

## 서낙동강 오염총량관리 수질조사

○ 낙동강 수계의 오염총량관리 시행계획(2004.12.)에 따라 부산광역시 오염총량관리 구역 말단인 낙본N지점(녹산수문)의 목표수질 달성여부를 확인하고, 서낙동강 일대의 수질조사를 통해 향후 2단계 오염총량관리 기본계획 및 시행계획의 기초자료를 확보하고자 함.

### 1. 조사개요

- 조사목적
  - ▷ 부산광역시 낙동강수계 오염총량관리 관할지역인 낙본N지점(녹산수문)의 수질목표 달성여부 확인
  - ▷ 서낙동강 일대 수질현황 파악 및 2단계(2011년~2015년) 낙동강 수계의 오염총량관리 기본계획 및 시행계획에 필요한 기초자료 확보
- 조사근거
  - ▷ 낙동강 수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률 제11조(오염총량관리시행계획의 수립·시행 등)
  - ▷ 부산광역시 낙동강수계 오염총량관리 시행계획(환경부 승인 2004. 12.)
- 조사기간 : 2008년 1월~2008년 12월(연 40회, 8일 간격)

### 2. 오염총량관리 현황 및 유역 개요

- 낙동강 수계 오염총량관리 추진 경과
  - ▷ '02. 1. 14 낙동강 수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률 제정·공포
  - ▷ '03. 2~'04. 2 부산광역시 오염총량관리기본계획 수립(용역: 환경정책평가연구원)
  - ▷ '03. 9. 3 낙동강수계 광역시·도 경계지점의 목표수질 고시 (낙본L : BOD<sub>5</sub> 3.1 mg/L)
  - ▷ '04. 3. 4 부산광역시 관할 낙본M, N지점의 목표수질 공고
    - ※ 낙본M(낙동강하구연) : BOD<sub>5</sub> 2.5 mg/L, 낙본N(녹산수문) : BOD<sub>5</sub> 4.3 mg/L
  - ▷ '04. 8. 2 부산광역시 낙동강 수계 오염총량관리기본계획 승인
  - ▷ '04. 12. 31 부산광역시 낙동강 수계 오염총량관리시행계획 승인
- 『부산광역시 낙동강 수계 오염총량관리 시행계획』의 주요 내용
  - ▷ 수립목적
    - 총량관리단위유역의 목표수질을 달성하는 범위에서 『오염총량관리 기본계획』상 부산광역시 할당부하량을 개별 오염원별로 할당하고 적정한 개발계획과 실현가능한 삭감계획 및 이행방안을 수립
  - ▷ 대상물질
    - 생물화학적산소요구량(BOD<sub>5</sub>)

▷ 계획기간

- 제1차 총량관리계획기간 2004년 ~ 2010년(7년간)

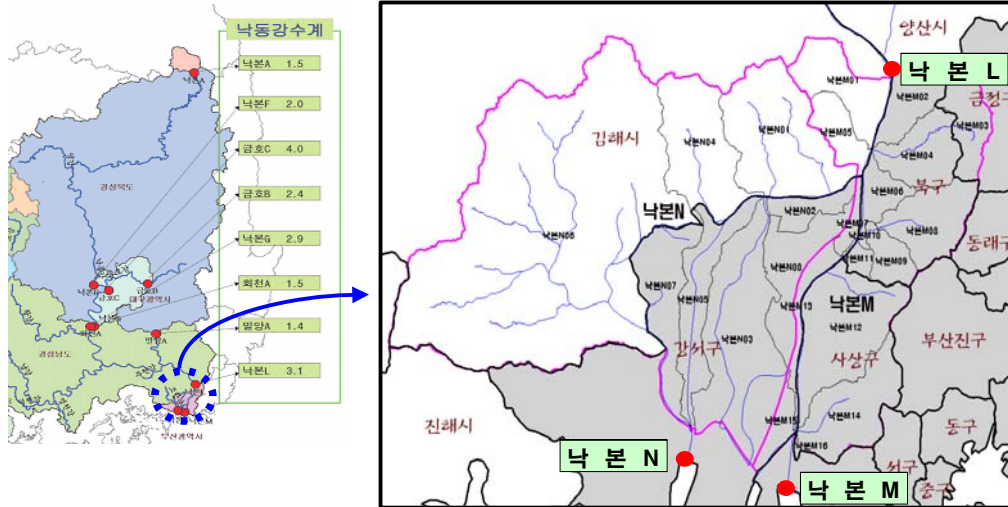


그림 1. 낙동강수계 목표수질 및 부산광역시 관할 낙동강 수계 소유역도

▷ 대상지역

- 법시행규칙 [별표 1]의 낙동강수계지역의 범위 중 부산광역시 관할지역
- ‘낙동강수계목표수질설정수계구간및유역(환경부고시 제2002-163호, 2002.10.25)’의 낙본N 단위유역 중 부산광역시 관할지역  
: <그림 1>의 낙본 N 중 부산광역시 관할지역(회색지역)

▷ 수질목표

- 서낙동강의 생태적 건전성 확보를 위해 낙본N 단위유역의 말단부(녹산수문) 목표수질인 BOD<sub>5</sub> 4.3 mg/L를 2010년까지 달성

▷ 부하량 관리목표

- 2010년 목표수질 달성을 위해 낙본N 단위유역내 부산광역시 관할지역의 연평균 일최대 BOD<sub>5</sub> 배출부하량을 기본계획에서 2,768 kg/일로 할당하였으며, 시행계획에서는 소유역별 할당부하량 조정 등의 사유로 인해 2,485 kg/일 이하로 유지

