

산업장 소음의 강도 및 주파수 특성에 관한 조사연구

고려대학교 의과대학 예방의학교실 및 환경의학연구소

김 광 중 · 차 철 환

—Abstract—

The Study on the Characteristic Sound Intensity and Frequency of Noise Exposure at Occupational Sites

Kwang Jong Kim, Chul Whan Cha

*Department of Preventive Medicine and Institute for Environmental Health,
College of Medicine, Korea University*

The present study determined the overall noise level and the distribution of sound pressure level over audible frequency range of noise produced at various work sites. Work-related noise greater than 80dBA produced from 98 separate work sites at 37 manufacturing companies and machine shops were analysed for the overall sound level (dBA) and frequency distribution. In addition, to determine the possible hearing loss related to work site noise, a hearing test was also conducted on 1,374 workers in these work sites. The results of the study were as follows;

1. Of the total 98 work sites, 57 work sites(58.2%) produced noise exceeding threshold limit value (≥ 90 dBA) set by the Ministry of Labor. In terms of different manufacturing industries the proportion of work sites which exceeded 90dBA was the highest for the cut-stone products industry with 6/6 work sites and lowest for the commercial printing industry with 1/13 work sites.

2. The percentage of workers who were exposed to noise greater than 90dBA was 19.8% (1,040 workers) of the total 5,261 workers. In terms of different industries, cut-stone products industry had the most workers exposed to noise exceeding 90dBA with 82.8%, textile bleaching and dyeing industry was next at 30.6% followed by fabricated metal products industry with 27.9%, plastic products manufacturing industry had the lowest percentage of workers exposed to 90dBA exceeding noise with 4.5%.

3. There was a statistically significant correlation between the frequency of noise-induced hearing loss and the percentage of workers exposed to noise exceeding 90dBA ($P < 0.05$).

4. The frequency analysis of noise produced at the 98 work sites revealed that 44 work sites (44.9%) had the maximum sound pressure level at high-frequencies greater than 2KHz. In addition, significantly higher sound pressure level was detected at the high-frequencies at 90dBA exceeding work sites as compared to below 90dBA work sites ($P<0.01$).

5. The differences in sound level meter's A-and C-weighted sound pressure levels were analysed by frequencies. Of the 28 work sites which showed 0-1 dB difference in the two weighted sound levels, 20 work sites (71.4%) had significantly higher sound pressure levels at high-frequencies greater than 2KHz ($P<0.01$). Furthermore, there was a tendency for higher sound pressure levels to occur in the high-frequency range as the differences in the two weighted sound levels decreased.

Key words : Sound pressure level, Audible frequency, Noise-induced hearing loss, A and C-weighted sound pressure level

서 론

우리나라는 근래 광공업의 급격한 발전으로 인하여 각종 기계, 기구가 대형화 되었고 자동화되어감에 따라 산업장 소음환경의 허용기준 초과율은 매년 증가하여 많은 근로자가 원치 않는 각종 기계소음에 폭로되고 있다 (대한산업보건협회 보건진단 연차보고서, 1984-1989).

그 결과 직업성 소음환경에 폭로된 근로자중 소음성 난청 유소견자의 비율은 1983년부터 1989년까지 7년 동안(대한산업보건협회, 특수건강진단 종합연보, 1983-1989) 총 직업병 유소견자중 연 평균 35.1%(2,441명)를 나타내어 진폐증 다음으로 많이 발견된 직업병중 하나이다.

이와 같이 강열한 소음 환경에 장기간 근무하게 되면 영구적 난청이 유발되며 일단 영구적 난청으로 진행된다면 정상청력으로 회복이 불가능하며, 현재로서는 치료 방법이 불가능한 직업병이다(Miura 등, 1973, Clayton 등, 1978, Last, 1980, Rom, 1983, WHO, 1986, Zenz, 1988).

소음에 의한 청력장해는 소음의 음압수준(강도), 주파수, 소음폭로기간, 소음의 발생형태(연속음, 단속음, 충격음 등), 개체의 인적특성(Royster 등, 1980, Axellsson 등, 1981) 등의 발생요인과 밀접한 관계가 있으며 특히, 소음에 폭로된 근로자가 소음의 강도가 높고 고주파수에서 높은

음압수준의 특성을 보인 소음환경에서는 청력장해의 가능성이 높게 나타난다.

그러므로 직업적으로 소음에 폭로된 근로자의 청력보존을 위해서는 근본적으로 소음 발생원에 대한 소음 환경의 특성을 정확히 파악하여야 한다.

