Journal of the Korean Institute
of Industrial Engineers
Vol.23, N0.3, September, 1997

감성에 따른 뇌의 변화 특성에 대한 연구
-청각감각에 의한 감성-

Study for Variational Chacteristics of Brain According to Human Emotion
-Human Emotion by Auditory Perception-

황민철* · 손진훈** · 김철중*

Min Cheol Whang* · Jin Hun Sohn** · Chul Jung Kim*

Abstract

The concept of human emotion is recently demanded to be imbedded in industrial product and environment for enhancing quality of life. Human emotion is attempted to be qualified and quantified by physiological measurements. EEG variation, one of the physiological measurement, is observed to characterize psychological response in this study. This study is to find function and process of brain according to emotion. Twenty university students participated in this study and experienced positive and negative emotion by auditory stimulus. Delta, theta, alpha and beta waves showed characteristic variation in normalized sense according to positive and negative emotion. Local area showing significant difference between positive and negative emotion decreases with stimulus duration. Delta, theta and beta waves increase with negative emotion while alpha wave does with positive emotion.

1. 서론

최근 감성공학이라는 학문적 관심이 대두되면서 뇌파응용을 통한 뇌의 연구 요구가 증대되고 있다. 감성의 발생, 진행 및 체험 등의 메커니즘을 규명하기 위한 연구는 감성

* 한국표준과학연구원 인간공학연구실
** 충남대학교 심리학과

의 인간공학적 응용을 위한 기초기술이다. 뇌파 측정기기 및 뇌파분석기술이 향상되면서 인간감성의 측정, 분석 및 평가 기술의 가능성을 향상시켰다. 그러나 현재로서는 인간의 감성의 정의조차도 아직 일관되어 있지 않다. 감성의 인지적 요소를 포함 할 것인지 아니면 감각에 의한 느낌, 기분만을 집중할 것인지는 쟁점이 되고 있다. 그럼에도 불구하고 인간에게 고급감, 편안함, 친밀감, 안정성 및 사용용이성을 제공하는 감성적 환경 및 제품 개발은 매우 중요하다. 왜냐하면 기계 중심의 환경 및 제품에서 인간 중심의 새로운 개념의 환경 및 제품창조는 21세기의 현대사회에서 산업이 살아남을 중요한 과제이기 때문이다[1].

뇌파에 의한 감성평가는 감성공학의 새로운 가능성을 보여준다[4,5,6]. 인간의 뇌의 기본적 반응은 자극에 의한 정신적 활동을 뇌파 (EEG; electroencephalogram)반응을 통해 표현된다. 뇌파는 델타(delta), 세타(theta), 알파(alpha), 베타(beta)대역이 주를 이루고 있으며 이들의 출현량에 의해 뇌의 상태를 파악할 수 있다. 예를 들어, 눈을 감고 긴장을 푼 상태 즉 긍정적 반응상태는 알파파의 출현량이 뇌전반을 거쳐 우세한 분포를 보이다가, 정신활동을 시작할 때 즉 계산을 한다던가, 중요한 결정을 한다던가 할 때 알파파 우세가 중단되고 베타파 우세로 바뀌게 된다. 이 현상을 알파파 소실(alpha attenuation)이라고 한다[2,3]. 또한 뇌의 변화는 기능적 편측성을 뚜렷이 보여준다. 이성적 뇌를 좌뇌라 하면 감성적 뇌를 우뇌로 보고하고 있다[16,20]. 작업수행 내용에 의해 뇌의 편측적 활성은 뇌의 좌우 균형을 깨뜨린다[10]. 또한 감각에 의한 뇌의 변화는 제시된 감각에 해당한 대뇌피질의 신경밀도가 높은 부위에서 민감하게 일어난다[12]. 뇌의 편측적 기능에도 불구하고 부정적 감성과 긍정적 감성에 대한 좌우 뇌의 활성화가 다르다. 즉 부정적인 감성은 우뇌에서, 긍정적인 감성은 좌뇌에서 활성도가 높은 보고가 있다[11,14,21]. 그러므로 부정 긍정 감성은 뇌의 1차원적 활성도로 고려하기보다는 뇌의 공간적 고려가 필요하다. 긍정에서 부정으로 정도의 차이를 뇌의 한 국부에서 추적하는 것이 아니라 뇌 전반부를 거쳐 관찰함이 바람직하다.

