

사운드스케이프 음원 평가어휘에 대응하는 뇌파변화에 관한 기초연구

A Basic Study on the Characteristics of the Electroencephalogram Corresponded with the Evaluating Words of Soundscape Sound Source

송민정* 신훈** 백건종*** 김호곤**** 국찬*****
Song, Min-Jeong Shin, Hoon Baek, Geon-Jong Kim, Ho-Gon Kook, Chan

Abstract

The effect of soundscape has been analyzed by questionnaire results. Nowadays, EEG is used to identify the human responses due to exterior stimuli such as soundscape sound sources. So, it is very meaningful to know the EEG response to soundscape sound sources.

In the present study, the sound sources of soundscape were heard to subjects in order to find out the relationship between questionnaire results and electroencephalogram results through lab test. And stimulated part of brain for evaluating words were sought in this experiment too.

The results of the study are as follows : the sound source of bird+music causes more α -wave rise than other sound sources and the α -wave stimulated region of brain is occipitallobe . In case of β -wave, the left part of brain is excited. δ -wave is on frontallobe and Θ -wave is on right part of brain. The evaluating words for soundscape can be categorized into four groups.

These results could be used for basic materials of soundscape effects analysis.

Keywords : Soundscape, Questionnaire, Electroencephalogram, Relationship, Subject test

주요어 : 사운드스케이프, 설문, 뇌파, 상호관계, 인지실험

1. 서론

사운드스케이프는 Sound와 Landscape의 합성어로서 우리 말로는 음풍경으로 번역할 수 있다. 최근에는 이 사운드스케이프 기술을 공공장소 등에 활용함으로써 능동적인 마스킹 효과를 해당 공간에 창출하여 주변소음을 상대적으로 줄일 수 있고, 또한 해당 공간에 적절한 음원을 제시함으로써 공간에 아이덴티티를 부여하는 등 다수의 긍정적인 효과를 보이고 있다.

그런데, 이와같은 사운드스케이프의 적용효과는 주로 설문 등을 통해 파악하고 분석하여 그 결과가 제시되어 왔다. 즉 피험자의 반응을 설문을 통해 파악함으로써 각 제시 음원에 대한 효과성을 비교분석해온 것이다.

근래에 들어 설문지 이외에 인간의 정신 생리상태를 측정하고 기록하는 방법 중의 하나로서 인간의 뇌파를 기록 관찰함으로써 자극에 대한 반응을 파악하고자 하는 연구시도가 잦아지고 있다. 즉, 인간의 삶의 질을 향상시키고자 하는 연구의 기반으로 인간의 뇌파를 이용한 연구분야가 대두되고 있는 것이다.

따라서 제공된 사운드스케이프 음원에 대하여 설문 및 뇌파조사를 동시에 실시하여 설문상의 피험자의 감정과 그 감정에 따른 뇌파 상호간의 관계파악은 앞으로의 사운드스케이프 연구방향 제시에 있어 매우 의미있는 작업이라고 할 수 있다.

즉, 사운드스케이프 음원의 긍정적인 효과가 어떤 뇌파에 영향을 끼치고 있는지를 파악하고 피험자의 감정과 뇌파 상호간의 관계분석을 통하여 차후 사운드스케이프에 대한 뇌파반응 연구에 대한 가이드라인을 제시할 수 있는 등의 긍정적 효과를 기대할 수 있다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 사운드스케이프 음원을 피험자에게 제공한 후 설문조사와 뇌파변화 조사를 병행 실시하여 설문반응과 뇌파반응간의 관계를 파악하고자 하였다.

이를 통해 음원의 느낌에 따른 뇌의 자극부위와 뇌파

* 교신저자, 전남대학교 바이오하우징연구사업단
전임연구원. 공학박사(minjeongsong@hanmail.net)
** 전남대학교 바이오하우징연구사업단. 공학박사
(hoonshin@gmail.com)
*** 동신대학교 대학원 박사과정
(kunjong00@nate.com)
**** 동신대학교 대학원 석사과정
(rlaghrhs2@nate.com)
***** 동신대학교 조경학과 교수. 공학박사
(kookchan@dsu.ac.kr)

변화를 살펴봄으로서 차후 사운드스케이프 음원설계시 뇌파분석을 통해 그 적용상의 효과를 예측할 수 있는 등의 잇점이 기대된다고 하겠다.

2. 뇌파 일반

1) 뇌파(Electroencephalogram EEG)

뇌파는 두피에서 발생하는 전위로 뇌신경세포의 활동에 수반하여 생성되는 전기적 변화를 머리 표면에 부착한 전극에 의해 비침습적인 방법으로 측정하는 전기신호이다.

2) 뇌의 부위별기능

감성적 뇌인 우뇌와 이성적 뇌인 좌뇌로 구성되며 인간의 부정적 반응은 우뇌에서 긍정적 정서반응은 좌뇌에서 활성도가 높다는 보고가 있다.

3) 뇌파의 분류

① 알파파(8-14Hz)

명상과 같은 편안한 상태에서 나타나며 스트레스 해소 및 집중력 향상에 도움을 준다. 알파 상태는 뇌의 이완상태를 말한다. 알파파를 명상과라고도 하는데 근육이 이완되고 마음이 편안하면서도 의식이 집중되고 있는 상태를 말한다. 그러므로 알파파가 나오면 몸과 마음이 매우 안정된 상태임을 뜻한다. 건강하고 스트레스가 없는 상태의 사람들은 알파파 활동상태가 많이 생성되는 경향이 있다.

