

二酸化窒素의 個人被暴量에 關한 研究

(서울市內에 居住하는 主婦를 對象으로 한 調查結果)

Studies on Personal Exposure Level of Nitrogen Dioxide:
(In case of housewives living in Seoul)

金 旻 永* 俞 榮 植** 朴 相 賢* 朴 聖 培*
Min Young Kim Young Sik Yoo Sang Hyun Park Sung Bae Park

Abstract

This study was made to determine the factors involving personal exposure levels of nitrogen dioxide for housewives living in urban area in two seasons, winter and summer.

Nitrogen dioxide was measured with a small passive sampler containing triethanolamine. The samplers were set for 24 hours at three points. They were placed: on the collar of the housewife to investigate the personal exposure level, near the TV in the living room (indoor level), and near the porch of their house (outdoor level). The subjects recorded the times of cooking using a gas range, using a kitchen ventilator, passive smoking, kerosene heater, total number of minutes at an open window, going out of home, etc.... There was an apparent increase in personal exposure level in the case of the unvented heater and also an increase by cooking on a gas range. There was no marked increase in the other situations. There was an increase in the indoor level by cooking on a gas range, only in western style cooking in the winter season.

Through these observations, we concluded that personal exposure level of nitrogen dioxide was strongly related to indoor nitrogen dioxide level, and factors involving indoor nitrogen dioxide level seemed different between winter and summer.

The most significant difference in nitrogen dioxide level was indoor pollution in the winter and the outdoor environment in the summer. The maximum personal exposure level appeared in the western and tenement house in the winter and the traditional korean house in the summer.

緒 論

最近 大氣汚染物質의 健康影響에 關한 疫學研究

는 單獨汚染物質의 高濃度의 急性影響에 對한 狀況의 觀察에서 低濃度의 長期暴露에 의한 複合影響의 解明에로 그의 觀心이 옮겨가고 있다.¹⁾

* 서울特別市保健環境研究所

** 大阪市立大學大學院醫學研究科 公衆衛生學教室

그같은 複合影響이 主體가 되는 現在의 狀況下에서 大氣汚染物質의 量-反應關係(dose-response relationship)의 確立에는 可能한 限 精密한 各各의 汚染物質의 個人 level에서의 暴露量의 評價, 즉 個人 모니터링手法이 必要하게 된다.²⁾

集團에 對한 汚染物質에의 暴露量으로서 主로 大氣汚染測定網의 濃度測定值의 平均值가 그의 代表值로서 쓰여져 왔다.

그러나 이러한 代表值의 性格에 對하여는 濃度の 地域分布, 室內汚染等 여러가지 點에서 批判되고 있다.³⁾

二酸化窒素(NO₂)와 같은 發生源이 多様한 大氣汚染物質의 濃度和 健康과의 關係를 알기 위하여는 環境大氣濃度만으로는 充分치 않으며 室內濃度の 把握도 亦是 必要하다.

二酸化窒素에 關聯된 疫學研究는 NO₂濃度の 增加와 肺機能의 變動이나 急性呼吸器疾患의 有病率의 增加^{4,5)}와 關係가 있다는 것을 示唆하고 있다.

臨床暴露研究에서는 氣管支喘息患者가 0.1ppm NO₂에 1時間暴露된 後 有意한 氣道抵抗의 增加 및 暴露後 카바콜 에어로졸 吸入에 對한 有意한 氣道反應性的 亢進을 볼 수 있다는 報告⁶⁾도 있다.

또한 0.3ppm NO₂에 2時間暴露된 健康者의 血漿 히스타민에 有意한 增加도 報告⁷⁾되고 있다.

各個人의 被暴露量은 各個人의 住居條件, 行動形態, 生活樣式에 따라 다르며, 窒素酸化物中 特히 二酸化窒素는 그의 發生源이 家庭內에도 存在한다.⁸⁻¹¹⁾ 즉 二酸化窒素는 一般家庭內에서 부엌의 가스레인지, 스토브 그리고 暖房을 爲한 各種 燃燒裝置 等の 發生源이 存在하므로써 이들의 器具에서의 發生量과 室內와 室外와의 濃度比較에 關한 研究가 報告되었고,^{10,12,13)} 室內汚染의 影響에 關한 研究도 發表되고 있으나¹⁴⁻¹⁶⁾ 우리나라에서는 이에 關한 研究 및 調査가 거의 없는 實情이며, 韓屋이라는 觀點-住居條件 및 生活樣式的 差異-에서의 特殊性 때문에 이들 外國에서의 調査研究와는 조금 다른 結果가 나올 것으로 思料된다. 著者等은¹⁷⁾ NO₂ Filter Badge¹⁸⁾를 利用하여 主婦를 中心으로 한 NO₂ 被暴露量을 調査한 적이 있다.

이같은 研究의 方向은 結局 個人被暴露量을 直接 測定하여 調査하기에 이르렀으며 이 때문에 Per-

sonal Monitor의 開發도 行하여지게 되었고,¹⁹⁾ 이러한 個人被暴露量의 把握으로 前述한 大氣汚染測定網의 Data가 어느 程度나 代表值로서 意味가 있는 지, 혹은 없는 지도 알 수 있게 되었다.

한편, 個人被暴露量의 測定은 集團의 暴露量評價에 人間의 行動樣式(Human Activity Pattern)³⁾이라고 생각되는 것이 包含하는 것으로 되고, 매우 혼란한 日常生活行動같은 것도 NO₂에의 暴露라는 點에서 重要하다는 것을 解明할 必要가 있다고 생각된다.

이번 調査는 서울市內 住居하는 主婦를 對象으로 暖房期, 非暖房期로 나누어 2回 二酸化窒素의 個人被暴露量의 測定을 實施하였으며 同時에 燃燒器具의 使用時間等 二酸化窒素에의 暴露에 關聯한 生活行動에 對하여 調査를 行하였으므로 이에 報告한다.

調査方法

調査는 冬期和 夏期에 걸쳐 2回 實施하였으며 冬期에 對하여는 서울市內 居住主婦 67名을 對象으로 하여 4가지 家屋形態別로 1985.12.6~1986.2.14까지 午前 8時부터 翌日 8時까지의 NO₂濃度和 生活行動時間을 調査하였고, 夏期에 對하여는 1984.8.20~1984.9.24까지 同一한 方法으로 40名을 對象으로 調査를 實施하였다.

NO₂의 測定은 NO₂ Filter Badge^{18, 19)}를 使用하여 行하였으며 個人用, 室內用 그리고 屋外用의 3個를 同時에 暴露시켰다.

個人用은 24時間 옷깃(睡眠中에는 셔츠머리)에 달아서, 室內用은 居室 혹은 안방의 TV 위에, 屋外用은 베란다나 현관밖의 換風器를 避하여 外部에 設置하여 測定하였다.

生活行動時間에 對하여는 미리 記入票를 準備하여, 가스레인지 等の 廚房燃燒器, 換風器의 使用時間, 外出時間, 本人 喫煙개비數, 喫煙者와의 同席時間, 窓의 開放 및 換氣時間, 冬期에는 暖房器具의 使用時間, 暖房形式等을 各各 5分單位로 記入하였다. 또한 家屋構造, 家屋의 面積(建坪), 부엌面積에 對하여도 記入토록 하였다.

NO₂ 測定用 Badge는 暴露終了後, 비닐製봉지에 넣어 2重포장을 한 後 回收하여 바로 分析하였다.

