

바다축제관련 환경질 측정조사

생활환경연구실 · 대기보전과 · 환경조사과 : 정경원 · 윤나나 · 도우곤 · 손정원

원 장 : 정종순

- 해운대해수욕장은 전국에서 가장 피서객이 많이 운집하는 곳으로 다양한 축제와 행사를 통해 전국 최고의 해수욕장으로
- 해운대의 대기·수질 및 아름다운 소리 등을 조사하여 홍보함으로써 보다 쾌적한 피서지 문화를 정착
- 특히 APEC 행사대비 회의장 주변 환경질의 지속적 측정과 조사로 깨끗하고 정온한 부산만들기에 기여함

□ 조사개요

○ 조사기간 및 조사위치

구 분	조 사 지 점	조 사 위 치	조 사 기 간	
조 사 내 용	대 기	임해행정봉사실	임해행정봉사실	7/29~8/1
	수 질	조선비치호텔	조선비치호텔 앞 해안	7~8월 중 총 7회 측정
		임해행정봉사실	임해행정봉사실 앞 해안	7~8월 중 총 7회 측정
		한 국 큰 도	한국큰도 앞 해안	7~8월 중 총 7회 측정
	소 음	미포선착장	관리사무소 옥상	7/30~8/5
		임해행정봉사실	소음-119구조대 사무실	7/30~8/5
		조선비치호텔	1층 수영장 옆 팔각정	7/30~8/5
		부산기계공고	2층 행정실 앞	7/30~8/5

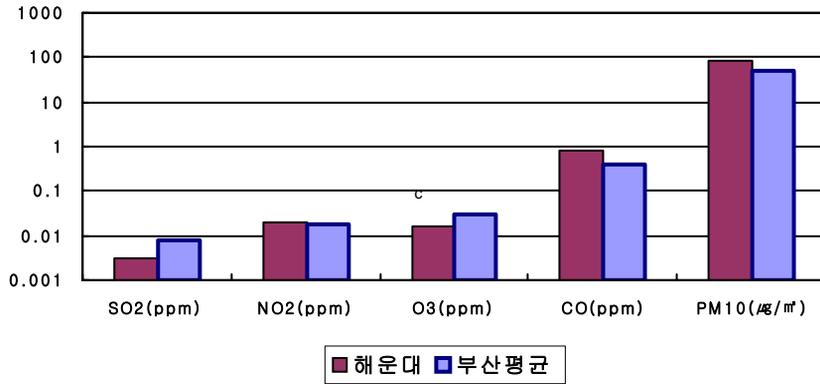


그림 2. 항목별 평균농도 분포

표 1. 대기질 측정기간 평균 농도 분포

구 분		SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	PM ₁₀ (μg/m ³)
7월 29일	해운대	0.003	0.019	0.018	0.7	91
	부산시	0.008	0.019	0.044	0.4	58
7월 30일	해운대	0.003	0.022	0.021	0.9	104
	부산시	0.012	0.025	0.029	0.4	61
7월 31일	해운대	0.005	0.024	0.017	0.8	90
	부산시	0.009	0.017	0.024	0.4	53
8월 1일	해운대	0.001	0.015	0.014	0.8	69
	부산시	0.004	0.010	0.019	0.3	29
전체평균	해운대	0.003	0.020	0.017	0.8	88
	부산시	0.008	0.018	0.029	0.4	51
환경기준		24시간 0.05 1시간 0.15	24시간 0.08 1시간 0.15	8시간 0.06 1시간 0.1	8시간 9 1시간 25	24시간 150

표 2. 측정 일자별 기상현황(부산지방 기상청)

구 분	평균기온(°C)	평균풍속(m/s)	날 씨
7/29(목)	27.4	1.5	맑 음
7/30(금)	26.5	1.4	맑 음
7/31(토)	27.9	3.2	맑 음
8/1(일)	26.6	3.1	흐 름



그림 2. 이동측정차량 운영모습

▷ 측정 결과 영향 요인

- 측정기간 중 측정지점의 주 풍향은 북풍으로 나타나 내륙에서 배출되는 오염물질이 해수욕장을 지나 바다로 빠져나가는 순환이 일어났을 것으로 추정된다. 따라서 내륙에서 배출되는 오염물질의 영향이 측정결과에 반영이 된 것으로 사료되며 측정지점의 우측에 위치한 주차장 이용차량으로부터 NO₂와 CO의 영향이 있었을 것이며 이에 따라 따라서 NO₂와 CO의 농도가 같은 기간 우리시 평균보다 비교적 높게 나타난 것으로 알 수 있다. PM₁₀의 경우 백사장으로 연결되는 통로가 바로 옆에 위치하고 있고 사람들의 왕래가 빈번하여 모래를 포함한 비산먼지의 영향이 있어서 높게 나타난 것으로 판단된다.

▷ 년 변화 경향

- 동일 지점에서의 2003년도 측정결과와 비교하면 SO₂, O₃는 감소하였고 PM₁₀의 경우 현저하게 줄어들었으며 NO₂와 CO의 경우는 증가한 것으로 나타났다. NO₂와 CO의 경우 차량을 이용한 해수욕장 이용객의 증가와 더불어 해운대 해안도로를 이용하는 차량 통행량의 증가를 반영하는 결과로 판단된다.

표 3. 년 변화경향

구 분	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2003 8.8~8.10	0.005	0.014	0.040	0.5	146
2004 7.29~8.1	0.003	0.020	0.017	0.8	88
환경기준	24시간 0.05 1시간 0.15	24시간 0.08 1시간 0.15	8시간 0.06 1시간 0.1	8시간 9 1시간 25	24시간 150

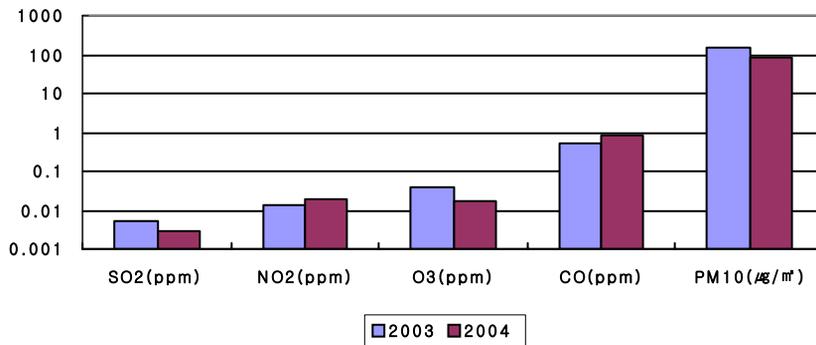


그림 3. 항목별 년 농도비교

▷ 시간대별 평균농도 분포

- 측정기간 중 시간대별 평균 농도를 살펴보면, SO₂의 경우 새벽과 오전시간대에 높은 농도가 나타났으며 NO₂의 경우 오존형성반응과 관계하여 낮 시간대에 감소하는 모습을 보여주었다. 오존의 경우 일출과 더불어 높아지기 시작하여 낮 시간대에 높은 농도를 보이다 일몰 후 감소하는 형태를 나타내었다. PM₁₀의 경우 오후시간대에 높은 농도를 나타내었으며 이는 해수욕장인근의 차량과 사람의 활동에 의한 영향인 것으로 판단된다.

