

해수욕장 수질 조사

- 부산시 소재 해수욕장 수질 정기적 조사를 통하여 수질 개선에 기여
- 쾌적한 해양 레저 활동 및 환경 보전정책 수립의 기초 자료를 제공

1. 조사개요

- 조사기간 : 2009년 1~12월(총 12회)
 - ▷ 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 3개지점 조사)

2. 조사방법

- 조사위치
 - ▷ 좌·우·중앙 각 한개 지점 해수욕장 당 총 3개지점
 - ▷ 수심 0.5 m 내지 1.5 m의 표층 아래 15 cm 지점 채수
- 조사항목
 - ▷ 해수욕장 수질기준 운용지침에 따라 수온, pH, COD, DO, SS, 총인, 암모니아성질소, 대장균 군 등 총 8개 항목에 대해 조사하였다.
- 분석방법
 - ▷ 전 항목 해양환경공정시험기준(국토해양부)에 의하여 실시하였으며, 수온, pH, DO는 현장 측정, 기타항목은 시료 채취 후 즉시 실험실 운반하여 시험·분석을 실시하였다.

3. 조사결과

- 총 설
 - ▷ 2009년 해수욕장 수질의 항목별 조사 값을 표 1에 나타내었으며 해수욕장 수질기준(국토해양부훈령 제184호)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 제184호)에 의하여 수질항목별 점수 합계에 따라 적합, 관리요망, 부적합의 3가지 등급으로 평가한 결과는 아래와 같다(표 2).
- ▷ 해수욕장 수질등급 점수표는 표 3-1, 조사항목별 점수표는 표 3-2에 나타내었다.

표 1. 해수욕장 수질조사 결과(2009년 항목별 최소, 평균, 최대값)

지점	항 목	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성질소 (mg/L)	대장균군 (MPN/100 mL)
해운대	최소	12	7.7	6.9	0.2	1.4	0.015	0.000	1.8
	평균	20	8.2	8.0	1.0	5.4	0.033	0.074	47
	최대	24	8.5	11.1	2.0	9.8	0.059	0.141	350
송 정	최소	12	7.9	6.4	0.3	1.5	0.014	0.000	1.8
	평균	20	8.2	7.9	0.9	5.7	0.028	0.075	88
	최대	24	8.4	11.6	3.2	10.1	0.045	0.137	920
광안리	최소	12	7.6	6.6	0.4	1.4	0.021	0.000	4.0
	평균	20	8.1	8.0	1.4	5.8	0.045	0.132	260
	최대	24	8.3	11.2	2.8	9.9	0.093	0.463	920
송 도	최소	12	7.5	6.7	0.2	2.1	0.013	0.000	1.8
	평균	21	8.2	8.2	1.2	5.6	0.029	0.075	130
	최대	24	8.4	11.1	2.5	12.7	0.062	0.146	1600
다대포	최소	12	6.7	6.8	0.4	2.0	0.017	0.007	31
	평균	21	8.0	8.2	1.7	6.6	0.041	0.168	439
	최대	24	8.4	10.7	3.2	16.6	0.078	0.303	920
일 광	최소	12	7.8	7.0	0.4	2.5	0.014	0.000	11
	평균	21	8.2	8.3	1.7	7.1	0.035	0.102	461
	최대	25	8.4	11.9	5.5	18.5	0.049	0.361	920
임 랑	최소	13	6.9	6.7	0.3	2.9	0.011	0.000	1.8
	평균	21	8.2	7.7	0.9	6.5	0.026	0.073	135
	최대	25	8.4	11.6	1.6	10.4	0.040	0.171	920

표 2. 해수욕장 수질평가 결과

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

표 3-1. 점수별 해수욕장 수질등급

수질등급	적합	관리요망	부적합
총점	4~8	9~12	13~16

※ 단, 대장균균수가 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. 2009년 조사 결과(표 4)는 대부분 평균 8.1 내외로 안정적으로 나타났다.

