

해수욕장 수질조사

부산시 소재 해수욕장 수질을 정기적으로 조사하고 해수욕장 수질환경 현황을 파악하여 수질 오염사고에 대비하고 나아가 환경보전정책 수립의 기초 자료를 제공하고자 함

1. 조사개요

- 조사기간 : 2005년 1~12월에 걸쳐 총 12회 조사
 - ▷ 비개장기(2월 및 11월) 2회, 개장 준비기(6월) 2회
 - ▷ 개장기(7~8월) 8회 조사
- 조사지점
 - ▷ 2월과 5월, 6월 조사 시 관내 6개 해수욕장 18개 지점 조사
 - ▷ 7월 이후 7개 해수욕장 21개 지점 조사 : 송도연안정비공사 완료
- 조사위치
 - ▷ 좌·우·중앙 각 1지점 해수욕장 당 총 3지점
 - ▷ 1m 깊이 수면 아래 15cm 지점 채수 조사, 분석
- 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

- 총 설
 - ▷ 2005년 해수욕장 수질의 항목별 조사 값을 표 1에 나타내었으며 해수욕장 수질기준(해양수산부훈령 제322호)에 의한 해수욕장 수질 평가결과를 표 2에 나타내었다.
 - ▷ 다대포해수욕장을 제외한 6개 해수욕장은 해수욕장 수질기준의 「적합」 수준의 양호한 수질을 나타내었다.

표 1. 해수욕장 수질조사 결과(2005년 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/100mL)
해운대	최대	27	8.2	12.7	1.7	12.5	0.070	0.050	733
	평균	21	8.2	8.8	1.3	9.0	0.027	0.027	226
	최소	12	8.0	7.2	0.8	3.2	0.001	0.012	0
송 정	최대	26	8.3	12.6	1.7	17.9	0.057	0.033	700
	평균	21	8.2	8.6	1.4	7.3	0.025	0.021	283
	최소	12	8.0	7.1	0.8	2.1	0.000	0.002	1
광안리	최대	26	8.2	12.5	2.4	16.7	0.087	0.327	967
	평균	21	8.1	8.1	1.8	9.7	0.041	0.079	525
	최소	12	8.0	6.9	0.9	3.4	0.012	0.017	11
송 도	최대	27	8.2	9.1	1.9	18.6	0.054	0.176	900
	평균	23	8.1	7.8	1.5	10.2	0.031	0.075	574
	최소	19	8.0	7.0	0.8	2.0	0.000	0.003	53
다대포	최대	27	8.1	14.5	5.3	53.3	0.159	0.598	9667
	평균	22	7.9	8.3	2.8	20.1	0.046	0.226	3301
	최소	6	7.5	6.5	1.2	3.4	0.002	0.021	130
일 광	최대	26	8.2	13.2	3.3	31.4	0.053	0.154	910
	평균	22	8.1	8.7	2.0	12.0	0.029	0.050	588
	최소	11	7.7	7.0	0.9	1.7	0.002	0.012	9
임 량	최대	27	8.2	12.5	2.0	23.5	0.050	0.083	867
	평균	21	8.1	8.6	1.6	13.4	0.023	0.027	524
	최소	12	8.0	7.4	0.9	1.5	0.000	0.000	15

○ 해수욕장 수질평가

- ▷ 해수욕장 수질기준(해양수산부 훈령 제322호)에 의하여 수질항목 별 점수 합계에 의한 적합, 관리요망, 부적합의 3가지 등급으로 평가한 결과는 아래와 같다.(표 2)
- ▷ 개장기 다대포는 12점으로 「관리요망」 등급이나 대장균군수 1,000 MPN/100mL 이상으로 기준을 초과하여 「부적합」 등급 판정

표 2. 해수욕장 수질 평가결과

지점	개장준비기		개장기		비개장기	
	점수	등급	점수	등급	점수	등급
해운대	5	적합	6	적합	4	적합
송 정	5	적합	5	적합	4	적합
광안리	6	적합	7	적합	5	적합
송 도	-	-	7	적합	5	적합
다대포	5	적합	12	부적합	6	적합
일 광	7	적합	7	적합	5	적합
임 량	6	적합	6	적합	4	적합

표 3. 점수별 해수욕장 수질등급

수질등급	적합	관리요망	부적합
총 점	4~8	9~12	13~16

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

○ 세부항목별 조사결과

▷ 수소이온 농도(pH)

- 해수욕장 pH는 육지로부터의 담수 유입량, 조류(藻類) 번식, 오염물 유입등에 따라 변화한다. 2005년 조사 결과(표 4) 대부분 평균 8.1 내외로 안정적으로 나타났다.

표 4. 2005년도 해수욕장 별 pH 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	pH (mg/L)	최대	8.2	8.3	8.2	8.2	8.1	8.2
평균		8.2	8.2	8.1	8.1	7.9	8.1	8.1
최소		8.0	8.0	8.0	8.0	7.5	7.7	8.0

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

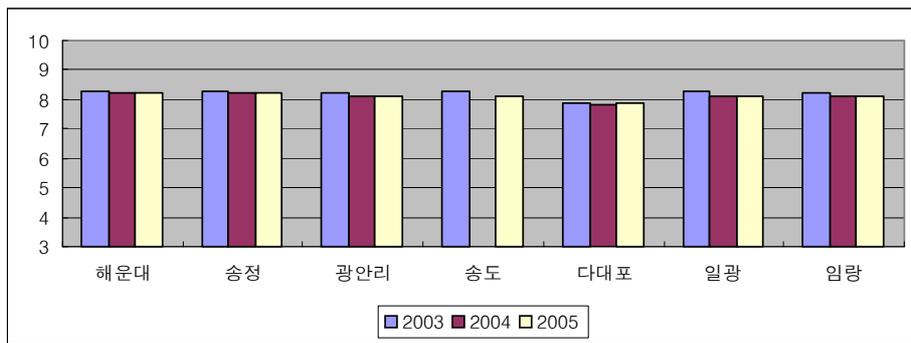


그림 1. 최근 3개년 간 해수욕장 pH 변화 추이.

