

## 뇌파 측정에 의한 친환경 시·청각 정보의 교통소음 인지도 영향 평가

The Environmental Auditory and Visual Information Effects on  
the Traffic Noise Perception by Using Electroencephalogram

장길수† · 박사근\* · 송민정\*\* · 신훈\*\*\*

Gil-Soo Jang, Sa-Keun Park, Min-Jeong Song and Hoon Shin

(2006년 11월 23일 접수 ; 2007년 2월 1일 심사완료)

Key Words : Electroencephalogram(EEG;뇌파), Auditory and Visual Information(시청각 정보), Traffic Noise Perception(교통소음 인지도)

### ABSTRACT

In this study, the influences of environmentally friendly visual and auditory information on traffic noise perception were surveyed by the using electroencephalogram. Green rural region image and CBD(central business district) image in urban city were used as visual informations. And traffic noise, signal and environmental music were used to detect the impact on electroencephalogram variance. It was revealed that green rural region image caused  $\alpha$ -wave ratio increase about 10% and environmental music increased  $\alpha$ -wave ratio approximately 40~50%. The results of this study improved that environmentally friendly visual and auditory information had an effect on decreasing traffic noise loudness to some extents.

### 1. 서 론

여러 선행 연구에서 시각과 청각 정보가 인간의 소음인지도에 큰 영향을 미칠 수 있다는 결과를 보였다<sup>(1)</sup>.

그러나, 인간은 외부 자극에 대해 오감각을 통하여 외부의 자극을 인지하고 감성을 발전 및 유지시키지만, 인지도에 대한 객관성을 증명하기에는 아직도 미흡한 실정이다. 그래서 인간의 다양한 감정에 대한 연구는 심리학 또는 심리측정학(psychometrics)이외에도 신경과학, 정신물리학(psychophysics), 의학,

감성공학, 생리학 등의 다양한 분야에서 연구되고 있으며, 특히 감성연구에서 가장 큰 어려움은 감정의 측정 문제이다<sup>(2)</sup>.

인간의 삶의 질을 향상시키고자 하는 연구는 인간 중심으로 연구가 진행되어야 하기 때문에, 이러한 생리 반응 측정 방법 중 인간의 뇌파(EEG: electroencephalogram)를 이용한 연구 분야가 대두되고 있다.

EEG는 외부의 물리적 자극-시각 및 청각 정보-에 대한 생리·심리적 변화를 측정 및 분석하여 객관적으로 평가하는 방법으로서 최근 많은 연구자들로부터 각광을 받고 있는 연구 수단이다<sup>(3)</sup>.

저자 등이 수행한 선행 연구<sup>(1)</sup> 결과, 보다 쾌적하고 친환경적인 시각 정보 또는 청각 정보가 동일 레벨의 도로교통소음을 소리의 크기(loudness) 인지도 측면에서, 최대 15%까지 작게 인식시키는 것으로 나타났다. 이는 소음의 심리적 저감 효과를 의미

† 책임저자; 정회원, 동신대학교 건축공학부

E-mail : gsjang@dsu.ac.kr

Tel : (061)330-3123, Fax : (061)333-2909

\* 정회원, 동신대학교 대학원 건축공학부

\*\* 정회원, 전남대학교 바이오하우징 연구사업단

\*\*\* 정회원, 전남대학교 대학원 건축공학부

하는 것으로서 생리적으로도 그 효과를 증명할 수 있는지 검토하고자 하였다.

따라서 이 연구는 친환경 시·청각 정보가 도로교통소음 인지도에 미치는 영향을 EEG 분석을 통하여 파악하고자 한다. 특히 EEG의 주파수  $\delta$  (0~4 Hz),  $\theta$  (4~8 Hz),  $\alpha$  (8~13 Hz),  $\beta$  (13~30 Hz) 중 알파파 대역이 시·청각 정보에 어떠한 인지 성향을 보이는지 파악함으로써 생리적 효과를 제시함은 물론, EEG 측정 장치를 통한 뇌의 시·청각 자극 인지 영역을 규명하는 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 2. EEG 측정의 이론적 배경

### 2.1 뇌의 부위별 기능

선행 연구에서 밝혀진 인간 뇌파의 감성 반응에 대한 연구 결과로서는, 감성적 뇌인 우뇌와 이성적 뇌인 좌뇌의 활성화가 중요한 사실로 인정되고 있으며<sup>(9)</sup>, 인간의 부정적 정서반응은 우뇌에서, 긍정적 정서반응은 좌뇌에서 활성도가 높다는 보고가 있다<sup>(10)</sup>.

