

# 청감실험을 통한 고품질 TV set 소음평가에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Noise Evaluation of H.D. TV sets by Psycho-acoustic Experiments

이 주 엽\* · 이 태 강\* · 김 희 진\*\* · 김 선 우†

Ju-Yeob Lee, Tai-Gang Lee, Hye-Jin Kim and Sun-Woo Kim

(2006년 4월 11일 접수 ; 2006년 7월 28일 심사완료)

**Key Words** : LCD(liquid crystal display), PDP(plasma display panel), Sound Modulation(음원변조), Psycho-acoustic Experiment(청감실험), Noise Evaluating Vocabulary(소음평가어휘), Factor Analysis(요인분석)

### ABSTRACT

The purpose of this study is to propose the proper vocabularies for evaluating H.D TV set fan noise. To achieve this goal, psycho-acoustic experiments were carried out with TV set fan noise modulated at specific frequency band. Finally, a correlation analysis between vocabularies, and a factor analysis of psycho-acoustical responses were conducted. As a result of this study, followings are suggested. Analyzing the psycho-acoustical response corresponding to the various sound level, the higher the sound levels, the higher the response values were. It is estimated that the sound level determined psycho-acoustical responses. On the degree of response to fan noise, the initial level of negative feeling is located on 35~40 dB(A). The factor of evaluating H.D. TV set fan noise has induced three the appropriate korean adjectives; Irritate, Monotonous, stuffy and dryness. The result of this study may be used to evaluate the acoustic threshold level for indoor noise or a basis for specifying the desired acoustic environment of dwellings.

### 1. 서 론

최근 웰빙의 추세와 더불어 TV set는 고품질화, 대형화 되어 매우 다양한 형태로 개발되고 있다. 그 중에서 고부가가치 산업으로 각광받고 있는 LCD·PDP TV set의 경우에는 다양한 용도로 보급되기 위해 단기간에 대형화되고 있는 추세임을 각종 매체를 통해 확인할 수 있다.

그러나, TV 시장을 선도하는 두 방식 모두 화상

재생방식에 따른 문제점을 안고 있다. PDP TV set의 경우 패널 자체의 발열과 높은 전압을 만들기 위한 변압회로 부근의 고열로 인하여 급격히 온도가 상승하게 되어 회로가 타거나 회로의 기능 저하를 유발하는 요인이 되기 때문에, 기존의 브라운관 TV와는 달리 안정적으로 냉각할 수 있는 냉각팬의 설치가 필수적이라 할 수 있다. 이 팬의 작동으로 인한 기류의 흡·배기음, 웬 구조체 거취로 인한 진동 등으로 인해 PDP 소음 증가의 원인이 되고 있다. 또한, PDP 소음의 특성상 후면에 부착되는 냉각팬의 소음은 TV 청취 및 설치의 특성상 벽면에 근접하게 설치되어 웬 소음의 벽면반사가 일어나며, 이는 야간시간대 낮은 볼륨의 작동 및 실내의 낮은 배경소음으로 인해 주요한 소음원으로 인식되기도 한다<sup>(1, 2)</sup>. LCD TV의 경우 2개의 얇은 유리판 사이에

† 책임저자; 정희원, 전남대학교 건축학부  
E-mail : swkim@chonnam.ac.kr  
Tel : (062) 530-1635, Fax : (062) 530-0780  
\* 정희원, 전남대학교 공업기술연구소  
\*\* (주)LG전자 TV제품연구소

고체와 액체의 중간물질인 액정을 주입해 상하 유리 판위 전극의 전압차로 액정분자의 배열을 변화시킴으로써 명암을 발생시켜 숫자나 영상을 표시하는 일종의 광스위치 현상을 이용하고 있다<sup>(3)</sup>. 전압을 가하여 빛이 발생하기 때문에 내부 발열로 인한 냉각팬의 이용이 필수적이며 팬 자체의 소음뿐만 아니라, 공기 통로 및 주변 구조물에 의한 소음과 진동 등이 증폭되어 배경소음이 낮은 심야시간의 주요한 소음원으로 작용할 수 있다.

이는 이용자를 통한 민원의 발생 가능성이 현실로 나타나고 있고, 적용상에 있어 적절한 평가의 기준이 제시되어 있지 않으므로 TV set 개발단계에서부터 소음제어에 대한 고려가 필요한 실정이다. TV set을 비롯한 다양한 종류의 소음은 도시화와 산업화로 인한 사회문제의 하나로써 생활의 질적 향상과 밀접한 관계가 있으며, 인간은 소음의 직접적이거나 간접적인 자극에 대한 반응관계를 통해 주관적 가치 판단으로서 결론을 내리게 된다. 이러한 소음문제에 대해 인간의 감각적 반응정도를 파악한 소음대책을 수립하기 위해서는, 소음을 보다 정량적으로 판단하여 실생활에 적용시킬 필요가 있다.

따라서 이 연구에서는 소음을 물리적으로 측정하고 수음자의 객관적인 반응을 정량화하는 과정으로 비음향학적인 요소를 최소화한 청감실험을 통해 고화질 TV set 소음을 평가할 수 있는 측정 도구를 추출하는 연구를 진행하였다. 그 과정으로 다양한 소음레벨에 대응하는 피험자의 심리반응치를 분석하기 위해 음원변조 청감실험을 실시하였다. 그 결과 피험자가 부정적으로 인식하는 소음레벨을 분석하였으며, 요인분석을 통한 평가어휘 추출을 통해 고화질 TV set에 대한 음질평가(sound quality rating) 및 추후 소음기준 설정을 위한 가이드라인을 제시하였다.

