해수욕장 수질 조사

◯ 부산시 소재 해수욕장수질 정기적 조사를 통하여 수질개선 기여
◯ 쾌적한 해양레저 활동 및 환경보전정책 수립의 기초 자료를 제공

1. 조사개요

◯ 조사기간 : 2008년 1 ~ 12월에 걸쳐 총 12회 조사
▷ 비개장기(2, 10월) 2회, 개장 준비기(5, 6월) 2회, 개장기(7, 8월) 8회 조사
◯ 조사지점
▷ 공설 해수욕장(총 6개소)
▷ 해운대, 송정, 광안리, 송도, 다대포, 일광 해수욕장
▷ 비공설해수욕장(총 1개소) - 임랑 해수욕장
▷ 총 7개 해수욕장 21개 지점(해수욕장 각 3지점 조사)
◯ 조사위치
▷ 좌·우·중앙 각 1지점 해수욕장 당 총 3지점
▷ 수심 0.5 m 내지 1.5 m의 표층 아래 15 cm지점 채수
◯ 조사항목
▷ 해수욕장 수질기준 운용지침에 따라 수온, pH, COD, DO, SS, 총인, 암모니아성질소, 대장균군 등 총 8개 항목에 대해 조사하였다
◯ 분석방법
▷ 전 항목 해양환경공정시험기준(국토해양부)에 의하여 실시하였으며, 수온, pH, DO는 현장측정, 기타항목은 시료 채취 후 즉시 실험실 운반, 시험·분석을 실시하였다.

2. 조사결과

◯ 총 설
▷ 2008년 해수욕장 수질의 항목별 조사 값을 표 1에 나타내었으며 해수욕장 수질기준 (국토해양부훈령 제87호)에 의한 해수욕장 수질 평가결과를 표 2에 나타내었다.
▷ 해수욕장 전 지점이 해수욕장 수질기준의「적합」수준의 양호한 수질을 나타내었다.

◯ 해수욕장 수질평가
▷ 해수욕장 전 지점 적합 등급을 나타내었다.
▷ 해수욕장 수질기준(국토해양부 훈령 제87호)에 의하여 수질항목별 점수 합계에 의한 적합,

담당부서 : 환경조사과(☎758-6123)
과장 : 권기원, 담당자 : 임용승

관리요망, 부적합의 3가지 등급으로 평가한 결과는 아래와 같다(표 2).

▷ 해수욕장 수질등급 점수는 표 3-1, 조사항목별 점수표는 표 3-2에 나타내었다.

표 1. 해수욕장 수질조사 결과(2008년 항목별 평균)

지점 \ 항목		수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성질소 (mg/L)	대장균군 (MPN/100 mL)
해운대	최소	13	7.6	5.8	0.4	1.0	0.016	0.000	2
	평균	21	8.1	7.3	0.7	3.9	0.050	0.045	127
	최대	26	8.3	8.9	1.2	9.9	0.094	0.166	920
송 정	최소	12	7.5	5.6	0.1	1.1	0.016	0.000	2
	평균	21	8.1	7.2	0.7	3.7	0.041	0.041	56
	최대	26	8.3	9.9	2.8	6.4	0.098	0.141	920
광안리	최소	12	7.6	5.2	0.4	2.3	0.013	0.000	4
	평균	21	8.0	7.1	1.4	4.5	0.058	0.130	183
	최대	27	8.3	8.9	3.2	7.0	0.092	0.383	920
송 도	최소	11	7.9	5.5	0.4	1.5	0.015	0.000	2
	평균	21	8.1	7.2	1.2	4.2	0.040	0.047	85
	최대	29	8.3	9.6	3.2	8.3	0.067	0.121	540
다대포	최소	9	7.1	5.1	0.4	1.3	0.031	0.038	33
	평균	22	7.8	6.8	1.9	4.8	0.064	0.277	712
	최대	28	8.3	9.3	4.0	9.6	0.149	0.501	1600
일 광	최소	11	7.5	5.6	0.7	2.5	0.023	0.000	2
	평균	22	8.1	7.5	1.5	5.9	0.051	0.100	477
	최대	28	8.3	9.2	3.2	10.5	0.076	0.488	1600
임 랑	최소	14	7.4	5.4	0.4	1.9	0.017	0.000	17
	평균	22	8.1	6.9	0.9	5.0	0.036	0.045	196
	최대	27	8.3	8.8	2.8	9.9	0.054	0.117	920

