

주관평가 방법에 의한 환경소음 음질평가

The Sound Quality Analysis of Environmental noise by Jury Testing

조경숙* · 허덕재** · 조연**

Jo Kyoung-sook, Hur Deog-Jae, Cho Yeon

Key Words : Environmental Noise, Sound Quality, Noise Jury Testing, Statistical Analysis

ABSTRACT

Recently, the concern for the environmental noise has increased due to the growing of the living standard. The environmental noise regulations based on the equivalent noise level are widely used. However, the noise level, which is based mainly on the magnitude with A-weighting, the important characteristics of noises in frequency and time domains and the impulsive nature cannot be assessed properly. These can have substantial effects on how human respond to noise. Therefore, the noise evaluation methodology based on the sound quality rather than the equivalent noise level can be more suitable to represent human response to the environmental noise.

This paper describes the study on environmental noise quality analysis for various noises. A cluster analysis was carried out and the noises were classified into several clusters using the values of sound quality metrics. The classification was confirmed by comparing time and frequency characteristics of the noises. And then the result of Jury testing was analysis.

1. 서 론

최근 삶의 질이 향상되고 의식수준이 높아짐에 따라 쾌적한 환경에 대한 욕구가 증가되고 있다. 그중 생활환경소음에 대한 관심이 증가하면서 건설공사장 및 도로교통 그리고 공동주택 소음 등 생활소음에 의한 피해사례와 민원이 급증하고 있다. 그러나 환경소음을 규제하고 평가 및 관리할 수 있는 구체적인 평가기준 및 방안이 미흡한 실정이다

기존의 환경소음 평가방법은 대부분 배출원별 등가소음의 크기를 기준으로 이루어졌고, 다양한 환경소음의 특성을 반영할 수 있는 소음 평가법의 적정성에 문제점을 야기시켰다. 따라서 환경소음의 평가방법으로 배출된 소음원의 다양한 특성과 수음자의 감성이 반영되는 평가방법이 절실히 요구되고 있다.

본 연구는 육상교통소음, 건설공사장소음, 생활소음 등의 여러 가지 환경소음을 대상으로 주관평가 및 통계적 분석 방법을 이용하여 음질평가를 하였다. 실제 측정된 소음원의

Metrics값을 분석하고 Metrics값에 대한 군집분석을 통해 음원간 특성을 분류하였다. 그리고 주관평가법을 이용한 음의 선호도 및 어휘평가 결과를 분석하였다.

2. 환경소음의 주관적 평가

2.1 주관평가 개요

주관평가의 청음 실험은 측정된 소음원을 들려주고 음에 대한 자극과, 음질에 대한 느낌과 반응을 형용어휘의 정도와 선호도로 기록지에 표현 하는 방법으로 진행되었다.

평가에 사용된 음원은 배출음원으로부터 수집한 환경소음원들로 각 소음원별 거리(2.5m, 5m)에서 측정된 데이터를 MTS Sound Quality S/W를 이용하여 각각의 대표음원을 10초 단위로 편집 및 샘플링 하였다.

주관평가를 통한 음질평가와 분석은 시간 및 재정뿐만 아니라 평가에 영향을 주는 변수들이 매우 많기 때문에 결과에 대한 신뢰성의 문제를 해결하기 위해 주관적 청음실험 결과를 적절한 통계적 처리 방법을 적용하여 최종결과를 얻는 것이 요구된다. 통계적 분석은 SAS 통계분석 소프트웨어와 자체 프로그램한 주관평가 프로그램을 사용하여 분석 처리 하였다.

