나타났다. BOD의 경우 2006년 3.4mg/L, 2008년 3.0mg/L로 높고, 2005년, 2007년 및 2009년은 2.3~2.7mg/L로 약간 낮은 BOD를 나타내었다. COD도 BOD와 마찬가지로 2006년 7.2mg/L, 2008년 7.6mg/L로 높고, 2005년, 2007년 및 2009년은 6.0~6.2mg/L로 약간 낮은 COD를 나타내었다. SS의 경우 2008년 13.8mg/L로 가장 높게 나타났으며, 그 외는 12.0~12.8mg/L로 비슷한 농도를 나타내었다. T-N의 경우 2008년까지 4.010~4.483mg/L로 비슷한 농도를 나타내다 2009년 3.628mg/L로 약간 낮은 농도를 나타내었으며, 2007년 10p 농도와 90p 농도 차가 적음으로서 농도 변화가 적은 것으로 나타났다. T-P는 2006년 0.195mg/L에서 2009년 0.158mg/L로 약간 감소하는 것으로 나타났으며, 2007년에는 T-N과 마찬가지로 농도 변화가 적은 것으로 나타났다. Chl-a는 2005년 30.7mg/m<sup>3</sup>에서 2009년 6.9mg/m<sup>3</sup>로 감소하는 것으로 나타났으며, 전기전도도는 Chl-a와 반대로 2005년 279μmhos/cm에서 2009년 558μmhos/cm로 증가하는 것으로 나타났다.

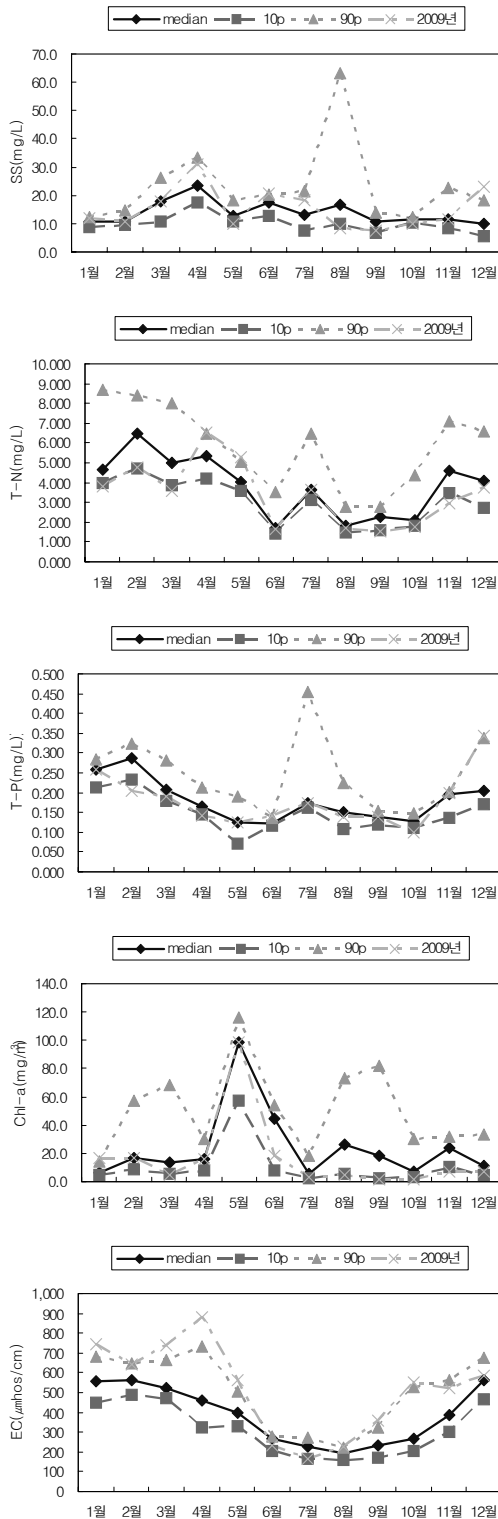


<그림 21> 함안천2의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

함안천2의 수온은 겨울은 3~8℃, 여름은 24~30℃로 나타났으며, 2009년 여름은 22~25℃로 10p 수온으로 낮게 유지하였다. pH는 계절별 특징을 나타내고 있지 않으며, 여름철에 7.0~7.2로 낮은 pH를 나타내었다. DO의 경우 수온의 영향으로 겨울은 높고 여름은 낮은 경향을 보고 있으며, BOD는 5월에 5.7mg/L로 가장 높고 10월에 1.4mg/L로 가장 낮게 나타났다. COD는 봄철인 4,5월에 7.8~8.1mg/L로 높고, 가을인 9,10월 4.6~4.7mg/L로 가장 낮은 것으로 나타났으며, SS는 4월 23.6mg/L에서 12월 10.0mg/L로 감소하는 경향을 나타내었다. T-N의 경우 겨울인 2월에 6.5mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었으며, 8~10월에 1.8~2.3mg/L로 낮은 농도를 나타내었다. T-P 또한 T-N과 마찬가지로 2월의 0.287mg/L에서 10월까지 감소하는 경향을 나타내었다. Chl-a는 5,6월에 44.9~98.6mg/m<sup>3</sup>로 높은 농도를 나타내었으며, 그 외에는 5.6~26.6mg/m<sup>3</sup>으로 낮은 농도를 나타내었다. 전기전도도는 겨울에 높고 강우가 많은 여름에 낮은 경향을 나타내었다.





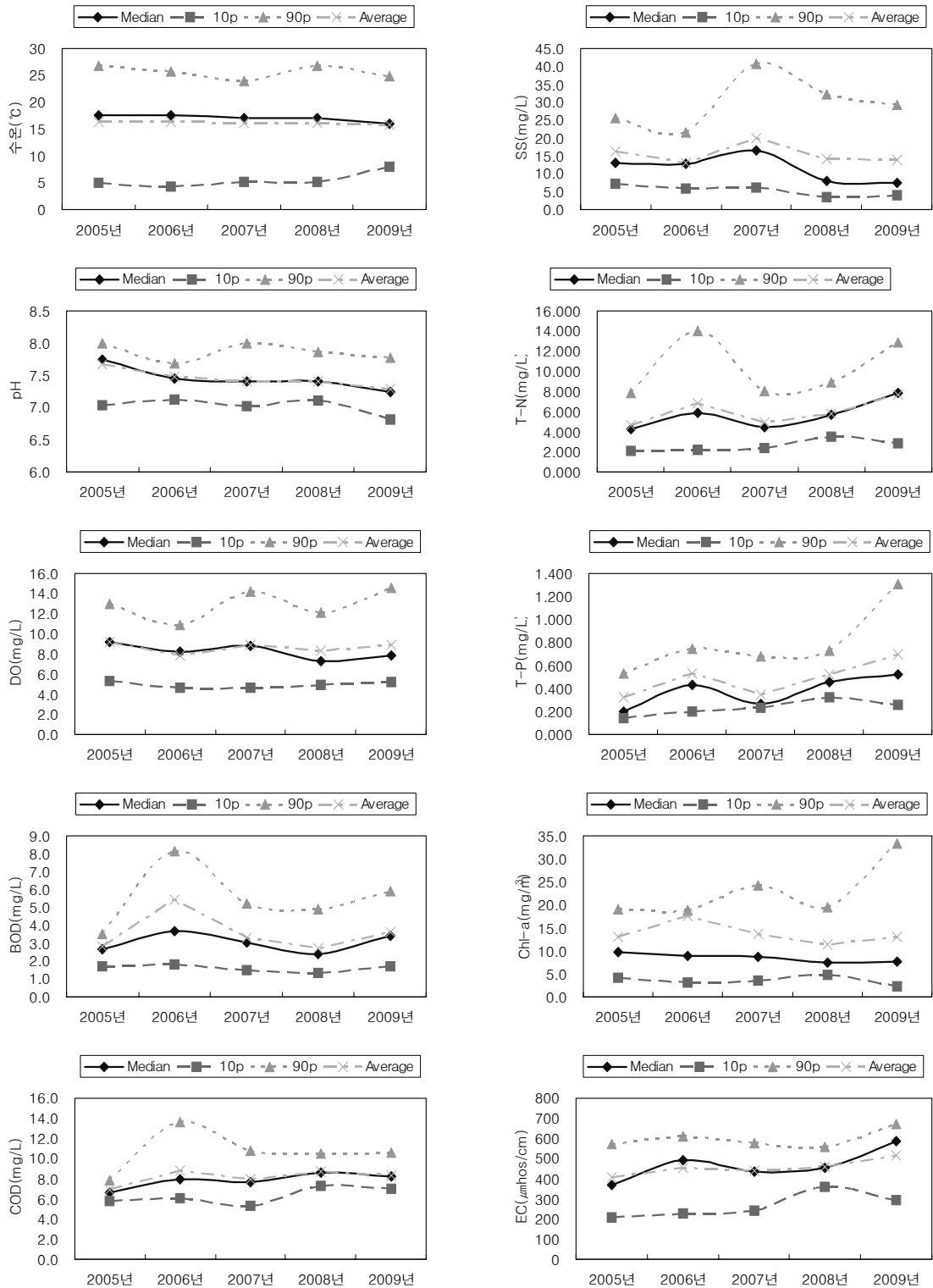
<그림 22> 함안천2의 월별 수질 변화

## 차. 계성천

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

계성천 조사지점은 창녕군 남지읍 남지리 남지 제1교이다.

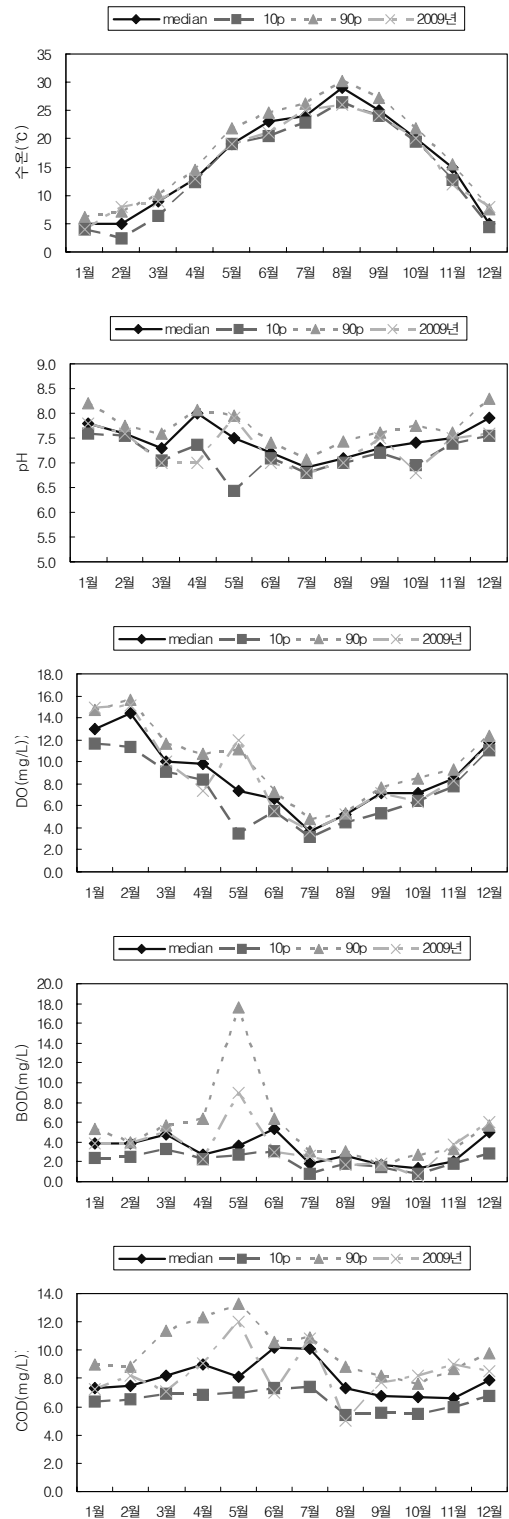
수온의 경우 2005년 18℃에서 2009년 16℃로 약 2℃ 감소하는 것으로 나타났으며, pH는 2005년 7.8에서 2009년 7.3으로 점차적으로 낮아지는 것으로 나타났다. DO도 pH와 마찬가지로 2005년 9.2mg/L에서 2009년 7.9mg/L로 시간 경과에 따라 다소 감소하는 것으로 나타났다. BOD의 경우 2006년 3.7mg/L로 가장 높게 나타났고, 2008년 2.4mg/L로 가장 낮은 농도를 나타내었다. 2006년에는 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. COD의 경우 2005년 6.7mg/L에서 2009년 8.2mg/L로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 2005년에는 농도 변화가 적고 2006년에는 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. SS의 경우 2007년 16.6mg/L 최고 농도에서 2009년 7.4mg/L 최저 농도로 감소하는 것으로 나타났다. T-N은 2007년 4.445mg/L에서 2009년 7.879mg/L로 증가하는 것으로 나타났으며, 2006년은 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-P도 T-N과 마찬가지로 2007년 0.268mg/L에서 2009년 0.523mg/L로 증가하였으며, 2009년에 가장 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. Chl-a는 2005년 9.8mg/m<sup>3</sup>에서 2009년 7.7mg/m<sup>3</sup>로 다소 감소하는 것으로 나타났으며, 90p 농도가 전체적으로 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. 전기전도도는 T-N, T-P와 비슷한 경향으로 시간 경과에 따라 다소 증가하는 경향을 보였다.

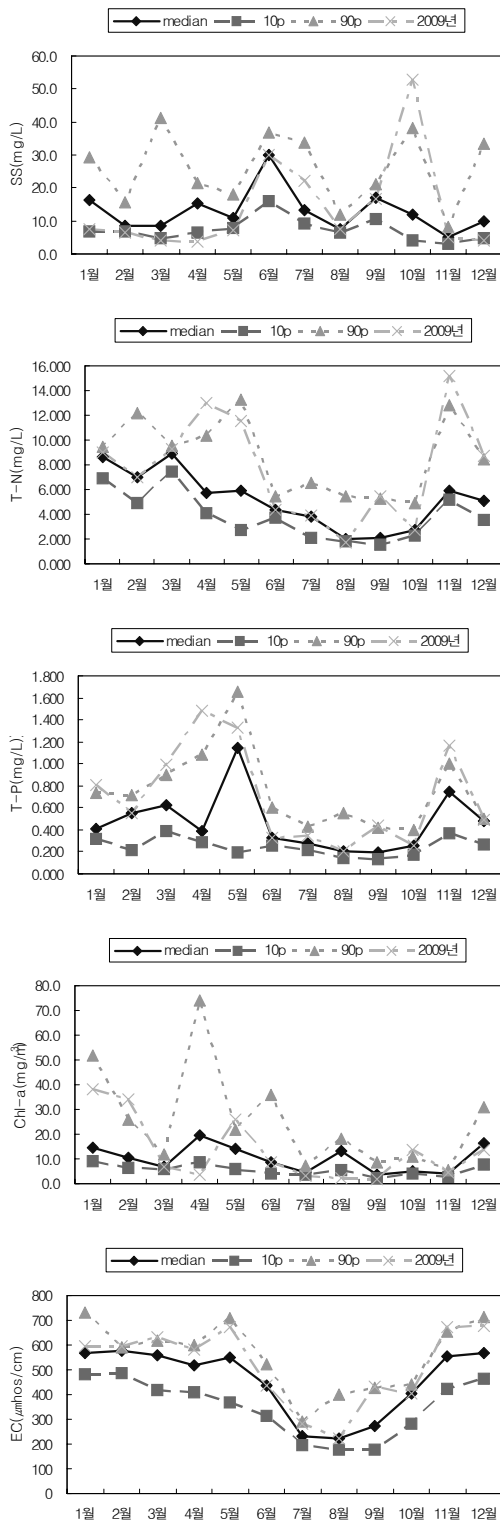


<그림 23> 계성천의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

계성천의 수온은 겨울 5℃, 여름 23~29℃로 나타났으며, pH는 봄철인 4월에 8.0으로 가장 높고 여름인 7월에 6.9로 가장 낮게 나타났다. DO의 경우 수온의 영향으로 겨울에는 높고 여름에 낮은 경향을 보였다. BOD는 1~6월까지 3.6~5.3mg/L로 높은 농도를 나타내고 7~11월까지 1.4~2.6mg/L로 낮은 농도를 나타내었으며, 5월에는 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. COD는 1월 7.3mg/L에서 여름인 6,7월 10.1~10.2mg/L까지 증가하다 11월 6.6mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. SS의 경우 특별한 경향을 보이고 있지 않으나, 강우의 영향이 많은 6월 30.0mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었다. T-N의 경우 1월 8.643mg/L에서 8,9월 2.045~2.051mg/L로 감소하다 다시 증가하는 것으로 나타났으며, 2009년은 봄철인 4,5월과 가을인 11월에 90p 수준으로 높은 농도를 나타내었다. T-P는 5월 1.148mg/l, 11월 0.747mg/L로 높은 농도를 나타내고, 여름인 6월에서 가을인 10월까지 0.191~0.327mg/L로 낮은 농도를 나타내었다. Chl-a는 특별한 경향을 나타내고 있지 않으며, 3.5~19.5mg/m<sup>3</sup>으로 비슷한 농도를 나타내었으며, 전기전도도의 경우 겨울 568~576 $\mu$ mhos/cm에서 여름 224~232 $\mu$ mhos/cm로 감소하다 다시 증가하는 경향을 나타내었다.





<그림 24> 계성천의 월별 수질 변화

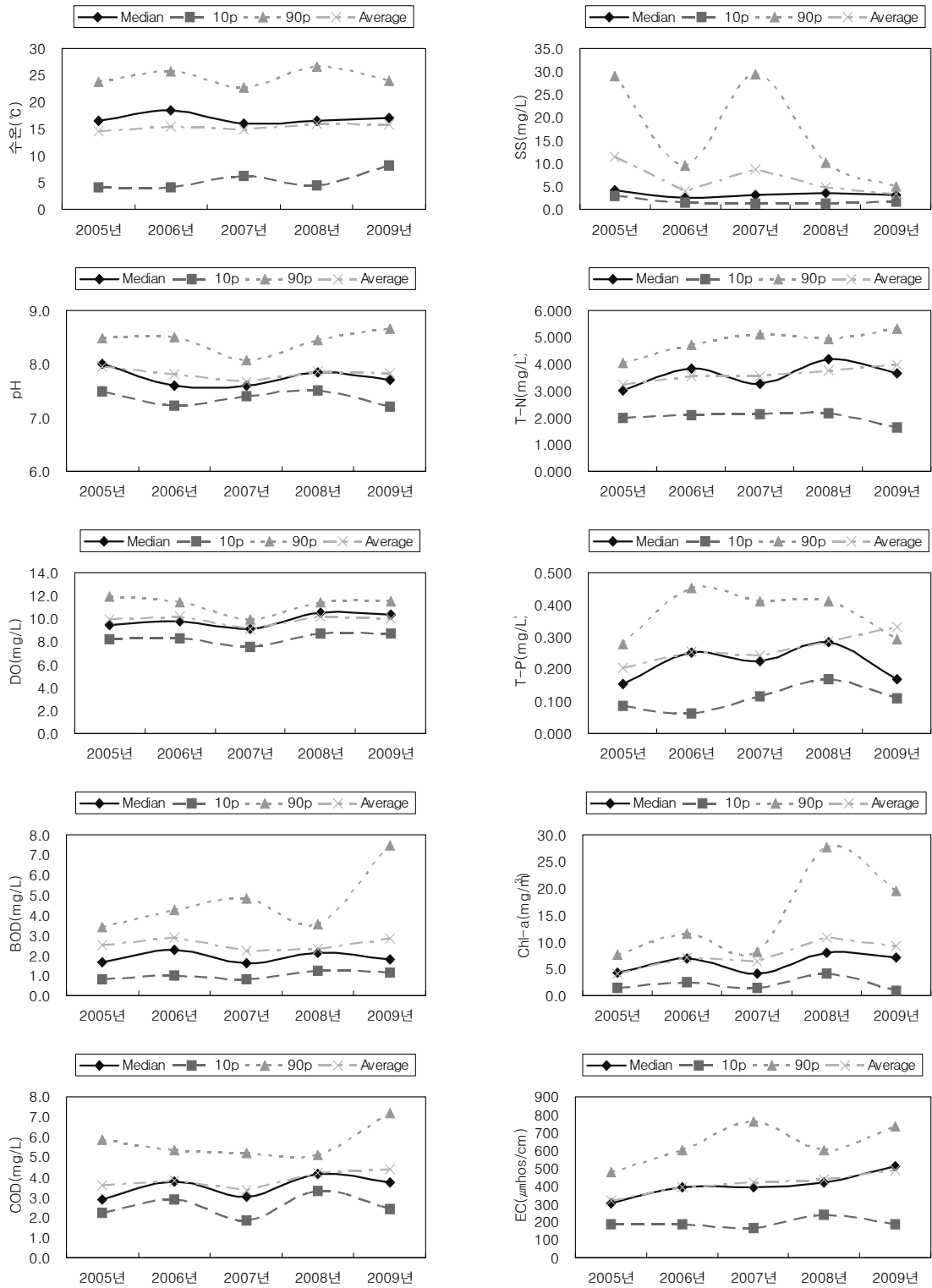
## 카. 광려천1

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

광려천1 조사지점은 마산시 내서면 호계리 호계교이다.

수온의 경우 2006년 19℃를 제외하고 그 외는 16~17℃로 비슷한 수온을 유지하였으며, 2007년에는 다른 연도에 비해 수온의 변화가 적은 것으로 나타났다. pH의 경우 2005년 8.0으로 가장 높았으며, 전체적으로 7.6~8.0으로 중성에서 약알카리성으로 나타났다. DO의 경우 2007년 9.1mg/L로 가장 낮은 농도를 나타내었으며, 2008년 10.5mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었다. 시간 경과에 따른 DO 농도 변화는 거의 일정한 수준을 유지하였다. BOD의 경우 2005년, 2007년, 2009년은 1.6~1.8mg/L로 낮은 농도를 나타내었으며, 2006년과 2008년은 2.2~2.3mg/L로 높은 농도를 나타내었다. 2009년은 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. COD의 경우 2005년, 2007년은 2.9~3.1mg/L로 낮은 농도를 나타내었으며, 그 외 연도에서는 3.8~4.2mg/L로 높은 농도를 나타내었다. SS는 2005년 4.1mg/L에서 2009년 3.2mg/L로 다소 감소하는 경향을 보이고 있으나, 2005년과 2007년에는 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-N의 경우도 COD와 마찬가지로 2005년, 2007년은 3.016~3.266mg/L로 낮은 농도를 나타내었으며, 그 외 연도에서는 3.662~4.203mg/L로 높은 농도를 나타내었다. T-P, Chl-a도 2005년, 2007년, 2009년은 낮은 농도를 나타내고 2006년과 2008년은 높은 농도를 나타내었다. Chl-a는 2008년 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. 전기전도도는 2005년 305μmhos/cm에서 2009년 512μmhos/cm로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 것으로 나타났다.

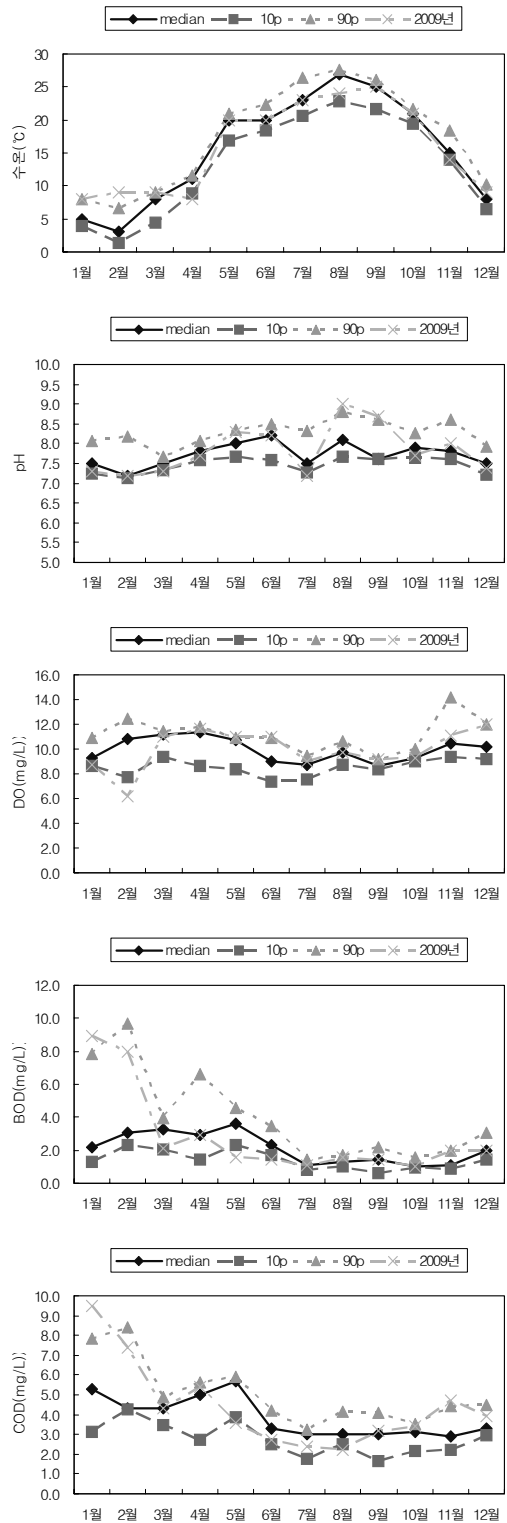


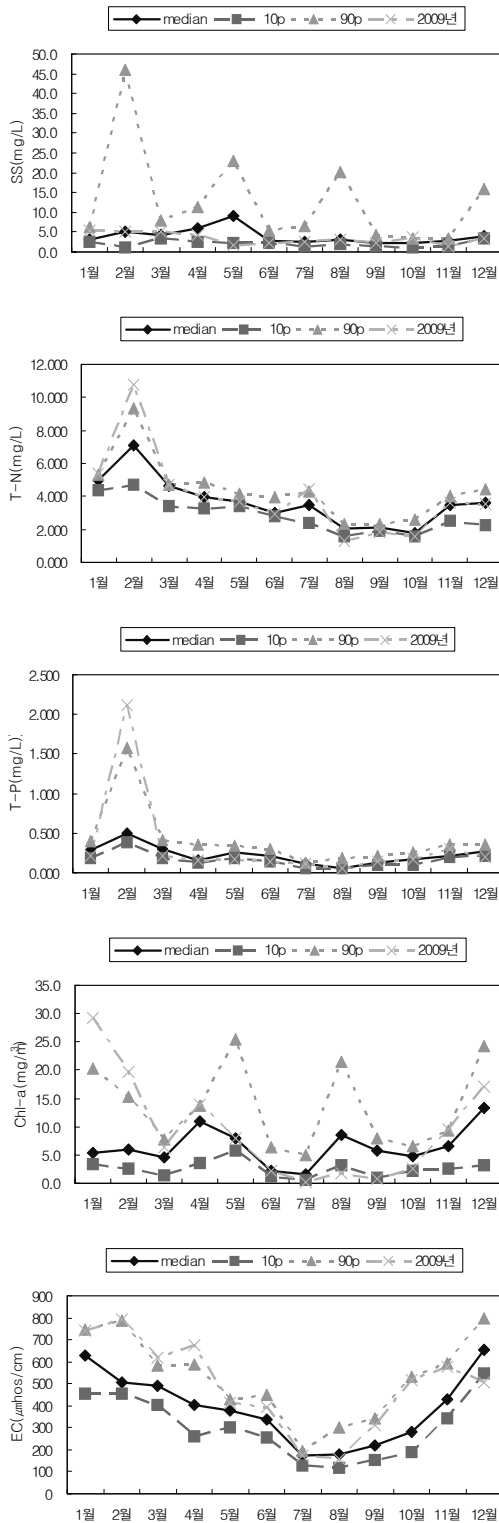


<그림 25> 광려천1의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

광려천1의 수온은 겨울 3~8℃, 여름 23~27℃로 나타났으며, 2009년 1~4월은 8~9℃로 대체적으로 다른 하천보다 높은 수온을 유지하였으며, pH의 경우 2월 7.2에서 6월, 8월 8.1~8.2로 증가하다 다시 감소하는 것으로 나타났다. DO, BOD, COD는 봄철에 대체적으로 높은 농도를 유지하다 여름철에 다소 농도가 낮아지는 것으로 나타났으며, BOD와 COD는 1,2월에 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. 2009년 BOD와 COD 또한 1,2월에 높은 농도를 나타내었다. SS는 5월 9.2mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었으며, 6~11월은 2.2~3.0mg/L로 일정한 농도를 유지하였다. T-N과 T-P는 2월에 각각 7.102mg/L, 0.499mg/L로 최고 농도에서 여름철까지 시간 경과에 따라 감소하는 것으로 나타났으며, 2월경에 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 조사되었다. Chl-a는 여름인 6,7월에 1.6~2.2mg/m<sup>3</sup>로 최저 농도를 나타내었으며, 12월에 13.3mg/m<sup>3</sup>으로 최고 농도를 나타내었다. 전기전도도는 겨울에는 높고 강우가 많은 7, 8월에 175~180μmhos/cm로 가장 낮은 농도를 나타내었다.





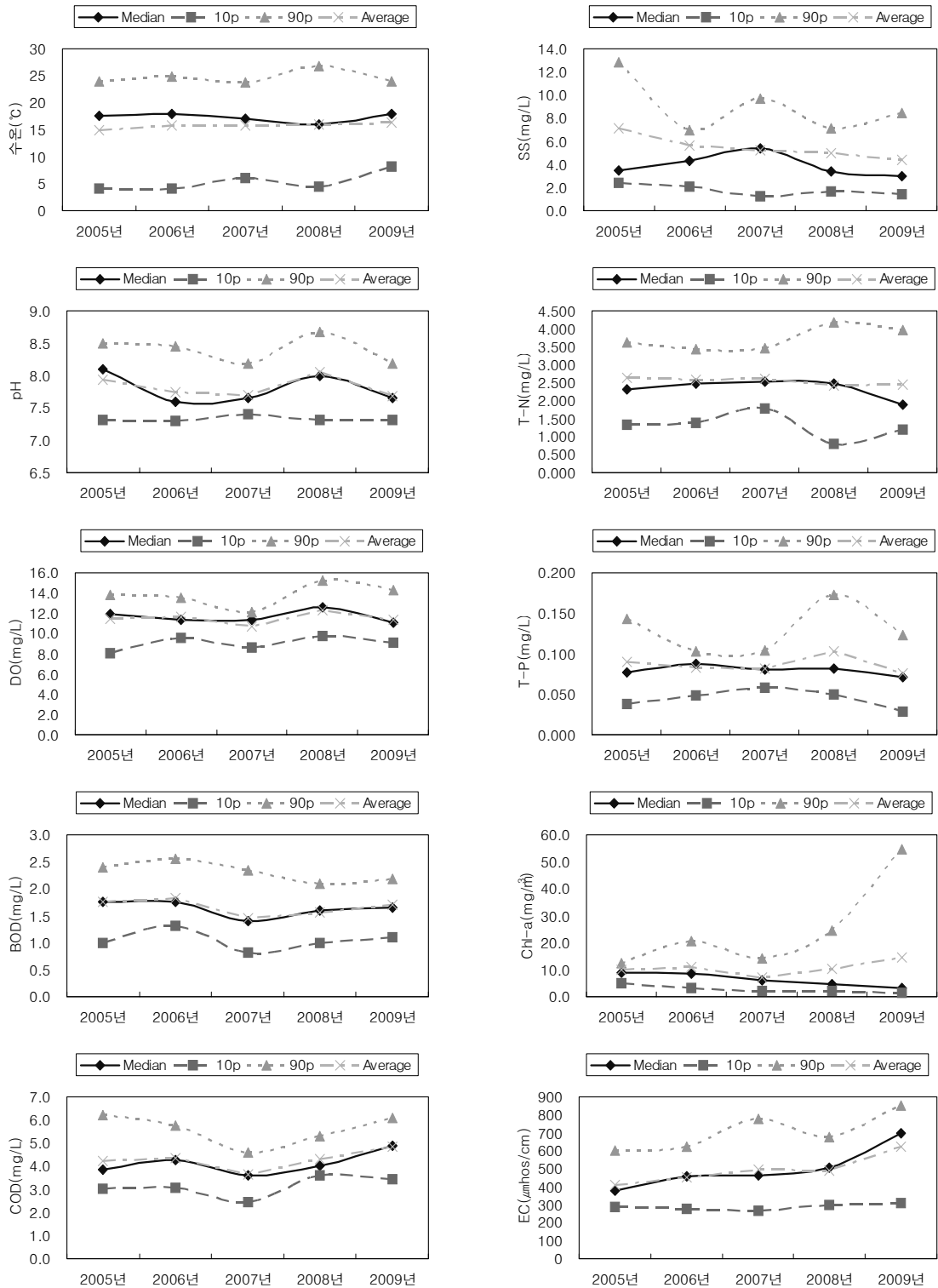
<그림 26> 광려천1의 월별 수질 변화

## 타. 광려천2

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

광려천2 조사지점은 함안군 칠서면 천릉교이다.

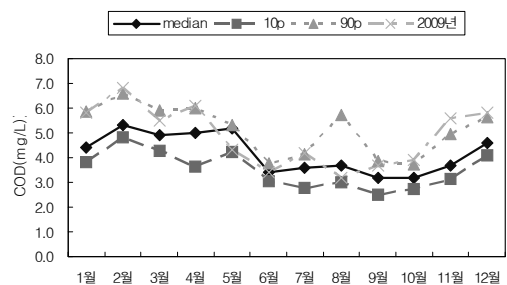
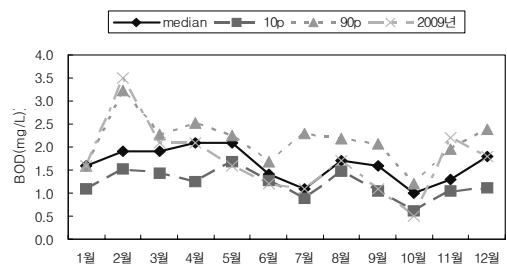
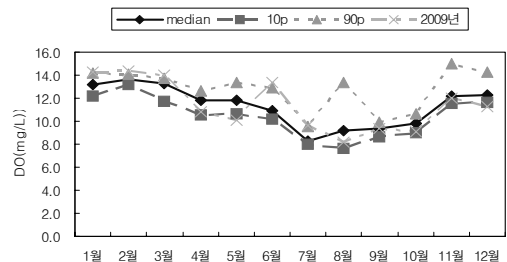
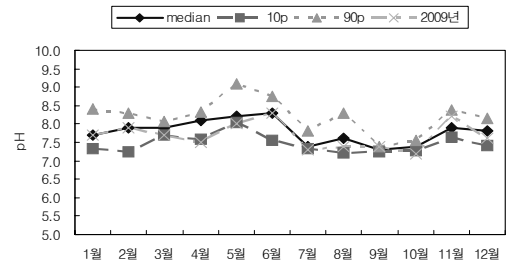
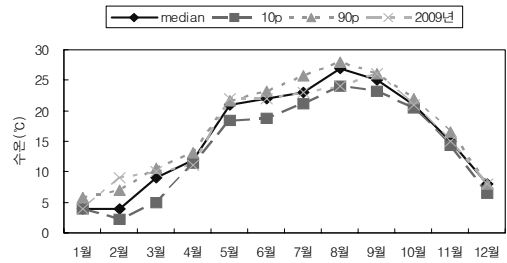
수온의 경우 2008년 16℃로 가장 낮은 수온을 유지하였으며, 그 외는 18℃를 유지하는 것으로 나타났으며, pH는 2005년과 2008년에 8.0~8.1로 약 알카리성을 나타내고, 2006년, 2007년과 2009년은 7.6~7.7로 중성으로 나타났다. DO의 경우 2008년 12.6mg/L로 가장 높은 용존산소를 유지하였으며, 2006년, 2007년과 2009년은 11.1~11.4mg/L를 나타내었다. BOD는 2005년 1.8mg/L에서 2007년 1.4mg/L로 감소하다 2009년 1.7mg/L로 다시 증가하는 것으로 나타났다. COD의 경우 BOD와 마찬가지로 2007년 3.6mg/L로 감소하다 2009년 4.9mg/L로 증가하는 것으로 나타났으나, SS는 2005년 5.4mg/L로 증가하다 2009년 3.0mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. T-N의 경우 2005년 2.311mg/L에서 2008년 2.480mg/L로 다소 증가하다 2009년 1.890mg/L로 감소하는 것으로 나타났으며, 2008년 10p 농도와 90p 농도차가 큼으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-P는 0.071~0.088mg/L로 비슷한 농도로 나타났으며, 2006년과 2007년은 10p 농도와 90p 농도 차가 적음으로서 농도 변화가 적은 것으로 조사되었다. Chl-a는 2005년 8.9mg/m³에서 2009년 3.2mg/m³로 감소하는 것으로 나타났으며, 2009년은 90p 농도가 높게 나타남으로 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. 전기전도도는 2005년 380μmhos/cm에서 2009년 695μmhos/cm로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 것으로 조사되었다.

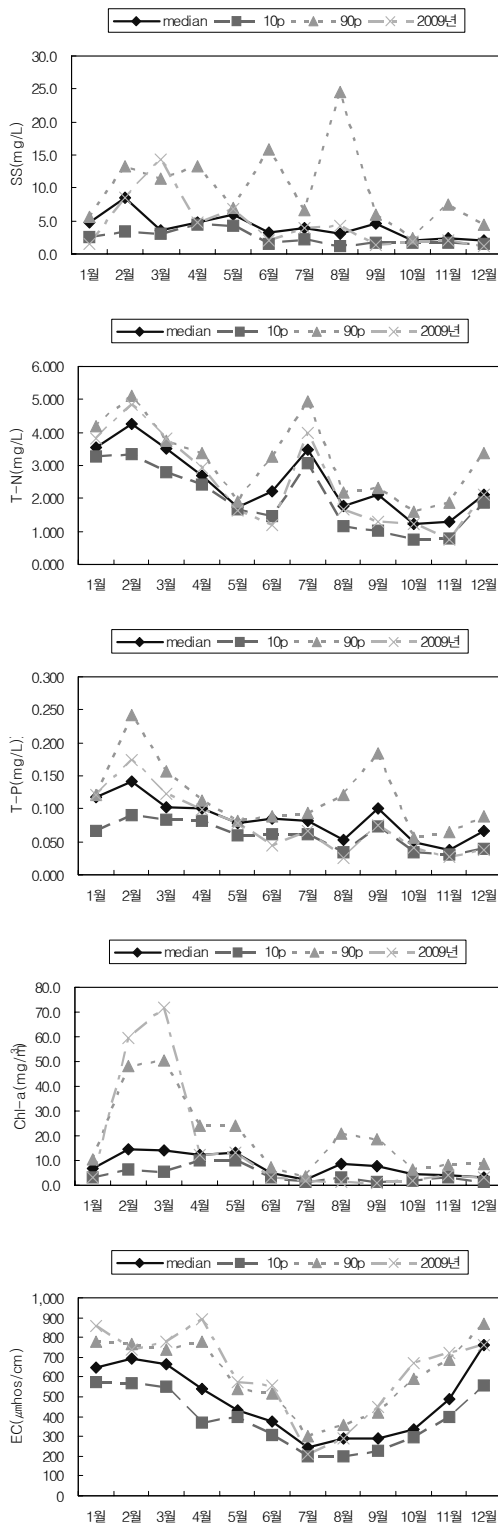


<그림 27> 광려천2의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

광려천2의 수온은 겨울 4~8℃, 여름은 25~27℃로 나타났으며, pH는 1월 7.7에서 6월 8.3으로 증가하다 여름 7~10월 7.3~7.6으로 낮아지는 것으로 나타났다. DO의 경우 겨울 13.2~13.6mg/L로 높고 여름 8.3~9.4mg/L로 낮은 것으로 나타났다. BOD는 1.0~2.1mg/L로 7월과 10월에 1.0~1.1mg/L로 낮은 농도를 나타내었다. COD의 경우 2~5월 4.9~5.3mg/L에서 6~11월 3.2~3.7mg/L로 감소하는 것으로 나타났으며, SS는 2월 8.6mg/L 최고 농도에서 12월 2.0mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. SS는 90p 농도가 높게 나타남으로서 전체적으로 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-N와 T-P는 2월에 각각 4.246mg/L, 0.142mg/L로 최고 농도에서 점차적으로 감소하다 T-N은 7월에 다시 증가하여 10월 1.235mg/L로 감소하고, T-P는 9월에 다시 증가하여 11월 0.038mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. Chl-a는 2월 14.6mg/m<sup>3</sup>에서 12월 3.4mg/m<sup>3</sup>로 감소하였으며, 2~3월 90p 농도가 높음으로서 농도 변화가 크고, 2009년에도 2~3월 59.4~71.6mg/L로 높은 농도를 나타내었다. 전기전도도는 2~3월 666~693μmhos/cm에서 7월 242μmhos/cm로 감소하다 12월 764μmhos/cm로 다시 증가하는 경향을 보였다. 2009년의 전기전도도는 90p 수준으로 높은 농도를 나타내었다.





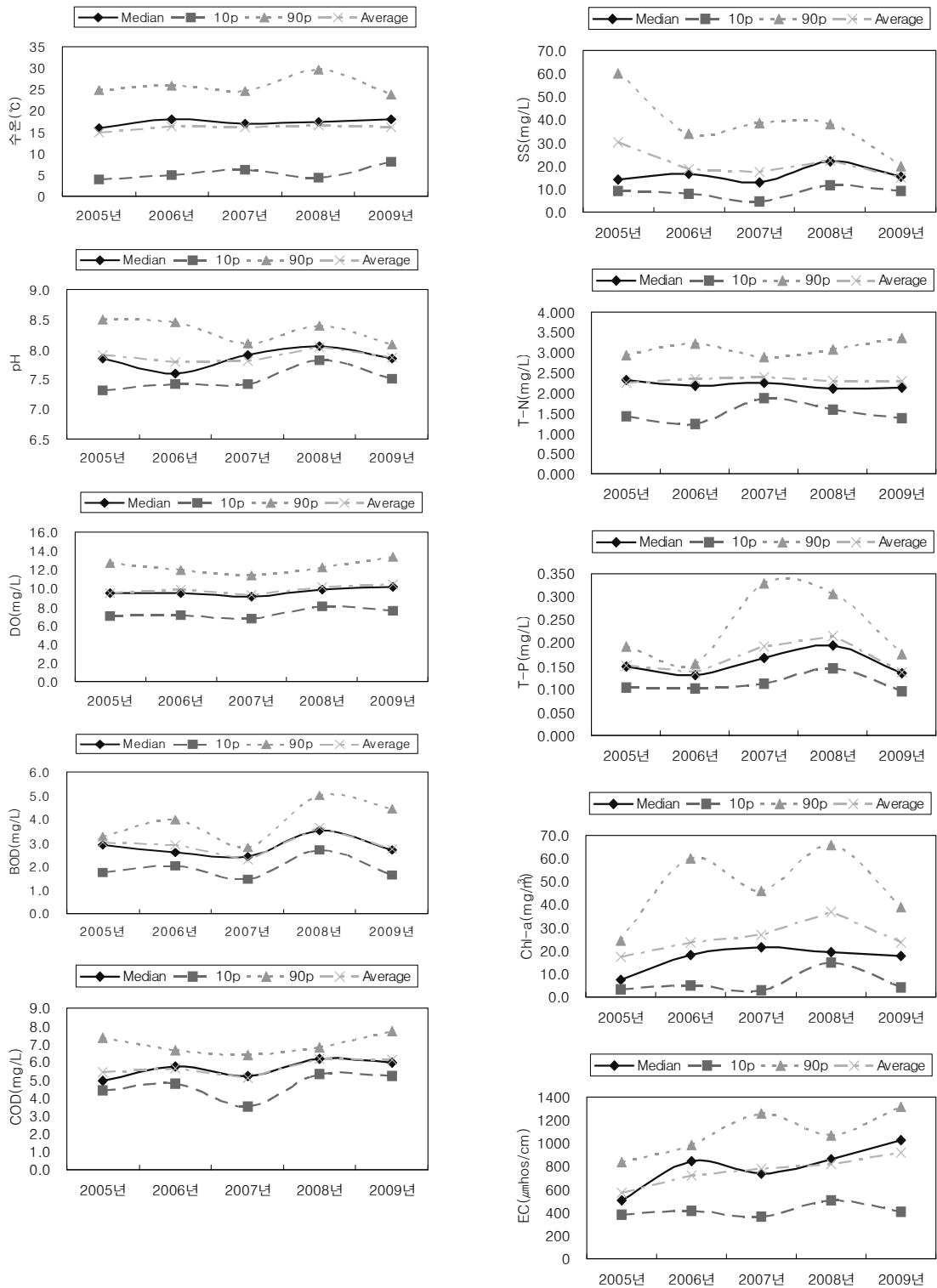
<그림 28> 광려천2의 월별 수질 변화

## 파. 광려천3

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

광려천3 조사지점은 함안군 칠서면 이룡리 소량교이다.

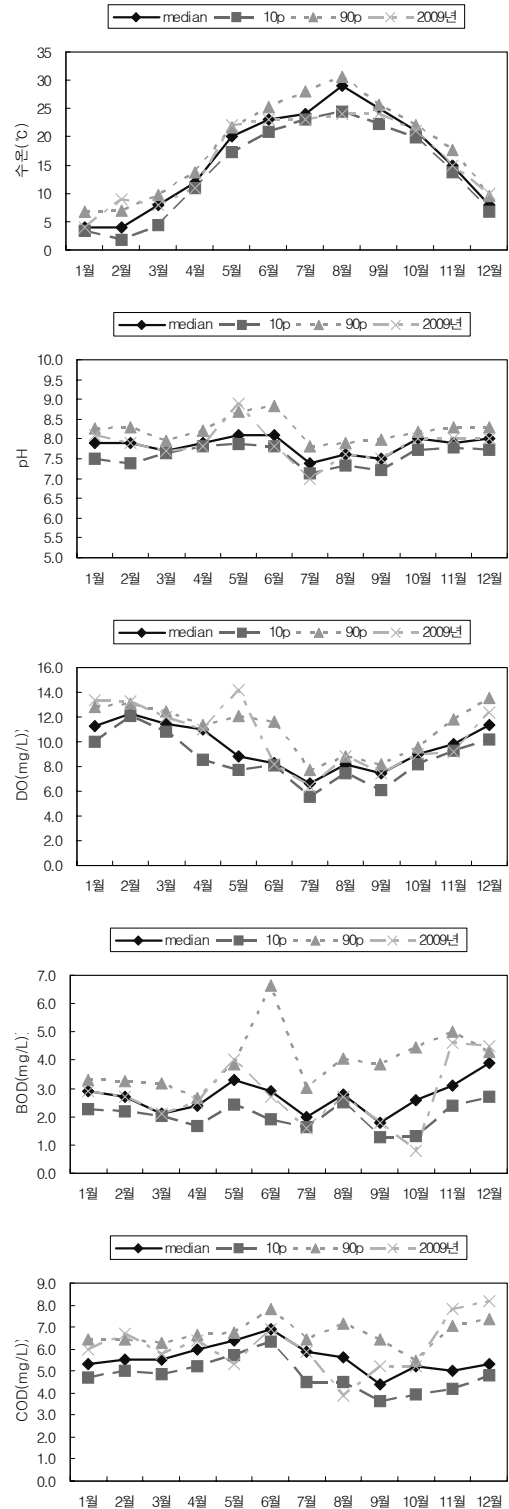
수온의 경우 2005년 16℃에서 2009년 18℃로 거의 비슷한 수온을 유지하는 것으로 나타났으나 2008년에는 10p과 90p 차이가 큼으로서 수온의 변화가 큰 것으로 조사되었다. pH는 2006년 7.6에서 2008년 8.1로 약 알칼리성으로 나타났다. DO의 경우 2007년 9.1로 가장 낮은 용존산소를 유지하였으며, 2009년은 10.1로 가장 높은 용존산소를 유지한 것으로 나타났다. BOD는 2007년 2.4mg/L까지 감소하다 2009년 3.5mg/L로 최고 농도에서 다시 감소하는 것으로 나타났다. COD의 경우 2005년, 2007년 5.0~5.2mg/L로 낮은 농도를 유지하였으며, 2006년, 2008년 및 2009년은 5.8~6.2mg/L로 높은 농도를 나타내었다. SS는 2007년 12.9mg/L로 최저 농도, 2008년 22.0mg/L로 최고 농도를 나타내었으며, 2005년은 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-N의 경우 2005년 2.3198mg/L에서 2009년 2.131mg/L로 약간 감소하는 경향을 보였으며, 2007년에는 10p과 90p 농도 차가 적음으로 해서 농도가 일정한 수준으로 유지된 것으로 조사되었다. T-P는 2006년 0.131mg/L 최저 농도에서 2008년 0.194mg/L 최고 농도로 증가하다 2009년 0.135mg/L로 다시 감소하는 것으로 나타났으며, 2007년과 2008년 90p 농도가 높음으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. Chl-a는 2005년 7.4mg/m<sup>3</sup> 최저 농도를 나타내었으며, 2006년~2009년은 18.0~21.5mg/L로 일정한 농도를 유지하였으나 2006년과 2008년은 90p 농도가 높음으로 해서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. 전기전도도는 2006년 504μmhos/cm에서 2009년 1026μmhos/cm으로 증가하는 경향을 보였다.



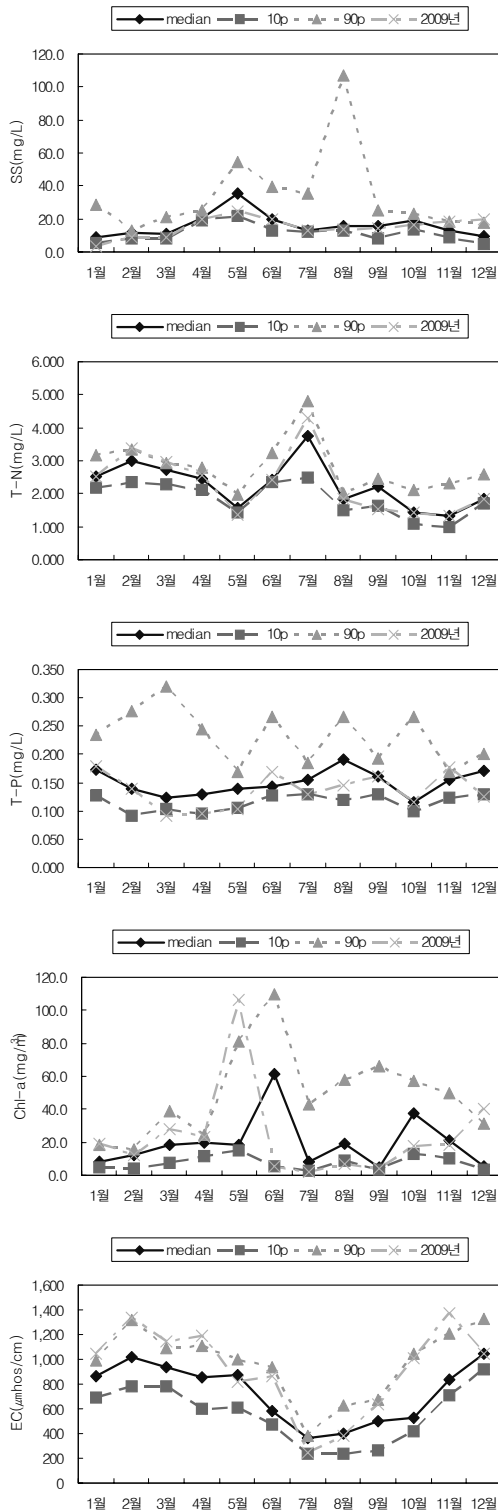
<그림 29> 광려천3의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

광려천3의 수온은 겨울 4~8℃, 여름 24~29℃로 나타났으며, pH는 여름 7.4~7.6으로 약간 낮고, 그 외는 7.9~8.1로 일정한 pH를 유지하였다. DO의 경우 겨울 11.3~12.3mg/L에서 여름 6.6~7.5mg/L로 감소하다 다시 증가하는 것으로 수온 영향에 의한 경향을 나타내었다. 2009년 5월 14.2mg/L로 90p 농도보다 높은 용존산소를 유지하였다. BOD는 특별한 계절적 특징을 나타내지 않았으며, 가을인 9월 1.8mg/L로 최저 농도, 겨울인 12월 3.9mg/L로 최고 농도를 나타내었다. COD의 경우 6월 6.9mg/L로 증가하다 12월 5.3mg/L로 감소하는 것으로 나타났으며, 2009년 11월과 12월은 90p 수준보다 높은 7.8~8.2mg/L로 가장 높은 농도를 보였다. SS는 봄철인 5월 35.2mg/L 최고 농도까지 증가하다 12월 9.6mg/L로 감소하는 것으로 나타났으며, 8월 90p 농도가 아주 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-N의 경우 여름인 7월 3.740mg/L로 최고 농도, 11월 1.337mg/L로 최저 농도를 나타내는 것으로 나타났으며, T-P는 3월 0.124mg/L에서 8월 0.190mg/L로 증가하다 다시 감소하는 것으로 나타났다. Chl-a는 특별한 경향을 나타내지 않았으며, 6월 61.7mg/m<sup>3</sup>로 최고 농도, 9월 4.6mg/m<sup>3</sup>로 최저 농도를 나타내었다. 전기전도도는 겨울 860~1046μmhos/cm로 높고 강우가 많은 여름 363~503μmhos/cm로 낮은 값을 나타내었으며, 2009년은 90p 수준으로 높은 값을 나타내었다.







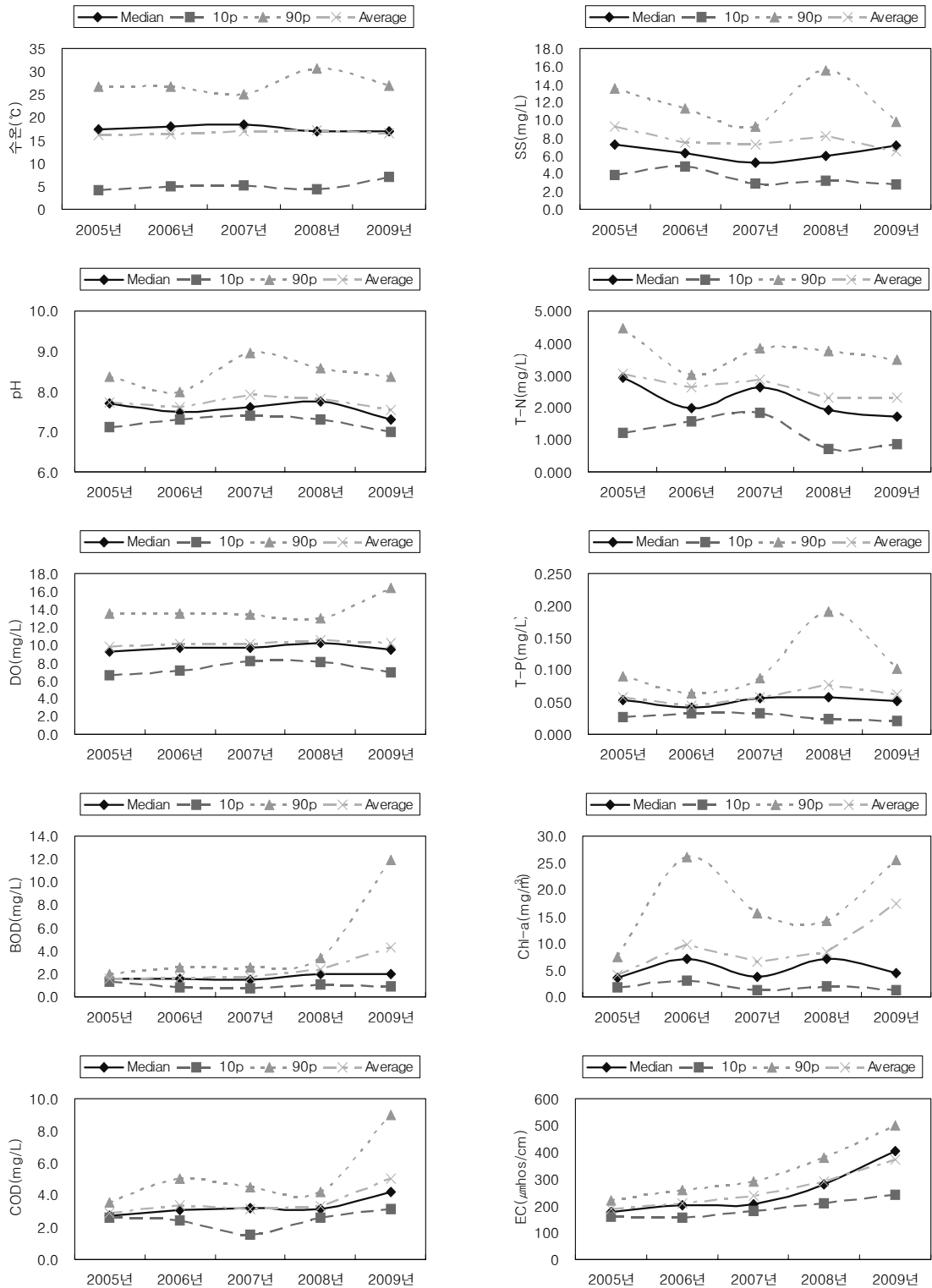
<그림 30> 광려천3의 월별 수질 변화

## 하. 청도천

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

청도천 조사지점은 창녕군 부곡면 비봉리 잠수교이다.

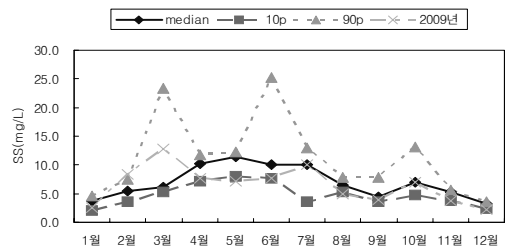
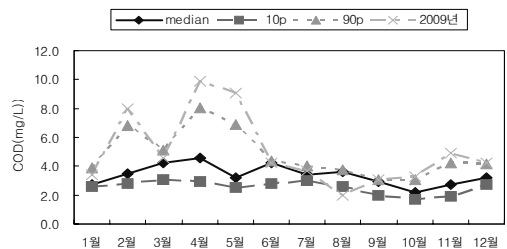
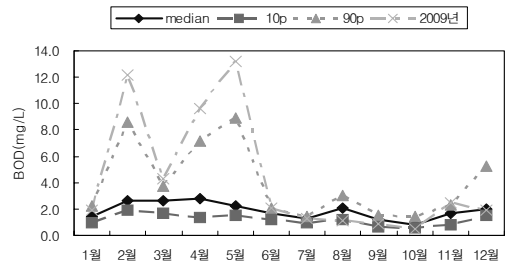
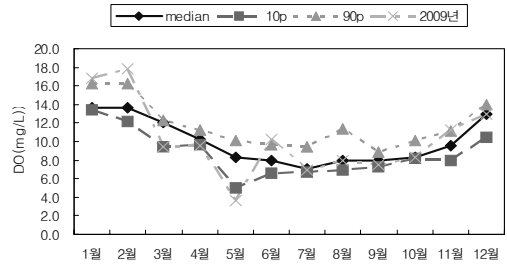
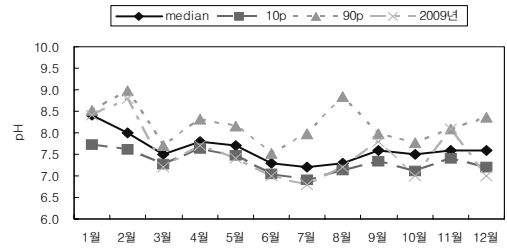
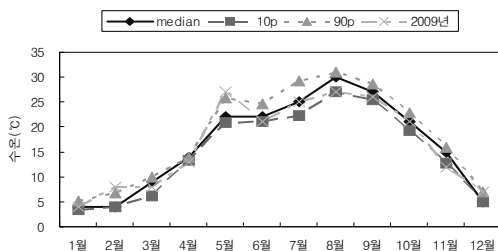
수온의 경우 2007년 19℃에서 2008년과 2009년은 17℃를 유지하였으며, pH는 2005년~2008년 7.6~7.8로 일정하게 유지하다 2009년 7.3으로 약간 낮아지는 것으로 나타났다. DO는 9.3~10.3mg/L로 거의 일정한 용존산소를 유지하였으며, BOD의 경우 2005년~2007년 1.5~1.6mg/L로 일정하게 유지하다 2008년 이후 2.0mg/L로 증가하는 것으로 나타났다. COD는 2005년~2008년 2.7~3.2mg/L로 일정하게 유지하다 2009년 4.2mg/L로 증가하는 것으로 나타났다. SS의 경우 2007년 5.2mg/L로 감소하다 다시 증가하는 것으로 나타났으며 2008년은 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-N의 경우 2006년 1.971mg/L를 제외하고 2005년 2.932mg/L에서 2009년 1.731mg/L로 감소하는 것으로 조사되었으며, T-P는 0.042~0.058mg/L로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. Chl-a는 2005년, 2007년, 2009년은 36~44mg/m³로 낮은 농도를 유지하였으며, 2006년과 2008년은 7.1~7.2mg/m³로 높은 농도를 유지하였다. 전기전도도는 2005년 179μmhos/cm에서 2009년 405μmhos/cm로 증가하는 것으로 조사되었다.

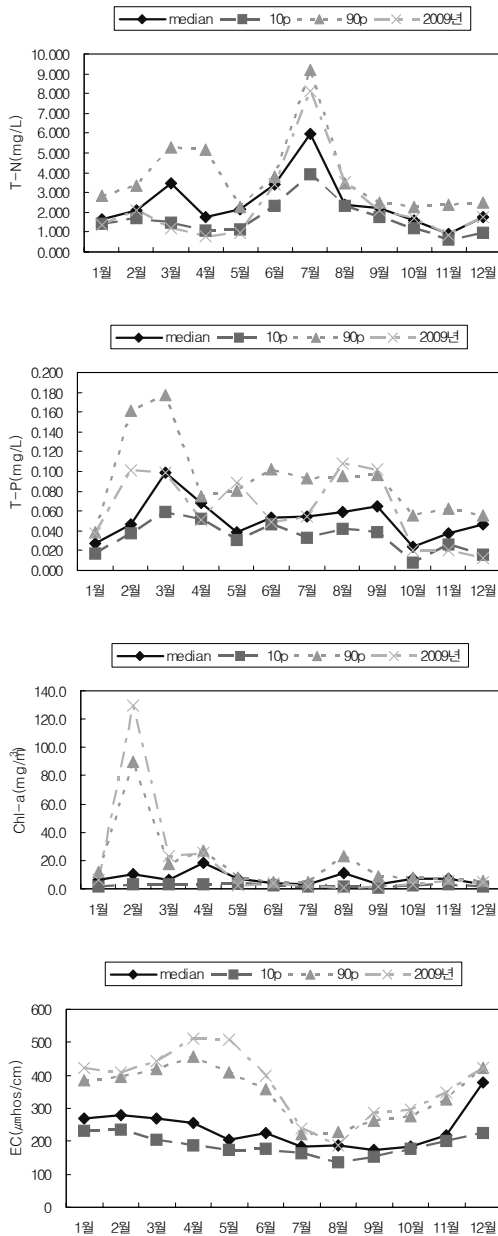


<그림 31> 청도천의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

청도천의 수온은 겨울 4~5℃, 여름 25~30℃로 조사되었으며, pH는 겨울인 1월 8.4로 약 알칼리성에서 여름 7.2~7.3 중성으로 낮아졌다. DO의 경우 계절적 영향으로 겨울에는 13.0~13.6mg/L로 높고 여름에는 7.1~8.0mg/L로 낮은 용존산소를 유지하였으며, 특히 2009년 5월에는 3.6mg/L로 가장 낮은 용존산소를 유지한 것으로 조사되었다. BOD는 2~4월경에 2.6~2.8mg/L로 높은 농도를 유지하다 점차적으로 감소하는 것으로 나타났다으며, 2월, 4월, 5월은 90p 농도가 높게 유지됨으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. COD의 경우 4월 4.6mg/L 최고 농도에서 10월 2.2mg/L 최저 농도로 감소하는 것으로 나타났으며, SS는 4~7월 10.0~11.4mg/L로 높은 농도를 유지하다 12월 3.2mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. T-N의 경우 강우가 많은 7월 5.967mg/L까지 증가하다 다시 감소하는 것으로 조사되었으며, T-P는 봄철인 3월 0.099mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었으며, 그 외는 0.24~0.68mg/L로 비슷한 농도를 유지하였다. Chl-a는 4월 18.0mg/L로 가장 높은 농도로 조사되었으며, 2월 1.07mg/L, 8월 11.5mg/L를 제외하고 일반적으로 3.0~7.1mg/L로 비슷한 농도를 유지하였다. 전기전도도는 다른 하천과 달리 1~11월까지 173~280 $\mu$ hos/cm로 거의 비슷한 값을 유지하는 것으로 조사되었다.





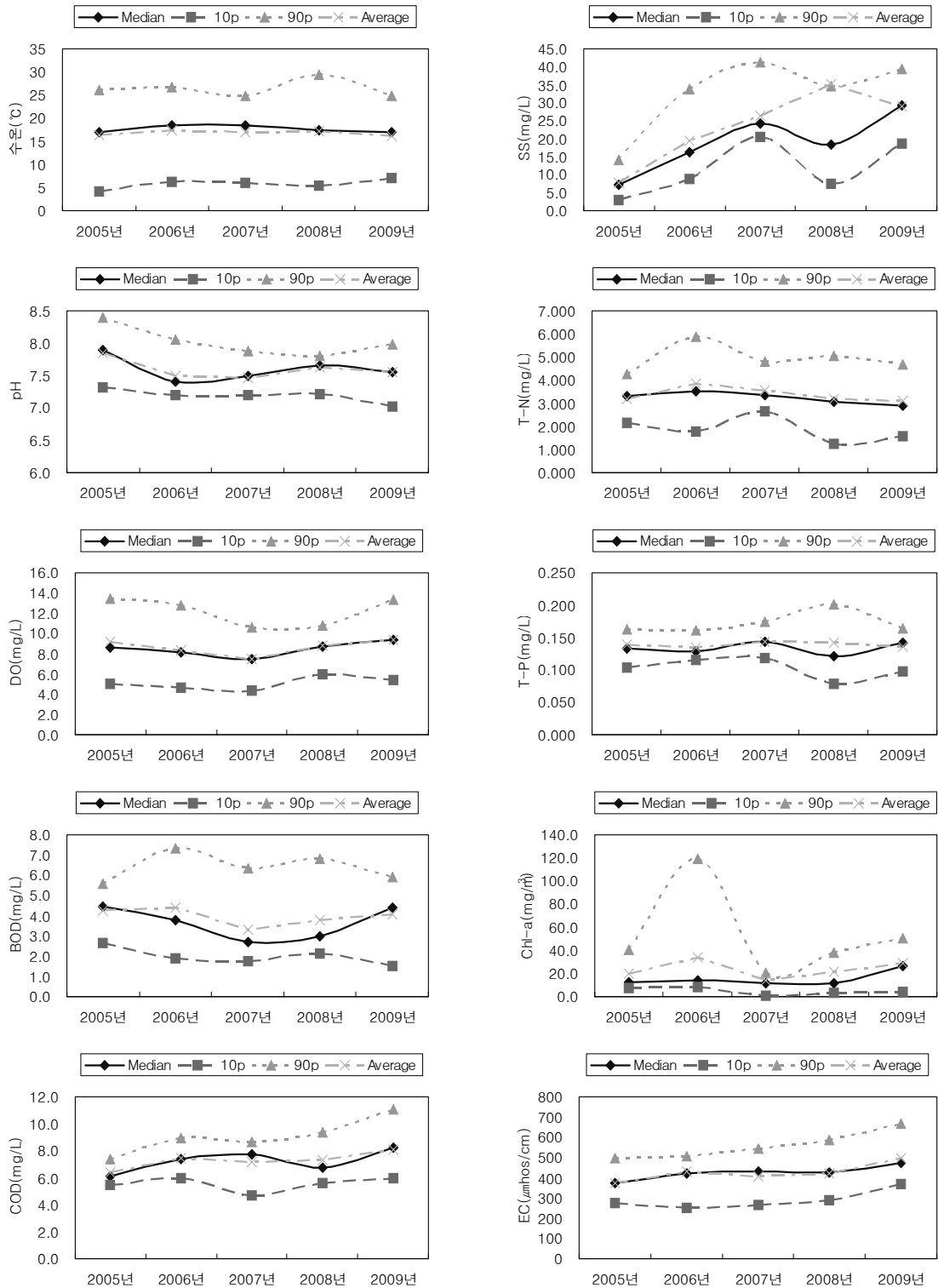
<그림 32> 청도천의 월별 수질 변화

## 거. 화포천

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

화포천 조사지점은 김해시 생림면 금곡리 금곡교이다.

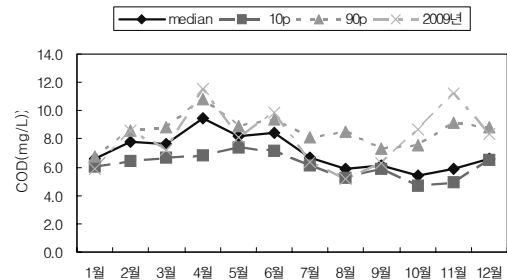
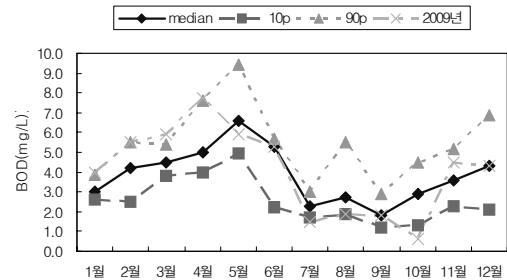
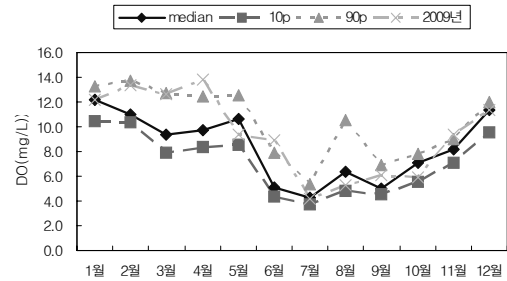
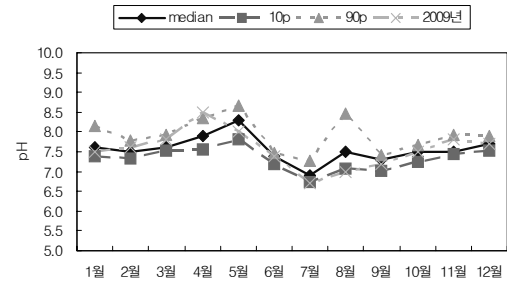
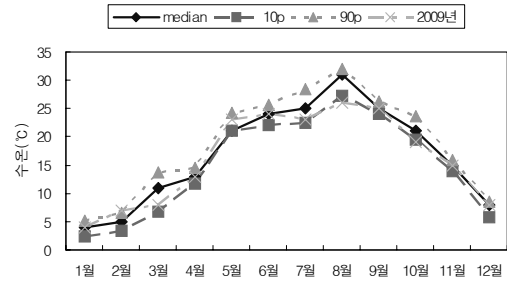
수온의 경우 2006년, 2007년은 19℃, 2005년 2009년은 17℃로 조사되었으며, pH는 7.5~7.9로 중성으로 나타났다. DO의 경우 2007년 7.5mg/L로 용존산소가 감소하다 2009년 9.4mg/L로 다시 증가하는 것으로 조사되었으며, BOD도 DO와 마찬가지로 2007년 2.7mg/L로 감소하다 2009년 4.4mg/L로 다시 증가하는 것으로 나타났다. 대체적으로 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 조사되었다. COD의 경우 2007년 7.8mg/L까지 점차적으로 증가하다 감소하여 2009년 8.2mg/L로 증가하는 것으로 조사되었으며, S S 또한 COD와 마찬가지로 2007년 24.2mg/L까지 점차적으로 증가하다 감소하여 2009년 29.2mg/L로 증가하는 것으로 나타났다. SS는 2005년 대비 2009년이 약 300%가 증가한 것으로 조사됨으로서 부유물질에 대한 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다. T-N는 2006년 3.502mg/L에서 2009년 2.905mg/L로 약간 감소하는 경향을 보였으며, T-P는 0.122~0.144mg/L로 비슷한 농도를 유지한 것으로 나타났다. Chl-a의 경우 2005~2008년 11.4~14.1mg/m³으로 비슷한 농도를 유지하다 2009년 26.4mg/m³로 증가하는 것으로 조사되었으며 2006년은 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 조사되었다. 전기전도도는 2005년 373μmhos/cm에서 2009년 472μmhos/cm로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 보였으며, 농도 변화는 거의 일정한 것으로 조사되었다.

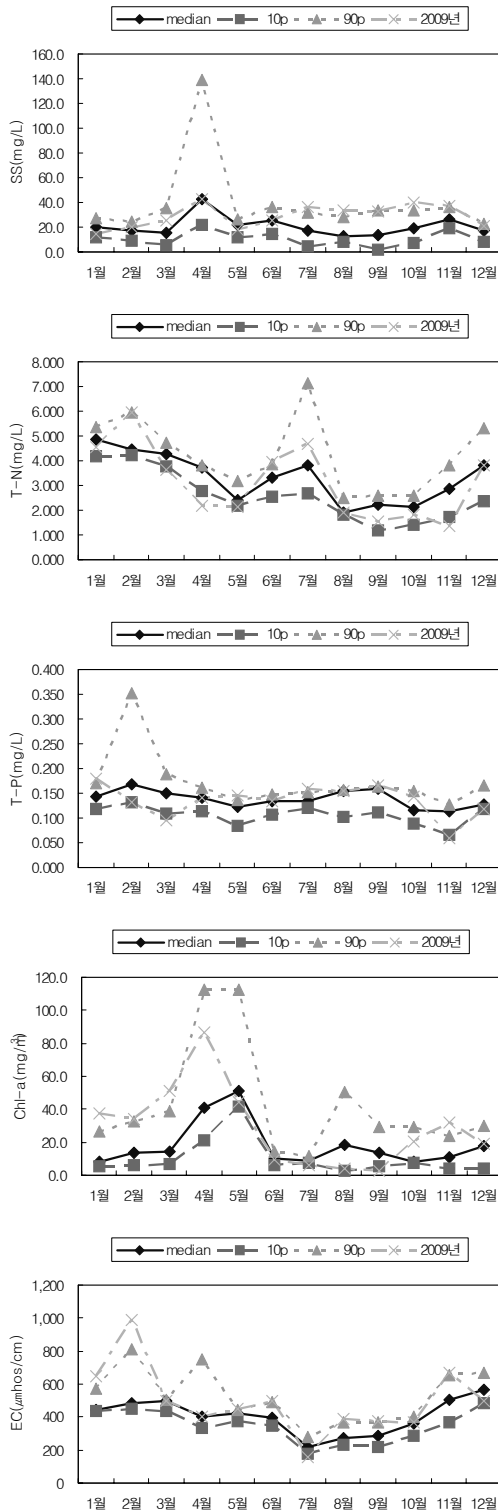


<그림 33> 화포천의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

화포천의 수온은 겨울 4~8℃, 여름 25~31℃이었으며, 8월은 31℃로서 다른 하천에 비해 약간 수온이 높은 것으로 나타났다. pH는 5월 8.3으로 최고, 7월 6.9로 최저로 나타났으며, 그 외는 7.3~7.9로 중성으로 조사되었다. DO의 경우 수온의 영향으로 겨울 11.0~12.2mg/L로 용존산소가 높고, 여름 4.3~6.4mg/L로 용존산소가 낮은 것으로 조사되었으며, 봄철인 4~5월은 9.7~10.6mg/L로 수온의 경향을 받지 않고 높은 용존산소를 나타내었다. BOD는 봄철인 5월 6.6mg/L까지 증가하다 여름인 7~9월 1.8~2.3mg/L로 감소하다 다시 증가하는 경향을 보였으며, COD 또한 BOD와 마찬가지로 봄철인 4월 9.5mg/L까지 증가하다 가을인 10월 5.4mg/L로 감소하다 다시 약간 증가하는 것으로 나타났다. SS의 경우 봄철인 4월 42.0mg/L로 최대 농도를 나타내었으며, 90p 농도가 139mg/L로 농도 변화가 큰 것으로 조사되었다. T-N의 경우 겨울에서 봄철까지 감소하다 여름철에는 증가하는 것으로 나타났으며, 8월부터 다시 증가하는 것으로 나타나고 있다. T-P는 0.114~0.168mg/L로 거의 비슷한 농도를 유지하고 있는 것으로 조사되었으며, Chl-a는 봄철인 4,5월 41.0~50.9mg/m<sup>3</sup>로 높은 농도를 나타내고 있으며, 그 외는 7.9~17.8mg/m<sup>3</sup>로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 조사되었다. 전기전도도는 여름인 7월 215μmhos/cm까지 감소하다 다시 증가하는 것으로 나타났다.





<그림 34> 화포천의 월별 수질 변화

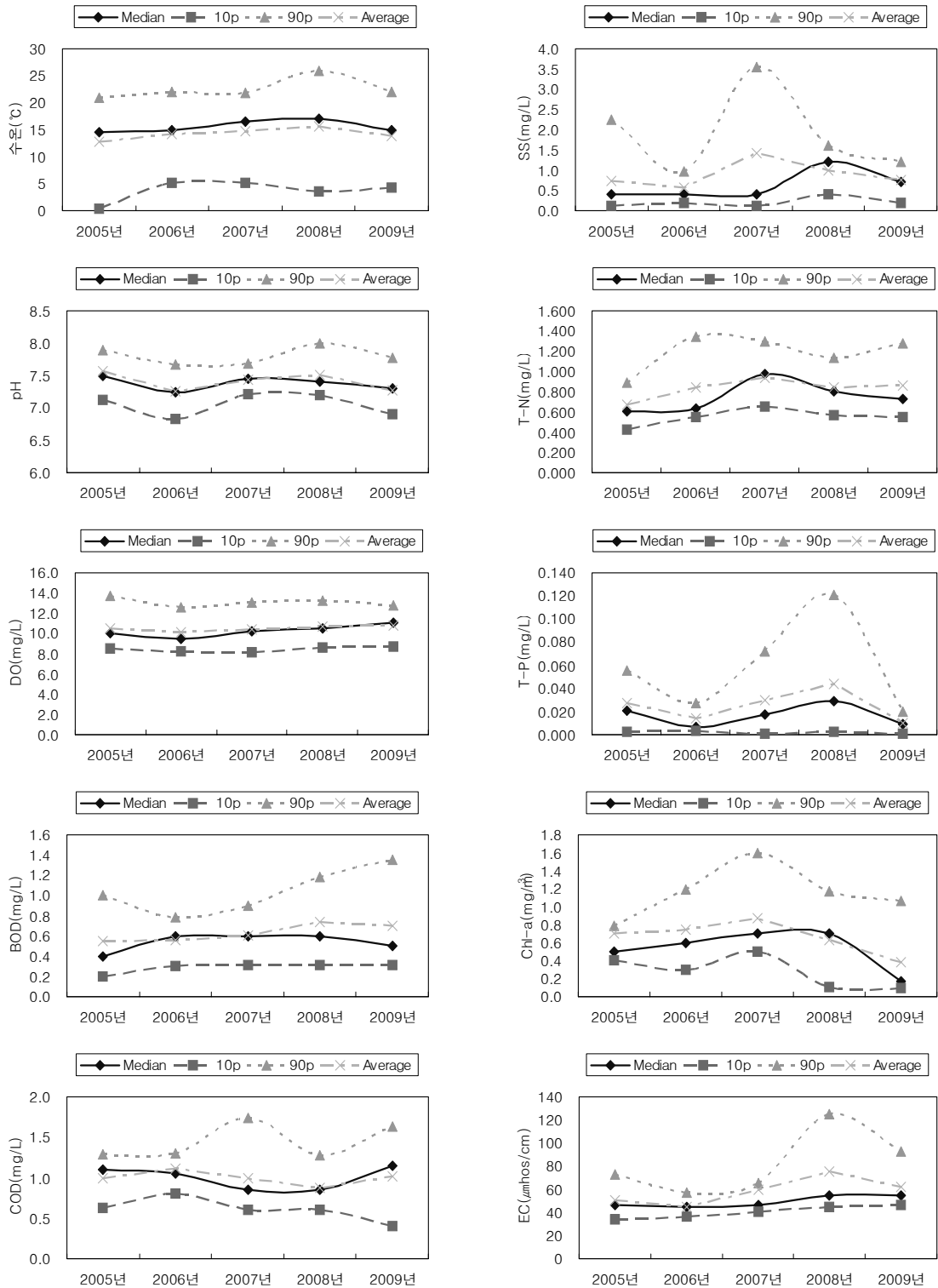
## 2. 섬진강 수계

### 가. 횡천강1

#### (1) 년별 오염물질 농도 변화

횡천강1 조사지점은 하동군 청암면 시목리 시목교이다.

수온의 경우 2007년과 2008년은 17℃, 그 외는 15℃로 나타났으며, pH는 7.3~7.5로 중성으로 조사되었다. DO의 경우 2005년 1.01mg/L에서 2009년 11.1mg/L로 약간 증가하는 경향으로 나타났으며, BOD는 0.4~0.6 mg/L로 거의 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. COD의 경우 2005년 1.1mg/L에서 2008년 0.9mg/L로 약간 감소하다 다시 증가하는 것으로 조사되었으며, SS는 2005년~2007년 0.4mg/L로 일정한 농도를 유지하다 2009년 1.2mg/L로 증가하는 것으로 나타났다. 2007년은 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-N의 경우 2007년 0.973mg/L로 증가하다 2009년 0.733mg/L로 감소하는 것으로 조사되었으며, T-P는 2006년 0.007mg/L 최소 농도에서 2008년 0.029mg/L로 증가하다 2009년 0.009mg/L로 다시 감소하는 것으로 조사되었으며, 2008년은 90p 농도가 높게 나타남으로 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. Chl-a는 0.5mg/m<sup>3</sup>에서 2008년 0.7mg/m<sup>3</sup>로 약간 증가하다 2009년 0.2mg/L로 감소하는 것으로 조사되었으며, 전기전도도는 47~55μmhos/cm로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났다.

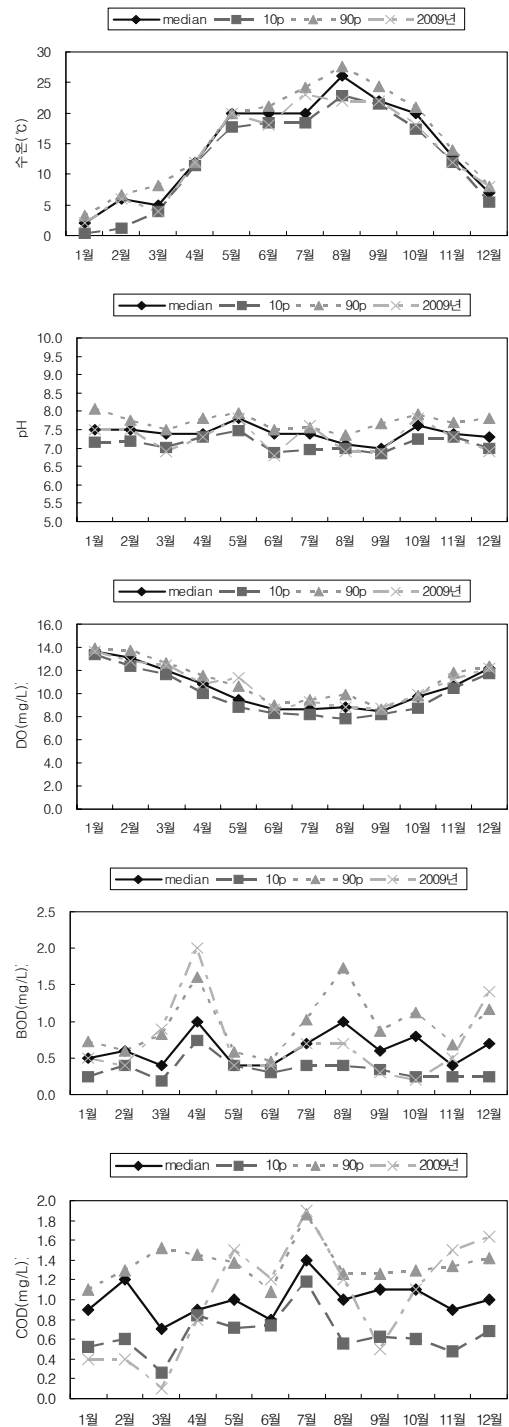


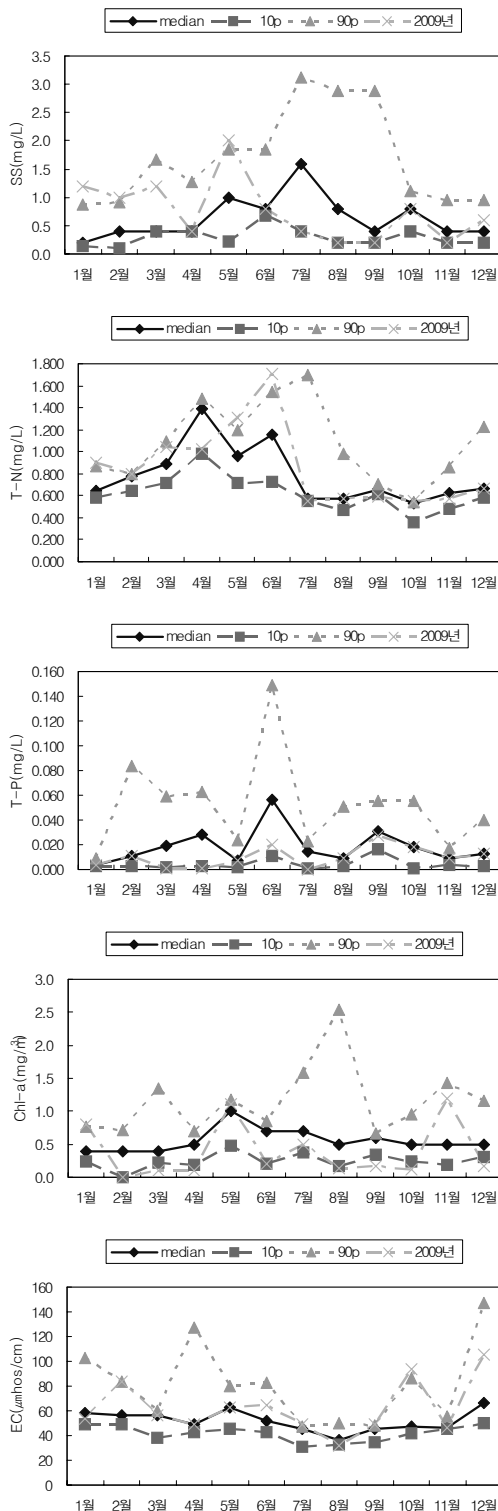
<그림 35> 횡천강1의 년별 수질 변화



## (2) 월별 오염물질 농도 변화

횡천강1의 수온은 겨울 2~7℃, 여름인 8월 26℃로 최고로 높고, 7,8월은 20~22℃로 다른 지역에 비해 다소 수온이 낮은 것으로 조사되었으며, pH는 7.0~7.8로 중성으로서 연중 변화가 없이 거의 일정한 것으로 조사되었다. DO는 수온의 영향으로 겨울 12.2~13.6mg/L로 높고 여름인 6~9월 8.5~8.8mg/L로 거의 일정하게 낮은 용존산소를 유지하였다. BOD와 COD는 계절적 특징을 나타내고 있지 않으며, BOD는 0.4~1.0mg/L, COD는 0.8~1.4mg/L로 거의 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. SS의 경우 강우가 많은 7월 1.6mg/L까지 점차적으로 증가하다 다시 감소하는 경향을 보이고 있다. T-N는 봄철인 4월 1.396mg/L까지 증가하다 감소하는 것으로 조사되었으며, T-P는 6월 0.056mg/L까지 점차 증가하다 감소하는 경향을 보였다. Chl-a는 5월 1.0mg/m<sup>3</sup>으로 최고 농도를 나타내고, 그 외는 0.4~0.7mg/m<sup>3</sup>으로 거의 비슷한 농도를 유지하였으며, 전기전도도 또한 36~63μmhos/cm으로 거의 비슷한 값을 유지하는 것으로 나타났다.