## 2. 청감실험

이 연구의 목적은 고화질 TV set의 다양한 소음레벨에 대응하는 심리반응치와 평가척도를 산출하는데 있으므로, 고화질 TV set의 소음을 녹음하여 음원변조(sound modulation) 청감실험에 사용하였다. 청감실험용 음원 제작의 기본 개념은 무향실과 잔향실에서 측정된 TV set의 음압레벨로부터 ISO 3745

(자유음장에서의 파워레벨 측정방법)와 3741(잔향음장에서의 파워레벨 측정방법)에 따라 음향파워레벨을 산출한 후 음원의 주파수 스펙트럼 분석을 실시하여 높은 음향파워레벨을 보이는 주파수 대역의 파워레벨을 저감하거나 음원의 전체 레벨을 변화시킨 다양한 음원을 작성하여 피시험자가 청취토록 하는 것이다.

청감실험에 사용된 고화질 TV set의 종류는 LCD 52" 와 PDP 50" 로서 현재 국내에서 가장 상용화가 되고 있는 규격으로 하였다. 우선 각 TV set의 소음을 무향실험실과 잔향실험실에서 녹음하고, 측정된 결과를 바탕으로 주파수 분석을 실시하였다. 무향실에서의 소음측정은 측정 대상인 각각의 TV set을 무향실 내에 측정 구면법을 적용할 수 있는 무향실의 중심에 설치한 후, 실제 사용되는 상태에 준하는 상태로서 TV 자체 볼륨은 0으로 설정한 후, no loading(idling) 상태에서 20개의 측정 구면 포인트 측정을 실시하고, TV set 웬소음 정확한 녹음을 위해 TV set 후면 30 cm 거리에서 3회에 걸쳐 녹음을 실시하였다.

무향실 측정에 의한 음향파워레벨 산출 결과에 대한 신뢰도를 분석하기 위해 잔향실험실에서 측정에 의해 산출된 음향파워레벨 결과와 주파수 스펙트럼 비교분석을 실시하였다. 음향파워레벨 측정을 위한 마이크로폰 위치는 잔향실 내부 각 벽면으로부터 1.5 m 이상 이격시키고, 실의 중심부 바닥에 TV set을 설치하였으며, 음원의 발생은 무향실에서의 측정조건과 동일하게 하였다.

Fig. 1은 무향실과 잔향실에서 측정된 데이터로부터 산출된 음향파워레벨을 비교한 결과를 주파수 대

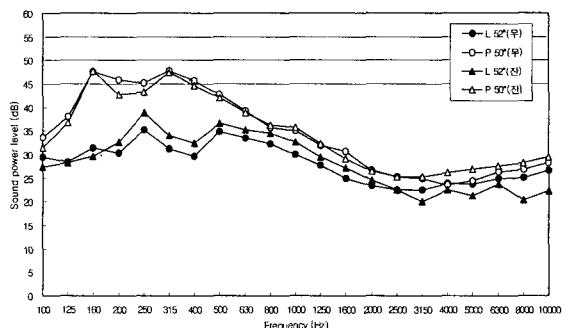


Fig. 1 Comparison of sound power level between anechoic room and reverberation room<sup>(4)</sup>

역별로 나타낸 것이다. 음장의 종류와 관계없이 대부분의 주파수 대역에서 유사한 패턴을 보이는 것으로 나타났다. TV set의 종류별로는 LCD의 경우 250 Hz 대역에서 높은 레벨값을 보이고 있으며, PDP는 160 Hz, 315 Hz 대역에서 높은 소음레벨을 보이고 있어 주로 저주파수 대역에서 소음레벨이 결정되고 있음을 확인하였다. 두 방식 간의 음향 파워 레벨차는 PDP 방식이 LCD 방식에 비해 약 6~8 dB 높게 나타났다.

상기 결과로부터 이 연구에서는 소음레벨에 영향을 주는 주파수 대역에 대한 레벨변조를 실시하였다. LCD의 경우에는 250 Hz 대역에서 5 dB을 하향 조정하고, 이 연구와 관련된 선행연구<sup>(4)</sup> 결과로부터 LCD 44" TV set의 경우 저주파수 대역인 100 Hz 대역의 음향파워레벨이 250 Hz 대역의 레벨에 근사하고 있음을 감안하여 100 Hz 대역을 추가적으

로 하향 조정하였다. PDP의 경우에는 160, 315 Hz 대역에서 5 dB을 하향 조정하였다. 또한, 저주파수 대역과 중고주파수 대역에 따른 차이를 보고자 100 ~ 500 Hz 대역을 5 dB 하향 조정한 경우와 630 ~ 1000 Hz 대역을 5 dB 하향 조정한 경우로 나누어 주파수 변조를 실시하였다.

동시에 피험자에게 제시되는 음원의 A-특성 소음레벨은 A-보정 음향 파워 레벨의 결과를 감안하여 조절하였다. Table 1은 무향실과 잔향실에서

Table 1 A-weighted sound power levels

Division	(dB(A))	
	Anechoic room 1/1 Oct.	Reverberation room 1/1 Oct.
LCD 52"	39.9	41.5
PDP 50"	48.0	47.4

Table 2 Sound source for psycho-acoustic experiment

Sound source	TV type	Characteristic of sound source	Presentation level, dB(A)	Source number	
Level modulation at overall frequency band	PDP 50"	SPL at dummy head	55	S23	
		SPL at dummy head	50	S08	
		SPL at dummy head	45	S12	
		SPL at dummy head	40	S01	
		SPL at dummy head	35	S14	
		SPL at dummy head	30	S22	
	LCD 52"	SPL at dummy head	45	S09	
		SPL at dummy head	40	S11	
		SPL at dummy head	35	S18	
		SPL at dummy head	30	S02	
	Level modulation at specific frequency band	PDP 50"	▽5 dB at 160 Hz	50 <sup>a)</sup>	S24
			▽5 dB at 315 Hz		S03
▽5 dB at 160, 315 Hz			S16		
▽5 dB at 100~150 Hz			S06		
▽5 dB at 630~1000 Hz			S20		
▽5 dB at 160 Hz			40 <sup>b)</sup>	S10	
▽5 dB at 315 Hz				S25	
▽5 dB at 160, 315 Hz				S15	
▽5 dB at 100~150 Hz				S04	
▽5 dB at 630~1000 Hz				S19	
LCD 52"		▽5 dB at 100 Hz	40 <sup>c)</sup>	S05	
		▽5 dB at 250 Hz		S21	
		▽5 dB at 100, 250 Hz		S13	
		▽5 dB at 100~500 Hz		S07	
		▽5 dB at 630~1000 Hz		S17	

