

## 1. 화재의 정의

### 1.1 화재란?

화재란 사람의 의도에 반하거나 고의에 의해 발생하는 연소현상으로서, 사회공익을 해치거나 경제적인 손실 및 인명 피해를 가져오기 쉬우므로 이를 방지하기 위하여 소화할 필요성이 있는 연소현상을 말한다. 원인에 따라 분류하면 방화, 실화(失火), 자연발화, 천재지변에 의한 발화, 기타의 다섯 종류로 구분되고, 소실 정도에 따르면 전소·반소·부분연소로 분류할 수 있다.

### 1.2 화재의 조건

- 불자리가 아닌 장소에서 발생하거나 불자리를 벗어나서 존재하는 우발적인 것
- 불에 의한 연소 작용이 있을 것
- 인명에 피해를 주거나, 재물을 소실시켜 손해를 초래시킬 것

### 1.3 화재의 종류

급수	A급	B급	C급	D급
분류	일반화재	유류화재	전기화재	금속화재
표시색	백색	황색	청색	-
원인	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 일반적인 화기의 취급부주의</li> <li>▪ 기타 고의에 의한 방화 및 타다 남은 불티 관리 미흡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 연소기구의 전도에 의한 발화</li> <li>▪ 연소기구의 과열</li> <li>▪ 유증기와 공기의 조성이 폭발범위를 형성한 상태에서 열과 접촉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 전기 누전, 절연불량</li> <li>▪ 접속부 과열 및 과부하</li> <li>▪ 전기 스파크</li> <li>▪ 단락*, 지락**에 의한 발화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 금속가공 시 비산하는 금속분진이 점화원인 열과 접촉 시 발화</li> <li>▪ 물 등과 반응으로 인한 폭발</li> </ul>

\*단락(Short-Circuit) : 고장 또는 과실에 의해 전로의 선 사이가 전기저항이 작아진 상태에서 접촉한 이상상태를 말한다.

\*\*지락(Grounding) : 전선 또는 전로 중 일부가 직접 또는 간접적으로 대지로 연결된 경우를 말한다.

## 2. 연소의 조건

불(연소)은 물질이 산소와 급격한 화학반응을 일으켜 열과 빛을 내는 강력한 산화반응 현상이며 연료(가연물), 산소(공기), 열(점화원) 등 세 가지 요소가 동시에 있어야만 연소가 이루어 질 수 있어 이를 '연소의 3요소' 라고 한다. 연소현상은 상징적으로 삼각형을 그려 표현하기도 한다. 즉 세 변(요소)중 한 변(요소)이라도 없으면 삼각형(연소)이 만들어지지 않는다.

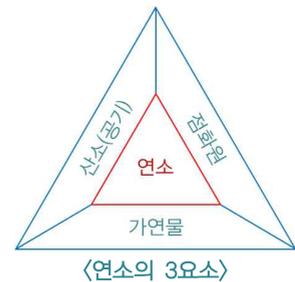
물질에 따라서는 산소가 없어도 연소가 일어나는데 이때에는 가연물 자체에 산소가 포함되어 있기 때문이다. (예 : 면화약)

연소의 3요소는 연소가 되기 위한 기본적인 조건이며, 연소가 지속되기 위해서는 계속하여 충분한 열과 가연물이 공급되어야 한다.

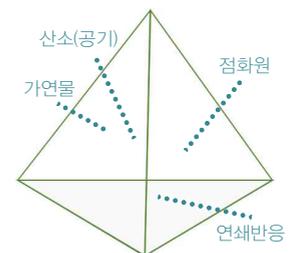
즉, 외부로부터 에너지를 가하지 않아도 자체적으로 반복하여 열과 가연물을 공급하는 연쇄반응이 필요하다. 불이 연속적으로 타오를 수 있는 요소로서 지속적인 점화와 연소를 연결시켜주는 '연쇄반응' 을 추가하면 이때에는 '연소의 4요소' 또는 '연소사면체' 라고 부른다.

