

연안해수 수질 조사

- 부산지역 연안해수의 특성 파악 및 수질관리를 위한 모니터링
- 해양 수질환경 개선 및 친환경 연안개발을 위한 자료로 활용

1. 조사개요

- 조사기간 : 2012년 1월부터 12월까지이며, 분기(2, 5, 8, 11월)에 총4회 채수, 조사하였다.

2. 조사방법

- 조사지점 : 총 31개 지점으로 그림 1에 나타내었다.
 - ▷ 기장연안 7개 지점 : 고리, 칠암, 일광, 대변, 시랑, 송정, 청사포
 - ▷ 부산연안 17개 지점 : 해운대, 수영만, 남천만, 오류도, 동천하류, 5부두, 부산대교, 북외항, 북내항, 남항, 남외항, 암남공원, 송도해상, 감천항, 발전소앞, 다대포항, 다대포어시장
 - ▷ 낙동강하구연안 2개 지점 : 다대포, 장림
 - ▷ 서낙동강연안 3개 지점 : 신호, 녹산, 가덕도
 - ▷ 신항연안 2개 지점 : 신항, 신외항



그림 1. 채수 지점도

○ 조사항목

수온, pH, DO, 전기전도도, 염분, COD, T-N, T-P, Cd, Pb, 총대장균군 등 총 11개 항목을 분석하였다. 해역별 평가기준은 표 1의 환경정책기본법 해역별 생활환경기준에 적용해서 평가하였다.

표 1. 해역별 생활환경기준

등급	기 준						
	수소이온 농도 (pH)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	용존산소량 (DO) (mg/L)	총대장균군 (총대장균군수 /100mL)	용매추출 유분 (mg/L)	총질소 (mg/L)	총인 (mg/L)
I	7.8~8.3	1 이하	7.5 이상	1000 이하	0.01 이하	0.3 이하	0.03 이하
II	6.5~8.5	2 이하	5 이상	1000 이하	0.01 이하	0.6 이하	0.05 이하
III	6.5~8.5	4 이하	2 이상	-	-	1.0 이하	0.09 이하

- 비고 : (1) 등급 I은 참돔방어 및 미역 등 수산생물의 서식양식 및 해수욕에 적합한 수질을 말한다.
 (2) 등급 II는 해양에서의 관광 및 여가선용과 숭어 및 김 등 등급 I의 해역에서 서식양식에 적합한 수산생물외의 수산생물의 서식양식에 적합한 수질을 말한다.
 (3) 등급 III은 공업용 냉각수, 선박의 정박 등 기타 용도로 이용되는 수질을 말한다.

○ 조사방법

선박을 이용하여 해상에서 표층수를 채수하였다. 수온, pH, DO, 전기전도도, 염분는 현장 측정하였으며, 그 외 항목은 해양환경공정시험방법에 의거하여 분석하였다.

3. 조사결과

○ 연도별 수질 현황

- ▷ 표 2의 최근 5년간 연도별 연안해수 수질조사 결과를 나타낸 것으로 연도별 pH 평균농도는 8.0~8.2로 해역별 생활환경환경 기준 I 등급, DO 평균은 8.5 mg/L(7.4~9.5 mg/L) I 등급, T-N 평균 0.407 mg/L(0.333~0.604 mg/L), T-P 평균 0.034 mg/L(0.029~0.039 mg/L)로 II 등급 수준을 만족하였다.
- ▷ 최근 6년간 COD 농도는 최저 1.2 mg/L, 최고 1.7 mg/L으로 평균 농도 1.5 mg/L로 해역 II 등급을 유지하고 있으며 점차 COD 농가 감소하고 있는 추세를 보임.
- ▷ 연도별 수질변화 추이를 살펴보면 pH, DO, T-P는 큰 변화를 보이지 않으며, T-N의 경우는 2011년에는 다소 높은 농도가 조사되었는데 이는 예년에 비해 빈번한 강수일과 많은 강수량으로 하천수 및 육상오염물질의 유입에 의한 것으로 판단됨.