* 정희원, 고등기술연구원 소음진동팀

E-mail : jksook76@iae.re.kr

Tel : (031) 330-7456, Fax : (031) 330-7116

** 정희원, 고등기술연구원 소음진동팀

2.2 주관평가 방법

주관평가: 어휘쌍 평가를 이용한 의미분별척도법(Semantic Differential Method, 이하 SD법으로 표기)과, 음원쌍에 대한 선호도를 평가하는 쌍대비교법(Paired Comparisons Method, 이하 PC법으로 표기)을 이용하여 이루어졌다. 평가 순서는 SD평가법을 먼저 수행함으로써 제시될 음원에 대한 사전 인지와 각 음원에 대한 어휘평가를 하는 동안 PC평가할 때 제시될 음원에 대한 평가 기준을 세울 수 있도록 하였다. 평가가 진행되는 동안 청취자의 상태에 따라 중간 약 2회 정도 휴식시간의 시기와 기간을 유동적으로 조절하였다. 평가 이전에 평가 취지와 평가 방법에 대한 충분한 설명을 통해 평가자 전원이 평가에 무리가 없도록 진행하였다.

2.3 청취 방법

녹음된 음원 data를 Headphone을 사용하여 청취하며 평가한다. Headphone 사용이 스피커를 사용하는 것보다 좋은 점은 평가자의 좌석과 스피커 위치에 관계없이 동일한 소음을 청취할 수 있으며, 또한 Listening Room의 음향특성의 영향을 배제할 수 있으나, 동시에 평가할 수 있는 인원이 한정되어 평가에 많은 시간이 소요되는 단점이 있다.

음원의 청취는 당 연구팀이 보유하고 있는 MTS Sound Quality S/W, Sennheiser Headphone 모델 HD580과 Symetrix Headphone Amplifier 모델 SX204을 사용하였다.

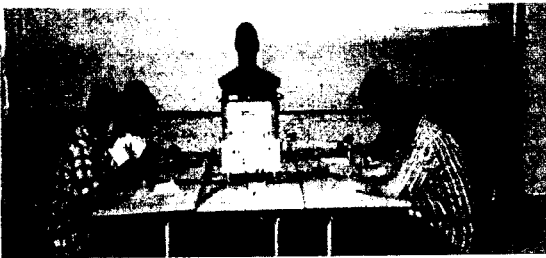


그림 1. 헤드폰을 사용한 주관 평가 시험

2.4 주관평가 대상자

본 원에 근무하고 있는 20대~40대 정상청력을 가진 남녀 연구원 34명을 대상으로 평가하였다. 평가 시스템 구조상 1회 실험에 최대 가능한 인원은 4명으로 제한되었다.

2.5 환경소음원

평가는 어휘쌍을 평가하는 SD법에 의한 평가방법과 음원의 선호정도를 평가하는 PC법으로 이루어졌다. 두 평가 방법을 위한 음원의 구성 및 내용은 다음과 같다.

(1)음원 선정

주관평가에 사용된 음원은 다양한 환경소음을 대상으로

하였다. 소음원 특성상 청취할 음원의 레벨과 특성이 다양하여 장시간 청취하는 것은 중간 휴지 시간을 두더라도 피로가 누적되어 평가에 영향을 미칠 것으로 사료된다. 따라서 7개의 군집 중에 음원의 특성이 분명하여 분류가 비교적 쉬운 2,5,6,7 군집을 제외하고, 구성음원의 개수가 많고 음원의 성격이 다소 불분명한 1,3,4군집으로 대상을 축소하여 음질 평가를 비교분석하고자 한다. 군집분석은 Metrics값을 이용하여 군집을 나눈 것이다. 따라서 특정 Metrics 값이 급격히 증가하거나 감소하는 이상 값을 포함하지 않도록 그룹의 특성을 대표할 만한 음원을 선정하였다¹⁾. 평가에 사용된 8개 음원은 표 1과 같다.

표 1. 평가에 사용된 8개 환경소음원

제1군집	1. 크레인작업 소음 2. 에어컴프레서 작업소음 3. 청소기 작업소음
제3군집	4. 자판기 후면 컴프레서 소음 5. 중형자동차 통과소음 6. 복사기 복사소음
제4군집	7. 파일항타전 오거작업 소음 8. 프린터 출력소음

(2)음원 제시 방법 및 구성

음원은 SD평가를 위한 음원과 PC평가를 위한 음원 2가지 방식으로 구성한다.

