

서낙동강 수계 수질조사

수질오염총량 1단계사업이 완료됨에 따라 서낙동강수계의 수질조사 연속성 유지를 위하여 자체계획(환경조사과-38호(2010.01.07.))을 수립하여 서낙동강 유역 오염원 관리에 필요한 기초자료를 확보하기 위함

1. 조사개요

- 조사목적 : 서낙동강 수질오염총량 1단계사업의 완료에 이어 서낙동강수계의 수질조사 연속성 유지를 위하여 수질 모니터링을 실시하고 서낙동강 유역관리를 위한 기초자료 제공을 목적으로 함
- 조사근거 : 서낙동강수계 수질조사 자체계획(환경조사과-38호(2010.01.07.))
- 조사기간 : 2010년 1월 ~ 12월(월 1회)

2. 조사방법

- 조사지점 : 총 15개 지점
 - ▷ 낙동강 본류(1)
 - ▷ 서낙동강 본류(4) : 대저수문, 김해교, 강동교, 녹산수문
 - ▷ 서낙동강 유입지천(10) : 운하천, 예안천, 주중천, 신어천, 금천천, 조만강, 범방천, 지사천, 평강천1(울만교), 평강천2(순아교)
- 조사항목 : BOD 등 19개 항목

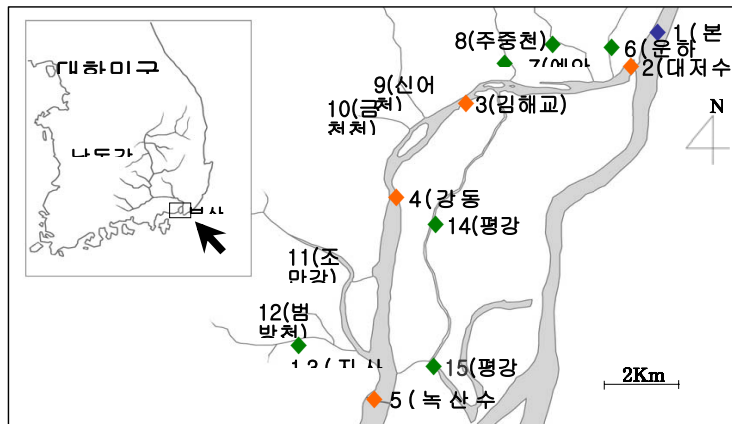


그림 1. 서낙동강수계 수질조사 지점도

3. 조사결과

○ 서낙동강 본류

본류 상단부인 대저수문에서 중간지점인 김해교와 강동교와 말단부인 녹산수문까지 4개 지점으로 나누어 수질오염도 조사를 실시하였으며 그 결과는 표 1과 같다.

서낙동강의 평균수온은 17℃이며 겨울철에는 4℃에서 여름철은 30℃까지 변화하였고 pH는 평균 7.9로 나타났다. 본류 평균 DO농도는 13.2 mg/L이나 하류인 녹산수문에서는 19.4 mg/L로 다소 높게 나타났는데 이는 조류의 광합성 작용에 의한 영향으로 나타나는 현상이다. 염분의 농도는 대저수문, 김해교, 강동교에서는 0.15~0.16‰로 나타난 반면 바다에 접해 있는 녹산수문은 0.35‰로 상대적으로 다소 높게 나타났다.

평균 BOD 농도는 대저수문이 2.7 mg/L, 김해교, 강동교, 녹산수문에서는 3.6~3.8 mg/L 분포로 비슷하게 나타났고, COD 농도는 대저수문 6.6 mg/L, 김해교 7.3 mg/L, 강동교 8.2 mg/L, 녹산수문 7.8 mg/L로 하류쪽에서 다소 증가하는 것으로 나타났다. 본류 TOC 평균농도는 2.541 mg/L로 나타났으며, 부유물질 평균농도는 17.1 mg/L으로 나타났다.

