集合住宅における二酸化窒素による室内空気汚染の実態調査

厨房器具、喫煙などと汚染レベルの関連について

INVESTIGATION ON INDOOR AIR POLLUTION OF NITROGEN
DIOXIDES IN MULTI FAMILY HOUSESRelationship between concentration levels and a type of cooking
ranges, habit of smoking

小峯 裕 己*

Hiromi KOMINE

NO₂ concentrations in 30 multi family houses were measured by badge-type samplers and questionnaire on operations of space heaters, cooking ranges and ventilation systems, number of tobacco smoking, activities for natural ventilation and so on, were carried out during summer and winter seasons, simultaneously.

The findings are as follows ;

- (1) On the basis of t-value two sided test, summer and winter NO₂ concentrations in houses using gas cooking ranges were significantly higher than those using electric cooking ranges.
- (2) NO₂ concentrations in almost houses during summer were very low because habitants might intend to get natural ventilations for thermal comfort in summer.
- (3) Smoking in rooms scarcely contaminated indoor air quality, because smokers might be careful for ventilation during smoking, according to the social disapproval of passive smoking.

Keywords : indoor air pollution, nitrogen dioxide, cooking ranges, tobacco smoking, badge-type samplers

室内空気汚染, 二酸化窒素, 厨房器具, 喫煙, フィルターバッジシステム

1. はじめに

近年, 健康影響の観点から室内空気汚染に関心が集まっているが, 特に, 現在関心が高いもののひとつに, 燃焼機器類の正常作動時に発生し, 長期低濃度暴露による健康影響が懸念されている二酸化窒素がある。

二酸化窒素による室内空気汚染に関しては, 多数の既往の研究がある。例えば, 我が国における研究の内, 開放型燃焼器具からの汚染発生量に関しては, 長谷川¹⁾, 山中ら^{2), 3)}の詳細な報告があるし, 一般の住宅室内における汚染レベルに関しても, 長谷川ら⁴⁾, 松村ら⁵⁾, 小竿⁶⁾, 藤村・福田⁷⁾を始め, 筆者ら^{8), 9)}も報告を行っている。また, 公衆衛生の分野でも, 個人被曝量や生理的影響, 生活行動時間等の被曝量の影響要因などに関する調査研究^{10), 16)}などが多数報告されている。

海外においても多数の研究が行われており, それらの成果は, Indoor Air Pollution¹⁷⁾, Indoor Air Quality and Human Health¹⁸⁾, Indoor Air Quality Environmen-

tal Information Handbook : Combustion Sources¹⁹⁾, Indoor Air Quality Handbook²⁰⁾などの著書に収録されている。

ところで, これらの研究の内, 室内汚染濃度に関する報告の多くは, 標本数や前提条件の不統一等により, 統計解析を行うことが難しく, 事例報告の範囲にとどまっている。また, 公衆衛生の分野における研究では, 個人被曝量に関心が高く, 調査対象とする住宅における気密性能, 換気設備等, 建物側の条件に対する検討が十分でなく, 前提条件が大幅に異なる恐れがあるため, 汚染濃度と使用暖房機器や生活様式等との関連性などに関する統計的な分析結果に, あいまいさを残していると言える。

こうした意味では, 建物気密性能, 換気設備などの建物要因が, できるだけ同一になるよう, 調査対象を選定する必要がある。また, 居住者の社会階級, 収入等, 日常生活パターンに影響を及ぼす社会的要因についても配慮する必要がある。

* 千葉工業大学建築学科 助教授・工博

Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Chiba Institute of Tec.,
Dr. Eng.

