

해수욕장 수질 조사

- 부산시 소재 해수욕장수질을 정기적으로 조사하여 수질개선 기여
- 쾌적한 해양 레저활동 및 환경보전정책수립의 기초 자료 제공

1. 조사개요

- 조사근거 : 해수욕장 수질기준 운용지침[국토해양부 훈령 제2012-871호(2012.8.20)]
- 조사기간 : 2012년 1 ~ 12월에 걸쳐 총 8회 조사
 - ▷ 개장 준비기(5월) 2회, 개장기(6~9월) 6회 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)
- 조사위치
 - ▷ 해수욕장 당 총 3개지점(좌·우·중앙 각 한개 지점)
 - ▷ 수심 0.5m 내지 1.5m의 표층 아래 15cm지점 채수
- 조사항목
 - ▷ 국토해양부 훈령인 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 현장 측정, 기타항목은 시료채취 후 즉시 실험실로 운반하여 시험·분석을 실시하였다.
- 해수욕장 수질평가

표 1-1. 점수별 해수욕장 수질등급

수질등급	적합	관리요망	부적합
총점	4~8	9~12	13~16

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

표 1-2. 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

2. 조사결과

○ 해수욕장 수질평가 및 수질결과

- ▷ 2012년 해수욕장 수질 평가(표 2.)는 모든 해수욕장이 수질 기준 「적합」 수준의 양호한 수질 보였으며,
- ▷ 2012년 해수욕장별 최고, 최저, 평균 농도는 표 3.에 나타냈다.

표 2. 해수욕장 수질평가 결과

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

표 3. 해수욕장 수질조사 결과(2012년 항목별 최고, 최저, 평균)

지점	항목	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성질소(mg/L)	대장균군 (MPN/100mL)
		해운대	최고	28.9	8.3	10.0	1.8	10.1	0.067
최저	15.0		8.0	7.0	0.4	4.7	0.006	0.001	5
평균	21.6		8.1	8.6	0.9	7.0	0.023	0.065	120

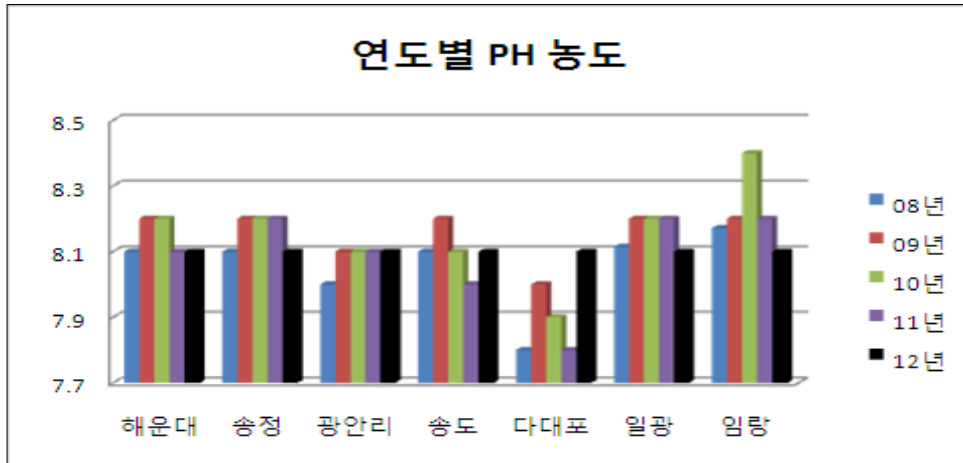


그림 1. 최근 5개년 간 해수욕장 pH 변화 추이

▷ 용존산소(DO)

- 해수욕장의 DO는 강우 등의 기상요인과 수온, 조류(藻類) 번식, 오염물 유입에 의해 변화한다. 2012년도 조사결과 대체적으로 평균 8.6~9.1 mg/L의 일정한 분포를 보였다.(표 5)

표 5. 2012년도 해수욕장 별 DO 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	DO (mg/L)	최고	10.0	10.2	10.6	10.9	10.3	10.8
최저		7.0	7.0	7.1	6.2	7.1	6.7	7.0
평균		8.6	8.6	8.8	8.7	8.9	9.1	8.9

- 연도별 변화양상은 그림 2에서 보듯이 2008년 이후부터는 꾸준히 DO값이 증가하고 있는 것으로 나타났다.