표 4. 시간대별 평균농도

시 간	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	0.003	0.024	0.014	0.9	53
2	0.002	0.020	0.014	0.9	53
3	0.004	0.021	0.013	0.9	97
4	0.002	0.027	0.016	0.9	69
5	0.005	0.014	0.015	0.8	90
6	0.006	0.021	0.010	1.0	68
7	0.006	0.027	0.008	0.9	62
8	0.007	0.023	0.011	0.8	65
9	0.006	0.017	0.018	0.8	70
10	0.004	0.015	0.025	0.8	63
11	0.002	0.011	0.029	0.8	90
12	0.003	0.018	0.022	0.7	83
13	0.002	0.013	0.022	0.6	107
14	0.003	0.014	0.020	0.7	88
15	0.003	0.013	0.025	0.8	115
16	0.002	0.014	0.025	0.7	130
17	0.003	0.017	0.023	0.8	142
18	0.003	0.020	0.023	0.8	125
19	0.003	0.022	0.019	0.8	120
20	0.004	0.026	0.013	0.8	92
21	0.003	0.022	0.014	0.7	91
22	0.002	0.028	0.013	1.0	65
23	0.003	0.025	0.012	0.9	61
24	0.002	0.023	0.014	0.8	74

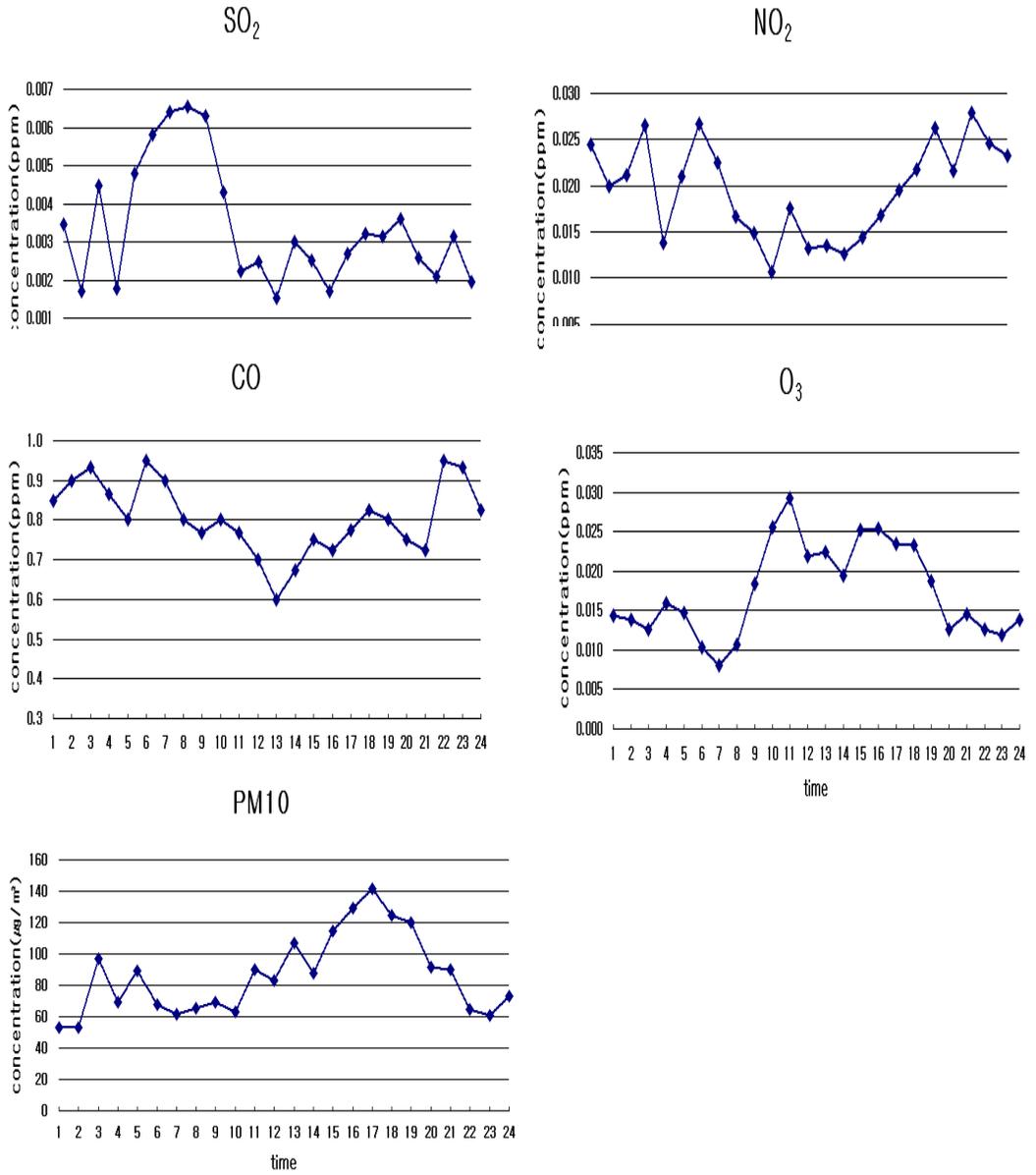


그림 4. 각 항목별 시간대별 평균농도

▷ 풍향·풍속 분석 결과

- 측정기간 전체의 바람장미도와 7월 30일부터 8월 1일까지의 풍향 풍속 분포를 그림으로 나타내었다. 7월 30일의 경우 오전 10시부터 해풍이 발달하면서 풍속이 크게 올랐고 낮 시간대 지속적으로 남풍계열의 바람이 불었으며 이후 풍속이 약해지면서 북풍계열의 바람으로 바뀌는 것을 알 수가 있다. 7월 31일 오전 10시부터 다시 풍속이 강해지기 시작했으나 풍향은 북풍계열로 바뀌었으며 이 상태가 8월 1일 15시까지 지속된 것을 알 수 있다. 즉 7월 30일 낮 시간대에는 남풍의 바람이 불다가 7월 31일 오전부터 3.0m/s 정도의 북풍이 8월 1일 오후까지 불었음을 알 수 있다. 이는 국지 규모인 해륙풍 현상보다 기압배치 등 종관규모의 영향이 탁월하여 나타난 현상으로 판단된다. 따라서 해수욕장의 북쪽 등 내륙에서 배출되는 오염물질이 해수욕장을 거쳐 해상으로 빠져나가는 순환이 있었을 것으로 예상된다.

