

大気汚染に係る粒子状物質による長期曝露 影響調査報告書

平成 21 年 3 月

大気汚染に係る粒子状物質による長期曝露調査検討会

目 次

1.	緒言	1
2.	調査方法	3
2.1	疫学調査デザイン	3
2.2	調査地域と対象者	4
2.3	調査体制及び現在の進捗状況	5
2.4	調査方法	6
2.5	解析対象コホート	13
2.6	曝露要因	14
2.7	死因	15
2.8	統計解析	15
3.	調査地域の大気環境測定・推計方法・大気環境状況	19
3.1	調査地域の大気環境測定・推計方法	19
3.2	調査地域の大気環境状況	32
4.	コホートデータの解析結果	40
4.1	曝露要因	40
4.2	転帰	40
4.3	詳細死因別死亡数	40
4.4	年齢階級別死因別死亡率	40
4.5	曝露要因別死因別死亡率	40
4.6	生涯喫煙有無別曝露要因別死因別死亡率	41
4.7	多変量調整相対リスク	41
5.	大気汚染データとコホートデータとの関係	43
6.	考察	45
6.1	疾患別の検討	45
6.2	総合的な検討	46
7.	まとめ	51

資料編：表 4-1～4-7、表 5-1～5-2、表 6-1、図 5-1

「大気汚染に係る粒子状物質による長期曝露影響調査検討会」委員名簿

(五十音順 敬称略、平成20年9月現在)

検討会	疫学 w	大気 w	名 前	所 属 等
○			石井 鉄雄	仙台市環境局環境部環境対策課長
		○	今村 清	大阪府環境農林水産総合研究所環境情報部環境調査課研究員
○	○		上島 弘嗣	滋賀医科大学医学部医学科社会医学講座福祉保健医学教授
		○	大野 隆史	名古屋市環境科学研究所大気騒音部主任研究員
	○		片野田 耕太	国立がんセンター がん対策情報センター がん情報・統計部研究員
		○	菅野 猛	仙台市衛生研究所理化学課主幹兼大気係長
		○	木戸 一博	宮城県保健環境センター大気環境部長
	※		邱 冬梅	国立がんセンターがん対策情報センターがん情報統計部リサーチレジデント
○	○	○	佐藤 洋	東北大学大学院医学系研究科環境保健医学分野教授
○			鹿野 和男	宮城県保健福祉部北部保健福祉事務所大崎保健所長
○	※		清水 弘之	岐阜大学名誉教授 (さきはひ研究所 所長)
○	○		鈴木 隆一郎	学校法人玉手山学園関西医療技術専門学校学校長
	○		鈴木 勇史	愛知県がんセンター研究所疫学予防部主任研究員
○	○	○	祖父江 友孝	国立がんセンター がん対策情報センター がん情報・統計部 部長
○			田窪 良行	大阪市立環境科学研究所所長
○			田中 英夫	愛知県がんセンター研究所疫学・予防部長
○	○	○	田邊 潔	(独)国立環境研究所化学環境研究領域上級主席研究員
○			津熊 秀明	大阪府立成人病センター調査部長
○			手塚 守	愛知県環境部大気環境課長
◎	○	○	富永 祐民	愛知県がんセンター名誉総長
○			中川 正	大阪市健康福祉局保健所長
	○		中山 富雄	大阪府立成人病センター調査部疫学課長
	○		西野 善一	宮城県立がんセンター研究所疫学部上席主任研究員
○	○	○	新田 裕史	(独)国立環境研究所環境健康研究領域環境疫学研究室長
		○	原野 知子	愛知県環境部大気環境課主査
○			広田 保子	名古屋市環境局地域環境対策部公害保健課長
○			松下 彰宏	大阪府健康福祉部保健医療室健康づくり課長
		○	溝畑 朗	大阪府立大学産学官連携機構先端科学イノベーションセンター 長 教授
		○	宮崎 竹二	大阪市立環境科学研究所研究副主幹
○		○	森田 昌敏	愛媛大学農学部生物資源学科環境計測学教授

