

# 고급 차량음의 지역별 개인별 선호 음질에 관한 연구

## A Study on Regional and Individual Preference Sound Quality for Luxury Vehicle

김 성 현†, 박 동 철\*, 홍 석 관\*

Seong-Hyeon Kim, Dong-Chul Park, Seok-Gwan Hong

**Key Words:** Vehicle Sound (차량음), Driving Sound (주행음), Operating Sound (작동음), Electronic sound (전장음), Sound Quality(음질), Jury Test (청음 평가), Target Sound (목표음), Regional Preference (지역별 선호도), Individual Preference (개인별 선호도)

### ABSTRACT

The vehicle sound classified into driving sound due to power-train, operating sound due to electric motor like sunroof, door lock and electronic sound. These vehicle sound has various features depend on the characteristic of sound that user required. And it based on cultural and regional difference of user. In this study, the user required vehicle sound characteristics for luxury sedan was investigated in overall viewpoint. And virtual target sound was developed through the result of user preference investigation. Next, Jury test was carried out in Germany, USA and Korea for evaluating the target sound. And the regional and individual difference of preference was analyzed through the result of jury test. This result of research will be contributed to design of vehicle sound quality and target sound setting.

### 1. 서 론

차량에서 발생하는 소리는 음의 발생 요인에 따라 크게 파워 트레인, 차체 그리고 주행 중 공기 유동 등에 기인하는 주행음과 쉐인 루프, 도어 락 등 모터 구동에 의해 발생하는 작동음, 그리고 턴 시그널 및 각종 경고음과 같이 전장부에서 발생하는 전장음으로 구분 지을 수 있다. 이러한 차량에서 발생하는 다양한 종류의 소리에 대해 과거에는 이를 소음으로 규정하고 음량을 낮추는데 연구가 집중되었지만 소음 관련 기술이 발전되고 실내 음압의 크기가 낮아 질수록 다른 소음원들이 상대적으로 부각되어 다른 소음 문제를 야기하는 등 레벨 저감관점의 접근은 한계를 나타내고 있다. 이에 근래에는 소음 저감의 접근에서 듣기 좋은 소리 즉, 사용자가 선호하

는 소리를 만들어주는 음의 질적인 접근의 연구가 진행되고 있다.<sup>1)2)</sup>

차량 음질 관점의 연구가 수행되면서 주관적 선호도를 표현할 수 있는 음질 지수 (Sound Quality Index) 개발 등을 통해 각 대상음에 대해 청감 모델을 구축하고 구성 인자들의 분석을 통한 선호음의 개발 방향을 도출하고 개발 목표를 설정하는 등의 연구 방법론은 다양하게 진행되고 있다.<sup>3)4)</sup> 하지만 앞서의 연구들은 차량에서 발생하는 다양한 음들 중 일부에 국한되어 많은 연구들이 진행되어 왔고 차량음의 전체적인 접근 및 분석에 관한 연구는 아직 부족한 편이고 이에 따라 차량음의 전체적인 조화로운 음에 대한 고려는 미비한 실정이다. 또한 음질 개발 시 목표에 대한 수치적 설정으로 인해 목표에 대한 타당성 검증 등을 사전에 검토할 수 없는 한계가 있다.

이에 본 연구에서는 차량음의 전체적인 관점에서 대형 고급 세단을 대상으로 주행음, 작동음 그리고 전장음에 대해 음의 속성에 따른 사용자의 요구 음질 특성을 분석하고 이를 토대로 사용자가 선호하

† 교신저자; 정회원, 현대자동차 연구개발본부  
E-mail : seonghyeon.kim@hyundai.com  
Tel : (031)368-1376, Fax : (031)368-1381

