

# 煖房器具를 사용하는 室內空氣중의 벤조(a) 피렌 成分濃度에 관한 研究

Benzo(a) pyrene Level in Indoor Environment due to the Use  
of Unvented Heating Facilities

董 宗 仁\*

Jong-In Dong

## ABSTRACT

Indoor air pollution problems, in fact, have been neglected due to the unawareness of its seriousness and the lack of accumulated data.

Recently, some movement of research and regulations, however, have been made for several indoor air pollutants.

In this study, one of the carcinogenic polynuclear aromatic hydrocarbon, Benzo(a) pyrene in indoor airborne particulate, was measured and analyzed to estimate emission strength of BaP from an unvented kerosene heater and to know its level in indoor environment with use of a kerosene heater and a wood-burning fireplace.

By the measurement of BaP level in a dark room with air exchange rate of app. 3.0, BaP emission strength of a kerosene heater (11,000Btu/hr) was estimated to be 326.6ng/hr (or 29.7 ng/10<sup>3</sup> Btu).

With 4-hr operation a day of the kerosene heater in an apartment, the BaP level became 2.97ng/m<sup>3</sup> from 0.27ng/m<sup>3</sup> of background level. The operation of a wood-burning fireplace app. 2hr a day, on the other hand, increased the BaP level from 0.16ng/m<sup>3</sup> of background to 3.53ng/m<sup>3</sup>. So proper ventilation must be considered seriously when unvented heating facilities are used in indoor environment.

## 1. 緒 論

大氣汚染에 의한 人間의 健康피해에 관한 關心은 주로 室外 및 職業的인 노출에 대해서였다.

많은 環境基準 및 作業環境基準이 設定되어 施行되고 있지만 이것은 室外汚染에 관한 것이다.

大氣汚染分野에서 先頭走者라 할 수 있는 美國에서도 이에 대한 研究는 캘리포니아州를 비롯한

일부 研究機關 및 大學들에서 關心을 갖고 있을 뿐이다.<sup>1),2)</sup>

그러나 放射能物質, 建築資材에 의한 室內空氣汚染物質<sup>3)-5)</sup>을 비롯한 各種 汚染物質에 대한 關心이 高潮되면서 多角的인 檢討가 이루어지고 있다.

室內空氣質의 惡化로 인한 健康의 危害성이 認識된 것은 最近의 일이므로 이에 관한 資料가 불충분하지만 人間活動의 대부분이 室內에서 이루

어진다는 關點에서 매우 중요하게 다루어져야 할 부분중의 하나이다. 특히 최근에 建築되는 많은 建物들이 다양한 방법으로 外部空氣와의 流通을 차단하여 煖房效率을 높이고 있기 때문에 室內의 濁한 空氣가 신선한 外部空氣와 交換되지 못하며 특히 室內에 煖房施設이 있을 경우, 이것으로부터 排出되는 汚染物質은 室內에 체류하는 時間이 길어져 이 居住空間에 生活하는 사람에게 큰 危險可能性을 주게 된다.

本 研究에서는 室內空間에서 燈油를 사용하는 煖房器具나 木材를 사용하는 경우에 室內空氣中の 粒子物質에 包含된 代表的인 發癌性物質인 벤조(a)피렌(BaP, Benzo(a)pyrene)의 汚染濃度를 測定分析함으로써 이 煖房器具로부터 排出되는 微量有害物質의 排出量세기와 室內空氣汚染度 現況을 把握하고자 하였다.

## 2. 實驗內容 및 方法

### 2.1 試料採取 및 分析

空氣中 粒子物質의 완벽한 試料採取가 多核芳香族化合物(PAH)分析中 어려운問題중의 하나이다. 試料採取過程에서 發生될 수 있는 PAH의 損失要因으로는 空氣中の 다른 成分과 反應을 일으키거나 蒸發하는 경우를 들 수가 있으며 햇빛을 받는 경우 分解가 일어날 수도 있다. 이러한 問題와 室內에서 試料採取時 發生하는 騒音問題 때문에 本 實驗에서는 流量이 작은 試料採取裝置(약 10~20ℓ/분)를 사용하였다. 그러나 汚染도가 낮은 室外의 試料를 採取하기 위해서는 하이볼륨에어샘플러를 사용하였다. 여기에서 사용된 濾紙는 글라스화이버필터이다.

