

부산항 해수 수질조사

환경조사과 : 황인정

과 장 : 김성림 → 조정구

- 부산항의 항만·관광 기능 유지와 해양오염사고 방지를 위해 지속적으로 수질 현황을 파악
- 관련 기관에 수질보전을 위한 기초 자료 제공

□ 조사개요

- 조사기간 : 2003년도 1월부터 12월까지 분기 1회 조사(3, 5, 8, 12월)
- 조사지점(그림 1)

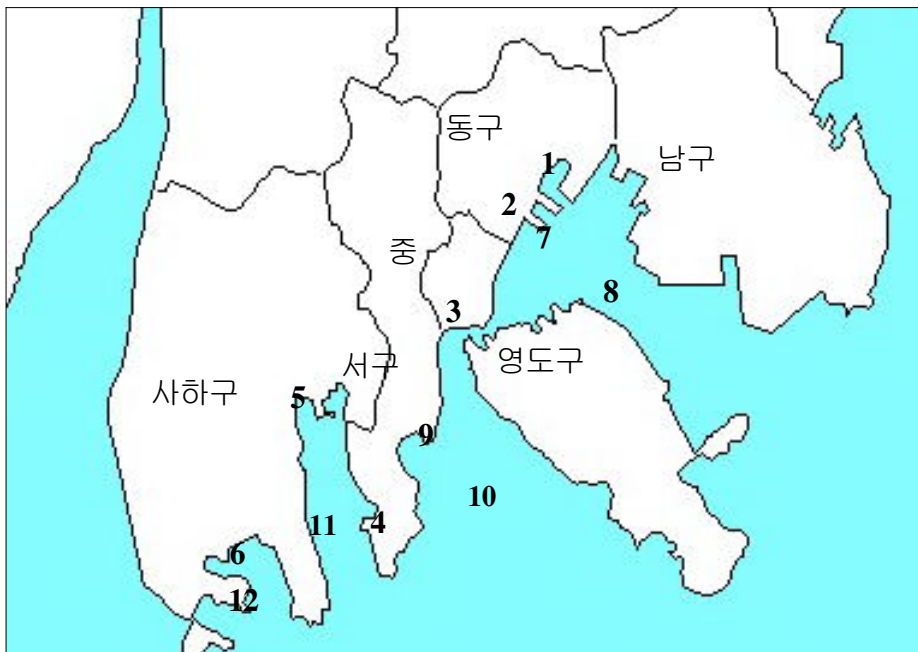


그림 1. 부산항 해수 채수 지점도

- ▷ 우심해역 : 1.동천하류지점, 2.관공선부두, 3.부산대교밑, 4.송도해상, 5.감천화력발전소앞, 6.다대포어시장앞
- ▷ 일반해역 : 7.북항, 8.북외항, 9.남항, 10.남외항, 11.감천항, 12.다대포항
- 조사항목
 - ▷ 총 14개 항목 : 수온, pH, DO, COD, T-N, T-P, Cd, Pb, Cr⁶⁺, Hg, Cu, Zn, 용매추출유분, 대장균군수
- 조사방법
 - ▷ 선박을 이용하여 육지로부터 최소 300m에서부터 최고 1km이상의 해상에서 표층수 채수
 - ▷ 수온·pH·DO는 현장에서 즉시 측정하였고, 그 외항목은 해양오염공정시험방법에 의거하여 시험 분석함

□ 조사결과

- 항목별 오염도
 - ▷ 수소이온농도(pH)
 - 정상적인 해수는 일반적으로 알칼리성으로 pH7.4~8.4이고, 부산항 역시 7.5~8.4의 pH범위를 나타내었으며, 오염도가 심한 생활오수가 유입되는 동천하류지점이 '03년 2/4분기에 7.5로 가장 낮았다.
 - 부산항 해수의 '01~'03년 평균 pH는 표 1에 나타내었다. 각 지점의 pH는 모두 해역Ⅲ등급 환경 기준을 만족하고 있으며 '02 년도까지 증가의 경향을 보이던 것이 올해는 다소 낮아졌으며, 동천하류, 관공선부두 등의 경우 다른 지역에 비해 낮는데 이는 pH가 높지 않은 생활하수가 유입되고 있음을 나타낸다.

