

火災時の有毒 가스

火災時 發生하는 각종 有毒 가스에 의해서 귀중한 人命을 잃는 事例가 많이 일어나고 있다. 昨年 10월, 서울의 석관동에 있는 '보통 사람들' 맥주집 에서 일어난 아주 작은 화재에서도 燃燒 有毒가스에 의한 死亡者數가 무려 10명이나 發生한 事例 등, 새삼 火災時의 有毒가스에 대하여 관심을 끌리게 하고 있다.

이러한 時點에서 本欄에서는 앞으로 3회에 걸쳐 論題에 관한 資料(火災時의 有毒가스, 火災에 의한 犠牲者의 血液分析, 建築材나 家具 등이 燃燒했을 때의 毒性)를 連載한다.

本內容은 日本의 月刊誌 近代消防, '84. 8. 에 실린 자료를 참고로 한 것으로서 火災時 사람이 死亡에 이르는 主要原因을 보다 깊이 理解하고, 이에 대처해 나가는 데 도움을 줄 것이다.

1. 火災 有毒 가스에 의한 死亡趨勢

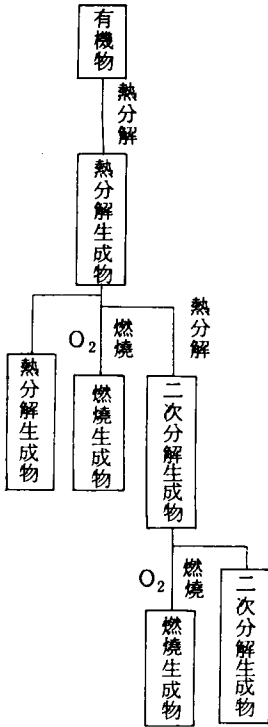
大然閣호텔 火災, 大旺코오너 火災, 또 최근 大邱 琴湖 관광 호텔 火災 및 디스코클럽 "초원의 집" 火災와 그 밖에 많은 死者를 낸 火災가 잇달았지만 그 原因의 거의가 火災에서 發生한 有毒가스 및 酸素缺乏에 의한 것이라고 알려져 있다. 이러한 큰 火災가 아니더라도 新建築材, 合成 섬유, 플라스틱 등 合成高分子物質의 多用, 주택 구조의 近代化에 의한 氣密化 등의 傾向으로 주택 火災에서도 有毒가스에 의한 中毒 死亡者數는 많다.

'83年度 내무부의 「火災統計年報」에 의하면 우리 나라의 火災 有毒 가스에 의한 死亡者數는 약 49% (173名)에 달하고 있어 日本의 40%를 앞서는 것으로 나타났다. 만약 中毒된 후 燒死한 수를 포함시키면 그 수는 상당히 많아질 것으로 여겨진다.

美國에서는 火災 有毒가스에 의한 死亡者數가 火災死亡者 전체의 80%나 되는 것으로 알려져 있고, 英國에서도 전체의 50%로서 過去 20年間 3배로 比率이 증가되었다고 알려져 있다. 美國이나 英國에 있어서 이처럼 中毒 死亡者 比率이 높은 이유 중의 한 가지는 住宅構造나 生活水準의 先進性을 생각할 수 있는데, 우리 나라의 生活樣式도 이들에 가까워지고 있어 中毒에 의한 死亡者가 늘어나리라는 것을 예상할 수 있다. 火災 가스 中毒死를 감소시키기 위해서는 火災 有毒 가스에 대해서 知識, 理解를 깊이해야 하므로 우선 이에 관하여 논해 보고자 한다.

2. 火災의 燃燒生成物과 有毒性

建築材料, 家具, 衣類 등 有機可燃物은 일반적으로 火災熱을 받으면 熱分解한 다음 공기 중의 산소



와 反應하여 燃燒하며 여러 가지 生成物을 發生시킨다. 이 熱分解 燃燒過程은 대단히 복잡하지만 간단히 左則 표와 같이 나타낼 수 있다.

高分子物質 등 有機物의 구성 원소는 一般的으로 炭素, 水素를 중심으로 酸素, 窒素를 함유하는 경우가 있고, 거기에 硫黃, 磷, 할로젠(염소, 불소, 취소 등)등을 모두 함유하는 경우가 있다.