대부분의 뇌파연구는 일정한 시간량에 대한 뇌파의 델타, 세타, 알파 및 베타 출현량 변화를 고려하고 있다. 그러나 같은 자극에 대한 반응이라도 뇌파는 시간에 따라 변화하는 것을 알 수 있다. 뇌는 자극에 의한 시간에 따라 정적 반응보다는 동적 반응을 보인다고 할 수 있다. 그러나 이 동적 변화도 시간의 어느 수준에 도달하면 일정한 패턴을 지니는 규칙성을 가진다는 가정 하에 최근 뇌파의 카오스분석을 시도하고 있다[8]. 동적인 반응에 대한 시간적 출현량 변화는 중요한 감성변화에 따른 변수로 고려되어진다. 그러므로 본 연구에서 뇌의 국제 전극법에 의거한 뇌의 21개 부위를 동시에 측정하여 부정과 긍정 감성일 때 뇌의 활성화 변화를 시간에 따라 측정, 그 변화를 관찰하였다. 본 연구에서 사용된 자극은 청각자극을 사용하여 감성을 유발하였다.

2. 실험장치

그림 1은 실험장치를 나타냈다. 실험장치

는 크게 두 가지 시스템으로 구분된다. 감성 유발을 위한 시스템과 데이터 수집 및 분석을 위한 시스템이다. 그림 1에서 보여준 박스는 피험자실을 나타낸다. 피험자실은 피험자로부터 발생되는 실험상 노이즈를 줄이기 위해 특별히 제작되었다. 피험자실은 가로 2m 세로 4.5m 높이 2.5m인 박스형이다. 피험자가 가능한 안락할 수 있도록 실내바닥에 카페트 및 벽지 부착으로 실내분위기를 조성하였다. 실내온도(26℃), 습도(45-55 %) 및 조도(150-200Lx)는 실험간 일정하게 유지하였다. 피험자가 위치할 의자는 편안한 자세를 취할 수 있도록 조절이 가능한 안락의자로 하였고 피험자실 중앙에 배치하였다. 또한 CCD 카메라를 설치하여 실험간 피험자의 상태를 monitoring하도록 하였다. 자극제시는 오디오시스템 (Inkel, 100Watt)을 이용하였고 볼륨 및 소리 데시벨은 실험간 고정시켰다. 자극 제시원은 CD player를 이용하여 잡음을 최대한 줄였다. 소리자극내용은 긍정적인 감성과 부정적인 감성을 유발할 수 있는 소리를 선정하여 제시했다. 긍정적 자극으로는 시냇물소리, 파도소리, 종소리, 새소리를 이용하였고 부정적 자극으로는 차충돌 소리, 기계톱소리, 아기우는소리를 이용하였다. 자극

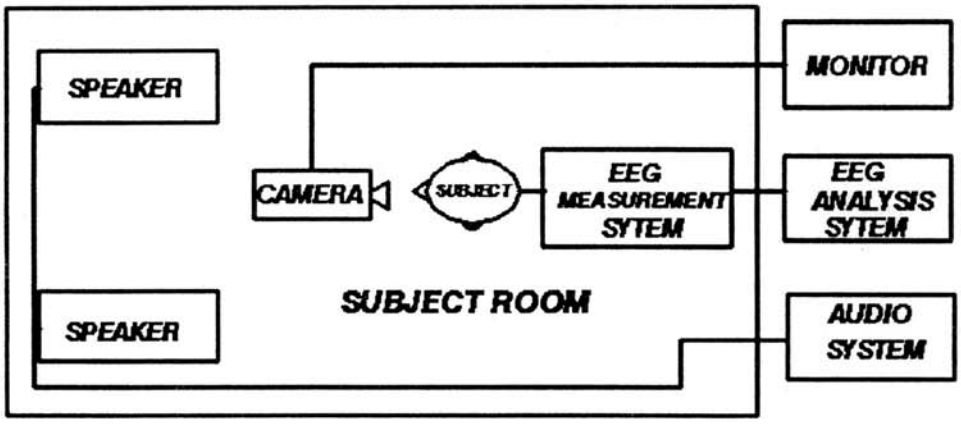

그림 1. 실험장치

을 위한 소리들은 효과음 시리즈 CD를 구입하여 사용하였다. 뇌파 측정장치는 Spectrum 32 D/P (Cadwell, U.S.A.)를 사용하였다. 이 장비는 뇌파의 유발 및 자발전위를 측정, 분석할 수 있는 뇌파전문 시스템이고 32 채널 데이터 수집기능 및 mapping 기능을 가지고 있다.