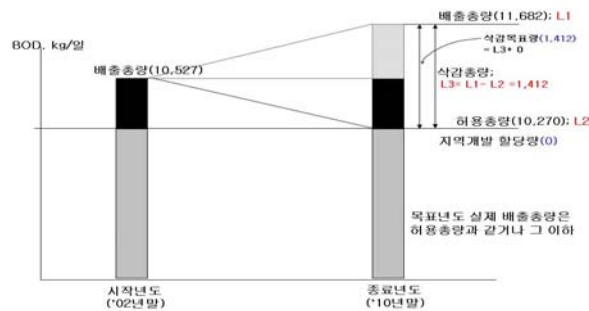


그림 2. 낙동강 수계 오염총량관리 시행계획 기본개념도

○ 서낙동강 유역의 특성과 개요

- ▷ 서낙동강은 낙동강에서 파천해서 대저수문에서 시작하며 부산광역시 강서구 지역과 김해시 경계를 따라 남류하여 녹산수문을 통해 남해로 흘러가는 서낙동강은 하천의 유로연장이 26.8 km이고 유역면적이 303.1 km<sup>2</sup>으로 유역의 폭은 동서간 최대거리가 약 19.8 km, 남북으로는 약 19.5 km 정도로 원형에 가까운 형태를 유지하고 있으며, 좌안으로 평강천과 맥도강이 연결되어 있고 우안으로는 예안천, 주중천, 신어천, 조만강 등이 합류함.
- ▷ 서낙동강은 일반적인 하천과 달리 유역면적에 비해 유로연장이 상당히 짧으며 하천의 시작 지점과 끝 지점에는 인공 시설물인 대저수문과 녹산수문이 설치되어 있고 매우 완만한 하상경사와 느린 유속으로 인해 호소에 가까운 하천의 특성을 보이고 있다. 특히 녹산수문의 배수가 없는 경우는 전 하천구간이 흐름이 없는 저수지의 형태를 보이고 있다. 서낙동강은 김해평야의 농업용수 공급원으로서의 역할과 주변 오염원 유입으로 인한 수질 악화를 염려하는 지역내 농민과 시민들의 관심이 높아지면서 서낙동강의 수질개선에 대한 요구가 증대되고 있는 실정이다.
- ▷ 총량관리 기술지침에 의한 소유역 구분하여 낙본N 단위유역중 부산광역시 관할지역은 낙본N02, 낙본N03, 낙본N05, 낙본N07, 낙본N08 소유역이며, 김해시 관할지역은 낙본N01, 낙본N04, 낙본N06으로 낙본N 단위유역내 행정구역은 부산광역시 강서구와 경상남도 김해시 등 2개 시·구가 위치하여 두 시도간 오염총량에 관한 업무협조와 조정이 필수적임.

3. 수질 조사지점 및 방법

○ 조사지점 : 총 16개 지점

- ▷ 낙동강 본류(1개 지점)
- ▷ 서낙동강 본류(4개 지점) : 대저수문, 김해교, 강동교, 녹산수문(낙본N)
- ▷ 서낙동강 9개 유입지천(11개 지점) : 운하천, 예안천, 주중천, 신어천, 금천천, 조만강, 범방천, 지사천, 평강천1(울만교), 평강천2(순아교), 부산환경공단서부사업소(옛 강동하수처리장) 유출수

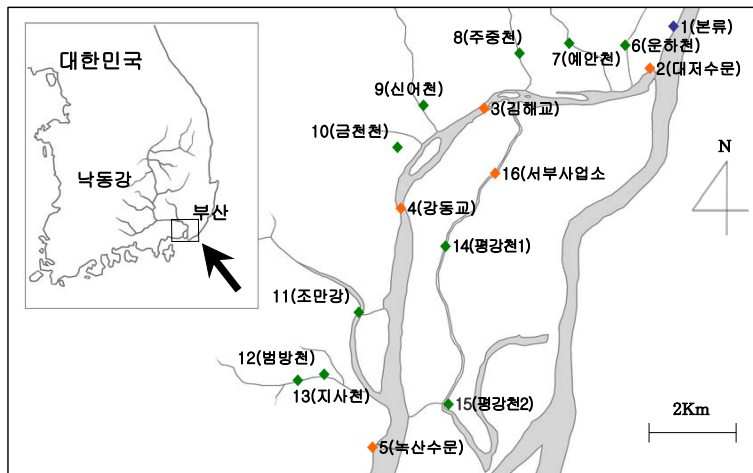


그림 3. 서낙동강 오염총량관리 수질 조사지점

- 조사기간 : 2008년 1월 ~ 2008년 12월(연 40회, 8일 간격)
- 조사항목
  - ▷ 수질 : 수온, pH, DO, 전기전도도, 총부유물질(TSS), 5일생물화학적 산소요구량(BOD<sub>5</sub>), 화학적산소요구량(COD<sub>Mn</sub>), 총유기탄소(TOC), 용존유기탄소(DOC), 총질소(T-N), 용존총질소(DTN), 암모니아성질소(NH<sub>4</sub>-N), 아질산성질소(NO<sub>2</sub>-N), 질산성질소(NO<sub>3</sub>-N), 총인(T-P), 용존총인(DTP), 인산염인(PO<sub>4</sub>-P), 클로로필<sub>a</sub> (Chl.<sub>a</sub>), 염분 (수계오염총량관리기술지침 상 수질항목 19개 항목 중에서 투명도를 제외하고 염분을 추가하였음)
  - ▷ 유량 : 유속-면적법에 의해 유량 측정
- 조사 및 분석 방법
  - ▷ 수계오염총량관리기술지침 및 수질오염공정시험기준

#### 4. 조사결과

- 2008년 서낙동강 수계 수질 현황
  - ▷ 2008년도에 서낙동강 일대 16개 지점(9개 지천과 부산환경공단 서부사업소 유출수 포함)에 대해, 총 40회 조사를 실시하였으며, 조사지점 별 평균 수질현황을 표 1.에 나타내었다.
  - ▷ pH는 낙동강 본류, 서낙동강 본류 4개 지점에서는 평균 8.0 내외의 값을 나타내었고, 서낙동강 유입지천들에서는 평균 7.5 내외로 낙동강이나 서낙동강 본류보다 낮은 값을 나타내었다. 용존산소(DO)는 낙동강 본류, 서낙동강 본류 4개 지점에서는 평균 10.3~11.1 mg/L으로 지천에 비해 높은 DO를 유지했으며 이는 하천수의 흐름이 정체되는 경우가 많고 수표면적이 넓어, 식물성플랑크톤의 증식이 용이한 환경이 형성되어 pH 및 DO를 상승시키기 때문인 것으로 판단된다.
  - ▷ 염분의 농도는 대저수문과 김해가 0.16 ‰ 내외이고 강동교 0.3 ‰, 녹산수문 0.88 ‰로 하류의 염분 농도가 높았으며 해수의 유입 영향이 추측되며, 범방천은 염분도와 전기전도도가 높은 것으로 보아 무기영양염류의 오염원 유입이 의심된다.
  - ▷ 서낙동강 본류에서 평균 BOD 농도는 상류인 대저수문 2.6 mg/L에서 말단부인 녹산수문 4.2 mg/L 로 나타났고 평균 COD 농도는 대저수문 6.2 mg/L, 김해교,강동교가 6.9 mg/L, 녹산수문 8.6 mg/L 으로 하류로 가면서 다소 증가하는 것으로 나타났으며, 지천에서는 금천천(BOD 12 mg/L), 조만강(BOD 6.4 mg/L), 범방천(BOD 5.4 mg/L) 등이 농도가 높아 서낙동강의 주요한 오염 지천이었으며, 예안천, 주중천, 지사천등은 오염영향이 적은 하천이었다.
  - ▷ 부유물질(SS)은 서낙동강 본류에서는 김해교와 강동교가 20 mg/L 가까이 나타내었고, 지천에서는 운하천, 신어천, 조만강, 범방천, 지사천,에서는 평균 20 mg/L 이상의 다소 높은 값을 나타내고 있었다.
  - ▷ 질소 성분은 5개 항목, 즉 T-N, DTN, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N에 대해 분석하였다. 대체적으로 서낙동강 본류에서는 T-N, DTN, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N는 각각 2.5, 2.3, 0.4, 1.5 mg/L 내외의 값을 나타내었으나, 금천천, 조만강, 범방천은 각각 4~5, 4~

6, 1~4, 0.1~0.2, 1~2 mg/L 내외의 상대적으로 높은 값을 나타내었다. 인 성분은, T-P, DTP, PO<sub>4</sub><sup>3+</sup>-P 3개 항목에 대해 분석하였으며, 대표적으로 T-P의 경우 서낙동강 본류에서 0.12 mg/L의 값을 나타내었으며, 금천천, 조만강, 범방천에서 경우 0.3~0.6 mg/L의 다소 높은 값을 나타내었다. 부산환경공단 서부사업소의 T-N, T-P도 각각 7 mg/L, 0.8 mg/L 등을 보이며 평강천의 부영양화에 많은 기여를 하는 것으로 나타났다.