\* 현대자동차 연구개발본부

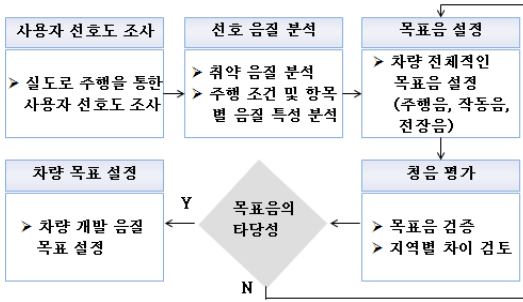


Fig. 1 Research flow for target sound development

는 방향의 목표음을 가상으로 제작하였다. 이러한 음원 형태의 목표 설정을 통해 차량 개발 전 설정한 목표의 타당성을 미리 검증할 수 있었다. 목표음의 검증 방법으로는 순위 부여법(Ranking Method)과 의미분별척도법(Semantic Difference Method) 등을 적용하여 청음 평가를 실시하였다. 청음 평가는 독일, 미국 그리고 한국의 세 지역에 대해 실시하여 사용자의 지역적, 문화적 차이에 기인한 선호도의 차이를 파악할 수 있었고 개발한 목표음의 타당성을 검증할 수 있었다. Fig. 1은 본 연구의 방법론을 나타낸다. 이와 같은 방법론을 통해 향후 신차 개발 시 지역에 따른 특성 차이를 고려하여 차량음의 음질 특성을 설계하는데 활용하고자 한다.

## 2. 사용자 평가를 통한 선호 음질 도출

### 2.1 차량음에 대한 선호도 조사

차량음에 대한 선호도 조사 기법은 일반적으로 소리를 녹음하여 사용자에게 재생시켜주고 소리의 문제점을 표현하거나 또는 다수의 음들 중 선호하는 음을 선택하는 방법 그리고 청취음에 대한 점수를 부여하는 방법 등이 일반적으로 사용하고 있다. 하지만 이러한 청음 평가를 통한 선호도 조사 방법은 차량 환경에 대한 영향을 배제한 청각에 의존한 단편적인 평가 방법임에 따라 사용자의 선호도를 정확히 파악하는데 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 사용자가 실제 차량을 탑승하고 일정한 조건하에 직접 주행을 함으로써 차량음에 대한 불만족하거나 만족스런 사항을 직접 도출하는 실도로 주행 인터뷰 방법을 적용하였다. 인터뷰 방법에 사용된 차량은 4종류의 대형 고급 세단을 대상으로 하였고 검토된 차량음의 종류는 주행음, 작동음 전장음 등 차량에서 발생하는 전체적인 음을 대상으로 하였다.

실도로 주행을 통한 인터뷰 방법으로 본 연구에서는 EVE(Explorative Vehicle Evaluation)기법을 적용하

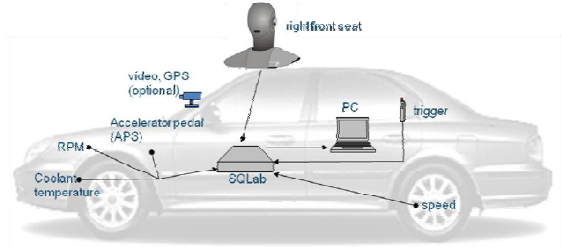


Fig. 2 Measurement set up for test

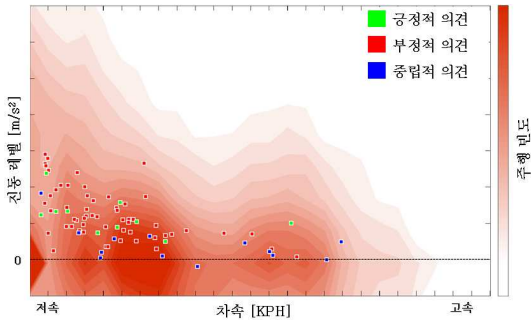


Fig. 3 Test process for user preference investigation

였다. EVE 기법은 Fig. 2와 같이 차속, 엔진 회전 속도, GPS를 통한 도로 조건, 실내 소음 및 가속도 등을 측정할 수 있는 실제 차량을 평가자가 주행하면서 주행 중 조건 별 차량음에 대해 선호하는 부분과 비 선호하는 부분에 대해 사용자의 언어로 실시간 표현을 하고 이 때 차량에 장착된 계측 데이터를 동시에 분석하여 사용자가 선호 혹은 비선호하는 조건의 차량 상태를 분석할 수 있는 장점이 있다. 또한 실제 주행 환경하에 평가가 이루어짐에 따라 복합적인 청각 환경하에 평가를 진행시킬 수 장점이 있다. Fig. 3은 평가 방법에 대해 도시이다.