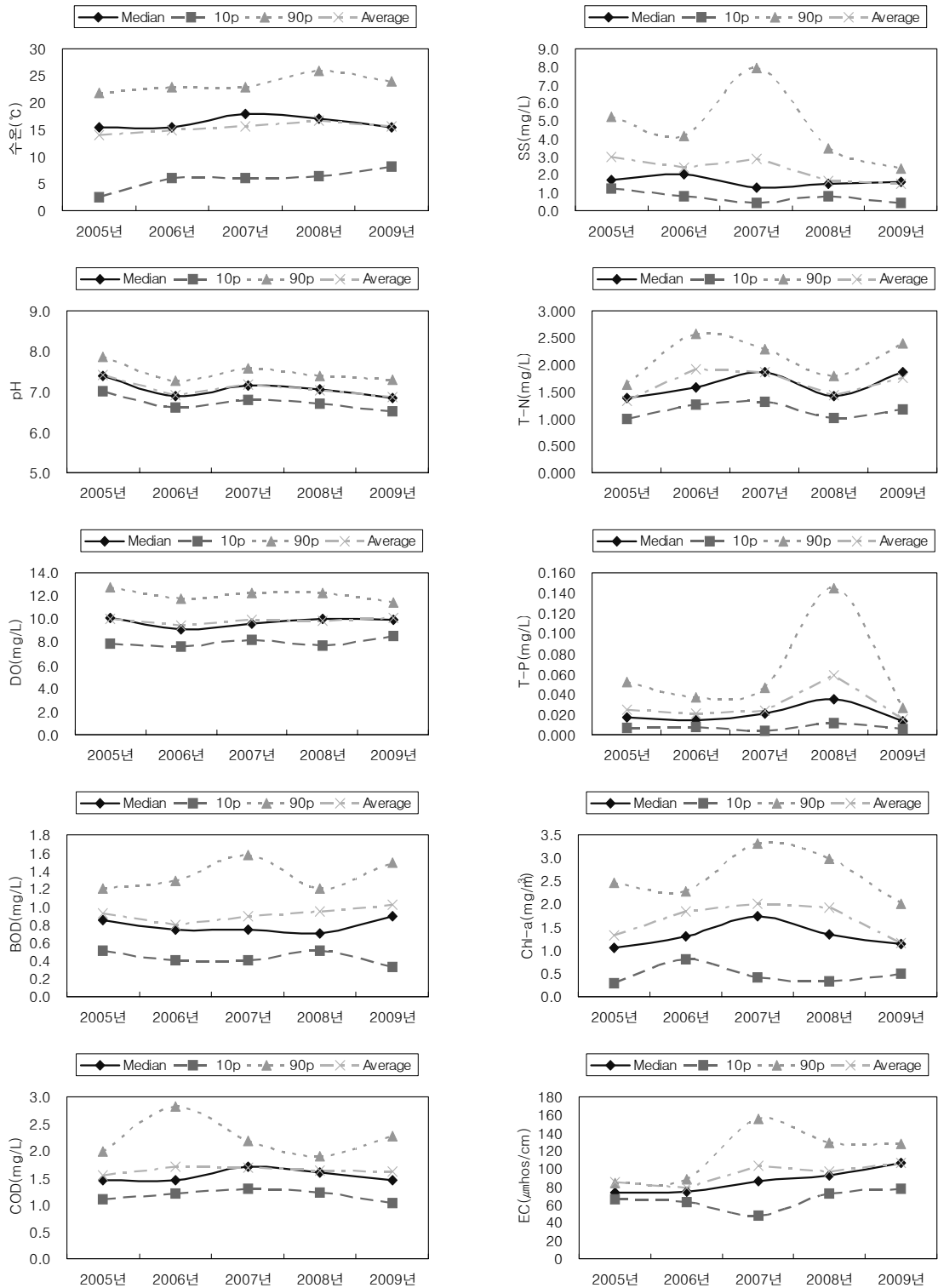
<그림 36> 횡천강1의 월별 수질 변화

## 나. 횡천강2

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

횡천강2 조사지점은 하동군 횡천면 학리마치교이다.

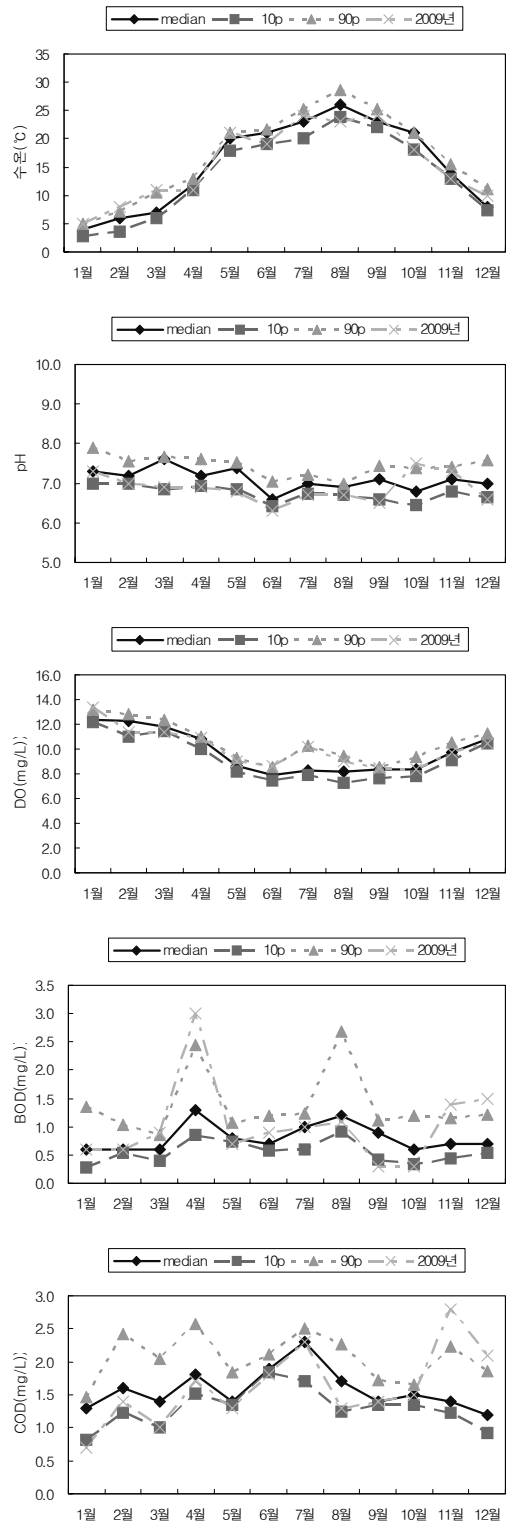
수온은 16~18℃로 거의 일정하며, pH는 2005년 7.4에서 2009년 6.9로 약간 낮아지는 것으로 조사되었다. DO의 경우 2006년 9.1 mg/L로 약간 낮고, 그 외는 9.6~10.1mg/L로 비슷한 농도를 유지하였으며, BOD는 2008년 0.7mg/L로 약간 감소하다 다시 증가하는 것으로 나타났다. COD는 1.5~1.7mg/L로 비슷한 농도를 유지하며, 2005년 90p 농도가 높아 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. SS의 경우 1.3~2.0mg/L로 비슷한 농도를 유지하였으며, 2007년 90p 농도가 높음으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-N는 2007년 1.867mg/L로 증가하다 2008년 감소하여 2009년 1.861mg/L로 증가하는 것으로 나타났으며, T-P는 2008년 0.035mg/L까지 증가하다 감소하는 것으로 조사되었다. Chl-a는 2007년 1.8mg/m³까지 증가하다 감소하는 것으로 조사되었으며, 전기전도도는 2005년 73µmhos/cm에서 2009년 107µmhos/cm까지 점차적으로 증가하는 것으로 나타났다.

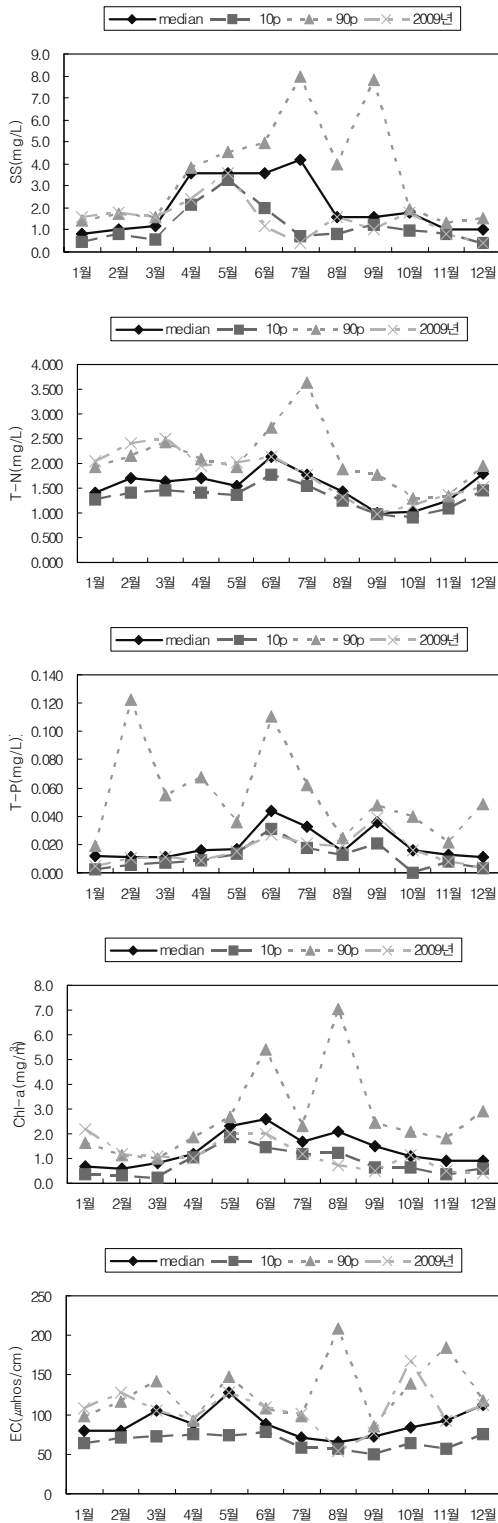


<그림 37> 횡천강2의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

황천강2의 수온은 겨울 4~8℃, 여름 23~26℃로 나타났으며, pH는 6.6~7.4로 다른 하천보다 약간 낮은 값으로 조사되었다. DO의 경우 1~3월은 11.8~12.4mg/L로 높고 5~10월은 7.9~8.6mg/L로 낮은 용존산소를 유지하였다. BOD는 0.6~1.3mg/L로 겨울은 약간 낮고 봄철과 여름철에 약간 높은 것으로 나타났다. COD는 여름철로 접어들수록 증가하다 다시 감소하는 것으로 나타났으며, SS는 봄, 여름철인 4~7월에 3.6~4.2mg/L 높고, 그 외는 1.0~1.8mg/L로 낮은 농도를 나타내었다. T-N은 6월 2.138mg/L 최대 농도까지 증가하다 9월 0.999mg/L까지 감소하였으며, T-P는 0.011~0.044mg/L로 비슷한 농도를 유지하고 여름철에 약간 높은 농도를 나타내었다. Chl-a 또한 T-P와 마찬가지로 0.6~2.6 mg/m<sup>3</sup>로 비슷한 농도를 유지하고 여름철에 약간 높은 농도를 나타내었으며, 전기전도도는 5월 128μmhos/cm까지 증가하다 강우가 많은 8월 66μmhos/cm으로 감소하였으며, 그 이후 점차적으로 증가하는 것으로 조사되었다.





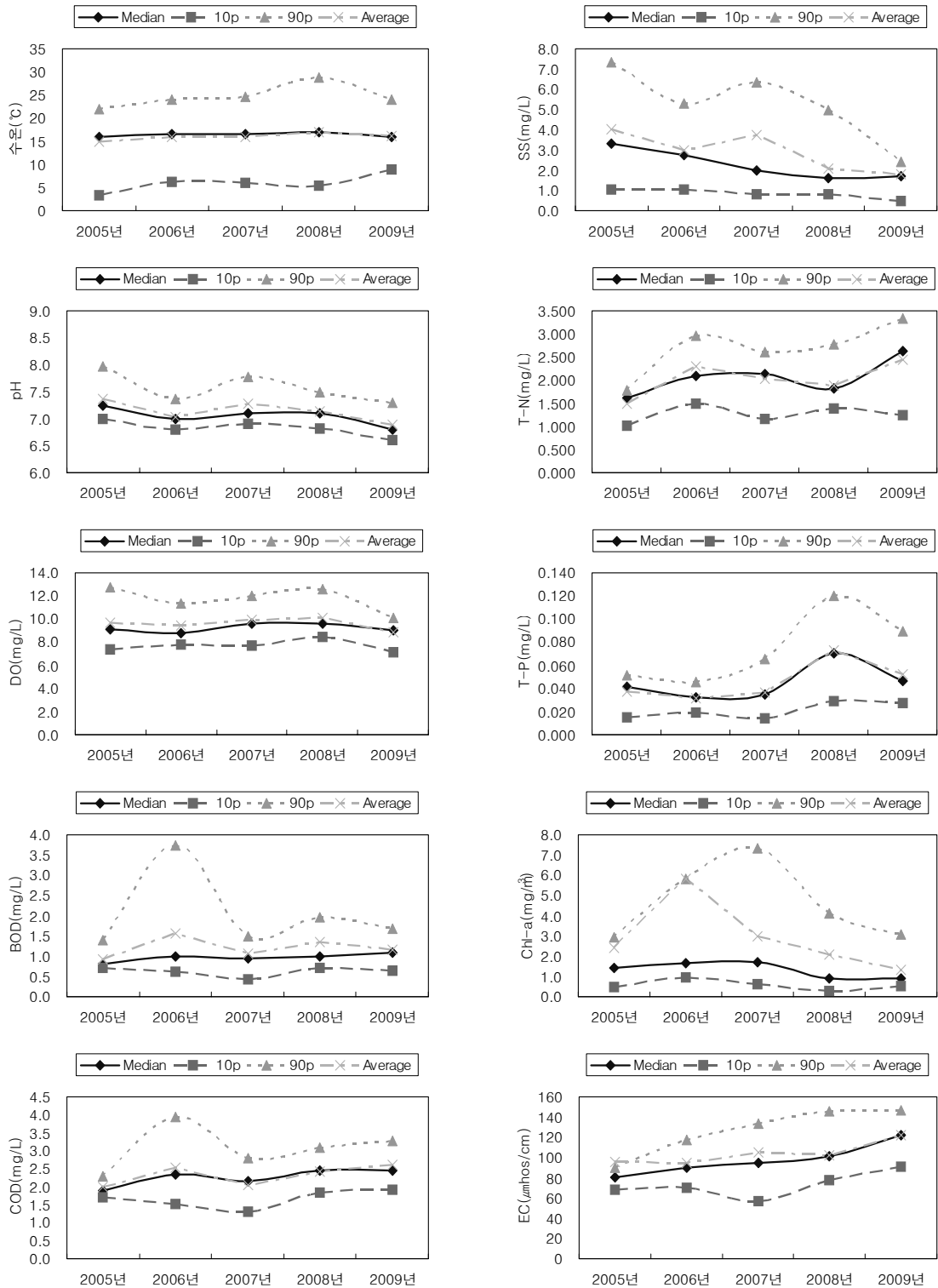
<그림 38> 황천강2의 월별 수질 변화

## 다. 황천강3

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

황천강3 조사지점은 하동군 적량면 고절리 대석교이다.

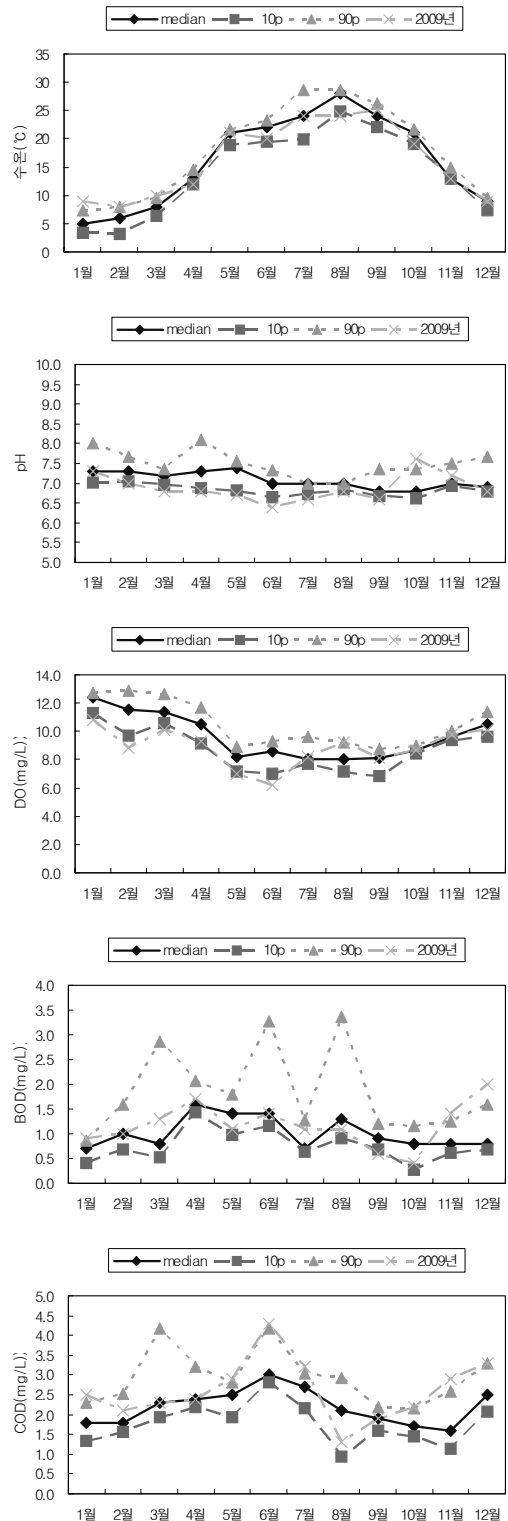
수온의 경우 16~17℃로 거의 일정하게 유지하며, pH는 2005년 7.3에서 2009년 6.8로 약간 감소하는 것으로 조사되었다. DO의 경우 2006년 8.8mg/L로 가장 낮고, 2008년 9.7mg/L로 가장 높은 것으로 조사되었으며, BOD는 2005년 0.8mg/L에서 2009년 1.1mg/L로 약간 증가하는 것으로 나타났다. COD 또한 BOD와 마찬가지로 2005년 1.9mg/L에서 2009년 2.5mg/L로 증가하는 것으로 조사되었으며, BOD와 COD는 2006년 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. SS의 경우는 2005년 3.3mg/L에서 2009년 1.7mg/L까지 약 48% 감소한 것으로 조사되었다. T-N의 경우 2005년 1.617mg/L에서 2009년 2.623mg/L로 점차적으로 증가하는 경향을 보이고 있으며, T-P는 2005년에서 2007년까지 감소하다 2008년 0.071mg/L로 최대 농도에서 다시 감소하는 경향을 나타내었다. Chl-a는 2005년 1.4mg/m³에서 2009년 0.9mg/m³로 약간 감소하는 경향을 보이고 있으며, 2007년에는 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 조사되었다. 전기전도도는 Chl-a와 반대로 2005년 81μmhos/cm에서 2009년 123μmhos/cm으로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 보였다.

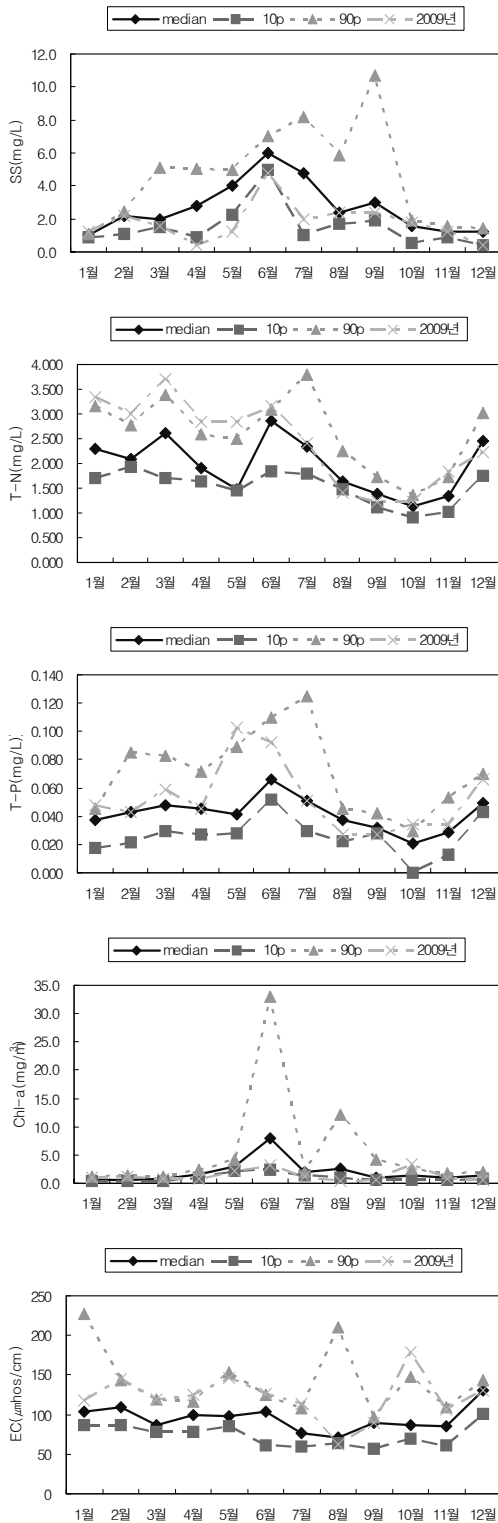


<그림 39> 횡천강3의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

횡천강3의 수온은 겨울 5~9℃, 여름 24~28℃로 조사되었으며, pH는 6.8~7.4로 거의 일정한 pH를 유지하는 것으로 나타났다. DO의 경우 겨울 10.5~12.4mg/L에서 여름 8.0~8.1mg/L로 감소하다 다시 증가하는 것으로 수온 영향에 의한 경향을 나타내었다. BOD의 경우 겨울은 0.7~1.0mg/L로 낮고, 봄과 여름은 1.3~1.6mg/L로 높은 농도를 유지하였으며, COD는 6월 3.0mg/L까지 증가하다 11월 1.6mg/L까지 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 것으로 나타났다. SS도 COD와 마찬가지로 6월 6.0mg/L까지 증가하다 12월 1.2mg/L까지 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보였다. T-N의 경우 6월 2.870mg/L로 가장 높고, 10월 1.132mg/L로 가장 낮은 농도를 나타내었으며, T-P는 6월 0.066mg/L까지 증가하다 10월 0.021mg/L로 감소하는 경향을 보였다. C hl-a의 경우도 6월 7.9까지 증가하다 점차 감소하는 것으로 나타났으며, 6월의 경우 90 p 농도가 33.0mg/m<sup>3</sup>로 높게 조사됨으로서 농도 변화가 큰 것으로 보였다. 전기전도도는 71~131 $\mu$ mhos/cm로 거의 일정한 값을 유지하는 것으로 나타났다.





<그림 40> 황천강3의 월별 수질 변화

### 3. 기타 수계

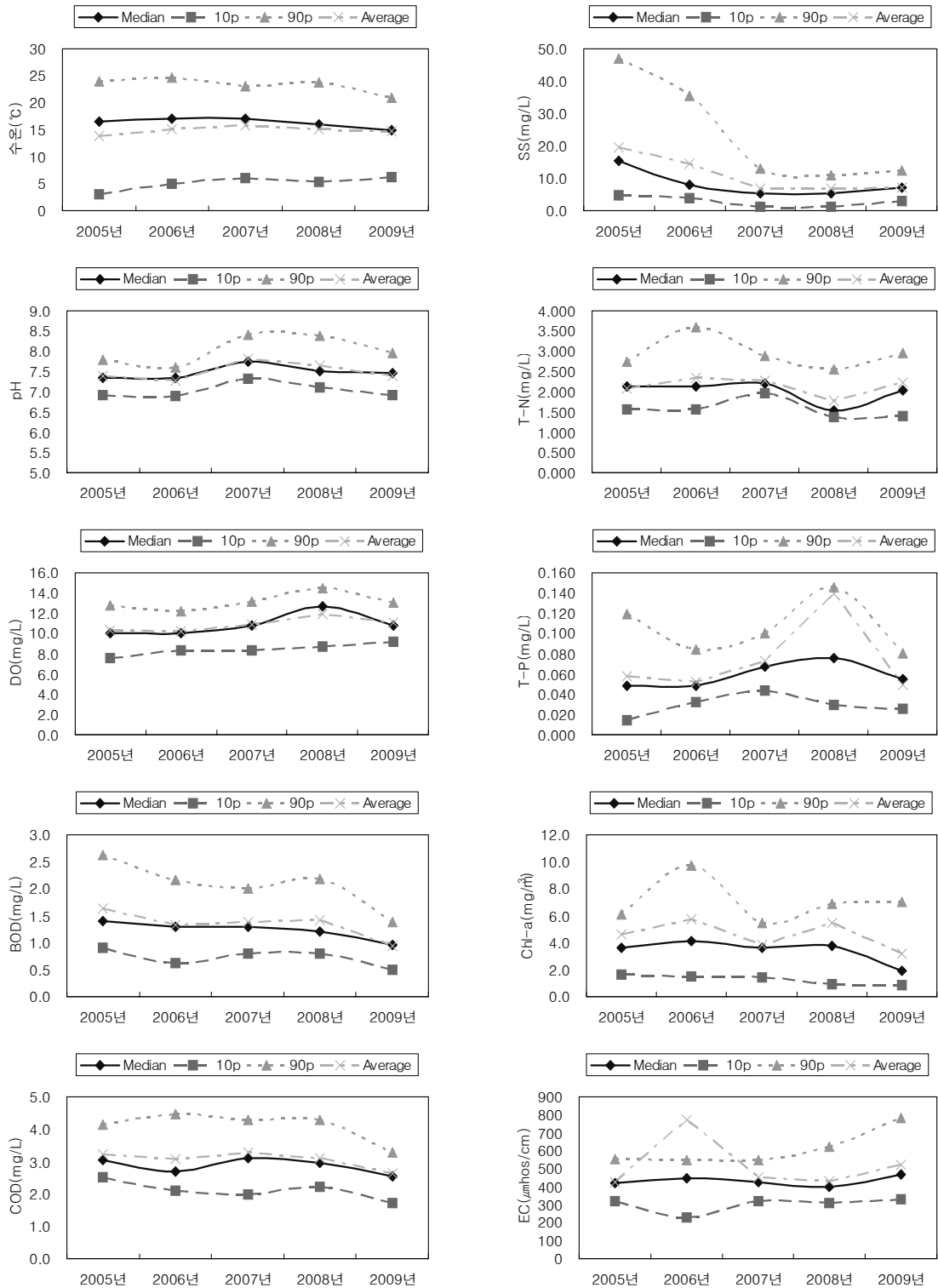
#### 가. 덕계천

##### (1) 년별 오염물질 농도 변화

덕계천 조사지점은 양산시 웅상읍 덕계리이다.

수온의 경우 2005년 17℃에서 2009년 15℃로 약 2℃ 정도 감소하는 경향을 나타내었으며, pH는 2007년 7.8을 제외하고 7.4~7.5로 거의 일정한 pH를 유지하는 것으로 조사되었다. DO의 경우 2008년 12.7mg/L을 제외하고 10.0~10.8mg/L로 거의 일정한 용존산소를 유지하는 것으로 나타났으며, BOD는 2005년 1.4mg/L에서 2009년 1.0mg/L로 시간경과에 따라 점차적으로 약간 감소하는 경향을 보였다. COD의 경우 2006년 2.7mg/L 최소 농도를 제외하고 3.1mg/L에서 점차적으로 2.6mg/L로 감소하는 경향을 보이고 있으며, SS는 2005년 15.3mg/L 최고 농도에서 시간경과에 따라 점차적으로 감소하여 2009년 7.0mg/L으로 조사되고 2005년, 2006년에는 90p 농도가 높음으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. T-N의 경우 2008년 1.541mg/L 최저 농도를 제외하고 2.125~2.202mg/L로 거의 일정한 농도를 나타내었으며, T-P는 2005년 0.049mg/L에서 2008년 0.076mg/L로 약간 증가하다 2009년 0.055mg/L로 감소하는 것으로 조사되었고 2008년에는 90p 농도와 평균농도가 높게 나타나 농도 변화가 큰 것으로 조사되었다. Chl-a의 경우 2008년까지 3.6~4.1mg/m³로 일정한 농도를 유지하다 2009년 1.9mg/m³로 감소하는 것으로 조사되었으며, 전기전도도는 399~467μmhos/cm로 거의 일정한 값을 유지하는 것으로 나타났다.

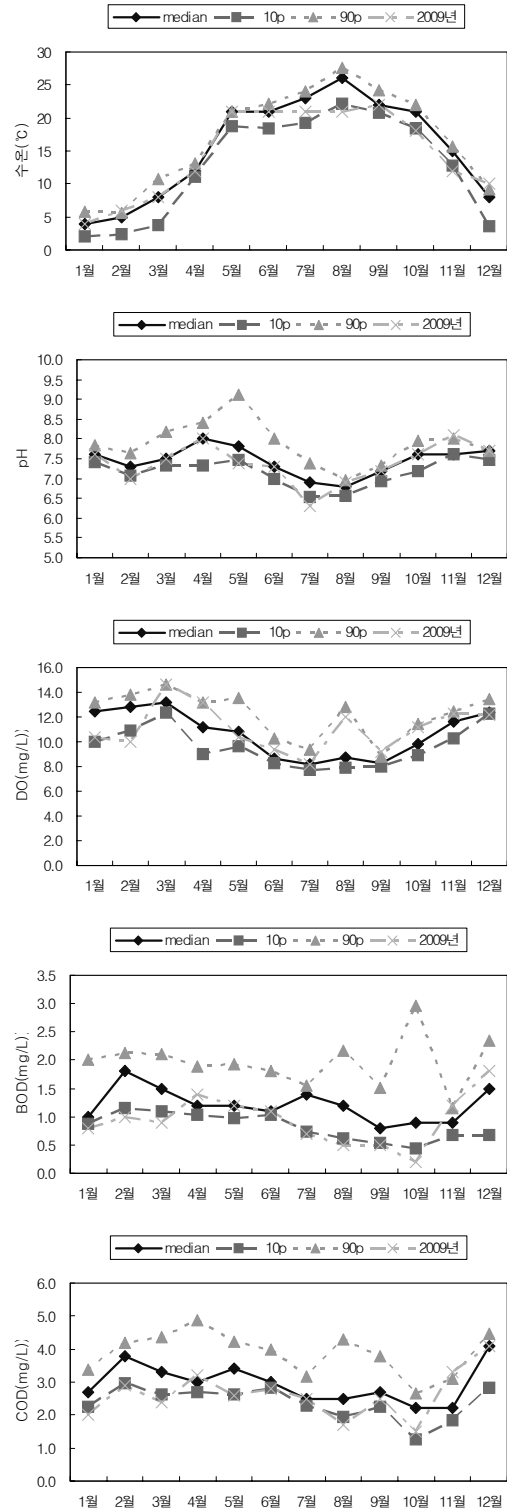


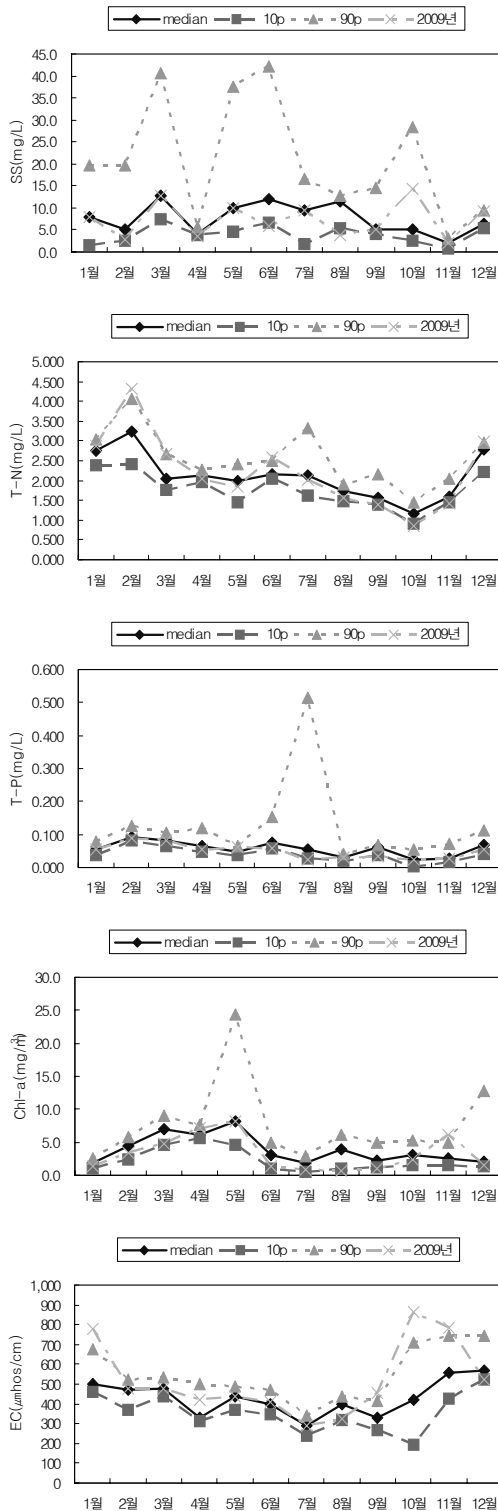


<그림 41> 덕계천의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

덕계천의 수온은 겨울 4~8℃, 여름 21~26℃로 나타났으며, pH는 봄철인 4월에 8.0으로 가장 높고 강우가 많은 여름 8월에 6.8로 가장 낮은 pH를 나타냄으로서 약 산성에서 약 알칼리성으로 다른 하천에 비해 pH 범위가 다소 넓은 것으로 조사되었다. DO의 경우 수온이 낮은 겨울은 12.4~12.8mg/L, 수온이 높은 여름은 8.2~8.7mg/L로 수온에 따른 경향을 나타내었다. BOD는 겨울인 2월 1.8mg/L 최고 농도에서 가을 0.8~0.9mg/L로 감소하는 경향을 보였으며 2009년은 다소 10p 농도 수준으로 낮은 농도를 유지하였다. COD도 BOD와 마찬가지로 겨울인 2월 3.8mg/L에서 가을인 10월~11월 2.2mg/L로 감소하는 경향을 나타내었다. SS는 특별한 계절적 특징을 나타내지 않고 있으며, 2.0mg/L에서 12.8mg/L로 농도 범위가 넓게 조사되었다. T-N의 경우도 BOD, COD와 마찬가지로 겨울인 2월 3.225mg/L에서 가을인 10월 1.164mg/L로 감소하는 경향을 보이고, T-P는 0.023~0.091mg/L로 거의 일정한 농도를 유지하는 것으로 조사되었다. Chl-a는 봄철인 5월 8.1mg/m<sup>3</sup>까지 증가하다 그 이후 1.8~3.0mg/m<sup>3</sup>으로 거의 일정한 농도를 유지하는 것으로 조사되었으며, 전기전도도는 11월과 12월에 557~570  $\mu$ mhos/cm로 약간 높고 여름철에 약간 낮은 것으로 나타났다.





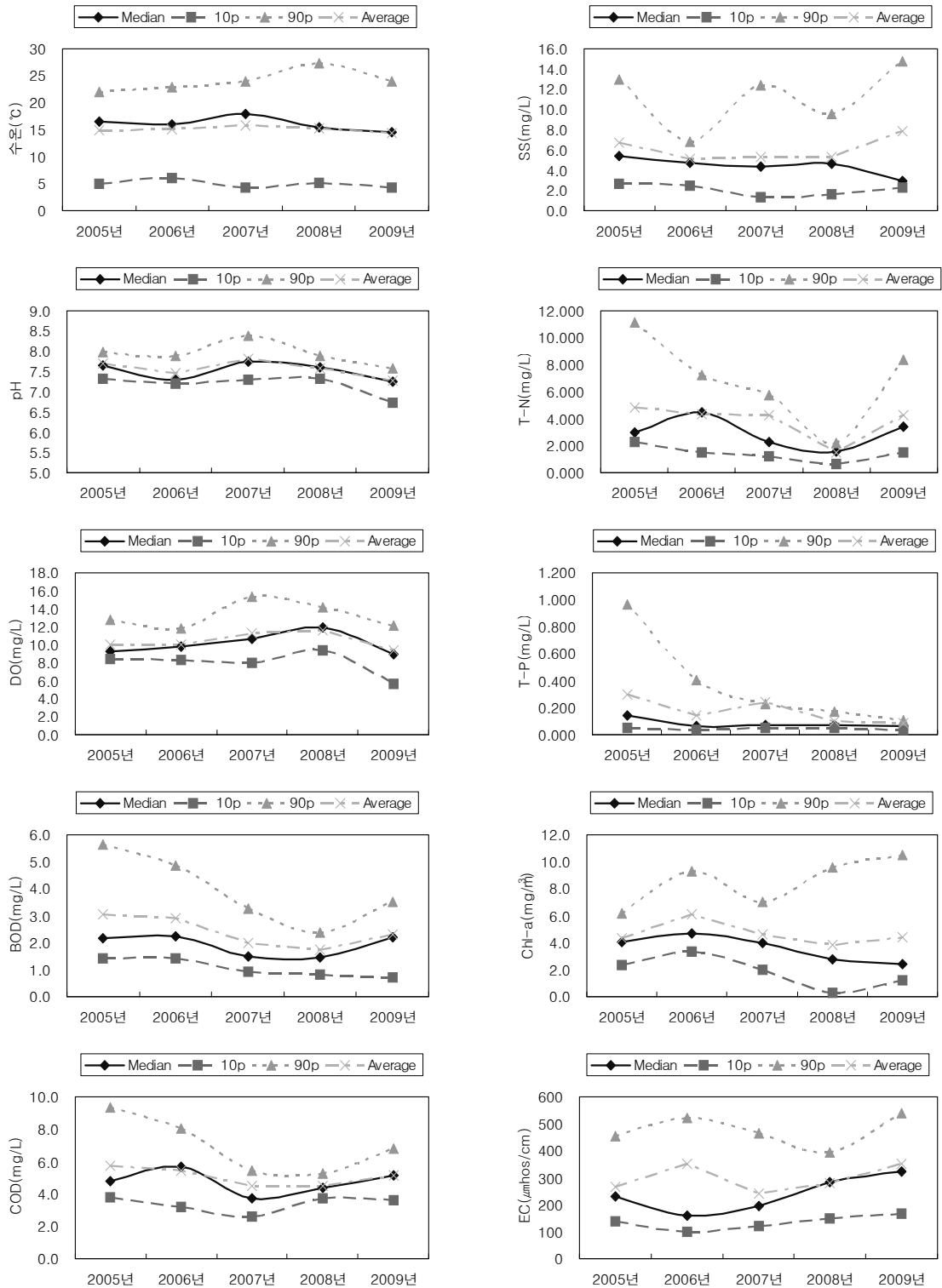
<그림 42> 덕계천의 월별 수질 변화

## 나. 백련천

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

백련천 조사지점은 하동군 진교면 진교리 금양교이다.

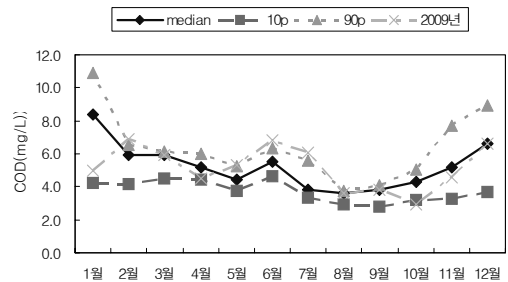
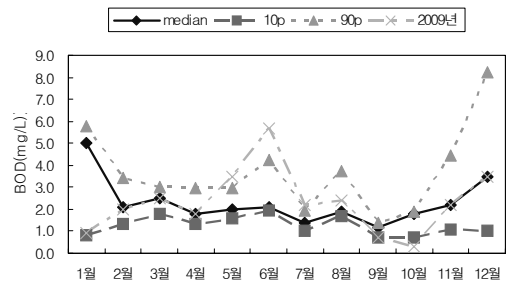
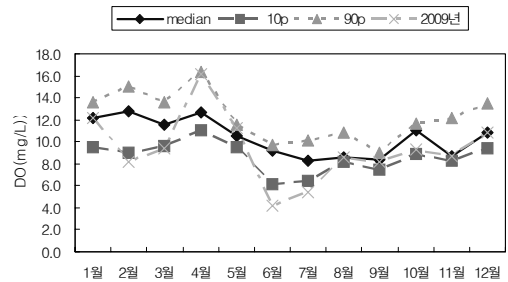
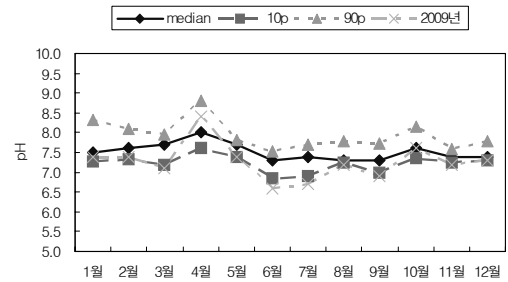
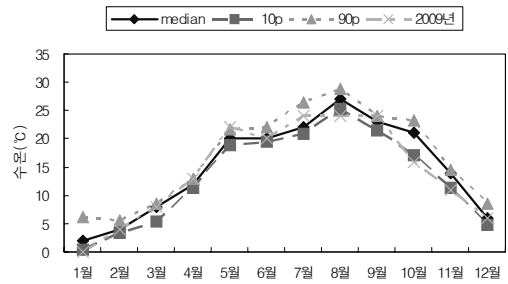
수온의 경우 2007년 18℃로 최고 수온을 유지하였으며 2009년은 15℃로 최저 수온을 나타내었다. pH는 2007년 7.8에서 2009년 7.3으로 감소하는 것으로 나타나고 있으며, D O는 2005년 9.3mg/L에서 2008년 11.9mg/L까지 증가하다 2009년 9.0mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. BOD의 경우 2007년과 2008년은 1.5mg/L로 낮은 농도를 유지하고 그 외는 2.2~2.3mg/L로 높은 농도를 유지하였다. COD는 2006년 5.7mg/L 최고 농도에서 2007년 3.8mg/L 최저 농도로 감소하다 2009년 5.2mg/L로 시간 경과에 따라 증가하는 것으로 조사되었으며, SS는 2005년 5.4mg/L에서 2009년 2.9mg/L로 시간 경과에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. T-N의 경우 2006년 4.469mg/L로 최고 농도, 2008년 1.588mg/L로 최저 농도를 나타내었으며, 2005년에는 90p 농도가 높게 나타남으로서 농도 변화가 큰 것으로 조사되었으나 2008년은 10p 농도와 90p 농도 차가 적어 발생 농도가 거의 일정한 것으로 조사되었다. T-P는 2005년 0.142mg/L로 최고 농도 나타내었으며, 그 외는 0.061~0.075mg/L로 거의 일정한 농도를 유지하는 것으로 조사되었다. Chl-a는 2006년 4.7mg/m³ 최고 농도에서 2009년 2.4mg/m³로 감소하는 경향을 보이고 있으나, 전기전도도는 Chl-a와 반대로 2006년 160µmhos/cm 최소 농도에서 2009년 323µmhos/cm로 증가하는 경향을 나타내었다.

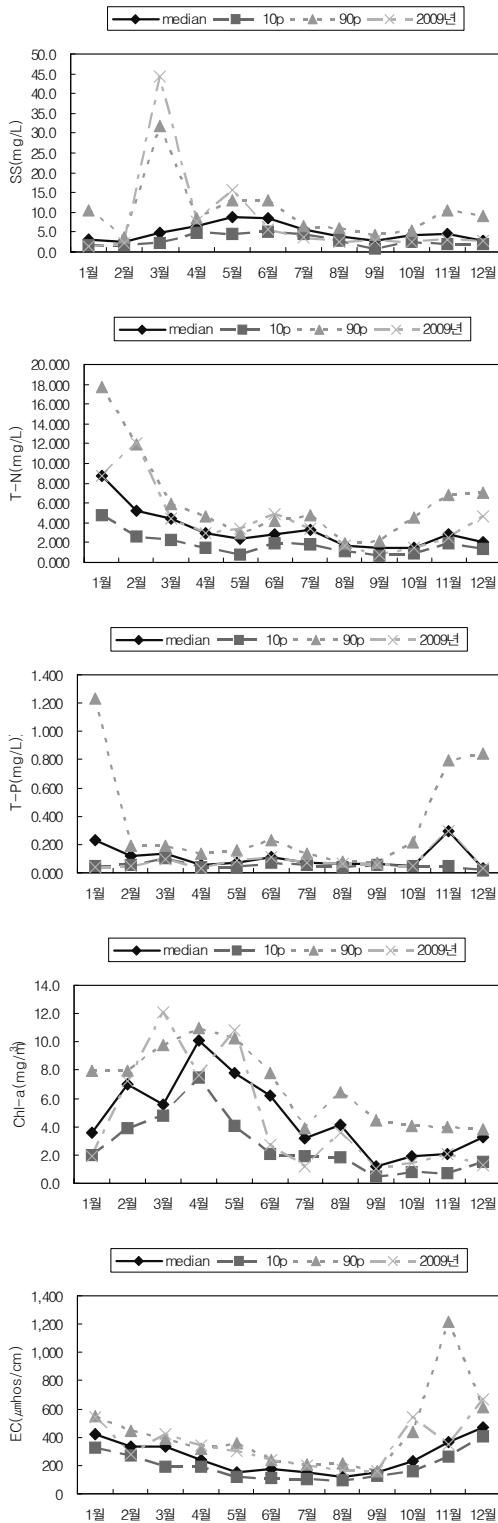


<그림 43> 백련천의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

백련천의 수온은 겨울 2~6℃, 여름 20~27℃로 나타났으며, pH는 봄철인 4월 8.0으로 약 알칼리성으로 조사되었으며, 그 외는 7.3~7.7로 중성으로 조사되었다. DO의 경우 겨울과 봄에 10.5~12.8mg/L로 높고 여름에 8.3~8.6mg/L로 용존산소가 낮은 것으로 나타났으며, BOD는 1월과 12월을 제외하고 1.2~2.5mg/L로 거의 일정한 농도를 유지하는 것으로 조사되었다. COD는 겨울에 높고 여름에 낮은 경향을 보이고 있으며, SS는 봄철인 5,6월 8.4~8.8mg/L로 증가하다 시간 경과에 따라 감소하는 경향을 보였다. T-N은 1월 8.764mg/L에서 10월 1.425mg/L로 감소하는 경향을 보이고 있으며, T-P 또한 1월 0.227mg/L에서 10월 0.050mg/L로 감소하는 경향을 나타내었다. Chl-a의 경우 봄철인 4월 10.1mg/m<sup>3</sup>까지 증가하다 여름인 9월 1.2까지 감소하는 것으로 나타났으며, 전기전도도는 1월 421μmhos/cm에서 8월 120μmhos/cm까지 감소하다 다시 증가하는 것으로 나타났다.





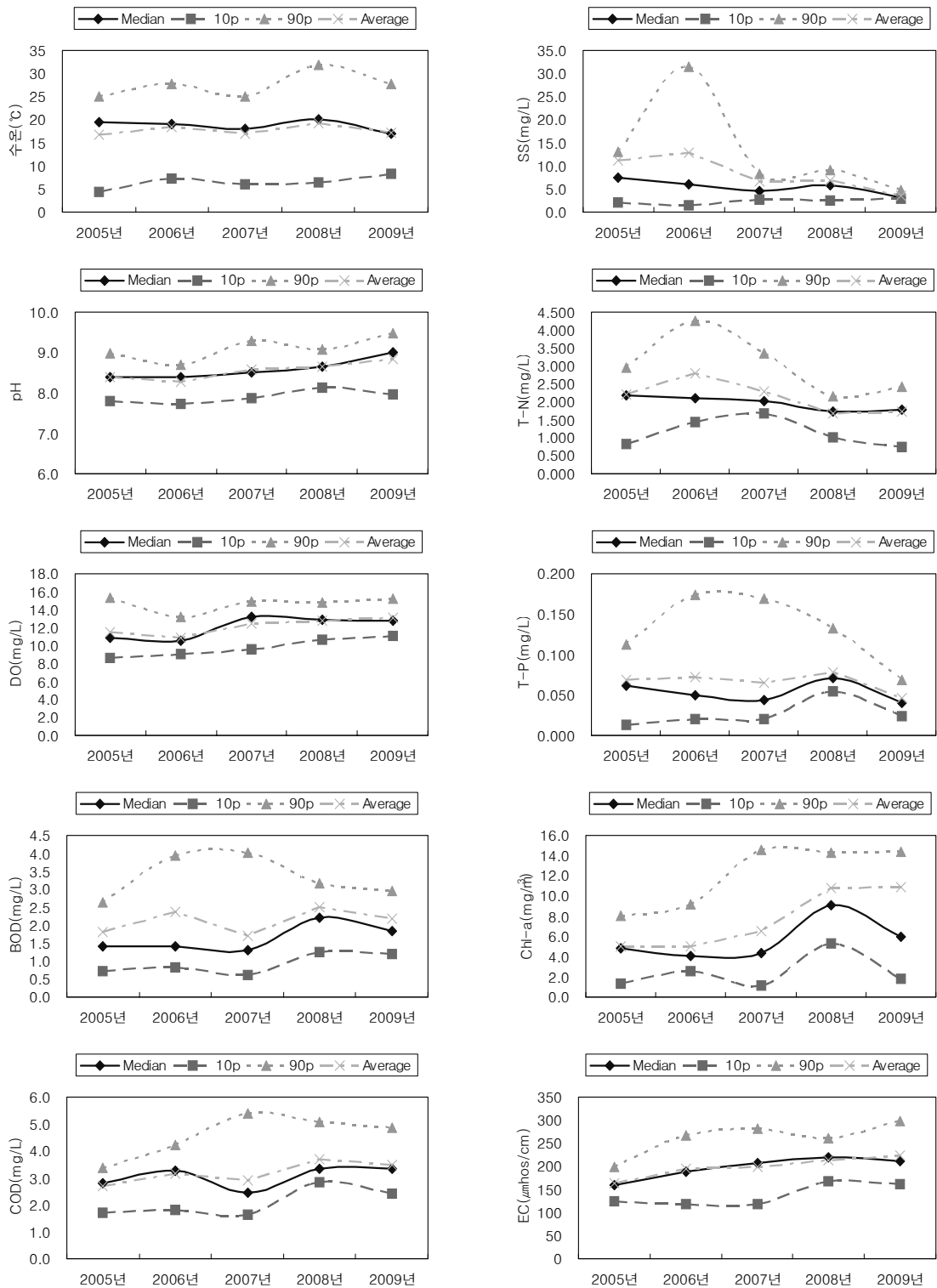
<그림 44> 백련천의 월별 수질 변화

## 다. 사천천

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

사천천 조사지점은 사천시 사천읍 수석리 용당교이다.

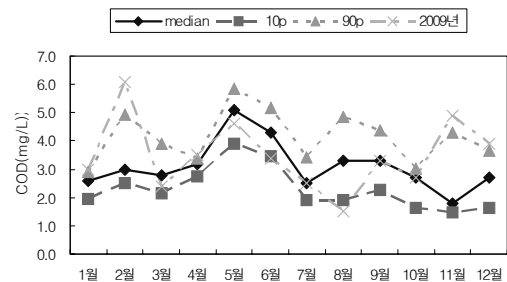
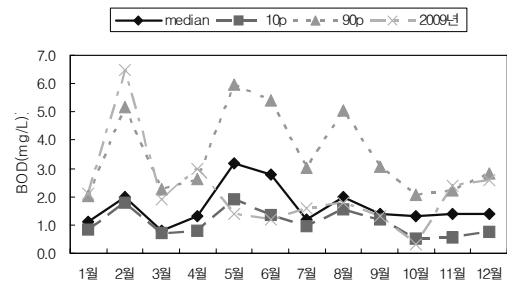
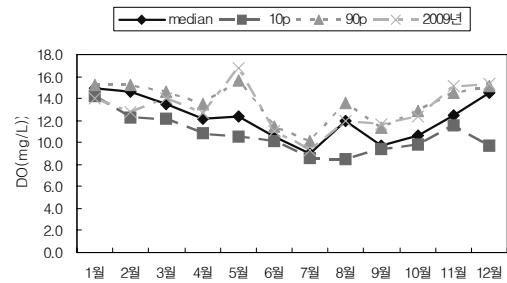
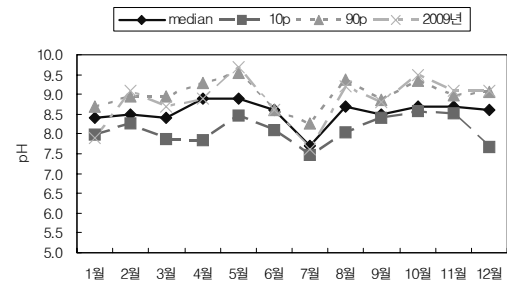
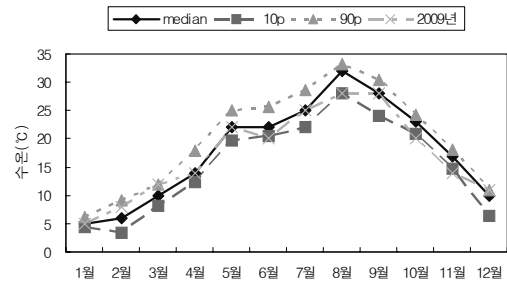
수온의 경우 2008년 20℃로 최고 수온을 유지하였으며 2009년은 17℃로 최저 수온을 나타내었다. pH는 2005년 8.4에서 2009년 9.0으로 약간 증가하는 경향을 보이고 있으며, 다른 하천보다 pH가 높은 알카리성을 유지하는 것으로 나타났다. DO의 경우 2005년과 2006년 10.6~10.9mg/L로 낮은 용존산소를 유지하였으며, 2007년 이후로는 12.8~13.2mg/L로 높은 용존산소를 유지하는 것으로 조사되었다. BOD는 2007년까지 1.3~1.4mg/L로 일정한 농도를 유지하다 2008년 2.2mg/L로 증가하는 것으로 조사되었다. COD의 경우 2005년과 2007년은 2.5~2.8mg/L로 낮은 농도를 보였으며, 그 외는 3.3~3.4mg/L로 높은 농도를 나타내었다. SS의 경우 2005년 7.4mg/L에서 2009년 3.2mg/L로 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보이고 있으며, T-N 또한 SS와 마찬가지로 2005년 2.196mg/L에서 2009년 1.792mg/L로 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 것으로 나타났다. T-P는 2007년 0.044mg/L까지 감소하다 2008년 0.072mg/L 최고 농도로 증가한 후 다시 감소하는 것으로 나타났다. Chl-a의 경우 2007년까지 4.1~4.8mg/m³로 일정한 농도를 유지하다 2008년 9.1mg/m³ 최고 농도로 증가한 후 2009년 6.0mg/m³로 감소하는 것으로 나타났으며, 전기전도도는 2005년 159μmhos/cm에서 2009년 211μmhos/cm까지 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 것으로 나타났다.



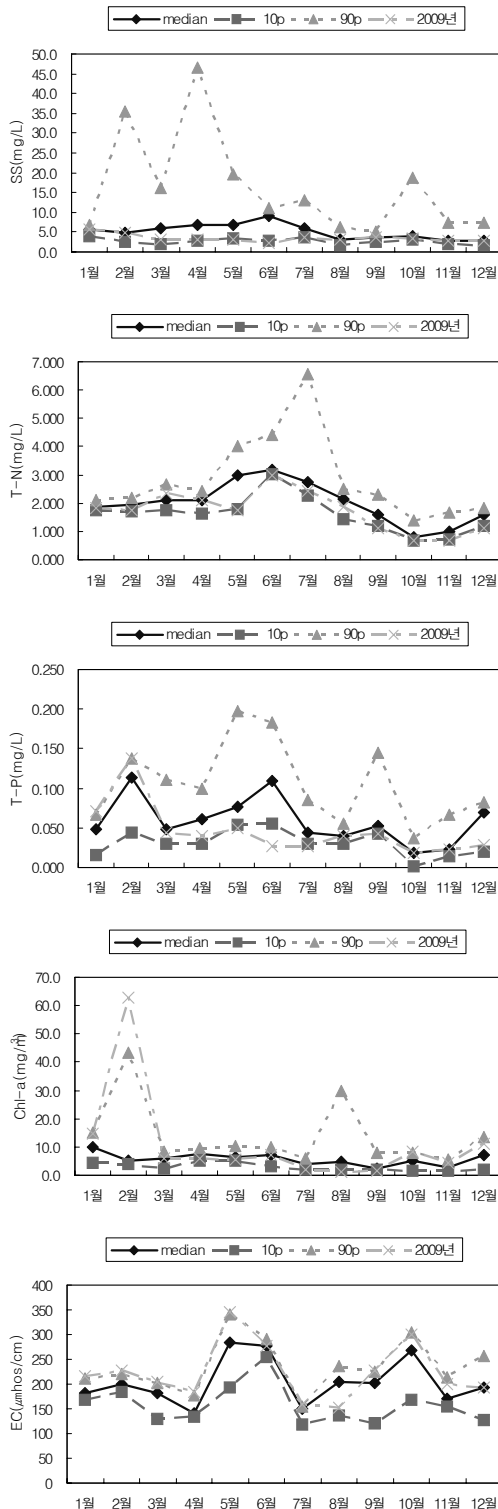
<그림 45> 사천천의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

사천천의 수온은 겨울 5~10℃, 여름 22~32℃로 조사되었으며, 특히 여름인 8월은 다른 하천에 비해 수온이 상당 높은 32℃를 나타내었다. pH는 여름인 7월 7.7을 제외하고 8.4~8.9로 다른 하천에 비해 높은 약 알카리성을 유지하는 것으로 조사되었다. DO의 경우 수온의 영향으로 겨울 14.5~14.9mg/L로 높고, 여름 7월과 9월은 9.0~9.7mg/L로 낮은 용존산소를 유지하는 것으로 조사되었으나 8월은 12.0mg/L로 상대적으로 높은 용존산소를 유지한 것으로 나타났다. BOD는 5~6월 2.8~3.2mg/L로 높은 농도를 유지하였으며 가을인 9월 이후 1.3~1.4mg/L로 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. COD의 경우 봄철인 5월 5.1mg/L까지 증가하다 감소하는 것으로 나타났으며, SS 또한 6월 9.2mg/L까지 증가하다 8월 이후 2.8~4.0mg/L로 일정한 농도를 유지하는 것으로 조사되었다. T-N의 경우 5~6월 2.965~3.187mg/L로 증가하다 가을인 10월 0.780mg/L까지 감소하는 것으로 나타났으며, T-P는 특별한 계절적 경향을 나타내고 있지 않으며, 2월 0.113mg/L로 최고 농도, 10월 0.019mg/L로 최저 농도를 나타내었다. Chl-a는 2.7~9.8mg/m<sup>3</sup>으로 거의 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타났으나 2009년 2월에는 62.9mg/m<sup>3</sup>로 아주 높은 농도를 나타내었다. 전기전도도는 특별한 계절적 경향을 나타내지 않는 것으로 조사되었다.







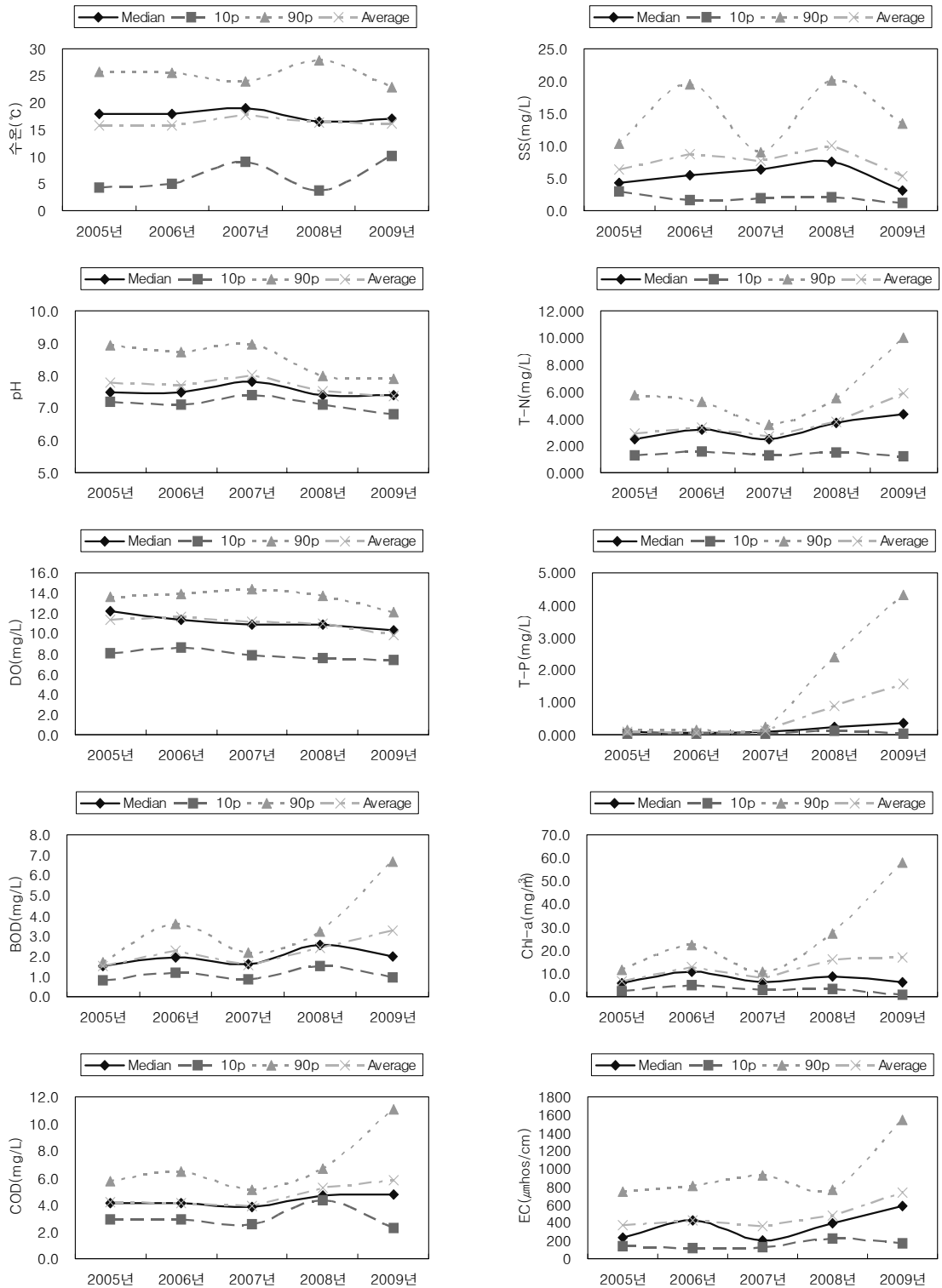
<그림 46> 사천천의 월별 수질 변화

## 라. 고성천

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

고성천 조사지점은 고성군 고성읍 태평식품 앞이다.

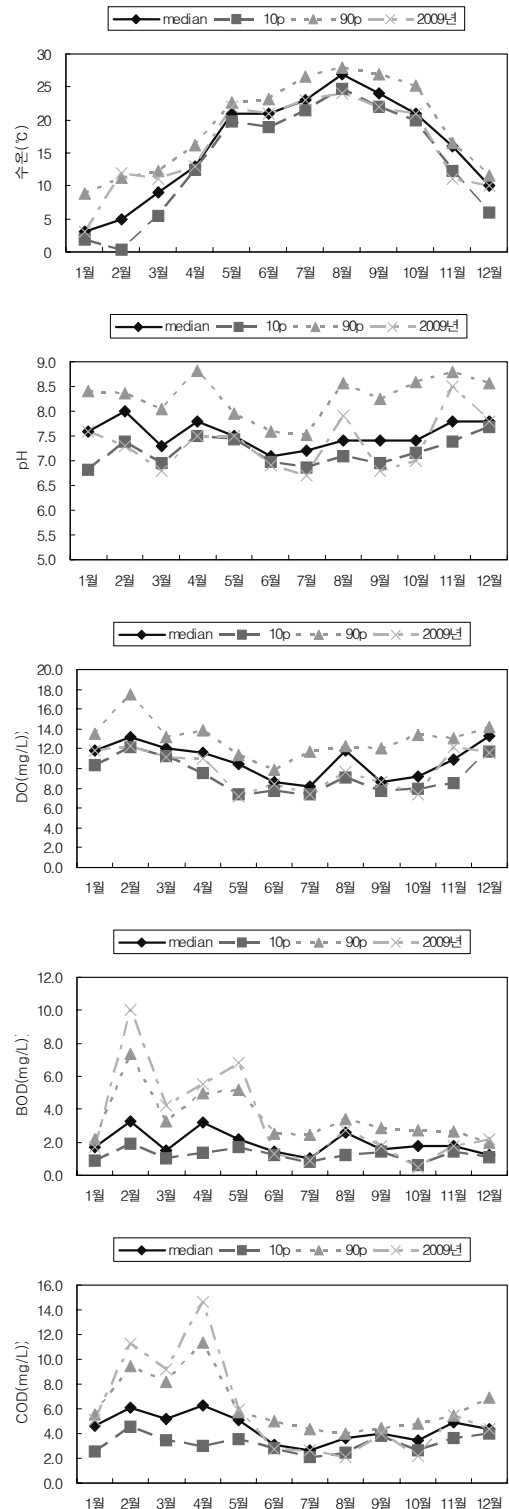
수온의 경우 17~19℃를 유지하는 것으로 조사되었으며, pH는 2007년 7.8로 약간 높고 그 외는 7.4~7.5로 일정한 pH를 유지하였다. DO의 경우 2005년 12.3mg/L에서 2009년 10.4mg/L로 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보였으며, BOD는 2005년 1.5mg/L에서 2009년 2.0mg/L로 시간 경과에 따라 약간 증가하는 경향을 보이고 있다. COD의 경우 2005년~2007년 3.8~4.2mg/L에서 2008년 이후 4.7mg/L로 약간 증가한 것으로 나타났으며, SS는 2005년 4.3mg/L에서 2008년 7.6mg/L로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하다 2009년 3.1mg/L로 감소한 것으로 나타났다. T-N의 경우도 2005년 2.465 mg/L에서 2009년 4.357mg/L까지 증가하는 것으로 조사되었으며, T-P도 2006년 0.050mg/L에서 2009년 0.367mg/L까지 증가하는 것으로 나타났다. 2008년과 2009년은 90p 농도가 높음으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. Chl-a는 5.7~10.9로 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타났으며, 2009년에는 90p 농도가 높음으로서 T-P와 마찬가지로 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. 전기전도도는 2007년 205μmhos/cm에서 2009년 585μmhos/cm로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 보였다.

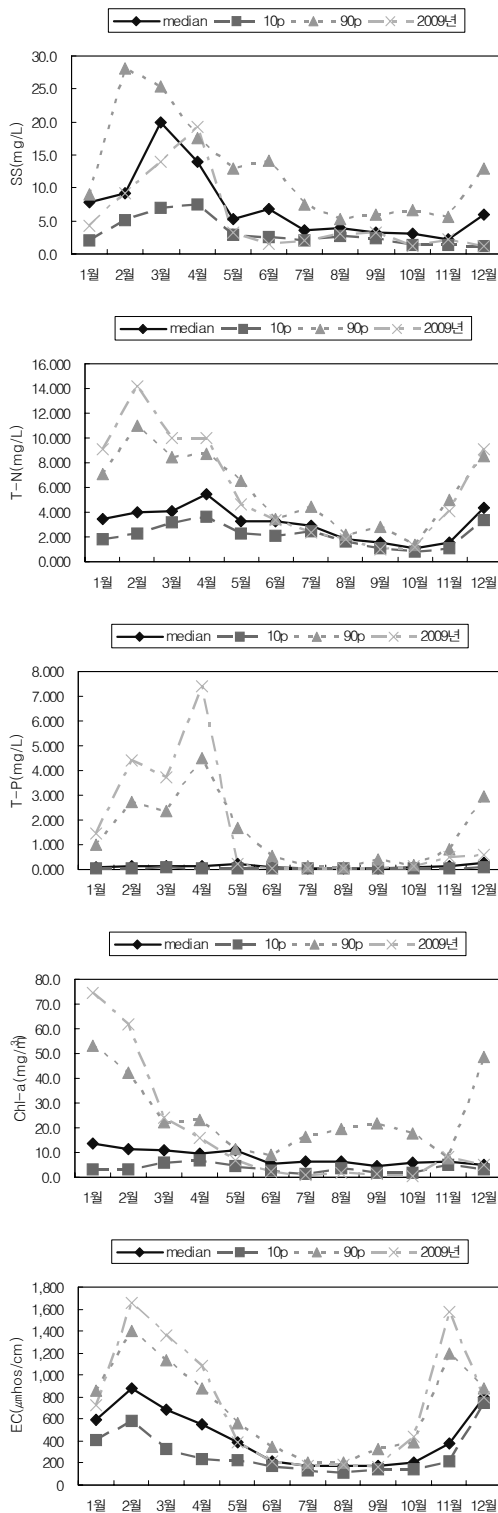


<그림 47> 고성천의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

고성천의 수온은 겨울 3~10℃, 여름 21~27℃로 조사되었으며, pH는 겨울인 2월 8.0으로 가장 높은 것으로 조사되고 6월 7.1로 가장 낮은 pH에서 12월 7.8까지 시간 경과에 점차적으로 증가하는 것으로 나타났다. DO의 경우 수온의 영향으로 겨울 11.8~13.2mg/L로 높고, 여름 7월과 9월은 8.2~8.6mg/L로 낮은 용존산소를 유지하는 것으로 조사되었으나 8월은 11.8mg/L로 상대적으로 높은 용존산소를 유지한 것으로 나타났다. BOD는 특별한 계절적 경향이 나타나고 있지 않으며, 2월과 4월에 3.2~3.3mg/L로 높고 12월 1.2mg/L로 낮은 농도를 나타내었다. COD의 경우 2월과 4월 6.1~6.3mg/L로 높은 농도에서 감소하다 6월과 7월 2.6~3.1mg/L로 낮은 농도를 유지하는 것으로 조사되었다. SS는 3월 20.0mg/L 최고 농도에서 감소하여 7~11월 2.3~3.6mg/L로 일정한 농도를 유지하는 것으로 조사되었다. T-N의 경우 봄철인 4월 5.475mg/L까지 증가하다 늦가을 11월 1.574mg/L까지 시간 경과에 따라 감소하는 경향을 보이고 있으며, T-P는 봄철인 5월 0.230mg/L까지 증가하다 여름인 7~8월 0.037~0.045mg/L로 감소한 후 겨울로 갈수록 다시 증가하는 것으로 나타났다. Chl-a는 1월 13.8mg/m<sup>3</sup>에서 12월 5.0mg/m<sup>3</sup>까지 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보이고 있으며, 전기전도도는 겨울인 2월 875 $\mu$ mhos/cm에서 7~9월 169~174 $\mu$ mhos/cm로 감소하다 다시 증가하는 것으로 나타났다. 고성천은 수온, pH 및 DO를 제외한 모든 항목에서 2009년 봄과 겨울에 90p 보다 높은 농도로 조사되어 수질이 상당히 악화된 것으로 나타났다.





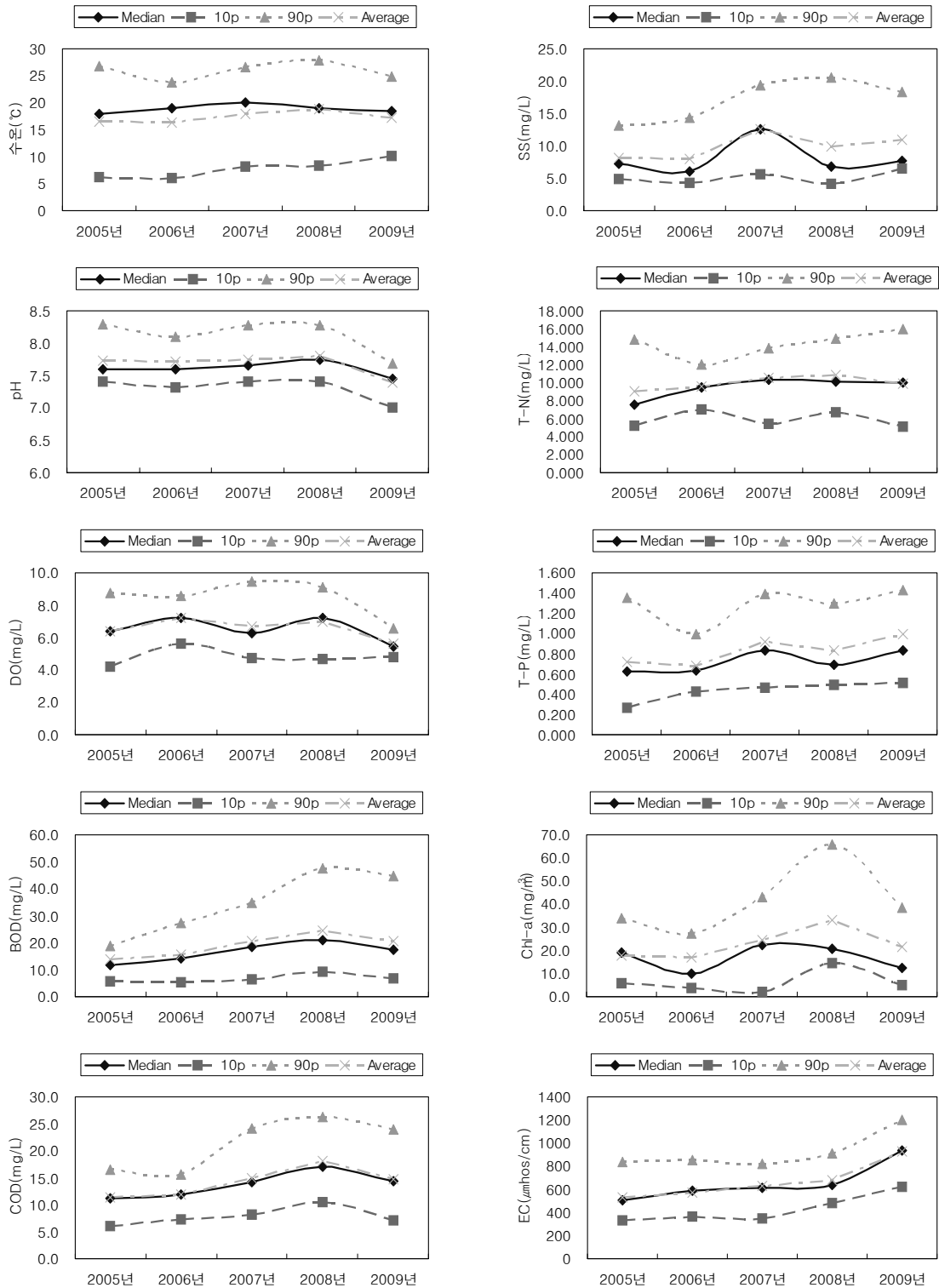
<그림 48> 고성천의 월별 수질 변화

## 마. 양덕천

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

양덕천 조사지점은 마산시 양덕동 산호교이다.

수온의 경우 2007년 20℃로 최고 수온을 나타내었으며, 그 외는 18~19℃로 비슷한 수온을 유지하였다. pH는 2005년 7.6에서 2008년 7.8로 약간 증가하다 2009년 7.5로 감소하는 경향을 보였으며, DO의 경우 2006년과 2008년에는 7.2mg/L로 높은 용존산소를 유지하고 2009년에는 5.5mg/L로 낮은 용존산소를 유지하는 것으로 조사되었다. BOD는 2005년 11.6mg/L에서 2008년 21.0mg/L로 증가하다 2009년 17.3mg/L로 감소하는 경향을 보였으며, COD 또한 BOD와 마찬가지로 2008년 17.1mg/L까지 증가하다 2009년 14.3mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. SS는 2007년 12.6mg/L 최고 농도, 2006년 6.0mg/L 최저 농도를 나타내었으며, T-N의 경우 2005년 7.589mg/L에서 2007년 10.359mg/L로 증가하다 그 후 10.062~10.066mg/L로 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. T-P는 2007년과 2009년 0.829~0.835mg/L로 높은 농도를 나타내고, 그 외는 0.628~0.691mg/L로 낮은 농도를 나타내었다. Chl-a는 2006년 10.1mg/m³로 최저 농도를 나타내고, 2007년 22.3mg/m³ 최고 농도에서 2009년 12.5mg/m³까지 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 것으로 나타났으며, 전기전도도는 2005년 504µmhos/cm에서 2009년 934µmhos/cm까지 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 보였다.

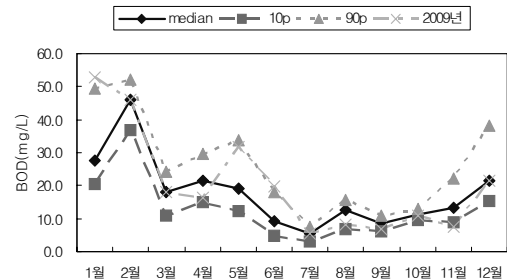
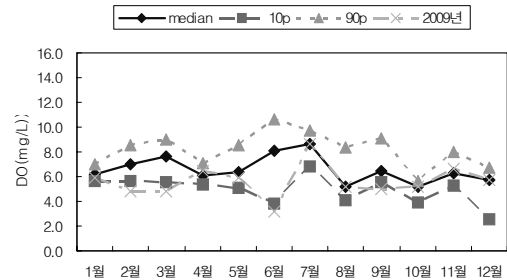
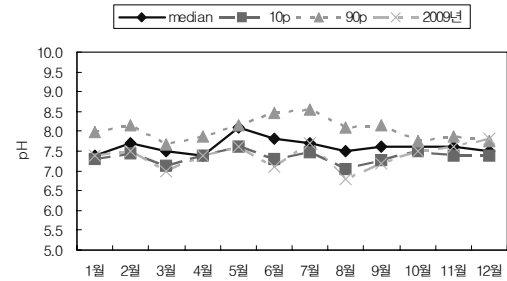
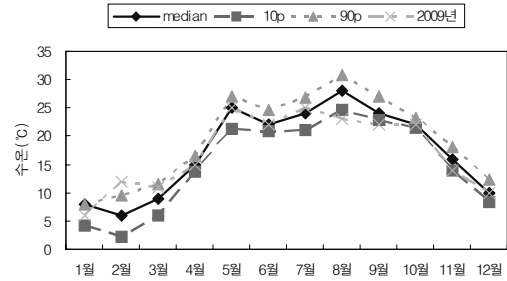


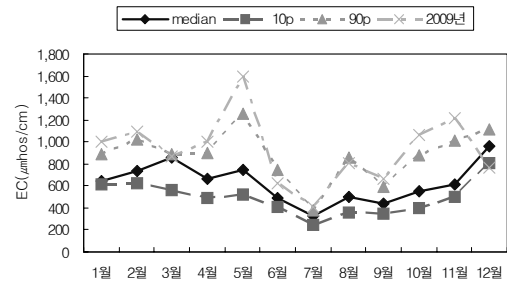
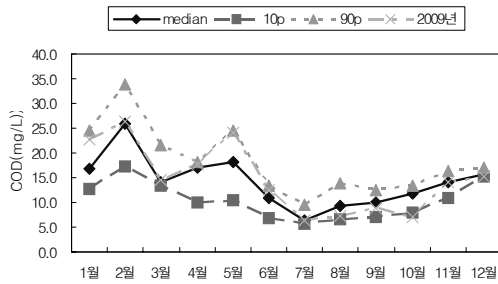
<그림 49> 양덕천의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

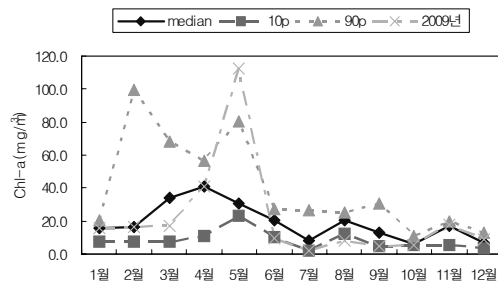
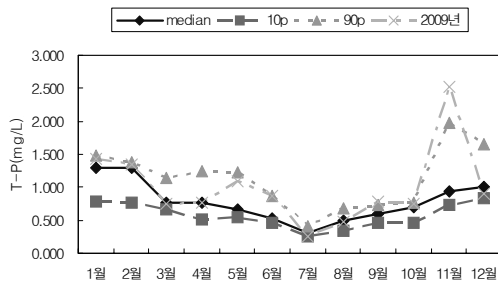
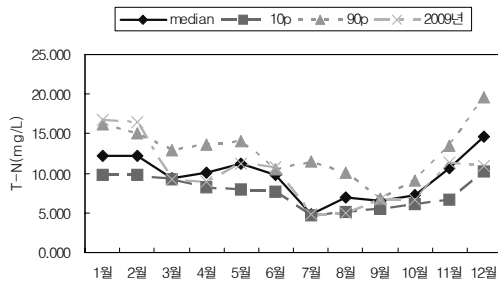
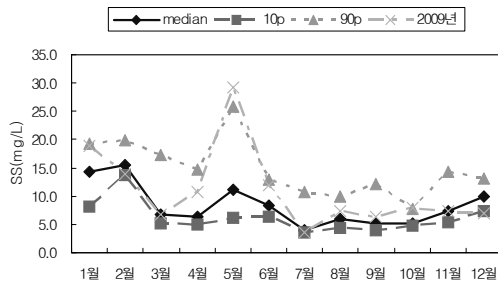
양덕천의 수온은 겨울 6~10℃, 여름 22~28℃로 나타났으며, 봄철인 5월은 25℃로 다른 하천에 비해 상대적으로 높은 수온을 유지한 것으로 나타났다. pH는 봄철인 5월 8.1로 가장 높은 pH를 나타내었으며, 그 외는 7.4~7.8로 일정한 pH를 유지하였다. DO는 다른 하천과 달리 수온에 따른 계절적 경향을 나타내고 있지 않으며, 여름인 7월 8.6mg/L로 가장 높은 용존산소를 유지하고 8월과 10월 5.2mg/L로 최저 농도를 유지하는 것으로 나타났다. BOD의 경우 겨울인 2월 46.0mg/L 최고 농도에서 강우가 많은 7월 5.4mg/L까지 감소하는 경향을 보이다 다시 증가하는 것으로 나타났다. COD도 BOD와 마찬가지로 겨울인 2월 25.8mg/L로 최고 농도에서 강우가 많은 7월 6.4mg/L까지 감소하는 경향을 보이다 다시 증가하는 것으로 나타났다. SS의 경우 겨울인 2월 15.6mg/L로 최고 농도를 나타내고 강우가 많은 7월에 4.0mg/L로 최저 농도를 유지하다 시간 경과에 따라 점차적으로 약간 증가하는 것으로 조사되었다. 2009년 5월에는 29.2mg/L로 조류의 이상번식에 의해 90p 농도보다 높은 농도를 나타내었다. T-N는 겨울 12.2~14.7mg/L에서 여름인 7월 4.7mg/L까지 감소하다 다시 증가하는 경향을 보이고 있으며, T-P 또한 T-N과 마찬가지로 겨울 1.298~1.300mg/L에서 여름인 7월 0.302mg/L까지 감소하다 다시 증가하는 경향을 보였으며 2009년 11월에는 2.515mg/L로 아주 높은 농도를 나타내었다. Chl-a는 봄철인 4월 40.9mg/m<sup>3</sup>까지 증가하다 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보이고 있으며, 2009년 5월에는 112.5mg/m<sup>3</sup>로 높게 나타나 조류가 이상 번식한 것으로 조사되었다. 전기전도도는 봄철인 3월 857μmhos/cm 최고 농도에서 여름인

7월 325μmhos/cm 최저 농도까지 감소하다 다시 증가하는 경향을 보이고 있으며, 2009년 5월에는 조류의 영향으로 아주 높은 전기전도도를 유지하였다.





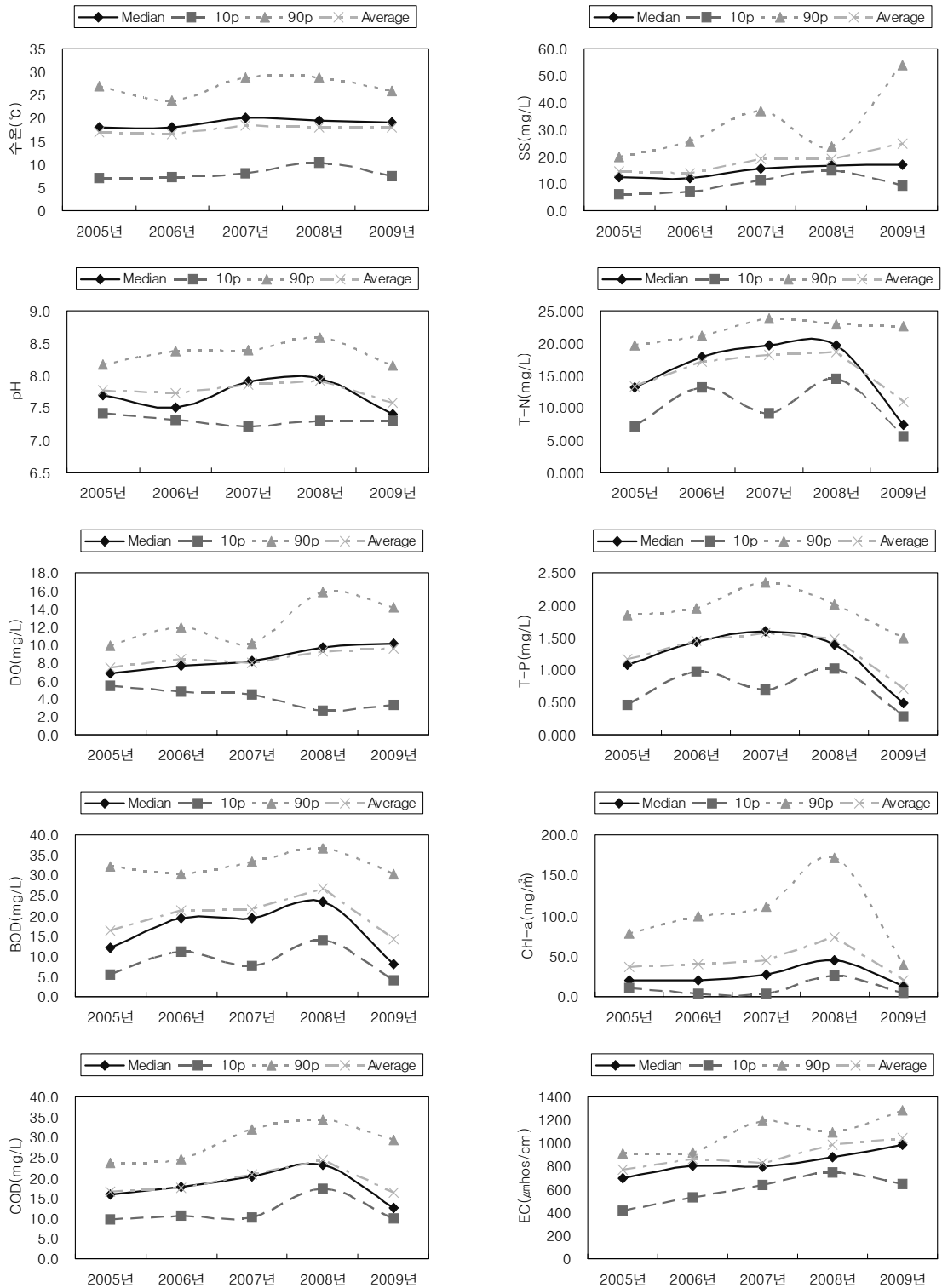
<그림 50> 양덕천의 월별 수질 변화



## 바. 내동천

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

내동천 조사지점은 창원시 차롱동 차롱교이다. 수온의 경우 2005년, 2006년은 18℃를 유지하다 2007년, 2008년에 20℃로 상승하는 것으로 조사되었으며, pH는 2007년과 2008년 7.9~8.0, 2006년과 2009년 7.4~7.5로 시간 경과에 따라 pH 변화가 다소 큰 것으로 나타났다. DO의 경우 2005년 6.9에서 2009년 10.1mg/L로 시간 경과에 따라 용존산소의 농도가 증가하는 것으로 조사되었으며, BOD는 2005년 12.2mg/L에서 2008년 23.5mg/L로 증가하다 2009년 8.0mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. COD도 BOD와 마찬가지로 2005년 15.8mg/L에서 2008년 23.2mg/L로 증가하다 2009년 12.6mg/L로 감소하는 것으로 조사되었으며, SS는 2005년 12.3mg/L에서 2009년 17.0mg/L로 시간 경과에 따라 약간 증가하는 경향을 보였다. T-N의 경우 2005년 13.145mg/L에서 2008년 19.746mg/L로 증가하다 2009년 7.424mg/L로 감소하는 것으로 조사되었으며, T-P 또한 2005년 1.087mg/L에서 2007년 1.596mg/L로 증가하다 2009년 7.424mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. Chl-a의 경우 2005년 20.0mg/m³에서 2008년 44.8mg/m³로 증가하다 2009년 13.6mg/m³로 감소하는 경향을 보이고 있으며, 전기전도도는 2005년 694μmhos/cm에서 2009년 989μmhos/cm로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 보이고 있다.