### 2.2 뇌파의 분류<sup>(11)</sup>

인체는 감성 및 심리적 상태에 따라 Table 1과 같이 각기 다른 뇌파를 발생시킨다. 각각의 뇌파는 다음과 같은 특성을 지니고 있다.

#### (1) 알파파 ( $\alpha$ -wave : 8~14 Hz)

명상과 같은 편안한 상태에서 나타나며 스트레스 해소 및 집중력 향상에 도움을 준다. 눈을 감고 몸을 이완시키면, 뇌파의 활동은 속도를 완화시킨다. 이때 뇌는 8 Hz에서 13 Hz 사이의 알파파를 폭발적으로 생산하게 되고, 뇌는 알파 상태가 된다. 알파 상태는 뇌의 이완 상태를 말한다. 의식이 높은 상태에서 몸과 마음이 조화를 이루고 있을 때 발생하는 뇌파이다. 알파파를 명상파라고도 하는데 근육이 이

완되고 마음이 편안하면서도 의식이 집중되고 있는 상태를 말한다. 그러므로 알파파가 나오면 몸과 마음이 매우 안정된 상태임을 뜻한다. 건강하고 스트레스가 없는 상태의 사람들은 알파파 활동 상태가 많이 생성되는 경향이 있다.

#### (2) 베타파 ( $\beta$ -wave : 14~30 Hz)

긴장, 흥분 상태 등 활동할 때에 나타난다. 운동력 향상에 도움이 되며, 의식이 깨어있을 때의 뇌파는 베타파( $\beta$ -wave)이다. 이 상태가 계속해서 지속되면 뇌는 혼돈에 이르고 초조해진다. 물론 학습효율도 저하되게 된다. 따라서 바람직한 상태로 뇌를 유지하고 뇌의 활동을 활발하게 하기 위해서는 저뇌파 상태가 유지되도록 해야 한다. 눈을 뜨고, 걷고, 흥분하며, 외부 자극에 초점을 맞추면 있는 일반적으로 14 Hz ~ 30 Hz의 베타파가 발생된다.

#### (3) 세타파 ( $\theta$ -wave : 4~8 Hz)

졸고 있거나 잠들었을 때 나타난다. 얕은 수면 상태에서는 알파파보다 더욱 느린 4 Hz ~ 8 Hz의 세타파가 발생되는데 세타파는 지각과 꿈의 경계상태로 불리어진다. 이 상태에서는 예기치 않은 꿈과 같은 상태를 동반하게 되고 이러한 상태는 생생한 기억으로 이어지기도 하는데, 이것은 곧 갑작스러운 통찰력 또는 창조적 아이디어로 연결되기도 하고 초능력이라는 비현실적이고 미스터리한 환상적 상태로 비춰지기도 한다.

#### (4) 델타파 ( $\delta$ -wave : 0~4 Hz)

잠잘 때나 혼수상태에서 나타난다. 심신의 치유에 도움이 되며, 깊은 수면 상태에서 발생하는 뇌파이다. 세타파보다 더 느리게 움직이는 4 Hz 이하에서 형성된다. 델타 상태에 있을 때는 잠들어 있거나 무의식 상태임을 말하는 것이다. 또한 델타파 상태에

Table 1 Features of EEG type

EEG Type	Frequency (Hz)	Amplitude	Appearance condition and feature
$\delta$ -wave	0~4	20~200	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Morbid factor of encephaloma and encephalitis</li> <li>• Occur a sleeping state</li> </ul>
$\theta$ -wave	4~8	5~100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sleeping or meditation</li> </ul>
$\alpha$ -wave	8~13	5~100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strain relaxation, condition of comfortable</li> <li>• Concentrate or original accident</li> </ul>
$\beta$ -wave	13~30	20~200	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disillusion state, superiority of insecurity or strain state</li> <li>• Occur public work</li> </ul>

서는 많은 양의 성장 호르몬을 생성시킨다.