完全燃燒의 경우 生成物의 수는 적으며, 炭燒는 炭酸가스, 水素는 물, 酸素는 炭酸가스·물 등의 酸化物, 窒素는 窒素가스, 硫黃은 亞黃酸가스, 磷은 五酸化磷으로, 또 할로젠은 鹽化水素 등의 할로젠화水素로 된다. 그러나 不完全燃燒의 경우 上記 生成物 외에 다수의 산화물이나 分解生成物이 생긴다. 發生 可能性이 있는 화합물에는 다음과 같은 것들이 있다.

一般的인 有機物에서는 一酸化炭素, 알데히드, 케톤(아크롤레인, 포름알데히드, 아세트알데히드, 아세톤 등), 有機酸(蟻酸, 酢酸, 프로피온酸 등) 炭化水素(메탄, 아세틸렌, 벤젠 등), 多環芳香族탄화수소(나프탈린, 벤조(a)피렌 등) 나 타르, 그을음 등이 있다.

含窒素化合物에서는 암모니아, 시안화수소(靑酸가스), 니트릴類 등이, 含黃化合物에서는 黃化水素, 二黃化炭素, 黃化카르보닐이, 含磷化合物에서는 磷化合物이, 또 含할로젠化合物에서는 할로젠化合物이 있다.

공기 過剩, 고온 상태의 燃燒에서는 공기 중의 질소나 有機物 分子 중의 질소가 공기 중의 산소와 反應해서 질소酸化物 NO_x 를 만든다.

火災에서는 不完全燃燒의 경우가 많기 때문에 많은 種類의 生成物이 發生한다. 木材의 熱分解가스로부터 200 種類 이상의 生成物이 確認되었다고 하는 報告가 있고, 또 그을음이나 타르 속에는 많은 種類의 脂肪族 및 多環芳香族 炭化水素가 함유된다. 燃燒에 의해서 생기는 大氣 浮遊塵에는 多環芳香族 炭化水素만도 200~400 種類나 존재한다고 알려져 있다. 有毒成分의 人體에의 毒性效果는 急性毒性, 慢性毒性, 發癌性 등으로 나누고 있다. '急性毒性'이 火災時 피난이나 구출에 중요하다는 것은 말할 필요도 없지만 '慢性毒性'이나 '發癌性'도 반복해서 毒性物質에 노출될 때에는 輕視할 수 없다.

急性毒性 성분數는 많지만 建材, 家具, 衣類, 기타 室內收容物의 組成, 收容量 등을 고려한다면, 毒性強度와 발생량이 크고 동시에 火災時 단독으로도 致死 또는 行動不能을 초래하는 성분은 그다지 많지 않으며 이에선 일산화탄소, 시안화수소, 염화수소, 아크롤레인, 포름알데히드 등을 주요 물질로 생각할 수 있다. 그러나 창고 등 收容物의 種類나 양에 의해서는 他 有毒가스의 대량 발생으로 죽음을 초래하는 경우가 있을 수 있다. 예를 들면 弗素含有 高分子, 테프론 등에서는 弗化水素가, 또 硫黃含有 高分子, 羊毛 등에서는 酸素不足時 黃化카르보닐이, 酸素過剩時 亞黃酸가스가 발생하며 이들 毒性은 모두 높다. 따라서 이러한 有機物이 대량으로 燃燒할 때에는 위험하지만 그런 경우가 일반 가옥에는 그렇게 많지는 않다.

과학 기술 진보에 따라 새로운 高分子物質이나 添加劑, 難燃材 등은 이후에도 개발되겠지만 이들 물질에서 未知의 毒性物質이 발생할 위험도 배제할 수는 없다. 美國에서 難燃性 우레탄 폼의 熱分解 가스로부터 猛毒의 트리메틸롤프로판포스페이트(TMPP)라고 하는 磷化合物이 검출된 예가 있다. 이 TMPP는 難燃材 때문에 발생한 것으로서 動物實驗에 의한 중독 증상으로부터 독성 성분을 추정, 化學적으로 確認되었다.

慢性毒性作用이 있는 것으로서는 벤젠, 메타놀, 아세트알데히드, 일산화탄소 등을 예로 들 수 있고 급성毒성을 갖춘 것도 있다.

發癌物質에는 벤조(a)피렌(BaP)을 대표로 하는 몇 개의 多環芳香族 炭化水素, 벤젠, 염화비닐모노머 등이 있다.

3. 主要 有毒 가스

■ 일산화탄소(CO) ■

無色, 無臭의 가스로서 肺에서 血液中の 헤모글로빈과 결합하여 헤모글로빈 본래의 기능인 體內로 의 산소 공급을 妨害한다. 組織細胞에 특이한 중독작용을 발휘한다는 說도 있다. 중독 증상은 가벼울 때 두통, 현기증 등을 나타내고 중독이 진행되면 意識喪失, 경련, 死亡에 이른다. 중독 증상이 진행 된 경우에는 회복되어도 精神神經障害를 주로 하는 後遺症이 남는 일이 있다.