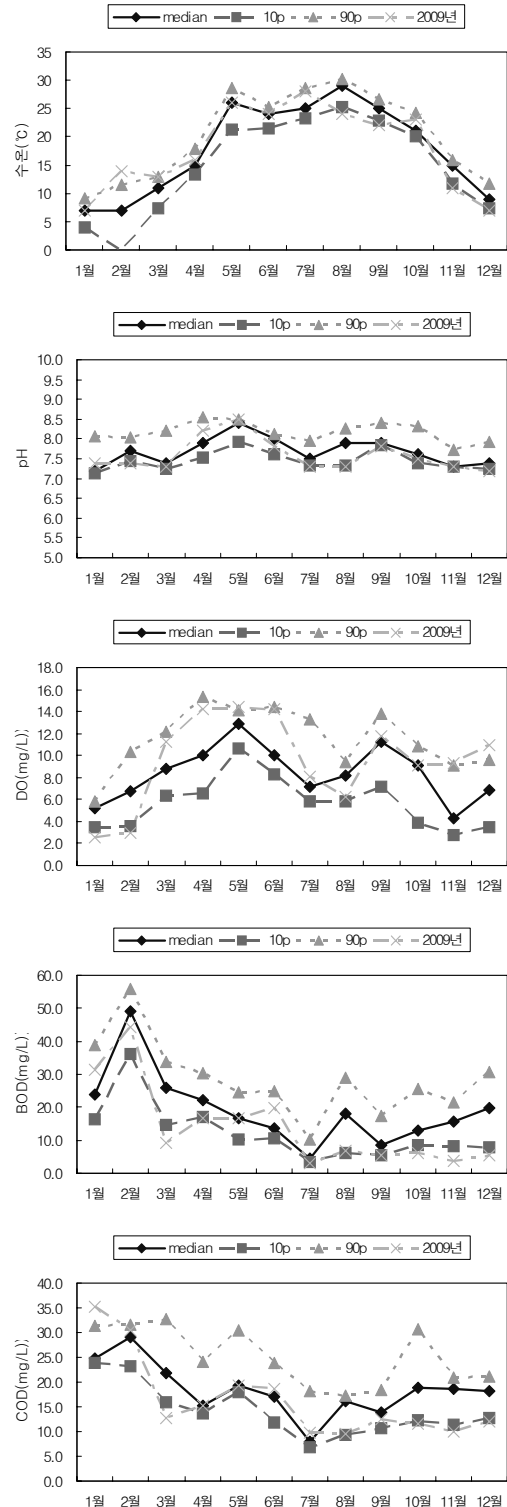


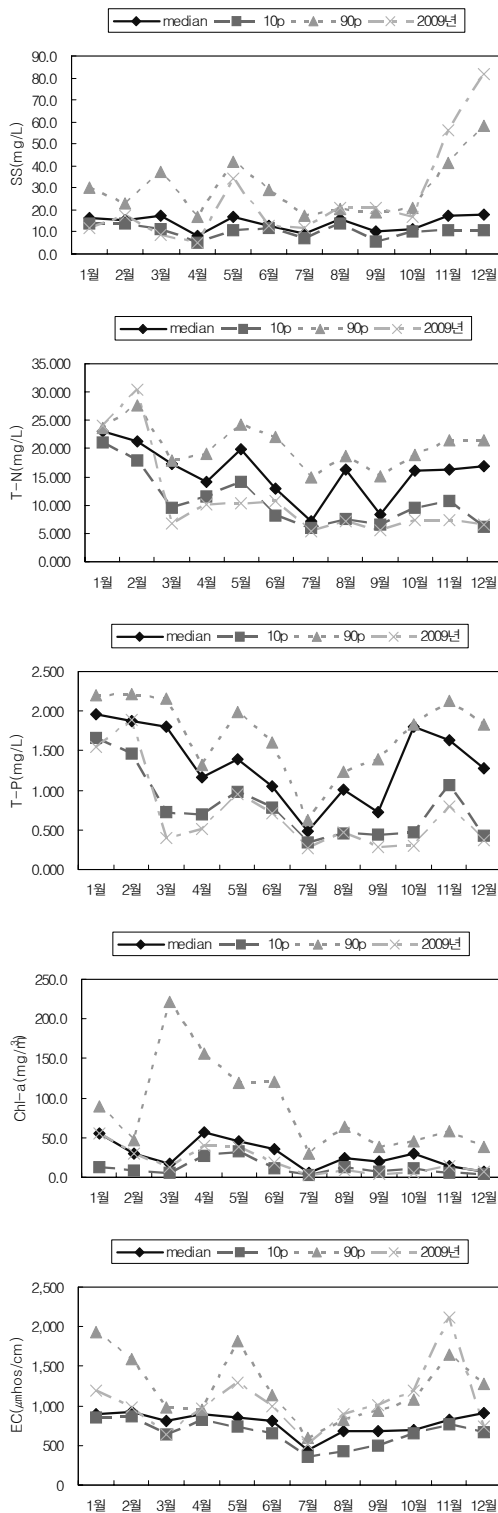
<그림 51> 내동천의 년별 수질 변화



## (2) 월별 오염물질 농도 변화

내동천의 수온은 겨울 7~9℃, 여름 24~29℃로 나타났으며, 봄철인 5월에 26℃로 6,7월 보다 높은 수온을 유지하는 것으로 조사되었다. pH의 경우 5월과 6월 8.0~8.5로 약 알칼리성으로 조사되고, 그 외는 7.3~7.9로 중성으로 나타났다. DO는 계절적 특성을 나타내지 않고 있으며, 봄철인 5월에 12.9mg/L로 최고 용존산소 농도를 유지하고 11월에 4.3mg/L로 최저 용존산소를 유지하는 것으로 나타났다. BOD는 겨울인 2월에 49.0mg/L로 최고 농도에서 강우가 많은 여름인 7월에 4.2mg/L 최저 농도로 감소하다 다시 증가하는 경향을 보이고 있으며, COD도 BOD와 마찬가지로 겨울인 2월에 29.1mg/L 최고 농도에서 강우가 많은 여름인 7월에 7.9mg/L 최저 농도로 감소하다 다시 증가하는 것으로 조사되었다. SS는 강우가 많은 여름인 7월 7.2mg/L 최저 농도에서 갈수기인 겨울 12월 18.0mg/L 최고 농도로 조사되었으며, 2009년 12월에는 82.0mg/L로 아주 높은 농도로 조사되었다. T-N의 경우 특별한 계절적 경향을 보이고 있지 않고 있으며, 2009년에는 10p 농도 수준으로 낮은 농도를 나타내었다. T-P는 겨울인 1월 1.954mg/L로 최고 농도에서 여름인 7월 0.488mg/L 최저 농도로 감소하다 다시 증가하는 경향을 보였으며, 2009년에 T-N과 마찬가지로 10p 농도 수준으로 낮은 농도를 나타내었다. Chl-a는 봄철인 4월 57.3mg/m<sup>3</sup>로 최고 농도를 나타내고 강우가 많은 7월 6.2mg/m<sup>3</sup>로 최저 농도를 나타내었다. 전기전도도는 강우가 많은 7월 437 $\mu$ mhos/cm로 최저 농도를 나타내고 그 외는 422~921 $\mu$ mhos/cm로 비슷한 값을 유지하는 것으로 나타났다.





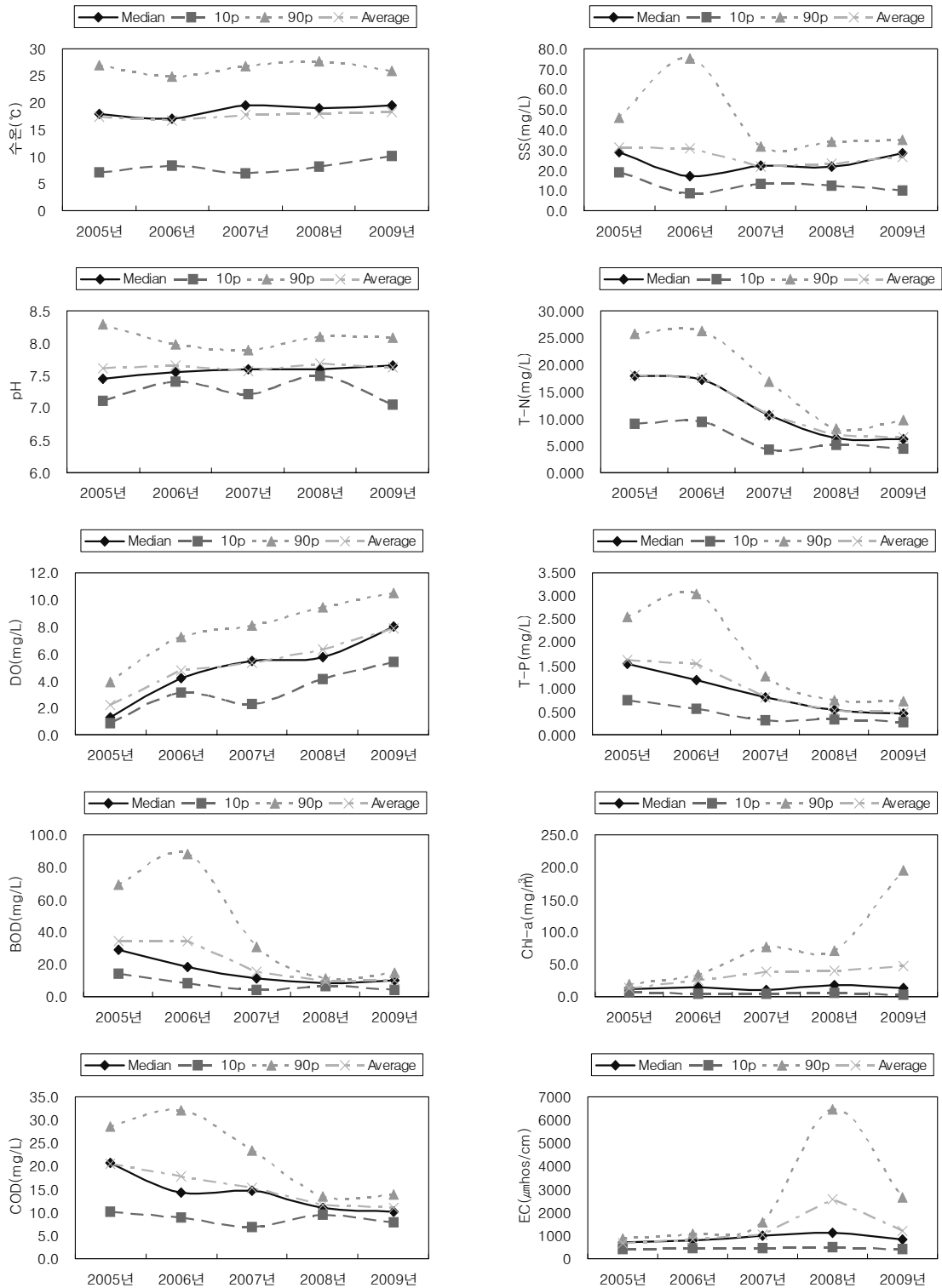
<그림 52> 내동천의 월별 수질 변화

## 사. 창원천

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

창원천 조사지점은 창원시 삼동동 용원교이다.

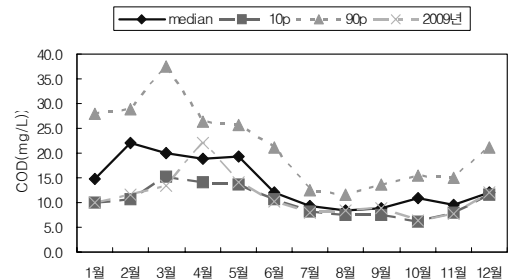
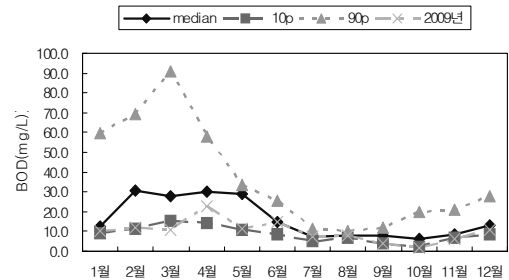
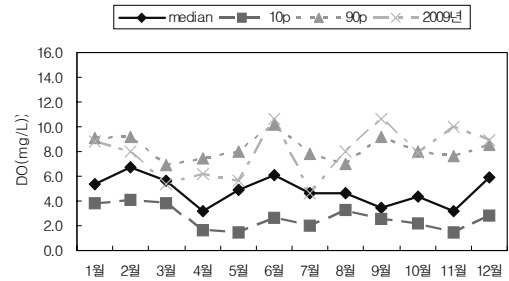
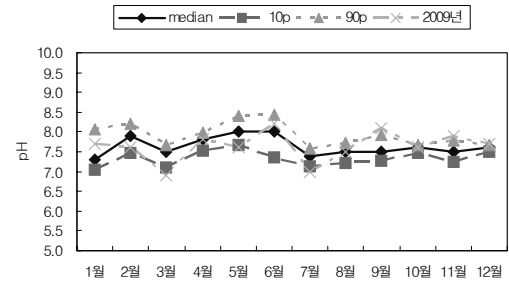
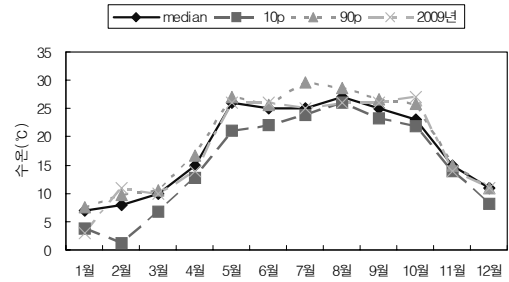
수온의 경우 2005년과 2006년은 17~18℃로 약간 낮고, 2007년~2009년은 19~20℃로 약간 높은 수온을 유지하였다. pH는 7.5~7.7로 거의 비슷한 중성을 띄었으며, DO의 경우 2005년 1.3mg/L에서 2009년 8.0mg/L로 증가하는 경향을 보였다. BOD는 2005년 28.8mg/L에서 2009년 10.3mg/L로 감소하는 경향을 보이고 있으며, COD도 BOD와 마찬가지로 2005년 20.8mg/L에서 2009년 10.1mg/L로 감소하는 경향을 나타내었다. S S의 경우 2006년 17.0mg/L에서 2009년 28.4mg/L로 시간 경과에 따라 증가하는 경향을 보이고 있으며, T-N은 2005년 18.006mg/L에서 2009년 6.159mg/L로 감소하는 경향을 보이고, T-P도 T-N과 마찬가지로 2005년 1.540mg/L에서 2009년 0.465mg/L로 감소하는 경향을 보였다. Chl-a는 10.2~17.1로 거의 비슷한 농도를 유지하는 것으로 조사되었으나, 2009년은 90p 농도가 높아 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. 전기전도도는 2005년 699µmhos/cm에서 2008년 1100µmhos/cm으로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하다 2009년 836µmhos/cm으로 감소하는 것으로 나타났다.

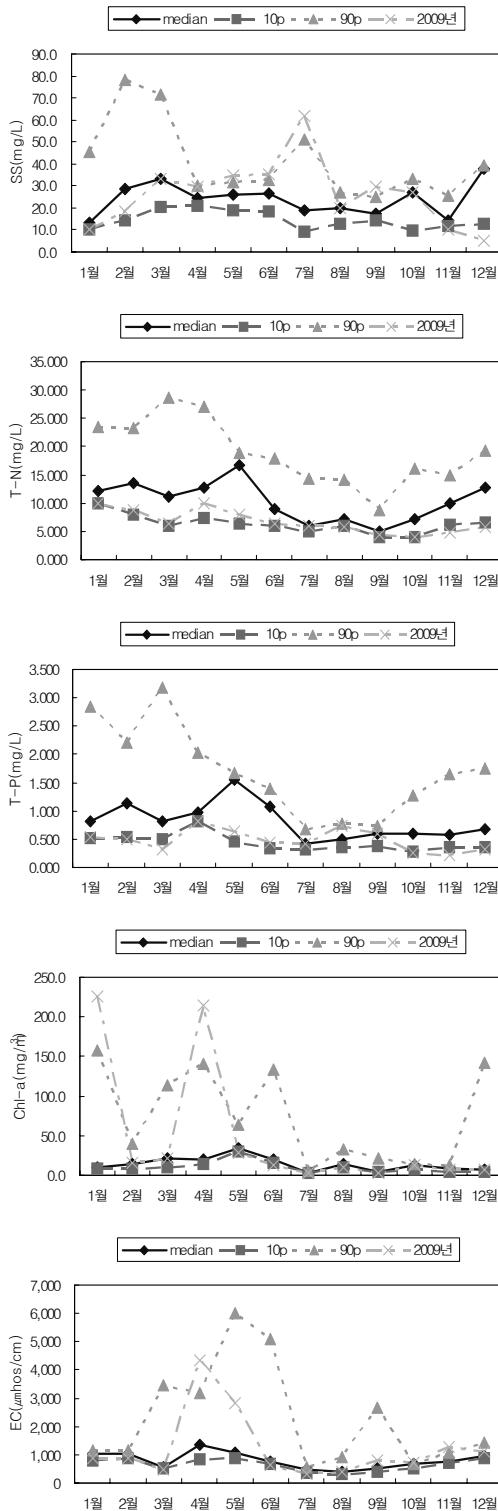


<그림 53> 창원천의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

창원천의 수온은 겨울에 7~11℃로 나타났으며, 창원천은 다른 하천과 달리 봄철인 5월부터 가을인 10월까지 23~27℃로 거의 일정한 수온을 유지하는 것으로 나타났다. pH는 5, 6월에 8.0으로 약 알칼리성으로 높게 나타나고, 그 외는 7.5~7.8로 중성으로 일정한 pH를 유지하는 것으로 조사되었다. DO의 경우 4월과 11월 3.2mg/L로 최저 농도를 나타내고 2월에 6.7mg/L로 최고 용존산소 농도를 유지하는 것으로 나타났다. BOD는 2~5월에 27.6~30.6mg/L로 높은 농도를 유지하였고, 7~11월에 6.3~8.3mg/L로 낮은 농도를 유지하는 것으로 나타났으며, COD도 BOD와 마찬가지로 2~5월에 18.8~22.0mg/L로 높은 농도를 유지하였고, 강우가 많은 7~9월에 8.5~9.4mg/L로 낮은 농도를 유지하는 것으로 나타났다. SS는 겨울인 12월 33.0mg/L로 최고 농도를 나타내었으며, 4월에서 10월까지 17.2~27.3mg/L로 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. T-N의 경우 1월 12.0mg/L에서 점차 증가하여 봄철인 5월 16.7mg/L 최고 농도에서 9월 5.0mg/L 최저 농도까지 감소하다 다시 증가하는 경향을 보이고 있으며, T-P도 T-N과 비슷하게 봄철인 5월 1.552mg/L 최고 농도에서 7월 0.414mg/L 최저 농도까지 감소하다 다시 증가하는 경향을 보였다. Chl-a의 경우도 봄철인 5월 33.7mg/m<sup>3</sup>으로 최고 농도로 나타났으며, 전기전도도는 봄철인 4월 1,350 $\mu$ mhos/cm로 최고치를 나타내었다. 창원천의 90p 농도는 계절적 특징을 나타내지 않는 것으로 나타났다.





<그림 54> 창원천의 월별 수질 변화

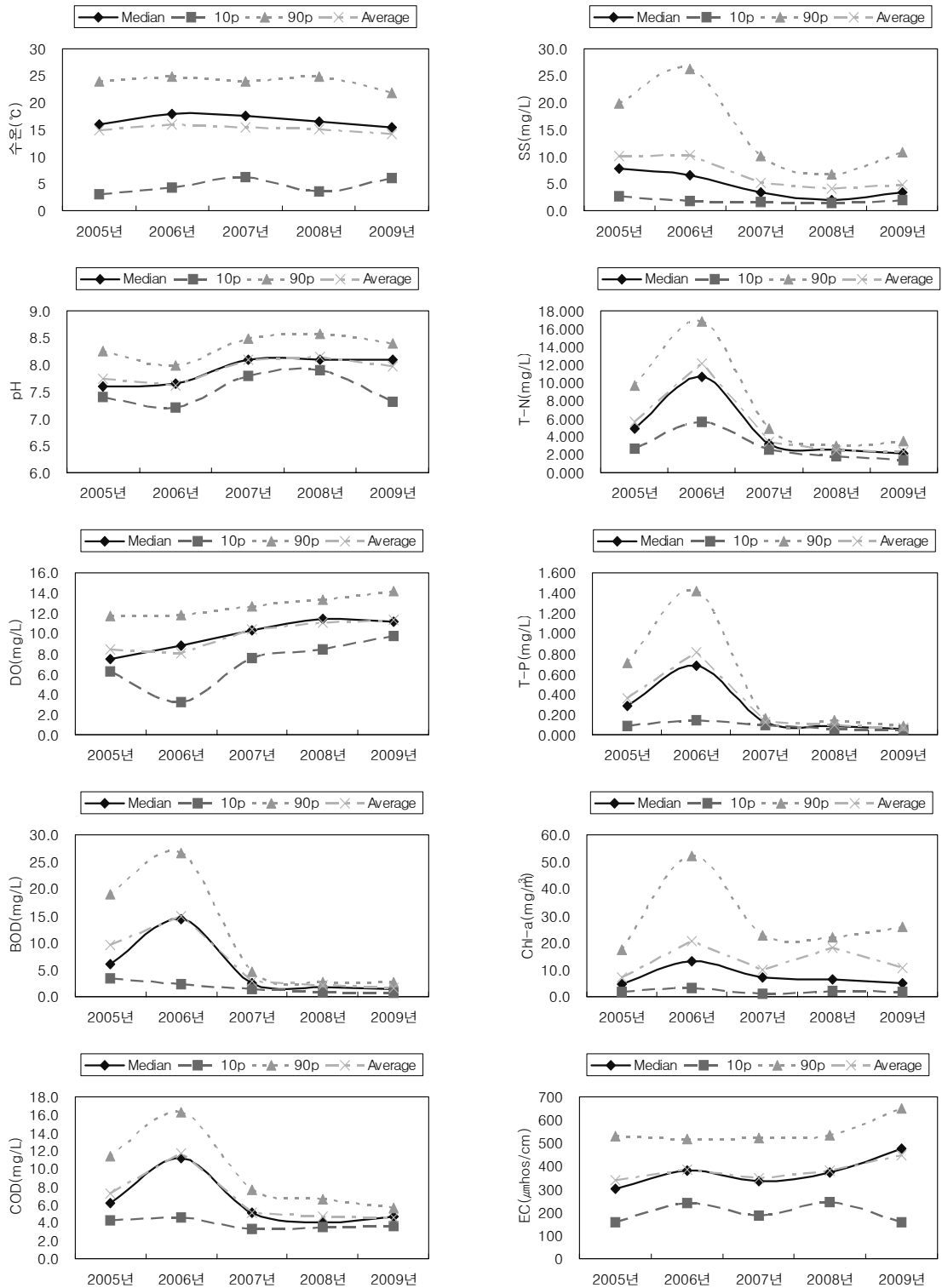
## 4. 도시관류

### 가. 신어천1

#### (1) 년별 오염물질 농도 변화

신어천1 조사지점은 김해시 삼정동 어방교이다.

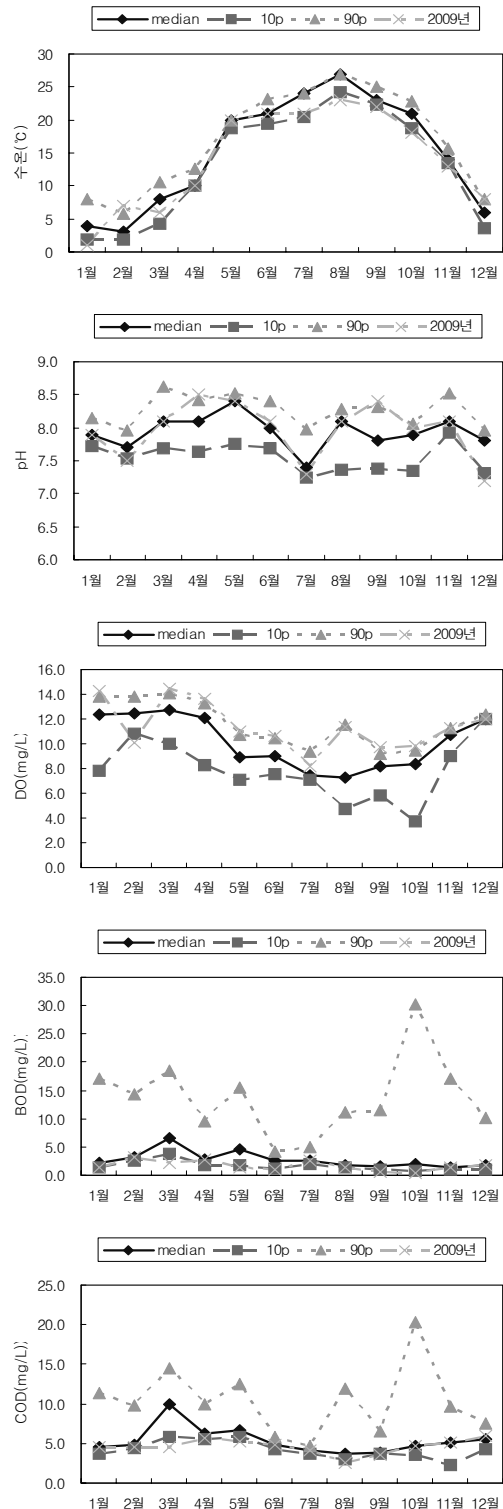
수온의 경우 2006년 18℃에서 2009년 16℃로 시간 경과에 따라 감소하는 경향을 보이고 있으며, pH는 2005년과 2006년에 7.6~7.7로 중성으로 조사되고, 2007년~2009년에 8.1로 약 알칼리성으로 나타났다. DO의 경우 2005년 7.5mg/L에서 2009년 11.2mg/L로 시간 경과에 따라 증가하는 것으로 나타났으며, BOD는 2006년 14.4mg/L로 아주 높은 농도로 나타났으며, 그 외는 1.4~2.4mg/L로 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타났으며, COD도 BOD와 마찬가지로 2006년 11.2mg/L로 아주 높은 농도로 나타났으며, 그 외는 5.2~4.7mg/L로 일정한 농도를 유지하는 것으로 조사되었다. SS의 경우 2005년 7.8mg/L에서 2008년 2.0mg/L로 시간 경과에 따라 감소하다 2009년 3.3mg/L로 약간 증가하는 경향을 보였다. T-N과 T-P도 BOD 및 COD와 마찬가지로 2006년에 각각 1.0649mg/L, 0.681mg/L로 가장 높은 농도로 나타났으며, 그 외는 각각 3.199~2.114mg/L, 0.119~0.060mg/L로 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. Chl-a는 2006년 13.3mg/m³에서 2009년 5.1mg/m³로 시간 경과에 따라 감소하는 경향을 보이고 있으며, 전기전도도는 2005년 304μmhos/cm에서 2009년 478μmhos/cm로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 것으로 나타났다.

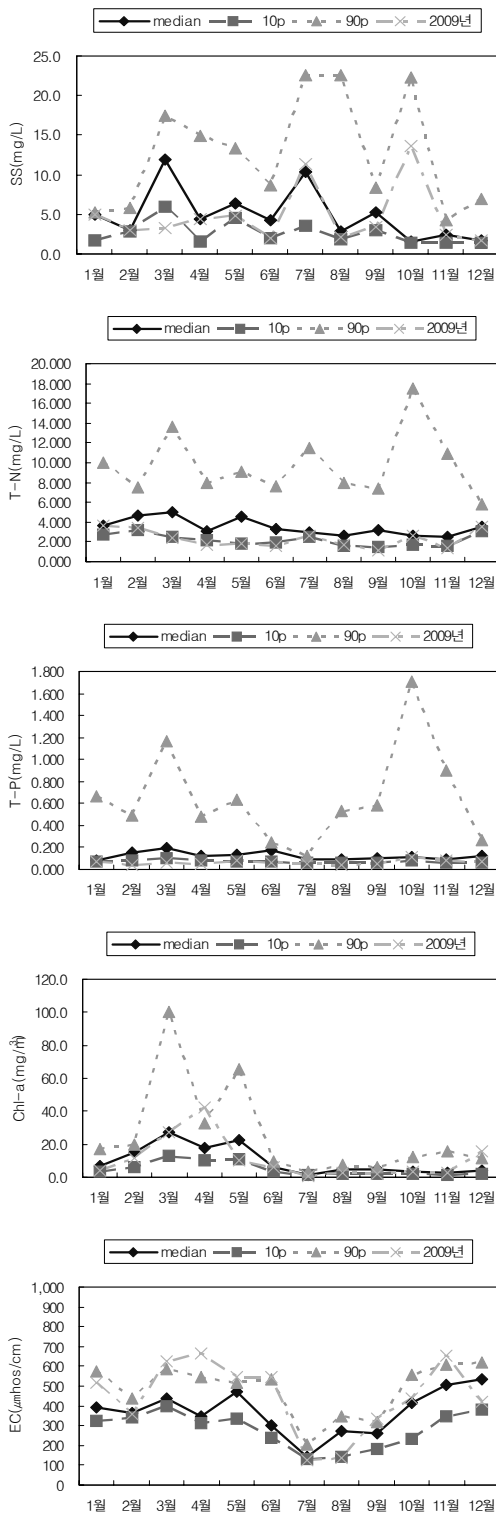


<그림 55> 신어천1의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

신어천1의 수온은 겨울 3~6℃, 여름 21~27℃로 나타났으며, pH는 특별한 계절적 경향을 보이고 있지 않으며, 7.4~8.4로 다른 하천보다 약간 pH가 높은 것으로 조사되었다. DO의 경우 겨울 12.0~12.5mg/L로 높고, 여름 7.3~7.5mg/L로 수온에 따른 경향을 나타내었다. BOD는 봄철인 3월 6.5mg/L에서 겨울 12월 1.7mg/L까지 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보였으며, COD도 봄철인 3월 10.0mg/L에서 여름 8~9월 3.7~3.8mg/L로 감소하다 겨울 12월 5.5mg/L로 다시 증가하는 것으로 나타났다. SS는 계절적 특별한 경향을 보이고 있지 않으며, 봄철인 3월 12.0mg/L로 가장 높고 가을인 10월 1.6mg/L로 가장 낮은 농도를 나타내었다. T-N의 경우 2~3월 4.606~4.970mg/L로 약간 높고 10~11월 2.518~2.611mg/L로 약간 낮은 농도를 나타내었으며, T-P는 0.087~0.171mg/L로 거의 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. Chl-a는 봄철인 3~5월에 17.8~27.2mg/m<sup>3</sup>로 높은 농도로 조사되고 그 외는 1.6~5.8mg/m<sup>3</sup>으로 낮은 농도에서 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났으며, 전기전도도는 1~5월 344~471μmhos/cm로 비슷한 값을 유지하다 강우가 많은 7월 142μmhos/cm 최저 값에서 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 나타내었다.





<그림 56> 신어천1의 월별 수질 변화

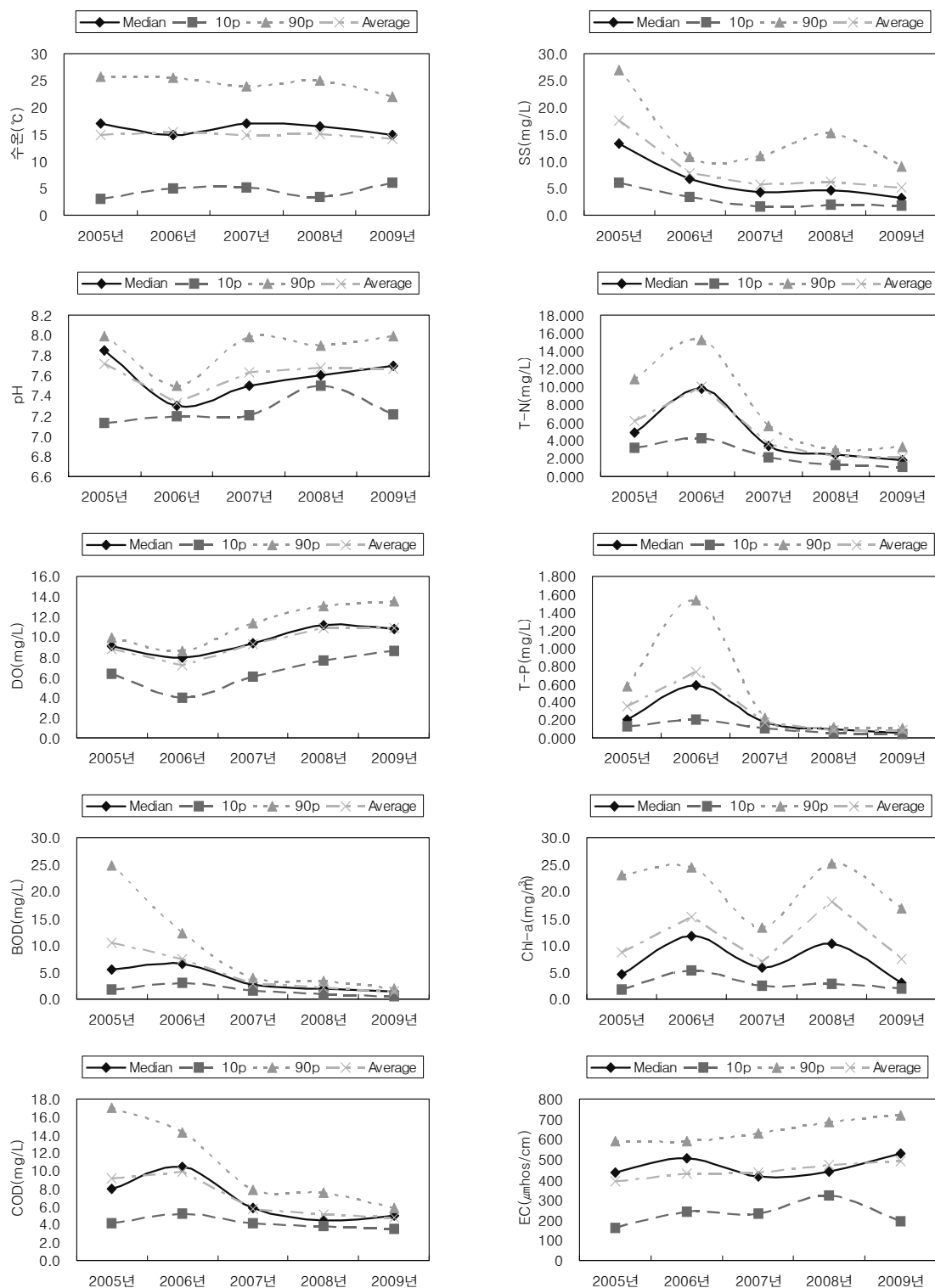
## 나. 신어천2

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

신어천2 조사지점은 김해시 어방동 초선대 교이다.

수온의 경우 2006년, 2009년은 15℃ 그 외는 17℃로 나타났으며, pH는 2005년 7.9로 높았고 2006년 7.3으로 낮아졌다 2009년 7.7로 시간 경과에 따라 약간 증가하는 것으로 나타났다. DO의 경우 2006년 8.0mg/L에서 2009년 10.8mg/L로 시간 경과에 따라 증가하는 것으로 조사되었으며, BOD는 2006년 6.6mg/L에서 2009년 1.4mg/L로 시간 경과에 따라 감소하는 것으로 나타나고 2005년에는 90p 농도가 높음으로서 농도 변화가 큰 것으로 조사되었다. COD도 BOD와 마찬가지로 2006년 10.4mg/L에서 2009년 5.0mg/L로 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 것으로 나타났으며, SS 또한 2005년 13.4mg/L에서 2009년 3.2mg/L로 감소하는 것으로 조사되었다. T-N과 T-P는 2006년 각각 9.759mg/L, 0.586mg/L로 높은 농도를 나타내고 2007년 이후 각각 1.828~3.460mg/L, 0.055~0.169mg/L로 낮은 농도를 유지하는 것으로 조사되었다. Chl-a는 2006년과 2008년 10.4~11.7mg/m³으로 높은 농도를 나타내고, 그 외는 3.1~5.8mg/L로 낮은 농도를 나타내었으며 전기전도도는 419~532μmhos/cm로 비슷한 값을 유지하였다.

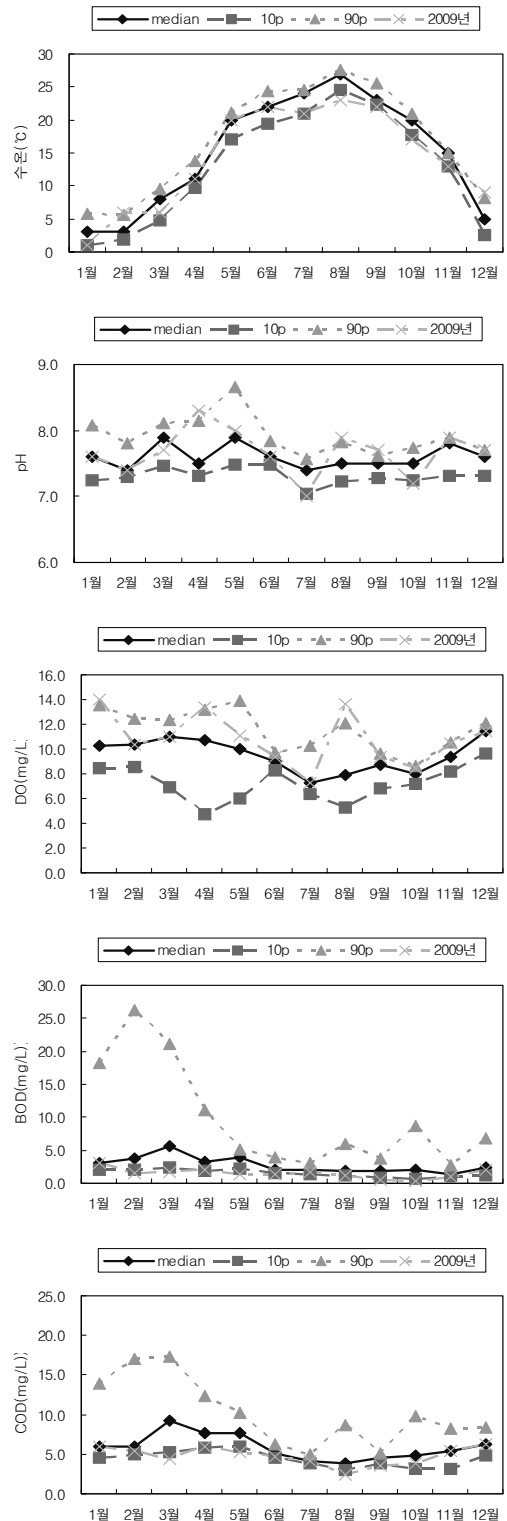


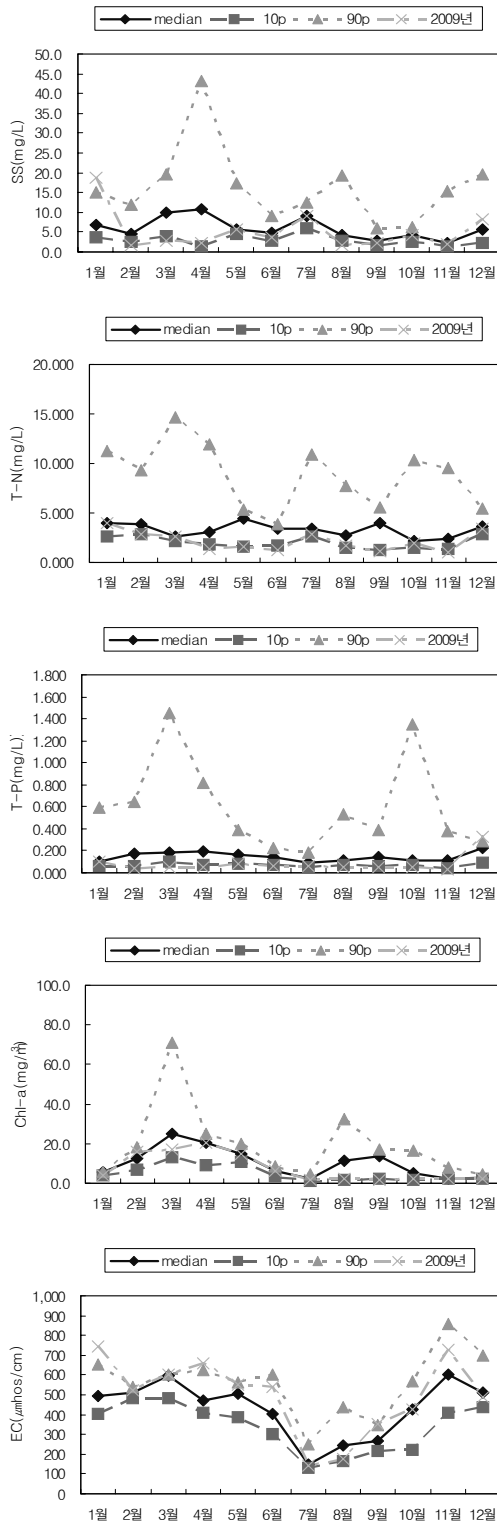


<그림 57> 신어천2의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

신어천2의 수온은 겨울 3~5℃, 여름 22~27℃로 조사되었으며, pH는 7.4~7.9로 중성으로 나타났다. DO의 경우 겨울은 10.3~11.5mg/L로 높고, 7~10월은 7.3~8.7mg/L로 낮은 용존산소를 유지함으로써 계절적 특성을 가지는 것으로 나타났으며, BOD는 봄철인 3월 5.6mg/L로 최고 농도에서 6월 이후 1.8~2.4mg/L로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. COD도 봄철인 3~5월 7.6~9.3mg/L로 높은 농도에서 강우가 많은 7~8월 3.9~4.1mg/L로 감소하다 다시 약간 증가하는 경향을 보이고 있으며, SS는 2.4~10.8mg/L로 특별한 계절적 특성을 나타내지 않았다. T-N과 T-P도 각각 2.128~4.424mg/L, 0.096~0.228mg/L로 특별한 계절적 특성을 나타내지 않았으며, Chl-a는 봄철인 3월 24.8mg/m<sup>3</sup>로 최고 농도에서 강우가 많은 7월 2.1mg/m<sup>3</sup>로 최저 농도를 나타내었으며, 전기전도도는 봄철인 3월 594μmhos/cm에서 강우가 많은 7월 149μmhos/cm로 감소하다 늦가을인 11월 602μmhos/cm로 다시 증가하는 것으로 나타났다.





<그림 58> 신어천2의 월별 수질 변화

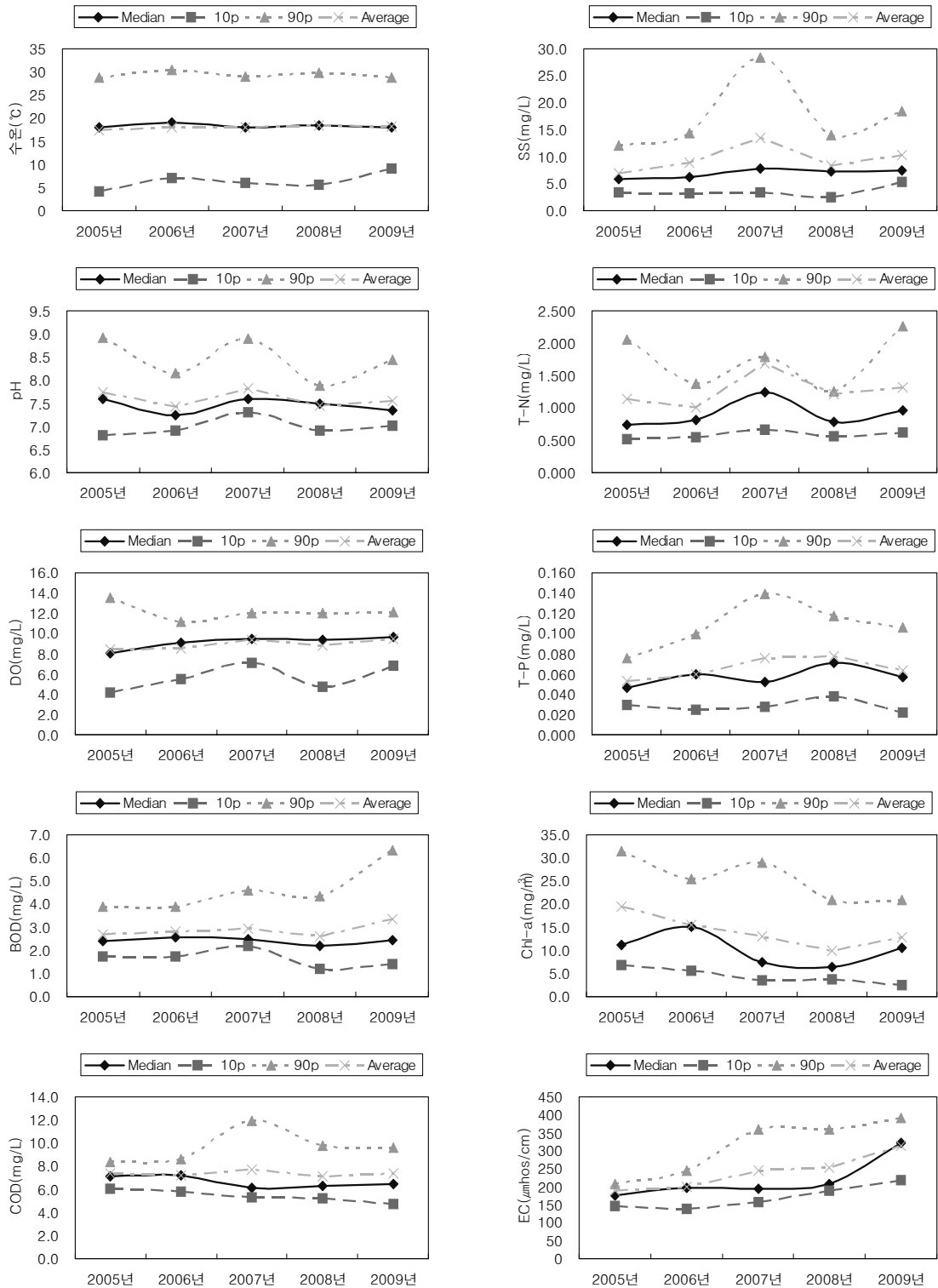
## 5. 호소수

### 가. 주남저수지

#### (1) 년별 오염물질 농도 변화

주남저수지 조사지점은 창원시 동읍 용산리 수문앞이다.

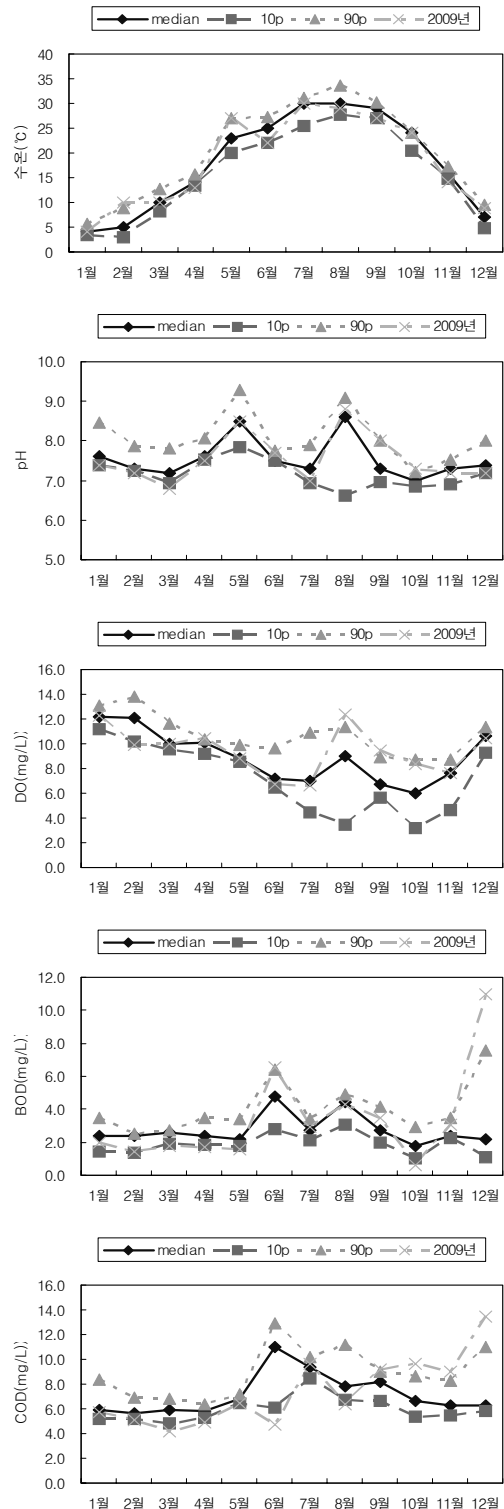
수온의 경우 18~19℃로 일정한 온도를 유지하였으며, pH는 2006년 7.3으로 가장 낮고 2007년 7.6에서 2009년 7.4로 약간 낮아지는 것으로 조사되었다. DO의 경우 2005년 8.1mg/L에서 2009년 9.7mg/L로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하고 있는 추세이며, BOD는 2.2~2.6mg/L로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. COD의 경우 2005년과 2006년 7.2mg/L로 높고 2007년 이후 6.2~6.5mg/L로 높은 농도를 유지하는 것으로 조사되었으며, SS는 2005년 5.8mg/L에서 2009년 7.4mg/L로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 것으로 나타났다. T-N의 경우 2007년 1.249mg/L로 최고 농도를 유지하고 그 외는 0.746~0.969mg/L로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났으며, T-P는 0.047~0.071mg/L로 비슷한 농도를 나타내었다. Chl-a는 2006년 15.2mg/m³ 최고 농도에서 2008년 6.5mg/m³까지 감소하다 2009년 10.6mg/m³으로 다시 증가하는 경향을 보이고 있으며, 전기전도도는 2005년 175μmhos/cm에서 2008년 209μmhos/cm까지 완만한 증가를 보이다 2009년 322μmhos/cm로 급격한 증가를 나타내었다.

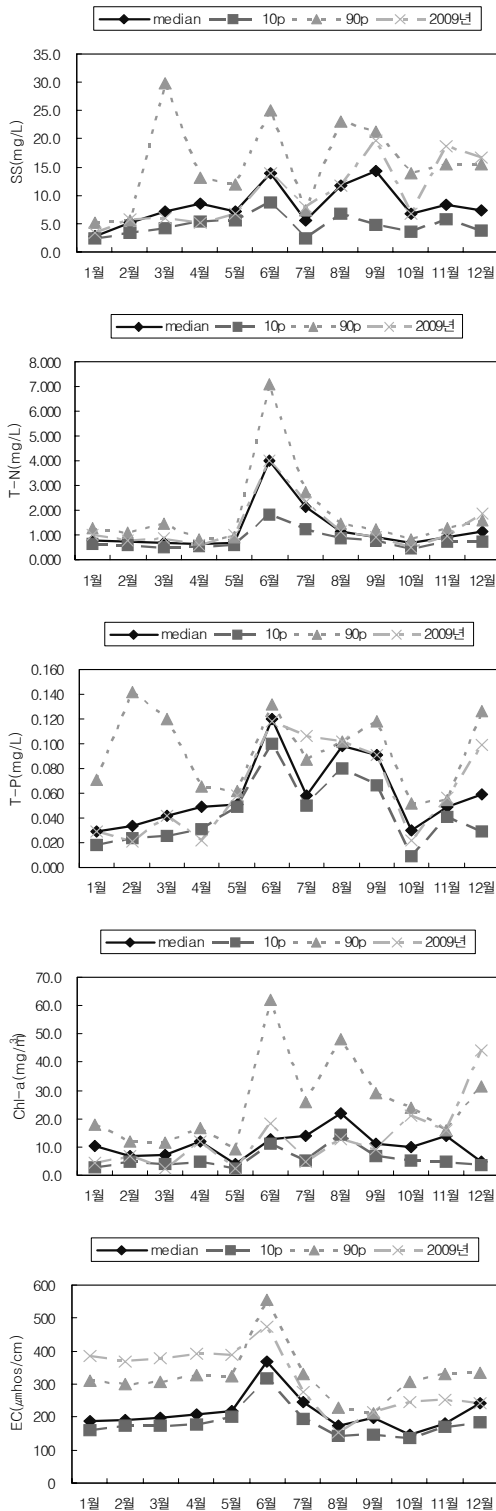


<그림 59> 주남저수지의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

주남저수지의 수온은 겨울 4~7℃, 여름 25~30℃로 조사되었으며, pH는 5월과 8월 8.5~8.6으로 약 알칼리성으로 나타나고 그 외는 7.0~7.6으로 중성으로 조사되었다. DO의 경우 겨울 10.6~12.2mg/L로 용존산소가 높고 여름에는 일반적으로 수온의 영향으로 용존산소가 낮으나 주남저수지는 수온이 높은 8월에 9.0mg/L로 7월과 9월 6.7~7.0mg/L보다 높은 용존산소가 조사되었다. BOD는 여름인 6월과 8월 4.4~4.8mg/L로 높고 그 외는 1.8~2.7mg/L로 비슷한 농도를 나타내었으며, 2009년 12월에는 11.0mg/L로 아주 높은 농도를 유발하였다. COD의 경우 1월 5.6mg/L에서 6월 11.0mg/L까지 증가하다 12월 6.3mg/L까지 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보이고 있으며, SS 또한 1월 2.8mg/L에서 6월 14.0mg/L까지 증가하는 경향을 보이다 9월 1.44mg/L 이후에는 감소하는 것으로 나타났다. T-N의 경우 1~5월까지 0.672~0.795mg/L로 낮은 농도를 유지하다 6월 3.983mg/L 최고 농도에서 시간 경과에 따라 점차적으로 다시 감소하는 경향을 보였으며, T-P는 봄철과 겨울철은 다소 낮은 농도를 나타내고 여름과 가을에 높은 농도를 나타내었다. Chl-a는 2월 6.7mg/m<sup>3</sup>에서 8월 21.8mg/m<sup>3</sup>까지 증가하다 다시 감소하는 경향을 보이고 있으며 전기전도도는 COD, T-N과 마찬가지로 6월 367μmhos/cm까지 증가하다 감소하는 경향을 보이고 2009년 상반기는 90p 농도보다 높은 전기전도도를 유발하는 것으로 나타났다.





<그림 60> 주남저수지의 월별 수질 변화

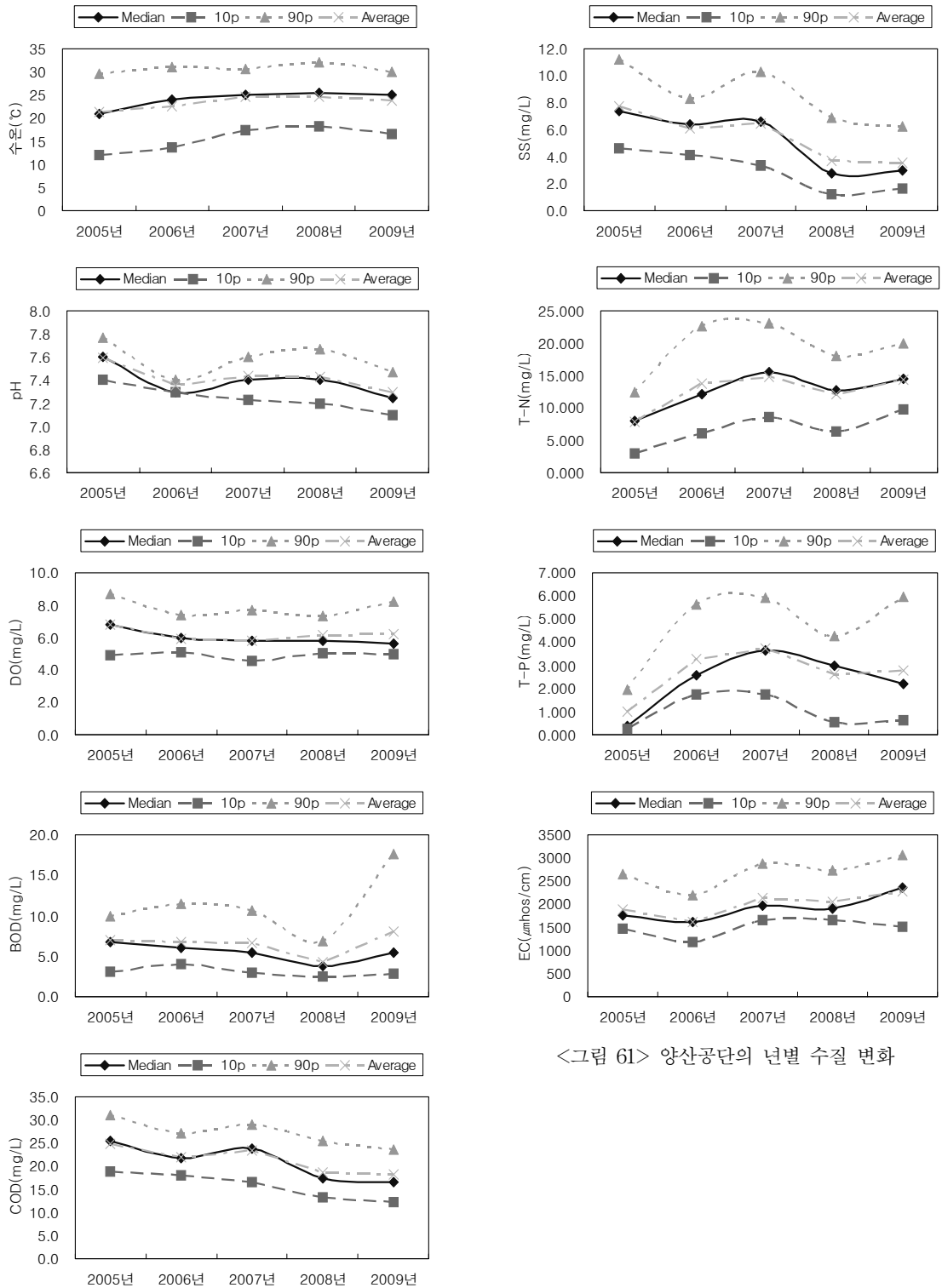
## 6. 공단배수

### 가. 양산공단

#### (1) 년별 오염물질 농도 변화

양산공단 조사지점은 양산시 교동 폐수종말처리장 방류구이다.

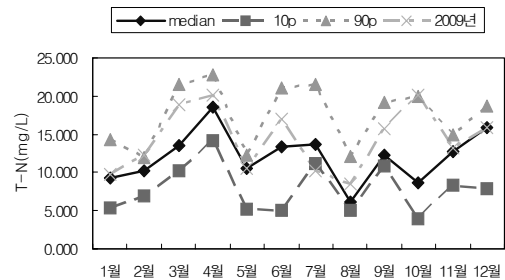
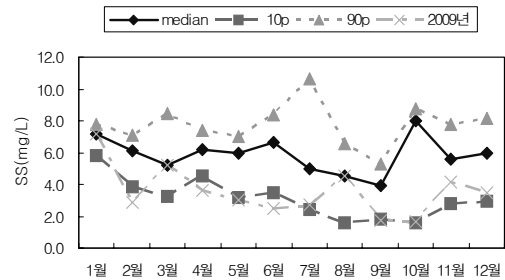
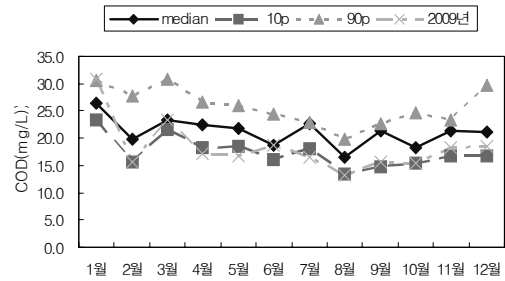
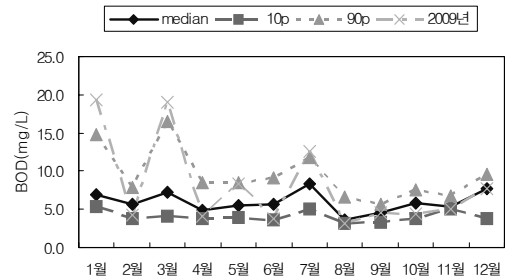
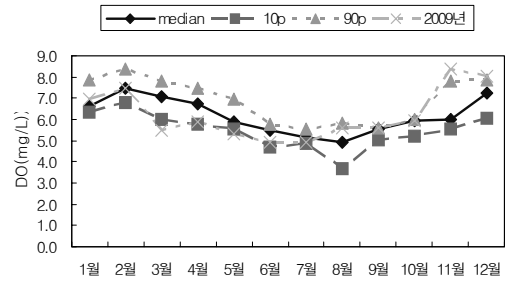
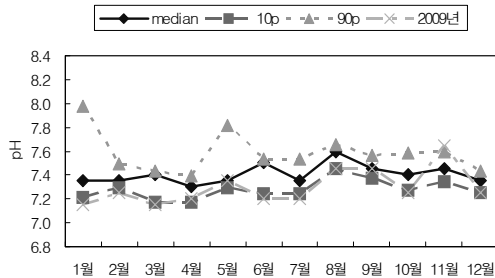
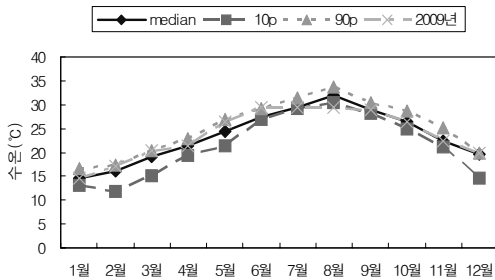
수온의 경우 2005년 21℃에서 2009년 25℃로 시간 경과에 따라 약간 수온이 높아지는 것으로 나타났으며, pH는 2005년 7.6에서 2009년 7.3으로 약간 낮아지는 경향을 보였다. D O의 경우 2005년 6.8mg/L에서 2006년 6.0mg/L로 용존산소 감소 폭이 크고 2006년 6.0mg/L에서 2009년 5.7mg/L까지 용존산소가 소폭 감소하는 경향을 보이고 있으며, BOD는 2005년 6.8mg/L에서 2008년 3.8mg/L까지 감소하다 2009년 5.5mg/L로 다시 증가하는 것으로 나타났다. COD의 경우 2005년 25.4mg/L에서 2007년 약간 증가하다 2009년 16.6mg/L로 감소하는 경향을 보이고 있으며, SS도 COD와 마찬가지로 2005년 7.4mg/L에서 2007년 약간 증가하다 2009년 16.6mg/L로 감소하는 경향으로 나타났다. T-N의 경우 2005년 8.030mg/L에서 2007년 15.506mg/L로 증가하다 2007~2009년 12.663~15.506mg/L로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났으며, T-P는 2005년 0.367mg/L에서 2007년 3.649mg/L로 증가하다 2009년 2.190mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. 전기전도도의 경우 2005년 1752μmhos/cm에서 2009년 2355μmhos/cm로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 나타내었다.



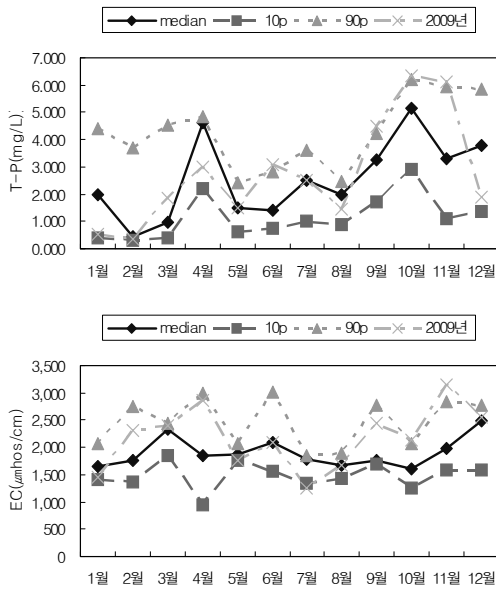
<그림 61> 양산공단의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

양산공단의 수온은 겨울 15~20℃, 여름 28~32℃로 나타났으며, pH는 7.3~7.6으로 중성으로 나타났다. DO의 경우 일반 하천과 비슷한 경향으로 겨울에는 6.7~7.5mg/L로 용존산소가 높고, 여름에는 5.0~5.5mg/L로 용존산소가 낮은 것으로 나타났으며, BOD 3.6~7.3mg/L, COD 16.5~26.4mg/L 및 SS 3.9~7.2mg/L로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. T-N의 경우 4월 18.475mg/L 최고 농도, 8월 6.065mg/L 최저 농도로 나타났으며, T-P는 2월 0.433mg/L 최저 농도에서 12월 3.785mg/L까지 시간 경과에 따라 다소 증가하는 추세를 나타내었다. 전기전도도는 1.657~2.480μmhos/cm로 일정한 값을 유지하는 것으로 나타났다.







<그림 62> 양산공단의 월별 수질 변화

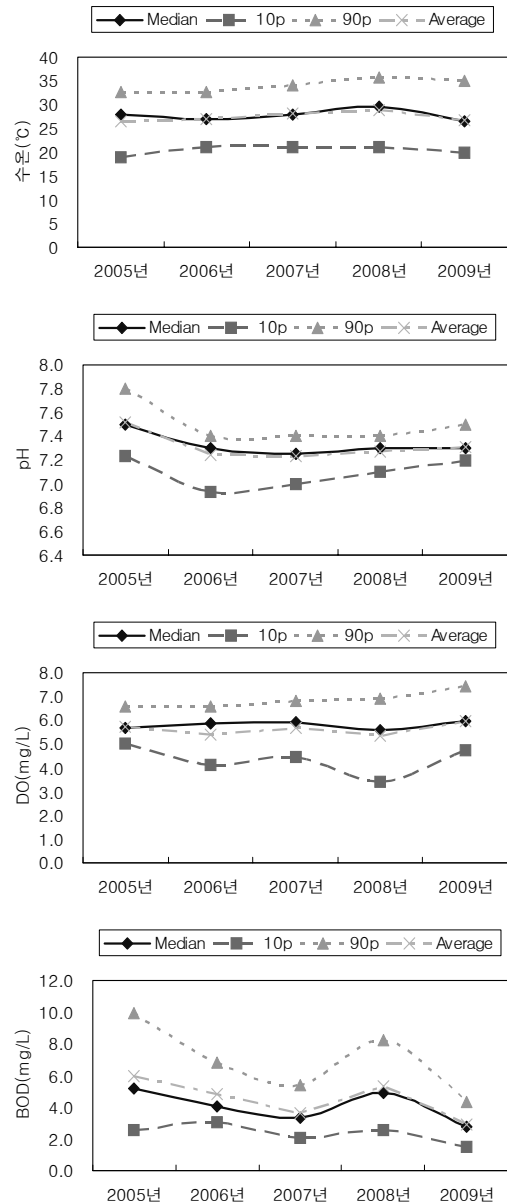
## 나. 진주공단

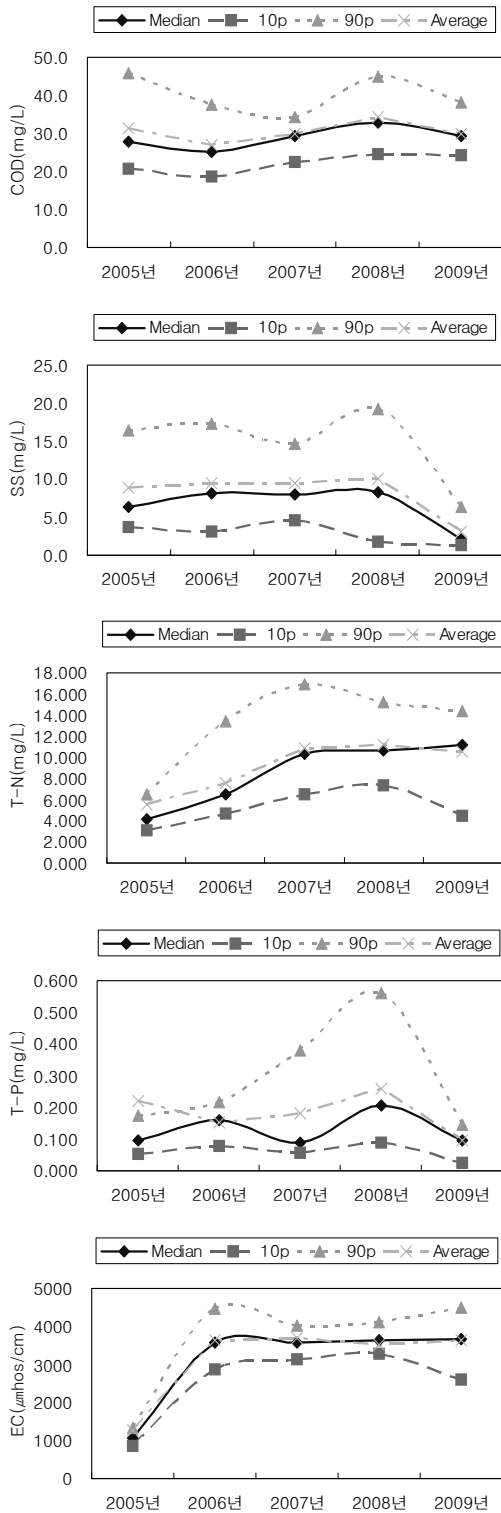
### (1) 년별 오염물질 농도 변화

진주공단 조사지점은 상평동 폐수종말처리장 방류구이다.

수온의 경우 2008년 30℃로 높은 온도를 유지하고 그 외는 27~28℃를 유지하는 것으로 나타났으며, pH는 2005년 7.5로 높고 그 외는 7.3으로 일정한 pH를 유지하는 것으로 조사되었다. DO의 경우 5.6~6.0mg/L의 비슷한 용존 산소를 유지하는 것으로 나타났으며, BOD는 2005년 5.2mg/L에서 2008년 4.9mg/L로 약간 증가하였으나 2009년 2.8mg/L까지 시간 경과에 따라 감소하는 경향으로 나타났다. COD의 경우 2006년 25.2mg/L에서 2008년 33.0mg/L로 증가하다 2009년 29.2mg/L로 감소하는 경향을 보이고 있으며, SS 또한 2005년 6.4mg/L에서 2008년 8.4mg/L까지 증가하다 2009년 2.1mg/L로 감소하는 것으로 나타났다. T-N는 2005년 4.176mg/L에서 2007년 10.333mg/L로 크게 증가하다 2009년 11.192mg/L까지는 완만한 증가추세를 나타내었다. T-P의 경우 2006년, 2008년

0.158~0.206mg/L로 높은 농도를 나타내고 그 외는 0.089~0.097mg/L로 낮은 농도를 나타내는 것으로 나타났다. 전기전도도는 2005년 1075μmhos/cm로 낮은 값을 유지하다 2006~2009년 3,580~3,680μmhos/cm로 높은 값으로 일정하게 유지하였다.

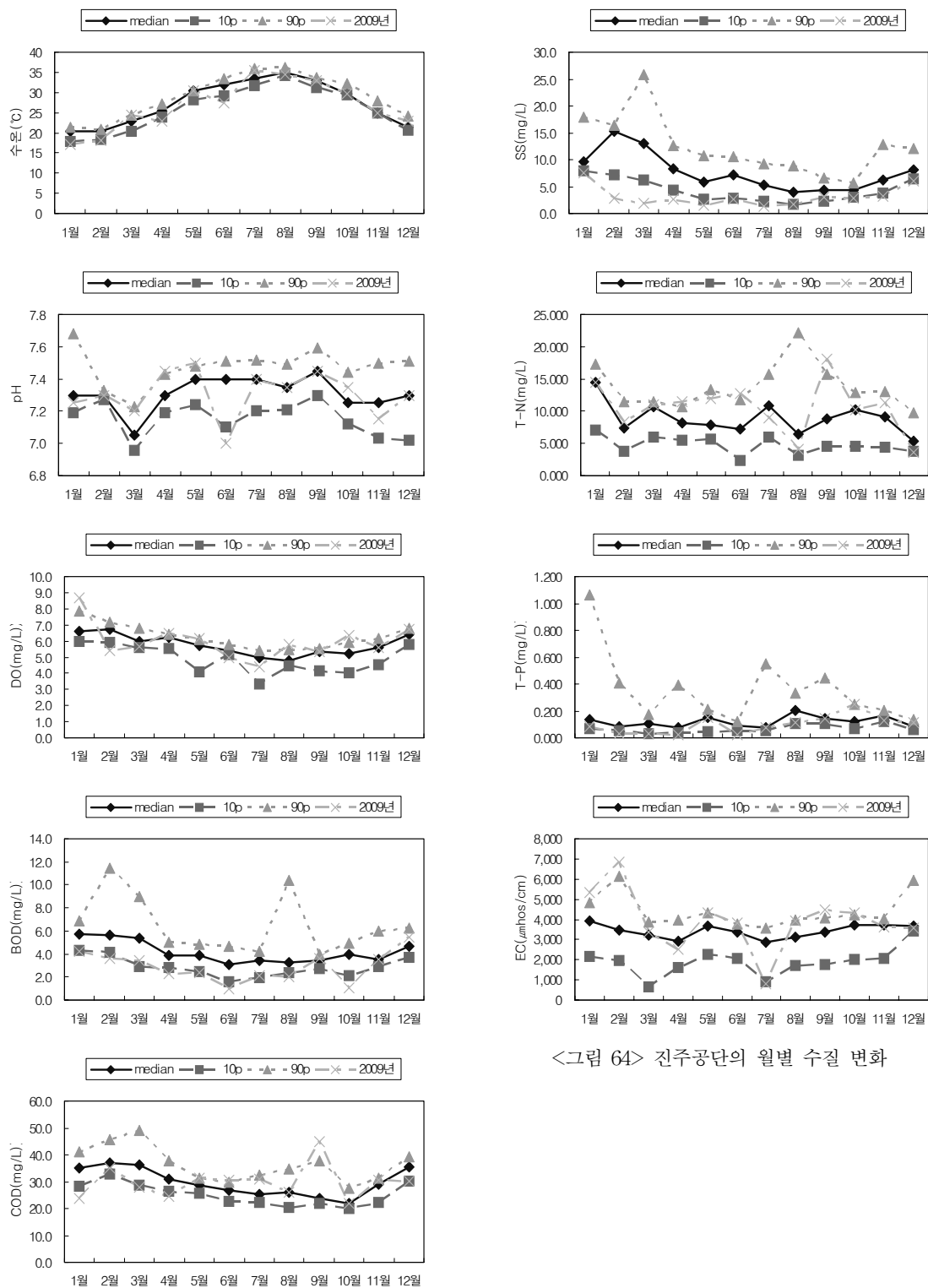




<그림 63> 진주공단의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

진주공단의 수온은 겨울 21~22℃, 여름 32~35℃로 나타났으며, pH는 3월 7.1로 가장 낮고 그 외는 7.3~7.5로 일정한 pH를 유지하는 것으로 나타났다. DO의 경우 수온의 영향으로 겨울에는 6.4~6.6mg/L로 높고 여름에는 4.8~5.4mg/L로 용존산소가 낮은 것으로 나타났으며, BOD도 겨울에는 4.7~5.6mg/L로 높고 여름에는 3.1~3.5mg/L로 낮은 농도를 나타내었다. COD의 경우 겨울인 2월 36.8mg/L에서 가을인 10월 22.0mg/L까지 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하다 12월 35.6mg/L까지 다시 증가하는 것으로 나타났으며, SS 또한 겨울인 2월 15.2mg/L에서 8~10월 4.0~4.4mg/L까지 감소하다 12월 8.2mg/L까지 다시 증가하는 것으로 조사되었다. T-N는 1월에 14.524mg/L로 가장 높고 12월에 5.371mg/L로 가장 낮은 것으로 조사되었으며, 그 외는 6.437~10.926mg/L로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. T-P의 경우 0.075~0.204mg/L로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났으며, 전기전도도도 2,880~3,900 μmhos/cm으로 비슷한 값을 유지하는 것으로 나타났다.

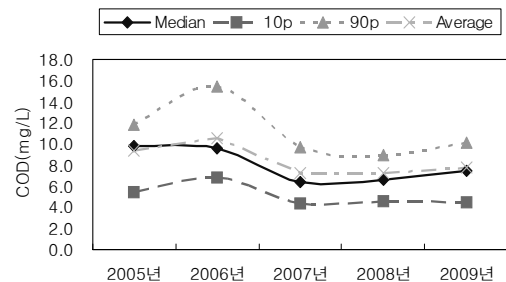
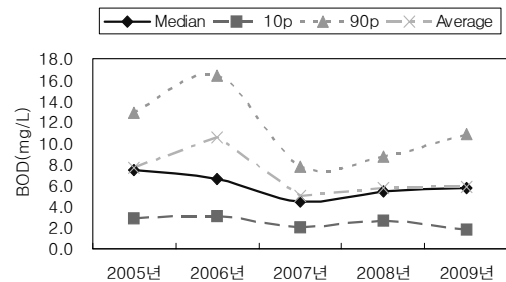
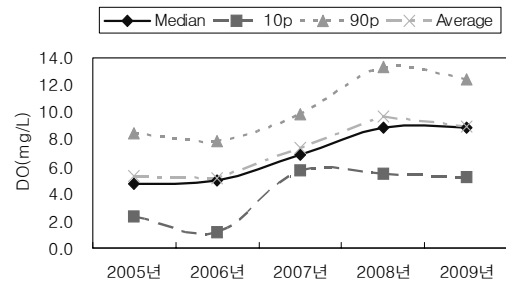
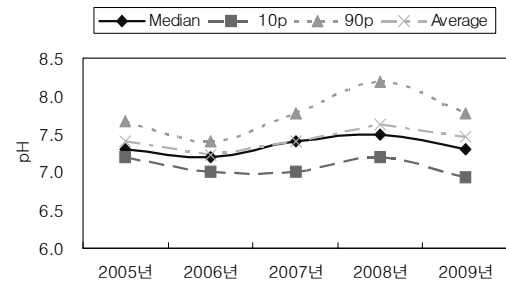
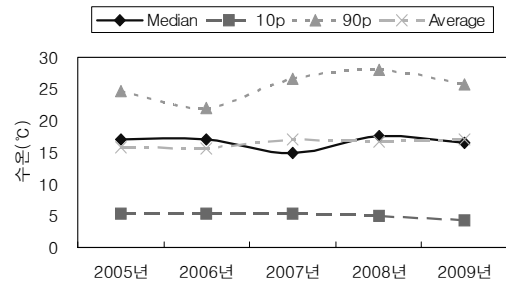


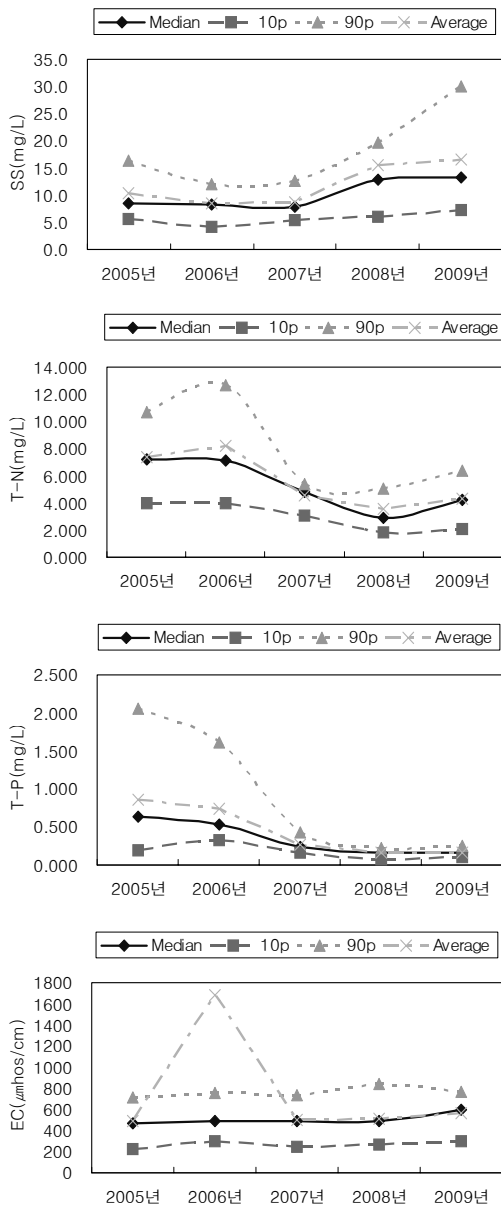
<그림 64> 진주공단의 월별 수질 변화

## 다. 창원공단

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

수온의 경우 2007년 15℃를 제외하고 17~18℃를 일정하게 유지하는 것으로 나타났으며, pH는 2006년 7.2에서 2008년 7.5로 약간 높아지다 2009년 7.3으로 낮아지는 것으로 나타났다. DO의 경우 2005년 4.7mg/L에서 2009년 8.9mg/L로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 것으로 조사되었으며, BOD는 2005년 7.5mg/L에서 2007년 4.5mg/L로 감소하다 2009년 5.8mg/L로 다시 약간 증가하는 경향을 보였다. COD도 BOD와 마찬가지로 2005년 9.9mg/L에서 2007년 6.4mg/L로 감소하다 2009년 7.5mg/L로 다시 약간 증가하는 것으로 나타났으며, SS의 경우 2005~2007년에는 7.8~8.4mg/L로 낮은 농도를 유지하고 2008~2009년에는 12.8~13.4mg/L로 높은 농도를 유지하는 것으로 나타났다. T-N의 경우 2005년 7.22mg/L에서 2008년 2.925mg/L까지 감소하다 2009년 4.227mg/L로 다시 증가하는 것으로 조사되었으며, T-P는 2005년 0.635mg/L에서 2007년 0.237mg/L로 급격히 감소하다 그 이후 2009년 0.165mg/L까지 완만하게 감소하는 것으로 나타났다. 전기전도도는 2005~2008년 470~490 $\mu$ mhos/cm로 일정한 값을 유지하다 2009년 597 $\mu$ mhos/cm로 약간 증가하는 것으로 나타났다.



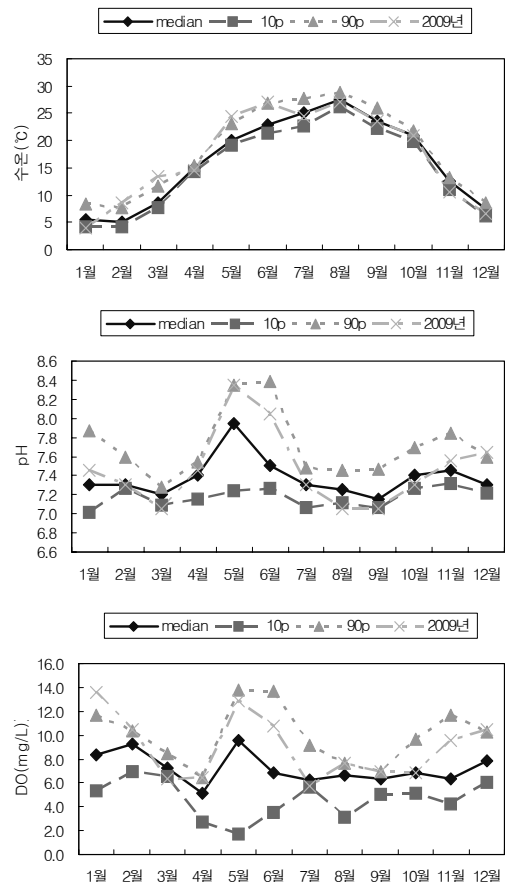


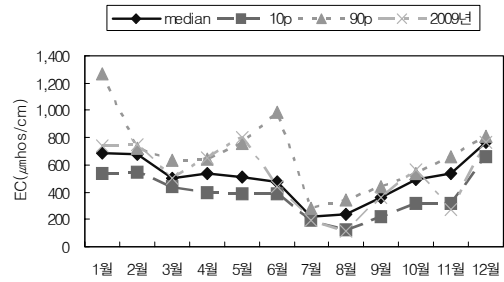
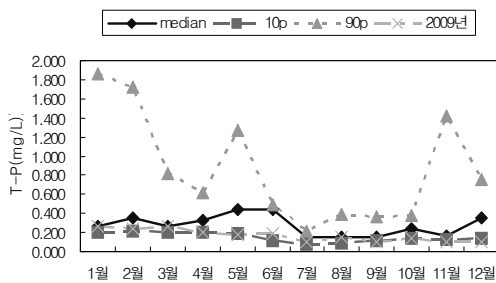
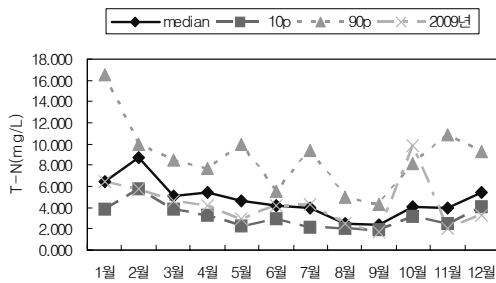
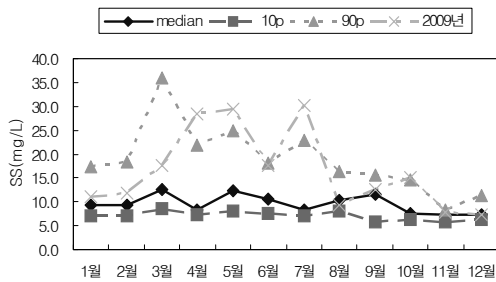
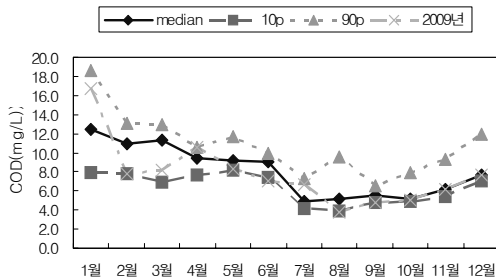
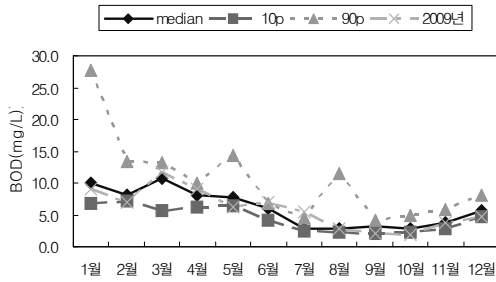
<그림 65> 창원공단의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

창원공단의 수온은 겨울 5~8℃, 여름 23~28℃로 나타났으며, pH는 봄철인 5월에 8.0으로 가장 높고 그 외는 7.2~7.5로 중성으로 조사되었다. DO의 경우 4월 5.1mg/L로 가장 낮고 5월 9.6mg/L로 가장 높은 용존산소를 유지하는 것으

로 나타났으며, BOD는 3월 10.8mg/L에서 여름인 7월 2.8mg/L까지 감소하다 겨울인 12월 5.7mg/L까지 다시 증가하는 것으로 조사되었다. COD도 BOD와 마찬가지로 겨울인 1월 12.5mg/L에서 여름인 7월 4.9mg/L까지 감소하다 다시 서서히 증가하는 것으로 나타났으며, SS는 7.4~12.6mg/L로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. T-N의 경우 겨울인 2월 5.796mg/L에서 9월 2.359mg/L까지 시간 경과에 따라 감소하다 12월 5.392mg/L까지 다시 증가하는 것으로 조사되었다. T-P는 5~6월 0.442mg/L로 높고 8~9월 0.147mg/L로 낮은 것으로 조사되었으며, 전기전도도는 겨울 674~765μmhos/cm로 높은 농도에서 여름인 7~8월 223~235μmhos/cm까지 감소하다 다시 증가하는 경향을 보였다.