TN의 농도는 2.509~2.848 mg/L의 범위를 보였고 DTN 농도는 2.197~2.606 mg/L의 범위를 보였으며 총질소의 평균 용존율은 90.1%로 나타났다. TP의 평균농도는 0.088 mg/L, DTP는 0.046 mg/L으로 각각 나타났으며 평균 용존율은 52.3%로 총질소보다 낮게 나타났다. 조류의 활성화 정도를 나타내는 클로로필-a 농도는 상류인 대저수문과 김해교의 경우는 45.4 mg/L, 44.8 mg/L으로 각각 나타난 반면 하류쪽인 강동교와 녹산수문은 각각 64.3 mg/L, 56.1 mg/L로 다소 증가되게 나타났다.

○ 서낙동강 유입 지천

9개 유입지천에 대한 수질오염도 조사결과는 표1과 같으며 평강천의 경우는 하천의 유로가 길기 때문에 상,하류 두 지점에서 조사를 하였다. 지천 중 산지계곡에서 발원하는 예안천, 주중천, 지사천의 평균 BOD농도는 2.1 mg/L, 1.2 mg/L, 1.8 mg/L이고 COD농도는 5.9 mg/L, 2.7 mg/L, 5.1 mg/L로 수질상태가 아주 양호하게 나타났으며, 비교적 지천 규모가 큰 운하천, 조만강, 범방천, 평강천에서의 BOD 평균농도는 5.3 mg/L, 4.6 mg/L, 4.2 mg/L, 4.6 mg/L이고 COD농도는 8.7 mg/L, 10.4 mg/L, 10.9 mg/L, 10.0 mg/L로 나타났다. 김해시가지를 거쳐 흘러 들어오는 신어천과 금천천에서의 평균 BOD농도는 2.9 mg/L, 6.3 mg/L이고, COD 평균농도는 6.4 mg/L, 12.3 mg/L로 각각 나타났다. 지천 중 수질이 가장 좋게 나타난 지천은 주중천이고, 수질이 가장 나쁜 지천은 금천천으로 나타났는데, 금천천의 경우도 김해시 지역의 하수관거 정비 등으로 '08년 BOD 농도 12.4 mg/L, '09년 8.3 mg/L로 수질이 년차적으로 개선되는 것으로 나타났다.

표 1. 2010년도 서낙동강수계 평균 수질오염도

항목 지점		수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	전기전도도 (µmhos/cm)	염분 (‰)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)
낙동강본류		17	8.0	11.1	275	0.14	2.7	6.6	28.7	2.281	2.089
서 낙 동 강	대저수문	17	7.9	11.0	289	0.15	2.7	6.6	13.3	2.319	2.053
	김해교	16	8.0	11.1	297	0.16	3.6	7.3	16.4	2.454	2.176
	강동교	16	8.0	11.3	315	0.16	3.8	8.2	21.0	2.444	2.233
	녹산수문	16	7.9	19.4	632	0.35	3.7	7.8	17.6	2.948	2.686
서 낙 동 강	운하천	16	7.6	10.8	370	0.19	5.3	8.7	16.6	2.851	2.620
	예안천	16	7.6	9.8	291	0.16	2.1	5.9	5.5	2.632	2.305
	주중천	16	7.8	10.3	120	0.06	1.2	2.7	8.2	1.188	1.066
	신어천	16	8.0	10.2	303	0.16	2.9	6.4	9.3	2.276	2.072
	금천천	16	7.8	10.5	540	0.28	6.3	12.3	19.7	4.476	4.189
유 입 지 천	조만강	17	7.7	10.8	568	0.30	4.6	10.4	29.5	3.569	3.158
	범방천	16	7.5	8.7	754	0.49	4.2	10.9	27.4	4.727	4.369
	지사천	15	7.7	10.5	714	0.40	1.8	5.1	19.9	2.198	2.035
	평강천1	16	7.7	9.2	615	0.32	4.4	9.4	11.0	3.509	3.182
	평강천2	16	7.9	11.3	761	0.41	4.8	10.6	18.6	3.737	3.382