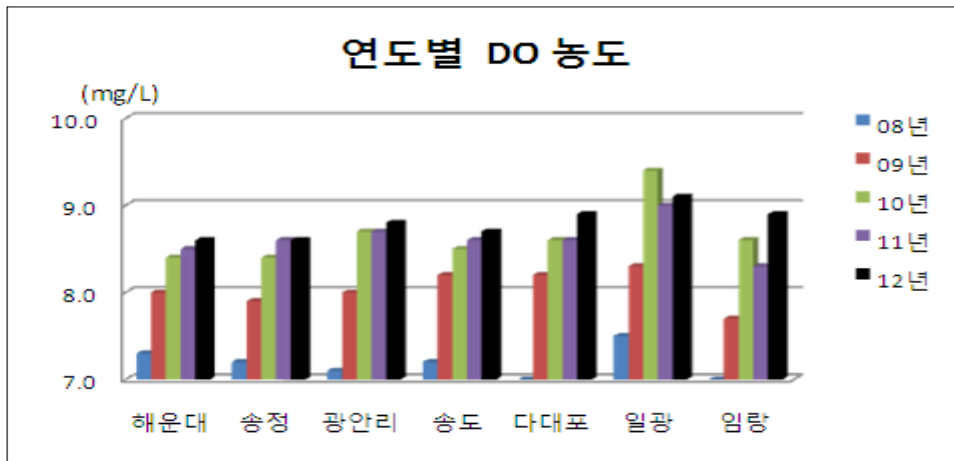


그림 2. 최근 5개년 간 해수욕장 DO변화 추이

▷ 화학적산소요구량(COD)

- 해수욕장의 COD는 육지로부터의 오염물질 유입, 조류(藻類) 번식 등에 의해 많은 영향을 받는다. 2012년도 조사결과 값은 표 6과 같이 평균 0.9~1.5 mg/L로 양호한 수질을 나타내었다. 다만 일광 해수욕장의 경우 다른 지역에 비해 약간 높은 결과 값을 보였는데 이러한 결과 값은 만 형태의 지형적인 영향으로 주변 일광천 하천수의 유입에 따른 정체되어 있는 시간이 길어지면서 나타나는 영향인 것으로 판단된다.

표 6. 2012년도 해수욕장 별 COD 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	COD (mg/L)	최고	1.8	1.8	2.1	2.3	2.5	2.7
최저		0.4	0.4	0.7	0.4	0.4	0.9	0.3
평균		0.9	0.9	1.3	1.1	1.3	1.5	0.9

- 연도별 추이 변화양상을 그림 3에서 살펴보면 대부분의 해수욕장이 전체적으로 COD가 거의 유사하게 소폭 증감을 반복하여 나타났으며,
- 전년도 대비 전체적으로 다소 수질오염도가 감소하고 있는 경향을 보이고 있다. 다대포와 일광 그리고 광안리해수욕장은 다른 해수욕장에 비해 COD 값이 다소 높은 값을 보였는데, 이는 다른 해수욕장에 비해 생활 오·하수를 포함하고 있는 하천수나 주변 점·비점오염원의 유입 원인 것으로 판단된다. 특히 집중 호우 일 경우 합류식 관거의 월류로 인해 하천수에 유입된 생활 오·하수의 영향인 것으로 생각됨.
- 따라서 해수욕장에 유입되는 오염 물질의 저감을 위해서는 분리식 관거의 설치나 해수욕장 주변의 점·비점오염원 유입이 완전하게 차단될 때 까지 해당 구·군에서 더욱더 노력하여야 할 것으로 판단된다.

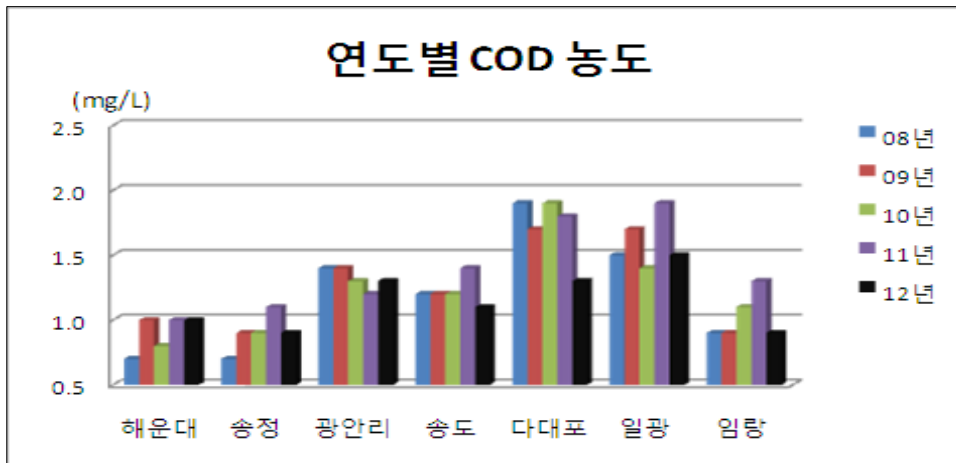


그림 3. 최근 5개년 간 해수욕장 COD변화 추이

▷ 부유물질(SS)