일산화탄소는 어떠한 有機物에서도 발생될 가능성이 있고, 火災中毒死의 主要原因 물질로 알려져 있다. 30分 致死濃度는 4000 ppm, 5分間 致死濃度는 0.5~1.0%로 알려져 있다. 또 致死濃度는 문헌에 따라 값이 많이 다른 경우가 있으므로 주의를 요한다. ACGIH 許容濃度(美國의 勞動衛生省 許容濃度)는 100 ppm이다.

分子中에 산소를 함유하는 물질, 木材 등은 熱分解에 의해서도 일산화탄소가 생성되는데 산소부족의 緩慢燃燒時 可燃物의 重量當에 대하여 가장 많이 발생한다. 生成量은 完全燃燒의 化學量論量의 약 0.25인 때가 最大라는 報告가 있다.

■ 시안화수소(HCN) ■

靑酸가스라고도 하며 無色으로 苦扁桃의 刺戟臭를 갖는 가스로서 神經系에 작용하여 組織的 細胞의 原形質의 산화작용을 阻害한다. 중독 증상으로는 현기증, 두통, 意識不明, 경련 등이 있다. 독성은 일산화탄소보다 강해서 30分 致死濃度는 280 ppm, 10分間 350 ppm, ACGIH 許容濃度는 10 ppm이다.

이 가스는 火災時 니트로化合物를 제외한 모든 窒素含有 有機物로부터 발생 가능성이 있다. 또 含窒素有機물이 아니더라도 암모니아나 암모니아가스를 발생하는 물질이 共存하면 이 가스를 생성할 경우가 있다.

시안화수소의 생성은 아민, 니트릴 등을 경유 脫HCN反應에 의해서 일어나는 것으로 想像된다. 이反應은 一般的으로 高溫에서 산소 부족시 가장 잘 일어난다. 엄밀하게는 이反應에 산소는 필요없으며, 不活性氣體中에서 含窒素有機物を 高溫 熱分解하면 그림 1에 나타난 것과 같이 窒素(N) 含有率과 HCN 생성량은 比例한다. 더우기 시안화수소의 발생이 容易한 條件, 즉 高溫, 산소 부족은 일산화탄소가 發生되기 쉬운 조건이기도 하다. 그림 2는 얼마의 含窒素 高分子物質을 각종 조건에서 燃燒시킨 경우의 HCN과 CO의 濃度を 비교한 결과로서, 이 실험에서는 HCN 쪽이 CO보다 毒性危險이 큰 경우가 있음을 알 수 있다.

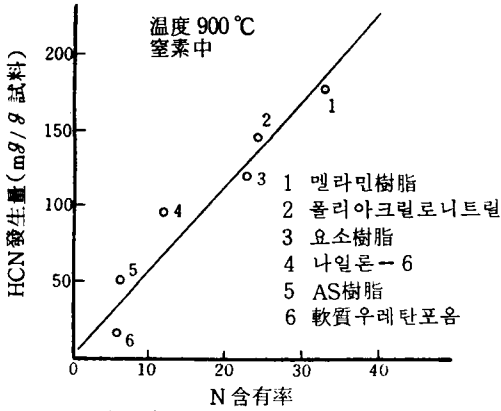


그림 1. 各種含N高分子物質과 시안화수소의 發生

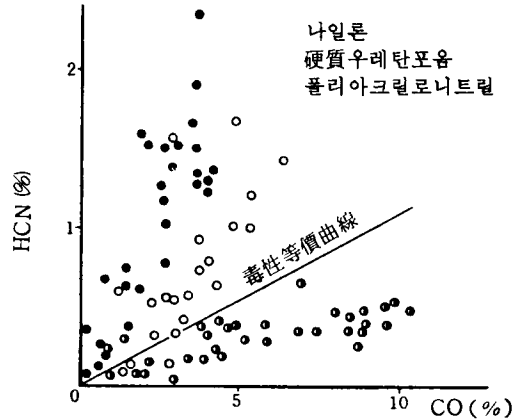


그림 2. 含窒素高分子物質 燃燒時의 HCN과 CO의 濃度比較

■ 염화수소 (HCl) ■

염산가스라고도 하며 刺戟성이 강한 酸性가스로서, 특히 上氣道 등 호흡기계 및 눈을 자극한다. 또 피부를 刺戟하는 것도 있다.

