

우리나라의 室內空氣汚染 現況과 對策

Indoor Air Pollution and Its Implications in Korea

金 潤 信*
Yoon Shin Kim

1. 序 論

經濟發展에 따른 急速한 産業化와 人口의 都市集中化는 각종 環境汚染과 自然生態系의 破壞라는 時代的 當面課題로 등장하게 되었다. 특히 1970年代 이후 우리나라는 産業構造의 大型化로 에너지 消費가 急増함에 따라 大氣汚染物質의 發生量 또한 증가하여 人體에 미치는 影響이 우려되고 있다.

平常적으로 一般人이 하루 일과중 80% 이상을 室內(집, 自動車, 一般事務室, 室內作業場, 公共建物, 商店 등)에서 生活하는 것으로 調査 報告되어 室內空氣汚染의 重要性이 認識되고 있다. 최근 에너지 cost의 急増에 따라 一般住宅 뿐 아니라 公共建物에 이르기까지 에너지 保存을 위한 多樣한 技術이 開發되어 室內 空氣汚染防止를 위한 각종 對策이 提案되고 있다. 室內空氣汚染에 관한 研究는 1970年代부터 先進 歐美各國에서 활발히 進行되어 오고 있다. 특히 作業場에서의 室內環境뿐 아니라 一般人이 生活하는 室內에서의 環境汚染의 發生源과 그것이 健康에 미치는 影響을 把握하여 보다 나은 室內 生活環境을 維持함으로써 人間의 健康增進과 福祉向上을 위한 努力이 傾注되고 있는 實情이다.

그러나 우리나라에서는 室內空氣汚染에 관

한 研究가 未備한 狀態로 大氣汚染의 심각성을 認識시키는 外에 室內空氣汚染의 重要性이 要請되고 있다. 특히 우리나라는 대부분의 家庭에서 煉炭이 主要煖房 및 廚房燃料로 사용되어 오다가 1970年代 이후 가스使用이 급증되고 있다. 또한 ‘온돌’이라는 특이한 住宅樣式을 갖고 煉炭을 사용하는 가정에서의 煉炭의 燃燒過程에서 發生되는 一酸化炭素와 煉炭使用 후에 破生되는 炭 등으로 좁은 室內空間에서의 空氣汚染을 加重시킬 수 있다.

이와 같은 時點에서 本 報告는 國內에서 研究調査된 室內空氣汚染에 관한 論文을 考察하고 우리나라에서의 室內空氣汚染의 現況을 把握하여 將來 우리나라에서 室內空氣汚染에 관한 研究 및 公共政策의 開發을 促進하는데 도움이 되고자 本 研究論文을 提示한다.

2. 우리나라에 있어서의 室內空氣汚染의 發生可能 汚染源

우리나라에서의 室內空氣汚染物質의 發生源 및 그 背景을 보면 Table 1과 같다.

2.1 煉炭使用

우리나라에서는 傳統的으로 ‘온돌’이라는 특이한 家屋 構造를 갖고 있다. 아직도 全國

* 正會員, 漢陽大學校 醫科大學 教授

Table 1. Possible Sources of Indoor Air Pollution in Korea

- 1) Use of "Yeontan" (Coal briquette for heating and cooking in homes)
- 2) Use of kerosene space heaters in offices and homes during winter
- 3) Use of LP Gas for cooking
- 4) Increased use of household products
- 5) Increased use of building materials (eg. UFFI, asbestos) for energy-efficient houses and buildings
- 6) Tobacco smoke
- 7) Outdoor air pollution

가정의 60% 이상에서 煉炭을 廚房 및 暖房 燃料로 하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 家庭의 廚房 및 暖房 燃料로 사용되는 煉炭은 燃燒過程에서 一酸化炭素가스를 排出시키고 또한 燃燒後에 재로 남아 많은 먼지를 派生시키고 있다. 이같은 家庭內 煉炭使用은 室內空氣를 汚染시킬 뿐 아니라 大氣汚染과 쓰레기 處理 問題를 誘發시키는 것으로 나타났다.