分析 및 集計方法

回收한 NO₂ Filter Badge는 Badge Case의 두

경을 연 後, 핀셋으로 Pre-Filter를 除去한 後 Triethanolamine 溶液을 含浸시킨 셀룰로즈 濾紙를 꺼내어 共栓試驗管에 넣어 여기에 發色液 (Sulfanilic acid 5g, H₃PO₄ 50ml, 0.1% N-1-Naphthylethylenediamine-2HCl 溶液 50ml를 녹여서 1l로 한 것)을 10ml 加하여 때때로 가볍게 흔들고 發色시킨 다음 約 40分後에 10mm의 石英셀에 넣어 545nm의 波長에서 吸光度를 測定하였다. 對照液은 發色液을 썼으며, 暴露시켜 回收한 것과 똑같이 제조한 Badge를 Plastic 봉지에 2重 포장후 데시케이터에 保管한 것을 同一한 方法으로 加하여 空試驗으로 使用하였다.

이의 吸光度로부터 24時間 平均한 NO₂濃도를 算出하였다.¹⁸⁾

各 生活行動時間에 對하여는 一日 總時間으로 하여 計算하였다. 스토브에 對하여는 煙突이 없는 非排氣型스토브만을 集計의 對象으로 하였다. Data 解析은 KAIST의 超大型컴퓨터인 IBM 3032 System의 SAS와 IBM 5550의 SPSS의 統計

Package를 利用하였다.

結 果

1. 單純集計結果

冬期와 夏期 各各의 個人暴露濃度, 室內濃度, 外氣濃度の 平均値, 標準偏差, 範圍는 表1 및 表2와 같다.

冬期에는 韓屋, 洋屋 및 聯立住宅에서 個人暴露濃도와 室內濃度は 거의 비슷한 水準을 나타내어 外氣濃도에 비하여 높게 나타났으나 아파트에서는 個人暴露濃度, 室內濃度, 外氣濃도가 모두 約 20ppb 水準으로 비슷하였으며, 總平均値는 個人暴露濃도와 室內濃도가 約 28ppb, 外氣濃度は 18.4ppb였다. 夏期에는 住居形態에 關係없이 室外濃도가 가장 높았고 室內濃도가 가장 낮았으며 個人暴露濃도가 中間値를 나타내었다.

標準偏差를 보면, 室外濃度は 冬期, 夏期 모두 거의 비슷하였지만 個人暴露濃도와 室內濃度は 夏期에 比하여 冬期가 컸다.

Table 1. Personal exposure, indoor and outdoor 24hr levels of NO₂ in summer.

(unit: ppb)

	Korean*	Western*	Apartment*	Tenement*	Average
	mean (s.d.) range	mean (s.d.) range	mean (s.d.) range	mean (s.d.) range	mean (s.d.) range
Personal	24.1 (5.6) 18~38	19.0 (7.8) 9~38	17.4 (8.4) 9~33	21.7 (3.4) 17~27	20.6 (6.9) 9~38
Indoor	21.8 (7.0) 11~34	13.8 (5.7) 5~23	15.7 (6.3) 7~25	17.9 (3.8) 14~28	17.3 (6.4) 5~34
Outdoor	28.4 (6.5) 22~42	22.0 (10.2) 7~41	23.1 (9.3) 12~39	26.5 (6.1) 20~38	25.1 (8.3) 7~42

*n=10

Table 2. Personal exposure, indoor and outdoor 24hr levels of NO₂ in winter.

(unit:ppb)

	Korean**	Western***	Apartment*	Tenement***	Average
	mean (s.d.) range	mean (s.d.) range	mean (s.d.) range	mean (s.d.) range	mean (s.d.) range
Personal	26.3 (13.9) 14.5~66.1	31.2 (20.3) 9.2~87.7	21.2 (7.8) 10.9~32.6	30.8 (20.9) 14.0~111.1	28.2 (17.6) 9.2~111.1
Indoor	26.3 (11.7) 12.7~51.0	29.7 (15.2) 10.0~60.3	19.9 (8.2) 6.7~33.0	32.6 (26.7) 14.6~135.8	28.0 (18.2) 6.7~135.8
Outdoor	16.3 (7.7) 9.2~35.2	17.4 (7.7) 4.0~31.1	22.5 (11.6) 9.8~33.0	19.6 (7.8) 10.4~35.5	18.4 (7.9) 4.0~35.5

*n=12

**n=15

***n=20

冬期에 있어서 非排氣型스토브의 使用 및 未使用 別로 各 NO₂ 濃度는 表3과 같았으며 스토브의 使用群에서 個人暴露濃度, 室內濃度는 各各 37.3ppb 및 36ppb로서 未使用群의 約 2倍의 값을 나타내었

고 統計的으로 有意한 差가 認定되었다.

住居形態別 各生活行動時間의 集計結果는 表4 및 表5와 같다.

Table 3. Personal exposure, indoor and outdoor levels of NO₂ by using unvented heaters or others in winter.

	Personal	Indoor	Outdoor
Unvented heater (n=30)	37.3±22.1	36.0±24.0	18.8±7.7
Other (n=37)	20.8±6.9	21.6±6.9	18.0±8.1
t-value	3.94	3.18	0.413
two-tailed probability	0.001	0.004	0.688

가스레인지에 使用時間은 夏期 및 冬期에 各各 90分과 80분이었으며 季節에 關係없이 聯立住宅 및 아파트에서 比較的 오래 使用하였고, 韓屋이 가장 짧게 使用하였는 바 이는 韓屋의 暖房燃料로서 炊事時 煉炭을 주로 利用하는 때문이다.

非排氣型石油스토브의 使用時間은 平均 約 80분이었으며 韓屋7, 聯立12, 洋屋11個所等 總 30家口에서 使用하고 있었고, 內容別로는 聯立과 洋屋에서 各各 約 130分과 約 120分씩 使用하였으며 韓屋은 40분에 不過하였고 아파트는 中央暖房式이라 스토브를 使用하는 곳은 단 한가구도 없었다. 冷房器具를 使用하는 家庭도 調査된 標本中에는 한군데도

없었다.

換風器의 使用時間, 窓의 開放에 의한 換氣時間은 特히 夏期쪽이 많았으며, 喫煙者와의 同席時間은 夏期쪽이 많았고 本人 自身の 喫煙者는 夏期에서는 韓屋居住主婦에서 3名, 冬期에는 聯立住宅居住主婦에서 2名等 總 5名이 있었다.

表6은 調査對象世帶의 住居特性을 나타낸 것으로 家屋形態別로 韓屋, 洋屋, 聯立 및 아파트等 4가지로 나누어 夏期에 各各 10世帶, 冬期에 各各 12~20世帶이며, 聯立과 아파트는 鐵筋콘크리트造로서 두 家屋形態의 差異는 建物の 最高層數와 暖房形態의 差異때문에 區分하였으며 後者는 中央暖

Table 4. Time-use of several burning equipments household activities and smoking in summer.