10 分間 致死濃度는 500 ppm 이하, ACGIH 許容濃度는 5 ppm 이다.

염화수소는 모든 含鹽素有機物에서 發生할 가능성이 있으며 熱分解에 의해서 염화수소가 離脫함으로써 發生된다. 따라서 공기 중의 산소는 이 反應에 직접 參與하지 않는다. PVC 에서의 發生은 250°C 이하에서도 100% 일어난다고 알려져 있다. 더우기 一般 火災에서는 PVC 등의 分子中 鹽素는 거의 염화수소로 되는 것이 보통이지만 電氣불꽃, 아아크의 경우에는 포스겐(COCl₂)이 生成될 수 있다.

■ 아크롤레인 (CH₂=CHCHO) ■

強刺戟性, 無色の 가스로서 눈, 호흡기계 및 피부를 刺戟한다. 이 때문에 催淚가스로 이용된 일이 있다. 刺戟성은 1 ppm 에서 2~3 分 露出로 臭氣 및 눈의 刺戟을 느끼고, 4 分間에는 눈물을 흘리며, 5 分間에는 고통을 견딜 수 없다고 한다. 5.5 ppm에서는 20 秒에 눈이나 코에 고통을 일으키며, 1 分을 견디지 못한다고 한다. 또한 10 分間 致死濃度는 30~100 ppm 이라는 문헌도 있다. ACGIH 許容濃度는 0.1 ppm 이다.

아크롤레인은 모든 有機物의 燃燒에 의해서 發生할 가능성이 있지만 分子構造에 따라 發生量의 차가 크다. 高分子物質中 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 비닐론, 셀룰로우스계 물질 등에서의 發生이 많으

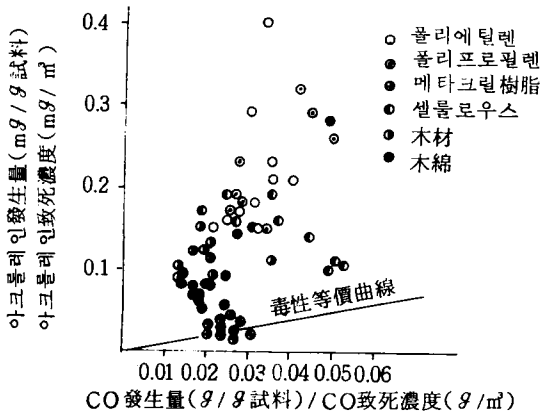


그림 3. 各種高分子物質을 燃燒시켰을 때의 아크롤레인 과 一酸化炭素의 毒性危險의 比較

며, 燃燒나 비교적 低溫도의 산소 부족 상태에서의 燃燒時에 많이 發生한다. 이 조건은 일산화탄소의 發生에도 적당하다. 그림 3 은 實驗室的으로 어느 한정된 燃燒條件에서 發生된 아크롤레인과 일산화탄소의 毒성 위험을 비교한 것이다. 高溫에서는 後者は 安定해도 前者는 分解하기 때문에 燃燒條件에 關係없이 이러한 關係가 成立된다고는 할 수 없지만 적어도 아크롤레인 쪽이 일산화탄소보다 毒성 위험이 큰 경우가 있음을 이 그림은 나타내고 있다.

포름알데히드(HCHO)

強刺激性, 無色の 가스로서 그 毒性은 原形質毒인 동시에 粘膜에의 刺戟과 中樞神經系의 마취 작용이다. 또 蛋白質을 沈澱시켜 생활 조직에 염증을 일으키는 작용도 있다. 致死濃度는 명확히 나와 있지는 않지만, 쥐에 대한 30分間 半數致死濃度는 1 mg/ℓ(약 800 ppm)으로 나와 있다. 毒性效果는 10~20 ppm에서 정상적인 호흡이 불가능해지고 기침이 나며, 50~100 ppm에서는 5~10分間 露出로 기관지, 肺에 염증을 일으켜 肺水腫이 된다고 알려져 있다.

포름알데히드는 모든 有機物 燃燒에 의해서 발생할 가능성이 있는데 分子構造에 따라 발생량이 매우 다르다. 高分子物質中에서는 아크롤레인이 발생하는 경우와 같이 셀룰로우스, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌계 물질에서 많이 발생하며, 그 발생은 低温, 燻燒狀態에서 크다.