표 2. 연도별 연안해수 평균 농도

구분	pH	DO	COD	T-N	T-P
기준	I (7.8-8.3)	I (7.50이상) II (5.00이상)	I (10이하) II (20이하) III (40이하)	I (0.30이하) II (0.60이하) III (1.00이하)	I (0.030이하) II (0.050이하) III (0.090이하)
2012	8.0	9.2	1.2	0.441	0.028
2011	8.0	9.4	1.7	0.604	0.035
2010	8.0	9.5	1.3	0.384	0.029
2009	8.1	8.0	1.4	0.343	0.039
2008	8.0	7.9	1.6	0.344	0.037
2007	8.2	8.3	1.5	0.399	0.035
2006	8.1	7.4	1.5	0.333	0.034
평균	8.1	8.6	1.5	0.361	0.034
최대	8.2	9.5	1.7	0.604	0.039
최소	8.0	7.4	1.3	0.122	0.029

○ 2012년 연안해수 수질 현황

- ▷ 2012년도 연안해수 수질현황은 표 3에 나타냈으며, 연안해수 해역별 생활환경기준에 의한 수질 평가는 항목별 기준에 준하여 평가하고 항목 중 제일 높은 등급을 적용하여 판정하였다.
- ▷ 2012년도 연안해수 수질 평가 결과는 I 등급이 12개 지점, II 등급이 14개 지점, III 등급 2개 지점, III 등급 초과가 3개 지점으로 조사되었다.
- ▷ 2012년도 연안해수 수질은 전년도 대비 오염도가 감소한 것으로 조사되었으며, 전년도에 대비 강수일과 강수량의 감소로 육상오염물질이 유입이 감소한 것으로 판단됨.
- ▷ pH는 최저 7.9, 최고 8.1로 전 지점이 해양환경기준 I 등급, 용존산소(DO)도 최저 8.7 mg/L, 최고 10.9 mg/L, 평균 9.4 mg/L로 전 지점 I 등급을 유지하고 있다.
- ▷ 전기전도도는 대부분 47 ~ 51 mS/m 내외로 일반 해역과 유사한 값을 보여주고 있으며, 낙동강 본류에 영향을 받는 장림 지점은 25.0 mS/cm, 장림 지점보다 아래에 위치하고 있는 다대포 지점은 36.2 mS/cm로 일반 해역에 비하여 낮게 조사되었으며, 또한 서낙동강 하류에 위치하고 있는 신호 지점 35.2 mS/cm, 녹산 지점 43.4 mS/cm, 가덕도 44.7 mS/cm로 일부 담수의 유입이 있는 것으로 판단된다.
- ▷ 염분의 농도도 전기전도도와 유사한 패턴을 나타냈고 있으며, 대부분 30 ~ 34 psu로 나타났다. 서낙동강 하천수에 영향을 받는 신호 22.2 psu, 녹산 28.0 psu, 가덕도 28.9 psu, 낙동강 본류에 영향을 받는 다대포와 장림은 23.1 psu와 15.5 psu로 조사되었다.
- ▷ COD 농도는 최저 0.7 mg/L, 최고 3.0 mg/L이고 평균농도는 1.2 mg/L로 해양생활환경 기준 II 등급을 유지하고 있으며, 해양생활환경기준 I 등급 16개, II 등급 13개, III 등급

2개 지점으로 조사되었다. 낙동강 본류 및 괴정천에 영향을 받는 장림지점이 3.0 mg/L로, 서낙동강에 하류에 위치한 신호지점이 2.7 mg/L로 Ⅲ 등급 으로 조사되었다.

- ▷ 총질소(T-N)는 해역생활환경기준 I 등급 17개, II 등급 9개, III 등급 2개 그리고 III 등급 초과 지점은 3개 지점으로 조사되었다. 총질소 농도는 최저 0.2228mg/L, 최고 1.922 mg/L이고 평균농도는 0.441 mg/L로 해역생활환경기준 II 등급으로 유지하고 있으며, 낙동강 본류 및 괴정천, 보덕천에 영향을 받는 다대포와 장림는 각각 1.922 mg/L, 1.076 mg/L로, 수영강 하류에 위치한 수영만이 1.099 mg/L로 III 등급 기준 1.0 mg/L 초과하여 조사되었다. 다대포 어시장이 어시장 사용수 유입으로 인한 해역생활환경기준 III 등급 조사됨.
- ▷ 총인(T-P)는 해역생활환경기준 I 등급이 22개 지점, II 등급 6개 지점, III 등급은 3개 지점으로 나타났으며, 총인 농도는 최저 0.012 mg/L, 최고 0.090 mg/L이고 평균농도는 0.028 mg/L으로 해역별 생활환경기준 I 등급을 유지하고 있다. 수영만 0.090 mg/L, 다대포어시장 0.059 mg/L, 장림지점이 0.071 mg/L로 III등급으로 조사되었음.
- ▷ 총대장균군의 경우는 27개 지점이 해역별 생활환경기준 I·II 등급으로 유지하고 있으며, 총대장균군수는 최저 4개/100mL, 최고 5838개/100mL이고 평균 총대장균수는 616개/100mL로 조사되었다. 수영만, 다대포어시장, 다대포, 장림 4개 지점이 해역환경기준 I·II 등급 1,000개/100mL을 초과하여 조사되었다.
- ▷ 카드뮴, 납은 사람의 건강보호를 위한 해역환경기준 항목으로 전지점에서 매분기 마다 불검출로 나타났다.

