

国立環境研究所特別研究報告

Report of Special Research from the National Institute for Environmental Studies, Japan

SR-23-'97

# 都市型環境騒音・大気汚染による環境ストレスと 健康影響に関する環境保健研究

Environmental Health Studies on Stress and Health Effects due to Environmental Sounds  
and Air Pollution in Highly Urbanized Areas

平成4～7年度

FY 1992～1995

NIES



NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

環境庁 国立環境研究所

SR-23-'97

都市型環境騒音・大気汚染による環境ストレスと  
健康影響に関する環境保健研究

Environmental Health Studies on Stress and Health Effects due to Environmental Sounds  
and Air Pollution in Highly Urbanized Areas

平成4～7年度  
FY 1992～1995

環境庁 国立環境研究所

NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

特別研究「都市型環境騒音・大気汚染による環境ストレスと健康影響に関する環境保健研究」

(期間 平成4～7年度)

特別研究責任者：兜 眞徳

特別研究幹事：兜 眞徳

報告書編集担当：新田裕史

## 序

昨今の地球環境に対する国際的な関心の高まりはその問題の重大性によるものである。一方、従来公害問題といわれていた地域的な環境問題は相対的な比重は小さくなったという指摘はあるものの依然として環境行政の基本的な課題である。特に、大都市域では自動車交通に起因する騒音や大気汚染の問題は環境基準が達成されていない地域が多く、さらにそれらの地域に居住する人口も多いことから明らかなように、重点的に取り組まなければならない課題と考えられる。

そこで、当研究所では地域環境研究グループの都市環境影響評価研究チームが中心となり、平成4年度から平成7年度まで4年間にわたって特別研究「都市型環境騒音・大気汚染による環境ストレスと健康影響に関する環境保健研究」を実施した。本研究は昭和63年度から平成3年度まで実施された特別研究「大都市圏における環境ストレスと健康に係わる環境保健モニタリング手法の開発に関する研究」で得られた成果に基づき、さらに具体的な課題に取り組んだものである。すなわち、道路交通騒音によるストレスと睡眠影響の評価に関する実験および疫学研究、大気汚染によるスギ花粉症発症への影響に関する疫学調査研究を主要な課題とした。本研究によって、道路交通騒音による中高年女子での不眠症への影響について定量的関連性を明らかにするなどの成果が得られたが、都市環境に係わる自動車交通による汚染が続いている現状においては、大都市域の環境とその健康リスクに対してより総合的なモニタリングを継続していくことが必要と思われる。さらに、自動車交通問題はエネルギー問題と密接に関係しているものであり、「地球環境」の視点も含めて議論されるべきものであろう。

本研究の成果が大都市域の環境改善に活用されることを期待したい。

平成9年3月

国立環境研究所

所長 石井吉徳

## 目 次

1 研究の目的と経緯	1
2 研究の成果	3
2.1 ストレス評価のための心理・生理学的実験研究	3
2.1.1 HRV スペクトル成分の変動要因（食事・呼吸速度）の検討	3
2.1.2 肥満・喫煙・飲酒と HRV スペクトル成分	5
2.1.3 起立時の HRV と血圧の変化	7
2.1.4 睡眠中の HRV スペクトル成分	8
2.1.5 タイプA行動特性と飲酒・喫煙・仕事・肥満および HRV スペクトル成分との関連	9
2.1.6 精神作業と同作業後の騒音暴露の HRV スペクトル成分に対する複合影響	11
2.2 都市環境における複合的ストレス状況の評価のための調査研究	14
2.2.1 職域におけるストレス評価に関する断面調査	14
2.2.2 質問紙法による不眠症調査の信頼性・妥当性に関する基礎的検討	16
2.2.3 道路交通騒音による睡眠影響の評価	18
2.2.4 国内5都市における不眠症の断面調査	19
2.2.5 不眠症群と対照群の睡眠時騒音暴露レベルの比較調査	23
2.3 都市型大気汚染状況と呼吸器系アレルギー疾患の関連性に関する疫学的研究	25
2.3.1 はじめに	25
2.3.2 スギ花粉への暴露評価	25
2.3.3 アレルギー性鼻炎受療率の経年変化とスギ花粉飛散数の動向	27
2.3.4 スギ特異的 IgE 抗体価と花粉症症状との関連性	28
2.3.5 地域集団におけるスギ花粉症有症率と大気汚染	30
2.3.6 スギ花粉症症状に関する追跡調査	35
2.3.7 職域集団におけるスギ花粉症症状とスギ特異 IgE 抗体価	36
2.4 まとめ	38
2.4.1 ストレス評価のための心理・生理学的実験研究	38
2.4.2 都市環境における複合的ストレス状況の評価のための調査研究	39
2.4.3 スギ花粉症と大気汚染の関連性	40
[資料]	
I 研究の組織と研究課題の構成	45
1 研究の組織	45
2 研究課題と担当者	46
II 研究成果発表一覧	48
1 誌上发表	48
2 口頭発表	51

## 1 研究の目的と経緯

地域環境総合研究部門・都市環境影響評価研究チームでは、平成4～7年度の特別研究として「都市型環境騒音・大気汚染による環境ストレスと健康影響に関する環境保健研究」を計画・実施した。主たる研究テーマとしては、現在なお解決が困難とされている主要な都市環境問題である道路交通由来の騒音と大気汚染（特にディーゼル排ガス）について、それらによるストレスと健康影響を疫学的に評価することを目的とした。すなわち、1) 道路交通騒音によるストレスと睡眠影響の評価に関する実験および疫学研究と、2) 大気汚染による呼吸器系アレルギー疾患（特にスギ花粉症）発生への影響に関する疫学調査研究である。幹線道路沿道で交通騒音が環境基準を大幅に超えており、特に夜間交通量の増加を反映して夜間も昼間レベルと変わらない騒音レベルの地域も増加傾向にあることから、沿道住民の「環境ストレス状態」の1側面としての睡眠影響についてより詳細な検討が必要と考えられた。また、近年、ディーゼル排ガス由来の浮遊粒子状物質（SPM）には、動物実験により生体の抗原-抗体反応（アレルギー反応）を増強する作用が示唆されており、都市部を中心として急増傾向にあるとされる各種アレルギー疾患への影響が憂慮されているが、その関連性についてはなお不明の点が多い。そこでI型アレルギー疾患の代表格であるスギ花粉症の疫学調査を計画し、その中で大気汚染の影響についてモデル的に検討することにした。スギ花粉症は集団内での有症率も高く、明らかな季節性があり、また自覚症状が比較的明瞭であるなどの特徴があることから、疫学調査の対象としては比較的扱いやすい疾患と考えられた。

さらに、これら両研究による成果を総合評価することによって、先行特別研究の基本テーマであった“道路騒音の環境ストレスと大気汚染の健康リスクに関する環境保健モニタリングのあり方”についてさらに総合的に検討することも目的とした。

1) の交通騒音によるストレス・睡眠影響研究に関連して、まず、ストレスの生物学的評価法については従来も多く検討が行われているが、確立された方法が見当たらないため、非侵襲的測定法として近年注目されている心拍間隔変動のスペクトル成分を用いる自律神経活動測定法の有用性について基礎的な検討を行い、一般生活

環境下でのストレスの生物学的評価への応用可能性を検討した結果、同方法の有用性や制約について多くの情報が整理され、自律神経活動指標としての利用は可能となってきたが、実際の生活レベルでストレス評価をするための指標としては、なお、多くの問題点が残されており、今後の課題である。

一方、大都市圏内の幹線道路沿道における夜間の自動車騒音による睡眠影響について詳細な検討を加えることを目的として、国内数地域においてそれぞれ主要な幹線道路沿道を含む地域を設定し、各地域住民のうち中高年の女子をランダムに抽出して質問紙を基本とした“不眠症”を対象とした横断的な疫学調査を実施した。従来の騒音の睡眠影響調査では、特定の騒音によって影響を受けているかどうかを質問する形式の調査が主体であったが、その影響が慢性的か一過性か、その影響と騒音暴露との具体的な関連性はどうかなどについても不明なものが多い。この調査は、これら従来の睡眠影響調査法の短所を考慮し、まず各地域住民中の「不眠症」（入眠困難、中途覚醒、早朝覚醒、起床時の不眠感のうち1つ以上が週に1～2回、過去1カ月以上ある場合）を把握し、それら「不眠症」の発生に夜間の道路騒音が影響しているかどうかを解析することを通して騒音の睡眠影響をより具体的かつ定量的に解明することを目的とした疫学調査である。ただし、諸外国ではこうした疫学調査によって調べられた「不眠症」に関する調査結果報告は散見されるのであるが、夜間の道路交通騒音がリスクファクターとなっているかどうかを明らかとする試みは、国際的にもこれまで前例がないようである。ここでは、基礎的検討によって同調査法の利用可能性をまず明らかとした後、不眠症ケースと性・年齢・職業等をマッチさせて選出した対照群について、それらの個人騒音暴露と家屋内外の騒音レベルを同時測定して、上記目的に沿った研究を進めることにした。

一方、2) の大気汚染（特にSPM）によるスギ花粉症の発生への影響の可能性に関する疫学研究として、関東内数地域を対象とした横断的調査研究を実施することにした。対象地域の選定に当たっては、SPMの汚染レベルの高低とスギ花粉のシーズン中の飛散量の多寡の組み合わせを考慮したが、SPMが高レベルでスギ花粉飛散数

も多い地域を探すのは比較的困難であった。ところで、各集団内でスギ花粉症のケースを選出するためには、厚生省で検討された質問票を基本とすることとし、別途、一般健診受診者における血清中抗スギ花粉特異的IgE抗体の検査成績との対応関係を調べることによって同法の信頼性を確認した。結果は、質問票による自覚症状による判定が、少なくとも疫学的には十分に満足すべきものであることが示された。以下の本調査は、こうした予備調査の結果を踏まえて行われたものである。

以上、以下の結果報告を通読して頂ければ明らかなように、1)と2)の研究課題のいずれも質問紙を基本とした調査ではあるが、結果は極めて安定しており、十分信頼しうるデータが得られる方法であることが示されている。したがって、環境保健モニタリング手法の1つとして、同法による疫学データの有用性が強く示唆される。本研究を通して、道路交通騒音による中高年女子での不

眠症への影響についてはほぼ定量的に整理され、また、大気汚染によるスギ花粉症発生への増強効果は、少なくとも中高年者では認められなかった。都市環境にかかわる自動車交通による汚染がなお改善されず、夜間の交通騒音やSPMの汚染状況が続いている現状においては、さらに今回検討し切れなかった諸条件についても引き続き検討を重ね、より総合的なモニタリングを継続していくことが必要と思われる。

#### 謝辞

本特別研究を終わるに当たり、これら諸調査研究に多大なるご助言を頂いた客員研究員の方々やセミナー等にご参加頂いた先生方、また快く調査にご協力頂いた関係諸大学、自治体関係者ならびに住民の方々に厚く御礼申し上げます次第である。

## 2 研究の成果

### 2.1 ストレス評価のための心理・生理学的実験研究

#### 一心拍間隔変動 (HRV) のパワースペクトル成分による自律神経系活動評価法に関する基礎的検討一

健康な成人では安静時における心拍間隔は完全に一定ではなく、心拍間隔変動 (HRV: heart rate variability) と呼ばれるゆらぎが観察される。HRV にスペクトル解析を適用すると、呼吸に同調した周波数 0.25 Hz 付近のパワースペクトル成分 (RSA, 呼吸性洞性不整脈), 血圧変動に関連した周波数 0.05~0.15 Hz 付近のパワースペクトル成分 (MWSA, マイヤー波性洞性不整脈), およびその他の成分に分離される (図 1)。近年の研究によれば, RSA の大きさは心臓副交感神経系の, MWSA の大きさは心臓副交感神経系および全身性交感神経系の活動の評価指標となることから, 自律神経系活動の簡便・非侵襲的な評価方法としての HRV の応用が注目されてい

る。本特別研究では, ストレスの生物学的評価法としての上記方法の有用性を検討した。以下では, その応用のために必要な基礎的検討の結果を報告する。

#### 2.1.1 HRV スペクトル成分の変動要因 (食事・呼吸速度) の検討

HRV スペクトル成分は, 測定条件 (食事・呼吸速度等) によって一過性に変動することや, 加齢等により変化することが示唆されているので, その応用に当たっては, 考慮すべき測定条件や, 年齢等との関連についてあらかじめ検討しておく必要がある。

そこで, HRV スペクトル成分に対する食事と呼吸速度の影響に関する実験を行った。すなわち, 1) 第一の実験では, 食事の影響を除いて HRV スペクトル成分を評価するために必要な時間的条件を検討した。2) RSA の大きさは心臓副交感神経系活動あるいは心拍数の変化を伴うことなく呼吸速度によって変化することが報告されているので, これから心臓副交感神経系の活動を評価するには何らかの方法で呼吸速度の影響を除く必要がある。メトロノーム等で呼吸速度を統制する方法は煩雑なので, 第二の実験では, 自律呼吸下での呼吸速度と RSA の大きさの関係を定式化することを目的とし, これによって任意の呼吸速度における RSA の大きさを呼吸速度に対して補正する簡便法について検討した。

##### (1) 対象と方法

健康で喫煙歴のない若年者 11 名 (男子 5 名女子 6 名, 平均年齢 22.0 歳) を対象に, 生理実験室 (温度 25°C, 湿度 50%, 暗騒音 30 dB (A)) において以下の実験を行った。

第一の実験では, 昼食直前と, 食後 0, 30, 60, 90 および 120 分前から各 3 分間, 安静臥位において心電を記録した。記録中はメトロノームを用いて呼吸速度を 0.25 Hz に統制した。食事は常に同じ内容 (673 kcal) で, 12:00 から開始し, 20~25 分で食べ終わった。以上の実験を, 日を替えて 2 回行った。

第二の実験は, やはり日を替えて 2 回, いずれも食後 120 分以上経過してから行った。安静臥位, 座位, 立位のそれぞれの体位において各 3 分間, 呼吸速度を一定に統制 (0.18, 0.20, 0.25, 0.33 Hz) しつつ, 心電を記録した (呼吸速度の順序は被験者間でランダム化した)。ただ

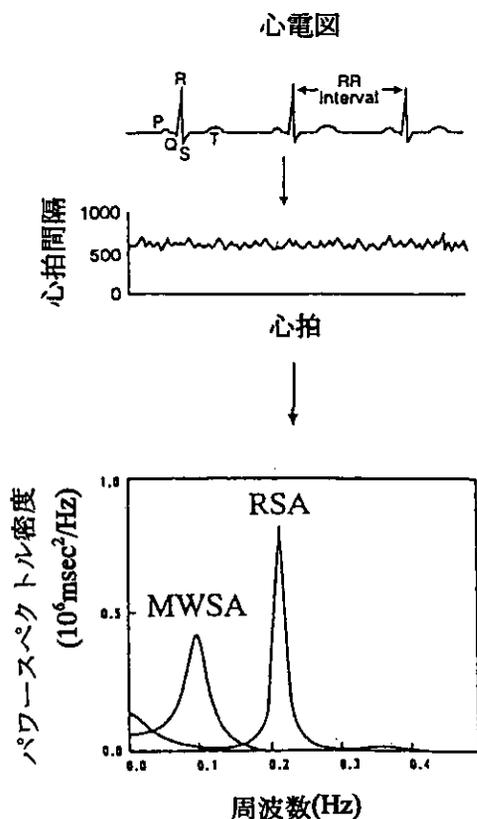


図 1 心拍間隔変動のスペクトルパターン例  
 上: 心拍間隔 (R-R interval) のゆらぎの測定例  
 下: 心拍間隔変動のスペクトル解析例 (RSA, 呼吸性洞性不整脈成分; MWSA, マイヤー波性洞性不整脈成分)

し2日目には各体位において、4通りの統制呼吸下の記録後さらに3分間呼吸を統制せず自立的・規則的呼吸を行わせつつECGを記録した。

HRVスペクトル成分は次の方法により評価した。ECGからタコグラフにより心拍間隔を連続測定し、平均心拍間隔(RR, msec)を求めた。3分間の連続心拍間隔データに自己相関スペクトル解析と要素波解析を適用して、RSAおよびMWSAのパワースペクトル密度(msec<sup>2</sup>)を求めた。これらの値から次式により、RSAおよびMWSAの成分変動係数(C-CV<sub>RSA</sub>, C-CV<sub>MWSA</sub>)を算出した。

$$C-CV_i = (100 \cdot P_i^{1/2}) / RR \quad (\%)$$

ただし、i = RSA or MWSA,

$P_i$  = i成分のパワースペクトル密度

C-CV<sub>RSA</sub>, C-CV<sub>MWSA</sub>はそれぞれ、心臓副交感神経系の活動、および心臓副交感神経系と交感神経系の活動の指標として提案されている。また、C-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>値は交感神経系の活動の指標、あるいはこれと副交感神経系活動とのバランスの指標として提案されているので、この値も算出した。

## (2) 結果

第一の実験から、HRVスペクトル成分の食後の変化を、食事前の値に対する相対値(%)として図2に示す。食事の直後にはC-CV<sub>RSA</sub>の低下と心拍数の上昇(=心拍間隔の低下)がみられた。食後30~90分の間にはC-CV<sub>MWSA</sub>の上昇がみられた。C-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>は食後0~90分の間、有意に上昇した。

第二の実験で呼吸速度を統制した場合、RSA中心周波数( $f_{RSA}$ , Hz)は常に呼吸速度に一致した。 $f_{RSA}$ , MWSA中心周波数( $f_{MWSA}$ , Hz), C-CV<sub>MWSA</sub>およびC-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>には、呼吸速度および呼吸速度統制の有無による変化がみられなかった。他方、C-CV<sub>RSA</sub>は呼吸速度の上昇とともに低下した。すべてのC-CV<sub>RSA</sub>測定値を、同一被験者が同一測定日に呼吸速度0.25Hzにおいて示した値に対する相対値(%)として表した場合、この相対値と呼吸速度(= $f_{RSA}$ )とは両対数グラフ上で直線的関係を示した(図3)。この関係は呼吸速度の統制の有無によらず認められた。なお、以上の結果はいずれの体位においても認められたが、 $f_{RSA}$ に応じたC-CV<sub>RSA</sub>の変化の

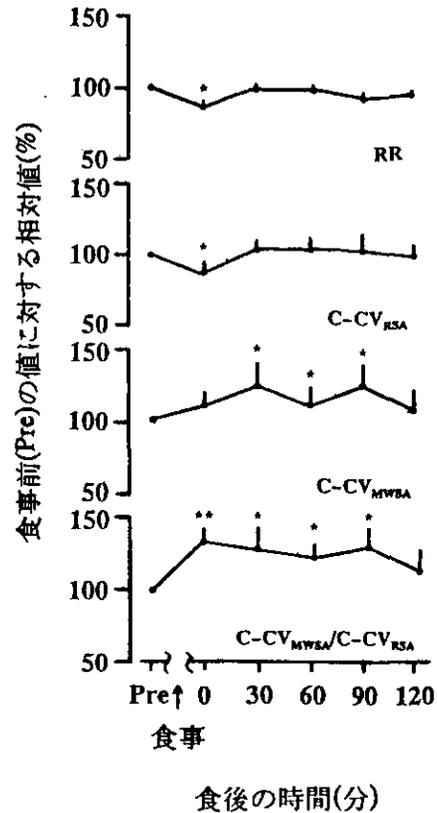


図2 食後の心拍間隔変動の食前値に対する変化割合  
RR=心拍間隔; C-CV<sub>RSA</sub>=RSA成分変動係数;  
C-CV<sub>MWSA</sub>=MWSA成分変動係数。  
いずれも食前(=Pre)の値に対する相対値(%)の平均  
(標準誤差)を示す。  
食前値との差の統計的検定; \* p < 0.05, \*\* p < 0.01。

程度は、立位、座位、臥位の順に大きかった。各体位における両者の関係式(図3)は以下のように書き換えられる。

臥位: C-CV<sub>RSA</sub>(0.25)=

$$\exp(\ln(C-CV_{RSA}(f)) + 0.916 \cdot \ln(f) + 1.270)$$

座位: C-CV<sub>RSA</sub>(0.25)=

$$\exp(\ln(C-CV_{RSA}(f)) + 1.093 \cdot \ln(f) + 1.515)$$

立位: C-CV<sub>RSA</sub>(0.25)=

$$\exp(\ln(C-CV_{RSA}(f)) + 1.144 \cdot \ln(f) + 1.586)$$

ただし C-CV<sub>RSA</sub>(f)=呼吸速度 f(Hz)におけるC-CV<sub>RSA</sub>値。

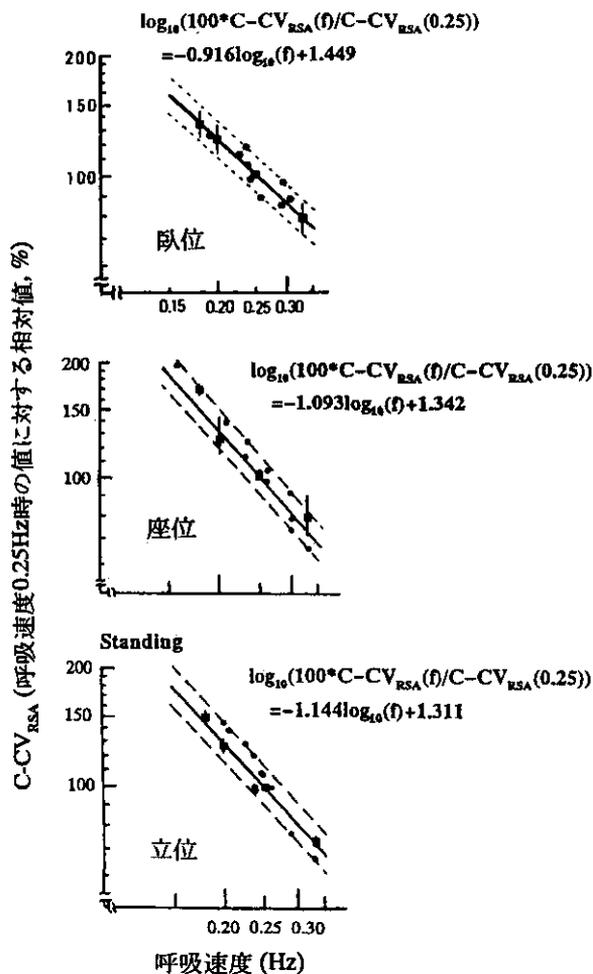


図3 呼吸速度とRSA成分変動係数との関係  
 $C-CV_{RSA}(f)$  = 呼吸速度  $f$  (Hz) における  $C-CV_{RSA}$  値。  
 ■ = 統制呼吸時の  $C-CV_{RSA}(f)$  を同一被験者・同一測定日の  $C-CV_{RSA}(0.25)$  に対する相対値(%)で表した場合の平均(標準誤差)。● = 非統制呼吸時の呼吸速度( $f_{RSA}$ )と  $C-CV_{RSA}(f)$  (上と同様の相対値,%)。直線は統制呼吸時の個別データから求めた回帰直線(回帰式は図中に示す; 破線は $\pm 10\%$ の範囲を示す)。

### (3) 考察

食事直後の心臓副交感神経系の活動低下は消化活動に伴う血管拡張と静脈還流の減少の影響であり、食後90分までの  $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$  の上昇は特異動的作用に関連すると考えられる。なお、食事直後に  $C-CV_{MWSA}$  の上昇がみられなかったのは、同値の上昇が  $C-CV_{RSA}$  の低下によりキャンセルされたためと考えられる。上記の結果から、食事の影響を除いてHRVスペクトル成分を評価するためには、食後120分以上経過している必要があることが明らかになった。

被験者が一定速度で呼吸している場合、 $f_{RSA}$  は呼吸速度に一致するので、図3は呼吸速度が0.18~0.33Hzの

範囲にある場合の呼吸速度に応じた  $C-CV_{RSA}$  の変化を表している。したがって、この範囲の種々の呼吸速度で得られた  $C-CV_{RSA}$  値を互いに比較しようとする場合、上式を用いて  $C-CV_{RSA}$  値を呼吸速度に対して標準化してから比較することができる(呼吸速度が標準値、たとえば0.25Hzであったと仮定した場合の値に補正できる)。上式の関係はメトロノームによる呼吸速度統制の有無にかかわらず成立したので、上の標準化法はメトロノーム等を使わない自立的・規則的な呼吸の場合にも適用することができる。

### 2.1.2 肥満・喫煙・飲酒とHRVスペクトル成分

HRVスペクトル成分に対する加齢の影響、ならびに多量喫煙・多量飲酒の慢性影響がこれまでに報告されている。肥満度指数(BMI, Body Mass Index) 35~45程度の重度肥満者で、心臓副交感神経系の活動が低下していることも示されている。ストレスの生物学的評価指標としてのHRVスペクトル成分の意義を各種環境要因等との関連で検討するためには、上記のようなHRVスペクトル成分の代表的修飾要因の影響を考慮することが不可欠である。他方、上記のHRVスペクトル成分に関連する要因は、突然死や心疾患その他のストレス関連疾患のリスクファクターとしても知られているので、HRVスペクトル成分から評価した心臓自律神経系の活動が上記疾患等の発症・予後にかかわる循環機能異常の指標となる可能性が注目されている。

そこで、成人の一般集団においてみられる程度の軽度の肥満、喫煙、飲酒がHRVスペクトル成分と関連しているかどうかを、加齢の影響を考慮しつつ検討した。

#### (1) 対象と方法

首都圏にある某情報系企業の男子従業員(ホワイトカラー)で、職域定期健康診断の受診者のうち、当日服薬していた者、加療中の疾患を有する者、および食事から2時間以内の受診者を除いた282名を対象とした。平均年齢30.8(21~49)歳、肥満度指数(BMI, 体重/身長<sup>2</sup>)は平均23.0(16.3~36.8)  $\text{kg}/\text{m}^2$ であった。年齢とBMIには弱い正相関があった( $r=0.168, p<0.01$ )。喫煙頻度は「吸わない」47%、「一日24本以下」14%、「一日25本以上」39%で、喫煙頻度と年齢・BMIとの関連はなかった。飲酒頻度は「ほとんど飲まない」20%、「ときどき」48%、「ほとんど毎日」33%で、「ほとんど毎日」は年齢30歳未満群より同30歳以上群に多かった( $p<0.05$ )。飲酒頻度と

BMI との関連はなかった。

上記対象者が職場の定期健康診断を受診した際に、HRV の測定を行った。安静臥位において約 2 分間、および自発的起立後 1 分時から約 2 分間の心電 (ECG) を記録し、これから心拍間隔を連続測定して平均心拍間隔

(RR, msec) を求めた。2 分間の連続心拍間隔データに自己相関スペクトル解析と要素波解析を適用して RSA および MWSA のパワースペクトル密度を求め、2.1.1 で述べた方法により RSA および MWSA の成分変動係数 ( $C-CV_{RSA}$ ,  $C-CV_{MWSA}$ ) を算出し、両者の比  $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$  も求めた。前述のように  $C-CV_{RSA}$  は心臓副交感神経系の活動の指標とされている。また  $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$  は交感神経系の活動、あるいはこれと副交感神経系活動とのバランスの指標として提案されている。

ただし、ECG の記録中、対象者には自律的に規則正しい呼吸をするよう指示した。呼吸速度が  $C-CV_{RSA}$  に及ぼす影響については、RSA 中心周波数 (平均呼吸数に相当) に基づき、2.1.1 で述べた方法によって、呼吸速度が 0.25Hz であったと仮定した場合の値に補正した。

