

# 시각정보 변화에 따른 음향통보장치 신호음의 청감반응

## Subjective Responses for the Fire Signal Sound of Acoustic Reporting Equipment Depending on Visual Information

송 혁†

Hyuk Song

(2004년 11월 24일 접수 ; 2005년 2월 22일 심사완료)

**Key Words** : Fire Alarm Sound(화재 경고음), Fire Saftly(화재 안전), Psycho-acoustic Experiment(청감실험), Visual Information(시각 정보), Fire Equipment(소방설비)

### ABSTRACT

Instruction and prevention of the safety for a fire have been performed continuously by nation. However, the accident due to a fire is not decreasing and causes a serious calamity to people. It is at the initial stage of fire burning that the most effective way to reduce damage is to evacuate and fight a fire. When a fire burns, the equipments reporting to other person or organization concerned are called "acoustic reporting equipment". Among those equipments reporting to person, "a fire bell" is the easiest equipment to approach. Observing the behaviors of people when a fire burning, some are in a quiet indoor, some in a room with other people, some in a square with many people and some in indoor filled with smoke etc. This study aims to find out an acoustic reporting signal appropriate for visual information. For the experiments, visual-auditory experiments were performed through reporting signals and visual informations with several situations that is able to be faced at when a fire burns.

### 1. 서 론

화재는 사소한 부주의나 관리소홀로부터 발생되며, 전혀 예상하지 못한 큰 재앙을 가져오고 있으며 이와 같은 현상들은 국민생활의 향상과 산업의 발전과정에서 계속 늘어가는 추세에 있다. 더욱이 건축물의 고층화·심층화, 에너지 사용량의 증가, 화학물질의 다양화·대형화 등은 화재사고와 동시에 인명과 재산의 대형피해로 연결되고 있는 실정이다.

최근 5년간('99~'03)의 소방방재청의 통계를 분석하여 보면, 화재는 연간 평균 33,843건이 발생하고 인

명피해는 매년 평균 2,410인이고 재산 피해액은 평균적으로 1,566억원 이었다. 화재의 증가율은 0.7%가 증가 하였고 일일 화재 평균건수는 92.7건이었다. 또한 2004년 상반기에 발생한 화재 4,668건의 화재사례를 분석해 보면 주택이 3,800건, 아파트가 868건이었다. 화재의 원인도 다양하여 전기 1,346건(28.83%), 방화 503건(10.78%), 담배 449건(9.62%), 아궁이 322건(6.90%), 가스 242건(5.18%) 순으로 나타났다. 화재의 발생은 일부 방화를 제외하고는 대부분이 사용자의 실수에서 기인한 것으로 나타나고 있다.

그러나 화재에 대한 예방 교육 및 홍보에도 불구하고 화재가 계속 증가하고 있는 원인은 개인 안전의식 결여에서 오는 원인이 가장 큰 요인 중의 하나이다. 화재 발생시 많은 인적 물적 자원의 피해를 내는 원인 중의 하나는 초기에 화재에 대한 인식 및 대피를 하지 못하는데 있다. 화재발생시 사람이나 관계기관

† 책임저자 : 정회원, 전남대학교 공업기술연구소  
E-mail : capikki@hanmail.net  
Tel : (062)530-1633, Fax : (062) 530-0789

에 알리고 대피하거나 진압하도록 하는 장치 및 기기를 경보설비라 한다.

경보설비 중 음향장치는 일반적으로 음량과 음색이 다른 기기의 소음과 구분되는 “벨”을 사용하고 있지만, 규격용어는 “음향장치”로서 벨 이외의 것도 사용할 수 있다. 음향장치는 수신기의 부근에 설치하는 주음향장치와 건물구내 즉, 계단·복도·통로 등에 설치하는 지구음향장치로 분류하며, 주음향장치는 건물의 관리자에게, 지구음향장치는 건물 내 수용된 사람에게 통보하는 기능이 있다. 건물내부에 알리는 소리는 별도의 음색을 가지고 있지 않으며, “음향장치는 1m 떨어진 위치에서 90폰(phone) 이상이 되는 것으로 할 것” 이외의 규정은 없다. 그러나 실내에서 생활 하고 있는 상태에서는 화재 경고음인 벨 소리를 인식하지 못한다면, 인명 피해는 더욱더 많아 질 것이다.