표 4. 2009년도 해수욕장 별 pH 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	pH	최소	7.7	7.9	7.6	7.5	6.7	7.8
평균		8.2	8.2	8.1	8.2	8.0	8.2	8.2
최대		8.5	8.4	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4

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

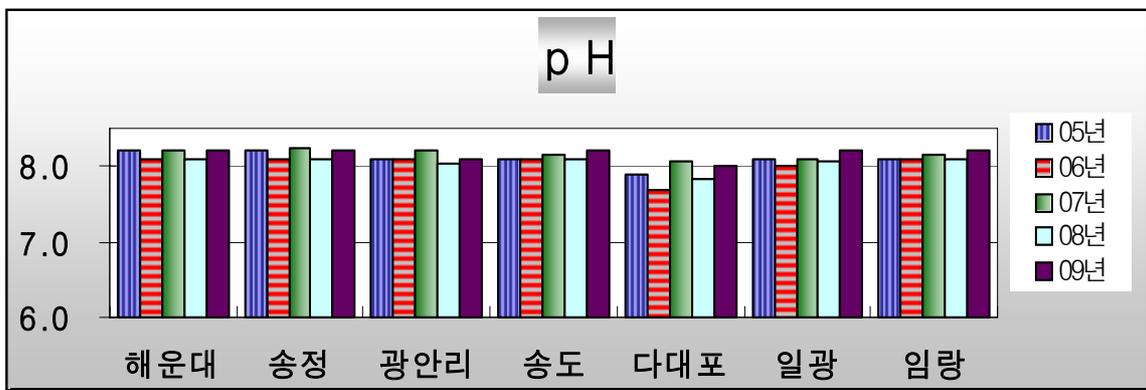


그림 1. 최근 5개년 간 해수욕장 pH 변화 추이

▷ 용존산소(DO)

- 해수욕장의 DO는 강우 등의 기상요인과 수온, 조류(藻類) 번식, 오염물 유입에 의해 변화한다. 2009년도 조사결과 대체적으로 평균 7.7~8.3 mg/L의 분포를 보였다(표 5).

표 5. 2009년도 해수욕장 별 DO 현황

항 목		지 점						
		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
DO (mg/L)	최소	6.9	6.4	6.6	6.7	6.8	7.0	6.7
	평균	8.0	7.9	8.0	8.2	8.2	8.3	7.7
	최대	11.1	11.6	11.2	11.1	10.7	11.9	11.6

- 연도별 변화양상을 그림 2에 나타냈는데, 대체적으로 2005~2007년 결과 값과 비슷한 경향을 보인 반면 2008년보다는 조금 증가된 농도 분포를 나타내었다.

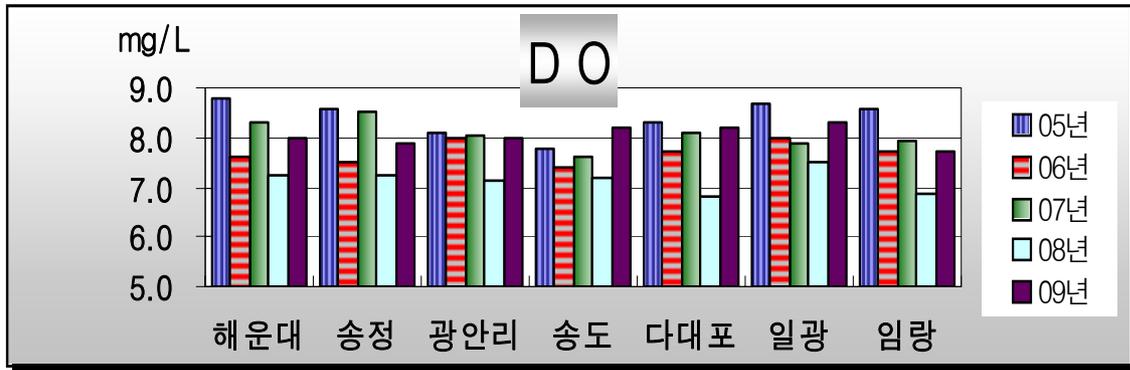


그림 2. 최근 5개년 간 해수욕장 DO변화 추이

▷ 화학적산소요구량(COD)

- 해수욕장의 COD는 육지로부터의 오염물질 유입, 조류(藻類) 번식 등에 의해 많은 영향을 받는다. 2009년도 조사결과 값은 표 6과 같이 평균 0.9~1.7 mg/L로 양호한 수질이었으나, 특히 다대포 및 일광 해수욕장은 다른 지역에 비해 약간 높은 결과 값을 나타내었다. 이러한 결과 값은 다대포가 낙동강하구에 위치하여 낙동강 담수의 영향을 지속적으로 받는 해수욕장이고 반면에 일광은 급작스런 폭우로 인한 모래사장 유실된 부분에 대한 보사작업과 개장기 기간동안 일시적인 조류번식에 의한 것으로 보여진다.