SD평가법은 1가지 소음원을 1분간 들려주고 평가용지에 제시된 어휘쌍을 평가하는 실험으로 8가지 음원을 일정한 간격으로 1분 동안 청취하도록 한다. PC평가법은 두 개의 음원쌍을 비교 평가하는 실험으로 음원을 두 개씩 쌍으로 묶고 2번씩 반복 청취하는 방식으로 진행된다. 평가 처음 부분에 4개의 연습문항을 포함하여 32개 음원쌍으로 조합하였다.

주관평가를 할 때 음을 반복 재생하여 들려주는 것은 인간의 감각적 반응이 순차적 자극을 정확하게 기억하지 못하여 외부의 자극이 주어졌을 때 최후의 자극에 대하여 크거나 오래 기억하는 경향이 강하기 때문이다. 따라서 먼저 청취한 음을 다시 들려줌으로써 기억을 강하게 하고 정확한 비교가 이루어질 수 있도록 한다.

2.4 평가 어휘 선정 및 내용

(1)어휘 선정

의미분별척도법의 경우 평가에 사용되는 어휘는 발생소음에 대한 청취자의 감성을 적절히 표현할 수 있어야 한다.

1) 황대선 등, 2004. 05, 음질특성을 고려한 환경소음원 분류에 대한 연구, 한국소음진동공학회

따라서 적절한 어휘를 선정하기 위하여 우선 소음에 관련된 300여개의 어휘를 다른 연구 자료를 통하여 얻고 소음관련 전문가 및 일반인을 대상으로 환경소음을 들려주며 연상되는 어휘를 선택하도록 하는 음원기술선택법으로 환경소음에 어울리는 어휘 10개 쌍을 표 2와 같이 추출하였다.

표 2. 평가에 사용된 10개 어휘쌍

번호	어휘 쌍	번호	어휘 쌍
1	약한 센	6	가벼운 무거운
2	불쾌한 유쾌한	7	단순한 복잡한
3	불규칙적인 규칙적인	8	잔잔한 격렬한
4	명료한 웅웅거리리는	9	맑은 탁한
5	날카로운 부드러운	10	신경쓰이는 편안한

(2) 어휘 선택빈도에 따른 소음 특성

그림 2는 평가에 사용된 8개 환경소음원에 대한 평가 결과를 비교한 그래프이다. 전체적으로 '신경쓰임'과 '불쾌함'의 감정이 가장 높게 표현되었다. 개별적인 환경소음의 특성보다는 전반적인 소음도의 의식 경향을 나타낸다.

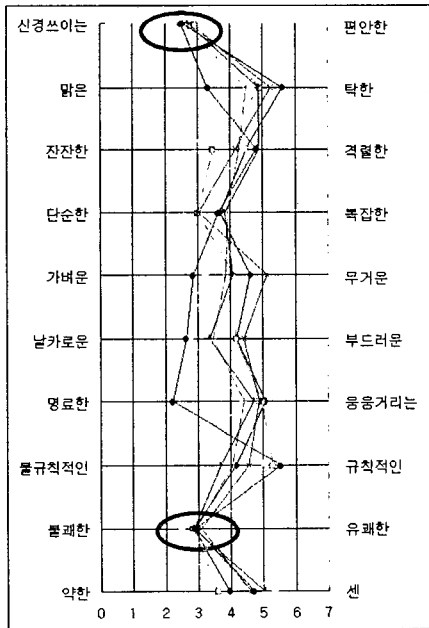


그림 2 소음원의 어휘평가 빈도

3. 주관평가 결과 및 분석

주관평가 방법에 의한 환경소음 음질평가 결과는 자체 프로그램한 주관평가 프로그램과 통계분석 전용 소프트웨어인 SAS를 사용하여 분석 하였다.