◎：座長

※：オブザーバー

1. 緒言

我が国では、昭和 56 年以降、がんが死亡順位の第 1 位となり、年々がんによる死亡数が上昇しており、現在では年間 30 万人以上の国民が亡くなっている。肺がんはがん死亡の中で最も多く、現在なお増加している。多くの疫学的研究から喫煙が肺がんの主な原因であることは明らかにされているが、大気汚染の影響は明らかでない。

このため、環境庁（当時）は、実際の環境条件下での重金属を含む浮遊粒子状物質と肺がんなどの関係の解明に資するとともに、今後の大気保全行政の推進方途を検討する基盤とするため、昭和 57 年度から「大気汚染に係る重金属等による長期曝露影響（遅発性影響）評価の手法に関する調査研究」として本調査を開始した。

具体的には、長期的な大気汚染の曝露による健康影響を調べるため、既に大気汚染の進んでいると想定される都市地区と大気汚染があまり見られないと想定される対照地区にそれぞれ居住する住民からコホート（対象者集団）を設定し、アンケートによる住民の健康と生活環境に関する調査（ベースライン調査）によって住民の喫煙、職業、食飲習慣等の関連因子に関するデータを把握し、コホートの死亡状況、死因、対象地域への転出状況等の追跡調査を行う前向きコホート研究を実施してきた。また、併せて調査対象地域において地方公共団体等の協力を得て可能な限り過去に遡って重金属を含む浮遊粒子状物質等の大気汚染データを収集してきた。

ベースライン調査を実施した後、がん罹患・死亡者が解析に足るだけの観察数が得られると想定される 15 年間の追跡調査を行ってきた。

一方、環境省では、平成 19 年 5 月より平成 20 年 4 月にかけて開催された微小粒子状物質健康影響評価検討会において、微小粒子状物質の健康影響に関する国内外の科学的知見を紹介しており、その中で死亡の長期影響を示す知見として、米国の ACS 研究やハーバード大学の 6 都市研究等の知見とともに、国内における微小粒子状物質による死亡に関する長期曝露影響の知見として大気汚染に係る粒子状物質による長期曝露調査（以下、「長期曝露調査」という。）の概要も紹介され、微小粒子状物質の健康影響評価の作業が行われたところであり、微小粒子状物質の長期曝露影響による長期影響に関する国内の知見を充実させる観点から、本調査の 10 年間の死亡に関する追跡調査結果も提示して、粒子状物質の長期曝露影響の評価の作業に活用されたところである。

今般、10 年間及び 15 年間の追跡調査データを基に様々な統計学的解析手法を用いて相対リスクの推計を行うとともに、既存の浮遊粒子状物質濃度、粒子状物質の粒径分布や最近測定した近隣の SPM と PM_{2.5} の濃度比に関するデータ

を参考に微小粒子状物質を含めた粒子状物質の長期曝露影響の推計を行うこととして、長期曝露調査における 3 地域の 10 年間及び 15 年間の死亡に関する追跡調査結果を取りまとめた。

本調査については、微小粒子状物質健康影響評価検討会の一部の委員やコホート調査の作業に携わってきていた国立がんセンター、3 地域の東北大学、愛知県がんセンター及び大阪府立成人病センターの研究機関と連携しながら、データの精査、解析及び長期曝露影響の推計作業を進め、本研究に協力頂いた研究者や地方公共団体職員等で構成する「大気汚染に係る粒子状物質による長期曝露影響調査検討会」における審議を経て、解析作業の結果を報告としてまとめたものである。

最後に、長期間にわたって検討会を通じて本調査の検討に携わった多くの研究者や地方公共団体の関係者、本調査にご協力いただいた調査対象地区内の住民各位並びに地方公共団体の関係者の方々に深く感謝する次第である。

2. 調査方法

2.1 疫学調査デザイン

疫学調査は、通常、設定された健康障害の発生要因に関する仮説を分析的な観察によって吟味検討する調査で、以下の2つに分けられる。

①患者対照研究(Case-Control Study)

