## P-22

# 화재발생시의 유해가스의 반응 메카니즘과 패닉현상

A study on the reaction mechanism on the harmful gases related to the human physiology caused by fire and panic phenomenon.

## 윤명훈\*, 권영진\*\* Yoon Moung Hoon, Kwon Young Jin

#### Abstract

Smoke composed of harmful gases such as carbon monocide and carbon dioxide is reconized as the major killer in fire situation. Especially it is said that smoke movement is related to the panic phenomenon which threatens the life seriously. The purpose of this study is to investgate and analyse the reaction mechanism of harmful gas caused by fire effects on the human psychology and panic phenomenon.

key word: Panic phenomenon, Human physiology, harmful gases

## 1. 서론

도시화의 진행과 밀집화의 진행으로 최근의 건축물은 초고층화, 대형 복합화, 지하심층화로 진행되고 있다. 따라서 화재가 발생하면 밀집화에 따른 인명의 피해가 증가하고 있으며 재산피해도 증가하고 있다. 실제화재에서 인명의 피해는 화재에 의한 열기가 아니라 유독가스 연기에 의해서 발생하는 것이 대부분이다. 그림1과 그림2에 나타낸 바와 같이 플래시오버 이후에 불완전 연소로 인한 일산화탄소(CO)와 이산화탄소(CO)를 비롯하여 황화수소( $H_2$ 8), 암모니아( $NH_3$ ), 포스젠(COO2)등 많은 유해가스들이 발생하여서 생명을 위협한다. 이중에 일산화탄소와 이산화탄소는 상대적으로 많은 발생량으로 인명안전에 큰 위해 요소가 되는 것으로 알려지고 있으며 특히 화재 사고시에 발생하는 패닉현상에 대한 대책도 시급한 실정이나 패닉현상에 대한 정의조차도 없는 국내 현실이다. 따라서 본 연구는 화재로 인하여 발생하는 주요 유해가스인 일산화탄소(CO)와 이산화탄소(CO2)를 중심으로 인체반응에 미치는 영향과 패닉현상에 대한 기초자료를 제시하고자한다.

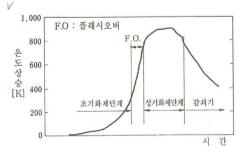


그림 1 화재실 평균농도

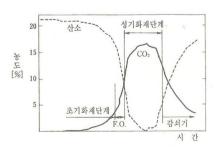


그림 2 화재실 가스농도

<sup>\*</sup> 학생회원·호서대학교 소방방재학과 초고층 장대터널 방재연구실·E-mail: spinspin@nate.com

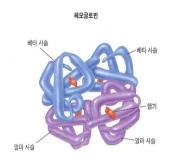
<sup>\*\*</sup> 정회원·호서대학교 소방방재공학과 교수·공학박사

## 2. 화재시 발생하는 일산화탄소(CO)와 이산화탄소 $(CO_3)$ 가 인체에 미치는 영향

## 2.1. 일산화탄소(CO)

일반적 성질은 무색, 무취, 무미의 환원성이 강한 가스이며 후두나 기도를 통해 흡수된다. 환원성이 강한 기체로써 금속 산화물을 환원시키는 특징이 있다. $(Fe_2O_3+3CO=>2F_2+3CO_2)$ . 그림 3은 해모글로빈의 구조로서 이산화탄소가 해모글로빈과 결합하여 산소운반기능 약화되어 일산화탄소와 해모글로빈과의 결합을 유발하게 됨으로서 따라서 혈액에서 조직으로 운반되는 산소의 부족을 발생하게 된다. 즉 결과적으로 각 조직 내 세포 대사 작용을 방해함으로서 제대로 된 기능이 마비되어 생명이 위험에 처하게 되는 메카니즘 으로 설명된다.

그림4는 햄구조로서 직접적으로 일산화탄소가 결합하는 곳이다. 햄은 헤모글로빈을 구성하는 요소로서 헤모글로빈 내에서 중간에 철원자를 가진 구조를 가지며 하나의 햄은 2개의 철원자를 가지고 있다. 일산화탄소흡입시 산소보다 214배 강한 결합력으로 철원자와 결합하여 산소가 결합하지 못하게 되어서 인체에 호흡곤라음 일으키는 특징이 있다.



