

## 소비자 청음 평가를 통한 냉장고 음질 평가

### Evaluation of the Sound Quality for the Refrigerator by Consumer's Sense of Hearing

주재만\* · 이제원\* · 이진경\* · 오상경\*

Jaeman Joo, Jeawon Lee, Jinkyung Lee and Sangkyong Oh

**Key Words** : Panel Test(패널평가), Subjective Evaluation(주관평가), Jury Test

#### ABSTRACT

Until now, product mostly has revealed physical quantities created by the standpoint of engineers. Consumers, however, perceive and evaluate products on the non-physical characteristics, such as feelings, emotions, and experiences in different social and cultural situations. Especially, for the household appliances such as a refrigerator, the sound is heavily related to the satisfaction of a customer who is a real user of the product and is very important factor to decide purchasing as well as visual design. Therefore, in this research, not only the simple sound pressure level but also the consumer's sense of hearing evaluate the noise from the refrigerator. And also, in order to improve the quality of sound through the design change, the consumer's evaluation is analyzed and related to the engineering quantities.

#### 1. 서 론

오랫동안 소음 분야에 종사하는 많은 연구자들은 단순히 A-weighted 음압을 이용하여 소음 분석을 수행하여 왔다. 당시에는 단순히 소음량을 저감한다는 데에만 관심이 맞추어져 있었으므로 A-weighted 음압만을 이용하는 경우에도 연구에 큰 무리가 없었다. 그러나 기술의 발달과 시장 경쟁이 치열해지면서 대부분 제품의 소음 수준이 전체적으로 내려가게 되었고, 이렇게 전체적인 음압 수준이 점점 내려가면서 단순한 소리의 크기나 강도 만으로는 더 이상 제품의 소음, 특히 소비자들이 원하는 소음의 특성을 표현하거나 평가할 수가 없게 되었다. 이렇게 제품 사용자들의 요구 사항이 점점 높아지게 되면서, A-weighted 음압 뿐 아니라 음질에 대한 관심도 높아지게 되었다.

초기에 음질 분석을 처음으로 산업 현장에서 이용한 것은 선진 자동차 회사들이었다. 그들은 일부 제품들이 분명히 더 높은 음압을 가지고 있으면서도 소비자로부터 좋은 평가를 받고 있는 이유를 알아내기 위해 처음으로 음질의 개념을 도입하기 시작하였다. 다시 말해서, 단순한 A-weighted 음압 수준 평가를 넘어 Jury test 등을 통한 음질의 분석을 시작하였으며, 근래에는 가전제품 등 다른 영역에서도 음질에 관한 연구가 확산, 진행되고 있다.

본 연구에서는 일반적인 냉장고를 대상으로 소비자 Panel 을 통한 소음만족도 평가를 수행하였으며, 그 결과를 개발자가 사용할 수 있는 물리적 수치로 나타내고자 하였다. 이렇게 제안된 물리량을 이용하여 제품 개선을 수행하였으며, 최종 개선 제품을 대상으로 다시 한번 소비자 Panel 평가를 수행함으로써 개선 효과를 검증하였다.

\* 삼성전자 생활가전연구소 요소기술

E-mail : jeawon.lee@samsung.com

Tel : (031) 218-5217, Fax : (031) 218-5196

## 2. 소비자 Panel 평가

### 2-1. 평가 방법

실제 사람을 대상으로 청감 평가를 진행하기 위해서는 당연히 평가자를 우선 선정하여야 한다. 이때 평가하고자 하는 제품의 소리에 매우 익숙하게 훈련되어 있는 전문가를 평가자로 선정할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 오히려 소음에 대한 전문적인 지식이나 교육을 받은 경험은 없으면서도 냉장고의 소음에는 친숙한 실제 소비자를 대상으로 평가자를 선정하였다.

평가는 실제 제품을 얇은 천으로 가려 제품 정보를 노출 시키지 않는 상태에서 평가실을 구성하여 Blind test 로 진행하였으며, 냉장고의 기동음, 정상 운전음, 정지음에 대해 5 점척도의 만족도 평가와 어의차이법에 의한 음질 평가를 수행하였다. 어의 차이법에 사용된 형용사는 기존의 연구 결과를 이용하여 선정하였다<sup>[1,2]</sup>.

### 2-2. 평가 결과

청감 만족도 평가는 4가지 모델을 대상으로 5점 척도로 진행하였으며, 3점 이상을 만족 수준으로 하였다. 그림 1은 기동음에 대한 만족도 평가 결과이며, 그림 2는 정상 운전음에 대한 평가이다. 두 경우 모두 모델 A와 D가 좋은 평가를 받았다. 정지음의 경우에는 처음 평가를 계획할 때의 예상과 달리, 통계적으로 전 모델에 대해 유의차가 없는 것으로 나타났으므로 더 이상의 분석을 진행하지 않았다.