3.1 PC법을 이용한 선호도 평가

(1) 쌍대비교법

일대비교법 또는 쌍대비교법(Paired Comparisons Method)은 판능검사 방법의 특징을 잘 표현한 것으로 실제 많이 사용되고 있다. 일반적인 판능평가는 평가의 기준이 분명하지 않고 변하기 쉬워서 판단하기 어려울 때가 많으나 PC법은 2개의 쌍을 비교하여 순위를 나타내거나 평점을 주는 정도로 비교적 평가가 간단하다.

판정을 할 때 기준이 서로 다르거나 기억력이 없거나 또는 무성의한 판단이 이루어졌을 때 판정의 일관성이 없게 되는 경우가 발생한다. 따라서 쌍대 비교를 통해서 판정자들의 평가가 제대로 이루어지고 있는지 또는 판정자들이 판정 능력이 있는지를 살펴볼 필요가 있다. 판정자가 제대로 일관성 있게 판정하는지를 판단하는 통계적인 방법으로 일의성 계수(coefficient of consistency)법을 사용하며 다음과 같이 구할 수 있다.

(2) 일의성 계수

첫번째 평가자의 판단 결과(선호도의 정도)를 절대평가(0과1)로 나타내고 판정 결과를 분석하였다. 먼저 평가자의 판단의 모순을 말하는 Circular Triad(d) 개수를 계산하면 다음과 같다.

$$d = \frac{1}{6}(8 \times 7 \times 6) - \frac{1}{2}(4 \times 3 + 5 \times 4 + 3 \times 2 + 3 \times 2 + 5 \times 4 + 2 \times 1 + 2 \times 1) = 22$$

일의성 계수(ζ)는 다음과 같다. 여기서 일의성 계수가 1이라는 것은 Circular Triad 개수가 하나도 없다는 것이고 평가자의 모든 판단이 일관성 있게 행해졌음을 의미한다.

$$\zeta = 1 - \frac{24 \times 22}{8^3 - 4 \times 8} = -0.1$$

검정은 90%의 신뢰도 또는 5%의 위험률 한계치인 $d_{0.05}$ 를 사용하여 검정하였다. 그 결과는 표 3과 같다.

표 3. 전체 평가자의 선호도 평가 결과

d	1	3	4	6	8	10	12	...
ζ	0.95	0.85	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	...
평가자수	1	1	2	2	2	1	1	...
판정	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Bad	...

위와 같은 과정으로 여러 평가자들에 대해서도 유의성을 판정할 수 있다. 전체 평가자 34명 중에서 9명의 평가자만이 d값(Circular Triad)이 12이하이고 유의한 판정을 하였다. 이를 통하여 평가에 사용된 음원이 다소 구분하기 어려웠다는 것을 알 수 있다.

(3) 음압레벨과 선호도

그림 3은 주관평가에 사용된 음원의 음압 레벨과 선호도

를 막대그래프로 나타낸 것이다. 전반적으로 자판기 소음을 제외한 소음 Level은 71~73.4dB로 귀로 듣고 레벨의 차이를 인식하기 쉽지 않은 소음수준이다. 그러나 선호도의 특성은 매우 뚜렷하게 나타나고 있다. 중·저주파수대의 소음과 정상신호에 가까운 소음에도 민감한 반응을 보이고 있다.

34명의 평가자들의 선호도를 살펴보면 자판기 소음을 가장 선호한 것으로 나타났다. 소음의 레벨뿐만 아니라 소음의 다른 특성들도 선호도 평가에 상당한 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 자판기 후면에서 발생하는 컴프레서소음과 중형차 통과소음, 그리고 복사기 복사소음은 중·저주파 소음으로 정상신호의 특성을 갖고 있으며 선호도가 높게 평가되었다. 반면 크레인작업소음과 에어컴프레서 소음은 고주파 대역의 날카로운 소음이 발생하는 소음으로 상대적으로 선호도가 낮게 평가되었다.