표 6. 2009년도 해수욕장 별 COD 현황

항목		지점						
		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
COD (mg/L)	최소	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4	0.4	0.3
	평균	1.0	0.9	1.4	1.2	1.7	1.7	0.9
	최대	2.0	3.2	2.8	2.5	3.2	5.5	1.6

- 2007년 이후 변화양상을 그림 3에서 살펴보면 광안리 및 일광해수욕장을 제외하고는 대부분의 수욕장이 전체적으로 COD가 거의 비슷하거나 소폭 감소한 것으로 나타났다. 특히 2009년 개장기중 일부 기간의 COD값이 다른 기간에 비해서 다소 높은 값은 이 기간동안에 급작스러운 폭우로 인한 점·비점오염원의 유입 및 모래사장 유실로 인한 보사작업으로 COD 값이 상승한 것으로 보여진다. 따라서 해수욕장에 유입되는 오염물질의 저감을 위해서는 해수욕장 주변의 점·비점오염원 유입이 근본적으로 차단되도록 해당 구·군에서 최대한 노력하여야 할 것으로 판단된다.

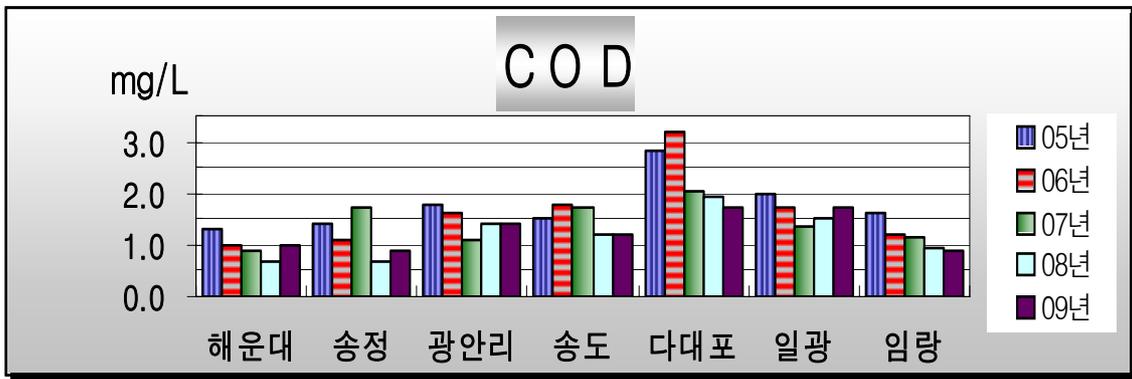


그림 3. 최근 5개년 간 해수욕장 COD변화 추이

▷ 부유물질(SS)

- 부유물질은 하절기 해수욕객의 증가로 인한 바닥 모래입자의 부상 및 강우 시 인근 하천으로부터 유입되는 토사, 각종 쓰레기 등에 의해 높아지는 경향을 보인다. 2009년도 조사 결과 평균 5.4~7.1 mg/L로 나타났으며, 2009년 해수욕장 수질조사 기간동안의 대부분 결과 값도 해수욕장 수질기준 조사항목별 점수표에서 규정한 10 mg/L이하의 수치를 보였다.

표 7. 2009년도 해수욕장 별 부유물질 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	부유물질 (mg/L)	최소	1.4	1.5	1.4	2.1	2.0	2.5
평균		5.4	5.7	5.8	5.6	6.6	7.1	6.5
최대		9.8	10.1	9.9	12.7	16.6	18.5	10.4

▷ 총인(T-P)

- 총인은 수역에서 적조·부영양화를 유발, 수질을 악화시키는 영양염류 물질의 하나로서 육지 기인 오염원의 유입에 의해 크게 영향을 받는다.
- 2009년 조사결과 해수욕장의 총인은 평균 0.026~0.045 mg/L 정도의 농도를 나타내었다 (표 8).

