

요트계류장 수질조사

환경조사과 : 김민경

과 장 : 김성림 → 조정구

- 요트경기장으로서는 적절한 수질 유지 및 시민 레저 생활을 위한 계류장 내·외부 수질 현황 파악
- 요트경기장 수질보전을 위한 기초자료 제공

□ 조사 개요

- 조사기간 : 2003년 1월부터 12월까지이며, 매분기 3, 6, 9, 12월에 채수하여 조사
- 조사지점
 - ▷ 요트계류장 내부 1, 2, 3지점과 외부 4, 5, 6, 7, 8지점 총 8개 지점
- 조사항목
 - ▷ 수온, 냄새, 색상, 투명도, pH, DO, COD, 대장균군수, 유분 총 9개 항목
- 조사방법
 - ▷ 선박을 이용하여 해상에서 표층수를 채수
 - ▷ pH, DO, 수온, 투명도, 냄새, 색상은 현장 측정하였다. 분석은 해양환경공정시험 방법에 의거함



그림 1. 요트계류장 수질오염도 조사 채수지점도

□ 조사 결과

○ 수온

▷ 2003년도 요트계류장 수온은 표 1과 같이 최대 23.3℃, 최소 13.9℃를 나타내었으며, 수온평균은 19.0℃였다. 또한 2003년도 수온은 예년에 비해 다소 높게 나타났다.

표 1. 2003년도 수온 변화

(단위 : ℃)

구분	1지점	2지점	3지점	4지점	5지점	6지점	7지점	8지점	지점평균
최대	23.3	22.3	22.8	23.0	23.0	23.3	23.0	23.0	23.0
평균	18.8	18.2	18.6	19.2	19.3	19.4	19.1	19.2	19.0
최소	13.9	14.2	13.9	15.4	15.5	15.3	15.6	15.9	15.0

표 2. 수온 연도별 변화

(단위 : ℃)

구분	1지점	2지점	3지점	4지점	5지점	6지점	7지점	8지점	지점평균
2000년	17.3	16.2	16.8	17.3	17.6	16.8	17.1	17.5	17.1
2001년	17.8	17.0	17.4	17.6	17.8	17.8	17.7	17.8	17.6
2002년	17.7	17.3	17.5	17.7	17.8	17.7	17.8	17.8	17.6

○ 냄새, 색상

▷ 전 지점에서 특이한 냄새는 감지할 수 없었다.
 ▷ 색상은 내부지점과 7, 8지점은 바다고유색인 청록색을 나타내었고, 수영장의 영향을 많이 받는 4, 5, 6지점은 탁한 바다색인 녹색 또는 연한 갈색을 나타내었다.
 ▷ 냄새와 색상 항목은 최근 3년동안 비슷한 양상을 보였다.

○ 투명도

▷ 2003년 계류장 투명도는 표 3과 같이 최대 3.5m 최소 1.3m 내부지점 평균은 3.1m 외부지점 평균은 2.3m를 나타내었다.
 ▷ 수영장의 영향을 많이 받는 4, 5, 6지점 평균은 1.8~2.2m를 보였으며, 7, 8지점 평균은 2.6m와 2.9m로 가장 높게 나타났다.

표 3. 2003년도 투명도

(단위 : m)

구 분	1지점	2지점	3지점	4지점	5지점	6지점	7지점	8지점
최대	3.5	3.5	3.5	2.2	2.3	2.5	3.0	3.2
평균	3.1	3.1	3.0	1.9	1.8	2.2	2.6	2.9
최소	2.6	2.4	2.5	1.3	1.2	1.8	2.0	2.2

표 4. 투명도 연도별 변화

(단위 : m)

구 분	1지점	2지점	3지점	4지점	5지점	6지점	7지점	8지점
2000년	2.8	2.8	2.6	1.3	1.1	1.6	2.5	2.9
2001년	2.9	3.0	2.8	1.7	1.4	2.2	2.7	2.9
2002년	3.4	3.2	3.2	1.1	0.9	1.2	2.4	2.6
2003년	3.1	3.1	3.0	1.9	1.8	2.2	2.6	2.9