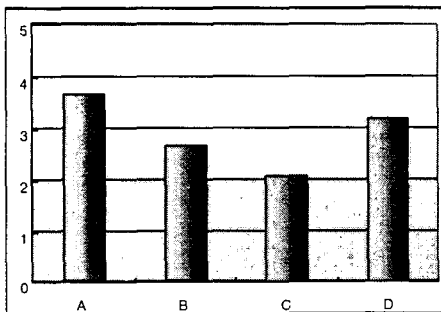


그림 1. 기동음에 대한 만족도 평가 결과

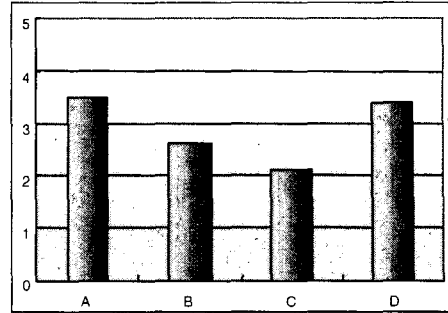


그림 2. 운전음에 대한 만족도 평가 결과

### 2-3. 원인 분석

소비자 평가를 마친 후에는, 그에 대한 원인 분석을 수행하였다. 우선은 전통적인 소음 평가 방법을 이용하여 냉장고의 전/후/좌/우 각 1m 지점에서 음압을 측정하였으며, ISO3741 과 EN28960에 의거하여 냉장고 음향 파워를 측정하였다. 또 냉장고 전면 1m 높이 1m 지점에서 Head Acoustic사의 artificial head 를 이용하여 음질 인자 (Zwicker parameter) 분석<sup>[3]</sup>을 수행하였다.

표 1. 운전음에 대한 Zwicker parameter 분석

	A	B	C	D
Loudness	4.1	3.6	4.3	4.0
Sharpness	0.608	0.795	0.837	0.642
Roughness	0.214	0.203	0.203	0.190
F/strength	0.116	0.150	0.111	0.077
만족도	3.51	2.60	2.10	3.39

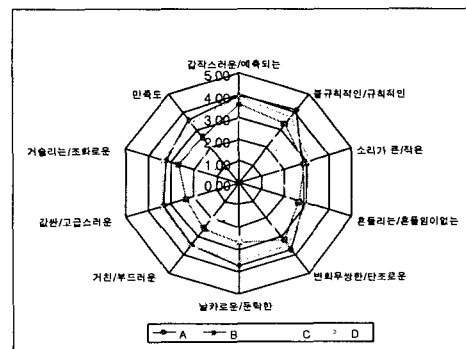


그림 3. 운전음에 대한 어의차이법 분석

모든 측정 인자들을 대상으로 만족도 평가 결과와의 상관 관계를 분석한 결과, sharpness 가 이번 평가 결과에 가장 큰 영향을 미친 인자로 나타났다. 또한 어의차이법에 의한 평가에서도 날카로움의 느낌이 평가 결과에 가장 밀접한 것으로 나타났다.

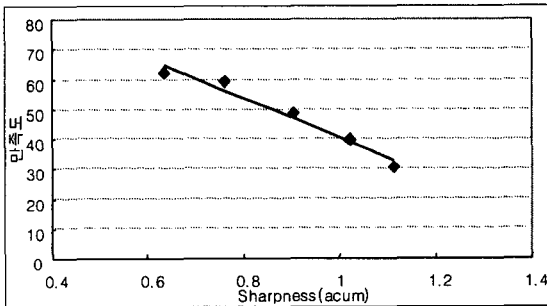


그림 4. Sharpness 에 대한 Jury 평가 분석

그림 4 에는 주 인자로 나타난 Sharpness 에 대하여 Jury 평가를 수행한 결과를 보였다. 각 모델의 음원에 대하여 인위적인 수정을 가하여 동일한 Loudness 를 가지면서 Sharpness 는 다르도록 수정 작업을 진행하였다. 이렇게 수정된 음원들을 이용하여 30 명의 Jury 를 대상으로 주관 평가를 수행하였으며, 그 결과 만족도 3 점 수준을 얻기 위해서는 Sharpness 가 0.7acum 이하가 되도록 관리하여야 한다는 결론을 얻을 수 있었다.

### 3. 음질 개선

#### 3-1. 개선 설계

2 장에서 분석된 결과에 따라, 평가를 진행하였던 4 가지 모델 중에서 상대적으로 좋지 않은 평가를 받았던 2 개 모델, 즉 모델 B 와 C 에 대해 Sharpness 를 개선하기 위한 개선 설계를 진행하였다.

우선 2 장의 상세 분석을 통해 냉장고용 NC 곡선(Noise Criteria Curve)을 선정하고, 현재 사양에서 Sharpness 와 관계가 있다고 판단되는

설계인자에 대하여 인자 분석을 수행하였으며, 이 결과를 바탕으로 개선 설계를 수행하였다. 개선된 모델은 기존의 실험 분석을 통해, 목표로 하는 NC 곡선을 만족하는지를 확인하였으며, 최종적으로 개선 모델에 대하여 2 차 Panel 평가를 통한 개선 검증을 수행하였다. 이때 1 차 Panel 평가와의 상호 비교를 위하여 1 차 평가에 사용했던 시료에 대해서도 함께 2 차 평가를 재차 수행하였다.