이에 저자는 소음 폭로 사업장에 있어서 기계소음의 전주파역 음압수준 및 가청 주파수 범위상 음압수준이 어떻게 분포되어 있는지를 알기 위하여 본 연구를 시도하였다.

조사대상 및 방법

조사대상은 과거 수년간 소음측정을 실시해왔던 서울 및 경기도 지역에 소재한 사업장중 9개 업종 37개 업체를 대상으로 하였으며, 대상 사업장중 80dBA 이상의 연속 소음이 발생된 단위 작업장 98개소를 선정하였다(Table 1).

조사대상 산업장의 업종별 분류는 한국표준산업분류(경제기획원, 조사통계국, 1984)를 인용하였으며 조사기간은 1990년 3월부터 9월까지 7개월이었다.

측정방법은 노동부의 작업환경 측정방법(노동부, 1989)에 준하여 측정하였으며 소음측정은 전주파역 음압 수준과 동시에 주파수 분석을 실시하였다. 전주파역 음압수준 측정은 각종 산업장의 기계가동 및 기계 사용시에 발생하는 연속음

Table 1. Numbers of Industrial and Work Sites Studied

Industry	No. of Industrial sites	No. of Work Sites
Cut-stone products	1	6
Textile spinning and weaving	5	18
Textile bleaching and dyeing	5	14
Commercial Printing	8	13
Plastic Products	4	8
Chemical Products	2	7
Coal briquettes manufacturing	1	4
Fabricated metal products	6	22
Machinery manufacturing	5	6
Total	37	98

을 근로자의 귀의 위치에서 지시소음계(Sound level meter NL-01, Rion Co., Japan)를 사용하여 음량조절장치가 부착된 청감 보정회로인 A와 C의 2개 특성치에 따라 각각 5회 이상 측정하여 그 평균치를 대표치로 하였다.

각 주파수별 음압수준 분석은 전주파역 음압수준 측정시와 동일한 측정지점에서 Octave band 분석기(Octave band analyser, NX-01A, Rion Co., Japan)를 사용하여 63, 125, 250, 500, 1K, 2K, 4K, 8KHz의 8개 주파수로 구분하여 음압수준을 측정하였으며 주파역별 분류는 편의상 저주파역(500Hz미만), 중주파역(500—2KHz미만), 고주파역(2KHz이상)으로 구분하였다(森岡三生, 1953). 소음 폭로 근로자에 대한 청력검사는 소음측정 대상사업장 근로자중 1,374명을 대상으로 근로자

특수건강진단 방법 및 직업병 관리기준(노동부, 1989)에 준하여 검진개인표와 청력검사기(Belton audiometer, Model-110, Belton Electronic Corp.)를 사용하여 실시하였으며 검사장의 주변 소음이 40dBA 이하인 장소에서 청력검사전 청력 검사기의 음의판별 및 조작을 습득시킨 후, 1000Hz에서 30dB이상 또는 4,000Hz에서 40dB이상의 청력손실이 있는가를 소음성 난청 유소견자로 판정하였다.

조사성적

업종별 대상 사업장의 전 주파역 음압수준과 90dBA 이상 폭로 근로자의 분포는 Table 2와 같다. 즉 총 98개 대상 작업장중 노동부의 소음 허

Table 2. Sound pressure Levels of work Site and Number of Workers Exposed to Noise Exceeding 90dBA

Industry	No. of Work Sites Studied	Sound Pressure Levels (dBA)				subtotal (%) of 90dBA & over	Total number of workers	No. of workers exposed to noise exceeding 90dBA (%)
		80-89	90-94	95-99	100-			
Cut-Stone Products	6	—	1	1	4	6(100.0)	58	48(82.8)
Textile spinning and weaving	18	8	5	4	1	10(55.6)	1,555	217(14.0)
Textile bleaching and dyeing	14	4	5	4	1	10(71.4)	271	83(30.6)
Commercial printing	13	12	1	—	—	1(7.7)	230	12(5.2)
Plastic products	8	4	2	1	1	4(50.0)	490	22(4.5)
Chemical products	7	3	2	1	1	4(57.1)	277	42(15.2)
Coal briquettes manufacturing	4	2	—	2	—	2(50.0)	135	24(17.8)
Fabricated metal products	22	7	4	10	1	15(68.2)	1,942	541(27.9)
Machinery manufacturing	6	1	2	2	1	5(83.3)	303	51(16.8)
Total (percentage)	98(100.0)	41(41.8)	22(22.5)	25(25.5)	10(10.2)	57(58.2)	5,261	1,040(19.8)

용기준(노동부, 1989)인 90dBA를 초과한 작업장 수는 57개소(58.2%)로 나타났으며, 업종별 소음의 허용기준초과 작업장은 석제품에서 6개소인 전 작업장이 허용기준을 초과하였으며 다음은 기계제조업이 6개소중 5개소(83.3%)이었고 상업 인쇄업은 13개소중 1개소(7.7%)로 가장 낮았다.