空氣中 粒子試料의 PAH分析方法으로는 가스 크로마토그래피法, HPLC法 및 기타 分析目的에 맞는 간편한 方法들이 있으나<sup>6)-8)</sup> 本 實驗에서는 TLC와 스펙트로플로리메타(Perkin-Elmer MPF-44B)를 사용하였다.

粒子試料의 溶媒抽出을 하는 方法으로는 크게 속실렛추출과 초음파추출로 생각할 수 있다. 속실렛추출도 널리 채택되는 방법이지만 시간이 많이 소요되므로 本 實驗에서는 超音波抽出方式을 사용하였다.

空氣中 粒子物質을 捕集한 濾過紙를 시클로헥산을 溶媒로 約 20分間 抽出하고 50℃에서 約 30分間 방치한 薄層板에서 사출장치를 통하여 100 $\mu$ ℓ를 사출시킨다. 이때 標準物質을 같이 사출시킨다.

薄層板을 에탄올 및 염화에틸렌의 혼합용액을 사용하여 어두운 곳에서 약 1시간동안 展開시키고 어두운 곳에서 약 15분간 방치한다.

스펙트로플로리메타를 사용하여 勵起波長 387nm, 排出波長 428.6nm에서 測定하고 積分器 및 컴퓨터처리장치를 통하여 試料의 濃度를 決定한다.

### 2.2 試料採取地點

本 研究를 위하여 選擇된 試料採取場所는 煖房用器具의 하나인 燈油히터의 벤조(a)피렌 排出量を 구하기 위하여 미국 뉴저지공과대학내의 暗室을 사용하였고 室內空氣汚染度를 測定하기 위하여 같은 대학내의 한 實驗室과 아파트(뉴저지주 러더포드 소재)를 사용하였다. 이 아파트는 2개의 방(燈油히터를 사용한 거실의 容積은 약 40 $m^2$ )과 부엌이 있는 소형아파트로 지은지 비교적 오래된 목재로 된 아파트이다. 이 때 사용된 燈油히터는 연도가 없는 일반가정煖房用이고 發熱量은 11,000Btu/hr이다.

木材燃焼時的 室內空氣汚染度測定을 위해서는 벽난로가 있는 개인주택(뉴저지주 러더포드 소재)을 사용하였다. 이 개인주택은 2층 목조건물로 2층에 침실이 주로 위치하고 아래층은 거실, 식당 등이 있는 구조이다. 이 때 쓰인 木材는 잘 건조된 것으로 하였다. 이 외에 참고로 室外의 汚染物質濃度를 알기 위해서 4층건물의 옥상에서 試料를 採取하였다.

各 試料採取地點에서의 背景濃度를 알기 위하여 煖房器具를 가동하지 않는 狀態에서 試料를 採取하였다.

### 2.3 燈油히터의 벤조(a)피렌 排出量 算定

#### 1) 空氣交換率 算定

燈油히터에서 排出되는 汚染物質 排出量を 計算하기 위해 기본적으로 必要한 사항은 測定室의 外部空氣와의 空氣交換率이다. 따라서 測定室로

사용된 暗室의 空氣交換率을 구하기 위하여 暗室 자체에 설치된 환풍기를 사용하지 않고 건물 자체의 空調機만 가동되는 상태에서 實驗을 실시하였다. 일정한 시간동안 燈油히터를 가동한 후 이 히터를 끄고 제거한 후 測定室內의 一酸化炭素濃度變化를 연속적으로 分析하였다. 一酸化炭素는 空氣中에서 비교적 안정하기 때문에 化學的反應이나 벽면의 부착 등에 의한 效果를 무시하였다. 일반적으로 이 때의 一酸化炭素의 濃度變化는 그림 1과 같은 형태로 나타난다. 따라서 다음과 같은 식에 의하여 暗室의 空氣交換率을 구할 수 있다.