▷ 용존산소(DO)

- 해수욕장의 DO는 강우 등의 기상요인과 수온, 조류(藻類) 번식, 오염물 유입에 의해 변화한다. 2005년도 검사결과 대체적으로 7.8~8.8 mg/L의 분포를 나타냈다.(표 5)

표 5. 2005년도 해수욕장 별 DO 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
	DO (mg/L)	최대	12.7	12.6	12.5	9.1	14.5	13.2
평균		8.8	8.6	8.1	7.8	8.3	8.7	8.6
최소		7.2	7.1	6.9	7.0	6.5	7.0	7.4

- 연도별 변화양상을 그림 2에 나타냈는데, 대체적으로 과년도에 비해 소폭 증가하였다. 이는 수온의 감소로 대기로부터 포기되는 공기량이 많았기 때문이다.(수온 : '04 23℃ → '05 21℃)

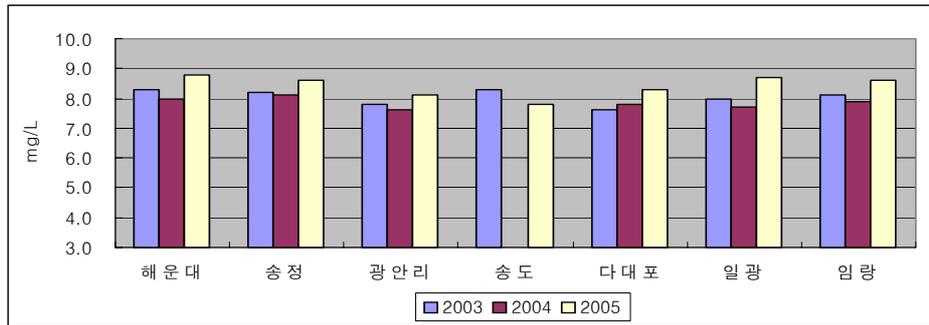


그림 2. 최근 3개년 간 해수욕장 DO변화 추이.

▷ 화학적산소요구량(COD)

- COD는 수중의 유기물이 산화제에 의하여 분해되면서 소비되는 산소량을 mg/L로 나타낸 것으로 해수욕장의 COD는 육지로부터의 오염물 유입, 조류(藻類) 번식 등에 의해 많은 영향을 받는다. 2005년도 조사 결과(표 6) 1~2 mg/L 이내의 양호한 수질을 나타내고 있으나, 다대포해수욕장은 낙동강 담수의 영향으로 비교적 높은 COD를 나타냈다.

표 6. 2005년도 해수욕장 별 COD 현황

항목	지점	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
		COD (mg/L)						
	최대	1.7	1.7	2.4	1.9	5.3	3.3	2.0
	평균	1.3	1.4	1.8	1.5	2.8	2.0	1.6
	최소	0.8	0.8	0.9	0.8	1.2	0.9	0.9

- 연도별 변화양상을(그림 3) 살펴보면 해수욕장 전체적으로 COD가 소폭 증가한 것으로 나타났으며 특히 개장기에 최대값을 보이는 것으로 조사되었다. 이는 전년도 개장기에 비해 강수량의 증가로('04 340.7 mm → '05 525 mm) 인근 육지로부터의 점·비점오염원의 유출과 해수욕객의 증가로 인한 각종 오염물질 등의 해수욕장으로의 유입이 수질을 악화시킨 원인인 것으로 판단된다.

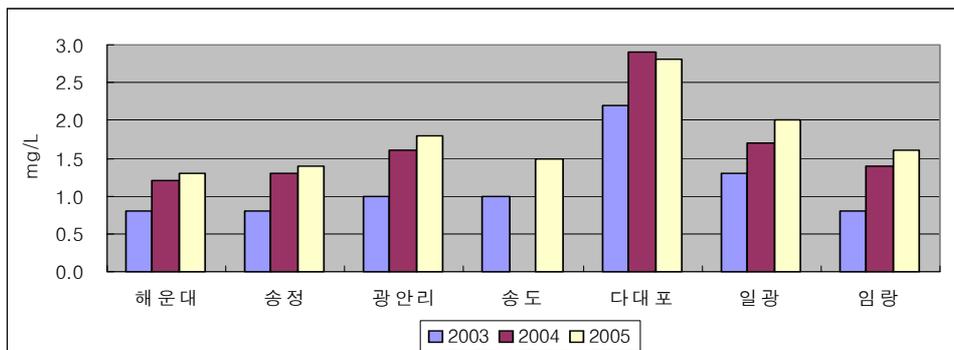


그림 3. 최근 3개년 간 해수욕장 COD변화 추이.

▷ 부유물질(SS)

- 부유물질은 하절기 해수욕객의 증가로 인한 바닥입자의 부상 및 강우 시 인근 하천으로부터 유입되는 토사와 각종 쓰레기 등에 의해 높아지는 경향을 보인다. 2005년도 조사 결과 평균 7.3~20.1 mg/L 나타났다. 다대포해수욕장은 강우 후 낙동강에서 유입되는 토사와 각종 부유쓰레기의 영향과 개장기 해수욕객의 증가로 53.3 mg/L의 높은 농도를 나타내었다.(표 7)

표 7. 2005년도 해수욕장 별 부유물질 현황

지점		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
부유물질 (mg/L)	최대	12.5	17.9	16.7	18.6	53.3	31.4	23.5
	평균	9.0	7.3	9.7	10.2	20.1	12.0	13.4
	최소	3.2	2.1	3.4	2.0	3.4	1.7	1.5

▷ 총인(T-P)