▷ chl-a는 수체 중의 식물성플랑크톤 농도를 간접적으로 추정할 수 있는 지표인데, 대체적으로 40~60 mg/m<sup>3</sup> 정도의 값을 나타내었고 하류로 갈수록 높아졌으며, 신어천, 금천천, 조만강, 평강천에서 50 mg/m<sup>3</sup> 이상으로 서낙동강 본류와 지천 전반에 영양영류에 의한 조류(algae)의 발생이 일반적이었다.

표 1. 서낙동강 수계 채수지점별 수질평균(2008)

지점	항목	수온	pH	DO	전기전도도	염분	BOD <sub>5</sub>	COD	SS	TOC	DOC
		(°C)		(mg/L)	(μmhos/cm)	(‰)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
낙동강본류		18	8.2	10.2	343	0.17	2.8	6.1	15.2	2.228	1.909
서낙동강	대저수문	18	8.1	9.8	342	0.16	2.6	6.2	12.3	2.216	1.959
	김해교	18	8.0	9.6	380	0.18	3.5	6.9	20.9	2.479	2.155
	강동교	18	8.1	9.7	639	0.31	3.5	6.9	18.0	2.648	2.358
	녹산수문	17	8.2	10.1	1718	0.88	4.2	7.8	14.7	3.148	2.748
서낙동강 유입지천	운하천	17	7.8	8.3	405	0.20	3.7	7.4	17.4	2.604	2.256
	예안천	16	7.6	8.5	333	0.16	2.9	5.8	8.6	2.245	1.893
	주중천	18	8.2	9.6	130	0.06	1.2	2.6	2.8	0.931	0.776
	신어천	18	7.8	8.5	392	0.19	5.5	8.4	24.0	2.724	2.281
	금천천	18	7.6	7.6	645	0.32	12.4	16.0	24.9	6.677	5.667
	조만강	18	7.6	8.6	699	0.35	6.4	10.8	29.5	4.201	3.617
	범방천	17	7.4	7.3	1331	0.68	5.4	11.0	18.9	4.042	3.535
	지사천	17	7.7	8.5	491	0.24	2.9	6.4	25.5	1.984	1.761
	평강천1	18	7.8	8.2	602	0.29	4.6	8.9	13.9	3.167	2.737
	평강천2	18	8.1	9.3	924	0.46	4.9	9.3	18.5	3.461	2.981
	서부사업소유출수	20	7.1	4.1	1070	0.54	1.0	6.3	1.5	1.856	1.733
	지점	항목	T-N	DTN	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	T-P	DTP	PO <sub>4</sub> <sup>3+</sup> -P	Chl-a
			(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/m <sup>3</sup> )
	낙동강본류		2.596	2.381	0.108	0.032	1.642	0.122	0.079	0.048	46.5
서낙동강	대저수문	2.730	2.483	0.118	0.040	1.666	0.124	0.077	0.051	39.2	
	김해교	2.486	2.210	0.139	0.038	1.418	0.115	0.060	0.039	54.2	
	강동교	2.327	2.124	0.168	0.048	1.314	0.117	0.060	0.040	55.0	
	녹산수문	2.417	2.202	0.144	0.053	1.271	0.145	0.085	0.068	64.1	
서낙동강 유입지천	운하천	2.897	2.642	0.153	0.061	1.781	0.155	0.073	0.050	45.5	
	예안천	2.984	2.825	0.442	0.043	1.740	0.200	0.143	0.127	12.4	
	주중천	1.468	1.348	0.051	0.017	0.958	0.075	0.062	0.042	4.1	
	신어천	2.417	2.106	0.382	0.060	1.134	0.156	0.066	0.045	47.8	
	금천천	6.554	5.834	3.566	0.184	0.675	0.478	0.326	0.281	53.0	
	조만강	6.855	6.323	2.428	0.262	2.425	0.600	0.492	0.447	52.3	
	범방천	4.558	4.135	1.160	0.136	1.961	0.260	0.166	0.137	29.7	
	지사천	1.779	1.555	0.216	0.059	0.818	0.112	0.064	0.034	16.2	
	평강천1	2.401	2.116	0.246	0.049	1.182	0.119	0.054	0.031	52.8	
	평강천2	1.959	1.710	0.155	0.042	0.904	0.129	0.059	0.038	56.6	
	서부사업소유출수	6.940	6.256	0.082	0.028	4.681	0.756	0.703	0.636	1.2	

○ 주요 수질항목 별 농도 변화

▷ BOD<sub>5</sub>

서낙동강 수계의 BOD 농도변화에 대하여 <그림 4>와 같이 나타내었다. 낙동강 본류와 서낙동강 본류의 BOD는 갈수기인 1/4분기(1~10회)에 6~7 mg/L 내외로 다소 상승하였다가 이후 점차 3 mg/L 정도로 감소하여 4/4분기(31~40회)에 다시 소폭 상승하는 경향을 띠었다. COD의 경우도 1/4분기에 약간 높은 경향을 보였으나 BOD와 같이 두드러지는 않았다. 유입지천의 경우에도 대체적으로 갈수기인 1/4분기(1~10회)에 다소 상승하였다가, 2/4분기 이후 점차 감소하여, 4/4분기에 다시 소폭 상승하는 등 유사한 경향을 띠었다.