이러한 청감반응을 알아보기 위해서는 실제 화재가 발생한 상태에서 알아보아야한다. 그러나 실제로 화재 현장에서 설문을 할 수 없다는 현실이다. 이에 6개 화재 장면을 보여주고, 선정된 화재경보음 8개를 들려주어, 화재발생시 경고음으로 가장 적합한 신호음은 어떤 것인가에 대한 청감 반응 실험을 실시하였다.

## 2. 청감실험

### 2.1. 경보설비

경보설비는 소방법에 따라 화재 등을 통보하기 위해 건물 등에 설치하는 감지·경보·통보 설비의 총칭으로 한국의 경우는 소방법 제4장 <소방시설 및 소방용 기계·기구 등>에서 특수 장소 등의 소방시설(29조 1항) 및 소방시설기준 적용의 특례(29조-2항), 소방법시행령의 <소방시설의 종류>에서 경보설비(13조)에 대해 정해 놓았다. 동 시행령에 의하면 경보설비란 화재발생을 통보하는 기계·기구 또는 설비로 자동화재 탐지설비, 전기화재경보기, 자동화재 속보설비, 비상경보설비(비상벨·자동식사이렌·방송설비) 등이 있다.(13조 2항) 자동화재 탐지설비는 건물 안에서 발생한 화재를 자동적으로 발견·통보하는 것이며, 전기 화재경보기는 가스 누출이나 누전(漏電) 등의 발견 및 방지를 위한 시설이고, 자동화재 속보설비와 비상경보설비는 건물 안에 있는 사람들에게 화재를 알리거나 소방서에 통보하는 시설이다.

### 2.2. 청감실험을 위한 음원의 선정

음원의 선정은 상용화된 음원중에 일차적으로 200개를 선정하였고, 선정된 음원중에 신호음으로 적합하다고 판단되는 음원을 음향에 종사하는 전문가들(7명)에게 들려준 후, 화재발생시 경고음으로 판단되는 30개를 선정하였으며, 그 주파수 특성은 Fig.1과 같다. 선정된 음원에 대하여 20~30세 까지의 정상적인 청력을 가진 사람을 대상으로 40명에게 청감에 대한 실험을 실시하였다. 실험은 일상생활과 같은 조건을 부여 한다는 취지에서 일반 강의실에서 외부 소음이 들리는 시간대를 선정 하였다. 또한 외부 소음레벨은 55~60 dB(A)을 나타냈다. 음원의 편집은 cool edit 2000에 의해 편집, 녹음되었으며, Amplifier(digital console) 및 5.1 ch speaker system에 의해 재생하였다. 선정음원에 대한 어휘평가는 ‘화재 발생시 경고음으로 적합한가?’에 대한 질문에 대하여, 5단계 평정척도(5.매우 적합하다, 3.보통, 1.전혀 적합하지 않다.)로 실험하였다.(Fig. 1)

청감실험은 제시음원을 1회 들려주어 그 반응을 선택하도록 하였으며 Fig.2에서와 같이 음의 제시시간을 6초로하고 다음 음원을 듣기까지 4초간의 간격을 두었다. 피험자는 이 음원을 들으면서 청감실험용 sheet에 표시하도록 하였고, 음원의 종료를 알리는 두 번의 순음과 음원의 시작을 알리는 1번의 순음을 들려줌으로써 실험의 마무리 및 준비를 대비하고자 하였다.