- 부유물질은 하절기 해수욕객의 증가로 인한 바다 모래입자의 부상 및 강우 시 인근 하천으로부터 유입되는 토사, 각종 쓰레기 등에 의해 높아지는 경향을 보인다.
- 2012년 조사 결과(표 7)는 평균 7.0~9.0 mg/L로 나타났으며, 2012년 해수욕장 수질조사 기간 동안 전 해수욕장이 수질기준 조사항목별 점수표에서 규정한 10 mg/L이하의 수치를 보였다.

표 7. 2012년도 해수욕장 별 부유물질 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	부유물질 (mg/L)	최고	10.1	13.7	14.7	14.8	11.3	15.2
최저		4.7	4.1	4.2	4.5	4.6	5.2	5.1
평균		7.0	7.3	8.9	8.9	7.7	9.0	8.0

▷ 총인(T-P)

- 총인은 수역에서 적조·부영양화를 유발, 수질을 악화시키는 영양염류 물질의 하나로 육지에서 기인한 오염원의 유입에 의해 크게 영향을 받는다.
- 2012년 조사결과 해수욕장의 총인은 평균 0.016~0.038 mg/L 정도로 전반적으로 양호한 수질로 조사되었다.

표 8. 2012년도 해수욕장 별 총인 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	총인 (mg/L)	최고	0.067	0.067	0.091	0.047	0.047	0.055
최저		0.006	0.003	0.009	0.008	0.012	0.012	0.004
평균		0.023	0.022	0.038	0.022	0.025	0.033	0.016

- 연도별 변화양상을 보면(그림 4) 점차적으로 수질이 개선되고 있는 경향을 보이고 있으며, 특히 전년도 대비 광안리해수욕장의 경우는 집중적인 강우로 주변지역의 비점오염원이 유입되어져 다소 높은 수치를 보인 것으로 판단된다.

▷ 암모니아성 질소(NH₃-N)

- 2012년 암모니아성 질소 조사결과(표 9) 값은 평균 0.059~0.134 mg/L 범위를 보였다.
- 광안리 및 일광이 다른 해수욕장에 비해 다소 높은 값을 보인 것은 광안리 및 일광의 경우는 해수욕장 개장기 기간 중 집중적인 강우로 수영강 및 일광천의 하천수 유입 영향으로 높게 나타난 것으로 보이며,

- 해수욕장 암모니아성 질소의 경우 육지로부터의 오염물질 유입에 크게 영향을 받으므로 인근 지역의 하수관거 정비 및 하수처리효율의 향상과 강우 시 수질을 악화시키는 각종 비점오염원에 대한 효율적인 관리 방안도 마련되어야 할 것으로 보인다.

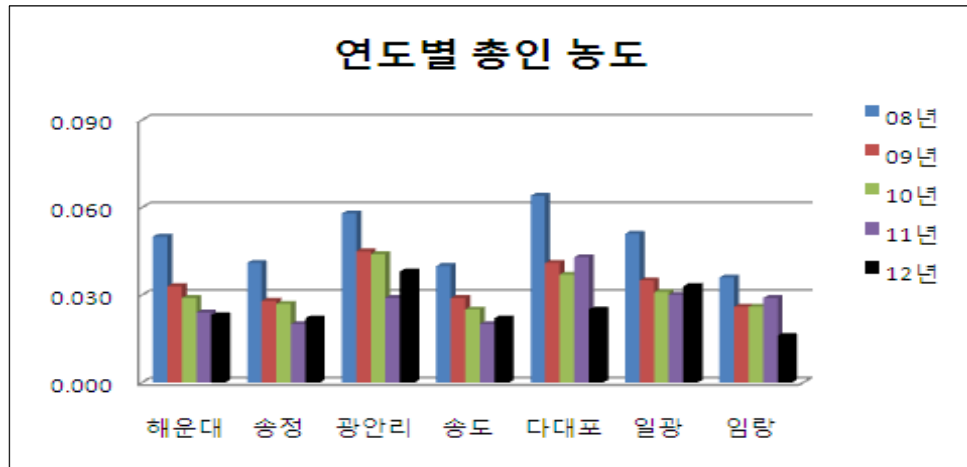


그림 4. 최근 5개년 간 해수욕장 총인 변화 추이

표 9. 2011년도 해수욕장 별 암모니아성질소 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	암모니아성질소 (mg/L)	최고	0.258	0.244	0.495	0.373	0.213	0.277
최저		0.001	0.003	0.007	0.004	0.018	0.010	0.009
평균		0.065	0.059	0.134	0.082	0.085	0.091	0.068