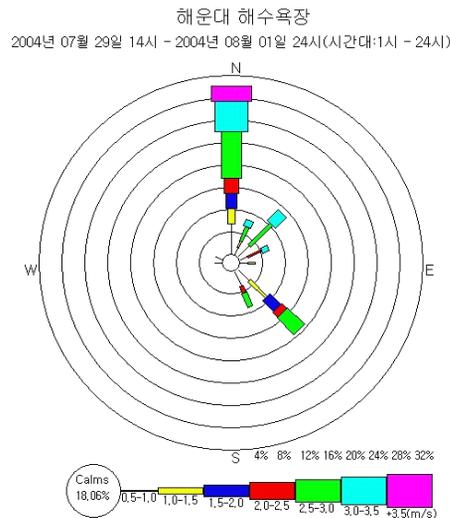


그림 5. 측정기간 전체의 바람장미도

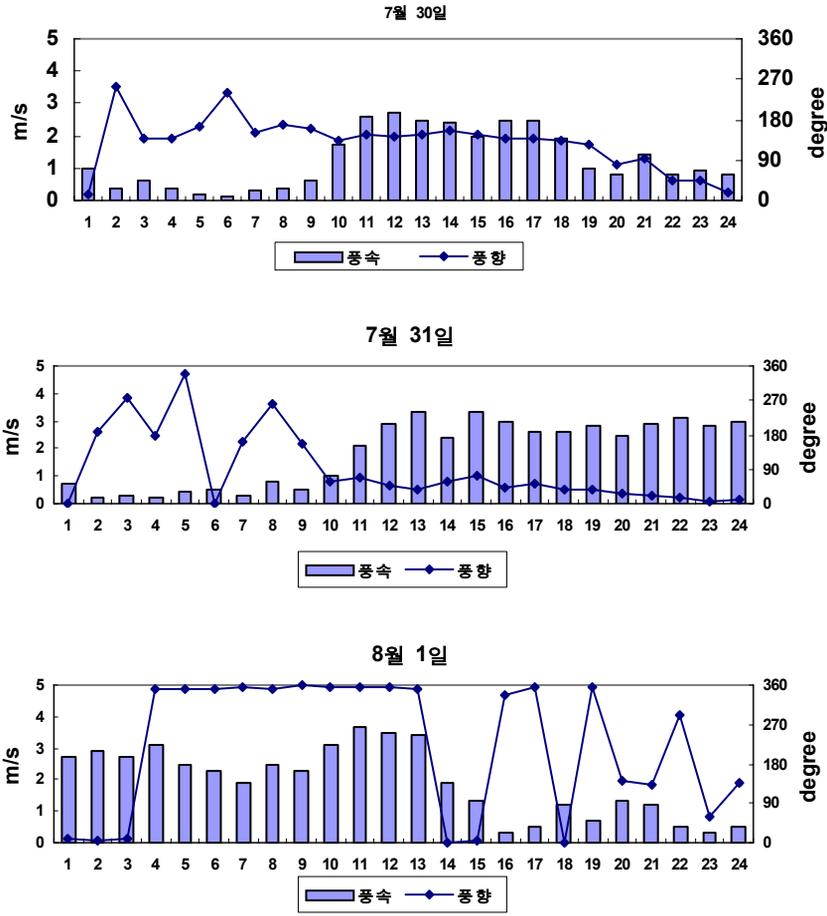


그림 6. 시간별 풍향·풍속 분포

▷ 저감대책

- 해수욕철 대기질 년 중 비교조사 실시
- 해수욕장 주변 피서철 차량통행 효율적 운영방안 강구

○ 수질분야

- ▷ 해운대 해수욕장의 수질을 8개 항목에 대해 7차례에 걸쳐 측정한 결과, 해수욕장

수질기준의 「적합」 등급의 수질을 나타내어 해수욕 및 해양레저활동에 적합한 수질을 가지고 있는 것으로 측정되었다.

- ▷ 이는 해운대 해수욕장의 지형 상 외해와의 희석·확산 등 자정작용이 활발하고 또한 해수욕장 수질에 직접적으로 영향을 미치는 큰 수질오염원이 없기 때문이다.
- ▷ 그러나 현재 해운대 신시가지를 제외한 해운대구의 나머지 지점은 하수처리율이 낮은 형편이므로 해수욕장의 안정적 수질 확보를 위해서는 시가지의 하수처리율 향상이 시급히 필요한 실정이다.

○ 수질측정결과

- ▷ 측정빈도 : 총 9회 측정
 - 해수욕장 개장기(7~8월) : 총 7회 측정
 - 개장준비기(6월) : 총 2회 측정
- ▷ 측정지점 : 총 3개 지점
 - 조선비치호텔, 임해행정봉사실, 한국콘도 앞 해변
- ▷ 검사내용
 - 검사항목 : 수온, pH, DO, COD, SS, 총인, 암모니아성 질소, 대장균군수(총 8항목)
 - 채수 및 검사방식 : 해양환경공정시험방법 및 해수욕장 수질기준(해양수산부 훈령 제322호)에 의함
 - ※ 2004년 5월부터 해수욕장 수질기준(해양수산부 훈령 제322호)이 제정됨에 따라 수질검사체계 재정비

표 5. 수질측정결과(7~8월 평균)

지점 \ 항목	pH	DO (mg/l)	수온 (°C)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	암모니아성 질소(mg/l)	총인 (mg/l)	대장균군수 (MPN/100ml)
평 균	8.2	7.9	24	1.4	8.7	0.059	0.025	300
조선비치호텔 앞	8.2	7.9	24	1.4	8.5	0.057	0.025	271
임해행정봉사실 앞	8.2	7.8	24	1.4	10.5	0.061	0.029	412
한 국 콘 도 앞	8.2	8.0	24	1.3	7.0	0.060	0.021	218



해운대해수욕장 전경(2004.8.05.)



해수욕장 표면사진(2004.7.15.)

▷ 해수욕장 수질기준에 따른 수질평가

- 해양수산부에서 제정한 해수욕장 수질기준에 따라 해운대 해수욕장의 수질을 평가하였다.
- 아래와 같이 총점 **5점**으로, 가장 우수한 등급인 「**적합**」 등급의 수질을 나타내어 해수욕 및 해양레저활동에 적합한 수질을 가지고 있는 것으로 측정되었다.

표 6. 지점별 점수표

항 목 측정지점	평가결과 (총점)	COD	SS	NH ₄ -N	T-P
평 균	적합(5점)	1.4(2점)	8.7(1점)	0.059(1점)	0.025(1점)
조선비치호텔 앞	적합(5점)	1.4(2점)	8.5(1점)	0.057(1점)	0.025(1점)
임해행정정보사실 앞	적합(6점)	1.4(2점)	10.5(2점)	0.061(1점)	0.029(1점)
한국콘도 앞	적합(5점)	1.3(2점)	7.0(1점)	0.060(1점)	0.021(1점)

- 항목별 점수를 살펴보면 COD항목은 2점, 그리고 SS, 총인, 암모니아성질소 항목은 각 1점으로 나타났는데, COD항목은 주로 해변의 파도와 해수욕활동에 의한 바닥 교란에 영향을 많이 받았으며, 때로는 해변으로 밀려오는 미세한 식물입자 등에 의해서도 다소 영향을 받았다.
- 임해행정정보사실 앞 지점에서 SS(부유물질) 등의 값이 다소 높았는데 이는 이 지점에 해수욕객들이 집중, 해수욕 활동에 의해 바닥의 퇴적물이 부상함에 따른 것으로 보인다.

- COD 항목 등에 대해 좀 더 나은 수질을 확보하기 위해서는 하수처리시설 확보를 통한 연안해수의 광범위한 수질향상이 근본적으로 필요하며, 단기적으로는 해안의 쓰레기 투기 방지 제도 등을 통한 해수욕장 이용객들의 선진적 해수욕 문화를 조성하는 것이 필요하다.