항목 지점		TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO ₄ ³⁻ -P (mg/L)	Chl- <i>a</i> (mg/m ³)
낙동강본류		2.666	2.436	0.066	0.023	1.710	0.071	0.035	0.025	45.9
서 낙 동 강	대저수문	2.848	2.606	0.128	0.037	1.690	0.079	0.045	0.024	45.4
	김해교	2.573	2.345	0.135	0.026	1.485	0.079	0.043	0.029	44.8
	강동교	2.509	2.197	0.118	0.025	1.358	0.089	0.040	0.026	64.3
	녹산수문	2.627	2.366	0.139	0.035	1.406	0.106	0.057	0.047	56.1
서 낙 동 강	운하천	3.813	3.344	0.238	0.048	2.058	0.110	0.038	0.021	86.6
	예안천	3.344	3.179	0.515	0.047	1.632	0.137	0.110	0.098	6.1
	주중천	1.954	1.838	0.143	0.021	1.188	0.057	0.049	0.039	1.0
	신어천	2.160	1.977	0.153	0.023	1.211	0.063	0.031	0.019	22.4
	금천천	3.634	3.305	1.426	0.072	0.952	0.244	0.163	0.143	69.0
유 입 지 천	조만강	5.599	5.188	0.643	0.088	2.515	0.435	0.352	0.331	76.4
	범방천	4.722	4.329	1.381	0.107	1.586	0.203	0.108	0.095	23.5
	지사천	1.498	1.398	0.168	0.017	0.684	0.049	0.024	0.010	7.1
	평강천1	2.583	2.313	0.354	0.042	1.142	0.116	0.047	0.033	69.0
	평강천2	2.412	2.056	0.262	0.035	1.083	0.121	0.056	0.038	60.1

○ 주요 수질항목 월별 농도 변화

▷ BOD

서낙동강 본류의 월별 BOD 농도변화는 그림 2와 같다. 갈수기인 1,2월의 BOD 평균농도는 6.9 mg/L, 7.5 mg/L로 다소 높아지다 3월부터 점점 낮아져 6월에는 2.2 mg/L로 나타내었으며 7월은 우수에 의한 비점오염원의 유입으로 다시 농도가 5.7 mg/L로 높아졌다. 타 지점과 달리 대저수문의 경우는 낙동강 본류와 수문을 두고 인접해 있기 때문에 낙동강 본류의 물이 수시로 유입되어 비점오염원의 영향이 상대적으로 적게 미쳐 7월에도 2.1 mg/L를 유지하였다. 하절기인 8월에는 수량이 많이 늘어나 평균농도가 최저점인 1.3 mg/L까지 내려갔다가 9월부터 조금씩 농도가 올라가다 12월에 3.0 mg/L로 약간 높아졌다.

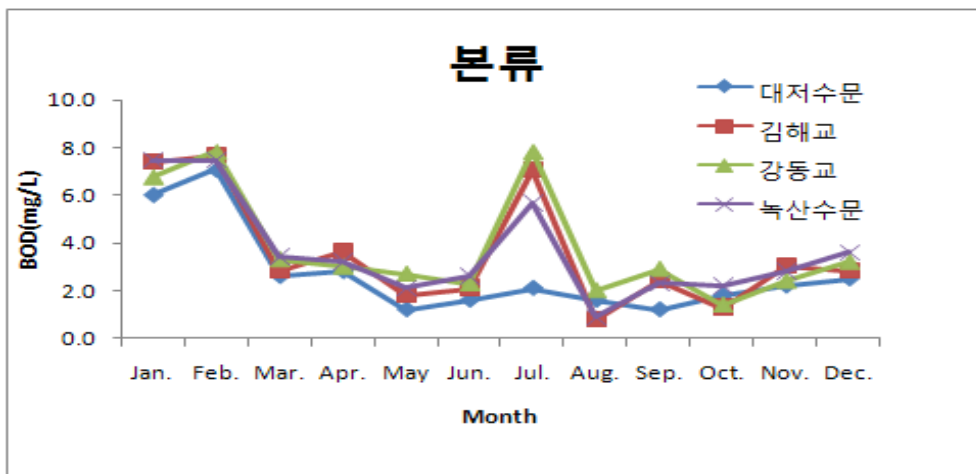


그림 2. 서낙동강 본류의 월별 BOD 농도 변화

서낙동강 지천의 월별 BOD 농도변화는 그림 3과 같이 나타났다. 9개 지천의 전체적인 변화 패턴은 1월에서 9월까지 본류와 비슷한 형태를 보여 주고 있지만 10월 이후 운하천, 금천천 등에서의 변화 폭이 크게 나타났다. 지천 중 가장 수질 상태가 좋은 주중천은 월별 변화의 폭이 그다지 크지 않아 0.5 mg/L~2.4 mg/L의 농도 범위를 보였다.