#### ✓ 연소 메커니즘

점화원 + [가연성 물질 + 산화제(산소)] → 반응 생성물(빛, 열) → 연쇄반응



<연소의 3요소>



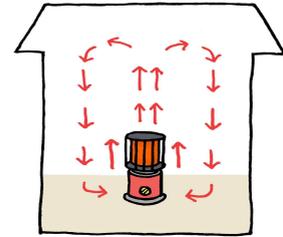
<연소의 4요소>

### 3. 열과 연기의 특성

#### 3.1 대류

대류는 기체나 액체가 이동하는 것과 같이 열의 흐름에 의하여 열이 전달되는 현상이다. 불에서 나오는 열의 대부분은 공기 및 화재 시 발생하는 연소가스에 의해 이동한다. 화재 시 발생하는 뜨거운 열과 연기에 의해 실내의 공기는 온도가 올라갈수록 단위부피당 무게가 작아지고 가벼워져(밀도의 변화가 발생하여) 상층부로 이동하며 상층부에 있던 찬 공기(열과 연기로 오염이 안된 공기)는 가열된 공기보다 무거워 아래로 내려오게 된다.

이러한 열의 이동, 즉 대류는 연소가 확대됨에 따라서 주위의 가연물을 가열하고 강력한 힘(열기류)도 갖게 된다. 방안에 난로를 켜 놓으면 방 전체가 서서히 훈훈해 지는 것은 '자연대류'이며, 선풍기를 켜놓아 방안의 공기흐름을 만드는 것은 '강제대류'이다.



<대류>

#### 3.2 복사

복사는 열에너지가 전자파의 형태로 사방으로 전달되는 현상이다. 이 에너지의 전파속도는 빛과 같고 물체에 닿으면 흡수, 반사 또는 투과된다. 이때 흡수된 열, 반사된 열, 투과된 열의 합량은 발산된 복사열량과 같다.

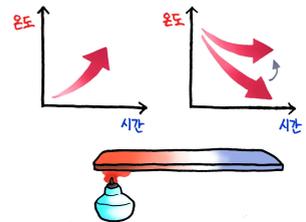
온도를 가지고 있는 모든 물체는 그 온도에 해당하는 만큼의 복사에너지를 발산한다. 난로를 마주보고 있는 사람이 뜨겁다고 느끼는 것은 복사열을 받고 있기 때문이다. 난로 안전망에 걸어놓은 빨래가 타버리는 것과 집에 불이 났을 때 이웃집에 불이 붙는 것은 복사 열에너지가 흡수하였기 때문이다. 태양 열에너지가 지구에 도달하는 하는 것이 복사에 의한 대표적인 열전달 방법이다.



<복사>

#### 3.3 전도

전도는 물체와 물체(분자와 분자)가 직접 접촉하였을 때 열이 전달되는 현상이다. 물질 내 두 지점 사이의 온도차이로 인하여 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 열에너지가 퍼져 나가기 때문이다. 예를 들어 금속제 젓가락을 뜨거운 국물에 넣었을 때 손잡이 부분이 뜨거워지는 현상은 전도에 의해서 열에너지가 국물에서 젓가락으로 이동하였기 때문이다.



<전도>

### 4. 연소생성물

화재 시 발생하는 연소생성물은 가연물의 연소형태, 화학적 성질 등에 따라 차이는 있지만 일반적으로 4가지로 분류된다. 연소생성물 중 인체에 미치는 영향이 가장 큰 것은 연소가스(독성가스)이며 피난 시 가장 큰 장애를 주는 것이 연기이다.

#### <연소생성물의 분류>

① 연소가스 (Combustion Gas)	② 화염 (Flame)	③ 열 (Heat)	④ 연기 (Smoke)
----------------------------	-----------------	---------------	-----------------

#### 4.1 연소가스 (Fire Gases)

연소가스는 가연물의 화학적 성질과 연소상태에 따라 다르게 나타나는데 화재 시에 여러 종류의 연소가스가 복합적으로 생성된다.

연소가스 중 인체에 치명적인 영향을 주는 것으로 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 일산화질소(NO), 황화수소(H<sub>2</sub>S), 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 시안화수소(HCN), 포스겐(COCl<sub>2</sub>), 아크로레인(CH<sub>2</sub>CHOHO), 염화수소(HCl), 암모니아(NH<sub>3</sub>) 등 여러 가지 독성가스가 있다.