표 7. 타 해수욕장과의 비교

해수욕장	총점	수질 등급	COD (mg/l)		SS (mg/l)		총인 (mg/l)		암모니아성 질소(mg/l)		대장균군수 (MPN/100ml)	
			평균	점수	평균	점수	평균	점수	평균	점수	평균	기준준수
해운대	5	적합	1.4	2	8.7	1	0.025	1	0.059	1	300	기준 내
송정	5	적합	1.4	2	9.5	1	0.021	1	0.053	1	240	기준 내
광안리	8	적합	1.7	2	9.8	1	0.053	3	0.259	2	805	기준 내
다대포	12	부적합	3.0	3	23.3	3	0.071	3	0.344	3	1,490	기준초과
일광	5	적합	1.6	2	7.4	1	0.025	1	0.081	1	714	기준 내
임랑	6	적합	1.4	2	10.2	2	0.021	1	0.061	1	789	기준 내

※ 다대포해수욕장은 총점 기준으로는 12점으로 「관리요망」 등급이나, 대장균 기준초과로 「부적합」 등급

- 대부분의 해수욕장이 해수욕장 수질기준의 「적합」 등급을 보였으며, 특히 해운대와 송정, 일광 해수욕장에서 가장 양호한 수질을 나타내었다.
- 광안리해수욕장은 인근의 수영장 하천수 유입, 만(灣) 형태의 지형과 광안대교 등의 구조물로 인한 해수순환 제한 등의 이유로 해운대, 송정, 일광 해수욕장에 비해 좋지 않은 수질을 나타내었다.
- 다대포 해수욕장의 경우 낙동강 하천수가 해수욕장에 직접 유입되는 지리적 조건의 영향으로 「부적합」 등급의 수질을 나타내었다.

※ 참고 - 해수욕장 수질기준(해양수산부 훈령 제 322호)	
5가지 수질항목(COD, SS, 총인, 암모니아성질소, 총인, 대장균군)별로 가중치를 부여, 항목별 점수합계에 의해 등급별 수질평가	
▶ 점수합계는 4점(최고수질)~16점(최하수질)의 범위를 가짐	
▶ 점수 별 수질등급은 아래와 같음	
점수(총점)	등 급
4~8	적 합
9~12	관 리 요 망
13~16	부 적 합
▶ 단, 대장균군수는 1000MPN/100ml이상이면 다른 수질항목에 관계 없이 부적합 등급	

▷ 해운대 해수욕장 수질보전대책

- 해운대 해수욕장은 주변에 큰 오염원이 없고 지형상 외해와 희석, 확산 등의 해수교류가 활발하여 양호한 수질을 나타내고 있다.
- 그러나 해수욕장 부근의 미처리하수가 해류에 따라 해수욕장 수질에 영향을 미칠 가능성도 크므로 안정적 수질 확보를 위해서는 해운대 일대의 하수처리시설의 확충이 시급하다.
- 또한 해운대 해수욕장은 전국 최고의 해수욕 인파가 몰리는 지점으로 해수욕객 과밀로 폐기물 투기 등에 의한 오염부하로 인한 수질오염 가중이 우려되므로 청소인력, 시설확보와 아울러 음식물 쓰레기 퇴거저가기 운동 등 자율적 환경보전활동에 대한 홍보 및 계도활동을 중점적으로 추진할 필요성이 있다.

▷ 향후 계획

- 해수욕장 개장기 및 개장준비기 해수욕장 수질검사 실시
 - 개장기(7~8월) : 매주 측정 실시
 - 개장준비기(5~6월) : 월 1회 측정 실시

▷ 해수욕장 모래온도 측정

- 측정시기 : 3월~10월
- 호 과 : 해운대해수욕장 모래사장 특성 홍보(찜질방 온도와 비교)

○ 소음분야

- ▷ 해수욕장 개장과 바다축제기간 동안 각 지점별 소음측정 결과, 낮은 임해행정봉사실을 제외한 나머지 지점은 기준을 만족하였으며 밤은 부산기계공고를 제외한 3개 지점이 기준을 초과하는 것으로 측정되었다. 임해행정봉사실의 경우 다른 지점에 비해 음원의 폭이 크며 낮과 밤의 최고 및 최저 소음도 차가 30dB을 넘어 다양한 소음도가 발생하는 것으로 나타났다. 낮은 환경기준 70dB을 초과하는 횟수가 60.3%, 밤은 60dB을 초과하는 횟수가 97.8%로 최고 소음도는 낮이 높으나 초과율은 밤이 많아, 정온한 밤 시간대 운영(밤 12시~새벽 5시까지) 및 저주파영역이 포함된 스피커의 교체로 정온한 시민생활에 일조할 것으로 사료된다.

표 8. 지점별 측정소음도(5분등가)

구 분 지 점	환경기준		평 균 (등가)	낮(06:00~22:00) (최고~최저)	밤(22:00~06:00) (최고~최저)	지 역 구 분
	낮	밤				
임해행정봉사실	70	60	71	72 (92~56)	70 (87~57)	도로변, 상업
미 포 선 착 장	65	55	63	65 (80~54)	59 (74~52)	일 반, 상업
조선비치호텔	65	55	65	65 (78~51)	65 (78~53)	일 반, 상업
부산기계공고	65	55	60	63 (77~55)	54 (70~49)	도로변, 녹지

▷ 주요소음원별 소음도를 비교해 보면 행사장과 인근지역에 위치한 임해행정봉사실의 경우 소음도의 차이가 유사하였으나 미포, 조선비치, 부산기계공고와 같이 이격거리, 건물 밀집도, 고층건물 등에 따라 소음도의 차이를 보였는데 이는 음원에 영향을 받는 것으로 측정되었다.

표 9. 주요 소음원별 소음도(최고소음도)

구 분 지점 및 거리	멀티미디어쇼 (불꽃놀이)	댄스음악	노래	에어쇼	
					발 생 원
행 사 장	96	97	98	81	
임해행정봉사실	약 100m	-	95	87	82
미 포 선 착 장	약 950m	88	77	75	78
조선비치호텔	약 700m	99	-	-	-
부산기계공고	약 780m	93	68	68	80

※조선비치호텔은 태풍의 간접 영향으로 불꽃놀이를 제외하고 바람소리만 측정되었음

▷ 지점별 측정결과

- 임해행정봉사실(해운대해수욕장 입구)
 - 본 지점은 해운대해수욕장 주출입구에 위치한 곳으로 유동인구가 많고 각종 행사가 열리는 장소로 하절기 주요소음원이 발생하는 장소이다. 측정결과 평균 소음

도는 72dB(최고 87, 최저 59)로 측정지점 중 가장 높았으며 최고 소음도는 3일(화요일) 22:41경 소리바다콘서트 중 발생한 노래(92)였다. 본 지점의 주소음원은 낮은 안내 방송(79) 및 피서객 합성(69)이었으며, 밤은 각종 관측행사(72) 및 콘서트(88)로 인해 발생하였다. 측정기간 중 최저 소음도는 주로 아침시간대(07:00~08:00)로 5일(목요일) 08:10경으로 56dB으로 가장 낮았다.