	Korean style	Ferro concrete		Western style	M	sd
		Tenement	APT			
Gas range	56 (51.4)	111.5 (74.7)	103 (52.3)	73.5 (59.2)	87	65.4
Kitchen ventilator	4 (12.6)	8.5 (12.6)	94.5 (249.2)	53.3 (47.1)	30.8	133.2
Ventilation (window)	641.5 (365.6)	451.5 (491.9)	344 (313.5)	353 (275.4)	447.5	376.2
Going-out	28.5 (43.7)	110.5 (131.0)	106 (143.9)	151.5 (223.6)	99.1	150.8
Passive smoking	8 (11.8)	9 (25.0)	44.1 (92.3)	6 (19.0)	16.8	52.0
Unvented heater	-	-	-	-	-	-
Briquet (piece) (Smoker)	1.8 (1.5) (3)	1.2 (1.6)	-	0.2 (0.6)	0.8 (3)	1.4

Table 5. Time—use of several burning equipments house hold activities and smoking in winter

	Korean style	Ferro concrete		Western style	M	sd
		Tenement	APT			
Gas range	55.3 (57.0)	90.3 (49.2)	100 (41.1)	73.5 (49.3)	79.2	51.2
Kitchen venti- lator	1 (3.9)	5.8 (9.5)	19.2 (29.5)	16.3 (25.0)	10.7	20.2
Ventilation (window)	12 (23.3)	11 (12.5)	35.4 (56.3)	11.7 (15.8)	15.8	29.1
Going—out	58.3 (94.2)	59.5 (81.5)	70.8 (119.0)	66.8 (70.5)	63.4	87.3
Passive smoking	6 (9.9)	15.3 (28.2)	12.5 (17.6)	8. (14.4)	10.5	19.3
Unvented heater	40.3 (61.4)	133.5 (190.1)	—	117.3 (150.3)	83.9	143.2
Briquet (piece) (smoker)	5.3 (4.2)	5.2 (5.0) (2)	—	8.5 (6.3)	5.4 (2)	5.5

Table 6. Characteristics of subjects' house

	Winter	Summer
Korean style	15	10
Ferro Tenement concrete APT	20 12	10 10
Western style	20	10
Total floor space (m ²)	87.1 (47.5)	86.6 (39.3)
Kitchen space (m ²)	8.3 (3.3)	9.2 (3.6)

房式만을 對象으로 하였다.

家屋의 總面積, 부엌의 面積은 夏期에 各各 86.6m², 9.2m²이었으며, 冬期에는 各各 87.1m², 8.3m²였다.

表7과 表8은 家屋形態別 各 NO₂濃度, 家屋의 延建坪과 冬期에 있어서는 스토브의 使用時間을 나타내고 있다.

夏期에는 個人暴露濃度, 室內濃度 및 外氣濃度에서 韓屋이 多少 높았으며, 韓屋의 特徵은 集團化되어 있고 燃料로서 煉炭을 主로 使用하는 點이다.

冬期에는 洋屋과 聯立에서 個人暴露濃度와 室內濃度가 높았고, 外氣濃度는 아파트에서 多少 높았으며 延建坪은 洋屋과 聯立이 多少 넓었고, 스토브 使用時間은 聯立과 洋屋에서 단연 길었다.

Table 7. NO₂ levels floor space and time—use of unvented heater by type of structure of houses in winter.

	Personal*	Indoor*	Outdoor*	Space**	Heater***
Korean style	26.3±13.9*	26.3±11.7	16.3±7.7	81.5±30.4	40.3±61.4
Western style	31.2±20.3	29.7±15.2	17.4±7.7	95.4±47.5	117.3±150.3
Ferro APT concrete	21.2±7.8	19.9±8.2	22.5±11.6	75.6±32.3	—
Tenement	30.8±20.9	32.6±26.7	19.6±7.8	90.1±13.5	133.5±190.1

*NO₂ level (ppb)

**Total floor space (m²)

***Minutes

Mean ± s.d

Table 8. NO₂ levels, floor space and time—use of unvented heater by type of structures of house in summer.

	Personal*	indoor*	Outdoor*	Space**	Remark
Korean style	24.1±5.6*	21.8±7.0	28.4±6.5	88.1±27.4	
Western style	19.0±7.8	13.8±5.7	22.0±10.2	97.0±47.5	
Ferro APT	17.4±8.4	15.7±6.3	23.1±9.3	66.7±20.1	
concrete Tenement	21.7±3.4	17.9±3.8	26.5±6.1	94.7±38.0	

*NO₂ level (ppb) **Total floor space (m²) # Mean ± s.d

2. 相關分析結果

2-1. 冬期の成績

表9와 表10은 冬期の 家屋構造別로, 表11은 家屋別 區分없이 全體를 綜合한 것으로서 NO₂의 個人暴露濃度, 室內濃度, 大氣濃度, 스토브使用時間, 가스레인지使用時間, 換風器使用時間, 外出時間, 間接喫煙時間, 窓門開放時間의 相關係數를 나타낸 것이다. 韓屋에 있어서 統計적으로 有意한 相關을 나타내고 있는 것은 個人暴露濃度和 室內濃度(p<0.01)였으며, 洋屋에서는 亦是 個人暴露濃度和

室內濃度, 室內濃度和 外氣濃度, 室內濃度和 스토브使用時間, 窓開放時間과 換風機稼動時間, 間接喫煙과 外出時間(以上 p<0.01)사이에, 個人暴露濃度和 外氣濃度 및 스토브稼動時間(以上 p<0.05)사이에 有意한 相關을 나타내었다.

아파트에서는 個人暴露濃度和 室內濃度, 가스레인지使用時間과 窓門開放時間(p<0.05)사이에 有意한 相關을 나타내었고, 聯立住宅에서는 個人暴露濃度和 室內濃度, 스토브使用時間(p<0.01), 個人暴露濃度和 外氣濃度, 外出時間(p<0.05)사이에

Table 9. Pearson's correlation coefficient matrix in winter ($\frac{\text{Kor.}}{\text{Wes.}}$ $\frac{\text{APT.}}{\text{Ten.}}$)

	(1)	(2)	(3)	(4)
(1) Personal	1.000			
(2) Indoor	$\frac{0.954^{**}}{0.781^{**}}$ $\frac{0.667^{**}}{0.767^{**}}$	1.000		
(3) Outdoor	$\frac{0.183}{0.487^*}$ $\frac{0.458}{0.523^*}$	$\frac{0.247}{0.656^{**}}$ $\frac{0.117}{0.436}$	1.000	
(4) Heater	$\frac{0.172}{0.549^*}$ $\frac{-}{0.583^{**}}$	$\frac{0.171}{0.656^{**}}$ $\frac{-}{0.373}$	$\frac{-0.046}{0.293}$ $\frac{-}{0.109}$	1.000

*p<0.05 **p<0.01

Table 10. Pearson's correlation coefficient matrix in winter (Tenement/Western)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) Gas range	1.000				
(2) Fan	0.525*/0.314	1.000			
(3) Going-out	-0.724**/-0.060	-0.350/-0.171	1.000		
(4) Passive smoking	-0.160/-0.099	0.190/-0.168	0.354/0.676**	1.000	
(5) Window	-0.090/0.414	0.191/0.926**	0.353/-0.018	0.880**/0.107	1.000

*p<0.05 *p<0.01

負의 相關이, 外出時間과 室內濃度(p<0.05) 스토브使用時間, 換風機使用時間(p<0.01) 사이에 亦是 負의 相關이 나타났고, 가스레인지使用時間과 스토브使用時間, 換風機使用時間(p<0.05) 間接喫煙과 窓門開放時間(p<0.01) 사이에 正의 相關을 나타내었다.