2.2 石油煖爐 使用

우리나라에서는 겨울期間동안 家庭 뿐 아니라 事務室에서 石油煖爐의 使用이 많다. 특히 家庭에서는 廚房 및 暖房 燃料로서의 煉炭에 부가하여 石油煖爐를 사용하는 수가 많다. 石油煖爐 사용에 따른 石油의 燃燒過程에서 二酸化炭素 및 각종 燃燒가스의 發生은 室內空氣 汚染을 加重시킬 것으로 시사되고 있다.

2.3 가스使用의 增加

1970年代 이후 都市에선 家庭內 廚房 燃料로서 프로판가스의 사용이 急增되고 있다. 그러나 프로판가스의 사용으로 家庭內 室內 二酸化窒素의 濃度を 높이는 結果를 가져오는 것으로 調査 報告되고 있다. 또한 1987年 7월부터는 LNG(自然液化가스)의 使用을 施行하고 있어 LPG 사용시 보다는 家庭內 二酸化窒素濃도가 減少될 것으로 豫想된다.

2.4 生活用品의 使用

經濟生活의 發展에 따라 生活하는데 必要한 많은 消費用品이 室內에서 空氣汚染物質의 發生源이 되고 있다. 예로서 각종 살포제, 플라스틱 製品, 페인트, 惡臭除去材, 接着材, 가습기, 에어컨, 複寫機, 空氣淨化機 등도 濫用하거나 誤用할 경우 가스 및 微生物菌의 發生으로 室內空氣 汚染을 惡化시킬 수 있다.

2.5 에너지 節約型 建築資材의 需要增加

最近에 들어 에너지 節約型의 住宅 및 公共 建物の 建築 斷熱材의 需要가 急增하고 있다. 특히 室內空氣汚染物質중 人體에 有害한 폼 알데히드와 石棉, 라돈가스 등은 住宅 및 公共 建物の 建築資材로 사용되는 Urea formaldehyde foam insulation, 石棉織物, 石棉 타일, 시멘트, 콘크리트 등의 建築資材가 그 發生源이 되고 있다.

2.6 吸 煙

우리나라의 경우 男子의 60% 이상이 吸煙하는 것으로 報告되고 있고, 公共施設에서의 禁煙에 대한 政策이 잘 反映되지 않고 있어 室內空氣 汚染을 加重시키는 發生源이 된다고 할 수 있다.

2.7 室外空氣 汚染(大氣 汚染)

우리나라의 大都市의 경우 아직도 大氣 汚染狀態가 열악한 狀態로 室內로의 流入을 통하여 室內空氣를 汚染시킬 수 있다.

3. 우리나라에서의 室內空氣 汚染 現況

우리나라에서 現在까지 發表된 研究論文을 考察하여 보면 家庭에서의 一酸化炭素 및 二酸化窒素의 濃度を 調査한 研究論文이 몇편 있을 뿐이다.

3.1 家庭 주방에서의 CO濃度

우리나라의 家庭에서 煉炭이 家庭廚房 燃料로 널리 사용된 이후 煉炭의 燃燒過程에서 發

生되는 一酸化炭素가스로 因한 中毒事故가 심 각해져 公衆保健學的 問題뿐 아니라 社會的 問題로 惹起되고 있다. 最近에는 都市家庭에서 는 가스사용이 漸次 增加되고 있으나 아직도 많은 家庭에서 煉炭을 使用하고 있는 實情이 다. 煉炭의 燃燒過程에서 發生되는 CO의 濃度 調査는 1967年에 權 등이 調査한 家庭廚房 內의 CO濃度を 보면 200ppm 이상이 全體 調査件數의 19.1%를 나타내고 있으나 이것은 주로 零細地域을 대상으로 한 調査로 他地域 에 비해 높은 것으로 시사되었다. 또한 最近 著者が 發表한 論文에 의하면 부엌내 一酸化 炭素의 平均濃도는 23ppm이었고 주방의 面積이 클수록 CO 平均濃도는 낮은 것으로 시사 되었다.

3.2 室內 二酸化窒素 濃度

二酸化窒素의 暴露에 따라 人體에 미치는 影 響은 呼吸器疾患, 肺機能 低下 등을 가져오며

가스를 廚房燃料로 使用하는 家庭의 어린이들 은 電氣를 廚房燃料로 使用한 家庭의 어린이 보다 呼吸器疾患의 有病율이 높은 것으로 나 타났다.