今回、これら関連要因に配慮して、同一団地内に建つ3棟の住棟内の住宅を対象に、以下の点を明らかにすることを目的として、室内二酸化窒素濃度の測定を実施したので、その結果を報告する。

- 1) 住戸セントラル方式の暖房設備を設置した集合住宅における汚染濃度のレンジと空間的分析
- 2) 汚染濃度の季節変化
- 3) 汚染濃度と暖冷房機器・厨房機器等の使用状況との関連
- 4) 汚染濃度と喫煙状況や換気状況等との関連

なお、各住戸の気密性能値や換気量などを測定していないので、断言はできないが、同一団地内の建設年度が近い分譲集合住宅を対象としているので、各調査対象における上述の関連要因は、既往の研究における調査対象間の差異に比べ、近いものであると考えられる。また、居住者はほぼ同時期に分譲された住宅・都市整備公団の集合住宅購入者であるので、社会的要因に関しても調査対象は類似していると思われる。

2. 調査概要

2.1 調査内容

本調査は、1988年夏季、同年冬季、および、1989年夏季の3回にわたって実施し、室内二酸化窒素濃度の季節変化を知るとともに、各回の調査では、以下に示す事項に着目した調査を行った。

(1) 1988年夏季調査における調査内容

室内二酸化窒素濃度の住宅内部における空間的分布、室内外濃度差に関して、調査を実施した。

調査協力が得られた4戸の住宅の居間・台所・寝室などの各部屋、ベランダにおける日平均室内二酸化窒素濃度を測定した。対象住戸の室構成は2LDK～4LDK等であったので、LDKの厨房機器周辺を台所に相当する部分、家族がくつろぐ部分を居間に相当する部分と見なした。

(2) 1988年冬季、および、1989年夏季における調査内容

主として、室内二酸化窒素濃度と暖冷房機器・厨房機器等の使用状況との関連、並びに、喫煙状況や換気行動

との関連を明らかにすることを目的に、これら機器の使用頻度や喫煙の頻度が高い台所と居間における日平均二酸化窒素濃度を測定するとともに、使用している暖冷房機器の種類、厨房機器の種類、それらの実測期間中の使用時間、住戸内における喫煙本数、換気行動等に関して、アンケート調査を行った。

2.2 調査対象住戸

住宅・都市整備公団が、昭和56年から昭和58年にかけて、東京都江戸川区に建設した団地内の3棟の住棟の分譲集合住宅を調査対象とした。同団地は荒川河口の東側川岸に位置している。周辺の交通量の多い道路として、約1km西に首都高速道路中央環状線が、約3km南には東京湾環状線が、約2km北に都道葛西橋通りがある。同団地内には4階建て・8階建て・14階建てや23階建てなどの異なる階数の住棟16棟が建っている。4階建ての住棟は鉄筋コンクリート造であるが、他の棟はすべて鉄骨鉄筋コンクリート造である。

住棟により分譲時に設置されている住宅設備の構成が多少異なっており、本調査では、この点を考慮して、調査対象とする住棟の選定を行った。表一1に、対象住棟の概要を示す。1号棟と12号棟の両棟共、4LDK・100m²の全く同じ間取り・同じ仕様の設備の住戸で、厨房にはガステーブルとレンジフードを含むキッチンシステムが、浴室・洗面脱衣室・便所には機械換気設備が、また、ガス小型ボイラによるセントラル給湯暖房システムが設置されている。5号棟は、2LDK・58m²～4LDK・96m²の7タイプの間取りの住宅で構成されているが、いずれの住戸とも全電化住宅で、厨房にはシーズヒータ式の電気レンジとレンジフードを含むキッチンシステムが、浴室・洗面脱衣室・便所には機械換気設備が、居間にはヒートポンプ式エアコンが、また、深夜電力利用の電気温水器によるセントラル給湯設備が設置されている。

これら3棟から調査対象住戸を選定するに当たって、以下の点に留意した。まず、1号棟、12号棟と5号棟における対象住戸の専有面積が同程度になるようにした。また、居住者が窓を開放して換気するか否かは、住戸に当たる風の強さが関係すると考えられるので、同一住棟