표 1. 부산항 해수 평균 pH

(단위:무차원)

지점 결과	동천 하류	관공선 부두	부산대 교밑	송도 해상	발전소 앞	다대포 어시장	북내항	북외항	남항	남외항	감천항	다대 포항
'01	7.5	8.0	8.1	8.1	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
'02	7.6	8.0	8.2	8.2	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3
'03	7.7	7.8	8.0	8.1	8.1	8.0	8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1
해역Ⅲ등급 환경기준	6.5~8.5											

▷ 용존산소(DO)

- 부산항 해수는 육지로부터 흘러드는 생활오수의 영향으로 DO가 다소 낮으며, 특히 '03년 3/4분기 는 동천하류와 관공선부두의 DO가 1.8mg/l로 가장 낮았고 이를 제외하면 대부분의 지점이 해역Ⅲ등급 환경기준을 만족하였다. 동천하류와 발전소앞은 작년에 비해 DO는 증가하였으며 그 외 지점은 감소하였다.

표 2. 부산항 해수 평균 DO

(단위 : mg/l)

결과 \ 지점	동천하류	관공선부두	부산대교밑	송도해상	발전소앞	다대포어시장	북내항	북외항	남항	남외항	감천항	다대포항
'01	3.9	6.0	6.9	7.7	7.2	6.4	7.5	7.4	7.0	7.8	8.0	7.5
'02	4.2	6.2	7.8	7.9	7.0	7.0	7.6	7.9	8.0	8.2	8.4	8.0
'03	4.4	5.4	6.9	7.3	7.3	6.7	7.0	7.3	7.3	7.7	8.0	7.5
해역Ⅲ등급 환경기준	2이상											

▷ 화학적 산소요구량(COD)

- '03년도에는 3/4분기 동천하류가 COD 5.2mg/l로 선박의 정박등에 이용되는 해역Ⅲ등급 환경기준을 초과하였으나 나머지 지점은 기준을 모두 만족하였다. 하지만 동천하류의 경우 COD가 점차 감소의 경향을 보였으며 이는 하수관거의 정비 및 시민의 환경인식 향상 등으로 인해 육상기원 오염원의 부산연안으로 유입이 감소하였음을 보여주는 것이다.
- 발전소앞을 비롯하여 근해역인 남외항·북외항·다대포항 등은 작년에 비해 COD가 감소하였으나, 그 외 관공선부두를 비롯한 오염우심해역과 연안해역의 경우 COD가 증가한 것으로 나타났다.
- 따라서 하수관로 정비와 정박된 선박과 양식장 등과 같은 연안 수역의 오염원 인자에 대한 지속적인 지도 및 관리가 필요한 것으로 사료된다.

표 3. 부산항 해수 평균 COD

(단위 : mg/l)

지점 결과	동천 하류	관공선 부두	부산대 교밀	송도 해상	발전소 앞	다대포 어시장	북내항	북외항	남항	남외항	감천 항	다대 포항
'01	4.8	1.0	0.5	0.7	2.5	1.6	0.9	0.7	0.7	0.6	1.1	0.6
'02	4.1	1.3	1.1	0.9	2.1	1.3	1.0	0.9	1.2	1.1	1.0	0.9
'03	3.6	1.4	1.8	1.4	2.2	1.7	1.6	0.9	1.4	1.0	1.4	0.9
해역Ⅲ등급 환경기준	4이하											

▷ 총질소(T-N)

- '03년엔 잦은 비로 많은 강수량을 나타냈던 3/4분기의 동천하류가 3.248mg/l로 최대치를, 갈수기로 접어든 4/4분기의 남외항이 0.031mg/l로 최소치를 보였다.
- 연도 평균을 비교했을 때, 동천 하류만 T-N 해역Ⅲ등급 환경기준 초과하였고, 나머지 전 지점이 모두 만족하였다. 하지만 동천하류의 경우 가장 높은 T-N 감소율을 보였는데 이는 꾸준한 하수관거의 설치로 육상으로부터의 생활하수 유입이 차단되었고, 또한 '동천 살리기 마스트 플랜' 등 현재 민관이 합동으로 시행하고 있는 갖가지 '하천 살리기 운동'의 영향과 시민의 환경의식 향상에 따른 성과라 사료된다.
- 발전소앞과 다대포어시장, 감천항과 다대포항의 경우 전년도에 비해 평균 T-N이 감소하였다. 나머지 지점은 대부분 전년도와 비슷하거나 증가하였다. 이는 녹산 하수처리장을 제외하고 부산 대부분의 하수처리장에서 질소나 인 등의 무기염류를 처리하지 못하는데 기인한다. 그러나 각 하수처리장에서 고도처리시설을 계획하고 있어 점차 개선될 것으로 사료된다.