이 조건에서는 아크롤레인이나 일산화탄소 등도 발생하기 쉬우므로 포름알데히드가 발생할 경우 이들 가스도 共存한다고 생각하는 편이 좋다.

이상 단독으로 직접 致死에 關係한다고 생각할 수 있는 有毒가스에 대해서 논했는데, 기타 代表的 燃燒生成物에 대해서도 조금 言及하고자 한다.

이산화탄소(CO₂)

탄산가스라고도 하며 無色, 無臭의 가스로서 有機物이 燃燒할 때는 반드시 이 가스가 발생한다. 일반적으로 이 가스의 발생은 일산화탄소와 逆의 관계에 있다. 또 탄산가스는 일반적으로 空氣中の 산소를 消費해서 생성되기 때문에 그 濃度가 증가하면 산소濃度는 減少한다.

이의 毒性作用은 적지만 호흡 작용을 活潑하게 하기 때문에 다른 有毒가스가 共存하면 그 毒性效果가 빨라질 가능성이 있다.

ACGIH 許容濃度는 5,000 ppm 이다.

煙煤(그을음)

이는 완전한 炭素가 아니고 水素를 1~3%, 原子數로 12~36%를 含有한 結晶으로 이루어져 있어 아래의 結晶構造 2個를 합한 것과 類似하다고 한다.



煙煤는 적어도 急性的으로는 化學的 毒性을 갖고 있지 않지만 視野를 방해하거나 호흡기계를 막히게 하거나, 또 염화수소를 끌어들이어 肺에 영향을 줄 위험이 있다. 煙煤의 발생은 有機物中 거의 高分子物質에서 일어나는데 物質構造에 따라 差가 크다. 木材 등 셀룰로우스계 물질로부터의 발생은 적고, 폴리스틴이나 PVC와 같이 벤젠核을 갖는 것 또는 염화수소가 離脫해서 二重結合이 되기 쉬운 물질의 경우에 많다.

산화질소(NO_x)

산화질소는 일반적으로 일산화질소(NO)와 이산화질소(NO₂)를 포함한 것의 總稱이다.

'일산화질소'는 無色, 無臭의 가스로서 호흡기에 약간의 刺戟을 나타낼 정도이므로 그 存在를 느끼기 어려우며 毒性에 관한 데이터는 대단히 적다. 일산화질소는 空氣中の 산소와 결합해서 이산화질소로 바뀌는 것도 있으며 헤모글로빈과 결합하는 것, 또 低濃度에서는 大氣中에서도보다도 호흡기계에서 빨리 이산화질소로 산화되는 것 등이 알려져 있지만 그것도 모든 경우에 대해서 말할 수 있는 것은 아

니다. ACGIH의 許容濃度는 25 ppm 이다.

‘이산화질소’는 갈색으로서 산성가스이다. 毒性은 주로 호흡기계의 刺戟이다. 5 ppm에서 냄새를 느끼고, 10~20 ppm으로 粘膜刺戟이 있으며, 50 ppm에서 심한 刺戟을 느낀다. 또 90 ppm에서 30分 露出로 肺水腫을 일으키고, 250 ppm에서는 數分內에 死亡한다고 한다. ACGIH 許容濃度는 5 ppm 이다.

산화질소는 高温에서 空氣中の 질소나 可燃物分子中の 질소와 空氣中の 산소가 反應해서 생긴다. 또 아아크放電으로도 산화질소가 合成된다.

火災時에 있어서 산화질소의 발생은 空氣過剩의 完全燃燒에 가까운 상태에서 많이 일어나기 때문에 致死에의 영향은 火災가스溫度와의 關係에서 正해진다고 생각된다.

火災時에 발생하는 가스는 그 외에도 많고, 致死濃度를 알 수 없는 것도 많다. 그러나 致死濃度는 勞動衛生上 許容濃度의 20~100 倍의 것이 많아 20倍를 採擇하면 無難하다는 提案이 있다. 지금까지는 한 것을 포함하여 各種 有毒가스에 대해서 ACGIH 許容濃度를 표1에 실는다.