表一1 調査対象とした集合住宅各住棟の概要

号 棟	1 号 棟	5 号 棟	12 号 棟
階 数	8	23	8
分 譲	67	176	78
設 備	ガステーブル	電気レンジ	ガステーブル
時 置	ガス温水暖房	ヒートポンプ	ガス温水暖房
各 設	レンジフード	レンジフード	レンジフード
住 換	浴室	機械換気	機械換気
戸 設	洗面所	機械換気	機械換気
に 備	便 所	機械換気	機械換気

表一2 3回の調査における対象住戸数

調査時期	88年夏	89年冬	89年夏
1号棟 1階の住戸	1戸	1戸	1戸
3階の住戸		1戸	1戸
5号棟 3階～5階の住戸		4戸	4戸
9階～10階の住戸	1戸	4戸	4戸
21階～22階の住戸	1戸	5戸	4戸
12号棟 1階～2階の住戸	1戸	5戸	5戸
4階～5階の住戸		4戸	4戸
7階～8階の住戸		5戸	4戸
調査対象住戸の総数	4戸	29戸	27戸

の住戸でも階数の違いにより換気状況が異なることが予想された。そこで、住戸の階数を5号棟では、4～5階程度・10階程度・20～22階程度に、12号棟では、1～2階程度・5～6階程度・10階程度の3段階に分類し、各階数の住戸が同数程度になるよう、調査協力が得られる住戸を探した。

3回の調査における対象住戸数を表-2に示す。1988年の夏季における調査内容は、詳細に及ぶものであったため、対象住戸数を4戸に絞った。1988年の冬季、および89年夏季の調査では、統計的な検定を行うため対象住戸数を30戸前後とした。3回の調査とも、できるだけ同一の住戸が調査対象となるよう居住者に協力を求めた。後半の2回の調査において、アンケート調査の回答記入の煩雑さを理由に、一部の住戸の協力が得られず、3回目の調査では対象住戸数が減少した。また、5号棟の住戸に関しては、床面積が小さいLDK・58㎡の住戸が混ってしまった。なお、これらの住戸に対しては、調査協力の謝礼として3,000円の図書券を贈った。

2.3 調査時期

(1) 1988年夏季における調査

1988年8月中旬から9月上旬の約半月の間で、各戸1週間程度にわたって測定を行った。

(2) 1988年冬季における調査

1988年11月下旬の約1週間の内、各戸3～4日程度にわたる測定を行った。

(3) 1989年夏季における調査

1989年9月上旬の約1週間の内、各戸3～4日程度にわたる測定を行った。

2.4 二酸化窒素濃度の測定方法

柳沢ら²¹⁾が開発したTEA(トリエタノールアミン)ろ紙・フィルターバッジ・システムにより、二酸化窒素濃度を測定した。測定精度や特徴などに関しては、既に文献9)で報告している。

2.5 アンケート調査の内容

1988年冬季、および1989年夏季における室内二酸化窒素濃度の測定の際、同時に実施したアンケート調査の内容の大略は、次のとおりである。ただし、調査内容が膨大になるのを避けるため、冬季と夏季では内容が異なっている。

- ① 属性：住戸のある階数、間取り、家族構成など
- ② 暖冷房機器：分譲時に設置されていた暖冷房機器以外の機器の所有状況、各機器の使用状況
- ③ 厨房機器：分譲時に設置されていた厨房機器以外の機器の所有状況、各機器の使用状況、調理時間、加熱時間など
- ④ 換気設備：レンジフードの運転状況、浴室や洗面所の換気扇の運転状況、換気に対する心掛け、居間・寝室・子供部屋の換気方法や換気状況、暖冷房時の換気状況、

調理時の換気状況など

⑤ 喫煙状況：家族中の喫煙者の有無、測定期間中のLDKにおけるタバコの喫煙本数、暖冷房中の喫煙の可否等

2.6 調査方法

1988年夏季における調査では、調査員が対象住戸を訪問して、フィルターバッジを設置し、1週間後に再度訪問して、フィルターバッジを撤去した。フィルターバッジの設置高さは、床上1.2m程度とした。