○ 연안별 수질 현황

- ▷ 기장연안은 동해에 위치한 기장에서 청사포까지 7개 지점으로 육지로부터 멀리 떨어져 있어 비교적 청정지역이며,
- ▷ 부산연안은 해운대에서 다대포어시장까지 17개 지점으로 육지에 근접한 육지오염물질의 유입 가능성 높은 오염우려지점과 반면에 육지와 다소 거리가 있는 일반해역지점이 같이 있으며,
- ▷ 낙동강 본류에 영향을 받는 낙동강하구연안 2개 지점, 서낙동강 하류에 위치한 서낙동강연안 3개 지점, 신항에 위치한 신항연안 2개 지점으로 총 5개 연안별로 구분하여 수질 항목별 평균 농도변화를 살펴보았다.
- ▷ 연안별 해역생활환경기준을 적용 할 경우에는 기장연안 I 등급, 부산연안과 신항연안 II 등급, 서낙동강연안 III등급, 낙동강하구연안의 경우 초과로 조사되었다.
- ▷ 연안별 DO 농도(그림 2.)는 연안별 차이는 없으며 해수 온도의 영향 따라 나타나는 경향이 있으며,
- ▷ 연안별 COD 농도는 염분이 낮은 지역은 대체로 수질오염도가 높게 나타나는 경향이 보이는데, 이는 육상오염물질을 포함하고 있는 하천수의 유입에 인한 것으로 판단되며, 연안별로 낙동강연안이 제일 높게 조사되었는데 이는 낙동강 본류와 일부 생활오수가 포함된 괴정천, 보덕천의 영향으로 유기물 함량이 증가 된 것으로 판단된다.

표 3. 2012년 연안해수 지점별 평균 농도

구분	수온 (°C)	pH	DO (mg/l)	전기 전도도 (mS/Cm)	염분 (‰)	COD (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	총대장균군 (개수/100ml)	해역 등급
고리	17.6	8.1	8.9	48.9	32.1	0.7	0.295	0.022	5	I
칠암	17.0	8.1	9.2	49.2	32.3	0.8	0.330	0.019	4	II
일광	16.3	8.0	9.1	49.2	32.2	0.8	0.242	0.018	4	I
대변	16.5	8.1	9.2	49.0	32.2	0.8	0.258	0.016	4	I
시랑	16.3	8.1	9.2	48.8	31.8	0.9	0.275	0.020	10	I
송정	16.2	8.1	9.2	49.0	32.3	0.8	0.267	0.017	8	I
청사포	15.8	8.0	9.2	49.1	32.2	1.0	0.274	0.016	15	II
해운대	15.9	8.0	9.4	48.7	31.9	1.1	0.355	0.022	230	II
수영만	16.7	8.0	9.0	45.3	29.5	1.9	1.099	0.090	1098	III초과
남천만	16.1	8.0	9.7	48.6	31.8	1.0	0.488	0.034	125	II
오륙도	15.6	8.0	9.6	48.8	31.9	1.1	0.345	0.019	13	II
동천하류	16.2	8.0	8.6	48.9	31.8	1.4	0.392	0.035	635	II
5부두	16.0	7.9	7.9	48.8	31.8	1.1	0.388	0.034	410	II
부산대교	15.8	8.1	9.0	49.0	32.2	0.8	0.275	0.017	70	I
북외항	16.3	8.1	9.4	49.0	32.0	0.9	0.245	0.018	10	I
북내항	16.3	8.1	9.5	48.8	31.8	0.9	0.278	0.020	195	I
남항	16.1	8.1	8.7	48.8	31.7	0.9	0.322	0.022	738	II
남외항	16.7	8.1	9.8	48.4	31.6	0.9	0.233	0.012	27	I
암남공원	16.4	8.1	9.8	48.5	31.6	1.0	0.242	0.012	76	I
송도	16.8	8.1	9.9	48.4	31.5	1.0	0.228	0.028	37	I
감천항	17.7	8.1	9.6	48.7	31.7	1.3	0.239	0.027	55	II
발전소앞	18.2	8.1	9.2	48.9	31.9	1.3	0.284	0.017	296	II
다대포항	16.7	8.1	9.9	48.2	31.3	1.9	0.294	0.014	337	II
다대포어시장	16.3	8.0	8.7	47.8	31.1	1.3	0.679	0.059	5838	III
다대포	16.6	8.0	9.6	36.3	23.1	2.0	1.000	0.039	4164	III
장림	17.5	8.0	9.4	25.0	15.5	3.0	1.922	0.071	4078	III초과
신호	15.8	8.0	9.8	35.2	22.2	2.7	1.076	0.040	128	III초과
녹산	15.8	8.0	9.0	43.4	28.0	1.3	0.421	0.028	72	II
가덕도	15.6	8.0	8.6	44.7	28.9	0.9	0.410	0.034	167	II
신항	15.6	8.0	9.2	47.4	30.9	1.0	0.296	0.024	235	I
신외항	15.6	8.1	9.5	48.0	31.3	1.4	0.236	0.019	6	II
최소	15.6	7.9	7.9	25.0	15.5	0.7	0.228	0.012	3.8	-
최대	18.2	8.1	9.9	49.2	32.3	3.0	1.922	0.090	5838	-
평균	16.4	8.0	9.2	46.7	30.4	1.2	0.441	0.028	616	II

