

Leq, Lr, TNI 평가법에 의한 부산시 주요 상가변의 소음도 분석*

한 돈 희

인제대학교 보건학과

An Analysis on Traffic Noise at Pusan Shopping Districts by Leq, Lr, TNI Ratings

Don Hee Han

Dept. of Public Health, Inje University

Abstract

To evaluate the degree of traffic noise at the main shopping districts, 30 sites, in Pusan and produce the basic data of traffic noise counterplan, this research was conducted. Noise rating methods utilized were Leq(equivalent continuous sound level), Lr (rating sound level) and TNI (traffic noise index). As the results, all sites passed beyond Korean Environmental Noise Standard 70 dB(A) in Leq and 46.7% sites fell under 'widespread complaints'step, 40.0% 'threat of community action'step, 13.3% 'vigorous community action'step by Lr ratings, and 30.0% sites were over acceptable TNI criteria of 74. Therefore, traffic noise at Pusan shopping districts was very severe.

I. 서 론
산업화와 도시화가 진전되면서 가속화되기

시작한 공해문제는 이제 인간의 생존권마저 위협하게 되었다. 대기오염, 수질오염등과 더불어 빼놓을 수 없는 심각한 환경공해문제로 대두한 것이 바로 소음공해인데 우리나라에서 여

* 본 논문은 1989년도 재단법인 인제연구 장학재단의 보조에 의한 것임.

러가지 공해피해 진정건수 중 가장 많은 것이 소음으로 인한 피해라는¹⁾ 것을 보아도 소음으로 인한 환경공해 정도가 얼마나 심각한지 단적으로 알 수 있다.

소음으로 인한 피해는 불쾌감, 수면장애, 대화장애 그리고 작업능률의 저하 등 수없이 많으며, 도심지역에서의 소음으로 인한 일반적인 활동의 장애는 건강이 사회적인 안녕까지도 포

함한다는 의미에서 재고해 보아야 할 문제이다.

소음에 관한 연구는 주로 산업장에서의 환경 폭로 내지는 건강피해등에 관하여 이루어져 왔고 일반 환경에서의 소음에 관한 연구는 미미한 형편이다. 또 연구가 계속 진행되고 있더라도 정부기관에서의 연구는 공개적으로 발표된 것이 극히 드문 편이다.

Table 1. Sampling points and road conditions

No.	Sampling sites	Branch	Lane
1	Express bus terminal	2	6
2	Bupyōng - dong crossroad	4	4
3	Yōngsan rotary	6	6
4	Naesōng crossroad	4	6
5	Sōmyōn rotary	5	8
6	Sajik trisected road	3	6
7	Pusan station	1	6
8	Suyōng rotary	3	6
9	Dongdaesing - dong crossroad	4	4
10	Sasang bus terminal	4	8
11	Chungmu - dong crossroad	4	6
12	Anrak rotary	6	6
13	Puam - dong crossroad	4	6
14	Pujōn - dong	2	6
15	Pusanjin station	1	6
16	Pōmil - dong crossroad	4	6
17	Saha crossroad	4	6
18	Churyōe trisected road	3	6
19	City hall	3	8
20	Kyōngsung University	3	4
21	Tōkchōn crossroad	4	6
22	Myōngryun - dong crossroad	4	6
23	Pōmnaegol rotary	4	6
24	Pyōnghoa market place	4	4
25	Yangjōng crossroad	4	6
26	Onchongchang crossroad	4	6
27	Dong - a University	2	6
28	Choachōn - dong trisected road	3	6
29	Munhyōn uphill road	1	6
30	Munhyōn road (under high - level road)	3	8