\* a)b)c) 제시된 음원의 레벨은 PDP 50" 50, 40 dB(A), LCD 52" 40 dB(A) 음원을 기준으로 해당 주파수 대역별로 레벨 변조를 실시한 후, 음원재생시 Head & Torso simulator를 활용하여 조절한 master level 값을 의미함.

측정된 소음레벨에 대하여 ISO 3745 Annex H<sup>(5)</sup>과 ISO 3741 Annex F<sup>(6)</sup>에서 제시하는 방법(1/3 옥타브 밴드 음향 파워 레벨로부터 1/1옥타브 밴드 음향 파워 레벨과 A-보정 음향 파워 레벨 계산)을 이용하여 A-특성 음향 파워 레벨을 산출한 결과이다.

청감실험을 위한 음원을 제시하는 과정에서 청취 레벨의 변조는 우선 소음 청취레벨을 감안하여 최대 청취레벨은 각 음원의 파워레벨을 초과할 수 없다는 점을 고려하였다. LCD 방식은 30~40 dB(A)의 범위에 벽면반사를 고려한 5 dB 상향 조정된 45 dB(A)을 추가하고, PDP 방식은 30~50 dB(A)의 범위에 55 dB(A)를 추가하여 5 dB 간격으로 중·경감된 레벨변조 음원을 제작하였다. 이 연구와 관련한 선행연구<sup>(4)</sup>로부터 무향실조건에서 TV set 후면부에 흡음재와 반사재를 설치하여 그 차이를 분석한 결과에 따르면, 400~1600 Hz 대역에서 3 dB의 소음저감 효과를 확인한 바 있다. 그러나 이 연구에서 5 dB 간격으로 제시한 이유는 인간의 청감반응 등급의 변화량에 가장 잘 대응하는 소음에 대한 만족도 비율 20% 변화량에 관한 자극-반응의 관계<sup>(7)</sup>로부터 기인하였다.

주파수 대역별 레벨 변조 후 최종 제시된 음원의 개수는 25개이며, 주요 제시레벨과 음원변조 특성은 Table 2와 같다.

청감실험에 사용된 평가어휘로는 TV set 웬소음을 가장 잘 표현한다고 할 수 있는 어휘 추출을 위한 연구<sup>(4)</sup>를 통해서 도출된 ‘신경쓰인다(irritate)’, ‘끊임없다(continuous)’, ‘들기싫다(disagreeable)’, ‘거슬린다(strident)’, ‘불만족스럽다(dissatisfied)’, ‘단조롭다(monotonous)’, ‘방해된다(disturbed)’, ‘삭막하다(dreary)’, ‘감정이없다(have no feeling)’, ‘재미없다(uninteresting)’, ‘바람직하지않다(undesirable)’, ‘싫다(dislike)’, ‘성가시다(annoyance)’, ‘건조하다(dryness)’, ‘공허하다(empty)’, ‘답답하다(stuffy)’, ‘규칙적이다(regular)’의 17개의 평가어휘를 사용하였다.

이 어휘를 통해서 물리적 자극이라고 할 수 있는 레벨의 변화 또는 주파수 변조된 다양한 자극에 대한 반응의 정도를 가늠하게 되는데, 어휘 척도에 따른 반응의 정도는 Table 3과 같이 7단계 단극적으로 설정하였다. 각 응답척도에 대한 만족도는 7점(매우 ~하다), 6점(상당히 ~하다), 5점(~하다), 4

점(약간 ~하다, 중성점(neutral point)), 3점(그다지 ~하지 않다), 2점(거의 ~하지 않다), 1점(전혀 ~하지 않다)의 의미를 갖도록 하였다.

청감실험은 전남대학교 건축음향연구실내 청감실험실에서 23~47세의 정상청력을 지닌 청감실험 경험이 있는 32명을 대상으로 하였다. 또한, 실험은 피험자로 하여금 야간시간대 및 TV set이 낮은 볼륨임을 주지시키고, 거주자의 집안이라는 느낌이 들도록 편안한 자세에서 실험을 실시하도록 하였다. 음원의 재생은 4-채널 헤드폰 분배기를 통해 제시하였으며, 1-채널은 Head & Torso simulator에 연결하여 실험과 동시에 제시되는 음원의 이상 유무를 확인하였다. 음원의 제시 순서는 Table 2에 표현한 바와 같이 랜덤으로 배열하였다. 각각의 해당 음원은 들려주기에 앞서 신호음(signal sound)을 제시한 후, 3초 후에 음원을 40초간 제시하였으며, 음원이 끝나면, 5초의 여유시간을 두고 응답자가 충분한 시간을 갖고 다음 음원에 대비토록 하였다. 또한, 이 실험에 앞서 예비실험을 실시하여 청취레벨과 실험 조건에 익숙해지도록 하여 실험을 취지를 충분히 숙지하도록 유도하였다.