1988年冬季における調査、および1989年夏季における調査では、調査員が選定した住棟の各戸を訪問して、調査協力の依頼を行い、協力が得られた住戸の居住者にフィルターバッジ、アンケート調査票、フィルターバッジの取り扱い方法のメモなどを手渡し、所定の期間、フィルターバッジを床上1.2m程度の室内空気中に暴露するよう、依頼した。約1週間後に、調査員が訪問し、暴露・撤収したフィルターバッジと記入を終えたアンケート調査票を回収した。これらの調査では、居住者がフィルターバッジの暴露・撤収作業をすることになるので、暴露開始日時、撤収日時の記入も依頼した。

3. 調査結果

3.1 住戸内外の濃度分布に関する調査結果

図-1に、1988年夏季における4戸の住宅各室の室内二酸化窒素濃度の測定結果を示す。

4戸とも、屋外二酸化窒素濃度と室内二酸化窒素濃度に大きな差異はなく、外気中の濃度の方が室内濃度より高い住戸、台所濃度が外気濃度より多少高い住戸もあった。

後述の1989年夏季に実施した冷房器具の使用実態や冷房器具未使用時における通風・換気状況に関するアンケート調査の結果を考慮すると、多くの住戸では涼を取るため、窓を開放する機会が多く、室内で発生した二酸化窒素は十分な自然換気により、室外に排除されたものと考えられる。また、暖房器具の使用もないので、室内における二酸化窒素の発生量が少なかったことも、理由

図-1 夏季における4住戸各居室のNO₂濃度

のひとつとして考えられる。

宮崎²²⁾や山中³⁾が報告しているよう、二酸化窒素は吸着性が高いので、このような状況の下では、住宅室内の壁面、床、天井等に吸着し、大気中の濃度より室内濃度の方が低くなることもあり得よう。

大気中の二酸化窒素濃度は、1階から10階までの高さに伴う変化がほとんどなかった。ただし、この結果は、今回の調査対象団地周辺の環境に基づくもので、前面に交通量の多い道路等が存在する場合には、全く異った結果になることが十分予想される。

1号棟のN宅、12号棟のS宅では、台所濃度が室内で最も高く、外気濃度よりも高かった。また、居間における濃度が、台所を除く他の居室における濃度より高くなっていた。これらの住戸では、前掲の表—1に示したように、ガステーブル等の開放型燃焼方式のガス厨房機器を使用しており、ガス厨房機器から発生した二酸化窒素がLDK全体に拡散したためであろう。

これに対して、超高層集合住宅である5号棟の2戸の住宅では、電気レンジを使用していたため、台所濃度と住戸内の各室の濃度はほとんど同じであった。

3.2 季節、厨房器具、喫煙の有無等による濃度変動に関する調査結果、および考察

(1) 居間濃度の季節変化について

1) 居間濃度の測定結果

図—2に冬季、夏季における居間での濃度の測定結果を示す。

測定結果は3日間の平均的な濃度であり、中央公害対策審議会が設定した「確保されるべき大気中の二酸化窒素濃度」(昭和53年3月)の長期暴露の指針値、年平均値で20~30 ppbと比較することが妥当である。

1988年冬季における測定結果の一部は、この長期暴露に対する指針値を超えていた。特に、開放型石油ストーブを使用していた住戸1戸では、濃度が120~130 ppbにも達しており、同審議会の短期暴露に対する指針値、1時間平均値で100~200 ppbと同程度と、非常に高い値を示していた。気密性能が本調査対象住戸と同程度の

図—2 冬季と夏季における居間のNO₂濃度

集合住宅室内における石油ファンヒーター使用時の二酸化窒素濃度は、ストーブ使用30分後で300~500 ppbであった⁸⁾。日平均濃度がこの1/5~1/3であるということは、同住戸では比較的長時間にわたって石油ストーブを使用していたものと推測される。