본 연구에서는 부산시내 주요 중심상가 도로변의 소음도를 측정하여 현재의 소음폭로정도를 알아보고 그에 대한 대책 및 향후 도시계획에 필요한 조언등을 제시하고자 한다. 소음의 측정방법에 있어서 단순한 dB(A)에 의한 방법 뿐만이 아니라 시간변화를 고려한 등가소음도(Leq: Equivalent continuous sound level in dB(A))를 측정하여 보고 평가방법에 있어서도 ISO(International Organization for Standardization)가 추천한 지역주민의 반응도에 따른 소음의 평가방법인 Lr(Rating sound level)²⁾방법을 사용하여 소음의 심각도를 알아 보고자 한다. 또 현재 환경처에서 기준으로 삼고 있는 Leq 방법³⁾과 소음평가방법중의 하나인 TNI(Traffic Noise Index)방법^{4,5)}을 비교분석하여 향후 소음평가법에 대한 제언과 아직까지 일반환경에서의 소음연구에서는 거의 실시되지 않았던 주파수대역별 소음분포도를 제시하여 소음연구나 대책에 참고자료로 사용하고자 한다.

II. 조사대상 및 방법

1. 조사대상지역 및 측정기간

본 연구의 조사대상지역으로는 부산시내에서 객관적으로 보아 변화한 상가지역으로 평가되는 지역의 도로변을 30 군데 선정하였다. 그 지역의 간선도로수와 차선 및 위치는 Table 1 과 Fig. 1 과 같다. 측정기간은 1989년 12월 12일부터 16일까지, 1990년 2월 12일부터 16일까지 10일에 걸쳐서 1, 2 차로 나누어 실시하였다.

2. 측정방법

소음의 측정방법은 환경처의 소음측정방법⁶⁾ 및 ISO의 방법²⁾에 준하여 실시하였다. 측정시간대는 오전 시간대인 08:00~12:00에 2회, 오후시간대인 16:00~20:00 사이에 2

회 총 4회 측정하여 산술평균값으로 하였고 1회 측정당 5분동안을 측정하였다. 측정값은 5분동안의 $L_5, L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{95}, L_{max}, L_{min}, Leq$ 등으로 분석하였고 최종값은 4회 측정값에 대한 산술평균값으로 하였다. 각 주파수별 측정시간은 5분 간격으로 분석하여 55분이 소요되었으며 주파수대역별 소음측정은 1회에 한하여 실시하였다. 측정지점은 차선에 관계없이 인도의 중앙에서 차도측을 향하여 실시하였고 모든 측정값은 dB(A) 값으로 하였다.

3. 측정기기

측정에 사용한 기기로는 RION사의 NL-OIA Sound Level meter, NX-OIA Octave band filter(octave analyzer), CP-OI Recorder를 사용하였다.

III. 조사결과 및 고찰

1. Leq에 의한 분석

Leq(Equivalent continuous sound level)

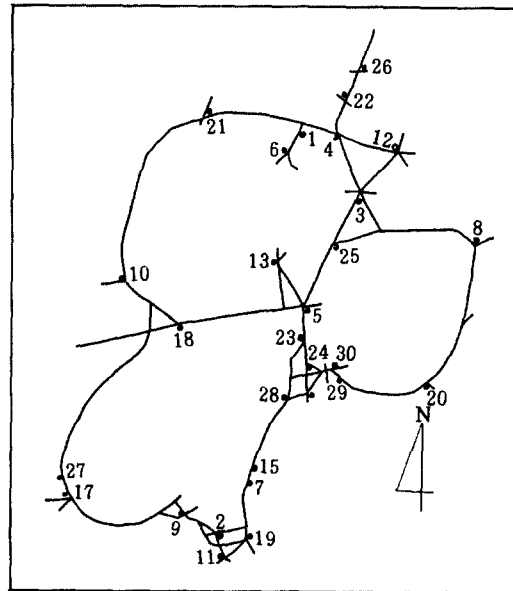


Fig. 1 Sampling points in Pusan

Table 2. Yearly average equivalent sound levels identified as requisite to protect the public health and welfare with an adequate margin of safety (by EPA)

	Measure	Outdoor
		Hearing loss consideration
Residential with outside space and farm residences	Leq (24)	70
Commercial	Leq (24)	70
Industrial	Leq (24)	70
Hospitals	Leq (24)	70
Educational	Leq (24)	70
Recreational areas	Leq (24)	70
Farm land general unpopulated land	Leq (24)	70