○ pH

- ▷ 2003년도 요트계류장 주변해수의 pH는 최고 8.5, 최소 7.2, 내부지점 평균은 7.8, 외부지점 평균은 7.7로 나타났다. 또한, 수영장의 영향을 많이 받는 4, 5, 6지점이 다른 지점보다 pH가 낮게 나타났다. 이는 바다 보다 pH가 낮은 수영장 육수의 영향을 직접 받기 때문이다.
- ▷ 그림 2와 같이 분기별 pH를 살펴보면, 2/4분기에는 내부지점은 7.5~7.6 외부지점은 7.2~7.5로 낮았으며, 이는 강우에 의한 영향으로 보인다. 또한 3/4분기에는 내부지점은 8.0~8.2 외부지점은 7.6~8.5로 높게 나타났으며, 이는 금년 9월 28일과 9월 29일에 발령된 적조주의보와 관련하여 연안 해역의 적조에 의한 것으로 사료된다. 28일자 적조주의보는 적조생물 *Cochlodinium polykrikoides*로서 밀도는 19~2,800 cells/ml, 수온은 21.3~24.1℃를 나타내었다. 29일자 적조주의보는 같은 생물로서 밀도는 30~1,700 cells/ml, 수온은 22.0~23.5℃를 나타내었다.
- ▷ 표 6를 살펴보면, 최근 3년간 pH는 내부지점에서 7.8~8.0을 보이며, 외부지점에서 7.4~8.0을 나타냈다.

표 5. 2003년도 pH 변화

구 분	1지점	2지점	3지점	4지점	5지점	6지점	7지점	8지점
최대	8.1	8.0	8.2	8.0	7.6	8.1	8.3	8.5
평균	7.8	7.7	7.8	7.5	7.4	7.7	7.8	7.9
최소	7.5	7.5	7.6	7.2	7.2	7.3	7.4	7.5

표 6. pH 연도별 변화

구 분	1지점	2지점	3지점	4지점	5지점	6지점	7지점	8지점
2000년	8.0	8.0	8.0	7.7	7.7	7.7	7.9	8.0
2001년	7.9	7.8	7.8	7.5	7.4	7.6	7.9	8.0
2002년	8.0	8.0	8.0	7.5	7.5	7.6	8.0	8.0
2003년	7.8	7.7	7.8	7.5	7.4	7.7	7.8	7.9

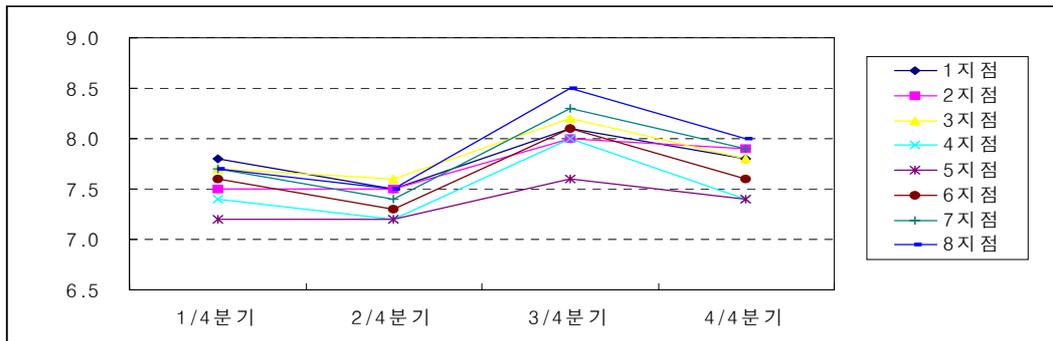


그림 2. 2003년 pH 분기별 변화

○ DO

- ▷ 2003년도 DO는 표 7와 같이 최대 11.1mg/l 최소 4.4mg/l 내부지점 평균 7.0 mg/l, 외부지점 평균은 6.6mg/l 을 나타내었다.
- ▷ 외부 지점의 경우, 대체적으로 수영강 본류에서 연안으로 갈수록, 즉, 5, 4, 6, 7, 8지점 순으로 DO가 상승하였고, 특히 수영강 하단에 위치한 7, 8지점은 다른 외부지점

보다 DO가 높아 해수의 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있다.

▷ 표 8를 살펴보면, 금년에 7, 8지점의 DO가 상승하였고, 이는 그림 3과 같이 3/4분기에 DO가 8.7mg/l, 11.1mg/l로 높게 나타났으며 이는 적조의 영향으로 사료된다.