표 2. 해수욕장 수질 평가결과

지점 \ 항목	개장준비기		개장기		비개장기	
	점수	등급	점수	등급	점수	등급
해운대	5	적합	6	적합	4	적합
송 정	5	적합	6	적합	5	적합
광안리	7	적합	7	적합	5	적합
송 도	5	적합	6	적합	5	적합
다대포	8	적합	8	적합	6	적합
일 광	8	적합	7	적합	6	적합
임 랑	5	적합	5	적합	5	적합

표 3-1. 점수별 해수욕장 수질등급

수질등급	적합	관리요망	부적합
총점	4~8	9~12	13~16

※ 단, 대장균군수가 1,000 MPN/100 mL 이상 시, 타 수질 항목과 상관없이 부적합

표 3-2. 조사항목별 점수표

점 수	부유물질량 (mg/L)	화학적산소요구량 (mg/L)	암모니아성질소 (mg/L)	총인 (mg/L)
1	10 이하	1 이하	0.15 이하	0.03 이하
2	20 이하	2 이하	0.3 이하	0.05 이하
3	30 이하	4 이하	0.5 이하	0.09 이하
4	30 초과	4 초과	0.5 초과	0.09 초과

○ 세부항목별 조사결과

▷ 수소이온농도(pH)

- 해수욕장 pH는 육지로부터의 담수 유입량, 조류(藻類) 번식, 오염물 유입 등에 따라 변화한다. 2008년 조사 결과(표 4)는 대부분 평균 8.0 내외로 안정적으로 나타났다.

표 4. 2008년도 해수욕장 별 pH 현황

항목 \ 지점		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
pH	최소	7.6	7.5	7.6	7.9	7.1	7.5	7.4
	평균	8.1	8.1	8.0	8.1	7.8	8.1	8.1
	최대	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3

- 연도별로 비교한 결과 대체적으로 과년도와 비슷한 pH를 유지하고 있는 것으로 나타났다(그림 1).

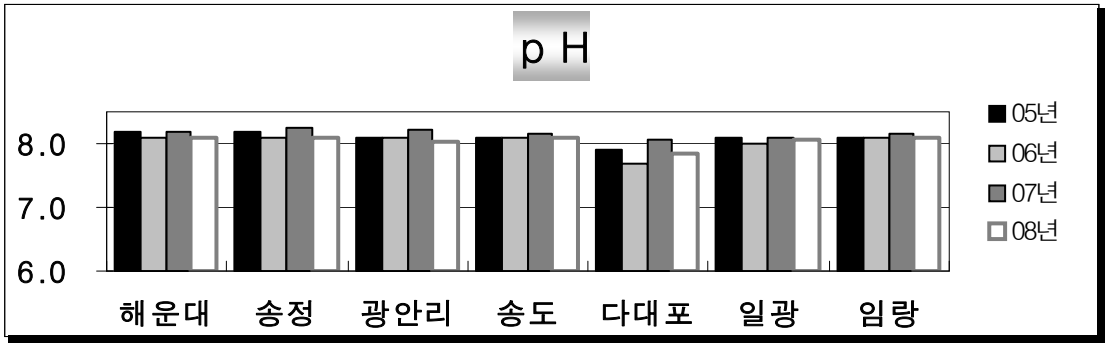

그림 1. 최근 4개년 간 해수욕장 pH 변화 추이

▷ 용존산소(DO)

- 해수욕장의 DO는 강우 등의 기상요인과 수온, 조류(藻類) 번식, 오염물 유입에 의해 변화한다. 2008년도 검사결과 대체적으로 6.8~7.5 mg/L의 분포를 나타냈다(표 5).