※카드뮴, 납 : 불검출

- ▷ 총질소(그림 4.)는 비교적 육지와 거리가 있거나 인근에 큰 하천이 없는 기장연안, 부산연안, 신항연안은 매분기 거의 일정한 값을 유지하고 있으며, 그러나 낙동강하구연안이 다른 연안에 비해 높게 나타났으며
- ▷ 총인(그림 5.)의 경우도 총질소와 유사한 형태로 나타나며 낙동강하구연안이 다른 연안에 비해 높게 조사되었다.
- ▷ 분기별로 살펴보면 비교적 강수량이 많은 3분기에 오염도가 증가하는 경향을 보이고 있으며 특히 낙동강하구 연안이 다른 연안에 비해 오염도가 증가하고 있는데 이는 강수량이 많은 시기에는 낙동강분류 자체의 오염도 증가 뿐만 아니라 인근 하천에 따라 설치된 합류식 관개의 월류로 인해 생활하수가 유입된 하천수에 의해 오염도가 증가한 것으로 사료됨

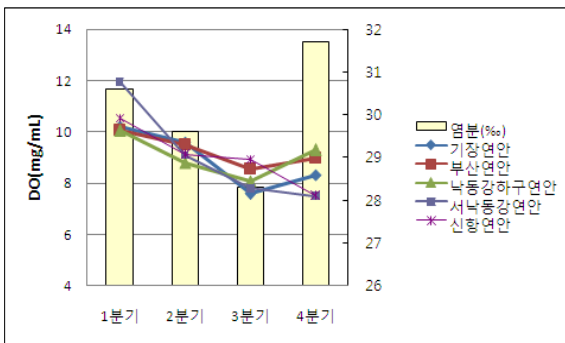


그림 2. 분기별 DO 농도 변화

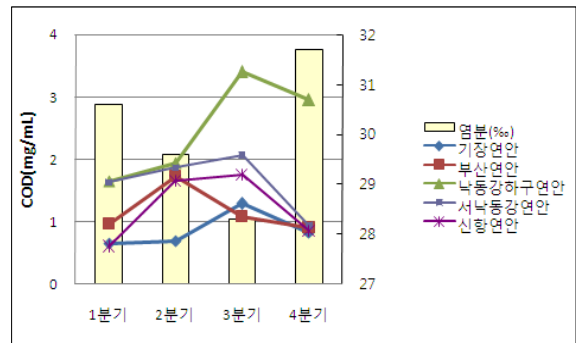


그림 3. 분기별 COD 농도 변화

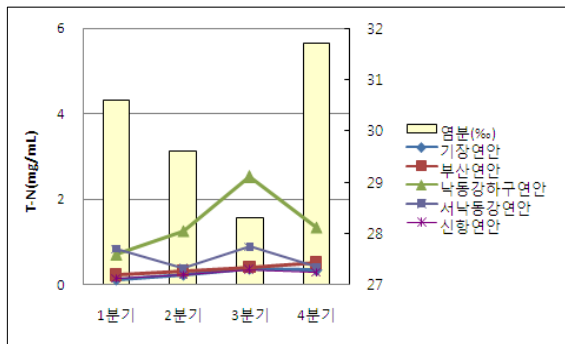


그림 4. 분기별 총질소 농도 변화

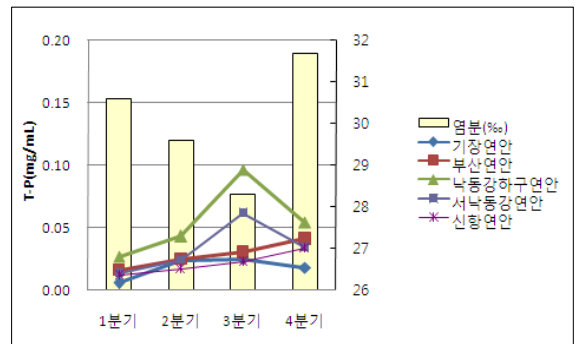


그림 5. 분기별 총인 농도 변화

4. 결 론

- 2012년도 연안해수 수질 평가 결과는 I 등급이 12개 지점, II 등급이 14개 지점, III 등급 2개 지점, III 등급 초과가 3개 지점, 전체 평균 농도로 II 등급으로 조사되었으며,
- 수영장에 영향을 받는 수영만, 낙동강분류와 괴정천, 보덕천에 영향을 받는 장림, 서낙동강 하천수에 영향을 받는 신호지점이 III 등급 초과로 조사되었다.
- 2012년도 연안해수 수질은 전년도 대비 다소 오염도가 감소한 것으로 조사되었으며, 이는 전년 3분기 강수량이 일시적인 증가의 영향으로 전년도 농도가 전반적으로 증가한 원인 것으로

판단됨.