### 3. 실험

#### 3.1 실험개요

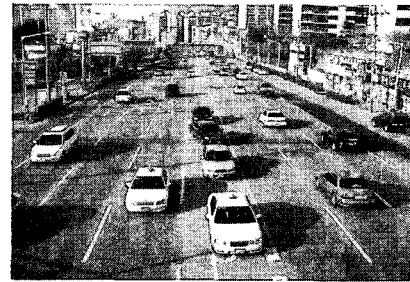
이 실험의 목적은 친환경적인 시각 및 청각정보가 소음의 인지도에 미치는 영향을 생리적·심리적으로 정량화하는 것이다. 이를 위해 사전에 편집된 소리를 헤드폰을 통해 제시하였으며, 시각 정보를 제시하여, 피험자의 반응을 EEG(electroencephalogram) 측정법에 의해 측정하였다. 이러한 방법은 인간 뇌파의 주파수별 변화를 관찰함으로써 시·청각 정보가 뇌파에 미치는 영향을 정량적으로 나타낼 수 있기 때문이다.

#### 3.2 제시 정보

실험에 사용된 도로교통소음은 현장 녹음 후 편집한 음을 사용하였으며, 크기는 65 dB(A)로 설정하였다<sup>1)</sup>. 또한 실험에 사용된 친환경 청각 정보는 기존 연구<sup>(4)</sup>에서 도로교통소음의 마스킹효과에 상대적으로 높은 효과가 나타난 시그널과 환경음악을 사

용하였으며, 각각의 크기는 60 dB(A)이다<sup>2)</sup>.

시각 정보는 CBD지역(central business district)과 녹색전원지역으로 구분하였다. 이러한 친환경 시각 및 청각 정보의 구성은 Table 2와 Table 3, Fig. 2와 같다. 또한 Fig. 3은 각 음원의 주파수 특성을 나타내고 있다.



(a) CBD site(R1)



(b) Green site(R2)

Fig. 2 Visual information

Table 2 Auditory information

Type	Sound	Symbol
Evaluation objective sound	Traffic noise-65 dB(A)	No
Environmental auditory information	Signal-60 dB(A)	S1
	Environmental music-60 dB(A)	S2

Table 3 Presented stimuli for the psychoacoustical test

Presentation information	Symbol	
Auditory information	No	
	No + S1	M1
	No + S2	M2
Visual and auditory information	R1 + No	
	R1 + M1	
	R1 + M2	
	R2 + No	
	R2 + M1	
	R2 + M2	

1) 실내소음도가 피해기준치 65dB(A) 이상일 경우엔 피해 조정 신청이 가능한 기준, 주택건설기준 등에 관한 규정, 2005.

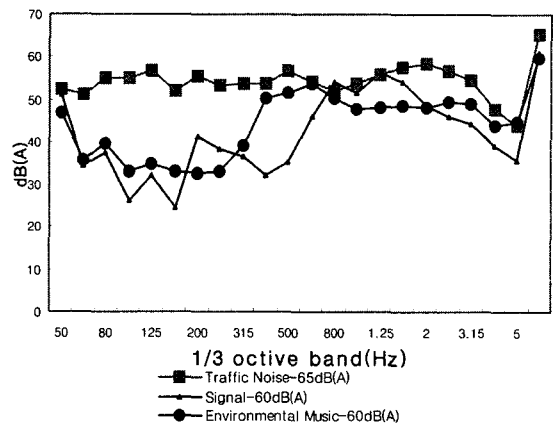


Fig. 3 Frequency feature

2) 신훈 등, “친환경적 시각 및 청각정보가 소음의 인지도에 미치는 영향”의 결과에 따르면, 시그널의 경우 12 dB(A), 환경음악의 경우 15 dB(A) 정도의 소음 인지도 저감 효과가 있었음.