〈연소물질과 생성가스〉

연소물질	주요 연소가스
탄소(C)성분을 갖고 있는 모든 가연물	일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO <sub>2</sub> )
나무류, 유지류, 석유류 등	아크로레인(CH <sub>2</sub> CHOH)
고무류, 석유류, 석탄, 아스팔트, 양모 등	아황산가스(SO <sub>2</sub> ), 황화수소(H <sub>2</sub> S)
셀룰로이드, 폴리우레탄 등	일산화질소(NO), 이산화질소(NO <sub>2</sub> )
PVC, 방염수지, 불소수지 등	할로겐화수소 화합물 및 포스겐(COCl <sub>2</sub> )
질소성분을 갖고 있는 모사, 비단, 피혁, 합성수지, 레이온 등	시아나화수소(HCN)

4.2 연소가스의 독성

- 허용농도 : 성인남자가 그 분위기 속에서 1일 8시간씩 계속 근무해도 인체에 해를 느끼지 않는 농도를 허용농도라고 한다. 허용농도의 일반적인 단위는 ppm 이다.

〈연소가스의 허용농도농도〉

연소가스	허용농도농도 (ppm*)	연소가스	허용농도농도 (ppm*)
일산화탄소(CO)	30	염화수소(HCl)	1
이산화탄소(CO <sub>2</sub> )	5,000	아크로레인(CH <sub>2</sub> CHCHO)	0.1
일산화질소(NO)	25	염소(Cl <sub>2</sub> )	0.5
이산화질소(NO <sub>2</sub> )	3	불소(F <sub>2</sub> )	0.1
시아나화수소(HCN)	C 4.7**	아황산가스(SO <sub>2</sub> )	2
황화수소(H <sub>2</sub> S)	10	포스겐(COCl <sub>2</sub> )	0.1
벤젠(C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	0.5	암모니아(NH <sub>3</sub> )	25

\*ppm : parts per million (백만분의 일)

\*\*C(Ceiling) : 근로자가 1일 작업시간동안 잠시라도 노출되어서는 안되는 기준

4.3 화염의 특성 및 인체피해

일반적으로 대부분의 가연물은 연소 시 화염을 발생하게 되는데, 발생하는 화염은 가연물의 화학적 성질, 산소의 공급 상태, 가연물의 양 등에 따라 달라지게 된다. 화염이 클수록 발생하는 열의 세기가 크며, 화재가혹도(화재의 최고온도와 지속시간)도 커지게 되어 인체와 건축물에 미치는 영향이 커지게 된다. 화재 시 인명피해를 가장 크게 유발하는 것이 연소가스에 의한 질식사이지만 열기(화염, 열기류)에 의한 소사(燒死)도 적지 않게 나타나고 있다. 화염의 수평길이는 수직길이의 3 ~ 5배에 해당하며 이러한 특성은 실내 화재 시 불길이 천장으로 번져 바닥에 있는 미연소 가연물에 직접적인 복사열을 전달함으로써 화재를 급속하게 확산하는 요인이 되기도 한다.

4.4 열이 인체에 미치는 영향

사람이 장기간 고열에 노출되면 눈에 띄는 외상은 없지만 폐 속으로 들어간 열에 의하여 혈압 강하와 혈액순환 장애로 사망할 수 있고 일사병과 비슷한 체온 상승으로 인한 뇌신경중추의 손상을 입게 되어 사망하는 경우도 발생한다.

화재 시 발생하는 복사열과 고온 다습한 열 환경도 화재진압의 큰 장애물로써 작용되며 방화복을 착용하고 진화작업을 하더라도 장시간이 지나면 탈수와

〈공기온도와 생존한계시간〉

공기온도	생존한계시간
143℃	5분 이하
120℃	15분 이하
100℃	25분 이하
65℃	60분 이하

체온상승으로 인한 현기증, 구역질, 두통, 허탈감, 경련, 실신 등의 열중증이 되고 심한 경우 사망에 이르기기도 한다.