표 10. 일별 소음도 측정결과(5분등가)

구 분		일 별							
		평균	30일	31일	1일	2일	3일	4일	5일
임해행정 봉사실	평균	72	69	71	75	73	72	71	70
	최고	87	79	81	88	90	92	91	88
	최저	59	58	58	66	61	57	59	56

※ 위 평균값은 등가평균한 값임

- 일별 환경기준 초과횟수는 낮 시간 1,344회 중 811회(60.3%)로 측정기간 중 1일(일요일)이 141회(73.4%)로 가장 많았으며, 밤 시간은 672회 중 657회(97.8%)로 5일(목요일)을 제외하고 100% 기준 초과하여 밤에 기준 초과율이 높은 것으로 측정되었다. 특히 본 지점은 해수욕장 입구로 피서객이 가장 밀집된 곳으로 측정 4개 지점 중 낮(60.3%)과 밤(97.8%)의 초과율이 가장 높았다.

표 11. 일별 초과횟수 및 초과율

구 분	임해행정봉사실					
	낮			밤		
	측정횟수	초과횟수	초과율	측정횟수	초과횟수	초과율
계	1344	811	60.3	672	657	97.8
30일	192	75	39.1	96	96	100.0
31일	192	127	66.1	96	96	100.0
1일	192	141	73.4	96	96	100.0
2일	192	127	66.1	96	96	100.0
3일	192	124	64.6	96	96	100.0
4일	192	113	58.9	96	96	100.0
5일	192	104	54.2	96	81	84.4

- 미포선착장(해운대해수욕장 우측)
 - 본 지점은 해운대해수욕장 우측에 위치한 지점으로 유람선 선착장과 각종 횃집, 숙박시설 등이 모여 있는 곳이다. 측정결과 평균소음도는 63dB(최고 76, 최저 55)으로 임해행정봉사실과 비교하여 9dB가 낮았으며 최고소음도는 5일(목요일) 07:20경으로 천둥소리(80)와 1일 유람선 이용 안내방송(78)에 의한 것으로 유람선이 운행되는 09:00~22:00사이에 안내방송으로 인한 소음도 발생율이 증가하였다. 최저소음도 발생시간은 임해행정봉사실과 다르게 새벽시간으로 5일(목요일) 04:35경 52dB로 임해행정봉사실보다 4dB가 낮게 측정되었다.

표 12. 일별 소음도 측정결과(5분등가)

구 분		일 별							
		평균	30일	31일	1일	2일	3일	4일	5일
미 포 선착장	평균	63	63	63	66	63	63	61	62
	최고	76	77	77	78	74	74	71	80
	최저	55	53	53	60	58	54	56	52

- 일별 환경기준 초과횟수는 낮 시간 1,344회 중 713회(53.1%)로 측정기간 중 1일(일요일)이 107회(55.7%)로 가장 많았으며, 밤 시간은 672회 중 572회(85.1%) 초과되었다. 밤에 초과율은 바다축제가 시작되는 1일부터 다소 증가하였으나 임해 행정봉사실보다 다소 낮았는데 이는 22시 이후 유람선 운행 중단과 유동인구의 감소로 초과율이 다소 감소한 것으로 측정되었다.

표 13. 일별 초과횟수 및 초과율

구 분	미포선착장					
	낮			밤		
	측정횟수	초과횟수	초과율	측정횟수	초과횟수	초과율
계	1344	713	53.1	672	572	85.1
30일	192	94	49.0	96	55	57.3
31일	192	81	42.2	96	64	66.7
1일	192	107	55.7	96	96	100.0
2일	192	55	28.6	96	96	100.0
3일	192	75	39.1	96	82	85.4
4일	192	41	21.4	96	96	100.0
5일	192	61	31.8	96	83	86.5

- 조선비치호텔(해운대해수욕장 좌측)
 - 본 지점은 APEC 정상회의가 열리는 동백섬 입구에 위치하며 임해행정봉사실과 약 700m 이격된 지점으로 다른 지점보다 바람의 영향을 많이 받는 지점이다. 측정결과 평균소음도는 65dB(최고 74, 최저 55)로 임해행정봉사실보다 7dB이 낮았지만 미포선착장 보다 2dB가 높게 측정되었다.
 - 최고소음도는 31일(토요일) 22:04경 바람 소리(78)로 인해 발생하였는데 측정기간 중 태풍(남태우른)의 간접 영향으로 강한 바람(평균풍속 3.4m/s)이 소음도를 증가시켰다. 최저소음도는 태풍이 소멸된 3일부터 감소하여 4일(수요일) 11:34경 51dB로 미포선착장과 비교하여 유사한 것으로 측정되었다.

표 14. 일별 소음도 측정결과(5분당)

구 분	일 별								
	평균	30일	31일	1일	2일	3일	4일	5일	
조선비치 호 텔	평균	65	64	66	70	68	67	60	61
	최고	74	72	78	77	75	73	71	73
	최저	55	53	55	59	61	53	51	52

- 일별 환경기준 초과횟수는 낮 시간 1,344회 중 713회(53.1%)로 바람의 영향을 받는 3일까지는 낮 초과율이 증가하였으나 태풍이 소멸된 4일부터 초과율이 급격히 감소하였으며 밤은 태풍이 소멸된 후에도 초과율이 감소하지 않아 낮보다는 밤의 기준 초과율이 높은 것으로 측정되었다.

표 15. 일별 초과횟수 및 초과율

구 분	조선비치호텔					
	낮			밤		
	측정횟수	초과횟수	초과율	측정횟수	초과횟수	초과율
계	1344	713	53.1	672	656	97.6
30일	192	61	31.8	96	88	91.7
31일	192	127	66.1	96	95	99.0
1일	192	178	92.7	96	96	100.0
2일	192	163	84.9	96	96	100.0
3일	192	155	80.7	96	93	96.9
4일	192	1	0.5	96	94	97.9
5일	192	28	14.6	96	94	97.9

- 부산기계공업고등학교(해운대해수욕장 북측)
 - 본 지점은 임해행정봉사실에서 약 780m 북서측에 위치한 공업고등학교로 앞에는 동해남부선과 해운대 주도로 및 뒤는 장산이 위치한 곳이다. 측정결과 평균 소음도는 60dB(최고 74, 최저 50)으로 임해행정봉사실과 비교하면 12dB, 미포선착장과 비교하면 3dB이 낮아 바다측제 행사동안 불꽃놀이 외에는 행사장 소음으로 인한 영향을 받지 않는 것으로 측정되었다.
 - 최소소음도는 1일(일요일) 22:00경으로 멀티미디어쇼중 불꽃놀이(81)에 의해 발생하였으며 주요 소음원으로 주변도로 및 동해남부선의 교통소음(63)이 가끔 발생하였으며 학교가 산에 접하고 있어 하절기 06:00~22:00시까지 매미우는 소리의 영향을 받는 것으로 측정되었다.
 - 특히 매미우는 소리(70)의 주파수 분석결과 8KHz에서 최고 소음도를 보여 장기간 노출시 소음성 난청(4~8KHz)을 일으킬 수 있는 고주파 소음으로 나타났다. 최저 소음도는 5일(목요일) 03:00경으로 49dB로 측정되었다.