표 5. 2008년도 해수욕장 별 DO 현황

항목 \ 지점		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
DO (mg/L)	최소	5.8	5.6	5.2	5.5	5.1	5.6	5.4
	평균	7.3	7.2	7.1	7.2	6.8	7.5	6.9
	최대	8.9	9.9	8.9	9.6	9.3	9.2	8.8

- 연도별 변화양상을 그림 2에 나타냈는데, 대체적으로 과년도보다는 조금 낮은 농도 분포를 나타내었다.

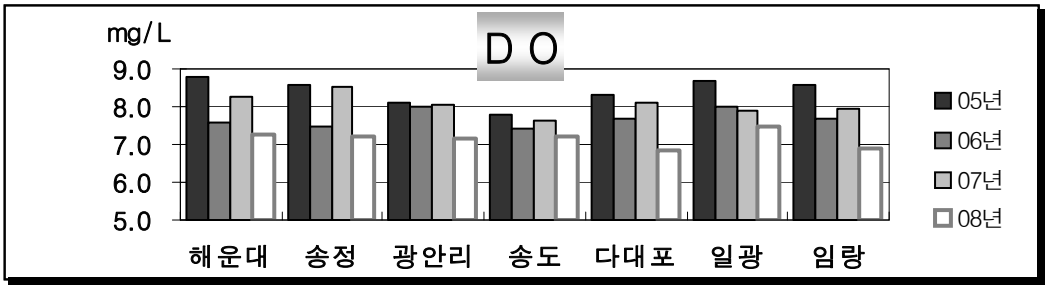

그림 2. 최근 4개년 간 해수욕장 DO변화 추이

▷ 화학적산소요구량(COD)

- 해수욕장의 COD는 육지로부터의 오염물질 유입, 조류(藻類) 번식 등에 의해 많은 영향을 받는다. 2008년도 조사결과 표 6과 같이 평균 0.7~1.9 mg/L 이내의 양호한 수질을 보였으나 다대포 해수욕장은 낙동가 하구에 위치해 있고 낙동강 담수의 영향으로 다소 높은 COD 값을 보였다.

표 6. 2008년도 해수욕장 별 COD 현황

항목 \ 지점		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
COD (mg/L)	최소	0.4	0.1	0.4	0.4	0.4	0.7	0.4
	평균	0.7	0.7	1.4	1.2	1.9	1.5	0.9
	최대	1.2	2.8	3.2	3.2	4.0	3.2	2.8

- 연도별 변화양상을 그림 3에서 살펴보면 광안리 및 일광해수욕장을 제외하고는 대부분의 해수욕장이 전체적으로 COD가 소폭 감소한 것으로 나타났으며 특히 2008년 개장기중 일부 기간의 COD값이 다른 기간에 비해서 다소 높은 값을 보였는데 이러한 원인은 이 기간동안에 조류에 의한 일시적 적조현상으로 인해 COD 값이 상승한 것으로 보

여진다. 따라서 해수욕장에 유입되는 오염물질의 저감을 위해서는 해수욕장 주변의 점·비점오염원 유입이 근원적으로 차단되도록 해당 구·군에서 최대한 노력 하여야 할 것으로 판단된다.

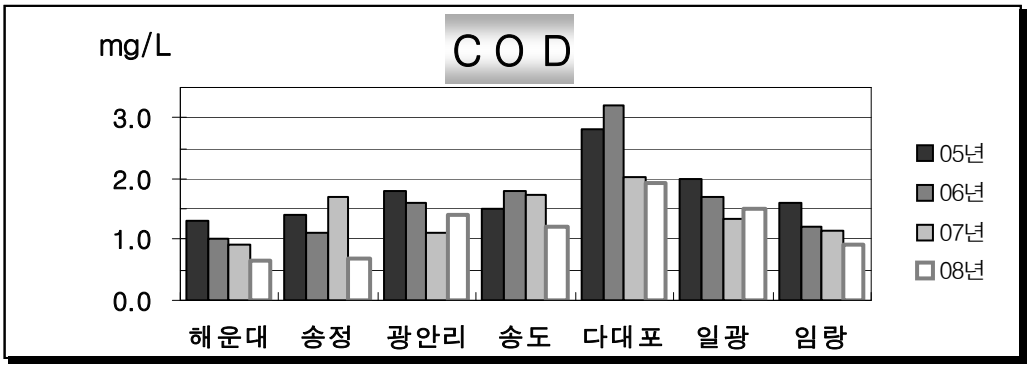

그림 3. 최근 4개년 간 해수욕장 COD변화 추이

▷ 부유물질(SS)