설문은 5단계 단극적으로 구성되었으며, 각 음원을

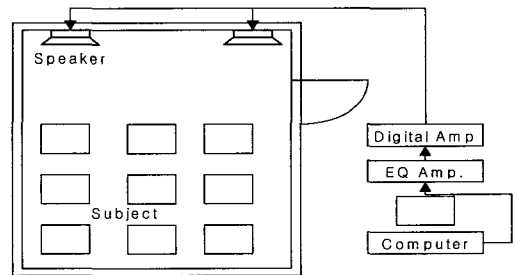


Fig. 1 Experimental setup

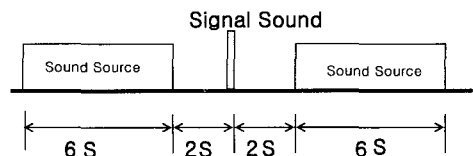


Fig. 2 Configuration of sound sources

들려준 후 선정음원에 대한 평가는 다음 Table 1과 같다. 그 중 현재 경종으로 사용하는 1. fire alarm은 3.88을 득하였고, 2. airraid는 4.10, 28. klaxon2은 4.38, 29. S.O.S는 4.15을 득하여 기준이 되는 음보다도 높게 나타났다. 기준음과 비슷한 반응을 보이는 음으로 6. alarm2는 3.65, 21. police siren은 3.75, 26. buzzer는 3.60으로 7개 음원을 선정 하였으며, 마지막으로는 음성으로 알리기 위해 “불이야” 하는 음으로 녹음하여 최종적으로는 8개 음원을 선정하였다.

### 2.3 시간에 따른 음원 특성 및 화면선정

Fig. 3는 음원의 시간별 특성을 나타낸 것으로, 음원은 각각 6초간 재생되도록 편집하였으며, 음원의

종류에 따라 음악과 같이 시간에 대한 레벨이 크게 변동하는 것이 있으며, 일정한 패턴의 형식을 취하고 반복적으로 나는 소리가 있음을 알 수 있다. 짧은 주기를 나타내는 음원이 많아 긴박감을 고조시키는 음원이 주를 이루었다. 또한 예비 실험을 통하여 “화재 발생시 적합한 화재 경고음으로 제시된음 이외의 음을 적으시오” 라는 질문에 대하여 40명 설문자중 17명이 육성으로 알리는 음 “불이야” 하는 응답이 나와 인공음 7개와 1개의 인간육성의 소리 “불이야”로 선정하였다. Fig. 3은 화면을 보여주고, 각 화면에 대하여 시험음 8개를 들려주고, 각 화면에 적합한 화재 경고음을 선택하도록 한다.

시각정보(화면) 구성은 발화, 화재진압, 실내에서 연기, 밖으로 나오는 연기, 낮 시간 때의 가장 화재가 성장 하였을 때 및 밤 시간 때의 화재가 가장 성장 하였을 때로 선정 하였다.(Fig. 4)

Table 1 Result of psycho-acoustic experimental

ID	dB(A)	Average
1. Fire alarm	85.50	3.88
2. Church bell	85.40	1.55
3. Boat horn(short)	84.00	2.63
4. Human sound(Aaagh)	84.10	2.00
5. Airraid	85.00	4.10
6. Alarm2	82.30	3.65
7. Beep1a	83.20	2.18
8. Beep2a	76.40	1.78
9. Beep1b	90.30	1.68
10. Beep2b	84.30	1.73
11. Car break	87.10	1.73
12. Bridge up01	77.00	1.88
13. Bridge up01	86.60	2.30
14. Ding(double)	87.60	1.25
15. Break a glass	85.90	1.73
16. Car horn02	77.30	2.48
17. Knock02	85.00	1.88
18. Medi-beep	79.00	2.65
19. Move02	84.10	2.53
20. Phone ring	86.30	1.68
21. Police siren	89.50	3.75
22. Radar	79.80	2.23
23. Sonar beep	80.20	1.60
24. String02	83.40	1.98
25. Rain02	87.60	1.70
26. Buzzer	85.30	3.60
27. Emergen-cy02	82.40	2.63
28. Klaxon2	85.40	1.38
29. S.O.S	81.20	4.15
30. Whistle	86.40	3.28