는 소음의 강도변화에 의한 청력의 위험 정도를 평가하는데 주로 이용되는 값으로 소음의 환경적 영향을 결정하는데 사용된다.¹⁸⁾ 1982년 ISO에서는 간헐음 및 불규칙음에 대해 등가치를 평가하는 수단으로 제시하였고¹⁹⁾ 우리나라에서도 환경기준치설정에 이 값이 사용되고 있다.³⁾ 상업 및 준공업지역에서 낮의 기준으로 일반지역은 65, 도로변지역인 경우는 70으로 되어 있으며 EPA도 같은 기준치를 설정해 놓고 있다⁷⁾(Table 2 참조). 소음의 시간변화폭이 그다지 크지 않을 경우에는 대단히 적절한 측정값이라고 생각되나 시간의 변화폭이 큰 경우에는, 다시 말해서 높은 소음이 산발적으로 발생하는 경우에는 인체가 받아 들이는 감각적 부담이 크기 때문에 어느 정도 수정이 필요한 것으로 생각된다. 이는 소음의 시간변화폭이 적은 경우에는 전체소음을 암소음으로 인체가 받아 들이므로 상대적으로 인체의 감각적 부담이 줄어들기 때문이다.

조사결과를 보면 Table 3 과 같이 30 군데 모두가 환경기준치인 70 을 모두 넘어섰으면 최소 71.2에서 최고 81.8dB(A)를 기록하였다. 이는 1985년 서울의 73.5~81.0dB(A)와 매우 유사하였고 1986년 서울의 67.7~79.5dB(A)⁸⁾보다 약간 높았다. 1987년 부산시내의 76~84dB(A)⁹⁾보다는 약간 낮은 수준을 나

타냈으나 이는 부산시내의 소음도가 낮아졌다기 보다는 1987년의 연구에서는 단순히 시내 도로변을 조사한 것이었고, 본 연구에서는 상가가 변화한 지역의 도로변을 선정하여 조사하였기 때문에 조사지역의 선정차이에서 오는 bias라고 판단되며 따라서 이미 부산시내 중심상가 도로변은 심각한 소음공해에 시달리고 있음을 입증하였다. 여기에 비해서 최근자료는 아니지만 1984년 이리시¹¹⁾나 1985년 대전시¹²⁾등은 부산시보다는 훨씬 낮은 값을 유지하고 있었다. 가장 소음이 심한 지역으로는 문현고가도로 밑 도로로서 81.8dB(A)을 나타냈는데 이는 고가도로로 인하여 소음이 공간으로 확산되어 나가지 못하기 때문이며 문현고개 역시 심각한 정도로 높았는데 이는 오르막고개이기 때문에 차량의 기어변속으로 인한 소음이다.

한편, Leq는 L₅₀(전체소음 level의 median)에서 L₁₀(전체소음 측정시간중 10%의 시간이 넘는 소음 level) 사이의 3분의 1 지점에 대체적으로 위치하고 있었으며 Leq의 산술평균은 75.8이었고 표준편차는 2.97dB(A)를 기록하였다(Fig. 2 참조).

L₉₀이란 측정시간중 90%의 시간을 넘은 소음레벨을 말하는 것으로 환경기준치를 70으로 볼 때 평균 background level을 말한다. 따라서 L₉₀도 환경의 소음정도를 평가하는데 중요

Table 3. Sound levels in Pusan (dB (A))

