

해수욕장 수질 조사

- 부산시 소재 해수욕장 수질을 정기적으로 조사하고
- 수질개선에 기여하여 쾌적한 해양레저활동을 하고
- 환경보전정책 수립의 기초 자료를 제공하고자 함

1. 조사개요

- 조사기간 : 2007년 1월~2007년 12월에 걸쳐 총 11회 조사
 - 비개장기(2, 11월) 2회, 개장 준비기(5, 6월) 2회, 개장기(7, 8월) 7회 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, 대장균군수 등 총 8개 항목에 대해 조사하였다.
- 분석방법
 - 전 항목 해양환경공정시험방법(해양수산부)에 의하여 실시하였으며, 수온, pH, DO는 현장 측정, 기타항목은 시료 채취 후 즉시 실험실 운반, 시험·분석을 실시하였다.

2. 조사결과

- 총설
 - 2007년 해수욕장 수질의 항목별 조사 값을 표 1에 나타내었으며 해수욕장 수질기준(해양수산부훈령 제322호)에 의한 해수욕장 수질 평가결과를 표 2에 나타내었다.
 - 해수욕장 전 지점이 해수욕장 수질기준의 「적합」 수준의 양호한 수질을 나타내었다.

표 1. 해수욕장 수질조사 결과(2007년 항목별 평균)

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	최대	24	8.3	8.5	1.9	8.5	0.047	0.107
평균		20	8.1	7.1	1.2	5.8	0.037	0.047	145
최소		13	7.9	5.3	0.8	4.3	0.023	0.002	3
송 정	최대	24	8.3	8.6	1.5	9.0	0.044	0.093	230
	평균	20	8.1	7.0	1.1	6.3	0.032	0.038	81
	최소	13	8.0	5.0	0.8	3.4	0.020	0.000	8
광안리	최대	24	8.2	8.3	2.4	9.1	0.082	0.318	567
	평균	21	8.1	7.0	1.4	7.0	0.047	0.141	265
	최소	14	7.9	5.3	0.9	4.7	0.032	0.016	19
송 도	최대	26	8.2	8.5	1.6	11.5	0.038	0.087	280
	평균	21	8.1	7.1	1.3	6.5	0.031	0.042	100
	최소	13	8.0	5.6	0.7	3.8	0.025	0.000	7
다대포	최대	27	8.2	8.5	2.9	29.0	0.062	0.418	1800
	평균	22	8.0	7.0	2.0	12.7	0.043	0.229	630
	최소	12	7.8	6.0	1.1	4.1	0.022	0.019	43
일 광	최대	24	8.2	8.7	1.5	8.2	0.037	0.136	733
	평균	21	8.1	7.2	1.2	5.2	0.030	0.065	307
	최소	13	7.9	5.7	0.7	3.4	0.018	0.008	15
임 량	최대	24	8.2	8.7	1.1	7.4	0.031	0.060	280
	평균	21	8.1	7.1	0.9	5.2	0.025	0.033	117
	최소	15	8.0	5.7	0.7	3.1	0.018	0.008	8

□ 해수욕장 수질평가

- 해수욕장 전 지점 적합 등급을 나타내었다.
- 해수욕장 수질기준(해양수산부 훈령 제322호)에 의하여 수질항목 별 점수 합계에 의한 적합, 관리요망, 부적합의 3가지 등급으로 평가한 결과는 아래와 같다.(표 2)

표 2. 해수욕장 수질 평가결과

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

○ 수소이온 농도(pH)

▷ 해수욕장 pH는 육지로부터의 담수 유입량, 조류(藻類) 번식, 오염물 유입 등에 따라 변화한다. 2007년 조사 결과(표 4)는 대부분 평균 8.1 내외로 안정적으로 나타났다.