集団中で問題となる疾病を持つ患者群が、その疾病を持たない群、すなわち対照者群に比べて仮説要因をより高率に保有しているかどうかを調べる方法

②要因対照研究(Factor-Control Study)

仮説要因を保有する集団と保有しない集団、あるいはそれが多いい集団と少ない集団について、問題の疾病の発症率や有病率を比較する方法

また、疫学調査は、調査時点の観点から分類すると以下の2つに分けられる。

①横断研究

ある時点における要因の保有状況を断面的に調査する研究

②縦断研究

要因と結果を異なる時点でとらえる研究

さらに後者の縦断研究は以下の2つに分類することができる。これらの縦断研究では、ある特定の集団を対象として調査するが、この集団をコホート(Cohort)と言う。

・後向き調査

調査時点より過去にさかのぼって要因の作用状況を調査する研究

・前向き調査

問題の健康障害が新しく発生する状況を追跡的に調査する研究

横断研究は、原因とその結果の測定が一時点で行われるため、仮説要因と健康障害の発生の前後関係を踏まえたものにはならないという欠点がある。また、後向き調査は過去にさかのぼるという調査手法のため、特に本調査の対象となる肺がんの場合、罹患者は死亡するケースが多いので、生活習慣や曝露環境濃度等に関する情報を正確に把握することが困難である。

これに対して前向きコホート研究は、一般に多数の対象者について長期間にわたり観察する必要があるが、調査対象地域、集団を計画的に設定することができるため、比較的正確に大気汚染の程度を把握することができ、また、調査開始時に自覚症状、既往歴、嗜好、喫煙、居住環境等を調査することができるので、大気汚染及び他の関連要因と肺がんとの関連性の相互比較も可能となる。

このため、一般的には、疫学的因果関係の推定に最も有力な方法とされている。

「大気汚染に係る重金属等による長期曝露影響調査」では、多数の対象者について長期間観察しなければならないという困難性もあるが、疫学的因果関係の推定に最も有力な方法とされている前向きコホート研究を採用した。

2.2 調査地域と対象者

調査地域は、調査開始当時の段階で既にかん登録が行われ、調査体制が整っていた宮城県、愛知県及び大阪府において、それぞれ都市地区及び対照地区として、一般環境大気測定局に近く、調査機関が地元自治体等の協力が得られた地域を表 2-1 のとおり選定した。当該地区の大気汚染物質の過去の測定濃度を参照して、都市地区と対照地区の調査対象地域の曝露濃度の確認を行った。調査対象地域の位置は図 2-2～4 のとおりである。

昭和 58 年から 60 年（1983～1985 年）にかけて調査地域で、自覚症状、既往歴、嗜好、喫煙、居住環境等の健康影響に関連する因子を把握するため、アンケートによる住民の健康と生活環境に関する調査（ベースライン調査）を実施した後、がん罹患・死亡者が解析に足るだけの観察数が得られると想定される 15 年間の追跡調査を行い、そのデータを収集し、様々な関連因子も考慮したうえで、長期間の大気環境測定データと、がんの罹患や死亡に関する関係を見ることを目標に調査を進めてきた。なお、大気汚染物質と循環器疾患に関する影響については、1990 年代の米国の疫学知見の結果から関心を集めるようになったこともあり、循環器疾患のリスク因子について調整が可能な設計とはなっていない点に留意する必要がある。

調査対象者は、調査開始時に年齢が 40 歳以上の男女とした。

調査地域においてコホート（対象者集団）を設定し、初年度にベースライン調査を実施した後、3 地域の調査機関や自治体等が、人口動態調査、住民票等の資料を用いて観察対象者の死亡状況、死因、対象地域への転出状況、がん罹患等について追跡調査を実施してきた。

大気環境測定データについては、大気汚染によってがんが発生すると仮定した場合、大気汚染曝露から 20～30 年以上長期間経過した後に、がんの症状が発生し、臨床的にがんとして診断されるパターンが想定されることを受けて、調査地域において 3 地域の自治体等の協力を得て可能な限り過去に遡って重金属を含む浮遊粒子状物質等の大気汚染データを収集してきた。