Table 3 Answer sheet

Vocabulary	Response scale						
	Extremely		Normal			Never	
Irritate	7	6	5	4	3	2	1
Continuous	7	6	5	4	3	2	1
Disagreeable	7	6	5	4	3	2	1
Strident	7	6	5	4	3	2	1
Dissatisfied	7	6	5	4	3	2	1
Monotonous	7	6	5	4	3	2	1
Disturbed	7	6	5	4	3	2	1
Dreary	7	6	5	4	3	2	1
Have no feeling	7	6	5	4	3	2	1
Uninteresting	7	6	5	4	3	2	1
Undesirable	7	6	5	4	3	2	1
Dislike	7	6	5	4	3	2	1
Annoyance	7	6	5	4	3	2	1
Regular	7	6	5	4	3	2	1
Dryness	7	6	5	4	3	2	1
Empty	7	6	5	4	3	2	1
Stuffy	7	6	5	4	3	2	1

### 3. 실험결과 및 분석

실험결과를 분석하기 위해 회수된 자료의 유효여부를 판정한 후 SPSS 10.0을 이용하여 득점된 결과를 바탕으로 어휘별 심리반응치 변화량 분석을 통해 다양한 소음레벨에 반응하는 심리반응관계를 살펴보았다. 또한, 청감반응 분석에 활용된 어휘간 상관관계 분석을 실시하여 높은 상관성은 갖는 주관적 평가어휘를 도출하고, 최종적으로 각각의 TV set 쉼소음에 대한 요인분석을 실시하여 주요 요인군을 도출하였다.

#### 3.1 각 음원에 대한 어휘별 심리반응치

우선적으로 다양한 음원에 따른 심리반응치의 변화량과 어휘별 민감도를 분석하기 위해 25개 음원 전체에 대한 어휘별 평균값을 Fig. 2에 표현하였다. 다양한 레벨 및 주파수 변조를 통한 음원의 수가 많기 때문에 주요 어휘에 대한 반응치는 ‘매우 그렇다’에서 ‘전혀 그렇지 않다’까지 다양하게 분포하는 것으로 나타났다.

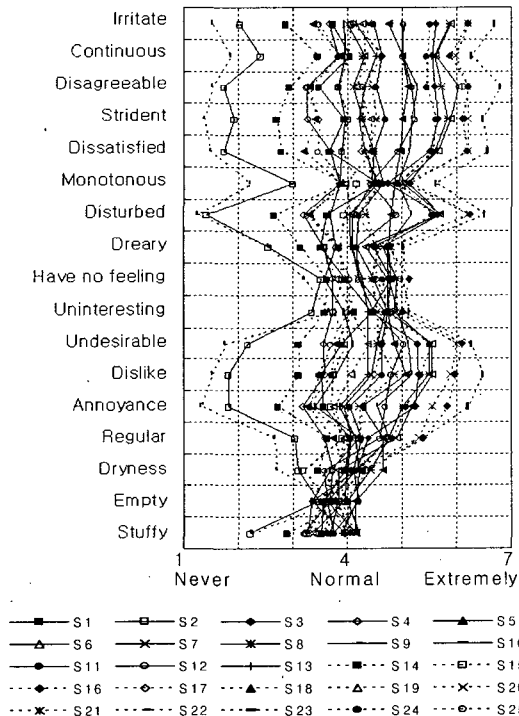


Fig. 2 Subjective responses for all sound sources

어휘별 반응편차를 분석한 결과 ‘감정이 없다’, ‘재미없다’, ‘건조하다’, ‘공허하다’, ‘답답하다’ 등의 어휘는 변동의 폭이 작게 나타나고 있다. 특히, ‘공허하다’라는 어휘에 해당하는 반응치는 평균 4점(보통이다)을 중심으로 분포하면서 레벨에 따른 편차가 거의 없는 것으로 나타나, 제시레벨 및 주파수 변조에 따라 영향을 받지 않고 있음을 확인할 수 있다. 이는 17개의 TV set 쉼소음 표현성 어휘 중 ‘공허하다’는 평가를 위한 어휘로 활용하기에 부적절함을 보여주는 결과이다.

제시된 TV set 소음레벨에 대응하는 심리반응치로부터 부정적인 소음 지각이 시작되는 레벨을 분석하기 위해 LCD, PDP 각 방식에 있어 전주파수 대역에서 레벨변조를 실시하여 제시한 음원들에 대한 응답결과를 Fig. 3, 4에 표현하였다.

Fig. 3은 LCD TV set의 레벨 변조에 의한 청감반응치를 그래프로 나타낸 것으로서, 주요한 분포양상은 음원의 제시 레벨에 높을수록 소음에 대한 부정적 반응치가 높게 나타나고 있다. 제시 레벨에 따른 각각의 결과를 살펴보면, 가장 낮은 레벨로 제시되었던 30 dB(A)의 경우에는 ‘전혀 그렇지 않다’와 ‘보통이다’의 중간부에 위치하고 있으며, 35 dB(A)는 ‘보통이다’에 근접하지만, ‘그렇지 않다’쪽에 분포함으로써 피험자의 청감상 35 dB(A)의 레벨은 부정적 소음인식의 정도가 낮은 것으로 나타났다. 40 dB(A)와 45 dB(A)의 경우에는 평가척도의 중성선(보통이다(4점), 이하 neutral line)을 넘어 부정적인 소음인식 레벨임을 보여주고 있다.

Fig. 4는 PDP 방식의 레벨 변조에 의한 청감반응치를 그래프로 나타낸 것이다. 제시된 5 dB 간격의 레벨에 따라 일부 어휘를 제외하고는 대부분의 어휘에서 약 1점의 변화량으로 나타나고 있다. 제시레벨 30 dB(A), 35 dB(A)에서의 응답은 ‘그렇지 않다’에 위치하고 있으며, 40 dB(A)에 대한 응답은 neutral line에 위치하고 있으며, 그 이상의 레벨인 45, 50, 55 dB(A)에서는 소음에 부정적인 응답을 보이는 것으로 나타났다.