표 7. 2003년도 DO

(단위 : mg/l)

구 분	1지점	2지점	3지점	4지점	5지점	6지점	7지점	8지점
최대	7.6	8.1	7.5	7.2	7.6	7.4	8.7	11.1
평균	7.3	7.0	6.8	5.9	5.5	6.4	7.3	8.0
최소	7.0	6.5	6.2	4.8	4.4	5.0	6.3	6.5

표 8. DO 연도별 변화

(단위 : mg/l)

구 분	1지점	2지점	3지점	4지점	5지점	6지점	7지점	8지점
2000년	6.3	6.1	6.2	4.6	4.4	5.1	5.9	6.3
2001년	7.4	7.2	7.4	6.3	6.2	6.2	6.7	6.9
2002년	7.0	7.0	7.1	5.9	5.8	6.3	6.9	7.2
2003년	7.3	7.0	6.8	5.9	5.5	6.4	7.3	8.0

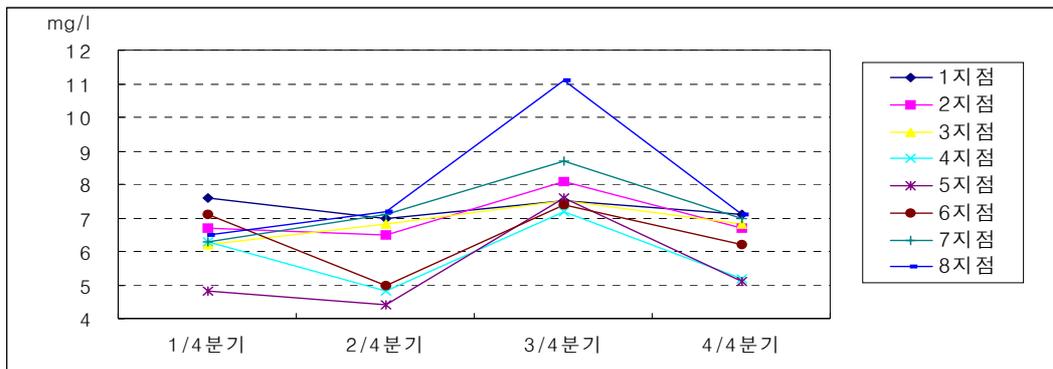


그림 3. 2003년 DO 분기별 변화

○ COD

- ▷ 표 9와 같이, 2003년도 계류장 COD는 최대 5.6mg/ℓ 최소 0.8mg/ℓ 내부지점 평균 1.5mg/ℓ, 외부지점 평균 3.1mg/ℓ를 나타내었다. 따라서, 내부지점이 외부지점보다 COD가 낮게 나타났다. 또한, 외부지점에서는 수영장에서 연안에 가까워질수록 COD가 낮아져, 5, 4, 6, 7, 8지점 순으로 COD가 감소하였다.
- ▷ 금년에는 내부지점의 경우 COD기준으로 해역환경기준 II등급을 만족하였고, 외부지점은 II~III등급 초과 수질을 나타내었다.
- ▷ 표 10을 살펴보면 2001년부터 감소 경향을 보이다가, 금년에 상승하였다. 이는 그림 4와 같이, 금년 2/4분기에는 강우로 인한 계류장 주변 비점오염원 부하량이 증가하여 내부 COD가 높아지고, 외부지점은 수영장의 희석 효과로 COD가 감소한 것으로 생각된다. 3/4분기에는 인근 연안에 적조의 영향으로 7, 8지점의 COD가 상승한 것으로 사료된다.

표 9. 2003년도 COD

(단위 : mg/ℓ)

구 분	1지점	2지점	3지점	4지점	5지점	6지점	7지점	8지점
최대	2.4	2.4	2.0	4.8	5.6	3.2	2.4	2.8
평균	1.5	1.4	1.5	4.1	4.4	3.1	2.1	2.0
최소	0.8	0.8	0.8	3.2	3.6	2.8	1.6	0.8

표 10. COD 연도별 변화

(단위 : mg/ℓ)

구 분	1지점	2지점	3지점	4지점	5지점	6지점	7지점	8지점
2000년	1.2	1.6	1.8	4.4	4.6	4.1	2.5	1.6
2001년	1.1	1.3	1.3	3.5	3.8	2.6	1.6	1.3
2002년	1.1	0.9	0.9	3.1	3.6	2.7	1.3	1.1
2003년	1.5	1.4	1.5	4.1	4.4	3.1	2.1	2.0
해역등급	II	II	II	III초과	III초과	III	III	II
등급별범위	2이하	2이하	2이하	4이하	4이하	4이하	4이하	2이하