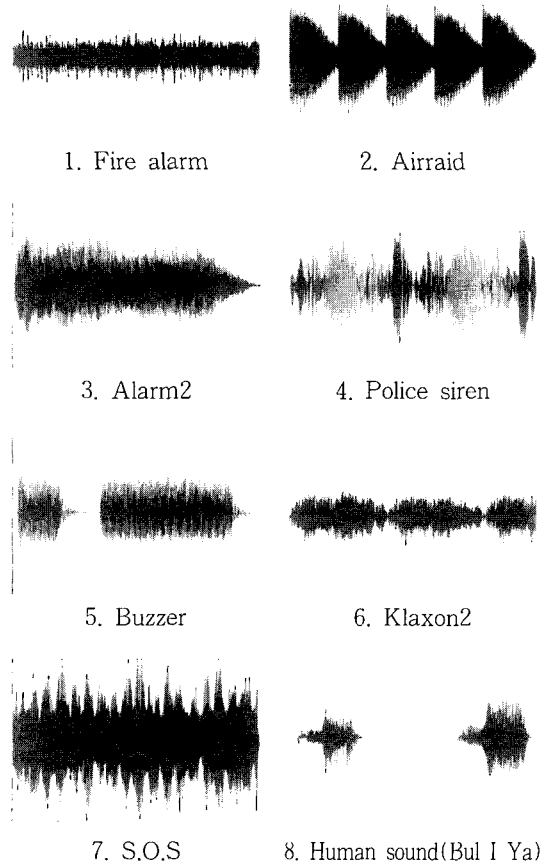


Fig. 3 Time history of sound sources

화재의 장면은 기존의 대형화재 사고 및 일부 화재의 발생이나 진압에 대한 영화의 장면을 사용 하였다.