표 16. 일별 소음도 측정결과(5분등가)

구 분		일 별							
		평균	30일	31일	1일	2일	3일	4일	5일
부산기계 공 고	평균	60	61	61	61	60	59	59	59
	최고	74	70	77	81	75	66	67	79
	최저	50	51	51	50	51	50	50	49

- 일별 환경기준 초과횟수는 낮 시간 1,344회 중 295회(21.9%)로 측정기간 중 30일(금요일)에 98회(51%)로 가장 많았으며, 밤 시간 672회 중 176회(26.2%)로 타 지점과 비교 시 초과율이 가장 낮았다. 이는 해수욕장과의 이격거리가 상당하여 해수욕장에서 발생하는 각종 소음의 영향을 거의 받지 않는 것으로 측정되었으며, 또한 학교 주변의 특별한 소음원이 없는 것으로 측정되었다.

표 17. 일별 초과횟수 및 초과율

구 분	부산기계공업고등학교					
	낮			밤		
	측정횟수	초과횟수	초과율	측정횟수	초과횟수	초과율
계	1344	295	21.9	672	176	26.2
30일	192	98	51.0	96	22	22.9
31일	192	67	34.9	96	38	39.6
1일	192	66	34.4	96	33	34.4
2일	192	43	22.4	96	30	31.3
3일	192	3	1.6	96	26	27.1
4일	192	8	4.2	96	16	16.7
5일	192	10	5.2	96	11	11.5

▷ 주요 소음원별 특성 측정

- 평 가(불꽃놀이) : 바다축제 행사시 주요 소음원으로 8월 1일 멀티미디어쇼 중 불꽃놀이(21:20분경)의 경우 저주파대의 소음도(75~104dB)는 높았으나 고주파대로 갈수록 급격한 감소를 보여 소음으로 인한 영향은 크지 않을 것으로 사료되며 3개 지점에서 유사한 주파수 선형을 보여 폭죽의 공중 폭발시 특별한 음원 방해물이 없어 미포선착장 및 부산기계공고까지 영향을 미치는 것으로 측정되었다.

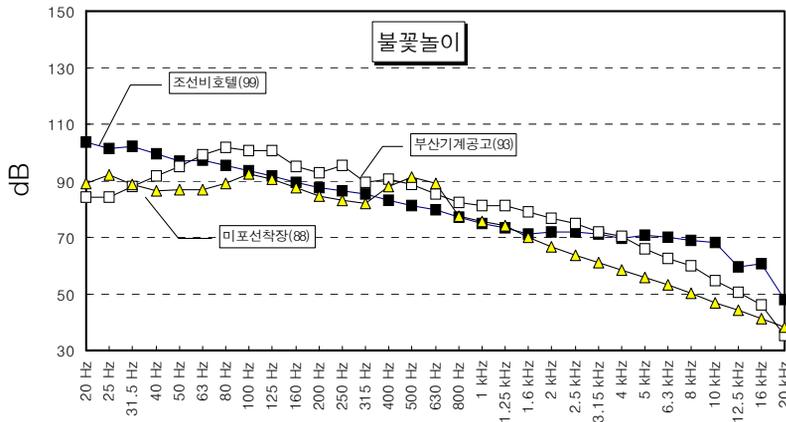


그림 7. 조사지점별 주파수 분석(불꽃놀이)

- 평 가(댄스음악) : 댄스음악의 경우 경쾌하면서 빠른 박자와 고주파수의 음악으로 바다축제 행사장과 가장 근접한 임해행정봉사실의 주파수 분석결과 1KHz이상에서

소음도(71~100dB)가 형성되는 것으로 나타났으며 그 영향은 미포선착장까지 일부 영향을 미치는 것으로 측정되었다. 부산기계공고는 직선거리로 780m 이격된 지점에 위치하며 해운대해수욕장과 부산기계공고 사이에 건물과 수림대가 있어 영향이 거의 미치지 않는 것으로 측정되었다.

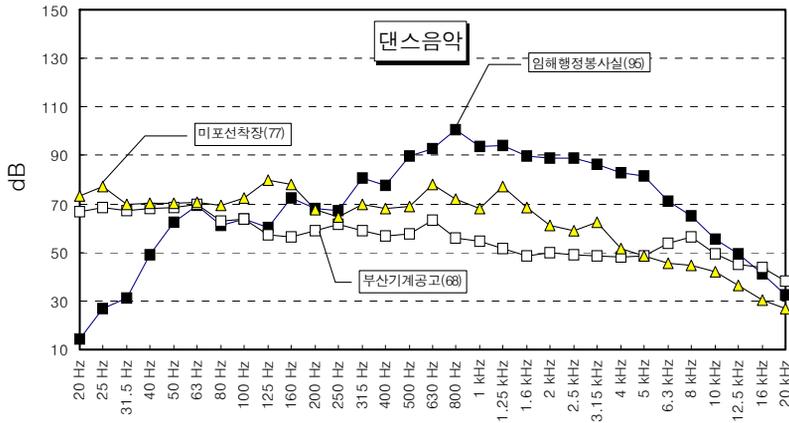


그림 8. 조사지점별 주파수 분석(댄스음악)

- 평 가(노래) : 노래도 음악과 마찬가지로 임해행정봉사실에서 발생한 소음이 미포선착장에서 저주파 소음(500Hz이하)은 거의 감소하지 않았으나 고주파 소음이 감소하는 것으로 나타나 거리에 따른 소음저감은 고주파 소음의 감소로 형성되는 것을 알 수 있다. 또한 사람의 가청이 가장 잘 이루어지는 1KHz를 중심으로 변화의 폭이 커져 소음도의 차이는 거리와 고주파 소음의 레벨 차에 의해 발생함을 알 수 있다.

노래 역시 음악과 같이 부산기계공고에 소음으로 인한 영향이 거의 없는 것으로 나타나 행사시 노래 및 음악소리는 본 지점에 전달되지 않는 것을 알 수 있었다.

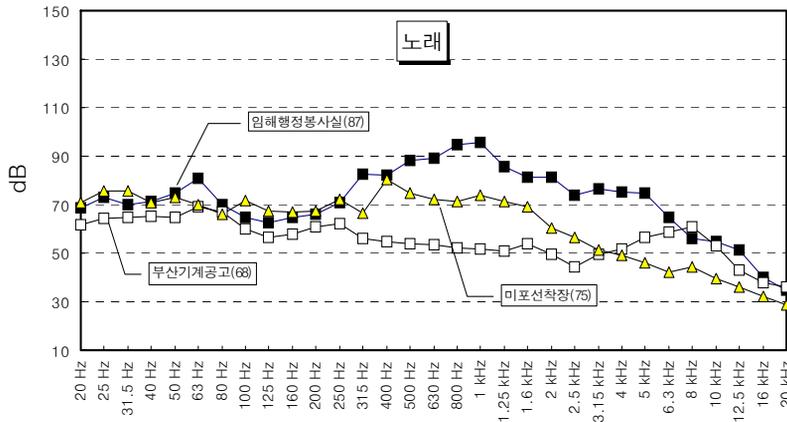


그림 9. 조사지점별 주파수 분석(노래)

- 평가(에어쇼) : 광안리에서 개최된 에어쇼의 소리가 본 측정지점(3개소)까지 영향을 미쳐 측정해 본 결과 소음도의 차이는 유사하였으나 주파수 분석결과 임해행정봉사실이 저주파 소음도에서 차이를 보였다. 이는 임해행정봉사실이 다른 2지점보다 음원전달에서 저주파소음의 방해요인인 지형적 방해물(건물, 나무, 바다)이 산재하여 음원전달이 고주파 소음에 나타난 것으로 사료된다.