또한 대상사업장 전 근로자 5,261명중 90dBA 이상 폭로 근로자의 비율은 19.8%(1,040명)명이었고, 업종별 90dBA이상 폭로 근로자의 비율은 석제품에서 82.8%(48명)로 가장 높았으며 섬유염색 및 표백업, 조립금속제품 제조업은 각각 30.6, 27.9%순이었으며 플라스틱 제조업은 4.5%로 가장 낮았다.

소음폭로 근로자를 대상으로 청력검사를 실시한 사업장에 있어서 전 근로자중 90dBA 이상의 소음환경에 종사하고 있는 근로자의 비율과 소음성 난청 유소견율을 업종별로 비교한 결과는 Table 3과 같이 석제품업체에서 90dBA 이상 폭로된 근로자의 비율은 82.8%로 가장 높았으며,

소음성 난청 유소견율 역시 70.6%로 가장 높게 나타났으며, 업종간에 90dBA 이상의 소음강도에 폭로된 근로자의 비율이 높을수록 소음성 난청 유소견율은 높게 나타났다($P<0.05$).

동일 대상 소음 작업장의 주파수별 음압수준은 Table4-Table14의 결과와 같이 전 대상 작업장 98개소중 2KHz 이상의 고주파역에서 최고 음압수준을 보인 작업장은 44개소(44.9%)로 나타났다.

또한, 전주파역 음압수준을 90dBA미만 작업장 군과 90dBA이상 작업장군으로 구분하여 두 군간의 주파수별 최고 음압수준 분포의 결과를 보면 (Table 14) 90dBA 이상군작업장이 90dBA 미만 군보다 고주파역에서 높은 음압수준을 나타냈다 ($P<0.01$).

소음의 정밀한 주파수 분석없이 간이적인 분석 방법의 일환으로 지시소음계의 청감보정 회로의 특성치인 dBC와 dBA 간의 전주파역 음압수준의 차이에 의한 주파수별 최고 음압수준의 분포를

Table 3. Comparison of Noise-Induced Hearing Loss (NIHL) Frequency and Percentages of Workers Exposed to Noise Exceeding 90dBA

Industry	No. of Hearing Tested Workers	No. of Workers with NIHL	%	No. of Total workers	No. of workers Exposed to ≥ 90 dBA	%
Cut-stone products	34	24	70.6	58	48	82.8
Textile spinning and weaving	472	86	18.2	1,555	217	14.0
Plastic products	213	30	14.1	490	22	4.5
Coal briquettes manufacturing	43	14	32.6	135	24	17.8
Fabricated metal products	535	103	19.3	1,942	541	27.9
Machinery manufacturing	77	20	26.0	303	51	16.8
Total	1,374	277	20.2	4,483	903	20.1

Spearman's rank correlation ($r=0.829$), $P<0.05$

Table 4. Noise Level of Various Work Sites in Cut-Stone Products Industry

Work Site	over all		Sound Pressure Levels by Frequencies (dB)							
	dBA	dBC	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Crinder	94	94	55	61	66	78	85	89	91	87
Balling Machine	100	100	62	67	89	89	88	85	96	71
Stone Cutter (I)	115	116	92	93	96	100	106	110	108	90
Stone Cutter (II)	110	110	80	80	86	97	100	102	101	100
Stone Cutter (III)	108	109	81	81	88	97	100	102	100	98
Air-Compressor	97	99	81	88	82	88	92	89	90	78
Average (range)	104(94-115)									

Table 5. Noise Levels of Various Work Sites in Textile Spinning and Weaving Industry