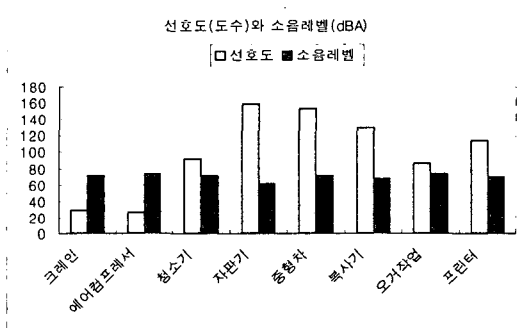


그림 3 음압 레벨과 선호도의 비교

(4)선호도와 Sound Quality Metrics

전체 평가자의 각 소음에 대한 선호도를 이용하여 Metrics와의 관계를 살펴보았다. 선호도에 대한 Metrics는 표 4와 같이 비례관계와 반비례 관계로 나타난다. 그러나 선호도와 Metrics와의 관계만으로는 어떤 Metrics가 평가자의 판단에 얼마만큼의 영향을 미쳤는지는 알 수가 없다. 따라서 통계분석을 하여 선호도에 영향을 미치고 있는 Metrics를 분석해야 할 것이다.

표 4. 선호도와 Metrics의 상관 관계

선호도와 반비례관계 Metrics	상관 관계
Linear SPL	Zwicker Loudness (Sones)
A-Weighted SPL	Zwicker Loudness (Phons)
B-Weighted SPL	Sharpness
C-Weighted SPL	Transient Loudness (Sones)
D-Weighted SPL	Transient Loudness (Phons)
Speechband SPL	Transient Sharpness
Linear SPLT	Tonality
Speech Interference	
Pref Speech Interference	
Time Varying Loudness (Sones)	
Time Varying Loudness (Phons)	

선호도와 비례관계 Metrics	Intelligibility
	Frame Kurtosis
	Average Kurtosis
	Roughness
	Fluctuation Strength

3.2 SD법을 이용한 요인분석

앞 장에서 설명한 어휘로 평가한 주관평가 데이터는 SAS를 사용하여 인자분석을 수행하였다. 인자선택은 일반적으로 어휘쌍의 상관행렬의 특성치가 1보다 큰 인자의 개수를 선택하거나, 크기가 급격하게 감소하는 특성치의 전후에서 결정한다. 여기서는 이 두 가지 조건을 만족하는 개수를 선택하였다.

요인분석 후 최초로 구해진 인자를 해석하기가 어려운 경우가 발생된다. 이러한 요인 해석의 문제점을 해결하기 위하여 인자축을 회전하여 명료한 분석이 가능하다. 본 연구는 직교특성을 가지고 있는 varimax rotation 방법을 사용하였다.

(1)어휘평가에 대한 요인분석

표 5는 상관계수 행렬의 고유값들이 행 'EigenValue'에 내림차순으로 출력되어 있다. 행 'Difference'에는 고유값들의 차이, 행 'Proportion'에는 기여율, 행 'Cumulative'에는 누적기여율이 출력되어 있다.

표 5. Eigenvalue

어휘	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	2.5697	0.5101	0.2570	0.2570
2	2.0596	0.9814	0.2060	0.4629
3	1.0782	0.1517	0.1078	0.5707
4	0.9265	0.0998	0.0927	0.6634
5	0.8268	0.1156	0.0827	0.7461
6	0.7111	0.0401	0.0711	0.8172
7	0.6710	0.1572	0.0671	0.8843
8	0.5138	0.1569	0.0514	0.9357
9	0.3568	0.0704	0.0357	0.9714
10	0.2864		0.0286	1.0000

표 6. Factor Analysis 결과

전체	Factor1	Factor2	Factor3
A10	0.7443	-0.1319	-0.0136
A2	0.7345	-0.0990	0.0863
A5	0.6685	0.4991	-0.0069
A8	-0.6956	0.0920	-0.3069
A1	-0.7577	0.1648	-0.0855
A9	-0.1731	0.8110	-0.1089
A6	-0.1774	0.8047	-0.0771
A4	0.0066	0.8036	-0.0587
A3	-0.0085	-0.1055	0.8007
A7	-0.2367	0.0660	-0.7725