Sampling No.	Leq	L ₅	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L ₉₅	L _{max}	L _{min}
1	71.2	75	74	70	66	66	78.9	64.3
2	72.0	76	75	71	65	64	81.3	62.5
3	72.1	77	76	71	67	66	82.2	64.8
4	72.4	76	75	72	69	68	77.8	66.5
5	72.6	77	76	70	68	68	84.4	66.6
6	72.6	78	76	70	69	68	83.3	67.6
7	73.1	77	76	72	70	69	84.5	67.8
8	73.1	77	76	72	70	68	84.0	66.0
9	74.1	78	76	72	70	68	85.1	67.1
10	74.3	78	76	72	70	68	82.1	67.5
11	74.4	78	76	72	70	69	86.8	68.3
12	74.6	78	76	72	69	68	84.0	65.2
13	74.9	78	76	72	69	69	85.7	64.7
14	74.9	79	76	72	71	69	84.6	68.9
15	75.0	78	77	74	71	70	84.3	68.8
16	75.3	80	79	73	69	68	83.2	66.0
17	75.8	80	78	73	70	69	85.7	68.1
18	75.9	80	79	74	71	70	88.3	76.3
19	76.6	81	79	75	72	71	89.0	68.3
20	76.9	81	79	76	72	70	87.4	69.3
21	77.1	81	80	76	72	71	86.1	70.0
22	77.1	81	80	75	72	71	87.5	69.3
23	77.9	83	81	76	73	72	88.3	70.0
24	78.1	83	82	76	72	70	86.3	69.3
25	78.7	84	82	77	72	71	88.9	66.7
26	79.4	84	83	77	70	70	90.3	68.4
27	80.5	84	83	78	72	70	89.1	69.3
28	81.3	85	84	79	75	74	88.5	71.2
29	81.4	86	84	80	77	76	92.6	73.4
30	81.8	85	84	81	78	77	88.8	75.3

* Leq Mean ± S.D. : 75.8 ± 2.97 dB(A)

한 측정값중 하나라고 생각된다. L₉₀ 마저도 70dB(A)를 넘는 경우는 30군데중 70.0%에 해당하는 21군데로 1985년 서울의 32.0%와 1986년 서울의 28.0%^{b)}와 비교할 때 부산이 서울보다 소음공해의 정도가 심각하다고

볼 수 있다.

L_{max}에 있어서는 거의 대부분이 대형 트레일러나 트럭이 고속으로 지나갈 때나 경적을 울릴 때 나타나는데 L_{max}의 정도에 따라 Leq 값이나 TNI 값이 막대한 영향을 받게 된다. 특히,