1989年夏季における測定結果は、1988年夏季における結果同様、長期暴露に対する指針値と比較しても、十分低いものであった。

2) 居間濃度の季節変化に関連するアンケート調査結果

6割の住戸が補助暖房器具を併用していたが、前出の1戸を除く他の住戸は電気ゴツツや電気カーベットを使用しており、暖房器具からの二酸化窒素の発生は無視できる。

16戸の住戸で夏冬を通じて、住戸内で喫煙行為があった。図—3はこれらの住戸における3日の測定期間中の喫煙本数を夏冬で比較したものであるが、平均すると約6.7本冬季の喫煙本数が多かった。夏季と冬季における喫煙本数の差異をt検定やF検定で解析したが、有意な差はなかった。喫煙本数の増加による濃度上昇を、次の仮定に基づいて試算した。①既往の資料に基づいて、タバコ1本当たりの二酸化窒素発生量を0.04~0.10 ml/本とする。②6.7本分の二酸化窒素が72時間内、平均的に発生する。③図面に基づいて、居間の気積を45~55 m³とする。④72時間平均の換気回数を0.5回とする。⑤吸着が全くないと仮定する。定常状態における濃度算

図—3 冬季と夏季における喫煙行為があった16戸の住戸内での喫煙本数(濃度測定3日間における各住戸ごとの合計喫煙本数、冬季の本数の少ない順に示した)

図—4 冬季と夏季における居間の換気方法

定式（濃度＝汚染発生量／換気量）から、濃度上昇は0.5 ppb程度であると推定できる。したがって、喫煙本数の増加による二酸化窒素発生量の差異も無視し得ると考える。

冬季と夏季における居間の換気方法を図-4に示す。夏季に関しては、冷房器具未使用時の通風・換気方法を示した。「窓を開放」「窓を開放して、レンジフードを運転」の2つの方法の住戸が夏冬共70%以上であり、居間の換気方法に関しては、夏冬、余り大きな違いがなかったと言える。住戸の階数との関連も認められなかった。

夏季と冬季における居間の1日当たりの換気時間を図-5に示す。夏季は、換気時間数を尋ねていなかったため、仮に24時間から冷房器具使用時間数を減じた時間数を換気時間とした。図中の黒丸は、昼間不在勝ちな住戸を示しており、不在時の換気方法や不在時間数は尋ねていないので、夏季の正確な換気時間は不明である。他の住戸に関しても、就寝時の通風・換気方法を尋ねていない。10～12時間程度の不在時間や平均的就寝時間と考えられる6～8時間を減じたとしても、冬季に比べ、夏季の換気時間が明らかに長いと言える。

以上のことから、居間の濃度に季節差が認められるのは、開放型石油ストーブ使用の1戸を除き、室内における発生量が季節により変化するのではなく、換気量が大きく異なることが主たる理由であると考えられる。

図-5 冬季と夏季における居間の1日当たりの換気時間

図-6 厨房機器の違いによる台所 NO₂ 濃度の差異（冬季の場合）

(2) 厨房機器の違いによる室内二酸化窒素濃度の差異

1) 台所における濃度の差異

ガス厨房機器を使用している住戸と電気厨房機器を使用している住戸の台所における二酸化窒素濃度を図-6、図-7に示す。2群の濃度の平均値の差異を検定したが、ガス厨房機器使用住戸の内の1戸では、開放型石油ストーブを使用していたので、冬季濃度の検定では、この住戸の濃度を除いた場合についても検定した。

濃度が20 ppbを超えた住戸は、ガス厨房器具を使用している住戸の冬季における濃度だけで、他の場合はいずれも15 ppb以下であった。表-3、表-4に示すt検定の結果によれば、季節にかかわらず、ガス厨房機器を使用している住宅における濃度の方が、電気厨房機器を使用している住宅における濃度よりも、有意に高かった。ただし夏季における平均値の差異の方が、冬季における差異よりも小さくなっていった。