▷ 대장균군(Colifoms)

- 2012년 조사 결과 전 해수욕장이 평균 1,000 MPN/100mL 이하로 수질이 양호한 상태를 보여주며, 다대포의 경우 낙동강하구 하천수의 유입 영향으로 일시적으로 높게 조사되었으나, 평균값이 1,000 MPN/100mL 이하로 양호 한 수질로 나타났음.
- 대장균군 값의 평균 변동범위(120 ~ 293 MPN/100mL) 폭이 넓게 나타났다. 이러한 원인은 미처리된 비점오염원과 하수 유입, 해수욕객의 증가 등 외부환경에 대해 아주 민감하기 때문이다.

표 10. 2012년도 해수욕장별 대장균군 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	대장균군 (MPN/100mL)	최고	540	540	540	540	1600	920
최저		5	5	2	8	14	11	5
평균		120	141	138	254	238	293	266

○ 해수욕장별 환경 특성 및 수질보전대책

▷ 해운대해수욕장

해운대 해수욕장은 표 11.에서 보인 것처럼 양호한 수질을 나타내고 있다. 주요수질오염원은 주변의 생활하수가 지방하천인 춘천을 통해 수영만으로 유입되어 해수욕장 수질에 일부 영향을 미치는 것으로 판단되며, 또한 일시적인 집중 강우시 비점오염원에 의하여 수질이 나빠지기도 한다. 따라서 해수욕장의 수질개선을 위해서는 해수욕장 주변의 생활하수 및 비점오염원의 근원적인 유입 차단 등의 적절한 관리가 무엇보다도 요구된다.

표 11. 2012년도 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/100mL)
해운대	최고	28.9	8.3	10.0	1.8	10.1	0.067	0.258	540
	최저	15.0	8.0	7.0	0.4	4.7	0.006	0.001	5
	평균	21.6	8.1	8.6	0.9	7.0	0.023	0.065	120

▷ 송정해수욕장

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

표 12. 2012년도 송정해수욕장 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/100mL)
송 정	최고	29.0	8.2	10.2	1.8	13.7	0.067	0.244	540
	최저	15.2	8.0	7.0	0.4	4.1	0.003	0.003	5
	평균	21.7	8.1	8.6	0.9	7.3	0.022	0.059	141

▷ 광안리해수욕장

광안리해수욕장은 오염원인 하수의 대부분이 부산환경공단 남부사업소 하수처리장에서 처리되고 있지만 합류식 하수관거로 인해 집중폭우 시 미처리된 월류수가 해수욕 장으로 유입되면서 수질이 불안정한 상태이다. 따라서 해수욕장의 수질을 개선시키기 위해서는 육상 비점오염원의 유입방지 및 중계펌프장의 펌프처리 능력 및 하수처리율 확충을 통해 해수욕장으로 유입되는 오염원을 줄여나가는 지속적인 관리가 필요하다고 생각함.

표 13. 2012년도 광안리해수욕장 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/100mL)
광안리	최고	28.8	8.2	10.6	2.1	14.7	0.091	0.495	540
	최저	15.5	7.9	7.1	0.7	4.2	0.009	0.007	2
	평균	21.8	8.1	8.8	1.3	8.9	0.038	0.134	138

▷ 송도 해수욕장

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

표 14. 2012년도 송도해수욕장 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/100mL)
송도	최고	28.4	8.4	10.9	2.3	14.8	0.047	0.373	540
	최저	17.1	7.8	6.2	0.4	4.5	0.008	0.004	8
	평균	22.1	8.1	8.7	1.1	8.9	0.022	0.082	254

▷ 다대포해수욕장

다대포해수욕장은 낙동강하구의 낙동강 수질에 많은 영향을 받는데 특히 개장기 7, 8월 기간 동안 강수량이 증가하고 낙동강으로부터 미처리된 오염물질이 유입되면서 수질이 악화되는 경향이 있지만, 2012년 COD 값 1.3 mg/L은 2011년 1.8 mg/L에 비해 소폭 감소되었으며, 이러한 수질향상은 낙동강 주변으로 하수처리장 및 비점오염원 유입 차단시설의 지속적인 확충으로 수질오염물질 유입의 저감에서 기인된 것으로 판단된다.