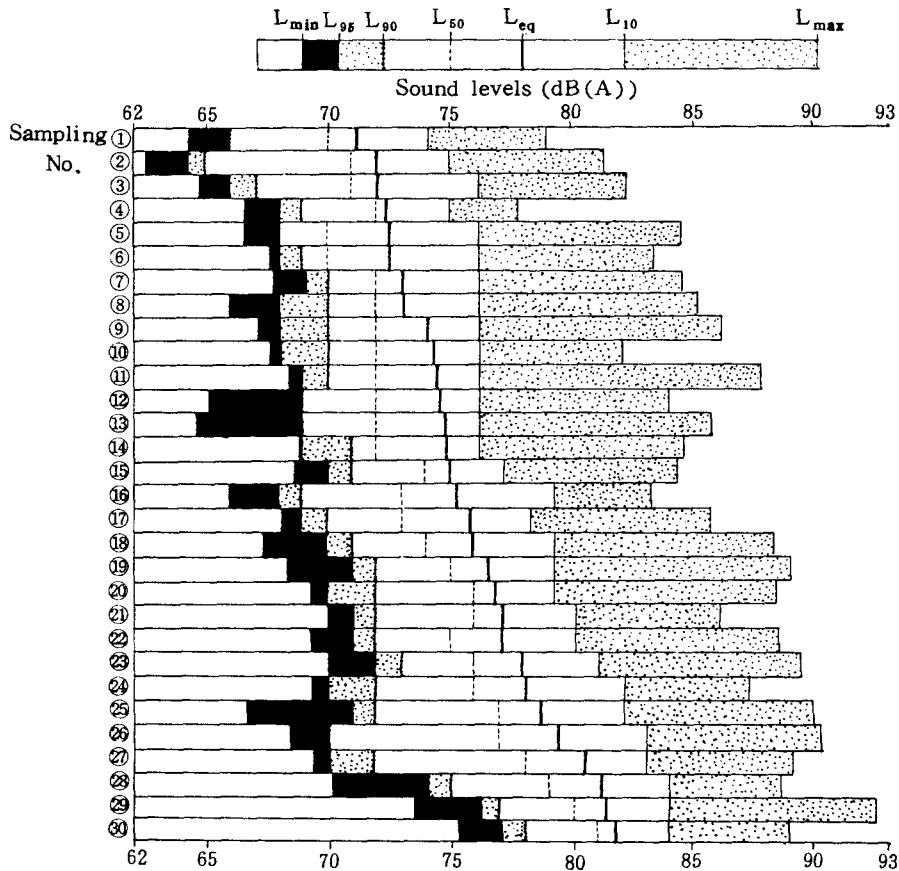


Fig. 2 Diagrams of sound levels in Pusan

인체의 감각적 부담은 가장 심하다고 볼 수 있기 때문에 금후 도심지 소음방지대책에서 대형 차량의 진입금지, 차량속도의 제한, 경적사용의 강력한 규제등이 반드시 필요하다고 판단된다. L_{max} 는 최소 77.8dB(A)에서 최고 92.6 dB(A)까지 나타났다.

2. L_r 에 의한 분석

한 지역사회에서 소음에 대한 반응정도를 평가함에 있어서는 단순히 sound pressure level 만 측정해서는 곤란한 문제가 생길 것이다. 여기에는 지역의 특성이나 환경적인 요인들이

많이 작용하기 때문에 많은 수정이 필요하다. 그래서 ISO에서는 지역주민들의 반응정도에 따른 소음정도를 평가하는 방법에 대하여 권고하고 있는데 이것이 바로 L_r (Rating sound level)^{2,13)}인 것이다. 이 방법은 소음에 대한 주민들의 반응을 보다 정확하게 추정하기 위하여 소음에 관련된 여러가지 factors 즉, peak factor, spectrum의 특성, 발생기간 및 변동폭등을 고려하여 단순한 sound pressure level에 수정을 가하여 얻어진 방법이다. 실제 정확하게 L_r 값을 얻기란 매우 복잡한 작업이 필요하지만 대체로 변동폭이 큰 소음인 경우에

는 L_{eq} 값에 5를 더한 값이 L_r 값이다(Table 4 참조). 또 criteria에 대해서도 여러가지 수정을 가하여 그 기준치를 정하게 되는데 낮 시간대이고 일반적인 도심지에서는 최고 65dB(A)을 criteria로 정하고 있다(Table 4 참조). 이렇게 정해진 criteria에 대하여 주민들의 반응정도를 알아보면 기준치를 전혀 넘지않는 경우에는 아무런 반응을 보이지 않다가 기준치를 20 넘었을 경우 강력한 지역활동을 하게 된다(Table 5 참조). 여기에 맞추어서 부산시내의 소음정도를 평가하여 본 결과 Table 5에서 보는 바와 같이 46.7%는 광범위하게 불평을 호소하는 단계였고 40.0%는 지역활동 야기 단계, 13.3%는 강력한 지역활동 단계이므로 부산시내의 소음정도는 매우 심각한 단계로 평가되었다.

한편, ISO에서는 특별한 경우에 있어서 소음평가방법으로서 관찰시간의 95%를 차지하

는 L_{95} 값을 background level로 정하고 있으며 criteria를 65dB(A)로 가장 높은 수치로 잡았을 경우, 1곳을 제외한 29개지역(96.7%)에서 이 기준치를 넘고 있어서 부산지역 중심상가변의 소음공해가 매우 심각함을 보여주고 있다(Fig. 2 참조).

3. TNI에 의한 분석

L_{eq} 는 물리적인 평균치로서 소음을 평가하는데 적절하다고 생각되지는 실제 인체가 느끼는 감각적인 측면에서 평가하기에는 어느 정도 부적절한 면이 있다. 다시 말해 L_{eq} 는 소음에 대한 청력의 위험정도(degree of hazard to hearing)를 평가하는데 적절하지만 인체가 실제 감각적으로 느끼는 괴로움(annoyance)을 표현하기에는 미흡한 점이 없지 않다. 이것을 보완하기 위해 만든 평가방법이 TNI (traffic noise index)^{4,5,13)}인데 L_{10} 과 L_{90} 에

Table 4. Determination of L_r and noise criteria by ISO

Determination	Criteria
- For noise of constant level $L_r = L_A + 5$	- Basic criterion for residential premises for outdoor noise : 35 to 45 dB(A)
- For noise of fluctuating level $L_r = L_{eq} + 5$	- Correction in city zone (business, trade, administration) : 55 to 65 dB(A)