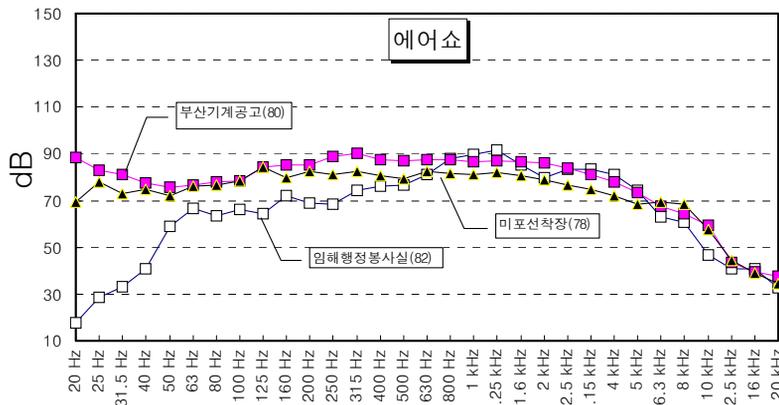


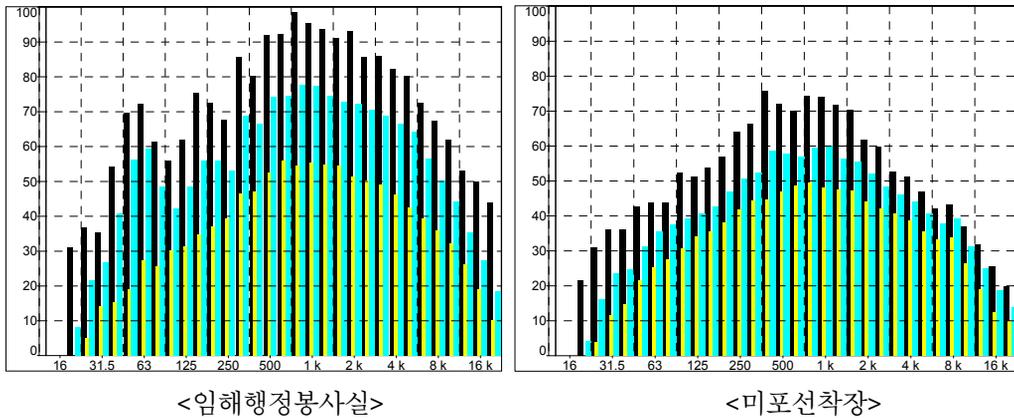
그림 10. 조사지점별 주파수 분석(에어쇼)

▷ 바다축제시 소음도 및 주파수 평가

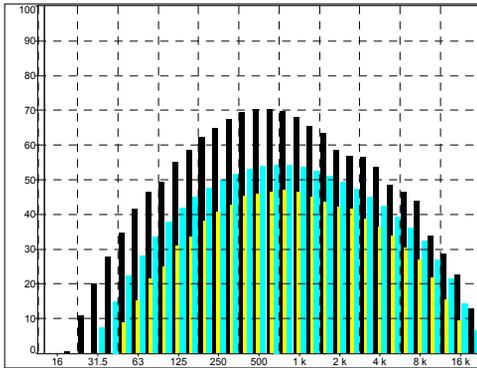
- 평가 : 바다축제 행사시 소음원별 주파수 특성을 살펴보면 임해행정봉사실의 경우

800Hz를 중심으로 최고소음도가 형성되며 각 주파수별 최저와 최고소음도의 차이는 약 30~40dB로 나타나 주파수별 소음원 다양한 것으로 나타났다. 또한 소음성 난청을 일시적으로 일으킬 수 있는 4~8KHz의 소음도 약 60~80dB이 발생하여 저주파와 고주파가 복합적으로 발생하는 지점으로 측정되었다.

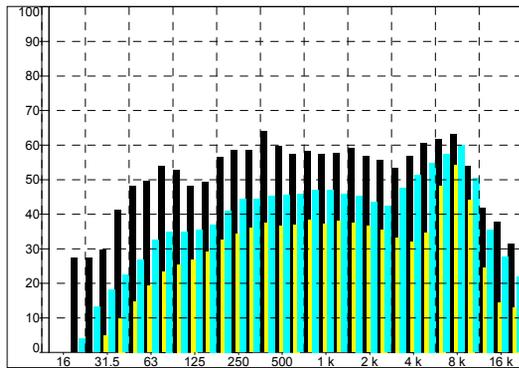
- 한편 미포선착장의 경우 유람선 이용 안내방송을 제외한 행사기간의 주파수 분석을 보면 현재 매일 측정중인 주거지역(부곡동)의 발생소음도와 유사한 선형을 나타내고 있어 추후 유람선과 선착장의 스피커 교체 시 저주파와 고주파대 음역을 갖춘 스피커로 변경한다면 주변 소음도는 개선될 것으로 사료된다.



- 동백섬 입구에 위치한 조선비치호텔은 주변에 특별한 소음원이 없으며 최저와 최고소음도의 차이가 약 10~20dB으로 소음도의 변화가 적어 발생소음이 일정한 것으로 측정되었다. 또한 본 지점은 주변도로의 영향도 거의 받지 않는 것으로 나타나 국제회의 장소로 적합한 것으로 측정되었다.
- 한편 부산기계공업고등학교는 저주파대(1KHz이하)의 소음과 고주파대(1KHz이상)의 소음이 일정하게 분포되어 있어 고주파대 소음원 대책이 필요하나 본 지점이 산에 접하여 있고 하절기 매미로 인한 일시적 영향으로 측정되어 특별한 소음저감 대책은 필요 없을 것으로 사료된다.



<조선비치호텔>



<부산기계공업고등학교>

▷ 결 과(지점별 등가소음도)

- 평 가 : 각 지점별 등가소음도 분포를 보면 해운대 해수욕장입구에 위치한 임해행정 봉사실의 경우 63~74dB사이의 소음도가 약 75%를 차지하며 주소음원은 피서객들에 의해 발생하는 소음과 각종업체들의 판촉행사용 스피커에서 나오는 소음 및 바다 경찰서 스피커에서 나오는 피서객 안전주의사항 등 이였으며, 해수욕장 우측에 위치한 미포선착장의 경우 55~67dB사이의 소음도가 83%를 차지하며 주소음원은 유람선 이용 안내방송으로 임해행정봉사실보다 약 8정도 낮은 소음도를 나타내었다.
- 한편 해수욕장 좌측에 위치한 조선비치호텔은 측정기간 내 바람소리로 인해 56~69dB사이의 소음도가 약 71%를 차지하는 것으로 측정되었는데 이는 본 지점이 바닷가 쪽으로 위치하여 측정기간 중 태풍(남태우른)의 간접적인 영향(평균풍속 3.4m/ sec)으로 소음도가 다소 증가한 것으로 측정되었다. 해운대해수욕장의 북서측 약 780m에 위치한 부산기계공업고등학교는 50~67dB사이의 소음도가 약 88%로 측정기간 중 매미우는 소리와 인근도로 및 동해남부선에서 발생하는 교통소음이 주소음원으로 측정되었다.