Work Site	over all		Sound Pressure Levels by Frequencies (dB)							
	dBA	dBC	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Yarn-twisting machine (I)	93	94	70	70	75	85	89	89	85	77
Yarn-twisting machine (II)	93	95	48	60	69	77	93	88	88	83
Yarn-twisting machine (III)	91	93	76	82	82	82	86	87	87	88
Slitter	92	93	70	70	75	79	83	84	84	84
Weaver (I)	99	104	87	90	95	100	99	96	90	83
Weaver (II)	97	98	83	90	90	92	91	89	83	83
Weaver (III)	99	100	72	68	71	83	93	93	78	75
Spinner (I)	100	102	79	84	99	85	93	97	95	86
Spinner (I)	82	86	70	73	76	81	83	79	72	70
Spinner (I)	83	87	70	72	75	81	83	80	72	70
Spinner (II)	83	87	70	73	76	83	83	80	75	70
Spinner (II)	83	88	59	75	80	82	82	74	79	71
Spinner (II)	82	85	71	74	78	80	78	77	72	70
Spinner (II)	80	85	70	74	76	80	78	77	72	70
Spinner (III)	80	85	70	75	75	79	78	76	72	72
Spinner(III)	80	84	72	75	73	79	78	76	73	70
Threader	93	94	66	69	77	85	89	90	91	90
Cop-winding machine	97	97	65	67	77	87	90	91	88	79
Average (range)	89(80-100)									

Table 6. Noise Level of Various Work Sites in Textile Bleaching and Dyeing Industry

Work Site	over all		Sound Pressure Levels by Frequencies (dB)							
	dBA	dBC	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Dyer (I)	87	89	60	64	70	75	79	82	86	79
Dyer (II)	86	86	58	60	69	74	78	80	83	76
Dyer (III)	92	94	57	62	74	82	84	85	87	78
Dyer (IV)	95	95	64	75	78	80	89	85	81	79
Dyer (V)	87	87	58	60	69	73	77	80	84	76
Dehydrator (I)	95	95	78	79	80	84	91	94	90	84
Dehydrator (II)	95	96	76	78	80	84	91	92	86	82
Dehydrator (III)	100	105	80	83	85	90	98	99	94	90
Dehydrator (IV)	94	94	78	80	80	84	93	95	91	86
Dehydrator (V)	94	97	79	80	80	84	92	94	90	85
Dryer (I)	95	100	78	80	80	86	90	86	83	75
Dryer (II)	91	95	69	69	72	79	87	82	80	75
Dryer (III)	83	87	59	60	62	64	74	77	71	70
Boiler	91	93	57	63	73	82	82	84	87	72
Average (range)	92(83-100)									

분석한 결과(Table 15), 두 특성치의 차이가 0-1dB인 28개 작업장중 20개소(71.4%)는 2KHz 이상의 고주파역에서 높은 음압 수준을 보였으며 특성치의 차이가 3dB 또는 그 이상을 나타내는

경우는 500Hz-2KHz 미만의 중주파역에서 높은 음압수준을 보여 두 특성치간의 차이가 적을수록 고주파역에서 높은 음압수준을 나타냈다($P < 0.01$).

Table 7. Noise Level of Various Work-Sites in Commercial Printing Industry

Work Site	over all		Sound Pressure Levels by Frequencies (dB)							
	dBA	dBC	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
One-color printer (I)	84	85	52	65	73	75	78	85	82	77
One-color printer (II)	87	89	50	69	72	74	79	84	81	77
One-color printer (III)	87	89	55	72	72	74	79	74	72	69
One-color printer (IV)	83	87	49	63	73	81	83	83	85	77
Two-color printer (I)	87	90	54	63	77	81	83	87	80	79
Two-color printer (II)	89	92	60	70	78	82	84	86	80	79
Two-color printer (III)	88	91	60	68	78	80	82	85	79	78
Two-color printer (IV)	86	88	49	70	75	78	78	83	81	74
Two-color printer (V)	89	91	59	66	74	75	80	75	75	73
Two-color printer (VI)	84	87	49	62	68	74	77	80	78	70
Four-color printer (I)	90	91	56	68	75	81	81	86	80	79
Four-color printer (II)	89	91	58	69	76	80	82	86	80	79
Four-color printer	89	92	53	65	75	81	83	85	80	78
Average (range)	87(83-90)									

Table 8. Noise Level of Various Work Sites in Plastic products Industry

Work Site	over all		Sound Pressure Levels by Frequencies (dB)							
	dBA	dBC	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Extruding machine	85	91	70	78	82	86	89	83	78	68
Slitter	84	88	64	66	75	80	83	83	75	83
Electric discharge	89	93	63	72	79	88	90	88	81	83
Catapult	83	89	59	61	71	75	72	71	70	69
Pulverizer (I)	91	94	63	75	82	86	85	84	79	72
Pulverizer (II)	92	95	77	78	83	85	86	86	88	78
Pulverizer (III)	100	105	63	77	86	89	92	92	92	90
Pulverizer (IV)	99	99	64	76	86	89	94	95	91	88
Average (range)	90(83-100)									