3. 실험방법

뇌파측정을 위해 국제 전극법에 의거하여 21개 전극(Silver-Silver, Grass)을 머리에 부착했으며 reference는 양쪽귀로 하였다. 뇌파의 전극에의 전달을 원활하게 하기 위해 전극 Gel(SH-48, Nihon Koheden)을 이용하였다. 실험실시전에, 전극부착에 대한 피험자의 부담감을 덜고 새로운 실험환경에 대한 불안감을 피하기 위해 약 30분 정도 적응을 위한 시간을 두었다. 또한 실험에 대한 피험자의 동기

유발을 극대화하기 위해 실험에 대한 내용 및 목적을 충분히 이해를 시켰다. 그러나 자극에 대한 기대효과방지를 위해 자극내용에 대한 것을 피험자에게 알리지 않았다. 피험자는 여자 10명, 남자 10명을 실시하였다. 평균연령은 약 20세이고 모두 감각상 문제는 없었다. 피험자실에 위치한 피험자는 안락한 자세로 눈을 감은 상태에서 무작위 소리 자극을 받게 되되 부정과 긍정을 교대로 받게 하였다. 자극시간은 한 자극에 대해 30초로 하였고 그 다음 자극으로 진행하기 전에 2분 정도의 무자극 상태로 유지하도록 하였다. 자극간의 무자극 상태를 유지하는 것은 자극에 대한 회복시간을 충분히 두어 자극전의 base-line 상태로 되돌아 가게하기 위함이다[4]. 실험 후에 자극에 대한 주관적 평가를 실시하였다. 자극이 가장 좋았을 때 +5까지, 나빴을 때 -5까지의 11점 척도를 사용하였다.

4. 데이터 분석

수집된 뇌파데이터 중에서 주관적 평가 결과에 따라 최대긍정자극과 최대부정자극에 대한 뇌파데이터를 선정하여 긍정과 부정감성에 따른 뇌파반응의 특성을 분석하였다. 실험대상자 20명중에 5명은 데이터 수집상에 노이즈가 심하므로 정상 뇌파 데이터로 볼 수 없어서 분석 대상에서 제외하였다. 노이즈의 원인은 일반전기의 교류장애, 전극접촉불량, 근활동, 몸움직임, 심전도, 안구운동, 눈깜박임, 호흡, 발한, 맥박, 정전기 등이 주된 요소가 된다[2]. 본 연구에서는 이런 노이즈 영향이 심각하여서 육안으로도 노이즈 현상으로 뚜렷이 구분되는 것은 분석대상에서 제외하였다. 뇌파는 주파수에 의해 델타, 세타, 알파 및 베타파로 분류하여 뇌의 각 전극점(21개)에 대해 분석하였다. 스펙트럼 분석을 하기 위해 뇌파의 epoching작업이 필요하고 그 시간은 측정장비에서 setting된 2.5초로 하였다. 본 연구에서 30초간 자극을 지속하였으므로 데이터를 30초에 해당하는 12개의 epoching을 하였다. 10초간의 자극 분석을 위해 30초간 데이터에서 초기 10초간에 해당하는 4개의 epoching을 하였다. 이때 데이터의 노이즈가 심하다고 판단 될 때 그 구간을 epoching 작업에서 제외시켜 데이터의 노이즈를 줄였다. 데이터는 FFT(Fast Fourier Transform) 분석을 통하여 뇌의 각파(델타, 세타, 알파, 베타)의 상대 power spectrum 구하였다[9]. 상대 power값은 시간대역에서 총 power값에 대해 델타, 세타, 알파, 베타에 해당하는 power값을 %로 normalize하였다. 무자극 상태에 대한 자극반응을 (무자극-자극)/무자극로 normalize 시켰다. 앞으로 이것을 normalized sensibility(NS)로 (1)식과 같이 정의한다.

$$NS=\frac{P_{ij-1}-P_{ij}}{P_{ij-1}}\times 100 \qquad (1)$$

P는 power spectrum, i는 델타, 세타, 알파, 베타, j는 자극상태, j-1는 자극을 받기 바로 직전의 상태인 무자극 상태를 각각 의미한다. 다시 말하면 무작위 연속자극의 자극과 자극 사이의 상태이다. 그러나 자극간의 상태는 전 자극에 대한 충분한 회복시간을 둔 상태이다. NS가 0이면 자극에 대한 반응이 없는 상태이고 1이면 자극에 대한 반응이 무자극 상태의 2배에 해당된다. 무자극 상태에 대한 부

정적인 자극반응과 긍정적인 자극반응 차이를 보기 위해 paired t test를 실시했다. paired t test는 긍정과 부정의 NS를 뇌의 21개 부위에 걸쳐서 실시하였다. 그 결과로 부정과 긍정반응차이에 대해 통계적 유의차이($p<0.05$)를 보이는 뇌 부위를 관찰했다.