### 3.3 실험 방법

#### (1) EEG 측정

EEG는 전산화 뇌파측정기인 QEEG-8(모델명: LXE3208, LAXTHA Inc.)장비를 이용하였다. 피험자의 뇌파는 256 Hz 샘플링 주파수, 12-bit AD변환에 의해 컴퓨터로 저장되었다.

머리표면 총 8부위에서 모노폴라 방식으로 뇌파를 측정하였으며, 10/20-국제전극배치법(10/20 electrode system)에 의해 차례로 Fp1, Fp2, F3, F4, T3, T4, P3, P4 위치에 측정용 전극을 부착하였다. 기준전극은 A1, 접지전극은 뒷목에 부착하였다. 사용된 전극은 금으로 도포된 접시형태의 디스크전극이며, 피부와의 접촉저항을 최소화하기 위해 먼저 알코올 솜을 이용하여 머리표면의 이물질을 닦아낸 후 접시전극에 뇌파전용 전극핀을 묻혀 부착하였다. 또한 부착된 접시전극 위에 거즈를 살짝 덮어 줌으로써 전극핀이 빨리 굳지 않고 머리 표면에 잘 고정되어 있도록 하였다.

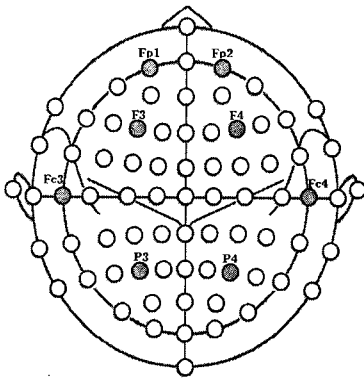


Fig. 4 Attached position of electrode

EEG 측정의 각 자극원은 청각과 시각으로 구분하였으며, 시청각 정보는 무작위 순서로 제시되었으며, 뇌파측정은 조용한 환경에서 피험자의 몸움직임을 통제된 상태에서 시행되었다. 실험 시작 전 30분 이내는 커피나 흡연, 식사를 금지하여 뇌파에 미칠 수 있는 자극 조건을 제한하였다.

#### (2) 피험자 및 평가 방법

실험에 참여한 피험자는 20대의 남녀 대학생 10명(남자 7명, 여자 3명)으로 구성하였다. 이 실험에 앞서 실험 방법 및 시청각 정보 제시 방법을 충분히 숙지시켰으며, 특히 실험실의 밝기를 적정하게(조도: 55, 색온도: 4200) 설정하여 시각 정보 제공시 갑작스런 눈부심에 의한 뇌파의 이상 출현을 방지하였다. 시·청각 정보를 제시하기 5초전 자극원 제시를 화면상의 글씨(예문: 음원이 재생됩니다.)로 미리 알려 줌으로써 자극원의 제시 자체가 뇌파에 급작스런 변화를 일으키지 않도록 하였다.

#### (3) 제시 방법

청각 및 시각 정보는 Fig. 5와 같은 방법으로 제시하여 측정하였다. 초기 5분의 안정 상태 이후 청각 또는 시청각 정보를 30초간 제시하였으며, 자극 후 다음 자극 사이에는 2분간의 안정 상태를 두어