家屋形態의 區別없이 全體를 綜合한 것은, 個人

暴露濃도와 室內濃度, 室外濃度, 스토브使用時間(p<0.01), 가스레인지使用時間(p<0.05) 사이에, 室內濃도와 外氣濃度(p<0.05), 스토브使用時間(p<0.01) 사이에, 스토브使用時間과 가스레인지, 가스레인지使用時間과 換風機使用時間, 窓門開放時間과 가스레인지使用時間(p<0.05) 사이에 統計的으로 有意한 相關을 나타내었다.

Table 11. Pearson's correlation coefficient matrix in winter (Total)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1) Personal	1.000								
(2) Indoor	0.846**	1.000							
(3) Outdoor	0.332**	0.290*	1.000						
(4) Heater	0.398**	0.315**	0.033	1.000					
(5) Gas range	0.287*	0.174	0.162	0.306*	1.000				
(6) Fan	-0.029	-0.042	-0.121	0.062	0.307*	1.000			
(7) Going-out	-0.127	-0.103	0.028	-0.089	-0.206	-0.145	1.000		
(8) Passive smoking	-0.180	-0.076	-0.191	-0.150	-0.089	0.154	0.055	1.000	
(9) Window	-0.206	-0.168	-0.101	-0.218	0.273*	0.276*	-0.056	0.212	1.000

*p<0.05 **p<0.01

Table 12. Pearson's correlation coefficient matrix in summer (Korean/APT)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) Personal	1.000				
(2) Indoor	0.790**/0.889**	1.000			
(3) Outdoor	0.643*/0.817**	0.398/0.666*	1.000		
(4) Fan	0.849**/0.013-	0.598/-0.012	0.723*/-0.198	1.000	
(5) Going-out	-0.190/0.673*	-0.301/0.564	0.417/0.546	0.012/-0.152	1.000

*p<0.05 **p<0.01

2-2. 夏期の成績

表12는 夏期에 있어서 冬期와 같은 相關係數行列中 統計적으로 有意한 相關係數가 確認된 것만을 拔萃한 것으로서, 韓屋에서 個人暴露濃度와 室內濃度, 換風機使用時間(p<0.01), 外氣濃度(p<0.05) 室外濃度와 換風機使用時間(p<0.05) 사이에, 아파트는 個人暴露濃度와 室內濃度, 室外濃度(p<0.01), 外出時間(p<0.05), 室內濃度와 室外濃度(p<0.05), 가스레인지使用時間과 換風機使用時間(p<0.01) 사이에 相關係數가 나타났으나, 洋屋과 聯立에서는 系列中에 相關係數를 나타내는 것은 하나도 없었다.

表13은 家屋形態別 區分없이 綜合한 것으로서 個

人暴露濃度와 室內濃度, 外氣濃度(p<0.05) 사이에 統計적으로 有意한 相關係數를 나타내었다.

3. 重回歸分析結果

3-1. 從屬變數를 個人暴露濃度로 한 경우

NO₂ 個人暴露濃度를 從屬變數로 하여 NO₂室內濃度, 外氣濃度, 가스레인지使用時間, 換風機使用時間, 外出時間, 間接喫煙, 窓의 開放時間 및 冬期에는 스토브使用時間을 加한 8變數를 獨立變數로 하여 重回歸分析을 行하였다.

變數의 選擇은 重相關係數가 最大가 되는 것을 基準으로 하여 變數의 組合을 選擇하였다.

冬期의 結果는 表14~表17과 같다.

選擇한 變數는 NO₂室內濃度와 가스레인지使用

Table 13. Pearson's correlation coefficient matrix in summer (Total)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1) Personal	1.000								
(2) Indoor	0.682*	1.000							
(3) Outdoor	0.648*	0.572	1.000						
(4) Heater	-	-	-	-					
(5) Gas range	-0.135	-0.117	-0.231	-	1.000				
(6) Fan	-0.084	-0.066	-0.146	-	0.382	1.000			
(7) Going-out	0.050	0.118	0.008	-	0.173	-0.067	1.000		
(8) Passive smoking	-0.240	0.011	-0.252	-	-0.021	-0.056	-0.050	1.000	
(9) Window	0.181	0.307	0.009	-	-0.061	0.092	0.231	0.063	1.000

*p<0.05

Table 14. Multiple regression analysis of 24hr NO₂ personal exposure level in winter (Korean style)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p*
NO ₂ indoor level	0.923	0.179	0.777	5.141	0.0003
Gas range	0.754x10 ⁻¹	0.369x10 ⁻¹	0.309	2.043	0.065
Passive smoking	-0.250	0.213	-0.178	-1.173	0.265
(constant)	-0.65	5.68	0		

Multiple correlation 0.866 F-statistic 10.986
Adjusted squared mult. corr. 0.681 d.f. (3.11)

*two-tailed probability

Table 15. Multiple regression analysis of 24hr NO₂ personal exposure level in winter (Western style)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO ₂ indoor level	0.981	0.196	0.735	5.018	0.0001
Gas range	0.111	0.593×10 ⁻¹	0.269	1.872	0.079
passive smoking	-0.134	0.209	-0.095	-0.640	0.531
(constant)	-5.04	8.36	0		
Multiple correlation	0.823		F-statistic	11.182	
Adjusted squared mult. corr.	0.616		d.f.	(3.16)	

Table 16. Multiple regression analysis of 24hr NO₂ personal exposure level in winter (APT)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO ₂ indoor level	0.604	0.248	0.635	2.439	0.040
Gas range	0.229×10 ⁻¹	0.496×10 ⁻¹	0.120	0.464	0.656
Passive smoking	-0.548×10 ⁻¹	0.114	-0.124	-0.480	0.644
(constant)	7.56	6.78	0		
Multiple correlation	0.687		F-statistic	2.384	
Adjusted squared mult. corr.	0.274		d.f.	(3.8)	

Table 17. Multiple regression analysis of 24hr NO₂ personal exposure level in winter (Tenement)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO ₂ indoor level	0.748	0.601×10 ⁻¹	0.956	12.431	0.0001
Gas range	0.119×10 ⁻¹	0.338×10 ⁻¹	0.028	-0.352	0.729
Passive smoking	0.733×10 ⁻¹	0.544×10 ⁻¹	0.099	-1.347	0.197
(constant)	8.60	3.52	0		
Multiple correlation	0.959		F-statistic	61.23	
Adjusted squared mult. corr.	0.905		d.f.	(3.16)	

時間 그리고 間接喫煙時間이었다.

韓屋의 경우, 變數에 對한 檢定은 室內濃度에 對하여 有意(p<0.01)하였으나, 가스레인지使用時間, 間接喫煙은 有意하지 않았다.

重相關係數는 0.866으로 크며, 變數로서 全變動

의 68%를 說明할 수 있는 結果였지만 이들 中에서 室內濃度の 寄與가 標準化偏回歸係數에서도 나타 나듯이 کم을 알 수 있었다.

洋屋의 경우도 韓屋과 같이 室內濃度에 對하여 有意(p<0.01)하였으나 그 以外의 變數와는 有意하

지 않았다.

重相關係數는 0.823이었으며, 이들 變數로서 全變動이 61%를 說明할 수 있는 結果였으며 亦是 室內濃度의 寄與가 컸었다.

아파트의 경우, 變數에 對한 檢定도 室內濃도에 對하여는 有意($p < 0.05$)하였으나 다른 變數와는 有意하지 않았다.

重相關係數는 0.687로서 韓屋 및 洋屋의 경우보다 적었으며 說明力도 約 27%로 크지 않았다.