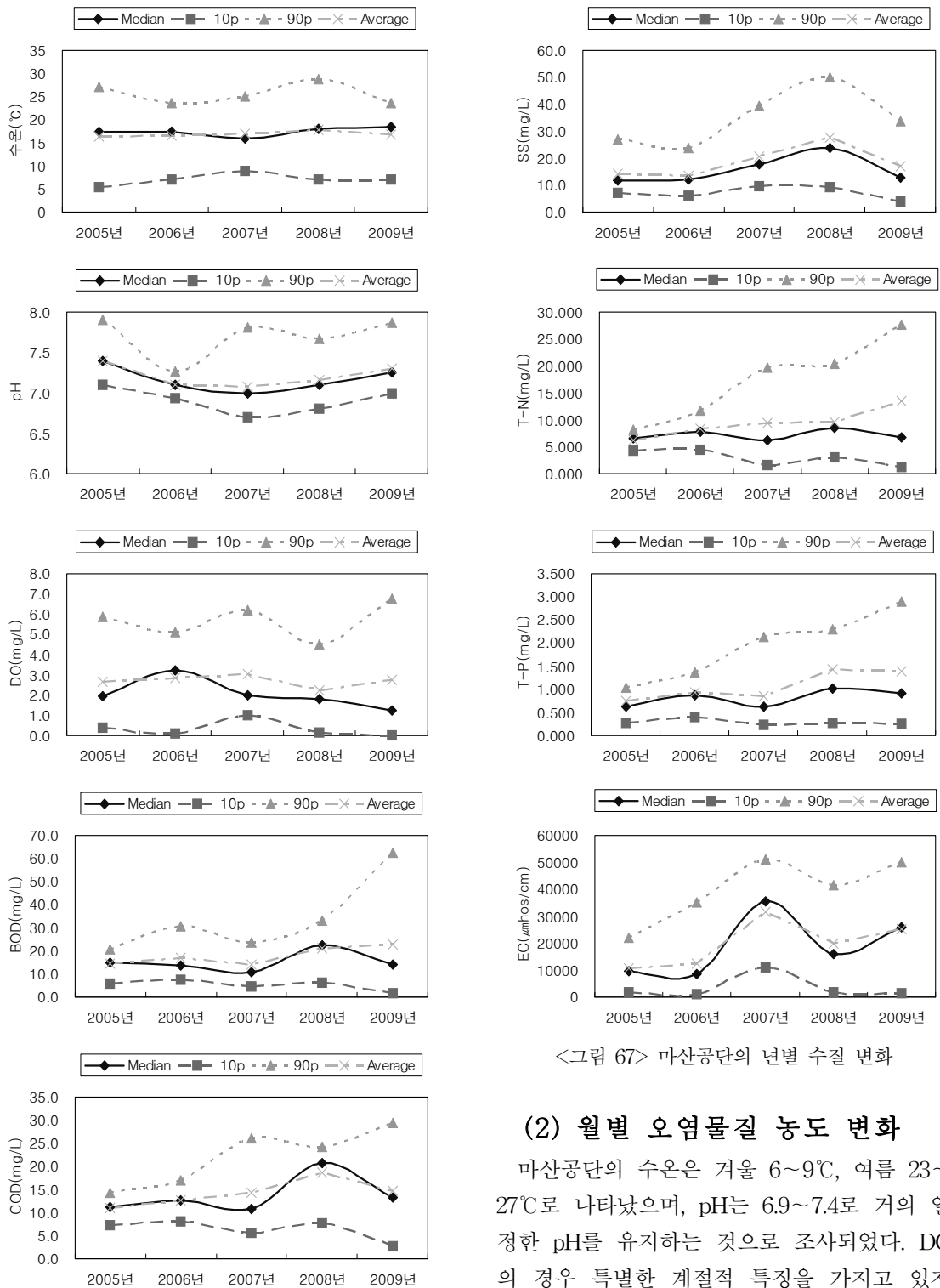
<그림 66> 창원공단의 월별 수질 변화

## 라. 마산공단

### (1) 년별 오염물질 농도 변화

마산공단 조사지점은 마산시 양덕동 수출차 유치역이다.

수온의 경우 2007년 16℃로 낮고 그 외는 18~19℃를 유지하는 것으로 나타났으며, pH는 2005년 7.4에서 2007년 7.0으로 약간 감소하다 2009년 7.3으로 다시 약간 증가하는 것으로 나타났다. DO의 경우 2006년 3.2mg/L에서 2009년 1.3mg/L로 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보이고 있으며, BOD는 2005년 15.0mg/L에서 2007년 10.8mg/L까지 약간 감소하다 2008년 22.5mg/L로 급격히 증가한 후 2009년 14.0mg/L로 다시 감소하는 것으로 조사되었다. COD는 2005~2007년 10.7~12.6mg/L로 비슷한 농도를 유지하다 2008년 20.8mg/L로 급격히 증가한 후 2009년 13.4mg/L로 다시 감소하는 경향을 보이고 있으며, SS는 2005년 11.6mg/L에서 2008년 23.9mg/L까지 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하다 2009년 12.8mg/L로 다시 감소하였다. T-N의 경우 6.514~8.506mg/L로 비슷한 농도를 유지하고, 2009년은 90p 농도가 높음으로서 농도 변화가 큰 것으로 나타났다. 전기전도도는 2007년 35,450μmhos/cm로 최고치를 나타내고 2006년 8,420μmhos/cm로 최저치를 나타내었다.

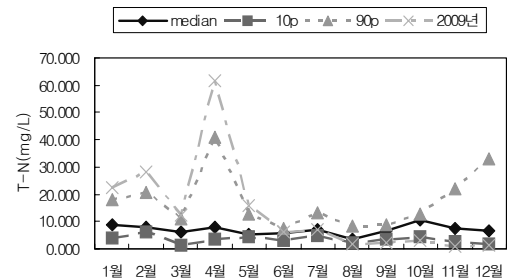
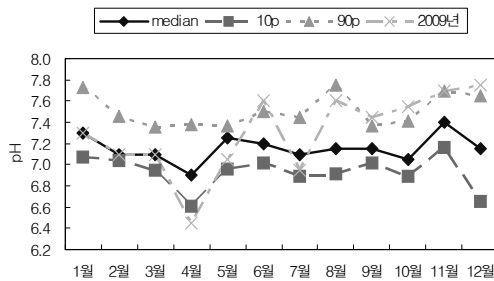
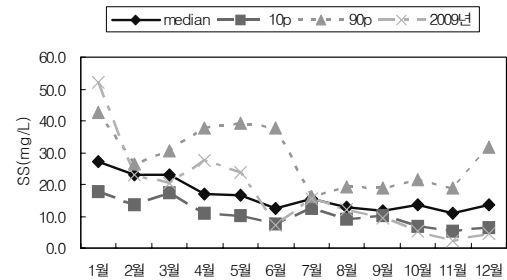
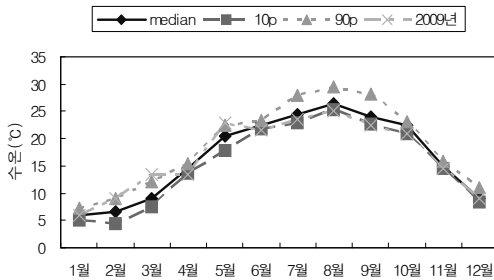
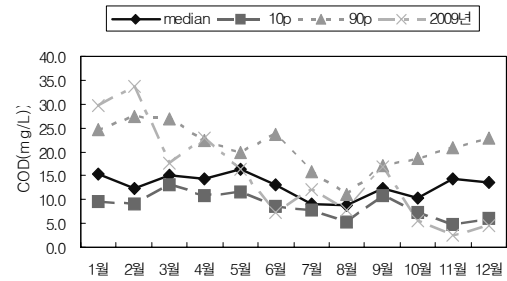
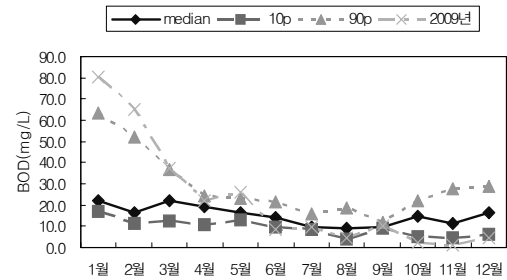
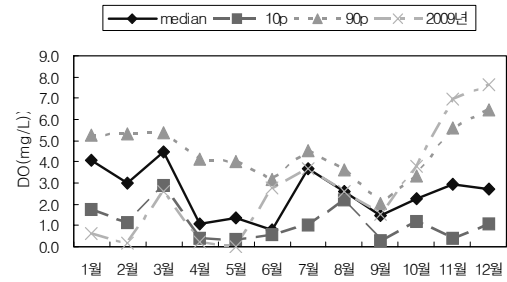


<그림 67> 마산공단의 년별 수질 변화

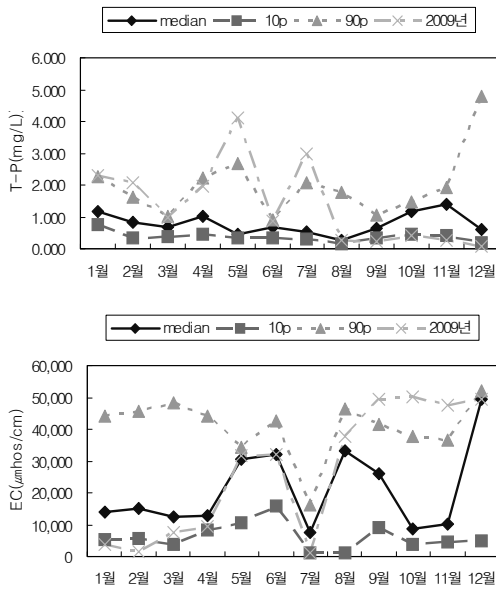
## (2) 월별 오염물질 농도 변화

마산공단의 수온은 겨울 6~9°C, 여름 23~27°C로 나타났으며, pH는 6.9~7.4로 거의 일정한 pH를 유지하는 것으로 조사되었다. DO의 경우 특별한 계절적 특징을 가지고 있지 않으며, 봄철인 3월 4.5mg/L로 가장 높고 여

름인 6월 0.8mg/L로 가장 낮은 용존산소를 유지하였다. BOD는 봄철인 3월 22.1mg/L에서 여름인 8월 9.1mg/L까지 시간 경과에 따라 감소하는 경향을 보이다 겨울로 접어들면서 다시 증가하는 추세를 나타내었다. COD의 경우 강우가 많은 7~8월에 8.9~9.2mg/L로 낮은 농도를 나타내고 그 외는 12.3~16.4mg/L로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 나타났으며, SS는 1월 27.3mg/L에서 11월 11.0mg/L까지 시간 경과에 따라 점차적으로 감소하는 것으로 나타났다. T-N는 8월 3.537mg/L로 가장 낮고 10월 10.771mg/L로 가장 높은 농도를 나타내었으며, 그 외는 5.402~8.880mg/L로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 조사되었다. T-P의 경우 8월 0.258mg/L로 가장 낮고 10~11월 1.161~1.385mg/L로 높은 농도로 나타났으며, 전기전도도는 강우가 많은 7월 7,650 $\mu$ hos/cm으로 최저치를 나타내고 겨울인 12월 49,500 $\mu$ hos/cm으로 최고치를 나타내었다.







<그림 68> 마산공단의 월별 수질 변화

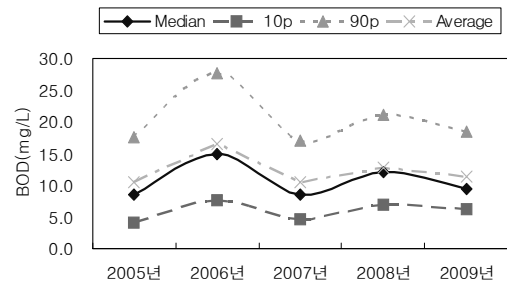
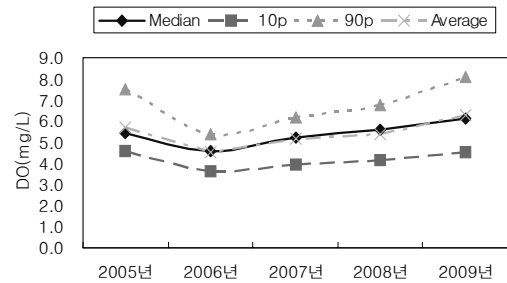
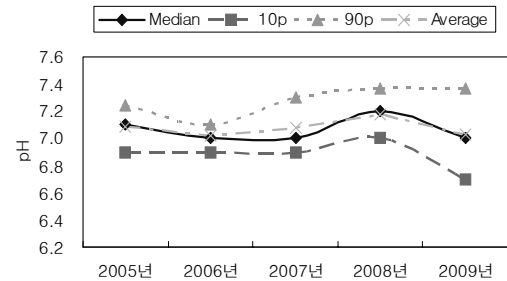
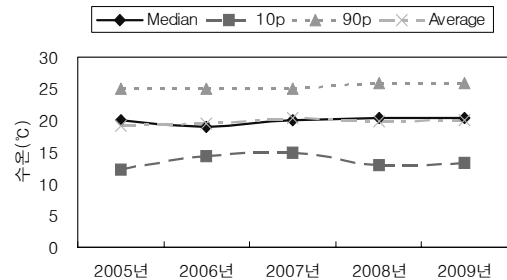
## 마. 진해마천주물공단

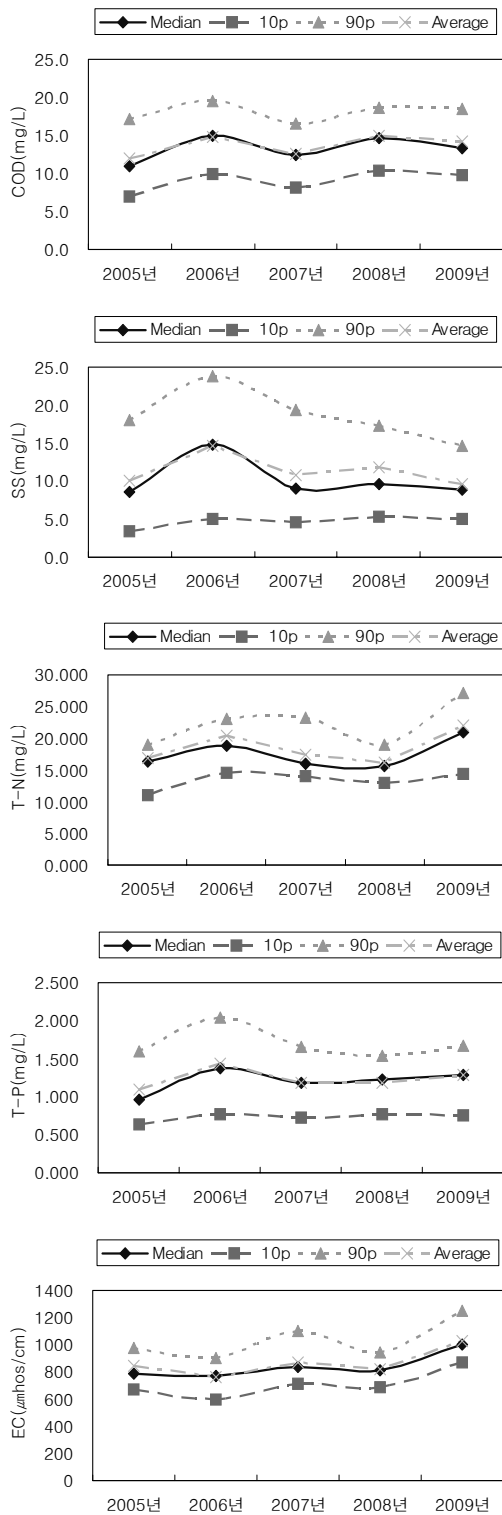
### (1) 년별 오염물질 농도 변화

진해마천주물공단 조사지점은 진해시 남양동 폐수종말처리장 방류구이다.

수온의 경우 19~21℃로 나타났으며, pH는 7.0~7.2로 중성으로 조사되었다. DO는 2006년 4.6mg/L에서 2009년 6.1mg/L로 시간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 것으로 조사되었으며, BOD는 2006년과 2008년 12.2~15.0mg/L로 높고, 그 외는 8.6~9.5mg/L로 낮은 농도를 유지하는 것으로 나타났으며, COD는 2005년과 2007년 11.0~12.4mg/L로 낮고, 2006년 15.0mg/L로 가장 높은 농도로 나타났다. SS는 2006년 14.8mg/L로 최고 농도를 나타내고 그 외는 8.6~9.6mg/L로 비슷한 농도를 유지하는 것으로 조사되었으며, T-N는 2006년 18.744mg/L에서 2008년 15.705mg/L로 감소하다 2009년 20.858mg/L로 다시 증가하는 경향을 보이고 있으며, T-P는 2005년 0.965mg/L에서 2

006년 1.381mg/L로 증가하다 1.188~1.283mg/L로 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타났다. 전기전도도는 2005~2008년 786~837μmhos/cm로 일정한 값을 유지하다 2009년 1,005μmhos/cm로 증가하는 것으로 조사되었다.

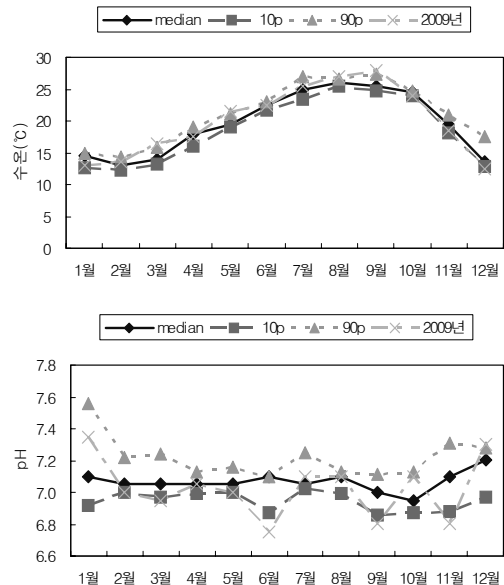


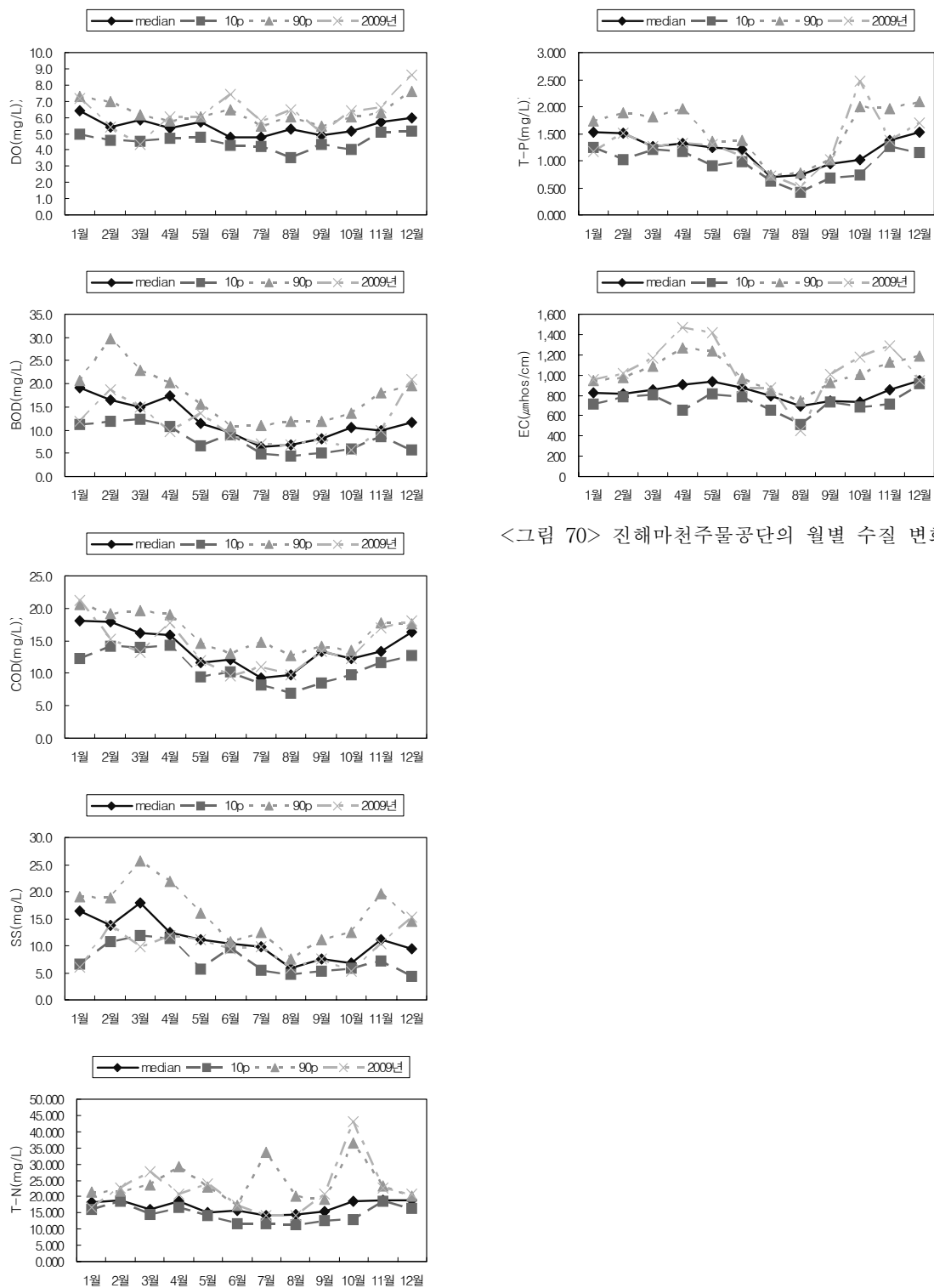


<그림 69> 진해마천주물공단의 년별 수질 변화

## (2) 월별 오염물질 농도 변화

진해마천주물공단의 수온은 겨울 13~15℃, 여름 23~26℃로 조사되었으며, pH는 7.0~7.2mg/L로 중성으로 나타났다. DO도 4.9~6.4mg/L로 일정한 용존산소를 유지하는 것으로 나타났으며, BOD는 겨울인 1월 19.1mg/L에서 여름인 7월 6.4mg/L로 감소하다 시간 경과에 따라 다시 증가하는 것으로 나타났다. COD도 BOD와 마찬가지로 겨울인 1월 18.2mg/L에서 여름인 7월 9.2로 감소하다 시간 경과에 따라 다시 증가하는 것으로 나타났으며, SS도 겨울인 1월 16.4mg/L에서 10월 6.8mg/L까지 시간 경과에 따라 감소하다 다시 증가하는 것으로 나타났으며, T-N은 14.109~18.978mg/L로 일정한 농도를 나타내었다. T-P는 겨울인 1월 1.536mg/L에서 여름인 7월 0.705mg/L로 시간 경과에 따라 감소하다 다시 증가하는 경향을 보이고 있으며, 전기전도도는 735~944 $\mu$ mhos/cm로 일정한 값을 유지하는 것으로 나타났다.





<그림 70> 진해마천주물공단의 월별 수질 변화



## 해 수 욕 장

### 1. ‘수질총점’으로 본 해수욕장 수질

SS, COD, 암모니아성질소, 총인 등 4개 항목의 농도에 따라 산정된 ‘수질총점’을 해수욕장 수질 판단 지표로 사용하여 도내 해수욕장 수질을 분석해보면, 최근 6년간 경상남도 해수욕장 수질은 모든 해수욕장에서 수질총점이 ‘4~8’사이로 해수욕 적합기준을 만족하였다. 다만, 수질총점 ‘8’을 기록한 거제시 흥남(’06년), 덕포(’07), 황포(’07), 죽림(’07), 통영시 공설(’06, ’08), 사천시 남일대(’07) 해수욕장은 수질이 추가적으로 악화될 경우 수질등급이 ‘관리요망’으로 하락할 위험성이 있어 수질에 대한 지속적인 관심과 관리가 필요한 것으로 나타났다.

매년 도내 해수욕장별로 개장 전(前), 후(後)에 각각 계산되는 수질총점 중 가장 높은 값의 연도별 변화추이를 나타낸 <그림 1>에서 보면, 개장 후 수질총점은 점차 상승하는 추세에 있으며 2009년 최대값은 8점으로 2004년 6점보다 33% 증가하였다. 또한, 전체적으로 해수욕장 개장 후의 수질총점이 개장 전보다 ‘0~2’점 높게 나타나 개장 후에는 수질이 다소 악화되는 경향을 나타내었다. 다만, 2006년은 예외적으로 개장 전 수질총점이 개장 후보다 ‘1’점 높았다.

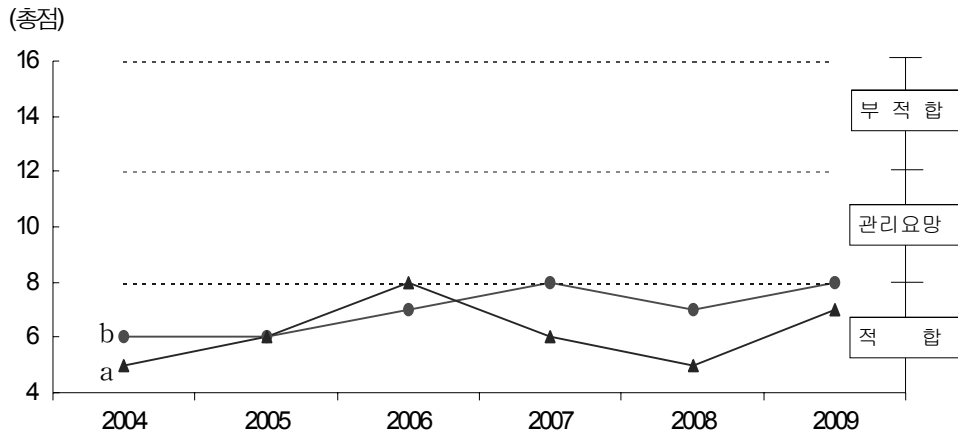
### 2. ‘대장균군수’로 본 해수욕 장 수질

해수욕장 수질상태를 나타내는 또 다른 지표인 ‘대장균군수’는 해수의 질병감염 위험

성의 크기를 직접적으로 표시한다는 장점 때문에 ‘수질총점’보다 더 실질적인 지표로써 광범위하게 사용될 수 있다. 실제로, 미국의 경우 대장균 존재여부에 초점을 맞추어 해수욕장 수질 모니터링을 하고 있으며, 1986년 이전에는 ‘fecal coliforms’를 기준항목으로 삼았으며, 이후부터는 분변오염물의 지표 중 질병발생과 더 깊은 관련이 있다고 판단되는 ‘enterococci’를 기준항목으로 하고 있다.

경남지역 총 26개 해수욕장에 대한 최근 6년간의 수질조사결과를 살펴보면, 대장균 수질이 기준을 초과한 해수욕장 개수는 2004년 4곳, 2005년과 2008년 각 1곳으로 점차 감소하였으며 특히, 2009년에는 조사대상 해수욕장 26곳 모두 수질기준을 만족하는 등 도내 해수욕장의 대장균 수질이 점차 개선되는 추세를 보였다. 수질기준을 초과한 해수욕장의 대장균군수 결과값은 남해군 두곡·월포 해수욕장(’04년)이 39,369MPN/100mL로 가장 높았고, 다음으로 남해군 사촌(’05년), 거제시 덕포(’04년), 흥남(’04년), 여차(’08년), 그리고 구조라(’04) 해수욕장이 각각 11,007, 2,173, 2,108, 1,124, 그리고 1,028MPN/100mL로 수질기준을 최고 39배 초과한 것으로 조사되었다. 대장균군수는 최저 0부터 최고 39,369MPN/100mL 까지 나타나 조사값의 편차가 다른 항목에 비하여 매우 크게 나타났는데, 이는 분변 등 오염원으로부터 수계로 유입된 대장균이 수중에서 지속적으로 증식하여 개체수가 늘어나는 것과 관련이 있는 것으로 추정된다.

최근 6년간 도내 해수욕장에서 조사된 ‘수질총점’이 모두 수질기준에 적합하였으므로 결국, 경상남도내 해수욕장의 수질 ‘적합/부적합’ 판정은 ‘대장균군수’ 결과에 따라 결정되었다고 할 수 있다.



<그림 1> 연도별 수질총점 최대값(a:개장전, b:개장후)

<표 1> 해수욕장의 수질 기준 및 조사항목별 점수표

수 질 기 준	적 합	관리요망	부적합*
총 점	4 ~ 8	9 ~ 12	13 ~ 16

\* 단, 대장균군수 평균값이 1,000 MPN/100mL 이상인 경우는 총점에 상관없이 해수욕장의 수질로서 부적합한 것으로 한다.

점 수	수 질 농 도 (단위 : mg/L)				
	부유물질량	부유물질량**	화학적 산소요구량	암모니아성 질소	총인
1	10 이하	20 이하	1 이하	0.15 이하	0.03 이하
2	20 이하	30 이하	2 이하	0.30 이하	0.05 이하
3	30 이하	40 이하	4 이하	0.50 이하	0.09 이하
4	30 초과	40 초과	4 초과	0.50 초과	0.09 초과

\*\* 적용특례 : 서해안에 위치한 해수욕장의 부유물질량 적용 점수표

<표 2> 연도별 대장균군수 부적합 해수욕장 현황('04~'09년)

연 도	조사기간	해수욕장명	대장균군수(MPN/100mL)
2004	개장전	남해군 두곡·월포	39,369
	개장후	거제시 구조라	1,028
		거제시 덕포	2,173
		거제시 홍남	2,108
2005	개장후	남해군 사촌	11,007
2008	개장후	거제시 여차	1,124

### 3. 시·군별 해수욕장 주변 오염원 및 수질('04~'09년)

해수욕장 수질 주 오염원은 주거지역으로부터 직접 유입되는 하수 및 하수처리장 방류수와 월류수 등 이다. 해수욕장 주변지역 하수 발생원은 ‘인근마을 거주인구’와 ‘해수욕장 이용객’으로 볼 수 있으며, ‘인근마을 거주인구’는 상시 오염원, ‘해수욕장 이용객’은 일시적·간헐적 오염원으로 볼 수 있다. 특히, 해수욕장 이용객은 개장기간인 7~8월 중 약 50일 동안 집중적으로 몰리므로 이 시기 하수량이 일시적으로 급증할 수 있으며, 하수처리장이 설치된 지역일 경우에도 처리장 유입수가 갑자기 증가하면 처리에 어려움이 따를 수 있다. 하수처리장이 설치되지 않은 지역에서 적절한 처리과정을 거치지 않고 수역으로 유입된 하수는 일반적으로 분변오염물로부터 기인한 대장균 및 병원세균을 함유하고 있어 해수욕객의 건강을 위협할 수 있다. 하수 등에 의해 오염된 해수에 사람이 노출되었을 경우 나타날 수 있는 증상은, 단순 접촉 시에는 귀나 피부 등이 감염될 우려가 있고, 흡입 시에는 호흡기 질환 및 구역질, 구토, 설사 등의 위장관계 질병이 야기될 위험이 있다. 실제로 이러한 증상이 나타나더라도 대부분 경미한 수준에 그치

나 5세 이하의 유아의 경우에는 치명적일 수 있다는 보고가 있다.

시군별 해수욕장 주변 오염원 현황 및 수질농도 분포를 아래에 나타내었다.

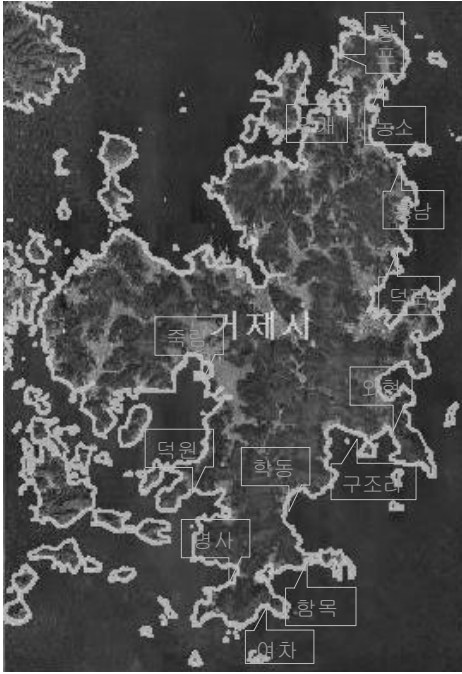
#### 가. 거제시

##### (1) 거제시 해수욕장 주변 오염원

거제시는 2004년부터 2006년까지 학동, 구조라, 와현 등 10개 해수욕장에 대하여 수질조사를 실시하였으며 2007년 이후 여차, 함목, 죽림 등 3곳을 추가하여 총 13개 해수욕장에 대하여 수질조사를 실시하고 있다.

해수욕장수의 주 오염원인 인근마을의 하수처리 현황을 <표 3>에 정리하였다. 학동, 구조라, 와현, 명사, 농소, 덕원 등 6개 해수욕장의 인근 마을에는 개별 마을하수처리장이 있어 하수가 처리된 후 해역으로 방류된다. 반면에 함목, 옆개, 덕포, 홍남, 황포, 여차, 죽림 등 7개 해수욕장의 인근 마을에는 자체 하수처리장이 없어 발생한 생활하수 대부분이 실개천을 통하여 직접 바다로 유입되는 것으로 조사되었다. 하수처리장이 없는 마을의 생활하수는 해수욕장수의 최대 오염원이 되므로 해수욕장 수질 관리를 위해서 적절한 관리대책 마련이 시급한 것으로 보인다. 또한, 여름철에 집중호우 시 하

수처리장 월류수가 해역으로 다량 유입될 수 있으므로 하수처리장 관리 및 운영에도 주의를 기울여야 할 것으로 보인다.



<그림 2> 거제시 해수욕장 위치도

거제시 해수욕장 인근마을의 상주인구는 66 ~ 683명이며, 여름철 해수욕장 이용객수는 해수욕장별로 4,114 ~ 278,650명으로 해수욕장 규모에 따라 편차가 큰 것으로 나타났다. 거제시 해수욕장 중 학동, 구조라, 와현 해수욕장은 이용객이 가장 많은 지역으로 20만 명을 넘었으며, 최고를 기록한 학동해수욕장은 2008년 여름에 약 28만 명이

해수욕장을 이용한 것으로 조사되었다. 개장기간을 50일로 가정하여 일일 평균이용객을 계산하면 5600명으로 학동마을 인구 362명의 15배에 해당하는데, 일반적으로 하수발생량은 인구수에 비례하므로 평상시의 15배에 달하는 하수가 추가적으로 발생하는 것으로 볼 수 있다. 거제시에 있는 다른 마을과 비교할 때 마을 인구대비 학동마을 하수처리장의 용량이 상대적으로 크다고는 하지만 해수욕객 증가에 따라 추가적으로 발생하는 하수 전체를 감당하기에는 부족할 것으로 보인다.

한편, 이용객이 상대적으로 적은 것으로 조사된 흥남해수욕장의 일일 이용객은 100명(연5,009명)으로 학동해수욕장 이용객의 1.8%밖에 되지 않는 적은 수이지만 마을 상주인구가 84명이라는 점과 하수처리장이 설치되어 있지 않은 점을 고려하면 생활하수에 의한 해수욕장수 오염가능성은 결코 작다고 볼 수 없다. 왜냐하면, 하수처리장이 설치되지 않은 지역의 개인별 오염부하량이 하수처리장 설치지역보다 5~10배 높기 때문에 하수처리장 미설치지역의 단위인구 증가에 따른 오염물질 배출량 증가율이 그만큼 높다고 할 수 있기 때문이다. 따라서 하수처리장이 아직 설치되지 않은 해수욕장은 해수욕객의 건강보호를 위해서라도 하수처리장을 설치하거나 하수관거를 정비하여 하수 수집율을 높이는 등의 적절한 조치가 이루어져야 할 것으로 생각된다.



<표 3> 거제시 해수욕장 일반현황 및 인근마을 하수처리 현황

해수욕장명	총면적 (m <sup>2</sup> )	이용객 (명)	소재지	인근마을 하수처리 현황			
				마을명	인구(명)	하수처리장	처리량 (m <sup>3</sup> /d)
학동 몽돌	148,000	278,650	동부면 학동리	학동	362	학동마을	490
구조라	92,700	251,991	일운면 구조라리	삼정	276(수정) 407(삼정)	수정,삼정마을	330
와현	15,300	227,980	일운면 와현리	와현	185	와현마을	250
명사	31,500	44,550	남부면 저구리	명사	132	명사마을	45
덕포	18,000	30,650	옥포2동	하덕	323	-	-
여차	36,000	16,975	남부면 여차리	여차	82	-	-
함목	13,500	10,650	남부면 갈곶리	도장포	287	-	-
농소 몽돌	80,000	10,251	장목면 송진포리, 장목면 농소리	간곡, 국농, 임호, 농소	71(간곡)	송진포마을	45
					136(국농) 78(임호) 195(농소)	-	-
옆개(물안)	6,000	7,920	하청면 어은리	물안	66	-	-
황포	6,600	6,515	장목면 구영리	황포	303	-	-
홍남	10,500	5,009	장목면 시방리, 장목면 외포리	홍남	84	-	-
덕원	9,000	4,114	동부면 가배리	가배	412	가배마을	140
죽림	-	-	거제면 오수리	죽림	265	-	-

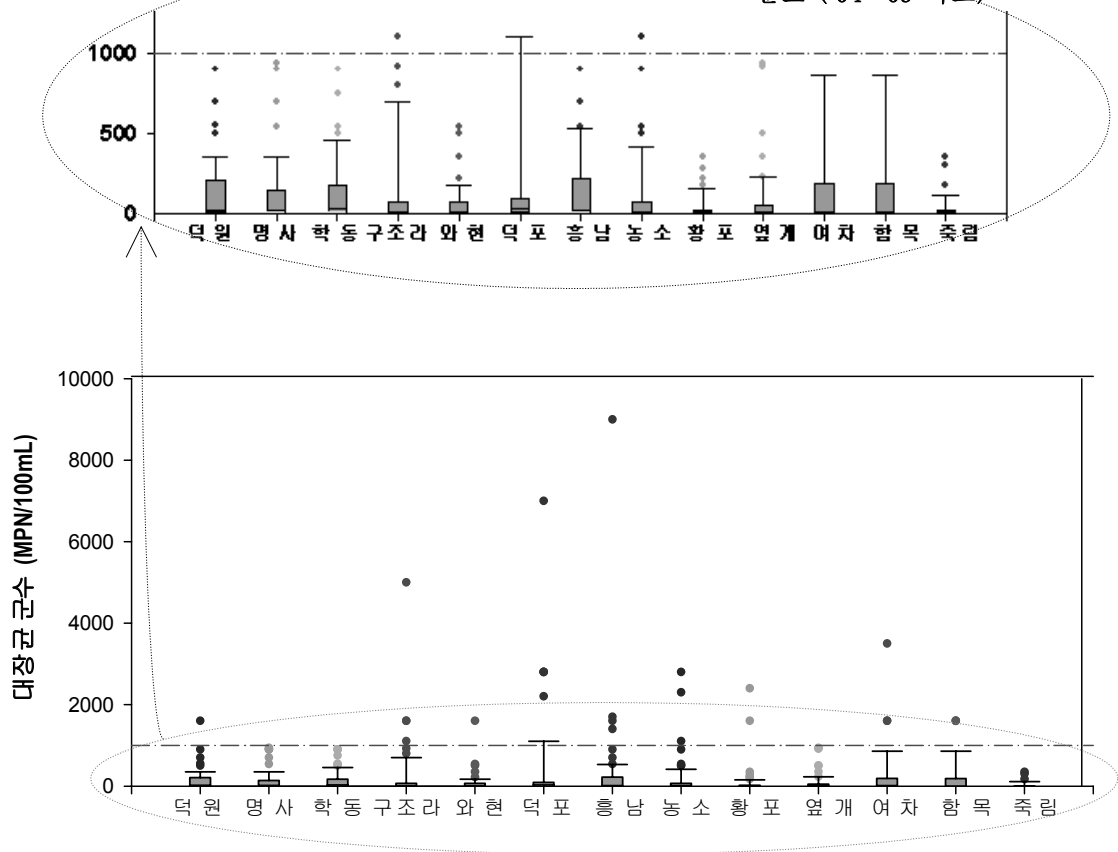
\*총면적은 해변과 부대시설을 포함한 면적임.

[출처 : '09년 거제시 통계연보, 마을인구 : '10년 3월 주민등록인구 조회 자료]

## (2) 거제시 해수욕장 수질

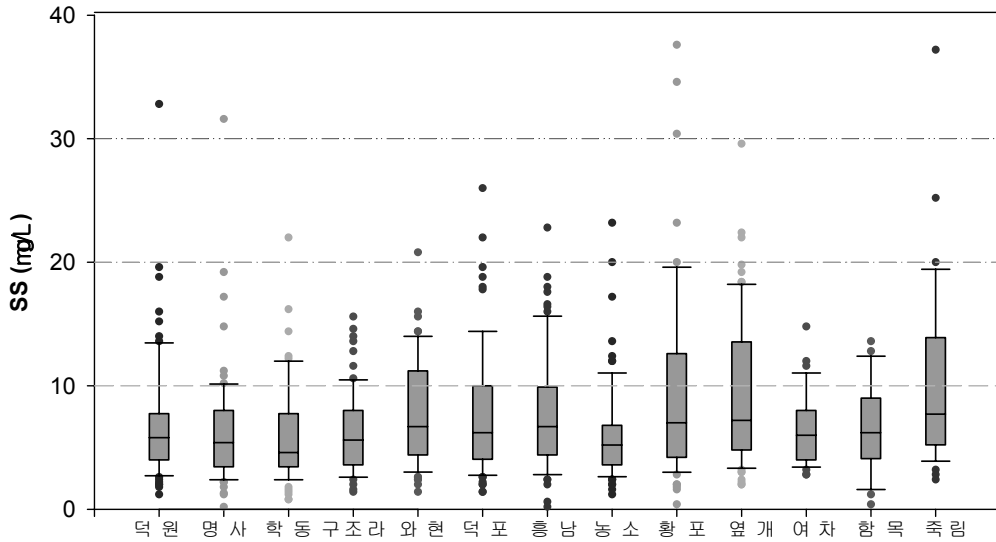
거제시에 위치한 13개 해수욕장 중에서 구조라, 덕포, 홍남, 그리고 여차 등 4개 해수욕장은 최근 6년간의 수질모니터링에서 ‘대장균군수’ 수질기준을 각각 1회씩 초과(구조라, 덕포, 홍남 2004년, 그리고 여차 2008년)하여 해수욕에 부적합한 수질등급을 받았다. 기준 초과 당시 해수 중 대장균군수는 1,028 ~ 2,173 MPN/100mL 로 수질기준을 최고 2배 정도 초과하였다. 위의 수질기준 초과 사례는 4차례 모두 해수욕장 개장 후에 실시한 수질 검사결과에서 나타났으며, 해수욕장 개장 전 수질검사 결과는 모두 적합 판정을 받았다.

<그림 3> 거제시 해수욕장별 대장균군수 분포 ('04~'09 자료)



최근 6년간 조사자료를 바탕으로 거제시 해수욕장별 대장균군수 분포를 <그림 3>에 Box Plot으로 정리하였다. <그림 3>를 보면 명사, 학동, 옆개, 죽림해수욕장 등 4곳을 제외한 나머지 해수욕장의 경우 적어도 1회 이상, 조사지점 1곳 이상에서 대장균군수가 적합기준 1000MPN/100mL를 초과하여 검출되었던 적이 있는 것으로 조사되었으며, 대장균군수 최대 검출값은 9000MPN/100mL로 흥남해수욕장에서 나타났는데 수질기준의 9배에 달하는 값이다. 이는 2004년 8월 개장후 2차 조사시 흥남해수욕장 좌측 가장자리 지점의

결과값으로서 같은 날, 같은 해수욕장이더라도 조사지점의 위치에 따라 편차가 크다는 것을 보여준다. 이는 90퍼센타일과 최대값의 변동 폭을 통해서도 확인할 수 있듯이 일시적인 오염물의 유입이 결과값에 영향을 크게 미친 것으로 생각된다. 각 해수욕장의 90퍼센타일값을 비교해보면, 덕포해수욕장의 90퍼센타일 농도값이 1,100MPN/100mL로 수질기준(1000MPN/100mL)를 초과하였으나 나머지 12개 해수욕장의 90퍼센타일값은 모두 수질기준 이하인 것으로 나타났다.

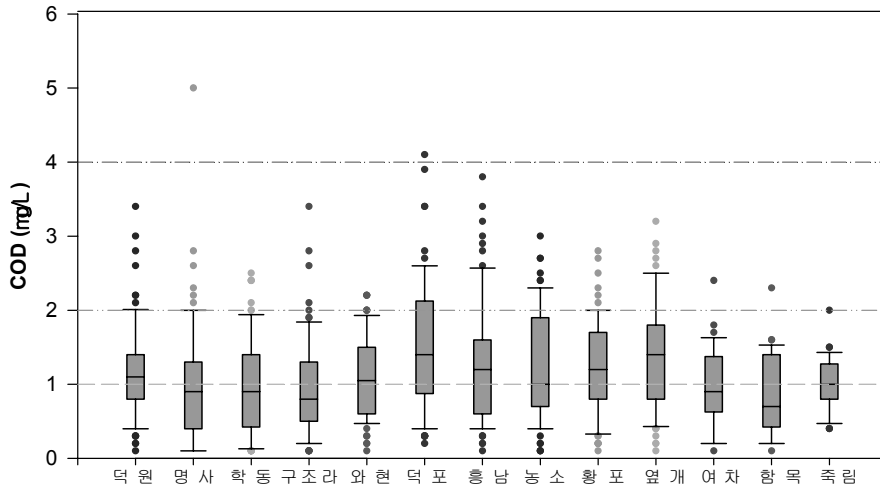


<그림 4> 거제시 해수욕장별 SS 농도 분포 ('04~'09 자료)

거제시 해수욕장별 SS 농도 분포를 나타낸 <그림 4>를 보면 13개 해수욕장 모두 90퍼센타일 농도가 ‘수질점수’ 2점 기준(20mg/L) 내에 분포하는 것으로 나타났다. 황포, 옆개 및 죽림 해수욕장 등 3곳의 SS 90퍼센타일 농도는 19.6, 17.7, 18.8mg/L 로 가장 높았으며, 75퍼센타일 농도 역시 12.2, 13.5, 및 13.7mg/L 로 다른 해수욕장에 비해 높게 나타났다. 황포, 옆개, 그리고 죽림 등 3개 해수욕장의 부유물질 오염도는 그 농도수준이 높을 뿐만 아니라 측정값의 변동 폭 또한 13개 해수욕장 중에서 가장 큰 것으로 나타났다. 측정값 분포에서 SS 농도의 변동 폭이 크게 나타나는 것은 부유물질의 외부유입 편차가 크다는 의미이며, 따라서 간헐적인 오염물질의 유입이 다른 해수욕장에 비해 활발하게 진행되었다고 할 수 있다.

즉, 측정값의 변동 폭이 큰 해수욕장 주변에 부유물질 오염원이 많다고 추정할 수 있으므로 해수욕장 수질관리에 참고할 수 있을 것이다. 위의 경우와는 달리 명사, 구조라, 농소, 그리고 여차 등 4개 해수욕장은 90퍼센타일 농도가 10mg/L 부근으로 상대적으로 낮고 측정값의 변동 폭도 작아 SS 수질은 나머지 9개 해수욕장보다 양호한 수준이라고 할 수 있다.

<그림 5>의 COD 농도 분포에서 거제시 대부분 해수욕장의 COD 90퍼센타일값은 ‘수질점수’ 2점 기준(2mg/L)에 근접하여 분포하였으며, 덕포, 흥남, 농소 및 옆개 해수욕장 등 4곳은 90퍼센타일 농도가 각각 2.5, 2.5, 2.3, 2.5mg/L 로 ‘수질점수’ 2점 기준을 초과하였다.

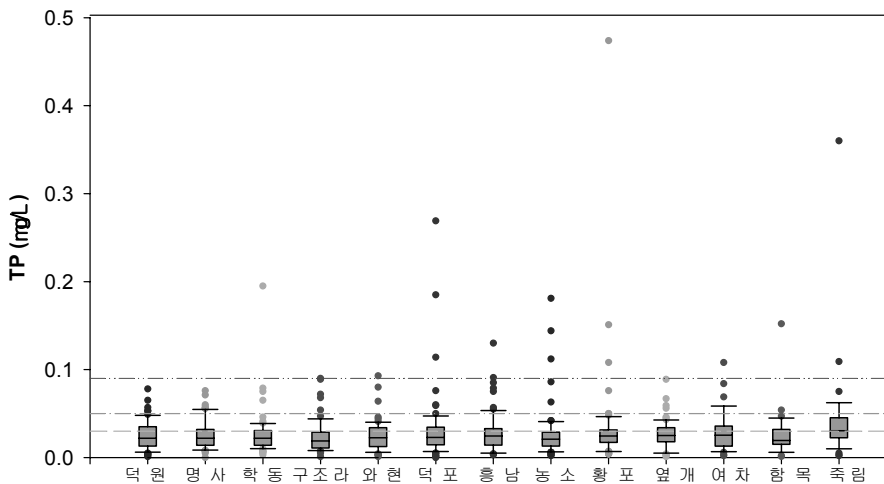


<그림 5> 거제시 해수욕장별 COD 농도 분포 ('04~'09 자료)

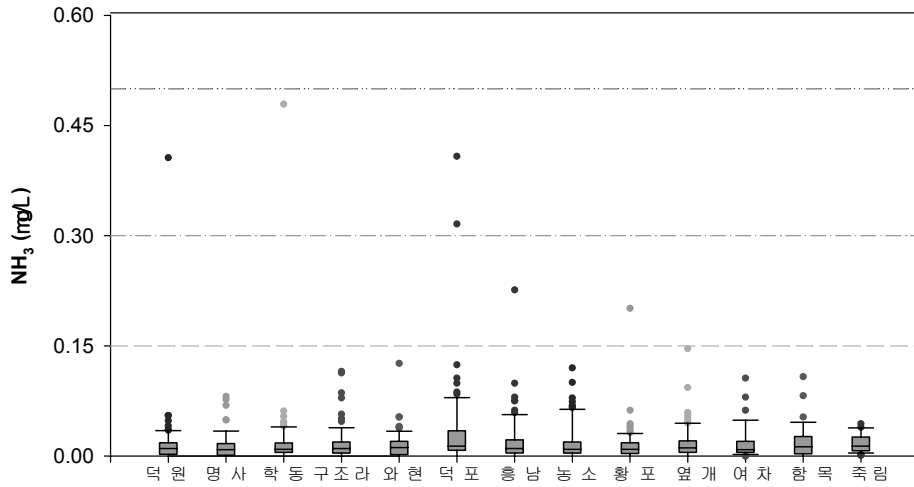
<그림 6>의 총인 농도 분포에서 13개 해수욕장의 90퍼센타일값은 '수질점수' 2점 기준(0.05mg/L) 부근에 분포하고 있으며, 명사, 죽림 해수욕장은 90퍼센타일값이 각각 0.051, 0.056mg/L 로 '수질점수' 2점 기준 0.05mg/L 를 초과한 것으로 나타나 명사, 죽림 해수욕장의 총인수질이 상대적으로 나쁜 것으로 조사되

었다.

암모니아성질소는 13개 해수욕장 모두에서 90퍼센타일 농도값이 '수질점수' 1점 기준(0.15mg/L) 이하로 나타나 SS, COD 및 총인에 비해 오염도가 현저하게 낮은 것으로 조사되었다.



<그림 6> 거제시 해수욕장별 T-P 농도 분포 ('04~'09 자료)

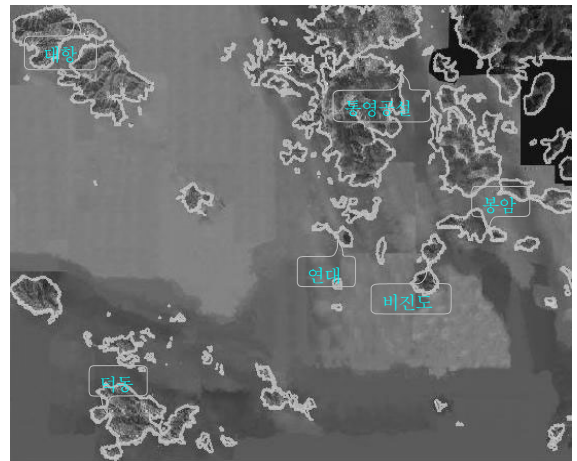


<그림 7> 거제시 해수욕장별 NH<sub>3</sub>-N 농도 분포 ('04~'09 자료)

## 나. 통영시

### (1) 통영시 해수욕장 주변 오염원

통영시에 있는 6개 해수욕장 위치를 <그림 8>에 나타내었으며, 해수욕장 인근 마을의 하수처리 현황을 <표 4>에 정리하였다. 비진도해수욕장과 연대해수욕장은 인근마을에 하수처리장이 설치되어 있어 하수가 적절한 처리과정을 거친 후 해역으로 방류되나, 공설, 사랑대항, 봉암몽돌 및 덕동 해수욕장 인근 마을의 생활하수는 별도의 처리과정 없이 마을주변 실개천으로 흘러들어 바다로 유입되는 것으로 조사되었다. 마을 인구는 46 ~ 117명으로 규모가 크지 않았으며, 여름철 해수욕장 이용객은 13,948 ~ 22,916명으로 조사되었다.



<그림 8> 통영시 해수욕장 위치도

<표 4> 통영시 해수욕장 일반현황 및 인근마을 하수처리 현황

해수욕장명	총면적 (m <sup>2</sup> )	이용객 (명)	소재지	인근마을 하수처리 현황			
				마을명	인구(명)	하수처리장	처리량 (m <sup>3</sup> /d)
통영공설	9,958	22,916	산양읍 수륙마을	수륙	85	-	-
비진도	29,203	22,467	한산면 비진리	외항	94	비진마을	105
사랑 대항	7,964	13,948	사랑면 금평리	대항	46	-	-
봉암 몽돌	-	-	한산면 추봉리	봉암	117	-	-
덕동	-	-	욕지면 서산리	덕동	59	-	-
연대	-	-	산양읍 연곡리	연대	85	연대마을	25

\*총면적은 해변과 부대시설을 포함한 면적임.

[출처 : '08년 통영시 통계연보, 마을인구 : '10년 3월 주민등록인구 조회 자료]

## (2) 통영시 해수욕장 수질

통영시에 위치한 6개 해수욕장은 최근 6년간의 수질모니터링에서 모두 적합한 수질등급을 받았다.

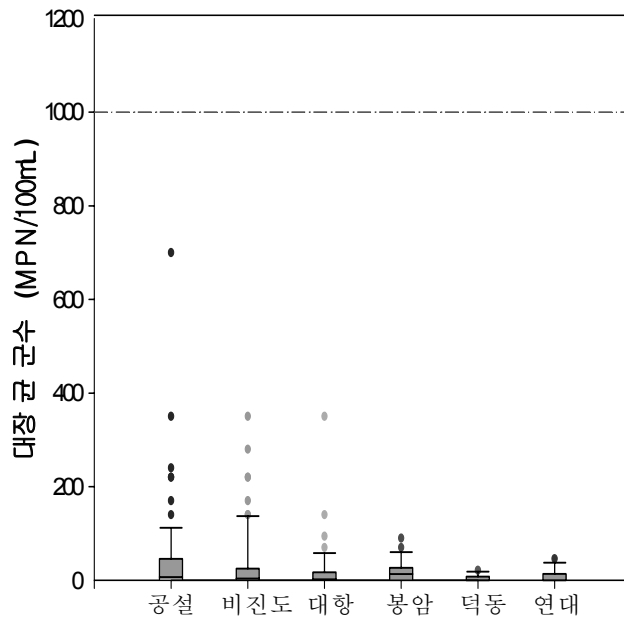
통영시 해수욕장별 대장균군수 분포를 <그림 9>에서 보면 해수욕장 6곳 모두 90퍼센타일값이 적합 기준 1000MPN/100mL 보다 현저히 낮으며, 최대값도 모두 기준 이하로 나타나 통영시 해수욕장 대장균군수 수질은 양호한 것으로 조사되었다.

해수욕장별 SS 농도 분포를 나타낸 <그림

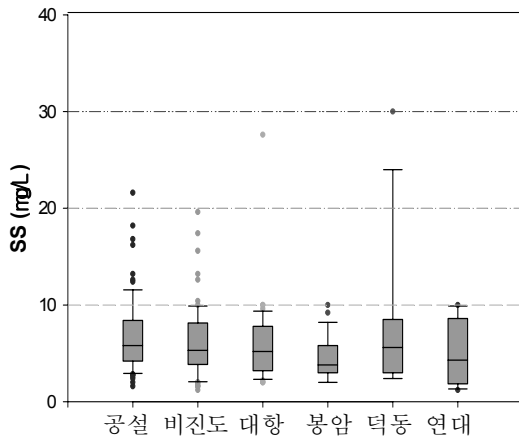
10>에서 보면, 공설, 비진도, 대항, 봉암, 덕동 및 연대 해수욕장의 SS 90퍼센타일 농도가 각각 11.6, 9.6, 9.2, 8.2, 23.9, 9.8mg/L로 조사되어, 덕동해수욕장을 제외한 나머지 해수욕장의 경우 SS 수질이 양호한 것으로 조사되었다.

COD 농도 분포에서 봉암해수욕장의 90퍼센타일값은 2.5mg/L로 '수질기준' 2점기준(2mg/L)을 초과하여 최고값을 나타내었으며, 나머지 5개 해수욕장은 '수질점수' 2점기준 내에 분포하였다.

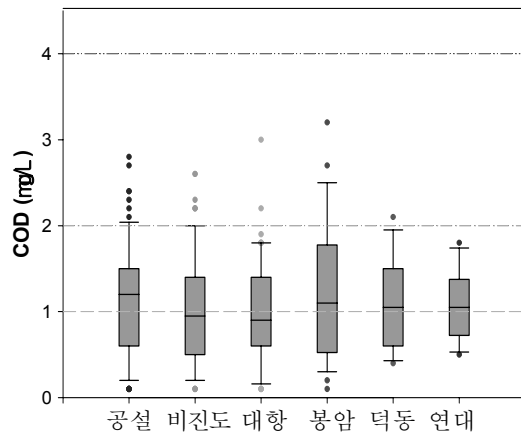
<그림 9> 통영시 해수욕장별 대장균군수 분포 ('04~'09 자료)



<그림 10> 통영시 해수욕장별 SS 농도 분포 ('04~'09 자료)



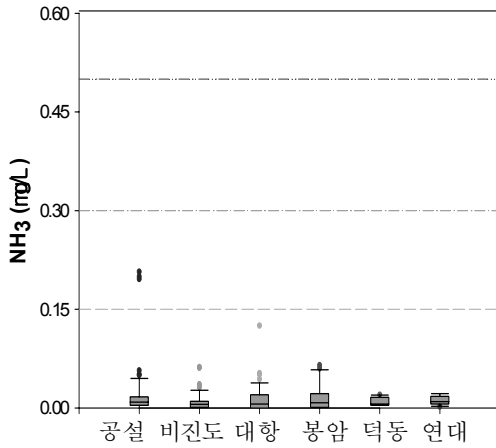
<그림 11> 통영시 해수욕장별 COD 농도 분포 ('04~'09 자료)



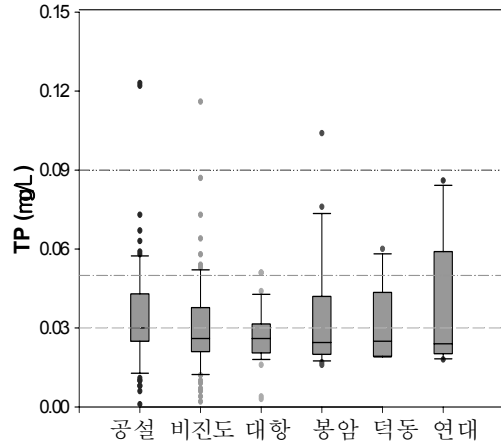
통영시 해수욕장별 암모니아성질소와 총인 농도 분포는 각각 <그림 12>, <그림 13>에 나타내었다. 암모니아성질소의 경우 6개 해수욕장 모두 '수질점수' 1점 기준(0.15mg/L) 보다 현저히 낮은 것으로 조사되었으며 공설, 봉암 해수욕장의 90퍼센타일 값이 0.045, 0.059mg/L로 나머지 4개 해수욕장보다 상대적으로 높게 나타났다.

총인은 공설, 비진도, 봉암, 덕동 및 연대 해수욕장 5곳의 90퍼센타일값이 각각 0.057, 0.052, 0.073, 0.058 및 0.084mg/L로 '수질점수' 2점 기준(0.05mg/L) 보다 높았으며, 대항해수욕장의 90퍼센타일값은 0.043mg/L로 '수질점수' 2점 기준 이하인 것으로 조사되어 상대적으로 대항해수욕장의 총인 수질이 양호한 것으로 나타났다.

<그림 12> 통영시 해수욕장별 NH<sub>3</sub>-N  
농도 분포 ('04~'09 자료)



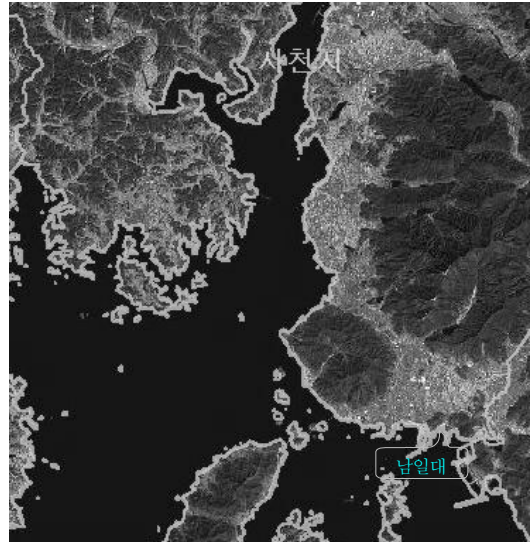
<그림 13> 통영시 해수욕장별 T-P  
농도 분포 ('04~'09 자료)



## 다. 사천시

### (1) 사천시 해수욕장 주변 오염원

사천시에 소재하는 수질조사대상 해수욕장인 남일대해수욕장 및 주변 지역 현황을 정리하여 <표 5>에 나타내었다. 남일대해수욕장 인근마을인 모래마을 인구수는 359명이며 하수는 처리 없이 방류되어 해역으로 유입된다. 해수욕장 이용객은 199,000명으로 마을인구수에 비해 매우 많으나 유원지에서 발생하는 오수 등은 삼천포하수종말처리장으로 이송되어 처리되므로 이용객에 의한 추가 오염은 크지 않은 것으로 보인다.



<그림 14> 사천시 해수욕장 위치도



<표 5> 사천시 해수욕장 일반현황 및 인근마을 하수처리 현황

해수욕장명	총면적 (m <sup>2</sup> )	이용객 (명)	소재지	인근마을 하수처리 현황			
				마을명	인구(명)	하수처리장	처리량 (m <sup>3</sup> /d)
남일대	66,000	199,000	향촌동	모래	359	-	-

\*총면적은 해변과 부대시설을 포함한 면적

※유원지 : 삼천포하수종말처리장

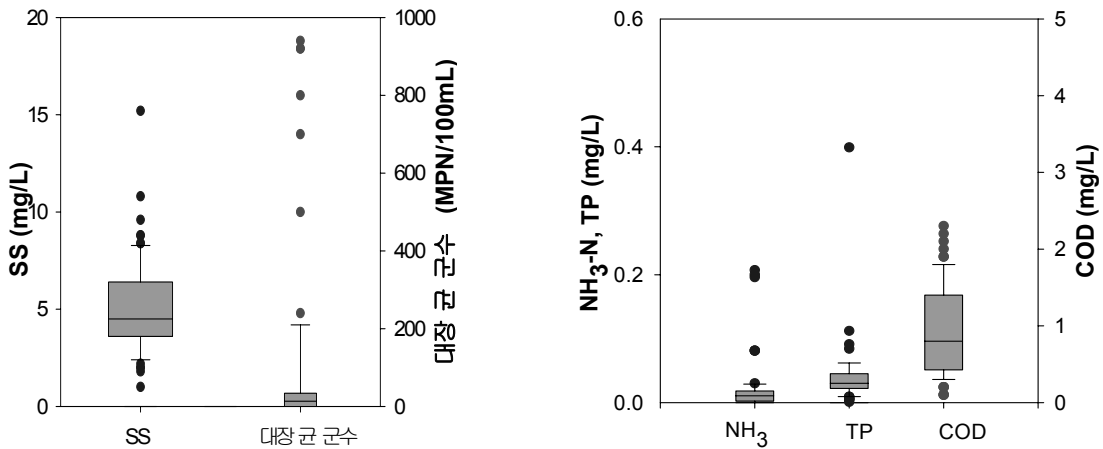
[출처 : '08년 사천시 통계연보, 마을인구 : '10년 3월 주민등록인구 조회 자료]

## (2) 사천시 해수욕장 수질

사천시에 위치한 남일대 해수욕장은 최근 6년간의 수질모니터링에서 모두 적합한 수질등급을 받았다.

<그림 15>은 남일대 해수욕장의 대장균군수 및 수질조사 항목의 농도 분포이다. 대장균군수의 90퍼센타일값은 206MPN/100mL로 적합 기준 1000MPN/100mL 이하로 조사되었으며, 최대값도 적합 기준 이하로 나타나 남일대 해수욕장의 대장균군수 수질은

양호한 것으로 조사되었다. SS와 NH<sub>3</sub>-N의 90퍼센타일값은 각각 8.3, 0.029mg/L로 '수질점수' 1점 기준 이하의 값을 나타냈다. C OD 90퍼센타일값은 1.8mg/L로 '수질점수' 2점 기준 2.0mg/L 이하인 것으로 조사되었다. 반면에, 총인의 90퍼센타일값은 0.062mg/L로 '수질점수' 2점 기준(0.05mg/L)을 초과하여 총인 오염도가 나머지 항목에 비해 높은 것으로 조사되었다.



<그림 15> 사천시 남일대 해수욕장의 조사항목별 농도 분포 ('04~'09년)

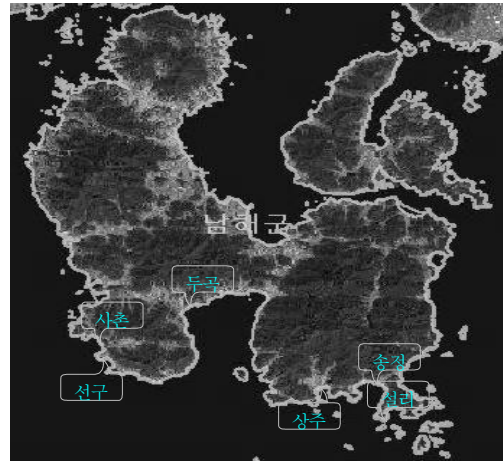
## 라. 남해군

### (1) 남해군 해수욕장 주변 오염원

남해군은 2004년부터 2008년까지 상주, 송정, 사촌, 두곡·월포 등 4개 해수욕장에 대

하여 수질조사를 실시하였고, 2009년에는 선구, 설리 등 2곳을 추가하여 총 6개 해수욕장 수질을 조사하였다. 해수욕장 주변 하수처리 현황을 나타낸 <표 6>를 보면 주변 마을 및 유원지에서 발생한 하수는 모두 하

수처리장에서 처리된 후 해역으로 방류됨을 알 수 있다.



<그림 16> 남해군 해수욕장 위치도

<표 6> 남해군 해수욕장 일반현황 및 인근마을 하수처리 현황

해수욕장명	총면적 (m <sup>2</sup> )	이용객 (명)	소재지	인근마을 하수처리 현황			
				마을명	인구(명)	하수처리장	처리량 (m <sup>3</sup> /d)
상주은모래	546,392	711,723	상주면 상주리	상주	391	상주면하수종말	518
송정 솔바람해변	104,749	237,281	미조면 송정리	송남	116	송정관광지구 오수처리시설	300
사촌	13,000	44,899	남면 선구리	사촌	80	사촌마을	13
두곡·월포	27,000	91,922	남면 당항리	두곡, 월포, 석교	202(두곡) 149(월포) 144(석교)	석교마을	20
선구	-	-	남면 선구리	선구 향촌	192(선구) 283(향촌)	선구마을, 향촌마을	30(선구) 49(향촌)
설리	-	-	미조면 송정리	설리	133(설리)	설리지구 오수처리시설	160

\*총면적은 해변과 부대시설을 포함한 면적

[출처 : '09년 남해군 통계연보]

## (2) 남해군 해수욕장 수질

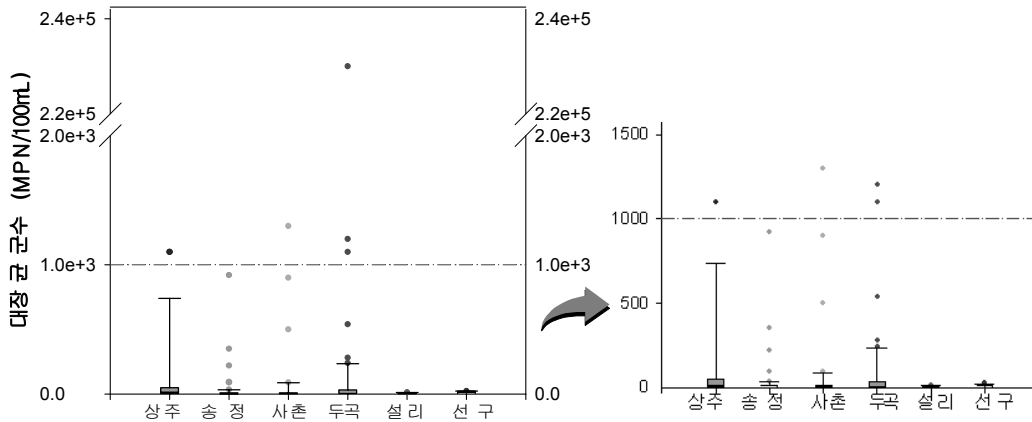
남해군에 위치한 6개 해수욕장 중에서 두곡·월포('04년 개장전), 사촌('05년 개장후) 해수욕장은 최근 6년간의 수질모니터링에서 각각 39,369, 11,007 MPN/100mL 로 '대장균군수' 수질기준을 1회씩 초과하여 해수욕에

부적합한 수질등급을 받았는데 수질기준 대비 약 40배, 10배 정도 높은 값이다.

<그림 17>에서 남해군 해수욕장별 대장균군수 분포를 보면 해수욕장 6곳 모두 90 퍼센타일값이 적합 기준 1000MPN/100mL 보다 낮은 것으로 나타나 대체적으로 대장균군수 수질이 양호한 것으로 나타났다. 하

지만 최근 6년간의 조사결과 중 최대값을 보면 상주, 사촌, 두곡·월포해수욕장 3곳에서 수질기준을 초과하여 검출된 적이 있는 것으로 나타났으며, 최대 검출값은 적합 기준값의 230배에 달하는 매우 높은 값인 230,000MPN/100mL 로 2004년 개장전 두곡·월포해수욕장의 중앙지점의 조사결과이다.

대장균군수는 일시적인 오염물 유입 등의 영향에 매우 민감하며 조사지점에 따라 결과값의 편차가 매우 심하다는 것을 단적으로 보여주고 있다. 해수욕장 개장전이라 해수욕객의 피해가 없었으나 해수욕장 수질관리에 주의가 필요한 것으로 보인다.

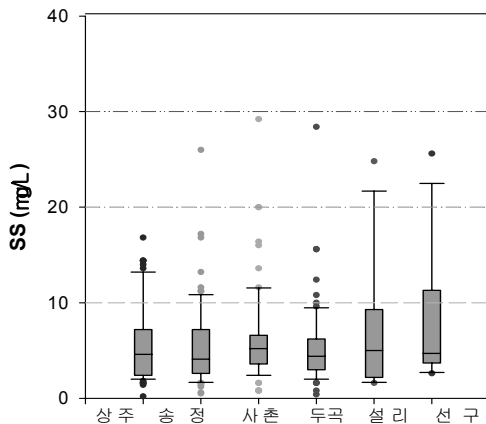


<그림 17> 남해군 해수욕장별 대장균군수 분포 ('04~'09 자료)

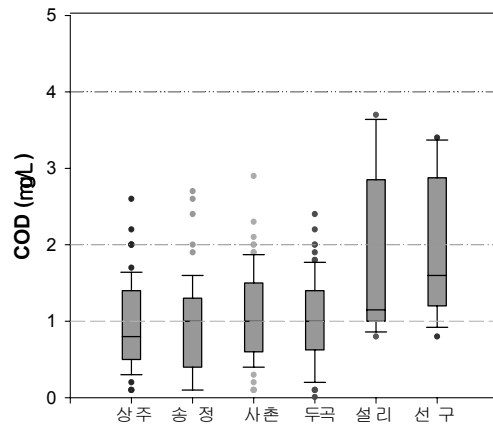
<그림 18>에서 SS 90퍼센타일값을 보면 두곡·월포해수욕장은 '수질점수' 1점 기준 (10mg/L) 이하이며, 상주, 송정, 사촌 해수욕장 3곳은 '수질점수' 2점 기준(20mg/L)

내에 있는 것으로 나타났으며, 설리, 선구 해수욕장은 '수질점수' 2점 기준을 초과한 것으로 조사되었다.

<그림 18> 남해군 해수욕장별 SS 농도 분포 ('04~'09 자료)



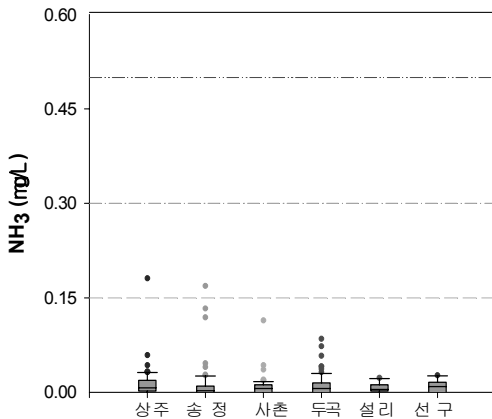
<그림 19> 남해군 해수욕장별 COD 농도 분포 ('04~'09 자료)



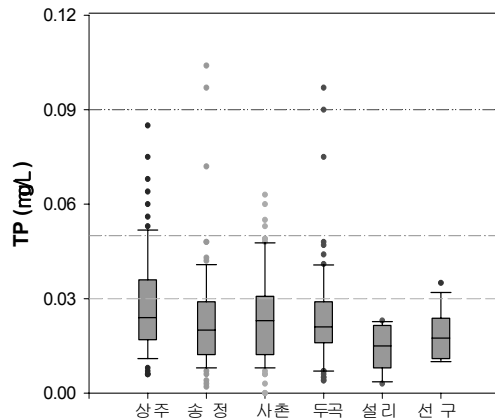
COD 농도 분포를 보면 상주, 송정, 사촌, 두곡 해수욕장의 COD 90퍼센타일값이 각각 1.6, 1.6, 1.9, 1.8mg/L 로 '수질점수' 2점 기준 2.0mg/L 이하인 것으로 나타났으며, 선구, 설리 해수욕장의 90퍼센타일값은 각각 3.6, 3.4mg/L 로 '수질 점수' 2점기준을 초과한 것으로 조사되었다. 선구, 설리 해수욕장의 경우 2009년 조사시 추가되어 1년 조사자료만을 바탕으로 한 것으로 일반적인 수질을 나타내는 자료로 사용하기에는 다소 부족한 것으로 판단되며, 해수욕장 수질관리를 위해 지속적인 수질 모니터링이 필요한 것으로 생각된다.

암모니아성질소의 경우 남해군 해수욕장 6곳 모두 90퍼센타일값이 '수질점수' 1점 기준 0.15mg/L 보다 현저히 낮은 것으로 나타났으며, 90퍼센타일 최고값은 상주해수욕장에서 0.031mg/L 로 조사되었다. 총인 90퍼센타일값은 송정, 사촌, 두곡·월포, 선구해수욕장에서 '수질점수' 2점 기준 0.05mg/L 이하인 것으로 조사되었으며, 상주해수욕장 0.051mg/L로 최고값을 나타내었고 설리해수욕장 0.023mg/L로 최소값을 나타내었다. 남해군 해수욕장의 암모니아성질소 및 총인 수질은 대체적으로 양호한 것으로 조사되었다.

<그림 20> 남해군 해수욕장별 NH<sub>3</sub>-N 농도 분포 ('04~'09 자료)



<그림 21> 남해군 해수욕장별 T-P 농도 분포 ('04~'09 자료)



## <부록 1> 경상남도 해수욕장 수질 조사대상 현황('04~'09년)

시·군	해수욕장명	소재지	구분	연도별 조사지점 현황						비고
				2004	2005	2006	2007	2008	2009	
				19개	17개	17개	21개	21개	26개	
거제시 (13개소)	명사	남부면	일반	○	○	○	○	○	○	국립공원
	학동 흑진주몽돌해변	동부면	일반	○	○	○	○	○	○	국립공원
	구조라	일운면	일반	○	○	○	○	○	○	국립공원
	와현 모래숲해변	일운면	일반	○	○	○	○	○	○	
	덕포	덕포2동	마을	○	○	○	○	○	○	
	홍남	장목면	마을	○	○	○	○	○	○	
	농소	장목면	마을	○	○	○	○	○	○	
	황포	장목면	마을	○	○	○	○	○	○	
	물안 옆개	하청면	마을	○	○	○	○	○	○	
	덕원	동부면	마을	○	○	○	○	○	○	
	여차	남부면	마을	-	-	-	○	○	○	
	함목	남부면	마을	-	-	-	○	○	○	
	죽림	거제면	마을	-	-	-	○	○	○	
통영시 (6개소)	통영 공설	도남동	일반	○	○	○	○	○	○	
	비진도 산호빛해변	한산면	일반	○	○	○	○	○	○	국립공원
	사랑 대항	사랑면	일반	○	-	-	○	○	○	
	봉암 몽돌	한산면	마을	○	-	-	-	-	○	
	덕동	육지면	마을	-	-	-	-	-	○	
	연대	산양읍	마을	-	-	-	-	-	○	
사천시 (1개소)	남일대	향촌동	시범	○	○	○	○	○	○	
남해군 (6개소)	상주 은모래비치	상주면	일반	○	○	○	○	○	○	국립공원
	송정 솔바람해변	미조면	일반	○	○	○	○	○	○	
	사촌	남면	일반	○	○	○	○	○	○	
	두곡·월포	남면	일반	○	○	○	○	○	○	
	선구	남면	마을	-	-	-	-	-	○	
	설리	미조면	마을	-	-	-	-	-	○	

※ 해수욕장의 구분 (관리주체에 따라 3종류로 구분)

- 시범 : 기초지자체가 직접 행정조직 또는 별도조직으로 관리하고자 하는 해수욕장
- 일반 : 기초지자체가 관리하지만 변영회·어촌계 및 민간기업 등으로 하여금 운영하도록 하는 해수욕장
- 마을 : 지역변영회·어촌계 등 마을단위 공동체에서 자율적으로 관리하는 해수욕장

<부록 2> 경상남도 해수욕장 수질 조사 결과표('04~'09년)

[ 2004년 개장전 결과 ]

시·군	구 분	수질조사 결과					조사항목별 수질점수					총 점	평가 결과
		SS (mg/L)	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	총인 (mg/L)	대장균관수 (MPN/100mL)	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	T-P	대장균관수		
통영시	통영 공설	5.0	1.3	0.031	0.027	64	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	비진도 산호빛	3.5	0.9	0.015	0.029	14	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	사랑 대항	4.5	0.8	0.015	0.022	11	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	봉암 몽돌	4.6	0.5	0.013	0.022	26	1	1	1	1	TRUE	4	적합
사천시	남일대	3.7	1.5	0.001	0.025	23	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	명사	3.6	0.7	0.012	0.017	239	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	학동 몽돌	2.9	0.9	0.021	0.019	463	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	구조라	3.6	0.9	0.008	0.020	93	1	1	1	1	TRUE	4	적합
거제시	와현	3.3	1.3	0.009	0.026	29	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	덕포	4.5	1.0	0.006	0.021	32	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	홍남	3.6	1.0	0.006	0.019	145	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	농소	5.3	1.0	0.014	0.024	18	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	황포	4.8	1.3	0.008	0.024	31	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	옆계	6.1	1.3	0.006	0.024	109	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	덕원	3.9	1.1	0.006	0.020	30	1	2	1	1	TRUE	5	적합
남해군	상주 은모래	3.1	1.0	0.001	0.024	4	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	송정 솔바람	2.5	0.9	0.000	0.013	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	사촌	4.0	1.2	0.000	0.018	153	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	두곡·월포	2.6	1.4	0.005	0.023	39,369	1	2	1	1	FALSE	5	부적합

\* 수질조사 결과값은 각 해수욕장의 조사지점(3개)의 산술평균값이며, 재검사를 실시한 경우 그 결과값을 반영한 값임.

[ 2004년 개장후 결과 ]

시·군	구 분	수질조사 결과					조사항목별 수질점수					총 점	평가 결과
		SS (mg/L)	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	총인 (mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	T-P	대장균군수		
통영시	통영 공설	4.2	1.8	0.026	0.035	142	1	2	1	2	TRUE	6	적합
	비진도 산호빛	3.8	1.7	0.026	0.036	28	1	2	1	2	TRUE	6	적합
	사랑 대항	2.7	1.7	0.030	0.031	39	1	2	1	2	TRUE	6	적합
	봉암 몽돌	2.7	1.6	0.025	0.032	39	1	2	1	2	TRUE	6	적합
사천시	남일대	2.9	1.4	0.012	0.022	35	1	2	1	1	TRUE	5	적합
거제시	명사	2.6	1.5	0.033	0.020	302	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	학동 몽돌	3.4	1.3	0.030	0.025	220	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	구조라	3.4	1.7	0.050	0.025	1,028	1	2	1	1	FALSE	5	부적합
	와현 모래숲	3.5	1.4	0.041	0.022	107	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	덕포	4.3	1.3	0.076	0.030	2,173	1	2	1	1	FALSE	5	부적합
	홍남	3.5	1.0	0.094	0.031	2,108	1	1	1	2	FALSE	5	부적합
	농소	4.0	1.2	0.026	0.022	687	1	2	1	1	TRUE	5	적합
남해군	황포	3.9	1.6	0.049	0.023	167	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	엿개	3.7	1.7	0.047	0.028	178	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	덕원	3.9	1.7	0.024	0.022	123	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	상주 은모래	3.3	1.2	0.027	0.018	922	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	송정 솔바람	3.2	1.2	0.014	0.014	15	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	사촌	3.5	1.3	0.009	0.013	36	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	두곡·월포	4.1	1.4	0.014	0.015	14	1	2	1	1	TRUE	5	적합

\* 수질조사 결과값은 각 해수욕장의 조사지점(3개)의 산술평균값이며, 재검사를 실시한 경우 그 결과값을 반영한 값임.

## [ 2005년 개장전 결과 ]

구 분		수질조사 결과						조사항목별 수질점수					총 점	평가 결과
시·군	해수욕장명	SS (mg/L)	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	총인 (mg/L)	대장균관수 (MPN/100mL)	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	T-P	대장균관수			
통영시	통영 공설	5.6	0.9	0.005	0.038	3	1	1	1	2	TRUE		5	적합
	비진도 산호빛	7.3	0.9	0.005	0.030	2	1	1	1	1	TRUE		4	적합
사천시	남일대	5.0	0.7	0.006	0.021	4	1	1	1	1	TRUE		4	적합
거제시	명사	3.7	1.2	0.002	0.029	6	1	2	1	1	TRUE		5	적합
	학동 몽돌	4.0	0.8	0.000	0.019	5	1	1	1	1	TRUE		4	적합
	구조라	4.6	0.8	0.002	0.016	3	1	1	1	1	TRUE		4	적합
	외현 모래숲	5.5	1.0	0.003	0.015	2	1	1	1	1	TRUE		4	적합
	덕포	4.9	1.3	0.008	0.020	5	1	2	1	1	TRUE		5	적합
	홍남	4.8	0.9	0.006	0.017	6	1	1	1	1	TRUE		4	적합
	농소	4.4	1.1	0.010	0.020	10	1	2	1	1	TRUE		5	적합
	황포	6.1	1.1	0.020	0.019	2	1	2	1	1	TRUE		5	적합
남해군	옆개(물안)	6.0	1.0	0.012	0.021	7	1	1	1	1	TRUE		4	적합
	덕원	4.5	1.2	0.003	0.044	102	1	2	1	2	TRUE		6	적합
	상주 은모래	4.4	0.6	0.001	0.047	30	1	1	1	2	TRUE		5	적합
	송정 솔바람	3.4	0.6	0.000	0.030	2	1	1	1	2	TRUE		5	적합
	사촌	6.3	1.1	0.001	0.041	4	1	2	1	2	TRUE		6	적합
	두곡·월포	4.4	1.2	0.003	0.028	17	1	2	1	1	TRUE		5	적합

\* 수질조사 결과값은 각 해수욕장의 조사지점(3개)의 산술평균값이며, 재검사를 실시한 경우 그 결과값을 반영한 값임.



[ 2005년 개장후 결과 ]

구 분		수질조사 결과					조사항목별 수질점수					총 점	평가 결과
시·군	해수욕장명	SS (mg/L)	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	총인 (mg/L)	대장균관수 (MPN/100mL)	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	T-P	대장균관수		
통영시	통영 공설	5.1	1.7	0.005	0.031	106	1	2	1	2	TRUE	6	적합
	비진도 산호빛	4.5	1.5	0.005	0.017	115	1	2	1	1	TRUE	5	적합
사천시	남일대	4.5	1.5	0.003	0.034	12	1	2	1	2	TRUE	6	적합
	명사	4.3	1.7	0.010	0.024	72	1	2	1	1	TRUE	5	적합
거제시	학동 몽돌	6.9	1.4	0.008	0.026	21	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	구조라	5.8	1.3	0.014	0.023	31	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	덕포	5.2	1.5	0.008	0.017	38	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	홍남	5.4	1.4	0.005	0.012	23	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	농소	5.1	1.2	0.019	0.019	38	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	황포	4.6	1.1	0.006	0.012	10	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	엷개(물안)	4.6	1.4	0.007	0.013	9	1	2	1	1	TRUE	5	적합
남해군	덕원	5.5	1.3	0.010	0.029	20	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	상주 은모래	4.8	0.9	0.009	0.024	451	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	송정 솔바람	6.1	1.3	0.000	0.027	8	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	사촌	6.6	1.7	0.013	0.025	11,007	1	2	1	1	FALSE	5	부적합
	두곡·월포	4.7	1.4	0.005	0.024	201	1	2	1	1	TRUE	5	적합

\* 수질조사 결과값은 각 해수욕장의 조사지점(3개)의 산술평균값이며, 재검사를 실시한 경우 그 결과값을 반영한 값임.

## [ 2006년 개장전 결과 ]

구 분		수질조사 결과					조사항목별 수질점수				총 점	평가 결과
시·군	해수욕장명	SS (mg/L)	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	총인 (mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	T-P	대장균군수	
통영시	통영 공설	12.7	1.1	0.010	0.057	3	2	2	1	3	TRUE	적합
	비진도 산호빛	13.0	1.3	0.011	0.049	4	2	2	1	2	TRUE	적합
사천시	남일대	3.1	0.4	0.013	0.040	9	1	1	1	2	TRUE	적합
	명사	5.4	0.2	0.004	0.035	16	1	1	1	2	TRUE	적합
	학동 몽돌	4.4	0.6	0.020	0.029	95	1	1	1	1	TRUE	적합
	구조라	7.0	0.5	0.012	0.032	4	1	1	1	2	TRUE	적합
거제시	와현 모래숲	6.8	0.5	0.009	0.036	90	1	1	1	2	TRUE	적합
	덕포	6.5	1.8	0.120	0.051	749	1	2	1	3	TRUE	적합
	홍남	11.6	1.0	0.011	0.055	208	2	2	1	3	TRUE	적합
	농소	6.5	1.4	0.052	0.083	161	1	2	1	3	TRUE	적합
	황포	20.2	1.0	0.009	0.044	10	3	1	1	2	TRUE	적합
	옆개(물안)	17.3	0.6	0.010	0.041	17	2	1	1	2	TRUE	적합
남해군	덕원	8.4	0.7	0.020	0.028	63	1	1	1	1	TRUE	적합
	상주 은모래	5.2	0.7	0.027	0.041	4	1	1	1	2	TRUE	적합
	송정 솔바람	5.4	0.5	0.066	0.035	24	1	1	1	2	TRUE	적합
	사촌	7.9	0.6	0.031	0.029	3	1	1	1	1	TRUE	적합
	두곡·월포	6.9	0.5	0.033	0.031	50	1	1	1	2	TRUE	적합

\* 수질조사 결과값은 각 해수욕장의 조사지점(3개)의 산술평균값이며, 재검사를 실시한 경우 그 결과값을 반영한 값임.

[ 2006년 개장후 결과 ]

구 분		수질조사 결과					조사항목별 수질점수				총 점	평가 결과
시·군	해수욕장명	SS (mg/L)	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	총인 (mg/L)	대장균관수 (MPN/100mL)	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	T-P	대장균관수	
통영시	통영 공설	5.6	1.0	0.004	0.010	103	1	2	1	1	TRUE	5
	비진도 산호빛	6.3	1.1	0.004	0.006	78	1	2	1	1	TRUE	5
사천시	남일대	6.2	1.1	0.016	0.015	42	1	2	1	1	TRUE	5
	명사	7.5	1.3	0.024	0.008	232	1	2	1	1	TRUE	5
거제시	학동 몽돌	7.8	1.6	0.020	0.008	298	1	2	1	1	TRUE	5
	구조라	6.9	1.2	0.022	0.010	169	1	2	1	1	TRUE	5
	와현 모래숲	9.5	1.6	0.022	0.005	42	1	2	1	1	TRUE	5
	덕포	7.6	2.4	0.018	0.006	309	1	3	1	1	TRUE	6
	홍남	11.6	2.5	0.040	0.009	386	2	3	1	1	TRUE	7
	농소	5.2	2.2	0.011	0.011	679	1	3	1	1	TRUE	6
	황포	17.2	1.8	0.026	0.010	32	2	2	1	1	TRUE	6
남해군	엿개(물안)	18.1	2.3	0.027	0.012	38	2	3	1	1	TRUE	7
	덕원	7.1	1.2	0.020	0.012	358	1	2	1	1	TRUE	5
	상주 은모래	3.2	0.9	0.005	0.018	49	1	1	1	1	TRUE	4
	송정 솔바람	4.0	0.7	0.010	0.009	7	1	1	1	1	TRUE	4
	사촌	4.5	0.7	0.011	0.005	103	1	1	1	1	TRUE	4
	두곡·월포	4.3	0.5	0.033	0.007	7	1	1	1	1	TRUE	4

\* 수질조사 결과값은 각 해수욕장의 조사지점(3개)의 산술평균값이며, 재검사를 실시한 경우 그 결과값을 반영한 값임.