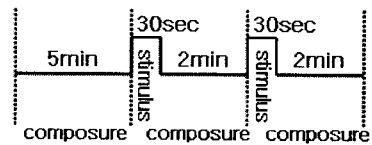


Fig. 5 Presentation order of stimuli

Table 4 Increasing rate of  $\alpha$ -wave by the channel

Irritant Channel	Auditory information			Visual and auditory information					
	No	M1	M2	R1 + No	R1 + M1	R1 + M2	R2 + No	R2 + M1	R2 + M2
Fp1	19.551 %	-16.018 %	59.829 %	-10.835 %	-22.399 %	0.331 %	-17.885 %	-16.310 %	15.137 %
Fp2	54.199 %	-6.502 %	48.863 %	3.595 %	-22.087 %	15.889 %	1.685 %	-17.718 %	12.881 %
F3	12.551 %	-0.765 %	73.368 %	-37.858 %	-37.489 %	-30.082 %	-25.991 %	-40.418 %	-25.506 %
F4	37.993 %	3.031 %	70.473 %	-21.113 %	-34.403 %	-39.409 %	-14.390 %	-43.548 %	7.658 %
T7	-11.289 %	-15.973 %	41.744 %	-19.279 %	-27.316 %	-41.198 %	-16.049 %	-37.845 %	-21.209 %
T8	20.961 %	1.447 %	57.348 %	-31.668 %	-7.206 %	-32.341 %	-9.773 %	-32.053 %	-10.852 %
P3	-13.462 %	13.908 %	46.074 %	-44.954 %	-18.216 %	-34.319 %	-41.201 %	-23.257 %	-13.088 %
P4	17.345 %	20.952 %	54.821 %	-48.020 %	-3.340 %	-32.105 %	-39.689 %	-21.046 %	-13.459 %

최소화하였다. 이는 자극 전의 reference 상태를 일정하게 하기 위함이다.

#### 4. 결과 및 고찰

##### 4.1 측정부위별 알파파 증가율

30초 자극에 대한 뇌파는 각 주파수별 파워스펙트럼(power spectrum)을 이용하여  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ 의 출

현량인 주파수별 절대파워를 산출한 후 알파파(8 ~ 13 Hz)구간의 상대값을  $\alpha/(\delta+\theta+\alpha+\beta)$  [(8 ~ 13 Hz)/(0 ~ 30 Hz)]으로 구하였다. 이러한 상대 알파값을 [(자극-무자극)/무자극]×100으로 무자극에 대한 자극의 알파파 증가율을 각 채널별로 분석하였다.

측정 위치별 시·청각 정보에 의한 알파파 증가율을 피험자 10명에 대해 평균한 값은 Table 4와 같으며, 이를 도시하면 Fig. 6과 같다.

Table 5 Analysis results of two-way ANOVA with repeated measures according to the visual and auditory information

Channel	Source	SS	df	Meam SS	F	p-value
Fp1	Visual	1.806	1.400	1.289	2.880	.106
	Auditory	2.902	1.860	1.560	9.371	.002**
	Visual×Auditory	.931	2.186	.426	.824	.463
	Error (Visual×Auditory)	10.167	19.678	.517		
Fp2	Visual	2.197	1.382	1.590	2.563	.128
	Auditory	2.987	1.445	2.068	4.319	.047*
	Visual×Auditory	.503	2.931	.172	.409	.743
	Error (Visual×Auditory)	11.071	26.377	.420		
F3	Visual	7.540	1.340	5.627	15.605	.001***
	Auditory	1.647	1.039	1.585	3.946	.076
	Visual×Auditory	1.659	2.515	.659	1.977	.153
	Error (Visual×Auditory)	7.550	22.639	.333		
F4	Visual	7.864	1.824	4.312	12.553	.001***
	Auditory	2.247	1.309	1.716	7.338	.014*
	Visual×Auditory	1.527	2.441	.625	1.962	.158
	Error (Visual×Auditory)	7.004	21.973	.319		
T7	Visual	2.072	1.869	1.109	21.248	.000***
	Auditory	.614	1.233	.498	2.513	.138
	Visual×Auditory	1.947	2.599	.749	3.328	.043*
	Error (Visual×Auditory)	5.266	23.388	.225		
T8	Visual	4.519	1.884	2.399	8.305	.003**
	Auditory	.467	1.645	.284	1.645	.226
	Visual×Auditory	1.869	1.857	1.006	2.105	.155
	Error (Visual×Auditory)	7.992	16.717	.478		
P3	Visual	4.465	1.859	2.402	13.985	.000***
	Auditory	1.899	1.545	1.229	8.239	.006**
	Visual×Auditory	.899	2.161	.416	1.228	.315
	Error (Visual×Auditory)	7.321	21.611	.339		
P4	Visual	6.584	1.630	4.039	13.425	.001***
	Auditory	1.220	1.566	.779	2.981	.092
	Visual×Auditory	1.025	2.593	.395	1.215	.323
	Error (Visual×Auditory)	7.592	23.334	.325		