표 15. 2012년도 다대포해수욕장 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/100mL)
다대포	최고	28.7	8.2	10.3	2.5	11.3	0.047	0.213	1600
	최저	17.5	7.8	7.1	0.4	4.6	0.012	0.018	14
	평균	22.0	8.1	8.9	1.3	7.7	0.025	0.085	238

▷ 일광해수욕장

2012년(표 16) 조사결과는 대체적으로 다른 해수욕장에 비해 수질오염도가 높은 것으로 조사되었는데, 이는 일광해수욕장은 일광천에서 유입되는 생활하수와 상류 농경지로부터의 유출수가 해수욕장 수질에 영향을 미친 결과로 보이며, 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. 2012년도 일광해수욕장 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/100mL)	
일 광	최고	30.2	8.3	10.8	2.7	15.2	0.055	0.277	920
	최저	16.5	7.9	6.7	0.9	5.2	0.012	0.010	11
	평균	23.3	8.1	9.1	1.5	9.0	0.033	0.091	293

▷ 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.

표 17. 2012년도 임랑해수욕장 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/100mL)	
임 랑	최고	30.3	8.3	10.7	1.5	13.5	0.036	0.271	920
	최저	17.6	7.9	7.0	0.3	5.1	0.004	0.009	5
	평균	22.8	8.1	8.9	0.9	8.0	0.016	0.068	266

3. 해수욕장 수질(COD)과 강수량과의 상관관계

- 부산의 2012년 총강수량은 2011년 대비 약 24.3% 정도 증가를 보였는데, 개장기인 7, 8월중의 강수량은 2011년에 비해 약 27.1% 증가를 보였다.(표 18)
- COD 최대값은 대부분 7, 8월중에 나타났으며(표 6), 2012년 해수욕장 별COD 평균값 1.1 mg/L은 2011년 1.4 mg/L에 비해 감소한 결과 값을 보였다. 연도별 해수욕장 평균값 COD 수질오염도는 꾸준히 감소하는 경향을 보이고 있음.(연도별 COD 수질변화 참조)
- 2012년 강수량이 2011년에 비해 개장기중 약 27.1%가 증가되었으나 오히려 COD 값은 조금

감소하였다. 이는 강수일의 감소로 육지로부터 각종 점·비점오염원의 유입 감소 따른 결과로 판단됨(개장기 중 총 강우일 : 11년 9일→12년 12일).

표 18. 부산지역 강수량 현황

단위(mm)

항목 \ 일자	5, 6월	7, 8월	총강수량	년도
강수량(%)	134(▽67.5)	671(△27.1)	1,839(△24.3)	2012
	413	528	1,479	2011
	281	457	1,442	2010
	361	971	1,773	2009
	378	476	1,159	2008

4. 결 론

- 해수욕장 전 지점 수질 「적합」 등급을 나타내어 해수욕 및 해양레저 활동에 적절한 수질을 나타내었다. 연도별 해수욕장 수질 오염도는 꾸준히 개선되고 있음을 보였다.
- 다대포 해수욕장은 낙동강 하천수 및 인근 보덕천, 괴정천 지속적이고 갑작스런 폭우로 흙탕물이 된 담수가 해수욕장으로 유입영향으로 일부 지점에서 대장균군이 부적합이었으나 평균에서는 적합으로 판정되었으며, 해당 구청 및 시민들의 관심 증가, 쓰레기 줍기 등 해수욕장을 살리기 위한 범시민적 활동으로 해수욕장 수질이 지속적으로 개선되고 있음을 알 수 있었음.
- 부산관내 해수욕장은 주변 하천과 연결되어 있어 하천수의 유입으로 오염이 되기 쉬우며, 일시적인 집중호우로 인하여 오염된 담수가 일시적으로 수질을 악화 시키는 경향이 있다. 따라서 해수욕장 수질을 보전하기 위해서는 육상오염원의 해양유입을 원천적으로 차단하여야 한다. 해수욕장 주변의 춘천(해운대), 송정천(송정), 수영강(광안리), 낙동강(다대포), 일광천(일광), 좌광천(임랑)과 같은 하천수에서 유입되는 비점오염원의 관리가 선행되어야한다.
- 장기적으로는 주요 해수욕장 인근 하수처리장의 하수처리율 향상과 더불어 도심지 내의 분류식 하수관거(우수, 하수) 정비가 필요하다. 또한 농어촌지역에서는 논, 밭 등에서의 오염원부하를 감소하기 위한 농경지 유출수로 정비 등을 통한 해수욕장오염을 최소화시키는 방안도 동시에 추진되어야 할 것으로 생각된다.