反面, 같은 鐵筋콘크리트造라고 하여도 聯立住宅의 경우, 亦是 室內濃도와 有意($p < 0.01$)하였으나 重相關係數는 0.959로 가장 높았으며 說明力도 約 90%로 컸다. 이들 變數中에서 標準化偏回歸係數에서도 밝혀졌듯이 室內濃度의 寄與가 상당히 컸으며, 이들 變數에 對한 偏回歸係數는 正이었다.

이를 綜合한 結果는 表18과 같다. 이들 變數에 對한 檢定에는 室內濃도와 가스레인지使用時間 어

는 것과도 有意하였다. ($p < 0.05$)

重相關係數는 0.865였고, 이들 變數로서 全變動의 約 74%를 說明할 수 있는 結果였지만 標準化偏回歸係數를 보면 室內濃도쪽의 寄與도가 컸었다.

夏期의 結果를 表19-表22에 나타내었다.

스토브使用時間을 除外한 7變數中에서 選擇한 變數는 NO_2 室內濃도와 外出時間이었다. 韓屋에서,

兩變數에 對한 檢定の 結果는, 室內濃도는 有意하였지만($p < 0.05$), 外出時間은 有意하지 않았다.

重相關係數는 0.791로서 全變動의 約 52%를 說明할 수 있는 結果였으며 室內濃度의 寄與가 컸다.

洋屋과 聯立의 경우, 兩變數 어느 것과도 有意하지 않았다.

아파트의 경우는, 兩變數의 偏回歸係數는 모두 正의 값이었으며, 室內濃도와 有意($p < 0.05$)하였고, 重相關係數는 0.913이었으며 說明力도 約 79%

Table 18. Multiple regression analysis of 24hr NO_2 personal exposure level in winter (Total)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO_2 indoor level	0.787	0.621×10^{-1}	0.814	12.664	0.0001
Gas range	0.469×10^{-1}	0.221×10^{-1}	0.136	2.119	0.038
Passive smoking	-0.960×10^{-1}	0.579×10^{-1}	-0.105	-1.660	0.101
(constant)	3.41	2.63	0		
Multiple correlation	0.865		F-statistic	62.367	
Adjusted squared mult. corr.	0.736		d.f.	(3.63)	

Table 19. Multiple regression analysis of 24hr NO_2 personal exposure level in summer (Korean style)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p*
NO_2 indoor level	0.643	0.193	0.805	3.327	0.013
Going-out	0.671×10^{-2}	0.311×10^{-1}	0.522×10^{-1}	0.216	0.835
(constant)	9.881	4.731	0		
Multiple correlation	0.791		F-statistic	5.87	
Adjusted squared mult. corr.	0.520		d.f.	(2.7)	

*Two-tailed probability

Table 20. Multiple regression analysis of 24hr NO₂ personal exposure level in summer (Western style)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO ₂ indoor level	0.713	0.501	0.521	1.42	0.197
Going-out	-0.107×10 ⁻¹	0.127×10 ⁻¹	-0.309	-0.83	0.430
(constant)	10.78	6.79	0		
Multiple correlation	0.479		F - statistic	1.046	
Adjusted squared mult. corr.	0.010		d.f.	(2.7)	

Table 21. Multiple regression analysis of 24hr NO₂ personal exposure level in summer (APT)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO ₂ indoor level	0.993	0.247	0.745	4.007	0.005
Going out	0.146×10 ⁻¹	0.108×10 ⁻¹	0.250	1.353	0.218
(constant)	0.326	3.583	0		
Multiple correlation	0.913		F - statistic	17.59	
(Adjusted Squared mult. corr.)	0.786		d.f.	(2.7)	

Table 22. Multiple regression analysis of 24hr NO₂ personal exposure level in summer (Tenement)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO ₂ indoor level	0.214	0.331	0.239	0.64	0.538
Going-out	-0.177×10 ⁻²	0.961×10 ⁻²	-0.068	-0.18	0.858
(constant)	18.04	5.94	0		
Multiple correlation	0.2383		F - statistic	0.211	
Adjusted squared mult. corr.	-0.2127		d.f.	(2.7)	

를 설명할 수 있는 결과였다.

表23은 夏期の 결과를 종합한 것이다.

選擇한 變數는 亦是 室內濃度와 外出時間이었으며 檢定の 결과 室內濃度는 有意(p<0.01)하였지만 外出時間은 有意치 않았다.

重相關係數는 0.683으로서 冬期에 比하여 적었고 說明力도 約44%로 크지 않았다.

3-2從屬變數를 室內濃度로 한 경우

NO₂室內濃度를 從屬變數로 하여 NO₂外氣濃度, 가스레인지使用時間, 換風機使用時間, 外出時間, 間接喫煙, 窓門開放時間, 그리고 冬期에는 스토브使用時間을 加한 7變數로 하여 앞과 同一한 基準으로 變數選擇을 行하였다.

冬期の 결과는 表24-表27과 같다.

Table 23. Multiple regression analysis of 24hr NO₂ indoor level personal exposure level in summer (Total)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO ₂ indoor level	0.736	0.130	0.685	5.667	0.000
Going-out	-0.137×10 ⁻²	0.549×10 ⁻²	-0.030	-0.251	0.803
(constant)	7.95	2.39	0		
Multiple correlation	0.683		F - statistic	16.149	
Adjusted squared mult. corr.	0.437		d.f.	(2.37)	

選擇한 變數는 스토브使用時間, 가스레인지使用時間, 外出時間이었다. 韓屋의 경우 偏回歸係數는 스토브使用時間만이 正이었고, 나머지는 負의 값을 나타냈으며, 스토브使用時間의 偏回歸係數만이 有意(p<0.05)하였다.

重相關係數는 0.684이고, 全變動의 約32%를 說明하는 結果로서 크지 않았다.

洋屋의 경우는 韓屋과는 달리 스토브使用時間과는 有意하지 않았으나, 外出時間과 가스레인지使用時間과는 有意(p<0.05)한 結果로 나타났으며, 兩變數에 對한 偏回歸係數는 모두 負의 값을 나타내었고, 重相關係數는 0.666으로, 說明力도 約34%로 크지 않았다.

아파트는 中央暖房型만을 調査對象으로 하였기

Table 24. Multiple regression analysis of NO₂ indoor level in winter (Korean style)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
Unvented heater	0.141	0.463×10 ⁻¹	0.740	3.057	0.010
Gas range	-0.326×10 ⁻¹	0.468×10 ⁻¹	-0.159	-0.697	0.500
Going-out	-0.183×10 ⁻¹	0.294×10 ⁻¹	-0.147	-0.622	0.547
(constant)	23.47	3.95	0		
Multiple correlation	0.6840		F - statistic	3.23	
Adjusted squared mult. corr.	0.323		d.f.	(3.11)	

Table 25. Multiple regression analysis of NO₂ indoor level in winter (Western style)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
Unvented heater	0.209×10 ⁻¹	0.238×10 ⁻¹	0.207	0.878	0.393
Gas range	-0.204	0.839×10 ⁻¹	-0.661	-2.430	0.027
Going-out	-0.179	0.634×10 ⁻¹	-0.830	-2.825	0.012
(constant)	54.23	10.40	0		
Multiple correlation	0.666		F - statistic	4.258	
Adjusted squared mult. corr.	0.339		d.f.	(3.16)	

Table 26. Multiple regression analysis of NO₂ indoor level in winter (APT)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
Unvented heater	—	—	—	—	—
Gas range	0.292×10^{-1}	0.643×10^{-1}	0.145	0.455	0.660
Going-out	0.159×10^{-1}	0.221×10^{-1}	0.231	0.721	0.489
(constant)	15.83	6.95	0		
Multiple correlation	0.285		F— statistic	0.396	
Adjusted squared mult. corr.	-0.123		d.f.	(2.9)	

Table 27. Multiple regression analysis of NO₂ indoor level in winter (Tenement)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
Unvented heater	0.588×10^{-2}	0.351×10^{-1}	0.042	0.168	0.869
Gas range	0.202	0.138	0.372	1.466	0.162
Going-out	-0.139×10^{-1}	0.779×10^{-1}	-0.042	-0.178	0.861
(constant)	14.32	14.53	0		
Multiple correlation	0.399		F— statistic	1.011	
Adjusted squared mult. corr.	0.17×10^{-2}		d.f.	(3.16)	

때문에 非排氣型의 스토브를 使用하는 家口는 없었으므로, 스토브使用時間에 對한 統計는 누락되어 있다. 가스레인지使用時間이나 外出時間과도 有意하지 않았다.