### 2.2 차량음에 대한 선호 음질 도출

EVE 평가 기법을 적용하여 수집된 평가자의 의견은 차량 주행 정보와 함께 분석하였다. 급/완가속 및 팁인(Tip-in) 조건 등의 여러 주행 패턴과 고속도로, 도심 시내 등 다양한 도로 조건 등에 대해 수집된 평가자의 의견은 Fig. 4와 같이 차량 정보와 함



**Fig. 4** Test result of user preference investigation  
- Part load

게 맵핑하였다. 이를 통해 사용자가 불만족을 느끼는 차량음의 발생 정보 및 패턴 등을 분석할 수 있었다.

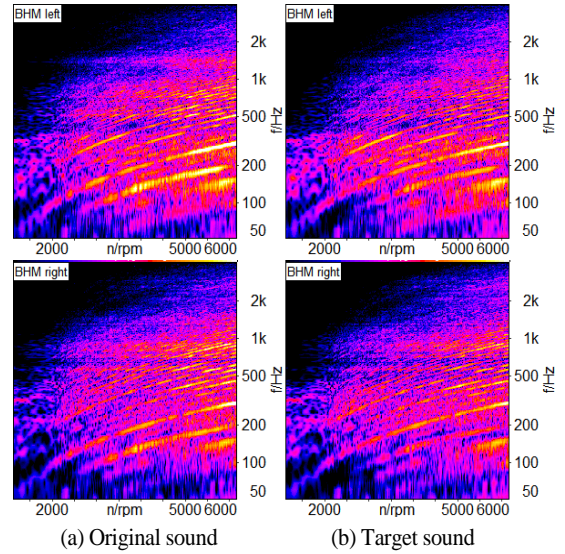
### 3. 차량음에 대한 목표음 설정

실도로 주행 인터뷰를 통한 선호도 조사 결과를 바탕으로 차량음에 대한 목표음을 설정하였다. 목표음은 대상 차량의 기본음을 대상으로 개선 요구 속성의 항목에 대해 음을 가상으로 편집하여 제작하였다. 기존의 수치적 목표 또는 개선 방향이 아닌 목표음이라는 가상음(Virtual sound)을 제작함으로써 청감을 통한 직관적으로 소리의 속성을 파악할 수 있었다. 또한 제품 개발 전 목표음의 타당성을 미리 검증할 수 있는 장점이 있기에 가상 목표음 설정은 음질 목표 설정에서 매우 적합한 방법이라 할 수 있다.

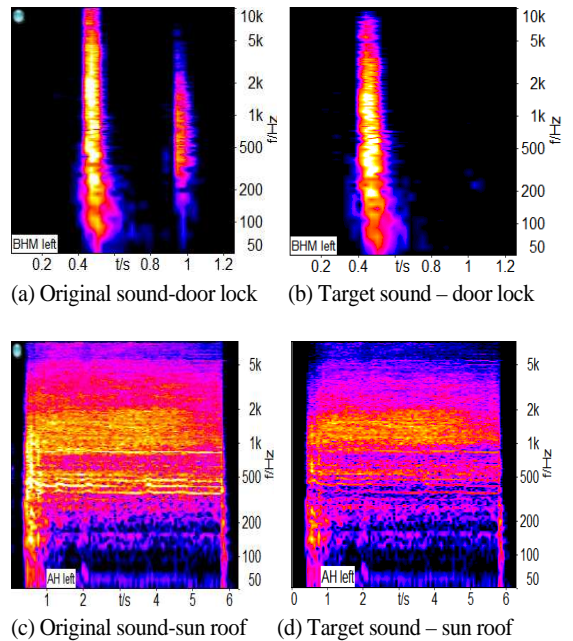
목표음의 설정 방향은 다음과 같다. 먼저, 주행음은 러프함(Roughness)을 감소시키고 저차 오더(order) 성분의 크기를 증가시켜 파워풀한 느낌을 강조하는 방향으로 제작하였다. 다음으로 작동음에 대해서는 윈도우 리프트, 선 루프와 같이 이송음의 특성을 지는 소리에 대해서는 기동 및 동작 완료 시 충격음의 레벨을 저감시키는 것과 이송 구간에 발생하는 크기와 주파수의 변조 특성을 개선 시키는 방향으로 목표음을 제작하였다. 마지막으로 전장음에 대해서는 경고와 인지의 성격을 나타내는 기능을 내재하고 있음에 따라 인지성 향상과 거슬림 저감의 방향으로 목표음을 설정하였다. Table 1은 설정한 목표음에 대한 주요 특징을 보여주고 있으며, Fig. 5는 주행음에 대한 목표음의 특징을 나타내고 있고 Fig. 6은 이송음과 충격음에 해당하는 작동음의 목표음의 특징을 나타내고 있다.