\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

Fig. 6에서 알 수 있듯이 평균 알파파 증가율이 가장 큰 청각 자극원은 M2(도로교통소음 + 환경음악)이며, 대부분의 시청각 자극원은 청각 자극원인 No, M1, M2에 비해 청각 자극원에 시각 자극원이 추가 되었을 경우, 알파파 증가율이 뇌파 측정 전체 채널에서 감소하는 것으로 나타났다. 이는 청각에 비해 시각 자극원이 뇌파에 미치는 영향이 크며, 전반적으로 청각 정보보다 시각 정보에 민감한 반응을 보인다는 것을 확인할 수 있었다.

#### 4.2 측정 부위별 알파파 증가율의 차이 검증

10명의 피험자에 대한 알파파 증가율을 채널 및 제시 자극별로 구분하여 그 통계적 차이 및 유의성을 검토하였다. 이를 위해 통계분석 프로그램인 SPSS 10을 이용하여 반복측정 이원 분산 분석하였으며 그 결과는 Table 5와 같다.

Table 5에서 알 수 있듯이, 눈을 뜨고 있는 상태에서 무자극에 대한 자극원의 알파파 증가율이 유의하게 차이가 있는 부위는 시각 정보에 의한 채널 F3(F=15.605,  $p<.01$ ), F4(F=12.553,  $p<.001$ ), T7(F=21.248,  $p<.001$ ), T8(F=8.305,  $p<.01$ ), P3(F=13.985,  $p<.001$ ), P4(F=13.425,  $p<.001$ )로