Table 5. Estimated community response to noise

Amount in dB(A) by which the L_r exceeds the noise criterion	Estimated community response		Sampling No. in pusan
	Category	Description	
0	None	No observed reaction	0 (0.0 %)
5	Little	Sporadic complaints	0 (0.0 %)
10	Medium	Widespread complaints	14 (46.7 %)
15	Strong	Threats of community action	12 (40.0 %)
20	Very strong	Vigorous community action	4 (13.3 %)
			30 (100.0 %)

의하여 결정된다. 이 방법은 소음의 시간변동 폭(variability of a noise)이 심한 도심의 도로변에 적절한 표현방법이며 이것의 criteria는 74로 정하고 있는데 이는 40명중 오직 한 명만이 불평을 호소한다는 의미에서 제시하고 있다. 정확하게 TNI 값을 구하려면 24시간동안 1시간간격의 측정값을 기초로 해야 되겠지

만 실제로는 거의 불가능하므로 앞의 데이터를 그대로 이용하였다.

부산시내에서 TNI 값은 Table 6과 같으며 기준치 74를 넘은 곳은 30군데 중 9군데로 30.0%가 criteria를 벗어났다(Table 6 참조). Leq와 TNI 값을 비교하여 볼 때 Leq 값이 크다고 해서 TNI 값이 반드시 크지는 않

Table 6. Comparison of L_{eq} with TNI ratings

Sampling No.	L_{eq}	TNI	$L_{10}-L_{90}$
1	71.2	68	8
2	72.0	* 75	10
3	72.1	73	9
4	72.4	63	6
5	72.6	70	8
6	72.6	67	7
7	73.1	64	6
8	73.1	64	6
9	74.1	64	6
10	74.3	64	6
11	74.4	64	6
12	74.6	67	7
13	74.9	67	7
14	74.9	61	5
15	75.0	65	6
16	75.3	* 79	10
17	75.8	72	8
18	75.9	73	8
19	76.6	70	7
20	76.9	70	7
21	77.1	74	8
22	77.1	74	8
23	77.9	* 75	8
24	78.1	* 82	10
25	78.7	* 82	10
26	79.4	* 92	13
27	80.5	* 86	11
28	81.3	* 81	9
29	81.4	* 75	7
30	81.8	72	6

* Over acceptable TNI of 74

음을 보여 주고 있다. TNI 값은 $L_{10}-L_{90}$ 의 값에 커다란 영향을 받으므로 criteria 값을 벗어나는 경우는 $L_{10}-L_{90}$ 의 폭이 클 경우에는 sampling No. 2와 같이 L_{eq} 값이 낮아도 TNI는 높게 나타났고 L_{eq} 값이 대단히 높은 No. 30의 경우에는 $L_{10}-L_{90}$ 의 폭이 작아서 TNI가 criteria를 넘지 않고 있다. 따라서 소음의 variability가 크면 클수록 TNI 값이 높아서 인체가 쉽게 불쾌감을 느낀다는 것을 알 수 있다.

한편, 이¹⁴⁾ 등의 소음환경기준의 평가방법에 관한 연구에서는 도로변지역은 L_{eq} 평가법 보다 TNI 방법이 더 타당하다고 하였는데 반드시 그런 것같지도 않다. 왜냐면, 30 군데의 L_{eq} 는 모두 standard인 70dB(A)를 벗어나고 있는 반면에 TNI는 criteria인 74를 벗어나는 곳은 대체로 L_{eq} 값이 높은 곳에 집중되어 있기는 하지만 L_{eq} 가 낮은 곳에도 $L_{10}-L_{90}$ 만 높으면 criteria를 벗어났고 No. 30과 같이 L_{eq} 가 81.8dB(A)처럼 엄청나게 높은 곳이라도 $L_{10}-L_{90}$ 값만 낮으면 TNI만 criteria를 벗어나지 않으므로 TNI만 가지고는 소음환경에 대하여 평가하기란 대단히 어렵다고 하겠다. 따라서 도로변지역이라고 하더라도 L_{eq} 와 TNI를 동시에 비교분석해서 평가해야 옳다고 판단된다.