표 4. 2007년도 해수욕장 별 pH 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	pH	최대	8.3	8.3	8.2	8.2	8.2	8.2
	평균	8.1	8.1	8.1	8.1	8.0	8.1	8.1
	최소	7.9	8.0	7.9	8.0	7.8	7.9	8.0

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

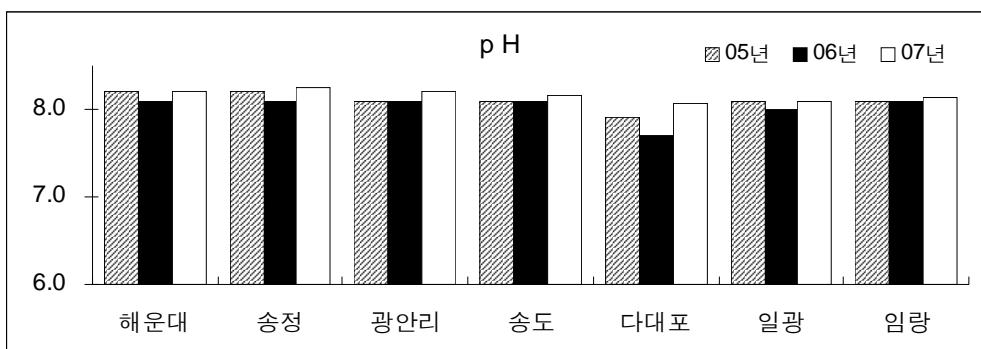


그림 1. 최근 3개년 간 해수욕장 pH 변화 추이.

○ 용존산소(DO)

▷ 해수욕장의 DO는 강우 등의 기상요인과 수온, 조류(藻類) 번식, 오염물 유입에 의해 변화한다. 2007년도 검사결과 대체적으로 7.0~7.1 mg/L의 분포를 나타냈다.(표 5)

표 5. 2007년도 해수욕장 별 DO 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
		DO (mg/L)	최대 8.5	8.6	8.3	8.5	8.5	8.7
	평균	7.1	7.0	7.0	7.1	7.0	7.1	7.1
	최소	5.3	5.0	5.3	5.6	6.0	5.7	5.7

▷ 연도별 변화양상을 그림 2에 나타냈는데, 대체적으로 과년도와 유사하였음.

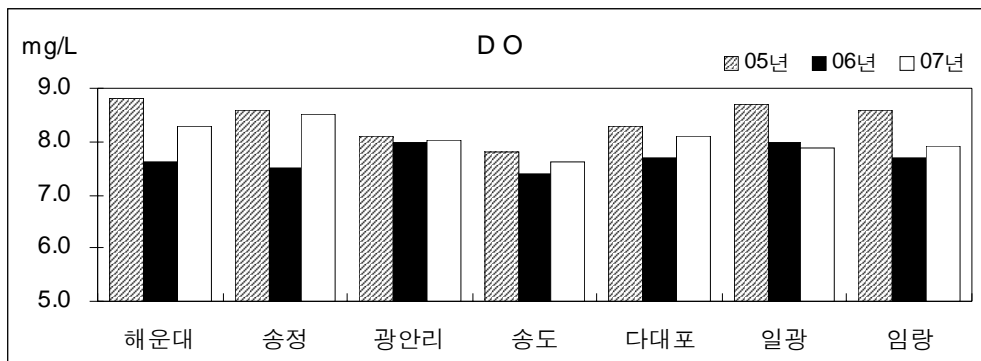


그림 2. 최근 3개년 간 해수욕장 DO변화 추이.

○ 화학적산소요구량(COD)

▷ 해수욕장의 COD는 육지로부터의 오염물질 유입, 조류(藻類) 번식 등에 의해 많은 영향을 받는다. 2007년도 조사 결과(표 6) 0.9~2.0 mg/L 이내의 양호한 수질을 나타내고 있고 다대포 해수욕장은 낙동강 담수의 영향으로 다소 높은 COD 값을 나타냈다.

표 6. 2007년도 해수욕장 별 COD 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
		COD (mg/L)	최대 1.9	1.5	2.4	1.6	2.9	1.5
	평균	1.2	1.1	1.4	1.3	2.0	1.2	0.9
	최소	0.8	0.8	0.9	0.7	1.1	0.7	0.7

▷ 연도별 변화양상을(그림 3) 살펴보면 대부분의 해수욕장이 전체적으로 COD가 소폭 감소한 것으로 나타났으며 특히 개장기(7, 8월)에 최대값을 보이는 것으로 조사 되었다. 전반적으로 전년도 개장기에 비해 강수량(7, 8월) 감소와('06 660 mm → '07 430 mm) 인근

육지로부터의 점·비점오염원 유출과 각종 오염물질의 유입차단 노력으로 해수욕장 수질을 개선시킨 것으로 판단된다.