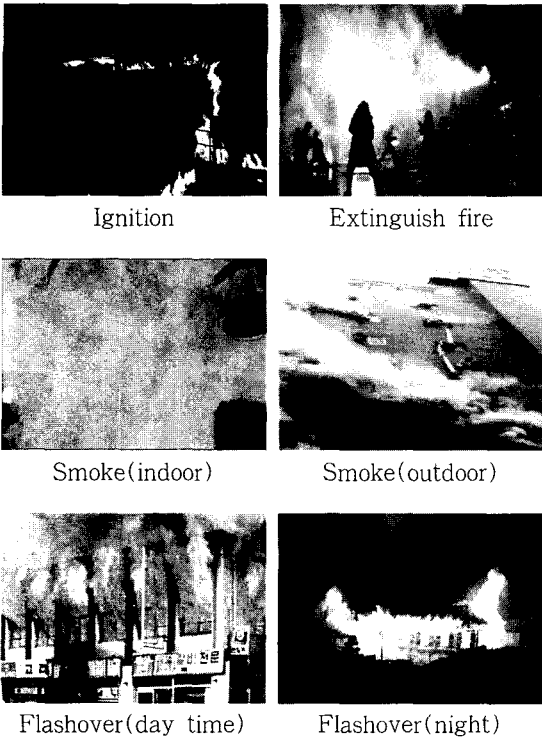


Fig. 4 Visual experimental of figures

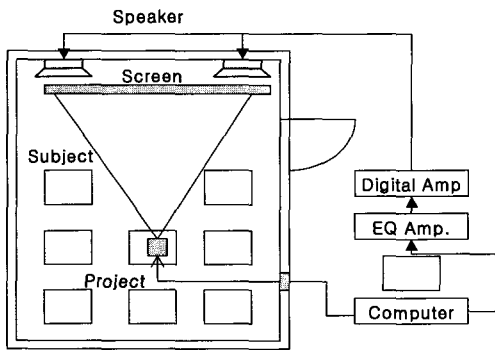


Fig. 5 Visual experimental setup

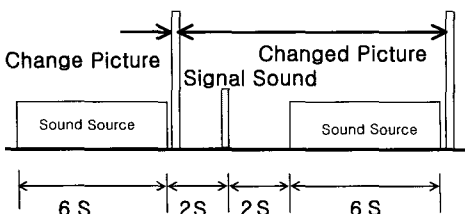


Fig. 6 Configuration of visual and sound sources

## 2.4 시각정보 변화에 따른 실험방법

Fig. 5는 시각에 따른 청감반응을 보기 위한 실험으로 화재장면을 화면에 먼저 보여 준 후, 해당되는 화면에 '화재 경고음으로 적합한가?'에 대한 실험을 실시하였다. 실험 방법은 기존의 방법에 시각적인 방법을 추가 하였다. 평정척도는 5단계(5. 매우 적합하다, 3. 보통, 1. 전혀 적합하지 않다.)로 실험을 실시하였다.

청감실험은 제시음원을 들려주기 전에 화재장면을 보여준 후, 신호음을 기준으로 하여, 그 반응을 선택하도록 하였다. 음의 제시시간은 6초로 하였으며, 음 제시 시간이 끝나면 다른 화면을 보여주었다. 피험자는 이 음원을 들으면서 청감실험용 sheet에 표시하도록 하였다.(Fig. 6)

## 3. 실험 결과 및 분석

### 3.1 화면변경에 따른 실험결과

Fig. 7은 음원 1~8번 까지 득점원의 평균값을 나타낸 것이다. 1번 음원(fire alarm)은 화면의 변화에 상관없이 높은 득점원을 득하는 반면, 5번 음원(buzzer)과 8번 음원(human sound 'Bal I Ya')의 득점은 화면의 변화에 관계없이 낮은 편에 속해있다. 특히 4번 음원(police siren)은 가장 높을 때 득점이 3.9인 반면 낮은 때는 2.6을 득하여, 화면에 변화에 따라 변동 폭이 크게 나타났다.

화면 없는 상태에서 선정된 8개의 음을 들려준 후, "화재발생시 경고음으로 가장 적합한가?"에 대한 질문에 대하여, 1번음이 평균적으로 가장 높은 득점인 4.00을 득하였다. 그 다음은 2번음(3.56), 3번음(3.50), 6번음(3.17), 5번음(3.17), 4번음과 7번음

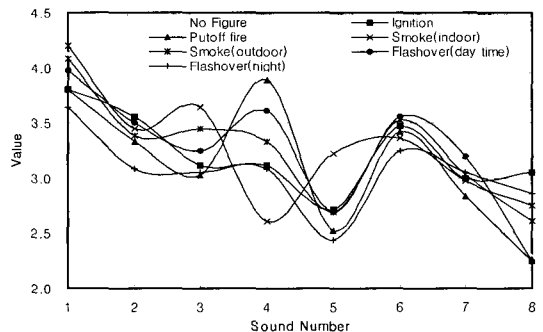


Fig. 7 Score by sound source

(2.86)을 득하였다. 가장 낮은 득점을 득한 음은 8번음(2.28) 순으로 나타났다.(Fig. 8)

화재가 발화되기 시작한 화면에서 1번음은(3.69)으로 가장 높게 득하였고, 2번음(3.42), 6번음(3.39), 3번음(3.06), 4번음(2.97), 7번음과 8번음(2.94) 순서로 나타났고, 가장 낮은 음은 5번음(2.69)으로 나타났다.

야간에 불이 났을 때 소방진화 하는 장면을 보여주며 화재 경고음으로 적합한 음을 찾는 답에 대해서는 4번음(3.75)으로 가장 높은 점수를 득하였고, 1번

음(3.69)을 득하였다. 가장 낮은 득점을 득한 음원은 8번 음원(2.14)이었다.(Fig. 10)

실내 내부에 연기가 자욱한 장면에서는 1번 음원(4.06)을 득해, 화면이 없는 상태에서 보다 더 효과적으로 인식되었다. 가장 낮은 득점은 4번 음원(2.58)으로 나타났다.(Fig. 11)

화재의 장면 중 실외 연기가 자욱한 화면에서는 1번 음원(3.97)이 가장 높게 나타났고, 6번 음원(3.42)

