

쾌적환경과 담배연기

Comfort Environment and Tobacco Smoke

이 광 수*, 장 태 준**
K. S. Lee, T. J. Chang

1. 緒 論

1978年 世界保健機構(WHO)에서는 각 加 盟國에 대한 흡연의 건강장해방어에 관한 권 고안을 採擇한 바 있다. 그 내용중에 「비흡연 자가 담배연기로 汚染되지 않은 맑은 공기를 향유할 수 있는 權利를 옹호할 것」이라 명기 하였는데 이것은 담배를 피우지 않는 비흡연 자에 대해서도 흡연자가 排出하는 담배연기가 有害한 生體影響을 미친다는 사실을 인정하고 있는 내용이다. 흡연에 의한 담배연기가 건강에 有害하다는 것에 대하여는 그간 많은 研究 發表와 경고가 있어 왔으나 本稿에서는 이러한 醫學的인 見解에서 벗어나 담배연기가 室內環境에 미치는 냄새가 不快感을 減少시키는 方法에 대하여 기술하고자 한다.

담배연기는 잘 알려진 室內汚染源이며 惡臭를 유발하고 눈, 코나 목구멍 같은 점막에 자극을 준다. 이러한 不快感을 減少시킬 수 있는 技術的인 方法으로는 크게 환기설비와 濾 터시설 및 공기세정방법 등이 檢討될 수 있다.

환기설비는 담배연기로부터의 惡臭와 不快感을 제거할 수 있는 效果的인 方法이며 자극에 따르는 不快感의 除去에 必要한 空氣量(일반적으로 12m³/개피)보다 惡臭의 제거에 必要한 空氣量(일반적으로 120m³/개피)은 10

배 이상으로 알려져 있다. 이러한 目的의 爲인 환기조건 선정에는 이전에 피웠던 담배연기로 인해 배인 냄새도 중요한 인자로서 고려되어야 한다.

담배연기에 의한 惡臭나 不快感은 대부분 가스나 연기(smoke) 狀態에서 기인하기 때문에 환기설비에서 입자제거를 위한 일반적인 濾터시설은 이러한 影響을 減少시킬 수 있는 效果的인 方法이 되지 못하고 공기세정방법(air washing)이 담배연기로 汚染된 공간에서의 환기기준을 감소시킬 수 있는 것으로 되어 있다.

室內空氣를 判定하는 方法으로는 空氣의 質을 直接 確認하는 것 외에 이렇다할 方法이 없다. 이를 위해 室內汚染에 대한 基準으로서 Olf 및 Decipol에 관한 理論이 덴마크의 P. Olefanger에 의해 최근 발표되었다(ASHRAE, Berlin meeting).

이것을 기초로 空氣의 汚染을 감지하기 위한 작업이 급속도로 행하여졌고 덴마크공과대학에서 이러한 Olf 기준에 따른 몇 편의 보고서가 발표되었다.

이 研究에서는 사무실 건물에서 각기 다른 인자로부터의 Olf 値를 調査하는 간단한 方法으로 그 結果가 보고되었으며 여기에서도 담배연기에 따르는 실내환경 汚해가 매우 큰 것

* 정회원,

** 럭키엔지니어링(주) 설비사업부

으로 나타났다. 즉 건물재질과 환기설비에 의한 平均 Olf 値는 0.23 olf/m^2 이었으며 실내 거주자로부터의 생리적오염은 0.05 olf/m^2 로 조사된 반면 흡연으로 인한 수치는 0.37 olf/m^2 로 조사되었다.

2. 概 要

최근 10년간 우리가 호흡하는 실내공기의 質에 대한 관심이 증가 되어왔다. 에너지 비용의 상승에 따라 공조기의 경제적 운전에 대한 요구가 절실해졌으며 이에 따라 전보다 더 밀폐된 建物(Tight Building) 概念이 도입되었다. 이러한 밀폐건물로부터 공기의 汚染을 증가시키는 문제가 자주 거론되었는데(미생물, 석면, 유해가스, 惡臭... 등) 이 중 가장 잘 인식할 수 있는 室內空氣 汚染因子는 아마도 흡연에 의한 담배연기일 것이다. 담배연기가 실내공기에 擴散된 狀態는 흔히 Environmental tobacco smoke(ETS)로 표현된다.