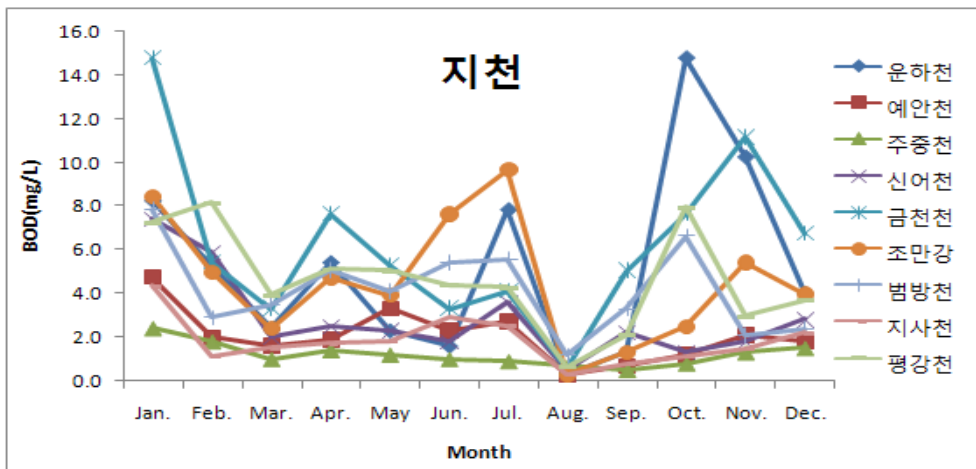


그림 3. 서낙동강 지천의 월별 BOD 농도 변화

▷ 부유물질(SS)

서낙동강 본류의 부유물질 월별 농도변화는 그림 4와 같이 나타났다. 1월부터 6월까지 큰 변화의 폭이 없이 유지되다가 7월부터 9월까지는 증가 추세를 보이다 10월 이후로 다시 감소하는 추세를 보였다. 하절기에 높은 농도를 보이는 이유는 강수량과 강수회수가 많아져 빗물에 섞이어 흘러 들어오는 부유물질의 양이 증가한 것으로 보였다. 본류 지점 중 강동교 지점이 타 지점에 비하여 다소 높게 나타나고 있는 현상은 비점오염원의 유입외에 높은 조류농도에 의한 영향으로 보였다.