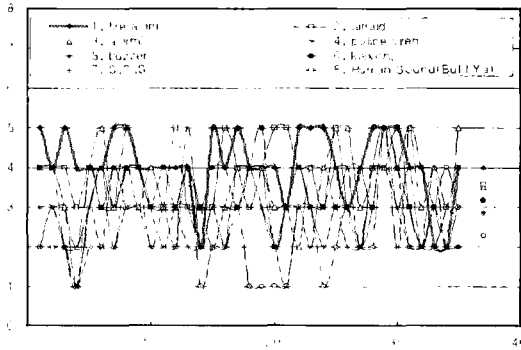


Fig. 8 Score without visual information

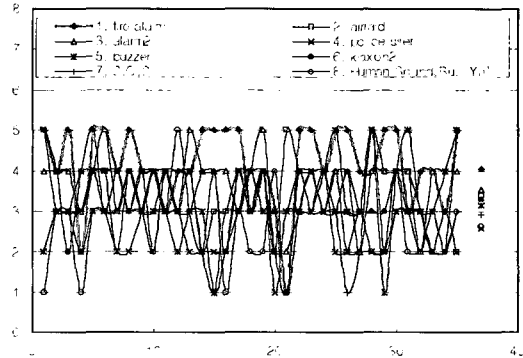


Fig. 11 Score with the picture of room filled with smoke

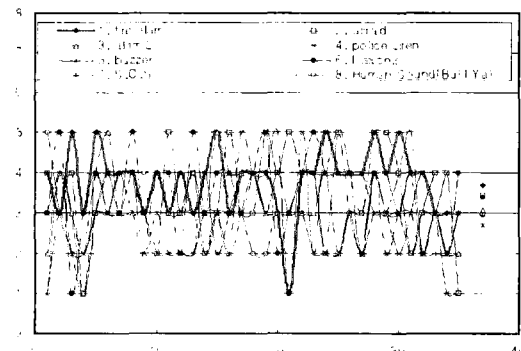


Fig. 9 Score with the picture of initial stage of a fire

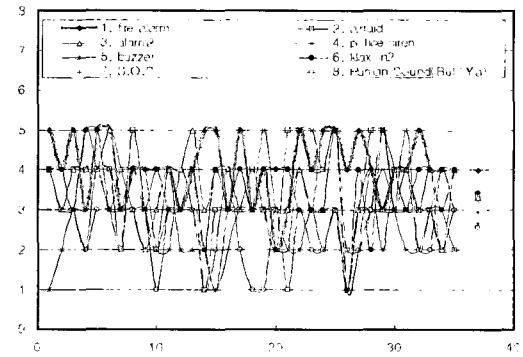


Fig. 12 Score with the picture of outdoor smoke

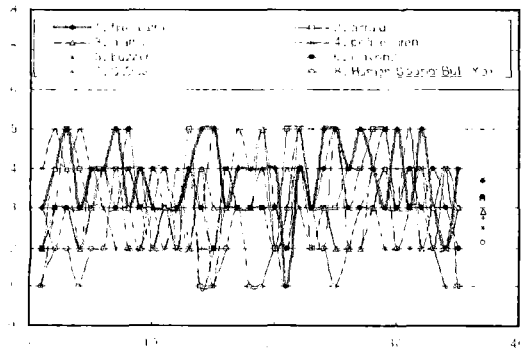


Fig. 10 Score with extinguishing picture

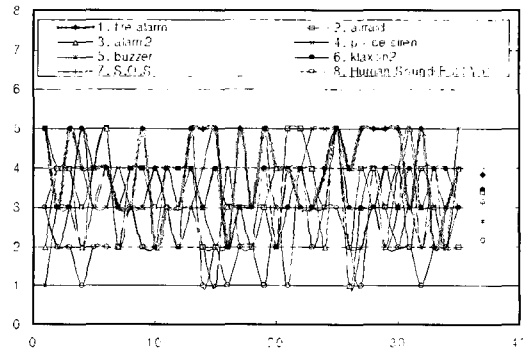


Fig. 13 Score with the picture of flashover(day time)