$$V \frac{d[CO]}{dt} = RV([CO] - [CO]_0) \dots \dots \dots (A)$$

여기서, V : 測定室 容積  
 t : 時間  
 R : 空氣交換率  
 [CO] : 測定室의 一酸化炭素濃度  
 [CO]<sub>0</sub> : 外部空氣中の 一酸化炭素濃度

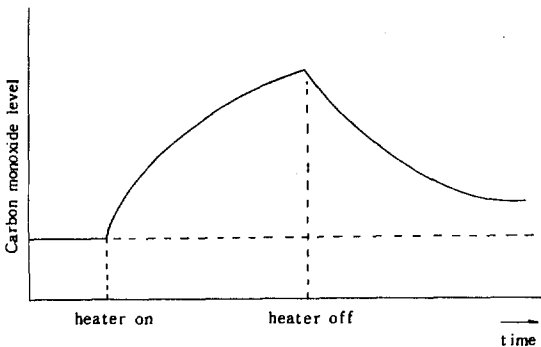


Fig.1 Carbon monoxide level change with use of a kerosene heater in indoor environment.

2) 燈油히터의 汚染物質 排出量 算定

燈油히터에서 發生되는 汚染物質의 排出量을 算定하기 위하여 測定室을 중심으로 物質收支를 생각할 수 있다.

測定室內의 汚染物質에 變化를 줄 수 있는 要因을 살펴보면 發生源으로 히터에서 排出되는 것이 있고 제거되는 要因으로 外部와의 空氣交換에 의한 것과 化學反應 및 벽면에서의 吸着 등에 의해 제거되는 것을 들 수 있다. 따라서, 이러한 것을 物質收支式으로 나타내면 다음과 같다.

$$V \frac{dC}{dt} = Q - RV(C - C_0) - W \dots \dots \dots (B)$$

여기서, C : 測定室의 汚染物質 濃度  
 C<sub>0</sub> : 外部空氣中の 汚染物質 濃度  
 Q : 燈油히터의 汚染物質 發生量  
 W : 反應 및 吸着 등에 의한 除去量

3. 結果 및 考察

3.1 空氣交換率 및 燈油히터의 BaP 排出量 算定

測定室로 쓰인 暗室의 空氣交換率을 구하기 위하여 暗室의 一酸化炭素濃度を 연속으로 추적하였다. 이렇게 하여 구한 一酸化炭素의 濃度 測定結果值를 앞의 식(A)를 사용하여 최소자승법으로 계산함으로써 測定室의 空氣交換率을 구하였다. 이렇게 계산한 結果, 測定室의 다투를 통한 空氣交換率은 약 3.0hr<sup>-1</sup> 이 되었다.

暗室에서 粒子物質試料중의 벤조(a)피렌 分析結果值를 整理하면 表 1과 같다( 實驗期間: '85.6-7.).

Table 1. BaP Concentration Level at a 30 m<sup>2</sup> Dark Room.

Condition	Sampling Time	BaP Conc. (ng/m <sup>3</sup> )	Avg ± S.D (ng/m <sup>3</sup> )
Background	24hrs.	1.04	0.78 ± 0.23
		0.81	
		0.48	
Kerosene Heater Operation	4hrs.	3.34	3.87 ± 0.27
		4.00	
		3.92	
		4.14	
After Heater Extinguishment	8hrs.	1.34	1.30 ± 0.21
		1.00	
		1.60	
		1.14	
		1.43	

燈油히터에서 發生되는 벤조(a)피렌 排出量을 구하기 위하여 식(B)를 사용하여 다음과 같이 유도할 수 있다.

$$\frac{dC}{Q - RV(C - C_0) - W} = \frac{dt}{V} \dots \dots \dots (C)$$

여기서, 暗室空氣中에서의 化學反應과 벽면에서의 吸着 등에 의한 除去效果를 무시하여  $W=0$  으로 가정한다.