表2-1 調査対象地域の概況

地 域	宮 城 地 域	愛 知 地 域	大 阪 地 域
都市地区	仙台市青葉区・ 宮城野区 仙台 男：7,391人 女：9,383人	名古屋市千種区 名古屋 男：10,052人 女：11,476人	大阪市東成区 大阪 男：7,708人 女：9,439人
対照地区	以下2町合計 籠岳 男：6,601人 女：7,970人 涌谷町 男：3,830人 女：4,586人 田尻町 男：2,771人 女：3,384人	犬山市 犬山 男：5,694人 女：6,307人	以下3町合計 (大阪府下3町) 男：8,985人 女：9,623人 能勢町 男：1,888人 女：2,145人 河南町 男：2,436人 女：2,697人 熊取町 男：4,661人 女：4,781人

2.3 調査体制及び現在の進捗状況

調査検討の推進のため、昭和59年(1984年)度に「大気汚染に係る重金属等による長期曝露調査検討会」を設置した。同検討会の下には、追跡調査に係るデータ収集・解析を行うための「疫学ワーキンググループ(疫学WG)」を昭和59年(1984年)に設置するとともに、調査対象地域における大気汚染の状況に関するデータの収集・解析を行うための「大気環境評価ワーキンググループ(大気WG)」を平成8年(1996年)に設置した。ベースライン調査や追跡調査は各地域の自治体等の協力を得て、3地域の調査機関(宮城県立がんセンター、愛知県がんセンター及び大阪府立成人病センター)に所属する委員が実施した。

また、3地域からの追跡データが報告された段階で、国立がんセンターが中心となって3地域のプール解析等の作業の検討を行ってきた。

今般、緒言にも述べたとおり、微小粒子状物質の健康影響評価に資するため、

現時点で提出されている追跡調査データを基に、微小粒子状物質を含めた粒子状物質の長期曝露影響の推計を行うことを目的とした「大気汚染に係る粒子状物質による長期曝露調査検討会」を(財)日本環境衛生センターに設置し、同検討会の下に、引き続き疫学 WG 及び大気 WG を設置して、解析作業を進めた。