으로 나타났으며, 가장 낮은 음원은 8번 음원(2.56)을 나타내었다.(Fig. 12)

화재가 주간에 가장 왕성하게 일어나는 장면에서는 1번 음원(3.83)으로 나타났고, 가장 낮은 득점원은 8번 음원(2.17)을 나타내고 있다.(Fig. 13)

야간에 가장 화재가 왕성하게 나타나는 장면에서는 1번 음원(3.61)으로 나타났고, 6번 음원(3.14)으로 나타났고, 8번 음원(2.72)은 가장 낮은 점수를 득하였다. 또한 전체 음원들의 득점 평균은 가장 낮은 2.98을 득하였다.(Fig. 14)

### 3.2 화면변화에 따른 개선량

화면변화에 따른 개선량은 화면이 없고 화재발생 경보기 신호만 들려주었을 때를 기준으로 하여, 화면을 보면서 답한 값의 차이를 말한다. 즉 시각에 따른 청감반응 값을 정량화한 값이다.

1번 음원의 경우 화면(smoke (indoor))의 값만 양의 값(0.05)을 나타내 반면 나머지 제시음은 화면의

변화에 상관없이 음 값(-0.06~-0.50)을 나타내며, 특히 Flash over(night)에서는 -0.50 값을 나타내었다. 2번 음원의 경우 6개화면 전체에서 음 값(-0.11~-0.59)을 나타내어 화면이 없는 상태에서의 음의 인지도가 높은 것으로 판단된다. 3번 음원의 경우 화면(smoke (indoor))에서만 양 값(0.03)을 나타내고 나머지 음 값(-0.07~-0.58)을 나타내었다.

그러나 4번 음원의 경우 음의 값을 나타낸 화면(smoke(indoor)) : -0.31만을 제외하고 5개 화면에서 양 값(0.19~0.97)을 나타내어 주고 있다 가장 높은 값을 나타내는 화면은 야간 화재진압(Extinguish fire)장면으로 0.97을 나타내었다. 특히 6번 음원의 경우 6개의 전 화면에서 양의 값을 나타내고 있으나 차이가 0.4이하를 나타내고 있어 다른 음들에 비해 비교적 안정된 값을 획득하였다. 7번 음원의 경우 화재진압 장면에서 음 값(-0.09)을 나타내고 나머지 5개 화면에서는 양 값(0.08~0.27)을 보이고 있다. 8번음원의 경우 화면에 대한 반응 값들이 다소 큰 차이(-0.06~0.75)를 나타내고 있다. 음의 값은 extinguish fire 장면과 flash over(day time)에서는 -0.06을 나타내고, Ignition 화면에서 가장 효과가 큰 0.75를 나타내 주고 있다.(Fig. 15)

### 4. 결 론

이 연구는 시각적인 정보변화에 따른 화재발생시 경고음으로 가장 적합한 신호음은 어떤 것인가에 대한 청감 반응 실험을 실시한 내용이다. 화재발생시 접할 수 있는 6가지 상황(발화, 화재진압, 실내에서의 연기, 밖으로 나오는 연기, 낮 시간대의 가장 화재가 성장 하였을 때 및 밤 시간 때의 화재가 가장 성장 하였을 때)을 시각적으로 보여주고, 시각 정보에 적합한 8가지 경고음(1번 : 경종, 2번 음 : 비행기 비상 경고음, 3번음 : 짧은 뱃고동소리 반복, 4번음 : 경찰 사이렌 소리, 5번음 : 부저 소리, 6번음 : 크랙션 소리, 7번음 : 긴급구조 S.O.S 신호, 8번음 : 음성으로 "불이야")을 대상으로 어떤 음인가에 대한 청감반응이 높은지를 조사한 결과, 아래와 같은 결론에 도달하였다.