② 베타파(14-30Hz)

긴장, 흥분 상태 등 활동할때에 나타난다. 운동력 향상에 도움이 되며, 의식이 깨어있을 때의 뇌파는 베타파이다. 이 상태가 계속 지속되면 뇌는 혼돈에 이르고 초조해진다. 물론 학습효율도 저하되게 된다. 눈을 뜨고 걷고 흥분하며 외부자극에 초점을 맞추면 일반적으로 14Hz-30Hz의 베타파가 발생한다.

③ 세타파(4-8Hz)

졸고 있거나 잠들었을때 나타난다. 얕은 수면 상태에서는 알파파보다 느린 4-8Hz의 세타파가 발생하는데 세타파는 지각과 꿈의 경계상태로 불리어진다. 이상태에서는 예기치 않는 꿈과 같은 상태를 동반하게 되고 이러한 상태는 생생한 기억으로 이어지기도 하는데 이것은 곧 갑작스러운 통찰력 또는 창조적 아이디어와 연결되기도 하고 초능력이라는 비현실적이고 미스터리한 환상적 상태로 비춰지기도 한다.

④ 델타파(0-4Hz)

잠잘때나 혼수상태에서 나타난다. 심신의 치유에 도움이 되며 깊은 수면상태에서 발생하는 뇌파이다. 델타상태에 있을때는 잠들어 있거나 무의식 상태임을 말하는 것이다. 또한 델타파 상태에서 많은 양의 성장호르몬을 생성시킨다.

본 실험의 목적은 제시된 사운드스케이프 음원에 대해 설문조사분석과 뇌파실험을 동일 피험자를 대상으로 실시하여 사운드스케이프 음원 평가 형용사에 대하여 어떤 뇌파가 유효하게 작용하며 머리의 어떤 부분에서 그 자극의 변화 반응이 나타나고 있는가를 실험을 통해 분석하는 것이다.

본 연구에서는 표 1과 같은 내용으로 실험을 실시하였다.

본 실험에 사용된 음원의 내역은 표 2와 같은데, 이 음원들은 기존의 연구결과에서 사운드스케이프 적용시 선호되는 것들로서 그 효과가 검증된 것이다. 또한 사운드스케이프 평가 형용사 역시 기존의 연구결과에서 사운드스케이프의 효과를 적절히 표현하는 어휘로서 도출된 것을 사용하여 기존연구결과와의 일관성을 유지할 수 있도록 하였다.)

그리고 본 연구에서는 설문조사시 평가척도 4이상을 득점한 경우에만 설문조사결과와 뇌파결과 사이의 관계 분석을 실시하였는데 이는 양호하게 사운드스케이프 음원이 평가되는 경우에 대한 뇌파반응을 중점적으로 파악하기 위해서이다.

표 1. 실험의 개요

구분	자극	피험자	측정 및 분석 사항	비고
설문지 실험	사운드스케이프 음원 12개	18명 양 실험 공히 동일 피험자 대상	5단계 평가척도 설문	10개 형용사 사용
뇌파실험			4개 뇌파 머리 8개 지점 측정	상대값 및 정규화값 분석
분석	설문조사시 평가척도 4이상의 득점을 한 경우의 평가어휘에 대한 뇌파의 반응 분석			

표 2. 제시음원과 평가된 형용사 어휘

제시음원 12개	평가어휘	평가 척도				
		매우	약간			
풍경소리+음악 파도소리 다듬이질 새소리+음악* 나이팅게일 교회종소리 빠꾸기+찌빠꾸 개구리 참새 물소리+음악** 귀뚜라미 산속 물소리	1. 듣기 좋은	5	4	3	2	1
	2. 충분한	5	4	3	2	1
	3. 맑은	5	4	3	2	1
	4. 가벼운	5	4	3	2	1
	5. 부드러운	5	4	3	2	1
	6. 세련된	5	4	3	2	1
	7. 유쾌한	5	4	3	2	1
	8. 잔잔한	5	4	3	2	1
	9. 편안한	5	4	3	2	1
	10. 기분좋은	5	4	3	2	1

* 새소리는 찌르레기가 주를 이루며 종달새 소리가 같이 들리게 되어 있음.

** 물소리는 산골 계곡에서 졸졸졸 흘러가는 소리로서 이 물소리와 환경음악이 함께 사용되었음.

3. 실험개요

3.1 실험개요 및 음원

- 1) 장길수 외 2인 “도시 공공장소에 어울리는 환경음의 선호도 및 평가요인” 한국소음진동공학회는논문집 / v.13, no.11, 2003년, pp.890-896
환경부, 동신대학교, “도시 공공장소의 쾌적음환경 조성을 위한 음풍경 기술개발” 2004. 7.

3.2 설문지 실험

1) 피험자

실험에 참여한 피험자는 20대의 정상청력을 가진 남녀 대학생 18명(남자 11명, 여자 7명)으로 구성되었다. 예비 실험을 통해 실험의 방법과 제시조건을 충분히 이해시켰고, 처음 10초간에는 실험음을 느끼고 이후 20초 동안 평가자에 평가하도록 하였다. 특히 실험목적은 일체 언급하지 않아 실험의 선입견을 배제하였다. 다만 피험자가 대학생으로만 이루어져 있어 세대별, 직업군별 등의 편차를 반영하지 못한 점은 본 논문의 한계임을 밝혀둔다.

2) 제시방법

청감반응은 스피커를 이용하였다. 실험은 외부소음을 충분히 차폐하여 실험에 집중할 수 있는 D대학교 청감 실험실(그림 2)에서 실시하였다. 매회 최대 6명의 피험자를 대상으로 청감실험을 실시하였다.