따라서, 積分하여 時間의 함수로 나타내면,

$$C = \frac{Q + RVC_0}{RV} [1 - \exp(-Rt)] + C_{(0)} \times \exp(-Rt) \dots\dots\dots (D)$$

여기서,  $C_{(0)}$  : 測定室의 BaP 初期濃度  
따라서, 燈油히터가동기간중의 平均 BaP 濃度는 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_{avg} = \frac{C_{(1)} + C_{(2)} + \dots\dots\dots + C_{(T)}}{T} = \frac{Q + RVC_0}{RV} [1 - \frac{1 - \exp(-RT)}{1 - \exp(-R)}] / T + C_{(0)} \times \frac{1 - \exp(-RT)}{1 - \exp(-R)} \times \frac{1}{T} \dots\dots (E)$$

여기서,  $C_{avg}$  : 測定結果值  
 $T$  : 測定時間

한편, 空氣交換에 의해 유입되는 外部空氣의 BaP 濃度を 구하기 위하여 같은 건물옥상에서 試料를 採取하여 分析한 結果를 要約하면 表 2 와 같다.

Table 2. Outdoor BaP Concentration

Period	Sampling Time	BaP Conc. (ng/m <sup>3</sup> )	Avg ± S.D (ng/m <sup>3</sup> )
June 1985 (week-days)	24hrs.	0.68	0.53 ± 0.12
		0.40	
		0.51	
July 1985 (week-days)	24hrs.	0.15	0.16 ± 0.08
		0.07	
		0.26	

따라서, 測定室의 容積을 약 30 m<sup>3</sup>로 하고 測定室 實驗을 실시한 85年 6月の 室外의 平均 BaP 濃度 등의 資料를 適用시켜 燈油히터의 BaP 排出量 세기를 식(E)에 의하여 구하면 약 326.6 ng/hr 가 된다. 本 實驗에 사용된 燈油히터의 發熱容量이 11,000Btu/hr 인 점을 감안하여 熱量

當 BaP 排出量을 계산하면 29.7ng/10<sup>3</sup>Btu 가 된다.

### 3.2 室內空氣中の 벤조(a) 피렌 濃度

表 2에서도 알 수 있듯이 美國 뉴저지州의 大氣중의 BaP 濃度は 약 0.5ng/m<sup>3</sup> 이하로 낮은 편이다.<sup>9),10)</sup>

美國地域의 26개 大氣汚染測定網(NASN, National Air Sampling Network)<sup>11)</sup>에서 測定分析한 結果에 대한 傾向을 살펴보면 그림 2와 같다.

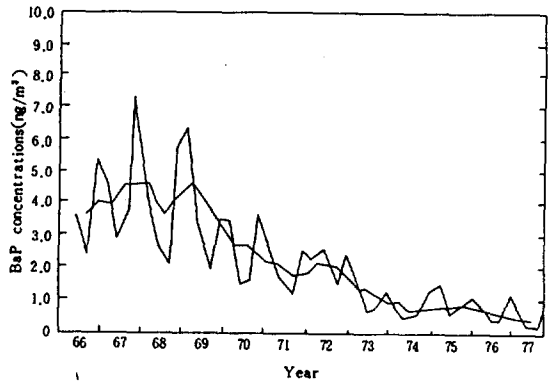


Fig.2 Benzo(a)pyrene-seasonality trends (1966-77) in the composite average for 26NASN urban sites in the U.S.

1966~69年の 平均 約 4.0ng/m<sup>3</sup> 水準에서 年次的으로 계속 감소되었다가 1977년에는 約 0.5ng/m<sup>3</sup> 으로 지속적으로 개선되는 것을 알 수 있다.