(1) 화면 없는 상태에서 제시음을 에 대하여 기존 화재 경고음 "경종" 신호인 1번음이 평균적으로 가장 높은 득점인 4.00을 득하였다. 그 다음은 2번음(3.56),

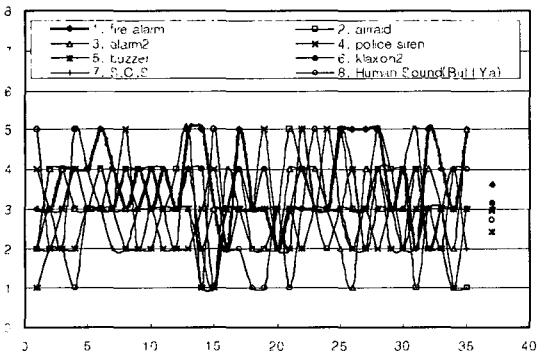


Fig. 14 Score with the picture of flashover (night)

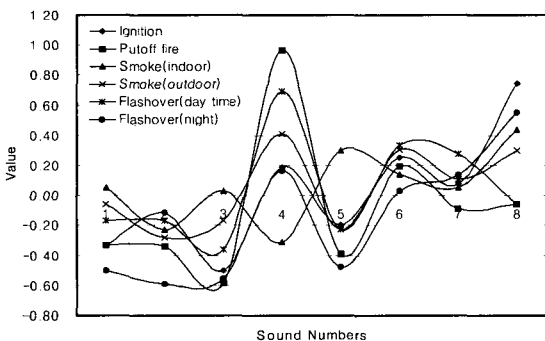


Fig. 15 Improved values by sound sources presented

3번음(3.50), 6번음(3.17), 5번음(3.17), 4번음과 7번음은 동일한 값(2.86)을 득하였다. 가장 낮은 득점을 득한 음은 8번음(2.28) 순으로 나타났다.

(2) 화재 장면에 있어서도 대부분의 경우 기존음이 가장 높은 득점을 득하고 있으나, 야간에 불이 났을 때 소방진화 하는 장면을 보여 주고 화재 경고음으로 적합한 음을 찾는 답에 대해서는 4번음(3.75)로 가장 높은 점수를 득하였고, 1번음(3.69)를 득하였다. 가장 낮은 득점을 득한 음원은 8번 음원(2.14) 이었다.

(3) 음원의 개선 정도는, 화재장면이 없고 소리만 들려주었을 때와 화재 장면을 보여주고 신호의 반응 차이를 알아보는 것에 대한 개선 정도에서 1번 음원의 경우 화면(smoke (indoor))의 값만 양(0.05) 값을 나타내는 반면 나머지 제시음은 화면의 변화에 상관없이 음(-0.06 ~ -0.50) 나타나며, 특히 Flash over (night)에서는 -0.50 값을 나타내었다. 그러나 4번 음원의 경우 음의 값을 나타낸 화면(smoke(indoor)) : -0.31)만을 제외하고 5개 화면에서 양(0.19 ~ 0.97)의

값을 나타내어 주고 있다 가장 높은 값을 나타내는 화면은 야간 화재진압(extinguish fire) 장면으로 0.97을 나타내었다.

(4) 현재 사용하고 있는 경고음이 시각정보의 유무나, 화재상황의 차이에도 불구하고 전반적으로 높은 청감반응을 보이고 있는 것으로 나타났다.

## 참 고 문 헌

- (1) 송혁외 3인, 2004, "공공장소 음풍경 재현을 위한 가상음장재현시스템 개발", 한국소음진동공학회논문집, 제 14 권 제 4 호, pp. 319~326.
- (2) 한석길, 1996, "소방원론", 도서출판 구민.
- (3) 박재성외 1인, 2003, 지하철 역사의 피난안전 성능 확보를 위한 설계기준에 관한 연구, 대한건축학회논문집 구조계, pp. 91~97.
- (4) 윤명오외 1인, 2004, 대규모 미로형 다중이용 공간에서의 피난경로선택 특성에 관한 연구, 대한건축학회논문집 구조계, pp. 71~77.