표 1. 各種有毒가스의 ACGIH 許容濃度

有 毒 가 스	ACGIH 許容濃度
암 모 니 아	50 ppm
一 酸 化 炭 素	50
一 酸 化 窒 素	25
鹽 化 水 素	5
鹽 素	1
시 안 화 水 素	10
臭 化 水 素	3
亞 黃 酸 가 스	5
炭 酸 가 스	5,000
二 酸 化 窒 素	5
弗 化 水 素	3
黃 化 水 素	10
黃 化 카 르 보 닐	0.15
포 스 제	0.1
二 黃 化 炭 素	20
아 크 톨 레 인	0.1
포 림 알 데 히 드	2
크 로 톨 알 데 히 드	2
아 세 트 알 데 히 드	200
아 세 톨	1,000
메 타 늘	200
蟻 酸	5
酢 酸	10
아 세 톨 니 트 릴	40
벤 젨	25
스 티 렌 (모 노 머)	100

4. 酸素缺乏

火災時 燃燒에 의하여 산소는 消費되기 때문에 火災最盛期에 있어서는 火災室內의 산소 농도는 매우 낮아져 거의 0% 가까이까지 내려가기도 한다. 空氣中の 산소 농도가 低下된 경우에 나타난 증상은 「헨더슨」에 의하면 산소 농도가 16~12%에서는 호흡수, 맥박수의 증가, 두통이, 그리고 14~9%에서는 判斷力이 흐려지고 全身脫力, 지아노오제〔血液中の 酸素缺乏으로 피부나 粘膜이 검푸르게 보임〕가 일어나고, 또 10~6%에서는 意識不明, 경련이 일어나며 6~8分에 死亡한다고 한다. 致死는 6%에서 5分間에 일어난다고 하는 문헌도 있다. 火災에 의한 死亡要因은 ‘일산화탄소와 열’에다가 ‘공기 중의 酸素缺乏’을 더 들어 3大要因이라고 부르는 경우가 있는데 가스 중독에는 특히 일산화탄소에 의한 것이 壓的으로 많다. 火災室에 있어서 死亡은 熱的 要因을 첫째로 생각할 수 있지만 最近의 火災에서는 火災室 주위의 竈道, 階段, 上層 등에서 死亡하는 경우가 많은데, 이 경우는 外部空氣에 稀釋된 火災가스에 露出되는 것이다. 火災室에서 산소 농도가 낮아 不完全燃燒가 일어나는 경우에는 일산화탄소 농도가 높고, 반면에 일산화탄소 농도

가 낮은 경우는 燃燒狀態가 좋아서 完全燃燒에 가깝기 때문에 溫度가 높아진다. 따라서 산소 농도 低下에 의한 酸素缺乏死가 일어날 가능성이 있는 경우에는 반드시 일산화탄소 中毒死 또는 熱傷死의 要因 쪽이 더욱 크다는 報告가 있다. 實際 火災時 산소 농도 低下가 致死의 가장 큰 要因으로 작용하는

경우가 있는지에 대해서는 學論中에 있지만 대부분의 火災에서 위의 세 가지 要因이 相互作用하고 있는 것은 틀림없다.

5. 主要 高分子物質의 燃燒生成物

本節에서는 주요 고분자 물질을 燃燒시킨 경우에 발생하는 燃燒가스의 組成, 綜合毒性에 대해서는 논한다.

표 2는 주요 고분자 물질을 燃燒시켜 그때 발생하는 가스를 綜合적으로 分析한 결과의 一例이다. 燃燒條件에 따라서 各種成分의 양은 크게 다르고, 또 사용된 條件이 반드시 火災燃燒條件을 대표한다고 말할 수 없으므로 각각의 高分子物質의 燃燒毒性을 이 表에서 직접 推定하기는 곤란하지만 발생 가스의 종류나 경향을 파악할 수는 있다.

各種物質의 燃燒時 발생하는 가스 종류를 이 表와 다른 實驗데이터를 근거로 정리하여 표 3에 나타냈다.