이렇게 BaP 汚染度가 개선되었던 것은 煖房用 燃料로 石炭使用을 低減시키고 石油 및 가스燃料使用을 유도한 것과 各種産業施設 특히 코우크스로 및 정유소 등의 汚染物質 排出規制와 開放된 場所에서의 燃燒防止 등의 영향으로 評價받고 있다.

暗室의 배경 BaP 濃도와 비교하기 위하여 같은 건물내의 한 實驗室에서의 BaP 濃度を 測定한 結果를 나타내면 表 3과 같다.

平均濃도가 0.71ng/m<sup>3</sup>로 暗室의 배경농도와 비슷한 것을 알 수 있었다.

한편, 住居空間에서의 BaP 濃度を 알기 위해

Table 3. BaP Concentration at a Laboratory

Period	Sampling Time	BaP Conc. (ng/m <sup>3</sup> )	Avg ± S.D (ng/m <sup>3</sup> )
Aug. 7-9, 1985	48hrs	1.10	0.71±0.43
29-30	24hrs	1.17	
Sep. 3-5	48hrs	0.41	
5-7	48hrs	0.17	

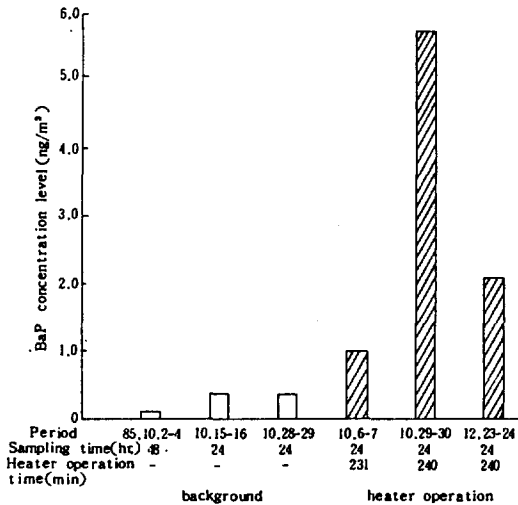


Fig.3 Indoor BaP level with use of a kerosene heater

서 住宅地域인 뉴저지주 러더포드의 한 아파트에서 燈油히터를 사용할 때의 室内汚染度를 測定하여 본 結果, 그림 3과 같이 分析되었다.

여기서 보면, BaP의 배경농도가 平均 0.27ng/m<sup>3</sup> 이던 것이 하루에 오전, 오후 각 1회, 약 2시간씩 燈油히터를 가동시켰을 경우, BaP의 汚染度가 2.97ng/m<sup>3</sup>으로 증가되어 이 아파트가 비교적 오래되어 외부와의 공기유통이 어느 정도 잘 된다는 것을 감안하면 높은 BaP의 汚染濃度增加現象을 알 수 있다.

한편, 벽난로가 있는 개인주택에서 목재를 연소시킬 때의 室内汚染度를 測定 分析한 結果를 나타내면 그림 4와 같다.

목재를 약 2시간 연소시킬 때의 BaP 濃度가 平均 3.53ng/m<sup>3</sup> (댐퍼를 닫은 경우는 除外)이 되어 이 집이 거실, 응접실, 식당 등이 1층에 자

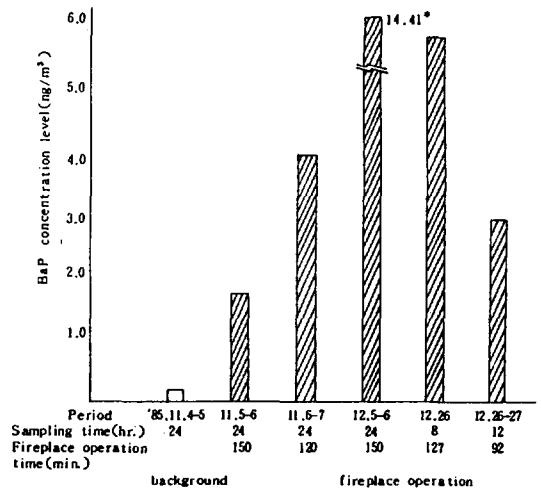


Fig. 4 Indoor BaP level with use of a wood-burning fireplace (\* damper closed)

리잡고 있어 室内의 容積이 큰 것을 감안하면 木材燃焼에서의 BaP 排出量의 세기는 매우 큰 것을 알 수 있다. 특히, 댐퍼를 닫은 상태에서 BaP 濃度를 測定하여 본 結果 14.41ng/m<sup>3</sup>를 나타내어 매우 높은 水準을 보였다. 따라서, 木材燃焼時 적절한 통풍시설을 가동시키는 것은 매우 중요한 일로 思料된다.