표 4. 부산항 해수 평균 T-N

(단위 : mg/l)

지점 결과	동천 하류	관공선 부두	부산대 교밀	송도 해상	발전소 앞	다대포 어시장	북내항	북외항	남항	남외항	감천 항	다대 포항
'01	2.510	0.444	0.152	0.081	0.832	0.337	0.225	0.142	0.163	0.058	0.087	0.086
'02	2.858	0.650	0.333	0.189	0.899	0.585	0.441	0.292	0.336	0.127	0.254	0.341
'03	1.818	0.661	0.391	0.211	0.620	0.426	0.396	0.303	0.341	0.110	0.122	0.179
해역Ⅲ등급 환경기준	1.000이하											

▷ 총인(T-P)

- '03년도 T-P 분석결과 많은 강우가 내린 3/4분기에 육상기인오염원의 영향을 가장 크게 받은 동천하류가 0.274mg/l로 최대값을 보였으며, 이를 제외하고는 전 지점이 해역Ⅲ등급 환경기준을 만족했다. 그러나 우심해역인 관공선부두·부산대교밀·송도해상과 일반해역인 북내항·북외항·다대포항 등에서 전년도에 비해 다소 상승하는 경향을 보였다.
- 우심해역에서 T-P가 상승하는 것은 T-N과 같이 대부분의 하수종말처리장 등에서 질소, 인 등의 무기염류를 제거할 수 있는 시설을 아직 확보하지 않은 실정에 따른 것이고, 일반해역의 경우엔 선박이나 연안양식장 등 해상으로부터의 오염물유입이나 또는 바다 밑바닥의 산소가 고갈되면서 퇴적층으로부터 재용출되어 해수 중에 유입되기 때문인 것으로 사료된다.

표 5. 부산항 해수 평균 T-P

(단위 : mg/l)

지점 결과	동천 하류	관공선 부두	부산대 교밀	송도 해상	발전소 앞	다대포 어시장	북내항	북외항	남항	남외항	감천 항	다대 포항
'01	0.198	0.031	0.014	0.006	0.071	0.026	0.017	0.014	0.012	0.006	0.006	0.008
'02	0.158	0.052	0.026	0.019	0.065	0.047	0.035	0.020	0.017	0.009	0.043	0.017
'03	0.153	0.066	0.047	0.029	0.065	0.045	0.042	0.035	0.035	0.008	0.021	0.025
해역Ⅲ등급 환경기준	0.090이하											

▷ 대장균군수(coliforms)

- 대장균군은 그람음성·무아포성의 간균으로서 유당을 분해하여 가스 또는 산을 발생하는 모든 호기성 또는 통성혐기성균을 말하며 분변오염의 지표 미생물로서 의미가 있다. '03 평균 대장균군수는 35.5 MPN/100ml~6,175MPN/100ml로 전년도에 비해 증가한 것으로 나타났다.

표 6. 부산항 해수 평균 대장균군수

(단위 : MPN/100ml)

지점 결과	동천 하류	관공선 부두	부산대 교밑	송도 해상	발전소 앞	다대포 어시장	북내항	북외항	남항	남외항	감천 항	다대 포항
'01	80,115	713	1,035	143	8,118	865	495	125	1,220	134	158	123
'02	550	483	583	170	600	130	343	100	113	27	58	258
'03	5,600	3,900	500	800	3,050	360	360	270	6,175	275	35.5	635
해역Ⅲ등급 환경기준	-											

※ Ⅲ등급 해역은 대장균군수 기준이 정해져 있지 않음

▷ 기 타

- 용매추출유분 : 부산항에서 '03년도 조사결과 전 지점에서 검출되지 않았다.
- 중금속류 : Cu 및 Zn이 해수 중 존재수준 정도로 검출되었으며, 그 외 유해중금속은 검출되지 않았고 사람의 건강보호를 위한 환경기준을 모두 만족하는 것으로 나타났다.

○ 해역별 오염도

▷ 우심해역

- 육지와 인접하여 육상기인오염원의 영향을 크게 받는 해역으로 동천하류, 관공선부두, 부산대교 밑, 송도해상, 발전소앞, 다대포어시장 등이며, 각 지점의 '03년도 평균오염도는 표 7에 나타내었다.
- 총질소(T-N), 총인(T-P)의 경우 우심해역의 수질은 동천하류를 제외하고는 모두 해역Ⅲ등급 환경기준을 만족하였다.
- 동천하류지점은 높은 T-N, T-P와 낮은 DO로 수질이 Ⅲ등급을 초과해 부산항의 수질을 악화시키는 주 요인이 되고 있다. 특히 평년에 비해 잦은 비로 많은 강수량을 보였던 3/4분기에는 육지로부터 가정하수나 공장폐수 등의 해역 유입으로 COD 5.2mg/l, T-N 3.248mg/l, T-P 0.274mg/l 로 이번 연도 최대치를 나타냈다. 따라서 동천하류 해역으로 유입되는 하수의 지속적인 오염 저감대책이 필요하다.
- 관공선부두를 지나 부산대교 지점으로 갈수록 오염도가 낮아지고 있는데 이는 지형적 영향으로 해수의 빠른 유속에 따른 순환의 결과로 판단된다. 송도해상의 경우 높은 DO와 낮은 COD · T-N · T-P로 해역Ⅱ등급을 보여 다른 우심해역에

비해 수질이 양호한 것으로 나타났다.