#### 3-2. 개선 적용 결과

2 차 Panel 평가에서는 기존의 1 차 평가에서 사용하였던 모델 A-D 와 함께, 모델 B 와 C 에 대해 개선 설계를 적용한 모델을 추가하여 진행하였으며, 그림 5 에서 빗금으로 표시한 모델이 각각의 개선 모델이다.

이 결과에서 알 수 있듯이, 개선설계를 적용한 모델의 경우, 기존의 1 차 평가와 비교하여 소비자 만족도가 매우 향상된 것을 확인할 수 있었다. 또한 통계적으로도 각 개선 모델은 1 차 평가와 비교하여 유의차가 있는 것으로 분석되었으므로, 유의한 개선 효과가 있음을 확인하였다.

또한 모델 A 와 D, 그리고 개선모델 B 와 C 는 사이에는 모두 통계적으로 유의차가 없는 것으로 나타났다. 결국 개선 모델을 고려하는 경우, 모델 A 부터 D 까지 통계적으로 동일한 소비자 만족도를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

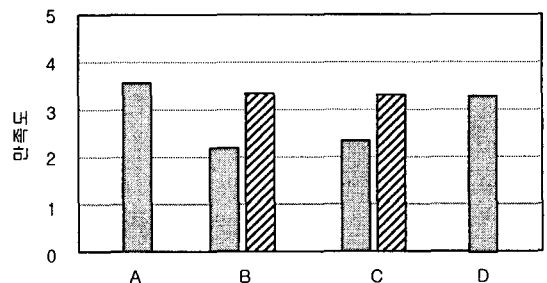


그림 5. 개선모델에 대한 만족도 평가 결과

이번에는 모델 B 와 C 에 있어서 실제로 만족도가 개선되는 데에 대해 어떤 부분이 가장 크게 기여하였는지를 분석하였다. 표 2 의 Zwicker parameter 분석을 통해 sharpness 가 개선되었음을 확인하였다. 특히 모델 B 의 경우에는, 개선과정을 통해 Loudness 가 오히려 증가했음에도 만족도가 크게 향상됨을 확인하였다. 또한 그림 6 의 어의 차이법 분석을 통해서도 날카로움과 거친의 느낌이 개선되었음을 확인할 수 있었다.

표 2. 개선 모델에 대한 Zwicker parameter 분석

	기존 B	개선 B	기존 C	개선 C
Loudness	3.6	3.7	4.3	4.1
Sharpness	0.795	0.617	0.837	0.673

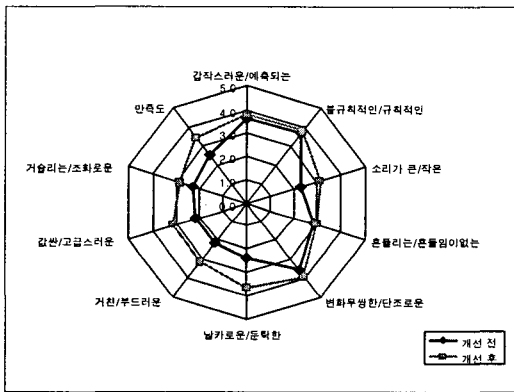


그림 6. 모델 C에 대한 개선 효과 분석

#### 4. 결론

본 연구에서는 4 가지 모델의 냉장고에 대하여 소비자 청음 평가를 통한 음질 평가를 수행하였다. 그 결과를 기존의 여러가지 실험 방법을 통해 얻어진 데이터와 상관 분석을 수행함으로써

개발자가 쉽게 이해할 수 있는 인자로 표현하고자 하였으며, 또한 주관 평가를 통해 NC 곡선을 도출하였다. 제안된 NC 곡선은 향후 냉장고 개발 시에 중요한 설계 수단으로 사용될 수 있을 것이다. 또한 실제로 제안된 NC 곡선을 만족하기 위한 개선 설계를 진행하였으며, 개선된 모델에 대해 다시 한번 소비자 Panel 평가를 수행함으로써, 그 효과를 검증하였다.

본 연구를 통해 지금까지 냉장고 소음의 청감을 좌우하는 유일한 인자로 인식되어 왔던 소리의 강도, 즉 Loudness 외에 다른 인자들도 청감에 영향을 주는 것을 확인하였다. 물론 그렇다고 소리가 강도가 무의미한 인자라는 결론은 있을 수 없다. 그러나 소리의 Loudness 가 어느 정도 낮아진 상태에서는 다른 인자들에 대해서도 설계 시에 고려를 하여야 함을 확인하였다.

#### 참고 문헌

1. 이제원, 주재만, 오상경, 이나경, "가전 제품의 음질 향상을 위한 음설계 연구", 2003 년 한국소음진동공학회 춘계 학술 대회, 목포
2. 주재만, 김영현, 이제원, 오상경, "가전 제품의 소음에 대한 음질 평가", 2003 년 한국소음진동공학회 춘계 학술 대회, 목포
3. E. Zwicker, H. Fastl, *Psychoacoustics; Fact and Models*, 2<sup>nd</sup> edition (Springer, 1999)