## [ 2007년 개장전 결과 ]

구 분		수질조사 결과						조사항목별 수질점수					총 점	평가 결과
시·군	해수욕장명	SS (mg/L)	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	총인 (mg/L)	대장균관수 (MPN/100mL)	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	T-P	대장균관수			
통영시	통영 공설	6.3	0.4	0.009	0.030	25	1	1	1	1	TRUE	4	적합	
	비진도 산호빛	5.5	0.2	0.005	0.036	2	1	1	1	2	TRUE	5	적합	
	사랑 대항	8.0	0.5	0.007	0.012	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합	
사천시	남일대	5.5	0.6	0.010	0.057	3	1	1	1	3	TRUE	6	적합	
거제시	명사	7.1	0.3	0.009	0.024	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합	
	학동 몽돌	9.3	0.3	0.015	0.017	8	1	1	1	1	TRUE	4	적합	
	구조라	7.5	0.4	0.010	0.024	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합	
	와현 모래숲	14.1	0.9	0.016	0.032	4	2	1	1	2	TRUE	6	적합	
	덕포	11.3	1.2	0.017	0.020	29	2	2	1	1	TRUE	6	적합	
	홍남	10.9	0.6	0.017	0.024	2	2	1	1	1	TRUE	5	적합	
	농소	7.9	0.6	0.010	0.022	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합	
남해군	황포	13.0	0.6	0.011	0.026	3	2	1	1	1	TRUE	5	적합	
	옆개(물안)	11.8	0.8	0.011	0.020	3	2	1	1	1	TRUE	5	적합	
	덕원	9.0	0.6	0.007	0.026	4	1	1	1	1	TRUE	4	적합	
	여차	7.2	0.8	0.009	0.040	23	1	1	1	2	TRUE	5	적합	
	합목	7.8	0.5	0.011	0.033	20	1	1	1	2	TRUE	5	적합	
	죽림	9.1	0.8	0.016	0.039	2	1	1	1	2	TRUE	5	적합	
	상주 은모래	3.8	0.3	0.001	0.042	11	1	1	1	2	TRUE	5	적합	
송정 솔바람	3.6	0.3	0.003	0.030	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합		
남해군	사촌	5.3	0.5	0.004	0.040	3	1	1	1	2	TRUE	5	적합	
	두곡·월포	4.0	0.6	0.005	0.029	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합	

\* 수질조사 결과값은 각 해수욕장의 조사지점(3개)의 산술평균값이며, 재검사를 실시한 경우 그 결과값을 반영한 값임.

[ 2007년 개장후 결과 ]

구 분		수질조사 결과					조사항목별 수질점수				총 점	평가 결과
시·군	해수욕장명	SS (mg/L)	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	총인 (mg/L)	대장균관수 (MPN/100mL)	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	T-P	대장균관수	
통영시	통영 공설	7.9	0.9	0.013	0.055	6	1	1	1	3	TRUE	적합
	비진도 산호빛	6.3	0.8	0.004	0.048	3	1	1	1	2	TRUE	적합
	사랑 대항	5.8	0.7	0.023	0.035	5	1	1	1	2	TRUE	적합
사천시	남일대	6.7	1.0	0.000	0.783	335	1	2	1	4	TRUE	적합
거제시	명사	4.8	0.8	0.026	0.055	113	1	1	1	3	TRUE	적합
	학동 몽돌	6.3	0.9	0.085	0.081	102	1	1	1	3	TRUE	적합
	구조라	9.3	1.0	0.044	0.064	335	1	1	1	3	TRUE	적합
	와현 모래숲	8.5	0.9	0.005	0.054	4	1	1	1	3	TRUE	적합
	덕포	7.2	1.1	0.007	0.105	42	1	2	1	4	TRUE	적합
	홍남	5.9	1.3	0.015	0.064	5	1	2	1	3	TRUE	적합
	농소	5.9	1.4	0.008	0.053	13	1	2	1	3	TRUE	적합
	황포	5.9	1.5	0.010	0.141	5	1	2	1	4	TRUE	적합
남해군	옆개(물안)	9.3	1.0	0.018	0.047	22	1	1	1	2	TRUE	적합
	덕원	6.4	0.8	0.086	0.048	238	1	1	1	2	TRUE	적합
	여차	6.1	1.3	0.041	0.048	172	1	2	1	2	TRUE	적합
	합목	4.8	1.3	0.042	0.052	179	1	2	1	3	TRUE	적합
	죽림	8.9	1.0	0.139	0.112	94	1	2	1	4	TRUE	적합
	상주 은모래	7.1	1.4	0.039	0.043	75	1	2	1	2	TRUE	적합
	송정 솔바람	5.8	1.5	0.029	0.041	5	1	2	1	2	TRUE	적합
	사촌	3.2	1.2	0.007	0.030	4	1	2	1	2	TRUE	적합
	두곡·월포	6.5	0.9	0.005	0.060	2	1	1	1	3	TRUE	적합

\* 수질조사 결과값은 각 해수욕장의 조사지점(3개)의 산술평균값이며, 재검사를 실시한 경우 그 결과값을 반영한 값임.

## [ 2008년 개장전 결과 ]

시·군	구 분	수질조사 결과						조사항목별 수질점수				총 점	평가 결과
		SS (mg/L)	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	총인 (mg/L)	대장균관수 (MPN/100mL)	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	T-P	대장균관수		
통영시	통영 공설	4.9	0.3	0.106	0.027	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	비진도 산호빛	5.3	0.3	0.004	0.023	3	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	사랑 대항	6.8	0.3	0.004	0.026	3	1	1	1	1	TRUE	4	적합
사천시	남일대	6.3	0.4	0.106	0.043	69	1	1	1	2	TRUE	5	적합
	명사	5.6	0.9	0.011	0.031	35	1	1	1	2	TRUE	5	적합
	학동 몽돌	5.6	0.3	0.006	0.021	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합
거제시	구조라	5.7	0.4	0.013	0.024	3	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	와현 모래숲	5.8	0.7	0.021	0.025	3	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	터포	5.8	1.0	0.029	0.027	62	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	홍남	5.5	0.8	0.018	0.022	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	농소	4.9	0.6	0.011	0.018	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	황포	5.9	0.9	0.016	0.024	3	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	염개(물안)	6.3	1.2	0.049	0.029	4	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	덕원	6.0	0.8	0.011	0.020	8	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	여차	5.5	0.5	0.009	0.025	9	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	함목	6.0	0.4	0.021	0.027	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합
남해군	죽림	6.0	0.9	0.023	0.037	26	1	1	1	2	TRUE	5	적합
	상주 은모래	4.5	0.5	0.018	0.018	29	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	송정 솔바람	5.1	0.4	0.008	0.026	58	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	사촌	4.4	0.4	0.006	0.023	218	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	두곡·월포	3.1	0.7	0.019	0.016	59	1	1	1	1	TRUE	4	적합

\* 수질조사 결과값은 각 해수욕장의 조사지점(3개)의 산술평균값이며, 재검사를 실시한 경우 그 결과값을 반영한 값임.

[ 2008년 개장후 결과 ]

구 분		수질조사 결과					조사항목별 수질점수				총 점	평가 결과
시·군	해수욕장명	SS (mg/L)	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	총인 (mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	T-P	대장균군수	
통영시	통영 공설	6.4	1.3	0.017	0.043	55	1	2	1	2	TRUE	적합
	비진도 산호빛	6.0	1.1	0.014	0.024	107	1	2	1	1	TRUE	적합
	사랑 대항	5.7	1.4	0.015	0.024	99	1	2	1	1	TRUE	적합
사천시	남일대	5.7	1.3	0.050	0.026	76	1	2	1	1	TRUE	적합
거제시	명사	9.5	1.3	0.012	0.032	61	1	2	1	2	TRUE	적합
	학동 몽돌	9.0	1.0	0.014	0.026	35	1	1	1	1	TRUE	적합
	구조라	7.4	0.8	0.010	0.022	535	1	1	1	1	TRUE	적합
	외현 모래숲	8.7	1.2	0.022	0.017	352	1	2	1	1	TRUE	적합
	덕포	9.1	2.0	0.007	0.016	8	1	2	1	1	TRUE	적합
	홍남	9.5	1.5	0.023	0.020	494	1	2	1	1	TRUE	적합
	농소	7.1	1.5	0.020	0.019	80	1	2	1	1	TRUE	적합
	황포	8.7	1.4	0.018	0.022	727	1	2	1	1	TRUE	적합
	옆개(물안)	8.8	1.8	0.011	0.016	61	1	2	1	1	TRUE	적합
	덕원	8.2	1.7	0.018	0.017	528	1	2	1	1	TRUE	적합
남해군	여차	7.6	1.2	0.029	0.023	1,124	1	2	1	1	FALSE	부적합
	함목	7.9	1.0	0.025	0.010	803	1	1	1	1	TRUE	적합
	죽림	10.8	1.3	0.023	0.024	62	2	2	1	1	TRUE	적합
	상주 은모래	10.1	1.7	0.007	0.033	17	2	2	1	2	TRUE	적합
	송정 솔바람	7.6	1.2	0.002	0.034	229	1	2	1	2	TRUE	적합
	사촌	5.7	1.0	0.007	0.029	3	1	1	1	1	TRUE	적합
	두곡,월포	6.1	1.1	0.005	0.027	56	1	2	1	1	TRUE	적합

\* 수질조사 결과값은 각 해수욕장의 조사지점(3개)의 산술평균값이며, 채점사를 실시한 경우 그 결과값을 반영한 값임.

## [ 2009년 개장전 결과 ]

시·군	구 분	수질조사 결과					조사항목별 수질점수					총 점	평가 결과
		SS (mg/L)	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	총인 (mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	T-P	대장균군수		
통영시	통영 공설	4.9	1.2	0.010	0.025	5	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	비진도 산호빛	3.0	0.8	0.005	0.022	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	사량 대항	2.8	0.8	0.006	0.022	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	덕동	3.5	0.7	0.005	0.023	3	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	봉암몽돌	3.7	0.5	0.008	0.022	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합
사천시	연대	2.5	0.8	0.010	0.021	3	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	남일대	4.5	0.6	0.017	0.026	69	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	명사	5.6	0.9	0.011	0.017	35	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	학동 몽돌	4.0	1.0	0.013	0.023	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	구조라	3.7	0.8	0.011	0.026	3	1	1	1	1	TRUE	4	적합
거제시	와현 모래숲	7.6	1.3	0.011	0.032	3	1	2	1	2	TRUE	6	적합
	덕포	11.0	1.5	0.045	0.035	62	2	2	1	2	TRUE	7	적합
	홍남	7.9	1.4	0.008	0.033	2	1	2	1	2	TRUE	6	적합
	농소	3.1	0.7	0.007	0.020	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	황포	4.6	0.7	0.005	0.020	3	1	1	1	1	TRUE	4	적합
남해군	옆개(물안)	6.5	1.7	0.009	0.025	4	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	덕원	4.2	1.1	0.008	0.022	8	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	여차	4.3	1.0	0.013	0.027	9	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	함목	1.7	0.9	0.011	0.022	2	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	죽림	5.8	1.1	0.015	0.024	26	1	2	1	1	TRUE	5	적합
남해군	상주 은모래	4.5	1.1	0.016	0.020	29	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	송정 솔바람	3.6	1.5	0.005	0.017	2	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	사촌	4.4	1.4	0.013	0.024	3	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	두곡·월포	3.9	1.5	0.010	0.019	3	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	선구	3.7	2.2	0.017	0.025	7	1	3	1	1	TRUE	6	적합
	설리	3.1	2.3	0.013	0.021	6	1	3	1	1	TRUE	6	적합

\* 수질조사 결과값은 각 해수욕장의 조사지점(3개)의 산술평균값이며, 재검사를 실시한 경우 그 결과값을 반영한 값임.



[ 2009년 개장후 결과 ]

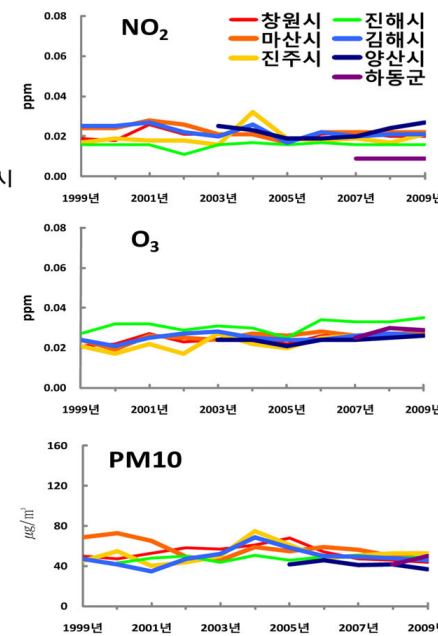
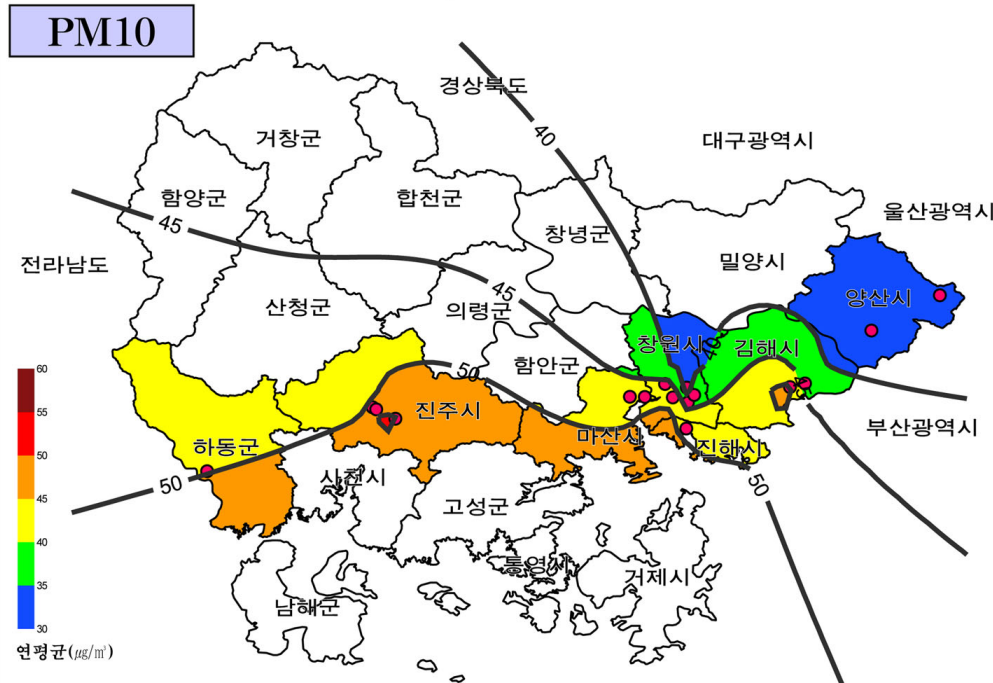
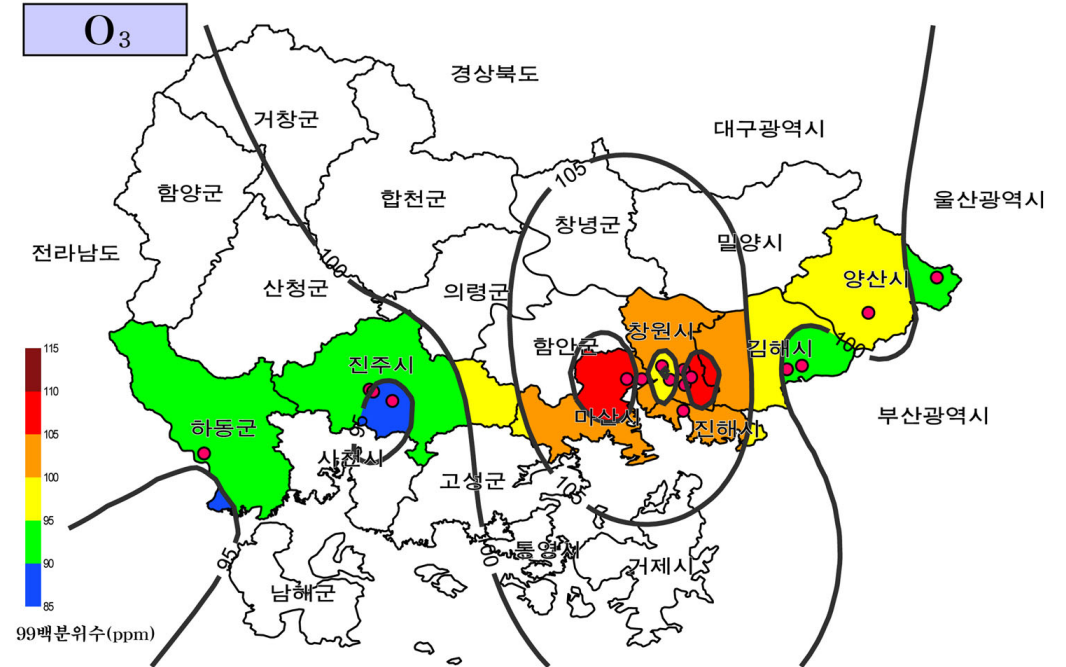
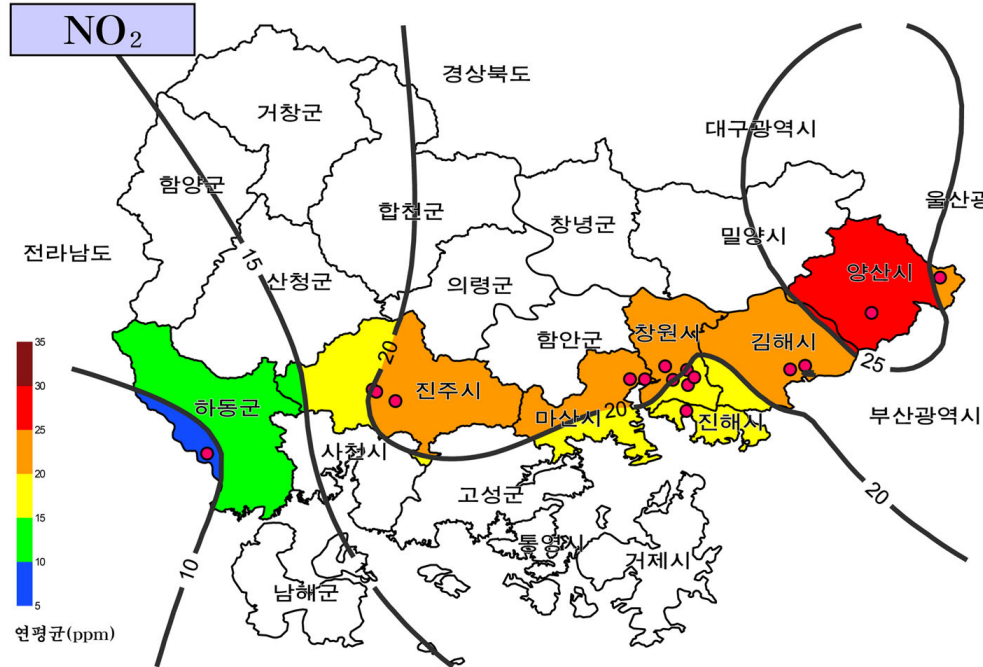
구 분		수질조사 결과					조사항목별 수질점수					총 점	평가 결과
시·군	해수욕장명	SS (mg/L)	COD (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	총인 (mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	T-P	대장균군수		
통영시	통영 공설	10.3	2.0	0.012	0.043	14	2	3	1	2	TRUE	8	적합
	비진도 산호빛	9.4	2.0	0.012	0.046	32	1	3	1	2	TRUE	7	적합
	사량 대항	11.1	1.8	0.012	0.040	9.3	2	2	1	2	TRUE	7	적합
	덕동	11.3	1.4	0.013	0.038	7.2	2	2	1	2	TRUE	7	적합
	봉암몽돌	7.0	1.9	0.012	0.061	7.8	1	2	1	3	TRUE	7	적합
사천시	연대	7.7	1.4	0.013	0.052	13	1	2	1	3	TRUE	7	적합
	남일대	6.7	0.7	0.013	0.038	472	1	1	1	2	TRUE	5	적합
	명사	15.3	1.3	0.008	0.018	369	2	2	1	1	TRUE	6	적합
	학동 몽돌	9.1	1.6	0.011	0.016	301	1	2	1	1	TRUE	5	적합
	구조라	8.9	1.5	0.005	0.009	366	1	2	1	1	TRUE	5	적합
거제시	와현 모래숲	11.5	1.3	0.005	0.012	201	2	2	1	1	TRUE	6	적합
	덕포	15.0	1.5	0.020	0.017	223	2	2	1	1	TRUE	6	적합
	홍남	13.1	1.9	0.003	0.025	343	2	2	1	1	TRUE	6	적합
	농소	12.7	1.7	0.002	0.022	220	2	2	1	1	TRUE	6	적합
	황포	16.7	1.7	0.003	0.036	59	2	2	1	2	TRUE	7	적합
남해군	염개(물안)	13.4	1.6	0.004	0.032	547	2	2	1	2	TRUE	7	적합
	덕원	18.3	1.7	0.003	0.019	14	2	2	1	1	TRUE	6	적합
	여차	8.2	0.9	0.004	0.009	207	1	1	1	1	TRUE	4	적합
	함목	11.9	1.2	0.007	0.011	188	2	2	1	1	TRUE	6	적합
	죽림	21.1	1.1	0.009	0.023	24	3	2	1	1	TRUE	7	적합
남해군	상주 은모래	12.2	1.3	0.010	0.019	34	2	2	1	1	TRUE	6	적합
	송정 솔바람	15.1	1.3	0.002	0.008	7.1	2	2	1	1	TRUE	6	적합
	사촌	18.1	1.6	0.003	0.012	10	2	2	1	1	TRUE	6	적합
	두곡.월포	12.9	1.4	0.007	0.013	198	2	2	1	1	TRUE	6	적합
	선구	12.0	1.6	0.002	0.011	16	2	2	1	1	TRUE	6	적합
남해군	설리	11.2	1.2	0.002	0.008	6.3	2	2	1	1	TRUE	6	적합

\* 수질조사 결과값은 각 해수욕장의 조사지점(3개)의 산술평균값이며, 재검사를 실시한 경우 그 결과값을 반영한 값임.



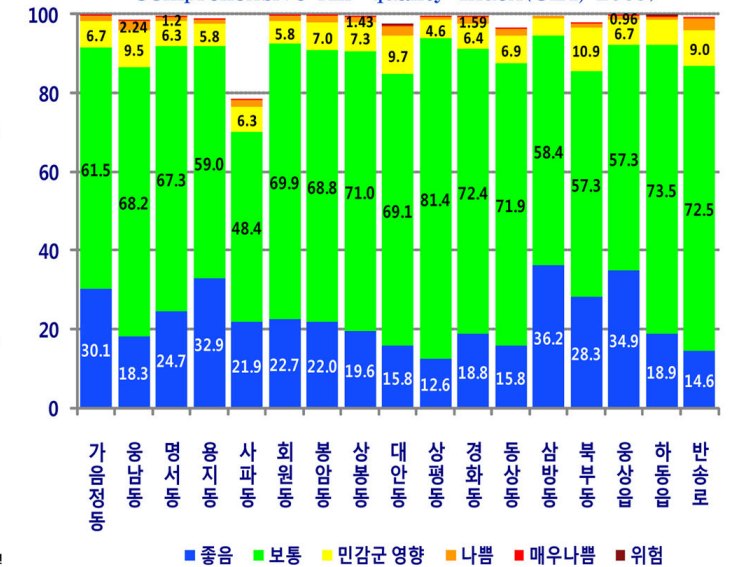
# 대 기 질 현 황

## [Air Quality, 2009]



### 2009년 통합 대기환경지수 현황

Comprehensive Air-quality Index(CIA, 2009)





# 대 기 질

## I. 개 요

### 1. 조사지점 및 방법

#### 가. 조사지점

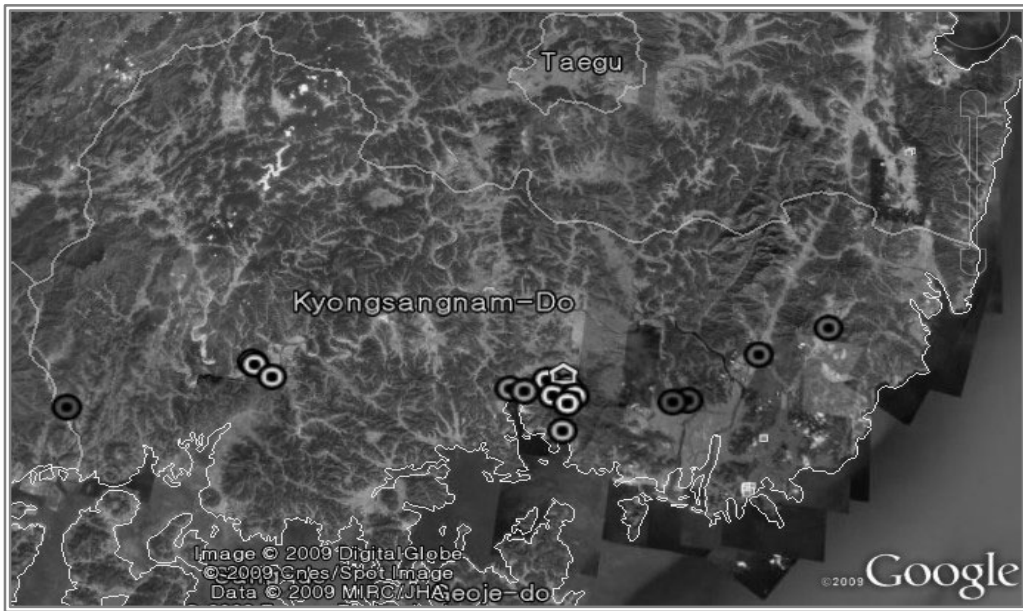
대기오염측정소는 아황산가스 이산화질소, 일산화탄소, 오존 및 미세먼지를 기상자료와 함께 측정하여 경상남도의 대기질 현황과 환경기준 달성여부를 파악하고 대기질 개선대책 수립에 필요한 기초 자료를 확보하기위한 목적으로 설치·운영되어지고 있다. 경상남도는 2009년 12월말 현재 7개시·군지역에 16개소의 도시대기측정소와 1개소의 도로변측정소를 운영하고 있다.

시군별로는 창원시 5개소, 마산시 2개소, 진주시 3개소, 진해시 1개소, 김해시 2개소, 양산시 2개소, 하동군 1개소와 창원시에 도로변측정소 1개소가 운영 중에 있다.

측정된 자료는 경상남도보건환경연구원 홈페이지에 실시간으로 전송되고 있으며 고농도 오존발생 시에는 오존경보제를 실시하고 있다. 대기오염으로 인한 주민들의 피해를 사전에 예방하거나 최소화 하기위하여 오존경보제 발령 및 해제사항을 행정기관, 학교, 축산종사자, 군부대, 관공서 및 도민에게 휴대폰 문자서비스로 제공하고 있다.

<표 1> 도시 대기 측정망 조사지점

코드	측정소명	용도지역	설치위치	설치연도	장비교체연도	측정지점	비 고
701	가음정동	공업	LG전자 1공장	1997. 02	1997. 02	창원 (6)	
702	웅남동	공업	효성에바라	1999. 06	1999. 06		
703	명서동	주거	명서2동 민원센터	1993. 12	1993. 12		대기중금속측정망
704	용지동	준주거	용지동 주민센터	2007. 07	2007. 07		
705	사파동	주거	사파동 주민센터	2009. 03	2009. 03		
801	반송로	자연녹지	반송로 104	2008. 10	2008. 10		도로변측정소
711	회원동	주거	회원1동 주민센터	1993. 09	2005. 09	마산 (2)	
712	봉암동	공업	봉암동 주민센터	1995. 12	2006. 09		대기중금속측정망
721	상봉동	주거	상봉동동 주민센터	1995. 07	2002. 12	진주 (3)	
722	대안동	상업	중소기업은행	1997. 11	2009. 06		
723	상평동	공업	창성직물	1998. 01	1998. 01		
731	경화동	주거	경화동 문화센터	1994. 03	2002. 12	진해(1)	
741	동상동	주거	동상동 주민센터	1995. 07	2009. 06	김해 (2)	
742	삼방동	주거	신어초등학교	2003. 02	2003. 02		
751	북부동	주거	대한노인회 양산지회	1999. 04	1999. 04	양산 (1)	
752	웅상읍	준주거	웅상 노인복지회관	2004. 12	2004. 12		
761	하동읍	녹지	하동군청	2007. 08	2007. 08	하동(1)	

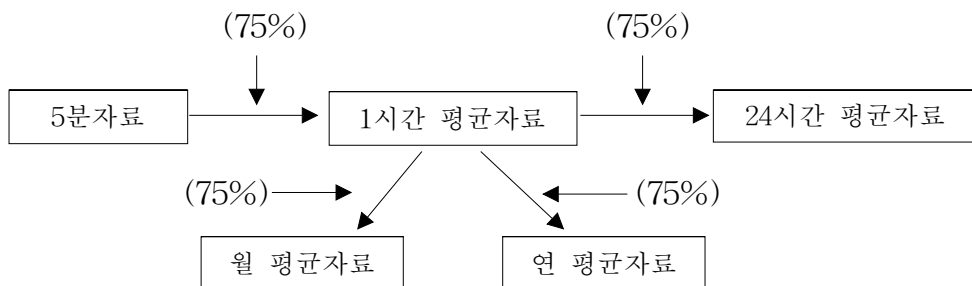


<그림 1> 경상남도 도시대기측정망 조사지점

## 나. 평가방법

### (1) 1시간 · 일 · 월 · 년 평균값

1시간 평균자료를 이용하여 일평균, 월평균, 연평균을 계산하며, 유효 측정값의 처리 비율은 75% 이상을 적용하며 그 흐름도는 <그림 2>과 같다.



<그림 2> 유효자료 처리현황

## (2) 8시간 평균값

하루를 기준으로 01~08시, 02~09시, 03~10시, 04~11시, . . . , 17~24시의 총 17개 경우의 평균치로서 각 경우의 자료 개수가 6개 이상인 8시간 평균치로 적용하고, 총 17개의 평균치 중 최대치를 1일 8시간 평균치로 한다.

## (3) 최고·최저값

유효처리 비율과 관계없이 도시 내 모든 측정소 자료로부터 최대·최소값을 계산한다.

## (4) 도시 평균값

각 측정소별 시간측정자료를 모두 누적합을 누적자료 개수로 나누어 계산된 값을 도시의 일 평균값으로 산정하며, 월 평균, 년 평균도 1시간 평균치로 계산된다. 단, 자료는 75%의 유효처리비율을 만족할 경우에 평균치 계산으로 인정한다.

## (5) 분위수(Percentile) 개념 도입

1시간 평균은 999 천분위수, 8시간 평균 및 24시간 평균은 99 백분위수에 해당하는 값이 환경기준 달성여부를 판정하는 기준이 된다.

## (6) 대기오염 측정값의 유효자리수

대기오염 측정값의 유효자리수를 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>는 0.001 ppm, CO는 0.1 ppm, 먼지는 1 $\mu$ g/m<sup>3</sup>으로 한다. 단, 유효자리수 다음(SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>는 소숫점 4째자리, CO는 소

점 2째자리, 먼지는 소숫점 첫째자리)에서 반올림한다.

# II. 대기오염도 현황

## 1. 대기오염도 종합평가

### 가. 종합평가

경남지역의 7개 시·군 17개 측정소에서 대기환경기준 측정항목(SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, Pb)을 측정한 결과는 <표 2>와 같으며, 조사대상 중 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>는 2005년부터 2009년까지 연평균농도가 국가대기 환경기준 이하로 나타났으며, PM<sub>10</sub>은 2005년과 2006년에 대기환경 연평균기준을 초과 하였으나 2007년 이후 3년 동안은 연평균기준 이하이며 차츰 감소추세를 나타내었다. 8시간평균이 점차적으로 감소추세인 CO의 경우는 환경기준의 약 16%로 낮은 농도 수준이며, 8시간평균이 점차적으로 증가추세인 O<sub>3</sub>는 환경기준의 약 148%로 높은 농도를 나타내고 있다.

Pb의 경우 2008년 11월을 기점으로 시작된 중금속측정소의 도시대기측정소의 자료이며 2009년 농도가 환경기준대비 약 10% 수준이었다.

### 나. 대기환경기준 달성현황

5개 항목의 환경기준 달성율은 <표 3>과 같이 SO<sub>2</sub>는 연 기준, 24시간, 1시간 기준 모두 100% 환경기준을 달성하였으며 NO<sub>2</sub>는 연 기준은 100%를 달성하였으나 24시간, 1시간 기준은 88.2%의 달성율을 나타내었다. O<sub>3</sub>의 경우 8시간 기준은 0.0%로 전측정소에서 미달성이었고 1시간 기준은 41%로 7개 측정소에서 기준을 달성하였으며

2005년도의 84.6%와 대비 크게 감소하였으며 점차 감소추세를 나타내었다. CO는 8시간, 1시간 모두 100%, PM<sub>10</sub> 연 기준도 100% 달성하였으나 24시간 기준은 17.6%로 3개 측정소에서만 24시간 기준을 달성하였다.

O<sub>3</sub>의 경우 8시간 평균 중 그날의 최대값

이 8시간 평균값이 되므로 환경기준을 달성하기 어려우며, 환경기준은 강화되어있는 반면 오존 오염도는 향상되지 않은데서 비롯된 것으로 판단된다.

<표 2> 연도별 대기오염도

구 분 \ 항 목	SO <sub>2</sub> (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppm)	CO (ppm)	O <sub>3</sub> (ppm)	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pb ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
2005년	0.005	0.017	2.6	0.077	58	-
2006년	0.005	0.020	1.7	0.086	51	-
2007년	0.005	0.020	1.6	0.081	48	-
2008년	0.005	0.019	1.6	0.084	48	-
2009년	0.004	0.021	1.4	0.087	46	0.0511
환경기준 대비농도수준	20%	70%	16%	145%	92%	10%
환경기준	0.02 (연평균)	0.03 (연평균)	9 (8시간평균)	0.06 (8시간평균)	50 (연평균)	0.5 (연평균)

<표 3> 2009년 대기오염물질 환경기준 달성현황

항목	환경기준		측정소 수	해당 측정소 수		환경기준 달성율(%)
				달성	미달성	
SO <sub>2</sub>	연평균	0.02 ppm	17	17	0	100
	24시간	0.05 ppm		17	0	100
	1시간	0.15 ppm		17	0	100
NO <sub>2</sub>	연평균	0.03 ppm	17	17	0	100
	24시간	0.06 ppm		15	2	88.2
	1시간	0.10 ppm		15	2	88.2
O <sub>3</sub>	8시간	0.06 ppm	17	0	17	0.0
	1시간	0.10 ppm		7	10	41.2
CO	8시간	9 ppm	17	17	0	100
	1시간	25 ppm		17	0	100
PM10	연평균	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17	17	0	100
	24시간	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		3	14	17.6



## 2. 항목별 대기오염도

### 가. 아황산가스(SO<sub>2</sub>)

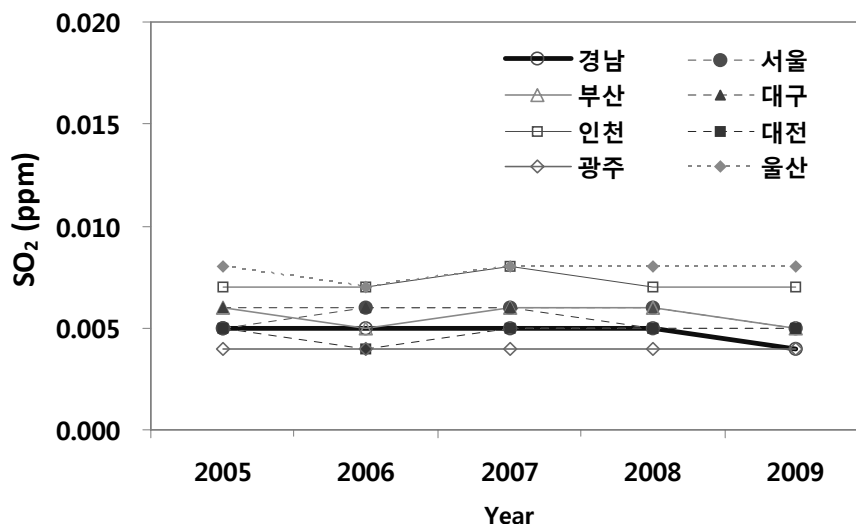
#### (1) 연도별 아황산가스 농도경향

<표 4>와 <그림 3>는 2005년부터 2009년까지 5년간 전국 주요도시와 경남의 아황산가스 연평균 농도 변화를 나타내었다. 2009년 경남의 대기 중 아황산가스의 평균농도는 0.004ppm으로 연 대기환경기준의 20% 수준으로 전국 주요도시와 비교하여 가장 낮은 농도를 나타내었다. 연도별 오염도 변

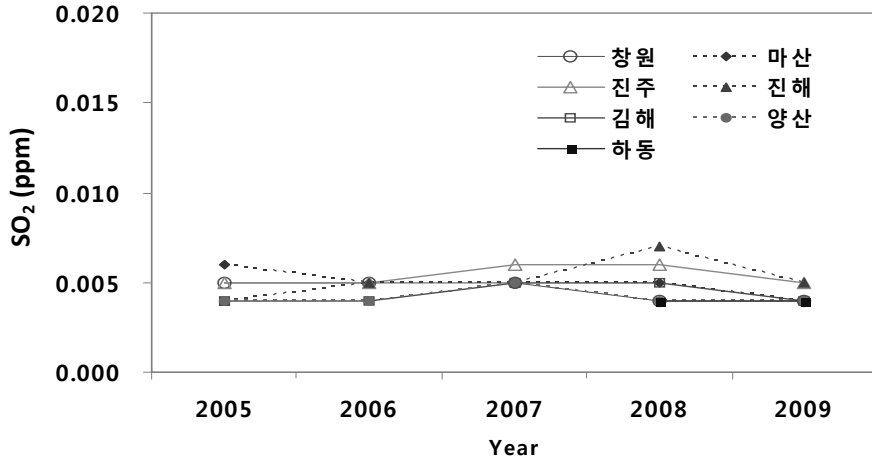
화를 살펴보면 농도변화가 크지 않고 거의 안정한 상태를 유지하고 있으며 <그림 4>에서와 같이 도시별 농도변화는 0.004~0.007ppm 정도의 낮은 변화폭으로 꾸준히 감소하고 있는 추세를 보였다. 매년 자동차의 등록 대수와 무연탄을 제외한 다른 연료사용량이 증가하고 있음에도 아황산가스의 오염도가 점차 줄어들고 있는 것은 저유황유와 LNG 등 청정연료의 공급이 확대되고 에너지 대체효과 및 배출규제 강화 등 정부정책의 추진결과에 의한 것으로 판단된다.

<표 4> 경남과 전국 주요도시의 아황산가스 농도의 연변화

연 도	경 남								서울	부산	대구	인천	대전	광주	울산
	창원	마산	진주	진해	김해	양산	하동	평균							
2005	0.005	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004	-	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.005	0.004	0.008
2006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	-	0.005	0.006	0.005	0.006	0.007	0.004	0.004	0.007
2007	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005	-	0.005	0.006	0.006	0.006	0.008	0.005	0.004	0.008
2008	0.004	0.005	0.006	0.007	0.005	0.004	0.004	0.005	0.006	0.006	0.005	0.007	0.005	0.004	0.008
2009	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.007	0.005	0.004	0.008



<그림 3> 경남과 전국 주요도시의 아황산가스 농도의 연변화



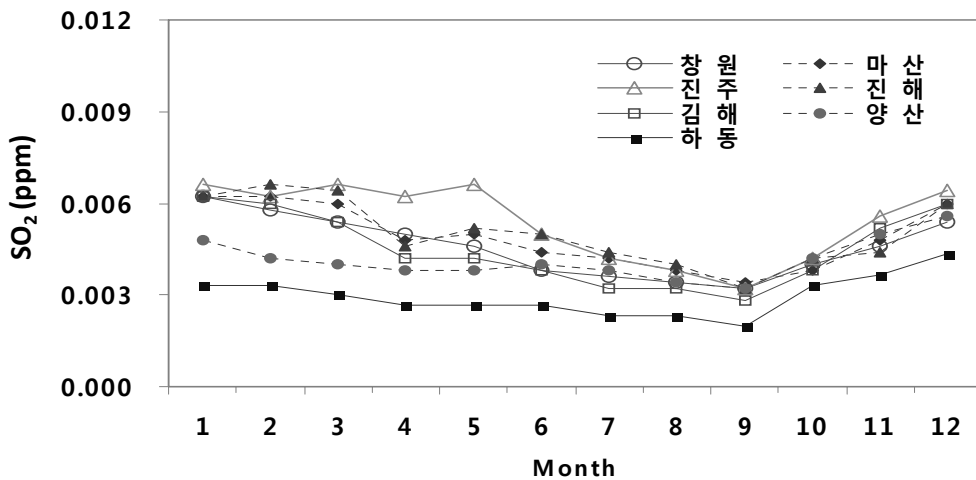
<그림 4> 경상남도 도시별 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 연변화

## (2) 월별 아황산가스 농도경향

최근 5년간 경상남도 내 7개 도시의 아황산가스 농도의 월변화는 <그림 5>와 같다. 계절별로는 연료소비량이 가장 적은 하절기인 8월과 태풍이나 강수발생 확률이 높은 9월이 0.003ppm으로 가장 낮은 농도를 나타내었다. 동절기 1, 2, 12월의 평균농도는 0.0

06ppm으로 하절기에 비해 약 2배 정도의 높은 농도차이를 보였다.

경상남도 내 도시별 아황산가스 오염도는 청정지역인 하동군이 가장 낮은 농도를 나타내었으며, 도시지역인 진주시가 가장 높은 농도경향을 보였다.



<그림 5> 경남도 도시별 아황산가스 농도의 월변화(2005~2009년 평균)

<표 5> 경남도내 도시별 아황산가스 농도의 월평균

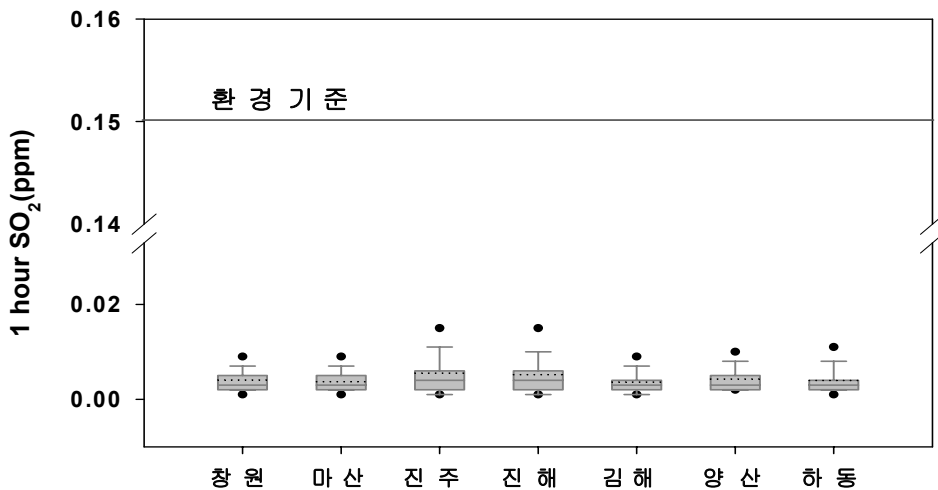
도시	연도	평균	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
창원	2005	0.005	0.007	0.007	0.006	0.007	0.005	0.004	0.005	0.006	0.004	0.004	0.006	0.005
	2006	0.005	0.007	0.006	0.006	0.004	0.005	0.005	0.003	0.002	0.003	0.005	0.005	0.007
	2007	0.005	0.008	0.005	0.006	0.007	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.005	0.006
	2008	0.004	0.005	0.006	0.005	0.003	0.004	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
	2009	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.004
	평균	0.004	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005
마산	2005	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.007	0.007
	2006	0.005	0.006	0.006	0.006	0.004	0.005	0.006	0.005	0.004	0.003	0.004	0.004	0.007
	2007	0.005	0.008	0.006	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.006	0.007
	2008	0.005	0.007	0.007	0.007	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
	2009	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.004
	평균	0.005	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004	0.005	0.006
진주	2005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.006	0.007	0.006	0.004	0.004	0.003	0.004	0.007	0.006
	2006	0.005	0.005	0.005	0.007	0.006	0.005	0.006	0.003	0.003	0.002	0.005	0.005	0.006
	2007	0.006	0.008	0.006	0.007	0.006	0.007	0.004	0.005	0.004	0.004	0.003	0.006	0.008
	2008	0.006	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.004	0.005	0.004	0.004	0.005	0.006	0.007
	2009	0.005	0.006	0.007	0.005	0.007	0.008	0.005	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004	0.005
	평균	0.005	0.007	0.006	0.007	0.006	0.007	0.005	0.004	0.004	0.003	0.004	0.006	0.006
진해	2005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.002	0.003	0.005	0.006
	2006	0.005	0.006	0.006	0.005	0.003	0.004	0.005	0.004	0.004	0.002	0.006	0.000	0.004
	2007	0.005	0.006	0.006	0.009	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004	0.007	0.008
	2008	0.007	0.010	0.011	0.009	0.005	0.006	0.005	0.005	0.004	0.005	0.004	0.007	0.007
	2009	0.005	0.005	0.006	0.005	0.006	0.007	0.007	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.005
	평균	0.005	0.006	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004	0.006
김해	2005	0.004	0.004	0.005	0.003	0.003	0.005	0.004	0.004	0.004	0.002	0.004	0.007	0.006
	2006	0.004	0.007	0.006	0.006	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.007
	2007	0.005	0.009	0.007	0.007	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.006	0.006
	2008	0.005	0.006	0.006	0.007	0.005	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004	0.005	0.006
	2009	0.004	0.005	0.006	0.004	0.004	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.005
	평균	0.004	0.006	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.006
양산	2005	0.004	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.007	0.006
	2006	0.004	0.006	0.005	0.004	0.003	0.004	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.005
	2007	0.005	0.007	0.005	0.006	0.005	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006
	2008	0.004	0.006	0.006	0.006	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005
	2009	0.004	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.006
	평균	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004	0.005	0.006
하동	2008	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
	2009	0.004	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.005	0.003	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003
	평균	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004

### (3) 아황산가스의 분위수 및 환경기준 달성여부

2005년부터 2009년까지 5년간 경남도내 7개 도시의 아황산가스 농도는 1시간 대기환경기준 0.15ppm과 24시간 대기환경기준 0.05ppm을 초과한 경우는 없었다. <표 6>은 최근 5년간 경남도내 시군별 아황산가스 1시간, 24시간 분위수 농도를 나타낸 것이다. 대기환경기준에서 1시간 평균은 999천분위수의 값이 그 기준을 초과하여서는 안 되고, 8시간 평균은 99백분위수의 값이 그 기준을 초과하여서는 안 되는 것으로 정의하고 있다. <표 6>에서와 같이 아황산가스의 분위수 농도는 최근 5년 동안 경남도내 모든 측정소에서 1시간 평균과 24시간 평균

대기환경기준을 달성한 것으로 나타났다.

2009년 시군별 아황산가스의 1시간 평균 농도 분포를 <그림 6>에 나타내었다. 1시간 평균농도 중 고농도 사례가 가장 잦은 지역인 진주시는 상평동측정소가 1시간 평균 농도 0.112ppm으로 환경기준을 초과하기도 하였다. 청정지역이나 대기규제지역으로 지정된 하동군은 다른 타 도시대비 평균 농도는 낮으나 주변 산업단지의 영향으로 고농도 사례가 발생하여 95% 농도가 상대적으로 높았다. 하동군의 연중 최고 농도에피소드는 0.045ppm으로 주로 남동풍이나 남남동풍일 때 고농도 아황산가스농도를 나타내고 있다.



<그림 6> 경남도내 도시별 1시간 아황산가스 농도 분포(2009년)

<표 6> 경남도내 도시별 아황산가스 분위수 및 환경기준 달성여부

연도	도시명	1시간 평균				24시간 평균			
		전체유효	999천 분위수	분위수 농도(ppm)	환경기준 달성여부	전체유효	99백 분위수	분위수 농도(ppm)	환경기준 달성여부
2005	창원시	24,739	24,714	0.025	달성	1,009	999	0.015	달성
	마산시	16,955	16,938	0.027	달성	699	692	0.014	달성
	진주시	24,383	24,359	0.044	달성	1,003	993	0.016	달성
	진해시	8,278	8,270	0.024	달성	339	336	0.012	달성
	김해시	13,588	13,574	0.029	달성	542	537	0.014	달성
	양산시	10,977	10,966	0.032	달성	453	448	0.012	달성
	평균	98,920	98,821	0.034	달성	4,045	4,005	0.015	달성
2006	창원시	24,528	24,503	0.029	달성	1,010	1,000	0.018	달성
	마산시	17,159	17,142	0.024	달성	710	703	0.012	달성
	진주시	24,725	24,700	0.047	달성	1,019	1,009	0.015	달성
	진해시	8,167	8,159	0.023	달성	337	334	0.012	달성
	김해시	17,187	17,170	0.031	달성	710	703	0.014	달성
	양산시	16,704	16,687	0.032	달성	687	680	0.011	달성
	평균	108,470	108,362	0.036	달성	4,473	4,428	0.014	달성
2007	창원시	29,125	29,096	0.032	달성	1,201	1,189	0.015	달성
	마산시	17,395	17,378	0.032	달성	724	717	0.017	달성
	진주시	24,808	24,783	0.053	달성	1,015	1,005	0.018	달성
	진해시	8,497	8,489	0.022	달성	352	348	0.014	달성
	김해시	17,276	17,259	0.033	달성	719	712	0.015	달성
	양산시	16,754	16,737	0.029	달성	684	677	0.013	달성
	평균	116,374	116,258	0.039	달성	4,800	4,752	0.017	달성
2008	창원시	33,721	33,687	0.023	달성	1,390	1,376	0.012	달성
	마산시	16,820	16,803	0.034	달성	699	692	0.018	달성
	진주시	24,986	24,961	0.046	달성	1,022	1,012	0.017	달성
	진해시	7,999	7,991	0.036	달성	330	327	0.021	달성
	김해시	16,336	16,320	0.032	달성	676	669	0.017	달성
	양산시	16,989	16,972	0.033	달성	703	696	0.013	달성
	하동군	8,762	8,753	0.032	달성	366	362	0.010	달성
	평균	125,613	125,487	0.038	달성	5,186	5,134	0.016	달성
2009	창원시	40,643	40,602	0.020	달성	1,687	1,670	0.010	달성
	마산시	17,393	17,376	0.021	달성	724	717	0.010	달성
	진주시	25,289	25,264	0.061	달성	1,043	1,033	0.020	달성
	진해시	8,663	8,654	0.020	달성	361	357	0.011	달성
	김해시	17,027	17,010	0.031	달성	709	702	0.012	달성
	양산시	17,178	17,161	0.030	달성	714	707	0.012	달성
	하동군	8,676	8,667	0.033	달성	360	356	0.010	달성
	평균	134,869	134,734	0.040	달성	5,598	5,542	0.013	달성

## 나. 이산화질소(NO<sub>2</sub>)

### (1) 연도별 이산화질소 농도경향

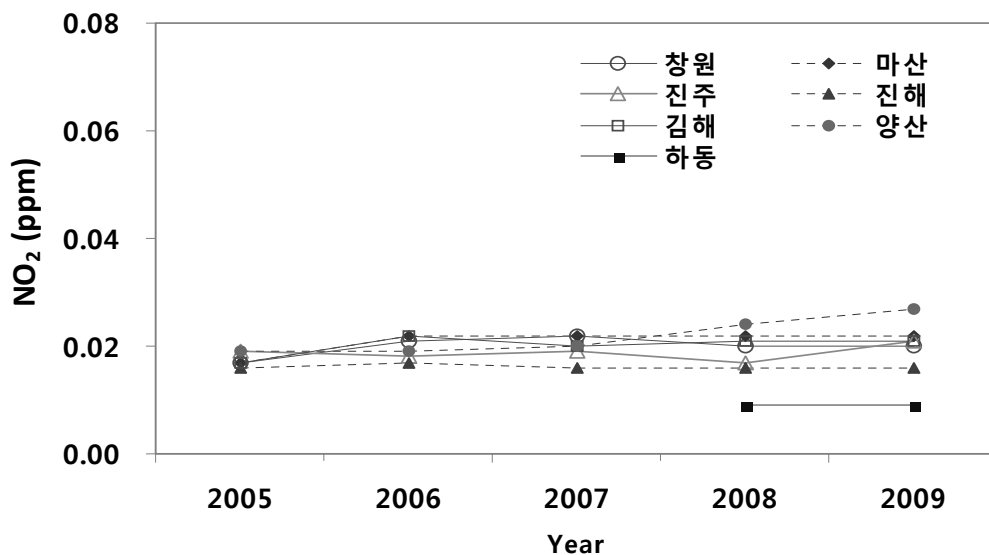
최근 5년간 경남지역 시군별 이산화질소의 변화추이를 <표 7>과 <그림 7, 8>에서 살펴보면 양산시가 가장 높은 농도를 나타내었으며 2006년 이후 계속 증가 하는 추세이다. 하동은 2008년, 2009년 모두 이산화질소 연평균 농도가 0.009ppm으로 경남지역에서 가장 낮은 농도를 유지하고 있다. 2009년 경남평균은 0.021ppm이며, 연평균환경기준 전국 주요도시의 이산화질소 농도는 서울이 0.035ppm으로 연평균 환경기준(0.03ppm)을 초과 하였으며 인천도 0.030ppm으로 타

도시 대비 높은 농도수준을 나타내었다.

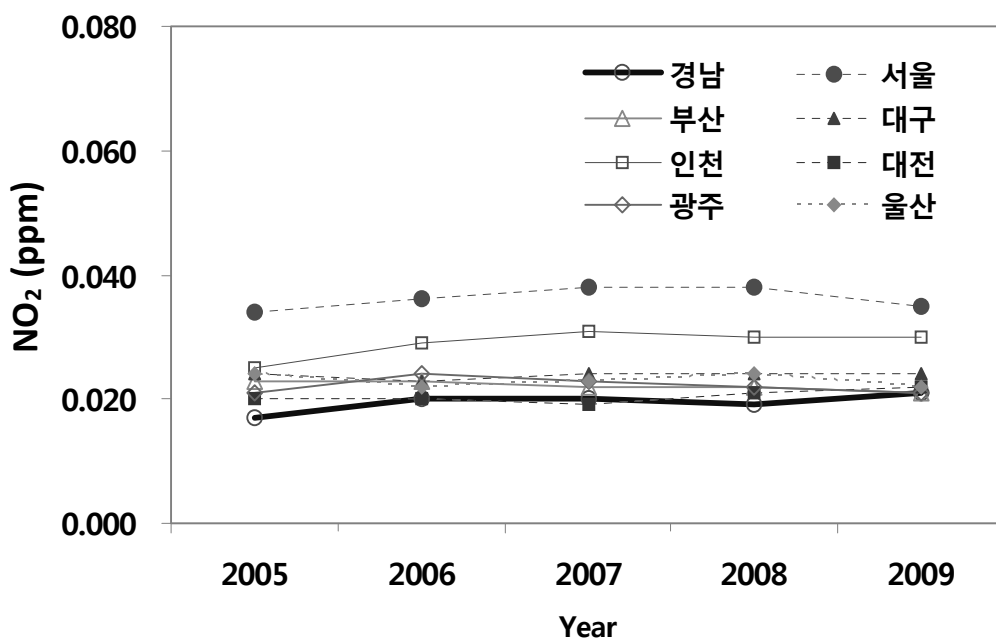
경남은 5년간 측정 결과 17개 측정지점 모두 연평균 환경기준을 만족하였으나 도내 이산화질소 오염도는 연간 환경기준의 23~90% 수준으로 일부지역은 환경기준에 근접하고 있으므로 적절한 이산화질소 저감 대책이 요구된다. 이산화질소 배출량의 일부분은 이동오염원에서 발생되고 있음을 고려해 볼 때 자동차 배출가스 관리 강화 및 저공해 자동차 보급 확대 등과 같은 이동오염원에 대한 관리 대책이 계속적으로 시행될 수 있어야 할 것이다.

<표 7> 경남과 전국 주요도시의 이산화질소 농도의 연변화

연 도	경 남								서울	부산	대구	인천	대전	광주	울산
	창원	마산	진주	진해	김해	양산	하동	평균							
2005	0.017	0.017	0.019	0.016	0.017	0.019	-	0.017	0.034	0.023	0.024	0.025	0.020	0.021	0.024
2006	0.021	0.022	0.018	0.017	0.022	0.019	-	0.020	0.036	0.023	0.023	0.029	0.020	0.024	0.022
2007	0.022	0.022	0.019	0.016	0.020	0.020	-	0.020	0.038	0.022	0.024	0.031	0.019	0.023	0.023
2008	0.020	0.022	0.017	0.016	0.021	0.024	0.009	0.019	0.038	0.022	0.024	0.030	0.021	0.022	0.024
2009	0.020	0.022	0.021	0.016	0.021	0.027	0.009	0.021	0.035	0.021	0.024	0.030	0.022	0.021	0.022



<그림 7> 경남도 도시별 이산화질소 연변화



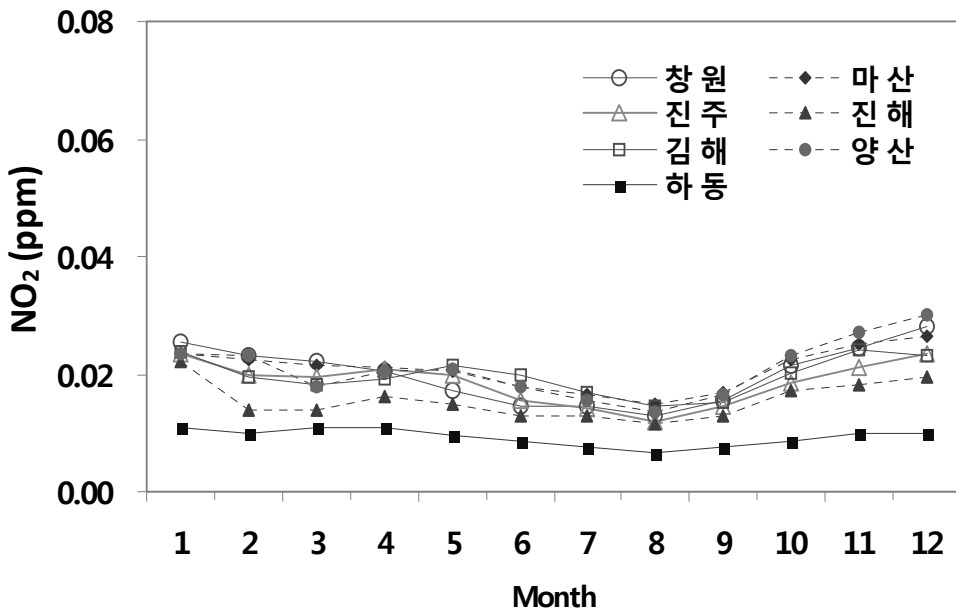
<그림 8> 경남과 전국 주요도시의 이산화질소 농도의 연변화

## (2) 월별 이산화질소 농도경향

최근 5년간 경남도내 7개 도시의 이산화질소 농도의 월변화는 <그림 9>와 같다. 계절별로는 연료소비량이 가장 높은 동절기의 농도가 가장 높고 하절기인 8월이 가장 낮은 농도를 나타내었다. 연료소비량이 많은 동절기중 12월이 가장 높은 농도를 나타내었으며 가장 낮은 농도를 나타낸 8월 대

비 SO<sub>2</sub>의 경우와 마찬가지로 약 2배정도의 농도차이를 나타내었다.

경남도내 도시별 이산화질소 오염도는 청정지역인 하동군이 가장 낮은 농도를 나타내었으며, 가장 높은 농도를 유지한 양산시와 약 1.2~3.3배 정도의 농도차이를 나타내었다.



<그림 9> 경남도 도시별 이산화질소 농도의 월변화(2005~2009년 평균)



<표 8> 경남도내 도시별 이산화질소 농도의 월평균

도시	연도	평균	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
창원	2005	0.017	0.018	0.016	0.020	0.020	0.013	0.013	0.015	0.012	0.013	0.015	0.024	0.023
	2006	0.021	0.026	0.022	0.024	0.017	0.016	0.016	0.012	0.012	0.019	0.023	0.026	0.033
	2007	0.022	0.029	0.027	0.021	0.024	0.020	0.015	0.017	0.015	0.015	0.024	0.028	0.028
	2008	0.020	0.026	0.022	0.026	0.018	0.016	0.013	0.013	0.012	0.017	0.026	0.024	0.028
	2009	0.020	0.028	0.028	0.019	0.024	0.021	0.016	0.015	0.013	0.014	0.019	0.021	0.028
	평균	0.020	0.025	0.023	0.022	0.021	0.017	0.015	0.014	0.013	0.016	0.021	0.025	0.028
마산	2005	0.017	0.015	0.015	0.016	0.014	0.013	0.010	0.014	0.013	0.012	0.021	0.030	0.027
	2006	0.022	0.027	0.023	0.024	0.021	0.024	0.024	0.018	0.018	0.019	0.023	0.024	0.026
	2007	0.022	0.025	0.026	0.024	0.022	0.021	0.019	0.019	0.015	0.018	0.023	0.027	0.025
	2008	0.022	0.023	0.020	0.025	0.024	0.023	0.021	0.016	0.015	0.021	0.026	0.023	0.027
	2009	0.022	0.028	0.028	0.019	0.024	0.021	0.016	0.015	0.013	0.014	0.019	0.021	0.028
	평균	0.021	0.024	0.022	0.022	0.021	0.020	0.018	0.016	0.015	0.017	0.022	0.025	0.027
진주	2005	0.019	0.027	0.016	0.019	0.022	0.021	0.011	0.009	0.007	0.016	0.017	0.022	0.022
	2006	0.018	0.024	0.019	0.019	0.020	0.022	0.017	0.012	0.012	0.011	0.018	0.020	0.022
	2007	0.019	0.024	0.022	0.020	0.020	0.019	0.014	0.016	0.013	0.014	0.019	0.023	0.022
	2008	0.017	0.018	0.017	0.020	0.017	0.016	0.013	0.014	0.011	0.011	0.016	0.020	0.027
	2009	0.021	0.025	0.026	0.020	0.025	0.021	0.022	0.020	0.016	0.020	0.022	0.020	0.024
	평균	0.019	0.024	0.020	0.020	0.021	0.020	0.015	0.014	0.012	0.014	0.018	0.021	0.023
진해	2005	0.016	0.018	0.016	0.017	0.016	0.015	0.012	0.013	0.014	0.013	0.017	0.022	0.018
	2006	0.017	0.024	0.020	0.019	0.017	0.017	0.016	0.013	0.011	0.010	0.018	0.016	0.025
	2007	0.016	0.032	0.000	0.000	0.016	0.013	0.012	0.012	0.009	0.010	0.015	0.018	0.016
	2008	0.016	0.017	0.015	0.017	0.015	0.013	0.011	0.011	0.013	0.016	0.020	0.020	0.021
	2009	0.016	0.019	0.019	0.016	0.017	0.016	0.014	0.015	0.011	0.015	0.016	0.015	0.017
	평균	0.016	0.022	0.014	0.014	0.016	0.015	0.013	0.013	0.012	0.013	0.017	0.018	0.019
김해	2005	0.017	0.022	0.000	0.000	0.000	0.019	0.016	0.013	0.012	0.013	0.016	0.025	0.021
	2006	0.022	0.029	0.027	0.025	0.025	0.025	0.027	0.019	0.016	0.014	0.020	0.025	0.022
	2007	0.020	0.021	0.022	0.020	0.018	0.017	0.021	0.019	0.020	0.017	0.020	0.026	0.024
	2008	0.021	0.023	0.023	0.027	0.025	0.023	0.018	0.017	0.011	0.015	0.023	0.024	0.028
	2009	0.021	0.024	0.026	0.019	0.028	0.024	0.017	0.016	0.014	0.017	0.022	0.021	0.020
	평균	0.021	0.024	0.020	0.018	0.019	0.022	0.020	0.017	0.015	0.015	0.020	0.024	0.023
양산	2005	0.019	0.000	0.000	0.000	0.016	0.018	0.018	0.013	0.013	0.013	0.022	0.030	0.020
	2006	0.019	0.027	0.021	0.015	0.015	0.018	0.018	0.013	0.011	0.016	0.021	0.024	0.028
	2007	0.020	0.027	0.027	0.024	0.023	0.019	0.015	0.015	0.013	0.015	0.016	0.023	0.024
	2008	0.024	0.023	0.024	0.023	0.017	0.019	0.015	0.019	0.015	0.019	0.031	0.033	0.043
	2009	0.027	0.041	0.044	0.028	0.031	0.030	0.023	0.018	0.015	0.019	0.025	0.026	0.035
	평균	0.022	0.024	0.023	0.018	0.020	0.021	0.018	0.016	0.013	0.016	0.023	0.027	0.030
하동	2008	0.009	0.012	0.010	0.011	0.011	0.010	0.007	0.008	0.006	0.007	0.008	0.010	0.010
	2009	0.009	0.010	0.010	0.011	0.011	0.009	0.010	0.007	0.007	0.008	0.009	0.010	0.010
	평균	0.009	0.011	0.010	0.011	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007	0.008	0.009	0.010	0.010

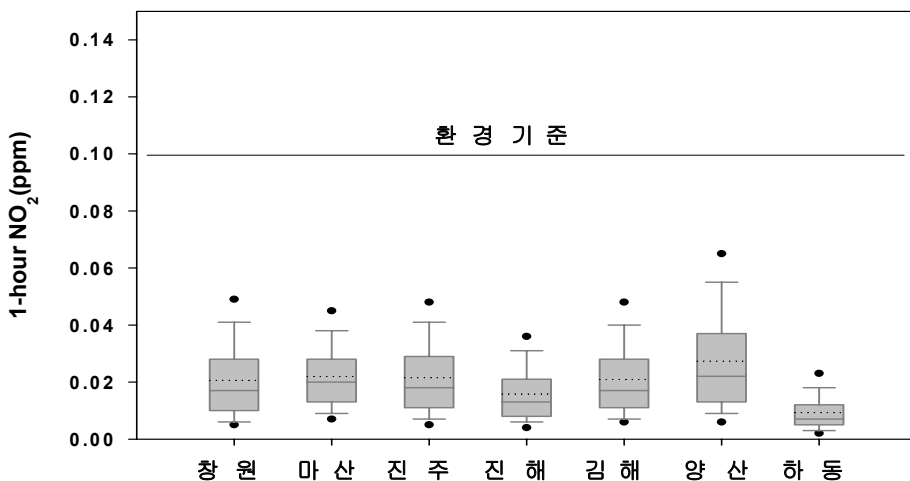
### (3) 이산화질소의 분위수 및 환경기준 달성여부

이산화질소의 1시간 평균 대기환경기준은 2007년부터 0.15ppm 에서 0.10 ppm으로, 24시간 평균 대기환경기준은 0.08ppm 에서 0.06ppm 으로 강화되었다. 2005년부터 2009년까지 5년간 경남도내 7개 도시의 이산화질소 농도는 1시간 대기환경기준을 초과한 경우는 창원시 7회, 마산시 5회, 진주시 21회, 김해시 5회, 양산시 74회로 양산시가 가장 많은 횟수를 나타내었다. 24시간환경기준의 경우 창원 4회, 마산 1회, 진주 2회, 진해 1회, 양산 31회로 양산시가 기준초과일수가 가장 많았다.

2009년 시군별 이산화질소의 24시간 평균 농도 분포를 <그림 10>에 나타내었다. 24

시간 평균농도 분포가 가장 높은 지역은 양산시 북부동 지역이며 청정지역인 하동군은 다른 타 도시대비 가장 낮은 24시간 평균농도를 나타내었다.

<표 9>은 최근 5년간 경남도내 시군별 이산화질소 1시간, 24시간 분위수 농도를 나타낸 것이다. 대기환경기준에서 1시간 평균은 999천분위수의 값이 그 기준을 초과하여서는 안 되고, 24시간 평균은 99백분위수의 값이 그 기준을 초과하여서는 안 되는 것으로 정의하고 있다. 이산화질소의 분위수 농도는 최근 5년 동안 경남도내 양산시를 제외한 모든 지점이 1시간 평균과 24시간 평균 대기환경기준을 달성한 것으로 나타났다.



<그림 10> 경남도내 도시별 1시간 이산화질소 농도 분포(2009년)

<표 9> 경남도내 도시별 이산화질소 분위수 및 환경기준 달성여부

연도	도시명	1시간 평균				24시간 평균			
		전체유효	99천 분위수	분위수 농도(ppm)	환경기준 달성여부	전체유효	99백 분위수	분위수 농도(ppm)	환경기준 달성여부
2005	창원시	23,931	23,907	0.087	달성	973	963	0.046	달성
	마산시	16,599	16,582	0.074	달성	683	676	0.043	달성
	진주시	19,928	19,908	0.136	달성	809	801	0.062	달성
	진해시	8,313	8,305	0.060	달성	340	337	0.036	달성
	김해시	11,296	11,285	0.073	달성	463	458	0.043	달성
	양산시	8,203	8,195	0.081	달성	334	331	0.040	달성
	평균	88,270	88,182	0.102	달성	3,602	3,566	0.046	달성
2006	창원시	22,460	22,438	0.090	달성	917	908	0.052	달성
	마산시	17,279	17,262	0.075	달성	720	713	0.044	달성
	진주시	24,717	24,692	0.097	달성	1,025	1,015	0.046	달성
	진해시	8,528	8,519	0.059	달성	353	349	0.037	달성
	김해시	16,934	16,917	0.084	달성	705	698	0.054	달성
	양산시	15,636	15,620	0.099	달성	638	632	0.051	달성
	평균	105,554	105,448	0.090	달성	4,358	4,314	0.049	달성
2007	창원시	28,827	28,798	0.080	달성	1,191	1,179	0.052	달성
	마산시	17,389	17,372	0.073	달성	723	716	0.044	달성
	진주시	24,589	24,564	0.069	달성	1,012	1,002	0.038	달성
	진해시	8,122	8,114	0.083	달성	334	331	0.054	달성
	김해시	17,052	17,035	0.077	달성	710	703	0.047	달성
	양산시	14,659	14,644	0.078	달성	600	594	0.045	달성
	평균	113,148	113,035	0.078	달성	4,675	4,628	0.048	달성
2008	창원시	32,731	32,698	0.082	달성	1,352	1,338	0.05	달성
	마산시	17,010	16,993	0.082	달성	710	703	0.046	달성
	진주시	24,805	24,780	0.065	달성	1,025	1,015	0.041	달성
	진해시	8,572	8,563	0.06	달성	355	351	0.033	달성
	김해시	16,421	16,405	0.082	달성	685	678	0.050	달성
	양산시	15,875	15,859	0.110	달성못함	652	645	0.068	달성못함
	하동군	8,750	8,741	0.048	달성	364	360	0.019	달성
	평균	124,164	124,040	0.088	달성	5,143	5,092	0.052	달성
2009	창원시	39,934	39,894	0.081	달성	1,656	1,639	0.052	달성
	마산시	17,071	17,054	0.081	달성	709	702	0.049	달성
	진주시	24,832	24,807	0.092	달성	1,029	1,019	0.046	달성
	진해시	8,686	8,677	0.051	달성	362	358	0.034	달성
	김해시	16,639	16,622	0.082	달성	692	685	0.050	달성
	양산시	16,511	16,494	0.107	달성못함	684	677	0.066	달성못함
	하동군	8,614	8,605	0.046	달성	357	353	0.020	달성
	평균	132,287	132,155	0.092	달성	5,489	5,434	0.055	달성

## 다. 일산화탄소(CO)

### (1) 연도별 일산화탄소 농도경향

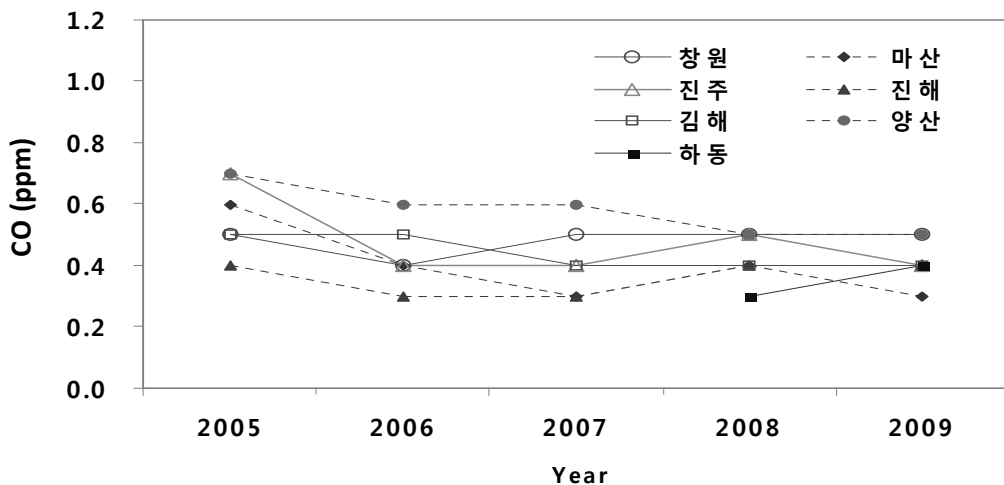
경남지역 시군별 일산화탄소의 변화추이를 <표 10>과 <그림 11, 12>에서 살펴보면 2005년부터 2009년까지 최근 5년간 7개 시군의 대기 중 일산화탄소 농도는 0.3~0.7ppm 수준을 나타내었으며 5년간 경상남도 전체 연평균 농도는 0.4ppm으로 낮은 농도 수준을 나타내었다. 시군별 연평균 농

도는 양산시가 가장 높은 농도를 나타내었으나 2005년 이후 계속 감소하는 추세이다. 마산시는 2005년에 0.6ppm 이었으나 2009년에는 0.3ppm으로 약 50%감소하였다.

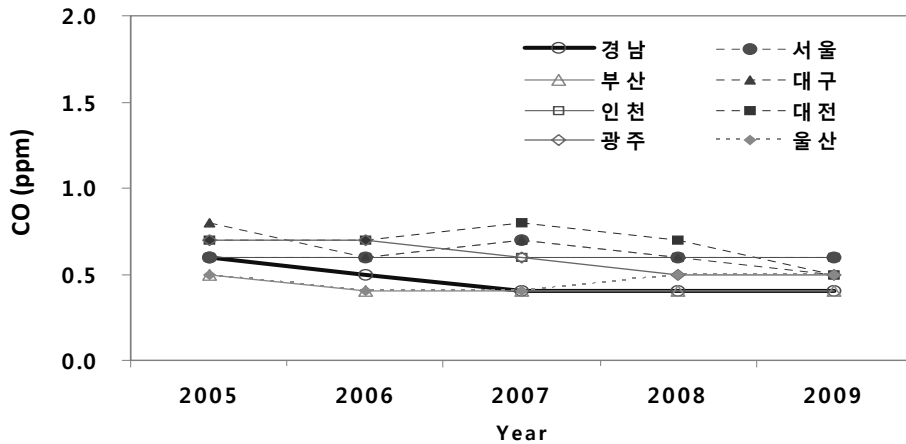
2009년 경남평균은 0.4ppm 으로 전국 주요도시의 일산화탄소 농도와 비교 시 부산과 함께 가장 낮은 농도를 나타내었으며 서울과 인천이 가장 높은 농도를 나타내었다.

<표 10> 경남과 전국 주요도시의 일산화탄소 농도의 연변화

연 도	경 남								서울	부산	대구	인천	대전	광주	울산
	창원	마산	진주	진해	김해	양산	하동	평균							
2005	0.5	0.6	0.7	0.4	0.5	0.7	-	0.6	0.6	0.5	0.8	0.6	0.7	0.7	0.5
2006	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5	0.6	-	0.5	0.6	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.4
2007	0.5	0.3	0.4	0.3	0.4	0.6	-	0.4	0.7	0.4	0.7	0.6	0.8	0.6	0.4
2008	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.3	0.4	0.6	0.4	0.6	0.6	0.7	0.5	0.5
2009	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.6	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5



<그림 11> 경남도 도시별 일산화탄소 연변화



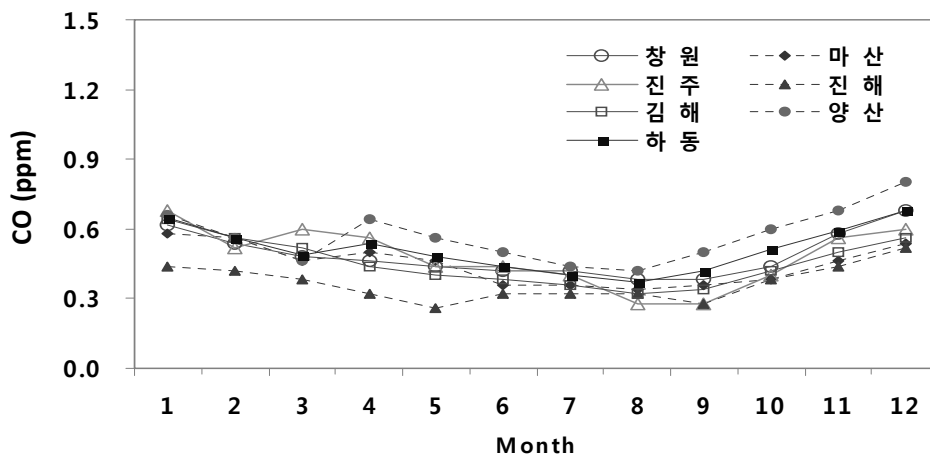
<그림 12> 경남과 전국 주요도시의 일산화탄소 농도의 연변화

## (2) 월별 일산화탄소 농도경향

최근 5년간 경남도내 7개 도시의 일산화탄소 농도의 월변화는 <그림 13>와 같다. 계절별로는 연료소비량이 가장 높은 동절기의 농도가 가장 높고 하절기인 8월이 가장 낮은 농도를 나타내었다. 연료소비량이 많은 동절기중 12월이 가장 높은 농도를 나타

내었으며 가장 낮은 농도를 나타낸 8월 대비  $\text{SO}_2$ 의 경우와 마찬가지로 약 2배정도의 농도차이를 나타내었다.

경남도내 도시별 일산화탄소 오염도는 청정지역인 하동군이 가장 낮은 농도를 나타내었으며, 가장 높은 농도를 나타낸 양산시와 약 2배 정도의 농도차이를 나타내었다.



<그림 13> 경남도 도시별 아황산가스 농도의 월변화(2005~2009년 평균)

&lt;표 11&gt; 경남도내 도시별 일산화탄소 농도의 월평균

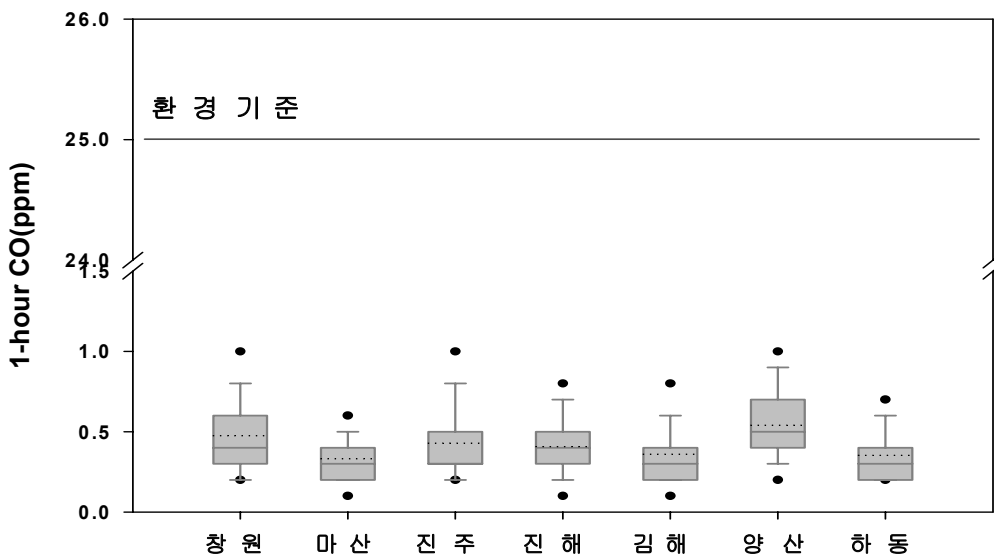
도시	연도	평균	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
창원	2005	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6
	2006	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5	0.5	0.8
	2007	0.5	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.7	0.7
	2008	0.5	0.7	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7
	2009	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
	평균	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7
마산	2005	0.6	0.9	0.8	0.6	0.7	0.7	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.6	0.7
	2006	0.4	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
	2007	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
	2008	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
	2009	0.3	0.6	0.6	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
	평균	0.4	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
진주	2005	0.7	0.9	0.8	1.2	1.2	0.8	0.8	0.8	0.4	0.3	0.5	0.6	0.5
	2006	0.4	0.6	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6
	2007	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.7	0.7
	2008	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5	0.6	0.7
	2009	0.4	0.7	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5
	평균	0.5	0.7	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	0.6
진해	2005	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.5	0.2	0.4	0.5	0.4
	2006	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4
	2007	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5
	2008	0.4	0.6	0.5	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7
	2009	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6
	평균	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
김해	2005	0.5	1.1	0.9	0.8	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.3	0.5	0.7	0.6
	2006	0.5	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.5	0.5	0.7
	2007	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
	2008	0.4	0.5	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6
	2009	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4
	평균	0.4	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6
양산	2005	0.7	-	-	-	1.2	0.7	0.7	0.5	0.4	0.5	0.6	0.9	1.1
	2006	0.6	1.2	0.9	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.7	0.7	0.8
	2007	0.6	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6
	2008	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8
	2009	0.5	0.7	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.6	0.7
	평균	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
하동	2008	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4
	2009	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
	평균	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4

### (3) 일산화탄소의 분위기 및 환경기준 달성여부

<표 12>은 2005년부터 2009년까지 5년간 경남도내 7개 시군별 일산화탄소의 1시간 및 8시간 분위기 농도를 나타낸 것이다. 경남도내 7개 시군의 17개 측정소에서 최근 5년간 일산화탄소 농도는 1시간 대기환경기준인 25 ppm과 8시간 대기환경기준인 9pp

m을 초과한 경우는 없었다.

2009년 시군별 일산화탄소 농도분포를 <그림 14>에서 살펴보면 양산시와 창원시, 진주시가 상대적으로 높은 농도분포를 나타내었으며 하동군이 가장 낮은 오염도를 나타내었으나 95% 농도는 하동군이 마산시보다 높게 나타났다.



<그림 14> 경남도내 도시별 1시간 일산화탄소 농도 분포(2009년)

<표 12> 경남도내 도시별 일산화탄소 분위수 및 환경기준 달성여부

연도	도시명	1시간 평균				8시간 평균			
		전체유효	99천 분위수	분위수 농도(ppm)	환경기준 달성여부	전체유효	99백 분위수	분위수 농도(ppm)	환경기준 달성여부
2005	창원시	23,411	23,388	2.4	달성	1,892	1,873	1.6	달성
	마산시	16,698	16,681	2	달성	1,356	1,342	1.5	달성
	진주시	22,970	22,947	5.8	달성	1,789	1,771	2.9	달성
	진해시	7,447	7,440	1.7	달성	562	556	1.1	달성
	김해시	14,202	14,188	2.7	달성	1,273	1,260	2	달성
	양산시	11,009	10,998	2.7	달성	1,135	1,124	2.1	달성
	평균	95,737	95,641	4.2	달성	8,007	7,927	2.2	달성
2006	창원시	23,675	23,651	2.3	달성	947	938	1.6	달성
	마산시	16,620	16,603	1.9	달성	680	673	1.3	달성
	진주시	21,323	21,302	2.5	달성	856	847	1.6	달성
	진해시	6,992	6,985	1.3	달성	277	274	0.8	달성
	김해시	17,211	17,194	2.3	달성	705	698	1.7	달성
	양산시	17,025	17,008	2.6	달성	691	684	2.1	달성
	평균	102,846	102,743	2.4	달성	4,156	4,114	1.8	달성
2007	창원시	28,965	28,936	2.4	달성	1,176	1,175	2.4	달성
	마산시	17,406	17,389	1.2	달성	720	719	1	달성
	진주시	25,059	25,034	2.4	달성	1,018	1,017	2.2	달성
	진해시	8,333	8,325	1.8	달성	334	334	1.6	달성
	김해시	17,019	17,002	2.4	달성	698	697	2.2	달성
	양산시	16,598	16,581	2.1	달성	662	661	1.8	달성
	평균	115,905	115,789	2.3	달성	4,713	4,708	2.2	달성
2008	창원시	33,799	33,765	2.2	달성	1,379	1,365	1.6	달성
	마산시	17,498	17,481	1.5	달성	724	717	1.1	달성
	진주시	24,955	24,930	2.7	달성	1,010	1,000	2.1	달성
	진해시	8,369	8,361	1.9	달성	342	339	1.3	달성
	김해시	16,428	16,412	2.4	달성	673	666	1.6	달성
	양산시	16,915	16,898	2	달성	689	682	1.5	달성
	하동군	8,761	8,752	1.6	달성	363	359	1.2	달성
	평균	126,725	126,598	2.3	달성	5,180	5,128	1.6	달성
2009	창원시	39,685	39,645	1.9	달성	1,600	1,584	1.5	달성
	마산시	17,385	17,368	1.4	달성	721	714	0.9	달성
	진주시	25,433	25,408	2.5	달성	1,042	1,032	1.6	달성
	진해시	8,556	8,547	1.7	달성	351	347	1.1	달성
	김해시	16,964	16,947	1.8	달성	701	694	1.4	달성
	양산시	16,630	16,613	1.9	달성	674	667	1.4	달성
	하동군	8,676	8,667	2	달성	359	355	1	달성
	평균	133,329	133,196	2	달성	5,448	5,394	1.4	달성



## 라. 오존(O<sub>3</sub>)

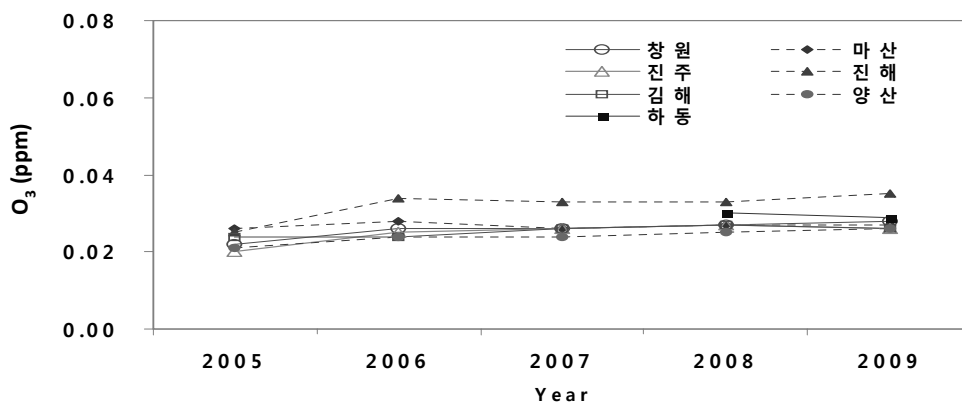
### (1) 연도별 오존 농도경향

경남지역 시군별 연평균 오존 농도경향을 <표 13>과 <그림 15, 16>에서 살펴보면 2005년부터 2009년까지 최근 5년간 7개 시군의 대기중 오존 농도는 진해시가 0.032ppm으로 가장 높은 농도를 나타내었으며, 하동군(2008년, 2009년 평균)도 0.029ppm으로 높은 농도수준이었다. 2009년 경남평균은 0.028ppm으로 전국 주요도시의 오존 농도와 비교 시 가장 높은 농도를 나타내었으며 서울이 가장 낮은 농도를 나타내었다.