- 총인은 수역에서 적조·부영양화를 유발, 수질을 악화시키는 미량물질의 하나로써 육지 오염원의 유입에 의해 크게 영향을 받는다.
- 2005년도 조사결과 해수욕장의 총인은 평균 0.02~0.04 mg/L의 농도를 나타내었다.(표 8)

표 8. 2005년도 해수욕장 별 총인 현황

지점		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
총인 (mg/L)	최대	0.070	0.057	0.087	0.054	0.159	0.053	0.050
	평균	0.027	0.025	0.041	0.031	0.046	0.029	0.023
	최소	0.001	0.000	0.012	0.000	0.002	0.002	0.000

- 연도별 변화양상을 보면(그림 4) 다대포와 광안리의 경우 평균 농도는 감소하였으나 강우량이 많은 하절기에는 높은 농도를 보여 수영장과 낙동강 등 해수욕장 유입 하천에 대한 꾸준한 관리가 필요하다고 생각된다.

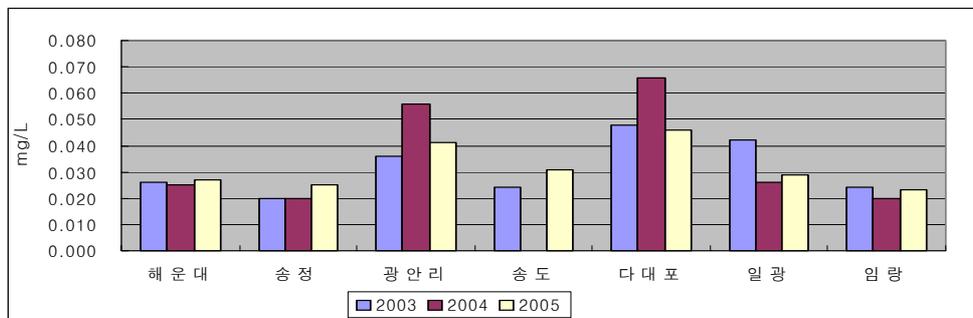


그림 4. 최근 3개년 간 해수욕장 총인 변화 추이.

▷ 암모니아성 질소(NH₃-N)

- 2005년도 암모니아성 질소의 조사결과(표 9) 대부분 평균 0.1 mg/L이하의 값을 나타내었으나, 다대포의 경우엔 낙동강 하천수의 영향으로 0.226 mg/L의 다소 높은 값을 나타냈다.
- 해수욕장의 암모니아성 질소의 경우 육지로부터 오염물 유입에 크게 영향을 받으므로 인근 지역의 하수관거 정비와 하수처리효율의 향상과 강우 시 수질을 악화시키는 각종 비점오염원에 대한 효율적인 관리 방안도 마련 되어야 할 것으로 본다.

표 9. 2005년도 해수욕장 별 암모니아성질소 현황

지점		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
암모니아성 질소(mg/L)	최대	0.050	0.033	0.327	0.176	0.598	0.154	0.083
	평균	0.027	0.021	0.079	0.075	0.226	0.050	0.027
	최소	0.012	0.002	0.017	0.003	0.021	0.012	0.000

▷ 대장균군수(Colifoms)

- 2005년 조사 결과 대체적으로 1,000 MPN/100mL 이하의 양호한 수질을 보였나 다대포 해수욕장에서는 낙동강 하천수의 영향으로 평균 3,301 MPN/100mL의 높은 값을 나타내었다.(표 10)
- 전 지점에서 대장균군수 값의 변동범위(최대~최소)가 크게 조사되었으며 이는 대장균군수의 경우 하수 유입과 해수욕객의 증가 등 외부요인에 대해 아주 민감한 변화를 나타내기 때문이다.

표 10. 2005년도 해수욕장 별 대장균군 현황

지점		해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
대장균군 (MPN/100mL)	최대	733	700	967	900	9667	910	867
	평균	226	283	525	574	3301	588	524
	최소	0	1	11	53	130	9	15

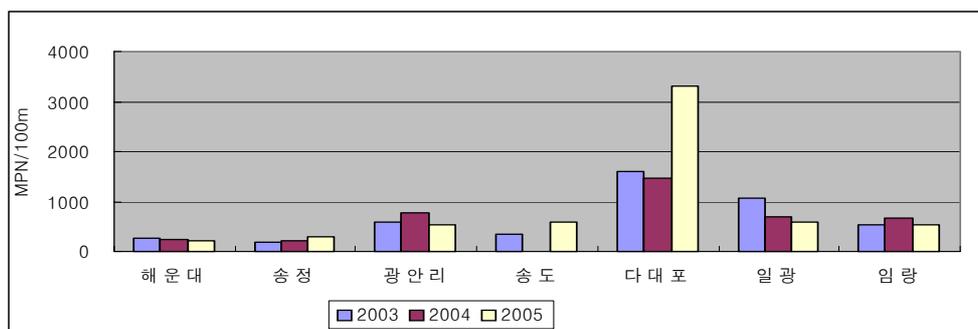


그림 5. 최근 3개년 간 해수욕장 대장균군 변화 추이.

○ 해수욕장 별 환경 특성 및 수질보전대책

▷ 해운대해수욕장

해운대해수욕장은 평균적으로 우수한 수질(표 11)을 나타내고 있다. 주요 수질오염원은 주변 시가지로부터 배출되는 생활하수와 폐수로써 이런 배출수가 춘천을 통해 수영만에 유입이 되어 해수의 흐름에 따라 해수욕장으로 흘러들어 수질을 악화시키는 것으로 판단된다. 따라서 해운대 해수욕장의 수질보전을 위해서는 해수욕장 주변의 생활하수 및 폐수 배출시설의 정비와 인근 하수처리장의 처리율을 향상시킬 필요가 있다.