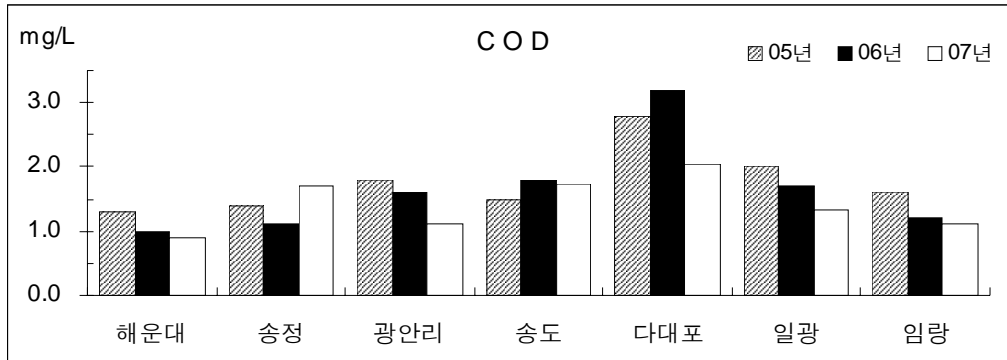


그림 3. 최근 3개년 간 해수욕장 COD변화 추이.

○ 부유물질(SS)

- ▷ 부유물질은 하절기 해수욕객의 증가로 인한 바닥입자의 부상 및 강우 시 인근 하천으로부터 유입되는 토사, 각종 쓰레기 등에 의해 높아지는 경향을 보인다. 2007년도 조사 결과 평균 5.2~12.7 mg/L로 나타났다. 예년에 비하여 다소 낮은 농도를 나타내었다. (표 7)

표 7. 2007년도 해수욕장 별 부유물질 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	부유물질 (mg/L)	최대	8.5	9.0	9.1	11.5	29.0	8.2
	평균	5.8	6.3	7.0	6.5	12.7	5.2	5.2
	최소	4.3	3.4	4.7	3.8	4.1	3.4	3.1

○ 총인(T-P)

- ▷ 총인은 수역에서 적조·부영양화를 유발, 수질을 악화시키는 미량물질의 하나로써 육지 기인 오염원의 유입에 의해 크게 영향을 받는다.
- ▷ 2007년도 조사결과 해수욕장의 총인은 평균 0.025~0.047 mg/L정도의 농도를 나타내었다.(표 8)

표 8. 2007년도 해수욕장 별 총인 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	총인 (mg/L)	최대	0.047	0.044	0.082	0.038	0.062	0.037
	평균	0.037	0.032	0.047	0.031	0.043	0.030	0.025
	최소	0.023	0.020	0.032	0.025	0.022	0.018	0.018

▷ 연도별 변화양상을 보면(그림 4) 전체적으로 전년도와 유사하였고, 특히 다대포의 경우 하절기 강우에 의한 인근 하천수의 유입으로 높은 수치를 나타내었다.

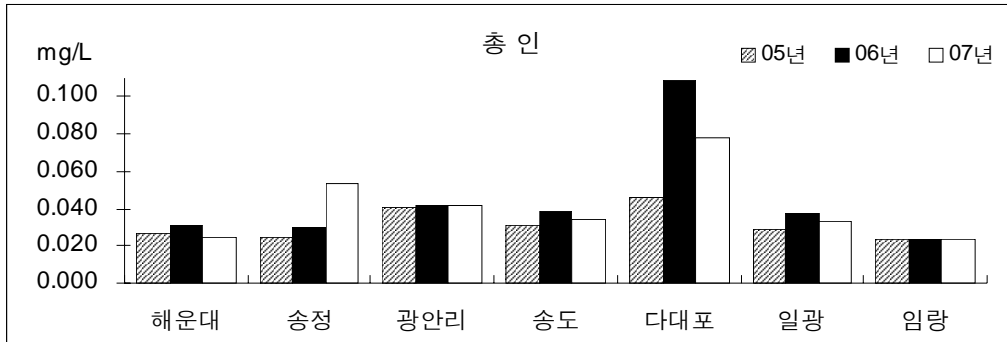


그림 4. 최근 3개년 간 해수욕장 총인 변화 추이.