5. 결과

그림 2는 긍부정 자극 반응에 대한 통계적 차이를 보이는 뇌부위를 나타낸다. 그림에서 제시된 것은 인간 머리를 묘사하는 평면도로서 원의 위에 부착된 삼각부분이 코를 나타내고 원의 좌우에 부착된 타원형 돌출부위는 귀를 나타낸다. 뇌 도식도안에 쓰여진 것은 국제전극법에 의거한 뇌부위의 명칭이다. P는 두정엽(parietal lobe) T는 측두엽(temporal lobe), C는 중심부(central lobe) O는 후두엽(occipital lobe) F는 전두엽(frontal lobe)에 각각 해당한다. 원표시는 t test결과 p value가 0.05이하일 경우를 표시하였다. 자극전 상태(무자극상태) 대한 긍정자극반응과 자극전 상

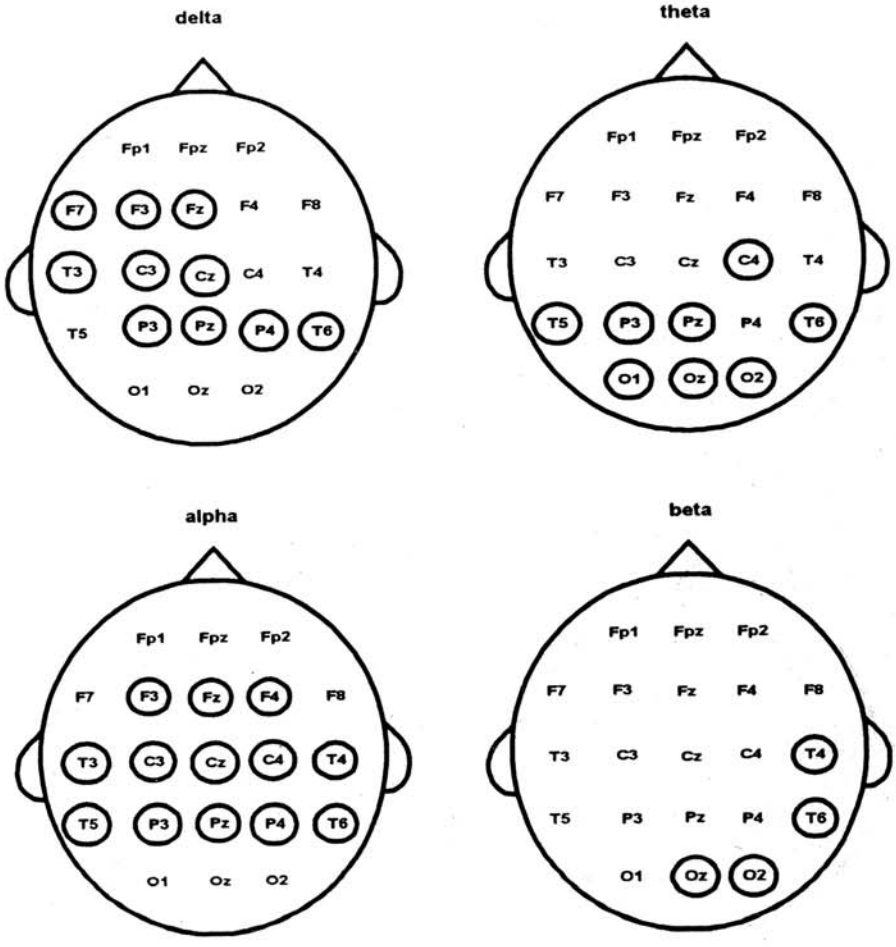

그림 2. 자극제시 10초동안 t test결과 p 값이 0.05 이하로서 긍부정반응의 차이를 보이는 뇌부위

태(무자극상태)에 대한 부정자극반응을 비교하였다. 그림 2에서 보는 바와 같이, 델타파는 좌전두엽(Fz,F3,F7), 좌전측두엽(T3), 좌중심부(Cz,C3), 두정엽전반(Pz,P3,P4,P6) 우후측두엽(T6)에서 긍정반응과 부정반응이 차이를 보였다. 세타파는 좌우후측두엽(T5,T6), 좌두정엽(Pz,P3), 후두엽전반(Oz,O1,O2), 우중심부(C4)에서 차이를 보였다. 알파파는 좌우측두엽 전반(T3,T4,T5,T6), 두정엽 전반(Pz,P3,P4), 중심부 전반(Cz,C3,C4), 전두엽 중심부(Fz,F3,F4)에서 차이를 보였다. 베타파는 다른 파형에 비해 차이를 보이는 부위가 상대적으로 적었으며 우측두엽(T4,T6)과 우후두엽(Oz,O2)에서 차이를 보였다.