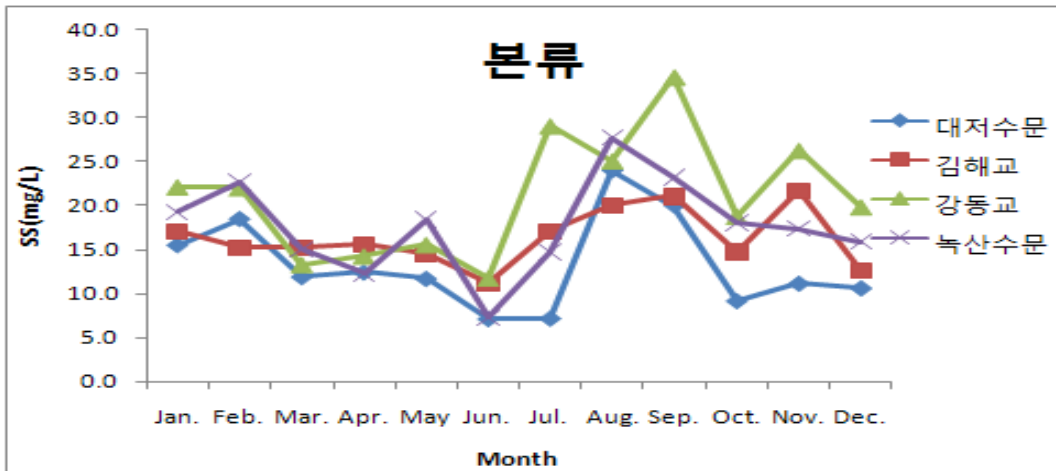


그림 4. 서낙동강 본류의 월별 SS 농도 변화

서낙동강 지천의 부유물질 월별 농도변화는 그림 5와 같이 나타났다. 전체적으로 1월에서 4월까지는 일정한 수준을 유지하다 5월에 약간 농도가 상승하다 6,7월에 다시 낮아지고 8,9월에 가장 높은 수준을 보이는 형태로 본류와의 형태와 비슷하게 나타났다. 예안천, 주중천, 신어천의 농도가 비교적 낮게 나타났고, 유역이 넓어 비점오염원의 유입이 상대적으로 많은 조만강과 지리적으로 주변 농지를 따라 비점오염원의 유입이 용이한 범방천에서의 농도가 상대적으로 높게 나타났다.

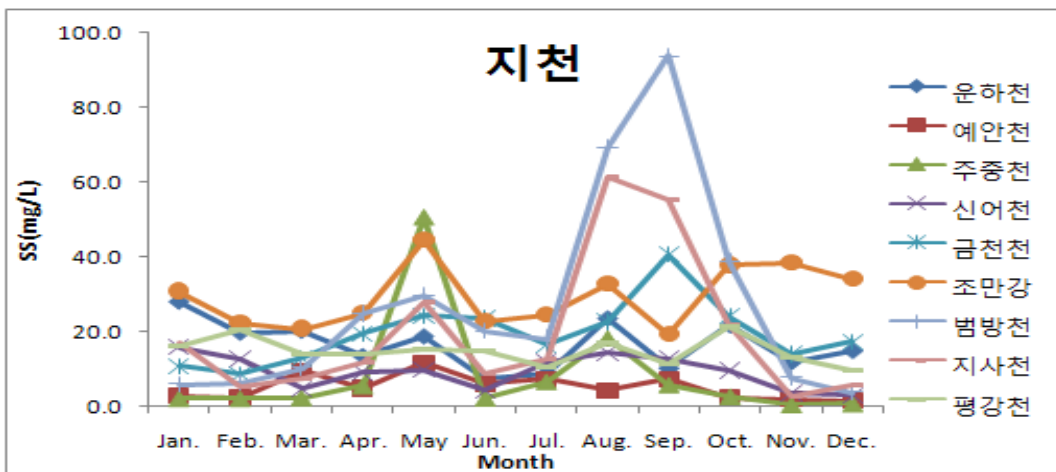


그림 5. 서낙동강 지천의 월별 SS 농도 변화

▷ 총질소(TN), 총인(TP)

서낙동강 본류의 총질소 및 총인의 월별 농도변화는 그림 6과 같이 나타났다. 총질소는 전체적으로 1월의 높은 농도가 7월까지 계속 낮아지다 8월부터 다시 약간씩 높아지는 형태로 갈수기인 동절기에는 농도가 높고 풍수기인 하절기에 농도가 낮게 나타났다. 총인의 경우는 1월의 높은 농도가 6월까지의 점점 낮아지다 풍수기인 7월부터 농도가 급격히 높아지다 9월부터 농도가 다시 낮아지는 것으로 나타났다. 총인은 총질소와는 달리 풍수기인 7,8,9월에 높은 농도를 보였는데 이는 입자상 비점오염원 유입이 많은 풍수기에 나타나는 현상으로 보인다.