- 부유물질은 하절기 해수욕객의 증가로 인한 바닥입자의 부상 및 강우 시 인근 하천으로부터 유입되는 토사, 각종 쓰레기 등에 의해 높아지는 경향을 보인다. 2008년도 조사 결과 평균 3.7~5.9 mg/L로 나타났으며, 2008년 해수욕장 수질조사 기간동안의 대부분 결과 값도 해수욕장 수질기준 조사항목별 점수표에서 규정한 10 mg/L이하의 수치를 보였다.

표 7. 2008년도 해수욕장 별 부유물질 현황

항목 \ 지점		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
부유물질 (mg/L)	최소	1.0	1.1	2.3	1.5	1.3	2.5	1.9
	평균	3.9	3.7	4.5	4.2	4.8	5.9	5.0
	최대	9.9	6.4	7.0	8.3	9.6	10.5	9.9

▷ 총인(T-P)

- 총인은 수역에서 적조·부영양화를 유발, 수질을 악화시키는 미량물질의 하나로써 육지 기인 오염원의 유입에 의해 크게 영향을 받는다.
- 2008년도 조사결과 해수욕장의 총인은 평균 0.036~0.064 mg/L 정도의 농도를 나타내었다(표 8).
- 연도별 변화양상을 보면(그림 4) 전년도와 유사하거나 약간 높은 수치를 보였는데, 특히 광안리와 다대포 해수욕장의 경우는 인근의 하수처리장 처리수 및 낙동강물 유입으로 인해 다른 해수욕장에 비해 다소 높은 수치를 보인 것으로 판단된다.

표 8. 2008년도 해수욕장 별 총인 현황

항목 \ 지점		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
총인 (mg/L)	최소	0.016	0.016	0.013	0.015	0.031	0.023	0.017
	평균	0.050	0.041	0.058	0.040	0.064	0.051	0.036
	최대	0.094	0.098	0.092	0.067	0.149	0.076	0.054

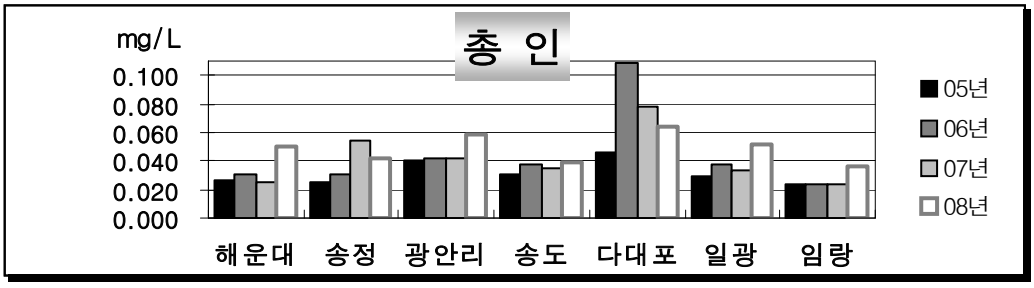

그림 4. 최근 4개년 간 해수욕장 총인 변화 추이

▷ 암모니아성 질소(NH_3-N)

- 2008년도 암모니아성 질소의 조사결과(표 9) 대부분 평균 0.130 mg/L이하의 값을 나타내었으나, 다대포의 경우엔 낙동강 하천수의 영향으로 0.277 mg/L의 다소 높은 값을 나타냈다.
- 해수욕장 암모니아성 질소의 경우 육지로부터의 오염물질 유입에 크게 영향을 받으므로 인근 지역의 하수관거 정비와 하수처리효율의 향상과 강우 시 수질을 악화시키는 각종 비점오염원에 대한 효율적인 관리 방안도 마련되어야 할 것으로 본다.