シーズ・ヒーター方式の電気厨房機器は、高熱になる部分から若干の二酸化窒素を放出するが、ガス厨房器具に比べれば、量的には問題とならない程度少ない。

図-8に、冬季調査の3日間における各住戸の厨房器具使用時間数とレンジフード運転時間数の関係を示す。前述のように、レンジフードを用いて居間の換気を行っている住戸があり、これらの一部では、16時間を超してレンジフードを運転していた。ガス厨房器具の使用が10時間を超した住戸1戸を除き、厨房器具の使用時間数はガス厨房器具設置住戸と電気厨房器具設置住戸で、ほとんど変化がなかった。これら2群の住戸間の厨房器

図-7 厨房機器の違いによる台所 NO₂ 濃度の差異（夏季の場合）

表-3 厨房機器による台所での濃度の差に関するt検定の結果（冬季の場合）

	台所における平均濃度(ppb)	
	全データ	石油ストーブ 使用住戸を除く
ガステーブル使用住戸	24.3	18.0
電気レンジ使用住戸	7.3	7.3
両側検定	危険率1%で有意 危険率1%で有意	

表-4 厨房機器による台所での濃度の差に関するt検定の結果（夏季の場合）

	平均濃度(ppb)
ガステーブル使用住戸	8.2
電気レンジ使用住戸	6.5
両側検定	危険率5%で有意

図—8 冬季調査の3日間における厨房器具の使用時間とレンジフード運転時間の関係

表—5 厨房機器による居間での濃度の差に関するt検定の結果 (冬季の場合)

	居間における平均濃度(ppb)	
	全データ	石油ストーブ 使用住戸を除く
ガスステープル使用住戸	24.1	17.1
電気レンジ使用住戸	6.7	6.7
両側検定	危険率1%で有意 危険率1%で有意	

表—6 厨房機器による居間での濃度の差に関するt検定の結果 (夏季の場合)

	平均濃度(ppb)
ガスステープル使用住戸	7.3
電気レンジ使用住戸	6.9
両側検定	有意差なし

具使用時間数、レンジフード使用時間数の平均値、分散を検定したところ、有無差は認められなかった。

今回の調査結果は、厨房機器の汚染質発生量の差異を明瞭にした測定結果であったと言える。これらの結果は、文献18)に掲載のC.D. HollowellらやJ.D. Spenglerらの定性的な調査結果と符合していたし、藤村・福田の事例報告⁷⁾にも合致していた。季節差に関しては、前述のように、窓を開放しての換気時間数の差異に基づくものと考えられる。

2) 居間における濃度の差異

厨房機器の違いによる居間における平均濃度の差異を検定した。表—5、表—6にt検定の結果を示すが、冬季の平均濃度は、台所での濃度同様、有意差が認められた。夏季の場合には、有意な差がなかった。

再三述べているように、夏季の場合、窓等を開放して通風を行っている住戸が多かったため、厨房器具から発生した汚染質は急激に拡散し、居間部分における濃度は室内発生源の影響を強く受けなかったためであると考えられる。

(3) タバコの喫煙本数と二酸化窒素濃度との関連

換気が十分行われている夏季の測定結果は、分析対象

図—9 冬季における居間のNO₂濃度と住戸内における3日間の合計喫煙本数の関係

表—7 厨房機器・喫煙の有無と居間でのNO₂濃度に関する分散分析表

変動要因	2乗和	自由度	分散比	対応するF値
全体	1215.86	27		
喫煙の有無	5.73	1	0.248	<4.260 = F(0.05)
厨房機器	635.67	1	28.341	>7.823 = F(0.01)
交互作用	2.90	1	0.126	<4.260 = F(0.05)
誤差	553.55	24		