**Table 1** Feature of target sound

종류	요구 속성
엔진음	스포티하지 않은 정제된 파워풀함
작동음	청각적 피드백을 고려한 정제된 음
전장음	경고음의 인지성을 기초로 한 심미성



**Fig. 5** Sound characteristics of engine sound  
(up – left ear, down – right ear)



**Fig. 6** Sound characteristics of operating sound

### 3. 목표음에 대한 청음 평가

#### (1) 청음 평가 환경

고객의 선호 속성을 바탕으로 제작된 목표음과 벤치 마킹에 사용된 네 종류의 차종에 대해 청음 평가를 통한 선호도 분석을 실시하였다. 청음 평가의 방법으로는 순위 부여법과 의미분별 척도법을 7점 척도로 적용하였다. 순위 부여법은 평가자들을 상호 비교하고 선호음에 대해 순위를 나열하는 방법으로 숙련되지 않은 평가자들도 비교적 쉽게 평가를 할 수 있는 장점이 있다. 의미분별척도법은 어떤 대상에 대한 인간의 감성을 표현하기 위해 여러 가지 감성 어휘를 이용하여 감성의 정량화에 대한 연구로 많이 활용되고 있는 평가 기법이다. 인간의 감성을 표현할 수 있는 형용사들을 선별하고 이를 감성어휘로 하여 어떠한 소리에 대한 주관적인 느낌을 일정 척도에 대해 평가하는 방법으로 비교적 쉽게 많은 데이터를 얻을 수 있기 때문에 청음 평가에 매우 적절한 방법이다. 또한 청음 평가는 일반적인 청음실 환경에서 실시하는 방법이 아닌 Fig. 7과 같이 실차 탑승 조건에서 실시하였다. 실차 조건 평가 시 차량의 시각적 요소와 실제 동작 환경이 고려되어 있기 때문에 소리의 속성을 직관적으로 평가자가 파악할 수 있으므로 평가 결과의 정밀도를 높이는 효과를 가져올 수 있다.

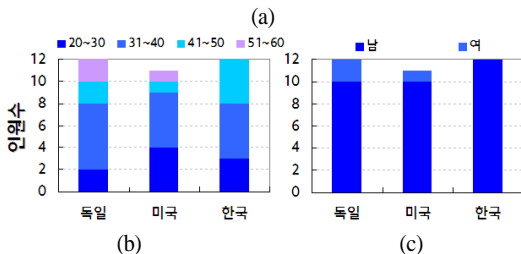
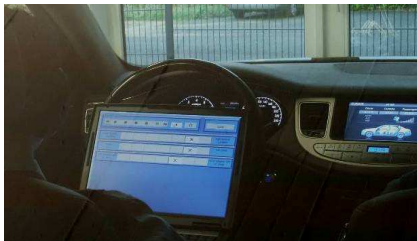


Fig. 7 Jury test environment (a) test environment (b) jury profile - age (c) jury profile - gender

또한 청음 평가는 지역에 따른 차이 등을 검토하기 위하여 독일, 미국 그리고 한국의 세 지역에서 NVH 엔지니어 또는 차량음향 전문가를 실시하였다.