聯立住宅의 경우도 統計적으로 有意한 檢定結果를 나타낸 變數는 하나도 없었다.

表28은 冬期의 結果를 家屋形態의 區別없이 綜合한 것이다.

偏回歸係數는 스토브使用時間과 가스레인지使用時間만이 正의 값을 나타내었으며 外出時間은 負의 값을 나타내었다.

또한 스토브使用時間만이 有意($p < 0.05$)하였고,

Table 28. Multiple regression analysis of NO₂ indoor level in winter (Total)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
Unvented heater	0.365×10^{-1}	0.159×10^{-1}	0.287	2.297	0.0249
Gas range	0.262×10^{-1}	0.452×10^{-1}	0.074	0.578	0.565
Going-out	-0.129×10^{-1}	0.253×10^{-1}	-0.062	-0.512	0.610
(constant)	23.73	4.61	0		
Multiple correlation	0.331		F— statistic	2.587	
Adjusted squared mult. corr.	0.067		d.f.	(3.63)	

Table 29. Multiple regression analysis of NO₂ indoor level in summer (Korean style)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO ₂ outdoor level	0.507	0.348	0.467	1.457	0.188
Opening window	0.741×10 ⁻²	0.616×10 ⁻²	0.386	1.203	0.268
(constant)	2.66	11.47	0		
Multiple correlation	0.550		F - statistic	1.522	
Adjusted squared mult. corr.	0.103		d.f.	(2.7)	

重相關係數는 0.331이었고 說明力도 約7%뿐이 되지 않았다.

夏期의 結果는 表29-表32와 같다. 選擇한 變數는 NO₂ 外氣濃度와 窓門開放時間이었다. 韓屋의 경우 兩變數에 對한 偏回歸係數는 모두 正의 값을 나타내었으나 檢定結果 有意하지 않았다. 洋屋의 경우는, 兩變數에 對한 偏回歸係數는 모두 正의 값을 나타내었으며, 檢定の 結果는 둘다 有意(p<0.05)하였다.

重相關係數는 0.814로서, 全變動의 約57%를 說

明할 수 있는 結果였지만 標準化偏回歸係數에서도 밝혀진 바와 같이 室外濃度の 寄與가 컸다.

아파트는 洋屋과 마찬가지로 偏回歸係數는 모두 正의 값을 나타내었고 NO₂室外濃度の 偏回歸係數만이 有意(p<0.05)하였다.

重相關係數는 0.782였고, 說明力은 50%程度였다.

亦是 NO₂室外濃度の 寄與도가 컸다.

聯立의 경우는 兩變數 어느 것과도 有意하지 않았다.

Table 30. Multiple regression analysis of NO₂ indoor level in summer (Western style)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO ₂ outdoor level	0.457	0.135	0.818	3.37	0.011
Opening window	0.145×10 ⁻¹	0.505×10 ⁻²	0.699	2.88	0.023
(constant)	-1.56	4.30	0		
Multiple correlation	0.814		F - statistic	6.91	
Adjusted squared mult. corr.	0.568		d.f.	(2.7)	

Table 31. Multiple regression analysis of NO₂ indoor level in summer (APT)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO ₂ outdoor level	0.483	0.161	0.713	2.99	0.020
Opening window	0.829×10 ⁻²	0.475×10 ⁻²	0.413	1.74	0.124
(constant)	1.61	4.45	0		
Multiple correlation	0.782		F - statistic	5.52	
Adjusted squared mult. corr.	0.501		d.f.	(2.7)	

Table 32. Multiple regression analysis of NO₂ indoor level in summer (Tenement Style)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO ₂ outdoor level	0.384	0.194	0.616	1.97	0.089
Opening window	-0.271×10 ⁻²	0.240×10 ⁻²	-0.350	-1.12	0.296
(constant)	8.94	5.07	0		
Multiple correlation	0.6140		F - statistic	2.11	
Adjusted squared mult. corr.	0.1992		d.f.	(2.7)	

表33은 夏期の 結果를 綜合한 것이다. 兩變數의 偏回歸係數는 모두 正의 값을 나타내었으며 NO₂室外濃度(p(0.01)와 窓開放時間等(p(0.05)과 모두 有意하였다.

重相關係數는 0.647이었고 說明力도 約39%로 크지 않았다. 標準化偏回歸係數를 보면 室外濃度の 寄與가 크을 알 수 있다.

Table 33. Multiple regression analysis of NO₂ indoor level in summer (Total)

	Regression Coefficient	Standard Error	Standard Par. Regression Coefficient	t	p
NO ₂ outdoor level	0.438	0.965×10 ⁻¹	0.569	4.54	0.000
Opening window	0.511×10 ⁻²	0.212×10 ⁻²	0.302	2.41	0.021
(constant)	3.99	2.71	0		
Multiple correlation	0.6469		F - statistic	13.31	
Adjusted squared mult. corr.	0.387		d.f.	(2.37)	

考 察

가스狀汚染物質의 健康影響에 關한 研究에 있어서 室內環境(indoor air quality)의 役割이 重要하다는 主張³⁾의 根據가 되고 있는 것은 大部分의 主婦, 幼兒 그리고 老人들은 生活의 거의 全部를 室內에서 지내고 있다는 點이다.

이번 調査對象者를 보더라도 表4와 表5에서와 같이 家庭內에 있지 않은 時間은 外出時間으로 나타나고 있지만, 1日 24時間中에 22時間以上을 室內에서 지내는 것으로 나타났다.

同一한 資料中에서 家庭에서의 가스레인지使用 時間은 1時間 30分程度되는 것으로 나타났다. 石油竈를 利用하는 時間과 暖房과 炊事를 兼하는 煙炭使用時間을 包含하면 窒素酸化合物發生源에 曝露되는 時間은 이보다 더 길게 될 것이며, 電子레

인지, 電氣밥솥, 전기竈로等的 使用時間을 더 한 總炊事時間은 더 길어질 것임에 틀림없다.

冬期와 夏期에 있어서 NO₂의 個人曝露濃도와 室內濃度, 外氣濃度を 보면, 冬期에는 個人曝露濃도와 室內濃도가 家屋의 形態에 關係없이 가장 높고, 夏季에서는 外氣濃도가 가장 높았다.

冬期에 있어 外氣濃도보다도 個人曝露濃도 및 室內濃도의 편이 높은 理由는 非排氣型石油스토브의 使用과 未使用에 따른 濃度差와 重回歸分析에서도 밝혀졌듯이 스토브의 使用에 수반한 NO₂의 發生에 依한다고 생각할 수 있다.