이러한 室内暖房施設들은 燃焼過程에 있어서 初期點火段階에서 많은 양의 粒子物質을 排出하고 이에 다양한 多核芳香族物質이 포함되어 있다.<sup>12),13)</sup> 따라서 처음 點火하는 기간중 換氣는 매우 중요한 일이며 사용중에도 殘留汚染物質을 排出시키기 위하여 자주 換氣를 시키는 것이 요구되고 根本的으로 적절한 연도를 설치하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

특히 이러한 물질중에는 BaP 등 發癌性이 강한 物質들이 많이 있고 이것들이 暖房施設에서 排出되는 미세한 粒子物質에 섞여서 폐의 깊은 부분까지 쉽게 침투하므로 실내에서 대부분의 時間을 보내는 노약자나 환자, 어린이 등에 危險性이 높을 수가 있다.

#### 4. 結 論

多節期 室内 暖房器具로 많이 쓰이는 燈油히터와 木材를 使用하는 벽난로를 가동시킬 때 室

內空氣중의 汚染物質 특히 벤조(a)피렌 濃度를 測定 分析하여 보았다. 燈油히터의 벤조(a)피렌 排出量세기를 決定하기 위하여 空氣交換率이 약  $3.0\text{hr}^{-1}$ 인 暗室을 測定室로 使用하였다. 燈油히터를 가동하면서 背景濃도와 室外濃度 등을 測定하여 分析한 結果, 燈油히터의 벤조(a)피렌 排出量세기는 약  $326.6\text{ng/hr}$  (또는  $29.7\text{ng}/10^3\text{B-tu}$ )가 되었다.

한편, 한 소형아파트에서 燈油히터를 가동시키면 結果 背景濃도가  $0.27\text{ng}/\text{m}^3$  水準이던 것이 하루 4 時間 가동시  $2.97\text{ng}/\text{m}^3$ 가 되어 汚染度가 상당히 增加되었고 벽난로가 있는 개인주택에서 약 2 시간 동안 木材燃焼를 시킨 結果 背景濃도가  $0.16\text{ng}/\text{m}^3$ 이던 것이  $3.53\text{ng}/\text{m}^3$ 으로 상승되어 높은 增加率을 보였다.

따라서, 室內炭房用 器具를 가동시킬 때는 換氣가 매우 重要視되어야 한다. 특히, 最近에 建築되는 건물들은 외부와의 空氣交換率이 매우 낮으므로 燃料費 節減 등의 目的으로 室內炭房用 器具를 사용할 때는 가능한 한 연도를 설치하여야 하고 연도가 없을 경우 換氣를 자주 시켜 外部空氣와의 交換을 원활히 하여야 할 것이다.

## 後 記

本 研究를 위하여 지도하여 주시고 機器를 使用하는데 도와주신 美國 뉴저지 工科大學의 大氣 汚染研究所(Air Pollution Research Lab.)의 J. Bozzelli, A. Greenburg 등 教授任들과 本 研究機會를 마련하여 주신 國立環境研究院 여러분에게 感謝드린다. (原稿接受 1987.4.17)

## 參 考 文 獻

1. Ritchie I.M., Oatman L.A., (1983), Residential air pollution from Kerosene heaters, JAPCA, 33, 9, 879-881.
2. Traynor G.W., et. al., (1985), Indoor air pollution due to emissions from unvented gas-fired space heaters, *ibid.*, 35, 3, 231-237.
3. Benson F.B., Henderson J.J., Caldwell D.E., (1972), Indoor-outdoor air pollution relationships: A literature review, U.S.