표 7. 음질요인과 상관 어휘

인자	관련어휘	인자명	설명비율
제1인자	신경쓰이는-편안한 불쾌한-유쾌한 날카로운-부드러운 잔잔한-격렬한 약한-센	불쾌감	31% (31%)
제2인자	맑은-탁한 가벼운-무거운 명료한-웅웅거리는	밝은감	21% (52%)
제3인자	불규칙적인-규칙적인 단순한-복잡한	정연감	11% (64%)

표 6과 표 7은 군집과 전체음원에 대한 요인분석 결과이다. 요인 1은 소음에 대한 거슬리거나 신경쓰이는 느낌을 나타내 주는 '불쾌감'이라는 말로 요약 할 수 있다. 요인 2는 소리의 중량감이나 명확함을 표현하는 인자들로 '밝은감'으로 요약하고, 요인 3은 규칙성의 정도와 복잡함을 표현하려는 '정연감'으로 명명할 수 있다. 따라서 3개의 요인은 '불쾌감'과 '밝은감', 그리고 '정연감'이라는 세 개의 보다 추상적인 어휘로 요약되었다.

3.3 음질 요인분석 및 상관성 분석

(1) SCORE 계산

다음은 선호도와 3개의 Factor와의 상관관계를 분석하기 위하여 먼저 3개로 축약된 3개의 요인은 SCORE 점수로 나타낸다. Factor1은 1번, 2번, 5번, 8번, 10번 어휘로 표현되었다. 따라서 1번, 2번, 5번, 8번, 10번의 어휘특성을 대표할 수 있는 값으로 나타내기 위해 SCORE를 구하면 각각의 요인에 해당하는 값들을 산출 할 수 있다.

표 8. 평가 어휘에 대한 Factor SCORE값과 선호도

소음원	Factor1	Factor2	Factor3	선호도
크레인	0.3460	0.6905	-0.1504	29
에어컴프레서	-0.2316	0.5390	0.4070	27
청소기	0.3030	-0.5171	0.4398	92
자판기컴프레서	-1.1113	-0.1894	-0.0635	159
중형자동차	0.2088	0.7414	0.2695	153
복사기	-0.1818	-1.2878	-0.0518	130
오거작업소음	0.1953	-0.0337	-0.4151	86
프린터	0.4717	0.0571	-0.4356	115

(2) 세개의 Factor와 선호도의 상관성 분석

Factor 1,2,3과 선호도의 관계를 각각의 변수로 하고 네 변수간의 상관분석을 하였다. 그 결과 네 변수의 상관도가 매우 낮게 조사되었다. 특히 Factor간은 최대값 0.235로 상관도가 낮아 Factor의 관계가 독립적인 것으로 판명되었다. 선호도와 Factor1,2,3 역시 최대 0.3839로 아주 낮은 상관도를 나타냈다. 따라서 선호도와 Factor는 서로 독립적인 관계로 설명되며, 음색에 의해서만 선호도를 평가할 수 없음

을 알 수 있다. 그림 4는 세 Factor와 선호도의 상관관계를 비교하였다.

표 9. 피어슨 상관 계수

H0:Rho=0검정에대항Prob> r				
	F2	F3	F4	F5
선호도	1	0.2350	-0.1328	-0.3609
Factor1	0.2350	1	0.0948	-0.3839
Factor2	0.5754	0.5754	1	0.3478
Factor3	-0.1328	0.09475	0.8234	1
	0.5754	0.8234	1	0.7821
	-0.3609	-0.3839	-0.1173	1
	0.3798	0.3478	0.7821	