그림 2와 그림 3은 자극후 각각 10초와 30초 동안 t test결과 p value가 0.05 이하로서 긍부정 반응의 차이를 보이는 뇌부위를 보여준다. 청각자극을 들려주는 기간중 초기 10초 동안에 변화를 보이는 부위가 시간이 갈수록 현저하게 줄어들었다. 자극이 끝날 때까지 전체 30초 동안의 반응을 살펴보면, 델타파에서는 좌전두엽(Fz,F3,F7)만 세타파는

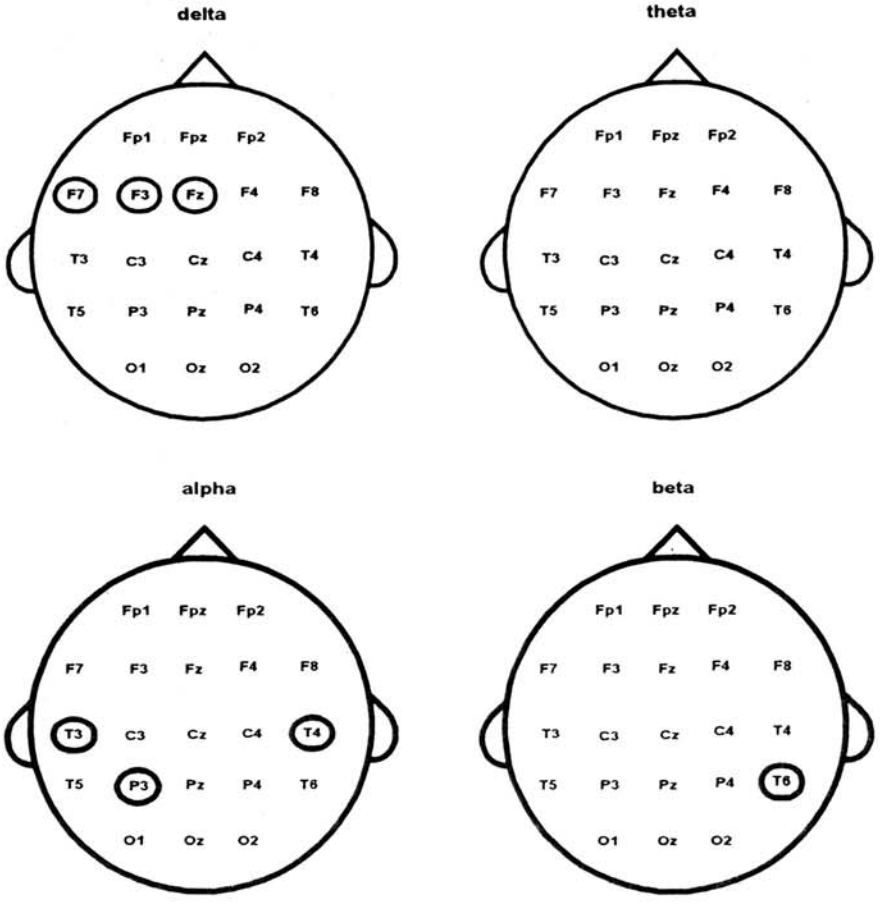

그림 3. 자극제시 30초동안 t test결과 p 값이 0.05 이하로서 긍부정반응의 차이를 보이는 뇌부위

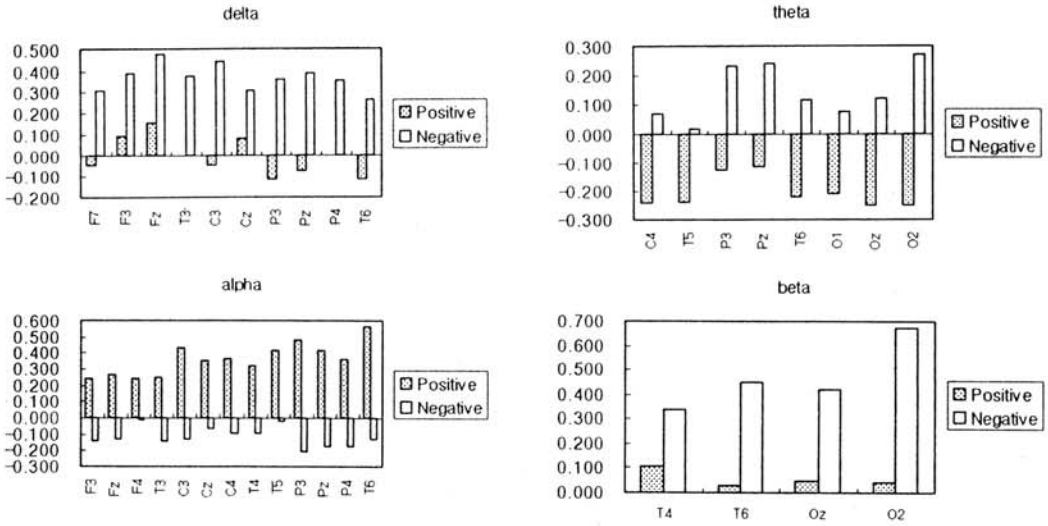

그림 4. 자극제시 10초동안 통계적 유의수준을 보이는 뇌부위의 델타, 세타, 알파, 베타파에 대한 긍부정반응의 변화

차이를 보이는 부위가 사라졌음을 알 수 있다. 알파파는 좌우전측두엽(T3,T4,P3)과 좌두정엽이고 베타파는 우후측두엽(T6)으로 나타났다.

반응차이를 많이 보이는 10초간의 데이터의 긍부정 반응에 대한 일반적 경향을 보이기 위해, 그림 4에서 델타, 세타, 알파, 베타별 증감을 제시하였다. 그림 4에서 제시된 X축은 그림 3에서 통계적 유의수준을 보이는 국부점이고, Y축은 앞에서 정의한 NS값을 나타낸다. NS값은 15명에 대한 평균값을 각 파별로 계산한 것이다. 그림 4은 자극초기의 10초간의 경향이지만 자극전체의 30초간의 경향도 이와 같았다. 그러므로 국부영역의 변화와는 대조적으로 시간에 따라 각파의 증감의 경향은 일치했다. 델타파는 부정적일 때 증가하는 경향을 나타내고 긍정적일 때 증감이 부위별로 차이를 보이고 있다. 세타파는 긍부정의 증감의 상반성이 뚜렷하다. 부정적일 때 증가하고 긍정적일 때 감소하는 경향을 보이고 감소량은 증가량보다 우세한 것으로 나타났다. 알파파는 긍정적일 때 증가경향이 뚜렷이 나타나고 부정적일 때 감소하는 경향을 나타나지만 그 정도는 증가량에 비해 미미한 수준이다. 베타파는 긍부정 공히 증가하는 경향을 보이지만 부정일 때 증가하는 경향이 뚜렷하다. 긍부정 반응에 대한 뇌파의 증감을 요약하면 다음과 같다. 긍정적일 때 알파파의 증가와 세타파의 감소가 뚜렷하고 부정적일 때 델타파, 세타파, 베타파의 증가가 뚜렷하다.