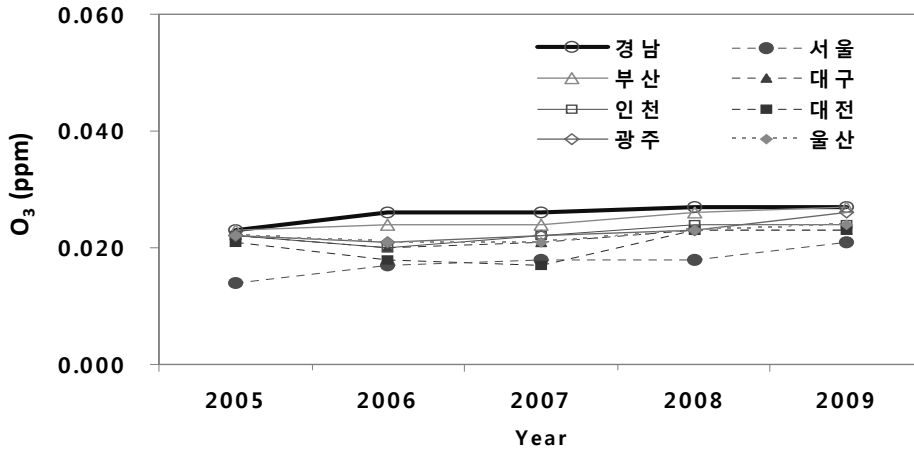
이렇게 서울이나 인천 등 교통량이 많은 대도시가 경남이나 광주보다 오존 연평균농도가 낮은 이유는 질소산화물이 오존의 생성뿐만 아니라 소멸에도 관여하고 있기 때문이다. 즉 질소산화물의 발생량이 높은 지역은 햇빛이 없는 밤 동안 주로 소멸량이 높아 연평균이나 월평균농도가 낮아지는 것이다. 오존농도는 연평균 오존농도보다는 단기간에 얼마나 높은 농도가 나타나느냐가 중요하므로 오존에 대한 대기환경기준은 단기간의 인체영향을 고려한 단기 기준 8시간 평균과 1시간 평균으로 설정되어있다.

<표 13> 경남과 전국 주요도시의 오존농도 농도의 연변화

연 도	경 남								서울	부산	대구	인천	대전	광주	울산
	창원	마산	진주	진해	김해	양산	하동	평균							
2005	0.022	0.026	0.020	0.025	0.024	0.021	-	0.023	0.014	0.023	0.022	0.022	0.021	0.022	0.022
2006	0.026	0.028	0.025	0.034	0.024	0.024	-	0.026	0.017	0.024	0.020	0.020	0.018	0.021	0.021
2007	0.026	0.026	0.026	0.033	0.026	0.024	-	0.026	0.018	0.024	0.021	0.022	0.017	0.022	0.021
2008	0.027	0.027	0.027	0.033	0.027	0.025	0.030	0.027	0.018	0.026	0.023	0.024	0.023	0.023	0.023
2009	0.028	0.027	0.026	0.035	0.026	0.026	0.029	0.028	0.021	0.027	0.023	0.024	0.023	0.026	0.024



<그림 15> 경남도 도시별 오존 연변화

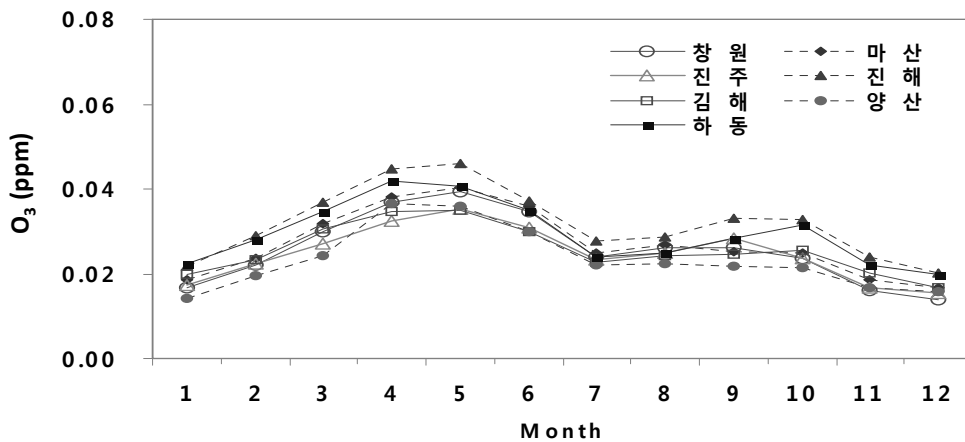


<그림 16> 경남과 전국 주요도시의 오존 농도의 연변화

## (2) 월별 오존 농도경향

최근 5년간 경남도내 7개 도시의 오존 농도의 월변화는 <그림 17>, <표 14>와 같다. 계절별로는 봄철이 가장 높고 가을철에도 높은 평균농도를 유지하고 있다. 오존의 월평균농도는 광화학반응에 의해 생성되는 2차 오염물질로 질소산화물, 오존전구물질(VOCs)의 양, 기상조건, 자외선강도 등에

따라 생성되며 일변화 및 계절 변화가 뚜렷한 대기오염물질이나 아황산가스, 이산화질소, 일산화탄소 등 1차 오염물질과는 다른 계절 변화를 나타낸다. 3월부터 증가하여 4, 5월경에 일년 중 최고 농도를 나타내었다가 겨울철인 12월과 1월에 가장 낮은 농도를 나타내었다.



<그림 17> 경남도 도시별 오존 농도의 월변화(2005~2009년 평균)

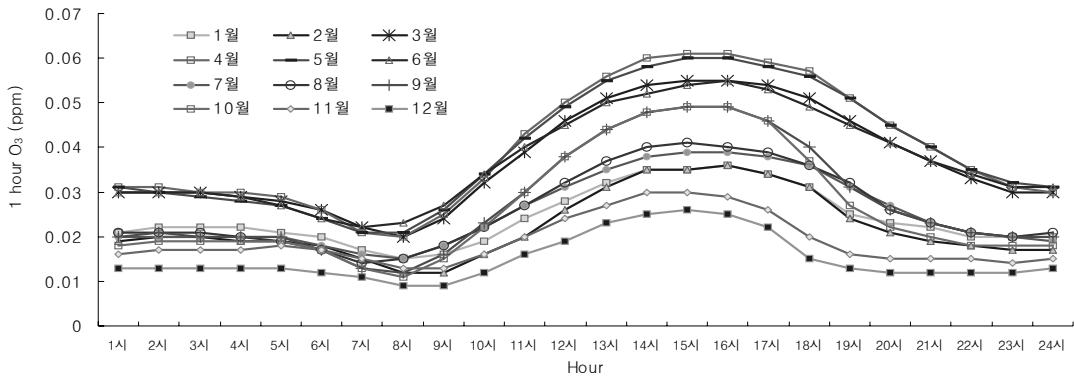
<표 14> 경남도내 도시별 오존 농도의 월평균

도시	연도	평균	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
창원	2005	0.022	0.018	0.022	0.027	0.032	0.035	0.030	0.018	0.017	0.016	0.017	0.012	0.013
	2006	0.026	0.015	0.020	0.024	0.030	0.038	0.036	0.017	0.032	0.032	0.028	0.020	0.014
	2007	0.026	0.018	0.022	0.036	0.041	0.041	0.035	0.028	0.023	0.025	0.020	0.016	0.015
	2008	0.027	0.016	0.027	0.030	0.041	0.043	0.033	0.028	0.029	0.027	0.026	0.014	0.013
	2009	0.028	0.016	0.020	0.032	0.041	0.040	0.039	0.028	0.030	0.031	0.027	0.019	0.015
	평균	0.026	0.017	0.022	0.030	0.037	0.039	0.035	0.024	0.026	0.026	0.024	0.016	0.014
마산	2005	0.026	0.019	0.023	0.032	0.035	0.036	0.036	0.023	0.021	0.020	0.022	0.020	0.025
	2006	0.028	0.023	0.027	0.034	0.036	0.041	0.038	0.020	0.033	0.026	0.027	0.019	0.013
	2007	0.026	0.018	0.021	0.032	0.041	0.044	0.035	0.027	0.022	0.023	0.021	0.019	0.016
	2008	0.027	0.017	0.027	0.029	0.037	0.040	0.031	0.027	0.028	0.026	0.028	0.016	0.014
	2009	0.027	0.016	0.020	0.032	0.041	0.040	0.039	0.028	0.030	0.031	0.027	0.019	0.015
	평균	0.027	0.019	0.024	0.032	0.038	0.040	0.036	0.025	0.027	0.025	0.025	0.019	0.017
진주	2005	0.020	0.018	0.022	0.023	0.025	0.030	0.023	0.020	0.016	0.018	0.017	0.012	0.014
	2006	0.025	0.013	0.019	0.027	0.031	0.034	0.031	0.016	0.029	0.034	0.027	0.019	0.015
	2007	0.026	0.018	0.023	0.028	0.032	0.037	0.035	0.031	0.022	0.027	0.023	0.018	0.019
	2008	0.027	0.021	0.025	0.026	0.036	0.037	0.030	0.027	0.033	0.032	0.026	0.016	0.016
	2009	0.026	0.016	0.023	0.032	0.038	0.038	0.035	0.022	0.024	0.030	0.025	0.019	0.013
	평균	0.025	0.017	0.022	0.027	0.032	0.035	0.031	0.023	0.025	0.028	0.024	0.017	0.015
진해	2005	0.025	0.027	0.028	0.039	0.043	0.046	0.032	0.022	0.019	0.016	0.019	0.013	0.007
	2006	0.034	0.006	0.025	0.035	0.038	0.043	0.040	0.021	0.042	0.042	0.036	0.029	0.027
	2007	0.033	0.029	0.029	0.039	0.047	0.047	0.035	0.037	0.019	0.031	0.031	0.023	0.022
	2008	0.033	0.021	0.033	0.035	0.046	0.047	0.036	0.029	0.032	0.035	0.035	0.026	0.023
	2009	0.035	0.025	0.030	0.036	0.049	0.047	0.043	0.029	0.031	0.042	0.042	0.028	0.022
	평균	0.032	0.022	0.029	0.037	0.045	0.046	0.037	0.028	0.029	0.033	0.033	0.024	0.020
김해	2005	0.024	0.023	0.027	0.029	0.031	0.031	0.026	0.025	0.022	0.018	0.023	0.019	0.018
	2006	0.024	0.017	0.019	0.028	0.030	0.032	0.030	0.016	0.027	0.024	0.026	0.023	0.017
	2007	0.026	0.021	0.023	0.032	0.036	0.036	0.028	0.024	0.019	0.028	0.025	0.023	0.018
	2008	0.027	0.019	0.026	0.030	0.039	0.040	0.032	0.023	0.028	0.026	0.028	0.018	0.016
	2009	0.026	0.019	0.022	0.033	0.038	0.036	0.033	0.025	0.026	0.027	0.025	0.018	0.015
	평균	0.026	0.020	0.023	0.030	0.035	0.035	0.030	0.023	0.024	0.025	0.025	0.020	0.017
양산	2005	0.021	0.000	0.000	0.000	0.034	0.039	0.027	0.024	0.020	0.020	0.016	0.015	0.017
	2006	0.024	0.020	0.027	0.031	0.036	0.033	0.030	0.015	0.024	0.020	0.023	0.017	0.013
	2007	0.024	0.017	0.024	0.032	0.040	0.039	0.028	0.022	0.019	0.020	0.017	0.014	0.015
	2008	0.025	0.015	0.024	0.025	0.033	0.032	0.029	0.027	0.027	0.025	0.026	0.018	0.017
	2009	0.026	0.019	0.023	0.033	0.039	0.036	0.036	0.023	0.022	0.024	0.025	0.020	0.016
	평균	0.024	0.014	0.020	0.024	0.036	0.036	0.030	0.022	0.022	0.022	0.021	0.017	0.016
하동	2008	0.030	0.022	0.030	0.035	0.042	0.040	0.034	0.024	0.028	0.028	0.033	0.021	0.020
	2009	0.029	0.023	0.026	0.034	0.042	0.041	0.036	0.024	0.022	0.029	0.030	0.023	0.020
	평균	0.030	0.023	0.028	0.035	0.042	0.041	0.035	0.024	0.025	0.029	0.032	0.022	0.020

### (3) 시간대별 오존 농도경향

2009년 경남도내 7개 시군의 오존농도의 시간대별 농도변화에 따른 월별경향을 <그림 18>에 나타내었다. 오존의 월평균농도는 광화학반응에 의해 생성되는 2차 오염물질이므로 자외선강도가 높은 3월부터 6월까지 높은 오존농도분포를 보이고 12월의 시간대별 평균농도가 가장 낮고 4월이 가장 높게 나타났다.

오존의 시간대별 농도경향은 아침출근시간인 7시~9시 사이가 가장 낮은 농도를 나타내었고 자외선강도가 가장 높은 14시~15시 사이에 높은 오존농도를 나타낸 후 해가 지면서 서서히 감소하고 저녁 퇴근시간대 이후에 저농도로 다시 떨어지면서 다음날 새벽까지 일정한 농도를 유지하는 일변화를 반복하고 있다.



<그림 18> 경남도내 월별 오존 농도의 시간변화(2009년)

### (4) 오존의 대기환경기준 초과현황

2005년부터 2009년까지 5년간 측정소별 오존 농도의 1시간 및 8시간 평균 대기환경기준 초과현황은 <표 15, 16>과 같다. 최근 5년 동안 각 측정소별 1시간 평균 대기환경기준 초과횟수는 7~92회로 진주시 대안동 측정소가 가장 많았고, 진주시 상봉동과 마산시 봉암동이 78회로 두 번째로 많았다. 1시간 평균 오존농도의 최고치는 0.109~0.150ppm으로 2005년과 2006년 양산시 웅상읍 측정소에서 최고 농도를 나타내었다.

최근 5년 동안 각 측정소별 8시간 평균 대기환경기준 초과횟수는 73~312회로 창원시 가음정동 측정소가 가장 많았고, 진해시 경화동측정소가 255회로 두 번째로 많았다. 8시간 평균 오존농도의 최고치는 0.84~0.114ppm으로 2009년 마산시 회원동에서 최고 농도를 나타내었다. 최근 5년 월별 1시간 평균 오존농도의 초과횟수는 5월이 222회로 가장 높았고, 8월이 158회로 두 번째로 높았다.

<표 15> 경남도내 측정소별 오존의 1시간 대기환경기준 초과현황

측정 항목	도시	측정소	2005년		2006년		2007년		2008년		2009년		합계	
			초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도
오존 1시간 평균치 0.1ppm 이하	창원시	가음정동	18	0.121	13	0.116	13	0.122	15	0.124	20	0.141	60	0.141
		웅남동	8	0.120	5	0.120	4	0.113	10	0.118	5	0.120	65	0.120
		명서동	12	0.119	11	0.119	9	0.126	6	0.110	11	0.117	44	0.126
		용지동	-	-	-	-	-	0.123	21	0.125	23	0.142	24	0.142
		사과동	-	-	-	-	-	-	-	-	24	0.144	7	0.144
	마산시	회원동	38	0.129	35	0.129	5	0.114	16	0.133	21	0.127	57	0.133
		봉암동	11	0.117	6	0.111	15	0.108	9	0.120	22	0.147	78	0.147
	진주시	상봉동	5	0.126	1	0.101	5	0.102	9	0.149	9	0.149	78	0.149
		대안동	2	0.110	2	0.110	2	0.130	13	0.144	2	0.108	92	0.144
		상평동	8	0.112	8	0.112	12	0.101	12	0.130	4	0.132	66	0.132
	진해시	경화동	27	0.126	18	0.126	1	0.114	20	0.130	29	0.130	55	0.130
	김해시	동상동	4	0.123	2	0.110	8	0.105	3	0.106	7	0.121	54	0.123
		삼방동	4	0.108	3	0.108	1	0.092	7	0.106	4	0.109	61	0.109
	양산시	북부동	2	0.102	2	0.102		0.108	6	0.116	12	0.121	17	0.121
		웅상읍	46	0.150	23	0.150	4	0.114	23	0.127	8	0.119	35	0.150
	하동군	하동읍	-	-	-	-	3	0.069	6	0.119	4	0.115	36	0.119
	도로변	반송로	-	-	-	-	-	-	-	-	16	0.125	34	0.125
	합 계		185	-	129	-	82		176	-	221	-	863	-

<표 16> 경남도내 측정소별 오존의 8시간 대기환경기준 초과현황

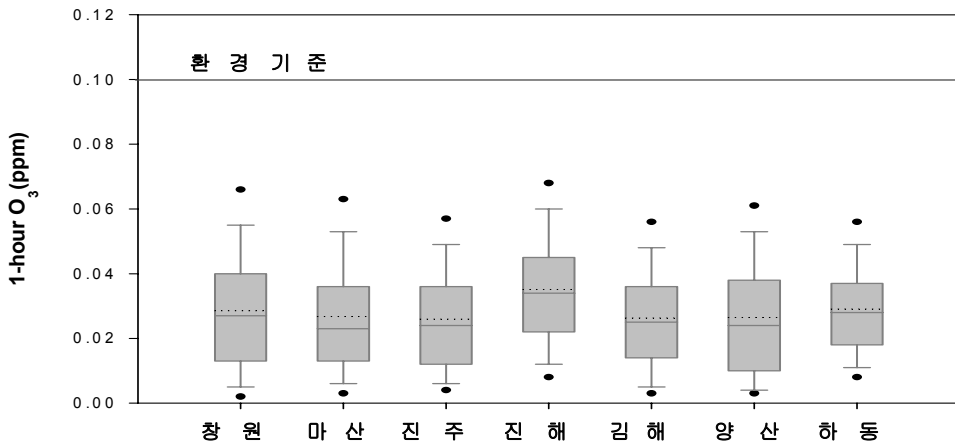
측정 항목	도시	측정소	2005년		2006년		2007년		2008년		2009년		합계	
			초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도
오존 1시간 평균치 0.1ppm 이하	창원시	가음정동	30	0.099	75	0.099	69	0.104	69	0.102	69	0.110	312	0.110
		웅남동	26	0.093	33	0.090	37	0.088	50	0.099	37	0.094	183	0.099
		명서동	20	0.100	39	0.100	44	0.088	49	0.094	63	0.093	215	0.100
		용지동	-	-	-	-	-	0.089	74	0.098	77	0.112	151	0.112
		사과동	-	-	-	-	-	-	-	-	73	0.112	73	0.112
	마산시	회원동	20	0.110	49	0.110	15	0.102	50	0.099	56	0.114	190	0.114
		봉암동	24	0.093	36	0.089	63	0.093	38	0.090	56	0.108	217	0.108
	진주시	상봉동	24	0.082	25	0.082	52	0.090	42	0.097	47	0.094	190	0.097
		대안동	2	0.079	26	0.079	20	0.108	26	0.095	22	0.086	96	0.108
		상평동	1	0.089	31	0.089	37	0.084	33	0.097	30	0.082	132	0.097
	진해시	경화동	38	0.101	52	0.099	12	0.100	70	0.099	83	0.107	255	0.107
	김해시	동상동	16	0.092	16	0.092	56	0.076	28	0.084	43	0.097	159	0.097
		삼방동	16	0.092	16	0.092	20	0.084	48	0.088	20	0.093	120	0.093
	양산시	북부동	3	0.080	13	0.080	24	0.095	23	0.090	56	0.101	119	0.101
		웅상읍	31	0.112	47	0.112	35	0.089	45	0.101	43	0.101	201	0.112
	하동군	하동읍	-	-	-	-	45	0.060	27	0.079	32	0.086	104	0.086
	도로변	반송로	-	-	-	-	-	-	-	0.035	54	0.094	54	0.094
	합 계		251	-	458	-	529	-	672	-	861	-	2771	-

## (5) 오존의 분위수 및 환경기준 달성여부

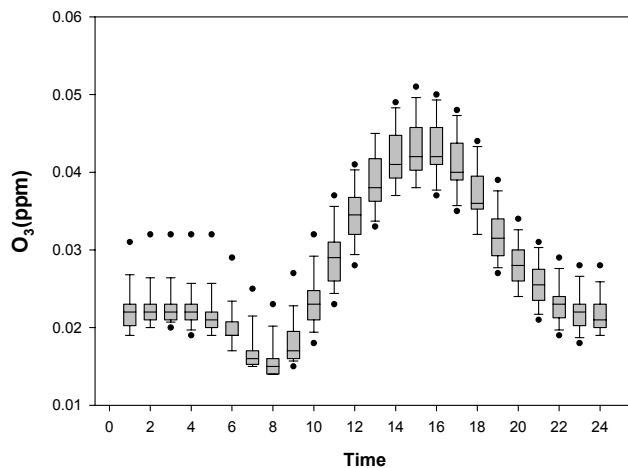
2009년 시군별 오존 농도분포를 <그림 19>에서 살펴보면 진해시가 가장 높고 시간대별 오존농도 변화를 <그림 20>에서 살펴보면 14시~16시가 가장 높은 농도를 나타내었고, 아침 출근시간인 7시~8시가 가장 낮은 농도를 나타내었다.

<표 17>은 2005년부터 2009년까지 5년간

경남도내 7개 시군별 오존의 1시간 및 8시간 분위수 농도를 나타낸 것이다. 최근 5년간 1시간 평균농도에 대한 999천분위수 농도는 0.066~0.112ppm을 나타내었으며, 진주시와 김해시는 최근 5년간 1시간 대기환경기준을 달성하였다. 8시간 평균에 대한 99백분위수 농도는 0.067~0.100ppm으로 최근 5년간 대기환경기준을 달성한 시군은 없었다.



<그림 19> 경남도내 도시별 1시간 오존 농도 분포(2009년)



<그림 21> 경남도내 시간대별 오존 농도 분포(2009년)

<표 17> 경남도내 도시별 오존 분위수 및 환경기준 달성여부

연도	도시명	1시간 평균				8시간 평균			
		전체유효	999천 분위수	분위수 농도(ppm)	환경기준 달성여부	전체유효	99백 분위수	분위수 농도(ppm)	환경기준 달성여부
2005	창원시	48,131	48,083	0.099	달성	970	960	0.080	달성못함
	마산시	34,186	34,152	0.105	달성못함	707	700	0.078	달성못함
	진주시	49,730	49,680	0.090	달성	937	928	0.067	달성못함
	진해시	14,963	14,948	0.108	달성못함	283	280	0.086	달성못함
	김해시	31,074	31,043	0.087	달성	553	547	0.072	달성못함
	양산시	27,787	27,759	0.108	달성못함	423	419	0.091	달성못함
	평균	205,871	205,665	0.099	달성	3,873	3,834	0.078	달성못함
2006	창원시	23,951	23,927	0.102	달성못함	978	968	0.086	달성못함
	마산시	17,020	17,003	0.110	달성못함	698	691	0.089	달성못함
	진주시	25,464	25,439	0.094	달성	1,050	1,039	0.078	달성못함
	진해시	7,553	7,545	0.111	달성못함	303	300	0.089	달성못함
	김해시	17,010	16,993	0.088	달성	707	700	0.068	달성못함
	양산시	16,930	16,913	0.105	달성못함	690	683	0.090	달성못함
	평균	107,928	107,820	0.102	달성못함	4,426	4,382	0.086	달성못함
2007	창원시	29,039	29,010	0.101	달성못함	4,303	4,260	0.087	달성못함
	마산시	17,326	17,309	0.101	달성못함	2,161	2,139	0.086	달성못함
	진주시	24,269	24,245	0.097	달성	3,063	3,032	0.079	달성못함
	진해시	8,208	8,200	0.100	달성	1,016	1,006	0.091	달성못함
	김해시	17,359	17,342	0.084	달성	2,125	2,104	0.076	달성못함
	양산시	16,654	16,637	0.095	달성	2,032	2,012	0.085	달성못함
	평균	2,525	2,522	0.066	달성	828	820	0.074	달성못함
2008	창원시	115,380	115,265	0.098	달성	15,528	15,373	0.085	달성못함
	마산시	75,584	75,508	0.106	달성못함	1,426	1,412	0.086	달성못함
	진주시	34,863	34,828	0.107	달성못함	727	720	0.086	달성못함
	진해시	50,565	50,514	0.100	달성	1,023	1,013	0.082	달성못함
	김해시	16,829	16,812	0.110	달성못함	342	339	0.089	달성못함
	양산시	33,991	33,957	0.097	달성	713	706	0.080	달성못함
	하동군	33,346	33,313	0.103	달성못함	667	660	0.083	달성못함
	평균	17,448	17,431	0.094	달성	363	359	0.072	달성못함
2009	창원시	262,626	262,363	0.105	달성못함	5,261	5,208	0.084	달성못함
	마산시	41,079	41,038	0.109	달성못함	1,685	1,668	0.090	달성못함
	진주시	17,333	17,316	0.112	달성못함	718	711	0.092	달성못함
	진해시	25,483	25,458	0.097	달성	1,049	1,039	0.080	달성못함
	김해시	8,408	8,400	0.109	달성못함	341	338	0.100	달성못함
	양산시	16,772	16,755	0.096	달성	693	686	0.079	달성못함
	하동군	16,860	16,843	0.101	달성못함	695	688	0.085	달성못함
	평균	8,685	8,676	0.095	달성	360	356	0.077	달성못함

## (6) 오존주의보 발령현황

오존경보제의 운영기간은 5월 11일부터 9월 30일까지 128일간이었으며 2005년부터 2009년까지 5년간 연도별 오존주의보 발령현황을 <표 18>에 나타내었다. 2009년 이전에는 오존경보제 운영기간을 6월부터 시행하였으나 5월에도 오존주의부수준의 높은

오존농도 사례가 발생하고 있어 운영기간을 확대 실시 하였으며 2010년에는 5월 1일부터 시행하게 될 것이다. 2009년도는 오존주의보 1회 발령으로 2008년 8회 발령 대비 낮은 수준이나 2007년은 오존주의보 발령일이 없었다. 이는 2007년 하절기의 경우 예년보다 장마기간이 길었고, 장마 이후에도 국지

성 호우가 빈번히 내리는 등 이상기후 현상 으로 강우 주기가 5일 정도로 짧았기 때문 에 오존의 고농도 사례가 없었다.

<표 18> 경남도내 오존주의보 발령현황(2005~2009)

연도	발령번호	발령일	시군	측정소명	발령농도 (ppm)	해제농도 (ppm)	최고농도 (ppm)	발령시간 (지속시간)
2005	1	7. 21	양산시	웅상읍	0.131	0.099	0.142	16:00 (2시간)
	2	7. 22	양산시	웅상읍	0.142	0.055	0.142	13:00 (3시간)
2006	1	6. 18	양산시	웅상읍	0.121	0.099	0.121	16:00 (1시간)
	2	8. 9	진해시	경화동	0.126	0.097	0.126	13:00 (3시간)
	3	8. 10	양산시	웅상읍	0.134	0.117	0.150	15:00 (3시간)
	4	8. 14	양산시	웅상읍	0.129	0.097	0.129	13:00 (1시간)
	5	8. 15	진해시	경화동	0.120	0.083	0.120	15:00 (1시간)
	6	8. 23	마산시	회원동	0.124	0.088	0.124	16:00 (1시간)
	7	8. 29	마산시	회원동	0.129	0.113	0.129	15:00 (2시간)
2008	1	6. 13	진해시	경화동	0.130	0.110	0.130	14:00 (1시간)
	2	7. 8	마산시	회원동	0.133	0.091	0.133	16:00 (2시간)
	3	7. 10	진주시	상봉동 대안동 상평동	0.145 0.132 0.127	0.116 0.106 0.095	0.149	14:00 (2시간)
	4	7. 27	진주시	상평동	0.122	0.086	0.122	16:00 (1시간)
	5	8. 4	진주시	대안동 상봉동	0.122 0.130	0.101 0.117	0.130	18:00 (1시간)
	6	8. 5	진주시	대안동 상봉동	0.132 0.124	0.093 0.102	0.132	17:00 (2시간)
	7	8. 7	마산시	봉암동	0.120	0.109	0.120	16:00 (1시간)
	8	9. 11	양산시	웅상읍	0.127	0.117	0.127	15:00 (3시간)
2009	1	8. 22	진주시	상봉동	0.149	0.104	0.149	16:00 (1시간)
				상평동	0.132	0.093		

## 마. 미세먼지(PM10)

### (1) 연도별 미세먼지 농도경향

경남지역 시군별 연평균 오존 농도경향을 <표 19>과 <그림 21, 22>에서 살펴보면 2005년부터 2009년까지 5년간 7개 시군의 대기중 미세먼지농도는 마산시와 진주시가  $53\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높았고, 양산시가  $37\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 낮은 농도를 나타내었다. 진해시와 하동군을 제외한 모든 시는 2005년 대비 미세먼지 농도가 11~35% 감소하였으며 매년

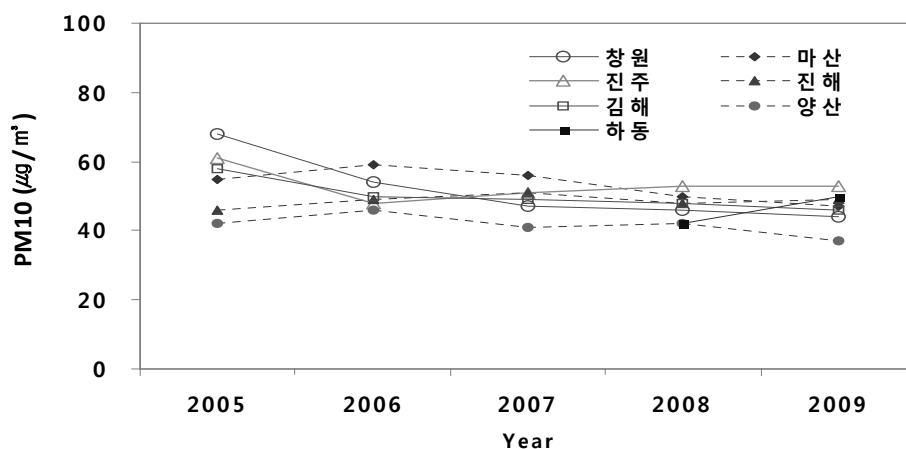
감소추세이다. 2009년 미세먼지의 경남전체 연평균 농도는  $46\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 대기환경기준 연간 평균치  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하지 않았으며 시군별로는 진주시를 제외한 모든 지역의 미세먼지 농도가 기준을 초과하지 않았다.

전국 주요도시의 연도별 미세먼지 농도를 살펴보면 경남은 2007년과 2008년에는 가장 낮은 농도를 나타내었으며, 2009년에는 대전을 제외하면 가장 낮은 농도를 나타내었고 인천은  $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높은 농도를 나타내었다.

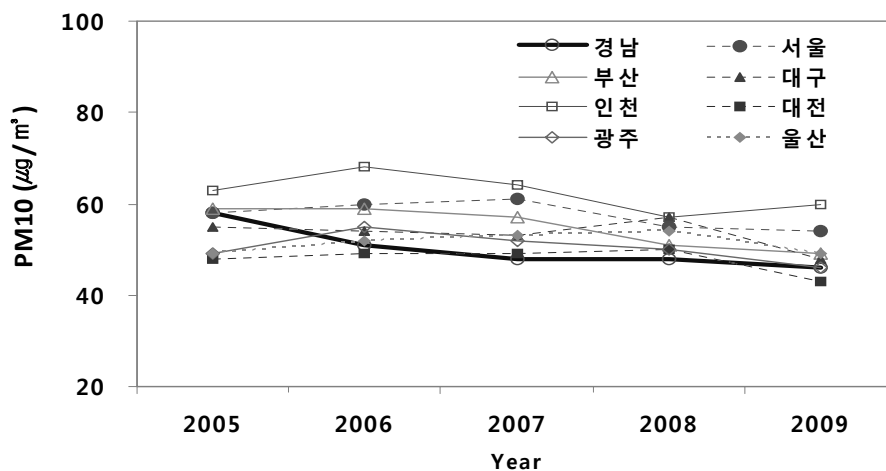


<표 19> 경남과 전국 주요도시의 미세먼지 농도의 연변화

연 도	경 남								서울	부산	대구	인천	대전	광주	울산
	창원	마산	진주	진해	김해	양산	하동	평균							
2005	68	55	61	46	58	42	-	58	58	59	55	63	48	49	49
2006	54	59	48	49	50	46	-	51	60	59	54	68	49	55	52
2007	47	56	51	51	49	41	-	48	61	57	53	64	49	52	53
2008	46	50	53	48	48	42	42	48	55	51	57	57	50	50	54
2009	44	47	53	49	46	37	50	46	54	49	48	60	43	46	49



<그림 21> 경남도 도시별 미세먼지 연변화

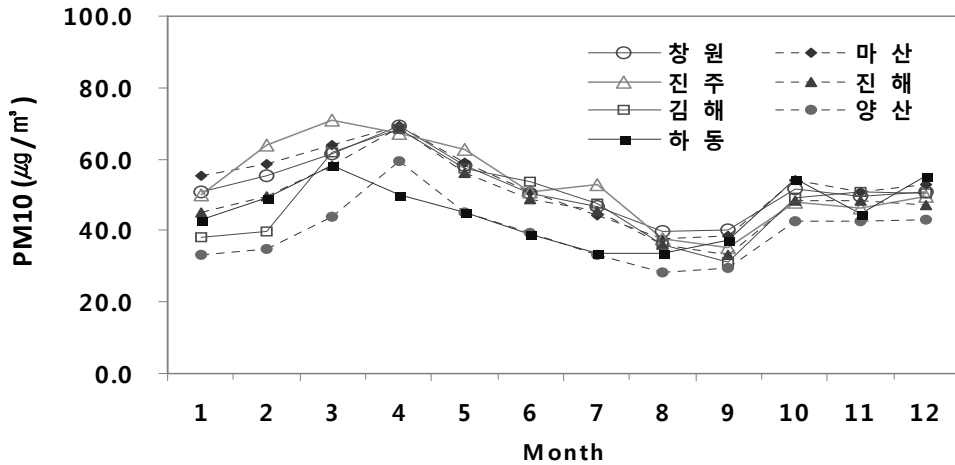


<그림 22> 경남과 전국 주요도시의 미세먼지 농도의 연변화

## (2) 월별 미세먼지 농도경향

최근 5년간 경남도내 7개 도시의 미세먼지 농도의 월변화는 <그림 23>, <표 20>과 같다. 미세먼지는 연무, 박무, 황사 등 기상요인과 밀접한 관계를 보이므로 연무 박무현상이 잦은 봄철이 가장 높고, 최근 들어 가을철과 겨울철에도 황사의 발생률이

높아지고 있어 가을철에도 높은 미세먼지 농도를 유지하고 있다. 미세먼지 월평균 농도가 가장 높았던 4월의 평균농도는 50~69  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 창원시, 마산시, 진해시가 가장 높은 농도를 나타내었으며 강수량이 많은 8월과 9월이 31~40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 일년 중 최저 농도를 나타내었다.



<그림 23> 경남도 도시별 미세먼지 농도의 월변화(2005~2009년 평균)

<표 20> 경남도내 도시별 미세먼지 농도의 월평균

도시	연도	평균	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
창원	2005	68	69	62	76	88	78	84	82	57	48	52	67	53
	2006	54	53	65	81	74	48	50	35	50	49	58	38	47
	2007	47	50	47	44	82	59	37	45	31	33	40	58	45
	2008	46	43	43	63	50	56	35	39	29	34	54	47	59
	2009	44	39	59	43	53	50	47	33	31	36	54	38	50
	평균	50	51	55	61	69	58	51	47	40	40	52	50	51
마산	2005	55	81	68	59	61	48	46	49	38	40	52	68	54
	2006	59	52	60	82	85	61	72	42	50	39	65	47	53
	2007	56	53	57	57	92	77	48	52	37	39	47	59	52
	2008	50	52	50	78	56	59	41	46	33	39	52	43	55
	2009	47	39	59	43	53	50	47	33	31	36	54	38	50
	평균	54	55	59	64	69	59	51	44	38	39	54	51	53
진주	2005	61	69	110	93	61	74	47	88	38	29	31	52	31
	2006	48	40	43	72	71	50	57	34	40	28	55	39	48
	2007	51	49	49	52	81	73	44	51	36	37	40	50	49
	2008	53	45	48	76	55	56	44	48	37	40	60	52	68
	2009	53	47	69	61	69	60	63	44	38	43	53	39	51
	평균	53	50	64	71	67	63	51	53	38	35	48	46	49
진해	2005	46	39	38	55	69	48	54	64	36	29	37	58	36
	2006	49	45	45	72	77	46	52	27	41	27	59	45	48
	2007	51	49	51	54	85	74	42	48	35	34	39	56	47
	2008	48	53	52	62	56	58	38	44	31	37	53	45	54
	2009	49	40	61	48	58	54	57	45	37	40	54	38	51
	평균	49	45	49	58	69	56	49	46	36	33	48	48	47
김해	2005	58	-	-	76	83	63	75	74	44	37	43	67	42
	2006	50	45	42	67	71	49	62	33	46	25	61	42	54
	2007	49	55	51	50	82	67	46	41	31	22	38	59	45
	2008	48	46	45	71	48	54	38	55	30	34	54	47	59
	2009	46	44	60	45	58	53	47	34	30	37	50	40	53
	평균	49	38	40	62	68	57	54	47	36	31	49	51	51
양산	2005	42	-	-	-	52	37	47	46	33	27	40	63	39
	2006	46	44	41	73	81	42	48	21	33	35	52	33	47
	2007	41	44	41	45	67	55	30	34	24	27	30	49	40
	2008	42	40	42	61	49	49	32	38	25	30	47	39	48
	2009	37	37	51	40	48	42	39	27	26	28	44	29	41
	평균	42	33	35	44	59	45	39	33	28	29	43	43	43
하동	2008	42	42	35	58	39	37	22	30	32	36	53	47	57
	2009	50	44	63	58	61	53	56	37	35	39	56	42	54
	평균	46	43	49	58	50	45	39	34	34	38	55	45	56

### (3) 미세먼지의 대기환경기준 초과현황

2005년부터 2009년까지 5년간 측정소별 미세먼지 농도의 24시간 평균 대기환경기준 초과현황은 <표 21>과 같다. 연도별 미세먼지 농도의 대기환경기준 초과횟수는 2006년 이전과 비교하여 2007년부터 급격히 증가하였는데 이는 2007년부터 대기환경기준 24시간 평균치가  $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 강화되었기 때문으로 2005년과 2006년의 기준초과 회수는 2007년 이후 초과회수의 약 24~37%수준이었다.

2009년 측정소별 미세먼지 24시간 대기환경기준 초과횟수는 진주시 대안동이 연 24회로 가장 높았고, 양산시 북부동과 웅상읍이 연 2회로 초과 횟수가 가장 낮은 측정소로 나타났다.

최근 5년간 월별 측정소별 24시간 환경기준 초과 횟수를 <표 22>에 나타내었다. 경남지역 월별 총 초과 횟수는 3월이 126회로 가장 높았으며, 8월 모든 측정소에서 초과 횟수가 없어 가장 낮은 초과횟수를 나타내었다.

<표 21> 경남도내 측정소별 미세먼지의 대기환경기준 초과현황

측정 항목	도시	측정소	PM10 환경기준 24시간 평균치 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하				PM10 환경기준 24시간 평균치 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하						합계	
			2005년		2006년		2007년		2008년		2009년			
			초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도	초과 횟수	최고 농도
미세먼지 (PM10) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	창원시	가음정동	1	187	7	355	13	972	15	369	9	181	60	972
		웅남동	2	175	6	243	10	683	12	206	23	206	65	683
		명서동	-	-	2	238	7	832	13	332	9	202	44	832
		용지동	-	-	-	-	1	105	10	352	3	189	24	352
		사과동	-	-	-	-	-	-	-	-	7	184	7	184
	마산시	회원동	1	238	5	347	15	794	14	466	8	190	57	794
		봉암동	3	165	5	318	22	1016	18	444	12	204	78	1016
	진주시	상봉동	1	228	7	268	22	755	19	269	10	242	78	755
		대안동	21	667	2	256	3	168	21	280	24	268	92	280
		상평동	17	476	4	326	19	1141	9	217	8	217	66	1141
	진해시	경화동	1	209	5	367	14	219	12	212	11	212	55	219
	김해시	동상동	1	162	4	277	11	779	13	342	12	175	54	779
		삼방동	2	202	5	334	15	842	17	463	5	149	61	842
	양산시	북부동	-	-	5	415	4	726	3	252	2	183	17	726
		웅상읍	-	-	6	396	5	220	11	352	2	181	35	352
	하동군	하동읍	-	-	-	-	1	103	12	270	11	233	36	270
	도로변	반송로	-	-	-	-	-	-	6	222	22	222	34	222
	합 계			50	-	63	-	162	-	205	-	178	-	863

<표 22> 경남도내 측정소별 미세먼지의 월별 대기환경기준 초과횟수

도시	측정소	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
창원시	가음정동	4	4	11	6	4	0	0	0	2	1	4	9
	웅남동	1	5	4	11	7	1	0	0	2	8	6	8
	명서동	2	4	5	5	3	0	1	0	1	0	2	8
	용지동	2	1	5	0	1	0	1	0	1	0	1	2
	사파동	5	1	7	5	5	0	0	0	2	1	3	7
마산시	회원동	6	5	11	7	9	1	1	0	2	0	5	7
	봉암동	6	8	12	7	9	3	2	0	2	4	1	7
진주시	상봉동	3	3	10	3	4	4	0	0	0	2	2	11
	대안동	8	15	12	16	13	4	0	0	1	0	1	5
	상평동	5	7	11	7	6	1	11	0	2	0	2	3
진해시	경화동	3	3	8	7	7	1	1	0	0	1	3	7
김해시	동상동	5	7	7	8	5	2	2	0	0	2	4	7
	삼방동	1	1	4	7	2	0	1	0	0	1	1	1
양산시	북부동	4	0	6	3	3	0	0	0	1	0	2	4
	웅상읍	2	0	9	3	1	0	0	0	0	1	1	4
하동군	하동읍	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	10
도로변	반송로	1	6	2	6	2	0	0	0	0	2	0	3
합 계		58	74	126	103	81	17	20	0	16	23	38	103

#### (4) 미세먼지의 분위수 및 환경기준 달성여부

<표 23>은 2005년 2009년까지 5년간 시군별 미세먼지 농도의 24시간 분위수 농도와 환경기준 달성여부를 나타내었다. 2006년 이전에는 대기환경기준 24시간 평균치가  $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었기 때문에 2005년에는 창원시 진해시 양산시가 24시간 분위수 농도의 환경기준을 달성하였으나 2006~2008년에는 99백분위수 농도가 환경기준을 달성한 시군은 없었다.

2009년에는 미세먼지의 연평균 농도가 감소하면서 시군별 99백분위수 농도가  $94\sim 127\mu\text{g}/\text{m}^3$  수준으로 2008년 99백분위수농도 전년 양산시가 환경기준을 달성하였고 진주시가 가장 높은 99백분위수 농도를 나타내었다.

2009년 측정소별 미세먼지 24시간 대기환경기준 초과횟수는 진주시 대안동이 연 24회로 가장 높았고, 양산시 북부동과 웅상읍이 연 2회로 초과 횟수가 가장 낮은 측정소로 나타났다.

<표 23> 경남도내 도시별 미세먼지 분위수 및 환경기준 달성여부

연도	도시명	PM10 24시간 평균 기준 : 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2005~2006), 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2007~2009)			
		전체유효	99백분위수	분위수농도( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	환경기준 달성여부
2005	창원시	1,820	1,802	148	달성
	마산시	1,330	1,317	152	달성못함
	진주시	1,901	1,882	268	달성못함
	진해시	651	644	134	달성
	김해시	1,077	1,066	152	달성못함
	양산시	1,076	1,065	146	달성
	평균	7,855	7,776	190	달성못함
2006	창원시	2,045	2,025	158	달성못함
	마산시	1,382	1,368	164	달성못함
	진주시	1,899	1,880	163	달성못함
	진해시	696	689	151	달성못함
	김해시	1,408	1,394	152	달성못함
	양산시	1,285	1,272	150	달성못함
	평균	8,812	8,724	161	달성못함
2007	창원시	1,213	1,201	124	달성못함
	마산시	702	695	156	달성못함
	진주시	935	926	168	달성못함
	진해시	358	354	132	달성못함
	김해시	703	696	131	달성못함
	양산시	653	646	103	달성못함
	평균	4,661	4,614	138	달성못함
2008	창원시	1,342	1,329	154	달성못함
	마산시	712	705	148	달성못함
	진주시	949	940	150	달성못함
	진해시	336	333	148	달성못함
	김해시	684	677	137	달성못함
	양산시	664	657	118	달성못함
	하동군	306	303	133	달성못함
	평균	4,993	4,943	145	달성못함
2009	창원시	1,702	1,685	121	달성못함
	마산시	705	698	125	달성못함
	진주시	1,017	1,007	127	달성못함
	진해시	361	357	121	달성못함
	김해시	693	686	115	달성못함
	양산시	664	657	94	달성
	하동군	364	360	121	달성못함
	평균	5,506	5,451	122	달성못함

## 바. 중금속 오염도

### (1) 대기중중금속측정망 설치현황

환경부의 대기오염측정망 설치 운영지침에 따라 대기 중 먼지에 포함되어 있는 중금속의 오염도를 조사하여 환경기준의 평가 및 유해중금속에 대한 대책수립의 기초 자료를 확보하고자 경남도에서는 2008년부터 2개 지점의 대기중중금속 측정망을 운영하고 있다.

경남도내 중금속측정망은 용도지역별로 공업지역 1개소(마산시 봉암동) 주거지역 1개소(창원시 명서동)로 측정항목은 총부유먼지와 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 구리(Cu), 망간(Mn), 철(Fe), 니켈(Ni) 등 중금속 7개 항목을 측정하고 있다. 측정주기는 매월 둘째 주에 측정하고 있으며, 1개소 당 측정일수는 5일로 하고 있다.

<표 24> 경남도내 대기중중금속측정망 현황

측정소명	용도지역	위 치	경도 위도 (도 분 초)	비고
명서동	주거지역	창원시 명서동 111번지 (명서동 주민센터 2층 옥상)	128° 38' 30.39" 35° 14' 36.55"	2008년 11월 설치
봉암동	공업지역	마산시 봉암동 472-10번지 (봉암동 주민센터 2층 옥상)	128° 36' 9.45" 35° 13' 3.21"	

### (2) 2009년 대기중중금속 오염도

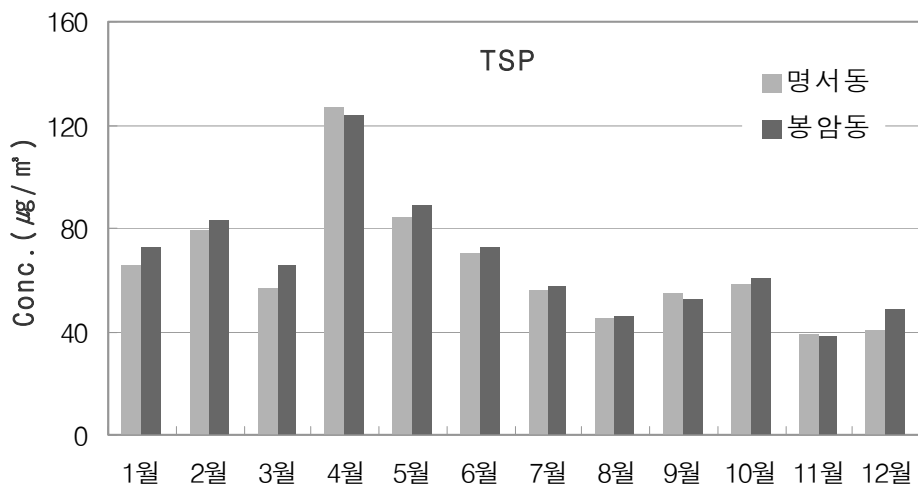
2009년 측정지점별 연평균 대기중중금속농도를 <표 25>에 나타내었다. 대기환경기준 설정 항목인 납의 평균농도는 명서동이 0.0514 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 0.0492 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 대기환경기준 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  약 10% 수준이었다. 공업지역인 봉암동의 대기중중금속농도는 주거지역인 명서동보다 Pb, Cd를 제외한 모든 항목 평균농도가 명서동 보다 약 14~30% 높게 나타났으

나 Cd은 같은 평균농도를. Pb은 명서동이 봉암동 보다 높은 농도를 나타내었다.

총부유먼지의 월평균 농도는 38~127 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로 <그림 24>과 <표 26>에서와 같이 시료채취기간 연무박무현상이 많았던 3월에 최고 농도를 나타내었고, 연무박무현상이 없었던 11월이 최저 농도를 나타내었다.

<표 25> 경남도내 측정소별 월별 총부유먼지와 중금속농도(2009년)

항목	측정소	평균	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
TSP	명서동	65	65	79	57	127	84	70	56	45	55	58	39	40
	봉암동	67	73	83	65	123	89	73	57	46	53	61	38	48
	평균	66	69	81	61	125	87	71	57	45	54	60	38	44
Pb	명서동	0.0514	0.0529	0.0474	0.0336	0.1620	0.0385	0.0226	0.0402	0.0404	0.0444	0.0641	0.0304	0.0401
	봉암동	0.0492	0.0743	0.0606	0.0340	0.1169	0.0386	0.0200	0.0427	0.0328	0.0343	0.0466	0.0412	0.0487
	평균	0.0503	0.0636	0.0540	0.0338	0.1394	0.0386	0.0213	0.0414	0.0366	0.0393	0.0554	0.0358	0.0444
Cd	명서동	0.0010	0.0005	0.0012	0.0015	0.0036	0.0008	0.0000	0.0006	0.0007	0.0009	0.0011	0.0007	0.0012
	봉암동	0.0010	0.0004	0.0016	0.0011	0.0032	0.0008	0.0000	0.0005	0.0009	0.0008	0.0010	0.0008	0.0014
	평균	0.0010	0.0004	0.0014	0.0013	0.0034	0.0008	0.0000	0.0006	0.0008	0.0008	0.0010	0.0008	0.0013
Cr	명서동	0.0285	0.0055	0.0640	0.0376	0.0601	0.0571	0.0263	0.0434	0.0068	0.0103	0.0137	0.0059	0.0115
	봉암동	0.0399	0.0058	0.0723	0.0585	0.0773	0.0798	0.0362	0.0509	0.0250	0.0245	0.0255	0.0080	0.0144
	평균	0.0342	0.0056	0.0682	0.0481	0.0687	0.0684	0.0312	0.0471	0.0159	0.0174	0.0196	0.0070	0.0130
Cu	명서동	0.0321	0.0251	0.0261	0.0671	0.0343	0.0291	0.0214	0.0377	0.0269	0.0297	0.0369	0.0177	0.0327
	봉암동	0.0371	0.0292	0.0397	0.0354	0.0840	0.0448	0.0206	0.0467	0.0311	0.0334	0.0365	0.0146	0.0298
	평균	0.0346	0.0271	0.0329	0.0513	0.0592	0.0369	0.0210	0.0422	0.0290	0.0316	0.0367	0.0162	0.0312
Mn	명서동	0.0901	0.0632	0.0847	0.0913	0.1856	0.1340	0.0545	0.1140	0.0835	0.0786	0.0965	0.0377	0.0575
	봉암동	0.1213	0.0606	0.1205	0.1776	0.2372	0.1752	0.0790	0.1550	0.1025	0.1232	0.1125	0.0406	0.0717
	평균	0.1057	0.0619	0.1026	0.1344	0.2114	0.1546	0.0668	0.1345	0.0930	0.1009	0.1045	0.0391	0.0646
Fe	명서동	1.3391	0.9257	1.4533	1.2987	2.9958	1.9078	0.8187	1.4973	1.2067	1.4413	1.2425	0.4447	0.8364
	봉암동	1.8963	1.1212	2.1653	2.2666	3.1750	2.9447	1.2768	2.1621	1.6602	2.0965	2.0198	0.6145	1.2532
	평균	1.6177	1.0235	1.8093	1.7826	3.0854	2.4263	1.0477	1.8297	1.4334	1.7689	1.6312	0.5296	1.0448
Ni	명서동	0.0124	0.0058	0.0177	0.0241	0.0172	0.0090	0.0089	0.0164	0.0092	0.0135	0.0149	0.0037	0.0078
	봉암동	0.0152	0.0060	0.0274	0.0141	0.0193	0.0227	0.0106	0.0280	0.0116	0.0158	0.0179	0.0028	0.0066
	평균	0.0138	0.0059	0.0225	0.0191	0.0183	0.0159	0.0098	0.0222	0.0104	0.0147	0.0164	0.0032	0.0072



<그림 24> 경남도 도시별 총부유먼지(TSP) 농도의 월변화



용도지역별 총부유먼지의 농도 차이는 4월, 9월, 11월은 주거지역이 공업지역보다 높은 농도를 나타내었고, 8월에는 농도차가 약 1% 수준으로 낮았으며 나머지기간은 약 2~17% 정도 수준이었다. 가장 높은 농

도를 나타낸 4월은 11월 대비 약 3배 이상 높은 농도를 나타내어 대기 중 오염물질농도는 연무 박무발생 유무에 따라 큰 차이를 보였다.

<표 26> 2009년 월별 대기중금속 측정기간의 풍향 및 날씨

구 분		주 풍 향		연무 일수	박무 일수
		명서동	봉암동		
1월	Winter	북북서	북동	0	0
2월		북북서	북북서	3	1
3월	Spring	남남서	북동동	0	2
4월		남서	북동동	5	3
5월		남남서	북동동	0	2
6월	Summer	남남서	서	2	5
7월		남남서	북동동	1	5
8월		남남서	북동동	2	4
9월	Autumn	남남서	북동동	0	1
10월		북북서	동	2	3
11월		북북서	북	0	0
12월	Winter	북북서	북	0	0
연평균		북	북동동	55	131

### (3) 황사시 대기중 중금속 농도

2007년부터 2009년까지 경남도내 황사 발생일에 채취된 총부유먼지(TSP) 중 중금속 농도의 분석한 결과를 <표 27>에 나타내었

다. 황사발생 기간 중 검출된 토양 기원 금속들의 평균농도는 Ca > Fe > Al > Mg > Mn 순으로 높게 나타났다.

&lt;표 27&gt; 황사시 대기중 중금속농도(2007~2009)

구 분		Pb	Cd	Cr	Cu	Mn	Fe	Ni	Al	Ca	Mg
대기환경기준		0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	3월	0.0382	0.0021	0.0019	0.0430	0.0492	1.1021	0.0117	2.1408	6.4198	6.4360
	4월	0.0427	0.0020	0.0413	0.1297	<b>1.0650</b>	<b>31.3955</b>	0.0242	<b>18.2879</b>	<b>25.1717</b>	<b>17.0500</b>
	5월	0.0388	0.0006	0.0093	0.0259	0.1549	4.9180	0.0000	3.9159	6.3326	2.7029
2008	3월	0.0419	0.0000	0.0132	0.1652	0.4923	14.4656	0.0237	10.9064	28.1356	13.0509
	5월	0.0438	0.0000	0.0166	<b>0.3897</b>	0.5034	12.3076	0.0252	9.8899	8.0201	4.3717
	12월	<b>0.1293</b>	0.0000	0.0302	0.0709	0.4992	7.4249	0.0226	3.3433	10.6381	2.8512
2009	2월	0.0298	0.0013	<b>0.1237</b>	0.0216	0.1700	4.8771	0.0245	3.5456	5.8381	2.2171
	3월	0.0741	<b>0.0122</b>	0.0624	0.0461	0.2247	5.1512	<b>0.0258</b>	4.3800	15.6997	4.3366
	10월	0.0578	0.0009	0.1010	0.0465	0.2495	5.2178	0.0255	2.7615	9.6449	2.4162
황 사 평 균		0.0431	0.0011	0.0698	0.0908	0.4199	10.7197	0.0246	8.8754	17.1976	7.2278
비 황 사 평 균		0.0509	0.0010	0.0361	0.0349	0.1095	1.6703	0.0144	1.1011	2.8429	0.8218

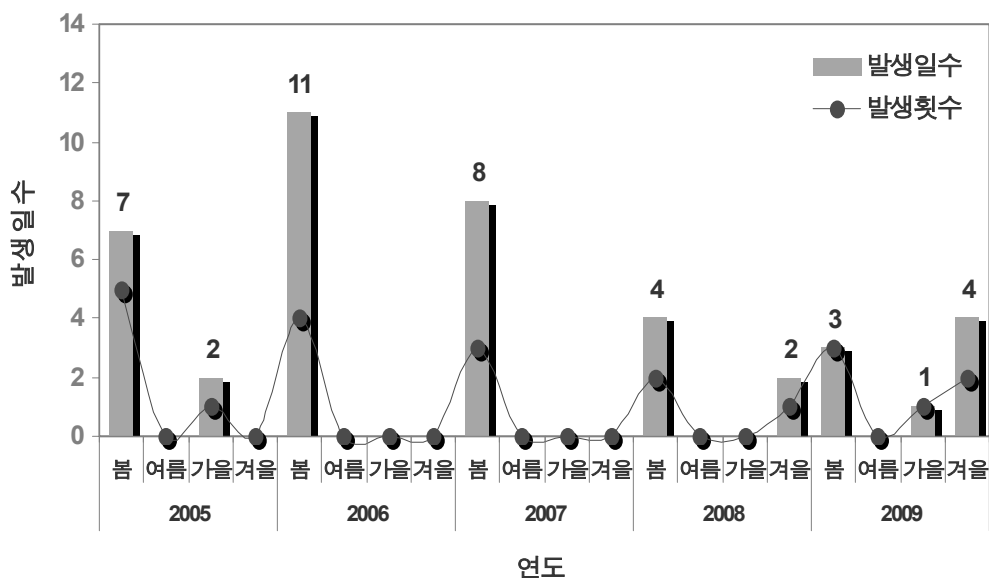
비황사 시의 대기중 Pb, Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Ni의농도는 2009년 중금속 측정망 연평균자료와 Al, Ca, Mg은 2009년 1월에서 4월까지 4개월간의 자료를 기준으로 3년 동안 나타난 황사 중 금속성분을 비교하면 Pb와 Ni을 제외한 전항목이 최고 약 2.0~20.7배 이상 농도 차이를 보이며 높은 농도를 나타내었으며, Mg > Al > Ca > Fe > Mn > Cd > Cu > Cr 순으로 농도차이가 크게 나타나 토양기원금속들의 농도차이가 인위적 오염물질인 유해중금속 들 보다 높게 나타났다. Cd의 경우 황사 시 농도가 비황사

시 농도 보다 약 4.3배 이상 높게 나타나기도 하였다.

2005년부터 2009년까지 최근 5년간 경남도내 황사 발생일수는 <표 28>과 같다. 5년간 평균 황사발생 일수는 약 8일로 연도별 변화가 크지는 않았으나 발생시기는 <그림 25>에서와 같이 봄철에 발생일수가 줄어들고 가을이나 겨울황사가 늘어나고 있는 추세이다. 2008년부터 겨울황사 발생하였고 2009년에는 봄철보다 겨울철이 더 높은 발생일수를 나타내었다.

<표 28> 경남지역의 연도별 황사 발생 현황(2005~2009)

년도 (발생횟수/일수)	발생일	최고농도( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	비고
2005 (6회 9일)	4. 11	90~164	열은 황사
	4. 13~14	119~150	열은 황사
	4. 15	129~241	열은 황사
	4. 18	103~201	열은 황사
	4. 20~21	120~290	열은 황사
	11. 7~8	233~455	열은 황사
2006 (4회/11일)	3. 11~14	535~859	길은 황사
	3. 28	548~1000	매우 길은 황사
	4. 8~10	370~1000	매우 길은 황사
	4.23~25	374~738	길은 황사
2007 (3회/8일)	3. 27~28	122~200	열은 황사
	3. 31~4.2	1384~2000	아주 길은 황사
	5. 25~27	156~397	열은 황사
2008 (3회/6일)	3.2~3	505~974	아주 길은 황사
	5. 30~31	134~404	열은 황사
	12. 9~10	181~399	열은 황사
2009 (6회/8일)	2. 20	214~461	길은 황사
	3. 16~17	214~491	길은 황사
	4. 25	270~527	매우 길은 황사
	10. 19	134~319	열은 황사
	12. 25~26	128~456	길은 황사
	12. 30	142~239	열은 황사



<그림 25> 경남지역의 계절별 황사 발생 현황(2005~2009)



# 지 하 수

## I. 개 요

### 1. 조사지점 및 방법

#### 가. 조사지점

경남지역의 지하수 수질측정망은 총 204개소이며, 이 중 국가측정망은 38개소이고, 지역지하수 수질측정망은 166개소이다. 국

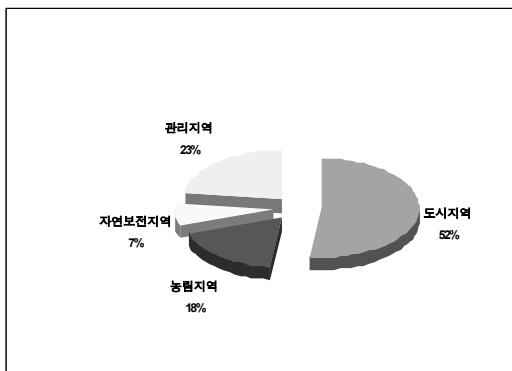
가측정망 및 지역지하수측정망 중 오염우려 지역은 낙동강유역환경청에서, 일반지역 100개소는 보건환경연구원에서 운영되고 있다. 우리원에서 운영되는 조사지점은 도내 전 지역의 대표성을 확보하기 위해 시·군별로 5개소를 할당하여 도시지역, 농림지역, 자연환경보전지역, 관리지역으로 구분하고, 지하수의 사용용도에 따라 생활용수, 농업용수, 공업용수로 분류하여 배분하였다.

<표 1> 경남지역 지하수 수질측정망 설치 현황

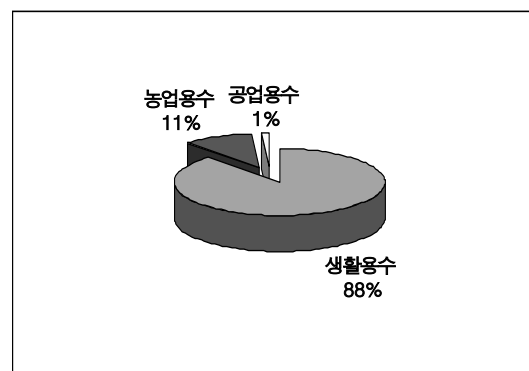
연번	지점코드	위치	주용도	음용여부
계		100개소		
1	N-1-a-1	창원시 동정동 305-7	생활	음용
2	N-1-b-1	창원시 대방동 355	생활	음용
3	N-1-c-1	창원시 용호동 66	생활	음용
4	N-1-d-1	창원시 북면 화천리 367	생활	음용
5	N-1-e-1	창원시 동읍 월잠리 385	생활	비음용
6	N-2-a-1	마산시 합성동 104-6	생활	음용
7	N-2-b-1	마산시 구암동 392-1	생활	음용
8	N-2-c-1	마산시 월영동 710-3	생활	음용
9	N-2-d-1	마산시 진전면 임곡리 149	농업	비음용
10	N-2-e-3	마산시 구산면 마전리 312	농업	비음용
11	N-3-a-1	진주시 인사동 163-1	생활	비음용
12	N-3-b-1	진주시 칠암동 150	생활	비음용
13	N-3-c-2	진주시 내동면 유수리 1082	농업	비음용
14	N-3-d-1	진주시 상봉동 1096	생활	음용
15	N-3-e-2	진주시 문산읍 상문리 340	농업	비음용
16	N-4-a-1	진해시 풍호동 802	생활	음용
17	N-4-b-1	진해시 경화동 781-22	생활	음용
18	N-4-c-1	진해시 경화동 1186	생활	비음용
19	N-4-d-1	진해시 용원동 1206	생활	음용
20	N-4-e-1	진해시 두동 1166-4	생활	음용
21	N-5-a-1	통영시 무전동 357	생활	비음용
22	N-5-b-1	통영시 도천동 121	생활	비음용
23	N-5-c-1	통영시 태평동 687	생활	비음용
24	N-5-d-1	통영시 봉평동 260-2	생활	음용
25	N-5-e-2	통영시 도산면 관덕리 643-4	생활	비음용
26	N-6-a-1	사천시 동동 360	생활	비음용
27	N-6-b-1	사천시 벌리동 275-6	생활	음용
28	N-6-c-2	사천시 사남면 화천리 1301	생활	음용
29	N-6-d-2	사천시 향촌동 505-4	생활	음용
30	N-6-e-2	사천시 곤명면 용산리 44	생활	비음용

연번	지점코드	위치	주용도	음용여부
31	N-7-a-1	김해시 삼계동 1424	생활	비음용
32	N-7-b-1	김해시 어방동 607	생활	음용
33	N-7-c-1	김해시 장유면 장유리 500	생활	음용
34	N-7-d-1	김해시 진례면 송정리 291-1	농업	비음용
35	N-7-e-1	김해시 진영읍 내룡리 443	생활	음용
36	N-8-a-1	밀양시 삼문동 15-26	생활	비음용
37	N-8-b-2	밀양시 상남면 기산리 1040	생활	비음용
38	N-8-c-4	밀양시 삼랑진읍 안테리 286	농업	비음용
39	N-8-d-1	밀양시 하남읍 수산리 468-5	생활	비음용
40	N-8-e-4	밀양시 산내면 송백리 2081-21	생활	비음용
41	N-9-a-3	거제시 고현동 910	생활	비음용
42	N-9-b-1	거제시 옥포2동 1294-8	생활	비음용
43	N-9-c-1	거제시 고현동 500	생활	비음용
44	N-9-d-1	거제시 수양동 981	생활	비음용
45	N-9-e-4	거제시 동부면 가배리 25	생활	비음용
46	N-10-a-1	양산시 동면 석산리 130-4	생활	음용
47	N-10-b-1	양산시 동면 여락리 산107-3	생활	음용
48	N-10-c-1	양산시 물금읍 범어리 630-9	생활	비음용
49	N-10-d-2	양산시 원동면 원리 산92-7	생활	음용
50	N-10-e-3	양산시 하북면 지산리 166-2	생활	음용
51	N-11-a-1	의령군 의령읍 동동리 1002	생활	비음용
52	N-11-b-1	의령군 부림면 신반리 380-1	생활	음용
53	N-11-c-4	의령군 화정면 상정리 503	생활	음용
54	N-11-d-2	의령군 공유면 토곡리 591-14	생활	음용
55	N-11-e-4	의령군 가례면 괴진리 150-1	생활	비음용
56	N-12-a-4	함안군 가야읍 신음리 253	생활	음용
57	N-12-b-1	함안군 칠북면 검단리 623	생활	음용
58	N-12-c-2	함안군 군북면 수곡리 내동808	생활	음용
59	N-12-d-4	함안군 대산면 평리리 1032-10	생활	음용
60	N-12-e-4	함안군 함안면 강명리 1353	생활	음용
61	N-13-a-1	창녕군 창녕읍 교리 242	생활	음용
62	N-13-b-1	창녕군 남지읍 남지리 598-2	생활	음용
63	N-13-c-4	창녕군 창녕읍 퇴천리 91	생활	음용
64	N-13-d-4	창녕군 고암면 원촌리 728-40	생활	비음용
65	N-13-e-2	창녕군 남지읍 마산리 425	생활	비음용
66	N-14-a-1	고성군 고성읍 교사리 387	생활	음용
67	N-14-b-4	고성군 회화면 삼덕리 805-4	생활	음용
68	N-14-c-2	고성군 고성읍 이당리 843	농업	비음용
69	N-14-d-3	고성군 삼산면 장치리 739-15	농업	비음용
70	N-14-e-3	고성군 하일면 송천리 299-5	농업	비음용
71	N-15-a-1	남해군 남해읍 북변리 201	생활	비음용
72	N-15-b-1	남해군 삼동면 봉화리 505	생활	음용
73	N-15-c-2	남해군 이동면 다정리 1759	생활	비음용
74	N-15-d-2	남해군 서면 남상리 667-1	생활	비음용
75	N-15-e-3	남해군 설천면 남양리 169-4	생활	비음용

연번	지점코드	위치	주용도	음용여부
76	N-16-a-1	하동군 하동읍 읍내리 349-11	생활	음용
77	N-16-b-1	하동군 하동읍 읍내리 916	생활	음용
78	N-16-c-4	하동군 악양면 축지리 산83	농업	비음용
79	N-16-d-4	하동군 금남면 송문리 689-2	농업	비음용
80	N-16-e-4	하동군 악양면 입석리 461-3	생활	음용
81	N-17-a-1	산청군 단성면 성내리 83-3	생활	음용
82	N-17-b-4	산청군 산청면 정곡리 674	생활	비음용
83	N-17-c-4	산청군 신안면 청현리 15-5	생활	음용
84	N-17-d-4	산청군 신등면 모례리 산63	생활	음용
85	N-17-e-1	산청군 산청면 지리 327	생활	비음용
86	N-18-a-1	함양군 함양읍 대덕리 313-1	생활	음용
87	N-18-b-4	함양군 함양읍 백연리 589-2	생활	음용
88	N-18-c-4	함양군 유림면 서주리 127	생활	음용
89	N-18-d-4	함양군 지곡면 개평리 221	생활	음용
90	N-18-e-2	함양군 유림면 옥매리 743	생활	비음용
91	N-19-a-4	거창군 주상면 성기리 635-1	생활	음용
92	N-19-b-1	거창군 거창읍 김천리 216-5	생활	음용
93	N-19-c-4	거창군 웅양면 죽림리 389-2	공업	비음용
94	N-19-d-4	거창군 마리면 말흘리 193	생활	음용
95	N-19-e-1	거창군 거창읍 상림리 367-3	생활	음용
96	N-20-a-1	합천군 합천읍 합천리 940-27	생활	음용
97	N-20-b-2	합천군 야로면 구정리 322-1	생활	음용
98	N-20-c-2	합천군 초계면 상대리 670-1	생활	음용
99	N-20-d-2	합천군 쌍백면 평구리 147	생활	음용
100	N-20-e-3	합천군 가야면 치인리 1230-112	생활	비음용



<그림 1> 지하수측정망 용도지역별 현황



<그림 2> 지하수 측정망 용도별 현황

## 나. 조사주기

조사기간은 상하반기로 나누어 연 2회 실시하며, 상반기는 4~5월, 하반기는 10~11월에 실시된다.

## 다. 분석 항목 및 방법

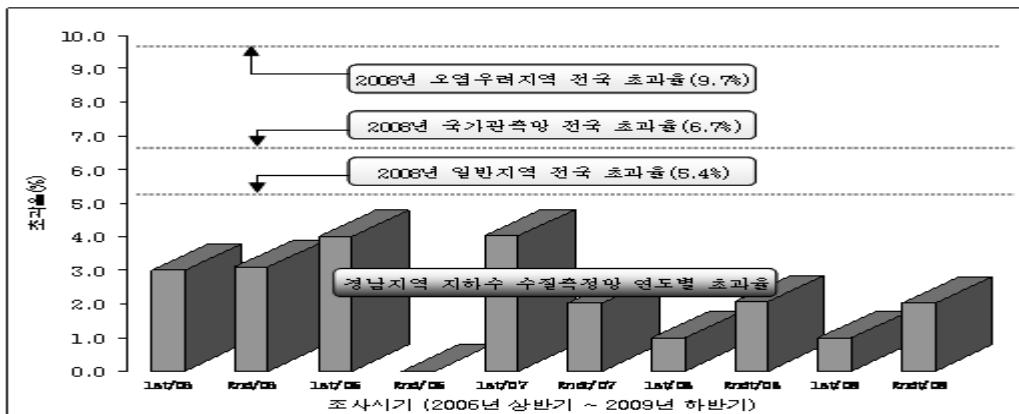
조사항목은 생활용수 수질기준 20개 항목이며, 수소이온농도, 총대장균군, 일반세균, 질산성질소, 염소이온 등 일반항목 5항목과 카드뮴, 비소, 수은, 납, 6가크롬, 시안, 페놀, 유기인, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 1,1,1-트라이클로로에탄, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자이렌 등 특정유해물질 15항목이다.

검사방법은 먹는물공정시험기준 및 수질공정시험기준에 준하여 검사를 실시하고, 측정결과는 음용인 경우는 먹는물 수질기준, 비음용의 경우는 지하수 수질기준을 적용하여 오염여부를 판단한다.

## II. 지하수 수질측정망 평가

### 1. 지하수 수질측정망 종합평가

우리원에서는 일반지역 지하수 100개소에 대해 수질측정망을 설치 운영하고 있다. 2005~2009년까지 연간 2회 상·하반기 조사결과를 정리하였다. 수질기준 초과율은 1.5~3.0%범위이며, 연도별로는 2009년 1.5%, 2008년 1.5%, 2007년 3.0%, 2006년 2.0%, 2005년 3.0%이며, 매년 초과율은 감소하고 있는 것으로 조사되었다. 2008년 전국 일반지역 수질측정망 초과율은 5.4%로 경남지역보다 높은 경향을 보이고 있다. 기준초과 항목은 총대장균군 9회, 일반세균 7회, 염소이온 1회, 질산성질소 4회, 트리클로로에틸렌 2회이며, 나머지 항목은 수질기준이하로 조사되었다. 기준초과 항목의 비율은 총대장균군 39.1%, 일반세균 30.4%, 질산성질소 17.4%, 염소이온 4.4%, 트리클로로에틸렌 8.7%를 차지하고 있다.



<그림 3> 연도별 수질기준 초과율



<표 2> 연도별 수질기준 초과율

조사기간		조사지점	기준초과	초과율(%)
2009년	하반기	99	2	2.0
	상반기	100	1	1.0
2008년	하반기	97	2	2.1
	상반기	98	1	1.0
2007년	하반기	98	2	2.0
	상반기	99	4	4.0
2006년	하반기	99	0	0.0
	상반기	100	4	4.0
2005년	하반기	97	3	3.1
	상반기	100	3	3.0

## 2. 항목별 오염농도 평가

### 가. 일반항목

#### (1) 수소이온농도(pH)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 평균 값은

7.1~7.5의 범위에 있으며, 최대값은 8.0~8.5의 범위이며, 최소값은 6.1~6.5의 값을 나타내고 있다. 지하수 수질기준은 5.8~8.5이며, 전체 조사지점에서 수질기준의 범위에 포함되는 것으로 나타났다.

<표 3> 수소이온농도 분포 현황

조사기간		평균값	최대값	최소값
2009년	상반기	7.4	8.5	6.3
	하반기	7.2	8.2	6.1
2008년	상반기	7.4	8.5	6.3
	하반기	7.2	8.5	6.1
2007년	상반기	7.2	8.3	6.1
	하반기	7.1	8.0	6.2
2006년	상반기	7.4	8.3	6.3
	하반기	7.3	8.2	6.5
2005년	상반기	7.4	8.5	6.3
	하반기	7.5	8.5	6.3

#### (2) 총대장균군(Total Coliform)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 평균값은 1~51의 범위에 있으며, 최대값은 21~2,200의 범위이며, 최소값은 검출되지 않은 것으로

나타내고 있다. 수질기준은 음용의 경우 불검출/100mL, 비음용의 경우는 5,000이하/100mL이며, 총대장균군은 총 9회 기준초과 되었으며, 지하수 오염에서 가장 높은 초과율을 보이고 있다.

<표 4> 총대장균군 농도 분포 현황

조사기간		평균값	최대값	최소값
2009년	상반기	1.6	140	0
	하반기	51	2,200	0
2008년	상반기	1	21	0
	하반기	3	47	0
2007년	상반기	1	26	0
	하반기	21	1,400	0
2006년	상반기	11	500	0
	하반기	6	170	0
2005년	상반기	2	23	0
	하반기	1	23	0

### (3) 일반세균(Total Colony Counts)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 평균값은 9~58의 범위에 있으며, 최대값은 81~2,730의 범위이며, 최소값은 검출되지 않은 것으로 나타내고 있다. 수질기준은 100CFU/100mL이

하이며, 일반세균은 총 7회 기준초과 되었으며, 지하수 오염에서 높은 초과율을 보이고 있다. 연도별로는 2009년 2개소, 2008년 1개소, 2007년 1개소, 2006년 1개소, 2005년 2개소가 기준초과된 것으로 조사되었다.

<표 5> 일반세균 농도 분포 현황

조사기간		평균값	최대값	최소값
2009년	상반기	39	1,500	0
	하반기	58	2,730	0
2008년	상반기	16	95	0
	하반기	22	420	0
2007년	상반기	23	910	0
	하반기	18	84	0
2006년	상반기	17	149	0
	하반기	9	81	0
2005년	상반기	19	410	0
	하반기	14	410	0

### (4) 질산성 질소(NO<sub>3</sub>-N)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 평균값은 2.2~2.8mg/L의 범위에 있으며, 최대값은 9.2~20.0mg/L의 범위이며, 최소값은 검출되지

않은 것으로 나타내고 있다. 수질기준은 음용의 경우 10mg/L이하, 비음용의 경우는 10mg/L이하 이며, 질산성질소는 총 4회 기준초과 되었다. 연도별로는 2008년 2개소, 2007년 1개소, 2005년 1개소가 기준초과된 것으로 조사되었다.

<표 6> 질산성질소 농도 분포 현황

조사기간		평균값	최대값	최소값
2009년	상반기	2.5	10.9	0.0
	하반기	2.3	10.1	0.0
2008년	상반기	2.8	18.7	0.0
	하반기	2.7	17.0	0.0
2007년	상반기	2.4	12.7	0.0
	하반기	2.2	20.0	0.0
2006년	상반기	2.6	9.2	0.0
	하반기	2.7	12.4	0.0
2005년	상반기	2.7	11.2	0.0
	하반기	2.8	15.5	0.0

### (5) 염소이온( $\text{Cl}^-$ )

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 평균값은 16.0~22.0mg/L의 범위에 있으며, 최대값은 76.0~307.0mg/L의 범위이며, 최소값은 0.0~2.0mg/L

로 나타내고 있다. 수질기준은 250mg/L 이하이며, 염소이온은 총 1회 기준초과 되었다. 연도별로는 2007년 1개소가 기준초과된 것으로 조사되었다.

<표 7> 염소이온 농도 분포 현황

조사기간		평균값	최대값	최소값
2009년	상반기	15.2	69.0	1.0
	하반기	16.0	87.0	2.0
2008년	상반기	19.0	231.0	2.0
	하반기	17.0	133.0	2.0
2007년	상반기	22.0	307.0	2.0
	하반기	16.0	76.0	2.0
2006년	상반기	22.0	138.0	2.0
	하반기	21.0	128.0	0.0
2005년	상반기	21.0	104.0	2.0
	하반기	21.0	104.0	1.0

## 나. 특정유해물질

### (1) 카드뮴(Cd)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 카드뮴은 5년간 조사에서 단 한번도 검출되지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 음용의 경우 0.005mg/L이하, 비음용의 경우 0.01mg/L이하로 설

정되어 있다.

### (2) 비소(As)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 평균값은 0.00~0.002mg/L의 범위에 있으며, 최대값은 0.002~0.0045mg/L의 범위이며, 최소값은 검출

되지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 0.05mg/L이하 이며, 수질기준 초과된 것은 없

는 것으로 조사되었다.

<표 8> 비소 농도 분포 현황

조사기간		평균값	최대값	최소값
2009년	상반기	0.002	0.045	0.000
	하반기	0.001	0.002	0.000
2008년	상반기	0.000	0.008	0.000
	하반기	0.002	0.024	0.000
2007년	상반기	0.001	0.031	0.000
	하반기	0.000	0.017	0.000
2006년	상반기	0.001	0.031	0.000
	하반기	0.001	0.026	0.000
2005년	상반기	0.001	0.022	0.000
	하반기	0.001	0.034	0.000

### (3) 시안(CN)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 시안은 5년간 조사에서 단 한번도 검출되지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 0.01mg/L이하로 설정되어 있다.

### (6) 페놀(Phenol)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 페놀은 5년간 조사에서 단 한번도 검출되지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 0.005mg/L이하로 설정되어 있다.

### (4) 수은(Hg)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 수은은 5년간 조사에서 단 한번도 검출되지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 0.001mg/L이하로 설정되어 있다.

### (7) 납(Pb)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 납은 5년간 조사에서 단 한번도 검출되지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 음용의 경우 0.05mg/L이하, 비음용의 경우 0.1mg/L이하로 설정되어 있다.

### (5) 유기인(Organophosphorus Pesticide)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 유기인은 5년간 조사에서 단 한번도 검출되지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 검출되지 않을 것으로 설정되어 있다.

### (8) 6가 크롬(Cr<sup>+6</sup>)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 6가 크롬은 2009년 상반기 조사에서 검출된 경우를 제외하면 나머지 기간에는 한번도 검출되지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 0.05mg/L이하로 설정되어 있다.

<표 9> 6가 크롬 농도 분포 현황

조사기간		평균값	최대값	최소값
2009년	상반기	0.000	0.013	0.000
	하반기	0.000	0.000	0.000
2008년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.000	0.000
2007년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.000	0.000
2006년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.000	0.000
2005년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.000	0.000

### (9) 트리클로로에틸렌(TCE)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 최대값은 0.001~0.118mg/L의 범위이며, 최소값은 검

출되지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 0.03mg/L이하이며, 트리클로로에틸렌은 총 2회 기준초과 되었다. 연도별로는 2007년 2개소가 기준초과된 것으로 조사되었다.

<표 10> 트리클로로에틸렌 농도 분포 현황

조사기간		평균값	최대값	최소값
2009년	상반기	0.000	0.001	0.000
	하반기	0.000	0.002	0.000
2008년	상반기	0.000	0.003	0.000
	하반기	0.000	0.000	0.000
2007년	상반기	0.001	0.118	0.000
	하반기	0.001	0.112	0.000
2006년	상반기	0.000	0.002	0.000
	하반기	0.000	0.003	0.000
2005년	상반기	0.000	0.002	0.000
	하반기	0.000	0.002	0.000

### (10) 테트라클로로에틸렌(PCE)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 최대값은 0.001~0.003mg/L의 범위이며, 최소값은 검출되

지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 0.01mg/L이하이며, 트리클로로에틸렌은 수질기준 초과된 것은 없는 것으로 조사되었다.

<표 11> 테트라클로로에틸렌 농도 분포 현황

조사기간		평균값	최대값	최소값
2009년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.002	0.000
2008년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.002	0.000
2007년	상반기	0.000	0.003	0.000
	하반기	0.000	0.003	0.000
2006년	상반기	0.000	0.003	0.000
	하반기	0.000	0.001	0.000
2005년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.000	0.000

### (11) 1,1,1-트리클로로에탄 (1,1,1-Trichloroethane)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질  
측정망 자료를 분석하였다. 최대값은 0.00  
1~0.002mg/L의 범위이며, 최소값은 검출되

지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 음용  
의 경우 0.1mg/L이하, 비음용의 경우 0.15mg  
/L이하로 설정되어 있다. 1,1,1-트리클로로  
에탄은 수질기준 초과된 것은 없는 것으로  
조사되었다.

<표 12> 1,1,1-트리클로로에탄 농도 분포 현황

조사기간		평균값	최대값	최소값
2009년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.002	0.000
2008년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.001	0.000
2007년	상반기	0.000	0.001	0.000
	하반기	0.000	0.000	0.000
2006년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.000	0.000
2005년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.000	0.000

### (12) 벤젠(Benzene)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수  
질측정망 자료를 분석하였다. 벤젠은 5년간  
조사에서 단 한번도 검출되지 않은 것으로  
나타났다. 수질기준은 음용의 경우 0.01mg/L  
이하, 비음용의 경우 0.015mg/L이하로 설정

되어 있다.

### (13) 톨루엔(Toluene)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질  
측정망 자료를 분석하였다. 최대값은 0.001~

0.072mg/L의 범위이며, 최소값은 검출되지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 음용의 경우 0.7mg/L이하, 비음용의 경우 1.0mg/L이하로 설

정되어 있다. 톨루엔은 수질기준 초과된 것은 없는 것으로 조사되었다.

<표 13> 톨루엔 농도 분포 현황

조사기간		평균값	최대값	최소값
2009년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.001	0.000
2008년	상반기	0.000	0.001	0.000
	하반기	0.000	0.000	0.000
2007년	상반기	0.002	0.072	0.000
	하반기	0.000	0.002	0.000
2006년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.000	0.004	0.000
2005년	상반기	0.000	0.000	0.000
	하반기	0.001	0.032	0.000

#### (14) 에틸 벤젠(Ethylbenzene)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 에틸벤젠은 5년간 조사에서 단 한번도 검출되지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 음용의 경우 0.3 mg/L이하, 비음용의 경우 0.45mg/L이하로 설정되어 있다.

#### (15) 크실렌(Xylene)

2005~2009년까지 최근 5년간 지하수 수질측정망 자료를 분석하였다. 에틸벤젠은 5년간 조사에서 단 한번도 검출되지 않은 것으로 나타났다. 수질기준은 음용의 경우 0.5 mg/L이하, 비음용의 경우 0.75mg/L이하로 설정되어 있다





## 토 양

### I. 개 요

#### 1. 조사지점 및 방법

##### 가. 조사지점

경남지역의 토양오염실태조사는 2002년부터 총 1423개소이며, 오염원별로 공장 및 공업지역이 397개소, 공장폐수유입지역 90개

소, 원광석·고철야적 등 지역 88개소, 금속제련소 주변지역 13개소, 폐기물적치·매립·소각 등 지역 276개소, 금속광산 주변지역 148개소, 교통관련 시설지역 108개소, 사고 발생·민원유발 등 지역 35개소, 기타 토지개발 등 지역 85개소, 공단주변 주거지역 84개소, 어린이 놀이터지역 99개소를 조사하였다.

<표 1> 경남지역 토양오염실태 조사지점

지 역 구 분	02년	03년	04년	05년	06년	07년	08년	09년	총합계
공장 및 공업지역	36	61	46	42	39	57	61	55	397
공장폐수유입지역	15	9	13	12	13	11	9	8	90
원광석·고철야적등지역	14	17	16	17	7	7	6	4	88
금속제련소주변지역	1	2	2	2	1	2	2	1	13
폐기물적치·매립·소각등지역	34	32	30	40	40	36	33	31	276
금속광산주변지역	22	7	18	46	19	9	13	14	148
교통관련시설지역	12	8	13	14	20	15	10	16	108
사고 발생·민원유발 등 지역	10	4	8	3	3	1	3	3	35
기타 토지개발 등 지역	10	10	12	16	11	7	6	13	85
공단주변 주거지역	10	6	8	16	11	13	14	6	84
어린이 놀이터지역	6	9	12	10	16	13	14	19	99
총합계	170	165	178	218	180	171	171	170	1423

##### 나. 조사주기

조사기간은 대상지역 선정·조사 1~2월, 시료채취 4. 1 ~ 5. 21일, 시험분석은 10월 말까지 실시하며 결과보고는 12. 31까지 실시된다.

라 검사를 실시하고, 측정결과는 토양오염우려/대책 기준을 초과여부로 오염여부를 판단한다.

## II. 토양오염도 평가

##### 다. 분석 항목 및 방법

조사항목은 총 17개 항목으로 Cd, Cu, As, Hg, Pb, 6가크롬, Zn, Ni 등 중금속 8개 항목, pH, F, 유기인, PCB, CN, 페놀, 유류(BTEX, TPH) 등 일반항목 9개 항목이며, 검사방법은 토양오염공정시험기준에 따

토양오염도의 평가는 인위적인 오염여부를 판단하기 위하여 본 연구 결과와 <표 2>의 Bowen 자료에서 토양 중에 존재하는 원소의 조성과 평균농도와 우리나라 농토양의 중금속 자연함유량과 비교하였다.

&lt;표 2&gt; 토양의 원소조성 및 우리나라 논토양의 중금속 자연함유량 (단위 : mg/kg)

구 분	Bowen 토양 원소조성	논토양의 중금속 자연함유량
Pb	10(2~200)	5.38
Cu	20(2~100)	4.00
Cd	0.06(0.01~0.7)	0.14
Hg	0.03(0.01~3)	0.08
As	0.6(0.1~4)	0.56
Ni	40(10~1,000)	-
Zn	50(10~300)	-
F	200(30~300)	-

## 1. 오염원별 토양오염물질

### 분포특성

2002년부터 2009년까지 8년간의 토양오염 실태조사 결과를 바탕으로 17개의 조사항목 중 검출되지 않았거나 농도가 낮은 항목을 제외한 9항목에 대하여 주변 오염원별 평균 농도는 <표 3>와 같다.

금속광산지역에서 Pb 23.521mg/kg, Cu 18.22 mg/kg, Cd 0.377mg/kg, Hg 0.0995mg/kg, As 0.537mg/kg, Zn 134.566mg/kg로 타 오염원에 비하여 가장 높은 농도를 보였으며 Ni은 사고발생, 민원유발지역에서 16.023mg/kg으로, F는 금속제련소 지역에서 157.827mg/kg으로 타 오염원에 비교하여 높은 농도를 보였다.