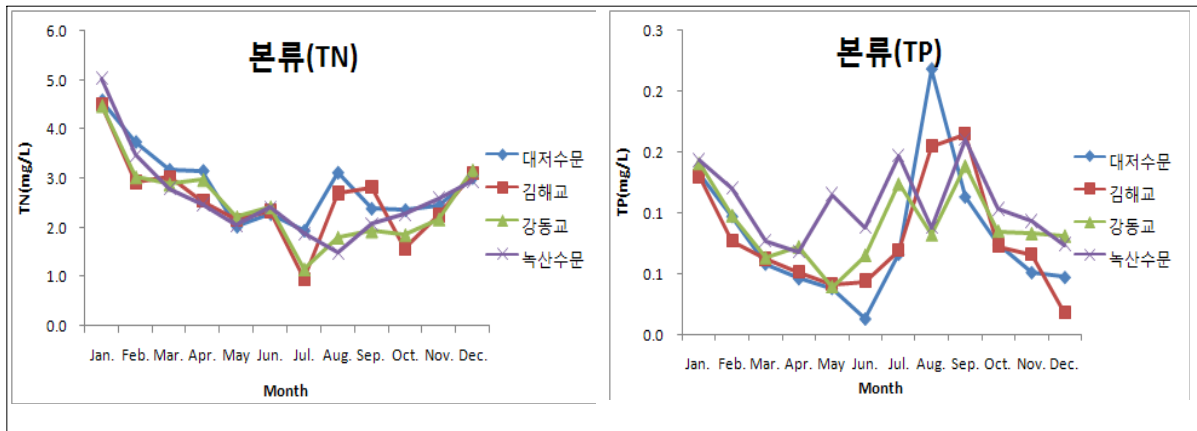


그림 6. 서낙동강 본류의 월별 TN 농도 변화

서낙동강 지천의 총질소 및 총인의 월별 농도변화는 그림 7과 같다. 총인의 월별 변화 패턴은 본류의 비슷한 형태로 동절기에 높은 농도가 하절기로 가면서 줄어들다 9월부터 높아지는 형태를 보였다. 주중천과 지사천에서의 농도가 낮은 반면에 하수처리장의 처리수가 유입되는 조만강과 농지와 근접해 있는 범방천에서는 다소 높게 나타났다. 총인의 경우는 총질소와 비슷한 월별 변동 패턴으로 동절기때 농도가 다소 높게 나타났으며 조만강, 금천천, 범방천을 제외하고는 년 중 비슷한 농도 분포를 보였다.

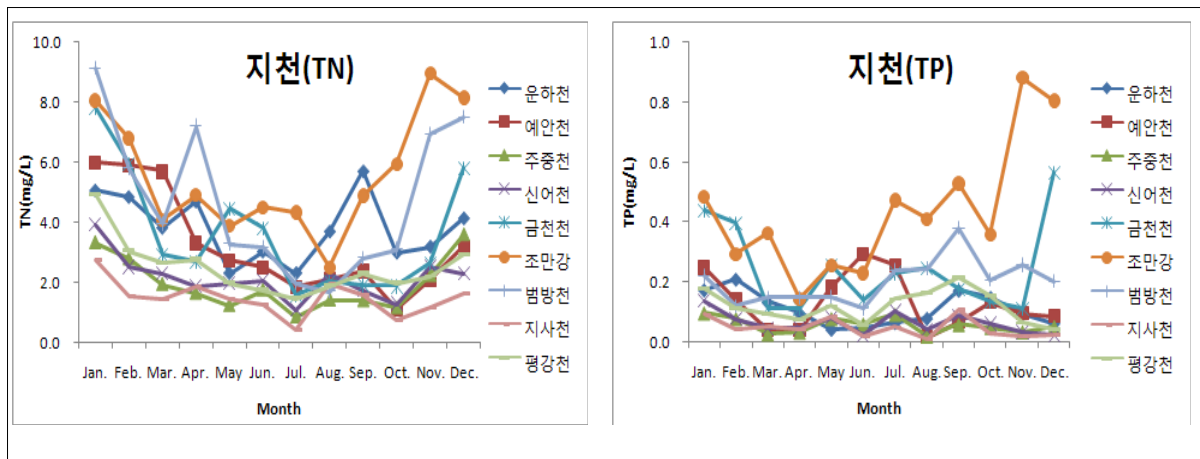


그림 7. 서낙동강 지천의 월별 TN 농도 변화

▷ 클로로필-a

서낙동강 본류의 조류 활성도를 나타내는 클로로필-a 농도의 월별 농도 변화는 그림 8과 같다. 조류의 농도는 일사량이 많고 수체의 흐름이 없을 때 대체적으로 높게 나타나는데, 본류에서는 1,2월의 농도가 높아지다 3월부터 낮아져 6월까지의 일정하게 나타났다. 7월에 농도가 급격히 증가하다 8월부터 전반적으로 낮아지는 것으로 나타났지만 강동교의 경우는 7월부터 9월까지 계속 농도가 높게 나타났다. 전반기에는 녹산수문에서, 하반기는 강동교 지점에서의 농도가 높게 나타났다.