- 연도별 변화양상을 보면(그림 4) 전년도에 비해 약간 낮은 수치를 보였다. 특히 광안리와 다대포 해수욕장의 경우는 인근의 하수처리장 처리수 등 및 낙동강물 유입으로 인해 다른 해수욕장에 비해 다소 높은 수치를 보인 것으로 판단된다.

표 8. 2009년도 해수욕장 별 총인 현황

항목		지점						
		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
총인 (mg/L)	최소	0.015	0.014	0.021	0.013	0.017	0.014	0.011
	평균	0.033	0.028	0.045	0.029	0.041	0.035	0.026
	최대	0.059	0.045	0.093	0.062	0.078	0.049	0.040

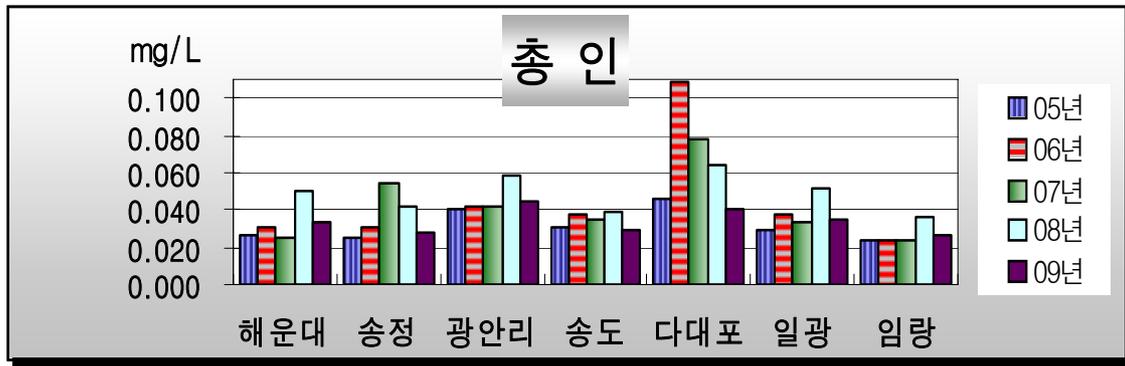


그림 4. 최근 5개년 간 해수욕장 총인 변화 추이

▷ 암모니아성 질소(NH₃-N)

- 2009년 암모니아성 질소 조사결과(표 9) 값은 평균 0.073~0.168 mg/L 범위를 보였다. 광안리 및 다대포가 다른 해수욕장에 비해 다소 높은 값을 보인 것은 광안리의 경우는 개장기 기간중 갑작스러운 폭우로 미처리된 영양염류 성분들이 해수욕장으로 일시적 유입으로 보이며 다대포는 낙동강의 영향으로 판단된다.
- 해수욕장 암모니아성 질소의 경우 육지로부터의 오염물질 유입에 크게 영향을 받으므로 인근 지역의 하수관거 정비와 하수처리효율의 향상과 강우 시 수질을 악화시키는 각종 비점 오염원에 대한 효율적인 관리 방안도 마련되어야 할 것으로 보인다.

표 9. 2009년도 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	0.007	0.000	0.000
	평균	0.074	0.075	0.132	0.075	0.168	0.102	0.073
	최대	0.141	0.137	0.463	0.146	0.303	0.361	0.171

▷ 대장균군(Colifoms)

- 2009년 조사 결과 대체적으로 1,000 MPN/100 mL 이하로 수질이 양호하였다(표 10).
- 전 지점에서 대장균군 값의 변동범위(최소~최대) 폭이 확대되었다. 이는 대장균군의 경우 강수량과 하수 유입, 해수욕객의 증가 등 외부요인에 대해 아주 민감한 변화를 보였기 때문이다.

표 10. 2009년도 해수욕장 별 대장균군 현황

항 목	지 점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	대장균군 (MPN/100mL)	최소	1.8	1.8	4.0	1.8	31	11
평균		47	88	260	130	439	461	135
최대		350	920	920	1600	920	920	920