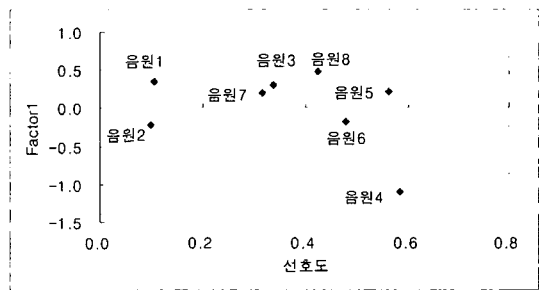


그림 4 선호도와 Factor1와의 상관 관계

(3) 선호도에 대한 세개의 Factor의 회귀 분석

세 개의 Factor와 선호도의 회귀분석 결과 R-Square값이 0.2412로 회귀식이 전체변동의 24%를 설명하고 있다. 추정된 회귀식을 정리하면, $Y = 98.88 - 30.494 \cdot \text{Factor1} - 22.182 \cdot \text{Factor2} - 19.210 \cdot \text{Factor3}$ ($R^2 = 0.2412$)로서 절편의 비중이 크게 작용한다.

추정치에 대한 유의도는 Intercept값을 제외하고 모수에 대한 t값이 $p > 0.05$ 에서 의미가 없다. 이러한 결과들로 보아 위의 회귀식 모형은 적절하지 않다. 이는 이전에 조사한 상관관계 분석에서 나타난 바와 같이 선호도와 Factor와의 상관계수가 낮아 관련성이 적음을 확인할 수 있었다. 따라서 Factor1,2,3으로 선호도를 설명하기가 어렵다.

3.4 음질요인과 Sound Quality Metrics의 상관성

주관평가 결과에서 얻은 선호도와 Factor를 Metrics 값으로 설명하고자 한다.

(1) 변수 선택

선호도와 Factor에 영향을 주는 Metrics 변수를 추출하기 위하여 순차적 회귀방법(Proc R-square)을 사용하였다. 순차적 회귀방법은 독립변수의 모든 가능한 조합에 대해 회귀분석을 수행해보고 설명력과 간명성에 비추어 최적의 변수 조합을 찾는 방법으로 즉, 네 개의 종속변수(선호도, Factor1, Factor2, Factor3)에 대한 조합을 모두 비교해 보고 R²값이 0.95이상인 값을 기준으로 최소한의 독립변수를

이용하여 회귀식을 산출하고자 한다. 표 10은 Proc R-square 수행 결과이다.

표 10. 변수선택을 위한 Proc R-square 결과

Model 선호도	Adjusted		Variables in Model
	R Square	R-Square	
Factor1	0.9218	0.9665	F2 F6 F8 F9
Factor2	0.9742	0.9926	F2 F6 F7 F9 F10
Factor3	0.9510	0.9790	F5 F8 F9 F10

선호도의 수행결과를 보면 R-Square 값이 0.95 이상의 값들 중에서 선택 변수의 수가 가장 적은 R-square = 0.9659에서 F2, F6, F8, F9 변수를 선택한다. 이와 동일한 방식으로 Factor1은 R-square = 0.9665에서 F2, F4, F6, F8 변수를 선택한다. Factor2는 R-square = 0.9926인 F2, F6, F7, F9, F10에 대하여, 그리고 Factor3은 R-square = 0.9790인 F5, F8, F9, F10의 네 개의 변수에 대한 회귀분석을 수행하고 회귀식을 산출한다.

(2) 회귀분석

다음은 Metrics가 선호도와 세 개의 Factor에 미치는 영향 및 다중회귀분석 결과분석을 통해 예측된 회귀식이다. 다중 회귀분석에서 회귀계수의 의미는 다음과 같다. 첫 번째 선호도의 회귀계수 '2933.73'은 다른 독립변수들을 제거한 또는 고정시킨 상태에서 Linear SPL이 한 단위 증가할 때 종속변수 선호도의 평균적인 변화량이다. 선호도에서 Linear SPL, Transient Sharpness, Roughness는 전반적인 선호도에 유의하게 영향을 주는 반면 Zwicker loudness(sones)와 Time Varying Loudness는 영향을 덜 주는 것으로 나타났다. 네 개의 독립변수가 전반적인 선호도를 설명하는 정도는 97%인 것으로 나타났다. Factor1의 설명정도는 97%, Factor2의 설명정도는 0.96%, 그리고 Factor3의 설명정도는 0.97%로 네 개의 종속변수의 설명정도가 높게 나타났다.