실내의 快適環境에 관한 ETS의 影響은 두 가지로 구분된다. 즉 惡臭에 의한 것과 점막의 자극에 따르는 不快感이다. 현재로서 냄새를 測定할 수 있는 기구나 기준은 매우 미미한 실정이며 사람의 취각에 의한 판정이 중요한 測定基準으로 되어 있다. 흡연이 이루어지고 있는 방의 환기조건에 대한 현재의 規定은 외부인이 그 공간에 들어온 직후 느낄 수 있는 惡臭에 대한 판단감각에 부분적으로 기준하고 있다.

흡연이 행하여지고 있는 방에서 냄새의 감지는 현재의 담배연기 외에도 이전에 이루어진 담배연기가 방 壁面에 吸着된 후 建物材料 자체로부터 냄새가 방출되는 것과 마찬가지로 再擴散되는 것이 있다. 실내로 담배연기가 擴散된 후 냄새감도는 급격히 줄어드는 반면 不快感은 시간이 경과함에 따라 증가되는 것을 볼 수 있다(그림 1). 이러한 不快感의 증가는 실내 擴散後 약 1시간 동안 지속된 후에야 安定狀態로 된다는 새로운 研究結果도 보고되었다(Clausen 팀, 1987).

건강상의 이유 외에도 惡臭과 不快感 등의

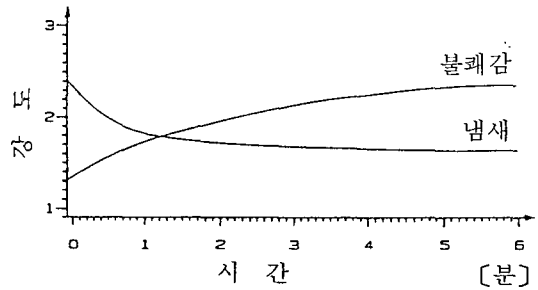


그림 1. 시간경과에 따른 냄새와 불쾌감 강도 (Kerka and Humphreys 1956)

문제에 의해 ETS는 격렬한 討論의 대상이 되곤 한다. 이에 따른 최선의 방법으로서 흡연자와 비흡연자를 분리하는 경우가 많다. 그러나 이것도 흡연자가 ETS에 의한 不快感을 느끼게 될 수 있다는 것 때문에 바람직한 結論은 아니다. 그림 2는 남자, 여자, 흡연자 및 비흡연자별로 실내에 들어온 직후 담배연기 냄새를 느끼는 정도를 調査한 것이다. 男女간의 차이는 거의 없는 것에 반하여 흡연자와 비흡연자와의 차이는 당연히 매우 큰 것으로 나타났다.

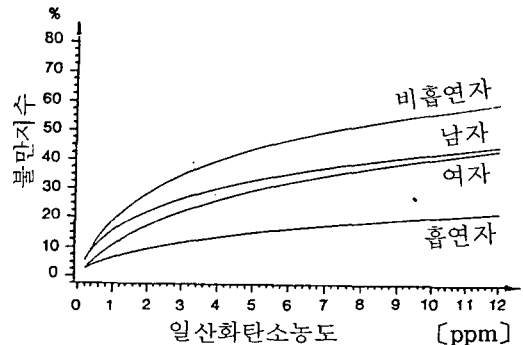


그림 2. 일산화탄소농도를 기준한 담배연기에 따른 불만지수(Clausen 팀, 1985)

표 1과 같이 흡연장소 및 비흡연장소에 따른 환기기준의 制定도 有效한 것이지만 앞으로의 과제는 흡연자와 비흡연자의 不快感을 줄이기 위한 기술적인 해결방법을 찾아보고 시도해 보는 것으로서 아래의 항에서 이러한 몇 가지 사항을 기술토록 한다.