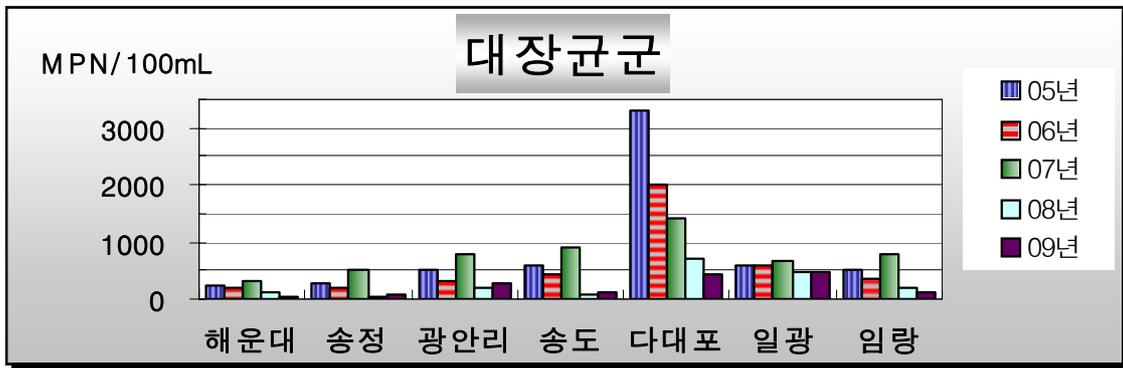


그림 5. 최근 5개년 간 해수욕장 대장균군 변화 추이

○ 해수욕장별 환경 특성 및 수질보전대책

▷ 해운대해수욕장

해운대 해수욕장은 표 11에서 보인 것처럼 양호한 수질을 나타내고 있다. 주요 수질오염원은 주변의 생활하수가 지방2급 하천인 춘천을 통해 수영만에 유입이 되어 해수욕장에 일부 영향을 미치는 것으로 판단되며, 또한 일시적으로 강우시 비점오염원에 의하여 수질이 나빠지기도 한다. 따라서 해수욕장의 수질개선을 위해서는 해수욕장 주변의 생활하수 및 비점오염원의 적절한 관리가 무엇보다도 요구된다.

표 11. 2009년도 해운대해수욕장 수질 현황

지점	항목	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성질소 (mg/L)	대장균군 (MPN/100 mL)
	해운대	최소	12	7.7	6.9	0.2	1.4	0.015	0.000
평균		20	8.2	8.0	1.0	5.4	0.033	0.074	47
최대		24	8.5	11.1	2.0	9.8	0.059	0.141	350

▷ 송정해수욕장

송정 해수욕장도 해운대와 마찬가지로 양호한 수질을 나타내고 있으며, 수질오염원은 송정천과 주변 시가지로부터 배출되는 생활하수이다. 따라서 해수욕장의 좋은 수질을 유지하기 위해서는 주변의 오염원을 관리하고 하수 처리율 향상 등을 추진해야 할 것으로 생각된다.

표 12. 2009년도 송정해수욕장 수질 현황

지점	항목	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성질소 (mg/L)	대장균군 (MPN/100mL)
송 정	최소	12	7.9	6.4	0.3	1.5	0.014	0.000	1.8
	평균	20	8.2	7.9	0.9	5.7	0.028	0.075	88
	최대	24	8.4	11.6	3.2	10.1	0.045	0.137	920

▷ 광안리해수욕장

광안리해수욕장은 오염원인 하수의 대부분이 남부하수처리장에서 처리되고 있지만 합류식 하수관거로 인해 집중폭우 시 미처리된 월류수가 해수욕장으로 유입되면서 수질이 불안정한 상태이다. 따라서 해수욕장의 수질을 개선시키기 위해서는 육상 비점오염원의 유입방지 및 중계 펌프장의 펌프처리 능력 및 하수처리율 확충을 통해 해수욕장으로 유입되는 오염원을 줄여나가는 지속적인 관리가 필요하며, 또한 6~7월중에 일시적으로 발생하는 적조 유발 기수역 서식 조류를 제거 할 수 있는 기술개발을 다각적으로 검토하여야 할 것으로 판단된다.