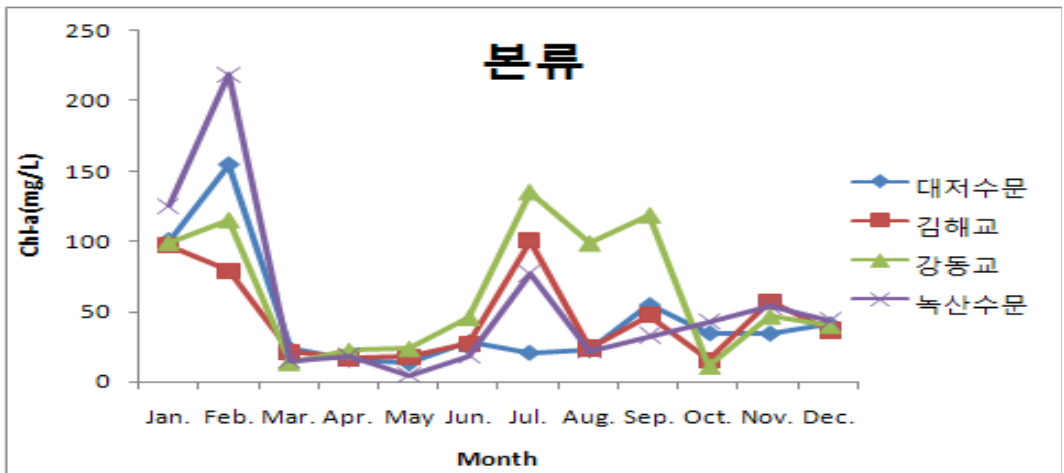


그림 8. 서낙동강 본류의 월별 Chl-a 농도 변화

서낙동강 지천의 조류 활성도를 나타내는 클로로필-a 농도의 월별 농도 변화는 그림 9와 같다. 지천 중 하천의 폭이 넓고 유속이 낮은 운하천, 금천천, 조만강, 평강천 등에서 비교적 조류의 농도가 높게 나타났고 산지로부터 흐름이 연속적인 예산천, 주중천, 지사천에서는 농도가 낮게 나타났다. 1, 2월은 평강천, 운하천에서, 6,7월은 조만강에서, 10, 11월에는 운하천에서의 농도가 상대적으로 높았다.

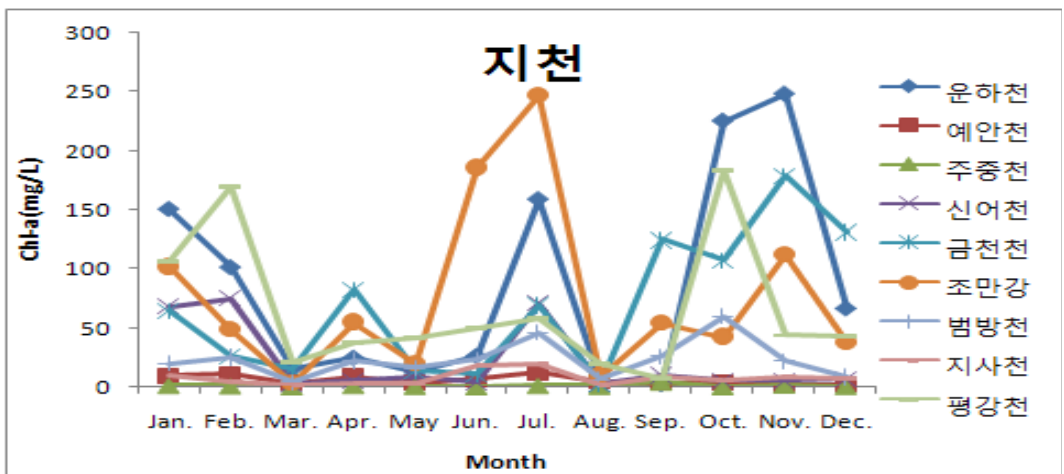


그림 9. 서낙동강 지천의 월별 Chl-a 농도 변화

○ 최근 3년간 년평균 BOD 비교

서낙동강수계의 최근 3년간 지점별 년평균 BOD 농도변화는 그림 10과 같다. 본류에서는 2009년도의 BOD 농도가 2008년과 2010년의 BOD 농도보다 평균 0.4mg/L정도 높게 나타났다. 말단부인 녹산수문의 경우에는 2010년이 3.7mg/L로 가장 낮게 나타났다.