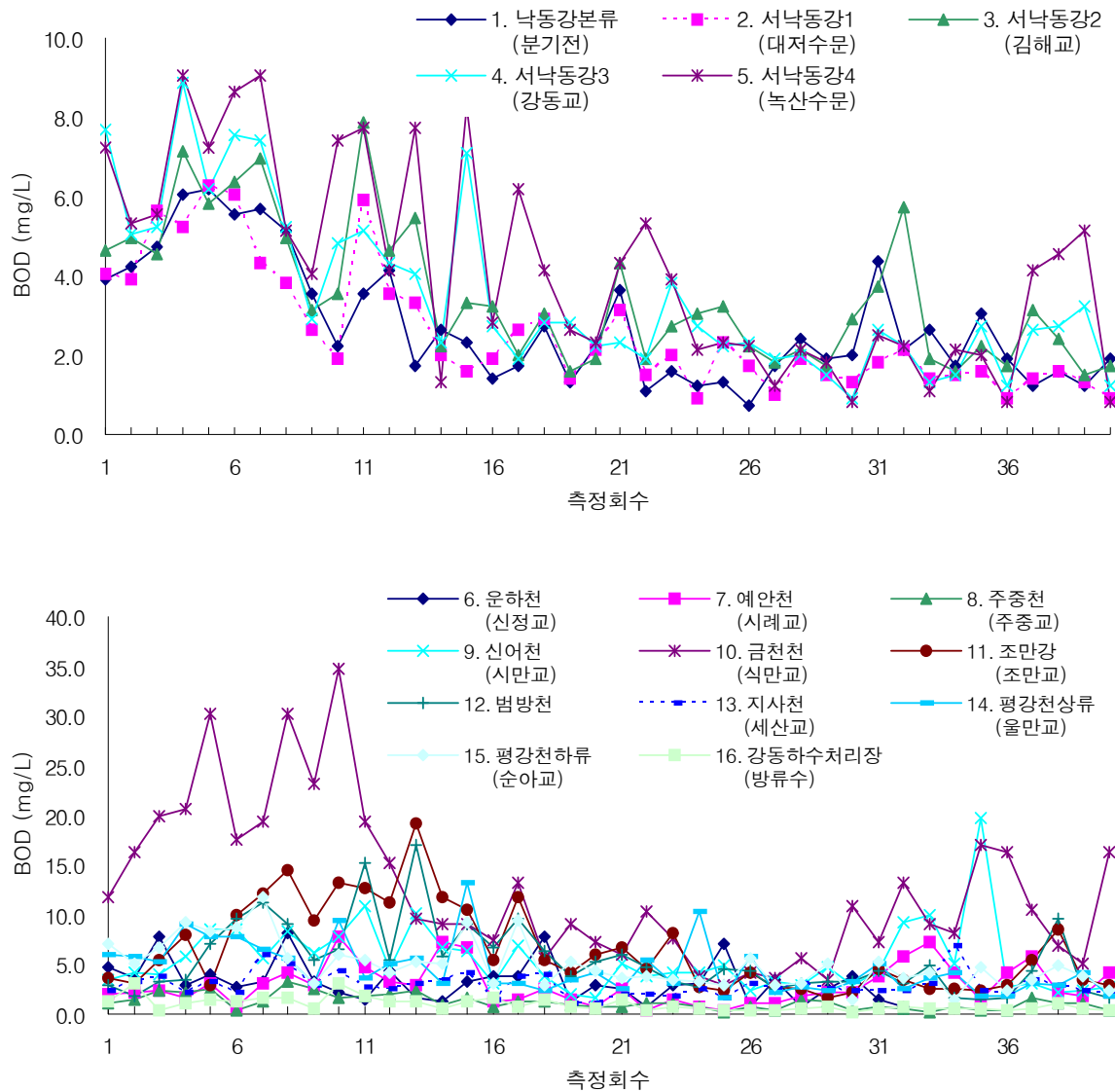


그림 4. 서낙동강 본류 및 지천의 BOD 측정값

▷ 부유물질(SS)

서낙동강 수계의 부유물질(SS) 농도변화에 대하여 <그림 5>와 같이 나타내었다. 하천의 부유물질(SS) 농도는 강우 시 비점오염원 유입에 의해서 크게 증가하는 경향이 있는데, 특히 낙동강 본류지점이 상류로부터의 SS부하에 의해서 부유물질농도가 크게 증가되는 경향이 있었다. 서낙동강 본류 4개 지점에서 강우 시 비점오염원 유입 뿐 아니라 식물성 플랑크톤의 번성에 의해서도 SS농도가 불규칙하게 변동하였으며, 낙동강 본류에 비해 비교적 일정한 농도를 유지하는 호소와 같은 형태를 보였다. 유입지천의 경우에도 운하천과 신어천, 지사천의 경우 강우에 의해서나 양수장 운영 등에 SS가 증가하는 변화 폭이 컸으며, 평강천은 4분기 조류 번성에 따른 부유물질의 증가가 눈에 띈다.