体位別の  $C-CV_{RSA}$  および  $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$ 、さらに起立時のこれらの変化量と年齢との関連をまず検討し、ついで肥満・喫煙頻度・飲酒頻度との関連を、一般線形モデル (GLM) によって年齢の影響を調整しつつ検討した。ただし肥満度については、対象者を BMI の四分位値に従って操作的に 4 つのグループ (1, BMI < 20.5; 2, 20.5 <= BMI < 22.2; 3, 22.2 < BMI < 25.0; 4, 25.0 < BMI) に分割して検討した。

## (2) 結果

$C-CV_{RSA}$  および  $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$  と年齢との相関を表 1 に示す。 $C-CV_{RSA}$  は臥位においても立位においても、加齢とともに低下していた。 $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$  は臥位において加齢とともに上昇していたが、立位では年齢と相関していなかった。一般に、自発的起立に伴い  $C-CV_{RSA}$  は低下し、 $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$  は上昇した。前者の変化は特に若年者 (30 歳未満) で顕著であった。

表 2 は  $C-CV_{RSA}$  および  $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$  と BMI との相関を示す。臥位においては、 $C-CV_{RSA}$  は BMI と負の相関があり、 $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$  は BMI と正相関していた。起立時の  $C-CV_{RSA}$  の変化量は BMI と正相関していた。すなわち、肥満度が高いほど、起立時の  $C-CV_{RSA}$  の低下の度合いは小さかった。なお肥満者では臥位にお

表 1 年齢と心拍間隔変動との相関

体位	心拍間隔変動指標	平均 (標準偏差)	年齢との相関係数
臥位	$C-CV_{RSA}$ (%)	2.3(2.4)	-0.341***
	RATIO	1.2(0.9)	0.149*
立位	$C-CV_{RSA}$ (%)	1.7(1.0)	-0.157*
	RATIO	2.1(1.8)	-0.025
起立時の変化量	$C-CV_{RSA}$ (%)	-0.5(1.2)	0.195***
	RATIO	0.9(1.8)	-0.097

N=267, \*p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\*p < 0.01.  
RATIO =  $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$

表 2 肥満度 (BMI) と心拍間隔変動との相関

体位	心拍間隔変動指標	BMI との相関係数
臥位	$C-CV_{RSA}$ (%)	-0.201***
	RATIO	0.158*
立位	$C-CV_{RSA}$ (%)	-0.028
	RATIO	-0.034
起立時の変化量	$C-CV_{RSA}$ (%)	0.168**
	RATIO	-0.043

N=267, \*p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\*p < 0.001.  
RATIO =  $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$

ける心拍数が大であり、立位時の心拍数の上昇が小さかった。

臥位および立位における  $C-CV_{RSA}$  および  $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$ 、さらに起立時のこれらの値の変化量と年齢との関連は、GLM 解析の結果でも表 1 と同様であった。臥位における  $C-CV_{RSA}$  ( $F=5.3, p<0.01$ )、および起立時の  $C-CV_{RSA}$  の変化 ( $F=5.7, p<0.001$ ) は BMI と関連していたが、他の HRV スペクトル成分と BMI との関連は認められなかった。喫煙頻度および飲酒頻度はいずれの目的変数とも関連していなかった。年齢・喫煙頻度・飲酒頻度の影響を統計学的に調整した場合の BMI カテゴリ一別の  $C-CV_{RSA}$  および  $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$  (いずれも最小 2 乗平均) を図 4 に示す。

## (3) 考察

心臓副交感神経系の活動は加齢とともに低下することが報告されているが、上の結果でもこれは明らかであった。さらに、高度肥満者や糖尿病を伴う肥満者では心臓副交感神経系の活動の低下が報告されており、動物実験でも同様の結果が報告されているが、上の結果は、健康な軽度肥満者 (BMI = 25 ~ 36 程度) でも同様に心臓副交感神経系の活動が低下していることを示している。

以上より、HRV スペクトル成分から評価した心臓副交感神経系の活動を評価する際には、加齢とともに肥満の

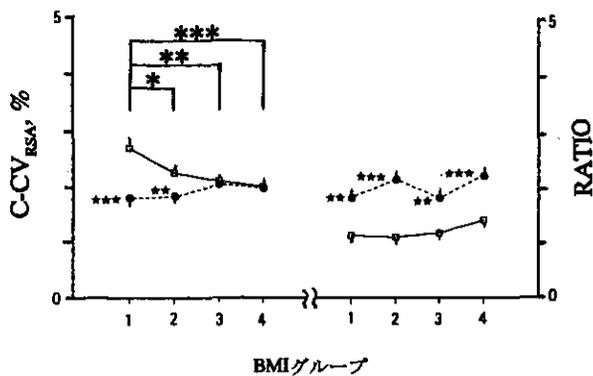


図4 肥満度と心拍間隔変動  
 N=282。□は臥位，●は立位のデータ。RATIO=C-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>。C-CV<sub>RSA</sub>およびRATIOは年齢・喫煙頻度・飲酒頻度の影響をGLMにより統計的に調整した最小2乗平均値(標準誤差)。  
 BMIグループ：1, BMI <20.5；2, 20.5 ≤ BMI <22.2；3, 22.2 ≤ BMI <25.0；4, 25.0 ≤ BMI。  
 グループ間の値の差の統計的比較：\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001。  
 臥位と立位の差の検定：\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001。

影響をも考慮する必要があることが示唆された。

なお、このような肥満による心臓副交感神経系の活動の低下が可逆的な変化であるかどうかについても、別途検討を行った。すなわち、上と同じ職場で実施された栄養指導と運動指導による減量教室の参加者を対象として、肥満度が変化した場合のHRVスペクトル成分の変化について検討した。結果の詳細は示さないが、指導前後のC-CV<sub>MWSA</sub>の変化量は肥満度指標(BMI, Broca指数, 体脂肪率)の変化量と有意に正相関していた(たとえば体脂肪率では年齢調整済み偏相関係数0.627, p<0.05)。指導前後のC-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>の変化量についても同様の傾向が示された。職場での減量指導には種々の制約があるので対象者の体重変化量は大きなものではなかったが、以上のことより、肥満によって交感神経優位型に傾いた自律神経系活動のバランスが減量によって回復可能であることが示唆された。

他方、アルコール依存症患者やヘビースモーカーでも心臓副交感神経系の活動が低下しているとの報告があるが、しかし今回の対象者でみられた範囲の喫煙頻度・飲酒頻度では、同様の影響は明瞭でなかった。

### 2.1.3 起立時のHRVと血圧の変化

HRVスペクトル成分によって評価される自律神経系の活動が個体のストレス状態の指標としてどのような意義を有するのかを詳しく知るために、本特別研究ではい

くつかの側面から生理学的検討を行った。以下ではその一環として、安静臥位から立位への体位変換に伴うHRVスペクトル成分の変化量の意義について、連続的にモニターした血圧の変化との関係から検討した結果を報告する。

#### (1) 対象と方法

某企業の男子従業員で職域定期健康診断の受診者のうち、当日服薬者、加療中の疾患を有する者、および食事から2時間以内の受診者を除いた48名を対象とした(平均年齢30.5歳)。

5分間の臥位ベッド上安静の後、自発的起立による3分間の立位保持を行わせ、その間の心拍間隔を連続測定するとともに、並行して非観血的連続自動血圧計フィナプレスを用いて立位変換後10秒ごとの収縮期血圧および拡張期血圧を記録した。以上の測定中、対象者には自律的に規則正しい呼吸を行わせた。

臥位安静時と起立後1分時からの100拍の心拍間隔にスペクトル解析を適用し、2.1.1で述べた方法によりC-CV<sub>RSA</sub>、C-CV<sub>MWSA</sub>およびC-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>を求めた。ただしC-CV<sub>RSA</sub>については、2.1.1で述べた方法により呼吸速度が0.25Hzであったと仮定した場合の値に補正した。

#### (2) 結果

収縮期・拡張期血圧とも、起立後に一過性に低下してから再上昇し、起立後1分時にはほぼ安定した。起立前に比べると収縮期血圧はやや高め、拡張期血圧はやや低めにおちついた。

収縮期および拡張期血圧の起立前値と比較して、起立後40秒以内の変化量は、起立前のC-CV<sub>RSA</sub>と負の相関があり、起立前後のC-CV<sub>RSA</sub>変化量とは正の相関があった。他方、起立後40秒以内の収縮期および拡張期血圧の変化量は、起立前のC-CV<sub>MWSA</sub>およびC-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>と正相関があり、起立前後のC-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>変化量とは負相関があった。

起立後1分以降の収縮期血圧の変化量は、起立後1分以降のC-CV<sub>MWSA</sub>と負の相関があった。

#### (3) 考察

一般に、安静臥位においてC-CV<sub>RSA</sub>が大きくC-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>が小さい人は、起立時のC-CV<sub>RSA</sub>の低下が大きくC-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>の増加も大きいことが報告され

ている。上の結果もこれと一致するとともに、そのような特徴をもつ人では起立直後の一過性血圧低下が大きく、それだけ血圧回復も遅れがちであることを示唆している。体位変化時のHRVスペクトル成分の変化は体位変動に伴う血圧の変化と密接な関連があることが推測されてきたが、今回の結果はこの推測を確認するものである。

一方、立位後の血圧が低い場合に  $C-CV_{MWSA}$  が大きかったのは、血圧の低レベルを代償すべくMWSA成分の活動、すなわち末梢血管運動に関連する交感神経系活動が強まったのではないかと解釈される。

しかし、起立後1分以降の血圧と  $C-CV_{RSA}$  との関連はみられなかった。この点は、少数の若年者についての実験において「立ちくらみ」を訴える者の特徴として報告されてきたことを、確認する結果である。また、このような起立後1分以上経過してからの「立ちくらみ」と、起立直後数十秒以内における「立ちくらみ」とでは、自律神経系の機能に異なる特徴があることが示唆される。

#### 2.1.4 睡眠中のHRVスペクトル成分

HRVには前述のように、同一個人内でも状態に応じた変動がみられる。HRVスペクトル成分から評価した自律神経系活動の、ストレスの生物学的評価法としての意義を明らかにするため、睡眠時の同活動についても基礎的検討を行った。すなわち、ほぼ「絶対安静」状態にあると考えられる睡眠時のHRVスペクトル成分と、脳波からみた睡眠深度あるいは睡眠深度の指標とされる脳波のデルタ波パワー(DWA, 周波数帯域0.5~4.0Hz)との関連を検討した。

##### (1) 対象と方法

健康な若年者13名を対象として、生理実験室で以下の実験を行った。対象者に自然睡眠(23:00~8:00)をとらせ、睡眠中の180秒ごとのHRVと脳波(頭頂部双極誘導)をそれぞれ記録した。HRVにはスペクトル解析(高速フーリエ解析(FFT)または最大エントロピー法(MEM)による)を適用し、周波数帯域ごとのパワー(0.005~0.01, 0.01~0.02, 0.02~0.03, 0.03~0.05, 0.05~0.15, 0.15~0.50Hz)を算出した。このうち最後の2つの帯域成分がそれぞれ、MWSAおよびRSA成分に相当する。一方、脳波からは視察による睡眠段階判定(Rechtschaffen & Kalesによる国際分類)と、FFTによる周波数帯域別パワーの算出を行い、0.05~4.0Hzの

帯域のパワーをDWAとした。

##### (2) 結果

ノンレム睡眠の範囲で睡眠段階とHRVスペクトル成分との関連をみると、睡眠深度に応じて  $C-CV_{MWSA}$  およびMWSAとRSAのパワー比 ( $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$  と同等) は低下したが、 $C-CV_{RSA}$  と睡眠深度との関連は明確でなかった。レム睡眠時のHRVスペクトル成分は覚醒時と類似のレベルにあった(図5)。

HRVスペクトル成分については全般に、FFTよりもMEMから得た値の方がDWAとの良好な相関を示した。特に0.05Hz以下の帯域のHRVスペクトル成分パワーはいずれも、DWAと高い負の相関を示した。中でもっともDWAとの相関が高く、かつ相関の個人差が小さい指標は、最低周波数帯域(0.005~0.01Hz)のパワーであった(相関係数-0.687~-0.309, 中央値-0.510)。また、HRVスペクトル成分とDWAの相互相関をみると、タイムラグ=0をピークとして、時間的にHRVがDWAに先行する側で緩やかなカーブを描いた。

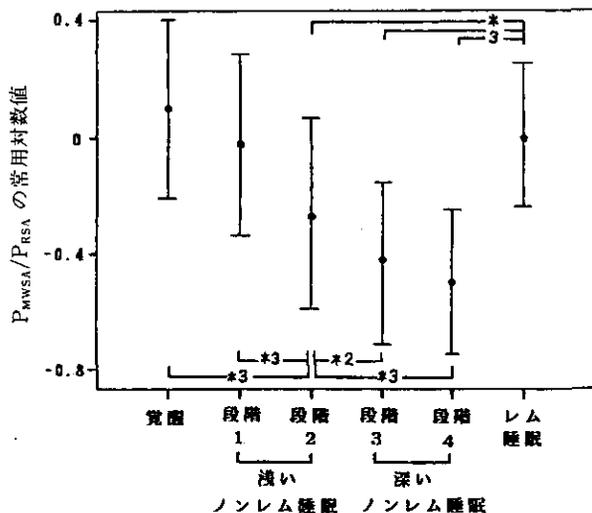


図5 脳波からみた睡眠段階別の交感神経系活動  $P_{MWSA}, P_{RSA}$  はそれぞれ心拍間隔変動のMWSAおよびRSA成分のパワー、両者のパワー比の対数値は  $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$  と同様に交感神経系活動の指標の一つとなる。

##### (3) 考察

DWAは睡眠深度ないし睡眠の要求量の指標とされている。上の結果は、HRVスペクトル成分の最低周波数帯域パワーないしMWSAとRSAのパワー比が睡眠深度の指標となること、すなわち脳波に代わって睡眠状態をモニターする簡便な指標となりうることを示唆してい

る。このことはさらに、これらの値が覚醒・安静時の個人の安静レベルの指標ないし「精神的緊張度」の指標となる可能性を予測させる。

### 2.1.5 タイプA行動特性と飲酒・喫煙・仕事・肥満およびHRVスペクトル成分との関連

タイプA行動パターン (Type A Behavior Pattern: TABP) は初め虚血性心疾患のリスクファクターとして指摘された行動特性であるが、環境とストレスとの関係を修飾する可能性がある個体要因の一つとしても位置づけられる。すなわち、TABPと心理・生理的ストレス反応との関連 (特にTABPと交感神経優位の状態との関連) が報告されている一方、TABPがストレスに関連する生活習慣や保健行動と関連している可能性も示唆されている。また、いわゆるワークストレスや消耗性の抑うつ状態を招きやすい行動特性である可能性も注目されている。しかし、TABPとストレス関連疾患との間のメカニズムは、存在するにしても単純ではないと考えられている。

そこで、TABP評価法の1つであるボートナー尺度を用いて、TABPと喫煙・飲酒等の生活習慣との関連、およびTABPとHRVスペクトル成分により評価した自律神経系活動との関連について検討した。

#### (1) 対象と方法

首都圏にある情報産業系某企業の男子従業員 (ホワイトカラー) で、職場の定期健康診断の受診者のうち、当服用薬者、加療中疾患を有する者、および食事から2時間以内の受診者を除いた222名を対象とした。平均年齢は

30.8歳 (21~42歳)、肥満度指数 (BMI, Body Mass Index) の平均は23.3kg/m<sup>2</sup>であった。対象者のその他の背景を、表3に示す。

定期健康診断の際に、安静臥位において約2分間、および自発的起立後1分時から約2分間の心電を記録し、この記録から心拍間隔を測定してスペクトル解析に供し、2.1.1で述べた方法で心拍数およびC-CV<sub>RSA</sub>、C-CV<sub>MWSA</sub>、C-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>を求めた。記録中は自律的に規則正しい呼吸を指示した。C-CV<sub>RSA</sub>値は前述の方法により呼吸速度0.25Hzの場合の値に補正した。対象者はライフスタイル、TABP等に関する問診票に記入した。

TABP評価法としては、もっとも簡便な質問紙の一つであるボートナーの自己評定尺度 (7項目版) を用いた。各項目に対して4~5個の選択肢から回答を選ばせ、これらを得点化して合計し、ボートナースコアを算出する。ボートナースコアは7~34点の範囲に分布し、高得点ほどTABP傾向を示す。ボートナースコアには十分な再現性が報告されている。今回の対象者における信頼性係数は0.65で、実用に耐える内の一貫性も認められる。ボートナースコアには他の質問紙により評価したTABPとの併存的妥当性が認められており、モーズレイ性格検査 (MPI) の外向性得点との正相関も報告されている。

ボートナースコアと、問診票で回答された飲酒頻度、喫煙頻度・残業時間・通勤時間・睡眠時間等の生活習慣との関連、およびHRVスペクトル成分との関連を検討した。

表3 対象者の背景

婚姻状況	既婚	64%	最近3カ月の残業時間 (1カ月当たり)	20hr/月未満	17%
	未婚	36%		20-60hr/月	49%
職種	システムエンジニア	71%	60hr/月以上	34%	最近3カ月の休日出勤日数 (1カ月当たり)
	営業	12%	1日/月未満	47%	
	事務	10%	1-2日/月	38%	
	管理職	3%	3日/月	12%	
喫煙頻度	その他	4%	5日/月以上	3%	片道通勤時間
	吸わない	47%	90min未満	73%	
飲酒頻度	1-19本/日	13%	90min以上	27%	平日の睡眠時間
	20本以上/日	40%	5hr未満	8%	
	ほとんど飲まない	17%	5-6hr	50%	
一日15分以上の汗ばむ程の運動	ときどき	51%	6hr以上	42%	
	ほとんど毎日	31%			
	ほとんどしない	49%			
	月1-2日程度	24%			
	週1日程度	16%			
	週2日以上	12%			

(2) 結果

ボートナースコアの平均(標準偏差)は23.6(3.4)点で、年齢との相関はみられなかった。

ほとんど毎日飲酒する者は、ボートナースコアの高得点群で有意に多かった(表4)。一回飲酒量とボートナースコアには正相関がみられた(順位相関係数=0.207,  $p<0.001$ )。1日20本以上喫煙する者は、ボートナースコアの高得点群で有意に多かった(表4)。最近3カ月の平均残業時間が60時間/月を超える者の割合は、ボートナースコアと関連していなかった。しかし、ふだんの労働時間が9時間未満である者はボートナースコアの低得点群で有意に多く、上位25%群には皆無だった(表4)。職種によるボートナースコアの差はみられなかった。

主観的な仕事負担感等の評価に関する20の質問項目とボートナースコアとの関連をみると、主として仕事の達

成感や仕事の自由度に関連する項目で、正相関がみられた(表5)。

抑うつ度の評価尺度であるSDSスコアとボートナースコアの間には、負相関がみられた( $r=-0.214$ ,  $p<0.01$ )。

睡眠時間(平日、休日)、日頃の熟睡感、および運動習慣(徒歩20~30分程度の距離ならば歩くか、階段をよく利用するか、15分以上の汗ばむ程度の運動を行う頻度、休日に外出して活動的に過ごす頻度の4項目)とボートナースコアとの関連はみられなかった。

ボートナースコアとHRVスペクトル成分との間に相関はみられず(表6)、年齢・肥満・喫煙・飲酒の影響を調整してもやはり関連はみられなかった。

ただし、ボートナー尺度の各項目ごとにHRVスペクトル成分との関連を検討した場合、「一度にたくさんのこと

表4 タイプA行動特性と飲酒・喫煙・残業時間

変数	Bortner得点				傾向性の検定
	14-21	22-23	24-26	27-32	
ほとんど毎日飲酒する人の割合	24%	20%	38%	46%	$p<0.01$
一日20本以上喫煙する人の割合	35%	24%	46%	50%	$p<0.05$
最近3カ月の平均で 月60時間以上残業した人の割合	19%	27%	19%	24%	有意の傾向なし
ふだん労働時間が 9時間/日未満の人の割合	13%	12%	10%	0%	$p<0.01$

表5 Bortnerスコアと主観的な仕事評価との関連

因子	項目	r
1)仕事の質的負担感	人間関係のトラブルがよくある	N.S.
	複雑で困難な仕事が多い	N.S.
	仕事に行き詰まることがよくある	-0.152*
	経験だけで対処できない仕事が多い	N.S.
	メンバーの意志疎通がよくない	N.S.
2)仕事の量的負担感	職場や仕事先に苦手な人がいる	N.S.
	仕事が多すぎる	N.S.
	仕事をこなしきれない	N.S.
	猛烈に働くことが必要だ	N.S.
3)仕事の達成感	よく期限に追われて仕事する	N.S.
	能力が発揮できる	0.262***
	達成感や満足感が得られる	0.208***
4)同僚の支援	やりがい、誇りがもてる仕事だ	0.217**
	仕事上の困難に援助・助言が得られる	N.S.
	仕事スムーズにゆくよう配慮される	N.S.
5)仕事の自由度	気軽に話ができる	0.233***
	個人的な問題にも相談に乗ってくれる	0.167*
	進め方を自分で決められる	0.282***
	ペースを自分で決められる	0.150*
	仕事に自分の意見を反映できる	0.366***

仕事評価スコアとBortnerスコアとのピアソン相関係数r。  
 相関の統計的有意性：\*\*\* $p<0.001$ , \*\* $p<0.01$ , \* $p<0.05$ 。  
 N.S.；有意の相関なし(rは省略)。

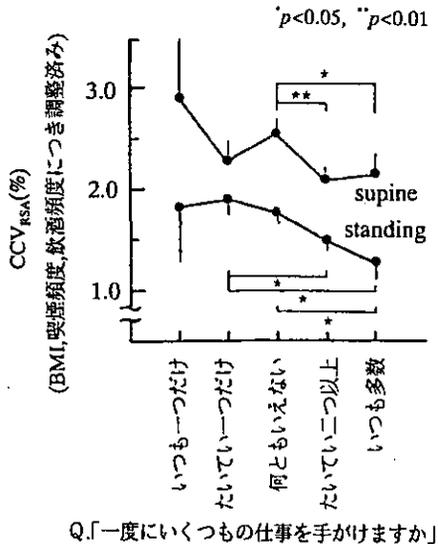
を手がける」という項目のみがHRVスペクトル成分と関連していた。すなわち、この質問に肯定的に回答した者ほど、安静臥位においても立位においてもC-CV<sub>RSA</sub>が有意に低かった(図6)。「一度にたくさんのことを手がける」者では、臥位における心拍数が有意に高く、立位でも同様の傾向がみられた。

ここで、「一度にたくさんのことを手がける」という傾向は、平日・休日の睡眠時間、熟睡感、あるいは通勤時間と関連していなかった。しかし、「一度にたくさんのことを手がける」者には、長時間残業者が多かった。そこで、残業時間の影響を調整して「一度にたくさんのことを手がける」傾向とC-CV<sub>RSA</sub>との関係を再解析したところ、両者の関連は認められなかった。

表6 ポートナースコアと心拍間隔変動指標との相関

	体位	
	臥位	立位
C-CV <sub>MWSA</sub>	-0.011	-0.042
C-CV <sub>RSA</sub>	-0.104	-0.041
RATIO	0.072	-0.002

Pearson 相関係数, N=222  
 RATIO=C-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>  
 いずれも有意の相関なし。



Q.「一度にいくつもの仕事を手がけますか」

図6 タイプA関連行動特性と心臓副交感神経系活動との関連  
 C-CV<sub>RSA</sub>=RSA成分変動係数,%(心臓副交感神経系の活動の指標);上=安静臥位,下=立位における値。  
 いずれも肥満指数(BMI)・喫煙頻度・飲酒頻度の影響を統計学的に調整した最小2乗平均(標準誤差)値。  
 Q.に対する回答間の最小2乗平均値の比較;\* p<0.05,  
 \*\* p<0.01.