〈피부조직의 화상 구분〉

1도 화상	피부가 붉게 변하면서 국소 열감과 동통을 수반한다. 물집은 생기지 않고 대부분의 경우 별다른 합병증이나 후유증 없이 낫는다.
2도 화상	피부의 진피층까지 손상된 상태로 물집(수포)이 생기고, 붓고, 심한 통증이 동반된다. 감염의 위험이 있으며 상처가 다 나은 후에도 흉터가 남을 수 있다.
3도 화상	피부 전층이 손상된 상태로 피부색이 흰색 또는 검은색으로 변하며, 피부 신경이 손상되어 통증이 느껴지지 않는다.
4도 화상	피부 전층과 근육, 신경 및 뼈 조직이 손상된 상태이다.

4.5 연기에 의한 피해

연기란 가연물이 연소할 때 생성되는 물질로서 고체상의 미립자, 액체상의 타르와 같은 액적입자, 증기 및 기체상의 분자가 공기 중에서 부유확산 하는 복합혼합물이라 정의된다. 연기는 연소생성물 중 인체에 대한 직접적인 피해뿐만 아니라 시야를 가려 피난 및 화재진압에 어려움을 가져다주는 간접적인 피해도 매우 크다. 연기 입자의 크기는 보통 0.01~10[μm] 정도로 가연물이 불완전 연소 시 다량으로 발생한다.

✓ 연기발생 메커니즘

- 1단계 : 열에 의해서 열분해가스 및 증기 발생  
160 ~ 360℃ : 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 발생  
360 ~ 432℃ : H, C<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, 탄산수소가스류 발생
- 2단계 : 연기 발생  
(가연성 가스들이 계속 공급되는데 열에 의해서 공기와 결합하여 연소가 일어나 연소 생성물 발생)

○ 연기의 이동속도

이동방향	이동속도(m/s)
수평	0.5 ~ 1
수직	2 ~ 3
실내 계단	3 ~ 5

○ 연기의 이동원인

- ① 온도상승에 의한 가스팽창
- ② 굴뚝효과(연돌효과)
- ③ 외부 풍압의 영향
- ④ 건축물 공조설비(강제 환기장치)
- ⑤ 열, 대류, 공기의 유동

○ 연기로 인한 주요 피해

- ① 질식사
- ② 인지능력감소
- ③ 정신적 동요(패닉상태)
- ④ 가시거리가 짧아져 피난 장애

〈상황에 따른 가시거리〉

상황설명	가시거리(m)
▪ 연기감지기 동작 ▪ 건물에 익숙하지 않은 사람들의 피난에 지장	20 ~ 30
▪ 건물에 익숙한 사람이 피난에 지장	5
▪ 약간 어두운 기분이 들 때의 농도	3
▪ 거의 전방이 보이지 않음	1 ~ 2
▪ 최성기의 화재층의 연기농도 ▪ 암흑상태로 유도등도 보이지 않음	0.2 ~ 0.5
▪ 화재실에서 연기가 배출될 때의 연기농도	-

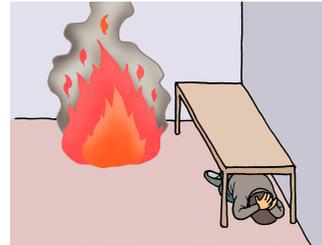
## 5. 화재발생 시 행동요령

### 5.1 화재발생 시 대피방법

- 불을 발견하면 '불이야'하고 큰소리로 외쳐 다른 사람에게 알리고, 화재경보 비상벨을 누른 후, 119에 화재신고를 한다.