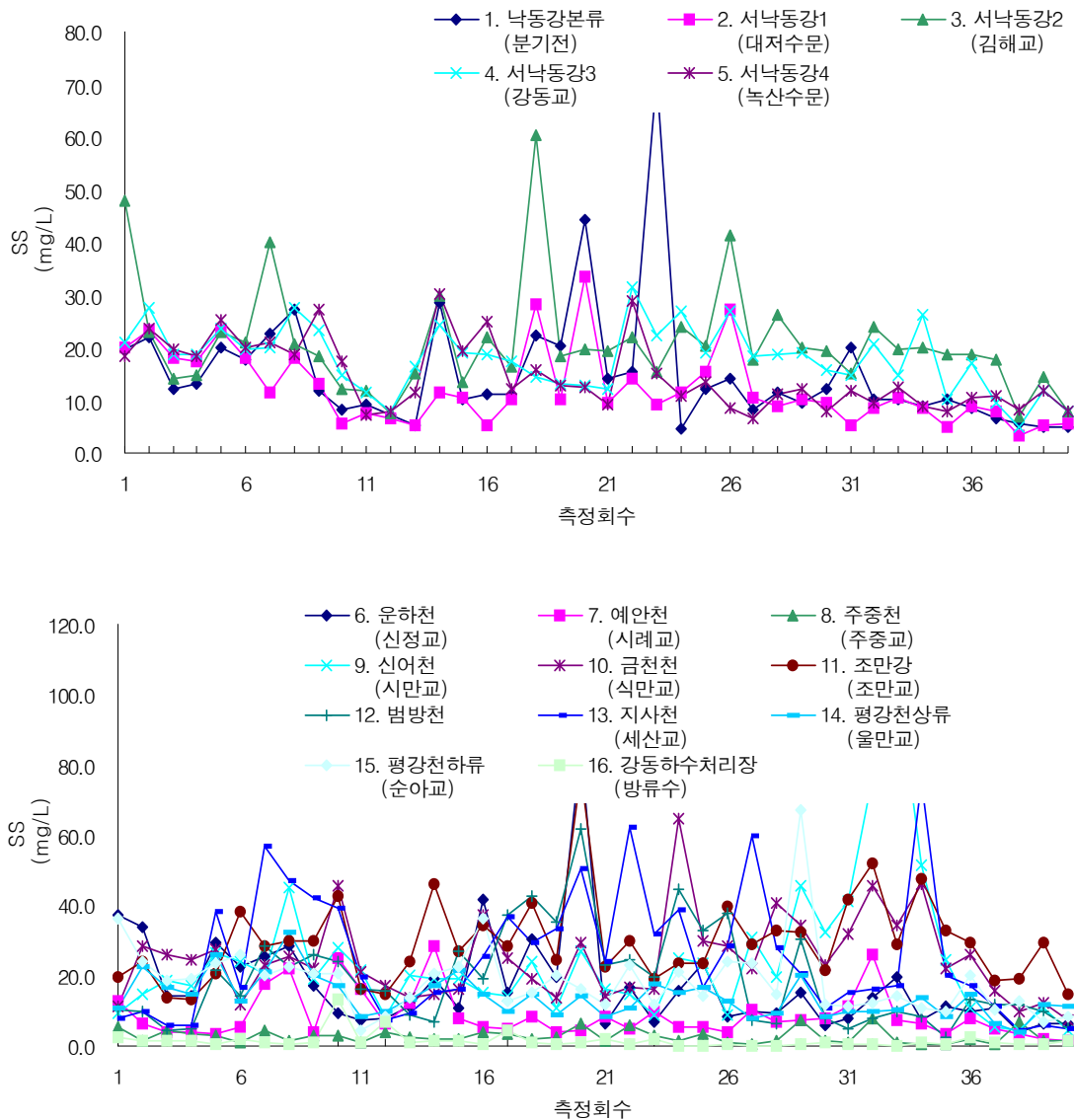


그림 5. 서낙동강 본류 및 지천의 SS 측정값

▷ 총질소(T-N), 총인(T-P)

서낙동강 수계 총질소, 총인농도에 대하여 <그림 6>과 <그림 7>에 나타내었다. BOD, COD와 마찬가지로, 대체적으로 갈수기인 1/4분기(1-10회)에 비교적 높은 농도를 나타내었다가, 강우량이 증가한 2/4~3/4분기에는 약간 감소하였고 4/4분기에는 다시 증가하는 경향을 띠었다. 하수처리장 아래에 위치해 있는 조만강이나 평강천 등은 하수처리장 처리수의 영향으로 높은 T-N, T-P 값을 보였으며 특히 갈수기(1/4분기, 4/4분기)에 그 영향이 뚜렷해지는 것으로 판단된다.

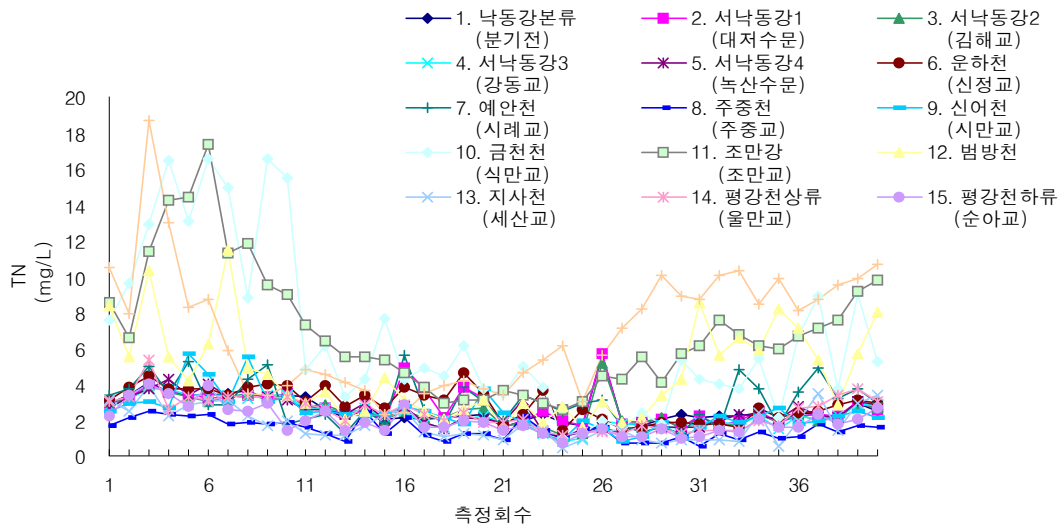


그림 6. 서낙동강 수계의 T-N 측정값

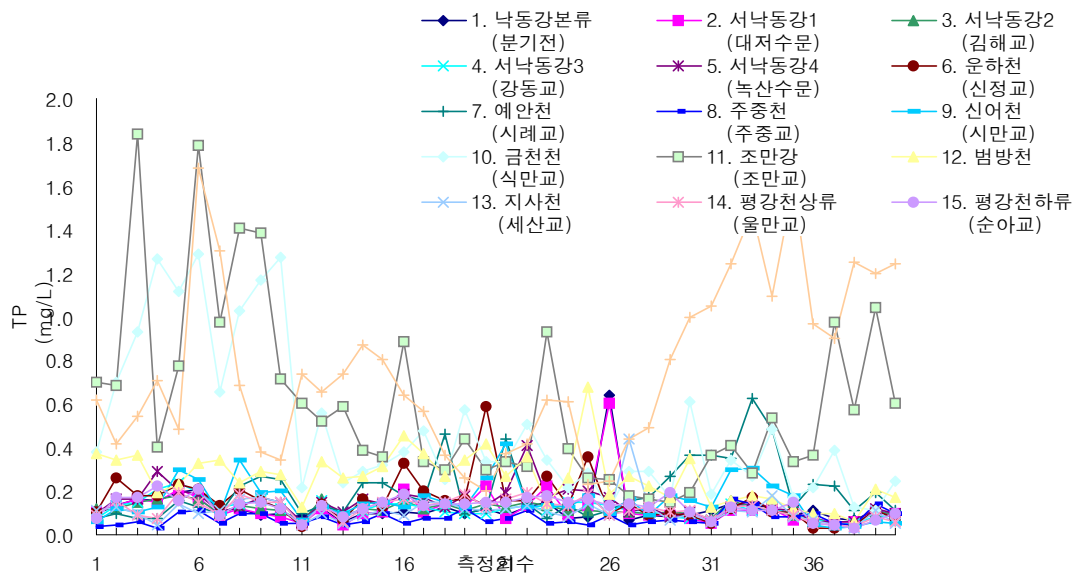


그림 7. 서낙동강 수계의 T-P 측정값



▷ 클로로필 a (Chl-a)

서낙동강 수계의 식물성플랑크톤의 번성정도 등을 살펴보기 위해, chl-a 농도 변화를 <그림 8>과 같이 나타내었다. 2008년도에도 갈수기(1/4분기, 4/4분기)의 규조류 발생에 의한 농도 증가가 대부분의 지점에서 관찰되었다. 서낙동강 본류는 낙동강 본류와 일정한 패턴으로 chl-a 가 증감하였으며 조만강과 평강천이 합류하고 정체가 두드러지는 녹산수문에서 가장 높게 나타났다. 31, 32차 등에 예안천, 운하천 사상(絲像)조류(<그림 9>) 등의 급격한 조류발생으로 김해교 등의 chl-a 농도가 크게 증가하는 것이 보이므로, 각 지천의 조류들이 서낙동강 본류에도 많은 영향을 미치는 것으로 판단된다.