6. 결론 및 토론

감성에 의한 알파파와 베타파의 변화를 살펴보면 흥미롭다. 긍부정 자극간의 반응은 알파파가 자극초기에 뇌의 전반부에서 왕성하다가 자극전체시간동안 좌우측두엽과 좌두정

엽에서 큰 변화를 보임을 알 수 있다. 자극 초기의 반응차이를 보이는 국부영역이 자극이 지속되면서 그 영역이 줄어든다. 변화를 보이는 영역에서 증감 경향은 긍정적일 때 증가하고 부정적일 때 감소하는 경향을 보이고 있다. 반면 베타파는 오직 우측 뇌의 변화를 보이고 있지만 영역은 후두쪽으로 집중되어있다. 즉 우측두엽과 우후두엽에서 왕성하다가 우후두엽에서 큰 변화를 보이고 있다. 또한 긍정이나 부정반응 모두 증가하는 경향을 보이지만 부정적일 때 더욱 증가함을 나타내고 있다. 그러므로 자극초기에 알파파의 뇌전반부에 걸친 증가가 긍정적 반응의 특성이라 하면 우측,후두엽에 걸친 베타파의 증가가 부정적 반응의 특성이라고 할 수 있다. 일반적으로 알파파는 폐안(閉眼) 안정 시에 발생하여 인간이 정신활동을 시작한다면 알파파 희석(alpha attenuation)이 되고 베타파가 왕성해진다[2]. 안정 시에 전형적 알파파 변화는 긍정적인 감성의 뇌파반응과 일치하고 정신활동과 관련된 베타파 증가는 감성의 부정적 반응과 일치함을 보인다. 왕성한 정신활동과 부정적인 감성반응의 상관성에 대한 생리심리학적 근거는 희박하다. 왜냐하면 정신활동이 긍정적인 감성을 위한 것일 수도 있고 부정적인 감성을 위한 것일 수도 있기 때문이다. 그러나 본 연구에서 보여주는 경향은 부정적인 감성을 위한 정신활동이 긍정적인 것보다는 왕성하다는 것이다. 인간이 부정적인 기분에서는 긍정적인 기분보다 뇌의 정보활동에서 보다 분석적인 경향[17]을 고려한다면 본 연구 결과로서의 부정적인 감성에서의 베타파 증가는 감성에 의한 뇌파특성의 하나로 받아들여진다. 국부변화를 살펴보면 자극초기에 긍정반응은 뇌전체를 걸친 반응이라면 부정적 반응은 국부적으로 집중되어있다.