또한 冬期에 個人曝露濃도와 室內濃도의 標準偏差는 外氣濃도에 比하여 큰값을 나타내고 있으며, 冬期에 있어서는 室內에서의 NO₂ 濃度變動의 樣狀이 外氣濃도와 差異가 있다는 것을 示唆하고 있다.

이런 점은 中央暖房式인 아파트의 경우만이, 오히려 外氣濃度の 標準偏差가 큰 값을 나타내고 있는 점으로 보아 더욱 그러하다.

家屋形態別로 NO₂室內濃度の 差異를 보면, 冬期에서는 聯立住宅이 同一한 콘크리트造인 아파트보다 훨씬 높은 濃度值를 나타내고 있으며, 換風機使用時間과 窓門開放時間에서 아파트가 긴 外에 延建坪은 聯立에서 多少 넓었으며, 가스레인지使用時間, 外出時間, 間接喫煙時間 등은 大同小異하였으나 暖房形態 즉 聯立에서는 各家口單位로 煙炭을 暖房燃料로 使用하고 있었으며 非排氣型스토브의 使用時間에서 顯著的 差異를 보이고 있었다.

또한 夏期에는 韓屋이 가장 높았으며 洋屋이 가장 낮았다.

鐵筋콘크리트造인 아파트와 聯立에서 가스레인지 使用時間이 韓屋에 비하여 約2배가량 되었으나, 韓屋과 聯立에서는 煙炭을 24時間繼續 燃燒시키고 있는 家庭이 많은 特徵이 있었고, 韓屋에 居住하는 主婦의 外出時間이 他住居形態에 比하여 3-5배정도 적은 것으로 나타났다. 家屋構造 및 炊事用燃料의 性狀에 따라 室內濃度에 影響을 미치는 것으로 판단되며, 이는 重回歸分析에 依하여, 夏期の 室內濃度는 外氣濃度와 換氣時間에 影響을 받고 있다는 것으로 明確히 立證되고 있다.

그리고 우연의 一致로 여름과 겨울철 각각 最高濃度를 나타낸 韓屋과 聯立住宅은 調査對象主婦本人이 直接喫煙하는 case가 나타난 家屋形態이다.

相關分析和 重回歸分析에 依하여 NO₂ 個人曝露濃度を 決定하는 要因으로는 主婦의 경우는 家屋의 形態에 關係없이 家庭의 室內濃度の 奇與가 가장 크다는 것이 밝혀졌다.

또한 이것은 冬期에 있어서도 夏期에 있어서도 程度の 差異는 있지만, 變함이 없는 것으로 나타났다. 이것은 特히 家庭內에서 生活하는 時間이 긴 主婦의 경우에는 當然한 結果라고 생각된다. 室內濃度の 決定要因으로서, 冬期에는 非排氣型스토브의 使用時間의 寄與가, 夏期에는 外氣濃度와 窓門開放時間의 寄與가 컸다.

從來에는 室內의 汚染物質 濃도에 影響을 주는 要因^{8,9,10)}으로서 外氣濃度, 室內에서의 汚染物質의 發生, 換氣, 建物の 密閉度 등이 學論되고 있었고, 따로 間接的인 要因으로서 外氣濃度を 決定하는 氣

象條件, 地理的條件 등이 學論되고 있었다.

이같은 要因中에서, 室素酸化物에 對하여는, 室內에서 燃燒에 依한 發生가운데 暖房期の 非排氣型 스토브의 使用과 부엌에서 가스器具의 使用等 2가지 點이 強調되어^{8,20)} 個人被曝量에 對하여도 同一한 點에서 그의 影響이 推測된다고 하겠다.

이번 調査에서는 非排氣型스토브의 有無에 依하여 個人曝露濃度, 室內濃도에 差가 뚜렷하였으며, 또한 그의 濃도가 使用時間에 어느 程度 比例한다는 것도 示唆하고 있다.

그러나 廚房燃燒器具使用에 依한 個人曝露濃度の 影響은 冬季의 전체에서, 그리고 실내농도의 影響은 洋屋에서는 認定할 수 있었으나 그 以外의 家屋形態 혹은 全體의으로는 明確하지 않았다.

그 理由는 室內濃도에 對한 測定은 主로 안방 혹은 居室에서 行하였기 때문에, 가스레인지 등의 使用에 따른 NO₂의 發生量이 1日平均으로 볼 경우, 居室이나 안방에서의 NO₂濃도에 明確히 影響을 程度로는 되지 않았으리라는 것과 부엌에서의 燃燒器具 使用時 換風機를 使用하기 때문으로 생각할 수 있다.

個人曝露濃도에 對하여는 炊事時 가스레인지 使用中에도 부엌에만 있지 않고, 부엌과 다른 場所를 頻繁히 往來하고 있다고 본다면 過去에 報告²²⁾되어 있는 부엌에서의 高濃度NO₂가 그대로 個人曝露濃度로 連結되지 않을 可能性을 나타내는 것으로 思料된다.

이것은 生活行動時間과 實際로 居住空間과의 關係가 複雜하다는 것을 나타내는 것으로 생각할 수 있다.

부엌이 電氣화된 家庭과 가스使用家庭에 있어서 寢室의 NO₂濃도에 差異가 있다는 報告²³⁾도 있지만, 現在 우리나라의 부엌에서의 換氣方式, 燃料消費 등의 差異에서 檢討가 必要하지만 一般的인 都市生活者에 있어서도 부엌의 電化는 아직 이루어지고 있지 않으므로 이같은 比較研究는 現實의으로 어렵다.

夏期の 調査結果에서 室內濃度와 外氣濃度 및 窓의 開放時間과의 關聯性이 나타났다. 요컨대, 外氣濃度の 値이 室內濃度보다도 높은 狀況에서는 窓門의 開放에 依하여 室內濃도가 增加한다는 것을 나타내는 結果였다.

夏期에는 室內에서의 發生源이 부엌에 限定된다는 것과 換氣의 機會가 많은 것 등에서 室外濃度の 寄與가 크다고 생각된다.

이번 調査는 冬期와 夏期の 2季節에 對하여 實施한 것으로서 冬期の 調査는 對象家口에 따라 實施日이 다르지만 平均氣溫이나 天候等 氣象條件에 特別한 差異는 없었다.

時期的으로는 겨울철이기 때문에 다만 스토브使用時間에 影響이 나타나겠지만, 暖房이 必要한 時期임에는 틀림이 없었다.

夏期の 調査日에 調査對象家屋中 冷房機(air conditioner)를 使用한곳은 없었고, Data는 雨期가 아닌 여름에서 초가을에 걸친 結果를 나타낸 것이라고 생각된다.

調査實施日의 氣象條件等이 室內와 外氣와의 濃度關聯性에 어느 程度나 影響을 미치며, 또는 그것으로부터 個人曝露量이 얼마나 變化하는가에 對하여는 季節變動도 包含하여 앞으로 時系列的인 調査를 實施해야 하는 課題가 남아 있다.

스토브의 使用時間等 NO₂에의 曝露에 關聯된다고 생각되는 日常의 生活行動時間에 依하여, NO₂의 個人曝露量에 關係있는 要因을 알고자 하는 方法은, 曝露量이 “濃度”×“時間”으로 求하여 저야 한다는 생각에 基因한 것이다.