표 11. 2005년도 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	최대	27	8.2	12.7	1.7	12.5	0.070	0.050
평균		21	8.2	8.8	1.3	9.0	0.027	0.027	226
최소		12	8.0	7.2	0.8	3.2	0.001	0.012	0

▷ 송정해수욕장

송정 해수욕장의 주요 수질오염원은 주변 시가지로부터 배출되는 생활하수 및 폐수이다. 따라서 해수욕장 수질보전을 위해서는 해수욕장 주변의 오염원을 철저히 관리하고 기장하수처리장 처리계통의 하수처리시설을 조속히 완공하고 인근 시가지의 하수처리율의 향상 등을 추진해야 할 것으로 생각된다. 송정해수욕장 역시 전 항목 양호한 수질을 나타내었다.(표 12)

표 12. 2005년도 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/100mL)
	송 정	최대	26	8.3	12.6	1.7	17.9	0.057	0.033
평균		21	8.2	8.6	1.4	7.3	0.025	0.021	283
최소		12	8.0	7.1	0.8	2.1	0.000	0.002	1

▷ 광안리해수욕장

광안리해수욕장 주변 지역은 남부하수처리장 계통의 하수처리구역에 포함되어 발생하는 하수의 대부분이 차집되어 처리되고 있다. 하지만 합류식 하수관거로 인해 강우 시 월류수가 수영천을 통해 해수욕장으로 유입되면서 수질이 불안정한 실정이다. 따라서 해수욕장의 수질을 개선시키기 위해서는 육상 비점오염원의 유입방지를 위한 하수관거의 정비와 해수욕장 주변 청소활동 등을 통한 오염원의 해수욕장으로의 유입량을 줄여 나가야 할 것이다.

표 13. 2005년도 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	최대	26	8.2	12.5	2.4	16.7	0.087	0.327
평균		21	8.1	8.1	1.8	9.7	0.041	0.079	525
최소		12	8.0	6.9	0.9	3.4	0.012	0.017	11

▷ 송도 해수욕장

송도 해수욕장은 전반적으로 양호한 수질을 나타내었다.(표 14) 하지만 해수욕장 주변 지형이 비교적 급경사로 강우 시 비점오염의 유입 가능성이 크므로 효과적인 우수배제 시설을 해수욕장 주변으로 설치하여야 하며 또한 인근 지역에서 배출되는 생활하수도 해수욕장의 수질을 악화시키는 원인이므로 중앙하수처리장 계통의 하수처리시설을 조속히 완공하여 가동하여야 한다.

표 14. 2005년도 송도 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/100mL)
송도	최대	27	8.2	9.1	1.9	18.6	0.054	0.176	900
	평균	23	8.1	7.8	1.5	10.2	0.031	0.075	574
	최소	19	8.0	7.0	0.8	2.0	0.000	0.003	53

▷ 다대포해수욕장

낙동강 하구에 위치한 다대포해수욕장은 낙동강의 수질에 많은 영향을 받는다. 특히 개장기인 7, 8월에는 강우량이 증가하여 낙동강으로부터 탁수가 유입되면서 COD, SS, 암모니아성질소, 대장균군 등이 크게 상승하여 수질이 악화된 것으로 나타났다.(표 15) 해수욕장 북쪽에 위치한 보덕천, 흥티천 등의 하천수와 장림하수처리장의 방류수도 해수 흐름에 따라 해수욕장으로의 유입 가능성이 크다. 따라서 다대포해수욕장의 수질 개선을 위해서는 낙동강 유역에 위치한 오염원에 대한 철저한 관리 및 인근 하수처리장의 처리 효율 향상 등이 요구되어진다.

표 15. 2005년도 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	최대	27	8.1	14.5	5.3	53.3	0.159	0.598	9667
	평균	22	7.9	8.3	2.8	20.1	0.046	0.226	3301
	최소	6	7.5	6.5	1.2	3.4	0.002	0.021	130

▷ 일광해수욕장

일광해수욕장은 일광천에서 유입되는 미처리된 생활하수와 상류 농경지로부터의 유출수가 해수욕장 수질에 영향을 준다. 2005년도 조사결과 대체적으로 안정적인 수질을 보였다.(표 16) 일광해수욕장의 수질보전을 위해서는 인근 지역에 하수처리시설을 조속히 완공하여 미처리된 생활하수의 해수욕장 유입을 차단하고 동시에 농경지 유출수의 수로를 정비하여 비점오염원에 의한 오염을 최소화 시켜야 한다.

표 16. 2005년도 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	최대	26	8.2	13.2	3.3	31.4	0.053	0.154	910
	평균	22	8.1	8.7	2.0	12.0	0.029	0.050	588
	최소	11	7.7	7.0	0.9	1.7	0.002	0.012	9

▷ 임랑해수욕장

임랑해수욕장도 전 항목 양호한 수질을 나타내었다.(표 17) 그러나 해수욕장 남쪽으로 유입되는 좌광천의 탁수의 영향으로 부유물질 농도가 최대 23.5 mg/L을 보이는 등 좌광천 유입 지점 근처에서 다소 수질이 악화되기도 하였다. 임랑해수욕장 수질보전을 위해서는 하수처리장 건설로 미처리 하수의 좌광천과 인근 해변으로의 유입을 최소화하여야 한다.