우리나라에서 1984年 이후 個人用 NO₂ 測 定器具를 利用하여 家庭 및 事務室 등에서 二 酸化窒素의 濃度を 測定한 研究 結果를 要約 하면 Table 2와 같다. 表에서 보는 바와 같이 金의 報告에 의하면 廚房에서는 國內 二酸化 窒素濃度の 基準值인 50ppb를 超過하는 것 으로 나타났다. 또한 石油煖爐를 使用하는 家 庭에서는 使用하지 않은 家庭보다 二酸化炭素 의 濃도가 4倍 이상 높고 長期間 暴露될 경 우 呼吸器疾患을 誘發시킬 수 있는 것으로 시 사되었다. 1986年에 報告된 金 등의 論文에 의하면 부엌에서의 二酸化窒素濃도가 居室에 서의 濃도보다도 높게 나타났다. 또한 地下商 街에서의 二酸化窒素濃도를 보면 25~36ppb 를 나타내고 있다. 여러 論文을 綜合한 結果

Table 2. Summary of Studies on NO₂ Measurements Using Personal Samplers in Korea

Author (Year)	Study area, period	NO sampler	Subjects	NO concentration
Y. S. Kim et al. (1984)	Seoul area, Feb.-Mar. 1984	Palmer tube, Filter badge	48 homes, housewives	kitchen-52.6 ppb living room-43.7 ppb personal-29.2 ppb
Y. S. Kim et al. (1985)	Seoul area, Feb.-Apr. 1984	Palmer tube, Filter badge	20 building offices	Tube-40.6 ppb Badge-32.6 ppb
J. Y. Kim et al. (1985, 1986)	Pusan area, Nov. 1984-Feb. 1985 Jul.-Aug. 1985	Palmer tube	285 homes	Winter(ppb) Summer kitchen 29 22 living room 22 18 bed room 17 16 outdoor 21 16
M. Y. Kim et al. (1986)	Seoul area, Aug-Sept 1984 Dec 1985-Feb 1986	Filter badge	67 homes, housewives	Winter(ppb) Summer living room 28.0 17.3 personal 28.2 20.6 outdoor 18.4 25.1
Y. S. Kim (in press)	Seoul area, Winter 1984, 1986	Palmer tube, Filter badge	20 underground shopping shops	1984(ppb) 1986 Tube 25.5 28.9 Badge 33.4 35.7
Y. S. Kim et al. (in press)	Seoul area, Winter 1986	Filter badge	48 homes, graduate students	living room 31.9 ppb personal 30.7 ppb outdoor 36.8 ppb

가정 또는 一般事務室에서 吸煙하거나 石油煖爐를 使用하는 경우 二酸化窒素의 濃도가 높게 나타나 吸煙과 石油煖爐 사용이 室內 二酸化窒素의 發生源이 되는 것으로 시사되었다. 最近에 發表된 金의 研究報告에 의하면 室內 二酸化窒素 濃도보다 室外 二酸化窒素 濃도가 높게 나타나 最近 自動車의 增加에 따른 排出 가스의 影響으로 시사되었다.

3.3 其 他

가스外에 室內에서의 粉塵, 납濃度 등을 調査한 研究가 한 두 편 報告되고 있다. 그 結

果 室內 空氣汚染物質의 濃도는 室內에서 使用되는 暖房燃料의 燃燒過程에서 汚染物質을 발생시키는 것으로 暖房用 煖爐使用時 適切한 換氣가 要請되고 있다. Table 3은 1988年 11月에서 1989年 2월에 걸쳐 서울市內 一部 家庭을 對象으로 主要 汚染物質의 室內外濃도를 測定한 結果이다. 表에서 보는 바와 같이 汚染物質의 室內濃도가 室外濃도보다 큰 것으로 나타났고 그 原因으로서는 주방·暖房燃料의 燃燒過程, 또는 住宅構造物의 形態에 따라 그 濃도가 달라질 수 있는 것으로 시사되었다.