### (3) 考察

ポートナースコアの平均点は地域住民について報告されている成績に比べやや高かった。大企業のホワイトカラー社員では地域の一般住民に比べてTABPが多いという可能性もあろう。ポートナースコアが年齢と関連しなかったことは、過去の報告と一致する。本対象者はほとんどがシステムエンジニアであったために、職種とポートナースコアとの関連がみられなかったのであろう。

この職場では、「ふだんの労働時間」は仕事要求量がさほど高くはない時の個人の行動の傾向を表し、残業時間は仕事要求量が高い場合の多忙さを示すと考えられる。したがって上の結果は、外的要因による規制が比較的小さい場合にはTABPが長時間労働と関連しているが、外的要因の影響が強い場合の残業時間は必ずしもTABPと関連していない、ということを示唆している。しかし、TABP傾向の者が仕事の負担を多く感じていたわけではない。むしろ、仕事上で達成感、仕事の自由度および同僚・上司との対人関係の円滑さを多く感じており、その抑うつ度は低かった。

TABPと飲酒頻度・飲酒量および喫煙頻度には、正の関連が認められた。この結果は過去の報告とほぼ一致する。TABPと肥満度との正相関がみられた点も、過去の報告とほぼ一致する。

以上のように、TABPと喫煙習慣・飲酒習慣・勤務時間などの生活習慣との間に関連がみられ、またTABPと肥満度との正相関もみられたことから、TABPとストレスあるいはストレス関連疾患との関係を検討するには、上記の関連に留意する必要がある。

しかし、TABPは安静臥位・立位における心臓自律神経系活動とは関連していなかった。TABPと自律神経機能との関連があるとすれば、何らかのストレスが負荷された場合においてであるかもしれない。ただし、「一度にたくさんのことを手がける」者では安静時の心臓自律神経系の活動が低下していることが示唆され、これは長時間残業とも関連している可能性が示唆された。そのような人の実際の活動内容およびHRV等の日内変動について、詳しい経時的検討を行う必要があると考えられる。

### 2.1.6 精神作業と同作業後の騒音暴露のHRVスペクトル成分に対する複合影響

精神作業および騒音はそれぞれ、ストレスラーとして自律神経系とくに交感神経系の反応をひき起こす場合が

ある。ただし、これらの反応は概して一過性である。これらの要因の自律神経系に対する複合影響については知見が少ないので、同影響を HRV スペクトル成分を用いて評価できるかどうか検討するために実験を行った。

(1) 対象と方法

健康で喫煙歴のない若年者11名(男子5名女子6名、平均年齢22.0歳)を対象に、生理実験室(温度25°C、湿度50%、暗騒音30dB(A))において以下の実験を行った(図7)。

Q1, Q2) 食後120分以上経過してから、15分の休息後に安静臥位における HRV を測定し、引き続き VDT を用いた暗算作業を90分または45分負荷した後、再び安静臥位において HRV を測定。

N1, N2) 同様にして、作業後の休息時に等価騒音レベル70dB(A)または60dB(A)の道路交通騒音を暴露しながら HRV を測定。

C) 最初の HRV 測定後、作業なしで直ちに等価騒音レベル70dB(A)の道路交通騒音を暴露しながら HRV を測定。

M) N1と同様にして、作業後の休息時に市販の「快適音楽」を等価騒音レベル70dB(A)で暴露。

HRV の解析方法は2.1.1で述べたのと同様で、心拍数、 $C-CV_{MWSA}$ 、 $C-CV_{RSA}$ および $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$ をそれぞれ算出した。

(2) 結果

いずれの条件でも、心拍数あるいは $C-CV_{RSA}$ に対する作業なし音暴露の影響は認められなかった。しかし、 $C-CV_{MWSA}$ と $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$ に対しては以下のような結果が得られた(両者の結果はほぼ同等なので、 $C-CV_{MWSA}$ に関する結果のみを図8に示す)。

作業直後に $C-CV_{MWSA}$ と $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$ は上昇したが、静穏条件下ではすみやかに回復した(Q1, Q2)。

作業後に道路交通騒音を暴露した場合(N1, N2)には両値とも回復が遅れ、より高値を示した。この影響は騒音暴露レベルが高いほど大きかった。しかし、作業なしで騒音のみを暴露した場合(C)には、騒音による HRV スペクトル成分への影響は見られなかった。

道路交通騒音と同レベルの快適音楽を暴露した場合(M)には、作業後の $C-CV_{MWSA}$ と $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$ の回復が静穏下に比べむしろ促進された。

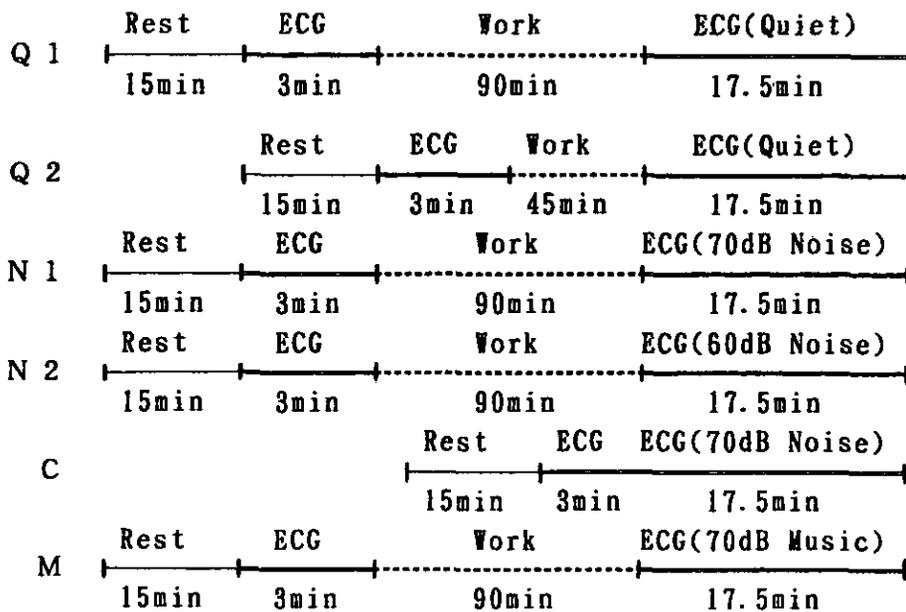


図7 実験条件

Rest, 安静臥位での休息; ECG, 安静臥位での心電記録; Work, VDT を用いて最大努力による暗算作業; Quiet, 静穏条件(暗騒音30dB(A)); Noise, 現場で採録した道路交通騒音; Music, 市販の「快適音楽」。  
 Q1=90分の作業後に静穏下で休息,  
 Q2=45分の作業後に静穏下で休息,  
 N1=90分の作業後の休息時に等価騒音レベル70dB(A)の道路交通騒音を暴露,  
 N2=90分の作業後の休息時に等価騒音レベル60dB(A)の道路交通騒音を暴露,  
 C=作業なしで直ちに N1と同じ等価騒音レベル70dB(A)の道路交通騒音を暴露,  
 M=90分の作業後の休息時に市販の「快適音楽」を等価騒音レベル70dB(A)で暴露。

C-CV<sub>MWSA</sub>の作業前または音暴露前(Pre)の値に対する相対変化(%)

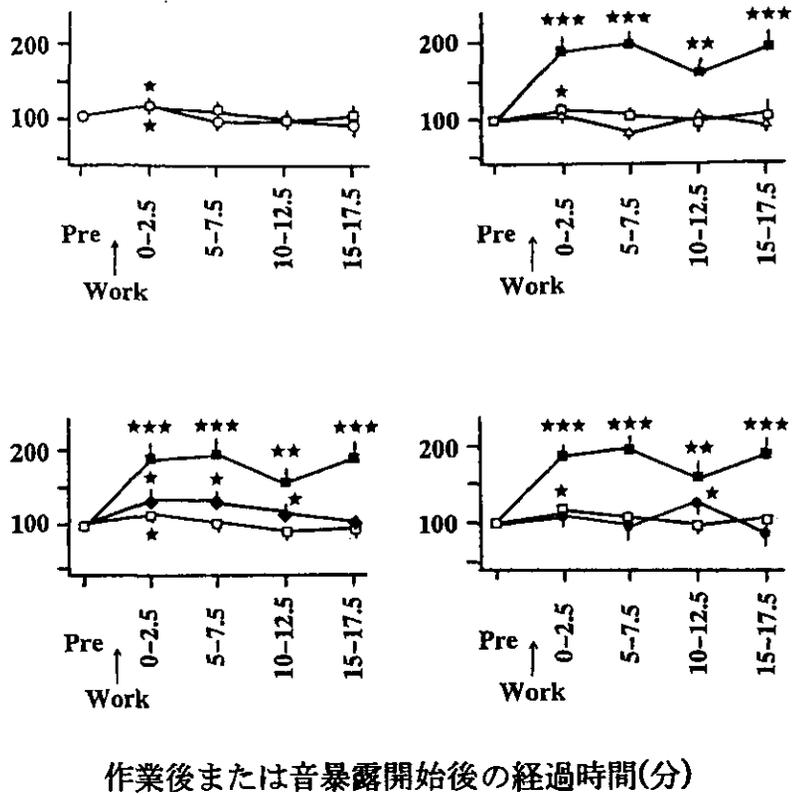


図8 精神作業と作業後の音暴露による交感神経系活動への複合影響  
 横軸、作業(Work)後または音暴露開始後の経過時間。縦軸、安静臥位における心拍変動のMWSA成分変動係数の作業前または音暴露前(Pre)値に対する相対値、%(平均、標準誤差、N=11)。  
 ただし以下の各条件における結果を4枚の図に分けて示してある。  
 □=90分の作業(Work)後に静穏下で休息した場合(Q1)；○=45分の作業(Work)後に静穏下で休息した場合(Q2)；  
 ■=90分の作業後70dB(A)の道路交通騒音を暴露(N1)；◆=90分の作業後60dB(A)の道路交通騒音を暴露(N2)；  
 △=作業なしで70dB(A)の道路交通騒音を暴露(C)；●=90分の作業後に市販の「快適音楽」を70dB(A)で暴露(M)。  
 作業前または音暴露前(Pre)値との差：\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001。  
 実験条件間の差：0分以降の全時点において、N1およびN2とQの間有意差あり(p<0.01またはp<0.05)、  
 同様にN1とCおよびMの間にも有意差あり(p<0.05)。

### (3) 考察

実験的な精神作業負荷は一過性の交感神経系活動亢進状態をもたらすが、これは休息によりすみやかに回復することが示された(Q1, Q2)。しかし同時に、この回復過程が休息中の音暴露条件(レベル、音の種類)により影響を受けることも示された(N1, N2, M)。

特に興味深いのは、それ自体を単独暴露してもHRVに影響しない(C)ような道路交通騒音を作業後に暴露した場合に、交感神経系の活動に対する複合影響がみられた(N1, N2)ことである。この結果は、精神作業負荷によって騒音刺激に対する交感神経系の反応性が亢進したことを示唆している(同一個体であっても騒音暴露時の状態によって自律神経系の反応性に差を生じる場合の一

例といえる)。見方を変えれば、作業後の交感神経系活動亢進状態からの回復過程を、道路交通騒音が阻害したということもできる。

ただし、音レベルが同じでも市販の「快適音楽」の場合(M)には全く結果が異なった。この音楽聴取により喚起された感情が、自律神経系活動に影響した可能性が考えられる。

なお、一連の実験を通じて、心臓副交感神経系の活動への作業・音暴露の影響は認められなかった。また、HRVへの影響は認められなかったことから、交感神経系活動への影響は、心拍数を変化させるほどには強くなかったことが示唆される(心拍数よりC-CV<sub>MWSA</sub>の方が感度の高い指標であることが示唆される)。

## 2.2 都市環境における複合的ストレス状況の評価のための調査研究

### 2.2.1 職域におけるストレス評価に関する断面調査

超都市化環境における生活の一つの典型として、大都市勤労者における遠距離・長時間通勤や残業・変形労働時間を挙げる事ができる。これらの条件は、それ自体がストレス要因となりうるだけでなく、都市生活者の生活時間全体を圧迫して睡眠時間の短縮をきたすなど、複合的に健康への影響をもたらす可能性が憂慮されている。本研究では大都市に勤務する職域集団を対象として、長時間残業や遠距離通勤によるストレスを自律神経系への影響として検出しうるかどうかを、HRV スペクトル成分による自律神経系活動評価法を用いて検討した。ただし前述のように、この方法により評価した自律神経系活動は加齢・肥満等の影響を受けるので、これらの影響を考慮に入れて検討した。

#### (1) 対象と方法

首都圏にある情報産業系某企業の男子従業員（ホワイトカラー）で、職場の定期健康診断の受診者のうち、当日服薬者、加療中疾患を有する者、および食事から2時間以内の受診者を除いた222名を対象とした。平均年齢30.8(21~42)歳、肥満度指数(BMI)の平均は23.3kg/m<sup>2</sup>であった。対象者のその他の背景を、表7に示す。

定期健康診断の際に、安静臥位において約2分間、および自発的起立後1分時から約2分間の心電を記録し、この記録から心拍間隔を測定してスペクトル解析に供し、2.1.1で述べた方法により心拍数、HRV スペクトル成分(C-CV<sub>RSA</sub>, C-CV<sub>MWSA</sub>, C-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>)を求

めた。記録中は自律的に規則正しい呼吸をするよう指示し、C-CV<sub>RSA</sub>値は2.1.1で述べた方法により呼吸速度0.25 Hzの場合の値に補正した。健診時に対象者は、ライフスタイル等に関する問診票に記入した。

HRV スペクトル成分と残業時間、通勤時間等との関連を、一般線形モデル(GLM)によって年齢・BMI・喫煙頻度・飲酒頻度の影響を調整しつつ検討した。

#### (2) 結果

遠距離通勤者では長時間残業者が少なかった(表8)。加齢・肥満・喫煙・飲酒頻度の影響を統計学的に調整した上で、残業時間・通勤時間とC-CV<sub>RSA</sub>, C-CV<sub>MWSA</sub>, C-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>との関連を調べたところ、以下のことが明らかになった。

1)最近3カ月の残業時間が60時/月以上の群では、臥位におけるC-CV<sub>RSA</sub>が低い傾向にあり、立位では同値が有意に低かった。C-CV<sub>MWSA</sub>とC-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>については、臥位においては残業時間との関連はみられなかったが、立位では残業時間60時/月以上群のC-CV<sub>MWSA</sub>とC-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>が有意に高かった。(図9)

2)片道通勤時間90分以上の群では、安静臥位におけるC-CV<sub>RSA</sub>が有意に低く、立位でも同傾向がみられた。同群では立位におけるC-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>が有意に高かった。(図10)

3)残業時間と通勤時間は独立にHRV スペクトル成分と関連しており、交互作用はみられなかった。

仕事についての主観的な負担感・ストレス感と残業時間との関係について調べた。仕事の主観的負担感につい

表7 対象者の背景

婚姻状況	既婚	64%	最近3カ月の残業時間(1カ月当たり)	
	未婚	36%	20hr/月未満	17%
職種	システムエンジニア	71%	20-60hr/月	49%
	営業	12%	60hr/月以上	34%
	事務	10%	最近3カ月の休日出勤日数(1カ月当たり)	
	管理職	3%	1日/月未満	47%
	その他	4%	1-2日/月	38%
喫煙頻度	吸わない	47%	3日/月	12%
	1-19本/日	13%	5日/月以上	3%
	20本以上/日	40%	片道通勤時間	
飲酒頻度	ほとんど飲まない	17%	90min未満	73%
	ときどき	51%	90min以上	27%
	ほとんど毎日	31%	平日の睡眠時間	
一日15分以上の汗ばむ程の運動	ほとんどしない	49%	5hr未満	8%
	月1-2日程度	24%	5-6hr	50%
	週1日程度	16%	6hr以上	42%
	週2日以上	12%		

表8 通勤時間と残業時間の関連

片道通勤時間	最近3カ月の残業時間(時/月)		
	0-20	20-60	60-
60分未満(N=65)	6(9%)	42(65%)	17(26%)
60-90分(N=96)	14(15%)	58(60%)	25(26%)
90分以上(N=61)	15(25%)	39(64%)	7(11%)

傾向性の検定,  $p < 0.01$ .

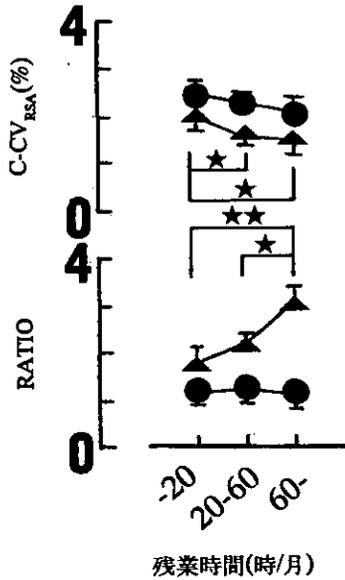


図9 残業時間と心拍間隔変動

C-CV<sub>RSA</sub>, RSA成分変動係数(%、心臓副交感神経系活動の指標); RATIO, MWSAとRSAの成分変動係数の比 C-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>(交感神経系活動の指標). ●=臥位; ▲=立位. いずれも年齢・肥満度指数・喫煙頻度・飲酒頻度・通勤時間の影響をGLMにより統計学的に調整した最小2乗平均値と標準誤差(\*\*\* $p < 0.01$ , \*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$ ).

ての20項目の回答を因子分析した結果、仕事の質的負担感・仕事の量的負担感・仕事の達成感・同僚上司のサポート・仕事の自由度の5因子を得た。各々の因子に負荷の大きい項目をスコア化して加算した5つのスコアと残業時間との関係を見ると(表9)、残業時間が長いほど仕事の量的負担感が強かったが、質的負担感には差がなかった。仕事の達成感は、残業時間が中程度の場合に高かった。なお、通勤時間と仕事についての仕事の主観的負担感との関連はなかった。

長時間残業者の生活時間についても検討した。長時間残業者(残業時間60時/月以上)は最近1カ月の休日出勤日数が多かった。通勤時間と休日出勤日数との関連はなかった。長時間残業者は平日の睡眠時間が短かったが、

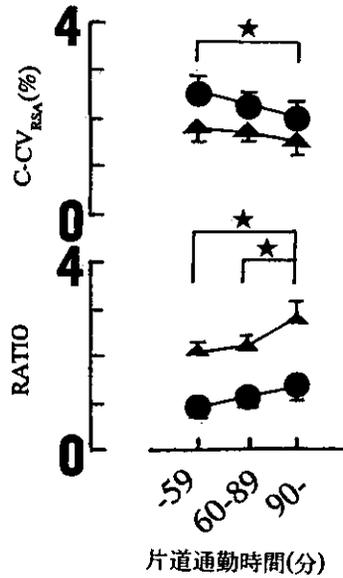


図10 通勤時間と心拍間隔変動

C-CV<sub>RSA</sub>, RSA成分変動係数(%、心臓副交感神経系活動の指標); RATIO, MWSAとRSAの成分変動係数の比 C-CV<sub>MWSA</sub>/C-CV<sub>RSA</sub>(交感神経系活動の指標). ●=臥位; ▲=立位. いずれも年齢・肥満度指数・喫煙頻度・飲酒頻度・残業時間の影響をGLMにより統計学的に調整した最小2乗平均値と標準誤差(\*\*\* $p < 0.01$ , \*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$ ).

表9 主観的な仕事負担感と残業時間

主観的な仕事負担感	残業時間(時/月)			検定
	0-20	20-60	60-	
仕事の質的負担感	11.9(0.3)	12.9(0.4)	13.1(0.9)	N.S.
仕事の量的負担感	7.7(0.2)	10.5(0.3)	12.9(0.7)	***
仕事の達成感	9.2(0.2)	10.1(0.3)	9.0(0.7)	*
同僚上司のサポート	10.6(0.2)	10.8(0.2)	10.6(0.6)	N.S.
仕事の自由度	7.9(0.2)	7.8(0.2)	6.9(0.5)	N.S.

平均(標準偏差)。残業時間によるスコアの差~\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.001$ , N.S.有意差なし。

休日の睡眠時間は長かった。

他方、通勤時間は睡眠時間と関連していなかったが、対象者を残業時間で群分けした場合には一部で関連がみられた。すなわち、残業時間20時/月未満の場合には通勤時間と平日睡眠時間の関連がなかったが、残業が20時/月以上の場合には、通勤時間が長いほど平日睡眠時間が短かった( $p < 0.01$ )。

しかし、前述のような残業時間とHRVスペクトル成分との関連を、長時間残業者における仕事の量的負担感

や睡眠時間の短さによって説明することはできなかった。すなわち、「仕事の量的負担感」スコアおよび平日・休日の睡眠時間はいずれも、単独で組み合わせても HRV スペクトル成分とまったく関連していなかった。これらの影響を調整してもなお、残業時間や通勤時間と HRV スペクトル成分との関連は先の結果と同様であった。

最後に熟睡感について検討した。「ぐっすり眠れますか」という質問に対して「たいていよく眠れる」と回答した人の割合は、残業時間20時/月未満の群では71%、20~60時/月の群では53%、60時/月以上の群では59%で、残業が少ないほど多かった。通勤時間と熟睡感との関連はなかった。ここで、残業時間・仕事の量的負担感・通勤時間の影響を調整してもなお、「熟睡できない」と回答した群は「たいていよく眠れる」と回答した群よりも、立位における  $C-CV_{RSA}$  が有意に低く、 $C-CV_{MWSA}/C-CV_{RSA}$  と心拍数は有意に高かった。

なお、対象者の運動習慣、最近6カ月以内の仕事上および仕事以外の大きな生活変化の有無、仕事上および仕事以外の心配事の有無は、いずれも HRV スペクトル成分と関連していなかった。

### (3) 考察

長時間残業者および遠距離通勤者では、臥位および立位における自律神経活動のバランスが、交感神経優位に傾いていることが示唆された。平日の遠距離通勤や長時間残業による疲労や睡眠不足が生じた場合、その影響はある程度までは休日に代償的に回復されているものと思われる。しかし、今回の検査はいずれも火~木曜日に実施されたので、これらの影響が所見として現れてきた可能性が推測される。ただし、残業時間および通勤時間と自律神経系活動との関連を、主観的な「仕事の量的負担感」から説明することはできなかった。このことは、主観的な負担感と客観的な負担度にズレがある可能性を示唆している。同様に、これらの関連を睡眠時間から説明することもできなかった。その理由として、睡眠時間の必要量には個人差があることから、睡眠時間そのものが必ずしも睡眠の充足度を表していないということが考えられる。

なお、熟睡できない人の自律神経系活動のバランスが交感神経優位に傾いていることも示唆された。このことは、残業時間の長さや仕事の負担感からは説明されな

かった。ただし、精神的緊張が原因となって熟睡できないのか、熟睡できない結果として自律神経系に影響が及んでいるのかという点については、両方の解釈が考えられ、さらに検討を要する点と思われる。

以上、職域健診時の断面調査の結果から、残業や遠距離通勤によるストレスの影響を安静時の自律神経系活動の変化として観察できる可能性が示唆された。ただし、これらの影響は、自宅での睡眠等も含めた生活様式全体の関数として、より詳しく評価する必要があると考えられる。したがって、個人の心拍間隔変動の長期的モニターや、自宅での睡眠の長期的モニターが、今後の研究では必要と思われる。

### 2.2.2 質問紙法による不眠症調査の信頼性・妥当性に関する基礎的検討

覚醒時のストレスは、その後の睡眠に影響する可能性がある。たとえば、日中の騒音暴露によるストレス反応としての交感神経活動の亢進により入眠困難が生じるとする報告や、このストレスからの回復のために過剰な睡眠が要求される結果として深睡眠が増加するとの報告が見られる。他方、騒音等の環境要因によって睡眠が攪乱された場合には、こうした適応反応の抑制によりさらにストレスが増強される可能性や、不眠の結果としてその後の覚醒時の活動に影響する可能性がある。このように、ストレス反応と睡眠の間には相互影響的な関連が予想される。そこでこのような観点から、ストレスや不眠症の疫学調査において利用可能な睡眠評価法について、いくつかの基礎的検討を行った。以下ではまず、質問紙法による不眠症判定に関する基礎的検討の結果について報告する。

短期的な（たとえば一夜の）睡眠質の評価方法は各種提案されている。このうち自覚的な睡眠感の評価法としては、たとえば OSA 睡眠調査票などが用いられている。他覚的な睡眠評価には脳波記録や睡眠ポリグラフが多く用いられてきたが、フィールドで多数の対象者に適用するには制約が大きい。そこで近年では、アクチメトリー（手首に装着した計器により体動を加速度量として連続記録する）に基づく睡眠/覚醒の判定が、客観的かつ簡便な睡眠評価法として提案されている。

他方、都市環境騒音の睡眠に対する影響などを考える場合には、より慢性的な不眠が問題となる。そこで本特別研究では、疫学調査に使用できるような質問紙を用い

た不眠症の判定基準について検討した。その結果、国際標準診断基準 (ICD-10, DSM-IV 等) との整合性を考慮して、次の場合を不眠症と定義することとした、1) 睡眠のことで困っていることがあって、2) 入眠困難・中途覚醒・早朝覚醒・熟眠困難のうち1つ以上の症状が最近1カ月以上持続して週1日以上あり、3) このため翌日「用事がききできない」などの後影響 (after-effects) がある場合 (例示6項目中1つ以上)。

以下では、上の質問紙による判定の再現性を検討するとともに、このように定義された不眠症群と対照群との間で、前述のような短期的にみた睡眠質にどのような差がみられるかを、実生活場面で検討した。

#### (1) 対象と方法

川崎および東京の某地区において、不眠症に関する疫学調査を実施した (詳細は2.2.4に後述)。

川崎の対象者中、上記基準により不眠症と判定された対象者、および非不眠症と判定された対象者から無作為に抽出した対象者に対して、1カ月後に同じ質問紙を用いた再調査を行い、各々79名および90名から回答を得た。

東京の対象者中、上記不眠症群と対照群各10例について、それぞれ7~10夜づつ連続して、OSA 睡眠調査票を含む質問紙による主観的睡眠感の繰り返し調査を行った。ただし、不眠症10例中、6例は入眠困難あり、6例は中途覚醒および熟眠困難ありで、早朝覚醒がある不眠症例はいなかった。OSA 睡眠調査票は31の質問項目から構成され、それぞれへの6段階回答を得点化し、睡眠感に関する5つの尺度得点を算出する。調査第1夜、金・土曜の夜、および対象者が急な事情で外泊した夜を除き、計120夜について解析した。1) 全不眠症例、2) 入眠困難あり群に限った場合、3) 中途覚醒あり群に限った場合の結果をそれぞれ、対照群の結果と比較した。

上記対象者中、不眠症群と対照群各8例については、

それぞれ7~10夜づつ連続して、アクチメトリーの繰り返し調査を行った。アクチメータは腕時計に似た形状の加速度連続測定機器で(図11)、1分ごとの体加速度を連続記録する。これにコールらが提案した判別式を適用して1分ごとの睡眠/覚醒を推定した。調査第1夜、金・土曜の夜、対象者が外泊した夜、および対象者がアクチメータをつけ忘れた夜を除き、計102夜について解析した。1) 全不眠症例、2) 入眠困難あり群に限った場合、3) 中途覚醒あり群に限った場合の結果をそれぞれ、対照群の結果と比較した。

#### (2) 結果

1カ月の間隔をおいた再調査では、不眠症群のうち56名 (71%) が再び不眠症と判定され、対照群のうち85名 (94%) が再び非不眠症と判定された。

主観的睡眠感に関する結果を表10に示す。入眠困難あり群では対照群に比べ、OSA の寝つき・熟眠スコアが低かった。中途覚醒群ありではOSA の睡眠維持スコアが低く、主観的な中途覚醒回数が多かった。不眠症群全体としてみると、対照群に比較してOSA の寝つき・熟眠スコア、睡眠維持スコアおよび眠気スコアが低く、主観的な中途覚醒回数は多かった。ただし、入眠困難あり群で主観的入眠潜時が長いとはいえなかった。

アクチメトリーの結果を表11に示す。入眠困難あり群では入眠潜時が対照群より長い傾向にあったが、有意差ではなかった。むしろ入眠困難あり群では、総就床時間・総睡眠時間が長いことが特徴であった。中途覚醒あり群では中途覚醒の回数・時間が対照群より多かった。

#### (3) 考察

上記質問紙を用いた不眠症の判定には相当の再現性が認められた。

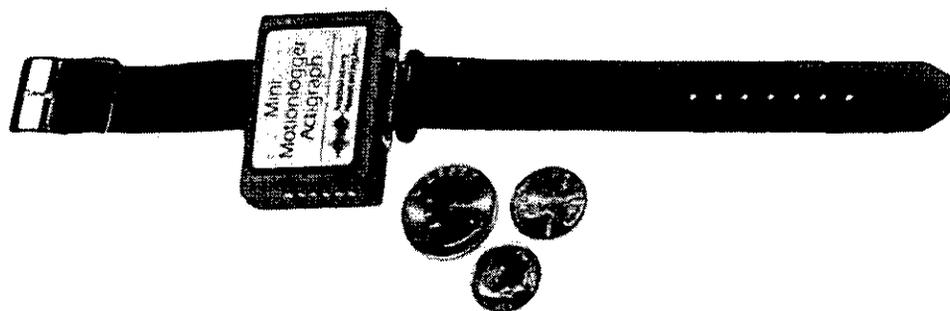


図11 アクチメータ

この不眠症判定基準と短期的に評価した睡眠質とは、一定の整合性があることが示された。たとえば、「入眠困難」あるいは「中途覚醒」という判定は、表10に示されたOSAのプロファイルとも一致している。また「中途覚醒あり」と判定された不眠症群では、アクチメトリーからみても中途覚醒が実際に多いことが示された(表11)。ただし、「入眠困難」という判定と客観的にみた入眠潜時の長さとは一致せず(表11)、同群では「入眠困難感」は強いものの、主観的に回顧した入眠潜時間が長いとはいえなかった(表10)。

### 2.2.3 道路交通騒音による睡眠影響の評価—他覚的評価法としてのアクチメトリーの有用性

前述のように、近年の睡眠研究では簡便な他覚的睡眠評価法の1つとして、アクチメトリーによる睡眠評価法が試みられている。本研究では、道路交通騒音による睡

眠影響を生活条件下において評価する方法としての、アクチメトリーの有用性について基礎的検討を行った。

#### (1) 対象と方法

東京都内の某幹線道路の近くに住む成人女性6名(45~60歳)を対象に各7夜連続して、アクチメトリーによる睡眠調査と寝室内・家屋外の騒音測定を行った。

アクチメータを就寝30~60分前に非利き腕手首に装着し、消灯時にイベントボタンを押すよう指示し、1分を1エポックとして翌朝まで1エポックごとの加速度累積量を連続記録した。第1夜と金土曜夜を除いた延べ24夜の記録から、コールらの方法により各エポックの睡眠/覚醒を判定し、入眠潜時、中途覚醒回数(連続3分以上の覚醒、および睡眠を1分はさんで連続4分以上の覚醒を1回と定義)、中途覚醒総時間、総就床時間、総睡眠時間を求めた。なお、アクチメータ装着による第1夜効果は認められなかったが、結果からは第1夜を除いて解析し