피험자에게 제시되는 실험음(S#)은 그림 1과 같이 30초 동안 실험음을 제공하고 3초 후 다른 실험음을 제공하게 구성되었다.

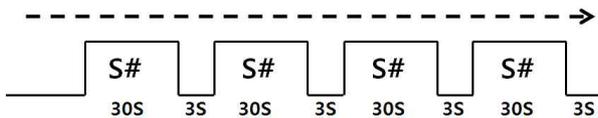


그림 1. 설문지실험 제시방법

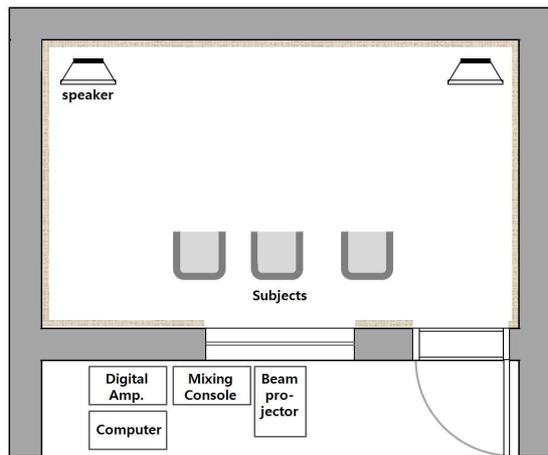


그림 2. 청감실험실

3.3 뇌파실험

1) 피험자

본 실험의 피험자는 본 연구의 설문지 실험에 참여한 대상자들 대상으로 남녀 대학생 18명으로 하였다. 실험 전 중추신경계 및 자율신경계와 청감감각에 영향을 줄 수 있는 흡연, 음료 및 약품, 약물을 삼가하게 하였다.

2) 실험절차

본 뇌파 실험은 청감실험실에서 실시하였다. 실험실의 내부는 일정한 온도(24~26℃), 습도(45~55%)와 조도

(150~200lux)를 일정하게 유지하였다.

뇌파 측정의 양쪽 귀볼(A1, A4)을 기준 자극(reference electrode)으로 한 단극유도(monopolar derivation)법을 사용하여 국제 10-20 전극법으로 배치한 Fp1, Fp2, F3, F4, Fc3, Fc4, P3, P4 부위의 8채널을 통하여 이루어졌다(그림4).

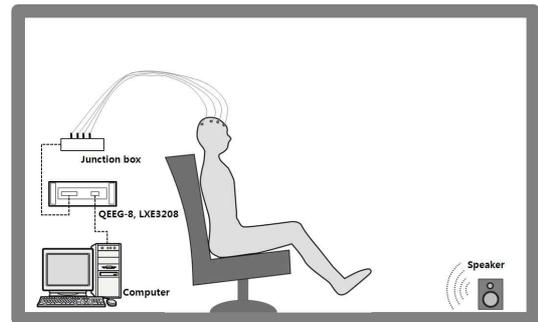


그림 3. 뇌파실험실

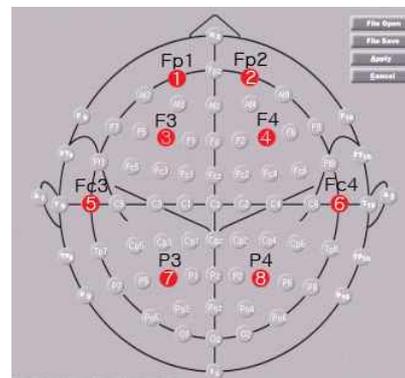


그림 4. 10-20 전극법에 의한 전극배치

잡파(artifact) 검출을 위하여 기준전극은 오른쪽 귓볼 뒤에 부착하였으며, 그 밖의 전자기노이즈 제거를 위해 접지전극은 움직임이 없는 뒷목에 부착하였다. 사용된 전극은 금으로 도포된 접시모양의 디스크전극이고, 피부와 접촉을 최대로 하기위해 머리표면의 이물질을 제거하고 디스크 전극에 전극풀을 묻혀 부착하였다. 또 전극풀이 빨리 굳지 않고 오랜 시간 전극이 잘 붙어 있도록 하기 위해 거즈로 덮어주었다. 측정 장비는 LAXTHA사의 QEEG-8(model: LXE3208)를 이용하였다(그림 3).

실험에 참여하는 피험자는 실험실에 들어가 전극을 부착하고 약 5분간 실험에 대한 지시 사항을 들으며 실험실 환경에 적응하였다.

3) 분석방법

원 자료(raw date) EEG 신호는 수동적으로 잡파가 제거된 후 자극 제시 별 EEG 신호에 대하여 고속푸리에 변환(Fast Fourier Transformation: FFT)분석을 통한 각 주파수별 국부적 변화 해석을 수행하였다. 각 주파수의 파워스펙트럼을 이용하여 δ 파(delta: 0.2-3.99), θ 파(theta: 4-7.99Hz), α 파(alpha: 8-12.99Hz), β 파(beta:

13-29.00Hz)의 출현량인 주파수별 절대파워를 산출 한 후 δ 파, θ 파, α 파 및 β 파 구간의 상대값을 구하였다. 그 식은 식(1)과 식(4)와 같다.