#### (2) 청음 평가 결과

일반적으로 청음 평가 결과의 데이터 처리 시 척도법에 의한 점수 부여법을 사용할 때에는 평가자들의 평균치와 각 평가자 들과의 상관관계를 분석하여 일치도(Consistency of Concordance)를 분석하고 순위 부여법을 사용할 때는 순위 상관계수 등을 분석하여 상관 관계가 높은 데이터만을 취하여 분석하게 된다. 이러한 데이터 처리 방법은 결과의 주를 이루는 동일 성향의 평가자들의 결과를 반영하고 있음에 따라 결과의 신뢰도를 높이는 결과를 가져올 수 있다. 또한 평가 집단의 판단 기준이 일정한 경향을 가지고 있을 때는 데이터의 많은 유실 없이 결과를 분석할 수 있는 장점이 있으나, 평가자들의 판단 기준이 상이할 경우에는 평균치를 추종하는 집단의 데이터만을 수용함에 따라 많은 데이터 유실이 발생하고 집단 전체의 주관 평가 결과가 아닌 상대적 다수의 결과만을 반영하는 단점이 있다. 이에 본 연구에서는 각 청음 평가의 결과를 통계적으로 이상치를 제거하는 방법을 적용하였다.

주행음, 작동음 그리고 전장음에 대한 각 항목에 대해 청음 평가 결과, 평가자의 의견을 반영한 목표음에 대한 선호도가 세 지역 모두 전반적으로 가장 높은 결과를 얻었다. 하지만 주행음 중 급가속음(WOT)과 전장음 중 턴 시그널(Turn Signal) 음에 대한 지역별 차이가 극명하게 구분되는 것으로 도출되었다. 독일과 한국의 경우 고주파 대역의 러프함을 감소 시키고 저차 오더 성분의 크기를 감소시켜 부밍성 음색을 억제한 정제된 성향의 목표음에 대한 선호도가 우세하게 나타났다. 하지만 미국의 경우 독일, 한국과 달리 목표음에 대한 선호도가 낮음을 알 수 있었다. Fig. 8은 순위부여법에 의한 청음 평가 결과를 나타낸다. 순위부여법과 아울러 실시한 의미분별척도법에서는 스포티함, 러프함, 파워풀함 그리고 차급과의 적절성 등 네 개의 형용사 어구를 선정하여 각 항목에 대해 점수를 부여하는 방법을 사용하였다. Table 2는 급가속 조건의 국가별 청음 평가 결과를 나타낸다. 청음 평가 결과에서 전체 순위와 차급과의 적절성 측면에 대해 각 항목별 상관 분석을 실시하여 스포티함, 러프함 그리고 파워풀함의 요소들의 관계를 검토해보았다. 독일과 미국의 경우 차급과의 적절성과 스포티함과 러프함이 각각 70% 이상의 상관성을 갖는 것으로 보아 대형 고급

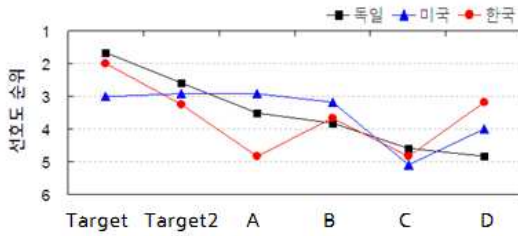


Fig. 8 Ranking test result – Wide Open Throttle condition (A, B, C, D – bench-marking vehicle)

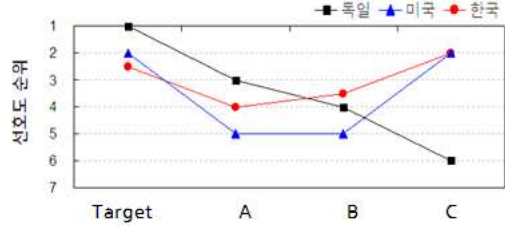


Fig. 9 Ranking test result – Turn signal condition (A, B, C – bench-marking vehicle)