표 13. 2009년도 광안리해수욕장 수질 현황

지점	항목	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성질소 (mg/L)	대장균군 (MPN/100mL)
광안리	최소	12	7.6	6.6	0.4	1.4	0.021	0.000	4.0
	평균	20	8.1	8.0	1.4	5.8	0.045	0.132	260
	최대	24	8.3	11.2	2.8	9.9	0.093	0.463	920

▷ 송도 해수욕장

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

표 14. 2009년도 송도해수욕장 수질 현황

지점	항목	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성질소 (mg/L)	대장균군 (MPN/100mL)
송 도	최소	12	7.5	6.7	0.2	2.1	0.013	0.000	1.8
	평균	21	8.2	8.2	1.2	5.6	0.029	0.075	130
	최대	24	8.4	11.1	2.5	12.7	0.062	0.146	1600

▷ 다대포해수욕장

다대포해수욕장은 낙동강하구의 낙동강 수질에 많은 영향을 받는데 특히 개장기 7, 8월 기간 동안 강수량이 증가하고 낙동강으로부터 미처리된 오염물질이 유입되면서 COD, SS, 총인 및 대장균군 등이 상승하여 수질이 악화된다.(표 15) 2009년 COD 값(1.7 mg/L)은 2008년(1.9 mg/L)에 비해 소폭적으로 향상되었으나 2005년과 2006년에 비해서는 상당히 향상된 결과를 보였다. 이러한 수질향상은 낙동강 주변으로 하수처리장 및 비점오염원 유입 차단 시설의 지속적인 확충으로 수질오염물질 유입의 저감에서 기인된 것으로 판단된다.

표 15. 2009년도 다대포해수욕장 수질 현황

지점	항목	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성질소 (mg/L)	대장균군 (MPN/100 mL)
다대포	최소	12	6.7	6.8	0.4	2.0	0.017	0.007	31
	평균	21	8.0	8.2	1.7	6.6	0.041	0.168	439
	최대	24	8.4	10.7	3.2	16.6	0.078	0.303	920

▷ 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. 2009년도 일광해수욕장 수질 현황

지점	항목	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성질소 (mg/L)	대장균군 (MPN/100 mL)
일 광	최소	12	7.8	7.0	0.4	2.5	0.014	0.000	11
	평균	21	8.2	8.3	1.7	7.1	0.035	0.102	461
	최대	25	8.4	11.9	5.5	18.5	0.049	0.361	920

▷ 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. 2009년도 임랑해수욕장 수질 현황

지점	항목	수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성질소 (mg/L)	대장균군 (MPN/100mL)
	임랑	최대	13	6.9	6.7	0.3	2.9	0.011	0.000
평균		21	8.2	7.7	0.9	6.5	0.026	0.073	135
최소		25	8.4	11.6	1.6	10.4	0.040	0.171	920

4. 결 론

- 7개 해수욕장 전 지점 수질 「적합」 등급을 나타내어 해수욕 및 해양레저활동에 적합한 수질을 나타내었다. 해수욕장 전 지점 수질도 과거 4년간(2005~2008년)에 비해 꾸준히 향상되고 있음을 보였다.
- 다대포해수욕장은 개장기 기간동안 강수량의 증가, 해당 구청 및 시민들의 관심 증가, 쓰레기 줍기 등 해수욕장을 살리기 위한 범시민적 활동으로 해수욕장 수질이 지속적으로 향상되어지고 있음을 보였다. 특히 2009년 해수욕장 수질결과 값에서 알 수 있듯이 과거(2005~2008년)에는 관리요망 등이 1~2회 정도 발생되었으나 2009년에는 수질 이상치가 없는 양호한 수질을 나타내었다.
- 광안리와 일광, 임랑 등 일부 해수욕장은 주변 하천의 유입으로 오염이 되기 쉬우며, 일시적인 집중호우로 인하여 오염된 담수가 일시적으로 수질을 악화 시키는 경향이 있다. 따라서 해수욕장 수질을 보전하기 위해서는 육상 오염원의 해양유입을 원천적으로 차단하여야 한다. 해수욕장 주변의 춘천(해운대), 송정천(송정), 수영강(광안리), 낙동강(다대포), 일광천(일광), 좌광천(임랑)과 같은 하천수에서 유입되는 비점오염원의 관리가 선행되어야 한다.
- 장기적으로는 주요 해수욕장 인근 시가지들의 하수처리율 향상과 더불어 도심지 내부의 분류식하수관거(우수, 하수)의 정비가 필요하다. 또한 농어촌지역에서는 논, 밭 등에서의 오염원부하를 감소하기 위한 농경지 유출수로 정비 등을 통한 해수욕장 오염을 최소화시키는 방안도 동시에 추진되어야 할 것으로 생각된다.