Table 3. Summary of Indoor and Outdoor Average Concentrations for Four Pollutants in Selected Homes

Pollutant (unit)	Sampling location	Number of samples	Mean	S. D.	I/O ratio
NO ₂ (ppb)	Indoor, living room	35	41.8	12.6	1.29
	Indoor, kitchen	35	35.7	15.1	
	Outdoor	35	30.1	9.8	
HCHO (ppb)	Indoor, living room	28	68.2	14.7	1.13
	Indoor, kitchen	28	63.7	18.6	
	Outdoor	28	58.3	16.3	
CO (ppm)	Indoor, bedroom	33	11.8	7.2	4.88
	Indoor, kitchen	33	23.3	26.2	
	Outdoor	33	3.6	5.9	
Radon (pCi/l)	Indoor, living room	34	1.7	0.5	2.69
	Indoor, basement	34	2.6	1.9	
	Outdoor	34	0.8	0.7	

S. D.: Standard Deviation

I/O ratio: Ratios of overall means of indoor average concentrations of two rooms/outdoor concentrations

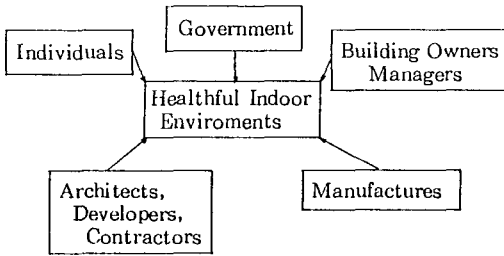
4. 室內空氣汚染防止對策과 建議事項

建物の 快適한 室內環境은 建築物의 構造, 建物內의 生活環境, 建物の 地理的 位置, 建物自體內의 環境調節을 위한 換氣施設 등에 의하여 左右된다.

室內空氣汚染에 대한 防止策으로는 換氣를 잘하고, 室內汚染物質을 發生시키는 發生源을 除去 또는 代替, 改善하며 空氣淨化裝置 使用, 또는 行動樣式의 變化 등이 control 方法으로

提案되고 있다. 그러나 室內空氣汚染物質의 防止만으로 快適한 室內環境을 維持시킬 수는 없다. 가장 이상적인 室內環境은 室內에 居住하는 사람이 最大한 安樂한 기분을 가질 수 있는 條件이다. 그러기 위하여는 個人의 努力뿐 아니라 建物主 또는 建物管理人, 建築家, 建築資材製品業者, 建設業者, 政府機關 등이 室內環境을 깨끗하게 하고자 各者 關聯된 같은 責任을 다할 때에 快適한 室內環境이 維持된다고 할 수 있다(Table 4 參照).

Table 4. Responsibilities for Healthful Indoor Environments



우리나라에서 室內空氣汚染의 豫防 및 對策을 提案하면 다음과 같다.

4.1 換氣設施의 強化

室內空氣汚染의 제일 優先的인 control 方法으로 一般住宅은 물론 公共建物內, 地下商街, 各種 室內作業場을 비롯한 모든 室內에서는 建物の 特性에 맞는 換氣設施을 義務化하여 室內에서 生活하는 一般人의 健康에 影響을 주지 않도록 하여야 한다.

4.2 室內空氣汚染 發生源의 除去 및 代替

우리나라에서 室內汚染을 發生시킬 수 있는 石棉, 特殊斷熱材, 生活用品 등을 正確히 分析하여 그 室內汚染 發生源을 除去하거나 代替함으로써 알맞는 室內空氣를 維持하도록 한다.

4.3 室內空氣汚染防止에 대한 行政機關의 設置

우리나라에는 室內空氣汚染防止에 관한 研究 및 公共政策을 管掌할 行政的機關이 없어 室內空氣汚染에 관한 調査, 汚染發生源에 대한 行政的 處理 등을 施行할 수 있는 業務機關이 必要하다.

4.4 室內環境教育의 必要性

各種 環境汚染問題 뿐만 아니라 아직도 우리나라에는 생소한 室內空氣汚染의 重要性을

學生 및 一般人을 對象으로 環境教育을 통하여 啓蒙, 認識시킨다.