LCD와 PDP TV set 두 방식 모두에 있어 35 dB(A)~40 dB(A)에서 소음에 의한 심리적인 영향이 시작되고 있음을 확인할 수 있다. 이를 바탕으로 고화질 TV set 소음에 대한 실내 소음 기준을 설정

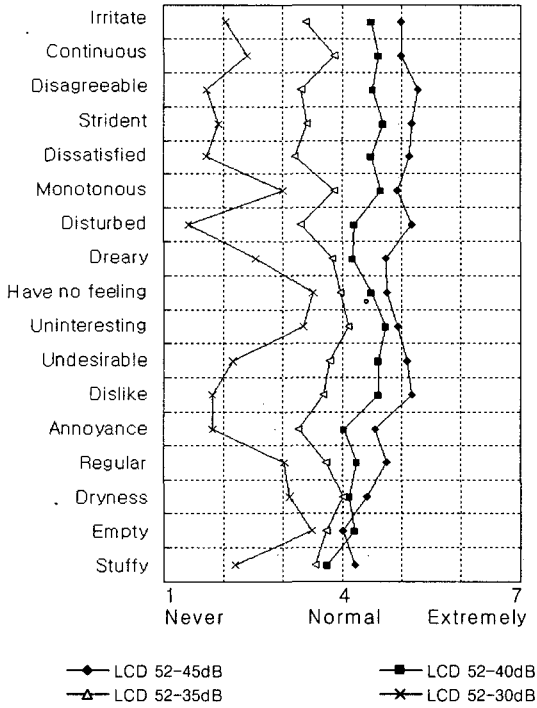


Fig. 3 Subjective responses on the level modulation of LCD TV

하는 과정에서 청감반응에 의한 35 dB(A)의 청취조건과 추후 진행되어질 실제 TV set 사용 환경의 소음레벨을 동시에 고려할 필요가 있다.

어휘별 반응치를 분석한 결과, 제시 레벨 조건에 따라 부정적인 반응을 보이는 어휘들로는 '신경쓰인다', '끊임없다', '듣기싫다', '거슬린다', '불만족스럽다', '방해된다', '바람직하지 않다', '싫다', '성가시다' 등으로 주로 불만족스러우며 불쾌감을 나타내는 어휘들임을 확인하였다.

특정 주파수 대역에 대한 소음제어를 실시하여 피험자의 심리반응치를 분석한 결과를 Fig. 5, 6, 7에 표현하였다.

LCD 52" TV set의 경우, 변조전과 변조후의 결과가 대부분의 어휘에 있어 1점 척도 내에 분포하는 것으로 나타나 일정 레벨에 의해 영향을 받을 경우, 특정 주파수 대역의 소음제어에 따른 영향을 받지 않음을 나타내는 결과이다.

PDP 50" TV set에 대한 응답치를 분석한 결과, LCD 40 dB(A)처럼 주파수 변조전과 변조후의 반응치의 평균의 편차가 1점 척도내에 분포하는 것으로

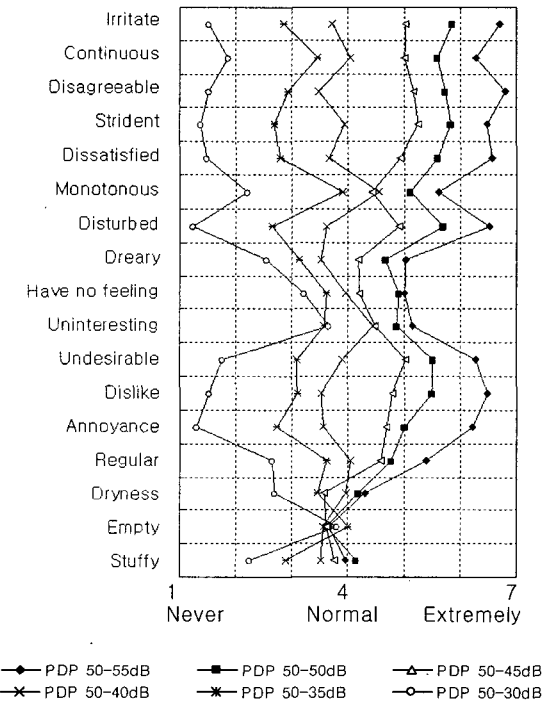


Fig. 4 Subjective responses on the level modulation of PDP TV

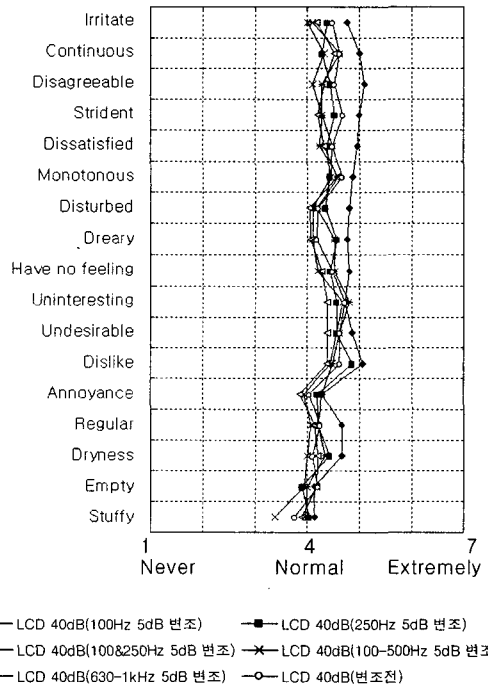


Fig. 5 Subjective responses on the level modulation at specific frequency of LCD TV(reference 40 dB(A))