EPA, National Environmental Research Center, RTP.

4. Yocom J.E., (1982), Indoor-outdoor air quality relationships, A critical review, JAPCA, 32, 5, 500-520.
5. Sexton K., Wesolowski J.J., (1985), Safeguarding indoor air quality, *Env. Science & Tech.*, 19, 4, 305-309.
6. Cheremisinoff P.N., (1981), Air/Particulate instrumentation and analysis, *Ann Arbor Science* 275-293.
7. Golden C., Sawicki E., (1978), Determination of Benzo (a) pyrene and other polynuclear aromatic hydrocarbons in airborne particulate material by ultrasonic extraction and reverse phase high pressure liquid chromatography, *Anal. Letters*, A11 (12), 1051-1062.
8. Dong, M., et al. (1976), HPLC method for routine analysis of major parent polycyclic hydrocarbons in suspended particulate matter, *Anal. Chemistry*, 8, 2, 368-371.
9. Harkov R., Greenberg A., (1985), Benzo (a) pyrene in New Jersey - Results from twenty-seven-site study, JAPCA, 35, 3, 238-243.
10. Lewis, T.E., et al., (1983), PAN concentrations in ambient air in New Jersey, JAPCA, 33, 9, 885-886.
11. Faoro R.B., Manning J.A., (1981), Trends in Benzo(a) pyrene, 1966-77, JAPCA, 31, 1, 62-64.
12. Cautreels W., Cauwenberghe K.V., (1978), Experiments on the distribution of organic pollutants between airborne particulate matter and the corresponding gas phase, *Atmospheric Environment*, 12, 1133-1141.
13. Cretney J.R., et al., (1985), Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in air particulate matter from a lightly industrialized urban area, *Env. Science & Tech.*, 19, 5, 397-404.

## 韓國大氣保全學會誌投稿規定

1. 投稿資格은 本學會의 會員에 限한다. 다만 회원과 共同研究 및 總說, 招請論文은 例外로 한다.
2. 學會誌에 掲載할 原稿는 大氣保全에 관련된 내용으로 報文, 總說, 資料, 短報, 速報로 한다.
3. 本學會誌에 掲載되는 原稿의 審査, 採擇與否, 掲載順序 및 印刷體制는 編輯委員會에 일임하며 일단 제출된 원고는 투고자에 반환하지 않음을 원칙으로 한다.
4. 原稿는 그림과 표를 포함하여 2부를 本 학회에 제출하여야 하며 投稿日字는 원고가 本 학회에 도착할 날로 한다.
5. 研究論文의 매수는 國文일 경우 200자 원고지 60매, 英文일 경우 21×27cm 규격의 타자지에 한 줄 간격으로 타자친 것 20매 이내로 하며 論文의 분량은 표, 그림 등을 포함하여 印刷面數로 10면을 초과하지 않는 것을 원칙으로 한다. 기타 投稿原稿는 특별히 매수를 규정하지 않으나 가능한 간단한 명료하여야 한다.
6. 國文原稿는 한글 사용을 권장하되 人名, 地名, 雜誌名과 같이 語義가 혼동되기 쉬운 것은 한자를 사용할 수 있다. 학술용어 및 物質名은 가능한 한 英文으로 表記하고 수량은 아라비아 숫자를, 度量衡 單位는 미터법을 사용한다.
7. 研究論文의 형식은 국문의 경우: 英文抄錄, 緒論, 實驗方法(또는 材料 및 方法), 結果, 考察, 結論(要約), 參考文獻의 순서로 하고 英文의 경우: 國文抄錄, Introduction, Material and Methods, Results, Discussion(Abstract), (Acknowledgement), References의 순서로 함을 원칙으로 한다.  
抄錄(國文 또는 英文)은 論文의 主要內容을 具體的으로 알 수 있는 동시에 本文과 분리하여도 의미가 통할 수 있어야 한다.
8. 原稿紙의 제1면에는 반드시 題目, 著者, 著者의 所屬機關을 國文과 英文으로 표기하여야 한다. 著者의 所屬은 著者名의 오른쪽 上段에 \*표를 하고 원고지 하단에 이를 표기한다.
9. 表(Table), 그림(Figure)의 제목과 설명은 영문으로 하되 本文을 参照하지 않아도 그 내용을

알 수 있도록 간단하게 기재한다.