1) 담배연기

담배연기는 점화부에서 대기중에 떠오르는 煙氣(副流煙: side stream)와 담배 자체를 통

표 1. 환기시설에서의 외기요구량

場 所	거주인원 (인/100m ²)	흡연시 (L/S·인)	비흡연시 (L/S·인)
○식 당			
• Dining room	70	17.5	3.5
• Kitchen	20	—	7.5
• Cafeteria	100	17.5	3.5
• Bar	100	25	5
○Hotel, Motel 등			
• Bed room	5	15	7.5
• Living room	20	25	12.5
• Baths, Toilets	—	25	2.5
• Lobby	30	7.5	2.5
• Conference rm.	50	17.5	3.5
○Office			
• Office space	7	10	2.5
• Meeting, Waiting	60	17.5	3.5

(ASHRAE Standard 62-1981, 발췌)

하여 흡연자가 直接 들어 마시는 연기(主流煙 : main stream)로 구성되어 있다. 흡입시 화심은 최대 약 1,200℃까지 도달하였다가 흡입 중간에는 800~900℃까지로 떨어진다.

高温燃焼와 담배의 熱分解로 인해 담배연기는 複雜한 構成을 가지는 결과를 낳는다. 약 4,000種類 이상의 化學物質이 함유되어 있다고 하며 입자생성분과 기상성분으로 구성되어 있다. 담배연기는 燃焼時 약 55%가 副流煙으로 消費되며 나머지 45% 정도가 主流煙으로 흡입된다. 또한 담배의 主流煙은 PH6 전후의 약산성인 반면 副流煙은 PH6 전후의 알칼리성이며 자극성이 대단히 높다. 여러가지 有害物質濃도의 測定結果로 표시된 室內空氣汚染에 담배연기가 차지하는 比率은 豫상의외로 크다.

都心地의 一般事務室의 예에서도 부유분진 속에 차지하는 담배연기 입자상물질의 比率은 30% 전후에서 80%나 차지하며, 회의실 73~82%, 휴게실 88~90%라는 數值도 보고되고 있다. 예를 들어 철근콘크리트 건물 16m²의 실내에서 밀폐구조의 窓門을 닫으면 換氣回數는 1回/時間 정도가 되며, 두 사람이 1시간에 3개피씩 합계 6개피의 담배를 피우면 일산화탄소 濃度로 보아서 15ppm, 부유입자상 농도의 경우 2mg/m³ 정도가 되는데 이것

은 大氣汚染에 관한 環境基準의 약 10~20배나 달하는 연기 자욱한 狀態가 된다. 담배연기에 의한 惡臭는 담배를 막 피우고 난 후에 심해진다는 報告도 있으나, 냄새의 안정성에 대한 包括的인 研究結果에 따라 담배연기로부터의 惡臭는 전 시간에 걸쳐 고르다는 것이 Clausen 팀(1985)에 의해 조사 보고되었다. 이것은 담배연기를 단순한 가스汚染으로 생각하여 處理할 수 있는 기초가 되며, 담배연기에 대한 환기조건을 계산에 의해 可能토록 하는 것이 된다.

2) 換氣設備

ASHRAE Standard (62-1981 R)에서는 許容 IAQ의 定義를 실내거주자의 대부분(80% 이상)이 不快感을 느끼지 못하는 정도로 規定하고 있다.

담배연기로부터의 快適感을 유지하기 위한 환기조건에 대하여 많은 研究가 있었다. 미국 시민의 약 1/3이 흡연자로 이들 중 거의 대부분이 하루동안(16시간 정도) 30개피 정도를 피우는 것으로 조사되었다. 즉 平均吸煙單位는 1人當 0.6개피/시간으로 나타낼 수 있다. Berg-Munch 팀(1986)의 研究調查結果 환기설비는 담배 한개피당 120m³의 조건에 따라 1인당 20 l/s 혹은 비흡연방의 환기조건에 비해 2배반 정도가 요구된다고 보고하였다. 또한, 코 및 목구멍의 不快感이 막 나타날 때를 기준으로 하여 Weber와 Fischer(1980) 및 Caim 팀(1987)은 ETS의 最大許容濃度로서 일산화탄소의 증가를 1.5~2.0ppm까지로 規定하는 것을 제안하였다.