4. 주파수대역별 분석

주파수대역별 분석은 소음방지기술적 측면에서 대단히 중요한 부분이다. 왜냐면, sound pressure level이 특별히 높은 주파수대역의 소음을 방지할 수 있는 기술을 개발해야 보다 효율적인 방지를 할 수 있기 때문이다.¹⁵⁾ 따라서 산업보건 분야에서는 특히 중요하다고 생각되며 최근에 와서야 주파수대역별 분석이 이루어지고 있으나 환경보건분야에서는 아직 이에 대한 연구가 거의 이루어지지 않은 상태이다.

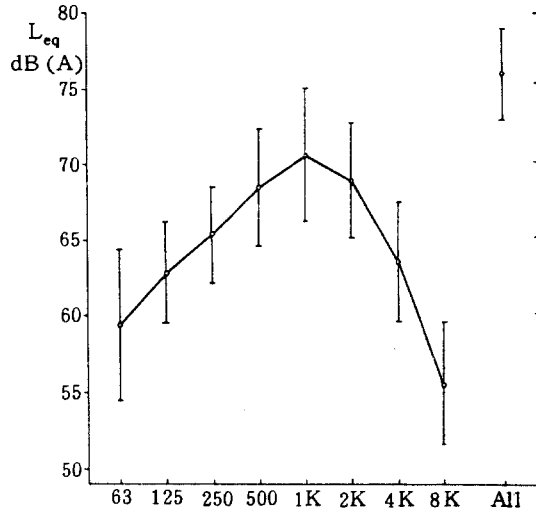


Fig. 3 Spectra of traffic road noise in Pusan(average, standard deviation)

주파수대역별 분석은 Fig. 3과 같다. 김¹⁶⁾ 등에 의한 산업장에서의 소음은 모든 공정 공히 2,000Hz 혹은 4,000Hz에서 가장 높게 나타난 반면에 본 연구에 보는 바와 같이 일반 도심 환경에서는 1,000Hz를 중심으로 500Hz와 2,000Hz 부근에서 높게 나타나고 있기 때문에 산업장에서의 소음보다는 저음의 소음이 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있다. 따라서 도로변지역의 건물에서 소음방지대책을 강구할 경우에는 고주파대역의 소음방지기술 보다는 500~2,000Hz까지의 비교적 저주파대역의 소음을 방지할 수 있는 기술이 필요할 것이다.

IV. 도시소음의 저감대책

이상에서 알아 본 바와 같이 부산시내 중심상가변의 소음정도는 이미 심각한 지경에 이르렀다. 이러한 도시소음의 저감대책을 원인별로 알아보면,

첫째, 도시소음의 주발생원인 자동차에 대해

서 엔진의 기술적인 개량과 엔진소음에 대한 법적규제가 필요하다.

둘째, 도심지에서 차량속도의 제한이다. 차량의 속도가 2배로 증가하면 소음은 약 10dB(A)이 증가하고 차량의 속도가 10km/h 증가함에 따라 대략 2dB(A)정도 증가하기¹⁷⁾ 때문에 도심지에서의 차량속도 제한은 매우 중요한 저감대책이라 할 수 있다.

셋째, 대형차량의 도심지 통과를 규제하는 것이다. 특히, 부산은 대형 트레일러, 대형 트럭이 도심지를 통과함으로써 소음공해를 가중시키고 있다.

·넷째, 운전자들의 양식에 관한 문제로서 가속주행의 억제와 경적사용의 억제를 들 수 있다. 특히 경적사용은 L_{max} , L_{90} 에 커다란 영향을 주어 TNI 값을 높이므로 인체에 대한 감각적 부담을 가중시킨다.

다섯째, 직접적인 저음대책으로는 방음벽의 설치이다. 그러나 실제적으로는 고가도로를 제외하고는 방음벽의 설치는 거의 불가능한 형편이다.