Table 2 Jury Test result - WOT

Germany	Target	Target2	A	B	C	D	Correl. w/ suitable
Sporty	3.00	4.00	4.67	2.75	3.50	3.92	-0.90
Rough	3.58	4.67	5.50	3.67	3.25	4.33	-0.78
Powerful	5.08	4.75	5.42	4.67	4.33	4.00	-0.05
Suitable	5.17	3.50	3.42	4.67	4.17	4.00	

USA	Target	Target2	A	B	C	D	Correl. w/ suitable
Sporty	4.82	5.55	5.45	2.45	3.91	4.64	-0.76
Rough	4.27	4.36	4.91	2.64	4.09	4.27	-0.92
Powerful	5.00	5.55	5.55	4.09	4.73	5.18	-0.71
Suitable	4.00	4.36	3.91	5.00	4.09	4.18	

Korea	Target	Target2	A	B	C	D	Correl. w/ suitable
Sporty	3.92	3.92	4.50	3.83	4.00	4.50	0.19
Rough	4.42	3.92	4.25	3.75	3.83	4.75	-0.37
Powerful	3.92	4.67	5.08	4.33	4.33	4.50	0.66
Suitable	3.83	4.00	4.92	4.33	4.00	3.58	

Table 3 Jury Test result – Turn signal

Germany	Target	Target2	A	B	C	Correl. value
Ranking	1.75	2.00	3.25	3.92	5.83	w/R
SQ	5.00	4.75	4.17	3.75	2.42	-1.00
Speed	3.92	3.92	5.33	4.33	4.83	0.53
Calm	4.83	4.08	3.50	3.50	3.67	0.53
Dull	4.42	3.33	2.25	3.25	5.33	0.00
Pleasant	5.17	4.67	4.42	3.75	2.83	-1.00

USA	Target	Target2	A	B	C	Correl. value
Ranking	2.45	3.36	4.82	4.82	2.82	w/R
SQ	4.64	3.45	2.64	2.64	4.91	-0.78
Speed	3.82	4.00	5.27	4.73	3.82	0.59
Calm	4.55	3.82	2.64	3.36	5.09	-0.74
Dull	4.18	3.82	2.64	2.82	4.73	-0.74
Pleasant	4.27	3.18	3.45	3.18	4.27	-0.59

Korea	Target	Target2	A	B	C	Correl. value
Ranking	3.00	3.50	3.67	3.75	2.92	w/R
SQ	4.00	3.92	3.67	3.25	4.75	-1.00
Speed	4.08	3.92	5.08	4.08	4.83	-0.11
Calm	5.08	3.42	2.58	3.58	4.08	-0.40
Dull	4.92	3.00	2.58	4.33	3.17	-0.20
Pleasant	4.08	4.92	4.42	4.08	5.25	-0.53

세단에 대하여는 스포티함과 러프함이 배제된 엔진음을 지향하는 것을 알 수 있었다.

다음으로 지역적으로 큰 편차를 나타낸 항목인 턴 시그널 음에 대해 살펴보면 사용자 선호도 조사를 통해 도출된 속성을 토대로 개발한 목표음에 대한 선호도는 세 지역 모두 가장 높은 것으로 나타났다. 하지만 전자음에 대한 선호도는 국가별로 극명하게 나타났다. Fig. 9에서 A, B 차량은 아날로그 릴레이를 사용한 턴 시그널 음이고 C는 스피커에서 발생하는 전자음이다. C차량의 경우 한국과 미국에서는 선호도의 순위가 높지만 독일의 경우 가장 하위임을 알 수 있다. 즉, 독일인의 경우 스피커에서 발생하는 전

자음이 아닌 기존 릴레이 방식의 전통적인 턴 시그널 음을 선호 한다는 것을 알 수 있었다. 또한 의미 분별척도법에 대한 검토 결과 미국의 경우 턴 시그널 속도에 의한 효과가 음의 상관관계를 나타내는 것을 알 수 있었다. 즉, 상대적으로 느린 속도의 턴 시그널 음을 선호 한다는 것이다. 독일의 미국과 같은 양상임을 확인할 수 있었다. 하지만 한국의 경우 상관성이 약 10%로 속도에 대한 상관성이 없는 것으로 나타났다.