〈“불이야” 하고 크게 소리 질러 알린다.〉



〈불이 났을 때 숨지 말고 피난하세요.〉

- 최초 화재 발견 시 소화기를 사용하여 진화하고, 초기 진화가 어려운 경우 즉시 대피한다.
- 승강기를 이용하지 말고 계단을 이용하되 아래층으로 대피가 불가능한 때에는 옥상으로 대피한다.
- 화재로 인한 연기를 피하기 위해 낮은 자세로 대피하고 한 손으로 코와 입을 젖은 수건 등으로 막아 연기가 폐에 들어가지 않도록 한다.
- 불길 속을 통과할 때에는 물에 적신 담요나 수건 등으로 몸과 얼굴을 감싼다.
- 방문을 열기 전에 문손잡이를 만져 보았을 때 뜨겁지 않으면 문을 조심스럽게 열고 밖으로 나간다.
- 밖으로 대피한 경우에는 바람이 불어오는 쪽에서 구조를 기다린다.

### 5.2 화재발생 시 119 신고요령

- 119를 누르고 불이 난 내용을 간단·명료하게 설명한다.(우리집 주방에 불이 났어요. 2층 집이에요)  
주소를 알려 줍니다(○○구 ○○로 ○○○번지예요 / ○○초등학교 뒤 쪽이에요)
- 소방서에서 알았다고 할 때까지 전화를 끊지 않는다.
- 휴대전화의 경우, 사용 제한된 전화나 개통이 안된 전화도 긴급신고가 가능하다.

### 5.3 소화기 사용요령

- 가급적 불이 난 장소에 근접하여 소화기의 안전핀을 뽑는다.
- 바람을 등지고 서서 한손으로 호스 끝부분을 잡고 불이난 방향으로 향하게 한다.
- 다음 나머지 손으로 소화기 손잡이를 움켜쥐어 소화약제를 방출한다.

〈 안전핀 제거 〉



〈 호스 화구방향 〉



〈 손잡이 움켜쥐기 〉



〈 소화약제로 화재진압 〉



#### ✓ 소화기 사용상 주의사항

- 화재종류에 따라 소화기를 선택한다.
- 소화기는 초기진화에서만 사용하도록 한다.
- 매월 충전상태(내부 압력상태)를 점검하고 점검결과를 기록한다.
- 제조일로부터 10년이 지난 분말소화기는 교체하거나 소방용품 성능확인 검사를 받아 사용기간을 연장해야 한다.

## 6. 피난 시 인간의 대피본능

### 6.1 대피본능의 종류

- 귀소 본능 : 인간은 본능적으로 비상 시 자신의 신체를 보호하기 위하여 원래 온길 또는 늘 사용하는 경로에 의해 탈출을 도모하고자 한다.
- 퇴피 본능 : 화재 발생초기에는 그 상황의 확인을 위하여 소수 인원이 모여들지만 화재가 확대되어감에 따라 화염과 연기 등에 대한 공포감이 급증되어 발화지점과 반대 방향으로 이동한다.
- 지광 본능 : 화재 시 정전 또는 검은 연기로 인해 주위가 어두워지면 사람들은 밝은 곳으로 피난하고자 한다.
- 추종 본능 : 불특정 다수의 인원이 모인 경우에 화재가 발생하면 최초로 행동을 개시한 사람을 따라서 전체가 움직임으로써 인명피해가 확대되는 경향이 있다.

### 6.2 화재 시 피난자의 특성

- 아치 형성 : 통로에서 단거리에 위치하기 위하여 도로를 중심으로 아치 형태로 모인다.
- 좌회전 : 일반적으로 오른발의 지지력이 강하기 때문에 체력조건이 동등한 경우 도로를 향하여 우측의 인원이 먼저 진입하며 군집은 좌측으로 회전한다.