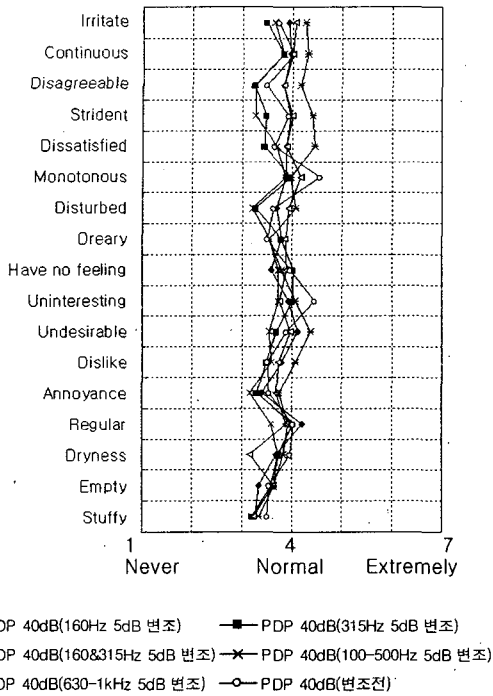


Fig. 6 Subjective responses on the level modulation at specific frequency of PDP TV(reference 40 dB(A))

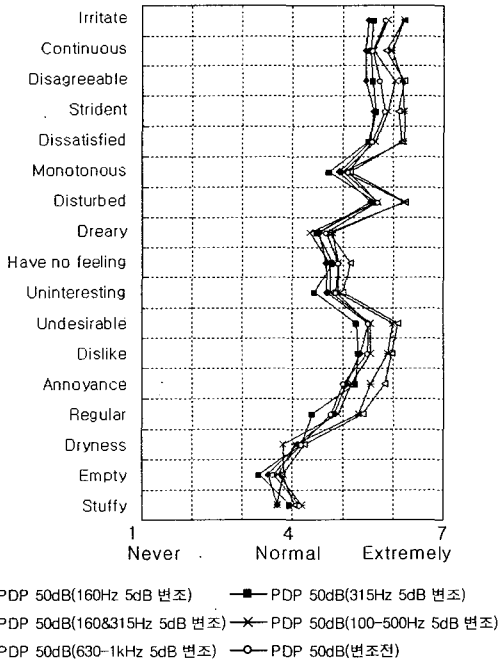


Fig. 7 Subjective responses on the level modulation at specific frequency of PDP TV(reference 50 dB(A))

나타났다. PDP 40 dB(A)에 대한 주파수 레벨 변조에 대한 응답은 전반적으로 neutral line부근에 위치 하면서, 주파수 변조에 대한 특정 개선효과를 보여 주지 못하고 있다.

PDP 50" 레벨 50 dB(A)의 주파수 변조에 따른 청감반응의 평가값을 분석한 결과, 주요 평가값의 분포는 '보통이다'를 상회하면서 '매우 그렇다'에 가깝게 분포하는 것으로 나타났다. PDP 50" 레벨 50 dB(A)의 경우 주파수 변조전과 변조 후 사이에 큰 차이는 없으나, 100 Hz와 315 Hz 대역을 5 dB 감소시켰을 경우와 630~1,000 Hz 대역을 5 dB 감소시켰을 경우 오히려 변조전보다 주요 평가값 분포가 오른쪽으로 이동하고 있다.

일단 매우 강한 소음의 이미지로 반응하는 레벨이 높은 경우, 주파수 변조에 따른 청감상의 개선효과는 나타나지 않으며, 주요 어휘별 패턴도 유사함을 확인할 수 있다.

### 3.2 어휘간 상관관계 분석

구동방식에 의한 추출 어휘간 상관관계를 살펴봄으로써 서로 높은 상관성을 갖는 주관적 평가어휘를

Table 4 Correlation coefficient between evaluating vocabularies of LCD TV set ( $R^2$ )

Vocabulary	Disagreeable	Strident	Dissatisfied	Disturbed
Disagreeable	1			
Strident	.914	1		
Dissatisfied	.901	.912	1	
Disturbed	.908	.901	.905	1

\* 상관계수는 0.01수준(양쪽)에서 유의함.

Table 5 Correlation coefficient between evaluating vocabularies of PDP TV set ( $R^2$ )

Vocabulary	Irritate	Disagreeable	Strident	Dissatisfied	Disturbed	Undesirable	Dislike
Irritate	1						
Disagreeable	.925	1					
Strident	.917	.932	1				
Dissatisfied	.923	.922	.924	1			
Disturbed	.906	.907	.919	.922	1		
Undesirable	.857	.873	.866	.911	.884	1	
Dislike	.899	.916	.897	.924	.899	.911	1

\* 상관계수는 0.01수준(양쪽)에서 유의함.

찾고자 하였다. 분석은 이변량 상관계수를 구하는 방법으로 Pearson의 상관계수를 이용하였으며, 유의성 검증은 주로 0.01수준(양쪽) 검증으로 하였다.

Table 4, 5는 응답에 사용된 17개 어휘 중 0.9 이상의 높은 계수를 보이는 결과만 요약한 것이다.

LCD 52" 의 경우 듣기싫다-거슬리다, 듣기싫다-불만족스럽다, 듣기싫다-방해된다, 거슬리다-불만족스럽다, 거슬리다-방해된다, 불만족스럽다-방해된다 등이 0.9 이상이 높은 상관성을 갖는 것으로 나타났다. 전반적으로 불만족스러운 불쾌감을 나타내는 어휘인 '듣기싫다', '거슬리다', '불만족스럽다', '방해된다' 에서 높은 결과를 보이고 있다.