から外し、冬季における測定結果を用いて、喫煙の有無による居間濃度の差を検討した。また、前述の開放型石油ストーブを使用していた住戸の測定結果は除いた。

喫煙本数と居間における濃度との関連を図—9に示す。同種類の厨房機器の住宅群で、喫煙が行われなかった住宅間でも濃度のバラつきが大きかった。喫煙本数と居間における室内二酸化窒素濃度との関連は明確でない。表—7に示す厨房器具種類と喫煙の有無を2因子とした分散分析の結果によれば、喫煙の有無による有意差は認められなかった。

家族に喫煙者がいる住戸14戸の内、「喫煙時にはいつでも換気をする」が8戸、「時々する」が3戸、「換気を気にしない」3戸というアンケート調査結果や今日の社会的動向を考慮すると、喫煙者は、自宅室内では換気に十分配慮しながら喫煙をしているものと推測される。

このため、室内における喫煙と二酸化窒素による室内空気汚染の関連が明確に表れなかったと考えられる。

4. 結 論

建物の気密性能、換気設備などの建物条件、居住者の社会階級、収入などの社会的要因が同一になるよう配慮して、東京都江戸川区に位置する住宅・都市整備公団分譲の同一団地内の3棟の集合住宅約30戸を調査対象に実施した、フィルターバグ・システムによる室内二酸化窒素濃度に関する調査結果をまとめると、以下のとおりである。

① 開放型燃焼方式の暖房器具を使用している住戸の冬季における室内二酸化窒素濃度は、他の暖房方式の住戸における濃度と比較して、極めて高く、中央公害対策審議会が定めた長期暴露の指針値を大幅に上回り、短期暴

露の指針値と同程度であった。

② ガス厨房機器を使用している住戸のLDKの台所に相当する場所の二酸化窒素濃度は、電気厨房機器使用住戸の濃度に比べ、有意に高かった。この有意差は、冬季、夏季とも認められた。

③ ガス厨房機器を使用している住戸の約半数の冬季における室内二酸化窒素濃度は、中央公害対策審議会が定めた長期暴露に対する指針値と同程度、若しくは超えるものであった。

④ 季節にかかわらず、LDKでは厨房機器周辺の台所に相当する場所、家族がくつろぐ居間に相当する場所における濃度が同程度であった。

⑤ ガス温水暖房システムやヒートポンプ式エアコンなどで、室内空気汚染源となるおそれが少ない暖房機器を使用している住宅では、冬季における室内二酸化窒素濃度は、夏季における濃度の2倍以内であった。この傾向は、厨房機器の種類にかかわらず、認められた。

⑥ アンケート調査結果に基づけば、これらの季節による濃度差は、窓の開放等、季節による換気状況の差異が大きく反映されたものであった。

⑦ 室内における喫煙は、二酸化窒素による室内空気汚染に大きな影響を及ぼさなかった。これは、換気を配慮しながら喫煙しているという、居住者の換気に対する意識、生活パターンが大きく影響していたと考えられる。

謝 辞

本調査研究は、文部省科学研究補助費重点領域研究「高層・高密度居住時の健康影響」(研究代表者・東京大学医学部保健学科・大井 玄教授)における研究の一環として実施したものである。調査に際して御協力を賜った大井 玄教授、東京大学生産技術研究所・村上周三教授、国立公衆衛生院建築衛生学部・入江建久部長を始め、同研究班の諸先生方、および江戸川区清新北ハイツの居住者の皆様に対して、ここに記して感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 長谷川利雄, 城戸勝義, 小猿和男: 住居内の空気汚染に関する研究, 空気調和・衛生工学会昭和49年度学術講演会講演論文集, pp. 55~58, 昭和49.10
- 2) 山中伸一, 広瀬 諒: 家庭用燃焼器具からのNO_x排出量, 空気清浄, 第17巻5号, pp. 2~34, 昭和55.1
- 3) 山中伸一: 屋内環境中の窒素酸化物に関する研究 燃焼器具別発生量および減衰過程に関する一考察, 日本建築学会計画系論文報告集, 第357号, pp. 23~31, 昭和60.11
- 4) 長谷川利雄, 城戸勝義, 小猿和男: 住居内の空気汚染に関する研究 室内の窒素酸化物濃度を中心として, 公害と対策, 第12巻10号, pp. 1192~1202, 昭和51.10
- 5) 松村年郎, 村松 学: 室内空気汚染に関する研究 一般住居内における窒素酸化物濃度について, 日本公衆衛生