표 2. 各種高分子物質에서의 發生가스

	셀룰로오스	폴리에스테르	絹	羊毛	나일론	폴리아크릴로니트릴	폴리우레탄	폴리에틸렌	폴리프로필렌	폴리메틸메타크릴레이트	폴리염화비닐
炭酸가스	202	290	170	69	35	73	88	120	21	99	<8
一酸化炭素	88	85	13	21	13	12	57	120	25	61	7.0
鹽化水素	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230
암모니아	-	-	21	12	6.0	2.6	-	-	-	-	-
시안화수소	-	-	1.3	1.8	-	6.6	<2	-	-	-	-
황화카르보닐	-	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-
메탄	2.4	1.7	1.7	1.9	0.84	3.4	4.6	2.5	1.5	0.56	1.7
에틸렌, 아세틸렌	2.8	2.7	0.57	1.6	3.6	0.60	3.9	18	2.1	0.51	0.98
에탄	0.52	0.14	0.62	0.91	0.92	0.79	1.3	1.6	3.3	0.08	1.7
프로필렌	0.88	0.18	0.60	2.0	2.6	0.27	29	12	27	1.23	0.73
프로판	0.11	-	-	1.3	0.70	1.4	-	2.5	-	-	0.83
부텐	-	-	-	1.1	2.9	-	0.38	-	4.8	-	-
벤젠	-	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-	11
물루엔	-	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
메틸알코올	-	-	-	-	0.68	2.0	-	6.2	5.6	-	-
아세트알데히드	2.5	14	-	-	0.81	-	32	10	7.9	-	0.30
아크롤레인	2.1	-	-	-	-	-	-	8.4	3.9	-	-
아세톤	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-
아세토니트릴	-	-	5.7	1.6	1.2	3.0	-	-	-	-	-
아크릴로니트릴	-	-	-	0.83	-	5.6	-	-	-	-	-
메틸메타크릴레이트	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	-
試料殘量	4.1	9.1	19.3	12.7	4.3	19.5	4.3	32.3	4.0	0	15.5

• 分解溫度 500 °C 酸素濃度 21% 空氣流量 220 ml / 分 分解時間 4分 試料重量 約 100 mg
 • 生成物量은 單位分解量(g)當 生成物量(mg/g)으로 표시됨

표 3. 各種高分子物質의 主要燃焼生成가스

物質名	發生가스(CO, CO ₂ 는 제외)
셀룰로오스	아크롤레인, 포름알데히드, 低級脂肪酸, 아세트알데히드
폴리에스테르	아세트알데히드, 벤젠
絹	HCN, NH ₃ , 아세토니트릴
羊毛	HCN, NH ₃ , 아세토니트릴, 黃化카르보닐, 黃化水素
나일론	HCN, NH ₃ , 아세토니트릴
폴리아크릴로니트릴	HCN, 아세토니트릴, 아크릴로니트릴, NH ₃
폴리우레탄	HCN, NH ₃ , 이소시아네이트, 벤젠
폴리에틸렌	아크롤레인, 포름알데히드, 低級脂肪酸, 메틸알코올, 아세트알데히드
폴리프로필렌	아크롤레인, 포름알데히드, 低級脂肪酸, 메틸알코올, 아세트알데히드
폴리스티렌 폴리메틸메타크릴레이트	스티렌모노머, 톨루엔, 벤젠 메틸메타크릴레이트, 아크롤레인
페놀樹脂	페놀, 벤젠
멜라민樹脂	HCN, NH ₃
요소樹脂	HCN, NH ₃
폴리염화비닐	HCl, 벤젠, 톨루엔
弗素樹脂	HF

炎荷重을 약 56 kg / ㎡으로 했다. 이 건물 내부에 메타놀을 뿌리고着火시키자 불 주위 온도가 그림 4에 나타난 것과 같이 빠르게上昇했다. 그림 5는 일산화탄소, 탄산가스, 산소 및 질소濃도의 時間變化를 나타낸 것이다.

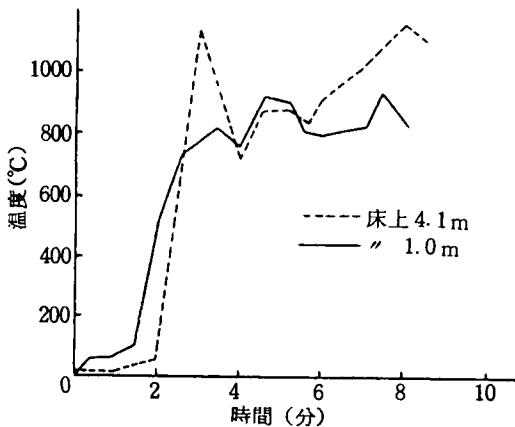


그림 4. 火災時의 溫度變化

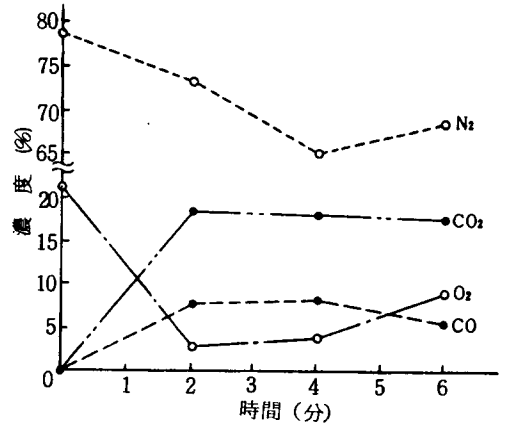


그림 5. 無機가스濃도의 時間變化

또 Gas chromatography · 質量分析計에 의한 有機가스 成分의 分析結果를 그림 6에 나타냈다. 그리고 시안화수소, 아크롤레인, NO₂와는 별도로 일산화탄소를 分析, 追加하여 주요 毒性成分에 관한 毒性指數의 時間變化를 그림 7로 나타냈다. 致死要因으로는 熱 및 酸素缺乏도 있지만 이 그림에서의