표 9. 2008년도 해수욕장 별 암모니아성질소 현황

항목 \ 지점		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
암모니아성질소 (mg/L)	최소	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038	0.000	0.000
	평균	0.045	0.041	0.130	0.047	0.277	0.100	0.045
	최대	0.166	0.141	0.383	0.121	0.501	0.488	0.117

▷ 대장균군(Colifoms)

- 2007년 조사 결과 대체적으로 1,000MPN/100 mL 이하의 양호한 수질을 나타났다(표 10).
- 전 지점에서 대장균군수 값의 변동범위(최대~최소)가 크게 조사되었으며 이는 대장균군의 경우 강수량과 하수 유입, 해수욕객의 증가 등 외부요인에 대해 아주 민감한 변화를 나타내었기 때문이다.

표 10. 2008년도 해수욕장 별 대장균군 현황

항목 \ 지점		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
대장균군 (MPN/100 mL)	최소	2	2	4	2	33	2	17
	평균	127	56	183	85	712	477	196
	최대	920	920	920	540	1,600	1,600	920

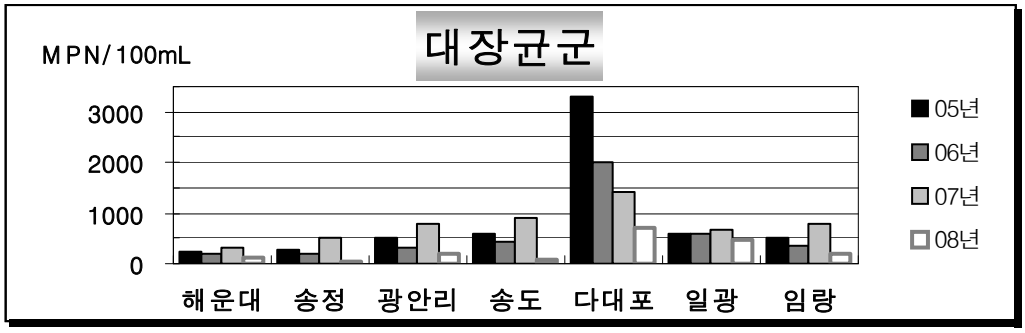

그림 5. 최근 4개년 간 해수욕장 대장균군 변화 추이

○ 해수욕장 별 환경 특성 및 수질보전대책

▷ 해운대해수욕장

해운대 해수욕장은 표 11에서 보인 거처럼 양호한 수질을 나타내고 있다. 주요 수질오염원은 주변의 생활하수와 폐수가 지방2급 하천인 춘천을 통해 수영만에 유입이 되어 해수의 변화에 따라 해수욕장으로 흘러들어 수질을 악화시키는 것으로 판단된다. 일시적으로 강우시 비점오염원에 의하여 수질이 나빠지기도 한다. 따라서 해수욕장의 수질개선을 위해서는 해수욕장 주변의 생활하수 및 각종 배출시설의 적정한 관리가 무엇보다도 요구된다.

표 11. 2008년도 해운대해수욕장 수질 현황

지점 \ 항목		수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성질소 (mg/L)	대장균군 (MPN/100 mL)
해운대	최소	13	7.6	5.8	0.4	1.0	0.016	0.000	2
	평균	21	8.1	7.3	0.7	3.9	0.050	0.045	127
	최대	26	8.3	8.9	1.2	9.9	0.094	0.166	920

▷ 송정해수욕장

송정 해수욕장도 해운대와 마찬가지로 양호한 수질을 나타내고 있으며, 수질오염원은 송정천과 주변 시가지로부터 배출되는 생활하수 및 폐수이다. 따라서 해수욕장의 좋은 수질을 유지하기 위해서는 주변의 오염원을 관리하고 기장하수처리장 처리계통의 하수처리시설을 조속히 완공하여, 인근 시가지의 하수처리율 향상 등을 추진해야 할 것으로 생각된다.