表10 不眠症群と対照群における主観的睡眠感の比較

	対照群 (N=10) n=62	不眠症群 (N=10) n=58	入眠困難あり群 (N=6) n=37	中途覚醒あり群 (N=6) n=35
OSA睡眠調査票				
1)眠気	55.9±4.9	50.0±6.1*	49.9±7.1*	50.7±7.1*
2)睡眠維持	48.6±6.0	45.5±6.1*	46.8±5.8	42.9±6.5*
3)いらいら	52.5±6.5	49.3±8.8	49.1±8.7	49.5±8.9
4)全般的睡眠感	48.6±8.8	46.3±9.1	46.8±9.4	45.8±9.1
5)寝つき・熟眠	49.4±4.7	46.4±4.0	45.4±4.0*	47.1±4.8
主観的入眠潜時	5(0-120)	5(0-100)	5(0-90)	5(0-100)
主観的中途覚醒回数	0(0-5)	1(0-5)*	1(0-5)*	1(0-5)*

Nは人数、nは観察夜。OSAの5スコアは平均±標準偏差。入眠潜時と中途覚醒回数は中央値(最小-最大)。対照群との差の統計的検定、\*p<0.05。

表11 不眠症群と対照群におけるアクチメトリーを用いた睡眠評価の比較

	対照群 (N=8) n=53	全不眠症例 (N=8) n=49	入眠困難あり (N=5) n=29	中途覚醒あり (N=5) n=28
就寝時刻	23:41±52	23:29±56	23:30±56	23:20±52
起床時刻	6:10±68	6:29±64	6:32±51	6:13±65
総就床時間(分)	389±70	419±78*	425±46**	412±92
総睡眠時間(分)	370±67	395±73	398±48*	385±83
入眠潜時(分)	8(0-65)	8(0-66)	9(0-66) <sup>a)</sup>	6(0-66)
覚醒回数	0(0-5)	1(0-6)***	1(0-6)***	1(0-6)***
覚醒回数/睡眠1時間	0(0-0.97)	0.15(0-1.22)**	0.16(0-1.22)**	0.16(0-1.22)**
覚醒時間(分)	4(0-109)	8(0-98)**	10(0-98)**	15(0-98)**
睡眠効率(%)	96(73-100)	96(78-100)	96(78-99)	95(78-100)

Nは人数、nは観察夜。就寝・起床時刻と総就床時間・総睡眠時間は平均±標準偏差。入眠潜時・覚醒回数・覚醒時間・睡眠効率は中央値(最小-最大)。対照群との差の統計的検定、\*\*\*p<0.001, \*\*p<0.01, \*p<0.05, <sup>a)</sup>p=0.07。

である。

騒音測定には寝室内と屋外（ベランダ等）に設置した積分騒音計を用い、アクチメトリーに対応するエポックごとに、等価騒音レベル  $L_{Aeq}$  とピークレベル  $L_{Amax}$  を連続測定した。就床中の全エポックについてエポックごとに屋外と室内の  $L_{Aeq}$  の差を求め、家屋ごとにその90%値を求めて、これを屋外音とその室内への侵入音とのレベル差 (d) とみなした。各エポックの屋外騒音レベルから d を引いた値を屋外から室内への侵入音レベルと定義し、これと入眠潜時および中途覚醒との関連を検討した。

特に、中途覚醒の発生とその際の侵入音レベルとの関係については、次の方法により解析した。ノイズイベントによる覚醒反応は1分以内に現れるとされるので、就床時間帯の全エポックをそれぞれ、当該エポックと直前エポックの2分間の侵入音レベル  $L_{Aeq(2min)}$  および同じ2分間の騒音レベルのピークレベル  $L_{Amax(2min)}$  によりカテゴリー化し、カテゴリー別に中途覚醒開始エポック（一続きのWASOの最初のエポック）の出現割合を求めた。

## (2) 結果

1夜当たりの総就床時間は  $432 \pm 73$  分、総睡眠時間は  $405 \pm 71$  分、入眠潜時は  $9.5 \pm 6.6$  分（平均±標準偏差）であった。中途覚醒回数は1（0~4）、中途覚醒総時間は10（0~72）分であった（中央値（最小~最大））。

1夜の就床時間帯の屋外騒音レベルは  $L_{Aeq} 48 \sim 71$  dB、同じ時間帯の寝室内レベルは  $L_{Aeq} 36 \sim 51$  dB、屋外騒音レベルから推定した侵入音レベル  $L_{Aeq(slp)}$  は  $32 \sim 40$  dB であった。

各夜の入眠時間帯（就床~入眠）の侵入音レベル  $L_{Aeq(SL)}$  と入眠潜時との間には、対象者中2名では正の関連がみられたが、他の4名では関連が認められなかった。入眠時間帯の  $L_{Amax}$  と入眠潜時との関連はなかった。

各夜の  $L_{Aeq(slp)}$  と当夜の中途覚醒回数との間には正の関連がみられた。 $L_{Aeq(2min)}$  と中途覚醒開始エポックの出現割合との間には6名中5名でレベル-反応関係が認められ、全対象者を一括しても同傾向がみられた。さらにすべての観察エポックを  $L_{Aeq(2min)}$  および  $L_{Amax(2min)}$  によって層別したところ、上記関係に加え、 $L_{Amax(2min)}$  が一夜の侵入音レベルのエネルギー平均  $L_{Aeq(slp)}$  より10dB以上高い場合にはそうでない場合よりも、中途覚醒開始エポックの出現割合が高いことが示された（図12）。

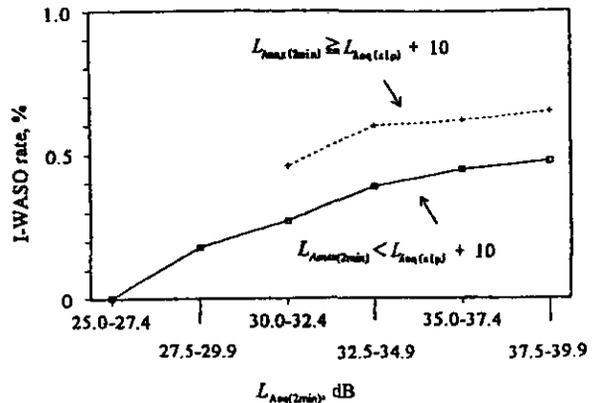


図12 就床中の室内侵入者と覚醒開始エポックの出現割合（1分間を1エポックとして）

$L_{Aeq(2min)}$  = あるエポックと直前のエポックの2分間の侵入音のエネルギー平均；

$L_{Amax(2min)}$  = 同じ2分間の侵入音のピークレベル；

$L_{Aeq(slp)}$  = 終夜（入眠~覚醒）の侵入音レベルのエネルギー平均。

I-WASO rate = 中途覚醒開始エポックの出現割合(%)。

## (3) 考察

騒音による睡眠影響について以下のことが示唆された。すなわち、入眠時の屋外の音環境とSLとの関連は明瞭でなかった。しかし、侵入音の  $L_{Aeq}$  およびピークレベルと中途覚醒の出現との間にはレベル-反応関係が示唆された。特に、ピークレベルが終夜の平均的な騒音レベルに比べて10dB以上高いようなノイズイベントが発生した場合には、中途覚醒が発生しやすいことが示唆された。

以上より、アクチメトリーは、騒音による睡眠影響、特に「中途覚醒」の他覚的評価法の1つとして、有用な方法であることが示唆された。

### 2.2.4 国内5都市における不眠症の断面調査

環境騒音とくに道路交通騒音の生活影響として睡眠妨害は重要だが、他方、不眠は環境騒音以外の要因によっても生じる、つまり複合的ストレスの結果であると考えられる。環境騒音と睡眠影響に関する調査は従来も数多く見られるが、しかしその多くは睡眠影響に関する定義が明確でなく、不眠に関する他のリスクファクターを十分に考慮しているとはいえない。また、最初に騒音に関する多数の質問を行った後で睡眠について質問するために、後者への回答が前者により影響されている可能性を否定できない。

そこで本特別研究では、不眠症の疫学調査を行う中で、日常的な不眠症の一因としての幹線道路の夜間道路交通

騒音の影響を検出できるかどうかを検討した。すなわち、国内5都市において睡眠に関する断面調査を実施し、不眠症の各種リスクファクターの影響を考慮に入れた場合に、各地域内の幹線道路の沿道において不眠症の有症率が高いかどうかを検討した。

### (1) 対象と方法

全国5都市8地域に住む成人女性を対象として質問紙調査を行い、計3600名から有効回答を得た(表12)。東京・川崎・沖縄では住民台帳から無作為抽出した対象者に質問紙を郵送した(有効回答率36~59%)。前橋では訪問留置法により50%から有効回答を得た。長崎では市と自治会の協力により質問紙を配布回収した。川崎は夏、他の地域は春に調査を行った。各地域は交通量の異なる幹線道路を含む。この幹線道路からの距離に応じて各地域を3ゾーン(A, 50m以上、B, 20~50m、C, 0~20m)に区分した。調査地域のほとんどは住居系地域である(一部のCゾーンは住商混在)。

質問紙の内容は、対象者の睡眠・属性・生活様式・健康状態などである。対象者の年齢は20~80歳代、半数以上が職業に従事していた。3分の1には加療中の疾患があった。なお、以下でライフイベントというのは、本人または家族が経験した死別・結婚・職業変更・転居などの大きな生活変化のことで、6項目を例示して有無を回答してもらった。睡眠時無呼吸様症状とは「眠っている間に息が止まることがあると言われたことがある」ことを指す。

不眠症の判定基準は、国際標準診断基準(ICD-10, DSM-IV)等との整合性を考慮しつつ設定した。すなわち、1)睡眠のことで困っていることがあって、2)入眠困難・中途覚醒・早朝覚醒・熟眠困難のうち1つ以上

の症状が最近1カ月以上持続して週1日以上あり、3)このため翌日「用事がてきばきできない」などの後影響(after effects)がある場合(例示6項目中1つ以上)と定義した。前述のように、この判定には高い再現性が認められている。また、この判定結果は、他の睡眠調査票やアクチメトリー(加速度計で測定した累積加速度から1分ごとの睡眠・覚醒を判別)を用いて評価した短期的な睡眠質とも整合する(2.2.2参照)。

不眠症のリスクファクターは、多重ロジスティックモデルにより解析した。

### (2) 結果

平日の平均就床時刻は23:23(標準偏差79分)、同様に起床時刻は06:36(64分)、総就床時間は7時間15分(75分)であった。休日前夜の総就床時間は8時間22分(72分)であった。

不眠症の粗有症率は11.2%で、症状別にみると入眠困難8.7%、中途覚醒6.2%、熟眠困難5.2%、早朝覚醒3.6%であった。

不眠症群のうち、睡眠のことで現在医師等に相談している人は13%、睡眠薬を服用している人は27%で、非不眠症群(各1%、3%)より有意に多かった(ともに $p < 0.001$ )。不眠の後影響(複数回答)としては、「気分がすっきりしない」「用事がてきばきできない」「時間に遅れそうになる」などが多く、不眠症群では各75%、17%、10%と非不眠症群(38%、9%、4%)より有意に多かった( $\chi^2$ -test,  $p < 0.001$ )。ふだんの朝の眠気、朝の疲労感、昼間の眠気、就寝前の疲労感は、不眠症群で非不眠症群より強かった(いずれも $p < 0.001$ )。

よく眠れない場合のその理由(複数回答)として、不眠症群が多く挙げたのは、1)心配事(30%)、2)屋外の騒音(25%)、3)翌日の用事などを考えてしまうため(25%)、4)今夜も眠れないのではと心配になるから(20%)、5)トイレに行くため(18%)などであった。特に2)4)5)は、非不眠症群では回答が少なく、不眠症群に特徴的な理由であった。

年齢別に不眠症有症率をみると、30歳代でもっとも少なく、加齢とともに上昇していた(図13)。これをさらに症状別にみると、早朝覚醒・中途覚醒は加齢との関連が強く、20歳代では入眠困難が比較的多かった。

各地域での不眠症有症率をゾーン間で単純比較すると、東京1と川崎の2地域ではCゾーンの有症率がA、

表12 調査地域と対象者

地域	夜間道路交通量 <sup>a)</sup>	季節	回答者数 <sup>b)</sup>
東京1	6000	春	371
東京2	2100	春	345
前橋	900	春	648
長崎1	<50	春	1064
長崎2	1100	春	209
沖縄1	2100	春	409
沖縄2	550	春	219
川崎	2400	夏	335

a) 22:00-06:00, 台/時、大型車1台を普通車10台に換算した。

b) 計3600名。

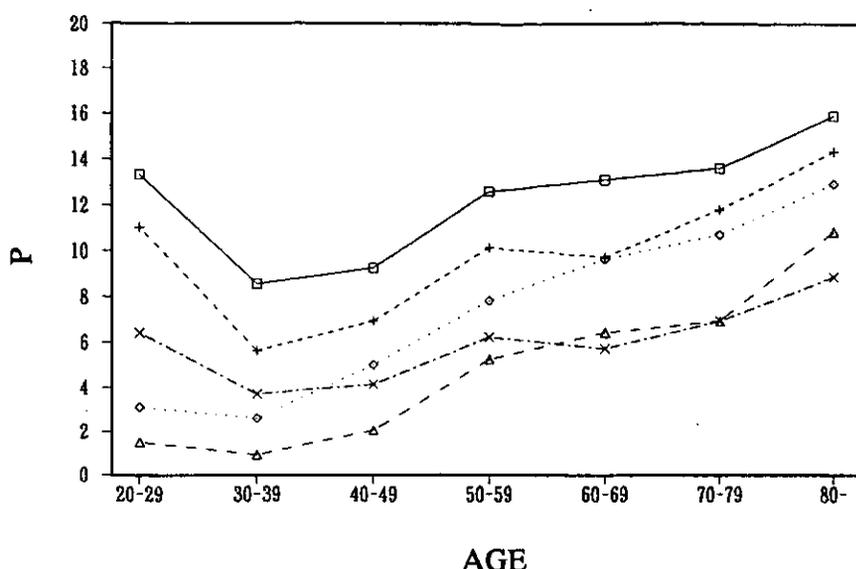


図13 年齢別・症状別の不眠症有病率  
 AGE, 対象者の年齢; P, 有病率(%); N=3600.  
 □~全不眠症; +~入眠困難; ◇~中途覚醒;  
 △~早朝覚醒; ×~熟眠困難.

Bゾーンより有意に高く、他の地域ではゾーン差がみられなかった(表13)。その他のクロス集計によれば、加療中疾患の有無、半年以内のライフイベントの有無などが不眠症に関連していた。

不眠症のリスクファクターを検討するために、最後に多重ロジスティック解析を行った。その結果、年齢、6歳以下の小児の有無、加療中疾患の有無、半年以内のライフイベントの有無、就寝時刻の規則性、睡眠時無呼吸様症状の有無、居住地域・ゾーンのそれぞれが独立して不眠症リスクと関連していることが示唆された。ただし全地域ともA・Bゾーンの範囲では、調整オッズ比に差が認められなかった。婚姻状況、職業の有無、居住年数、運動頻度、喫煙頻度、飲酒頻度、カフェイン飲料摂取頻度、主な睡眠時間帯が日中(08:00~20:00)にかかるか否か、一戸建て/集合住宅、寝室が二重窓か否か、寝室が何らかの道路に面するか否かの各変数は、いずれも不眠症リスクと関連していなかった。

そこで、関連がなかった要因をモデルから除き、地域・ゾーンに関しては全地域のA・Bゾーンを一括してその調整オッズ比を1と仮定し、再解析を行った。その結果(表14)、年齢70歳以上、6歳以下の小児あり、加療中疾患あり、半年以内のライフイベント1個以上、就寝時刻不規則、睡眠時無呼吸様症状あり、東京1のCゾーンに住む場合にそれぞれ、不眠症リスクが有意に高かった(調整オッズ比は初めの解析結果とほとんど変わらず)。

表13 不眠症有病率のゾーン間比較

地域	ゾーン			ゾーン間の比較
	A	B	C	
東京1	8.9%	12.1%	23.1%	A<C( $p<0.001$ )
東京2	9.0%	13.3%	13.7%	N.S.
前橋	11.7%	15.5%	15.4%	N.S.
長崎1	11.6%	11.1%	12.1%	N.S.
長崎2	6.0%	12.1%	10.4%	N.S.
沖縄1	8.2%	16.3%	11.1%	N.S.
沖縄2	7.9%	12.9%	12.2%	N.S.
川崎	8.9%	7.5%	12.4%	A<C( $p<0.05$ )

N.S., 有意差なし。

ここで、表14の各地域Cゾーンにおける調整オッズ比を各幹線道路の夜間交通量(ただし大型車1台を普通車10台相当とみなして換算)の関数としてプロットすると、図14に示すように直線的な関係が得られた。ただし、大型車の換算率を変えても、結果はほぼ同等であった。

### (3) 考察

一般住民を対象とした不眠症の疫学調査は、国際的には行われつつあるが、国内ではほとんど例をみない。質問紙によって不眠症をどの程度正確に把握しうるのかが調査開始時には不明であったが、判定に高い再現性が認められたこと、同定された症例が強い不眠症状を有していること、不眠症と関連していた要因が従来の臨床的・

表14 不眠症の多重ロジスティック解析

変数・カテゴリ	OR(95%信頼区間)
年齢(歳)	
20-29	1.5(0.9-2.5)
30-39 *	1.0
40-49	1.1(0.7-1.7)
50-59	1.1(0.8-2.0)
60-69	1.6(0.9-2.6)
70-	2.1(1.1-3.8)
6歳未満小児	
無 *	1.0
有	1.5(1.0-2.1)
加療中疾患	
無 *	1.0
有	2.1(1.6-2.8)
半年以内のライフイベント	
0 *	1.0
1	1.4(1.1-1.9)
2	2.8(2.0-3.9)
就寝時刻	
規則的 *	1.0
不規則	2.6(2.0-3.3)
無呼吸様症状	
無 *	1.0
有	2.7(1.6-4.8)
地域・ゾーン	
全A・B *	1.0
東京1-C	2.9(1.6-5.4)
東京2-C	1.4(0.8-2.7)
前橋-C	0.9(0.3-2.9)
長崎1-C	0.8(0.3-2.2)
長崎2-C	0.9(0.3-2.6)
沖縄1-C	1.2(0.3-4.2)
沖縄2-C	1.0(0.3-3.3)
川崎-C	2.1(0.9-4.7)

#, リファレンスカテゴリ(そのオッズ比を1として他のカテゴリのオッズ比を求めた); OR, オッズ比。

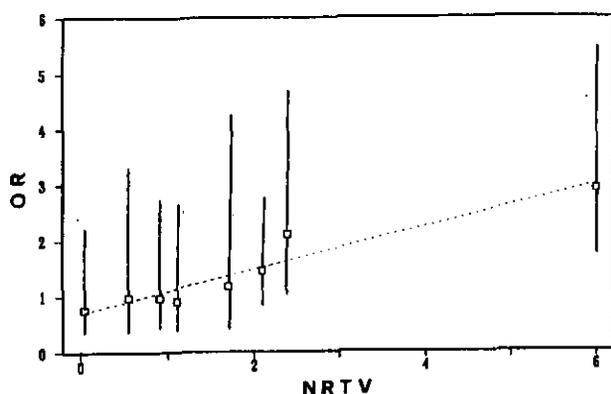


図14 道路交通量と沿道20m以内における不眠症リスクとのレベル-反応関係  
NRTV, 夜間道路交通量(台/時, 大型車1台を普通車10台に換算); OR: 沿道20m以内におけるオッズ比(表3-2-3の他の変数に対する調整値とその95%信頼区間). 回帰直線は8ポイントから求めた( $y=0.384x+0.701$ ,  $R^2=0.911$ ).

疫学的知見とよく一致することは、得られた結果の信頼性を強く支持している。

従来の不眠症の疫学調査では、用いた判定基準によって種々の有症率が報告されているが、本調査の判定基準は比較的厳しい条件に属する。本調査で得られた有症率や、不眠症群における専門医等の受診率および睡眠薬使用率は、同種の判定基準を用いた調査結果とほぼ同じ水準であった。なお不眠症群では非不眠症群に比べ、不眠時の後影響として日中の眠気など多様な訴えがみられた。

多変量解析により不眠症のリスクファクターとして見いだされた要因(表14)は、前述のとおり、不眠の原因に関するこれまでの臨床的・疫学的知見と一致する。すなわち、

- 1) 生理学的睡眠構造の老化, 各種疾患, 心理社会的要因, 薬物使用などにより, 加齢とともに不眠が増えることはよく知られている。
- 2) 加療中の疾患の種類を特定した質問も行ったが, 特定の疾患の有無よりも「何らかの加療中疾患の有無」の方がより強く不眠症リスクと関連していたので, 種々の疾患が種々の理由により不眠をもたらしていることが推測される。
- 3) 大きな生活変化がストレスとなって不眠の原因となることはよく知られている。
- 4) 不規則な睡眠習慣は睡眠-覚醒リズムを乱す。
- 5) 睡眠時無呼吸症は不眠症の原因として臨床的に重要である。本調査では自覚症状一つを調べたのみであるが, 臨床的知見と整合する結果が得られた。

6) 同居小児の存在は, 同室で寝ているか否かを問わず不眠と関連していた。不眠症状別に詳しく解析すると特に熟眠困難と強く関連していたことから, 小児に対して頻繁に注意を払うために熟睡できない状況が推測される。

なお, 不眠症リスクの季節差についても検討したが, 季節差は比較的小さいものと推測された。すなわち, 夏に調査を行った川崎のA・Bゾーンの調整オッズ比は他地域のA・Bゾーンよりも高い傾向にあり, Cゾーンでも同様の傾向(図14)は示唆されたが, 有意の差ではなかった。

ここで, 上記リスクファクターの影響を考慮してもなお, 夜間道路交通量が普通車換算6000台/時の道路の沿道直近では, A・Bゾーン全体と比較して有意に不眠症リ

スクが高かった（表14の調整オッズ比をみると他のリスクファクターと同等以上）。夜間道路交通量3000台/時以上の場合にも有意ではないが同様の傾向がみられ、全体としてCゾーンの不眠症リスクは道路交通量の関数として表された。すなわち、他の不眠症リスクファクターの条件が等しければ、屋外騒音レベルと不眠症有症率との間にはレベル-反応関係があることが示唆された（図14）。

いずれの調査地域においても屋外では幹線道路交通が主たる音源なので、屋外の等価騒音レベルはもっぱら道路交通量によって規定されているはずである。ちなみに東京1の場合、Cゾーンでの家屋外における夜間騒音レベル( $L_{eq}$ )は約65dB(A)であった。別地域でのこれまでの調査では、前記換算法による夜間交通量が3000台/時を超える場合、沿道の直近の家屋内において道路騒音の侵入による夜間寝室内騒音レベルの有意上昇が報告されている。今回の調査でも東京において、不眠症例と対照例を抽出して夜間寝室内騒音レベルを測定したところ、不眠症例の方が高レベルであった（詳細は2.2.5参照）。以上のことは、「夜間道路交通が激甚な幹線道路の沿道直近においては、道路騒音が屋内に侵入して睡眠時暴露レベルを上げており、結果として不眠症を増加させている」という推測を支持するものである。

要約すると、都市域の女子一般住民には1割前後の不眠症者がおり、加齢等と並んで交通量の多い幹線道路直近に住むことも独立した不眠症のリスクファクターであること、すなわち環境（道路交通）騒音の影響が重要であることが示唆された。

## 2.2.5 不眠症群と対照群の睡眠時騒音暴露レベルの比較調査

2.2.4で述べたように、幹線道路の沿道直近ゾーンでは夜間道路交通量と不眠症リスクとの間に直線的関係がみられ、夜間道路交通による睡眠への影響が示唆された。このことをさらに確認するために、二次調査として、上の調査により把握された不眠症例の寝室における夜間騒音暴露レベルを実測し、これを対照例の場合と比較した。

### (1) 対象と方法

対象者は不眠群19例と対照群41例である（表15）。不眠群は東京における前記質問紙調査によって判定された不眠症例である。対照群には、不眠群と年齢・婚姻状況・職業の有無・加療中疾患の有無をマッチさせて非不眠症

表15 騒音測定の対象者

地域	ゾーン	不眠群	対照群	計
東京 1	50-100m	4	16( 9)	20
	20-50m	3	6( 2)	9
	0-20m	6	9( 3)	15
東京 2	50-100m	3	4( 2)	7
	20-50m	2	4( 2)	6
	0-20m	1	2( 1)	3
計		19	41(19)	60

人、( )は不眠群とマッチさせた対照例数。

群から無作為に選んだ19例が含まれる。

5～6月の平日の1夜、対象者家庭の寝室枕元と家屋外に騒音計(RION,NL-04)を設置し、寝室内と家屋外の睡眠時騒音レベルを同時測定した(図15)。ただし、不眠群と対照群のマッチさせたペアは同じ夜に測定した。測定項目は1分ごとの $L_{Aeq(1min)}$ 、 $L_{Amax(1min)}$ 、 $L_{05(1min)}$ 、 $L_{10(1min)}$ 、 $L_{50(1min)}$ 、 $L_{90(1min)}$ および $L_{95(1min)}$ である。個人ごとに異なる睡眠時間帯(就寝～起床)のデータを切り出し、睡眠時間帯の騒音レベルを示すパラメータを算出した。すなわち、1) $L_{Amax(slp)}$ は一夜の $L_{Amax(1min)}$ の最大値として、2) $L_{05(slp)}$ 、 $L_{10(slp)}$ 、 $L_{50(slp)}$ はそれぞれ、一夜の $L_{05(1min)}$ 、 $L_{10(1min)}$ 、 $L_{50(1min)}$ の値の5(10, 50)パーセントイルとして、3)睡眠時間帯全体の $L_{Aeq(slp)}$ は、全睡眠時間帯における $L_{Aeq(1min)}$ のエネルギー平均として、それぞれ求めた。

### (2) 結果

不眠群と対照群の19ペアについて寝室内の睡眠時騒音暴露レベルを比較したところ、 $L_{Aeq(1min)}$ 、 $L_{Amax(1min)}$ 、 $L_{05(1min)}$ 、 $L_{10(1min)}$ 、 $L_{50(1min)}$ のいずれとも、不眠群の平均値は対照群の平均値よりも有意に高かった。不眠群とマッチさせていない残りの対照群を加えて比較しても結果は同様であった。

対照群における $L_{Aeq(slp)}$ 、 $L_{Amax(slp)}$ 、 $L_{05(slp)}$ 、 $L_{10(slp)}$ 、あるいは $L_{50(1min)}$ の分布を4等分してカテゴリー化し、最小カテゴリーを基準として多重ロジスティック解析により上位カテゴリーのオッズ比を推定したところ(年齢・加療中疾患の有無・大きな生活変化の有無を調整)、 $L_{Aeq(slp)}$ 、 $L_{10(slp)}$ 、 $L_{50(slp)}$ については、統計学的に有意ではないものの、これらのレベルの上昇とともに不眠症リスクが直線的に上昇していた。この関係は $L_{05(slp)}$ では不明確であり、 $L_{Amax(slp)}$ の場合には一定の関係が認められなかった。