$$\alpha \text{상대값} = \frac{\alpha [8-12.99\text{Hz}]}{(\delta+\theta+\alpha+\beta) [0.2-29.00\text{Hz}]} \dots \dots (1)$$

$$\beta \text{상대값} = \frac{\beta [13-29.00\text{Hz}]}{(\delta+\theta+\alpha+\beta) [0.2-29.00\text{Hz}]} \dots \dots (2)$$

$$\delta \text{상대값} = \frac{\delta [0.2-3.99\text{Hz}]}{(\delta+\theta+\alpha+\beta) [0.2-29.00\text{Hz}]} \dots \dots (3)$$

$$\theta \text{상대값} = \frac{\theta [4-7.99\text{Hz}]}{(\delta+\theta+\alpha+\beta) [0.2-29.00\text{Hz}]} \dots \dots (4)$$

이렇게 상대값은 무자극에 대한 자극을 정규화 (Normalized Sensitivity: NS)시키고 전체의 평균을 구하여 분석하였고, 분석 식은 식(5)과 같다.

$$NS(\%) = \frac{(\text{자극} - \text{무자극})}{\text{무자극}} \times 100 \dots \dots (5)$$

본 연구에서 얻어진 자료들은 통계 분석 프로그램인 SPSS 12.0을 이용하여 전산처리 하였다.

4. 실험 결과

4.1 설문지 청감실험 결과

피험자에게 제시된 총 12개 실험음에 대한 형용사 어휘 평가는 그림 5와 같다.

그림 5의 (a)는 형용사 어휘 평가척도에서 최소 하나 이상의 평가어휘에 대하여 4점 이상을 받은 음원이고, 그림 5의 (b)는 모든 형용사 어휘평가에서 모두 4점이하의 하위 평가를 받은 음원이다.

그림 5의 (a)의 새소리+음악, 물소리+음악, 나이팅게일, 그리고 뻬꾸기+지뻬꾸는 형용사 어휘평가에서 전체적으로 매우 높은 평가를 받았지만, 특히 형용사 어휘 중 “듣기좋은”, “기분좋은”, “맑은”그리고 “편안함”이 높은 평가를 받았다. 다만“유쾌한”이라는 형용사 어휘에 대해서는 3점대로서 다른 형용사 어휘보다 낮은 평가를 받았다. 또한 실험음 참새는 대부분 형용사에서 3점대 평가를 받았지만, “맑은”이라는 형용사에서 4점 이상의 평가를 받은 것을 알 수 있었다.

그림 5의 (b)의 귀뚜라미, 파도소리, 산속물소리, 개구리, 다듬이질 소리, 교회종소리 그리고 풍경소리+음악의 실험음들은 대부분 형용사 어휘에서 낮은 평가를 보여주고 있지만 “잔잔한”과 “세련된”이라는 형용사에서 더욱 낮게 평가되고 있다. 특히 파도소리와 개구리 소리는 다른 실험음과 달리 대부분의 형용사 어휘 평가에서 1점대의 평가를 보여주고 있다.

12개의 실험음에 대한 형용사 어휘 평가를 보면 상위 평가를 받은 실험음은 동물의 소리 중에서 새소리에 해당하는 새소리+음악, 나이팅게일, 뻬꾸기+지뻬꾸 그리고 참새라는 것을 알 수 있다. 또한 인공적인 피아노 소리를 포함시킨 실험음 중에서 자연음이 아닌 풍경소리+음악의 실험음도 상위 그룹에 포함되지 않는 것을 알 수 있다.

따라서 단순히 어떤 환경에 음원을 제공하여 쾌적성을 높일 수 있는 음원으로서는 새소리가 포함된 음원의 제공이 좋은 방법 중의 하나일 것으로 판단된다.

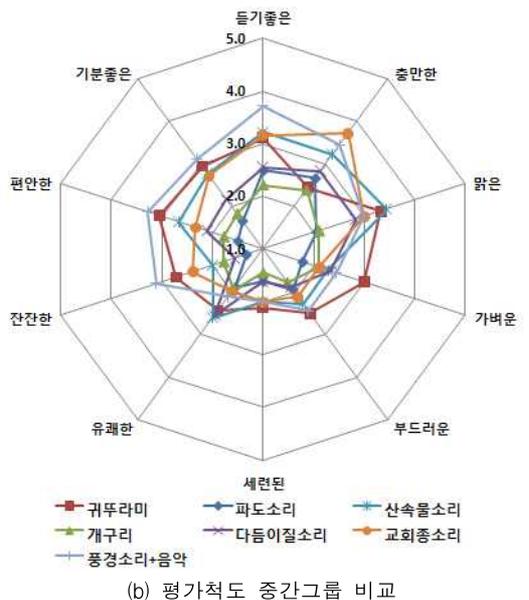
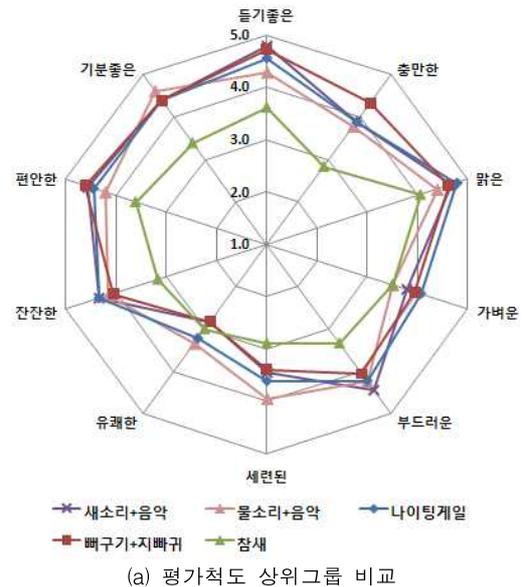


그림 5. 설문지 실험 결과

4.2 뇌파실험 결과

설문지 청감실험 결과 각 평가어휘별로 최소 하나 이상 4점 이상을 득점한 그림 5의 (a)의 음원에 대한 피험자의 뇌파를 분석하여 정리하면 표 3과 같다.