Table 9. Noise Level of Various Work Sites in Chemical Products Industry

Work Site	over all		Sound Pressure Levels by Frequencies (dB)							
	dBA	dBC	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Reactor	93	95	72	72	82	83	91	86	85	81
Pulverizer	96	97	90	83	93	90	88	89	86	68
Dryer (I)	83	85	49	58	64	68	71	70	60	51
Dryer (II)	83	85	58	59	66	72	73	72	63	56
Freezer	91	91	76	79	84	83	84	84	84	75
Air-Compressor (I)	85	93	86	92	83	82	83	79	73	65
Air-Compressor (II)	100	102	91	91	93	98	95	93	85	76
Average (range)	90(83-100)									

Table 10. Noise Level of Various Work Sites in Coal Briquettes Manufacturing Industry

Work Site	over all		Sound Pressure Levels by Frequencies (dB)							
	dBA	dBC	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Pulverizer	87	87	70	77	80	80	80	79	77	71
Cylinder press (I)	95	95	70	80	86	90	91	88	85	79
Cylinder press (II)	97	99	70	81	89	94	96	91	84	74
Conveyer-belt machine	87	92	70	78	84	88	87	85	83	76
Average (range)	92(87-97)									

Table 11. Noise Level of Various Work Sites in Fabricated Metal Products Industry

Work Site	over all		Sound Pressure Levels by Frequencies (dB)							
	dBA	dBC	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Shotter (I)	83	96	94	80	83	80	77	74	85	65
Shotter (II)	94	97	62	72	82	87	90	86	85	79
Automatic grinder (I)	102	104	57	74	79	82	83	98	99	89
Automatic grinder (II)	93	96	89	89	89	90	87	86	85	86
Automatic grinder (III)	84	88	79	91	69	73	80	79	77	77
Automatic grinder (IV)	89	90	50	60	64	72	76	82	80	78
Automatic grinder (V)	81	83	61	63	64	70	71	70	70	68
Automatic grinder (VI)	96	97	83	87	89	91	91	88	97	81
Ring grinder (VII)	96	97	81	87	89	90	92	88	81	70
Roller	87	94	56	65	77	85	89	88	87	81
Automatic lather	96	97	83	86	89	91	91	88	97	81
15 ton-press	91	95	81	84	87	87	85	83	80	82
35 ton-press	94	95	83	88	91	93	93	90	85	78
125ton-press	99	108	87	93	99	103	102	97	97	86
Form press (I)	89	92	87	65	73	82	85	85	83	81
Form press (II)	96	97	59	62	72	81	85	86	83	81
Resonance machine	87	87	42	55	63	71	76	82	83	81
Bolt head machine	96	99	84	86	90	93	95	93	94	91
Bolt former	97	100	90	92	92	95	94	89	86	78
Nut head machine	97	101	84	91	94	94	92	92	94	88
Nut former	96	100	87	93	94	94	90	87	84	78
Trim machine	96	98	83	87	89	89	89	90	90	85
Average (range)	93(81-102)									

Table 12. Noise Level of Various Work Sites in Machine Manufacturing Industry

Work Site	over all		Sound Pressure Levels by Frequencies (dB)							
	dBA	dBC	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Lather	85	86	53	64	72	77	84	78	75	67
Automatic grinder (I)	100	101	68	70	79	90	94	96	90	90
Automatic grinder (II)	99	104	69	77	79	87	90	94	93	90
Automatic grinder (III)	93	95	70	71	75	87	89	87	92	90
Press	98	99	61	85	90	90	93	94	90	89
Air Press	92	94	69	70	85	82	80	79	78	71
Average (range)	95(85-100)									

Table 13. Work Sites with Maximum Sound Pressure Levels of Frequency Range by Industry

Industry	No. of Work Sites Studied	No. of Work Sites with Max. Sound Pressure Levels		
		Low-frequency (<500Hz)	Mid-frequency (500-2,000Hz)	High-Frequency (≥2,000Hz)
Cut-ston products	6(100.0)	—	1(16.7)	5(83.3)
Textile spinning and weaving	18(100.0)	1(5.5)	12(66.7)	5(27.8)
Textile bleaching and dyeing	14(100.0)	—	3(21.4)	11(78.6)
Commercial products	13(100.0)	—	2(15.4)	11(84.6)
Plastic printing	8(100.0)	—	7(87.5)	1(12.5)
Chemical products	7(100.0)	2(28.6)	4(57.1)	1(14.3)
Coal briquettes manufacturing	4(100.0)	1(25.0)	3(75.0)	—
Fabricated metal products	22(100.0)	—	16(72.7)	6(27.3)
Machinery manufacturing	6(100.0)	1(16.7)	1(16.7)	4(66.6)
Total	98(100.0)	5(5.1)	49(50.0)	44(44.9)