○ 암모니아성 질소(NH₃-N)

- ▷ 2007년도 암모니아성 질소의 조사결과(표 9) 대부분 평균 0.1 mg/L이하의 값을 나타내었으나, 다대포의 경우엔 낙동강 하천수의 영향으로 0.229 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. 2007년도 해수욕장 별 암모니아성질소 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	암모니아성질소 (mg/L)							
	최대	0.107	0.093	0.318	0.087	0.418	0.136	0.060
	평균	0.047	0.038	0.141	0.042	0.229	0.065	0.033
	최소	0.002	0.000	0.016	0.000	0.019	0.008	0.008

○ 대장균군수(Colifoms)

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

표 10. 2007년도 해수욕장 별 대장균군 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	대장균군 (MPN/100 mL)							
	최대	367	230	567	280	1800	733	280
	평균	145	81	265	100	630	307	117
	최소	3	8	19	7	43	15	8

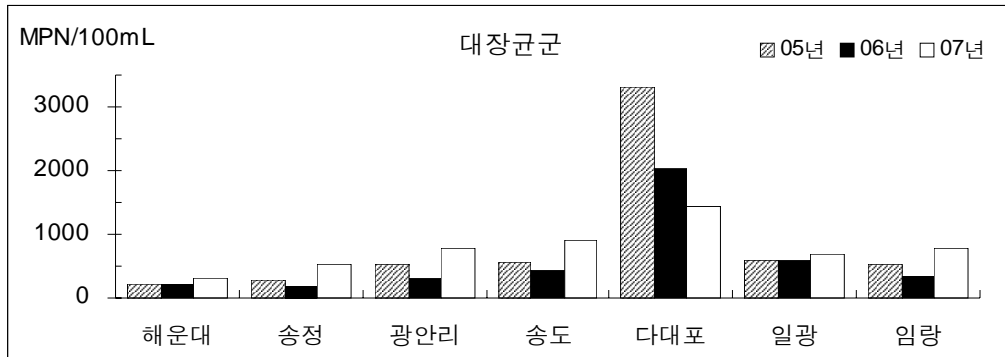


그림 5. 최근 3개년 간 해수욕장 대장균군 변화 추이.

□ 해수욕장별 환경특성 및 수질보전대책

○ 해운대 해수욕장

해운대 해수욕장은 수년간 우수한 수질(표 11)을 나타내고 있다. 주요 수질오염원은 주변의 생활하수와 폐수로서 춘천을 통해 수영만에 유입이 되어 해수의 흐름에 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 필요하다.

표 11. 2007년도 해운대 해수욕장 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	최대	24	8.2	8.5	1.9	8.5	0.047	0.107	367
	평균	20	8.1	7.1	1.2	5.8	0.037	0.047	145
	최소	13	7.9	5.3	0.8	4.3	0.023	0.002	3

○ 송정 해수욕장

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

표 12. 2007년도 송정 해수욕장 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)
송 정	최대	24	8.3	8.6	1.5	9.0	0.044	0.093	230
	평균	20	8.1	7.0	1.1	6.3	0.032	0.038	81
	최소	13	8.0	5.0	0.8	3.4	0.020	0.000	8

○ 광안리 해수욕장

광안리 해수욕장은 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 필요 할 것이다.

표 13. 2007년도 광안리 해수욕장 수질 현황

지점	항목	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군 (MPN/100 mL)
광안리	최대	24	8.2	8.3	2.4	9.1	0.082	0.318	567
	평균	21	8.1	7.0	1.4	7.0	0.047	0.141	265
	최소	14	7.9	5.3	0.9	4.7	0.032	0.016	19

○ 송도 해수욕장

송도 해수욕장은 전반적으로 양호한 수질을 나타내었다.(표 14) 2006년 상반기까지 중앙 하수처리장 완공에 따른 생활하수의 유입과 주변의 점, 비점오염원의 적정한 관리로 수질이 수년전에 비하여 크게 개선되었다.