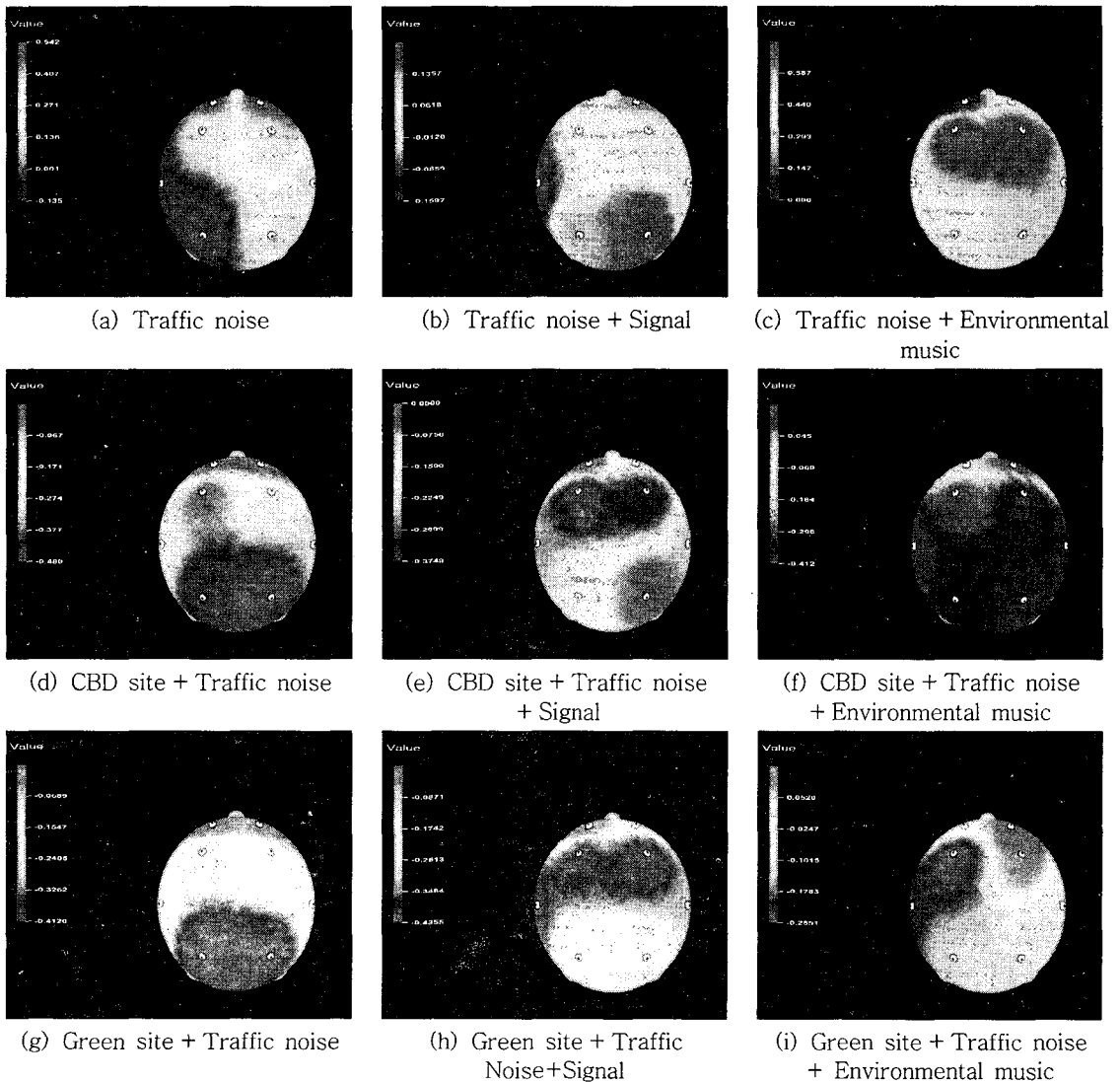


Fig. 7 Mapping of  $\alpha$ -wave increasing rate by visual and auditory information

Table 6 Difference of  $\alpha$ -wave increasing rate by the visual information

	(R2 + No) - (R1 + No)	(R2 + M1) - (R1 + M1)	(R2 + M2) - (R1 + M2)
Fp1	-7.05%	6.09%	14.81%
Fp2	-1.91%	4.37%	-3.01%
F3	11.87%	-2.93%	4.58%
F4	6.72%	-9.15%	47.07%
T7	3.23%	-10.53%	19.99%
T8	21.90%	-24.85%	21.49%
P3	3.75%	-5.04%	21.23%
P4	8.33%	-17.71%	18.65%

부위와 알파파 증가율에 따른 색상별 활성 상태를 보여주고 있으며, 도로교통소음과 환경음악을 같이 들려준 상태에서 알파파 증가율은 뇌의 전체 측정 부위에서 고른 증가를 나타낸 반면, 시그널의 경우는 후두부에서 큰 증가를 보였다. 선례 연구<sup>(1)</sup>에서 도로교통소음에 환경음악을 들려줄 경우 도로교통소음의 인지를 약 15%정도 저하시키는 마스킹 효과가 있다고 보고되고 있는데, 이와 같은 결과는 선례 연구에서의 효과와 일치되는 경향을 보여준다.

### 5. 결론

뇌파 측정을 통해 친환경 시각 및 청각 정보가 도로교통소음인지도에 미치는 영향을 살펴보았다. 그 결과, 인간이 편안한 상태에서 많이 나타나는 알파파의 증가율이 시각 정보에서는 녹색전원지역을 제시해 준 경우가 도심 CBD지역의 영상을 제시해 주었을 경우보다 전반적인 알파파 증가율이 다소 증가(유의 채널 평균 9.3%)하였다. 청각 정보에서는 시그널의 경우 알파파 증가율이 크게 나타나지 않았으나, 환경음악을 제시해 준 경우는 도로교통소음만 들려준 경우보다 Fp1에서 약 60%, P3에서 약 40% 이상 증가한 것으로 나타났다. 이는 친환경 시각 및 청각 정보가 도로교통소음 인지를 저감시키는 효과가 있음을 생리적 관점에서 확인할 수 있음을 의미한다.

추후 연구에서는 시각 및 청각 정보를 더욱 세분화시켜 친환경 시청각 정보의 패턴 연구가 필요하며, 보다 정밀한 뇌파의 해석을 위해서 wavelet 변환이나 카오스 분석 알고리즘 사용을 고려하고 있다.