- 2012년도 항목별 농도는 pH는 7.9 ~ 8.1, 평균 8.0으로 수질등급 I 등급, DO는 7.9 mg/L ~ 9.9 mg/L, 평균 9.2 mg/L로 I 등급, COD는 0.7 ~ 3.0 mg/L, 평균 1.2 mg/L II 등급, T-N는 0.228 mg/L ~ 1.922 mg/L, 평균 0.441 mg/L로 II 등급, T-P는 0.012 mg/L ~ 0.090 mg/L, 평균 0.028 mg/L로 I 등급, 총대장균군 4 개/100mL ~ 5838개/100mL, 평균 616 개/100mL로 I 등급 초과된 것으로 나타났다.
- 수온은 16 °C ~ 18 °C, 평균 16 °C, 전기전도도는 25.0 mS/m ~ 49.2 mS/m, 평균 46.7 mS/m, 염분은 15.5 psu ~ 32.3 psu, 평균 30.4 psu로 조사되었음.
- 사람의 건강보호기준 항목인 카드뮴, 납은 불검출로 조사되었음.
- 연안별 해역생활환경기준을 적용 할 경우에는 기장연안 I 등급, 부산연안과 신항연안 II 등급, 서낙동강연안 III등급, 낙동강하구연안의 경우 초과로 조사되었다.
- 낙동강하구연안이 전반적으로 오염도가 높은 경향을 보였다. 이는 낙동강분류 하천수와 인근 괴정천과 보덕천의 영향인 것으로 판단되며, 분기별로는 하절기인 3분기가 다른 분기에 비해 높게 나타났는데, 하절기인 경우 강우량의 영향으로 육상오염물질 유입 및 하천에 따라 설치된 합류식 관거의 월류로 생활하수가 유입된 하천수 때문인 것으로 사료된다.

5. 대 책

- 강수량 증가시 연안 해수의 오염도가 상승하는 경향이 있으므로, 육상오염물질의 사전 유입 차단을 위한 비점오염원 관리, 분류식 관거 설치로 합류식 관거의 월류 문제 해결.
- 다대포어시장 같은 수산물 세척수의 적정 처리 시설 도입.
- 선박에서 발생하는 생활폐기물 및 오·폐수 등의 관리를 강화시키고 해상 내에서 발생할 수 있는 폐기물 투기 등의 단속이 필요.
- 해역의 부영양화나 적조에 에 영향을 주는 질소에 대한 유입부하량을 감소시키기 위해 하수처리장의 고도처리를 확대 실시 필요.
- 양식어장의 적정한 관리로 어패류와 해조류 양식어장의 유출폐수로 인한 부영양화가 발생하지 않도록 한다.