표 17. 2005년도 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	최대	27	8.2	12.5	2.0	23.5	0.050	0.083	867
	평균	21	8.1	8.6	1.6	13.4	0.023	0.027	524
	최소	12	8.0	7.4	0.9	1.5	0.000	0.000	15

3. 결 론

- 다대포해수욕장을 제외한 6개 해수욕장이 해수욕장 수질등급의 「적합」 등급을 나타내어 해수욕 및 해양레저활동에 알맞은 수질로 나타났다.
- 다대포해수욕장은 낙동강 하천수의 영향으로 강우량이 많았던 개장기(7~8월)에는 「부적합」 등급의 수질을 나타내어 해수욕에 부적합한 것으로 나타났다. 그러나 강우량이 상대적으로 적었던 개장준비기와 비개장기에는 다시 수질이 좋아져 「적합」 등급의 수질을 보이기도 하였다.
- 광안리해수욕장은 수영장의 유입으로 오염이 되기 쉬우며, 만 형태의 지형과 광안대교 등 구조물로, 해수가 체류, 수질관리가 매우 어려운 실정이다. 특히 7월 초순에는 총인과 암모니아성 질소 농도가 높아져 「관리요망」 등급을 보였으며 이는 강우 이후 수영장의 오염된 담수가 유입되고 정체되어 수질이 악화된 것으로 생각된다.
- 일광해수욕장은 동그란 만 형태의 반폐쇄성 지형의 영향으로 해수순환이 제한되어 장기간 오염물이 해수욕장에 체류·축적되게 된다. 따라서 일광천으로부터 점원, 비점원 오염부하가 지속적으로 유지될 것으로 판단되므로 오염관리에 특별한 주의가 필요하다.
- 해수욕장 수질을 보전하기 위해서는 육상오염원의 해역유입을 방지해야 한다. 먼저 춘천(해운대), 송정천(송정), 수영강(광안리), 낙동강(다대포), 일광천(일광), 좌광천(임랑)을 비롯한 인근 주거단지에서 배출되는 하수(송도와 임랑), 강우 시 발생하는 비점오염원(전체 해수욕장) 등의 철저한 수질관리가 선행되어야 한다.

- 이를 위해 해수욕장 주변 환경오염 배출업소에 대한 특별관리 및 주요 해수욕장의 인근 시가지들의 하수처리율 향상과 더불어 장기적으로는 도심지 내부의 분류식 하수관거로의 정비가 필요하다. 또한 농촌지역에서는 논, 밭 등에서의 비점오염원부하를 감소하기 위한 농경지 유출 수로 정비 및 나대지 식물 식재 등을 통한 해수욕장오염을 최소화시키는 방안도 동시에 추진되어야 할 것으로 생각된다.

부록 1. 2005년도 비개장기 수질검사 결과

○ 2월 15일

지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
해운대 1	12	8.0	12.4	1.2	3.6	0.026	0.038	11
해운대 2	12	8.0	13.0	1.2	3.3	0.023	0.023	7
해운대 3	12	8.0	12.7	0.8	3.1	0.024	0.027	7
송 정 1	12	8.0	12.9	1.2	3.0	0.022	0.000	11
송 정 2	12	8.0	12.5	0.8	4.0	0.021	0.005	9
송 정 3	12	8.0	12.4	0.8	3.3	0.028	0.000	14
광안리 1	12	8.0	12.5	1.2	4.2	0.030	0.027	11
광안리 2	12	7.9	12.4	1.2	3.2	0.026	0.000	11
광안리 3	12	8.0	12.6	1.6	3.6	0.027	0.038	11
다대포 1	6	7.7	14.7	1.6	5.2	0.050	0.121	240
다대포 2	6	7.8	14.5	1.6	5.2	0.041	0.017	500
다대포 3	6	7.7	14.4	1.6	5.5	0.047	0.081	500
일 광 1	11	8.0	13.9	1.2	7.5	0.023	0.009	11
일 광 2	11	8.0	12.6	1.6	7.2	0.018	0.016	4
일 광 3	11	7.9	13.0	1.6	7.3	0.022	0.010	11
임 랑 1	12	7.9	12.6	1.2	6.1	0.017	0.002	22
임 랑 2	12	8.0	12.5	0.8	5.3	0.022	0.009	11
임 랑 3	12	8.0	12.3	1.2	5.2	0.023	0.009	11

○ 11월 3일

지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
해운대 1	19	8.2	7.9	0.8	2.8	0.019	0.028	23
해운대 2	19	8.2	8.0	0.8	3.7	0.019	0.008	23
해운대 3	19	8.3	8.1	0.8	3.0	0.015	0.007	23
송 정 1	19	8.3	7.7	0.8	2.0	0.026	0.059	23
송 정 2	19	8.2	7.8	0.8	2.3	0.012	0.003	23
송 정 3	19	8.3	8.1	0.8	1.9	0.010	0.008	23
광안리 1	19	8.2	7.6	1.2	3.7	0.027	0.028	30
광안리 2	19	8.2	7.6	0.8	3.1	0.023	0.018	30
광안리 3	19	8.2	7.7	0.8	3.3	0.024	0.016	30
송 도 1	19	8.1	7.3	0.8	2.0	0.016	0.082	500
송 도 2	19	8.2	7.6	0.8	1.9	0.053	0.246	500
송 도 3	19	8.2	7.6	0.8	2.0	0.031	0.053	500
다대포 1	18	8.1	7.2	1.2	6.2	0.053	0.244	900
다대포 2	18	8.1	7.2	1.2	5.9	0.032	0.135	900
다대포 3	18	8.1	7.5	1.2	6.0	0.027	0.071	900
일 광 1	19	8.2	7.6	0.8	1.8	0.019	0.022	300
일 광 2	19	8.1	7.6	0.8	1.5	0.027	0.037	300
일 광 3	19	8.1	7.5	1.2	1.8	0.032	0.046	900
임 랑 1	20	8.1	7.5	1.2	1.5	0.011	0.027	50
임 랑 2	19	8.2	7.8	0.8	1.5	0.015	0.034	240
임 랑 3	19	8.2	8.1	0.8	1.6	0.009	0.009	300