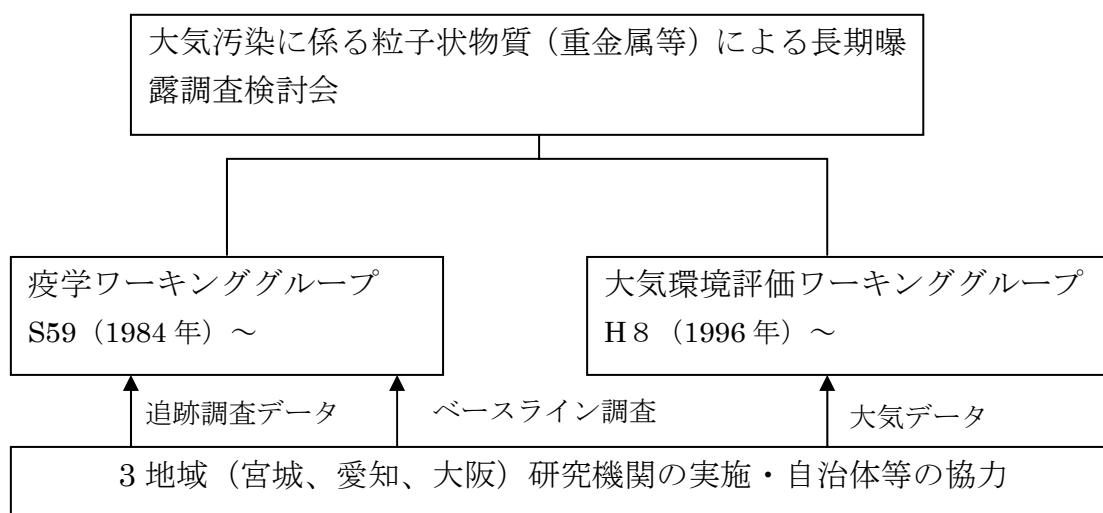


図 2-1 大気汚染に係る粒子状物質による長期曝露調査検討会調査体制

2.4 調査方法

各地域で前向きコホート調査を実施するのに先立って、自治体職員あるいは自治体組織等の協力を得てベースライン調査を行った。

各地域でのベースライン調査の実施時期は以下のとおりで、各地域とも対象者に自己記入式の調査票を配布し、一定期間後、回収した。

宮城地域		: 昭和59年（1984年）1月～2月
愛知地域	犬山市	: 昭和60年（1985年）7月～8月
	名古屋市千種区	: 昭和60年（1985年）10月～11月
大阪地域	能勢町	: 昭和58年（1983年）2月
	大阪市東成区	: 昭和59年（1984年）10月～11月
	河南町	: 昭和59年（1984年）11月～12月
	熊取町	: 昭和60年（1985年）2月～3月

なお、プライバシーの保護及び調査を円滑に実施すること等を目的として、各地域に保健所長、地方公共団体職員、地方公共団体代表者等の関係者からな

る委員会を設置し、調査の実施にあたっての助言、指導をお願いした。

前向きコホート調査は、宮城地域：昭和 59 年（1984 年）度、大阪地域：昭和 60 年（1985 年）度、愛知地域：昭和 61 年（1986 年）度に開始した。対象者の転出、死亡さらにその死因の把握方法については、地域によって異なるので、以下に述べる。