() : %

Table 14. Work Sites with Maximum Sound Pressure Levels of Frequency Range by Sound pressure Level

Sound Level (dBA)	No. of Work Sites with Max. Sound Pressure Levels			Total
	Low frequency (<500Hz)	Mid-frequency (500-2,000Hz)	High-frequency (≥2,000Hz)	
-89	2(4.9)	24(58.5)	15(36.6)	41(100.0)
90-	3(5.2)	25(43.9)	29(50.9)	57(100.0)
Total	5(5.1)	49(50.0)	44(44.9)	98(100.0)

() : %

P<0.01

Table 15. Work Sites with Maximum Sound Pressure Levels of Frequency Range by Differences in A-and C-weighted Sound Pressure Levels

Differences in dBC and dBA (dBC-dBA)	No. of Work Sites Studied	No. of Work Sites with Max. Sound Pressure Levels		
		Low-frequency (<500Hz)	Mid-frequency (500-2,000Hz)	High-frequency (≥2,000Hz)
0-1	28(100.0)	1(3.6)	7(25.0)	20(71.4)
2	13(100.0)	2(15.3)	5(38.5)	6(46.2)
3 ≤	16(100.0)	—	13(81.3)	3(18.7)
Total	57(100.0)	3(5.2)	25(43.9)	29(50.9)

() : %

P<0.01

고 찰

산업장의 소음환경에 폭로된 근로자에 있어서
소음성 난청을 유발시키는 요인은 소음의 강도

뿐만 아니라 주파수의 특성, 소음발생형태, 총
폭로시간, 근로자 개체의 인적 특성 등의 요인
등과 밀접한 관계가 있으며(Glorig 등, 1960,
Miura, 1973, Clayton 등, 1978, Rom, 1983,

WHO, 1986, Zenz, 1988), 소음의 강도가 높을수록 청력손실은 커지며, 또한 특별한 소음에 폭로된 기간이 길수록 청각기 장애의 확률은 크게 나타난다(Zenz, 1988).

소음폭로의 허용기준은 일반적으로 연속음에 폭로된 연구결과의 기초자료에 의해 제시되어 왔으며(Erikson 등, 1980, ACGIH, 1989), 소음 발생 형태가 작업시간동안 거의 일정한 관계로 실제 근로자의 소음 폭로정도를 잘 반영하고 있다.

본 조사는 소음대상 사업장에서 발생한 연속음의 전주파역 음압수준을 측정된 결과 총 98개 작업장중 57개소인 58.2%가 1일 8시간 소음폭로 허용기준인 90dBA를 초과하였으며 100dBA이상 작업장도 10개소(10.2%)로 나타났으며, 업종별 분포에서는 상업인쇄업을 제외한 전 업종이 50% 이상을 보여 소음 폭로의 정도가 매우 높음을 알 수 있다.

윤명조 등(1966)이 조사한 모 광산은 전 작업장이 모두 허용기준을 초과하였으며, 김형원 등(1977)은 모 공단 사업장에서 초과율이 54.9%, 김준연 등(1986)은 부산지역의 소음사업장을 대상으로 조사한 결과 허용기준 초과율이 42%이었다고 하였으며, 대한산업보건협회(1989)에서 1989년도 전국 사업장의 소음측정결과를 종합한 결과 34.7%가 허용기준을 초과하였다고 하여 본 성적과 비교시 다소의 차이가 있었다. 이는 조사대상업종(Gray와 Howard, 1975, Oleru, 1980)이나 사용하는 기계기구의 특성, 소음의 발생형태(Mantysalo와 Vuori, 1984), 측정 및 평가방법(Leavitt 등, 1982, ACGIH, 1989)에 따른 차이라고 생각된다.

90dB이상의 소음환경에 종사한 근로자는 전 근로자중 19.8%(1,040명)를 나타냈는데 이는 미국 NIOSH(National Institute of Occupational Safety and Health)에서 90dBA 이상의 허용기준을 초과한 소음환경에 종사하고 있는 근로자는 전 근로자 집단의 14.1%이었다고 발표한 성적과 유사하였다(Zenz, 1988).

또한, 90dBA 이상의 소음환경에서 근무하는 근로자의 비율이 높을수록 소음성 난청 유소견율을 높게 나타냈다. 소음의 강도와 청력장애 발생율간의 관계에 있어서 청력장애의 위험은 1일 8

시간 작업동안 75dBA 이하의 소음 수준에서는 무시할 수 있으며, 80dBA의 폭로수준 일지라도 청력장애가 있는 근로자의 비율에 있어서 결정적인 증가는 없다. 그러나 85dBA에서 5년 근무후에는 전 근로자중 1%가 청력손실이 나타날 수 있으며 10년 후에는 3%, 15년 후에는 4%가 발생할 수 있으며 90dBA에서는 각각 4, 10, 14%이며 95dBA에서는 각각 7%, 17%, 24% 발생할 수 있다(WHO, 1986).