또한 실내공기질에 대해 ASHRAE에서 規定한 定義에 適用되는 不快感을 根據로 하여 Clausen 팀(1987)은 담배연기에서 발생하는 일산화탄소의 最大許容濃度를 3.8ppm으로 規定토록 제안하였다. 담배 한개피에서 발생하는 일산화탄소의 量이 45ml 정도인 것으로 가정하였을 때 담배 한개피로부터의 不快感을 제거시키기 위한 必要換氣量은 12m³/개피로서 이것은 냄새제거에 必要한 外氣量의 약 10% 정도 밖에 요구되지 않는 것이 된다.

이전에 이루어졌던 흡연으로 인해 뱀 냄새

에 대한 연구가 보고 되었는데, 각기 다른 10개의 방으로 구성된 試驗場所에서 담배를 피운 후 7~22시간동안 空氣의 質에 대한 調査를 수행하였다. 32명의 判定참관자중 많은 사람이 불쾌감을 나타내었는데 이의 조사에는 判定이전 24시간 동안 수행된 간헐적 資料의 平均值와 判定조사시간 동안의 공기순환비도 함께 조사되었다. 이러한 조사를 통해 조사된 지수값에 따라 배인 냄새에 의해 불쾌감을 느끼게 되는 사람의 分布도를 豫測할 수 있게 된다. 앞서 얘기한 것과 같은 室內汚染源의 量을 제한적으로 정하기 위해 olf에 기준한 새롭고 더욱 체계적인 規定이 開發되어 왔다 (Fanger, 1988).

덴마크에 위치한 임의의 사무실 15개에 대한 調査의 경우, 實居住者當 平均 6~7 미감 각 olf가 確認되었다. 두 olf는 흡연에 直接기인되었고 4~5 olf는 換기설비 및 실내에 存在하는 物質에 기인하였다. 換기설비나 공간속에 存在하는 이렇듯 많은 汚染源중에 일부는 이미 행하여졌던 흡연에 의한 것일지도 모른다. 그리고 이러한 흡연에 의한 間接被害에 대하여 계속 더 깊은 研究가 必要하다고 믿는다.

3) 濾器 施設

惡臭와 不快感에 影響을 미치는 ETS의 主成分을 규명하기 위하여 많은 시도가 있어 왔다. Weber와 Fischer(1980)는 아크롤레인(acrolein)이 눈의 통증을 유발시키는 主成分이라고 주장하였다. 그러나 이것은 Hugod(1984)에 의해 반박되었는데, 그는 ETS에서 일반적으로 발견되는 것 보다도 3배정도 짙은 농도의 아크롤레인에 노출되었을 때라도 경미한 불쾌감을 느끼는 정도를 觀測하였다.

대부분의 사람의 조사결과, 불쾌감에는 가스상성질이 關여된다는 것을 발견하였고 이로 인해 전기집진장치를 구비한 濾器시설의 경우에도 ETS로부터의 불쾌감을 없애는 것에는 미흡하게 된다.

또한 Clausen 팀(1985)는 냄새 또한 가스상 물질과 밀접한 關係가 있음을 보고하였다. 따라서 室內環境을 快適하게 하기 위한 施設로

서의 입자의 포집을 위한 濾器장치는 실제로 換기설비를 대치할 수 있는 것이 되지 못한다. 그러나 공기중의 微細粒子를 제어함으로써 壁面에 粒子가 吸着하게 되는 것을 방지하게 되며 정상적인 청결상태의 濾器로서 汚染을 제거토록 하는 것은 이전에 이루어졌던 흡연으로부터의 煙 냄새를 감소시키는 것이 된다.

활성탄 같은 物理性 소재의 濾器는 가스나 Vapor를 吸收할 수 있는 能力 때문에 확연히 效果가 있는 것으로 나타난다.