표 12. 2008년도 송정해수욕장 수질 현황

지점 \ 항목		수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군 (MPN/100 mL)
송 정	최소	12	7.5	5.6	0.1	1.1	0.016	0.000	2
	평균	21	8.1	7.2	0.7	3.7	0.041	0.041	56
	최대	26	8.3	9.9	2.8	6.4	0.098	0.141	920

▷ 광안리해수욕장

광안리해수욕장은 오염원인 하수의 대부분이 수영하수처리장에서 처리되고 있지만 합류식 하수관거로 인해 강우 시 월류수가 수영천을 통해 해수욕장으로 유입되면서 수질이 불안정한 상태이다. 따라서 해수욕장의 수질을 개선시키기 위해서는 육상 비점 오염원의 유입방지를 위한 하수관거의 정비와 해수욕장 주변 오염원을 줄여나가는 지속적인 관리가 필요하며, 또한 6~7월중에 일시적으로 발생되고 적조 유발 기수역 서식 조류를 제거 할 수 있는 기술개발을 다각적으로 검토하여야 할 것으로 판단된다.

표 13. 2008년도 광안리해수욕장 수질 현황

지점 \ 항목		수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군 (MPN/100 mL)
광안리	최소	12	7.6	5.2	0.4	2.3	0.013	0.000	4
	평균	21	8.0	7.1	1.4	4.5	0.058	0.130	183
	최대	27	8.3	8.9	3.2	7.0	0.092	0.383	920

▷ 송도 해수욕장

송도 해수욕장은 전반적으로 양호한 수질을 나타내었다(표 14). 2006년 상반기 중앙하수처리장 완공에 따른 생활하수와 주변의 점·비점오염원의 적정한 처리로 해수욕장 수질이 수년전부터 계속적으로 개선되어지고 있다.

표 14. 2008년도 송도해수욕장 수질 현황

지점 \ 항목		수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군 (MPN/100 mL)
송 도	최소	11	7.9	5.5	0.4	1.5	0.015	0.000	2
	평균	21	8.1	7.2	1.2	4.2	0.040	0.047	85
	최대	29	8.3	9.6	3.2	8.3	0.067	0.121	540

▷ 다대포해수욕장

다대포해수욕장은 낙동강하구의 낙동강 수질에 많은 영향을 받는데 특히 개장기 7, 8월 기간동안 강우량이 증가하여 낙동강으로부터 탁수가 유입되면서 COD, SS, 총인 및 대장균군 등이 상승하여 수질이 악화되는 것으로 보고되고 있다(표 15). 2008년도 COD 값은

2007년과 유사한 결과를 보였으나 2005년과 2006년에 비해서는 상당히 양호한 결과를 나타내었다. 이러한 수질향상 원인은 적은 강수량 때문인 것으로 판단된다.

표 15. 2008년도 다대포해수욕장 수질 현황

지점 \ 항목		수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군 (MPN/100 mL)
다대포	최소	9	7.1	5.1	0.4	1.3	0.031	0.038	33
	평균	22	7.8	6.8	1.9	4.8	0.064	0.277	712
	최대	28	8.3	9.3	4.0	9.6	0.149	0.501	1,600

▷ 일광해수욕장

일광해수욕장의 오염원은 일광천에서 유입되는 생활하수와 상류 농경지로부터의 유출수가 해수욕장 수질에 영향을 미친다. 아래(표 16)의 조사결과 대체적으로 양호한 수질을 보였다. 일광해수욕장의 수질개선을 위해서는 인근 지역에 하수처리시설을 조속히 완공하여 미처리된 생활하수의 해수욕장 유입을 차단하고 동시에 농경지 유출수의 적절한 관리가 필요하며 비점오염원에 의한 오염을 최소화 시켜야 한다.

표 16. 2008년도 일광해수욕장 수질 현황

지점 \ 항목		수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군 (MPN/100 mL)
일 광	최소	11	7.5	5.6	0.7	2.5	0.023	0.000	2
	평균	22	8.1	7.5	1.5	5.9	0.051	0.100	477
	최대	28	8.3	9.2	3.2	10.5	0.076	0.488	1,600

▷ 임랑해수욕장

임랑해수욕장은 다소 양호한 수질을 나타내었다(표 17). 그러나 해수욕장에 강우시 유입되는 좌광천의 영향으로 유입 지점 근처에서 탁수가 보이는 등 다소 수질이 일시적으로 악화되기도 하였다. 임랑해수욕장 수질보전을 위해서는 하수처리장 건설로 미처리 하수의 좌광천과 인근 해변으로의 유입을 최소화 하여야 한다 .