뇌파중의 느린 파로서의 세타파와 델타파의 변화를 살펴보면 다음과 같다. 세타파는 초기에 후두쪽에서 왕성한 긍부정 변화를 보이다가 사라지는 양상이 다른 파에 비해 뚜렷이 보인다. 긍정반응은 증가하는 경향을 보이고 부정반응은 감소하는 경향을 보인다. 일반적으로 세타파의 변화는 인간의 즐거움(pleasure)을 표현한다고 알려져 있다[16]. 본 연구에서는 후두엽 전반부에서 큰 변화를 보이고 또한 자극지속에 따라 변화가 사라짐을 볼 수 있다. 인간의 즐거움에 대한 척도로서 세타파의 출현량은 자극초기에 후두엽 대부분에서 반응이 왕성한 것이 감성반응에 대한 세타파의 특징적 경향이라고 보여진다. 델타파는 다른 파와 달리 좌전두엽 부위와 우후두엽 부위에서 자극초기에 왕성하다가 좌전두엽에서 완료됨을 볼 수 있다. 긍정적인 반응은 부위별로 증가 감소가 동시에 존재하고 있지만 부정적일 때 증가하는 경향을 보이고 있다. 일반적으로 델타파가 많이 발생하면 뇌의 이상을 나타내는 것[7]이나 지루함을 나타내는 것[18]으로 알려져 있다. 그러므로 부정적인 반응에 대한 델타파 증가는 일관성 있는 경향이다.

그림 2와 그림 3에서 보는 바와 같이 청각에 의한 뇌반응의 시간성 경향은 흥미롭다. 자극 초기에서 강한 반응을 보이다가 시간이 갈수록 반응이 희석되어 감을 볼 수 있다. 이것이 청각고유의 특징으로 인한 것인지 아니면 다른 감각에 의한 반응에서도 나타나는 일반적인 경향인지에 대한 의문이 제기된다.

다른 감각에 의한 반응과 비교하는 것은 다음 연구과제로 남겨두기로 한다. 이 경향은 자극에 의한 적응으로 설명되어 질 수 있는 가능성은 배제하지 않는다. 그러므로 청각자극에 의한 적응이 쉽게 이루어지는 것으로 볼 수 있다. 또한 자극내용에 따른 소리의 구성요소의 변화에 대한 뇌파변화를 고려할 수도 있다. 본 연구에서 제시된 자극 중에서 시냇물 흐르는 소리를 예를 든다면, 자극시간 30초간의 시냇물소리가 일정하지 않고 소리의 구성요소가 다르다. 그러나 시냇물소리에 대한 소리의 구성요소 변화가 크게 변하지 않고 내용을 일정하게 유지하기 때문에 그 영향은 감성변화를 일으킬 만큼 크지 않다고 볼 수 있다. 감성에서는 직관적 감성과 인지적 감성으로 나눌 수 있다. 직관적 감성은 이유 없는 감성이라면 이유 있는 감성을 인지적 감성이라고 할 수 있다[19]. 인간의 직관적선호도를 만족시키는 제품이 산업사회가 추구하는 인간 중심적 제품이라고 한다면 직관적 감성에 의한 뇌의 변화의 특성을 제시하는 본 연구의 결과는 중요한 방향성을 제시한다고 할 수 있다. 또한 자극말기까지 변화를 보이는 뇌의 부위를 청각감성을 결정하는 최소부위로 간주한다면 청각감성을 위해 측정부위를 본 연구결과에 따라 국한시킬 수 있음을 암시한다.

본 연구에서 normalized sensibility에 이용된 baseline이 새롭게 정의되었다. Baseline는 자극직전의 무자극 상태를 이용하였다. 자극직전의 상태는 전 자극으로부터의 회복도가 그 다음 자극에 대한 반응에 큰 영향을 주게 된다[13]. 기존 연구에서 자율신경계의 생리신호는 피부반응을 제외하고는 초기치의 영향을 받는다는 보고가 있다. 예를 들어, 무자극 상태에서 심전도 activation이 큰 피험자는 자극상태에서 그 변화가 무자극 상태의 심전도 activation보다 작은 피험자보다 크게 나타났다[15]. 그러므로 초기치인 baseline이 다를 경우 같은 자극에 대한 같은 반응이라 하더라도 다를 수가 있다. 연속적 자극반응에 대해 각각 다를 수 있는 baseline을 고려하는 것은 중요하다 왜냐하면 자극과 자극간의 회복시간을 두었다할지라도 완전한 회복이 어렵기 때문이다. 실제로 자극간의 baseline에 대한 차이는 통계적으로 유의한 수준이었다 ($p < 0.05$).