동일 대상 작업장의 소음을 주파수 분석한 결과 2KHz 이상의 고주파역에서 최고음압수준을 보인 작업장은 전 사업장의 44.9%, 90dB이상 초과한 작업장에서는 50.9%로 나타났는데, 이는 차봉석(1977), 김형원 등(1977), 김준연 등(1986)의 성적과 유사한 경향을 보였으며 본 성적에서 동일 소음환경에서 소음의 강도가 높을수록 고주파역에서의 음압수준이 높게 나타나는 경향을 알 수 있었다.

소음 폭로근로자의 청력보존을 위한 소음 방지 대책에 있어서 정밀한 주파수 분석이 필요하게 되나 시간적인 면이나 경제적인 면에서의 효과를 위해 간이적인 분석방법을 검토하고자 하였다.

즉 지시소음계의 청감보정 회로중 C 특성은 각 주파수에서의 청각 반응이 평탄하나 A특성은 1KHz에서 5KHz 사이의 청각반응을 가장 잘 나타내기 때문에 소음의 강도를 나타내는데 유용하게 사용되며, 대부분의 소음은 일반적으로 저 주파수의 성분을 포함하고 있으므로 C 특성치가 A 특성치보다 크게 나온다. 이 차가 크면 클수록 그 소음은 저주파수에 주 세력을 나타낸다는 이론적인 면을 감안하여, 본 조사에서는 두 특성치간의 차이에 따른 주파수별 음압수준의 분포를 검토하였다. 그 결과 90dBA 이상의 소음 작업장에 있어서 두 특성치간의 차가 0-1dB 이하에서는 2KHz 이상의 고주파역에서 최고 음압수준을 보인 작업장이 전 작업장중 71.4%(20개소)를 보였으며, 차가 3dB 이상에서는 18.7%(3개소)뿐이었고, 200-2KHz 미만의 중주파역에서 81.3%(13개소)를 나타내어 두 특성치간의 차가 크면 클수록 저주파역으로 음압수준이 높게 나타남을 알 수 있었다.

따라서 현장 소음 측정시에는 필히 두 특성치

를 측정하여 주파수 분석없이 간이적으로 소음의 특성을 파악하도록 권장한다.

근로자의 청력손실의 위험도는 전 작업시간, 더 나아가서는 전 근무기간동안 소음폭로의 측정에 의해서만이 정확히 평가할 수 있으며, 이를 위하여 최근에 Noise dosimeter을 이용한 측정방법 및 위험도 평가방법이 제시되고 있다(Behar 등, 1984, Jackson과 Behar, 1985).

향후 소음작업장에 대하여 지시소음계와 Noise dosimeter에 의한 소음 폭로의 위험 평가에 비교 연구가 필요하다고 사료된다.

결 론

본 연구는 소음폭로 사업장에 있어서 기계 소음의 전주파역 음압수준 및 가청 주파수 범위상의 음압수준이 어떻게 분포되어 있는지를 알기 위하여 80dBA 이상의 소음을 발생한 37개 사업장의 98개 단위 작업장에 대하여 전주파역 음압수준(dBA)과 동시에 주파수 분석을 실시하였고 소음 폭로 근로자 1,374명을 대상으로 청력검사를 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 총 98개 대상 작업장중 소음의 허용기준(90dBA 이상) 초과 작업장은 57개소(58.2%)이었고, 업종별로는 석제품 업종은 6개소의 전 작업장이 초과하여 가장 높았으며 상업인쇄업은 1개소(7.7%)로 가장 낮았다.

2. 대상 사업장 전 근로자 5,261명중 90dBA 이상 폭로자 비율은 19.8%(1,040명)이었으며 업종별로는 석제품 업종이 82.8%로 가장 높았고, 섬유염색 및 표백업, 조립금속제품 제조업은 각각 30.6, 27.9%순이었으며 플라스틱 제조업은 4.5%로 가장 낮았다.

3. 90dBA 이상 폭로자의 비율이 높은 업종에서 높은 소음성 난청 유소견을 보였다($P < 0.05$).