부록 2. 2005년도 개장준비기 수질검사 결과

○ 5월 16일

지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
해운대 1	18	8.1	11.0	1.2	6.1	0.010	0.032	0
해운대 2	19	8.1	10.8	0.8	6.8	0.011	0.036	0
해운대 3	19	8.2	11.2	1.2	4.1	0.004	0.029	0
송 정 1	18	8.1	10.9	1.2	3.3	0.011	0.028	0
송 정 2	18	8.2	10.5	1.2	3.5	0.013	0.032	2
송 정 3	18	8.1	10.6	1.2	2.2	0.002	0.039	2
광안리 1	19	8.1	9.0	1.6	7.5	0.008	0.111	110
광안리 2	18	8.1	9.2	1.2	4.6	0.013	0.095	22
광안리 3	18	8.2	9.4	2.0	5.8	0.014	0.072	2
다대포 1	17	8.0	10.2	1.2	3.8	0.005	0.039	30
다대포 2	17	8.1	10.5	1.2	3.7	0.000	0.034	230
다대포 3	17	8.1	10.4	1.2	2.6	0.000	0.033	130
일 광 1	19	8.1	9.3	1.6	10.5	0.002	0.044	240
일 광 2	18	8.1	9.8	1.6	10.0	0.000	0.073	70
일 광 3	18	8.0	10.0	2.0	10.8	0.003	0.111	1600
임 량 1	18	8.0	9.8	1.6	6.3	0.000	0.057	500
임 량 2	18	8.1	9.8	1.2	2.2	0.000	0.043	80
임 량 3	18	8.1	10.2	1.2	2.2	0.000	0.038	23

○ 6월 14일

지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
해운대 1	20	8.1	7.5	1.6	11.6	0.031	0.021	130
해운대 2	20	8.1	7.4	1.6	9.1	0.030	0.017	80
해운대 3	21	8.2	7.5	1.6	10.0	0.027	0.019	80
송 정 1	20	8.1	7.4	2.0	10.2	0.022	0.015	170
송 정 2	20	8.2	7.5	1.6	8.7	0.021	0.017	80
송 정 3	20	8.2	7.5	1.6	13.9	0.026	0.020	170
광안리 1	21	8.0	7.5	2.4	17.2	0.048	0.122	800
광안리 2	21	8.0	7.3	2.0	16.2	0.044	0.115	500
광안리 3	21	8.1	7.8	2.8	16.7	0.042	0.122	700
다대포 1	20	8.1	7.4	1.6	7.3	0.029	0.019	240
다대포 2	20	8.1	7.8	1.2	5.9	0.022	0.021	170
다대포 3	20	8.1	7.6	1.2	6.8	0.023	0.024	300
일 광 1	22	8.0	6.7	2.8	25.3	0.030	0.061	800
일 광 2	22	8.0	6.7	3.6	32.6	0.040	0.067	700
일 광 3	22	8.1	7.5	3.6	36.3	0.036	0.088	1100
임 량 1	21	8.0	7.3	2.0	20.6	0.024	0.028	300
임 량 2	21	8.1	7.5	1.6	21.2	0.021	0.024	130
임 량 3	21	8.1	7.8	1.6	10.9	0.021	0.023	220

부록 3. 2005년도 개장기 수질검사 결과

○ 7월 6일

지 점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
해운대 1	20	8.1	7.9	1.6	7.0	0.024	0.050	500
해운대 2	20	8.1	8.0	1.2	7.4	0.022	0.014	300
해운대 3	19	8.1	8.0	1.2	4.4	0.020	0.019	500
송 정 1	20	8.1	7.6	1.6	5.4	0.025	0.033	500
송 정 2	20	8.1	7.8	1.2	5.9	0.018	0.011	170
송 정 3	20	8.1	7.6	1.6	4.9	0.020	0.017	300
광안리 1	19	8.0	7.3	1.6	18.4	0.029	0.021	1100
광안리 2	19	8.0	7.8	1.6	12.6	0.028	0.034	300
광안리 3	19	8.0	7.3	1.6	14.9	0.036	0.058	1400
송 도1	20	8.0	7.5	1.2	14.8	0.023	0.024	300
송 도2	20	8.0	7.5	1.6	8.9	0.023	0.023	240
송 도3	20	8.0	7.3	1.2	10.5	0.023	0.026	500
다대포 1	23	7.9	7.6	4.0	28.5	0.054	0.343	7000
다대포 2	23	7.8	7.8	3.6	30.2	0.056	0.395	5000
다대포 3	23	7.8	8.0	3.6	34.2	0.050	0.320	5000
일 광 1	22	8.0	8.5	2.0	9.4	0.024	0.013	130
일 광 2	23	8.1	9.6	2.4	13.7	0.026	0.048	220
일 광 3	24	8.0	8.5	2.8	7.1	0.026	0.065	1100
임 랑 1	20	8.1	7.9	1.6	13.9	0.024	0.037	1700
임 랑 2	20	8.1	7.9	1.6	10.6	0.023	0.029	220
임 랑 3	20	8.1	7.9	2.0	10.1	0.022	0.024	220

○ 7월 13일

지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
해운대 1	22	8.2	9.2	1.2	14.5	0.015	0.041	300
해운대 2	22	8.2	9.0	0.8	10.6	0.011	0.041	300
해운대 3	22	8.3	8.9	1.2	11.4	0.015	0.041	50
송 정 1	21	8.2	9.3	1.2	5.9	0.006	0.062	300
송 정 2	22	8.2	9.2	1.2	4.0	0.008	0.018	70
송 정 3	22	8.3	9.0	1.2	6.1	0.007	0.016	500
광안리 1	22	8.1	7.2	1.6	6.6	0.044	0.194	1100
광안리 2	22	8.1	8.2	1.2	6.4	0.068	0.443	700
광안리 3	22	8.1	8.2	1.6	5.9	0.070	0.345	1100
송 도1	20	8.1	8.3	1.6	7.9	0.025	0.141	800
송 도2	21	8.2	8.9	1.2	5.2	0.032	0.244	700
송 도3	21	8.2	8.6	1.2	5.7	0.029	0.143	800
다대포 1	23	7.6	8.7	4.8	68.9	0.052	0.610	7000
다대포 2	23	7.5	8.4	4.4	48.8	0.073	0.595	5000
다대포 3	23	7.5	8.3	4.8	42.2	0.035	0.590	7000
일 광 1	23	7.9	8.3	2.4	4.5	0.017	0.142	500
일 광 2	23	7.6	8.4	2.4	4.3	0.012	0.135	500
일 광 3	23	7.5	8.7	2.8	9.4	0.019	0.186	1700
임 랑 1	23	8.0	9.0	2.0	20.2	0.018	0.103	1300
임 랑 2	24	8.2	9.0	1.6	36.4	0.017	0.076	800
임 랑 3	24	8.2	8.9	1.6	13.9	0.018	0.069	500