PDD 50" 의 평가어휘간 상관관계를 분석한 결과, 항목간 상관관계는 신경쓰인다-듣기싫다, 신경쓰인다-거슬리다, 신경쓰인다-불만족스럽다, 신경쓰인다-방해된다, 듣기싫다-거슬리다, 듣기싫다-불만족스럽다, 듣기싫다-방해된다, 듣기싫다-싫다, 거슬리다-불만족스럽다, 거슬리는-방해된다, 불만족스럽다-방해된다, 불만족스럽다-바람직하지 않다, 불만족스럽다-싫다, 바람직하지 않다-싫다 등이 0.9 이상이 높은 상관성을 갖는 것으로 나타났다. 특히, LCD 방식에 비해 PDP 방식에서 각 어휘들간에 보다 높은 상관성을 보이는 것은 PDP TV set의 음향 파워 레벨이 LCD보다 높기 때문이다.

### 3.3 요인분석

어휘추출을 위한 청감실험 결과를 바탕으로 TV set(LCD, PDP) 웬소음 평가에 적합한 독립적인 요인을 추출하기 위해 요인분석을 실시하였다. 분석에는 17개의 중복성 어휘<sup>(1)</sup>를 이용하였으며, '25개의 레벨 및 주파수 변조 웬소음'에 대해 7단계 척도로 이루어진 평가표를 이용하여, 웬소음에 대한 주관적 인상을 결정하는 심리요인 구조를 분석하고 각 어휘가 가지는 의미와 성격의 유사성에 따라 어휘군을 분류하기 위한 요인분석(factor analysis)을 실시하였다.

통계적인 계산 및 분석은 SPSS 10.0을 사용하였으며, 요인분석의 방법은 요인을 추출하는데 가장 일반적인 모델로 활용되고 있는 주성분분석법(principal component analysis)을 이용하였다. 요인의 해석을 위해서는 직교회전(varimax rotation method) 방법을 이용하였는데, 이는 조사에 사용된

각 어휘의 문항이 독립적으로 제시되었기 때문에 문항간에 상호영향이 없음을 전제로 한 것이다.

또한 유의한 요인구조를 얻기 위해, 각각의 요인분석 단계마다 예비적 요인분석을 선행하여 요인의 고유치(eigenvalue)와 누적분산비율(cumulative percent)에 대한 스크리(scree plot) 검사를 하여, 스크리의 기울기 변화가 평준화되고 있는 요인까지를 유의한 요인으로 보고 요인의 수를 결정, 최종 분석을 실시하였다.

요인분석 결과 얻어진 소음에 대한 주관적 인상의 요인분석 결과로 얻어진 고유치와 누적분산비율과 요인구조와 구성어휘 및 각 어휘의 요인부하량은 각 TV set의 구동방식별로 구분하여 Table 6, 7에 정리하였다.

Table 6은 LCD 52" TV set에 대한 회전된 성분행렬을 정리한 것으로, 3개의 주요한 요인으로 분류되면서 LCD TV set 웬소음에 대한 주관적인 인상을 결정하고 있는 것으로 나타났다. 고유치분석과 스크리 검사를 통해 기울기의 변화가 뚜렷한 지점을 바탕으로 요인구조의 해석을 위해서는 3개의 요인이 필요함을 확인하였고, 3개 요인의 누적 분산 비율을 보면, 3요인까지 79.4%의 설명력을 가지므로, 충분한 설명력을 가짐을 알 수 있다.

요인 1은 '거슬리는', '신경쓰인다', '방해

Table 6 The result of factor analysis(LCD TV set)

Vocabulary	Factor matrix			Cum Pct(%)	Factor naming
	Factor 1	Factor 2	Factor 3		
Strident	0.922	0.216	0.140	62.3	Irritate
Irritate	0.917	0.101	0.142		
Disturbed	0.898	0.295	0.114		
Disagreeable	0.894	0.256	0.192		
Dissatisfied	0.887	0.286	0.184		
Dislike	0.869	0.264	0.256		
Undesirable	0.797	0.405	0.196		
Continuous	0.728	0.421	0.215		
Annoyance	0.695	0.384	0.259		
Regular	0.248	0.790	0.180		
Monotonous	0.418	0.735	0.265		
Uninteresting	0.330	0.612	0.499		
Dreary	0.373	0.567	0.452		
Empty	-0.030	0.257	0.838	79.4	Stuffy and dryness
Dryness	0.205	0.367	0.737		
Stuffy	0.485	0.011	0.695		
Have no feeling	0.274	0.568	0.572		



Table 7 The result of factor analysis((PDP TV set)

Vocabulary	Factor matrix			Cum Pet (%)	Factor naming
	Factor1	Factor2	Factor3		
Strident	0.945	0.173	0.099	63.7	Irritate
Dissatisfied	0.928	0.239	0.163		
Irritate	0.918	0.234	0.112		
Disturbed	0.916	0.283	0.043		
Disagreeable	0.913	0.281	0.076		
Dislike	0.902	0.281	0.160		
Annoyance	0.892	0.202	0.231		
Undesirable	0.872	0.306	0.161		
Continuous	0.801	0.484	0.059		
Uninteresting	0.235	0.734	0.355		
Have no feeling	0.297	0.701	0.455		
Monotonous	0.539	0.675	0.064		
Regular	0.484	0.547	0.132		
Dreary	0.444	0.529	0.491		
Empty	-0.129	0.209	0.831	82.1	Stuffy and dryness
Stuffy	0.362	0.133	0.770		
Dryness	0.114	0.580	0.627		

된다', '듣기싫다', '불만족스럽다', '바람직하지 않다', ' 끈임없다', '성가시다' 등의 9개 어휘로 구성되고 있고, 웬소음에 대한 주관적 인상의 1차적 요인으로 '신경쓰임' 으로 요인을 명명하였다. 요인 1은 전체 설명력 중 62.3%의 강한 설명력을 갖고 있음을 확인할 수 있다. 요인 2는 '규칙적이다', '단조롭다', '재미없다', '삭막하다' 등의 4개 어휘로 구성되고 있어 '단조로움' 을 주관적 인상의 2차적 요인으로 명명하였다. 요인 3은 '공허하다', '건조하다', '답답하다', '감정이 없다' 등의 4개 어휘로 구성되고 있어 '건조하고 답답함' 을 주관적 인상의 3차적 요인으로 명명하였다.