4) 공기세정

공기세정에 의해 ETS로부터의 냄새를 제거시키려는 努力은 미미하였다. Clausen(1987)은 담배연기 냄새가 공기세정기를 통과했을때 그 특성이 變하고 더 신선하고 만족스러운 것으로 되는 것을 발견하였다. 따라서 ETS로부터의 냄새를 제거하기 위해 필요한 換기의 要求조건은 공기세정을 하였을 경우 더 낮아지고, 공기세정기를 통하기 때문에 발생하는 濕度의 문제는 水溫을 조절함으로써 공기중의 濕度變換없이 세정기를 가동시킬 수 있다. 각종 環境조건하에서 담배연기 냄새에 대한 느낌을 조사한 후 Clausen(1985)은 냄새강도의 기본적인 變化가 없고 30~80%의 相對濕度 範圍에 걸쳐 만족할만한 것으로 보고되었다. 또 다른 研究報告로서는(John A. Carlton-Foss) 담배연기와 순수 증기에 대한 냄새의 認知度가 溫度와 濕度에 影響이 있는 것으로 조사되었다. 일정한 溫度下에서의 濕度の 증가는 순수증기의 경우와 마찬가지로 담배연기 냄새의 認知도를 낮추는 確實한 效果가 있다고 조사하였다. 이러한 效果는 향기로운 物質의 경우 더 活潑하게 나타난다. 반면 일정습도하에서의 溫度의 증가는 담배연기의 냄새 認知도를 미미하게 낮추는 것으로 나타났다. 냄새의 이러한 현상은 擴散初期에 더욱 빠르게 진행되며 담배연기의 認知도가 擴散時間에 따라서 감소하는 반면 눈이나 코를 자극하는 불쾌감을 일반적으로 증가하게 된다. 이러한 불쾌감은 낮은 相對濕度下에서 최대치가 된다. 냄새인지에 따르는 불쾌감을 최소로 유지하기

위하여 실내공간은 大略 45~60%의 상대습도하에서 운전토록 배려한다. 일정 습도하에서 溫度가 냄새정도에 미치는 影響은 미미하여 일반적으로 무시될 수 있기 때문에 快適함과 經濟的 觀點에서 溫度調節 하는 것이 바람직하게 생각된다. 공기세정에 관한 연구로서 5 ppm의 일산화탄소 농도로 담배연기를 汚染시킨 후, 그 실내로 들어온 직후에 사람이 느끼는 불쾌감을 퍼센트로 표시하였다(그림3).

4) 흡연이 행하여지고 있는 장소에서의 환기조건은 공기세정을 함으로써 감소시킬 수 있다.

5) 불쾌감은 낮은 濕度에서 심하게 느껴지며 불쾌감을 최소로 하기 위한 실내습도의 範圍는 45~60% 정도이다.

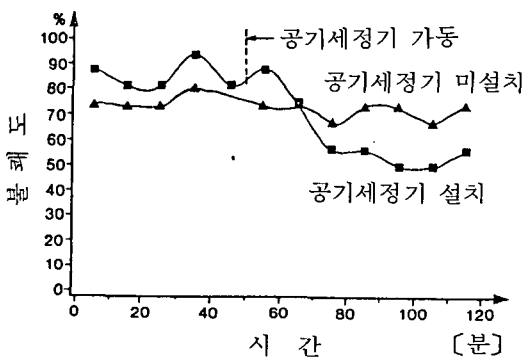


그림3. 공기세정기 사용시의 불쾌감 조사

조사는 2시간 동안에 걸쳐 매 10분마다 反復되었고 총 2회에 걸쳐 실시되었다. 그림에서 보는 바와 같이 測定 50分後 공기세정기를 가동시켰을 때의 불쾌감을 느끼는 정도가 줄어드는 것을 볼 수 있다.

이 분야에 대하여 환기설비 조건의 適用基準의 설정을 위한 研究調査가 더욱 進行되어야 한다고 생각된다.

3. 結 論

1) 주위의 담배연기로부터 불쾌감을 제거하는 것에 비해 냄새의 제거에 필요한 환기량은 약 10배 이상으로 요구된다.

2) 이전에 피웠던 담배연기로 인하여 배인 냄새는 환기조건 결정시 중요한 因子로 반영토록 한다.

3) 냄새나 불쾌감은 共히 연기의 가스相性質에 기인하여 이것은 粒子의 윌터장치가 환기설비의 실질적인 대안이 될 수 없다는 것을 시사한다.