○ 7월 19일

지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
해운대 1	20	8.2	9.0	1.6	15.8	0.055	0.010	30
해운대 2	21	8.2	9.5	1.2	14.2	0.038	0.016	300
해운대 3	20	8.3	9.2	1.6	6.4	0.039	0.011	130
송 정 1	22	8.2	8.2	1.6	4.5	0.037	0.023	800
송 정 2	22	8.3	8.3	2.0	4.4	0.035	0.002	500
송 정 3	22	8.3	8.5	1.6	7.7	0.029	0.028	230
광안리 1	23	8.2	8.1	2.0	9.6	0.057	0.059	500
광안리 2	22	8.2	8.0	1.6	5.0	0.037	0.016	230
광안리 3	23	8.2	8.5	2.0	14.3	0.042	0.057	220
송 도1	22	8.1	8.1	2.0	18.9	0.028	0.019	1100
송 도2	22	8.2	8.2	1.6	18.5	0.034	0.017	800
송 도3	23	8.2	8.2	2.0	18.4	0.028	0.017	800
다대포 1	26	7.8	7.0	3.2	18.5	0.037	0.414	8000
다대포 2	25	7.9	7.2	2.8	15.1	0.037	0.438	7000
다대포 3	25	7.9	7.8	2.8	23.3	0.043	0.434	5000
일 광 1	26	8.1	7.6	1.6	9.8	0.038	0.027	170
일 광 2	25	8.1	8.0	1.6	6.1	0.032	0.043	800
일 광 3	26	8.3	8.4	2.0	7.9	0.088	0.133	1700
임 랑 1	21	8.2	8.5	2.0	13.2	0.031	0.009	700
임 랑 2	22	8.2	8.0	1.6	18.5	0.032	0.013	500
임 랑 3	22	8.2	8.2	2.0	16.7	0.031	0.011	500

○ 7월 27일

지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
해운대 1	26	8.2	8.2	1.2	8.4	0.040	0.021	130
해운대 2	27	8.2	8.5	1.6	12.1	0.039	0.018	50
해운대 3	27	8.3	9.0	1.2	8.9	0.037	0.018	130
송 정 1	26	8.2	8.0	1.6	6.5	0.030	0.030	170
송 정 2	26	8.3	8.2	1.2	9.9	0.035	0.030	130
송 정 3	26	8.3	7.9	1.2	7.9	0.034	0.019	500
광안리 1	26	8.2	7.5	1.6	14.9	0.043	0.020	500
광안리 2	26	8.2	7.7	1.2	12.5	0.038	0.021	220
광안리 3	26	8.2	7.9	1.6	11.4	0.056	0.059	300
송 도1	27	8.2	6.5	1.6	12.6	0.061	0.247	1300
송 도2	27	8.2	7.4	1.6	12.0	0.048	0.142	500
송 도3	27	8.2	7.1	1.6	11.1	0.037	0.078	800
다대포 1	27	8.1	7.6	2.0	20.2	0.043	0.247	300
다대포 2	27	8.1	7.5	1.6	17.1	0.037	0.217	500
다대포 3	27	8.1	7.9	2.4	16.1	0.039	0.312	300
일 광 1	26	8.3	8.3	1.6	11.7	0.033	0.024	170
일 광 2	26	8.2	8.4	2.0	12.2	0.029	0.020	230
일 광 3	26	8.2	8.2	2.0	13.4	0.044	0.020	300
임 랑 1	27	8.2	8.2	2.0	16.3	0.051	0.029	1300
임 랑 2	27	8.2	8.0	2.0	10.1	0.032	0.026	500
임 랑 3	26	8.2	9.0	1.6	14.5	0.029	0.025	500

○ 8월 4일

지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
해운대 1	23	8.2	7.9	1.2	8.8	0.035	0.003	500
해운대 2	22	8.2	7.5	2.4	19.9	0.044	0.046	800
해운대 3	21	8.2	8.0	1.2	8.0	0.037	0.000	500
송 정 1	22	8.3	8.4	1.6	10.0	0.051	0.000	500
송 정 2	22	8.3	7.9	2.0	13.0	0.047	0.017	500
송 정 3	22	8.3	8.3	1.6	11.6	0.041	0.006	800
광안리 1	23	8.1	7.2	2.4	11.1	0.063	0.060	500
광안리 2	24	8.0	7.0	2.4	8.9	0.085	0.060	700
광안리 3	24	8.1	6.9	2.0	16.7	0.113	0.029	1400
송 도 1	25	8.2	8.6	2.0	14.9	0.025	0.008	700
송 도 2	24	8.2	9.5	1.6	10.8	0.050	0.000	300
송 도 3	25	8.2	9.2	2.0	12.8	0.047	0.000	500
다대포 1	26	7.9	7.7	3.6	20.3	0.073	0.103	2300
다대포 2	26	8.0	7.3	4.0	19.6	0.052	0.058	7000
다대포 3	27	8.0	7.4	4.0	16.9	0.073	0.128	5000
일 광 1	19	8.2	8.7	2.4	17.9	0.052	0.000	300
일 광 2	25	8.1	8.3	2.0	12.1	0.062	0.022	230
일 광 3	26	8.0	8.5	3.6	13.7	0.038	0.047	2200
임 랑 1	22	8.2	8.0	2.4	25.7	0.055	0.000	1700
임 랑 2	21	8.2	8.4	2.0	18.8	0.058	0.000	500
임 랑 3	21	8.2	8.4	1.6	13.5	0.038	0.000	300