Factor와 상관도가 높은 Metrics를 살펴보면 선호도에서 나타나지 않은 SPL, Roughness, kurtosis 등의 Metrics 요소가 나타나고 있음을 알 수 있다. 이것은 앞에서 선호도와 Factor와의 상관도가 낮게 나타난 것을 잘 설명하는 것이다.

- 선호도 = 2933.75 - Linear SPL · 41.60 + Zwicker loudness(sones) · 12.58 - Transient Sharpness · 364.07 + Time Varying Loudness · 11.35
- Factor1 = -56.42 + Linear SPL · 0.65 + Pref. Speech Interference · 0.23 - Zwicker Loudness(sones) · 0.533 + Sharpness · 6.73
- Factor2 = 40.42 - Linear SPL · 0.60 + Zwicker loudness(sones) · 0.30 + Transient Loudness(sones) · 2.79 - Time Varying Loudness · 2.44 - Roughness · 36.83
- Factor3 = 0.67 - Frame Kurtosis · 1.43 + Sharpness ·

$$1.60 + \text{Time Varying Loudness} \cdot 0.01 + \text{Roughness} \cdot 3.50$$

4. 결 론

본 논문에서 SD 평가법과 PC 평가법을 이용하여 환경소음에 대한 음질의 특성을 고찰하고 이들과 음질의 물리적 특성과의 상관성을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 환경소음에 대한 음질의 특성은 3개의 어휘군으로 이루어진 3개의 요인으로 요약 할 수 있었다. 그 특성은 불쾌감, 밝은감, 정연감으로 축약할 수 있었으며, 설명도는 약 64% 정도로 나타나고 있다. 그리고 물리적 파라미터인 음질 매트릭스와의 관계는 SPL, PSI, Loudness에 지배적이나 제3요인인 정연감은 Kurtosis에 의하여 크게 지배됨을 알 수 있었다. 또한 PC법 의한 선호도 실험결과를 바탕으로 물리적 파라미터와의 관계는 SPL, Loudness, Sharpness 등에 의하여 지배되고 있으며 설명의 정도인 R²이 97% 이상을 나타내고 있다. 그러나 선호도와 요인과의 관계성은 매우 낮게 나타나고 있어 상관성이 없음을 알 수 있었다. 이는 요인 축약에 있어 3개의 요인이 설명하는 정도가 낮게 나타나고 있는 것과 유사한 경향을 보이고 있다. 또한 평가자의 평가 경향은 일관성 있게 평가한 자의 수가 약 30%에 지나지 않으나 전체 평가자 간의 일치성 판정결과 평가자 사이의 의견이 일치하게 판정되어 전체 평가자의 평가 결과가 의미 있음을 뒷받침 해 준다. 앞으로 음에 대한 레벨과 주파수 등 음질 특성변화에 따른 음질평가를 수행 음질의 불쾌도 및 음질특성을 평가할 계획이다.

후 기

본 연구는 2003년도 차세대 핵심환경기술개발사업인 "환경소음 배출소음원의 음질평가 및 관리기술개발" 과제에 대한 연구결과 일부임을 밝히며 관계자 여러분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (1) 허덕재 등, 2000, "차량 실내 소음의 음질 분석 및 모델화", 한국소음진동공학회지 제 10권 제 2호, pp.254~260
- (2) 김선우 등, 1993, "음의 심리평가를 위한 어휘의 유형화에 관한 연구", 한국소음진동공학회지 제3권 제4호, pp.361~369
- (3) 허덕재 등, 2004, "군집분석에 의한 환경소음원에 대한 특성 분류, 연구보고서", 고등기술연구원
- (4) 이종구, 2002, SAS와 통계자료 분석, 학지사
- (5) 유지성, 오창수, 1999, 현대통계학, 박영사