 $CH = CH_0$ 

그림 3 헤모글로빈의 구조

그림 4 헴구조

## 2.2 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)

일반적 성질은 무색, 무미의 기체로서 공기보다 무거우며 가스자체엔 독성이 없으며 다량이 존재할 때 사람의 호흡속도를 증가시켜서 혼합된 다른 유해 가스의 흡입을 증가시킴 이산화탄소는 혈액에 의하여 폐포까지 운반되며 액내 물리적으로 용해되어 운반되는 산소의 양은 산소와 같이 극히 적다. 혈장으로 확산하는 이산화탄소는 물과 반응하여 탄산 $(H_2CO_3)$ 으로 되고 탄산은 다시 수소이온 $(H^+)$ 과 중탄산이온 $(HCO_3^-)$ 으로 해리된다.

탄화무수화효소 
$$CO_2 + H_2O \qquad \leftrightarrows \qquad CH_2CO \qquad \leftrightarrows \qquad H^+ + HCO_3^-$$
 탄산염 중탄산염

 $CO_2$ 의 일부는 혈장 단백질과 결합하여 단백질의 아미노기 및 이산화탄소가 반응하여 형성되는 화합물  $(CO_2 + R - NH_2R - NHCOO^- + H^+)$ 을 형성한다. 이산화탄소가 인체에 해를 끼치는 이유는  $CO_2$  는 그자체로서 독성가스는 아니나 다량을 흡입했을 때에는 산소농도를 저하시키고, 호흡심도와 속도를 빠르게 해서 다른 유해가스를 들여 마시는 속도가 커져서 위험을 중폭시킨다. 그림 5는 체내에서 산소와 이산화탄소의 출입의도시화를 나타낸 것으로서 산소와 이산화탄소는 세포벽을 통하여 교환이 일어나게 된다. 보통의 상태에서는 한쪽의 압력이 높아서 교환이 발생하지만 이산화탄소를 다량흡입 할 경우에는 이산화탄소의 압력이 높아서산소 교환이 일어나지 않아 혈액의 순환을 빠르게 하는 결과를 가져온다.

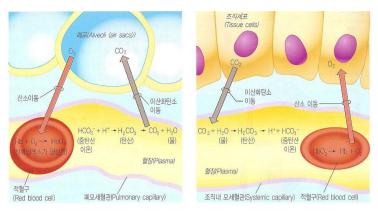


그림 5 체내에서 산소와 이산화탄소 출입의 도시화

## 3. 패닉현상에 대한 고찰

#### 3.1 패닉의 정의와 사례

패닉현상이란 각 개인이 자기 자신의 안전을 위협받는 상황으로부터 대피하고자 타인의 안전을 무시하여행하는 비합리적이면서 무질서한 행동으로 정의되고 있다. 주요 패닉현상 사례로는 미국 나이트클럽 화재에 있어서 패닉현상은 나이트클럽의 출입구에 넘어진 사람들을 밟으면서까지 자기 자신만을 안전하게 피하려고하는 행동을 보인 것이 전형적인 패닉현상을 잘 보여준 사례이나 한편 패닉의 정의는 여러 가지 설이 있으며 다양하게 평가되고 있는 상황이나 국내에서는 이러한 패닉분야에 대한 심리학적 연구가 크게 진전되고 있지 않은 상황이다.

#### 3.2 패닉의 발생 메카니즘

인간의 뇌의 구조는 그림 6, 7과 같이 중심에 구피질이 있고 그것을 둘러싸고 있는 신피질이 발달한 이중 층구조이다. 이것은 침팬지 이외의 다른 동물에서는 볼 수 없는 큰 특징이고 돌발적으로 긴급사태에 직면하면 우선 구피질이 기능을 시작한다. 구피질은 동물의 본능으로서 위험으로부터 도망가거나 생명을 보호하거나 종족을 보존하는 본능을 지니고 있으며.

한편 신피질은 고도로 발달한 뇌에서 인간만이 가지고 있는 것으로서 정보처리, 인간으로서의 정신활동, 이성적인 판단과 행동지령 활동에 따라 그 상황에 따라 인간답게 판단하고 활동한다. 한편 긴급사태시 인간이 긴급 이상상태에 직면하게 되면 동물적인 본능으로 우선 구피질이 움직이고 몸을 일으켜 행동으로 나타내게 된다. 이것은 위험을 피하여 몸을 지키려고 하는 구피질의 기능에 의한 것이다. 대뇌의 이중구조설에 의하면 인간은 왜 패닉현상에 직면하게 되는지를 명확히 설명할 수 있다.