뇌파 분석상 많이 사용되고 있는 정규화 값을 대상으로

표 3. 음원에 따른 뇌파의 측정값

음원	뇌파	새소리+음악		나이팅게일		빼꾸기+지빠귀		참새		물소리+음악	
		상대값	정규값	상대값	정규값	상대값	정규값	상대값	정규값	상대값	정규값
알파	1	0.095	133.133	0.046	13.797	0.027	-32.563	0.045	10.151	0.034	-16.645
	2	0.099	131.850	0.050	18.054	0.034	-20.326	0.045	6.265	0.034	-20.160
	3	0.165	39.979	0.134	13.716	0.093	-21.159	0.113	-4.307	0.111	-5.546
	4	0.189	36.100	0.163	17.298	0.108	-22.188	0.141	1.513	0.125	-10.100
	5	0.151	20.626	0.134	6.874	0.086	-30.888	0.101	-19.029	0.112	-10.711
	6	0.152	17.010	0.157	20.516	0.104	-20.343	0.132	1.709	0.119	-8.106
	7	0.204	8.704	0.186	-1.216	0.116	-38.261	0.155	-17.563	0.145	-22.646
	8	0.211	6.518	0.198	-0.239	0.128	-35.671	0.153	-23.054	0.158	-20.499
	평균	0.158	49.240	0.133	11.100	0.087	-27.675	0.111	-5.539	0.105	-14.302
베타	1	0.099	23.293	0.070	-13.171	0.072	-10.986	0.129	59.680	0.046	-42.575
	2	0.101	4.852	0.075	-21.634	0.092	-4.782	0.120	24.441	0.048	-49.986
	3	0.148	10.044	0.152	13.060	0.169	25.520	0.196	45.470	0.140	4.229
	4	0.161	-4.453	0.157	-6.692	0.163	-2.996	0.213	26.561	0.145	-13.766
	5	0.173	14.416	0.159	5.220	0.158	4.031	0.209	37.961	0.128	-15.144
	6	0.131	-8.492	0.140	-2.238	0.151	5.648	0.198	39.072	0.124	-13.234
	7	0.163	-1.007	0.167	1.482	0.185	12.583	0.216	31.496	0.150	-8.577
	8	0.153	-9.067	0.167	-0.708	0.138	-17.680	0.186	10.454	0.133	-20.650
	평균	0.141	3.698	0.136	-3.085	0.141	1.417	0.183	34.392	0.114	-19.963
델타	1	0.719	-15.731	0.813	-4.699	0.821	-3.745	0.756	-11.384	0.868	1.720
	2	0.714	-15.919	0.809	-4.840	0.788	-7.241	0.768	-9.590	0.856	0.783
	3	0.570	-7.567	0.599	-2.854	0.626	1.447	0.556	-9.887	0.655	6.218
	4	0.527	-14.014	0.563	-8.124	0.600	-2.053	0.538	-12.213	0.627	2.340
	5	0.560	-7.336	0.586	-2.953	0.653	8.073	0.593	-1.907	0.669	10.677
	6	0.579	-4.324	0.571	-5.666	0.631	4.218	0.570	-5.927	0.640	5.678
	7	0.511	-4.279	0.531	-0.497	0.585	9.648	0.527	-1.172	0.600	12.384
	8	0.516	-5.766	0.530	-3.342	0.612	11.613	0.551	0.515	0.603	10.137
	평균	0.587	-9.367	0.625	-4.122	0.665	2.745	0.607	-6.446	0.690	6.242
세타	1	0.094	59.121	0.077	29.862	0.086	45.783	0.079	33.412	0.052	-11.782
	2	0.093	51.874	0.073	18.371	0.093	51.985	0.074	20.955	0.062	0.178
	3	0.126	28.959	0.123	26.092	0.124	26.215	0.148	51.177	0.093	-4.843
	4	0.133	29.041	0.127	23.304	0.140	35.606	0.120	16.153	0.103	-0.203
	5	0.127	24.026	0.131	27.531	0.113	10.273	0.109	6.410	0.091	-10.908
	6	0.149	9.272	0.146	6.476	0.127	-7.479	0.110	-19.628	0.117	-14.466
	7	0.134	12.783	0.127	6.615	0.125	5.180	0.112	-5.550	0.105	-11.912
	8	0.131	13.993	0.117	1.567	0.136	17.955	0.122	5.781	0.105	-8.372
	평균	0.124	28.634	0.115	17.477	0.118	23.190	0.109	13.589	0.091	-7.788

할 때, 새소리+음악의 경우 명상과 같은 편안한 상태의 알파파가 평균 49.24로 가장 활발하였으며 세타파가 평균 28.63으로 정규화값이 높게 나타났다. 베타파는 3.70으로 낮게 나타났으며 델타파의 경우 -9.38의 값이 나타났다.

나이팅게일의 경우 졸고 있거나 잠들거나 얕은 수면상태에서 나타나는 세타파가 평균 17.48로 가장 높게 나타나고 있으며 안정된 상태를 나타내는 알파파는 11.10으로 나타나고 있다. 베타파와 델타파는 각각 평균이 -3.09와 -4.12를 보여주고 있다.

빼꾸기+지빠귀의 경우에는 세타파가 23.19로 가장 높게 나타나고 있으며, 알파파 -27.68, 베타파 1.42 그리고 델타파 2.75로 자극이 없는 상태와 비교하였을 경우에 뇌파의 변화가 매우 저조함을 알 수 있다.