본 연구에서 제시된 감성에 의한 뇌파의 변화특성은 앞으로 감성을 규명하는 정성적, 정량적 방향을 제시해 줄 수 있는 가능성을 보여준다. 본 연구는 청각의 특성을 고려했지만 청각이외의 시각, 촉각, 후각 등의 다른 단독 감각에 의한 연구와 복합감각 즉 시청각, 후미각, 시촉각등의 감성의 정량적 규명은 앞으로 연구과제로 남겨둔다. 이 연구결과는 뇌파변화를 측정하여 인간의 감성을 예측하고 인간의 삶의 질을 높일 수 있는 제품 및 환경을 창조하는 데에 방향을 제시해 줄 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] 김철중, 감성공학 기술개발, *측정표준*, 19권 1호, pp. 2-10, 1996.

[2] 이병윤, 임상뇌파, *일조각*. 1987.

[3] 조암, 도해에로고노믹스 (野呂影勇 著), *한국표준공업협회*, 1990.

[4] 황민철, "감성의 정성적 정량적 평가," 측

정표준, 19권 1호, pp. 32-40, 1996.

[5] 황민철 김지은 김철중, "청각감성의 생리적 신호변화에 대한 연구," *대한인간공학 춘계학술대회 논문집*, pp. 259-263, 1996.

[6] 황민철 박재희 김철중 박수찬, "생리신호에 의한 감성평가," *대한인간공학 춘계학술대회 논문집*, pp. 35-39, 1995.

[7] Andreassi, J.L., *Human Behavior and Physiological Response*, 3rd Edition, Lawrence Erlbaum Associates, Publisher, Hillsdale, N.J., 1995.

[8] Baker, G.L., Gollub, J.P., *Chaotic Dynamics*, Cambridge University Press, New York, 1990.

[9] Cooper, R., Osselton, J.W., Shaw, J.C., "*EEG Technology*," 3rd Edition, Butterworths, 1980.

[10] Davidson, R. J., Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion. *Brain and Cognition*, 20, pp. 125-151, 1992.

[11] Davidson, R.J., Tomarken, A.J., Laterality and emotion; An electrophysiological approach. In F. Boller & J. Garafman (Eds.), *Handbook of neurophyiology* (Vol. 3, pp. 419-441). NewYork: Elsevier, 1989.

[12] Fox, N. A., "If it's not left, it's right. Electroencephalograph asymmetry and the development of emotion," *American Psychologist*, 46, pp. 863-872, 1991.

[13] Furedy, J.J., Scher, H., "The law of initial value: Differential testing as an empirical generalization versus enshrinements as a methodological rule," *Psychophysiology*, 26, pp. 120-122, 1989.

[14] Heller, W., "The neuropathology of emotion: *Developmental patterns and implications for psychological and biological approaches to emotion* (pp. 167-211). Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1990.

[15] Klorman, R., Weisenfeld, A.R., Austin, M. L., "Autonomic responses to affective visual stimuli." *Psychophysiology*, 41, pp. 553-560, 1975.

[16] Maulsby, R.L. (1971). An illustration of emotionally evoked theta rhythm in infancy: Hedonic hypersynchrony. *Electroencephalogy and Clinical Neurophysiology*, 31, 157-165.

[16] McKee, G., Humphrey, B., McAdam, D. W., "Scaled lateralization of alpha activity during linguist and musical tasks," *Psychophysiology*, 10, pp. 441-443, 1973.

[17] Murry, Jr., J.P., Dacin, P.A., "Cognitive moderations of negative emotion effects: Implications for understanding context," *Journal of Consumer Research*, 22, pp. 439-447, 1996.

[18] Ogata, S., "Human EEG responses to classical music and simulated white noise effects of a musical loudness component on consciousness," *Perceptual and Motor Skills*, 80, pp. 779-790, 1995.

[19] Parkinson, B., "*Ideas and Realities of Emotion*," Boutledge, London, 1995.

[20] Rugg, M.D., & Dickins, A.M.J., "Dissociation of alpha and theta activity as a function of verbal and visuospatial tasks," *Electroencephalograph and Clinical Neu-*

rophysiology, 53, pp. 201-207, 1982.

[21] Silberman, E.K., Weingartner, H., "Hemispheric lateralization of functions related to emotion," *Brain and Cognition*, 5, pp. 322-353, 1986.

96년 12월 최초 접수, 97년 6월 최종 수정