個人曝露量의 評價에 對應하여 生活行動樣式(Human Activity Pattern)이 重要하다고 하는 主張^{3,4)}도 이같은 觀點에서 成立되는 것이다.

따라서 앞서 提示한 各重回歸式에서, 어느 “時間”에 對한 回歸係數는 “濃度”에 對應하고 있다고 생각할 수도 있다.

그러나 이같은 생각에 따라 앞서의 重回歸式을 曝露量의 豫測式으로 까지 發展시키는 것은 對象集團의 選定, 對象者의 샘플링 方法, 生活時間의 測定等 調査方法上的 問題와 統計學的인 問題도 많이 있다.

따라서 이번 調査對象이 家屋形態別로 任意로 選定한 것과 對象者數도 적으며, 調査日數도 各時期에 1日뿐인 것을 생각하면 각 표에 나타난 數値는 推定值나 豫測式을 나타내는 것은 아니고 各要因의 關聯性의 強度나 相對的인 關係를 나타내는 것으로 解釋하면 될 것이다.

結 論

서울特別市界內에 居住하는 主婦를 對象으로 冬期와 夏期の 2季節에 Badge型 NO₂ Personal sampler를 利用하여 24時間에 對한 調査對象者의 個人曝露濃度, 對象者家庭의 室內濃度, 外氣濃度を 測定하고, 同時에 스토브使用時間, 가스레인지使用時間, 外出時間, 換風機使用時間, 窓門開放時間, 間接喫煙等の 調査를 實施하며 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 暖房期에 있어서 非排氣型石油스토브의 使用如否에 따라 個人曝露濃度나 室內濃度は 約2倍까지 增加되었다.

2. 冬季의 個人曝露濃度和 室內濃度사이에는 住居形態에 關係없이 비슷한 濃度水準이었으며, 個人曝露濃度의 高値는 洋屋와 聯立型住宅에서 31ppb前後로 나타났고, 아파트에서 21ppb로 가장 낮았다.

3. 夏季의 個人曝露濃度は 住居形態別로 17~24ppb였으며 室內濃度は 14~22ppb範圍로서 個人曝露濃度和 室內濃度사이엔 差異를 나타냈으며 外氣濃度は 冬季보다도 높았다.

4. 廚房에서의 가스레인지使用으로 인한 NO₂個人曝露濃度의 增大는 冬季에서 家屋形態의 區別없이 總括한 것에서 나타났으며, 그 以外の 경우는 뚜렷하게 밝혀지지 않았다.

5. 廚房에서의 가스레인지使用으로 인한 室內濃度의 增加는 亦是 冬季의 洋屋에서만 나타났다.

6. 室內濃度を 決定하는 要因은 冬期와 夏期가 다르고, 冬期에는 非排氣型스토브使用에 의한 室內汚染의 影響이 크고, 夏期에는 外氣濃度の 影響이 가장 컸다. (原稿接受 '86. 5. 2)

參 考 文 獻

- 1) Ferris, B.G.Jr., (1978). Health effects of exposure to low levels of regulated air pollutants: A critical review, J. Air Poll. Control Assoc., 28, 5, 482-497
- 2) Wallace, L., (1977) Personal air quality monitors; Past uses and present prospects, 4th Joint Conf. on Sensing of Environmental Pollutants, 390-394.
- 3) J.D.Spengler, B.G.Ferris, et al (1979), Sulfur dioxide and nitrogen dioxide levels inside and out-

side homes and the implication on health effects research, Environ. Sci. Technol. 13, 1276~1280.

4) J. Kagawa and T. Toyama, (1975), Photochemical air pollution: Its effects on respiratory function of elementary school children, Arch. Environ. Health, 30, 117.

5) J. Kagawa, T. Toyama and M. Nakaza.(1976), Pulmonary function tests in children exposed to air pollution. In: Clinical Implications of Air Pollution Research, ed. by A. J. Finkel and W. C. Duet, Publishing Sciences Group, Inc., Acton, MA., 305.

6) J. Orehek, J.P. Massuri., et al (1976), Effect of short-term, low level nitrogen dioxide exposure on bronchial sensitivity of asthmatic patients J. Clin. Invest., 57, 301.

7) 香川 順, 小溝壽美子, 松本秀明(1982), NO₂曝露時の人の血液・尿の生化学的指標への影響からみた量影響関係. 日衛誌, 37, 291.

8) Wade, W. A., III, et al, (1975), A study of indoor air quality, J. Air Poll. Control Assoc., 25, 9, 933-939

9) Macriss, R. A. and Elkins, R. H.,(1977), Control of the level of NO_x in the indoor environment, The 4th International Clean Air Congress, 510-514.

10) 長谷川利雄, 城戸勝義, 小猿和男,(1976), 住居内の空気汚染に関する研究, 公害と対策, 12, 10, 1192-1202.

11) 金子ふさ, et al, (1977), 冬季暖房時における一般住宅室内環境, 生活衛生, 21, 5, 153-161.

12) R. L. Derham, G Peterson., et al (1974), On the relation between the indoor and outdoor concentrations of nitrogen oxides, J. Air Poll Control Assoc, 24, 158-161.

13) S. Yamanaka, H. Hirose, S. Takada (1978), Nitrogen oxides emissions from domestic kerosene-fired and gas fired appliances, Atmospheric Environment, 12, 1379-1381.

14) R.J.W.Melia, C. du V. Florey., et al (1978), Association between gas cooking and respiratory dis-

ease in children, Br. Med. J., 2, 149-152

15) C. du. V. Florey, R.J.W. Melia., et al(1979), The relation between respiratory illness in primary schoolchildren and the use of gas for cooking III-Nitrogen dioxides, respiratory illness and lung infection, Int. J. Epidemiol., 8, 347-353

16) F.E. Speizer, B. G. Ferris, Jr., et al(1980), Respiratory disease rates and pulmonary function in children associated with NO₂ exposure, Am. Rev. Respir. Dis. 121, 3-10

17) 金旻永, 俞榮植, 外2人, (1983). NO₂ Personal sampler에 의한 個人被曝量 調査研究(第1報), 서울특별시 보건환경연구소보. Vol 19.(속편) 315-321

18) 柳澤幸雄, 西村肇,(1980), 生活環境中濃度測定用 NO₂ パーソナルサンプラー. 大氣汚染學會誌, 15, 8, 316-323

19) U. S. Environmental Protection Agency (1979), Proceedings of the symposium in the development and usage of personal monitors for exposure and health effect studies, EPA-600/9-79-032.

20) 新田裕史, 前田和甫, (1979), 室内におけるガス器具の使用時間と窒素酸化物曝露濃度との関連に関する研究, 大氣汚染學會誌, 14, 317-323

21) Yocom, J, E, et al (1971), Indoor/outdoor air quality relationship, J. Air Poll. control Assoc., 21, 5, 251,

22) R.J.W.Melia, C. Du V. Florey., et al (1978), Differences in NO₂ levels in Kitchens with gas or electric cookers, Atmospheric Environment, 12, 1379-1381.

23) B. D. Goldstein, R. J. W. Melia., et al (1979), The relation between respiratory illness in primary schoolchildren and the use of gas for cooking II - Factors affecting nitrogen dioxide levels in the home, Int. J. Epidemiol., 8, 339-345

24) J. D. Spengler, (1979) Atmospheric dispersion modeling; A critical review, discussion papers, J. Air Poll. Control Assoc., 29, 929-931.