참새의 경우에는 긴장, 흥분 상태 등 활동할 때 가장 많이 나타나는 베타파가 34.39로 가장 높게 나타나고 있으며 그 다음에 세타파가 13.59로 나타나고 있다. 안정된 상태인 알파파와 깊은 수면상태의 델타파는 -5.54와 -6.45로 무자극 상태와 비교했을 때 보다 낮게 나타는 것

을 알 수 있다.

물소리+음악의 경우에는 깊은 잠 잘때나 혼수상태의 깊은 수면상태에서 많이 발생하는 델타파가 10.14로 가장 높게 나타났으며 알파파 -14.30, 베타파 -19.96 그리고 세타파 -7.79로 무자극일 때의 뇌파의 변화보다 낮게 측정되는 것을 알 수 있다.

뇌파실험의 결과 새소리 중에서는 새소리+음악을 동시에 들려주었을 경우에 마음이 편안해지고 의식의 집중력이 높아지는 알파파가 가장 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

하지만 같은 음악을 제공하더라도 물소리+음악의 경우에는 다른 뇌파들은 무자극에 비교해서 감소하는 반면에 심신의 치유에 도움이 되는 델타파만 증가되는 것을 알 수 있다.

또한 나이팅게일, 빼꾸기+지빠귀 그리고 참새와 같이 새소리의 경우에는 무자극일 때 비교해서 얕은 수면상태에서 많이 발생하는 세타파가 동시에 증가되는 것을 알

수 있다. 그러나 참세의 경우 베타파가 다른 실험음과 달리 34.39로 가장 높게 나타나 설문지의 형용사 어휘평가 결과값도 낮게 평가되는 결과와 상관성이 있는 것으로 사료된다.

5. 설문결과와 뇌파 실험결과의 비교분석

본절에서는 설문조사결과와 뇌파실험결과의 상호 비교 분석을 통하여 각 음원에 따른 뇌파의 활성부위와 어휘별 활성부위에 대한 분석을 시도해 보았다.

앞서 실험개요에서 밝혔듯이 설문지 청감실험에서 형용사 어휘평가 결과에서 최소 하나 이상 4점이상 나온 음원의 뇌파 실험결과를 비교분석 하였다.

분석은 각 뇌파별로 유의수준을 알아보고 그 유의성이 있는 경우에 대하여 뇌의 자극위치별로 해당 파형의 크기 순서를 파악하는 분석 방법을 채택하였다. 이는 본 논문의 목적이 각 평가 형용사에 대한 뇌파의 주요 자극위치 등을 파악하는데 그 목적이 있기 때문이다.

표 4. 통계분석 결과-〈듣기좋은, 부드러운, 잔잔한, 편안한, 기분좋은 - α파〉

분산분석					
	제곱합	df	평균제곱	거짓	유의 확률
집단간	1.063	7	.152	11.769	.000
집단내	7.326	568	.013		
합계	8.388	575			

표 5. Tukey와 Duncan 분석 결과-〈듣기좋은, 부드러운, 잔잔한, 편안한, 기분좋은 - α 파〉

VAR00012	N	유의수준 = 0.05에 대한 부집단			
		1	2	3	4
Tukey HSD ^a	1.00	.050547889			
	2.00	.054121083			
	5.00		.120630069		
	3.00		.125862778		
	6.00		.132935861		
	4.00		.146006319		
	7.00		.162756653		
	8.00		.173780208		
	유의확률		1.000	.095	
Duncan ^a	1.00	.050547889			
	2.00	.054121083			
	5.00		.120630069		
	3.00		.125862778	.125862778	
	6.00		.132935861	.132935861	
	4.00		.146006319	.146006319	.146006319
	7.00		.162756653	.162756653	.162756653
	8.00		.173780208	.173780208	.173780208
	유의확률		.850	.227	.075

표 4는 근육이 이완되고 마음이 편안해지면서도 의식이 집중되는 즉, 몸과 마음이 매우 안정적일 때 많이 발생하는 알파파에 대하여 머리의 각 위치별로 형용사와의 통계분석을 실시한 결과이다.

통계분석 결과에서, α파에 대해 유의수준 0.05 하에서 P-value : 0.000으로 매우 유의한 것으로 나타났기 때문에 자극 위치 간 뇌파 값의 차이가 있다는 것을 알 수

있다.

위의 결과를 토대로 각뇌파 발생위치간의 서열순위를 알수 있는 Tukey와 Duncan 분석을 실시한 결과, 1번 위치에서 값이 0.051로 가장 작은 값을 나타냈고, 8번 위치에서의 값이 0.174로 가장 높은 값을 나타낸 것을 알 수 있다.

이를 통해 듣기좋은, 부드러운, 잔잔한, 편안한, 그리고 기분좋은으로 묶어지는 어휘에 대하여 알파파는 8번위치에서 가장 크게 나타나고 있음을 알 수 있다.

표 6은 각 뇌파별로 위의 분산분석을 실시한 결과를 표로서 정리한 것이다. 형용사는 “듣기좋은, 부드러운, 잔잔한, 편안한, 기분좋은”의 한부류와 “맑은”의 부류, “가벼운”의 부류와 “충만한”의 4가지 부류로 나눌 수 있었다.

요인분석은 주로 설문문항의 적합성을 알아볼 때 사용하는 것으로 단순히 형용사 어휘를 분류하기 위해서는 사용할 수 있겠지만 본 논문에서는 각 파(알파파, 델타파, 감마파, 세타파)별로 형용사에 대한 뇌파의 주요 자극위치를 파악하는데 목적이 있기 때문에 각 파에 따라 형용사에 대한 뇌파위치를 분산분석을 통해 유의한 것을 찾아내고 사후분석을 통해 어떤 것들이 더 유사한 결과를 나타냈는지 알아보기 위해서 분산분석을 사용하였다.