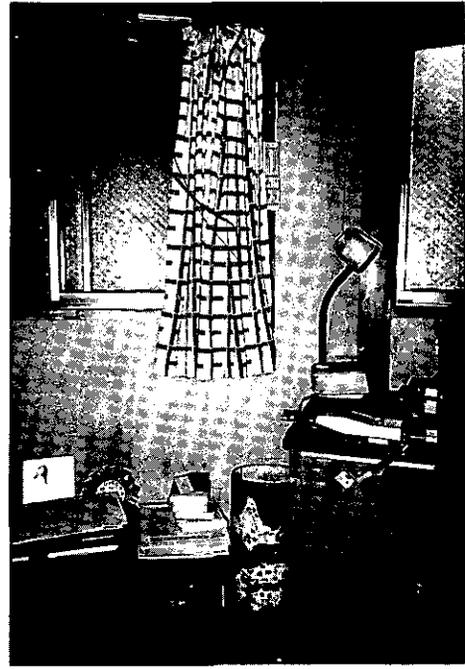
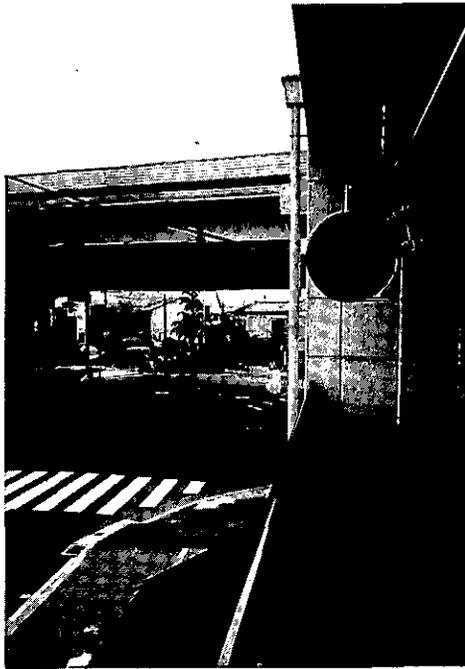


図15 屋外(左)および寝室内(右)における睡眠時測定

さらに、睡眠中の騒音レベルの各1分値についても解析を行った。マッチさせた不眠群と対照群の間では、屋内・屋外いずれの $L_{Aeq(1min)}$ とも有意の差がみられた(図16)。前述のような多重ロジスティック解析の結果、屋内については $L_{Aeq(1min)}$ 、 $L_{Amax(1min)}$ 、 $L_{05(1min)}$ 、 $L_{10(1min)}$ のいずれの指標でも、これらのレベルの上昇とともに不眠症リスクがほぼ直線的に上昇していた。屋外については、これらの指標に加えて $L_{50(1min)}$ でも、レベルの上昇とともに不眠症リスクがほぼ直線的に上昇していた。

なお、寝室内の上記騒音レベルと同時に測定した家屋外騒音レベル(いずれも1分値)との相関をみると、幹線道路に近いゾーンほど高い相関がみられた。

### (3) 考察

2.2.4 では幹線道路沿道の家屋外騒音レベルと不眠症リスクとの間に明らかな関連がみられた。上の結果は、家屋外のみならず寝室での睡眠時騒音暴露レベルと不眠症リスクとの間にも、同様の関係が存在することを示している。示されたレベル-反応関係はこれまでの室内実験での結果で示唆されてきたものに近似していた。ただし、騒音レベルと不眠症リスクとの関係は騒音の評価指標によって若干様相が異なっており、寝室内の騒音レベルによる不眠症リスクの評価では $L_{50(1min)}$ よりも $L_{Aeq(1min)}$ が優れていたが、屋外騒音レベルから同リスクを評価する場合には両者は大差ないか、むしろ前者の方

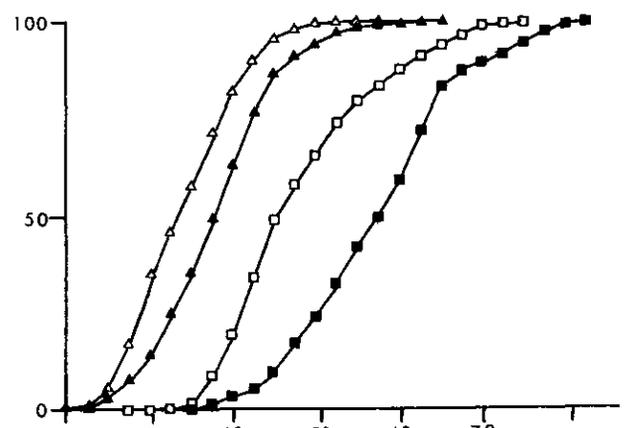


図16 不眠群と対照群における寝室内・屋外の睡眠時 $L_{Aeq(1min)}$ (1分ごとの等価騒音レベル)の分布  
横軸= $L_{Aeq(1min)}$ 、縦軸=累積%、  
▲=不眠群(寝室内)、△=対照群(寝室内)、  
■=不眠群(屋外)、□=対照群(屋外)。

が優れていることが示唆された。道路騒音が寝室内に侵入して不眠症リスクに影響する場合の最低レベルが $L_{Aeq}25\sim30dB$ であるため、この付近での寝室内騒音レベルの変動が $L_{50(1min)}$ では十分に評価しきれていない可能性が考えられる(この場合でも屋外のレベルはもっと高いため、 $L_{50(1min)}$ に十分反映されている)。

いずれにせよ上記の結果は、主要幹線道路沿道では夜間道路交通騒音の不眠症の有意なリスク要因となっていることを改めて示し、睡眠環境保全の観点から問題を再認識すべきであることを示している。また、現行の騒音

環境基準の基本とされている睡眠影響について、 $L_{Aeq}$ 等の評価指標の有用性や詳細な対応関係を検討するために、不眠症の疫学調査は有効な方法であることも示唆された。

## 2.3 都市型大気汚染状況と呼吸器系アレルギー疾患の関連性に関する疫学的研究

### 2.3.1 はじめに

アレルギー疾患が近年増加しているという報告が我が国のみならず諸外国でもなされている。さらに、その増加の程度が都市部で大きいことも指摘されている。都市化を特徴づける要因はいくつかある。その第一段階は人口の集中である。我が国では1920年には18%であった市部人口の割合は、都市化の進行によって現在では人口の4分の3以上となっている。都市化に伴う環境問題としては人口や産業の集中、モータリゼーションの進行に起因する交通公害、生活排水、廃棄物・ゴミ問題、近隣騒音問題などが多く問題がある。ここでは、そのうちの大気汚染を中心として取り上げて、アレルギー疾患のなかでも特に増加が著しく、また大気汚染との関連性が指摘されているスギ花粉症に焦点を絞って検討した。

スギ花粉症の発症もしくは症状の増悪に大気汚染、特にディーゼル排気微粒子 (DEP) による汚染が関与している可能性が実験的研究から示唆されている。さらに疫学的研究では、日光・今市地区におけるスギ花粉症に関する問診調査から、スギ飛散数が同程度であっても、自動車交通量が多い日光杉並木周辺住民の有症率が高いことが報告されている。また、東京都衛生局が実施したスギ花粉症の有病率調査の結果では、スギ花粉発生源に近い秋川市よりも大田区の有病率がやや高く、大気汚染の関与を示唆するものと報告されている。一方、東京都の区部および多摩地区の9地区の各幹線道路沿道周辺で東京都衛生局が成人女性を対象として実施した調査では、花粉症の既往を訴えた者の割合が後背地域よりも沿道地域で高いという結果は得られていない。また、ドイツの数地域において大気汚染レベルと各種アレルギー疾患の有病率の関連性を検討した報告では、大気汚染とアレルギー疾患有病率の上昇との関連性が示唆されているが、枯草熱の有病率については大気汚染がひどいとみられる旧東ドイツの地域の方が低いことを報告されている。

このように、実験的研究で指摘されている結果とは異なり、大気汚染とスギ花粉症との関連性に関する疫学的

知見は必ずしも一貫していない。これまでスギ花粉症に関する疫学研究は多く報告されているが、その大部分は医療機関を受診した患者を対象にしたものであり、地域集団内の代表性に乏しいために大気汚染の関与を検討するためには制約が大きい。特にスギ花粉症との関連で問題とされている DEP による汚染は地域的な現象であり、スギ花粉症と大気汚染との関連を検討するためには、スギ花粉並びに大気汚染物質への暴露状況の把握や、暴露状況に違いがある地域においてスギ花粉症の発症・有症の状況に差が存在するか否かの検討が必要であると考えられる。

### 2.3.2 スギ花粉への暴露評価

#### (1) 調査方法

スギ花粉飛散時期のスギ花粉への暴露状況を把握するために平成4年3月5日～4月1日までの4週間、東京および筑波在住者それぞれ4名を対象として、対象世帯の屋内・屋外のスギ花粉数、個人暴露数および屋内粉じん中スギアレルゲン量測定を実施した。屋内・屋外のスギ花粉数および個人暴露数は小型の花粉個人サンプラーを新たに考案して用いた。このサンプラーは50mm×35mm×7mmのバジ型プラスチックケースの底面にワセリンを塗布した長さ40mmのメリネックステープを貼り、前面を目開き4mmのナイロンメッシュで覆ったものである。これを胸に付けて暴露し、回収後、テープ面に付着したスギ花粉数を計測してスギ花粉個人暴露数とした。屋内粉じん中の *Cry j I* 量は抗 *Cry j I* 抗体を用いて免疫化学的に測定した。まず、各試料を1% BSA, 0.05% Tween 20を含む0.05M PBS pH 7.6の1 mlで24時間抽出し、抽出液中の *Cry j I* 量をモノクローナル抗体を用いたサンドイッチ ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) 法で定量した。

平成5年には東京都板橋区在住の10名および山形市ないしその周辺部在住の16名を対象として、東京地区は平成5年3月10～17日までの1週間、山形地区では3月24日～4月6日までの2週間、個人サンプラーを用いて、スギ花粉個人暴露数を測定した。さらに、スギ花粉と浮遊粒子状物質 (以下、SPM) の大気中での挙動について検討するために、山形市とその周辺部の計7地点で、建物の屋内および屋外において、スギ花粉と同時に SPM の測定を実施した。空中試料はいずれの地点も白色ワセリンを塗布したマイラーフィルムとテフロンバインダー

フィルター Model T60A20 (PALLFLEX Products Corp.)からなるサンプラーを用いて捕集した。10 $\mu$ m以上の粒子は単孔式インパクターでマイラーフィルム上に捕集し、10 $\mu$ m以下の粒子はテフロンバインダーフィルター上に捕集した。粒径が約30~35 $\mu$ mのスギ花粉はマイラーフィルム上に、SPMはテフロンバインダーフィルター上に捕集される。吸引流量は2.5リットル/分である。採集期間はAからE地点は平成5年3月26日~4月1日、FおよびG地点は3月26日~4月16日である。原則として毎日決まった時刻(朝7~9時)にフィルターを交換し、24時間ごとのCryj I量とSPM量を求めた。SPM測定のためのフィルターはあらかじめ重量を測定しておき、試料採集後に再度重量を測定し両者の差からSPM量を求めた。Cryj I量は先に述べた方法と同様の方法(2.3.2)で分析した。

調査地点のうちC, D, E, Fはいずれも山形盆地内にあり、そのうちD, E, Fは山形市内に位置する。A, Bは山間部に位置する。FとGは山形市中心部の同一地点で、それぞれ屋外と屋内である。

## (2) 調査結果

平成4年度の調査の結果を近隣のダーラム式捕集器による観測値と合わせて図17に示した。スギ花粉飛散数(ダーラム式)は第1週と第2週が多く、第3週と第4週は少なかったが、その傾向は各世帯の屋内スギ花粉数にも反映されていた。また、屋内粉じん中のスギ花粉抗原量についても同様の変動傾向を示していた。スギ花粉個人暴露数については変動傾向は必ずしも明確ではなかった。総スギ花粉飛散数は筑波が東京の約2~3倍程度になっていたが、屋内スギ花粉数およびスギ花粉抗原量についても筑波での測定値が高くなっていた。

平成5年度の調査は東京地区の対象者はすべて主婦であり、山形地区の対象者は主として県職員と外勤の郵便局員であった。東京地区の対象者のスギ花粉暴露数は数個から十数個/cm<sup>2</sup>/dayであり、対象者間の違いはそれほど大きくはなかった。山形地区では外勤職員を除けば、東京地区とほぼ同程度の暴露数であった。外勤職員では外勤日の暴露数が非常に多く、数百個/cm<sup>2</sup>/dayに達している場合もあった。ダーラム式捕集器によるスギ花粉飛散数とスギ花粉個人暴露数の日間変動の傾向をみると、個人暴露レベルの中央値とスギ花粉飛散数(ダーラム式)の関係は必ずしも明確ではないが、75パーセンタ

イルとスギ花粉飛散数は対応しており、スギ花粉飛散数が多い日には高レベルに暴露する人の割合が増えていた(図18, 19)。

Cryj IとSPMの同時測定結果を図に示した。いずれの地点でも3月29日に花粉数が少ない点は類似していたものの、各地点で飛散パターンに違いがみられた。SPMもCryj Iと同様に29日が少なく各地点とも類似していた(図20)。SPMとCryj Iの各地点での関連性をみる

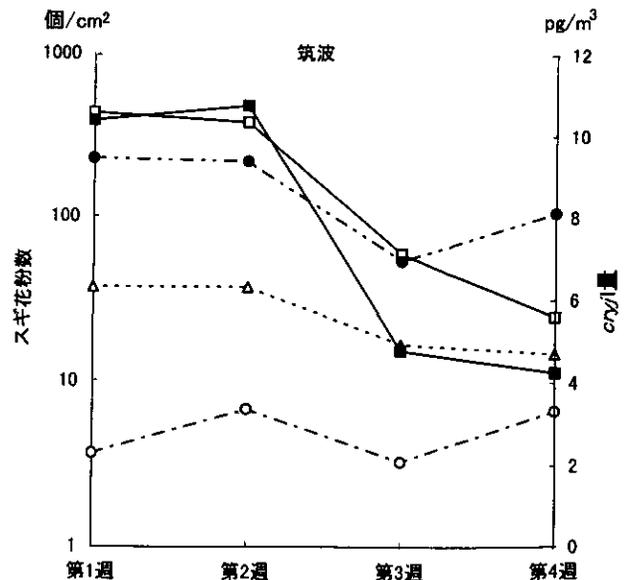
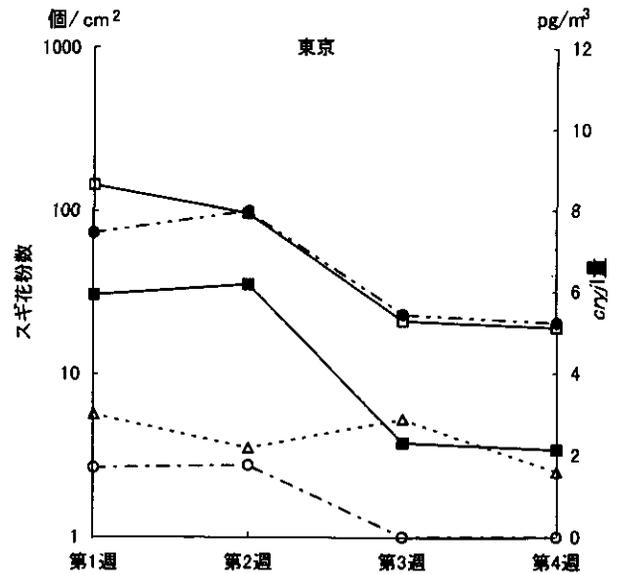


図17 個人、屋内・外のスギ花粉測定結果(1992年)

- 観測点(ダーラム式)
- 平均屋外スギ花粉数
- 平均屋外スギ花粉数
- △— 平均個人暴露数
- 屋内浮遊粉じん中Cryj I量

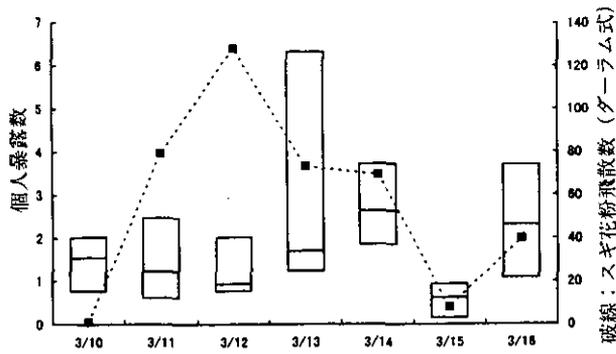


図18 スギ花粉個人暴露数測定結果 (1993年, 東京)

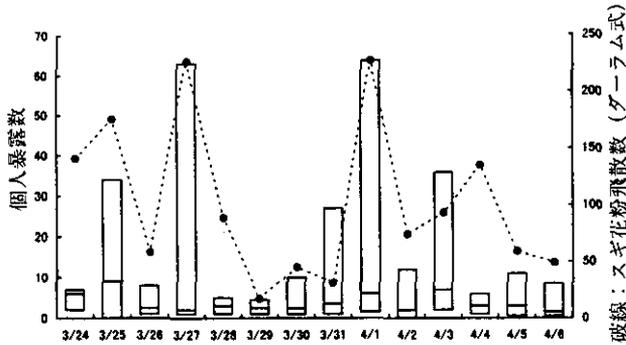


図19 スギ花粉個人暴露数測定結果 (1993年, 山形)

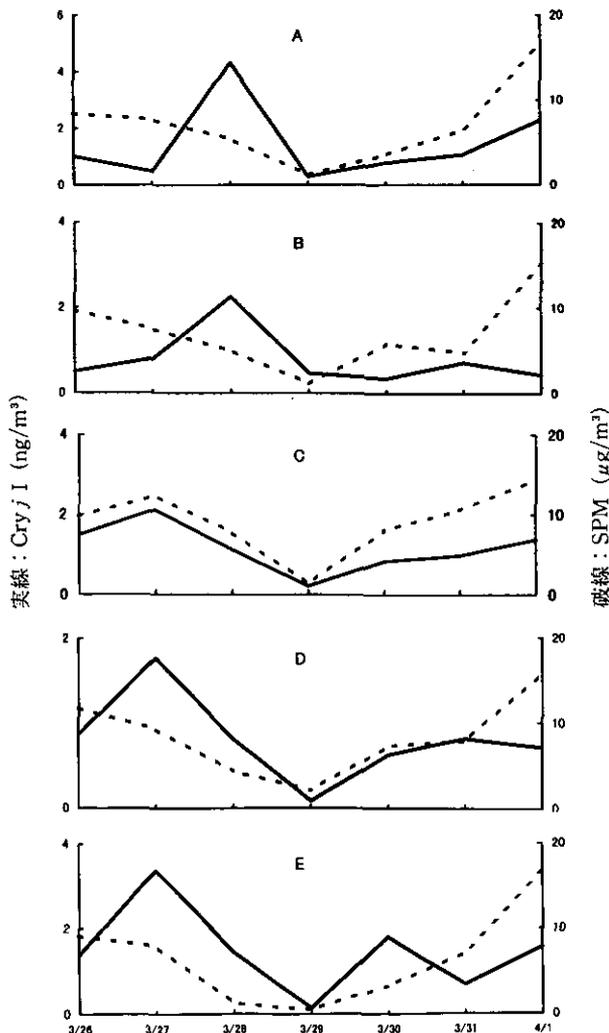


図20 各測定地点の *Cry j I* および SPM の日間変動

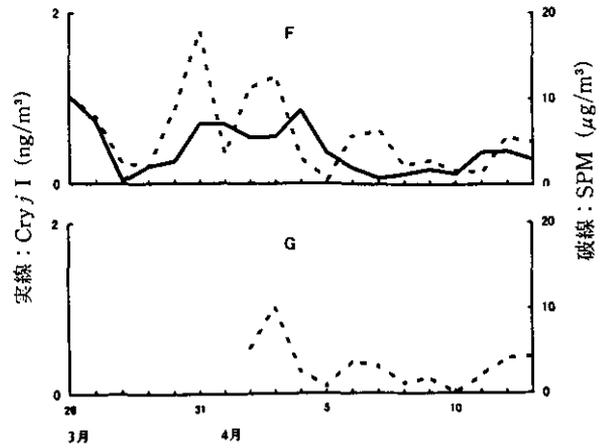


図21 屋内・屋外の *Cry j I* および SPM の日間変動

と、C地点では正の相関がみられるものの他の地点では相関は明確ではなかった。*Cry j I*の各地点間の相関をみると、同一盆地に位置するC, D, E地点間では27日にピークがあり、正の相関がみられた。また、山間部のA, B地点は28日にピークがあり類似していたが、C, D, E地点とは異なっていた。このことから同一盆地内では飛散パターンが類似するといえる。SPMの各地点間の関係を見ると、いずれも正の相関がみられ、SPMのような微小粒子ではスギ花粉のような粗大粒子と違って広域にわたって飛散パターンが類似すると考えられた。同一調査地点の屋外(F)と屋内(G)で行った調査では、屋外で*Cry j I*が検出されても屋内ではまったく検出されなかった。SPM濃度の変動は両者で類似していた(図21)。

このように、粒径がスギ花粉に比べて小さいSPMでは測定地点間の違いがスギ花粉よりも小さくなっていった。また、屋内と屋外の関連性はスギ花粉とSPMでは全く異なり、暴露状況には大きな差があることが示唆された。

### 2.3.3 アレルギー性鼻炎受療率の経年変化とスギ花粉飛散数の動向

茨城県の国民健康保険傷病統計データ(以下、国保レセプト)を用いて、アレルギー性鼻炎受療率の経年変化を検討した。資料は1980~1992年の毎年5月診療分の国保レセプトを集計して作成した国保傷病統計データからアレルギー性鼻炎が主傷病であるものの受療件数を求めた。年齢別の国保加入人口は1989~1992年については茨城県医療福祉課が保有するデータを用いた。1988年以前については年齢階級別のデータが得られなかったため、

国勢調査人口に年齢別国保加入率を掛けて推定した。これらのデータから年齢調整アレルギー性鼻炎受療率を算出した。アレルギー性鼻炎の年齢調整受療率は年々増加し、1990年は1980年の約4倍になっていた。受療率の増加傾向には年によって高低があり、平均的な経年増加傾向よりも増加率が大きかった年はスギ花粉飛散数が多かった年と一致していた(図22)。

同様の傾向は厚生省が実施している全国患者調査に基づくアレルギー性鼻炎受療率の経年変化によっても示されていた。すなわち、患者調査によってもアレルギー性鼻炎は近年増加の傾向にあることが示されており、年度間の変動が当該年度のスギ花粉飛散数の変動にかなり一致していることが示された。

### 2.3.4 スギ特異的 IgE 抗体価と花粉症症状との関連性

茨城県日立市および水海道市において1992年および1993年の5～6月の各種健診受診者を対象に、新たに作成したスギ花粉症質問票(簡略版)と血清検査を組み合わせた手法による有病率調査を行い、質問票のみによる花粉症把握の妥当性・信頼性について基礎的に検討した。

血清中スギ花粉抗体価はCAP RAST FEIA法(Pharmacia社)により測定した。

#### (1) スギ花粉特異的 IgE 抗体陽性率の性・年齢分布

各年度・地域のスギ抗体陽性率(CAP RASTスコア2以上)の性・年齢分布を図23～26に示した。対象者数は1992年の日立市、水海道市それぞれ438名、218名、1993年の日立市、水海道市それぞれ437名、115名であった。日立市では兩年とも、20歳台および30歳台が最も高く、年齢が高くなるとともに低下する傾向にあった。水海道市では20歳台、30歳台の対象者がほとんどいなかったため年齢分布は明確ではないが、日立市の場合と同様に年齢とともに陽性率が低下する傾向がみられていた。いずれの年度・地域とも男性の対象者が少なく、性差を検討することは困難であるが、全体的には女性の方が陽性率が高い傾向があることが示唆された。地域別には日立市の方が水海道市よりも高い傾向にあった。

#### (2) 質問票の妥当性の検討

まず、スギ花粉特異的 IgE 抗体検査成績とスギ花粉症症状との関係を各年度・地域別に検討した。典型症状お

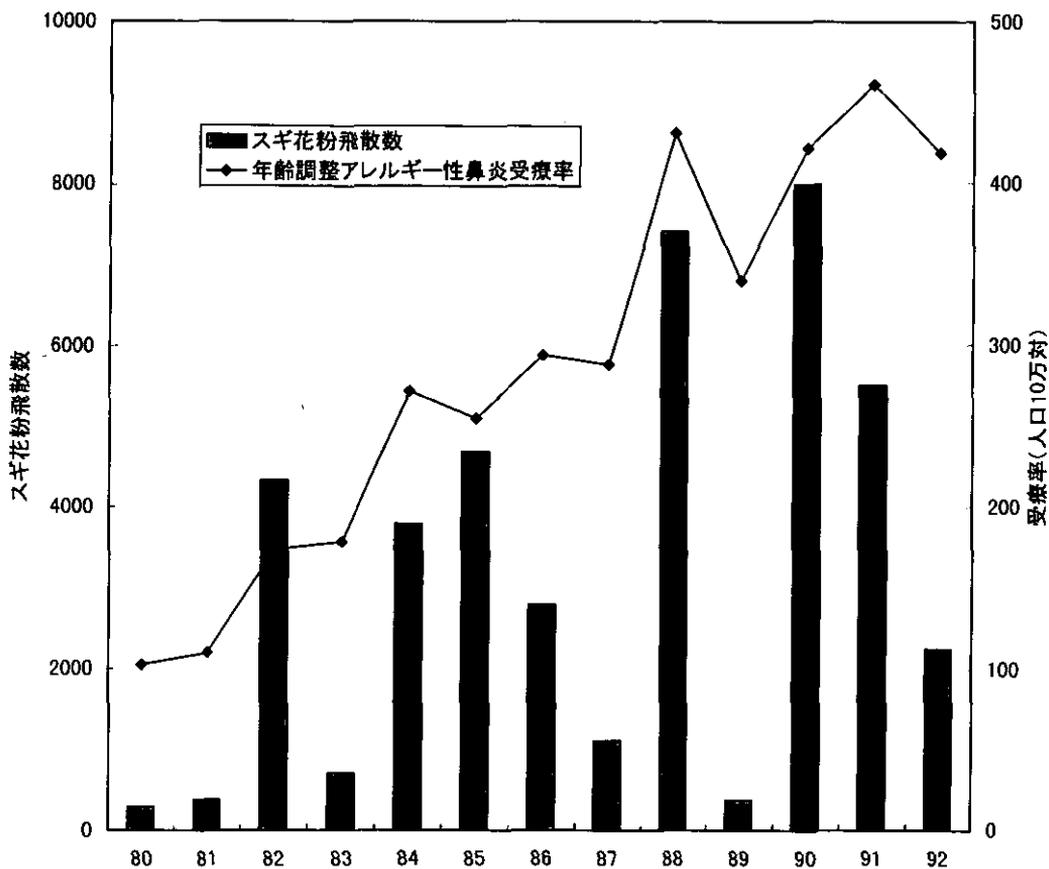


図22 年齢調整アレルギー性鼻炎受療率とスギ花粉飛散数の年次推移(茨城県)

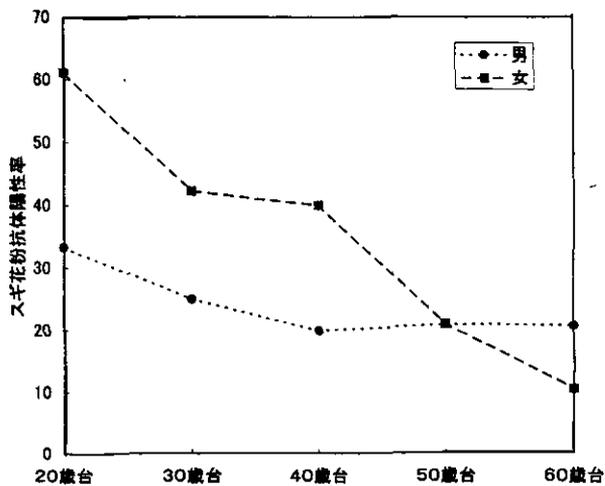


図23 性・年齢別スギ花粉抗体陽性率 (日立市, 1992年)