### 후 기

이 논문은 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (지방연구중심대학육성사업/바이오하우징연구사업단)

### 참 고 문 헌

(1) Shin, H., 2006, "The Auditory and Visual Information Effects on the Loudness of Noises Perception", Proceedings of the KSNVE Annual

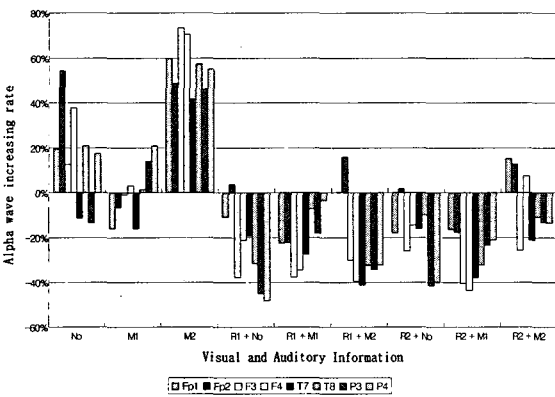


Fig. 6 Increasing rate of  $\alpha$ -wave by the visual and auditory information

판명되었으며, 청각 정보에 의한 채널은 Fp1(F=9.371, p<.01), P3(F=8.239, p<.01)으로 판명되었다.

Table 4와 Table 5의 결과에서 알 수 있듯이, 청각 정보에 의한 알파파 증가율은 시그널의 경우 알파파 증가율이 크게 나타나지 않았으나, 환경음악은 Fp1에서 약 60%, P3에서 약 40% 이상 증가하였음을 확인할 수 있었다.

Table 6에서 보면, 시각 정보에 의한 알파파 증가율은 녹색전원지역에 시그널이 추가 되었을 경우에는 다소 감소하였지만, 도로교통소음과 환경음악이 추가 되었을 경우는 모든 채널에서 상당량 증가하였다.

이러한 결과는 선례 연구에서 나타난 소음인지도 저감 효과와 상응함을 의미한다고 볼 수 있다.

#### 4.3 시청각 정보에 따른 알파파 증가량의 맵핑

시각 및 청각 정보에 의한 자극원별 알파파 증가율의 알파파 맵핑 결과는 Fig. 7과 같다. 8채널 측정

Spring Conference, KSNVE06S-26-050.

(2) Kwon, O. Y., 2003, "Study on Measurement of Musical Emotion and Sensibility Using Physiological Signals", The Society for Korea Music, Vol. 25, pp. 185~212.

(3) Shin, H., 2005, "The Masking Effects of Introducing Sounds about Road Traffic Noise", Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 599~602.

(4) Jang, G. S., 2003, "The Preference and Amenity Factors of the Environmental Sounds Suitable for Urban Public Space", Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 13, No. 11, pp. 890~896.

(5) Son, K. C., 1998, "Effect of Visual Recognition of Indoor Plants on Change Human Brain Electroencephalography", Korean Society for Horticultural Science, Vol. 39, No. 6, pp. 858~862.

(6) Nam, K. D., 2000, "Response Analysis of EEG by Auditory Stimuli Using Pop Music", The Society of Korea Industrial and Systems Engineering,

pp. 39~45.

(7) Hwang, M. C., 1998, "A Study on Discrimination Sensitivity between EEG Patterns under IAPS(International Affective Picture System) Stimuli", Journal of the Ergonomics Society of Korea, Vol. 17, No. 1, pp. 1~9.

(8) Cho, D. J., 2005, "Effects of Dance Learning on Change in EEG and POMS During Visual and Auditory Stimulation and Imagery Imagination", Korean Journal of Sport Psychology, Vol. 16, No. 3, pp. 1~17.

(9) McKee, G., Humphrey, B. and Mc Adam, D, W., 1973, "Scaled Lateralization of Alpha Activity during Linguist and Musical Tasks", Psychophysiology, Vol. 10, 441~443.

(10) Davidson, R. J. and Tomarken, A. J., 1989, "Laterality and Emotion: An Electrophysiological Approach. In F. Boller & J. Garafman (Eds.), Handbook of Neuropsychology, NewYork: Elsevier, Vol. 3, pp. 419~441.

(11) LAXTHA Inc., <http://www.laxtha.com>