그림은 백지 또는 Tracing paper(約 15×20cm)에 흑생잉크로 간결, 명확하게 제도하고 각각의 插入位置는 本文中에 명기한다.

10. 論文中の 引用文獻 表示는 本문중의 해당되는 어귀의 우측 어깨에 아라비아 숫자를 쓰고 그 뒤를 括號로 막으며 本文에 인용된 文獻들은 引用된 順序로 일련번호를 붙혀 本문의 끝에 모은다.
11. 引用文獻은 學術雜誌인 경우에는 著者名(年度), 題目, 雜誌名, 卷數, 號數, 페이지 순으로, 單行本인 경우에는 著者 또는 編輯者名(出版年度), 書名, 出版版數(2卷以上일 경우), 페이지, 出版社名, 出版國名의 順으로 기입하며 記入要領은 아래의 例示에 따른다.

### 가. 學術雜誌

#### ① 著者가 3人以內인 경우

○李龍根, 金萬九, 元廷鎬, (1985), Andersen 試料採取機를 利用한 都市大氣中, 浮遊粒子狀物質의 입도分布測定, 大氣保全學會誌, 1, 1, 93-98.

○Grant W. B., Menzies R. T., (1983), A survey of laser and selected optical systems for remote measurement of pollutant gas concentrations, Journal of the Air Pollution Control Association(또는 JAPCA), 33, 3, 187~194.

#### ② 著者가 4人以上인 경우

○趙康來 外3人, (1985), 國產다이젤機關의 汚染物質排出特性에 關한 研究, 大氣保全學會誌, 1, 1, 83-92.

○Dreesen D. R., et al, (1977), Comparison of levels of trace elements extracted from fly ash and levels found in effluent waters from a coal fired power plant, Environmental Science and Technology(또는 ES&T), 11, 10, 1017~11019.

### 나. 單行本

#### ① 著者가 3人以內인 경우

○權肅杓, 尹明照, 鄭勇, (1979), 環境公害와 對策 I, 再版, 72~106, 韓國環境開發院.

○Arthur C. Stern, (1976), Air Pollution, 3rd ed, Vol. 1, 220~250, Academic Press, U. S. A.

② 著者が 4人以上인 경우

○車喆煥 外3人, (1981), 大氣汚染, 250~300, 産業公害研究所

○Howard S. Peavy, et al, (1985),

Environmental Engineering, 417~480, McGraw-Hill.

12. 校正은 初校에 限하여 著者가 行함을 원칙으로 하며, 校正中 內容의 變更은 가능한 한 피한다.

13. '印刷된 論文의 別刷는 무료로 50部까지 著者에 提供하며 論文內容이 8面을 超過할 경우나 특수한 印刷를 必要로 할 때는 著者가 實費負擔한다.

### 原稿募集

本學會誌에 掲載할 原稿를 募集하오니 會員 諸位의 많은 投稿를 바랍니다.

○ 內 容 : 學術論文

○ 原稿作成要領 : 本學會誌 投稿 規定에 따를것.

○ 送 付 處 : 서울特別市 恩平區 佛光洞 280-17

國立環境研究院 大氣化學擔當官室

電話 385-5711 (구내 234)

○ 募集期間 : 隨時

### 會員動靜

本學會의 團體會員인 協立에덜존工業株式會社가 1987. 2.25日字로 協立메가톤工業株式會社로 商號가 變更되었음을 알려드립니다. 電話番號와 住所는 變動없습니다.