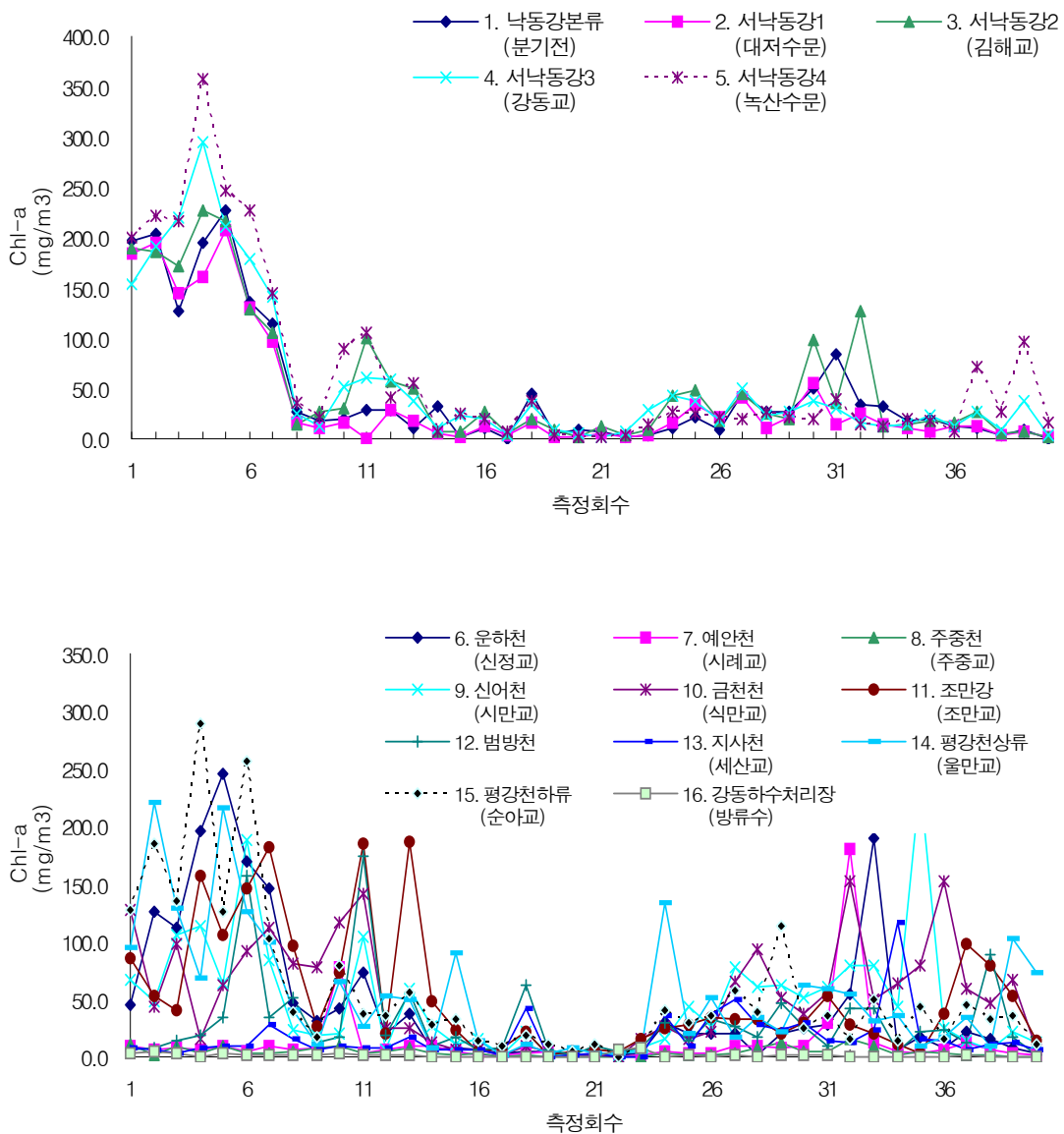
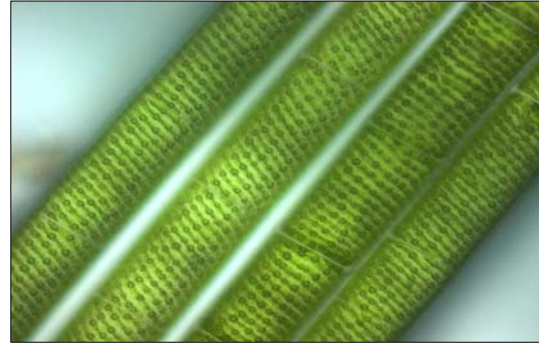


그림 8. 서낙동강 본류 및 지천의 chl-a 농도 측정값



*Stephanodiscus* sp.(규조류의 일종, × 1000)



*Spirogira* sp. (사상조류의 일종, × 1,000)

그림 9. 주요 출현 식물성 플랑크톤

○ 주요 지천의 유량 측정

서낙동강의 하상이 평균 해수면 보다 낮기 때문에 녹산수문에서 배수하여도 하천의 전체 흐름에는 큰 영향은 못 미친다. 즉 서낙동강 유입지천의 경우, 대부분 하천의 구배가 작아 전반적으로 유속이 매우 느리며, 대저수문에서 낙동강 본류 하천수 유입 및 하류의 녹산수문 개폐 등에 따라 서낙동강의 수위가 조절되는 등의 특성을 가지고 있다. 따라서 여러 가지 변수에 따라 하천의 흐름이 체류하거나 역류하는 등의 특징을 가지고 있기 때문에 몇몇 지점을 제외하고는 일관성 있는 유량 자료를 얻기가 어려운 실정이다.

서낙동강에 유입하는 8개 지천에 대해 유량을 측정하여 <표 2>와 같이 나타내었다. 상류 지점에 산이 있어 계곡수가 유입되는 예안천, 주중천, 범방천, 지사천 등에서는 유속을 측정할 수 있어 유량측정이 가능했다. 그러나 운하천의 경우 낙동강 본류에서 운하로 유입되는 본류 하천수 유입량 등에 따라 불규칙한 변동을 보였으며, 하폭이 넓은 조만강과 삼각주의 평야지대에 위치한 평강천, 신어천의 경우 서낙동강 본류와의 하천수가 상호 유입, 유출되는 등 왕래가 발생하여 일관성 있는 흐름을 나타내지 않는 경우가 대부분이어서 유량을 측정하기가 매우 곤란하였다.