（1） 宮城地域

宮城地域では、都市地区として仙台市青葉区・宮城野区（政令指定都市移行以前の北保健所管内）、対照地区として涌谷町・田尻町（調査開始当時、現大崎市）を選定した。

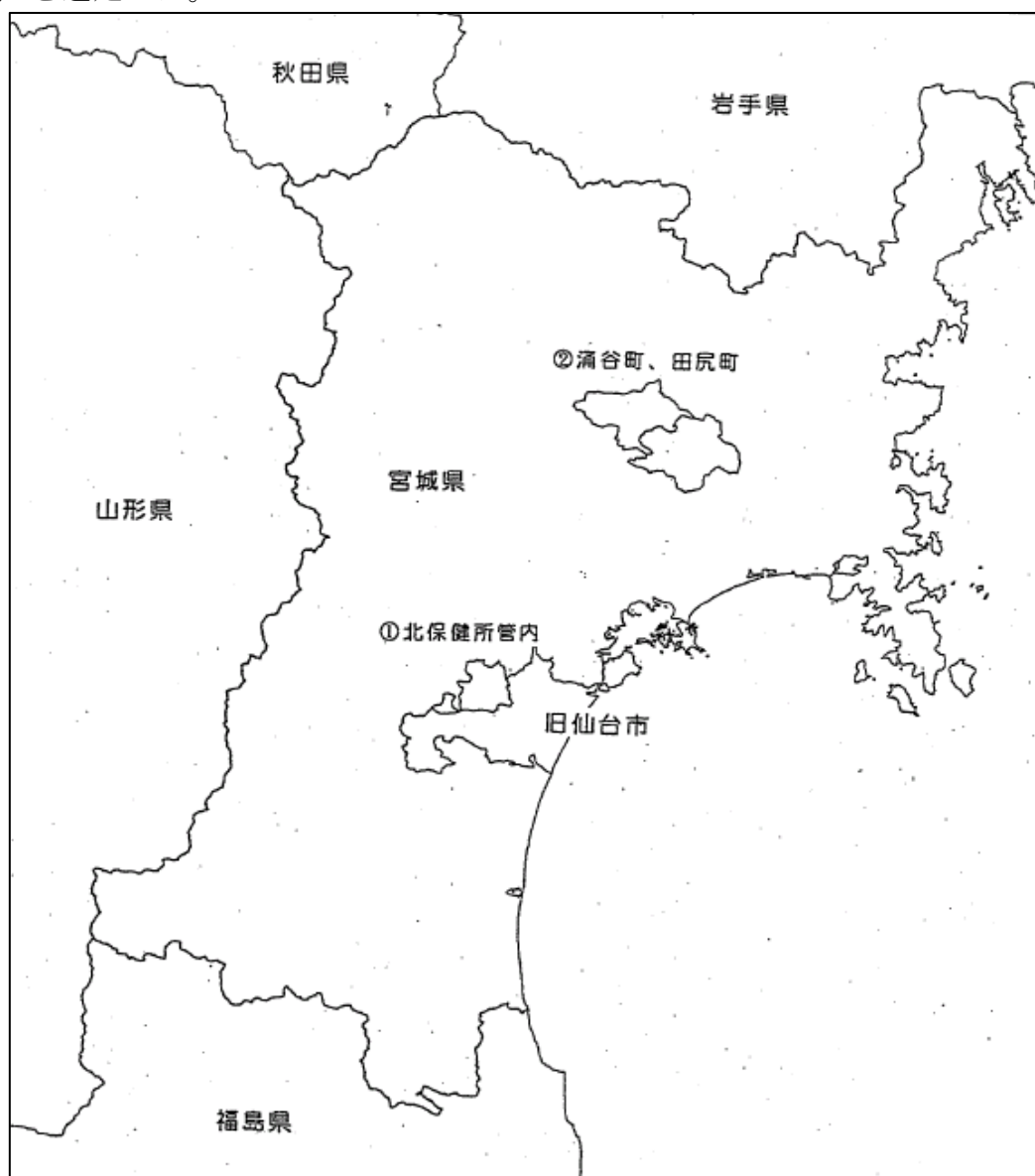


図 2-2 調査対象地域と調査地区（宮城県）

調査時期：

昭和 59 年（1984 年）1 月 1 日からアンケートを実施し、その後追跡調査を継続してきた。

調査対象者：

対照地区では 40 歳以上の男女全数について調査したが、都市地区については転居しやすいと考えられるアパート居住者等を避けて調査した。最終的な調査対象者数はアンケートの回答者より氏名、生年月日等に記載不備がある者や重複回答者などを除いた結果、都市地区は 16,774 人（有効回答率 94.2%）、対照地区では涌谷町 8,416 人（有効回答率 92.3%）、田尻町 6,155 人（有効回答率 94.2%）となった。

追跡方法：

都市地区での追跡調査は仙台市の協力を得て対象者名簿と選挙人名簿（平成 2 年（1990 年）まで）、住民基本台帳（平成 3 年（1991 年）以降）との照合により実施し、平成 4 年以降は住民基本台帳、除票者名簿、異動者名簿を用いて定期的に行った。対象者名簿は当初カタカナ書きによる氏名と生年月日からなるものを用いたが、その後漢字氏名、住所を入力した新たな対象者名簿を作成し平成 2 年（1990 年）より使用した。

対照地区である涌谷町及び田尻町（当時）における追跡調査は、当初は都市地区と同じ方法で両町の協力を得て追跡調査を実施した。その後、平成 3 年（1991 年）より都市地区と同様に漢字による対象者リストを作成した上で涌谷町は住民基本台帳、田尻町では結核検診台帳との照合により追跡を実施し以降継続して調査を行った。

(2) 愛知地域

愛知地域では、都市地区として名古屋市千種区の国設名古屋大気測定所周辺にある上野、東山、自由ヶ丘、富士見台、宮根学区域、対照地区として国設犬山大気測定所周辺の犬山地区、城東地区をそれぞれ選定した。