여섯째, 소음공해가 standard나 criteria를 크게 벗어나는 도로변에 대해서는 건축물 건립을 규제하는 것이다. 특히, 주거지역으로서는 분명한 기준을 설정하여 규제함이 바람직하다.

일곱째, 향후 도시계획에 있어서는 소음공해에 대한 대책이 사전에 마련되어야 할 것이다. 본 연구에서도 좁은 차선에서의 교차로는 넓은 차선의 로타리보다 훨씬 소음공해가 심했던 것으로 미루어 보아서 향후 도시계획에서는 차선의 수, 간선도로의 수등을 고려하여 상가나 주거지역으로 개발함이 현명하다고 판단된다.

V. 결 론

1989년 12월과 1990년 2월에 걸쳐 10일간 부산시내 중심상가도로변 30군데를 선정하여 소음도를 측정, 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 30군데 모두에서 환경기준치 70dB(A)을 벗어났으며, 산술평균치와 표준편차는 75.8 ± 2.97 dB(A)이었다.

2. Background level인 L_{90} 을 넘어선 곳은 30군데중 21곳(70.0%)이었다.

3. L_r 의 평가법에 의하면 46.7%가 광범위하게 불평을 호소하는 단계, 13.3%가 강력한 지역활동단계에 해당하였다.

4. TNI의 criteria인 74를 벗어나는 곳은 30군데중 9군데(30.0%)였다.

5. 가장 높은 음압수준을 나타낸 주파수대역은 1,000Hz 이었다.

6. 도심지 도로변의 소음공해평가법은 L_{eq} 와 TNI 방법을 동시에 분석평가함이 타당하다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. 한천길 : 서울시 도로교통소음에 관한 연구, 단행본, 연세대학교산업대학원, 16, 1982.
2. International Organization for Standardization(ISO): Acoustics, Vibration and Shock(ISO standards handbook 4), 1st ed., ISO, Geneva, 1-6, 1980.
3. 보건사회부: 환경보전법 시행규칙 제6조, 보건사회부령 제 825 호, 1989.
4. W. Tempest: The noise handbook, Academic press Ltd., London, 11-27, 1985.
5. B.T. Smith, R.T. Peters, Stephanie Owen: Acoustic and Noise Control, Longman, London and New York, 83-93, 1982.
6. 환경청: 환경공해공정시험법(소음편), 1983.
7. Environmental Protection Agency: Infor-

- mation on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate Margin of Safety, No.550/9-74-004, US Govt. Printing Office, Washington, D.C., 1974.
8. 국립환경연구원 : 환경분야연구논문초록집 (3 편), 서울시 주요간선도로의 교통소음도조사(1985, 1986), 238-239, 1987.
 9. 김태옥·안찬우 : 부산시 주요 도로변의 진동 및 소음에 관한 조사연구, 동아대학교 환경문제연구소, 10(1), 5-16, 1987.
 10. 전병영·노춘상 : 이리시의 교통소음에 관한 연구, 원광보전연구지, 7, 77-82, 1984.
 11. 이동배·조영흠 : 대전시 주거지역 도로소음에 관한 조사연구, 충남대학교 환경문제연구소, 3(1), 59-66, 1985.
 12. Edward B. Magrab: Environmental Noise Control, John Wiley & Sons, New York, 47-83, 1975.
 13. L.L. Faulkner: Handbook of Industrial Noise Control, Industrial press Inc., 103-109, 1976.
 14. 이종우·설증민·정일록·오수태·김필홍·최창복 : 소음환경기준의 평가방법에 관한 조사연구, 국립환경연구소보, 7, 95-103, 1985.
 15. 백남원 : 소음관리의 지침, 한국의 산업의학, 9(4), 6-8, 1970.
 16. 김준연·김병수·이채언·전진호·이종태·김진욱 : 제조업 산업장의 소음 작업환경 실태에 관한 조사연구, 예방의학회지, 제 19(1), 16-30, 1986.
 17. 日本音響學會 : 騒音・振動(下), コロナ社, 42-70, 1982.
 18. Harold W.Lond, William S. Gatley, Harold A. Evensen: Noise Control for Engineering, McGraw-Hill Book company, 161-209 1980.