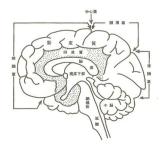


그림 6 대뇌의 2중구조

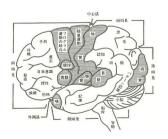


그림 7 신피질의 기능도

## 2008년도 춘계학술논문발표회

표 1은 대뇌의 의식레벨을 5단계로 나타낸 것이다. 대뇌의 정보처리 모델의 제창자의 유명한 하시모토 박사에 의하면 대뇌로부터 나오는 뇌파의 패턴과 인간이 범하는 실수의 실험적 연구로부터 대뇌의 활동상황 을 의식레벨 5단계로 나누어 정보처리 능력을 양과 부로 나누어 실수의 발생 빈도와 생리학적 고찰을 통하 여 실수의 방지대책으로서도 유효한 것으로 언급되었다. 상태 0은 의식을 잃고 있는 경우이거나 대뇌가 수 면하는 상태이고. 상태 1은 의식은 평소보다 낮은 단계로서 자신의 일에 관하여 명확한 자각이 없으므로 실 수를 하는 단계이다. 상태 2는 정상상태이고 상태 3은 적극적인 활동시의 상태로서 대뇌의 정보처리 시스템 을 통하여 각 기관이 실수를 하지 않는 상태를 말하나 일반적으로 5분내지 10분밖에 유지할 수 없는 것으로 조사 되었다. 상태 4는 지나친 긴장과 극도로 흥분한 대뇌의 상태로서 움직임은 매우 높은 레벨에 있으나 판 단의 늦고 더 나아가 유연한 판단도 할 수 없는 상태를 의미한다. 따라서 화재시 나타나는 패닉현상이란 대 뇌의 2중구조설로부터 인간이 긴급 상태에 직면하게 되면 구피질의 생존 및 방어 본능이 우선적으로 작동하 여 신피질의 기능을 방해하여 그 이성적 판단을 할 수 없는 상태 즉 패닉상태가 발생하며 이러한 패닉상태 를 의식상태와 결부하여 조사하면 상태4의 상황 즉 지나친 긴장과 극도로 홍분한 상태에서 움짐임은 매우빠 르나 대뇌의 판단이 늦고 유연한 상태의 판단도 할 수 없는 것으로 지칭할 수 있다.

| 표 1. 대뇌의 의식 레벨 5단계 |              |          |         |            |               |
|--------------------|--------------|----------|---------|------------|---------------|
| 상태                 | 의식모드         | 주의작용     | 생리적상태   | 신뢰성        | 뇌피변화          |
| 0                  | 무의식, 실신      | 0        | 수면뇌 발작  | 0          | 감마파           |
|                    |              |          |         |            | (0.5 ~ 3.5Hz) |
| ı                  | Subnormal    | Inactive | 피로, 단조, | 0.9 이하     | 감마파           |
|                    | relaxed      |          | 술취 함    |            | (4 ~ 7Hz)     |
| II                 | Normal       | Passive  | 안정, 휴식, | 2 ~ 5 nine | 감마파           |
|                    | relaxed      |          | 정뇌작업시   |            | (8 ~ 13Hz)    |
| III                | Normal clear | Active   | 적극적 작업시 | 6 nine     | 감마파           |
|                    |              |          |         |            | (14 ~ 25Hz)   |
| IV                 | Hypernormal  | 일점집중     | 긴급방위반응, | 0.9이하      | 베타파           |
|                    | excited      | 판단정지     | 초조, 패닉  |            | 메다파           |

## 4. 결론

화재발생시의 일산화탄소와 이산화탄소의 작용을 인체생리학 관점에서는 일산화탄소는 강한 결합력으로 산소와의 결합을 방해하여 인체 내에서 질식을 발생시킨다. 그리고 이산화탄소를 과다 흡입할 때에는 폐포 내에 이산화탄소가 높은 상태를 유지하여서 산소의 교환을 방해하여 호흡의 속도를 증대시켜 다른 유해가스 의 흡수를 증가시키는 메카니즘으로 조사되었다. 또한 패닉현상이란 대뇌의 이중 구조설에 따르면 인간은 화 재 발생시에 구피질이 신피질보다 먼저 활동하여서 이성적인 생각을 마비시키며 뇌의 의식레벨에서도 상태 4등급에 해당하는 의식수준으로 조사되었다. 향후 각종 유해가스의 반응 메카니즘과 더불어 패닉현상에 대한 방재심리학적 연구가 더욱 중요하게 대두 될 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 1. Stuart lra Fox(2003), 생리학(Human Physiology 7/e)
- 2. Elaine N Narieb(2005), 핵심 인체구조와 기능 (Essentials of Human Anatony & Physiology)
- 3. 森本(2005), 防火 管理者のための パニツク論, 近代 消防社
- 4. Eric P. widmaier, Hershel Raff, Kevin T Strang.(2008), Vander's 인체생리학