**Table 4** Correlation value between mean and individual value –seatbelt remind sound

	Correlation value
Germany	0.23
USA	0.53
Korea	0.35

다음으로 지역별 선호도 차이와 함께 개인별 선호도 차이에 대해 검토해보았다. 전체 청음 평가 항목 중 주행음과 작동음에 대한 개인별 선호도 차이는 크게 발생하지 않았다. 하지만 전장음의 경우 개인별 선호도의 차이가 발생 한다는 것을 알 수 있었다. 그 중, 안전벨트 미착용 경고음에 대한 선호도 차가 가장 크게 발생하였다. 전체적인 선호도에 대한 순위는 지역별로 일치하는 경향을 나타내고 있지만 평가자의 평균치와 개인의 상관 관계를 분석하고 이의 평균을 취한 값을 검토 결과 독일의 경우 23%의 상관도를 나타내고 한국의 경우 35%의 상관도를 나타내고 있다. 이는 선호하는 음에 대한 일관성이 결여되어있고 선호도 조사 결과를 바탕으로 음을 만들더라도 전체적인 선호 성향을 이끌어 낼 수 없다는 것을 뜻한다. 이에 따라 전장음 류는 소리의 이질성이 발생하지 않는 범위에서 경고음의 인지 특성에 기초한 고유의 음을 설정하는 것이 타당하다고 할 수 있다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 실제로 주행을 통한 사용자 인터뷰 기법을 적용하여 차량음에 대한 사용자의 선호 음질을 도출하고 이를 토대로 목표음을 가상으로 개발하였다. 또한 개발한 목표음과 벤치 마킹 차량음을 대상으로 청음 평가를 실시하여 선호음에 대한 검증 및 지역별, 개인별 선호 음색의 차이에 대해 검토해본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 주행음: 정제된 파워풀함 - 급가속음의 경우 독일, 미국 그리고 한국의 선호도가 가장 크게 발생. 독일과 한국의 경우 러프함의 감소와 저차 오더 성분에 기인한 부밍성 음색 지양 하는 것이 타당함. 미국의 경우 저차 오더 성분을 더욱 강화한 파워풀한 음색의 개발이 필요

(2) 작동음: 청각적 피드백을 고려한 정제되고 부드러운 - 작동음에 대한 선호도의 차이는 발생하지 않음. 세 지역 모두 음량과 음색 면에서 다듬어진

음색을 선호, 이송음의 경우 기동 및 완료 시 충격음의 크기가 작고 이송 구간 음의 크기 및 주파수 변조가 작은 방향으로, 충격음의 경우 고주파의 메탈릭한 느낌을 감소시키고 저주파를 강화하는 방향으로 개발이 필요

(3) 전장음: 경고음의 인지성을 기초로한 심미성 확보 - 소리의 심미적 특성과 함께 인지와 경고의 성격을 기본적으로 내재해야 함. 턴 시그널 음과 같이 지역별로 선호도가 극명하게 구분되는 음은 개발 전 지역별 선호도 검증 필요

이와 같은 결과를 통해 향후 신차 개발 시 차량음의 음질 특성을 설계하는데 활용하고자 한다.

#### 참 고 문 헌

- (1) Lee, S. K., Chae, H. C., Park, D. C. and Jung, S. G., 2003, Booming Index Development of Interior Sound Quality on a Passenger Car Using Artificial Neural Network, Korean Society for Noise and Vibration Engineering. Vol. 13, No. 6, pp. 445~451
- (2) Kang, G. T., 2010, Trend of sound quality development in vehicles, Proceeding of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering. pp. 327~327
- (3) Lee, J. K., Cho, D. H., Seo, D. W., Lim, Y. S and Won, G. M., 2012, A Development of Sound Quality Index of an Intake and Exhaust System for High Quality Improvement of Luxury Vehicles, Korean Society for Noise and Vibration Engineering. Vol. 22, No. 3, pp. 234~243
- (4) Kim, T. G., Kim, S. J., Lee, S. G., Park, D. C., and Lee, G. H., 2009, Research for High Sound Quality for a Passenger Car, Korean Society for Noise and Vibration Engineering. Vol. 19, No. 11, pp. 1158~1166