Table 7은 PDP 50" TV set에 대한 회전된 성분 행렬을 정리한 것으로, 3개의 주요한 요인으로 분류되면서 웬소음에 대한 주관적인 인상을 결정하고 있는 것으로 나타났다. 고유치 분석과 스크리 검사를 통해 기울기의 변화가 뚜렷한 3번 성분 도표로부터 요인구성의 해석을 위해서는 3개의 요인이 필요함을 확인하였다. 요인의 누적분산비율을 보면, 3요인까지 82.1%의 설명력을 갖는 것으로 나타났다.

요인 1은 '거슬리다', '신경쓰인다', '방해된다', '듣기싫다', '불만족스럽다', '바람직하지 않다', ' 끈임없다', '성가시다' 등의 9개 어휘로 구성되고 있고, 웬소음에 대한 주관적 인상의 1차적

요인으로 '신경쓰임' 으로 요인을 명명하였다. 요인 2는 '규칙적이다', '단조롭다', '재미없다', '삭막하다', '감정이 없다' 등의 5개 어휘로 구성되고 있어 '단조로움' 을 주관적 인상의 2차적 요인으로 명명하였다. 요인 3은 '공허하다', '건조하다', '답답하다' 등의 3개 어휘로 구성되고 있어 '건조하고 답답함' 을 주관적 인상의 3차적 요인으로 명명하였다.

LCD 52" 와 PDP 50" 의 요인분석 결과 요인군의 배열 상태를 비교하여 보면, LCD방식의 3요인군에 형성이 되었던 '감정이 없다' 어휘가 PDP방식에서는 2요인군에 형성이 되는 차이를 보이고 있다. 그러나, 전체적인 요인군의 형성은 1요인은 '신경쓰임' 으로 명명되는 동일한 9개의 어휘로 분류되면서 강한 설명력을 보이고 있고, 제 2·3요인도 유사하게 요인군을 형성하고 있는 것으로 나타났다.

#### 4. 결 론

이상의 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

레벨별조에 따른 차이를 분석한 결과, 레벨의 높고 낮음에 따라 평가값의 분포가 이루어지고 있다. 각 구동방식별로 LCD, PDP방식 모두 35~40 dB(A) 레벨부터 소음인식의 정도가 높아지고 있으므로, TV set 웬소음에 대한 기준으로 최소 35 dB(A)이 확보되어야 할 것으로 보인다.

특정 주파수 대역에서의 레벨별조에 따른 청감 반응치를 분석하기 위해 LCD 100, 250 Hz, PDP 160, 315 Hz 대역의 주파수 변조전과 변조후의 반응치를 분석한 결과, 평균의 편차가 1점 척도내에 분포하는 것으로 나타났으며 주파수 변조에 따른 청감상의 개선효과는 나타나지 않으며, 주요 어휘별 패턴도 유사함을 확인하였다.

또한, 추출된 각 어휘간의 상관분석을 실시한 결과, '신경쓰인다', '끊임없다', '듣기싫다', '거슬리다', '불만족스럽다', '방해된다', '바람직하지 않다', '싫다', '성가시다' 등의 어휘간 상관관계수가 높게 나타나고 있으며, LCD방식에 비해 PDP방식에서의 상관관계수가 높게 나타나는데, 이는 PDP방식에서 보다 높은 음향 파워 레벨이 방사되기 때문이다.

TV set 구동방식별로 각 어휘간의 요인분석을 실

시한 결과, 모두 제 1요인으로 '신경쓰임', 제 2요인으로 '단조로움', 제 3요인으로 '건조하고 답답함' 의 요인군이 형성되고 있으며, 두 방식간 어휘 구성상의 큰 차이는 없음을 확인하였다. 따라서 두 방식 모두에게 동일한 요인군의 적용이 가능하리라 판단된다.

그러나, 이상의 결과는 실험실 내에서의 TV 음원을 대상으로 한 결과이므로 다양한 주거 조건에서 실제 음원에 대한 반응관계와 음질평가(sound quality) 지수를 활용한 분석을 통해 내부소음 기준 설정에 반영되어야 할 것으로 판단된다.

## 후 기

이 논문은 교육인적자원부 지방연구중심대학 육성사업의 지원에 의한 연구 결과임.

## 참 고 문 헌

- (1) Joo, J.-M. and Choi, S.-Y., 2003, "Noise on the Electromagnetic Force caused by PDP TV set", Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 13 NO. 2, pp. 102~108.
- (2) Kim, K.-Y., Choi, M.-G. and Lee, D.-J., 2003, "Noise Redection of Cooling fan on the Plasma Display Panel TV Set", Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 719~724
- (3) Kim, S.-S., 2005, "The Engineering of Display1 (Liquid Crystal Display)", Chong-Bum Co.Ltd, pp. 4~20
- (4) Kim, S.-W., Lee, J.-Y., Lee, T.-G., Park, H.-K., Lee, J.-C., Shin, J.-K. and Kim, H.-J., 2005, "A Study on the Power Level Measurement and Evaluating Vocabulary of H.D TV Sets - Focused on LCD·PDP TV Sets -", Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 15 No. 4, pp. 1092~1099.
- (5) ISO 3471 "Determination of Sound Power Levels of Noise Sources Using Sound Pressure-precision Methods for Reverberation Rooms".
- (6) ISO 3745 "Determination of Sound Power Levels of Noise Sources Using Sound Pressure-precision Methods for Anechoic and Semi-anechoic Rooms".
- (7) Rindel, J. H., 1999, "Acoustical Quality and Sound Insulation Between Dwellings", Journal of Building Acoustics, Vol. 5, No. 4, pp. 291~301.