○ 8월 10일

지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
해운대 1	21	8.2	8.8	1.2	8.7	0.084	0.031	800
해운대 2	20	8.1	8.4	1.6	13.0	0.063	0.026	700
해운대 3	20	8.1	8.5	1.2	8.0	0.063	0.092	700
송 정 1	20	8.1	8.4	1.2	8.8	0.058	0.067	800
송 정 2	20	8.1	9.6	0.8	8.2	0.053	0.000	500
송 정 3	20	8.1	9.4	1.6	11.0	0.060	0.000	800
광안리 1	21	8.1	8.1	1.6	13.1	0.043	0.015	800
광안리 2	20	8.1	8.0	1.6	10.6	0.072	0.018	700
광안리 3	21	8.1	7.8	1.6	12.5	0.071	0.018	1100
송 도1	26	8.1	7.8	2.0	12.6	0.070	0.096	1100
송 도2	26	8.1	7.8	1.6	13.3	0.052	0.045	500
송 도3	26	8.1	7.9	1.6	11.2	0.041	0.021	500
다대포 1	27	7.5	8.0	5.6	50.2	0.172	0.499	11000
다대포 2	27	7.4	7.6	5.2	47.6	0.162	0.496	11000
다대포 3	27	7.6	7.9	5.2	40.0	0.142	0.478	7000
일 광 1	18	8.1	7.5	1.6	12.3	0.083	0.025	500
일 광 2	18	8.1	8.3	1.6	12.0	0.048	0.012	800
일 광 3	19	8.1	8.5	2.0	10.7	0.029	0.013	1400
임 랑 1	22	8.1	8.4	2.0	17.0	0.066	0.014	1300
임 랑 2	22	8.1	8.6	1.6	12.4	0.046	0.019	500
임 랑 3	22	8.1	8.1	1.2	11.2	0.039	0.022	500

○ 8월 17일

지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
해운대 1	24	8.2	7.5	1.2	13.2	0.016	0.047	170
해운대 2	24	8.2	7.0	1.6	12.8	0.010	0.033	220
해운대 3	24	8.3	7.8	1.6	6.8	0.014	0.031	80
송 정 1	24	8.2	7.0	2.0	4.9	0.065	0.027	700
송 정 2	24	8.2	7.1	1.6	5.1	0.014	0.030	110
송 정 3	24	8.2	7.3	1.6	5.6	0.024	0.028	110
광안리 1	24	8.2	7.2	2.8	6.7	0.049	0.111	800
광안리 2	24	8.2	6.2	2.0	4.1	0.030	0.118	500
광안리 3	24	8.2	7.4	2.4	4.9	0.027	0.169	500
송 도 1	25	8.1	7.5	2.0	3.5	0.022	0.129	800
송 도 2	25	8.1	7.4	1.6	5.9	0.028	0.054	300
송 도 3	25	8.1	7.9	2.0	4.6	0.020	0.050	500
다대포 1	26	8.0	7.1	2.4	5.7	0.013	0.119	2300
다대포 2	26	8.1	7.0	2.8	7.6	0.011	0.164	1700
다대포 3	26	8.1	6.7	2.8	7.5	0.025	0.160	1300
일 광 1	25	8.2	8.4	2.0	9.4	0.012	0.042	500
일 광 2	25	8.2	8.3	1.6	10.4	0.025	0.042	300
일 광 3	26	8.2	8.5	2.0	6.2	0.010	0.170	800
임 량 1	24	8.1	8.1	2.0	26.2	0.004	0.034	700
임 량 2	24	8.2	8.1	1.6	11.2	0.014	0.024	50
임 량 3	24	8.2	8.2	1.6	6.8	0.016	0.031	230

○ 8월 23일

지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-P (mg/L)	암모니아성 질소(mg/L)	대장균군수 (MPN/100mL)
해운대 1	26	8.2	7.0	1.6	13.2	0.003	0.039	90
해운대 2	26	8.1	7.2	2.0	14.8	0.000	0.023	170
해운대 3	26	8.2	7.5	1.6	9.4	0.000	0.028	300
송 정 1	26	8.2	7.3	2.0	18.8	0.000	0.025	130
송 정 2	26	8.2	7.4	1.6	11.2	0.000	0.010	240
송 정 3	26	8.1	7.3	1.6	23.8	0.000	0.027	300
광안리 1	26	8.1	7.1	2.4	12.4	0.015	0.053	1700
광안리 2	26	8.1	7.1	2.0	11.8	0.005	0.042	130
광안리 3	26	8.1	6.8	2.4	15.5	0.022	0.067	130
송 도1	25	8.1	7.1	1.6	14.8	0.000	0.042	80
송 도2	25	8.1	7.5	1.2	10.5	0.000	0.045	30
송 도3	25	8.1	7.5	1.2	10.3	0.000	0.032	50
다대포 1	25	7.9	6.5	2.8	22.8	0.013	0.063	2700
다대포 2	25	8.1	6.4	2.8	34.8	0.038	0.063	2400
다대포 3	25	8.1	6.6	2.4	24.4	0.014	0.040	3000
일 광 1	24	8.1	7.4	2.4	26.2	0.011	0.024	500
일 광 2	25	8.1	7.7	2.4	31.0	0.012	0.020	300
일 광 3	25	8.1	7.2	2.4	29.0	0.016	0.049	1300
임 량 1	26	8.1	7.1	2.4	32.6	0.009	0.041	2200
임 량 2	27	8.2	7.6	1.6	18.8	0.008	0.028	140
임 량 3	27	8.2	7.6	1.6	13.0	0.000	0.022	110