4.5 室內空氣汚染에 대한 研究의 必要性

外國에서는 環境廳을 비롯하여 각 大學 및 研究機關에서 室內空氣汚染에 관한 研究가 활발히 進行되고 있다. 이에 대하여 우리나라에서도 學界, 研究機關 및 産業體, 政府機關에서 室內空氣汚染의 研究에 關心을 갖고 研究計劃을 促進하도록 해야 하겠다. 長期的 안목에서 본 室內空氣汚染에 관한 將來 研究計劃을 提案하여 보면 Table 5와 같다. 表에서 보는 바와 같이 第1段階로서 基礎調査를 통하여 汚染物質의 測定, 汚染物質의 發生源, 환기시설 把握, 健康調査, 室內居住者의 活動狀況 등을 把握하고 본 調査를 거쳐 最終的으로 室內空氣 汚染이 健康에 미치는 影響을 分析한 후에 우리나라에 맞는 室內空氣汚染의 防止對策을 위한 計劃을 提案하기 위한 本格的인 研究가 必要하다.

4.6 公共政策의 必要性

外國에서는 室內空氣汚染이 人體에 미치는 影響이 크게 대두되고 있어 우리나라에서는 室內空氣汚染防止를 위한 公共政策의 設定이 必要하다. 따라서 實際로 調査된 室內空氣汚染의 研究結果를 토대로 室內空氣汚染의 risk assessment와 risk management가 公共政策의 設定에 必要하다(Table 6 參照). 이같은 risk assessment를 위하여는 먼저 室內空氣汚染物質의 正確한 分析, 汚染物質의 量·反應關係의 分析, 汚染物質의 暴露에 따른 反應, 室內 有害物質의 特性 등을 正確히 把握하여야 한다. 이같은 分析評價와 cost-benefit를 考慮한 室內環境評價를 바탕으로 室內環境에 맞는 汚染物質의 基準値를 設定하거나 室內環境汚染 防止對策을 講究하여야 된다고 思料된다.

Table 5. Proposed Indoor Air Quality Study in Korea

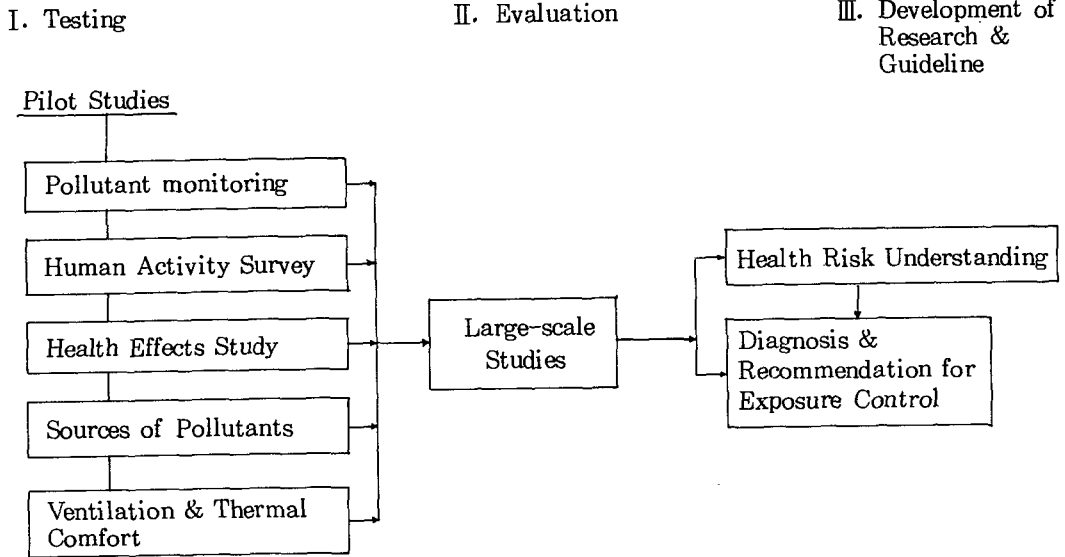


Table 6. Future Needs of Research and Public Policy

Research : — environment factors interaction,
 — immediate human reactions
 — production of new knowledge on the relationship between comfort and perceived environmental qualities
 — development of research methods,
 — development of field instrumentation
 — development of new technical solutions

Risk assessment :
 — hazard identification
 — dose-response assessment
 — exposure assessment
 — risk characterization

Risk management :
 — questions that bear on whether government should intervene to protect public health ;
 — questions about which forms of government intervention are most appropriate