표 2. 유입지천 유량

(단위 : m<sup>3</sup>/sec)

조사시기	운하천	예안천	주중천	신어천	금천천	조만강	범방천	지사천	평강천2
1차	16.607	NA	0.004	NA	NA	NA	NA	0.023	NA
2차	NA	NA	0.005	NA	NA	NA	NA	0.026	NA
3차	NA	NA	0.005	NA	NA	NA	NA	0.027	NA
4차	NA	NA	0.004	NA	NA	NA	NA	0.018	NA
5차	NA	NA	0.020	NA	NA	NA	NA	0.122	NA
6차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.070	0.029	NA
7차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.028	NA
8차	NA	NA	0.013	NA	NA	NA	NA	0.033	NA
9차	NA	NA	0.019	NA	NA	NA	NA	0.074	NA
10차	NA	NA	0.041	NA	NA	NA	NA	0.174	NA
11차	NA	NA	0.025	NA	NA	NA	NA	0.277	NA
12차	NA	NA	0.079	NA	NA	NA	0.193	0.308	NA
13차	NA	0.057	0.051	NA	NA	NA	NA	0.236	NA
14차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.042	NA

표 2. 계속

(단위 : m<sup>3</sup>/sec)

조사시기	운하천	예안천	주중천	신어천	금천천	조만강	범방천	지사천	평강천2
15차	NA	NA	0.011	NA	NA	NA	0.845	0.036	NA
16차	NA	NA	0.121	NA	1.402	NA	0.915	0.592	NA
17차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.134	0.119	NA
18차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.184	0.084	NA
19차	NA	0.077	0.088	NA	NA	NA	NA	0.430	NA
20차	NA	0.617	0.674	NA	NA	NA	0.697	1.113	NA
21차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.302	NA
22차	NA	0.304	0.111	NA	NA	NA	0.177	0.319	NA
23차	NA	NA	0.080	NA	NA	NA	NA	0.456	NA
24차	NA	NA	0.030	NA	NA	NA	NA	0.234	NA
25차	NA	0.366	0.184	NA	NA	NA	NA	0.166	NA
26차	NA	0.268	0.090	NA	NA	NA	NA	0.509	NA
27차	NA	NA	0.033	NA	NA	NA	NA	0.092	NA
28차	NA	NA	0.013	NA	NA	NA	NA	0.049	NA
29차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.060	NA
30차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.051	NA
31차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.045	NA
32차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
33차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.066	NA
34차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.039	NA
35차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
36차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.029	NA
37차	1.648	NA	0.005	0.711	NA	NA	NA	0.032	NA
38차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.286	0.037	NA
39차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.031	NA
40차	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.191	0.041	NA

※ NA(Not Availale) : 수체의 흐름이 없거나 역류하여 유량 측정이 불가

○ 지난해와의 비교

2006, 2007, 2008년도 지난 3년간 서낙동강 본류 와 지천에 대한 BOD<sub>5</sub> 변화를 <그림 10><그림11> 과 같으며 산술평균값은 <표 3>과 같이 비교하였다.

표 3. 3년간(2006년~ 2008년) 서낙동강 수계 주요 지점 연평균 BOD<sub>5</sub>

(단위 : mg/L)

BOD <sub>5</sub> 산술평균	1. 낙동강본류 (분기전)	2. 서낙동강1 (대저수문)	3. 서낙동강2 (김해교)	4. 서낙동강3 (강동교)	5. 서낙동강4 (녹산수문)	서낙동강 평균	
2006년	3.1	3.1	3.8	4.6	4.5	4.0	
2007년	3.3	3.4	3.9	3.9	4.1	3.8	
2008년	2.8	2.6	3.5	3.5	4.2	3.4	
BOD <sub>5</sub> 산술평균	6. 운하천 (신정교)	9. 신어천 (시만교)	10. 금천천 (식만교)	11. 조만강 (조만교)	12. 범방천	14. 평강천1 (울만교)	15. 평강천2 (순아교)
2006년	3.4	8.6	27.8	4.7	5.9	4.9	4.8
2007년	4.0	6.0	16.9	5.0	5.7	4.3	4.9
2008년	3.7	5.5	12.4	6.4	5.4	4.6	4.9