&lt;표 3&gt; 도내 오염원별 토양오염물질 평균농도

(단위 : mg/kg)

조사지역 종류	Pb	Cu	Cd	Hg	As	Ni	Zn	F	pH
공장폐수유입지역	6.641	3.677	0.195	0.0372	0.383	15.049	90.111	145.093	6.2
교통관련시설지역	5.091	5.601	0.184	0.0484	0.193	11.293	108.182	143.978	6.7
금속광산지역	23.521	18.228	0.377	0.0995	0.537	11.164	134.566	125.394	5.9
공단주변등주거지역	5.183	6.256	0.198	0.0522	0.274	13.734	92.248	138.080	6.4
공장및공업지역	5.308	4.246	0.158	0.0312	0.150	14.381	101.672	148.131	6.6
금속제련소지역	4.158	4.027	0.118	0.0432	0.266	13.288	62.238	157.827	6.2
어린이놀이터지역	3.138	2.371	0.109	0.0149	0.144	7.964	77.110	153.795	7.2
폐기물적치·매립·소각등지역	4.126	2.388	0.115	0.0319	0.184	13.162	73.770	130.696	6.6
기타토지개발등지역	5.400	4.998	0.113	0.0398	0.167	15.307	101.062	137.218	6.3
원광석·고철야적등 지역	6.192	5.377	0.128	0.0507	0.200	12.515	90.350	135.026	6.2
사고발생.민원유발등지역	13.313	3.729	0.158	0.0768	0.150	16.023	86.953	141.288	6.4
평 균	6.395	4.716	0.157	0.0405	0.216	13.127	90.227	137.808	6.5

## 가. 납(Pb)

납은 청백색을 띠는 금속으로서 산업체에서 주요오염원은 철금속제련소, 비철금속제련소, 납배터리 제조공장, 색소공장 등이고 유출된 납은 금속성 납이나 납산화물의 형태로 존재한다.

납은 pH와 유기물 함량에 따라 존재형태를 달리하는데 pH6 이상에서는 탄산납을 형성하고 고농도의 황화합물에서는 황산납 형태로, 인산염이 존재할 경우 안정된 인산납을 형성한다. 납은 흡착, 이온교환, 침전, 유기물과의 착화반응 등에 의해 이동성이 좌우되고 pH4~6에서 납화합물은 용해되기 시작하고 토양층으로부터 유출되어 콜로이드성 및 입자성 물질인 불용성물질로 부유하여 이동하게 된다.

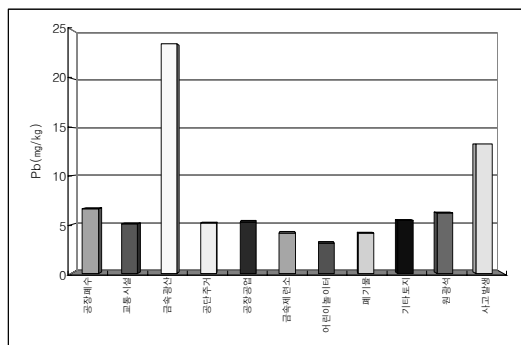
<그림 1>에서 보는 바와 같이 납은 금속광산지역 23.521mg/kg, 사고발생·민원유발 등 지역 13.313mg/kg으로 Bowen의 토양 원소조성비율보다 높았고 공장폐수유입지역, 원광석·고철야적 등 지역, 기타토지개발 등 지역은 논토양의 중금속 자연함유량보다 높은 것으로 조사되었다. 그 외의 공장 및 공업지역, 공단주변 등 주거지역, 교통관련시설지역, 폐기물적치·매립·소각 등 지역, 금속제련소지역, 어린이놀이터지역은 논토양의 중금속 자연함유량보다 낮은 것으로 조사되었다.

## 나. 구리(Cu)

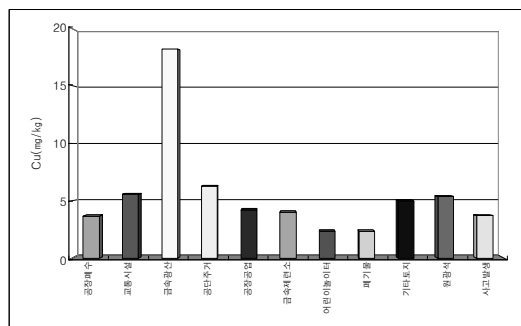
구리는 식물의 필수 미량원소로 Bowen에 의하면 토양 중 농도는 2~100mg/kg정도이며 광산, 금속처리, 도금, 종이, 비료, 도료공장이 주 배출원이며 약 60%가 유기물과 결합한 형태로 표층에 존재하며 약 20%가 규산염, 망간, 철화합물과 결합된 형태로 나머지는 수용성과 치환성 구리 형태로 존재한다.

토양 중에서 구리 이동성은 고분자 휴믹 물질과 강하게 결합하여 물에 대한 용해도가 적어 양이온 물질 중 중금속 이동성이 제일 낮은 편이다.

<그림 2>에서 보는 바와 같이 전 지역에서 Bowen 토양 원소조성비율보다 낮았고 금속광산지역 18.228mg/kg, 공단주변 등 주거지역 6.256mg/kg, 교통관련시설지역 5.601mg/kg, 원광석·고철야적 등 지역 5.3772mg/kg, 기타토지개발 등 지역 4.998mg/kg, 공장 및 공업지역 4.246mg/kg, 금속제련소지역 4.027mg/kg 순으로 자연함유량 4.00mg/kg보다는 높은 것으로 조사되었다. 그 외의 사고발생·민원유발 등 지역 3.729mg/kg 공장폐수유입지역 3.677mg/kg, 폐기물적치·매립·소각 등 지역 2.388mg/kg, 어린이놀이터지역 2.371mg/kg 순으로 조사되었다.



<그림 1> 오염원별 납농도



<그림 2> 오염원별 구리농도

## 다. 카드뮴(Cd)

카드뮴은 푸른색의 빛을 띠는 연성을 가진 금속으로 납, 아연, 구리의 황광석으로부터 회수되는 부산물로 니켈-카드뮴 배터리, 도금공장, 전기로의 분진이 주요 오염원이다.

침전과 토양으로의 흡착은 카드뮴의 이동성과 변형을 결정짓는 중요한 현상이다. pH를 6에서 8로 올리면 수용액내의 카드뮴이 침전 또는 토양으로 흡착이 증가되고 pH6 이하에서는 카드뮴이 수용액상에 안정된 상태로 존재하여 쉽게 제거되지 않는다. pH8 이상에서는 거의 모든 카드뮴이 수용액상으로부터 제거되어 침전 또는 토양층에 흡착된다. 카드뮴의 흡착은 토양 및 저질내 점토의 양이온교환능력, 탄산염금속성분, 산화물, 유기물 함유 등에 따라 결정되고 황산이온, 염소이온 및 양이온은 흡착을 방해하고 휴믹산, 글리신 및 인산이온은 카드뮴의 흡착을 증가시킨다.

카드뮴은 수생 및 지상 생물들을 통해 수용액 농도보다 수백 배에서 수천 배까지 생물 농축되는 특징이 있다.

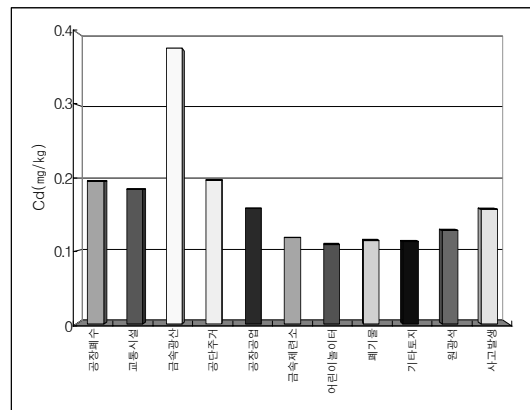
<그림 3>에서 금속광산지역 0.377mg/kg,공단주변 등 주거지역 0.198mg/kg, 공장폐수유입지역 0.195mg/kg, 교통관련시설지역 0.184mg/kg, 공장 및 공업지역과 사고발생·민원유발 등 지역 0.158mg/kg순으로 자연함유량 0.14mg/kg보다 높은 것으로 조사되었다. 그 외의 원광석, 고철야적 등 지역 0.128mg/kg, 금속제련소지역 0.118mg/kg, 폐기물적치·매립·소각 등 지역 0.115mg/kg, 기타토지개발 등 지역 0.113mg/kg, 어린이놀이터지역 0.109mg/kg 순으로 조사되었다.

## 라. 수은(Hg)

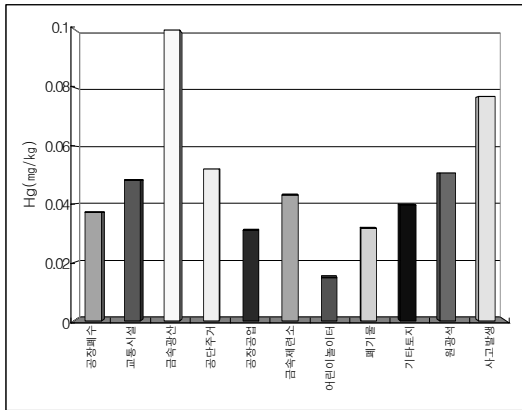
수은은 은색 액상금속으로 각종 화합물 제조에 광범위하게 사용되며 가성소다공업,

유기합성촉매, 농약, 도료, 형광등 등 전구등이 주요 오염원이다. 수은은  $Hg^{2+}$ ,  $Hg_2^{2+}$ ,  $Hg$  형태로 존재하고  $Hg^{2+}$ ,  $Hg_2^{2+}$ 는 산화조건하에서 금속성 형태보다 훨씬 안정된 상태이고 환원조건하에서는  $Hg^0$ 으로 분해되고 분해된  $Hg^0$ 은 biotic, abiotic 프로세스에 의해 가장 독성이 강한 형태인 메틸 또는 에틸수은으로 전환되어 공기로 휘발되기도 하고 물에 녹기도 한다.

<그림 4>에서 금속광산지역 0.0995mg/kg으로 자연함유량 0.08mg/kg보다 높은 것으로 조사되었다. 그 외의 사고발생·민원유발 등 지역 0.0768mg/kg, 공단주변 등 주거지역 0.0522mg/kg, 원광석, 고철야적 등 지역 0.0507mg/kg, 교통관련시설지역 0.0484mg/kg, 금속제련소지역 0.0432mg/kg, 기타토지개발 등 지역 0.0398mg/kg, 공장폐수유입지역 0.0372mg/kg, 폐기물적치·매립·소각 등 지역 0.0319mg/kg, 공장 및 공업지역 0.0312mg/kg, 어린이놀이터지역 0.0149mg/kg 순으로 조사되었다.



<그림 3> 오염원별 카드뮴농도



<그림 4> 오염원별 수은농도

## 마. 비소(As)

비소는 학문적으로는 규소와 같이 비금속류로 분류되고 있지만 현재 금속류로 많이 취급하고 있다. 목재 보호제, 페인트, 염료, 살충제, 광산, 제련공장, 시멘트 제조 등이 대표적인 오염원이며, 비소는 일반적으로 3가로 이루어진 arsenite와 5가로 이루어진 arsenate등의 형태로 존재하고 있으며 5가보다 3가 형태인 arsenite로 존재하고 있을 때 훨씬 독성을 띄게 된다.

토양 내 비소의 이동성은 Fe/As의 비가 감소할수록 증가하며 Fe/As비가 16일 경우 비소의 용해도는 0.05mg/L이하이며 Fe/As비가 1일 때 용해도는 510mg/L까지 증가하여 이성성이 500배 이상 증가한다. 또한 자연 상태의 pH 변화에 따라 존재형태가 변화하게 되고 이동성에 큰 영향을 미친다. pH 4-10범위에서  $As^{5+}$ 는 음이온 형태로 존재하고  $As^{3+}$ 는 중성형태를 존재하여 음이온 형태의  $As^{5+}$ 가 토양이나 저질층에 강하게 흡착하여 이동성이 감소한다. 철산화물과 비소의 공침과 흡착은 자연계에서 비소의 이동성에 관한 가장 일반적으로 일어나는 현상이다.

저질에 포함된 비소는 화학적 또는 생물학적 현상에 의해 수체로 용출되어 조류나 무척

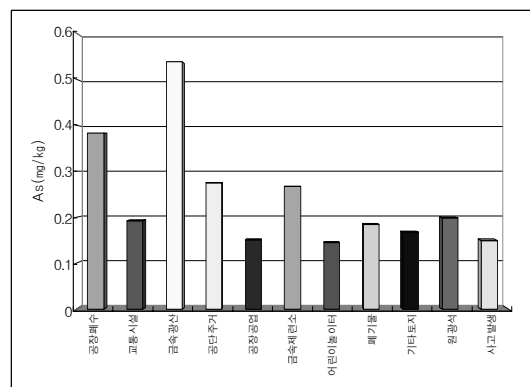
추동물 등에 생물농축 될 수 있으며, 육상식물의 경우 뿌리를 통해 비소를 축적할 수 있다.

<그림 5>에서와 같이 전지역에서 자연함유량 0.56mg/kg보다 낮은 것으로 조사되었다. 금속광산지역 0.537mg/kg, 공장폐수유입지역 0.383mg/kg, 공단주변 등 주거지역 0.274mg/kg, 금속제련소지역 0.266mg/kg, 원광석, 고철야적 등 지역 0.200mg/kg, 교통관련시설지역 0.193mg/kg, 폐기물적치, 매립, 소각 등 지역 0.184mg/kg, 기타토지개발 등 지역 0.167mg/kg, 사고발생·민원유발 등 지역 및 공장 및 공업지역 0.150mg/kg, 어린이놀이터지역 0.144mg/kg 순으로 조사되었다.

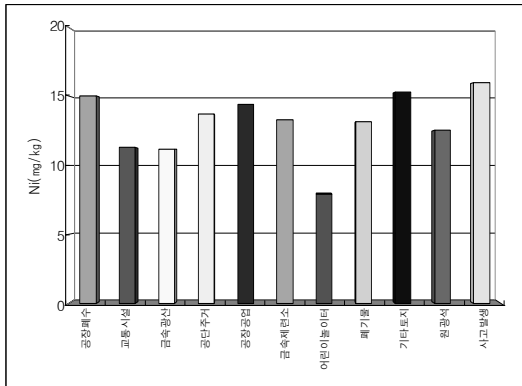
## 바. 니켈(Ni)

니켈은 은백색의 강한 광택을 가진 금속으로 도금, 전자, 플라스틱 제조업, 석탄가스화, 석유정제업에 많이 사용된다. 황산니켈, 황화니켈, 산화니켈류의 화합물들은 인체발암성 물질로 분류되며 천연에서 황·비소·안티몬과 결합한 상태로 존재한다.

<그림 6>에서보는 바와 같이 전지역에서 Bowen 토양 원소조성비율 40mg/kg보다 낮은 것으로 조사되었다. 어린이놀이터지역이 7.964mg/kg으로 가장 낮았고 다른 지역들은 11.164mg/kg에서 16.023mg/kg로 비슷한 농도로 조사되었다.



<그림 5> 오염원별 비소농도



<그림 6> 오염원별 니켈농도

### 사. 아연(Zn)

아연은 연료의 연소, 자동차 타이어의 마모, 윤활유의 마모 등에 의해 토양에 유입된다. 산성토양에서  $Zn^{2+}$ 이 대표적인 형태이고, 알칼리 토양에서는  $ZnOH$ ,  $Zn(OH)_2$ 의 형태를 이룬다. 토양내 아연의 존재 형태는 수용성, 치환성, 금속산화물, 점토격자결합, 광물형태 등 5가지로 나눌 수 있다.

아연은 구리와 함께 식물의 필수영양소이며 독성이 강하지 않지만 Cd, Pb등 다른 원소의 오염에 동반한 경우가 많기 때문에 중금속 오염의 지표로 사용할 수 있다.

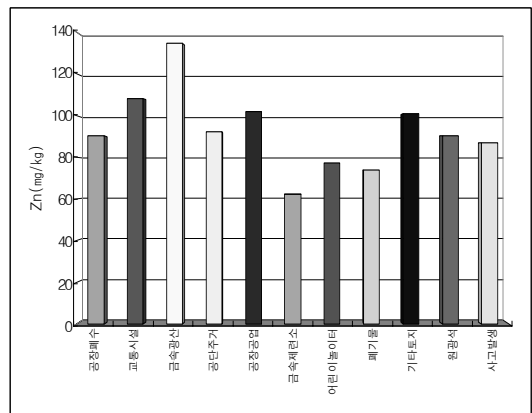
<그림 7>에서보는 바와 같이 전지역에서 Bowen 토양 원소조성비율 50mg/kg보다 높게 조사되었다. 금속광산지역이 134.566mg/kg으로 가장 높았고 금속 제련소지역에서 62.238mg/kg으로 다른 지역들은 73.770mg/kg에서 108.182mg/kg으로 조사되었다.

### 아. 불소(F)

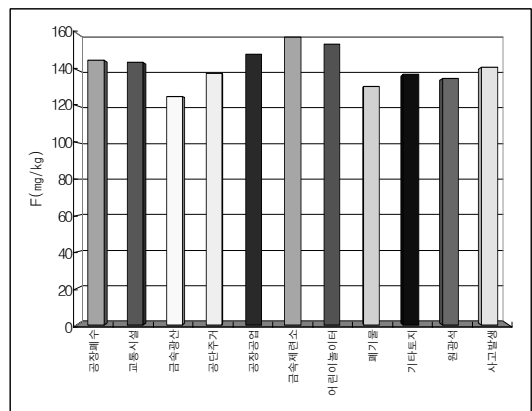
불소는 불소자체로서 존재하는 일은 거의 없으며 대부분 금속의 불화염을 형성하고 있습니다. 가장 보편적 고체상태의 불화물은 불화칼슘( $CaF_2$ ), 불화인회석 ( $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$ ) 빙정석 등이며 토파즈( $AlF_2SiO_4$ )도 불소를 포

함하고 있다.

<그림 8>에서보는 바와 같이 전지역에서 Bowen 토양 원소조성비율 200mg/kg보다 낮게 조사되었다. 금속광산지역이 125.394mg/kg으로 가장 낮았고 금속제련소지역에서 157.827mg/kg으로 가장 높았으며 대부분의 지역들은 130.696mg/kg에서 153.795mg/kg으로 조사되었다.



<그림 7> 오염원별 아연농도



<그림 8> 오염원별 불소농도

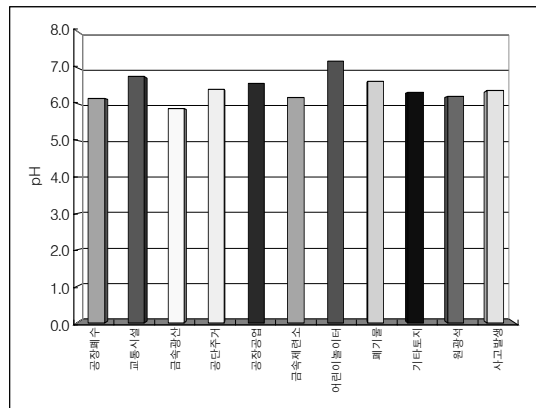
### 자. 수소이온농도(pH)

우리나라의 토양모체가 화강암과 화강편마암 계통이 55%이상을 차지하고 있어 풍화에 강하고 부서지기 어려워 사질계 토양

을 만들 뿐 아니라  $\text{SiO}_2$ 의 함량이 높아 산성토양을 만들게 된다. 토양의 pH는 중금속 성분의 이동에 관여하는 가장 기본적인 요소로 낮은 pH에서 용해도가 좋아 식물의 흡수나 이동성이 증가하고 알칼리성이나 환원 환경에서 광물형태로 침전되거나 착염을 형성하여 이동성이 급격하게 제한된다. 또한 pH는 토양중 중금속의 형태를 간접적으로 알려주는 좋은 지표가 될 수 있다.

토양 내의 중금속이 존재하면, 중금속의 흡착특성에 의하여 토양의 표면에 흡착되어 있던 수소이온은 토양용액으로 방출되기 때문에, 토양용액의 수소이온농도가 증가하여 pH는 감소하게 된다.

<그림 9>에서 보는 바와 같이 광산지역에서는 토양 중 황화물의 용출에 의하여 pH 5.9로 약산성을 띄며 원광석, 고철야적지 등에서는 pH 6.2 ~ 6.5로 매우 약한산성이며, 교통관련시설 등은 6.6이상으로 중성으로 조사되었다.



<그림 9> 오염원별 수소이온농도

## 2. 용도별 토양오염물질 분포특성

<표 4>은 토지 용도별 토양오염물질의 평균농도를 나타낸 것이다. 토양환경보전법상 토양오염의 법적 기준은 지적법에 의한 지목에 따른 토양오염우려기준과 토양오염대책기준으로 구분되며 지목에 따른 기준 초과여부를 판단한다.

조사결과 과수원지역에서 Pb 22.481mg/kg, Cd 0.166mg/kg, Hg 0.1333mg/kg, As 0.321mg/kg으로 타 지목에 비하여 가장 높은 농도를 보였다.

<표 4> 용도별 토양오염물질 농도

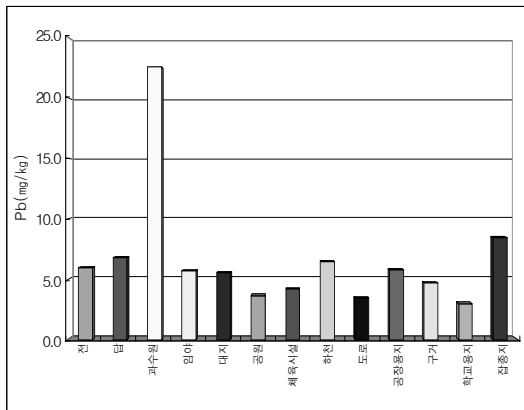
지목	Pb	Cu	Cd	Hg	As	Ni	Zn	F	pH
전	5.985	3.904	0.158	0.0545	0.202	12.392	82.414	133.729	6.2
답	6.773	5.518	0.166	0.0465	0.321	12.548	78.081	132.594	6.3
과수원	22.481	3.447	0.294	0.1333	0.102	10.902	120.097	121.944	5.8
임야	5.681	3.020	0.094	0.0331	0.141	12.387	76.620	127.843	6.3
대지	5.517	4.537	0.134	0.0463	0.138	13.479	98.800	141.546	6.8
공원	3.669	2.700	0.130	0.0215	0.111	8.763	76.838	150.415	6.6
체육시설	4.194	2.469	0.117	0.0233	0.066	8.159	135.760	167.335	6.3
하천	6.434	3.653	0.114	0.0182	0.186	11.126	111.906	187.437	6.8
도로	3.438	12.361	0.198	0.0256	0.177	11.652	100.587	147.114	7.0
공장용지	5.788	5.490	0.163	0.0312	0.128	16.977	108.571	151.815	6.8
구거	4.688	2.514	0.121	0.0619	0.171	5.333	63.768	100.180	7.6
학교용지	3.007	1.538	0.095	0.0131	0.168	6.135	72.591	146.338	7.5
잡종지	8.458	3.437	0.206	0.0302	0.162	15.203	124.734	131.595	7.0

<그림 10>에서 토지 용도별 납의 농도를 나타내는데 과수원의 Pb가 22.481mg/kg으로 제일 높게 조사되었으며 그 외 잡종지>답>하천>전>공장용지>임야>대지 순이었고 구거, 체육시설, 공원, 학교용지는 자연함유량이하였다.

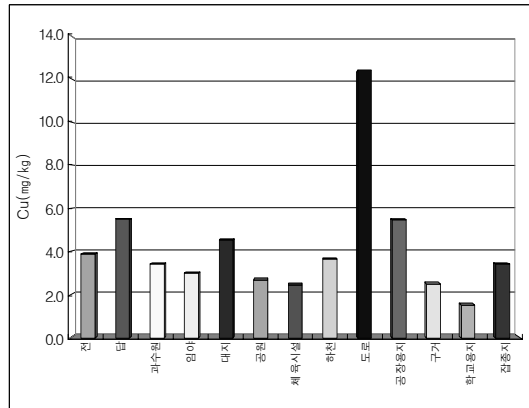
과수원 지역의 납 평균농도가 높은 이유는 사용종료 광산지역 부근에 접근이 용이하여 과수농사가 많기 때문인 것으로 판단된다.

<그림 11>에서 보는바와 같이 도로지역에서 Cu의 농도가 12.361mg/kg으로 제일 높게 조사되었으며 답, 공장용지도 자연함유량을 초과하였으며 나머지는 자연함유량보다 낮은 것으로 조사되었다.

도로지역의 Cu농도는 차량에 의한 오염보다는 도로의 조사수가 1,917건 중 36지점으로 비중이 낮고 특정지역의 구리농도가 토양오염 우려기준을 80%를 초과하여 지속적인 모니터링이 이루어지기 때문이다.



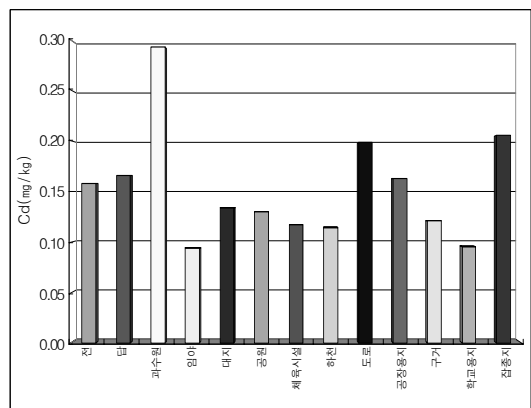
<그림 10> 용도별 납농도



<그림 11> 용도별 구리농도

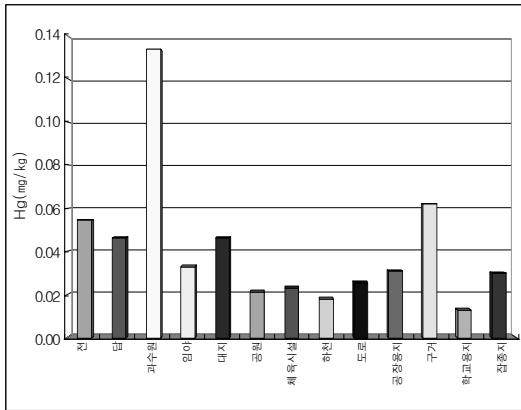
<그림 12>에서 Cd의 평균농도는 과수원에서 0.294mg/kg으로 가장 높게 조사되어 오염원별 최고농도와 일치하며 잡종지, 도로, 답, 전에서 자연함유량 0.14mg/kg보다 높은 농도로 조사되었으며 나머지 지역은 자연함유량보다 낮게 조사되었다.

<그림 13>에서 Hg의 평균농도는 과수원에서 자연함유량 0.08mg/kg보다 높은 0.133mg/kg으로 가장 높게 조사되었으며 나머지 지역은 자연함유량보다 낮은 것으로 조사되었다.

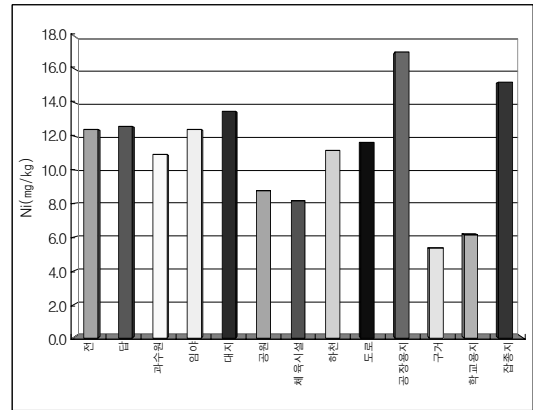


<그림 12> 용도별 카드뮴농도





<그림 13> 용도별 수은농도



<그림 15> 용도별 니켈농도

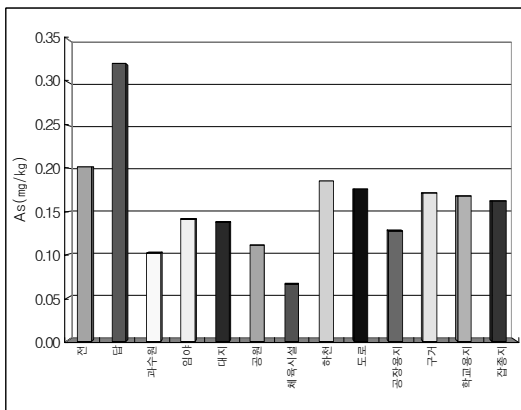
<그림 14>에서 As의 평균농도는 전지역에서 자연함유량 0.56mg/kg보다 낮게 조사되었으며 담에서 0.321mg/kg, 전에서 0.202mg/kg으로 상대적으로 높게 조사되었고 나머지 지역은 0.066mg/kg~0.186mg/kg 범위로 조사되었다.

<그림 15>에서와 같이 Ni의 평균농도는 공장용지와 잡종지에서 각각 16.977mg/kg과 15.203mg/kg으로 높게 조사되었으며 전, 담, 과수원, 임야, 대지 하천, 도로에서 10.902mg/kg~12.479mg/kg으로 공원, 체육시설, 학교용지, 구거에서 8.763mg/kg~5.33mg/kg으로 조사되었다.

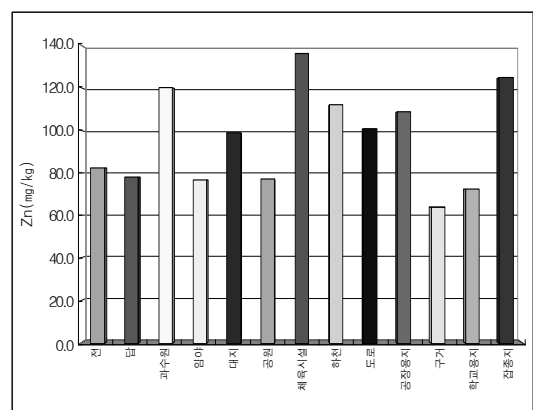
<그림 16>에서는 Zn의 평균농도로서 체육시설 135.760mg/kg로 토양오염우려기준의 45%로 조사되었으며 최저농도인 구거 63.76 mg/kg보다 2배 높은 수치를 보였다.

<그림 17>에서 F의 평균농도는 하천 18 7.437mg/kg로 토양오염우려기준의 46.9%로 조사되었으며 최저농도인 구거 100.587mg/kg 보다 1.8배 높은 수치를 보였다.

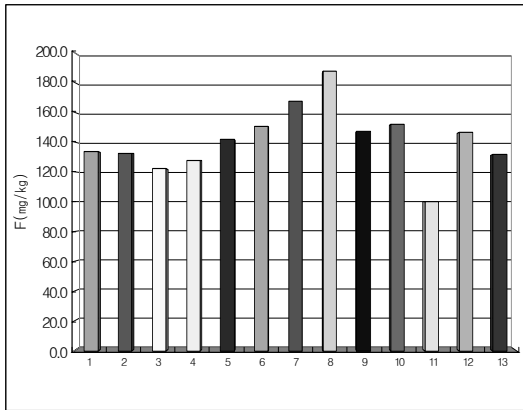
pH는 광산주변지역에 위치한 과수원에서 pH5.8로 광산지역과 비슷한 약산성을 보였으며 전, 담, 임야, 체육시설 등 4지역에서 pH6.2 ~ pH6.5로 매우 약산성을 나머지 8 지역은 6.6이상으로 중성으로 조사되었다.



<그림 14> 용도별 비소농도



<그림 16> 용도별 아연농도



<그림 17> 용도별 불소농도

### 3. 오염도 통계분석

토양오염실태조사 결과를 바탕으로 토양 오염물질의 유의성을 확인하기 위하여 통계분석을 실시하였다. 통계분석을 통하여 지구화학적인 원소의 거동 및 분포에 대하여 설명은 못하지만, 복잡한 환경자료의 경향성을 해석하는데 매우 유용하게 활용되고 있다.

본 조사에서는 오염원에 따른 중금속 물질 상호간의 상관성과 T-test를 수행하였다. 상관성분석은 오염원의 종류에 따라 각 중금속 사이의 관계가 어느 정도 밀접한가를 T-test는 오염원 중 어린이놀이시설을

오염의 유입이 거의 없는 배경토양으로 하여 다른 지역의 토양 사이의 중금속 함량 차이가 있는지를 정량화하기 위해 수행하였다.

#### 가. 오염원별 상관분석

오염원에 따른 중금속 사이의 일차적인 관계가 얼마나 강한가를 측정하기 위하여 상관분석을 수행하여 나타난 두 변수 간 선형결합의 측도인 Pearson 상관계수로부터 일차 관계적인 방향과 관련정도를 알아보았다. <표 5>에 상관계수에 따른 관련성을 나타내었다.

오염원별 상관분석 결과는 표3-5에 나타내었다. Zn-Cu은 기타토지개발 등 지역에서  $r=0.943$ , Zn-Cd은 사고발생 민원 지역에서  $r=0.784$ , Zn-Pb은 금속광산지역에서  $r=0.778$ 로 매우강한 관련성을 가지며 기타지역에서 상관계수가  $0.408 \sim 0.658$ 로 상당한 관련성을 가지는 것으로 조사되었다. 이는 박용철 등이 보고한 공장공업지역의 중금속 관련성(Cu-Pb  $r=0.932$ , Ni-Zn  $r=0.482$ , As-Pb  $r=0.194$ )과 다소 상이한 결과를 보였으며 이관희 등이 보고한 중금속 물질 상호간의 상관성(Cd-Cu  $r=0.481$ , Cd-Pb  $r=0.451$ , As-Pb  $r=0.427$ )과는 Cd-Cu, Cd-Pb에서 유사한 결과를 보였다.

<표 5> 상관계수에 따른 관련성

상 관 계 수	관 련 성
1.0 ~ 0.7 (-1.0 ~ -0.7)	매우 강한 관련성
0.7 ~ 0.4 (-0.7 ~ -0.4)	상당한 관련성
0.4 ~ 0.2 (-0.4 ~ -0.2)	약간 관련성
0.2 ~ 0.0 (-0.2 ~ 0.0)	관련 없음

오염원 중 금속광산지역, 금속 제련소지역, 원광석, 고철야적 등 지역에서 중금속간의 관련성이 높으며 Zn은 중금속의 지표금

속으로 많은 중금속들과 관련성을 가지는 것으로 조사되었다.

<표 6> 용도별 중금속의 상관관계

	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	Zn
Cd		원광석 0.616	사고발생 0.408	금속광산 0.460	금속광산 0.708 원광석 0.470 교통관련 0.414		사고발생 0.784 금속광산 0.658 금속제련 0.657 원광석 0.568
Cu	원광석 0.616				교통관련 0.473 원광석 0.415	금속광산 0.453	노이터 0.642 교통관련 0.532 원광석 0.485 공단주변 0.438
As	사고발생 0.408						
Hg	금속광산 0.460						
Pb	금속광산 0.708 원광석 0.470 교통관련 0.414	교통관련 0.473 원광석 0.415					금속광산 0.778 폐기물 0.559 교통관련 0.431
Ni		금속광산 0.453					금속제련 0.619
Zn	사고발생 0.784 금속광산 0.658 금속제련 0.657 원광석 0.568	노이터 0.642 교통관련 0.532 원광석 0.485 공단주변 0.438	사고발생 0.425		금속광산 0.778 폐기물 0.559 교통관련 0.431	금속제련 0.619	

## 나. 오염원별 T-test

조사지역을 인위적인 오염이 적은 어린이 놀이터지역을 배경농도로 하여 다른 오염원 지역과 구분하여 각각의 그룹에서 95% 유의수준에서의 통계적 유의성을 보이는 지를 알아보기 위하여 T-test를 실시하였다.

본 조사에서는 분산의 동질성을 판단하기 위하여 Levene의 등분산 검정을 통하여 F값으로 판단하고 F값의 확률치인 유의확률이 0.05보다 클 때 두 분산이 유의하지 않다고 판단하여 등분산을 가정한 분석을 실시하며, 반대로 F값의 확률치인 유의확률이 0.05보다 작을 때에는 두 분산이 비슷하다고 판단하여 등분산을 가정하지 않고 분석을 실시하였다.

오염원별 T-test 결과는 부록에 나타내었다. 평균의 동질성에 대한 T-test 결과 유

의 확률(양쪽) P의 값이 0.05이하이며 95% 유의 수준에서 지역별 차이가 있으며 유의 확률(양쪽) P의 값이 0.05이상이며 95% 유의 수준에서 지역별 차이가 없는 것으로 볼 수 있다.

각 지역을 배경농도와 비교한 결과 공장 폐수 유입지역, 금속광산지역, 공단등 주거 지역은 Cd, As, Hg, Pb, Ni 교통관련시설 지역은 Cd, Hg, Pb, Zn 공장 및 공업지역 Hg, Ni, Zn 금속제련소지역 Cu, Hg, Pb, Ni 기타토지개발지역 Hg, Ni, 원광석, 고철 야적 등 지역 Cu, Pb, Hg, Ni, 사고발생, 민원발생 등 지역, 폐기물 적치, 매립, 소각지역 Ni이 자연적 혹은 인위적인 요인에 의하여 대조지역과 차이가 나며 유의성이 없는 것으로 조사되었다.

## 부 록

&lt;표 1&gt; 공업폐수유입지역 중금속의 상관관계

		상관계수						
		Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	Zn
Cd	Pearson 상관계수	1	-.061	-.105	.296**	-.001	-.130	-.062
	유의확률 (양쪽)		.566	.320	.004	.992	.219	.557
	N	91	91	91	91	91	91	91
Cu	Pearson 상관계수	-.061	1	.293**	.021	.390**	.009	.161
	유의확률 (양쪽)	.566		.005	.842	.000	.929	.127
	N	91	91	91	91	91	91	91
As	Pearson 상관계수	-.105	.293**	1	.079	-.026	-.049	-.141
	유의확률 (양쪽)	.320	.005		.459	.807	.643	.183
	N	91	91	91	91	91	91	91
Hg	Pearson 상관계수	.296**	.021	.079	1	-.092	-.205	-.034
	유의확률 (양쪽)	.004	.842	.459		.388	.051	.747
	N	91	91	91	91	91	91	91
Pb	Pearson 상관계수	-.001	.390**	-.026	-.092	1	-.085	.199
	유의확률 (양쪽)	.992	.000	.807	.388		.422	.058
	N	91	91	91	91	91	91	91
Ni	Pearson 상관계수	-.130	.009	-.049	-.205	-.085	1	.112
	유의확률 (양쪽)	.219	.929	.643	.051	.422		.289
	N	91	91	91	91	91	91	91
Zn	Pearson 상관계수	-.062	.161	-.141	-.034	.199	.112	1
	유의확률 (양쪽)	.557	.127	.183	.747	.058	.289	
	N	91	91	91	91	91	91	91

\*\*. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

&lt;표 2&gt; 교통관련시설지역 중금속의 상관관계

		상관계수						
		Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	Zn
Cd	Pearson 상관계수	1	.131	.116	.202*	.414**	.203*	.280**
	유의확률 (양쪽)		.174	.227	.034	.000	.034	.003
	N	110	110	110	110	110	110	110
Cu	Pearson 상관계수	.131	1	.006	.085	.473**	.075	.532**
	유의확률 (양쪽)	.174		.953	.375	.000	.436	.000
	N	110	110	110	110	110	110	110
As	Pearson 상관계수	.116	.006	1	.075	.247**	.167	.053
	유의확률 (양쪽)	.227	.953		.437	.009	.081	.581
	N	110	110	110	110	110	110	110
Hg	Pearson 상관계수	.202*	.085	.075	1	.415**	.185	.194*
	유의확률 (양쪽)	.034	.375	.437		.000	.052	.043
	N	110	110	110	110	110	110	110
Pb	Pearson 상관계수	.414**	.473**	.247**	.415**	1	.283**	.431**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.009	.000		.003	.000
	N	110	110	110	110	110	110	110
Ni	Pearson 상관계수	.203*	.075	.167	.185	.283**	1	.284**
	유의확률 (양쪽)	.034	.436	.081	.052	.003		.003
	N	110	110	110	110	110	110	110
Zn	Pearson 상관계수	.280**	.532**	.053	.194*	.431**	.284**	1
	유의확률 (양쪽)	.003	.000	.581	.043	.000	.003	
	N	110	110	110	110	110	110	110

\*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

\*\*. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

&lt;표 3&gt; 금속광산지역 중금속의 상관관계

		상관계수						
		Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	Zn
Cd	Pearson 상관계수	1	.182*	.150	.460**	.708**	.255**	.658**
	유의확률 (양쪽)		.027	.068	.000	.000	.002	.000
	N	148	148	148	148	148	148	148
Cu	Pearson 상관계수	.182*	1	.333**	.018	.146	.453**	.237**
	유의확률 (양쪽)	.027		.000	.826	.077	.000	.004
	N	148	148	148	148	148	148	148
As	Pearson 상관계수	.150	.333**	1	.018	.194*	.277**	.050
	유의확률 (양쪽)	.068	.000		.828	.018	.001	.549
	N	148	148	148	148	148	148	148
Hg	Pearson 상관계수	.460**	.018	.018	1	.051	.078	.039
	유의확률 (양쪽)	.000	.826	.828		.536	.347	.636
	N	148	148	148	148	148	148	148
Pb	Pearson 상관계수	.708**	.146	.194*	.051	1	.220**	.778**
	유의확률 (양쪽)	.000	.077	.018	.536		.007	.000
	N	148	148	148	148	148	148	148
Ni	Pearson 상관계수	.255**	.453**	.277**	.078	.220**	1	.244**
	유의확률 (양쪽)	.002	.000	.001	.347	.007		.003
	N	148	148	148	148	148	148	148
Zn	Pearson 상관계수	.658**	.237**	.050	.039	.778**	.244**	1
	유의확률 (양쪽)	.000	.004	.549	.636	.000	.003	
	N	148	148	148	148	148	148	148

\*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

\*\*. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

<표 4> 공단주변 등 주거지역 중금속의 상관관계

		상관계수						
		Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	Zn
Cd	Pearson 상관계수	1	.117	.020	.167	.208*	-.027	.318**
	유의확률 (양쪽)		.268	.850	.113	.048	.800	.002
	N	91	91	91	91	91	91	91
Cu	Pearson 상관계수	.117	1	-.029	.039	.207*	-.010	.438**
	유의확률 (양쪽)	.268		.785	.715	.049	.925	.000
	N	91	91	91	91	91	91	91
As	Pearson 상관계수	.020	-.029	1	-.026	-.047	.149	-.103
	유의확률 (양쪽)	.850	.785		.804	.661	.158	.330
	N	91	91	91	91	91	91	91
Hg	Pearson 상관계수	.167	.039	-.026	1	-.110	.109	.042
	유의확률 (양쪽)	.113	.715	.804		.297	.304	.692
	N	91	91	91	91	91	91	91
Pb	Pearson 상관계수	.208*	.207*	-.047	-.110	1	-.159	.325**
	유의확률 (양쪽)	.048	.049	.661	.297		.133	.002
	N	91	91	91	91	91	91	91
Ni	Pearson 상관계수	-.027	-.010	.149	.109	-.110	1	.220*
	유의확률 (양쪽)	.800	.925	.158	.304	.133		.036
	N	91	91	91	91	91	91	91
Zn	Pearson 상관계수	.318**	.438**	-.103	.042	.325**	.220*	1
	유의확률 (양쪽)	.002	.000	.330	.692	.002	.036	
	N	91	91	91	91	91	91	91

\*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

\*\*. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

<표 5> 공장 및 공업지역 중금속의 상관관계

		상관계수						
		Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	Zn
Cd	Pearson 상관계수	1	.079	-.010	.051	.074	.035	.291**
	유의확률 (양쪽)		.117	.842	.309	.141	.482	.000
	N	400	400	400	400	400	400	400
Cu	Pearson 상관계수	.079	1	.086	.094	.203**	.148**	.215**
	유의확률 (양쪽)	.117		.085	.060	.000	.003	.000
	N	400	400	400	400	400	400	400
As	Pearson 상관계수	-.010	.086	1	.147**	-.006	.139**	.051
	유의확률 (양쪽)	.842	.085		.003	.907	.005	.312
	N	400	400	400	400	400	400	400
Hg	Pearson 상관계수	.051	.094	.147**	1	.113*	.086	.045
	유의확률 (양쪽)	.309	.060	.003		.024	.087	.369
	N	400	400	400	400	400	400	400
Pb	Pearson 상관계수	.074	.203**	-.006	.113*	1	.093	.376**
	유의확률 (양쪽)	.141	.000	.907	.024		.064	.000
	N	400	400	400	400	400	400	400
Ni	Pearson 상관계수	.035	.148**	.139**	.086	.093	1	.223**
	유의확률 (양쪽)	.482	.003	.005	.087	.064		.000
	N	400	400	400	400	400	400	400
Zn	Pearson 상관계수	.291**	.215**	.051	.045	.376**	.223**	1
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.312	.369	.000	.000	
	N	400	400	400	400	400	400	400

\*\*. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

\*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

<표 6> 금속제련소지역 중금속의 상관관계

		상관계수						
		Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	Zn
Cd	Pearson 상관계수	1	.274	.710**	.065	-.331	.648*	.657*
	유의확률 (양쪽)		.366	.007	.833	.270	.017	.015
	N	13	13	13	13	13	13	13
Cu	Pearson 상관계수	.274	1	-.156	-.200	.449	-.119	.541
	유의확률 (양쪽)	.366		.611	.513	.124	.698	.056
	N	13	13	13	13	13	13	13
As	Pearson 상관계수	.710**	-.156	1	.408	-.422	.469	.215
	유의확률 (양쪽)	.007	.611		.167	.151	.106	.481
	N	13	13	13	13	13	13	13
Hg	Pearson 상관계수	.065	-.200	.408	1	-.364	.355	.070
	유의확률 (양쪽)	.833	.513	.167		.221	.234	.820
	N	13	13	13	13	13	13	13
Pb	Pearson 상관계수	-.331	.449	-.422	-.364	1	-.617*	-.021
	유의확률 (양쪽)	.270	.124	.151	.221		.025	.946
	N	13	13	13	13	13	13	13
Ni	Pearson 상관계수	.648*	-.119	.469	.355	-.617*	1	.619*
	유의확률 (양쪽)	.017	.698	.106	.234	.025		.024
	N	13	13	13	13	13	13	13
Zn	Pearson 상관계수	.657*	.541	.215	.070	-.021	.619*	1
	유의확률 (양쪽)	.015	.056	.481	.820	.946	.024	
	N	13	13	13	13	13	13	13

\*\*. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

\*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

<표 7> 어린이놀이터지역 중금속의 상관관계

		상관계수						
		Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	Zn
Cd	Pearson 상관계수	1	.168	-.048	.001	.613**	.001	.307**
	유의확률 (양쪽)		.096	.637	.992	.000	.994	.002
	N	99	99	99	99	99	99	99
Cu	Pearson 상관계수	.168	1	.017	.076	.287**	.388**	.462**
	유의확률 (양쪽)	.096		.864	.458	.004	.000	.000
	N	99	99	99	99	99	99	99
As	Pearson 상관계수	-.048	.017	1	-.040	-.014	-.005	-.034
	유의확률 (양쪽)	.637	.864		.694	.890	.959	.741
	N	99	99	99	99	99	99	99
Hg	Pearson 상관계수	.001	.076	-.040	1	.094	.271**	-.025
	유의확률 (양쪽)	.992	.458	.694		.356	.007	.807
	N	99	99	99	99	99	99	99
Pb	Pearson 상관계수	.613**	.287**	-.014	.094	1	.006	.394**
	유의확률 (양쪽)	.000	.004	.890	.356		.950	.000
	N	99	99	99	99	99	99	99
Ni	Pearson 상관계수	.001	.388**	-.005	.271**	.006	1	.336**
	유의확률 (양쪽)	.994	.000	.959	.007	.950		.001
	N	99	99	99	99	99	99	99
Zn	Pearson 상관계수	.307**	.462**	-.034	-.025	.394**	.336**	1
	유의확률 (양쪽)	.002	.000	.741	.807	.000	.001	
	N	99	99	99	99	99	99	99

\*\* . 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

<표 8> 폐기물적치·매립·소각 등 지역 중금속의 상관관계

		상관계수						
		Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	Zn
Cd	Pearson 상관계수	1	.148**	.245**	.242**	.313**	.059	.369**
	유의확률 (양쪽)		.000	.000	.000	.000	.107	.000
	N	753	753	753	753	753	753	753
Cu	Pearson 상관계수	.148**	1	.122**	.052	.217**	.061	.204**
	유의확률 (양쪽)	.000		.001	.154	.000	.097	.000
	N	753	753	753	753	753	753	753
As	Pearson 상관계수	.245**	.122**	1	.060	.107**	.070	.005
	유의확률 (양쪽)	.000	.001		.100	.003	.055	.890
	N	753	753	753	753	753	753	753
Hg	Pearson 상관계수	.242**	.052	.060	1	.006	.010	.072*
	유의확률 (양쪽)	.000	.154	.100		.865	.782	.050
	N	753	753	753	753	753	753	753
Pb	Pearson 상관계수	.313**	.217**	.107**	.006	1	.091*	.559**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.003	.865		.013	.000
	N	753	753	753	753	753	753	753
Ni	Pearson 상관계수	.059	.061	.070	.010	.091*	1	.196**
	유의확률 (양쪽)	.107	.097	.055	.782	.013		.000
	N	753	753	753	753	753	753	753
Zn	Pearson 상관계수	.369**	.204**	.005	.072*	.559**	.196**	1
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.890	.050	.000	.000	
	N	753	753	753	753	753	753	753

\*\* . 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

\* . 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

<표 9> 기타토지개발 등 지역 중금속의 상관관계

		상관계수						
		Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	Zn
Cd	Pearson 상관계수	1	.205	.443**	.215	.359**	.168	.140
	유의확률 (양쪽)		.064	.000	.053	.001	.132	.208
	N	82	82	82	82	82	82	82
Cu	Pearson 상관계수	.205	1	.026	-.023	.337**	.077	.943**
	유의확률 (양쪽)	.064		.815	.836	.002	.492	.000
	N	82	82	82	82	82	82	82
As	Pearson 상관계수	.443**	.026	1	.207	.043	.119	-.068
	유의확률 (양쪽)	.000	.815		.062	.701	.285	.543
	N	82	82	82	82	82	82	82
Hg	Pearson 상관계수	.215	-.023	.207	1	-.100	-.088	-.108
	유의확률 (양쪽)	.053	.836	.062		.373	.432	.336
	N	82	82	82	82	82	82	82
Pb	Pearson 상관계수	.359**	.337**	.043	-.100	1	.019	.315**
	유의확률 (양쪽)	.001	.002	.701	.373		.864	.004
	N	82	82	82	82	82	82	82
Ni	Pearson 상관계수	.168	.077	.119	-.088	.019	1	.209
	유의확률 (양쪽)	.132	.492	.285	.432	.864		.059
	N	82	82	82	82	82	82	82
Zn	Pearson 상관계수	.140	.943**	-.068	-.108	.315**	.209	1
	유의확률 (양쪽)	.208	.000	.543	.336	.004	.059	
	N	82	82	82	82	82	82	82

\*\* . 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

<표 10> 원광석 및 고철야적 등 지역 중금속의 상관관계

		상관계수						
		Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	Zn
Cd	Pearson 상관계수	1	.616**	.129	.137	.470**	.308**	.568**
	유의확률 (양쪽)		.000	.232	.202	.000	.004	.000
	N	88	88	88	88	88	88	88
Cu	Pearson 상관계수	.616**	1	.064	.149	.415**	.161	.485**
	유의확률 (양쪽)	.000		.553	.167	.000	.135	.000
	N	88	88	88	88	88	88	88
As	Pearson 상관계수	.129	.064	1	-.022	.069	.129	.050
	유의확률 (양쪽)	.232	.553		.841	.520	.231	.645
	N	88	88	88	88	88	88	88
Hg	Pearson 상관계수	.137	.149	-.022	1	.077	-.032	.228*
	유의확률 (양쪽)	.202	.167	.841		.475	.768	.033
	N	88	88	88	88	88	88	88
Pb	Pearson 상관계수	.470**	.415**	.069	.077	1	.058	.382**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.520	.475		.594	.000
	N	88	88	88	88	88	88	88
Ni	Pearson 상관계수	.308**	.161	.129	-.032	.058	1	.397**
	유의확률 (양쪽)	.004	.135	.231	.768	.594		.000
	N	88	88	88	88	88	88	88
Zn	Pearson 상관계수	.568**	.485**	.050	.228*	.382**	.397**	1
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.645	.033	.000	.000	
	N	88	88	88	88	88	88	88

\*\* . 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

\* . 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

<표 11> 사고발생 및 민원유발 등 지역 중금속의 상관관계

		상관계수						
		Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	Zn
Cd	Pearson 상관계수	1	-.001	.408**	.305*	.130	.021	.784**
	유의확률 (양쪽)		.997	.007	.050	.413	.897	.000
	N	42	42	42	42	42	42	42
Cu	Pearson 상관계수	-.001	1	.076	.043	.054	.037	-.111
	유의확률 (양쪽)	.997		.634	.786	.735	.818	.485
	N	42	42	42	42	42	42	42
As	Pearson 상관계수	.408**	.076	1	.035	-.030	.261	.425**
	유의확률 (양쪽)	.007	.634		.824	.852	.095	.005
	N	42	42	42	42	42	42	42
Hg	Pearson 상관계수	.305*	.043	.035	1	-.023	.004	.179
	유의확률 (양쪽)	.050	.786	.824		.885	.980	.257
	N	42	42	42	42	42	42	42
Pb	Pearson 상관계수	.130	.054	-.030	-.023	1	-.061	.220
	유의확률 (양쪽)	.413	.735	.852	.885		.699	.162
	N	42	42	42	42	42	42	42
Ni	Pearson 상관계수	.021	.037	.261	.004	-.061	1	.261
	유의확률 (양쪽)	.897	.818	.095	.980	.699		.095
	N	42	42	42	42	42	42	42
Zn	Pearson 상관계수	.784**	-.111	.425**	.179	.220	.261	1
	유의확률 (양쪽)	.000	.485	.005	.257	.162	.095	
	N	42	42	42	42	42	42	42

\*\* . 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

\* . 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

<표 12> 공업폐수유입지역과 대조지역의 T-test 결과 비교

독립표본 검정										
		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표 준오차	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
Cd	등분산이 가정됨	5.463	.020	3.417	188	.001	.086340	.025271	.036489	.136191
	등분산이 가정되지 않음			3.351	146.178	.001	.086340	.025767	.035416	.137265
Cu	등분산이 가정됨	.016	.899	2.529	188	.012	1.306331	.516507	.287437	2.325225
	등분산이 가정되지 않음			2.575	167.680	.011	1.306331	.507288	.304836	2.307826
As	등분산이 가정됨	17.892	.000	3.905	188	.000	.239001	.061209	.118256	.359746
	등분산이 가정되지 않음			3.781	112.580	.000	.239001	.063205	.113775	.364227
Hg	등분산이 가정됨	14.053	.000	6.126	188	.000	.0222877	.0036383	.0151105	.0294649
	등분산이 가정되지 않음			5.989	137.339	.000	.0222877	.0037217	.0149285	.0296468
Pb	등분산이 가정됨	19.712	.000	4.124	188	.000	3.503503	.849622	1.827485	5.179522
	등분산이 가정되지 않음			3.991	111.091	.000	3.503503	.877871	1.763959	5.243048
Ni	등분산이 가정됨	17.746	.000	5.592	188	.000	7.085031	1.267027	4.585614	9.584447
	등분산이 가정되지 않음			5.474	141.142	.000	7.085031	1.294261	4.526388	9.643673
Zn	등분산이 가정됨	7.700	.006	1.564	188	.120	13.001374	8.315217	-3.401745	29.404492
	등분산이 가정되지 않음			1.545	165.493	.124	13.001374	8.417124	-3.617414	29.620162

<표 13> 교통관련시설지역과 대조지역의 T-test 결과 비교

독립표본 검정

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표 준오차	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
Cd	등분산이 가정됨	6.358	.012	3.078	207	.002	.075206	.024437	.027030	.123382
	등분산이 가정되지 않음		3.152	183.856	.002	.075206	.023861	.028129	.122283	
Cu	등분산이 가정됨	2.898	.090	1.684	207	.094	3.230022	1.918368	-.552022	7.012066
	등분산이 가정되지 않음		1.766	121.237	.080	3.230022	1.828841	-.390580	6.850625	
As	등분산이 가정됨	1.266	.262	1.569	207	.118	.048674	.031029	-.012499	.109847
	등분산이 가정되지 않음		1.578	206.998	.116	.048674	.030851	-.012149	.109496	
Hg	등분산이 가정됨	28.969	.000	5.173	207	.000	.0334495	.0064661	.0207017	.0461973
	등분산이 가정되지 않음		5.413	127.465	.000	.0334495	.0061795	.0212217	.0456773	
Pb	등분산이 가정됨	11.749	.001	3.254	207	.001	1.952800	.600072	.769764	3.135836
	등분산이 가정되지 않음		3.352	169.819	.001	1.952800	.582627	.802675	3.102925	
Ni	등분산이 가정됨	5.667	.018	2.745	207	.007	3.328841	1.212510	.938390	5.719293
	등분산이 가정되지 않음		2.816	179.960	.005	3.328841	1.182009	.996462	5.661221	
Zn	등분산이 가정됨	10.658	.001	3.463	207	.001	31.072628	8.972026	13.384365	48.760892
	등분산이 가정되지 않음		3.542	187.023	.001	31.072628	8.773220	13.765439	48.379818	

<표 14> 금속광산지역과 대조지역의 T-test 결과 비교

독립표본 검정

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표 준오차	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
Cd	등분산이 가정됨	26.955	.000	4.565	245	.000	.267967	.058705	.152335	.383598
	등분산이 가정되지 않음		5.475	168.662	.000	.267967	.048945	.171342	.364591	
Cu	등분산이 가정됨	21.332	.000	4.105	245	.000	15.856487	3.862455	8.248633	23.464341
	등분산이 가정되지 않음		4.998	152.294	.000	15.856487	3.172532	9.588633	22.124341	
As	등분산이 가정됨	33.416	.000	3.993	245	.000	.392690	.098336	.198999	.586382
	등분산이 가정되지 않음		4.794	167.554	.000	.392690	.081905	.230991	.554389	
Hg	등분산이 가정됨	17.727	.000	4.345	245	.000	.0845539	.0194602	.0462232	.1228846
	등분산이 가정되지 않음		5.299	150.515	.000	.0845539	.0159578	.0530238	.1160841	
Pb	등분산이 가정됨	23.160	.000	3.421	245	.001	20.383746	5.959218	8.645909	32.121582
	등분산이 가정되지 않음		4.181	148.009	.000	20.383746	4.875232	10.749696	30.017795	
Ni	등분산이 가정됨	5.035	.026	3.611	245	.000	3.199967	.886179	1.454465	4.945469
	등분산이 가정되지 않음		3.717	229.449	.000	3.199967	.860966	1.503556	4.896378	
Zn	등분산이 가정됨	3.330	.069	1.832	245	.068	57.456198	31.362907	-4.319129	19.231525
	등분산이 가정되지 않음		2.219	157.738	.028	57.456198	25.890397	6.319626	08.592770	

<표 15> 공단주변등 주거지역과 대조지역의 T-test 결과 비교

독립표본 검정

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표 준오차	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
Cd	등분산이 가정됨	8.254	.005	3.236	188	.001	.088450	.027337	.034524	.142377
	등분산이 가정되지 않음			3.162	136.796	.002	.088450	.027969	.033143	.143757
Cu	등분산이 가정됨	5.935	.016	2.272	188	.024	3.885265	1.710294	.511432	7.259098
	등분산이 가정되지 않음			2.189	100.826	.031	3.885265	1.775026	.364017	7.406514
As	등분산이 가정됨	16.696	.000	3.426	188	.001	.130034	.037950	.055171	.204897
	등분산이 가정되지 않음			3.375	157.735	.001	.130034	.038531	.053930	.206138
Hg	등분산이 가정됨	34.574	.000	5.218	188	.000	.0372327	.0071356	.0231565	.0513089
	등분산이 가정되지 않음			5.027	100.470	.000	.0372327	.0074069	.0225384	.0519270
Pb	등분산이 가정됨	7.937	.005	2.437	188	.016	2.045317	.839151	.389955	3.700678
	등분산이 가정되지 않음			2.360	111.684	.020	2.045317	.866839	.327734	3.762900
Ni	등분산이 가정됨	14.103	.000	5.201	188	.000	5.770250	1.109345	3.581887	7.958613
	등분산이 가정되지 않음			5.126	159.147	.000	5.770250	1.125730	3.546954	7.993546
Zn	등분산이 가정됨	6.069	.015	1.780	188	.077	15.138110	8.503896	-1.637208	31.913428
	등분산이 가정되지 않음			1.756	162.053	.081	15.138110	8.619860	-1.883621	32.159841



<표 16> 공장 및 공업지역과 대조지역의 T-test 결과 비교

독립표본 검정

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표 준오차	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
Cd	등분산이 가정됨	1.408	.236	1.410	497	.159	.049301	.034966	-.019399	.118001
	등분산이 가정되지 않음			2.297	420.980	.022	.049301	.021461	.007117	.091486
Cu	등분산이 가정됨	5.338	.021	2.061	497	.040	1.875091	.909802	.087559	3.662623
	등분산이 가정되지 않음			3.072	330.047	.002	1.875091	.610392	.674342	3.075840
As	등분산이 가정됨	.510	.476	.268	497	.788	.006257	.023312	-.039544	.052059
	등분산이 가정되지 않음			.265	148.201	.791	.006257	.023581	-.040340	.052855
Hg	등분산이 가정됨	6.432	.012	3.378	497	.001	.0162484	.0048098	.0067983	.0256985
	등분산이 가정되지 않음			5.556	430.989	.000	.0162484	.0029243	.0105008	.0219960
Pb	등분산이 가정됨	7.334	.007	2.205	497	.028	2.170453	.984266	.236617	4.104288
	등분산이 가정되지 않음			3.862	485.757	.000	2.170453	.562018	1.066165	3.274740
Ni	등분산이 가정됨	17.417	.000	5.724	497	.000	6.417033	1.121043	4.214466	8.619599
	등분산이 가정되지 않음			7.794	260.101	.000	6.417033	.823315	4.795822	8.038243
Zn	등분산이 가정됨	16.248	.000	2.556	497	.011	24.562766	9.608048	5.685367	43.440166
	등분산이 가정되지 않음			3.652	293.976	.000	24.562766	6.726164	11.325229	37.800303

<표 17> 금속제련소지역과 대조지역의 T-test 결과 비교

독립표본 검정

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표 준오차	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
Cd	등분산이 가정됨	1.204	.275	.248	110	.804	.009033	.036391	-.063086	.081151
	등분산이 가정되지 않음			.447	32.889	.658	.009033	.020197	-.032063	.050128
Cu	등분산이 가정됨	1.178	.280	1.405	110	.163	1.655705	1.178690	-.680182	3.991592
	등분산이 가정되지 않음			2.974	54.640	.004	1.655705	.556765	.539757	2.771653
As	등분산이 가정됨	5.280	.023	1.862	110	.065	.122122	.065599	-.007881	.252125
	등분산이 가정되지 않음			1.421	13.596	.178	.122122	.085964	-.062768	.307012
Hg	등분산이 가정됨	5.304	.023	5.098	110	.000	.0283019	.0055517	.0172999	.0393040
	등분산이 가정되지 않음			3.509	13.192	.004	.0283019	.0080665	.0109011	.0457028
Pb	등분산이 가정됨	.030	.863	1.253	110	.213	1.020734	.814500	-.593414	2.634883
	등분산이 가정되지 않음			1.626	18.902	.121	1.020734	.627842	-.293815	2.335284
Ni	등분산이 가정됨	.283	.596	2.917	110	.004	5.323316	1.825074	1.706449	8.940184
	등분산이 가정되지 않음			3.043	15.732	.008	5.323316	1.749322	1.609788	9.036845
Zn	등분산이 가정됨	.712	.401	-1.074	110	.285	14.871242	13.847075	42.312893	12.570410
	등분산이 가정되지 않음			-1.547	21.506	.136	14.871242	9.611058	34.829936	5.087453

<표 18> 폐기물적치·매립·소각 등 지역과 대조지역의 T-test 결과 비교

독립표본 검정

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표 준오차	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
Cd	등분산이 가정됨	.276	.599	.379	850	.705	.006026	.015912	-.025206	.037258
	등분산이 가정되지 않음			.427	135.882	.670	.006026	.014109	-.021875	.033927
Cu	등분산이 가정됨	.026	.872	.023	850	.982	.017136	.740341	-1.435975	1.470248
	등분산이 가정되지 않음			.034	184.489	.973	.017136	.497816	-.965007	.999280
As	등분산이 가정됨	4.282	.039	1.134	850	.257	.039338	.034682	-.028735	.107411
	등분산이 가정되지 않음			1.607	172.064	.110	.039338	.024481	-.008985	.087660
Hg	등분산이 가정됨	4.663	.031	2.519	850	.012	.0169376	.0067228	.0037424	.0301329
	등분산이 가정되지 않음			5.677	570.241	.000	.0169376	.0029836	.0110773	.0227979
Pb	등분산이 가정됨	5.444	.020	1.462	850	.144	.988394	.676076	-.338580	2.315368
	등분산이 가정되지 않음			2.641	271.668	.009	.988394	.374220	.251654	1.725134
Ni	등분산이 가정됨	13.318	.000	5.614	850	.000	5.197940	.925821	3.380777	7.015103
	등분산이 가정되지 않음			7.374	156.754	.000	5.197940	.704928	3.805557	6.590323
Zn	등분산이 가정됨	.529	.467	-.417	850	.677	-3.339548	8.013715	19.068537	12.389441
	등분산이 가정되지 않음			-.591	172.403	.555	-3.339548	5.648455	14.488578	7.809483

<표 19> 기타 토지개발 등 지역과 대조지역의 T-test 결과 비교

독립표본 검정

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표 준오차	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
Cd	등분산이 가정됨	.035	.852	.196	179	.845	.003610	.018454	-.032804	.040025
	등분산이 가정되지 않음			.198	177.719	.844	.003610	.018273	-.032449	.039670
Cu	등분산이 가정됨	3.226	.074	1.328	179	.186	2.627285	1.978344	-1.276592	6.531163
	등분산이 가정되지 않음			1.219	87.498	.226	2.627285	2.155995	-1.657643	6.912214
As	등분산이 가정됨	2.844	.093	.673	179	.502	.022664	.033687	-.043811	.089140
	등분산이 가정되지 않음			.664	161.859	.508	.022664	.034129	-.044732	.090060
Hg	등분산이 가정됨	20.130	.000	5.136	179	.000	.0248916	.0048464	.0153281	.0344551
	등분산이 가정되지 않음			4.790	101.341	.000	.0248916	.0051961	.0145843	.0351990
Pb	등분산이 가정됨	11.401	.001	2.854	179	.005	2.262809	.792835	.698305	3.827314
	등분산이 가정되지 않음			2.663	101.530	.009	2.262809	.849871	.577000	3.948618
Ni	등분산이 가정됨	18.835	.000	4.098	179	.000	7.342595	1.791691	3.807042	10.878148
	등분산이 가정되지 않음			3.817	100.120	.000	7.342595	1.923542	3.526399	11.158791
Zn	등분산이 가정됨	4.109	.044	1.374	179	.171	23.952374	17.433736	10.449713	58.354460
	등분산이 가정되지 않음			1.269	92.658	.208	23.952374	18.877769	13.536959	61.441707

<표 20> 원광석 및 고철야적 등 지역과 대조지역의 T-test 결과 비교

독립표본 검정

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표 준오차	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
Cd	등분산이 가정됨	.146	.703	1.079	185	.282	.018845	.017459	-.015599	.053288
	등분산이 가정되지 않음			1.092	184.030	.276	.018845	.017264	-.015217	.052906
Cu	등분산이 가정됨	13.866	.000	3.588	185	.000	3.005802	.837728	1.353074	4.658530
	등분산이 가정되지 않음			3.489	138.620	.001	3.005802	.861531	1.302360	4.709244
As	등분산이 가정됨	2.818	.095	1.451	185	.148	.055260	.038086	-.019878	.130398
	등분산이 가정되지 않음			1.421	151.915	.157	.055260	.038897	-.021588	.132108
Hg	등분산이 가정됨	19.260	.000	4.749	185	.000	.0357586	.0075295	.0209039	.0506133
	등분산이 가정되지 않음			4.505	95.757	.000	.0357586	.0079383	.0200007	.0515165
Pb	등분산이 가정됨	8.220	.005	3.411	185	.001	3.054727	.895515	1.287992	4.821462
	등분산이 가정되지 않음			3.254	104.652	.002	3.054727	.938641	1.193504	4.915951
Ni	등분산이 가정됨	12.843	.000	4.073	185	.000	4.550562	1.117305	2.346264	6.754860
	등분산이 가정되지 않음			3.990	152.799	.000	4.550562	1.140554	2.297271	6.803853
Zn	등분산이 가정됨	6.039	.015	1.662	185	.098	13.240453	7.964936	-2.473329	28.954235
	등분산이 가정되지 않음			1.642	167.258	.103	13.240453	8.064544	-2.680962	29.161868

<표 21> 사고발생 및 민원유발 등 지역과 대조지역의 T-test 결과 비교

독립표본 검정

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표 준오차	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
Cd	등분산이 가정됨	1.200	.275	1.876	139	.063	.048450	.025821	-.002602	.099502
	등분산이 가정되지 않음			1.707	63.736	.093	.048450	.028378	-.008245	.105145
Cu	등분산이 가정됨	.927	.337	1.434	139	.154	1.357620	.946465	-.513708	3.228949
	등분산이 가정되지 않음			1.189	54.507	.240	1.357620	1.141622	-.930706	3.645947
As	등분산이 가정됨	.318	.574	.152	139	.879	.005737	.037688	-.068778	.080253
	등분산이 가정되지 않음			.159	85.699	.874	.005737	.036057	-.065945	.077420
Hg	등분산이 가정됨	10.343	.002	2.523	139	.013	.0618880	.0245311	.0133858	.1103903
	등분산이 가정되지 않음			1.643	41.175	.108	.0618880	.0376625	-.0141632	.1379392
Pb	등분산이 가정됨	13.526	.000	2.495	139	.014	10.174820	4.078879	2.110151	18.239489
	등분산이 가정되지 않음			1.625	41.171	.112	10.174820	6.263052	-2.472079	22.821719
Ni	등분산이 가정됨	21.607	.000	5.781	139	.000	8.261159	1.428996	5.435780	11.086538
	등분산이 가정되지 않음			4.731	53.469	.000	8.261159	1.746038	4.759767	11.762550
Zn	등분산이 가정됨	.019	.890	1.123	139	.263	10.074945	8.972535	-7.665351	27.815241
	등분산이 가정되지 않음			1.120	76.844	.266	10.074945	8.998588	-7.844113	27.994004

## 골프장 잔류농약

### I. 개 요

#### 1. 조사지점 및 방법

##### 가. 조사지점

도내 2009년 12월 현재 골프장시설을 설치·운영 중에 있는 20개 시설 중 의령친환경골프장을 제외한 19개 시설을 대상으로 하였으며 <표 1>에 나타내었다.

<표 1> 조사대상 골프장 현황

골프장명		홀수	면적(m²)	승인 일자	위 치
민 간 골프장 (17개소)	창원CC	18	1,048,959	'84.09.21	창원시 봉림동 산50
	진주CC	18	1,068,481	'96.11.26	진주시 진성면 상촌리 산1
	용원CC	27	1,662,318	'91.11.08	진해시 용원동 산39
	가야CC	45	2,822,471	'88.06.25	김해시 삼방동 산1
	가야CC	대중9	164,773	'05.08.12	김해시 삼방동 7-1
	정산CC	27	1,514,206	'05.11.03	김해시 주촌면 덕암리 산180
	통도CC	36	2,198,232	'85.12.20	양산시 하북면 답곡리 233
	동부산CC	27	1,448,364	'97.12.31	양산시 웅상읍 매곡리 131
	에이원CC	27	1,680,668	'99.05.14	양산시 웅상읍 매곡리 산1
	에텐밸리CC	18	920,431	'06.05.03	양산시 원동면 어곡동산489-1
	레이크힐스경남CC	18	786,500	'06.07.07	합안군 칠원면 운곡리 산108
	부곡CC	18	942,431	'91.01.11	창녕군 부곡면 거문리 산39
	힐튼남해CC	대중9	375,770	'06.11.	남해군 남면 덕월리 311-1
	힐튼남해GC	대중9	362,294	'06.11.	남해군 남면 평산리 482-1
	아텔스코트CC	27	1,399,432	'07.09.06	합천군 가야면 성기리 산105
	롯데스카이힐김해CC	18	1,030,540	'08.10.31	김해시 진례면 송현리 산50
리더스CC	대중27	1,421,947	'08.08.26	밀양시 황성동 산33	
군부대 골프장 (2개소)	진해해군 체력단련장	15	478,533	-	진해시 덕산동 34
	사천공군 체력단련장	12	408,979	-	사천시 축동면 길평리 6-2

##### 나. 조사대상 농약

조사대상 농약은 「골프장 농약 잔류량 검사방법」(환경부고시 제2006-68호, 2006. 5.9)에 규정된 고독성 농약 13종과 보통·저독성 농약 17종으로 유기인계(17종), 유기

염소계(4종), 피레스로이드계(3종), 카바메이트계(4종), 디니트로아닐린계(1종), 유기동계(1종) 등으로 구분<표 3>되며 농약별 특성을 [첨부 2]에 나타내었다.

&lt;표 2&gt; 골프장 조사 농약

구분	고독성 농약	보통·저독성 농약
유기인계	Dichlorovos, Methidathion, EPN, Parathion, Omethoate, Triazophos, Demeton-S-methyl, Phosphamidon, Methamodophos, Monochrotophos	Pyraclofos, Bensulide, Fenitrothion, Phenthoate, Tolclofos-methyl, Chlorpyrifos, Diazinon
유기염소계	Endosulfan	Captane, Daconil, Dicofof
피레스로이드계	-	Tralomethrin, Deltamethrin, Cyhalothrin
카바메이트계	Methomyl, Benfuracarb	Thiophanate-methyl, Carbofuran
디니트로아닐린계	-	Pendimethalin
유기동계	-	Oxine-copper

## 다. 분석방법

시료는 환경부의 골프장 농약잔류량 검사 방법에 준해서 전처리, 정제 및 농축 후 GC/ECD, GC/NPD, GC/MSD, HPLC를 이용하여 분석하였으며, 시료량은 잔디(그린, 웨어웨이)는 10g, 토양(그린, 웨어웨이)은 30g, 유출수, 주변 하천수는 400mL를 채취하였다.

## II. 골프장 농약의 분류

### 1. 용도별 농약분류

골프장 잔디에 피해를 주는 병·해충과 잡초의 수는 무수히 많으며 이들을 방제하기 위한 농약에는 살충제, 살균제, 살균·살충제, 제초제, 살충·제초제, 생장조절제 등 여러 가지 종류가 있다. 따라서 농약을 사용하고자 할 때는 방제하고자 하는 대상이 무엇인가를 정확히 알고 용도에 맞는 농약을 선택해야 한다. 일반적으로 농약은 용도에 따라 다음과 같이 구분한다.

가. 살균제 : 식물에 병을 일으키는 식물병원

균(사상균 및 세균)의 발생을 예방하거나 병을 치료함으로써 잔디를 보호한다.

나. 살충제 : 잔디에 해를 주는 해충을 제거한다.

다. 제초제 : 잔디의 영양분을 빼앗아 정상적인 생장을 못하도록 하는 잡초를 없애주는 것으로 선택성(특정식물은 죽이되 잔디는 죽이지 못함)과 비선택성(잔디와 잡초를 구분치 않고 모두 죽임)으로 구분된다.

라. 생장조절제 : 잔디의 성장을 조절하거나 품질을 향상시키기 위하여 식물의 생리기능을 증진 또는 억제시키는 작용을 한다.

국내에서 농약을 제조 혹은 수입하여 판매하기 위해서는 농약관리법 제8조, 16조 및 17조의 규정에 따라 농약을 등록해야 하며, 골프장에서 사용가능한 농약품목은 잔디용 농약으로 허용되어진 품목으로 2009년 7월 기준으로 169개 품목(살균제 : 91종, 살충제 : 17종 제초제 : 59종 생장조절제 : 2종)이 등록되어 있으며, 이를 농약품목별 특성과 함께 [부록 1]에 나타내었다.

## 2. 독성별 농약분류

농약의 독성은 급성독성과 만성독성으로 크게 나눌 수 있다. 급성독성이 강한 농약은 일반적으로 만성독성이 문제되는 경우는 드물며, 그 반대로 급성독성이 약하다 하더라도 환경 중에서 잔류성이 긴 농약 중에는 만성독성이 문제되는 경우가 있다.

우리나라의 농약 독성구분은 세계보건기구(WHO)의 분류방법을 채택하고 있으며, 실제 농약을 사용하는 사용자의 안전을 도모하기 위한 기준으로 농약제품을 독성별로 분류하여 이에 따라 농약의 안전관리와 취급을 제한하고 있다<표 3>. 여기서 농약 독성구분의 기준이 되는 반수치사량(LD<sub>50</sub>)

은 급성 경구 및 경피독성의 강약을 나타내는 기준이며, 실험동물의 절반이 죽는 농약의 양으로 체중 kg당 농약량 mg으로 표시(mg/kg)한다.

2009년 12월 기준으로 등록된 농약 1,347품목 중 맹독성 농약은 없고, 고독성 농약 16종, 보통독성 농약 163종, 저독성 농약 1,048종, 미분류 1종으로 보통독성 이하의 독성이 낮은 농약이 전체 농약의 98% 이상을 차지하고 있으며, 고독성 농약에 대해서는 신규등록을 제한하고 엄격한 취급제한을 적용하고 있어 매년 출하량이 감소하고 있는 상태이다.

<표 3> 우리나라 농약의 독성구분기준(반수치사량 LD<sub>50</sub>)

구 분	경구 독성 (mg/kg 체중)		경피 독성 (mg/kg 체중)	
	고체상태 제품	액체상태 제품	고체상태 제품	액체상태 제품
I 급 (맹독성)	5 미만	20 미만	10 미만	40 미만
II 급 (고독성)	5~50 미만	20~200 미만	10~100 미만	40~400 미만
III 급 (보통독성)	50~500 미만	200~2,000 미만	100~1,000 미만	400~4,000 미만
IV 급 (저독성)	500 이상	2,000 이상	1,000 이상	4,000 이상

또한 수송, 보관, 판매, 적용작물, 공급대상 및 사용자를 제한하는 등 취급 제한기준을 설정하여 농약의 잘못 취급에 의한 중독을 예방하기 위해 중점관리 하고 있을 뿐만 아니라 농약안전사용교육 및 홍보를 강화하

여 안전사고를 미연에 방지하고 있다. <표 4>의 기준에 따라 잔디용으로 고시되어 있는 169종의 품목을 독성별로 분류하면 III급(보통독성) 14종 및 IV급(저독성) 150종, 미분류 5종으로 분류할 수 있다.

<표 4> 잔디용 품목등록 농약의 독성별 분류

품목	독성구분			어독성			
	저독성	보통독성	기타	3급	2급	1급	기타
살균제 (91품목)	84 93%	3 3%	4 4%	66 73%	13 14%	8 9%	4 4%
살충제 (17품목)	10 58.8%	7 41.2%	0 0.0%	6 35.3%	6 35.3%	5 29.4%	0 0.0%
제초제 (59품목)	54 91%	4 7%	1 2%	47 80%	10 16%	1 2%	1 2%
생장조정제 (2품목)	2 100%	0 0.0%	0 0.0%	2 100%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%
총계 (169품목)	150 89%	14 8%	5 3%	121 72%	29 17%	14 8%	5 3%

### 3. 어독성별 농약분류

농약의 어류에 대한 독성의 구분은 제품 농약이 잉어의 반수를 죽일 수 있는 농도(유효성분)를 기준으로 하여 <표 5>과 같이 구분하되, 벼 재배용 농약의 경우에는 잉어에 대한 어독성이 II급 또는 III급에 속하는 농약으로서 미꾸라지에 대한 어독성이

I 급에 속하는 농약은 I 급 다음의 IIs급으로 구분한다.

잔디용으로 고시되어 있는 169종의 품목을 어독성별로 분류하면 어독성 I 급 14종, 어독성 II급 29종, 어독성 IIs급 1종 및 어독성 III급 121종, 미분류 5종으로 분류할 수 있다.

<표 5> 농약의 어독성 구분

구 분	잉어 반수치사 농도(mg/L, 48시간)
I 급	0.5 미만
II급	0.5 ~ 2 미만
III급	2 이상

## III. 골프장 농약 사용량

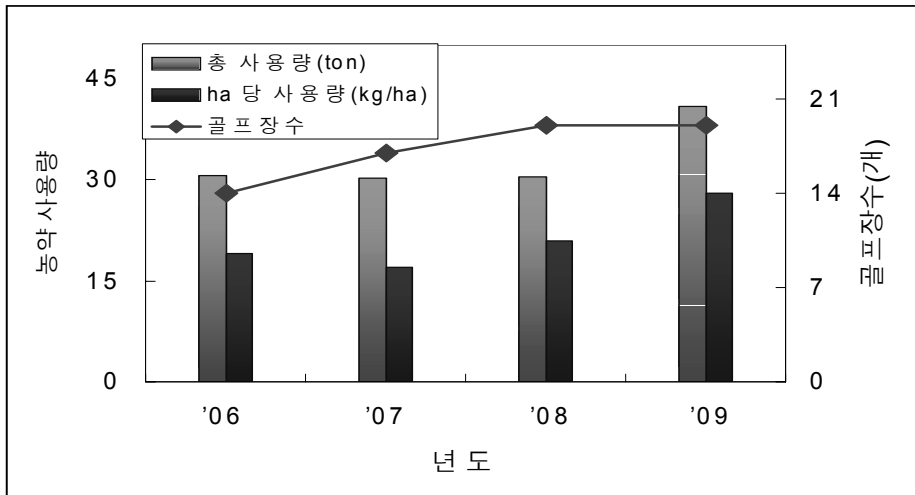
### 1. 연도별 농약 사용현황

농약은 기후, 토양, 병·해충의 종류 등에 따라 사용되는 양과 종류가 다양하며, 사용

후에도 농약의 잔류성에 따라 그 영향이 상당기간 지속된다. 골프장의 경우 잔디의 종류, 기후, 토양, 내장객수 등에 따라 농약 사용빈도와 사용량은 많은 차이가 있었다. 경남지역 골프장의 연도별 농약 사용량을 <표 6>과 <그림 1>에 나타내었다.

<표 6> 도내 골프장의 연도별 농약 사용량

골프장명	홀수	연도별 농약 사용량(kg)				
		구분	'06	'07	'08	'09
19개소		총사용량	30541.69	30302.61	30368.62	40925.48
		ha 당 사용량	19.02	16.89	20.98	27.99
창원CC	18	총사용량	1655.90	1971.64	1858.53	1734.42
		ha 당 사용량	16.69	19.88	31.50	29.4
진주CC	18	총사용량	4225.95	3921.62	1696.05	1509.27
		ha 당 사용량	42.16	39.12	40.72	36.23
용원CC	27	총사용량	1408.85	1684.40	2097.98	4685.00
		ha 당 사용량	9.09	10.86	17.87	39.90
가야CC	45	총사용량	3957.33	3310.21	5528.14	8793.72
		ha 당 사용량	14.75	12.34	27.13	43.14
가야CC (대중)	9	총사용량	321.39	282.92	278.52	760.30
		ha 당 사용량	22.34	19.67	17.52	47.82
정산CC	27	총사용량	3152.34	3340.60	1694.16	1836.07
		ha 당 사용량	23.06	13.96	9.52	16.78
통도CC	27	총사용량	4940.23	3750.81	3716.80	3749.04
		ha 당 사용량	23.83	18.09	30.85	31.12
에이원CC	18	총사용량	2735.60	2582.00	2236.25	2351.00
		ha 당 사용량	17.25	16.28	14.10	14.83
동부산CC	18	총사용량	2263.80	1114.39	1533.30	1293.90
		ha 당 사용량	16.45	8.10	10.69	9.02
에덴밸리 CC	18	총사용량	1272.30	2627.10	2147.80	1590.80
		ha 당 사용량	15.18	31.35	25.63	18.99
레이크힐스 경남CC	9	총사용량	1387.00	1915.60	1447.40	2386.05
		ha 당 사용량	19.65	27.14	30.99	51.09
부곡CC	9	총사용량	1771.00	1731.50	1999.88	3025.27
		ha 당 사용량	19.77	19.33	22.53	34.31
진해해군	15	총사용량	952.50	544.30	547.18	652.14
		ha 당 사용량	20.25	11.57	11.52	13.73
사천공군	12	총사용량	497.50	354.72	600.28	408.75
		ha 당 사용량	13.46	9.59	14.93	22.48
힐튼남해 CC	27	총사용량	-	545.65	483.20	1111.00
		ha 당 사용량	-	18.80	16.64	38.27
힐튼남해 GC	18	총사용량	-	521.15	512.10	1103.00
		ha 당 사용량	-	17.09	16.79	36.17
아델스코트 CC	27	총사용량	-	104.00	881.30	498.00
		ha 당 사용량	-	0.800	39.57	3.84
스카이힐스 김해CC	36	총사용량	-	-	884.35	2006.15
		ha 당 사용량	-	-	12.32	27.95
리더스CC	27	총사용량	-	-	225.40	1431.60
		ha 당 사용량	-	-	6.16	16.14



<그림 1> 도내 골프장의 연도별 농약 사용량

골프장 수는 2006년에 14개에서 2009년에는 19개로 증가하였으나 농약 살포면적은 2006년 1605.3ha에서 2009년도는 1584.4ha로 약 1.3% 정도 감소하였으며<표 7>, 농약 총사용량은 2006 ~ 2008년까지 약 30.3 ~ 30.5ton으로 비슷한 수준을 나타내었으나, 2009년도에는 40.9ton으로 약 35% 정도 증가

하였다.

ha당 농약 사용량은 잔디생육과 병·해충 정도에 따라 다소 상이하게 나타났는데 2006년에 19.02kg/ha에서 2007년에 약간 감소(16.89kg/ha)하였다가 2008년 이후에는 다시 증가 추세에 있으며 2009년도에는 ha당 27.99kg의 농약을 사용하였다.

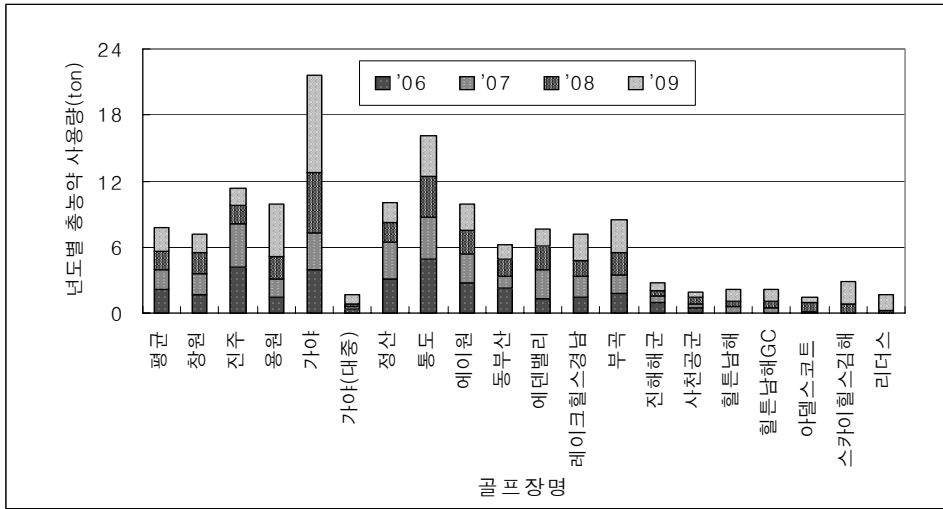
<표 7> 경남지역 연도별 골프장 농약 사용면적

구분 \ 연도	'06	'07	'08	'09
총면적(ha)	1719.5	1935.1	2177.7	2179.2
농약 미살포면적(ha)	114.3	140.5	730.3	594.8
농약 살포면적(ha)	1605.3	1794.5	1447.3	1584.4

각 골프장의 연도별 농약 총사용량을 <그림 2>에 나타내었는데 2006 ~ 2008년(4년) 농약 총사용량이 많은 골프장의 순서는 가야CC(21.6ton) > 통도CC(16.2ton) > 진주CC(11.4ton)으로 조사되었다. 가야CC(45홀)와 통도CC(36홀)는 홀수에 비례하여 살포면적도 268.3ha와 207.3ha로 넓었으나 진주CC는 18홀로 100.2ha인데도 상대적으로 농약사용량이 많은 것으로 조사 되었다. 골프

장별 농약 사용량을 살펴보면 진주와 정산CC는 2006 ~ 2007년에 각각 3.9 ~ 4.2ton, 3.2 ~ 3.3ton으로 다른 골프장과 비교 시 농약 사용량이 높았으나 2008년 이후 1.8ton 이하로 1.7 ~ 2.8배 정도 농약 사용량이 감소하였다. 이에 반해 부곡CC, 가야CC, 용원CC는 2006 ~ 2007년과 비교 시 2009년에는 상대적으로 1.7 ~ 3.3배 증가하였다.