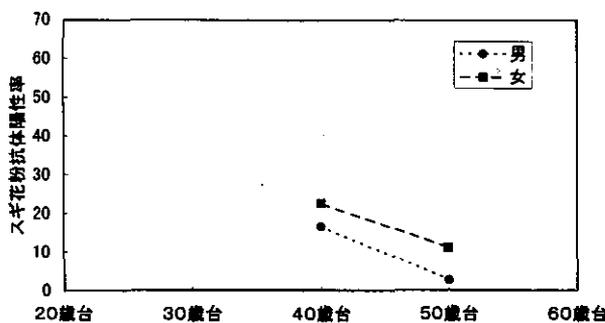


図24 性・年齢別スギ花粉抗体陽性率 (水海道市, 1992年)

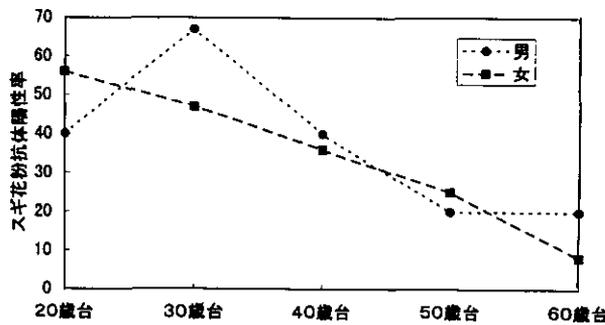


図25 性・年齢別スギ花粉抗体陽性率 (日立市, 1993年)

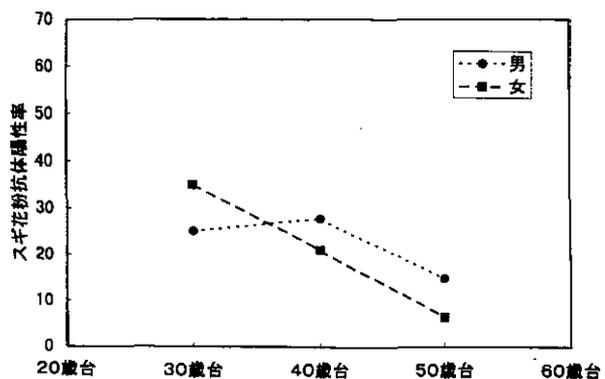


図26 性・年齢別スギ花粉抗体陽性率 (水海道市, 1993年)

および非典型症状は厚生省研究班の診断基準に基づき、質問票への回答から判断した。すなわち、スギ花粉症の典型症状とは「鼻症状（くしゃみ、鼻水、鼻づまりのうち2つ以上）と眼症状（かゆみなど）がかぜをひいていないのに、毎年のように繰り返して、早春に起きるか、もしくは早春に強くなる。」場合であり、非典型症状とは鼻症状（くしゃみ、鼻水、鼻づまり）のうち2つが欠けたり、眼症状だけが毎年早春に繰り返して起きるか、もしくは症状が揃っていても早春だけに起こることもなく、悪化したりしない。」場合を言う。

スギ花粉抗体が陽性で典型症状をもつ者はスギ花粉症確実群と考えることができる。スギ花粉抗体陽性者の中で症状を示していない者もかなり存在しており、発症予備群とも考えられる。一方、スギ花粉症の典型症状を示している者の中にスギ花粉抗体が陰性であるものも含まれていたが、典型症状をもつ者の中でスギ花粉症確実群の割合は、日立市および水海道市の2年度のデータでは75~87%であった。2年度・2地域のデータを総合すると質問票調査によって典型症状をもつと判断された者の中でスギ花粉症確実群の割合は83%であった(表16)。症状の保有状況別に総IgE値とスギIgE値の相関図(両対数)を図27に示した。対数値の相関係数は典型症状群で0.526、非典型症状群で0.473、症状なし群で0.375であった。スギIgE値に対する総IgE値の回帰係数は典型症状群で最も大きく、次いで非典型症状群、症状なし群の順であった。また、典型症状群は概ね相関図の上部にプロットされており、すなわちスギIgE値と総IgE値の比が他の群よりも大きい傾向にあった。非典型症状群は典型症状群と症状なし群のほぼ中間に位置していた。表16を症状の類型別にみても、症状なし群、非典型症状群、典型症状群の順にスギIgE抗体陽性率が高くなっており、質問票から得られた症状と陽性率の対応関係が示されていた。

表16 スギ花粉抗体価と症状の関係(2地域・2年度合計)

		症状		
		なし・不明確	非典型	典型
スギ花粉特異IgE抗体	陰性	814(77.2)	61(55.0)	17(14.7)
	偽陽性	61(5.8)	3(2.7)	3(2.6)
	陽性	179(17.0)	47(42.3)	96(82.8)

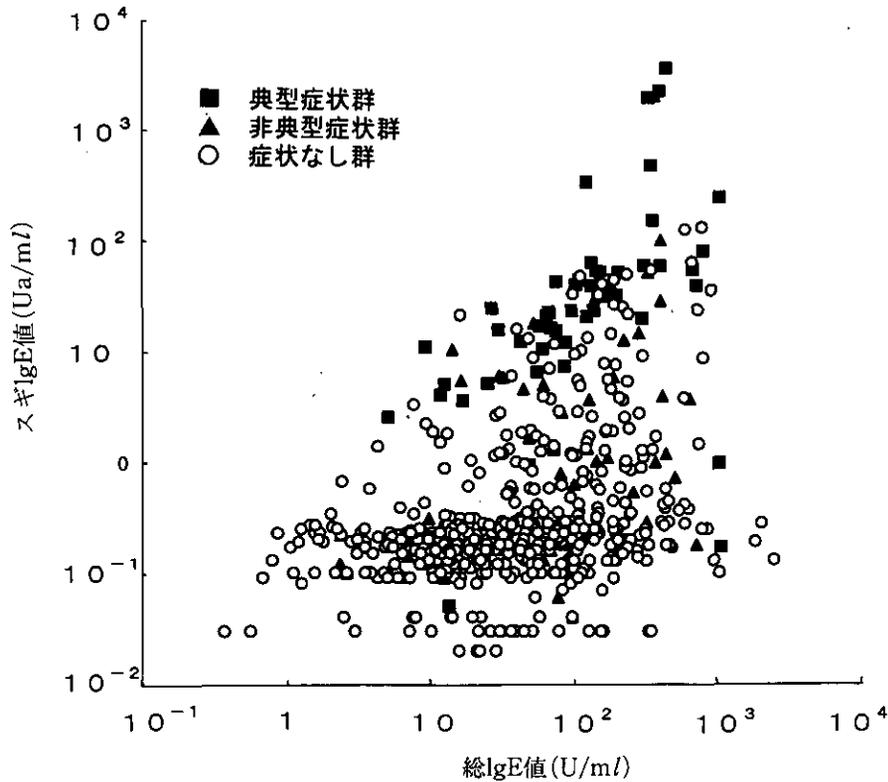


図27 スギ花粉特異 IgE 抗体価と総 IgE 値との相関図 (日立市, 2年度)

### 2.3.5 地域集団におけるスギ花粉症有症率と大気汚染

#### (1) 調査方法

平成5年7月に、茨城県日立市(以下、日立地区)、茨城県水海道市(水海道地区)、東京都葛飾区(葛飾地区)、川崎市川崎区(川崎地区)、川崎市麻生(麻生地区)の計5地区で、各地域の大気汚染測定局あるいはスギ花粉測定点の周辺住民(20歳以上60歳未満の男女)各1000名を対象として、質問票を用いた郵送法によるスギ花粉症の断面調査を実施した。対象者はあらかじめ町丁目を定めて、日立地区では1/5、水海道地区では1/8、葛飾地区では1/17、川崎地区では1/7、麻生地区では1/9の割合で住民基本台帳から無作為抽出した。対象地区のスギ花粉飛散状況と大気汚染レベルは表17に示した。

質問票はスギ花粉飛散の季節を終えた6月に、依頼文とともに郵送し、回答がなかった場合には2週間後に再度依頼文を郵送し、協力をお願いした。用いた質問票は、平成4年6月に東京都葛飾区で成人500名を対象として実施した予備調査ならびに平成4年および5年5~6月に茨城県日立市、水海道市の住民健診の受診者を対象に実施したスギ花粉症症状とスギ花粉特異 IgE 抗体価と

の関連性に基づいてその有効性・妥当性について検討を加えたものである。

回収された質問票の質問1~3(図28)への回答に基づき、「鼻症状(くしゃみ、鼻水、鼻づまりのうちの2つ以上)と眼(かゆみなど)の症状がかぜをひいていないのに、毎年のように繰り返して、早春に起きる。」場合をスギ花粉症症状「あり」とした。症状の有無と各種要因との関係については、多重ロジスティックモデルにより解析を行った。

各地区の累積スギ・ヒノキ花粉飛散数については自治体の観測データに基づいて調査前5年間の累積飛散数を用いた。ただし、茨城県日立市および水海道市には過去の観測データがなかったため、平成5~7年のデータに基づいて、他の観測点での飛散数との比より推定した。また、川崎市での観測はヒノキ科花粉を除いたものであったので、他の地域との比較のために川崎市衛生局(「川崎市におけるスギ花粉調査報告書 昭和61年(1986)~平成3年(1991), 1992」)および長野らの報告(「日本列島の空中花粉II」, 北隆館, 1992)に基づき、スギ花粉飛散数を1.15倍した数値を示した。

表17 対象5地域のスギ花粉飛散数と大気汚染レベル\*

対象地域	スギ花粉 飛散数 (個/cm <sup>2</sup> )**	SO <sub>2</sub> (ppm)	SPM (mg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (ppm)	O <sub>3</sub> (ppm)
日立	28000	0.005	0.024	0.012	0.028
水海道	32000	0.005	0.049	0.016	0.027
葛飾	8400	0.009	0.059	0.030	0.022
川崎	6300	0.009	0.060	0.038	0.021
麻生	8900	0.006	0.043	0.025	0.024

\*1989年から1993年まで5年間の平均値

\*\*1989年から1993年までの累積スギ花粉飛散数 (ダークラム式)

1. この1年間の次のような症状が出たことがありますか。現在、症状のある人はその症状について、以下の質問にお答え下さい。

(1) かぜをひいていないのに鼻水が続けて出るようなことが何日もありましたか。

1. はい 2. いいえ

(2) かぜをひいていないのに鼻がつまったりすることが何日もありましたか。

1. はい 2. いいえ

(3) かぜをひいていないのにくしゃみが続くことが何日もありましたか。

1. はい 2. いいえ

(4) かぜをひいていないのに眼が充血したり、眼がかゆかったりすることが何日もありましたか。

1. はい 2. いいえ

(質問1の(1)(2)(3)(4)のいずれも「いいえ」と答えた人は次ページの質問6へ。)

2. これらの鼻や眼の症状がでるのは1年のうちどれぐらいですか。

1. 1年中 2. 決まった時期だけ 3. ときどき

↓  
それは何月頃ですか。該当する月すべてに○をつけて下さい。

1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12月

3. これらの鼻や眼の症状は、毎年繰り返し決まって同じ時期におこりますか。

1. はい 2. いいえ

図28 質問票の花粉症症状に関する質問

(2) 調査結果・考察

回収された質問票のうち、年齢が対象外だったもの、明らかに対象者以外の家族が記入したと判断されたもの、単身赴任等の理由で実質的に対象地域での生活時間が少ないと判断されたもの、配布後3カ月以上経過してから返送されてきたものを除いたものを解析対象とした。有効回収率は全体で57%、地域別には日立地区が64%で最も高く、葛飾地区が51%で最も低かった。

表18に解析対象者の属性を地域別に示した。性別では女性の方がやや多い傾向がみられたが、地域別には大きな差はなかった。年齢分布は地域によってやや異なり、水海道地区と川崎地区は40歳台、50歳台が多く、麻生地区では20歳台が多くなっていった。アレルギー疾患の既往

歴についてみると、本人については麻生地区が高い傾向がみられた。両親の既往歴については父親のアレルギー疾患既往歴の地域差はあまりみられなかったが、母親では麻生地区が高い傾向がみられた。現住所での居住年数は麻生地区が他の地域よりも短い傾向がみられた。喫煙状況については地区間で大きな差はみられなかった。

次に、関連要因別のスギ花粉症有症率を表19に示した。性別には有症率に差はみられなかった。また、ぜん息の既往の有無別にも差はみられなかった。一方、本人のアレルギー疾患の既往の有無および父・母のアレルギー疾患の有無別にみると、いずれも既往ありの群で有症率が高かった。居住年数別にはやや差が認められ、居住年数が10~19年の群で有症率が高かった。喫煙状況別に

表18 地域別対象者の属性

	日立 (%) n=640	水海道 (%) n=603	葛飾 (%) n=506	川崎 (%) n=550	麻生 (%) n=549
性別					
男	47.8	44.4	45.6	49.3	47.2
女	52.2	55.6	54.4	50.7	52.8
年齢					
20-29	19.4	19.9	20.4	21.5	28.6
30-39	24.1	18.6	24.6	21.3	25.1
40-49	30.8	28.8	30.4	26.8	24.0
50-59	25.7	32.8	24.6	30.3	22.3
既往歴					
ぜん息	4.4	4.8	6.6	5.4	7.6
アトピー性皮膚炎	3.3	5.8	2.8	2.6	5.7
湿疹	12.9	15.5	16.4	16.0	21.3
じんましん	26.7	22.4	23.8	26.4	26.3
食物アレルギー	5.8	4.1	4.3	6.0	6.6
薬物アレルギー	6.8	5.7	6.6	5.1	5.8
両親のアレルギー疾患既往歴*					
父	20.5	20.2	21.7	22.6	22.2
母	18.6	17.6	21.0	19.3	24.6
居住歴(年)					
3年未満	15.5	10.7	13.5	12.6	28.9
3-9	29.0	13.9	26.6	24.0	26.8
10-19	28.1	30.8	28.4	20.1	25.4
20年以上	27.4	44.6	31.6	43.3	18.9
喫煙状況					
現喫煙	32.7	30.4	31.1	35.7	27.6
前喫煙	8.2	5.8	8.9	7.8	9.3
非喫煙	59.1	63.8	60.0	56.5	63.1

\*花粉症、ぜん息、アトピー性皮膚炎、じんましん、アレルギー性鼻炎、アレルギー性結膜炎、食物アレルギー、薬物アレルギーのうちのいずれかがあると答えたもの

表19 関連要因別スギ花粉症有症率

	有症率 (%)	$\chi^2$ 検定 p値
性別		
男	20.3	0.335
女	21.8	
年齢		
20歳代	20.7	0.001
30歳代	28.2	
40歳代	22.0	
50歳代	13.6	
既往歴 (本人)		
ぜん息		0.6
あり	19.2	
なし	21.2	
アレルギー性疾患*		0.001
あり	24.3	
なし	19.1	
両親のアレルギー性疾患既往歴		
父		0.001
あり	26.5	
なし	18.8	
母		0.001
あり	28.6	
なし	18.2	
居住歴 (年)		
3年未満	20.3	0.020
3-9	22.8	
10-19	23.7	
20年以上	17.9	
喫煙状況		
現喫煙	18.3	0.014
前喫煙	25.1	
非喫煙	22.6	

\*アトピー性皮膚炎、湿疹、じんましん、食物アレルギー、薬物アレルギーのうちのいずれかがあると答えたもの

みると現喫煙者でスギ花粉症の有症率が低い傾向がみられた。

表20には地区別・性・年齢別のスギ花粉症有症率を示した。性別地域別に年齢別有症率をみると、全体としては30歳台にピークがあるのに対して、日立地区および水海道地区の男性では20歳台が最も高く、葛飾地区および麻生地区の男性では30歳台が最も高くなっていた。これに対して女性では、日立地区で30歳台と40歳台がほぼ同レベルであった以外はいずれも30歳台で高かった。地区によって有症率の年齢分布が異なるため、有症率の地域差は20歳台で大きくなる傾向を示した。性・年齢で調整したスギ花粉症有症率はスギ花粉飛散数が多い地域ほど高い傾向がみられた (傾向性に関する拡張マンテル検定  $p=0.019$ )。

表21に、地区、性、年齢、父親のアレルギー性疾患既往、母親のアレルギー性疾患既往、居住年数、喫煙歴を説明変数とした多重ロジスティックモデルによる解析から推定した各要因の推定オッズ比とその95%信頼区間を示した。葛飾地区を1とした場合の日立地区の推定オッズ比は1.566で有意な上昇を示していた。年齢では50歳台に対していずれの年代でも有意に高く、30歳台では推定オッズ比が3.059となっていた。父・母のアレルギー性疾患既往および喫煙歴も有意な関連を示していた。表22には地区変数の代わりに各地区のSPM濃度とNO<sub>2</sub>濃度を説明変数として加えた多重ロジスティックモデルによる解析結果を示した。SPM濃度およびNO<sub>2</sub>濃度に関する推定オッズ比はいずれも1以下であり、有意ではなかつ

表20 地区別性・年齢別スギ花粉症有症率 (%)

	日立	水海道	葛飾	川崎	麻生
男					
20歳代	33.3	36.2	13.0	17.3	19.4
30歳代	20.3	28.0	25.5	19.2	37.3
40歳代	21.0	18.3	16.1	20.3	13.2
50歳代	25.3	13.2	16.7	8.3	11.7
計	23.9	22.4	17.7	15.7	20.8
女					
20歳代	24.6	17.2	13.5	8.5	24.3
30歳代	29.7	37.5	29.0	36.1	28.3
40歳代	30.7	22.7	18.6	28.1	23.2
50歳代	15.9	10.6	11.3	11.8	12.7
計	26.1	19.5	18.2	22.2	22.7

た。他の変数に関する推定オッズ比は表21の結果と比べてほとんど変化がなかった。

スギ花粉症の診断は基本的には問診とアレルギー検査に基づくものであるが、新たに作成した質問票の信頼性・妥当性に関する検討結果から考えて、本質問票を用いた自記式調査によって、ある一定の精度をもってスギ花粉症の有症状況を把握できるものと考えられた。また、本調査の回収率は必ずしも高くはないが、回収率の性・年齢分布に地区間で差は認められず、地区間の比較には耐えうるものと考えられた。

スギ花粉症有症率は従来から指摘されているように若年層で高く、年齢による違いが最も大きかった。年齢による有症率の違いを調整したスギ花粉症有症率の地域差はほぼスギ花粉飛散数に対応しており、多重ロジスティックモデルによる解析ではSPM濃度およびNO<sub>2</sub>濃度との対応関係は認められなかった。ただし、有症率の年

齢別パターンに地域による違いがみられたことは症状出現にかかわる要因に違いがあることを示唆するものとも考えられる。すなわち、スギ花粉飛散数が多い日立地区や水海道地区の男性では20歳台が最も高く、地区間の差が他の年齢に比べて大きくなっていたことは、スギ花粉への暴露量と発症年齢との関連性を示唆している可能性がある。

同一地域の居住者であってもスギ花粉への暴露および大気汚染物質への暴露には違いがあると考えられる。大気汚染物質については測定局における大気汚染レベルと個人暴露量の関連性についていくつかの研究があり、ある程度の相関関係があることが示されている。しかしながら、スギ花粉に関しては個人暴露量に関するデータはほとんどなく、同一地区内の個人間変動に関する情報は得られていない。もし、大気汚染物質およびスギ花粉への暴露の個人間変動がかなり大きいとすれば、いわゆる

表21 スギ花粉症有症率に関する各種関連要因の推定オッズ比とその95%信頼区間-その1

	推定オッズ比	95%信頼区間	
		下限	上限
地域			
日立	1.566	1.123	2.197
水海道	1.335	0.943	1.899
葛飾	1.000		
川崎	1.110	0.772	1.598
麻生	1.252	0.880	1.788
性別			
男	0.898	0.704	1.144
女	1.000		
年齢			
20歳代	1.816	1.291	2.567
30歳代	3.059	2.197	4.292
40歳代	1.795	1.297	2.501
50歳代	1.000		
父親のアレルギー性疾患既往歴			
あり	1.414	1.110	1.794
なし	1.000		
母親のアレルギー性疾患既往歴			
あり	1.612	1.262	2.053
なし	1.000		
居住歴(年)			
3年未満	0.771	0.543	1.087
3-9	0.925	0.686	1.246
10-19	1.055	0.793	1.403
20年以上	1.000		
喫煙状況			
現喫煙	0.754	0.582	0.975
前喫煙	0.889	0.582	1.332
非喫煙	1.000		

表22 スギ花粉症有症率に関する各種関連要因の推定オッズ比とその95%信頼区間-その2

	推定オッズ比	95%信頼区間	
		下限	上限
SPM濃度*	0.930	0.807	1.069
NO <sub>2</sub> 濃度**	0.944	0.771	1.159
性別			
男	0.899	0.706	1.146
女	1.000		
年齢			
20歳代	1.815	1.290	2.566
30歳代	3.055	2.194	4.287
40歳代	1.798	1.299	2.505
50歳代	1.000		
父親のアレルギー性疾患既往歴			
あり	1.415	1.112	1.795
なし	1.000		
母親のアレルギー性疾患既往歴			
あり	1.610	1.260	2.049
なし	1.000		
居住歴(年)			
3年未満	0.759	0.538	1.064
3-9	0.911	0.677	1.223
10-19	1.040	0.783	1.380
20年以上	1.000		
喫煙状況			
現喫煙	0.757	0.584	0.977
前喫煙	0.887	0.581	1.329
非喫煙	1.000		

\*10 $\mu$ g/m<sup>3</sup>に対するオッズ比

\*\*10ppbに対するオッズ比

誤分類の影響でスギ花粉症有症率との関連性が低く推定されている可能性がある。また、現住所での居住年数とスギ花粉の有症率との間に明確な関連性はみられなかったものの、過去のスギ花粉への暴露レベルがどのような影響を与えているかについての検討は不十分である。今回用いた質問票に含まれる過去の居住地に関するデータからみると、各地区の対象者とも関東近県の出身者が多数を占めており、出身地や過去の居住地の違いに基づく比較解析はできなかった。また、現喫煙者でスギ花粉症有症率が低い傾向が示された。大気環境中のSPMとは成分も異なるものの暴露量としては非常に高レベルである喫煙によってスギ花粉症の発症がもし抑制されるとすると、大気汚染とスギ花粉症との関連性を論じることはより困難となる。

### 2.3.6 スギ花粉症症状に関する追跡調査

#### (1) 調査方法

平成6年度及び7年度は平成5年度に質問票が回収さ

れた者のうち、対象者の家族が記入したと思われるものなどを除いた2723名を対象として同一質問票により、追跡調査を行った。調査はスギ花粉飛散の季節を終えた7月に、郵送法により実施した。質問票は平成5年度と同一のものをを用い、典型症状および非典型症状を同様に定義した。そのほか、症状が全くないものや上記に該当しないものは症状「なし」とした。さらに、症状「なし」のうち、鼻症状・眼症状とも全くなかったものは「無症状」と分類した。

#### (2) 平成6年度の追跡調査結果

2723名の追跡対象者のうち質問票が回収されたのは1543名、回収率は全体で56.7%であった。図29に各年度の地区別の年齢調整スギ花粉症有症率(典型症状のみ)を示した。平成6年度の有症率は日立地区、水海道地区、葛飾地区、川崎地区、麻生地区それぞれ、13.0、11.2、12.3、16.6、15.0であった。平成5年度の結果に比べていずれの地区でも低く、約6割程度のレベルであった。

地域間の傾向は平成5年度とはほぼ類似していたが、川崎地区はやや高めの値となっていた。平成6年度は全国的にスギ花粉飛散数が少なかったことが有症率に反映したのではないかと考えられる。

平成5年度の調査で症状「なし」群に分類されていた者1085名のうち、平成6年度にスギ花粉症の典型症状が認められたのは2.9%、非典型症状が認められたのは5.2%であった。一方、平成5年度の調査で典型症状「あり」群に分類されたもののうち、6年度に症状「なし」とされたものは37.0%であった。さらに、くしゃみ、鼻水、鼻づまりの鼻症状と眼（かゆみなど）がいずれもなかった「無症状」群は20.8%であった。平成5年度の調査で症状「なし」で、平成6年度に新たにスギ花粉症の典型症状が認められた者の割合を地区別にみると、日立地区では2.9%、水海道地区では2.9%、葛飾地区では1.0%、川崎地区では4.2%、麻生地区では3.4%となっており、川崎地区が最も高くなっていた。図29で示した有症率の地区間差の傾向が川崎地区のみ、やや前年度と異なる傾向を示していたのは、新たに典型症状を表した者が多かったためと考えられた。

(3) 平成7年度の追跡調査結果

質問票が回収されたのは1347名、回収率は全体で49.5%であった。平成7年度の有症率は日立地区、水海道地区、葛飾地区、川崎地区、麻生地区それぞれ、24.2、20.7、26.3、23.5、25.2であった。平成5年度および平成6年

度の結果に比べていずれの地区でも高い傾向にあった。平成7年度は近年では最もスギ花粉飛散数が多く、平成5年度の数倍、平成6年度の10倍以上の量であった。年度間の違いはスギ花粉飛散状況を反映したものと考えられる。地域間の傾向は平成5年度、6年度とはほぼ類似していたが、葛飾地区はやや高めの値となっていた。

平成5年度および平成6年度の調査で症状「なし」群に分類されていた者のうち、平成7年度に新たにスギ花粉症の典型症状が認められたのは6.1%であり、平成6年度に新たに発症した者を含めると、2年間の追跡により7.9%が新規発症者として把握された。新規発症率を地域別にみると日立地区では9.5%、水海道地区では5.0%、葛飾地区では9.7%、川崎地区では8.9%、麻生地区では6.7%となっており、葛飾地区が最も高く、水海道地区が最も低くなっていた。性・年齢の影響を考慮した解析によっても、発症率と大気汚染レベルについて明確な関連性は認められなかった。

2.3.7 職域集団におけるスギ花粉症症状とスギ特異IgE抗体価

(1) 対象および方法

東京都内に勤務地のある職域集団の1993年度の健康診断受診者約4000名に対してアレルギー疾患症状等に関するアンケートを配布し、一次調査を実施した。さらに、年齢を5歳ごとに区切って、すなわち、20、25、30、35、40、45、50、55、60歳の者ならびに新入社員計770名につ