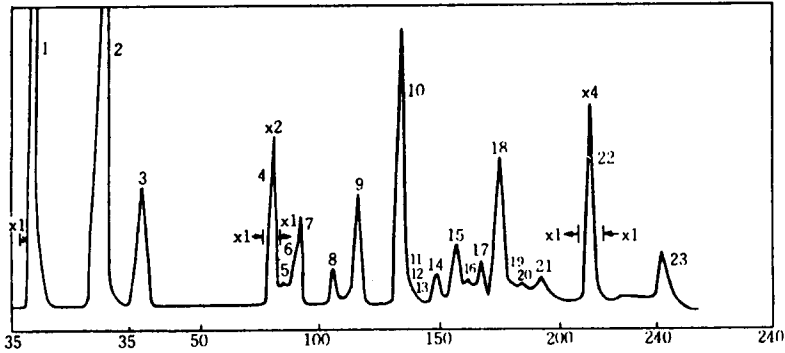
燃焼가스에는 여러 가지 成分이 混在하여 個個의 成分間에 相乘作用이나 拮抗作用이 있는 것도 생각할 수 있는데, 化學적으로 組成을 分析하는 경우에는 各成分의 毒性은 相加的으로 작용한다고 가정하는 수가 많다. 즉, 毒性指數 $T = \sum C/C_i$ (C: 濃度, C_i: 致死濃度)

6. 實物크기의 火災實驗에서의 發生가스

實際의 火災나 實際規模의 火災實驗에서의 발생 가스를 分析한 데이터는 매우 적다. 여기서는 '83년 2월 23일에 日本消防研究所 構内の 防火木造建物內에서 火災實驗을 하여 거기서 얻어진 發生 가스의 分析結果를 一例로 紹介한다.

建物은 폭 9 m, 길이 4.5 m, 높이 3.5 ~ 4.5 m 크기의 外壁에 모르타르를 바른 構造이다. 이 속에 家具, 세간물 등을 收容, 火

毒性指數 26 은 外部 空氣로써 26 倍 稀釋되어도 致死가 일어난다는 것을 의미하는 것으로 다른 두 要因을 훨씬 웃돌고 있다.



1. 메탄 2. 에틸렌+아세틸렌 3. 에탄 4. 프로필렌 5. 프로판 6. 不明
7. 메틸아세틸렌 8. 메타놀 9. 아세트알데히드 10. 부타디엔 + 1-부텐-3인
11. 不明 12. 不明 13. 디아세틸렌+蟻酸 14. 아세토니트릴 15. 푸란
16. 아세톤 17. 아크릴로니트릴 18. 시클로펜타디엔 19. 이소프렌
20. 프로피오니트릴 21. 메틸푸란+메틸에틸케톤 22. 벤젠 23. 톨루엔

그림 6. 火災가스中の 有機가스 成分(가스 크로마토그래프 질량분석계에 의함)

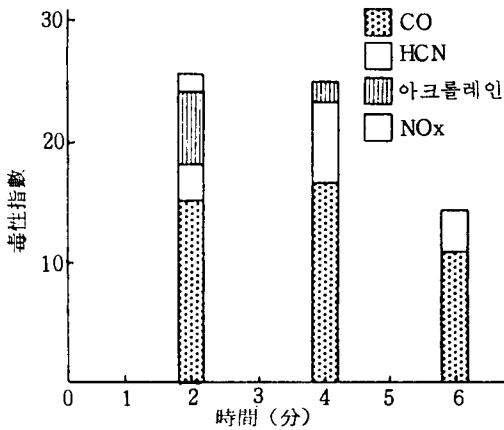


그림 7. 毒性指數의 時間變化

火災時 발생 가스는 可燃物의 종류 및 양, 換氣量, 火災溫度 등에 의해서 영향을 받는것은 물론 可燃物의 配置, 可燃物間의 相互作用에 의해서도 복잡하게 영향을 받는다. 그러나 아직도 이들에 관한 研究課題는 出積해 있는 實情이다.*