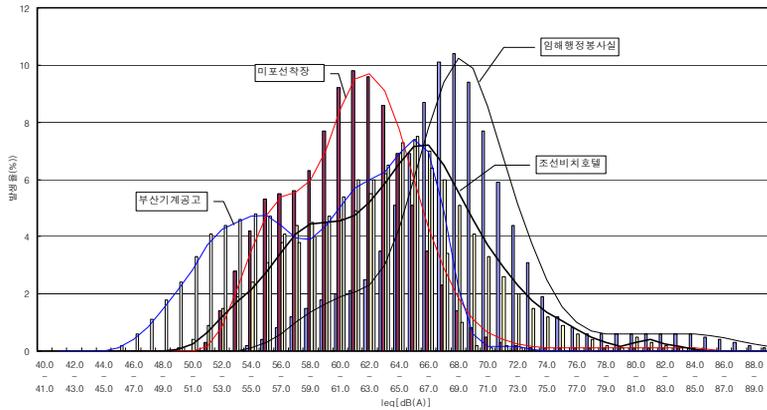


그림 11. 지점별 등가소음도 분포

▷ 시간대별 소음도 변화

- 평가 : 임해행정동사실의 경우 낮보다 밤이 될 수록 소음도가 증가하였으며 유동 인구수가 적은 아침 7시경의 소음도가 가장 낮은 것으로 측정되다. 미포선착장의 경우 낮 시간대는 유람선이 운행 전 9시까지 대부분 시간대에서 환경기준을 만족하였으며, 밤 시간대는 대부분의 시간대에서 기준을 초과하는 것으로 측정되었다.
- 한편 조선비치호텔의 경우 1~3일까지 바람으로 인한 영향으로 대부분의 시간대에 기준을 초과하였으나 바람이 불지 않은 4, 5일의 낮 시간대는 환경기준을 만족하는 것으로 측정되었다. 부산기계공고의 경우 낮은 인근도로 및 동해남부선에서 일부 발생하는 교통소음 및 매미우는 소리가 대부분을 차지하였으며 낮과 밤 시간대의 기준 초과율은 비슷하여 외부에서 발생하는 소음원이 일정한 것으로 측정되었다.

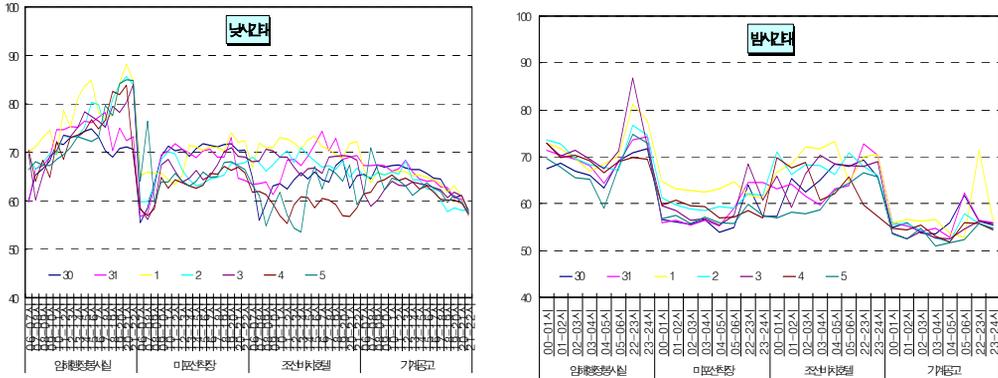


그림 12. 시간대별 소음도 변화

▷ 소음원별 주파수 특성

- 평 가 : 바다축제 행사시 주요 소음원별 주파수 특성을 살펴보면 불꽃놀이(99)의 경우 소음도는 높으나 음원이 저주파대 형성되어 있고 고주파대 급격히 감소하는 유형을 보여 소리의 전달이 좋으며 시각과 청각을 동시에 만족하는 이벤트인 것으로 사료된다. 에어쇼의 경우 음원이 고주파대에 형성되어 있어 시민들에게 다소 부담을 줄 수 있으나 시각적 효과와 배경음악(저주파대 음악) 및 공연시간 단축 등으로 효과를 극대화할 수 있을 것으로 사료된다.
- 공연 중에 발생하는 음악(국악 및 댄스음악)은 주파수별 변화의 폭이 심해 듣는 사람의 심적 변화에 따라 소음과 소리로 나타날 수 있다. 또한 대중을 상대로 하는 공연이나 행사시 저주파와 고주파대 음원을 적절히 병행함으로써 행사의 효과를 극대화시킬 수 있을 것으로 사료되며, 해수욕장 주변시설 정비 시, 도로변 수립대 조성 및 배경음악 설비장치를 설치, 아름다운 소리 공개(환경전광판 설치) 등을 통하여 시민휴식 공간과 놀이공간을 분리함으로써 정온한 시민생활 조성 및 성공적인 국제회의 행사조성에 기여할 것으로 사료된다.

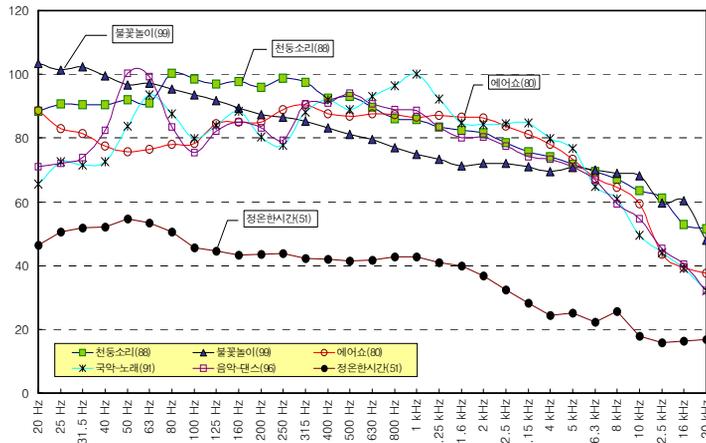


그림 13. 소음원별 주파수 특성

▷ 저감대책

- 도로변 수림대 조성 및 배경음악 설비 장치 설치
- 행사시 저주파대 음악을 배경음악으로 사용
- 정온한 밤 시간대 운영(밤 12시~새벽 4시까지)
- 기존 스피커(고주파대)를 저주파 영역을 갖춘 스피커로 교체(600Watt 기준 약 700,000원)
- 환경전광판 설치로 인위적 발생소음 억제 및 대 시민 홍보
- 아름다운 소리 공개로 정온한 시민생활 조성 및 성공적인 국제행사 분위기 조성