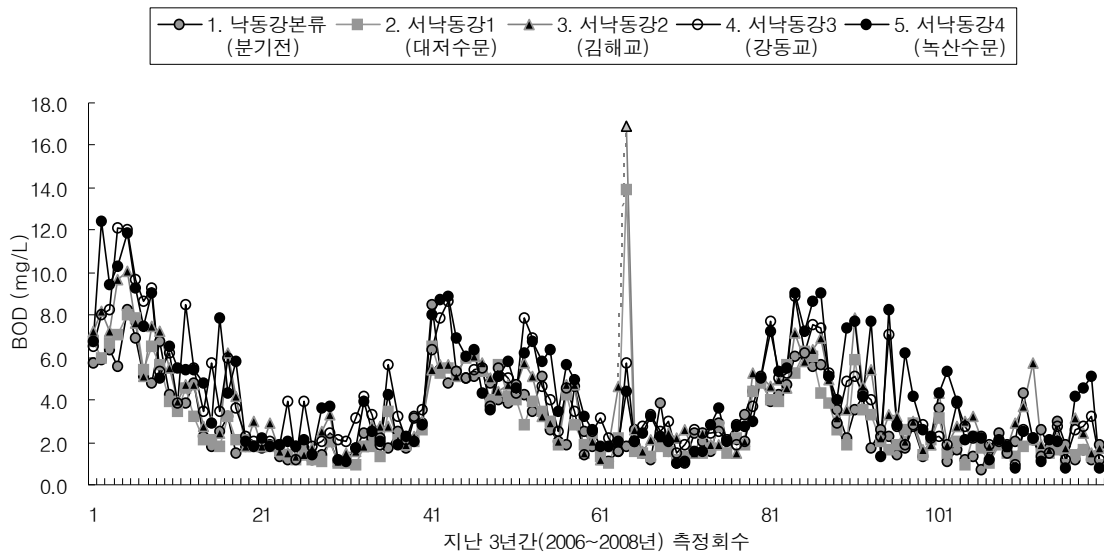


그림 10. 지난 3년간(2006년~2008년) 낙동강본류 및 서낙동강 본류의 BOD 변화

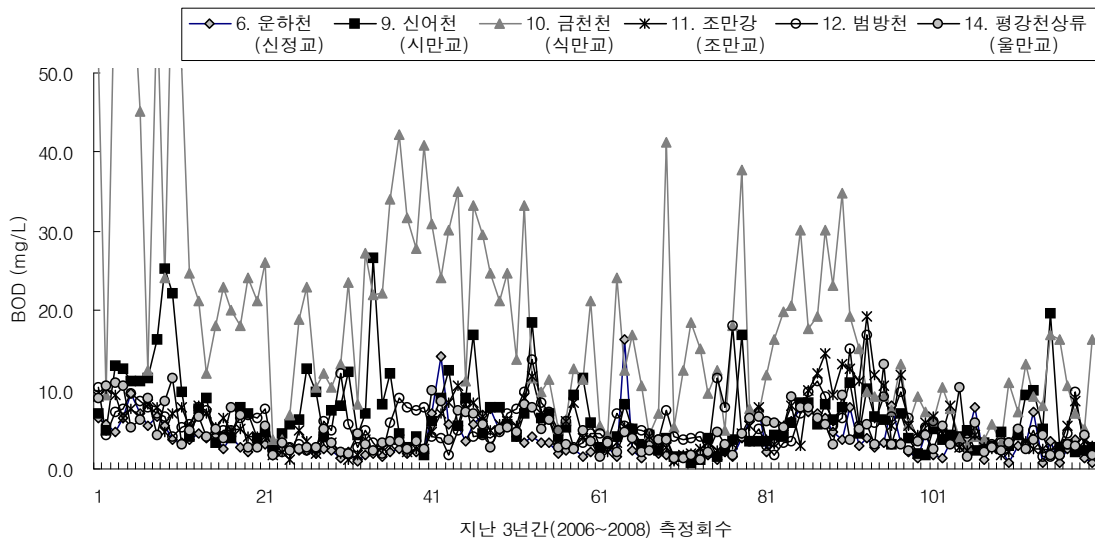


그림 11. 지난 3년간(2006년~2008년) 서낙동강 주요 지천의 BOD 변화

서낙동강 수역의 갈수기(1/4분기, 4/4분기)에 BOD<sub>5</sub> 값 상승이 뚜렷하며, 서낙동강 BOD<sub>5</sub> 평균수 질은 3년간 전반적으로 감소하고 있으나 목표수질 지점인 녹산수문에서의 오염도는 전반적으로 감소하고 있으나 2008년은 2007년에 비해 다소 높아졌다.

서낙동강 본류 수질의 개선을 위해서는 유입지천의 수질개선이 무엇보다 중요한데, 오염부하가 큰 금천천과 신어천이 <그림 11>과 같이 2007년, 2008년에 뚜렷히 감소되고 있어 서낙동강 수질개선에 긍정적인 영향을 끼치고 있는 것으로 판단된다. 서낙동강 수계의 가장 큰 지천인 조만강의 수질은 크게 향상되지 않은 것으로 보이고, 평강천의 수질도 예년과 비

슷한 수준이다. 이 두 지천은 화목하수처리장과 부산환경공단 서부사업소(옛 강동하수처리장) 하류에 위치한 하천으로 수질개선을 위해서는 하수 관거 정비 및 고도처리도입 등이 고려되어야 할 것이다.

○ 서낙동강 오염총량관리 목표 수질 달성 여부

목표지점의 오염총량관리 목표 수질 달성 여부는 『낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률』 시행령 제12조, 시행규칙 13조 별표3에 의해 목표수질지점 별로 수질 측정 주는 8일 간격으로 이상으로 연간 30회 이상 측정된 지난 3년간 수질 결과를 토대로 대수정규분포 평균수질을 산정하여 확인하여야 한다.

부산광역시 낙동강수계 오염총량관리 시행계획 상 목표수질 지점인 낙본N(녹산수문) 지점의 지난 3년간(2006년 ~ 2008년) 오염총량관리 수질조사 생물화학적산소요구량(BOD<sub>5</sub>) 자료를 통해 대수정규분포 수질평군을 구하면 4.3 mg/L 로 1차 오염총량관리기간 2010년 목표수질 4.3 mg/L 과 같은 값을 나타내었다.

2차 오염총량관리 기간(2011년 ~ 2015년)에서는 생물화학적산소요구량 이외에 총인(T-P) 항목에 대해서도 목표수질 설정을 요구하고 있으며 낙본N(녹산수문) 지점의 지난 3년간 T-P 자료를 통해 대수정규분포 수질 평군을 구하면 0.133 mg/L 로 나타났다. 이 값은 낙본L지점(부산시과 경상남도 양산시 경계지점) 총인 목표수질로 고시된 0.074 mg/L 에 거의 2배에 가까운 값으로 아직 2차 관리기간 동안 낙본N(녹산수문) 지점에 대한 부산광역시의 목표설정이 되지는 않았지만 총인저감을 위해서도 많은 노력이 필요할 것으로 사료된다.

**※ 대수정규분포 평균 산정**

( 변환평균수질 +  $\frac{\text{변환분산}}{2}$  )

○ 평균수질 =  $e$

○ 변환평균수질 =  $\frac{\ln(\text{측정수질}) + \ln(\text{측정수질}) + \dots}{\text{측정횟수}}$

○ 변환분산 =  $\frac{\{\ln(\text{측정수질}) - \text{변환평균수질}\}^2 + \dots}{\text{측정횟수} - 1}$

**4. 결론**

- 2008년도에 서낙동강 일대 16개 지점에 대해 총 40회, 19개 항목에 대해 조사를 실시하였다.
- 서낙동강 본류에서 BOD<sub>5</sub> 평균은 대체적으로 2.6 ~ 4.2 mg/L 정도였으나, 신어천, 금천천, 조만강, 범방천 지점에서는 BOD<sub>5</sub> 농도가 각각 5 ~ 12 mg/L 정도로 다소 높은 값을 나타내었다.
- 서낙동강 지천의 신어천과 금천천의 수질개선은 2006년 2007년에 비해 뚜렷하나 조만강과

평강천은 예전수준을 그대로 유지하였으며 하수처리장의 방류수의 높은 T-N, T-P값에 영향을 많이 받는 것으로 판단된다.

- 서낙동강 수계의 BOD<sub>5</sub> 농도는 대체적으로 갈수기인 1/4분기(1~10회)에 상승하였다가 2/4분기 이후 점차 감소하고, 4/4분기(31~40회)에 다시 소폭 상승하는 경향을 띠었다. 따라서 서낙동강 수질관리를 위해서는 갈수기 수질관리가 중점적으로 필요할 것으로 생각된다.
- 낙동강 수계 총량오염관리 낙본N지점인 녹산수문 지점의 2008년말 현재 생물화학적산소요구량(BOD<sub>5</sub>)의 3년간 대수정규분포 평균수질은 4.3 mg/L 로 2010년 목표수질인 4.3 mg/L 과 동일하였고, 2008년 말 현재 총인(T-P) 3년간 대수정규분포 평균수질은 0.133 mg/L 로 나타났다.
- 녹산수문의 BOD<sub>5</sub>가 2010년 목표수질에 만족하지는 하였으나, 서낙동강 일대에 농축산업 활동 등 광범위한 비점오염원이 펼쳐져 있고 서부산권 개발로 인한 오염부하가 증가할 확률이 높으며, 조류(식물성플랑크톤)의 발생 등 수질이 악화될 가능성이 상존하여 있다.
- 김해시의 하수관거 처리시설 확충으로 금천천, 신어천 등의 수질개선의 효과가 크게 있었으나 장유하수처리장, 화목하수처리장과 부산환경공단 서부사업소의 유출수가 각각 방류되는 조만강과 평강천의 수질개선을 위해서는 장기적으로 하수처리장의 고도처리가 도입되어야 할 것으로 판단된다.
- 또한 서낙동강 자체가 근본적으로 이수와 치수 개념에서 대저수문과 녹산수문의 개폐에 의해 수문이 제어되는 특성이 있으므로 서낙동강 오염부하와 수질개선을 고려한 수문 제어가 제도적으로 도입되어야 할 것으로 판단된다.