## 7. 피난수칙

	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 연기로 인해 어두워서 아무것도 안 보일 때에는 벽을 따라 기어 나온다. 이 때 손수건 등으로 입을 가리고 행동한다.</li> <li>■ 연기 속을 피난 할 때 물에 젖은 수건을 몇 겹 포개서 입과 코에 대고 숨을 쉬면 연기속의 암모니아나 염화수소가스 등 수용성 자극물질이 수분에 흡수되어 농도가 저하된다.</li> <li>■ 마른 수건도 4겹이면 연기를 40%정도 제거할 수 있다.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 불이 났을 때에는 침착하게 유도등이나 유도표지를 따라서 계단으로 피난한다.</li> <li>■ 일반 엘리베이터는 정전으로 운행 중지되어 갇히게 되므로 타지 말아야 한다. 엘리베이터 속으로 연기가 들어가 질식위험이 있다.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 집에서 나올 때에는 연기나 불길의 퍼지지 않도록 출입문을 닫고 나온다.</li> <li>■ 평소에 익힌 피난통로로 탈출하며 약속된 집합 장소로 이동한다.</li> <li>■ 안전하게 밖으로 피난을 못하는 경우가 발생할 수 있다. 출입문으로 연기가 새어 들어오고 손잡이나 문이 뜨겁게 느껴진다면 출입문을 열어서는 안된다. 물이 있다면 실내의 탈 수 있는 물건에 뿌려두어 타지 않게 하고, 물에 적신 수건이나 헝겊으로 문틈을 막는다.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 불길이나 연기로 인해 집안에서 빠져나올 수 없을 때에는 밖에 있는 사람에게 큰 소리로 알려야 하며, 수건 등을 흔들어 사람이 있다는 것을 알려 구조신호를 보낸다. 그리고 침착하게 기다린다.</li> <li>■ 피난도중에 피난로에 피난을 할 수 없을 정도의 연기를 만나면 어느 방향으로 피난할 지를 결정해야 한다. 가장 안전한 지상 피난통로를 포기할 때에는 일단 연기가 없는 곳으로 피난하여 앞에서의 방법으로 구조신호를 보내고 구조대가 올 때 까지 침착하게 기다린다.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 만일 불길 속을 빠져나와야 할 상황이라면 물에 적신 담요를 뒤집어쓰고 피난하면 화상을 방지할 수 있다.</li> <li>■ 약속된 장소로 피난을 완료한 사람은 가족이 안전한지를 확인한다. 확인이 안된 사람이 있으면 소방관에게 그 내용을 알려준다. 가족을 찾으러 재진입해서는 안된다.</li> </ul>

## 안전보건교육일지

결 재				

교육일시	년 월 일 : ~ : ( 시간)				
사업 내 안전보건교육 (산안법 시행 규칙 제33조 제1항 관련)	교육과정	교육대상			교육시간
	□ 정기교육	사무직 종사 근로자			매분기 3시간 이상
		사무직 종사 근로자 외의 근로자	판매업무에 직접 종사하는 근로자		매분기 3시간 이상
			판매업무에 직접 종사하는 근로자 외의 근로자		매분기 6시간 이상
	□ 채용 시	일용근로자			1시간 이상
		일용근로자를 제외한 근로자			8시간 이상
	□ 작업내용 변경 시	일용근로자			1시간 이상
		일용근로자를 제외한 근로자			2시간 이상
	□ 특별교육	별표8의 2 제1호라목 각 호(제40호는 제외한다)의 어느 하나에 해당하는 작업에 종사하는 일용근로자			2시간 이상
		별표 8의2 제1호라목제40호의 타워크레인 신호작업에 종사하는 일용근로자			8시간 이상
별표8의 2 제1호라목 각 호의 어느 하나에 해당하는 작업에 종사하는 일용근로자를 제외한 근로자			- 16시간 이상 (최초 작업에 종사하기 전 4시간 이상 실시하고 12시간은 3개월 이내에서 분할하여 실시 가능) - 단기간 또는 간헐 작업 2시간 이상		
교육인원	구 분	계	남	여	비 고
	대 상 인 원				【교육 참석자 명단】 참조
	참 석 인 원				
교육제목	화재의 위험성 및 대피요령				
교육내용	1. 화재의 정의 2. 연소의 조건 3. 열과 연기의 특성 4. 연소생성물 5. 화재발생 시 행동요령 6. 피난 시 인간의 대피본능 7. 피난수칙				
교육장소 및 실시자	교육장소	직 명		성 명	

**< 교육 참석자 명단 >**

연 번	소 속	성 명	서 명	연 번	소 속	성 명	서 명
1				21			
2				22			
3				23			
4				24			
5				25			
6				26			
7				27			
8				28			
9				29			
10				30			
11				31			
12				32			
13				33			
14				34			
15				35			
16				36			
17				37			
18				38			
19				39			
20				40			