뇌파의 발생량은 상대값과 정규화값을 상대로 유의확률을 구하였고, 각 형용사별로 뇌파의 발생량이 많이 발생하는 뇌파의 전극부위를 순서대로 나열하였다.

알파파의 경우에는 듣기좋은, 부드러운, 잔잔한, 편안한, 기분좋은, 맑은 그리고 충만한과 같은 형용사 어휘들은 상대값과 정규화값 모두 유의수준 0.05 이하로 나타나고 있다. 이러한 형용사와 관련된 전극부위는 상대값의 경우에는 8, 7, 4번 위치 순서로 높게 발생하고 있으며, 정규화값의 경우에는 8, 4, 7번 위치 순서로 높게 발생하고 있다. 하지만 형용사 어휘 “가벼운”은 상대값은 유의수준 0.05 하에서 매우 유의하지만 정규화값은 유의하지 않는 것으로 나타났다.

베타파의 경우에는 듣기좋은, 부드러운, 잔잔한, 편안한, 기분좋은 그리고 맑은과 같은 형용사 어휘들의 상대값은 유의수준 0.05 하에서 매우 유의하지만 맑은 경우에는 정규화값은 유의하지 않는 것으로 나타났다. 상대값이 많이 발생하는 전극부위는 7, 4, 5번 순서로 높게 나타나고 있으며, 정규화값은 경우에는 3, 5, 7,번 순서로 뇌파가 발생하고 있다. 가벼운과 충만한의 형용사는 상대값과 정규화값 모두 유의수준 0.05하에서 유의하지 않는 것으로 나타났다.

델타파의 경우에는 형용사 어휘 충만한 경우의 정규화값을 제외하고 유의수준 0.05 하에서 매우 유의한 것으로 나타나고 있다. 듣기좋은, 부드러운, 잔잔한, 편안한, 기분좋은, 그리고 맑은의 형용사 어휘에서 상대값과 정규화값 모두 1, 2, 5번 위치 순서로 높게 발생하고 있다. 형용사 어휘 가벼운의 경우에는 상대값과 정규화값 모두 1, 2, 3 번의 순서로 높게 발생하고 있으며, 형용사 어휘 충만한

표 6. 각 뇌파별 분산분석 결과

뇌파	형용사	유의확률		형용사별 뇌파 자극크기에 따른 전극위치의 서열 (왼쪽부터 높은 위치)																				
		상대값	정규화값	상대값								정규화값												
α	듣기좋은, 부드러운 잔잔한, 편안한, 기분좋은	.000	.000														8	4	7	3	6	5	2	1
	맑은	.000	.000	8	7	4	6	3	5	2	1	8	4	7	3	6	5	1	2					
	가벼운	.001	.111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	충만한	.000	.039	8	4	7	3	6	5	2	1	8	4	7	3	6	5	2	1					
β	듣기좋은, 부드러운 잔잔한, 편안한, 기분좋은	.000	.000	7	4	5	3	8	6	2	1	3	5	7	8	4	6	2	1					
	맑은	.000	.427	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	가벼운	.190	.613	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	충만한	.062	.270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
δ	듣기좋은, 부드러운 잔잔한, 편안한, 기분좋은	.000	.000	1	2	5	3	6	4	8	7	1	2	5	3	6	4	8	7					
	맑은	.000	.000	1	2	3	5	6	4	7	8	1	2	3	5	6	4	8	7					
	가벼운	.000	.006	1	2	3	5	6	4	7	8	1	2	3	5	6	4	8	7					
	충만한	.000	.067	1	2	5	6	3	8	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-					
θ	듣기좋은, 부드러운 잔잔한, 편안한, 기분좋은	.000	.009	6	4	7	8	3	5	2	1	6	4	7	3	8	5	2	1					
	맑은	.000	.001	6	4	3	8	7	5	2	1	6	3	4	7	8	5	2	1					
	가벼운	.078	.507	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	충만한	.472	.950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					

의 경우에는 상대값이 1, 2, 5번 순서로 높게 나타나고 있다.

세타파의 경우에는 듣기좋은, 부드러운, 잔잔한, 편안한, 기분좋은, 그리고 맑은과 같은 형용사 어휘들은 유의수준 0.05 하에서 매우 유의한 것으로 나타나고 있지만, 다른 형용사인 가벼운과 충만한은 유의하지 않는 것으로 나타났다. 듣기좋은, 부드러운, 잔잔한, 편안한 그리고 기분좋은 상대값과 정규화값은 6, 4, 7번 순서로 높게 나타났으며, 맑은의 경우에는 상대값은 6, 4, 3번 순서로 높게 나타나고 정규화값은 6, 3, 4번 순서로 높게 나타나고 있다.

이상의 결과를 보면, 형용사별 뇌파 자극이 발생하는 위치는 뇌파별로 모두 다르다는 것을 알 수 있다. 알파파의 경우에는 전극부위 P3(7번), P4(8번)와 같이 모두 후두엽 부위에서 많이 발생하는 것을 알 수 있다. 베타파의 경우에는 전극부위 F3(3번), Fc3(5번), P3(7번)처럼 좌측 부위에서 많이 발생하는 것을 알 수 있다. 델타파의 경우에는 Fp1(1번)과 Fp2(2번)에서와 같이 전두엽 부위에서 많이 발생하는 것을 알 수 있다. 마지막으로 세타파의 경우에는 F4(4번)와 Fc4(6번)에서와 같이 우측 전두엽과 측두엽 부분에서 높게 발생하는 것을 있다.