표 14. 2007년도 송도 해수욕장 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)
송도	최대	26	8.2	8.5	1.6	11.5	0.038	0.087	280
	평균	21	8.1	7.1	1.3	6.5	0.031	0.042	100
	최소	13	8.0	5.6	0.7	3.8	0.025	0.000	7

○ 다대포 해수욕장

다대포 해수욕장은 낙동강하구의 낙동강 수질에 많은 영향을 받는데, 특히 개장기 7, 8월에 강우량이 증가하여 낙동강으로부터 탁수가 유입되면서 COD, SS, 암모니아성질소, 대장균군 등이 상승하여 수질이 악화된 것으로 나타났다.(표 15) 하지만 금년도는 적은 강수량으로 인하여 수질이 다소 나아진 것으로 나타났다.

표 15. 2007년도 다대포 해수욕장 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	최대	27	8.2	8.5	2.9	29.0	0.062	0.418	1800
	평균	22	8.0	7.0	2.0	12.7	0.043	0.229	630
	최소	12	7.8	6.0	1.1	4.1	0.022	0.019	43

○ 일광 해수욕장

일광 해수욕장의 오염원은 일광천에서 유입되는 생활하수와 상류 농경지로부터의 유출수가 해수욕장 수질에 영향을 미친다. 아래(표 16)의 조사결과 대체적으로 안정적인 수질을 보였다. 일광 해수욕장의 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. 2007년도 일광 해수욕장 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	최대	24	8.2	8.7	1.5	8.2	0.037	0.136	733
	평균	21	8.1	7.2	1.2	5.2	0.030	0.065	307
	최소	13	7.9	5.7	0.7	3.4	0.018	0.008	15

○ 임랑 해수욕장

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

표 17. 2007년도 임랑 해수욕장 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)
임 랑	최대	24	8.2	8.7	1.1	7.4	0.031	0.060	280
	평균	21	8.1	7.1	0.9	5.2	0.025	0.033	117
	최소	15	8.0	5.7	0.7	3.1	0.018	0.008	8

3. 해수욕장 수질(COD)과 강수량과의 상관관계

- 총강수량은 전년대비 18% 감소, 하절기 7, 8월은 전년대비 35% 감소.(표 18)
- COD의 최대값은 대부분 7, 8월이며, COD의 평균값은 전년대비 30% 감소.
- 2007년 COD 평균값의 표준편차는 0.35이고 2006년은 0.75이며 최대값의 표준편차는 각각 0.62와 1.89로 나타났다.
- 강수량이 작은 2007년은 전년도에 비하여 표준편차가 현저하게 낮아 수질이 안정적인 것으로 보여진다.(표 19)

표 18. 연도별 강수량 현황

항목	일자	5, 6월	7, 8월	총강수량	연도
	강수량 (mm)		211 (51%↓)	430 (35%↓)	1,250 (18%↓)
		433	660	1,528	2006

표 19. 연도별 COD의 표준편차

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑	평균 COD	표준 편차	
		COD	2007년	평균	1.2	1.1	1.4	1.3	2.0	1.2	0.9
최대	1.9			1.5	2.4	1.6	2.9	1.5	1.1	1.8	0.62
2006년	평균		1.0	1.1	1.6	1.8	3.2	1.7	1.2	1.7	0.75
	최대		1.7	2.1	2.7	3.7	7.1	2.8	1.7	3.1	1.89

*표준편차(標準偏差, standard deviation) : 표준편차가 0일 때는 관측값의 모두가 동일한 크기이고 표준편차가 클수록 관측값 중에는 평균에서 떨어진 값이 많이 존재한다. 따라서 표준편차는 관측값의 산포(散布)의 정도를 나타냄.(엑셀함수 STDEV 사용)

4. 결론

- 7개 해수욕장 전 지점 수질 「적합」 등급을 나타내어 해수욕 및 해양레저활동에 적절한 수질을 나타내었다.
- 다대포 해수욕장은 낙동강 하천수의 영향으로 강우량이 많았던 개장기(7~8월)에는 2회 「부적합」 등급이었으나 개장기 평균은 「적합」등급으로 나타났다.
- 해수욕장 지점 대부분의 수질이 하수처리장완공과 주변 오염원 관리로 개선되었는데, 특히 하절기 강수량이 작년에 비하여 현저하게 낮아 오염원 부하가 덜한 것으로 판단된다.
- 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 해양유입을 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 선행되어야 한다.
- 장기적으로는 주요 해수욕장 인근 시가지들의 하수처리율 향상과 더불어 도심지 내부의 분류식 하수관거(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.