4. 98개 작업장의 소음 주파수 분석결과 2KHz 이상의 고주파역에서 최고 음압 수준을 보인 작업장은 44개소(44.9%)이었고 90dBA 이상 작업장은 90dBA 미만 작업장보다 고주파역에서의 높은 음압수준이 나타났다($P < 0.01$).

5. 지시소음계의 특성치인 dBC와 dBA간의 음

압수준 차이별 주파수 분석에서 두 특성치 차가 0-1dB인 28개 작업장중 20개소(71.4%)는 2KHz 이상의 고주파역에서 높은 음압수준을 보였으며 두 특성치의 차이가 적을수록 고주파역에서 높은 음압 수준을 나타냈다($P < 0.01$).

참 고 문 헌

- Axellson A, Jerson T, Lindgren F: *Noisy leisure time activities in teenage boys. Am. Ind. Hyg. Assoc. J* 1981; 42: 229-233
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists: *Threshold limit values and biological exposure indices for 1989-1990, ACGIH, Cincinnati, 1989, 106-107*
- Behar A, Eng P, Plener R: *Noise exposure-Sampling strategy and risk assessment. Am. Ind. Hyg. Assoc. J* 1984; 45: 105-109
- Clayton GD, Clayton FE: *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. 3rd Ed., New York, Wiley-Interscience Publication, 1978, 275*
- Erickson DA, Fausti SA, Frey RH: *Effects of steady-state noise upon human hearing sensitivity from 8000 to 20,000Hz. Am. Ind. Hyg. Assoc. J* 1980; 41: 427-432
- Gary DK, Howard EA: *Noise exposure and hearing levels of workers in the sheet metal construction trade. Am. Ind. Hyg. Assoc. J* 1975; 2: 626-633
- Glorig A, Davio H: *Age, Noise and hearing loss in various populations. Ann. ORL. 1960; 69: 497*
- Jackson RA, Behar A: *Noise exposure-Sample size and Confidence limit calculation. Am. Ind. Hyg. Assoc. J* 1985; 46: 387-390
- Last JM: *Maxy-Rosenau Public Health and Preventive Medicine, 12th ed., Appleton Century Crofts, New York, 1980*
- Leavitt R, thompson RB, Hodgson WR: *Computation of permissible noise exposure. Am. Ind. Hyg. Assoc. J* 1982; 43: 371-372
- Mantysalo S, Vuori J: *Effects of impulse noise and continuous steady state noise on hearing. Br J Ind Med* 1984; 41: 122-132
- Miura T, Saito H, Kano H, Fujimoto T, Tada O: *Handbook of Occupational health. Tokyo, The Institute for Science of Labour, 1973, 726*
- Oleru U G: *Comparison of the hearing levels of Nigerian textile workers and a Control group. Am. Ind. Hyg. Assoc. J* 1980; 41: 283-287

Rom W N: *Environmental and Occupational Medicine*. 2nd Ed., Boston, Little Brown and Company, 1983, 707

Royster L H, Driscoll DP, Thomas WG. Royster JD: Age effect hearing levels for a black nonindustrial noise exposed population (ninep). *Am. Ind. Hyg. Assoc. J* 1980; 41: 113-119

World Health Organization: *Early detection of Occupational Diseases*. Geneva, World Health Organization, 1986, 165

Zenz C: *Occupational Medicine*. 2nd Ed., Chicago, Year Book Medical Publishers Inc., 1988, 274

森岡三生: 労働科學, 29: 535, 1953

경제기획원 조사통계국: 한국표준산업분류. 서울, 경제기획원 조사통계국, 1984

김준연, 김병수, 이채언, 전진호, 이종태, 김진옥: 제조업 산업장의 소음 작업환경 실태에 관한 조사 연구. 예방의학회지 1986, 19: 16-30

김형원, 차철환: 일부공업단지 산업장의 소음환경과 소음성 난청에 관한 조사연구. 고대의대 논문집 1977, 14: 47-55

노동부: 근로자 특수건강진단방법 및 직업병 관리 기준, 노동부, 1989

노동부: 유해물질의 허용농도, 노동부 고시 제88-69호, 노동부, 1989

노동부: 작업환경 측정방법, 노동부고시 제88-70호, 노동부, 1989

대한산업보건협회: 보건진단 연차보고서(1984-1989), 서울, 대한산업보건협회, 1984-1989

대한산업보건협회: 특수건강진단 종합연보(1983-1989), 서울, 대한산업보건협회, 1983-1989

윤명조, 윤종섭, 이태준: 모 광산의 작업장 소음환경과 종업원의 청력손실. 현대의학 1966, 5: 249-256

차봉석: 기계소음과 회전속도. 예방의학회지 1977, 10: 94-101