또한 형용사 어휘를 평가했을 경우에는 크게 “듣기좋은”, “맑은”, “가벼운” 그리고 “충만한”으로 분류하여 평가하여도 뇌파가 많이 발생하는 뇌파별로 비교분석이 가능할 것으로 사료된다.

그림 6은 형용사별 뇌파자극위치를 도식화해본 것이다. 이 그림에서는 상대값 및 정규화값에 대하여 상위서열별 3위에 들어가는 자극위치를 표시하였다.

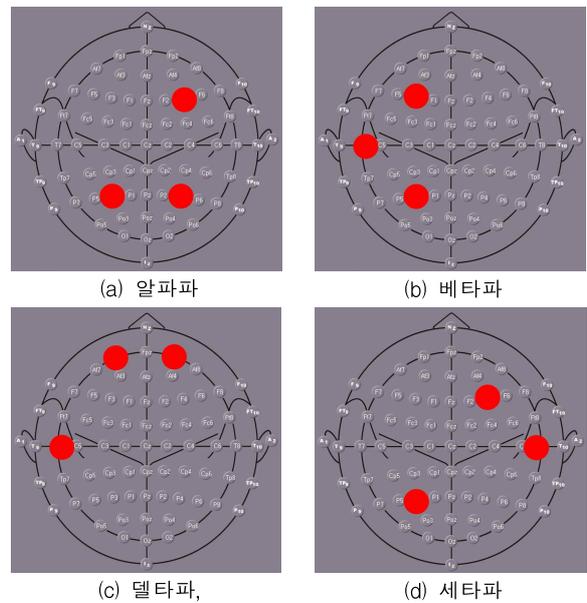


그림 6. 형용사별 뇌파자극위치
듣기좋은, 부드러운, 잔잔한, 편안한, 기분좋은

6. 결론 및 앞으로의 연구과제

본 연구에서는 사운드스케이프 음원을 피험자에게 제공한 후 설문조사와 뇌파변화 조사를 병행 실시하여 설문반응과 뇌파반응간의 관계를 파악하고자 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

12개의 실험음에 대한 형용사 어휘 평가를 단순하게 어떤 환경에 음원을 제공하여 쾌적성을 높일 수 있는 실험음은 새소리가 포함된 음원의 제시가 좋은 방법 중의

하나일 것으로 판단된다.

뇌파실험의 결과 세소리 중에서는 세소리+음악을 동시에 들려주었을 경우에 마음이 편안해지고 의식의 집중력이 높아지는 알파파가 가장 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 하지만 베타파가 다른 뇌파와 달리 높게 평가되었을 경우에는 설문지의 형용사 어휘평가 결과값도 낮게 평가되는 것으로 사료된다.

형용사별 뇌파 자극이 발생하는 위치는 알파파의 경우에는 후두엽, 베타파의 경우에는 좌측 부분에서 많이 발생하는 하고, 델타파의 경우에는 전두엽 부위, 그리고 마지막으로 세타파의 경우에는 우측 부분에서 높게 발생하는 것을 있다. 또한 형용사 어휘를 평가했을 경우에도 형용사 어휘별로 발생하는 위치를 분류할 수 있을 것으로 판단된다.

형용사 어휘를 평가했을 경우에는 크게 “듣기좋은”, “맑은”, “가벼운” 그리고 “충만한”으로 분류하여 평가하여도 뇌파가 많이 발생하는 뇌파별로 비교분석이 가능할 것으로 사료된다.

이와 같은 결과는 사운드스케이프 음원 설계시 쾌적성을 정량적으로 평가할 수 있는 자료로 활용할 것으로 기대된다.

차후에는 시각적 정보가 사운드스케이프 음원과 동시에 제공되었을 경우 설문반응을 조사하고 이의 결과와 뇌파반응 결과간의 변화 분석을 통하여 시각조건의 제공에 따른 뇌파의 발생상황과 설문조사 결과와의 상호관계를 파악해보고자 한다.

후기

“이 논문은 2011 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임(지역거점연구단육성사업/바이오하우징연구사업단)”

참고문헌

1. 심준영(2004), “스트레스 완화 훈련과 자극에 따른 뇌 영역별 활성화 비교”, 한국스포츠심리학회지, Vol. 15, No. 1, pp. 129-146.
2. 장길수 외 2인, “도시 공공장소에 어울리는 환경음의 선호도 및 평가요인” 한국소음진동공학회논문집 v.13, no.11, 2003년, pp. 890-896
3. 환경부, 동신대학교, “도시 공공장소의 쾌적음환경 조성을 위한 음풍경 기술개발” 2004. 7.
4. Brauchli, P., Ruegg, P.B., Etzweiler F. and Zeier H.(1995), “Electrocortical and Autonomic Alteration by Administration of a Pleasant and an Unpleasant Oder”, Chemical Senses, 20. pp.505-515
5. Harver, A., Katkin, E. S., Bott, K., Ehrlichman, H. and Warrenburg, S.(1989), “Autonomic affective responses to odors”, Psychophysiology, 26(Suppl.) S32

6. Diego M. A., et al. (1998). “Aromatherapy positively effect mood, EEG pattern of alertness and math computations”, International Journal of Neuroscience 96(3-4), pp.217-224.
7. Lorig T. S.(1988), “Brain & odor II: EEG activity during nose and mouth breathing”, Psychophysiology 16, pp.285-287.

투고(접수)일자: 2011년 3월 3일

심사일자: 2011년 3월 11일

게재확정일자: 2011년 6월 9일