지천의 경우는 전체적으로 2010년이 2008, 2009년보다 BOD의 농도가 낮게 나타났으며 금천천의 경우는 확연하게 BOD가 낮아지는 경향을 보였는데 이는 김해지역에서 발생되는 하수 유입을 차집관거를 통해 점차적으로 차단 개선된 것으로 보인다.

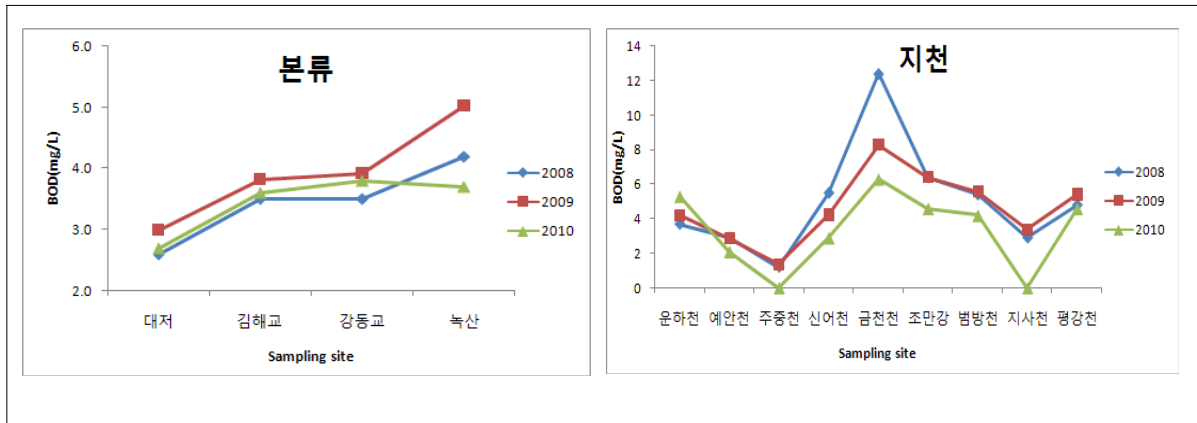


그림 10. 년도별 지점별 BOD 농도 변화

4. 결 론

- 2010년도 서낙동강 본류의 BOD 농도는 상류인 대저수문 2.7 mg/L를 비롯해 , 김해교 3.6 mg/L, 강동교 3.8 mg/L, 녹산수문 3.7 mg/L로 중하류에서는 비슷한 농도분포를 보였으며 전체 평균 농도는 3.5 mg/L를 나타내었다.
- 지천의 경우 비교적 맑은 하천인 예안천, 주중천, 지사천의 평균 BOD 농도는 1.2~2.1 mg/L의 분포를 보였고 유역이 비교적 넓은 지천인 운하천, 조만강, 범방천, 평강천의 평균 BOD 농도는 4.2~5.3 mg/L 분포를 보였으며 김해시가지를 관통하여 흐르는 금천천은 6.3 mg/L으로 가장 높게 나타났다.
- 본류에서 오염물질의 계절별 변화에서 BOD, 총인, 클로로필-a는 갈수기인 1,2월과 풍수기인 7,8월에도 높게 나타났고, 총질소는 1월에, 부유물질은 7,8월에 가장 높게 나타났다. 지천들의 BOD, 부유물질, 총질소, 총인의 변화 패턴은 본류와 비슷하게 나타났지만 운하천, 금천천, 조만강 등에서의 월별 변화 폭이 약간 크게 나타났다.
- 서낙동강의 최근 3년간 년평균 BOD 농도 비교 결과 본류 전체 평균에서는 2010년도가 2009년도에 비하여 0.4 mg/L정도 높게 나타났지만 말단부인 녹산수문의 경우에는 2010년이 3.7 mg/L로 가장 낮게 나타났다. 지천 중 오염도가 가장 높은 금천천에서는 년차적으로 BOD 농도가 낮아져 2010년에는 6.3 mg/L로 나타났다.