표 17. 2008년도 임랑해수욕장 수질 현황

지점 \ 항목		수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군 (MPN/100mL)
임 랑	최대	14	7.4	5.4	0.4	1.9	0.017	0.000	17
	평균	22	8.1	6.9	0.9	5.0	0.036	0.045	196
	최소	27	8.3	8.8	2.8	9.9	0.054	0.117	920

3. 해수욕장 수질(COD)과 강수량과의 상관관계

○ 부산의 총강수량은 2007년 대비 약 9% 정도 감소하였으나 비개장기 및 개장기인 5~8월중의 강수량은 오히려 증가함을 보였다(표 18).

○ COD 최대값은 대부분 7, 8월중에 나타나는데, 2008년 COD 평균값은 2007년 대비해서 약 8%정도 감소하였고 2005년 이후 계속적으로 오염물질이 감소함을 보였다(연도별 COD 수질변화 참조).

○ 2008년 총강수량은 표 18의 과거 다른 해에 비해서 다소 적은 강수량이나 개장기인 7, 8월중의 강수량이 2007년에 비해서 약 11%정도 증가함을 보였다. 따라서 이러한 강수량 증가 및 해수욕장이 위치한 시·구·군에서의 해수욕장 수질향상을 위한 계속적인 노력의 결과로 COD유발 오염물질이 저감된 것으로 판단된다.

표 18. 부산지역 강수량 현황

항목 \ 일자	5, 6월	7, 8월	총강수량	년도
강수량 (mm)	378 (79%↑)	476 (11%↑)	1,159 (9%↓)	2008
	211	430	1,277	2007
	433	660	1,528	2006
	313	526	1,385	2005

4. 결 론

○ 7개 해수욕장 전 지점 수질「적합」등급을 나타내어 해수욕 및 해양 레저활동에 적정한 수질을 나타 내었다.

○ 다대포해수욕장은 낙동강 하천수의 영향으로 강우량이 많았던 개장기(7~8월)에는 관리요망 1회, 부적합 1회이나 평균은「적합」등급으로 나타났다.

○ 광안리와 일광, 임랑등 일부 해수욕장은 주변 하천의 유입으로 오염이 되기 쉬우며, 특히 장마기의 강우로 인하여 오염된 담수가 일시적으로 수질을 악화 시키는 경향이 있었다.

○ 해수욕장 수질을 보전하기 위해서는 육상오염원의 해역유입을 방지해야 하는데, 특히 강우시 수질이 나빠지므로 해수욕장 주변의 춘천(해운대), 송정천(송정), 수영강(광안리), 낙동강(다대포), 일광천(일광), 좌광천(임랑)과 같은 하천수에서 유입되는 비점오염원의 관리가 선행 되어야한다.

○ 장기적으로는 주요 해수욕장 인근 시가지들의 하수처리율 향상과 더불어 도심지 내부의 분류식하수관거(우수, 하수)의 정비가 필요하다. 또한 농촌지역에서는 논, 밭 등에서의 오염원부하를 감소하기위한 농경지 유출 수로 정비 등을 통한 해수욕장오염을 최소화시키는 방안도 동시에 추진되어야 할 것으로 생각된다.

○ 광안리 등 일부 해수욕장에서는 하수처리수 유입(질소 및 인 부적절 제거) 및 지리적으로 해수의 확산유입이 어려운 곳에 위치하고 있어 해수욕장 개장기에 맞춰 무독성조류가 일시적으로 발생되어진다고 추측되지만 정확한 원인파악은 이루어지고 있지 않다. 따라서 적조현상 발생에 대한 직접적 영향이 미칠 수 있는 여러 원인 파악 및 조류제거를 위해 다각적인 입장에서 여러 분야의 연구가 선행되어져야 할 것으로 판단된다.