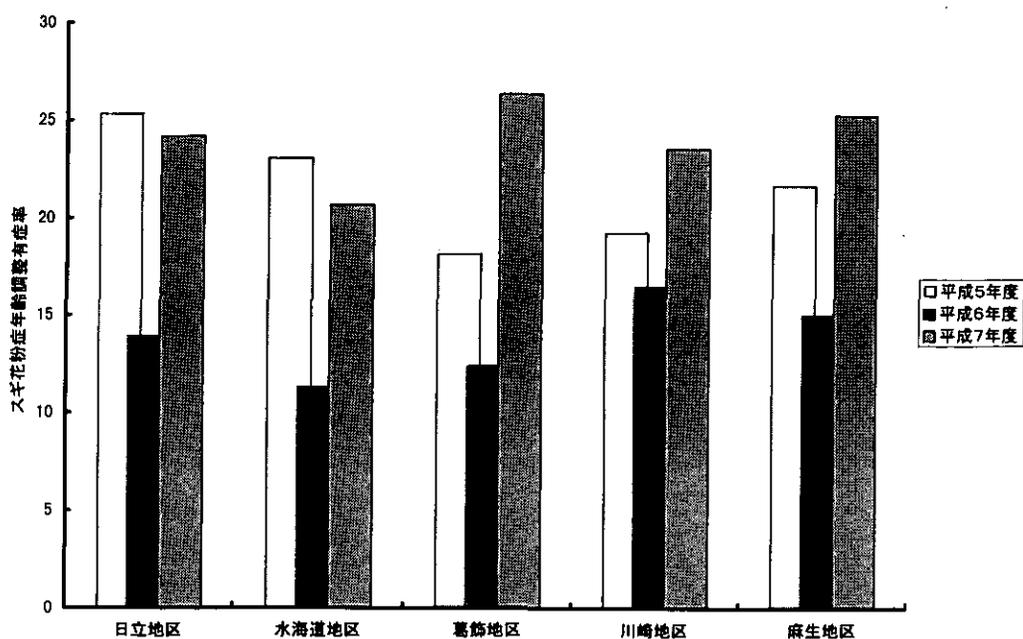


図29 地域別スギ花粉症年齢調整有症率

いて、血清中スギIgE抗体をCAP RAST法により、血清中非特異的IgE抗体をCAP IgE法により測定するとともに、スギ花粉症質問票（簡略版）を配布して、二次調査を行った。質問票の各質問項目のうち、花粉症にかかわるものは先に述べた地域集団で用いた質問と同一のものを使用した。

1995年度はスギ花粉症質問票（簡略版）を健康診断受診者全員に配布し、3900名から回答を得た。

(2) 結果及び考察

対象者の95%は男性であり、女性は20歳台に集中して年齢分布が偏っているために以下の解析は男性のみに限定して行った。

1993年度の二次調査対象者の年齢別のスギ花粉症有症率とスギ特異的IgE抗体価を図30および図31に示した。典型症状有症率は20歳台で10.0%、30歳台で13.9%、40歳台で11.3%、50歳台で2.4%であり、30歳台が最も高率であった。この傾向は非典型症状を含めても同様であった。スギ特異的IgE抗体価については年齢が高くなるにつれて陽性率は低くなり、スコア2以上の陽性者は20歳台で54.6%、30歳台で42.0%、40歳台で33.6%、50歳台で31.0%となっていた。また、若年の方が高スコアの者も多かった。

スギ特異的IgE抗体陽性者の中でスギ花粉症症状有症状況を年齢別にみると、陽性者のうち典型症状を示していたのは全体では25.8%、非典型症状を示していたのは13.8%であった。陽性者の中で症状を示している割合は30歳台と40歳台で大きく、約半数であった。

つぎに、スギIgE抗体陽性率およびスギ花粉症有症率と喫煙歴との関係を検討した(図32)。スギIgE抗体陽性率は現喫煙者が33.9%、前喫煙者が31.8%、非喫煙者が56.2%であり、非喫煙者で有意に高率であり、現喫煙者と前喫煙者ではほとんど差がなく、非喫煙者の約6割のレベルとなっていた。有症率は現喫煙者が7.7%、前喫煙者が10.1%、非喫煙者が18.0%であり、スギIgE抗体陽性率と同様に非喫煙者で有意に高率であった。年齢別・喫煙状況別にスギIgE抗体陽性率をみると、全体的には、陽性率は20歳台が高く、年齢とともに低下する傾向がみられた。いずれの年齢群でも非喫煙者のスギIgE抗体陽性率が高い傾向がみられ、喫煙状況別の陽性率の差は40歳台以上の中高齢群で大きくなっていた。また、年齢による違いは現喫煙者で顕著になっていた(図33)。さ

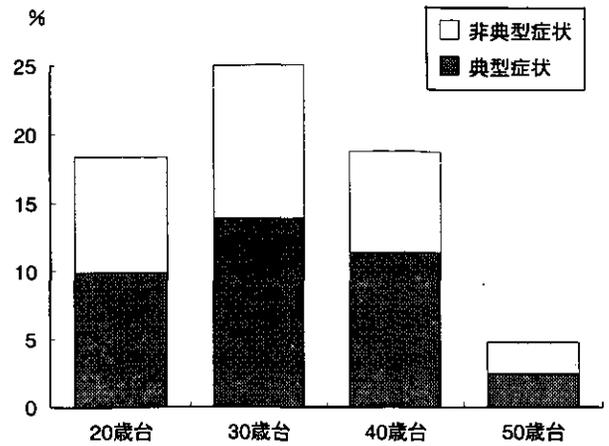


図30 年齢別スギ花粉症有症率

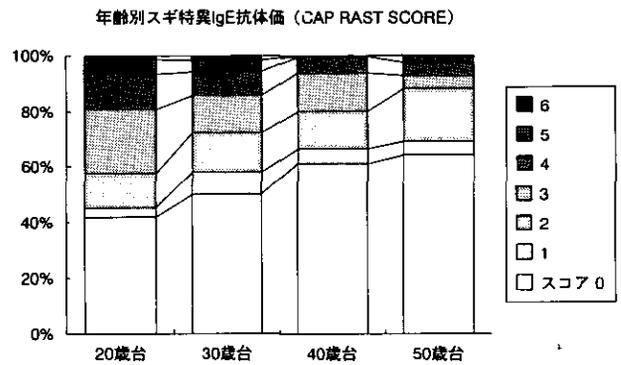


図31 年齢別スギ花粉特異IgE抗体価

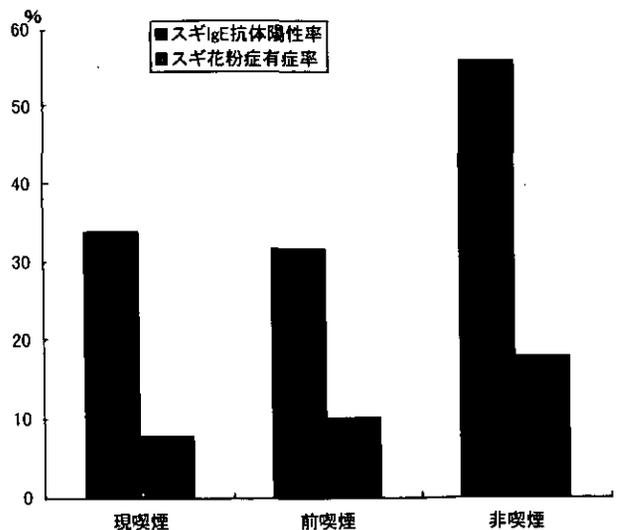


図32 喫煙歴別スギ花粉症有症率およびスギ花粉特異IgE抗体陽性率

らに、前喫煙者を除き、現喫煙者を喫煙本数別に1日20本未満と20本以上に分けて、スギIgE抗体陽性率をみると、喫煙本数20本以上の群では陽性率はより低く、喫煙本数に依存した陽性率の有意な傾向が認められた(図34)。つぎに、非特異的IgE抗体価について検討したが、総IgE値が300U/ml以上のものをIgE高値群とすると、喫煙状況による違いは認められなかった。非特異的IgE値の幾何平均値は現喫煙者でやや高い傾向がみられるものの統計的に有意差はなかった。また、対象者の出身地別にスギIgE抗体陽性率を比較した(図35)。関東・東北出身者が多いために、全国的な傾向を判断することは困難であるが、スギのほとんどない北海道出身者の陽性率が低く、東京出身者の陽性率が高い傾向があり、過去のスギ暴露歴と感作との関連性を検討する必要があることを示していた。

1995年度に実施した質問票調査に基づいてスギ花粉症有症率を年齢別、喫煙歴別に検討したところ、1993年の二次調査から得られた傾向と同様の結果が得られた。すなわち、年齢別には高齢になるにつれて有症率は低下し、また非喫煙者の有症率が高い傾向が認められた。

## 2.4 まとめ

### 2.4.1 ストレス評価のための心理・生理学的実験研究 —HRVスペクトル成分による自律神経系活動評価法—

HRVスペクトル成分による自律神経系活動の評価法については、これまで主として、循環系等の疾患に関連した臨床評価、労働環境中の有害因子による健康影響の評価、心理生理学・人間工学における精神作業負荷量の測定などへの応用が検討されてきたが、一般生活環境下でのストレスの生物学的評価法としての有用性については十分に検討されてこなかった。さらに、その測定法・変動要因等についても、なお検討の余地が残されていた。そこで、上記評価法の有用性とストレスの生物学的評価への応用可能性について、基礎的な検討を行った。

その結果、HRVスペクトル成分の自律神経活動指標としての利用に関しては、その評価方法に関する重要な点がいくつか明らかになった。すなわち、1) HRVのRSA成分については、呼吸速度によって見かけ上大きく影響を受けることが応用上の大きな問題点とされてきたが、その影響は簡便な方法で補正可能である。2) HRVは食事によっても一過的に影響を受けることが知られて

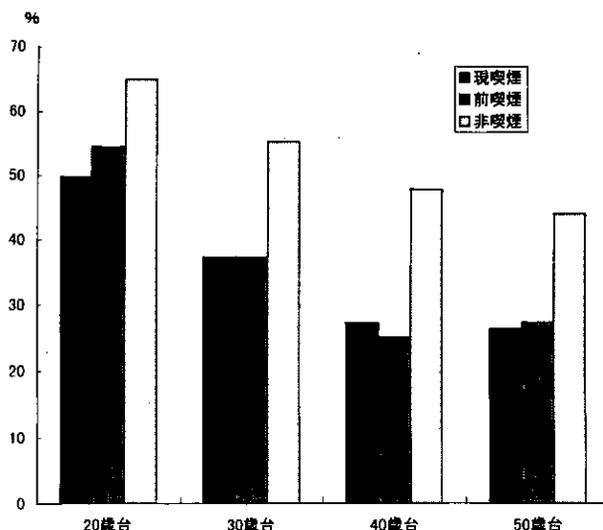


図33 年齢別喫煙歴別スギ花粉特異IgE抗体陽性率

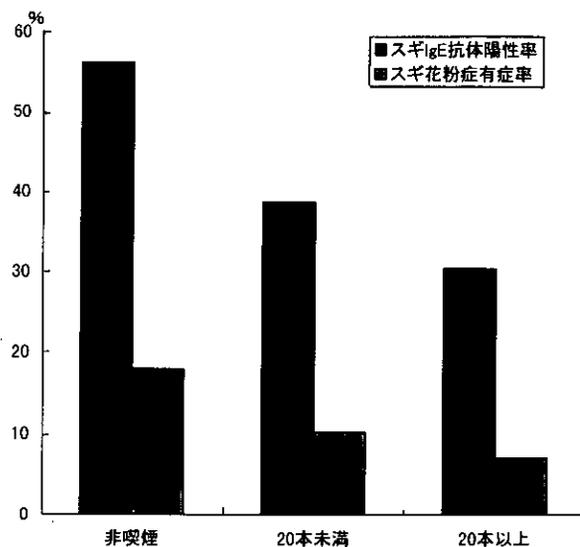


図34 喫煙本数別スギ花粉症有症およびスギ花粉特異IgE抗体陽性率

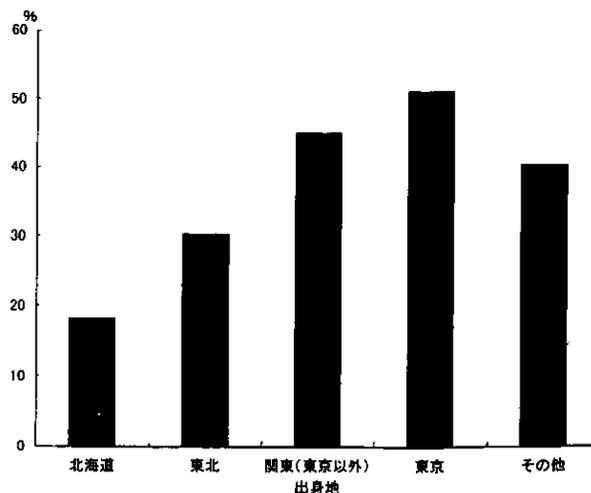


図35 出身地別スギ花粉特異IgE抗体陽性率

いたが、この影響を除くには食後120分以上を要する。3) HRV スペクトル成分により示される自律神経活動は軽度の肥満によっても影響を受けるので、結果の個人間比較に際して加齢と並んで肥満度の差異に留意する必要がある。4) 日本人の健康男子集団において通常みられる頻度の喫煙・飲酒では、HRV スペクトル成分への影響は大きくない。

また、HRV スペクトル成分により評価した自律神経系活動が、個体のストレス状態等との関連でどのような意義を有するかについて基礎的検討を行った結果、次のような知見が得られた。1) 体位変換に伴う同活動の変化は、その際の血圧調節に関連している。2) 睡眠時の同活動は睡眠深度と関連していることから、同活動が覚醒時の安静レベルないし「精神的緊張度」の指標となる可能性も予想される。3) 安静時の同活動は、ポーター尺度で評価したタイプA行動パターンと関連しない。4) HRV スペクトル成分を用いることで、精神作業負荷による交感神経系活動の一過性の亢進やその回復過程に対する音暴露の複合的影響を評価することが可能であり、この評価のために同成分は心拍数よりも鋭敏な指標である。

#### 2.4.2 都市環境における複合的ストレス状況の評価のための調査研究

都市環境における複合的ストレス状況の評価に関連して、大都市での職域における断面調査と、地域における不眠症の断面調査を行った。

職域での断面調査は、前述のような基礎的検討を加えてきたHRV スペクトル成分による自律神経系活動評価法の、大都市勤労者におけるストレス評価に対する応用の試みである。その結果、職域健診時に測定した自律神経系活動のバランスが、遠距離通勤者や長時間残業者では交感神経優位に傾いていることが示された。ただしこのような生理的状態は、仕事等に関する主観的なストレス感とは必ずしも対応しないことも示唆された。遠距離通勤や長時間残業は大都市勤労者に特徴的な複合的ストレス状況の一面を示しているが、上の結果はこれらの要因によってもたらされた慢性的なストレス状態を表している可能性がある。しかし、こうした状態の意義や、それが持続した場合の健康影響等をさらに明らかにするためには、HRV の長期連続モニタリング、これと睡眠等ライフスタイル全体との詳細な関連の検討など、なお多

くの課題が残されている。

地域での断面調査は、各種要因による複合的ストレス状態としての、不眠症に関する疫学調査である。一次調査では、騒音調査の一環として睡眠を調べるのではなく、不眠症の各種リスクファクターに関する検討の一環として、大都市圏内の幹線道路沿道における夜間道路交通騒音の睡眠への影響についても詳細に検討することを目的とした。二次調査では、一次調査で同定した不眠症群と対照群の睡眠時騒音暴露状況を実際に同時に調査比較し、同暴露状況と不眠症リスクとの関連を詳細に検討した。不眠症に関する疫学調査は国外では散見されるが国内ではほとんど例がなく、また道路交通騒音がリスクファクターの一つとなっているかどうかという調査は国際的にも例をみないようである。ただし、騒音と睡眠に関する従来の調査では睡眠影響の頻度や持続性について十分に考慮されてこなかったことから、一次調査では、不眠症等に関する近年の標準国際診断基準を参考にして、質問紙による不眠症の判定基準を新たに開発した。

この調査とは別に、不眠症の判定基準の信頼性・妥当性について基礎的検討を行った。その結果、1) 不眠症の判定には相当の再現性が認められた。2) 不眠症の判定と他の方法により評価した短期的な睡眠質との間には一定の整合性が認められた。なお、2)に関連して、フィールド調査で使用可能な簡便な睡眠の他覚的評価法として、アクチメトリーの有用性についても基礎的検討を行ったところ、屋外から室内への侵入音レベルとアクチメトリーで検出した中途覚醒反応との間に定量的な関係が示唆され、環境と睡眠に関する今後の研究において有望な手法であることが示唆された。

成人女性住民を対象とする断面調査からは、以下のことが明らかとなった。1) 不眠症のリスクファクターとして加齢等の要因が見いだされ、これらが従来の疫学的・臨床的知見と整合したことは結果的に上記の不眠症判定基準の妥当性を支持した。2) 幹線道路の沿道を除けば、各種リスクファクターの影響を考慮した場合の不眠症有症率の地域差は小さかった。3) 幹線道路の夜間道路交通量と沿道直近における不眠症リスクとの間には直線的な関係がみられ、夜間道路交通騒音が沿道住民にとって不眠症の有意なリスクファクターであることが確かめられた。4) 交通量のもっとも多い地域において睡眠時騒音暴露レベルを実測したところ、不眠症群では対照群よりも睡眠時騒音暴露レベルが高いことが確認され

た。5) 寝室内騒音レベルから不眠症リスクを評価する場合には、騒音評価指標として等価騒音レベルが優れていることが示唆された。

### 2.4.3 スギ花粉症と大気汚染の関連性

#### (1) スギ花粉と大気汚染物質への暴露

何らかの環境因子と疾病との関連性を疫学的に検討するためには対象集団における環境因子への暴露量を評価することが必要である。スギ花粉症の発症における大気汚染の関与を検討するためにはスギ花粉への暴露と大気汚染物質への暴露の双方を評価しなければならない。大気汚染物質の環境中の濃度は全国で約2000カ所の常時監視測定局のデータが得られる。このような常時監視測定局の大気汚染濃度とその周辺住民の個人暴露量との関係についてはこの20年来多くの研究が行われてきた。大気汚染物質の中には一般家庭の屋内にも発生源を持つものもあるため個人暴露量と常時監視局データとの乖離が指摘されてきた。しかしながら、地域住民の平均個人暴露量と常時監視局で測定された環境濃度とはある程度相関するとみなすことができる。一方、スギ花粉については全国で200~300カ所でダラム式捕集器による測定が行われているにすぎない。本研究ではスギ花粉への個人暴露量の測定を試みた。ダラム式捕集器によるスギ花粉飛散数と地域住民の個人暴露量の日間変動の傾向が類似することを確かめた。しかし、長期的なスギ花粉への暴露に関する基本的なデータ、すなわち個人暴露量の地域住民における平均レベルや個人間の変動の大きさ、さらにはそれらと環境中のスギ花粉量との関連性などはほとんど明らかとなっていない。ダラム式捕集器によるスギ花粉飛散数とスギ木の植生分布、気象因子から推定されるある地域の環境中スギ花粉レベルによって住民のスギ花粉への暴露量を評価することは妥当であると考えられるがその定量性については不十分であると考えられる。特に、大気汚染の関与を定量的に検討するためにはスギ花粉症発症の一次原因であるスギ花粉への暴露量評価の精度を上げる必要がある。

#### (2) 疫学調査におけるスギ花粉症の把握

本研究では主として質問票を用いた自覚症状によってスギ花粉症の把握を行った。理想的には、血液検査によるスギ特異的IgE抗体測定や皮膚テストによってスギ花粉への感作を確認すると同時にスギ花粉症状を臨床的

に診断することによって、個々のケースを同定することが必要である。しかしながら、地域的な現象である大気汚染との関連性を検討するためには地域代表性のある対象者を選定し調査を実施しなければならない。このような対象者に対して上述のような手法を適用することは不可能であるため、質問票による郵送調査を試みた。用いた質問票は十分な予備調査によってその妥当性が確認できたと考えられる。さらに、職域集団を対象として血液検査を含めた調査を併せて実施し、このような質問票のみによる調査の短所を補うこととした。

スギ花粉症は自覚症状が明確であることおよび症状が発現する季節が限定されていることから、他の疾患に比較すると質問票を用いた方法の精度は高いものと考えられた。

#### (3) 大気汚染の関与

スギ花粉症と大気汚染の関連性を明らかにするために地域集団における疫学調査をはじめとしていくつかの調査研究を実施した。関東地方の5地域で実施した疫学調査の結果は、スギ花粉症と大気汚染のかかわりを積極的に支持するものではなかった。平成5年度に実施した断面調査においては各地域のスギ花粉症有症率は主としてスギ花粉飛散数と対応しており、大気汚染度との関連性を見いだすことはできなかった。平成6年度および7年度の追跡調査においても、スギ花粉症の新規発症率が大気汚染レベルの高い東京および川崎の対象地域でやや高い傾向がみられたものの、有意な関連性は認められなかった。ただし、今回の地域集団における調査はスギ花粉症の自覚症状を対象としたものであり、発症の前段階としてのスギ花粉への感作に対する大気汚染の関与を検討したものではない。

地域集団における調査および職域集団における調査いずれにおいてもスギ花粉症と喫煙歴との関連性が認められた。職域集団における調査から喫煙の関与は症状だけではなく、感作状況に対しても認められた。これまで大気汚染の健康影響を評価する場合に対象とされてきた慢性閉塞性疾患などの呼吸器疾患ではそのリスクファクターとして喫煙の悪影響は確立したものである。本研究の結果からは逆に喫煙によってスギ花粉症の発症が抑制されている可能性が示唆された。もし、ガス状・粒子状の多くの汚染物質を含むたばこ煙の吸入によって、少なくともスギ花粉症の発症が促進されることがないとする

と、一般の大気汚染やDEPによる関与を否定するデータであると解釈することが可能である。いずれにせよ、喫煙の影響についてはさらに疫学研究による結果の確認やそのメカニズムの解明など、慎重に検討されなければならない。

# [資 料]

## I 研究の組織と研究課題の構成

### 1 研究の組織

#### [A 研究担当者]

##### 地域環境研究グループ

統括研究官	内藤 正明	(平成4～6年度)
統括研究官	森田 昌敏	(平成7年度)
上席研究官	三浦 卓	(平成4年度)
上席研究官	中杉 修身	(平成5～6年度)
都市環境影響評価研究チーム	兜 真徳	(平成4～7年度)
	新田 裕史	(平成4～7年度)
	影山 隆之	(平成4～7年度)
	今井 秀樹	(平成4～7年度)
交通公害防止研究チーム	田村 正行	(平成4～5年度)
	主任研究官 松本 幸雄	(平成4～7年度)
	主任研究官 高橋 弘	(平成4～5年度)

##### 環境健康部

部長	鈴木 継美	(平成4年度, 平成6年度)
部長	三浦 卓	(平成5年度)
上席研究官	小林 隆弘	(平成7年度)
環境疫学研究室	小野 雅司	(平成4～7年度)
	田村 憲治	(平成4～7年度)
	本田 靖	(平成5～7年度)
	黒河 佳香	(平成6～7年度)
生体機能研究室	小林 隆弘	(平成4～6年度)
病態機構研究室	藤巻 秀和	(平成4～7年度)

##### 社会環境システム部

上席研究官	大井 絃	(平成4～6年度)
環境計画研究室	大井 絃	(平成7年度)
	近藤 美則	(平成4～7年度)
情報解析研究室	田村 正行	(平成6～7年度)
	須賀 伸介	(平成4～7年度)

#### [B 客員研究員]

山本 和郎	(慶応大学・文学部人間科学)	(平成4～7年度)
秋葉 澄伯	(助放射線影響研究所)	(平成4年度)
	(鹿児島大学・医学部)	(平成5～7年度)
関根 一郎	(長崎大学・医学部)	(平成4～7年度)
守山 正樹	(長崎大学・医学部)	(平成4～7年度)
東郷 正美	(東京大学・教育学部)	(平成4～6年度)
	(神戸大学・発達科学部)	(平成7年度)
加藤 進昌	(滋賀医科大学・精神医学)	(平成4～7年度)

金子 哲也	(杏林大学・保健学部)	(平成4～7年度)
市川 雅教	(東京外語大学・外国語学部)	(平成4～7年度)
村上 正孝	(筑波大学・社会医学系)	(平成4～7年度)
常俊 義三	(宮崎医科大学・公衆衛生)	(平成4～7年度)
灰田美知子	(東京大学医学部付属病院)	(平成4～6年度)
	(半蔵門病院内科)	(平成7年度)
中井 里史	(東京大学・医学部)	(平成4～7年度)
高橋 裕一	(山形県衛生研究所)	(平成4～7年度)
阪口 雅弘	(国立予防衛生研究所)	(平成4～7年度)
安枝 浩	(国立相模原病院・臨床研究部)	(平成4～7年度)
張 斗燮	(帝京大学・医学部・公衆衛生)	(平成4年度)
遠藤 朝彦	(東京慈恵会医科大学・耳鼻咽喉科)	(平成5～7年度)
大川 匡子	(国立精神・神経センター精神保健研究所)	(平成5～7年度)
清水 弘之	(岐阜大学・医学部・公衆衛生)	(平成5～7年度)
鈴木 庄亮	(群馬大学・医学部・公衆衛生)	(平成5～7年度)
竹本泰一郎	(長崎大学・医学部・公衆衛生)	(平成5～7年度)
山本 玲子	(尚綱女学院短期大学)	(平成5～7年度)
松岡 芳子	(東日本旅客鉄道(株)中央保健管理所)	(平成5～7年度)
津金昌一郎	(国立がんセンター研究所支所臨床疫学研究部)	(平成5～7年度)
Richard G. Stevens	(Battele Pacific Northwest Laboratory)	(平成6～7年度)
平良 一彦	(琉球大学・教育学部)	(平成7年度)

## 2 研究課題と担当者 (\*客員研究員)

### 2.1 ストレス評価のための心理・生理学的実験研究—心拍間隔変動 (HRV) のパワースペクトル成分による自律神経系活動評価法に関する基礎的検討

#### (1) HRV パワースペクトル成分の変動要因 (食事・呼吸速度) の検討

影山隆之, 今井秀樹, 兜 真徳

#### (2) 肥満・喫煙・飲酒と HRV スペクトル成分

影山隆之, 今井秀樹, 黒河佳香, 本田靖, 金子哲也\*, 兜 真徳

#### (3) 起立時の HRV と血圧の変化

黒河佳香, 影山隆之, 金子哲也\*, 兜 真徳

#### (4) 睡眠中の HRV スペクトル成分

黒河佳香, 影山隆之, 兜 真徳

#### (5) タイプA 行動特性と飲酒・喫煙・仕事・肥満および HRV スペクトル成分との関連

影山隆之, 今井秀樹, 黒河佳香, 金子哲也\*, 兜 真徳

#### (6) 精神作業と作業後の騒音暴露の HRV スペクトル成分に対する複合影響

影山隆之, 今井秀樹, 兜 真徳

### 2.2 都市環境における複合的ストレス状況の評価のための調査研究

#### (1) 職域におけるストレス評価に関する断面調査

影山隆之, 今井秀樹, 黒河佳香, 金子哲也\*, 兜 真徳

#### (2) 質問紙法による不眠症調査の信頼性・妥当性に関する基礎的検討

影山隆之, 黒河佳香, 新田裕史, 大川匡子\*, 兜 真徳

- (3) 道路交通騒音による睡眠影響の評価－他覚的評価法としてのアクチメトリーの有用性  
影山隆之, 黒河佳香, 新田裕史, 大川匡子\*, 兜 真徳
- (4) 国内5都市における不眠症の断面調査  
影山隆之, 新田裕史, 大川匡子\*, 鈴木庄亮\*, 竹本泰一郎\*, 平良一彦\*, 兜 真徳
- (5) 不眠症群と対照群の睡眠時騒音暴露レベルの比較調査  
影山隆之, 新田裕史, 黒河佳香, 兜 真徳

### 2.3 都市型大気汚染状況と呼吸器系アレルギー疾患の関連性に関する疫学的研究

- (1) スギ花粉への暴露評価  
高橋裕一\*, 阪口雅弘\*, 新田裕史, 田村憲治
- (2) アレルギー性鼻炎受療率の経年変化とスギ花粉飛散数の動向  
田村憲治, 小野雅司, 村上正孝\*
- (3) スギ特異的IgE抗体価と花粉症症状との関連性  
新田裕史, 今井秀樹, 影山隆之, 兜 真徳
- (4) 地域集団におけるスギ花粉症と大気汚染  
新田裕史, 今井秀樹, 影山隆之, 兜 真徳
- (5) 職域集団におけるスギ花粉症症状とスギ特異IgE抗体価  
松岡芳子\*, 灰田美知子\*, 新田裕史, 今井秀樹, 兜 真徳
- (6) スギ花粉アレルギー症と都市大気汚染質との相互機序に関する研究  
(地方公共団体公害研究機関との共同研究)  
鈴木行夫 (神戸市環境保健研究所), 新田裕史, 兜 真徳