표 7. 부산항 오염 우심지역 평균

(단위 : pH는 무차원 그 외는 mg/l)

항목 \ 지점	동천하류	관공선부두	부산대교밑	송도해상	발전소앞	다대포 어시장	환경기준
pH	7.7	7.8	8.0	8.1	8.1	8.0	6.5-8.5
DO	4.4	5.4	6.9	7.3	7.3	6.7	2 이상(5이상)
COD	3.5	1.4	1.8	1.4	2.2	1.7	4 이하(2이하)
T-N	1.818	0.660	0.391	0.211	0.620	0.426	1.000(0.600)이하
T-P	0.153	0.066	0.047	0.029	0.065	0.045	0.090(0.050)이하
해역등급	Ⅲ초과	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ(Ⅱ)

▷ 일반해역

- 육상에서 최소 1km이상 되는 해상으로 북내·외항, 남내·외항, 감천항과 다대포항 등이며 각 지점의 '03년도 평균오염도는 표 8과 같다.
- 모든 지점이 해역Ⅱ등급 환경기준을 만족하였으며 특히 남외항과 다대포항 등은 해역Ⅰ등급으로 나타났다. 또 대부분 외항의 오염도가 내항보다는 낮은 것으로 조사되었다.

표 8. 부산항 해수 일반해역 평균

(단위 : pH는 무차원 그외는 mg/l)

항목 \ 지점	북내항	북외항	남항	남외항	감천항	다대포항	환경기준
pH	8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1	6.5-8.5
DO	7.0	7.3	7.3	7.7	8.0	7.5	5 이상(7.5이상)
COD	1.6	0.9	1.4	1.0	1.4	0.9	2 이하(1이하)
T-N	0.396	0.303	0.341	0.110	0.122	0.179	0.600(0.300)이하
T-P	0.042	0.034	0.035	0.008	0.021	0.025	0.050(0.030)이하
해역등급	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ(Ⅰ)

□ 결 론

- 부산항해수 12개 지점에 대해 분기 1회 시료를 채취하여, pH 등 14개 항목을 조사한 결과, 동천 하류가 지점별로 볼 때 평균 COD 3.5mg/l, T-N 1.818mg/l, T-P 0.153mg/l로 가장 오염이 심한 것으로 조사되었으며 이는 동천으로부터 정화되지 않은 생활하수가 유입되고 있기 때문이다. 하지만 연도별 추이를 보면, COD·T-N·T-P가 감소 추세를 보여, 하수관로 설치 및 시민들의 환경의식 향상에 따라 수질이 점차 개선되고 있는 것으로 판단된다.
- 항목별로 비교했을 때 T-N은 전년도와 비슷하거나 감소하였으나 T-P는 증가하였다. 이는 하수처리 시 고도처리의 미비와 해상으로부터 기인되는 오염 및 해안 저층의 퇴적물로부터 유리된 인 성분 등이 원인인 것으로 사료된다.

□ 대 책

- 하절기에는 대부분의 해역별 환경이 II등급 수질로 적조를 야기시킬 수 있는 부영양화 상태이므로 T-N, T-P 등 영양염류 오염도는 중요하게 고려되어야 하며, 이에 각 하수처리장에서 질소, 인 제거를 위한 고도처리시설의 보완이 필요하다.
- 연안 어장의 경우 어장에 사용되는 사료와 양식어류의 배설물이 퇴적되어 부영양화에 영향을 미치는 것으로 사료되므로 연안어장관리 지도가 필요하다.
- 선박 등 해상에서의 오염인자에 대한 지속적인 지도 및 단속이 필요한 것으로 판단된다.

□ 향후계획

- 조사주기 : 반기1회 (5월, 11월)
 - ▷ 부산항내 수질은 하천에서 유입되는 수질에 직접적인 영향을 많이 받으므로 강우량이 많은 계절을 피해 채수하기 위해 조정
- 조사지점 : 12개지점 (우심해역 6개지점, 일반해역 6개지점)
- 조사항목 : 10개항목(pH, 수온, DO, COD, T-N, T-P, Cd, Pb, 대장균군수, 용매추출유분)
- 보고기관 : 수산진흥과, 항만관리사업소, 부산지방해양수산청
- 채수선박 : 해운항만청 지도선 이용