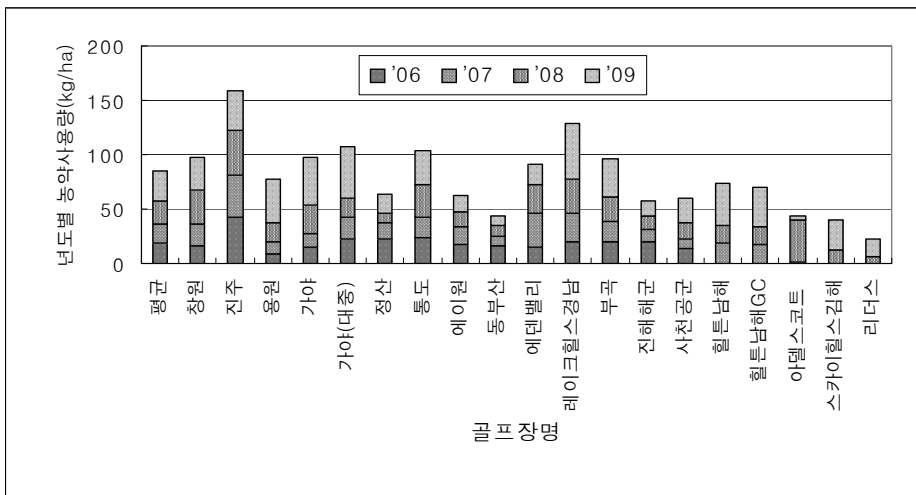


<그림 2> 도내 골프장별 농약 총사용량

도내 골프장의 2006 ~ 2009년(4년간) ha당 농약사용량을 <그림 3>에 나타내었다. 2006 ~ 2009년(4년간) ha당 농약사용량이 높은 골프장의 순서는 진주CC(158.23kg/ha) > 레이크힐스 경남CC(128.87kg/ha) > 가야(대중)CC(107.35kg/ha)으로 조사되었다.

한편 2009년도 ha당 농약사용량을 골프장별로 살펴보면 레이크힐스 경남CC(51.09kg/ha),

가야(대중)CC(47.82kg/ha), 가야CC(43.14kg/ha) 등은 농약을 많이 사용한 것으로 나타난 반면, 리더스CC(16.14kg/ha), 동부산CC(9.02kg/ha), 아텔스코트CC(3.84kg/ha) 등은 농약을 적게 사용한 것으로 나타나 단위면적(ha)당 최대 사용량과 최저 사용량 간에 약 13.3배의 차이가 나타난 것으로 조사되어 골프장간에 농약 사용량이 큰 차이를 보였다.

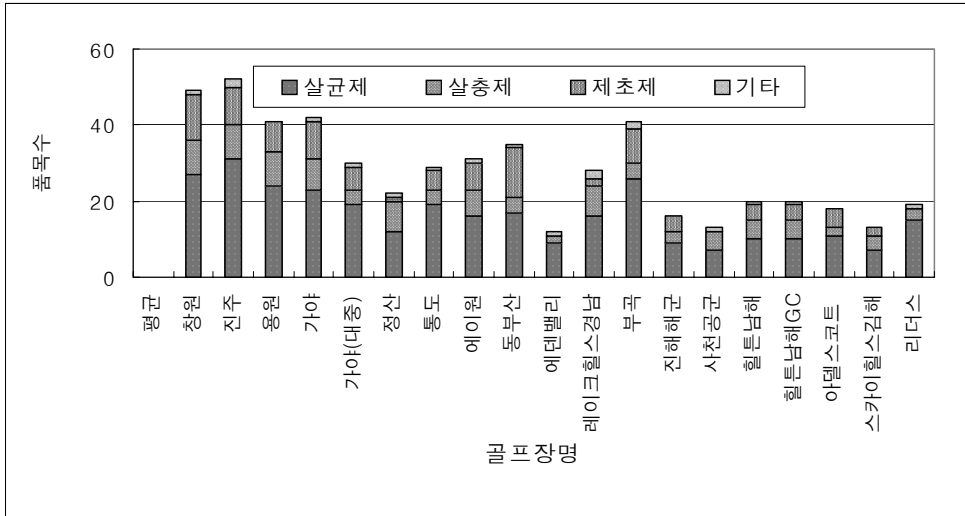


<그림 3> 도내 골프장별 ha당 농약 사용량

## 2. 골프장별 농약 사용품목

각 골프장에서 사용하고 있는 농약은 보통이나 저독성 농약이었으며 그 종류는 2009년도에 12 ~ 52종을 이루었다. 그 중 살균제가 골프장별로 7 ~ 31종으로 가장 많았

고 살충제, 제초제, 기타 순으로 사용하였으며 에텐발리CC, 리더스CC, 공군체육단런장은 제초제 성분 농약은 미살포 한 것으로 조사되었다<그림 4>.



<그림 4> 도내 골프장별 사용농약 품목수

## IV. 골프장 농약 잔류 실태

### 1. 골프장 농약 잔류 실태 종합 평가

2006 ~ 2009년까지 경남지역 골프장을 대상으로 년 2회에 걸쳐 환경부에서 지정한 농약 품목 30종에 대하여 농약 잔류량을 조사결과를 <표 8>에 나타내었다. 잔디용으로 사용 금지된 Endosulfan 등 고독성 농약 13종은 모든 골프장에서 검출되지 않았으며, 4년간 보통·저독성 농약의 검출이 토

양, 잔디에서 445건으로 검출율은 23.9%였으며 유출수에서는 농약성분이 전혀 검출되지 않았다. 농약 잔류량의 범위는 0.01 ~ 10.09mg/kg으로 농약살포와 시료채취 시기에 따라서 차이가 다소 많았으며, 검출된 농약을 종류별로 보면 Pendimethalin이 141건으로 가장 많았고 Fenitrothion이 137건, Diazinon이 53건, Tralomethrin 35건, Delta methrin 32건, 기타(Cyhalothrin, Pyraclofos, Dicofol, Tolclofos-methyl) 15건순이었다.

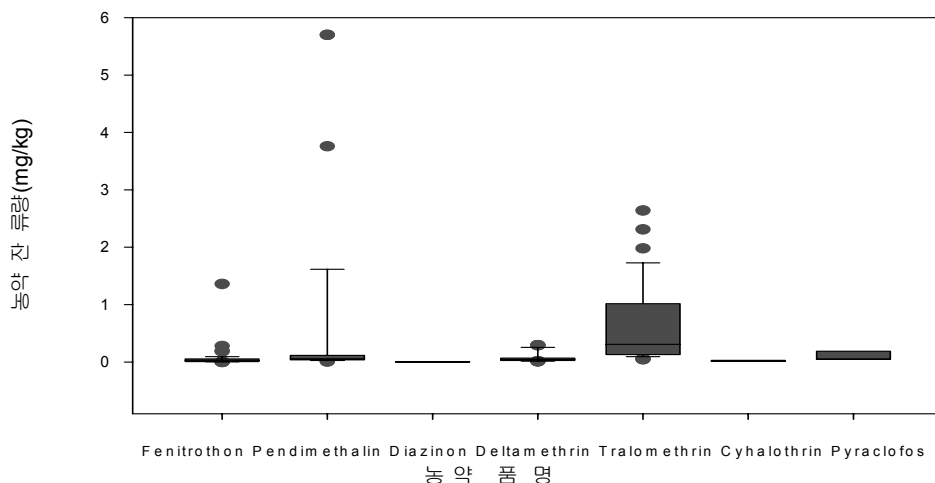
〈표 8〉 연도별 농약 잔류량 조사 결과

구분 \ 년도	2006년	2007년	2008년	2009년
대상 골프장(개)	14	16	17	19
검출 골프장(개)	13	14	10	15
총 지점수(개)	386	448	482	543
검출 지점수(개)	179	83	76	107
검출율(%)	46.3	18.5	15.8	19.7
농약 잔류량 범위(mg/kg)	0.01~10.09	0.01~9.67	0.01~2.38	0.01~7.97
검출농약 종류(개)	7	3	3	5

## 2. 2006년도 농약 잔류량

검사한 총 검체수는 토양과 잔디가 각각 180건, 유출수가 26건이었으며 시료별 농약의 검출율은 토양이 31%(56건), 잔디가 6.9%(124건)으로 잔디에서의 검출율이 토양보다 약 2.2배 높게 나타났다. 또한 토양과 잔디의 그린영역 검출율이 웨어웨이영역 검출율보다 1.6배 높게 검출되었다. 검출된 농약의 종류는 살충제 성분이 주류를 이루었는데 Fenitrothion(49건), Tralomethrin(35건),

Deltamethrin(32건), 기타(18건 : Diazinon, Cyhalothrin, Pyraclofos)으로 나타났으며, 제초제인 Pendimethalin도 45건으로 많이 사용하는 것으로 나타났으며 농약 잔류량의 범위는 0.01 ~ 10.09mg/kg으로 조사되었다 <그림5>. 농약 잔류량 성분이 검출된 골프장은 <표 9>에 나타내었는데 도내 14개 골프장 중 부곡 CC를 제외한 13개 골프장에서 검출되었다.



<그림 5> 2006년도 도내 골프장 농약 잔류량 현황

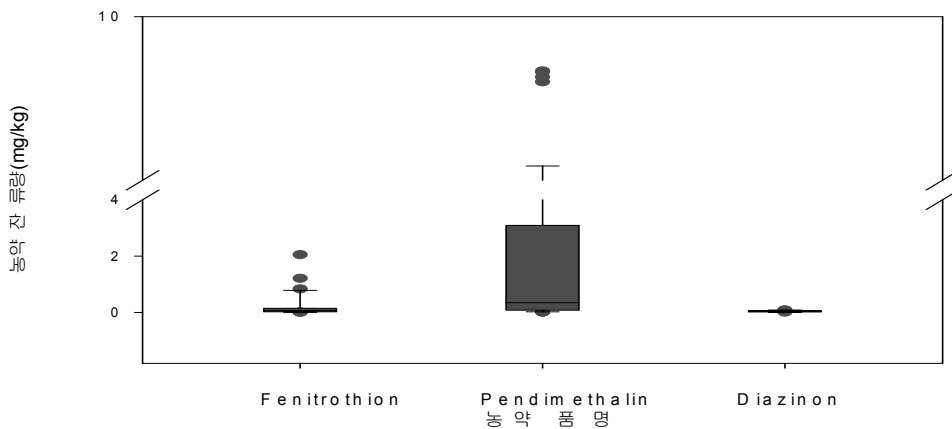
<표 9> 2006년도 골프장별 농약 잔류량 현황

골프장명	농약 잔류량(mg/kg)						
	Fenitrothion	Deltamethrin	Tralomethrin	Pendimethalin	Diazinon	Cyhalothrin	Pyraclofos
13개소(179지점)	49지점	32지점	35지점	45지점	6지점	6지점	6지점
창원	0.01(7)	0.02~0.29(5)	0.01~1.73(2)	0.01~0.05(7)			0.05(1)
가야	0.01~0.06(19)			0.02~0.12(16)		0.03(1)	
가야(대중)	0.02~0.09(6)			0.06(1)			0.05(1)
정산	0.02(3)	0.02~0.26(6)	1.02(3)	0.06(3)			
용원	0.10(3)		0.18(1)			0.01(1)	0.05(1)
통도	0.01(1)		0.05~0.86(2)	0.02~10.09(11)		0.03(1)	0.08(1)
에이원		0.04~0.06(6)	0.05~0.58(9)	0.03~0.19(6)	0.01~0.01(6)		0.05(1)
동부산						0.02(1)	
에텐밸리	0.05(1)		1.73(1)			0.01(1)	
레이크힐스경남		0.02~0.05(3)	0.20~0.75(5)				
진주		0.01~0.08(7)	0.10~0.23(6)	0.05(1)			
진해해군	0.20~1.36(2)	0.01(1)	0.11~0.31(2)			0.01(1)	0.30(1)
사천공군	0.01~0.09(7)	0.01~0.13(4)	0.10~2.64(4)				

### 3. 2007년도 농약 잔류량

검사한 총 검체수는 토양과 잔디가 각각 208건, 유출수가 32건이었으며 시료별 농약의 검출율은 토양이 17%(36건), 잔디가 23%(48건)으로 전년도와 비교 시 검출율이 약 1.8 ~ 2.9배 낮게 나타났다. 또한 토양과 잔디의 그린영역 검출율이 16% 휘어웨이영역 검출율 24%로 조사 되었다. 검출된 농

약의 종류는 살충제인 Fenitrothion이 32건, Diazinon이 10건, 제초제인 Pendimethalin이 41건으로 나타났으며 농약 잔류량의 범위는 0.01 ~ 9.67mg/kg으로 조사되었다<그림 6>. 농약 잔류량 성분이 검출된 골프장은 <표 10>에 나타내었는데 도내 16개 골프장 중 진주 CC와 힐튼남해 GC를 제외한 14개 골프장에서 검출되었다.



<그림 6> 2007년도 도내 골프장 농약 잔류 현황

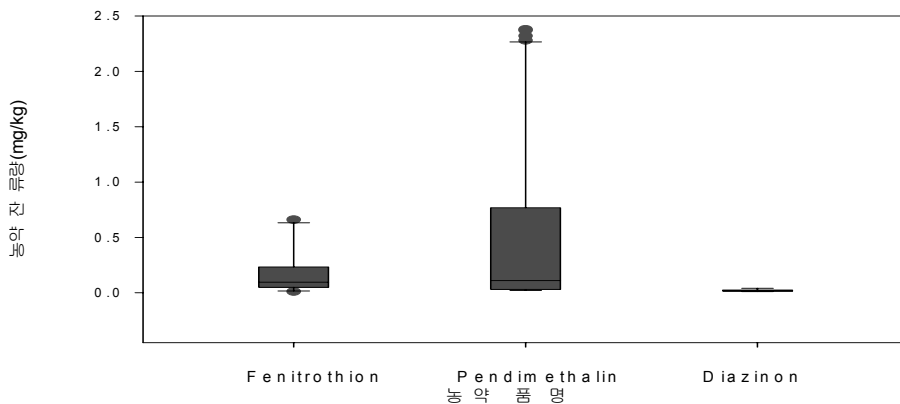
<표 10> 2007년도 골프장별 농약 잔류량 현황

골프장명	농약 잔류량(mg/kg)		
	Fenitrothion	Diazinon	Pendimethalin
15개소(83지점)	32지점	10지점	41지점
창원	0.06~0.08(3)		
가야(대중)	0.02~2.05(6)		
가야	0.07~0.18(3)		0.12~0.77(4)
정산	0.02~0.12(3)		
힐튼남해	0.07~0.08(2)	0.09(1)	0.28(1)
동부산	0.01~0.10(7)		0.06~9.60(4)
부곡	0.04~0.21(2)		0.05~9.66(6)
에이원		0.01~0.06(9)	0.03~7.03(8)
용원	0.01~0.03(3)		0.01~9.67(8)
창원	0.01~0.88(3)		
통도			0.07~1.38(3)
레이크힐스 경남			0.02(1)
에텐밸리			0.02(1)
진해해군			0.04~3.9(4)
사천공군			0.01(1)

#### 4. 2008년도 농약 잔류량

검사한 총 검체수는 토양과 잔디가 각각 224건, 유출수가 34건이었으며 시료별 농약의 검출율은 토양이 19%(42건), 잔디가 15%(34건)으로 전년도와 비교 시 검출율이 토양은 약간 증가하고 잔디는 다소 감소하였다. 또한 토양과 잔디의 그린영역 검출율이 12% 페어웨이영역 검출율 17%로 조사되었다.

검출된 농약의 종류는 살충제인 Fenitrothion이 17건, Diazinon이 13건, 제초제인 Pendimethalin이 14건으로 나타났으며 농약 잔류량의 범위는 0.01 ~ 2.38mg/kg으로 조사되었다<그림 7>. 농약 잔류량 성분이 검출된 골프장은 <표 11>에 나타내었는데 도내 17개 골프장 중 창원 CC, 진주 CC, 통도 CC, 부곡 CC, 아델스코트 CC, 공군체력단련장, 해군체력단련장을 제외한 10개 골프장에서 검출되었다.

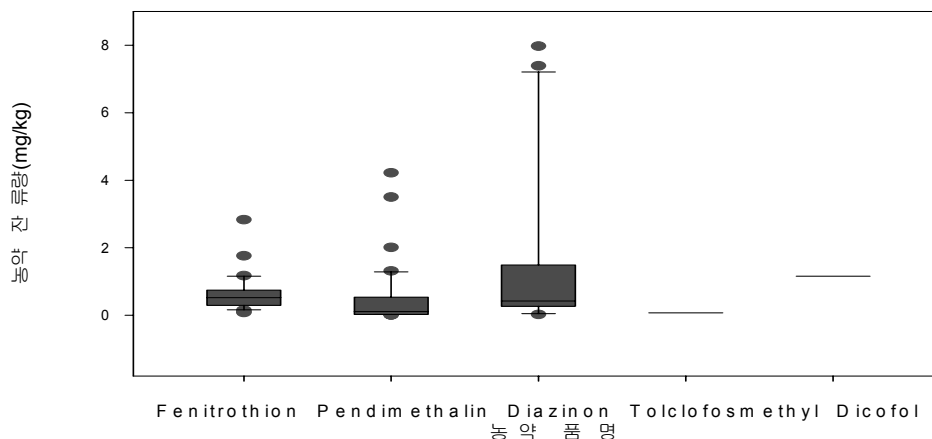


<그림 7> 2008년도 도내 골프장 농약 잔류 현황

골프장명	농약 잔류량(mg/kg)		
	Fenitrothion	Diazinon	Pendimethalin
10개소(76지점)	17지점	13지점	14지점
정산	0.02(1)	0.01~0.04(4)	0.02~2.28(15)
가야	0.01~0.21(4)		0.02~0.63(9)
가야(대중)			0.02~0.22(4)
에덴밸리		0.02(2)	
에이원		0.01~0.02(4)	
동부산			0.08~2.38(12)
용원	0.05~0.82(12)		0.02~0.03(2)
힐튼남해		0.02~0.03(2)	
힐튼남해GC		0.04(1)	0.14(1)
레이크힐스경남			0.02~0.11(2)

검사한 총 검체수는 토양과 잔디가 각각 252건, 유출수가 39건이었으며 시료별 농약의 검출율은 토양이 23%(57건), 잔디가

19%(48건)으로 전년도와 비교 시 검출율이 약 1.2 ~ 1.3배 높게 나타났다. 또한 토양과 잔디의 그린영역 검출율이 16% 휘어웨이영역 검출율 24%로 조사 되었다.



<그림 8> 2009년도 도내 골프장 농약 잔류 현황

<표 12> 2009년도 골프장별 농약 잔류량 현황

골프장명	농약 잔류량(mg/kg)				
	Fenitrothion	Pendimethalin	Diazinon	Tolclofos-methyl	Dicofol
15개소(107지점)	39지점	41지점	24지점	1지점	2지점
창원	0.18~1.76(8)				
용원	0.08(1)	0.01~0.02(3)			
진해해군	0.10~0.97(7)				
정산		0.02~4.22(12)	0.02~0.05(3)		
롯데스카이힐	0.08~1.17(6)				
통도				0.07(1)	
에이원			0.08~7.97(21)		
동부산		0.01~1.17(8)			
공군		0.05~0.42(3)			1.08~1.23(2)
아텔스코트	0.35~0.97(4)	0.01~3.50(11)			
부곡		0.22(1)			
레이크힐스경남	0.38~1.49(2)				
힐튼남해	0.18~0.78(4)				

검출된 농약의 종류는 살충제인 Fenitrothion이 39건, Diazinon이 24건, Dicofol이 2건, Tolclofos-methyl이 1건으로, 제초제인 Pendimethalin이 41건으로 나타났으며 농약 잔류량의 범위는 0.01 ~ 7.97mg/kg으로 조사되었다<그림8>. 농약 잔류량 성분이 검출된 골프장은 <표 12>에 나타내었는데 도내 19개 골프장 중 진주 CC, 에덴밸리 C C, 가야(대중) CC, 힐튼남해 GC를 제외한 15개 골프장에서 검출되었다.

별도로 19개 골프장 인근에 농약 오염 가능성이 있는 지점의 하천수에 대하여 상·하반기 1회씩 조사하였는데 잔류농약이 전혀 검출되지 않았다.

## 6. 수계에서의 잔류농약

골프장에서 살포된 농약성분이 지하로 스며들어 지하수를 오염시킬 가능성은 있으나 토질이 화산회토로 농약성분이 지하로 유입되기 쉬운 제주도를 포함하여 우리나라 골프장 주변 지하수에 농약이 검출된 사례는 없었다. 이는 농약 미립자들이 일반적으로

「+전극」을 띠고 있어 「-전극」을 갖는 토양입자와 결합력이 강하고 이렇게 토양에 흡착된 농약은 휘발되거나 수많은 토양미생물에 의해 분해되기 때문이다.

하지만 골프장의 농약성분이 저류지 등에서 방류되어 인근 하천의 생태계를 오염시킬 가능성은 항상 가지고 있다. 농약이 일단 수계에 유입되면 기저토나 부유 현탁물에 흡착되어 수중의 농도가 감소되고 흡착된 농약은 물과 평형상태를 유지하면서 여러 가지 경로로 분해를 받아 농약의 수중농도는 경시적으로 감소된다. 기저토에 흡착된 농약은 수중에 비해 높은 것이 일반적이며 미생물은 토양에서와 마찬가지로 수계중의 농약분해자로서 중요한 역할을 한다. 수생태계는 농약의 농도와 독성 정도에 따라 오염정도가 결정된다.

환경부에서 전국 골프장 유출수 중 농약 잔류량 검사 결과를 살펴보면 2004년 검사 이후에 한 건도 검출되지 않았으나, 2001 ~ 2002년도 제주도의 자료에 의하면 농약품목 25종을 선정하여 8개 골프장을 대상으로 잔

디, 토양, 유출수 및 지하수 중 농약 잔류량을 조사한 결과 유출수에서 diazinon 등 농약성분이 11건(1.2%) 검출되었다. 따라서

골프장 인근 하천 등에 대한 농약에 따른 환경오염사고를 미연에 방지하는 시스템 구축이 고려되어야 한다.

## [부록 1] 잔디용 품목등록 농약 특성

### ▶ 살균제

품목명	일반명	유효성분(%)	독성구분	어독성
뉴아리몰 유제	nuarimol	9	저독성	3
디니코나졸 수화제	diniconazole	5	저독성	3
디페노코나졸·폴리옥신디 수화제	difenoconazole+polyoxin D	4+2.5	저독성	3
디페노코나졸 유제(10%)	difenoconazole	10	저독성	2
디페노코나졸 유제(20%)	difenoconazole	20	저독성	2
디페노코나졸 유탁제	difenoconazole	5	저독성	2
디페노코나졸 미탁제	-	-	-	-
마이클로뷰타닐 수화제	myclobutanil	6	저독성	3
만코제브·메탈락실 수화제	mancozeb + metalaxyl	56+7.5	저독성	3
메탈락실 수화제	metalaxyl	25	저독성	3
메탈락실-엠 액제	metalaxyl-M	43	보통독성	3
메탈락실-엠 유제	metalaxyl-M	48	보통독성	3
메탈락실-엠 수화제	metalaxyl-M	12	저독성	3
메트코나졸 액상수화제	metconazole	20	저독성	3
메프로닐·프로피코나졸 수화제	mepconil + propiconazole	50+4	저독성	1
메프로닐 수화제	mepconil	75	저독성	3
바실루스서브틸리스디비비1501 입제	bacillus subtilis DBB 1501	1.0×10 <sup>6</sup> cfu/mg	저독성	3
발리다마이신에이 액제	validamycin-A	5	저독성	3
비터타놀 수화제	bitertanol	25	저독성	3
사이조파미드 액상수화제	cyazofamid	10	저독성	3
사이프로코나졸 입상수화제	cyproconazole	38	저독성	3
스트렙토마이세스 고시키엔시스 액제	Streptomyces goshikiensis WYE324	1.0×10 <sup>7</sup> cfu/ml	저독성	3
스트렙토마이세스 콜롬비엔시스 액제	Streptomyces colombiensis 20	1.0×10 <sup>7</sup> cfu/ml	저독성	3
아зок시스트로빈·사이프로코나졸 액상수화제	azoxystrobin+cyproconazole	17.3+6.7	보통독성	2
아зок시스트로빈 입상수화제	azoxystrobin	47	저독성	2
아зок시스트로빈 입상수화제(50%)	-	-	-	-
에트리아졸·티오파네이트메틸 수화제	etridiazole+thiophanate-methyl	10+55	저독성	3
에트리아졸·폴리옥신디 수화제	etridiazole+polyoxin D zinc salt	10+2.25	저독성	3
에트리아졸·헥사코나졸 유제	etridiazolehexaconazole	20+3	저독성	3
에트리아졸 미탁제	etridiazole	20	저독성	3
에트리아졸 수화제	etridiazole	35	저독성	3
에트리아졸 유제	etridiazole	25	저독성	3
에폭사코나졸 액상수화제	-	-	-	-
옥사딕실·프로피네브 수화제	oxadixyl + propineb	8+56	저독성	3
이미녹타딘트리스알베실레이트·티람 수화제	iminocadine tris(albesilate)+thiram	20+48	저독성	1
이미벤코나졸 수화제	imibenconazole	15	저독성	3
이미벤코나졸 입상수화제	imibenconazole	30	저독성	3
이프로디온 수화제	iprodione	50	저독성	3



품목명	일반명	유효성분(%)	독성구분	어독성
이프로디온·티오파네이트메틸 수화제	iprodione+thiophanate-methyl	30+40	저독성	3
카벤다짐·가스가마이신 수화제	carbendazim+kasugamycin	40+3.45	저독성	3
코퍼하이드록사이드·스트렙토마이신 수화제	copper hydroxide+streptomycin	50+10	저독성	3
크레속심메틸 액상수화제	kresoxim-methyl	420	저독성	1
테부코나졸 수화제	tebuconazole	25	저독성	3
테부코나졸 유제	tebuconazole	25	저독성	3
테부코나졸 액상수화제	tebuconazole	20	저독성	3
테부코나졸 입상수화제	tebuconazole	25	저독성	3
톨클로포스메틸 수화제	tolclofos-methyl	50	저독성	3
톨클로포스메틸 액상수화제	-	-	-	-
트리아디메놀 수화제	triadimenol	5	저독성	3
티리아디메폰 수화제	triadimefon	5	저독성	3
트리포린 유제	triforine	17	저독성	3
트리플록시스트로빈 입상수화제	trifloxystrobin	50	저독성	1
트리플루미졸 수화제	triflumizole	30	저독성	2
티람 수화제	thiram	80	저독성	1
티오파네이트메틸 수화제	thiophanate-methyl	70	저독성	3
티오파네이트메틸·티람 수화제	thiophanate-methyl+thiram	50+30	저독성	1
티플루자마이드 액상수화제(21%)	thifluzamide	21	저독성	3
티플루자마이드 입제	thifluzamide	3	저독성	3
페나리몰 수화제	fenarimol	12	저독성	3
펜부코나졸·티플루자마이드 액상수화제	fenbuconazole+thifluzamide	2+2	저독성	2
펜사이큐론 수화제	pencycuron	25	저독성	3
펜사이큐론 액상수화제	pencycuron	20	저독성	3
펜사이큐론 입상수화제	pencycuron	50	저독성	3
펜사이큐론·테부코나졸 액상수화제(24%)	pencycuron + tebuconazole	20+4	저독성	3
펜사이큐론·테부코나졸 액상수화제(25%)	pencycuron + tebuconazole	15+10	저독성	3
펜사이큐론·티플루자마이드 유제	pencycuron + thifluzamide	6+1	저독성	2
포세틸알루미늄 수화제	fosetyl-Al	80	저독성	3
포세틸알루미늄 입상수화제	fosetyl-Al	77	저독성	3
폴리옥신디·티오파네이트메틸 수화제	polyoxin D zinc salt+thiophanate-methyl	1.13+40	저독성	3
폴리옥신디 수화제	polyoxin D zinc salt	2.25	저독성	3
폴리옥신디 입상수화제	polyoxin D zinc salt	5	저독성	3
프로사이미돈·만코제브 수화제	procymidone + mancozeb	15+50	저독성	2
프로파모카브하이드로클로라이드 액제	propamocarb hydrochloride	66.5	저독성	3
프로피네브 수화제	propineb	70	저독성	3
프로피코나졸 유제	propiconazole	25	저독성	2

품목명	일반명	유효성분(%)	독성구분	어독성
플루디옥소닐 수화제	fludioxonil	48.5	저독성	2
플루디옥소닐 액상수화제	fludioxonil	20	저독성	3
플루실라졸 입상수화제	flusilazole	20	저독성	3
플루톨라닐·아이소프로티올레인 수화제	flutolanil+isoprothiolane	25+20	저독성	3
플루톨라닐·아이소프로티올레인 유제	flutolanil+isoprothiolane	12+20	저독성	3
플루톨라닐·프로파모카브하이드로클로라이드	flutolanil+propamocarbhydrochloride	5+35	저독성	3
플루톨라닐 유제	flutolanil	15	저독성	2
피라클로스트로빈 입상수화제	pyraclostrobin	18.8	저독성	1
피라클로스트로빈 유제	pyraclostrobin	22	저독성	1
하이멕사졸·메타락실 액제	hymexazol + metalaxyl	30+4	저독성	3
하이멕사졸·메타락실-엠 액제	hymexazol + metalaxyl-M	30+2	저독성	3
하이멕사졸 액제	hymexazol	30	저독성	3
헥사코나졸 수화제	hexaconazole	5	저독성	3
헥사코나졸 액상수화제(2%)	hexaconazole	2	저독성	3
헥사코나졸 액상수화제(5%)	hexaconazole	5	저독성	2
헥사코나졸 입상수화제	hexaconazole	2	저독성	3

#### ▶ 살충제

품목명	일반명	유효성분(%)	독성구분	어독성
다이아지논·에토펜프로스 수화제	diazinon + ethofenprox	25+8	저독성	2
델타메트린 유제	deltamethrin	1	보통독성	1
비펜트린 입제	bifenthrin	0.2	저독성	1
사이플루트린·테부피림포스 입제	cyfluthrin+tebupirimfos	0.1+2	저독성	3
에토펜프로스·테부페노자이드 유제	etofenprox+tebufenozide	10+4	저독성	3
에토펜프로스 수화제	ethofenprox	10	저독성	3
에토프로포스 입제	ethoprophos	5	저독성	3
이미다클로프리트 액상수화제	imidacloprid	8	보통독성	3
이미다클로프리트 분산성액제	imidacloprid	20	저독성	3
카두사포스 입제(6%)	cadusafos	6	저독성	2
카보설펜 입제(3%)	carbosulfan	3	저독성	3
클로르피리포스·디플루벤주론 수화제	chlorpyrifos+diflubenzuron	20+7	보통독성	2
클로르피리포스메틸 유제	chlorpyrifos-methyl	25	보통독성	2
트랄로메트린 유제	tralomethrin	1.3	보통독성	1
티아메톡삼 입상수화제(23.5%)	thiamethoxam	23.5	저독성	3
페니트로티온 유제	fenitrothion	50	저독성	3
피라클로포스 수화제	pyraclofos	35	저독성	1

▶ 제초제

품목명	일반명	유효성분(%)	독성구분	어독성
디티오피르 · 페녹술람 수화제	dithiopyr + penoxsulam	10+1.5	저독성	3
디티오피르 수화제	dithiopyr	38	저독성	2
디티오피르 유제	dithiopyr	32	저독성	2
리뉴론 · 티오벤카브 유제	thiobencarb+linuron	10+60	보통독성	3
메코프로프 액제	mecoprop	50	보통독성	3
메코프로프-피 액제	mecoprop-P	47.4	보통독성	3
메타미포프 유제(10%)	metamifop	10	저독성	1
벤타존 · 엠시피에이 액제	bentazone + MCPA	31+4.6	저독성	3
벤플루랄린 · 아이속사벤 수화제	benfluralin + isoxaben	50+4.5	저독성	3
벤플루랄린 유제	benfluralin	25	저독성	2
비스피리박소듐 액제	bispyribac-sodium	2	저독성	2
사이클로설파퓨론 수화제	cyclosulfamuron	10	저독성	3
아슬람소듐 수용성입제	asulam sodium	87.6	저독성	3
아슬람소듐 액제	asulam sodium	37	저독성	3
아이속사벤 액상수화제	isoxaben	50	저독성	3
아이오도설파퓨론메틸소듐 입상수화제	iodosulfuron-methyl sodium	10	저독성	3
에토피메세이트 액상수화제	ethofumesate	42	저독성	3
엠시피에이 액제	MCPA	50	저독성	3
오리잘린 액상수화제	oryzalin	40	저독성	3
옥사디아길 액상수화제	oxadiargyl	34.5	저독성	3
옥사디아존 · 펜디메탈린 유제	oxadiazon+pendimethalin	4+15	저독성	2
옥사지클로메폰 액상수화제	oxaziclomefone	30	저독성	2
옥시플루오르펜 유제	oxyfluorfen	23.5	저독성	2
이마자퀸 액제	imazaquin	20	저독성	3
이마자퀸 입제	imazaquin	3	저독성	3
카펜스트롤 액상수화제	cafenstrole	40	저독성	3
카펜트라존에틸 유탁제	carfentrazone-ethyl	21.3	저독성	3
카펜트라존에틸 입상수화제	carfentrazone-ethyl	40	저독성	3
트리클로피르티이에이 액제	triclopyr-TEA	30	저독성	3
트리플록시설파퓨론소듐 입상수화제	trifloxysulfuron-sodium	72.5	저독성	3
페녹사프로프-피-에틸 유제	fenoxaprop-P-ethyl	7	저독성	2
페녹술람 · 피라조설파퓨론에틸입제(0.13%)	penoxsulam+pyrazosulfuron-ethyl	0.08+0.05	저독성	3
페녹술람 액상수화제(3%)	penoxsulam	3	저독성	3
펜디메탈린 입상수화제	pendimethalin	57	저독성	3
펜디메탈린 액상수화제	pendimethalin	45	저독성	2
펜디메탈린 캡슐현탁제	pendimethalin	35.7	저독성	3
프로디아민 입상수화제	prodiamine	63	저독성	3
플라자설파퓨론 수화제	flazasulfuron	10	저독성	3

품목명	일반명	유효성분(%)	독성구분	어독성
플라자설프론 입제	flazasulfuron	0.15	저독성	2
플라자설프론 입상수화제	flazasulfuron	25	저독성	3
플루록시피르메틸 유제	fluroxypyr - mepthyl	20	저독성	3
플루세토설프론 · 이마자퀸 입제	flucetosulfuron + imazaquin	0.3+2	저독성	3
플루세토설프론 · 이마자퀸 입상수화제	flucetosulfuron + imazaquin	5+10	저독성	3
플루세토설프론 · 피라조설프론에틸	flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl	4+3	저독성	3
플루세토설프론 수화제	flucetosulfuron	50	저독성	3
플루세토설프론 입제(0.5%)	flucetosulfuron	0.5	저독성	3
피라조설프론에틸 수화제	pyrazosulfuron-ethyl	5	저독성	3
피라조설프론에틸 입상수화제	pyrazosulfuron-ethyl	5	저독성	3
피리뷰티카브 수화제	-	-	-	-
글리포세이트암모늄 · 옥시플루오르펜	glyphosateammonium+oxyfluorfen	36+2	저독성	3
트리넥사팍에틸 미탁제	trinexapac-ethyl	25	저독성	3
프로헥사디온칼슘 액상수화제	prohexadione-calcium	20	저독성	3

▶ 생장조절제

품목명	일반명	유효성분(%)	독성구분	어독성
트리넥사팍에틸 미탁제	trinexapac-ethyl	25	저독성	3
프로헥사디온칼슘 액상수화제	prohexadione-calcium	20	저독성	3

## [부록 2] 골프장 검사 농약의 특성

농약명	용 도	특 성	인체영향
1.Dichlorovos $C_4H_7Cl_2O_4P$ 유기인계	○ 살충제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 저독성 및 속효성의 유기인제이며, 위생 해충의 방제약제로도 사용되고 있음.</li> <li>○ 온실과 비닐하우스 내의 진딧물류, 응애류방제와 창고에서 저장물의 해충 방제에 사용됨.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인축에 대한 독성이 비교적 강한 편임.</li> <li>○ 어류에 대한 독성은 다른 유기인제에 비해 강함.</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 50-70 mg/kg</li> </ul>
2.Methidathion $C_6H_{11}N_2O_4PS_3$ 유기인계	○ 살충제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스위스Ciba-Geigy사에서 1966년 개발, 세계각국에서 널리 사용되고 있음.</li> <li>○ 접촉 독 및 소화중독 효과와 더불어 우수한 침투효과를 나타냄.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 거의 모든 작물에 약해의 우려가 없이 안전하게 사용.</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 26mg/kg</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경피독성 <math>LD_{50}</math> : 1,546mg/kg</li> </ul>
3.Parathion $C_{10}H_{14}NO_5PS$ 유기인계	○ 살충제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 각종 해충방제에 사용하여 좋은 방제 효과를 보았지만, 식물에 살포하면 햇빛, 비 등에 의하여 소실됨.</li> <li>○ 식물체내에 침입한 것은 식물체내 효소에 의하여 점차 분해되며, 동물체내에 침입한 것은 활성화 되어 강력한 살충력을 나타내 지만, 체내의 효소에 의하여 분해가 일어남.</li> <li>○ 이 물질은 물에 가수분해도 되지만, 알칼리에 의한 분해는 더욱 빠르며 그 분해물은 살충력을 상실함.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인축에 대한 독성이 강하여 사용상 큰 제한을 받고 있음.</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 6.15 mg/kg</li> </ul>
4.Triazophos $C_{12}H_{16}N_3O_3PS$ 유기인계	○ 살충, 살비, 살선충제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 접촉독 및 소화중독으로 살충효과를 나타내며, 다른 유기인계와 같이 신경기능 저해제임.</li> <li>○ 이 약제는 식물체내로 깊숙이 침투되지만 이행성은 없고 적용 범위가 넓은 살충제로서 흡습성 및 저작성 해충에 효과 있음. 또한 응애의 알, 약충, 성충 및 선충류에도 효과가 있음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고독성농약으로 분류.</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 66 mg/kg</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경피독성 <math>LD_{50}</math> : 1,100 mg/kg</li> </ul>
5.EPN $C_{14}H_{14}NO_4PS$ 유기인계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 살비제</li> <li>○ 살충제</li> </ul> <p>-녹는점 (36.0℃) -비 중 (1.27)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 황색의 결정성분말로 산성중성용액에서는 안정하나 알칼리성 용액에서는 가수분해를 일으킴.</li> <li>○ 주로 접촉제 및 소화중독제로서 작용하며 지효성이나 잔효성이 있으며 특히, 벼·채소·과수 등의 광범위한 해충에 대하여 유효함.</li> <li>○ 토양 해충에 대하여 효과가 좋음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인축에 대한 독성이 낮음.</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 24mg/kg</li> </ul>

농약명	용 도	특 성	인체영향
6. Demeton -S-methyl  $C_6H_{15}O_3PS_2$  유기인계	○ 살충제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 메타시스톡스로 시판되고 있으며, 진딧물, 응애류와 같은 흡즙성 해충에는 효과가 좋음.</li> <li>○ 침투 이행성이므로 줄기, 잎에 살포하면 2-3일 후 도포하면 수일 후에 효과가 나타남.</li> <li>○ 잔류효력은 15-20일 내외이지만, 고온이면 짧고 저온이면 더 길어짐.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인축에 대한 독성이 강하고 특정 독극물로 지정되어 있음.</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 10 mg/kg</li> </ul>
7. Metham dophos  $C_2H_8NO_2PS$  유기인계	○ 살충제  - 녹는점 (44.5℃) - 비 중 (1.31)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해충의 신경기능에 중요한 acetylcholine sterase 효소의 활동을 저해함으로써 살충 효과를 나타냄.</li> <li>○ 과일, 야채, 감자, 옥수수 등에 사용.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 30-50 mg/kg</li> </ul>
8. Mono crotophos  $C_7H_{14}NO_5P$  유기인계	○ 살충, 살비제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스위스 Ciba-Geigy사에서 1965년 개발, 세계 각국에서 널리 사용되고 있음.</li> <li>○ 흡즙성 해충 자작성 해충 및 응애에 대하여 좋은 방제효과를 나타냄.</li> <li>○ 잎으로 침투되어 식물체내에서 위쪽으로 이행되는 침투 이행성 약제로서 강력한 소화중독과 접촉 독에 의하여 약효를 발휘함.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 14-23 mg/kg</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경피독성 <math>LD_{50}</math> : 336 mg/kg</li> </ul>
9. Phos phamidon  $C_{10}H_{19}ClNO_5P$  유기인계	○ 살충제  - 녹는점 (162.0℃) - 비 중 (1.213)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스위스의 Ciba-geigy사에서 56년에 개발 강력한 소화중독효과 및 접촉효과를 지니고 있는 침투 이행성 살충제로 한국에서 71년 Phospham 등록 시판.</li> <li>○ 무색무취의 액체로 부식성을 지니며 산성 용액에서 안정하나 알칼리성 용액에서는 가수분해를 일으킴.</li> <li>○ 식물의 조직·잎 등을 통해 식물체 안으로 즉시 침투 이행하여 해충에 효과적임.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고독성 농약으로 극물로 취급됨.</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 17.4mg/kg</li> <li>○ 물고기, 조류 야생동물에 독성이 강함</li> </ul>

농약명	용 도	특 성	인체영향
10.Omethoate $C_5H_{12}NO_4PS$ 유기인계	○ 살충, 살비제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1965년 독일의 Bayer사가 1959년에 개발한 Dimethoate의 산화 유사체.</li> <li>○ 유기인계의 침투이행성 살충효과와 응애에 대한 살비효과를 겸함.</li> <li>○ 강력한 침투이행성 약제로서 접촉독 및 식독으로 작용.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 306-333 mg/kg</li> <li>○ 토끼에 대한 급성경피독성 <math>LD_{50}</math> : 61.4 mg/kg</li> </ul>
11.Endosulfan 유기염소계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 살충제</li> <li>○ 방충제</li> <li>-녹는점 (70-100°C)</li> <li>-비 중 (1.75)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 비교적 독성이 높고, 발작물 및 과수에 광범위하게 사용되는 살충제로 속효성이고 잔효성을 가짐.</li> <li>○ 토양 흡착계수가 비교적 크고 물에 대한 용해도가 낮기 때문에 지하수로의 이동성은 매우 낮음.</li> <li>○ 가수분해 및 약산에 안정적이고 알칼리에 쉽게 분해됨.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인축에 대한 급성독성 강함.</li> <li>○ 분말 흡입시 두통, 졸음, 메스꺼움, 구토 등</li> <li>○ 피부노출시 은반점, 가려움</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 40 - 60 mg/kg</li> </ul>
12.Methomyl $C_5H_{10}N_2O_2S$ 카바메이트계	○ 살충제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 카바메이트계의 속효성 살충제로서 잔류효력은 길지 않음. 해충에 유효하지만 잔류독성 때문에 벼와 채소의 해충방제에 사용.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 어독성이 낮고, 일반사용 에서 약해의 염려 없음.</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 50mg/kg</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경피독성 <math>LD_{50}</math> : 3,600mg/kg</li> </ul>
13.Benfuracarb $C_{20}H_{30}N_2O_5S$ 카바메이트계	○ 살충제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 접촉 및 식독작용이 있는 침투 이행성 약제로 그 자체로는 ACh-E 저해력이 낮으나 곤충체내에서 carbofuran으로 전환, 활성화되어 해충의 ACh-E를 강력히 저해함으로써 살충효과를 보이는 약제임.</li> <li>○ 토양처리제로 사용되나, 종자처리 또는 육묘상 처리용으로도 사용됨.</li> <li>○ 채소나 과일 등 원예작물에 경엽처리용 으로도 사용.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 보통 독성 살충제로 어지럼증, 두통, 메스꺼움, 구토, 복통, 설사 등</li> <li>○ 우울증과 폐동맥 부종</li> </ul>

농약명	용 도	특 성	인체영향
14. Pyraclophos <chem>C14H18ClN2O3PS</chem> 유기인계	○ 살충제	○ 액체상태이며, 대부분 유기용매와 잘 혼합하고 약간의 수용성임.	○ 피부나 눈에 접촉시 피부 자극, 눈접막에 자극 ○ 쥐에 대한 급성경구독성 LD <sub>50</sub> : 237mg/kg
15. Fenitrothion <chem>C9H12NO5PS</chem> 유기인계	○ 살충제	○ '60년도 일본에서 개발, 식물에 대한 침투성이 있고 온혈동물에 독성이 낮으며 인축에 대해 저독성임. 살충력은 강함 광범위한 농작물의 해충 방제용. ○ 담황색의 액체이며, 물에는 거의 녹지 않으나 알칼리에서는 불안정.	○ 갑갑류, 수서곤충 독성 강함. ○ 보통독성(Ⅲ급) ○ 쥐에 대한 급성경구독성 LD <sub>50</sub> : 788 mg/kg
16. Phenthoate <chem>C12H17O4PS2</chem> 유기인계	○ 살충제 - 녹는점 (17-18℃) - 비 중 (1.236)	○ 이탈리아 Monte Catimi사 및 독일 Bayer사 개발. 저독성 살충제, 한국에서는 84년부터 해충 방제제로 사용. ○ 순수한 것은 무색 결정체이나 공업용은 연붉은 황색의 점조성 액체이며 산성, 중성용액에서 안정하나 알칼리성 용액에서는 가수분해를 일으키며, 물에는 약간 녹음. ○ 알콜, 헥산, 아세톤 등의 유기용매에 녹음.	○ 과수 및 농사에 사용. ○ 분진 흡입시 권태감, 두통, 구토, 설사 등, 심할 경우는 보행곤란, 언어장애, 경련, 의식불명. ○ 피부나 눈에 접촉시 점막 자극 염증. ○ 쥐에 대한 급성경구독성 LD <sub>50</sub> : 200mg/kg
17. Chloro pyrifos <chem>C9H11Cl3NO3PS</chem> 유기인계	○ 살충제	○ '88년 이후 해충방제산업에 널리 이용. ○ 물에서 pH와 온도의 증가에 따라 가수분해가 일어남. ○ 무색의 과립형 결정고체로 160℃에서 분해하며 알칼리 용액에서 가수분해를 일으킴.	○ 보통독성(Ⅲ급), ○ 어독성 I 급 ○ 쥐에 대한 급성경구독성 LD <sub>50</sub> : 135 ~163 mg/kg
18. Bensulide <chem>C14H24NO4PS3</chem> 유기인계	○ 제초제 - 끓는점 (34.4℃) - 비 중 (1.25)	○ 미국에서 잔디 중에 잡초 제거용으로 1964년도 최초 등록, 68년도에 작물에도 등록. ○ 무색 또는 호박색의 고체로써 일년생 잡초나 잎이 넓은 풀에 적용. ○ 아세톤, 알콜, 자일렌 등에 잘 녹으며 물에는 약간의 가용성임.	○ 분진을 흡입시 유독함. ○ 피부나 눈에 접촉시 피부자극 및 눈의 점막 자극 ○ 쥐에 대한 급성경구독성 LD <sub>50</sub> : 271 mg/kg



농약명	용 도	특 성	인체영향
19.Diazinon $C_{12}H_{21}N_2O_3PS$ 유기인계	○ 살충제 -끓는점 (83-84℃) -비 중 (1.116)	○ '52년 스위스 가이거사에서 개발, 한국에서는 '59년 무렵부터 사용. ○ 접촉제, 소화중독독제로서 작용하며, 혼중작용도 있음. ○ 독성이 약하기 때문에 파리, 모기와 같은 위생 해충과 가축 해충을 없애는데 효과적임.	○ 인축에 대한 급성 독성은 비교적 낮은 편임. ○ 쥐에 대한 급성경구독성 $LD_{50}$ : 87~90mg/kg
20.Tolclofos-methyl $C_9H_{11}Cl_2O_3PS$ 유기인계	○ 잔디의 Brown Patch ○ 살균제 - 녹는점 (78-80℃)	○ 일본 가우화학에서 개발 ○ 토양전염병의 방제제임, 주로 토양처리와 종자 또는 씨감자의 처리제. ○ 백색의 고형 결정체로 열, 광선 및 습기에는 안정하지만 알칼리성에서는 쉽게 분해됨.	○ 저독성 (IV급) ○ 눈과 피부 자극성 없음. ○ 쥐에 대한 급성경구독성 $LD_{50}$ : 5000mg/kg
21.Captan $C_9H_6Cl_3NO_2S$ 유기염소계	○ 살균제 ○ 세균발육 억제제 -녹는점 (178.0℃) -비 중 (1.74)	○ Orthocide라는 이름으로 알려져 있으며, 한국에서는 '캡탄' 이라는 이름으로 고시. ○ 무색의 결정성고체로 가연성이며 알칼리 용액에서 빠르게 가수분해를 일으킴. ○ 그 자체는 부식성이 없으나 분해 산물은 부식성 이 있으며, 캡탄의 살균성은 과수나 채소에 발생하는 광범위한 병해에 효과가 있으나 한국에서는 배의 검은별 무늬병, 인삼의 탄저병, 뽕나무의 눈마름병 및 맥류의 줄무늬 마름병 방제약제로 사용.	○ 피부나 눈에 접촉시 피부 염증 및 점막을 자극 충혈, 결막염. ○ 흡입. 삼켰을 경우 흥분, 전신 권태 의식 불명, 기관지 천식과 발작 및 구토, 설사, 호흡 곤란 ○ 쥐에 대한 급성경구독성 $LD_{50}$ : 6,000mg/kg으로 낮지만 피부에 자극성
22.Chlorothalonil 유기염소계	○ 살균제 -녹는점 (250-251℃) -비 중 (1.7)	○ Bravo 또는 Daconil이라는 상품명으로 개발한 살균 제로서 한국에서는 "타로닐"이란 상품명으로 고시되어 사용. ○ 무색 무취의 가연성 결정체로 산·알칼리에 안정한 화합물이며 자일렌, 아세톤, 부탄올 등에 약간가용. ○ 금속의 부식성도 없으며, 채소나 각종 작물에 발생하는 병해에 대하여 광범위한 방제효과를 보임.	○ 흡입시 전신 권태감, 두통, 현기증, 근육경련, 의식불명 등 ○ 피부나 눈에 접촉시 두드러기, 가려운 반점 및 점막을 자극 하여 염증 또한 전신독성을 나타낼 수 있음. ○ 쥐 및 토끼 급성경구독성 $LD_{50}$ : 1,000mg/kg이상

농약명	용 도	특 성	인체영향
23.Dicofol  C <sub>14</sub> H <sub>9</sub> Cl <sub>5</sub> O  유기염소계	○ 살충, 살비제  -녹는점 (78.5℃) -비 중 (1.45)	○ 55년 미국 Roham 및 Hoss사에서개발 DDT와 유사한 화합물이나 다른 곤충에 대해서는 효과가 없으므로 천적에도 별로 해가 없으며 각종 응애류의 성충·유충 및 알에 대하여 효과가 있음. ○ 무색의 고체이며 공업용은 황색의 점조성(粘稠性) 액체로 알칼리 용액에서 가수분해.	○ 인축에 대한 독성은 낮음 ○ 만성독성도 DDT에 비하여 약함. ○ 어패류에 대한 독성은 별로 문제되지 않음. ○ 쥐에 대한 급성경구독성 LD <sub>50</sub> : 809±33mg/kg(♂), 684±16mg/kg(♀)
24.Tralo methrin  C <sub>22</sub> H <sub>19</sub> Br <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>  피레스 로이드계	○ 살충제  -녹는점 (138-148) -비 중 (1.7)	○ 스위스 Roussel Uclaf사에서 86년개발. ○ 오렌지 또는 황색의 수지와 같은 고체의 농사용 살충제 이용됨. ○ 아세톤, 디클로로메탄, 톨루엔, 크실렌, 알코올 등에 녹음.	○ 인축 급성독성 낮음. ○ 분진흡입시 오심, 구토, 현기증, 따가움 등의 증상. ○ 피부에 접촉시 물집이 생김. ○ 쥐에 대한 급성경구독성 LD <sub>50</sub> : 99 -3000mg/kg
25.Delta methrin  C <sub>22</sub> H <sub>19</sub> Br <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>  피레스 로이드계	○ 살충제	○ 접촉 및 소화중독에 의하여 광범위한 살충 효과를 나타냄. ○ 해충의 신경기능 저해제로 특히 곤충에 대한 특이성 효과를 지니고 있고 광선과 고온에 안정. ○ 약제는 식물체와의 강한 친화력을 가지고 있어 잔효력이 비교적 긴 편임.	○ 인축은 저독성임. ○ 쥐에 대한 급성경구독성 LD <sub>50</sub> : 135mg/kg ○ 토끼에 대한 급성경피독성 LD <sub>50</sub> : 2,000mg/kg
26.Cyhalo thrin  C <sub>23</sub> H <sub>19</sub> ClF <sub>3</sub> NO <sub>3</sub>  피레스 로이드계	○ 살충제  -녹는점 (49.2 )	○ 영국 ICI사에의해 독자적 개발, 한국에서는 86년에 halothrin등록 시판 ○ 접촉독 및 소화중독으로 살충효과를 나타내며, 내광성이 높아 포장상태에서 잔효성도 비교적 긴 편임. ○ 인축에 대하여 저독성이면서 살충력이 강하여 광범위한 해충에 효과가 있음.	○ 어독성이 높음. ○ 쥐에 대한 급성경구독성 LD <sub>50</sub> : 1,426mg/kg

농약명	용 도	특 성	인체영향
27.Thiopa nate-methyl  $C_{12}H_{14}N_4O_4S_2$  카바메이트계	○ 살충제  - 녹는점 (177- 178℃)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 비닐하우스의 잿빛 곰팡이병이나 균핵병 등의 치료에 탁월한 효과.</li> <li>○ 가수분해로 생기는 카벤다짐으로 살균작용을 나타내는데 카벤다짐은 병원균의 세포분열을 저해하는 작용을 하고 특히 자낭균류에 대하여 효과를 나타냄.</li> <li>○ 경엽을 통해서 침투하고 뿌리에서도 잘 흡수되고 낮은 농도에서도 활성이 높아 잔효성이 뛰어나며 예방과 치료효과를 함께 가짐.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 저독성인.</li> <li>○ 어독성 문제되지 않음.</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 3,400/kg</li> </ul>
28.Carbo furan  $C_{12}H_{15}NO_3$  카바메이트계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침투살충제</li> <li>○ 진드기살충</li> <li>○ 선충류살충</li> </ul> - 녹는점 (150- 153℃) - 비 중 (1.18)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침투 이행성살충제로 서식물의 뿌리·경엽을 통해 식물체내로 침투하여 식물을 섭식하는 해충의 신경계 활성 기능을 억제함.</li> <li>○ 접촉성 살충력이 있어 약제가 물에 녹으면 주성분이 활성을 띠어 약제가 해충표면에 닿으면 호흡장애를 일으켜 살충력을 발휘.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 독물(고독성)로 취급됨.</li> <li>○ 쥐에 대한 급성 경구독성 <math>LD_{50}</math> : 11mg/kg</li> <li>○ 토끼에 대한 급성경구독성 1,200mg/kg</li> <li>○ 송어에 대한 어독성 <math>LC_{50}</math> : 0.28ppm으로 높음</li> </ul>
29.Pendi methalin  $C_{13}H_{19}N_3O_4$  디니트로 아닐린계	○ 제초제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 비교적 독성(저독성)이 낮고, 식물의 뿌리나 싹으로 흡수되어 세포분열 및 성장을 억제하는 제초제로 일년생잡초제거에 광범위하게 사용 (잔효기간 45 - 60일).</li> <li>○ 토양흡착계수가 비교적 크고 물에 대한 용해도가 낮기 때문에 지하수로의 이동성은 매우 낮음 (토양이동성은 1 - 2cm).</li> <li>○ 가수분해에 안정적이나 수계에 존재시 태양광에 의해 분해될 수 있고 수중의 부유성 물질과 결합하여 침전되어 혐기성조건이 이루어지면 빠르게 분해됨.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인축에 대한 급성 독성은 매우 낮음, 체내 소화기를 통해 혈류로 흡수되면 신장과 간에서 신진대사가 이루어져 배설물로 배출.</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 1050-1250mg/kg</li> </ul>
30.Oxine copper  $C_{18}H_{12}CuN_2O_2$  유기동계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 살균제</li> <li>○ 종자 소독제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한국에서는 ‘옥시동’ 으로 고시되어 있으며 녹색색 결정성 물질로서 200℃까지는 안정한 화합물.</li> <li>○ 물·, 에탄올 및 일반 유기용매에는 불용성이나 피리딘에는 약간 녹음.</li> <li>○ 아미노기와 카복실기에 친화력이 강하여 단백질이나 효소와 결합하는 일종의 효소 억제 작용을 통하여 식물의 잎을 침범하는 곰팡이에 대하여 살균작용이 있음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 벌에 대한 독성도 낮음.</li> <li>○ 쥐에 대한 급성경구독성 <math>LD_{50}</math> : 10,000mg/kg</li> </ul>

※ 1~13번은 고독성 농약이며 14~30번은 보통·저독성 농약임



# 부 록

- ☐ 일 반 현 황
- ☐ 사 업 실 적
- ☐ 역 대 간 부 명 단



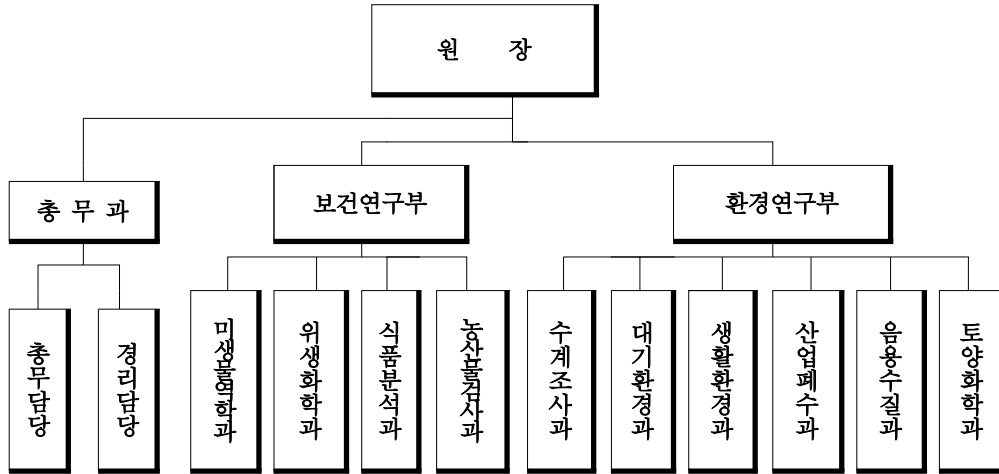
## 일 반 현 황

### 1. 연 혁

- 1945. 10. 1. 경상남도위생시험소 설치(부산시 초량동)
- 1950. 10. 5. 세균검사소 신설
- 1951. 10. 8. 세균검사소를 경상남도위생시험소에 병합
- 1964. 3. 16. 청사이전(부산시 초량동 → 부산시 충무동)
- 1975. 12. 15. 경상남도보건연구소로 개칭(법률 제2858호)
- 1981. 7. 10. 청사 신축이전(부산시 충무동 → 마산시 봉암동)
- 1987. 12. 31. 경상남도보건환경연구소로 확대개편(경상남도조례 제1691호)
- 1991. 5. 4. 직제개편 수질검사와 신설(경상남도조례 제1876호)
- 1991. 5. 28. 경상남도보건환경연구원으로 개칭(법률 제4356호)
- 1991. 11. 2. 기기분석과를 해양조사과로 개칭(경상남도규칙 제1945호)
- 1993. 5. 24. 청사 신축이전(마산시 → 창원시 사림동 현위치)
- 1994. 12. 31. 경상남도 직속기관으로 승격(대통령령 제14480호)
- 1997. 7. 10. 환경조사과, 해양조사과를 각각 대기환경조사과, 수질환경조사과로 개칭(경상남도규칙 제2368호)
- 1998. 8. 31. 직제개편 통·폐합 11개과 → 9개과(경상남도조례 제2622호)
- 2000. 6. 10. 직제개편 통·폐합 9개과 → 8개과(경상남도조례 제2778호)
- 2003. 12. 11. 직제개편 대기관측과 신설(경상남도조례 제3011호)
- 2004. 11. 18. 약품분석과를 위생화학과로 개칭  
(경상남도규칙 제2710호)
- 2008. 7. 3. 산업대기과와 대기관측과를 대기환경과로 통폐합  
(경상남도규칙 제2830호)
- 2009. 10. 15. 직제개편 농산물검사와 신설(경상남도규칙 제2886호)
- 2010. 4. 30. 직제개편 생활환경과 신설(경상남도규칙 제2909호)

## 2. 기구 및 정·현원

○ 기구 : 1課(2담당), 2部(10科)



### ○ 정·현원

연도별	구분	계	행 정 직					보건의료 직 7급	환경직 7-8급	전기직 7급	연구 직						기능직 (교용직)	
			5급	6급	7급	8급	9급				보 건		환 경		농 업			
											연구관	연구사	연구관	연구사	연구관	연구사		
97	정원	105	1	2	1	1		1	1	1	82	6	19	8	43	1	5	16
	현원	104	1	2	1			1	1	1	77	6	17	8	40	1	5	21
98	정원	87	1	2	1			1	1	1	68	6	15	7	38		가축위생 2	13
	현원	95	1	2	1			1	1	1	72	6	17	(전문계약직1) 7	40		가축위생 2	17
99	정원	88	1	2	1			1	1	1	68	6	15	7	38		가축위생 2	14
	현원	90	1	2	1			1	1		69	6	16	(전문계약직1) 7	38		가축위생 2	16
2000	정원	77	1	2	1			1	1	1	59	5	14	7	31		가축위생 2	13
	현원	77	1	2	1			1	1		58	5	14	(계약직나급1) 7	30		가축위생 2	14
2001	정원	75	1	2	1			1	1		58	5	14	7	30		가축위생 2	12
	현원	75	1	2	1			1	1		58	5	14	(계약직나급1) 7	30		가축위생 2	12
2002	정원	75	1	2	1			1	1		58	5	14	7	30		가축위생 2	12
	현원	74	1	2		1		1	1		58	5	14	(계약직나급1) 7	30		가축위생 2	11
2003	정원	81	1	2	1			1	3		61	5	14	8	32		가축위생 2	12
	현원	79	1	2	1			1	3		58	5	14	(계약직나급1) 7	30		가축위생 2	12
2004	정원	82	1	2	1		1	1	3		61	5	14	8	32		가축위생 2	12
	현원	79	1	2	1			1	3		60	5	14	(계약직나급1) 7	32		가축위생 2	11
2005	정원	82	1	2	1		1	1	3		61	5	14	8	32		가축위생 2	12
	현원	81	1	2	2			1	3		60	5	14	(계약직나급1) 8	31		가축위생 2	12
2006	정원	83	1	2	1		1	1	3		62	5	14	9	32		가축위생 2	12
	현원	82	1	2	1	1		1	3		62	5	14	(계약직나급1) 9	32		가축위생 2	11
2007	정원	82	1	2	1		1	1	3		61	5	14	(계약직나급1) 8	32		수의연구 2	12
	현원	81	1	2	1	1		1	3		60	5	14	(계약직나급1) 8	31		수의연구 2	12
2008	정원	78	1	2	1		1	1	3		58	5	13	(계약직나급1) 7	31		수의연구 2	11
	현원	80	1	2	1	1		1	3		59	5	14	(계약직나급1) 7	31		수의연구 2	12
2009	정원	78	1	2	1		1	1	3		58	5	13	(계약직나급1) 7	31		수의연구 2	11
	현원	82	1	1	3	2			2		60	5	14	(계약직나급1) 7	32		수의연구 2	13
2010	정원	79	1	(농업1) 3	1		1		2		63	5	13	(계약직나급1) 9	31		(수의연구2) 3	10
	현원	82	1	(농업1) 3	1	1			3		63	5	14	(계약직나급1) 9	32		(수의연구2) 3	12



### 3. 시설규모

- 위 치 : 창원시 의창구 사림로 45번길 75(사림동 133-1)
- 설 치 : 5,891.83㎡
  - 지하 : 보일러실, 식당 등 937.36㎡
  - 1 층 : 총무과, 민원실, 음용수질과 등 918.72㎡
  - 2 층 : 원장실, 보건·환경연구부장실, 식품분석과, 수계조사과 등 937.15㎡
  - 3 층 : 미생물역학과, 대기환경과 등 937.15㎡
  - 4 층 : 산업폐수과, 토양화학과 등 995.01㎡
  - 5 층 : 위생화학과, 농산물검사와, 생활환경과 등 937.15㎡

### 4. 예 산

#### ◦ 세 입

(단위 : 백만원)

연도별	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
수수료	678	610	676	614	466	654	653	675	527	682	721	871	792	1,033

#### ◦ 세 출

(단위 : 백만원)

연도별 구분	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
계	4,318	3,587	3,115	3,648	4,180	4,509	5,078	5,122	5,756	5,846	6,478	7,672	6,882	6,905
인건비	1,943	1,865	1,775	1,967	1,935	2,188	2,397	2,546	3,439	3,773	4,241	4,246	3,715	3,806
경상비	1,511	1,399	1,028	1,241	1,211	1,281	1,612	1,738	812	959	688	681	601	460
사업비	864	323	312	440	1,034	1,040	1,069	838	1,505	1,114	1,549	2,745	2,566	2,639

## 5. 주요기능 및 업무

### <보 건 분 야>

- 감염병 원인균 확인검사 및 표본감시사업
- 식품·의약품·수질 등의 위생세균 검사
- AIDS 및 바이러스성질환 검사
- 위생용품·화장품 등 품질 검사
- 잔류농약, 항생물질 등의 유해물질 검사
- 식품·식품첨가물, 농수산물 안전성 검사
- 수출농산물 잔류농약검사

#### ☐ 미생물역학과

- AIDS 및 바이러스성질환 검사
- 일본뇌염 등 감염병 유행예측조사
- 법정감염병 검사
- 식중독, 기생충 및 병원성세균 검사
- 보건의료원·보건소 검사요원 교육 및 기술지도

#### ☐ 위생화학과

- 수입의약품 검정
- 향정신성 의약품 및 대마 검정
- 일반의약품, 위생용품, 화장품 등 검정
- 잔류농약, 방사능, 아플라톡신 등 유해물질 검사
- 의약품, 화장품, 위생용품, 한약재 등의 유해물질 및 품질관리에 관한 조사·연구

#### ☐ 식품분석과

- 각종 식품 등의 규격기준 검사
- 수입식품 검사
- 식품첨가물, 영양성분 등의 한시적 기준 및 규격 검사
- 농·수산물식품 검사
- 도내 유통식품의 유해물질 및 안전성에 관한 조사·연구

#### ☐ 농산물검사와

- 수출농산물의 출하 전 잔류농약 검사 및 모니터링
- 잔류농약 데이터베이스 구축 및 안전관리 정보제공
- 유통농산물 잔류농약 검사

## < 환경 분야 >

- 수질측정망 운영, 하천 및 호소 실태 조사
- 대기 및 악취, 실내공기질 오염도 검사
- 사업장 폐수, 하수, 침출수 검사
- 대기환경측정망 운영, 대기중 중금속, 오존 실태 조사
- 정수·지하수, 먹는 물 공동시설, 먹는 샘물 등 수질 검사
- 폐기물, 토양오염도 검사

### □ 수계조사와

- 하천, 호소, 해수 등 공공수역의 수질에 관한 시험·분석
- 수질환경오염 측정망 운영 및 실태조사
- 수질환경 개선대책 등에 관한 조사·연구
- 수질환경 생물에 관한 조사·연구
- 수질환경 오염물질의 분석정도 관리

### □ 대기환경과

- 대기배출시설검사 및 조사·연구
- 소음·진동 측정 및 조사·연구
- 복합 및 지정 악취측정 및 조사·연구
- 대기오염물질의 분석 및 정도관리
- 대기오염, 소음·진동 방지기술 및 개선 대책 등에 관한 조사·연구

### □ 생활환경과

- 도시대기오염 측정망 종합시스템 운영
- 지역대기오염도 측정 및 대기중금속측정망 운영
- 생활공간 공기오염도 검사 및 조사·연구
- 오존 및 황사 경보제 운영
- 대기환경개선대책 등에 관한 조사·연구

### □ 산업폐수와

- 폐수배출시설 오염물질검사

- 하수 및 축산폐수 처리시설 방류수 검사
- 폐기물 매립장 침출수 검사
- 수질오염물질의 분석 정도관리
- 환경기초시설 수질검사요원 기술교육
- 수질오염 방지기술 등에 관한 조사·연구

### □ 음용수질과

- 상수도 원수·정수, 먹는 샘물 및 먹는 물 수질 검사
- 지하수의 개발이용에 따른 생활·공업·농업용수의 수질 검사
- 정수장 등에 대한 민·관 합동수질확인 검사
- 지하수 수질측정망 운영
- 수처리제의 규격기준 검사
- 정수장 수질검사요원 기술교육

### □ 토양화학과

- 폐기물 및 토양오염물질 검사
- 토양오염 실태조사
- 골프장 농약 잔류량 검사
- 폐기물 및 토양 중의 유해화학물질 검사 및 조사·연구
- 토양환경 중 유해물질 잔류량 및 개선 대책 등에 관한 조사·연구
- 신종 미규제 미량 환경오염물질 분석 및 조사·연구 종합

## 사 업 실 적

### · 연도별 연구사업 추진실적

연도별	연구과제명	추진부서
1997 (8건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농촌지역 양충병 매개 진드기의 계절적 소장에 관한 조사연구</li> <li>○ 경남지역 악수터로부터 <i>Yersinia</i>균의 분리 및 병원성에 대한 조사연구</li> <li>○ 결명자차의 중금속 제거효율에 관한 연구</li> <li>○ 키토산의 항균효과에 관한 조사연구</li> <li>○ 자외선燈을 이용한 골프장 잔류농약 제거 및 분해에 관한 연구</li> <li>○ 창원시 전역에 대한 소음실태 조사연구</li> <li>○ 물의 재이용을 위한 농촌형 오수정화시스템 개발에 관한 연구</li> <li>○ 이온교환수지를 이용한 먹는다중의 음이온성 물질 제거에 관한 연구</li> </ul>	역학조사과 미생물과 약품분석과 식품분석과 환경조사과 대기보전과 수질보전과 수질검사과
1998 (12건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 창원지역의 집먼지 진드기 분포 조사연구</li> <li>○ 경남에서 분리된 병원성 세균의 항생제 내성에 대한 조사연구</li> <li>○ FT-IR을 이용한 Minocycline Hydrochloride의 정량</li> <li>○ 과채류를 이용한 아질산염 저감방법에 관한 연구</li> <li>○ 참기름의 지방산 조성변화에 관한 연구</li> <li>○ 대기오염물질 건성침착 특성에 관한 연구</li> <li>○ 광화학적 방법을 이용한 염색폐수의 색도제거 방법 개발</li> <li>○ 대기배출시설에서 배출되는 먼지 중의 중금속 함유량 특성</li> <li>○ 수산물 가공 폐수처리에 따른 활성 슬러지의 침강특성에 미치는 미생물 고분자의 영향</li> <li>○ 물의 재이용을 위한 농촌형 오수정화시스템 개발(2차년도)</li> <li>○ 상수도 송·배수의 부식억제에 관한 연구(1차년도)</li> <li>○ 폐금속 광산지역 토양의 중금속 정화에 대한 연구</li> </ul>	역학조사과 미생물과 약품분석과 식품분석과 환경조사과 환경조사과 대기보전과 수질보전과 수질보전과 수질검사과 폐기물분석과
1999 (17건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경상남도내 집먼지 진드기의 지역적 분포 조사연구</li> <li>○ Polymerase Chain Reaction을 이용한 <i>Vibrio Vulnificus</i>의 진단</li> <li>○ 경남지역에서 생산되는 한약재 중의 아미노산 함량조사</li> <li>○ 헛개나무 (<i>Hovenia dulcis</i> Thunberg)잎과 열매의 주요성분 조성</li> <li>○ 식육의 안전성 효율증대를 위한 Benzimidazole분석법 개발에 관한 연구</li> <li>○ 도내 주요하천의 조류분포특성에 대한 조사연구</li> <li>○ 도내 주요하천의 수질보전에 관한 연구(남강중심)</li> <li>○ 지역환경기준설정을 위한 대기오염 실태조사(창원중심)</li> <li>○ 공단지역 대기중의 휘발성유기화합물질 실태조사</li> <li>○ 대기배출시설에서 응축성 Dust를 함유한 먼지의 배출특성</li> <li>○ 오·하수처리시설에 대한 THM 발생실태에 관한 조사연구</li> <li>○ 정수처리시 발생하는 잔류 알루미늄 제거방법에 관한 연구</li> <li>○ 도내 공단주변 지하수 수질특성에 관한 조사연구</li> <li>○ 폐기물 용출액의 여과시 여지공극 크기에 따른 영향</li> <li>○ 경상남도내 집먼지 진드기의 지역적 분포조사연구</li> <li>○ 광화학적 방법을 이용한 염색폐수의 색도제거 방법개발</li> <li>○ 상수도 송·배수관의 부식억제에 관한 연구</li> </ul>	역학조사과 미생물과 약품분석과 약품분석과 식품분석과 환경조사과 환경조사과 대기보전과 대기보전과 대기보전과 수질보전과 수질검사과 수질검사과 수질검사과 폐기물분석과 역학조사과 폐기물분석과 수질검사과

연도별	연구과제명	추진부서
2000 (13건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경상남도내 집먼지 진드기의 지역적 분포 조사연구(II)</li> <li>○ 축산물중의 리스테리아 모노사이트제네스 오염실태 연구</li> <li>○ 잔류농약 방해물질 제거방법 연구</li> <li>○ 마늘즙액의 <i>Escherichia coli</i> O157:H7에 대한 항균 효과</li> <li>○ 지역적환경기준 설정을 위한 대기오염 실태조사(마산지역을 중심으로)</li> <li>○ 낙동강 조류분포특성에 관한 연구</li> <li>○ 경남도내 공단대기 중의 휘발성 유기화합물질 오염실태조사연구</li> <li>○ 폐자원을 이용한 적조발생 억제방안 연구</li> <li>○ 수생식물을 이용한 마을 단위 하수처리</li> <li>○ 수질오염 지표항목 중 BOD<sub>5</sub>, COD에 대한 TOC의 상관성 연구</li> <li>○ 약수터의 수질평가에 관한 연구</li> <li>○ 소규모 정수장 정수처리 개선방안</li> <li>○ 도내 주요 상수원 지역의 내분비계장애물질 오염실태조사</li> </ul>	역학조사과 미생물과 약품분석과 식품분석과 환경조사과 환경조사과 대기보전과 수질보전과 수질보전과 수질보전과 수질검사와 수질검사와 폐기물분석과
2001 (10건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 야생들쥐의 리켓치아 쯔쯔가무시감염에 대한 조사연구</li> <li>○ 장염비브리오균의 용혈독 검사</li> <li>○ 잔류농약 방해물질 제거방법 연구</li> <li>○ 기능성청국장의 열성에 관한 연구</li> <li>○ 경상남도내 공단대기 중의 휘발성 유기화합물질 배출특성 연구</li> <li>○ 도내 마을하수 처리시설 운영실태 조사</li> <li>○ 창원시 하남천의 오염실태조사에 관한 연구</li> <li>○ 수돗물중의 유기물, 탁도제거에 관한 연구</li> <li>○ 쓰레기 매립장 침출수에 함유된 난분해성 유기물특성조사 및 처리기술 개발</li> <li>○ 도내 주요 상수원 지역의 내분비계장애물질 환경잔류 실태조사</li> </ul>	미생물역학과 미생물역학과 약품분석과 식품분석과 대기보전과 수질보전과 수질보전과 수질검사와 폐기물분석과 폐기물분석과
2002 (6건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 야생들쥐의 리켓치아 쯔쯔가무시 감염에 대한 조사연구</li> <li>○ 클로르피리포스의 토양내 흡·탈착 특성 연구</li> <li>○ 기능성 청국장의 숙성에 관한 연구</li> <li>○ 공단대기중의 휘발성 유기화합물질 배출특성 연구</li> <li>○ 폐수시료 분석시 방해물질 제어방안 연구</li> <li>○ 쓰레기 매립장 침출수에 함유된 난분해성 유기물특성조사 및 처리기술 개발</li> </ul>	미생물역학과 약품분석과 식품분석과 산업대기과 산업폐수과 토양화학과
2003 (8건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 번역학 및 유전공학기법을 이용한 식품 중 천연항균제 분석연구</li> <li>○ 이미취(異味臭) 생성물질의 분석 및 제거에 관한 연구 (담수어 및 해안 어패류를 중심으로)</li> <li>○ 녹차의 생리활성물질에 관한 연구</li> <li>○ 호소수질 관리방안 연구</li> <li>○ 강우 전후의 하천수질 변화 연구</li> <li>○ 폐기물소각시설의 다이옥신류 배출특성과 저감을 위한 운전 조건에 관한 연구</li> <li>○ 마을하수처리시설 운영 개선방안 연구</li> <li>○ 銀이온을 이용한 음용수 살균장치 개발</li> </ul>	미생물역학과 약품분석과  식품분석과 수계조사과 수계조사과 산업대기과 산업폐수과 토양화학과

연도별	연구과제명	추진부서
2004 (13건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>유전공학기법을 이용한 식품 중 천연항균제 분석 및 대두 가공 부산물의 자원화 연구</li> <li>설사환자에서 분리한 세균성 이질균의 특성 조사연구</li> <li>다중 이용장소 음용수의 위생학적 특성 조사</li> <li>도내 유통식품 용기포장재 중 프탈레이트 화합물에 대한 조사 연구</li> <li>유통 농산물의 유해물질 특성조사</li> <li>녹차의 생리활성물질에 관한 연구</li> <li>고춧가루의 위생학적 안전성 조사</li> <li>어류폐사 원인규명 절차 모형화</li> <li>진양호 수질변화 특성에 대한 평가</li> <li>소독부산물인 할로아세트니트릴류의 광분해</li> <li>폐기물 소각시설의 다이옥신류 배출특성조사 및 저감방안에 관한 연구</li> <li>산업폐수 중 COD분포 특성과 타항목간 상관성 평가</li> <li>은이온을 이용한 음용수 살균장치 개발</li> </ul>	<p>미생물역학과</p> <p>미생물역학과</p> <p>미생물역학과</p> <p>위생화학과</p> <p>위생화학과</p> <p>식품분석과</p> <p>식품분석과</p> <p>수계조사과</p> <p>수계조사과</p> <p>수계조사과</p> <p>산업대기과</p> <p>산업폐수과</p> <p>토양화학과</p>
2005 (14건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>경남지역의 설사 병원체 특성연구</li> <li>화장품의 살균보존제 사용에 관한 조사연구</li> <li>녹차의 향기성분에 관한 연구</li> <li>식육제품의 아질산염 감소 방안에 관한 연구</li> <li>주요 바이러스성 호흡기질환 감염률 조사</li> <li>시중 유통 양식새우의 위생안전 실태 조사</li> <li>건조 해조류 중의 중금속 함유량 조사</li> <li>낙동강에서 Fractal Dimension과 조류의 계절적 변화사이의 상관관계</li> <li>도시하수슬러지를 이용한 수처리용 활성탄 제조</li> <li>신축아파트 포름알데히드, 휘발성유기화합물 조사</li> <li>하수처리장 운영실태 및 특성조사</li> <li>도내 대기 중 중금속 분포에 관한 조사연구</li> <li>미니리를 이용한 수처리법 연구</li> <li>토양오염 복원에 관한 연구</li> </ul>	<p>미생물역학과</p> <p>위생화학과</p> <p>식품분석과</p> <p>식품분석과</p> <p>미생물역학과</p> <p>위생화학과</p> <p>식품분석과</p> <p>수계조사과</p> <p>수계조사과</p> <p>산업대기과</p> <p>산업폐수과</p> <p>대기관측과</p> <p>음용수질과</p> <p>토양화학과</p>

연도별	연구과제명	추진부서
2006 (14건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 감귤류 추출액의 항균효과 연구</li> <li>○ 완구류의 프탈레이트 사용에 대한 조사연구</li> <li>○ 전통 민속주의 품질특성 평가</li> <li>○ 농촌지역 주민의 찌꺼기무시증 항체가 조사</li> <li>○ 도내 유통 한약재료의 잔류농약에 관한 조사연구</li> <li>○ 유통식품 중의 중금속 함유량 조사</li> <li>○ 식물성 플랑크톤 발생에 의한 BOD 변화의 시험적 고찰</li> <li>○ 도내 주요 터널내 휘발성유기화합물 실태조사</li> <li>○ 여재별 탁질 제거특성 및 초음파 병용 역세척 연구</li> <li>○ 하수처리장 운영실태 및 특성 조사</li> <li>○ 대기 중 금속성분 분포에 관한 조사연구</li> <li>○ 도내 수돗물의 부식특성 및 관부식 억제방안 연구</li> <li>○ 도내 소규모 정수장 관리실태 및 정수효율 조사</li> <li>○ 토양오염 복원에 관한 연구</li> </ul>	미생물역학과 위생화학과 식품분석과 미생물역학과 위생화학과 식품분석과 수계조사과 산업대기과 산업폐수과 대기관측과 음용수질과 음용수질과 토양화학과
2007 (11건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 낙동강수계 총대장균군의 군속 동정 및 특성 연구</li> <li>○ 시판 녹즙류의 안전성 평가에 관한 연구</li> <li>○ 유통 어류 중 항생물질 함유량 조사</li> <li>○ 전통민속주의 품질특성 평가</li> <li>○ 낙동강의 조류농도 변화에 따른 오염물질농도 조사연구</li> <li>○ 여재별 탁질 제거특성 및 초음파 병용 역세척 연구</li> <li>○ 소각시설에 대한 잔류성 유기오염물질(POPs) 배출특성 조사</li> <li>○ 매립장 침출수 처리에 관한 조사</li> <li>○ 황사기간 대기오염물질 분포 특성</li> <li>○ 경남도내 수돗물의 부식특성 연구</li> <li>○ 소각재의 잔류성 유기오염물질 분포특성 연구</li> </ul>	미생물역학과 위생화학과 위생화학과 식품분석과 수계조사과 산업대기과 산업대기과 산업폐수과 대기관측과 음용수질과 토양화학과
2008 (9건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 낙동강수계 총대장균군의 군속 동정 및 특성</li> <li>○ 인플루엔자 바이러스 역학 및 유행양상 조사 연구</li> <li>○ 수입농산물의 안전성 조사</li> <li>○ 도내 유통 참기름 중의 지방산 함량 조사</li> <li>○ 창원 용지호수의 수질변화 조사연구</li> <li>○ 자연휴양림 피톤치드 발생특성 연구</li> <li>○ 생활악취 문제해결을 위한 악취물질 특성조사</li> <li>○ 수돗물 중 냄새물질의 기기분석 평가</li> <li>○ 소각재의 잔류성 유기오염물질 분포 특성</li> </ul>	미생물역학과 미생물역학과 위생화학과 식품분석과 수계조사과 대기환경과 대기환경과 음용수질과 토양화학과

연도별	연구과제명	추진부서
2009 (11건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 급성설사환자 분변으로부터 Norovirus 분리 및 유전형 특성 연구</li> <li>○ 마늘의 안전성 평가 및 기능성 성분 연구</li> <li>○ 식품용기류의 프탈레이트화합물 함유량 실태조사</li> <li>○ 학교주변 판매 식품 중 위해가능 성분 조사 연구</li> <li>○ 도심하천의 수질오염 개선 방안</li> <li>○ 다중이용시설 총 부유세균 노출실태 조사</li> <li>○ 주거지역과 공업지역의 대기오염물질 비교평가</li> <li>○ 다중이용시설 총부유세균 노출실태조사</li> <li>○ 물벼룩을 이용한 폐수 생태독성 평가</li> <li>○ 지하수 중 자연방사성물질 실태 조사</li> <li>○ 경남지역 오염원 지역별 토양환경오염 특성연구</li> </ul>	<p>미생물역학과 위생화학과 위생화학과 식품분석과 수계조사과 대기환경과 대기환경과 대기환경과 산업폐수과 음용수질과 토양화학과</p>
2010 (12건)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 학교급식 HACCP 시스템의 미생물학적 위해평가</li> <li>○ 급성위장관염 환자에서 분리된 로타바이러스 유전자형 분포</li> <li>○ 양파와 부산물(껍질, 뿌리)의 항산화성 및 항균효과 연구</li> <li>○ 도내 유통 수산물의 벤조피렌 조사 연구</li> <li>○ 도내 농산물의 농약 잔류량 실태조사</li> <li>○ 수영장수 소독부산물 특성 연구</li> <li>○ 저탄소 녹색성장을 위한 하수처리장 방류수 재이용 방안 연구</li> <li>○ 도시지역 미세먼지 성분 특성 평가</li> <li>○ 다중이용시설 실내공기질 석면노출 실태조사</li> <li>○ 하·폐수처리시설 생태독성 배출실태 조사</li> <li>○ 먹는 물 중 미규제 유해물질 실태 조사</li> <li>○ 방부목재 용탈특성과 자연환경 오염조사 연구</li> </ul>	<p>미생물역학과 미생물역학과 위생화학과 식품분석과 농산물검사와 수계조사과 수계조사과 생활환경과 대기환경과 산업폐수과 음용수질과 토양화학과</p>



## 역대 간부 명단

### ◦ 역대 원장

순서	직 명	성 명	재 임 기 간	비 고
1	지방보건연구관	김양균	1968. 7. 1 ~ 1980. 10. 24	보건연구소장
2	"	구자진	1980. 10. 25 ~ 1994. 9. 30	
3	"	전상수	1994. 10. 1 ~ 1999. 12. 31	
4	"	박정웅	2000. 1. 1 ~ 2004. 2. 19	
5	"	김 현	2004. 7. 10 ~ 2009. 3. 15	
6	지방환경연구관	이근선	2009. 3. 16 ~ 현 재	

### ◦ 역대 총무과장

순서	직 명	성 명	재 임 기 간	비 고
1	지방행정사무관	김종진	1989. 2. 18 ~ 1991. 3. 27	
2	"	이평식	1991. 3. 28 ~ 1992. 8. 4	
3	"	안기섭	1992. 8. 5 ~ 1994. 2. 28	
4	"	김현태	1994. 3. 1 ~ 1995. 9. 18	
5	"	장맹현	1995. 9. 19 ~ 1998. 9. 3	
6	"	백의정	1998. 9. 4 ~ 1999. 8. 1	
7	"	노창길	1999. 8. 2 ~ 2002. 2. 19	
8	"	방승섭	2002. 2. 28 ~ 2003. 6. 8	
9	"	최영화	2003. 6. 9 ~ 2004. 3. 10	
10	"	김수진	2004. 3. 11 ~ 2005. 12. 31	
11	"	이경오	2006. 2. 15 ~ 2006. 4. 20	
12	"	강현출	2006. 4. 21 ~ 2008. 1. 28	
13	"	정준석	2008. 1. 29 ~ 2008. 5. 25	
14	"	조웅제	2008. 5. 26 ~ 2008. 7. 13	
15	"	정종우	2008. 7. 14 ~ 현 재	

◦ 역대 보건연구부장

순서	직명	성명	재임기간	비고
1	지방보건연구관	신성영	1988. 4. 15 ~ 1989. 4. 25	
2	"	전상수	1989. 4. 26 ~ 1994. 9. 30	
3	"	김홍주	1994. 10. 17 ~ 1998. 6. 30	
4	"	조상문	1998. 9. 1 ~ 2000. 12. 31	
5	"	김영훈	2001. 1. 2 ~ 현재	

◦ 역대 환경연구부장

순서	직명	성명	재임기간	비고
1	지방환경연구관	신성영	1989. 4. 26 ~ 1990. 6. 30	
2	"	김용현	1990. 7. 2 ~ 1993. 9. 30	
3	"	안우문	1993. 10. 4 ~ 1997. 7. 30	
4	"	이근선	1997. 7. 31 ~ 1999. 12. 31	
5	"	김종근	2000. 1. 1 ~ 2004. 1. 9	
6	"	박경호	2004. 1. 10 ~ 2009. 7. 21	
7	"	허종수	2009. 7. 22 ~ 현재	

## 보건환경연구원보 <제 11 권>

---

2010년 10월 일 인쇄

2010년 10월 일 발행

발행처 : 경상남도 창원시 의창구 사림동 133-1  
경상남도보건환경연구원

발행인 : 이 근 선

인쇄처 : 정문애드테크  
(055-281-0163)

---

<비매품>



## 보건환경연구원

Gyeongsangnam-do Government  
Institute of health & Environment