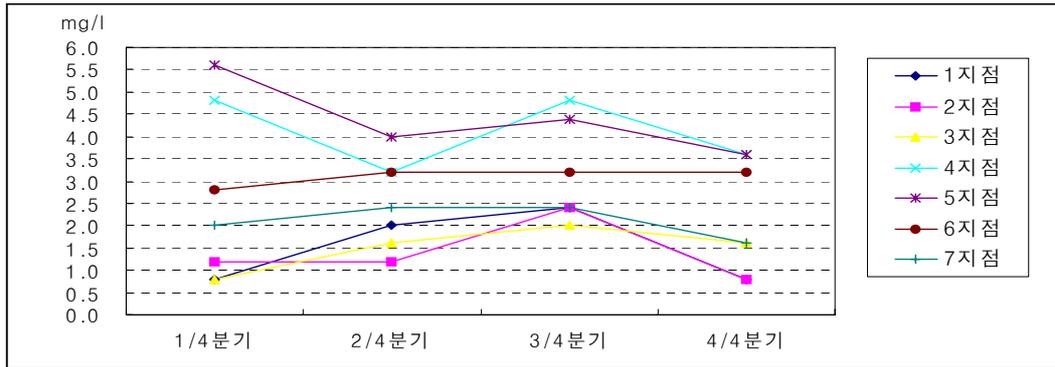


그림 4. 2003년도 COD 분기별 변화

○ 대장균군수

▷ 표 11과 같이, 2003년도 요트계류장 대장균군수는 최대 9,000 MPN/100ml, 최소 80MPN/100ml 내부지점 평균은 1,157 MPN/100ml, 외부지점 평균은 5,415MPN/100ml를 나타내었다. 또한 외부지점이 내부지점보다 대장균군수가 더 높았다.

표 11. 2003년도 대장균군수

(단위 : MPN/100ml)

구 분	1지점	2지점	3지점	4지점	5지점	6지점	7지점	8지점
최대	1,300	2,200	2,400	9,000	9,000	9,000	5,000	4,000
평균	670	1,275	1,525	8,000	5,625	7,000	3,575	2,875
최소	80	300	900	5,000	3,500	5,000	2,800	1,700

표 12. 대장균군수 연도별 변화

(단위 : MPN/100ml)

구 분	1지점	2지점	3지점	4지점	5지점	6지점	7지점	8지점
2000년	2,384	3,204	5,477	31,997	140,472	122,228	22,001	53,856
2001년	1,929	3,426	2,692	6,544	5,793	9,219	3,547	1,531
2002년	1,453	2,050	2,400	6,483	5,142	7,200	3,583	2,200
2003년	670	1,275	1,525	8,000	5,625	7,000	3,575	2,875

- 용매추출유분
 - ▷ 유분은 전 지점에서 검출되지 않았다.

□ 결 론

- 내부지점 평균은 투명도 3.1m, pH 7.8, DO 7.0mg/ℓ, COD 1.5mg/ℓ, 대장균군수 1,157MPN/100ml를 나타냈으며, 외부지점 평균은 투명도 2.3m, pH 7.7, DO 6.6mg/ℓ, COD 3.1mg/ℓ, 대장균군수 5,415MPN/100ml를 보여, 내부지점이 수영장의 영향을 많이 받는 외부지점보다 투명도 및 DO가 높고, COD 및 대장균군수가 낮은 것으로 나타났다.
- 조사지점 중 내부지점과 외부의 8번 지점은 COD기준으로 해역환경 II등급을 만족하였고, 6, 7 지점은 III등급을, 4, 5 지점은 III등급기준을 초과하여 나타났다.
- 전년도에 비해 COD가 상승하였으며, 이는 2/4분기에는 강우의 영향을, 3/4분기에는 적조의 영향을 받은 것으로 사료된다.

□ 대책

- 요트계류장은 위치 상 수영장의 영향을 많이 받게 되므로, 수질개선을 위해서는 무엇보다도 수영장의 수질개선이 전제되어야 한다.
- 또한, 장마철에 계류장 주변 비점오염원으로 인해 내부지점의 COD가 증가한 것으로 보이므로, 비점오염원 관리가 필요하며, 연안의 적조를 방지하기 위하여, 수계의 질소와 인 관리가 요구되는 것으로 판단된다.

□ 향후계획

- 조사주기 : 분기1회(3, 6, 9, 12월)
- 조사지점 : 8개지점 (요트경기장내 3개지점, 외 5개지점)
- 조사항목 : 13개항목(pH, 수온, DO, COD, T-N, T-P, Cd, Pb, 투명도, 냄새, 색상, 유분, 대장균군수)
 - ▷ 9개항목에서 4개항목(T-N, T-P, Cd, Pb)추가
- 보고기관 : 체육시설관리사업소
- 채수선박 : 요트경기장 관리선 이용