学会誌, 第29巻, 6号, pp. 273~277, 昭和57.6

- 6) 小竿真一郎: 燃焼器具による室内NO_x濃度(集合住宅での調査研究その2), 第4回空気清浄とコンタミネーションコントロールに関する技術研究大会梗概集, pp. 149~150, 昭和60.2など
- 7) 藤村 満, 福田陽士: 一般家屋における室内の汚染について, 公害と対策, 第22巻13号, pp. 1289~1298, 昭和61.12
- 8) 小峯裕己ほか3名: 石油ファンヒーター使用時の集合住宅における室内空気汚染に関する実験 住宅における室内空気汚染に関する研究(その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 353~354, 昭和61.8
- 9) 野崎淳夫, 古澤 晋, 小峯裕己: パッシブ法による室内NO₂濃度とその構成要因について 燃焼器具による室内空気汚染と防止に関する研究(第1報), 日本建築学会計画系論文報告集, 第416号, pp. 9~16, 1990.10
- 10) 新田裕史ほか4名: 二酸化窒素の個人暴露量に関する研究 都市における主婦を対象とした調査結果, 大気汚染学会誌, 第15巻10号, pp. 18~25, 昭和55.10
- 11) 新田裕史ほか4名: 都市オフィス勤務者の二酸化窒素個人暴露量に関する研究, 大気汚染学会誌, 第16巻5号, pp. 277~284, 昭和56.5
- 12) 中村太郎ほか8名: 生活環境中での二酸化窒素個人暴露量調査 主婦を対象とした冬期の測定, 生活と環境, 第27巻, 2号, pp. 33~38, 昭和57.2
- 13) 新田裕史ほか3名: 二酸化窒素の個人暴露濃度に関する研究, 日本公衆衛生学会誌, 第29巻8号, pp. 343~353, 昭和57.8
- 14) 柳沢幸雄ほか4名: 年平均NO₂個人被曝濃度の短期間調査結果からの推定, 大気汚染学会誌, 第19巻4号, pp. 292~299, 昭和59.4
- 15) 松木秀明ほか4名: 喫煙および二酸化窒素による室内汚染の影響に関する冬期と夏期の比較研究, 日本公衆衛生学会誌, 第32巻9号, pp. 549~559, 昭和60.9
- 16) 森 忠司, 吉川政雄, 松下秀鶴: NO₂の個人被曝量に及ぼす各種生活空間の影響, 大気汚染学会誌, 第21巻5号, pp. 446~453, 昭和61.5
- 17) Richard A. Wadden・Peter A. Scheff: Indoor Air Pollution...Characterization, Prediction and Control, A. Wiley-Interscience Publication, 1983
- 18) Isaac Turiel: Indoor Air Quality and Human Health, Stanford University Press, 1985
- 19) Mueller Associates, Inc.・SYSCON Corporation and Brookhaven National Laboratory: Indoor Air Quality Environmental Information Handbook: Combustion Sources, U.S. Department of Energy, 1985
- 20) ANACHEM, Inc. and Sandia National Laboratories: Indoor Air Quality Handbook for Designers, Builders, and Users of Energy Efficient Residences, Sandia National Laboratories, 1982
- 21) 柳沢幸雄, 西村 肇: 生活環境中濃度測定用NO₂パーソナルサンプラー, 大気汚染学会誌, 第15巻8号, pp. 316~323, 昭和55.8
- 22) 宮崎竹二: 各種建築材料のNO_xの吸着性状について日本建築学会論文報告集, 第333号, pp. 92~99, 昭和58.11

(1990年9月10日原稿受理, 1991年2月15日採用決定)