## II 研究成果発表一覧

### 1 誌上発表

発表者	題目	掲載誌	巻(号)	ページ	刊年
K. Maeda, H. Nitta, S. Nakai	Results of measurements of NO <sub>2</sub> Levels of indoor, outdoor and personal exposure	Qual. Indoor Environ. (Selper Ltd., 706p.)		379-384	1992
M. Kabuto, S. Tsugane, S. Watanabe	Variations of serum dehydro- e piandrosterone - sulfate (DHEA-s) level according to stress events or stress-related personalities in Japanese	Behavioral Medicine (Araki S., Elsevier Sci., 382p.)		189-194	1992
影山隆之, 兜 真徳	幹線道路沿道家屋内における睡眠 時騒音暴露レベル (L <sub>Aeq</sub> (slp)) に ついて—首都圏内4地域の調査か ら—	騒音制御	16	252-256	1992
影山隆之, 兜 真徳	「主婦」の1日24時間の生活行動 別騒音暴露レベル—首都圏内4地 域の調査から—	騒音制御	16	257-261	1992
兜 真徳, 影山隆之	大都市圏における騒音苦情発生率 にみられる「密度効果」について— 都市生態学的視点から—	—豊かな環境を創造する— 音とアメニティ(日本騒音制 御工学会)		93-97	1992
兜 真徳, 今井秀樹	無酸症と胃癌, Achlorhydria and gastric carcinogenesis	ランセット日本語版	2(5)	63	1992
H. Nitta, T. Sato, S. Nakai, K. Maeda, S. Aoki, M. Ono	Respiratory health associated with exposure to automobile exhaust. I. results of cross-sec- tional studies in 1979, 1982, and 1983	Arch. Environ. Health	48(1)	53-58	1993
M. Kabuto, H. Imai, S. Tsugane, S. Watanabe	Airborne cat (Fel d I), dog (Can f I), and mite (Der I and Der II) allergen Levels in the homes of Japan	J. ALLG. CLIN. IMMUNOL.	92(6)	797-802	1993
M. Kabuto, T. Kageyama, H. Imai, H. Nitta, M. Minami	Heterogenous response of sym- pathetic nervous system to sound stimuli: finger plethyo smog- raphic responses of $\alpha$ - and $\beta$ - type	Noise as a Public Health Problem. (INRETS, 671 p.)		505-508	1993
M. Kabuto, T. Kageyama, H. Nitta	EEG power spectrum changes due to listening to pleasant musics and their relation to relaxation effects	Jpn. J. Hyg.	48(4)	807-818	1993
兜 真徳	神経—内分泌—免疫系の相関から みたストレス反応	免疫薬理	11(2)	60-64	1993

発 表 者	題 目	掲 載 誌	巻(号)	ページ	刊年
兜 真徳, 影山隆之, 飯田英晴, 加藤進昌	騒音に対する高感受性者の整理反応:不安神経症の場合	日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集		201-204	1993
南 正信, 相本篤子, 兜 真徳	指尖容積脈波反応からみたホワイトノイズ刺激に対する交感神経系反応の個人差について	日本衛生学雑誌	48(2)	646-654	1993
H.Nitta, M.Ichikawa, M.Sato, S.Konishi, M.Ono	A new approach based on a covariance structure model to source apportionment of indoor fine particles in Tokyo	Atmos. Environ.	28(4)	631-636	1994
M.Hashimoto, H.Nigi, M.Sakaguchi, S.Inouye, H.Miyazawa, M.Watanabe, M.Mitsuseki, H.Yasueda, H.Nitta	Removal of cat major allergen (Feld I) from futon (Japanese bedding) with a home washing machine	J.Vet.Med.Sci.	56(3)	597-598	1994
T.Kageyama, M.Kabuto	Inhibitory effects of road traffic noise on recovery from mental-work-induced hyperactivity of sympathetic nervous system assessed by a spectral component of heart rate variability	Recent advances in researches on the combined effects of environmental factors(ICCEF'94,625p.)		131-140	1994
影山隆之, 兜 真徳, 新田裕史	大都市における不眠症の疫学調査:睡眠時騒音環境との関連	㈱日本騒音制御技術発表会講演論文集		237-240	1994
兜 真徳	脳と行動-脳内ストレス反応メカニズムからみたタイプA行動パターン-	労働衛生	7(412)	66-67	1994
新田裕史	咳・痰と空気汚染	J. Otolaryngol. Head Neck Surg.	10(11)	1524-1527	1994
Kageyama T., Kabuto M.	Combined effects of mental workload and following exposure to road traffic noise on sympathetic activities assessed by a spectral component of heart rate variability	Arch. Complex Environ. Stud.	7	13-20	1995
Nakai S., Nitta H., Maeda K.	Respiratory health associated with exposure to automobile exhaust II. Personal NO <sub>x</sub> exposure levels according to distance from the roadside	J. Exposure Anal. & Environ. Epidemiol.	5(2)	125-136	1995

発 表 者	題 目	掲 載 誌	巻(号)	ページ	刊年
Watanabe M., Sakaguchi M., Inouye S., Miyazawa H., Mitsuseki M., Nitta H., Yasueda H.	Removal of mite allergens from blankets: Comparison of dry cleaning and hot water washing	J. Allergy Clin. Immunol.	96(6)	1010-1012	1995
Y. Takahashi, K. Sasaki, S. Nakamura, H. M. Hiroshinge, H. Nitta	Aerodynamic size distribution of the particles emitted from the flowers of allergologically important plants	Grana	34	45-49	1995
影山隆之	騒音公害による健康影響	J. Otolaryngol. Head Neck Surg.	11	942-946	1995
影山隆之, 兜 真徳	精神保健	公衆衛生学第2版(竹本泰一郎・齋藤寛編, 講談社サイエンスフィック, 220p.)		128-135	1995
新田裕史, 兜 真徳	スギ花粉と大気汚染に関する疫学調査結果	花粉アレルギーと大気汚染(兜真徳・鈴木継美編, 篠原出版, 113p.)		89-99	1995
新田裕史, 高橋裕一	スギ抗原暴露の評価	アレルギーの領域	2(1)	60-64	1995
Kabuto M., Imai H., Kurokawa Y., Kato N.	Acute response of the HPA-axis to trimethyltin may reflect an inflammatory reaction in the hippocampal region	The Hippocampus: Functions and Clinical Relevance (Kato N., Elsevier Sci., 1494p.)		143-146	1996
Kageyama T, Imai H, Kabuto M	A Standardization Method for Respiratory Sinus Arrhythmia Using Breathing Frequency (the 2nd Report): Efficiency of Assessing Changes in Cardiac Parasympathetic Activity with Posture	J. Occup. Health	38(3)	107-112	1996
T. Kageyama, H. Imai, M. Kabuto	A Standardization method for respiratory sinus arrhythmia at supine rest as an index of cardiac parasympathetic activity using breathing frequency	J. Occup. Health	38(1)	20-24	1996
影山隆之, 錦戸典子, 小林敏生, 黒河佳香, 兜 真徳	タイプA行動特性と飲酒・喫煙・仕事・肥満	タイプA	7(1)	23-31	1996
高橋裕一, 新田裕史, 兜 真徳, 田村憲治, 阪口雅弘, 渡辺美香	盆地におけるスギ花粉とSPMの飛散動態	日本花粉学会会誌	42(1)	37-40	1996

2 口頭発表

発表者	題目	学会等名称	開催都市名	年月
阪口雅弘, 井上 栄, 入江建久, 宮沢 博, 安枝 浩, 信太隆夫, 新田裕史	家庭内における床および空中ダニ(Der I and Der II), ネコ(Feld I), イヌ(Can f I) アレルゲン量の測定	第42回日本アレルギー学会	仙 台	1992. 1
影山隆之, 兜 真徳	首都圏の幹線道路沿道居住者の睡眠時騒音暴露レベル	第51回日本公衆衛生学会	東 京	1992. 1
新田裕史, 今井秀樹, 影山隆之, 兜 真徳	大気汚染と花粉症に関する疫学研究の方法論について	第51回日本公衆衛生学会	東 京	1992. 1
影山隆之, 兜 真徳	都市域における屋内からみた音環境とそれによる生活影響別迷惑感について	第62回日本衛生学会	松 山	1992. 3
兜 真徳, 影山隆之, 新田裕史, 今井秀樹, 南 正信	音楽聴取と脳波変動との関連 (第2報)	第62回日本衛生学会	松 山	1992. 3
新田裕史, 影山隆之, 今井秀樹, 兜 真徳	呼吸器の自覚症状と精神的不調感との関連性について—幹線道路沿道での調査結果—	第62回日本衛生学会	松 山	1992. 3
市川雅教, 佐藤 学, 小西貞則, 新田裕史	環境中の粒子状物質の発生源寄与率の推定	第60回日本統計学会	石 巻	1992. 7
兜 真徳, 今井秀樹, 津金昌一郎, 渡辺 昌	日本の5地域住民における血清学的萎縮性胃炎有症率と胃癌死亡率との相関	第51回日本癌学会総会	大 阪	1992. 9
影山隆之, 兜 真徳	道路交通騒音による睡眠影響—大都市における住民調査から	日本騒音制御工学会技術発表会	八王子	1992. 9
新田裕史	自動車排ガスに係わる沿道住民の健康影響について	第33回大気汚染学会	大 阪	1992.12
新田裕史, 兜 真徳, 渡邊実香, 高橋裕一	個人サンプラー法によるスギ花粉暴露数測定を試み：生活行動との関連性	第43回日本アレルギー学会	横 浜	1993. 1
高橋裕一, 新田裕史, 兜 真徳, 笹島 肇, 相川勝悟	ロト・ロッド花粉採集器のサンプリング時間と捕集効率との関係	第43回日本アレルギー学会	横 浜	1993. 1
渡邊実香, 大塚柳太郎, 阪口雅弘, 井上 栄, 新田裕史, 高橋裕一, 名古屋隆生, 渡辺雅尚, 安枝 浩, 信太隆夫, 谷口美文, 栗本雅司, 平井史生	家庭内の室内塵と空気中のスギ(Cry j I)及びダニ(Der I, Der II) 主要アレルゲンの測定	第43回日本アレルギー学会	横 浜	1993. 1
影山隆之, 兜 真徳	大都市住民の睡眠時騒音暴露と睡眠影響—道路交通騒音との関連で	第52回日本公衆衛生学会	北九州	1993. 1
新田裕史, 今井秀樹, 影山隆之, 兜 真徳	大気汚染と花粉症に関する疫学研究第2報	第52回日本公衆衛生学会	北九州	1993. 1

発 表 者	題 目	学会等名称	開催都市名	年月
渡邊実香, 大塚柳太郎, 新田裕史, 鈴木継美	住居内のダニ (Der I, Der II), ネコ (Feld I) 及びスギ (Cry j I) の主要 アレルゲンの挙動について	第52回日本公衆衛生学会	北九州	1993. 1
今井秀樹, 兜 真徳, 新田裕史, 影山隆之	中高年男女における血清中スギ特異的 IgE 抗体陽性率の地域差について	日本衛生学会第63回大会	東 京	1993. 4
影山隆之, 兜 真徳, 新田裕史, 今井秀樹, 飯田英晴, 加藤進昌	心拍変動成分からみた自立神経機能と 音刺激に対する交感神経系の反応	日本衛生学会第63回大会	東 京	1993. 4
兜 真徳, 影山隆之, 新田裕史, 今井秀樹, 飯田英晴, 加藤進昌	神経症患者の音刺激に対する指尖容積 脈反応について	日本衛生学会第63回大会	東 京	1993. 4
影山隆之, 兜 真徳, 錦戸典子, 金子哲也	心拍変動のスペクトル成分による自律 神経機能評価法: 心電図と指尖脈波の 比較	第66回日本産業衛生学会	横 浜	1993. 5
H.Nitta, M.Ono, S.Nakai, M.Ichikawa, M.Sato, S.Konishi	Source apportionment of fine parti- cles inside residences close to major roads with heavy traffic in Tokyo	The 6th Int.Conf.Indoor Air Quality Climate	Helsinki	1993. 7
S.Nakai, M.Ono, H.Nitta	The relationship between NO <sub>2</sub> and SPM levels inside the residences around roads with heavy traffic in Tokyo, Japan	The 6th Int.Conf.Indoor Air Quality Climate	Helsinki	1993. 7
影山隆之, 兜 真徳	精神作業後の騒音暴露による生理反 応; 心拍変動成分による自立神経系活 動を指標として	日本騒音制御工学会技術発 表会	東 京	1993. 9
高橋裕一, 新田裕史, 兜 真徳, 阪口雅弘	エネルギー分散型 X線分光器と走査電 子顕微鏡を用いた空中スギ花粉の汚れ の評価法	第34回大気汚染学会	千 葉	1993.12
影山隆之, 兜 真徳, 新田裕史	大都市における不眠症の疫学調査: 睡 眠時騒音環境との関連	(株)日本騒音制御工学会平成 6年度技術発表会	東 京	1994. 1
松岡芳子, 内藤俊之, 今井秀樹, 新田裕史, 兜 真徳, 灰田美知子	職域集団における花粉症症状の有症状 とスギ花粉 IgE 抗体陽性率	第44回日本アレルギー学会 総会	東 京	1994. 1
阪口雅弘, 井上 栄, 宮沢 博, 渡辺美香, 三関三乃, 安枝 浩, 新田裕史	大型家庭用洗濯機を用いた毛布からの ダニ主要アレルゲン (Der I) の除去効 果	第44回アレルギー学会総会	東 京	1994. 1
影山隆之, 新田裕史, 今井秀樹, 兜 真徳	成人女性における不眠症の有症率と関 連要因—大都市の道路交通騒音との関 連	第53回日本公衆衛生学会総 会	鳥 取	1994. 1

発 表 者	題 目	学会等名称	開催都市名	年月
青木和夫, 新田裕史, 寺道由晃, 柳堀朗子, 郡司篤晃	アレルギー疾患に関する乳幼児健診受 診者の追跡調査-発症状況と家族歴, 居 住環境	第53回日本公衆衛生学会総 会	鳥 取	1994. 1
新田裕史, 今井秀樹, 影山隆之, 兜 真徳	大気汚染と花粉症に関する疫学研究第 3 報	第53回日本公衆衛生学会総 会	鳥 取	1994. 1
影山隆之, 兜 真徳, 今井秀樹	精神作業と騒音暴露が心臓系自律神経 機能(心拍変動成分による)に及ぼす複 合影響	第67回日本産業衛生学会	岡 山	1994. 3
兜 真徳, 錦戸典子, 影山隆之, 今井秀樹, 本田 靖, 金子哲也	心拍変動成分を用いた心臓系自律神経 機能検査法(第2報)加齢・肥満及び喫 煙との関連	第67回日本産業衛生学会	岡 山	1994. 3
錦戸典子, 兜 真徳, 影山隆之, 今井秀樹, 本田 靖, 金子哲也	心拍変動成分を用いた心臓系自律神経 機能検査法(第3報)減量指導効果判定 への適用の試み	第67回日本産業衛生学会	岡 山	1994. 3
今井秀樹, 敵 康敏, 影山隆之, 新田裕史, 兜 真徳	心臓自律神経系活動性の変動要因につ いて;尿中カテコールアミン排泄速度 との関連	第64回日本衛生学会	金 沢	1994. 4
影山隆之, 今井秀樹, 新田裕史, 兜 真徳	心臓自律神経系活動性の変動要因につ いて;呼吸速度・食事・運動との関連	第64回日本衛生学会	金 沢	1994. 4
新田裕史, 兜 真徳, 今井秀樹, 影山隆之	中高年男女における血清中スギ特異的 IgE 抗体陽性率の地域差について第2 報	第64回日本衛生学会	金 沢	1994. 4
松岡芳子, 小高 稔, 今井秀樹, 新田裕史, 兜 真徳, 灰田美知子	職域集団におけるアレルギー疾患実態 調査	第6回アレルギー学会	熊 本	1994. 4
Y.Matsuoka, M.Odaka, H.Imai, H.Nitta, M.Kabuto, M.Haida	The prevalence of allergic diseases among in door workers in Japan	XV Int.Congr.Allergol. & Clin Immunol. Ann. Meet.	Stockholm	1994. 6
H.Nitta, M.Kabuto, H.Imai, T.Kageyama, Y.Matsuoka, M.Haida	A cross-sectional study on Japanese ceder pollinosis in relation to air pol- lution	XV Int.Congr.Allergol. & Clin Immunol. Ann. Meet.	Stockholm	1994. 7
M.Kabuto, T.Kageyama	Nighttime road traffic noise and sleep quality	Inter-noise 94	Yokohama	1994. 8
T.Kageyama, M.Kabuto	Inhibitory effects of road traffic noise on the recovery from mental-work- induced hyperactivity of sympa- thetic nervous system assessed by a spectral component of heart rate vari- ability	6th Int.Conf.Comb.Eff. Environ.Factors	富 山	1994. 9

発 表 者	題 目	学会等名称	開催都市名	年月
兜 真徳, 影山隆之, 加藤進昌, 飯田英晴	心拍間隔変動の自己相関スペクトル成分を用いた自律神経機能評価：(その1)パニック症候群についての検討	第10回日本ストレス学会学術総会	東 京	1994.11
黒河佳香, 兜 真徳, 影山隆之	心拍間隔変動の自己相関スペクトル成分を用いた自律神経機能評価：(その2)睡眠中の自律神経機能変動に関する基礎的検討	第10回日本ストレス学会学術総会	東 京	1994.11
松本幸雄, 田村憲治, 新田裕史	SPM サンプラによる花粉のサンプリング	第35回大気汚染学会	盛 岡	1994.11
今井秀樹, 兜 真徳, 加藤進昌	トリメチル錫によるHPA-axisの反応：脳内炎症ストレスの可能性	第11回日本ストレス学会学術総会	東 京	1995. 1
影山隆之, 錦戸典子, 黒河佳香, 小林敏生, 金子哲也, 兜 真徳	心拍変動のスペクトル成分から評価した自律神経系活動性と残業時間, 通勤時間との関連	第11回日本ストレス学会学術総会	東 京	1995. 1
兜 真徳, 新田裕史, 今井秀樹, 松岡芳子, 灰田美知子	喫煙によるスギ花粉アレルギーの抑制傾向：ストレス反応の影響?	第11回日本ストレス学会学術総会	東 京	1995.1
松岡芳子, 新田裕史, 今井秀樹, 兜 真徳, 灰田美知子	職域集団における花粉症症状の有症率とスギ花粉 IgE 抗体陽性率第3報	第45回日本アレルギー学会総会	浦 安	1995.1
高橋裕一, 佐橋紀男, 今井 透, 田中利治, 小松俊逸, 新田裕史, 兜 真徳	イチイ花粉症の存在	第45回日本アレルギー学会総会	浦 安	1995. 1
松岡芳子, 新田裕史, 今井秀樹, 兜 真徳, 灰田美知子	職域集団における花粉症症状の有症率とスギ花粉 IgE 抗体陽性率第2報	第45回日本アレルギー学会総会	浦 安	1995. 1
桐生康生, 笹澤吉明, 鈴木庄亮, 川田智之, 影山隆之, 兜 真徳	「睡眠と環境についてのアンケート調査」質問紙の信頼性と妥当性第1報道路から家までの距離	第54回日本公衆衛生学会	山 形	1995. 1
影山隆之, 新田裕史, 兜 真徳, 平良一彦, 鈴木庄亮, 竹本泰一郎	成人女性における不眠症と道路交通騒音の関連：国内3地域の比較	第54回日本公衆衛生学会	山 形	1995. 1
青木和夫, 新田裕史, 寺道由晃, 柳堀朗子, 郡司篤晃	アレルギー疾患に関する乳幼児健診受診者の追跡調査-(2)家族歴等による発症予測-	第54回日本公衆衛生学会	山 形	1995. 1
新田裕史, 今井秀樹, 兜 真徳	大気汚染と花粉症に関する疫学研究第4報	第54回日本公衆衛生学会	山 形	1995. 1
影山隆之, 錦戸典子, 黒河佳香, 小林敏生, 金子哲也, 兜 真徳	若年・中年ホワイトカラー男子におけるポーターのタイプA尺度と喫煙・飲酒・肥満との関連	第65回日本衛生学会	豊 明	1995. 3

発 表 者	題 目	学会等名称	開催都市名	年月
黒河佳香, 影山隆之, 錦戸典子, 小林敏生, 金子哲也, 兜 真徳	自律神経機能の評価指標としての心拍 変動スペクトル成分の意義について	第65回日本衛生学会	豊 明	1995. 3
黒河佳香, 影山隆之, 錦戸典子, 小林敏生, 金子哲也, 兜 真徳	自律神経機能の評価指標としての心拍 変動スペクトル成分の意義について— 立位負荷による血圧変動との相関	第65回日本衛生学会総会	豊 明	1995. 3
兜 真徳, 影山隆之	夜間交通騒音と睡眠質に関する疫学的 研究	交通安全と健康に関する第 2 回日中シンポジウム	東 京	1995. 4
影山隆之, 錦戸典子, 黒河佳香, 小林敏生, 金子哲也, 兜 真徳	心拍変動成分を用いた心臓系自律神経 機能評価 (第 5 報) Type-A 行動特性と の関連	第68回日本産業衛生学会	名古屋	1995. 4
兜 真徳, 錦戸典子, 影山隆之, 黒河佳香, 小林敏生, 金子哲也	心拍変動成分を用いた心臓系自律神経 機能評価 (第 4 報) 肥満・加齢・喫煙と の関連 (例数を増やしての再検討)	第68回日本産業衛生学会	名古屋	1995. 4
黒河佳香, 錦戸典子, 影山隆之, 小林敏生, 金子哲也, 兜 真徳	心拍変動成分を用いた心臓系自律神経 機能指標 (第 6 報) 睡眠中の変動	第68回日本産業衛生学会	名古屋	1995. 4
藤浪 明, 松岡芳子, 西本良博, 内藤俊之, 新田裕史, 兜 真徳	JR 社員の花粉症の実態	第49回日本交通医学会総会	広 島	1995. 6
影山隆之, 黒河佳香, 兜 真徳	大都市における不眠症の疫学調査(第 2 報) : 睡眠時騒音環境の症例対照調査	(社)日本騒音制御工学会平成 7 年度技術発表会	川 崎	1995. 9
黒河佳香, 兜 真徳, 影山隆之	大都市における不眠症の疫学調査(第 3 報) : アクチメータによる睡眠評価の試 み	(社)日本騒音制御工学会平成 7 年度技術発表会	川 崎	1995. 9
Nitta H., Imai H., Kageyama T., Kabuto M., Matsuoka Y., Haida M.	The prevalence of Japanese Cedar Pollinosis (JCP) among adults in rela- tion to air pollution	Annual Conf.Int.Soc. Environ.Epidemiol. & Int.Soc.Exposure Anal.	Noordwij- kerhout	1995. 9
Kabuto M., Kageyama T.	Epidemiologic studies on night time road traffic noise (NRTN) and sleep quality in Metropolitan Tokyo	Annual Conf.Int.Soc. Environ.Epidemiol. & Int.Soc.Exposure Anal.	Noordwij- kerhout	1995. 9
Imai H., Kabuto M., Kurokawa Y., Kato N.	Acute effects of trimethyltin on hypothalamus - pituitary - adrenocor- tical function in rats:An examination with corticosterone response to tail- pain stress	25th.Annu.Meet.Soc. Neurosci.	San Diego	1995.11
Kurokawa Y., Imai H., Kabuto M.	The ANS activities in association with EEG sleep:Power spectrum com- ponents of heart rate variability high- ly correlated with delta-wave activity during sleep	25th.Annu.Meet.Soc. Neurosci.	San Diego	1995.11

発 表 者	題 目	学会等名称	開催都市名	年月
新田裕史, 平野靖史郎, 小野雅司, 田中隆信, 前原正法, 常俊義三	学童の呼吸器症状有症率の経年変化— 同一小学校での1985年と1994年の比較	第36回大気環境学会年会	東 京	1995.11
松本幸雄, 田村憲治, 新田裕史	空中スギ花粉数の日変化と花粉症自覚 症状	第36回大気環境学会年会	東 京	1995.11
松岡芳子, 村山隆志, 新田裕史, 兜 真徳, 灰田美知子	職域のスギ花粉症: '93年度と'95年度の 比較	第 8 回日本アレルギー学会 春季臨床大会	横 浜	1996. 3
Kageyama T., Kabuto M., Nitta H., Kurokawa Y., Taira K., Suzuki S., Takemoto T.	Prevalence rates of insomnia among residents near roads as a function of nighttime road traffic volume : a comparative study for five Japanese cities	Third Japanese/Swedish Noise Symposium on Medical Effects	Maebashi	1996. 4
Kabuto M., Kageyama T., Nitta H., Kurokawa Y., Taira K., Suzuki S., Takemoto T.	Indoor Leq Levels during sleep are significantly associated with the risk for insomnia among roadside resi- dents in the case of Tokyo	Third Japanese/Swedish Noise Symposium on Medical Effects	Maebashi	1996. 4
黒河佳香, 影山隆之, 兜 真徳	睡眠中の自律神経活動: 脳波と心拍間 隔変動の各周波数成分との相関関係	第66回日本衛生学会総会	札 幌	1996. 5
影山隆之, 黒河佳香, 新田裕史, 兜 真徳	道路交通騒音による睡眠影響の評価— 他覚的評価法としてのアクチメトリー の有用性	第66回日本衛生学会総会	札 幌	1996. 5
影山隆之, 錦戸典子, 黒河佳香, 小林敏生, 金子哲也, 兜 真徳	自律神経系活動から見た残業・通勤スト レス	第 3 回日本産業精神保健学 会	東 京	1996. 6
Nitta H., Nakai S., Kurokawa Y., Honda Y., Ono M., Tanaka T., Maehara M., Tsunetoshi Y.	Respiratory Symptoms, Sensitization to Aeroallergen and Housing Characteristics Among Schoolchildren	The 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate	Nagoya	1996. 7
Nakai S., Nitta H., Ono M., Abe K., Sakaguchi M.	Measurements of Biological Contam- inants and Particulate Matter Inside a Japanese Dwelling	The 7th Intenational Con- ference on Indoor Air Quality and climate	Nagoya	1996. 7
影山隆之, 兜 真徳, 新田裕史, 黒河佳香, 平良一彦, 鈴木庄亮, 竹本泰一郎	大都市における不眠症の疫学調査(第 4 報)幹線道路の夜間交通量と不眠症リス クの関連	(社)日本騒音制御工学会平成 8 年度研究発表会	京 都	1996. 9

REPORT OF SPECIAL RESEARCH FROM  
THE NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES, JAPAN

国立環境研究所特別研究報告

SR-23-'97

---

平成9年3月31日発行

編集 国立環境研究所 編集委員会

発行 環境庁 国立環境研究所

〒305 茨城県つくば市小野川16番2

電話 0298-50-2343 (ダイヤルイン)

---

印刷 株式会社 エリート印刷

〒300-12 茨城県牛久市中央1-5-2

Published by the National Institute for Environmental Studies  
16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305 Japan  
March 1997

本報告書は再生紙を使用しています。