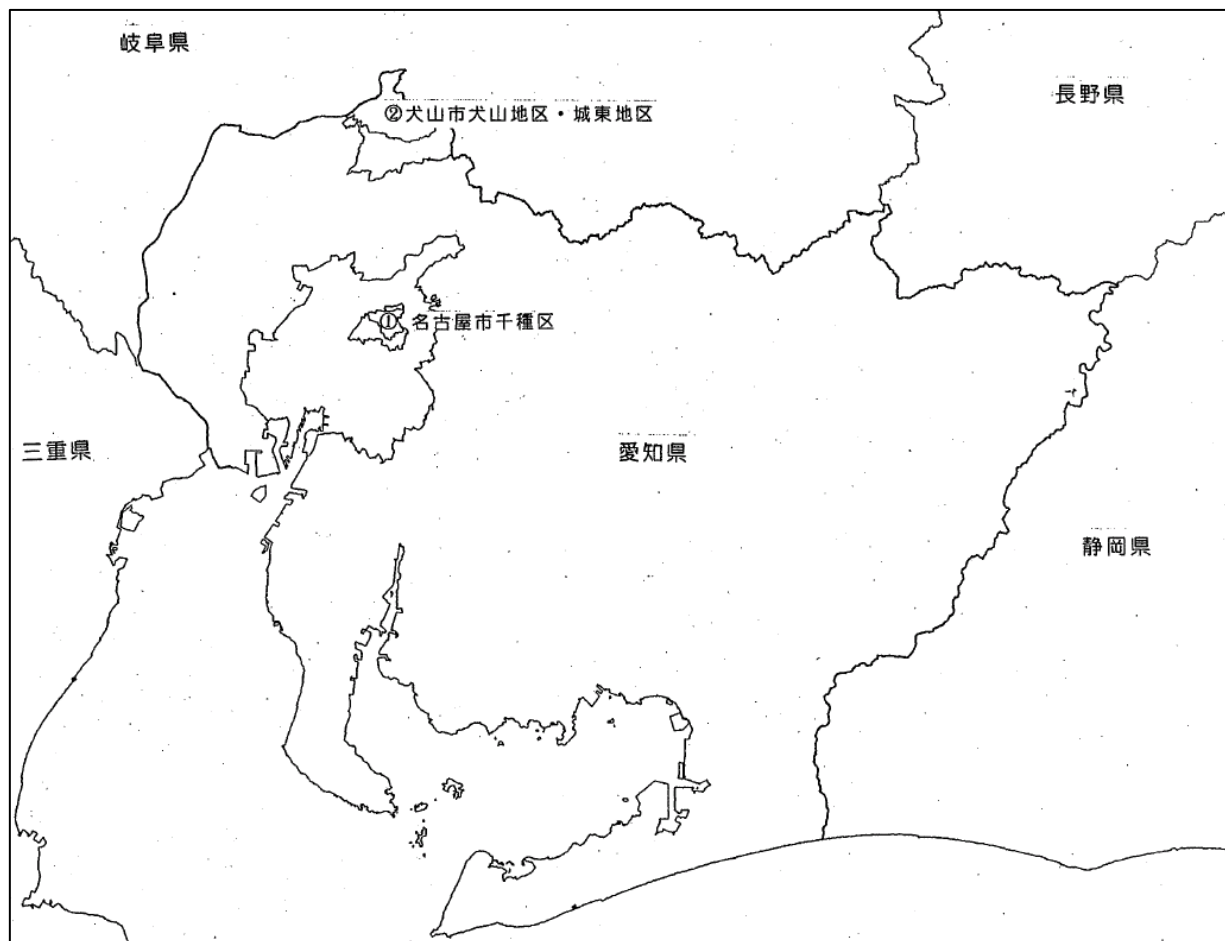


図 2-3 調査対象地域と調査地区 (愛知県)

調査時期：

名古屋市千種区は昭和60年(1985年)10～11月、犬山市は昭和60年7～8月にアンケート調査を実施した。したがって名古屋市千種区では昭和60年11月より、犬山市では昭和60年7月より追跡を開始した。

追跡対象者数：

上記対象地域住民のうち、アンケート調査に回答した名古屋市千種区住民21,528人(回答率87.9%)、犬山市住民12,001人(回答率95.3%)を追跡対象者とした。

追跡方法：

住民異動票：名古屋市千種区については、名古屋市環境保全局において前々年11月より前年10月末までの異動（死亡・転出）の照合作業を行っている。犬山市の異動票は約3ヶ月ごとに愛知県環境部大気保全課より入手し、死亡・転出情報を書き込んでいる。

(3) 大阪地域

大阪地区では、都市地区として国設大気測定所のある東成区全域、対照地区として能勢町、河南町、熊取町をそれぞれ選定した。

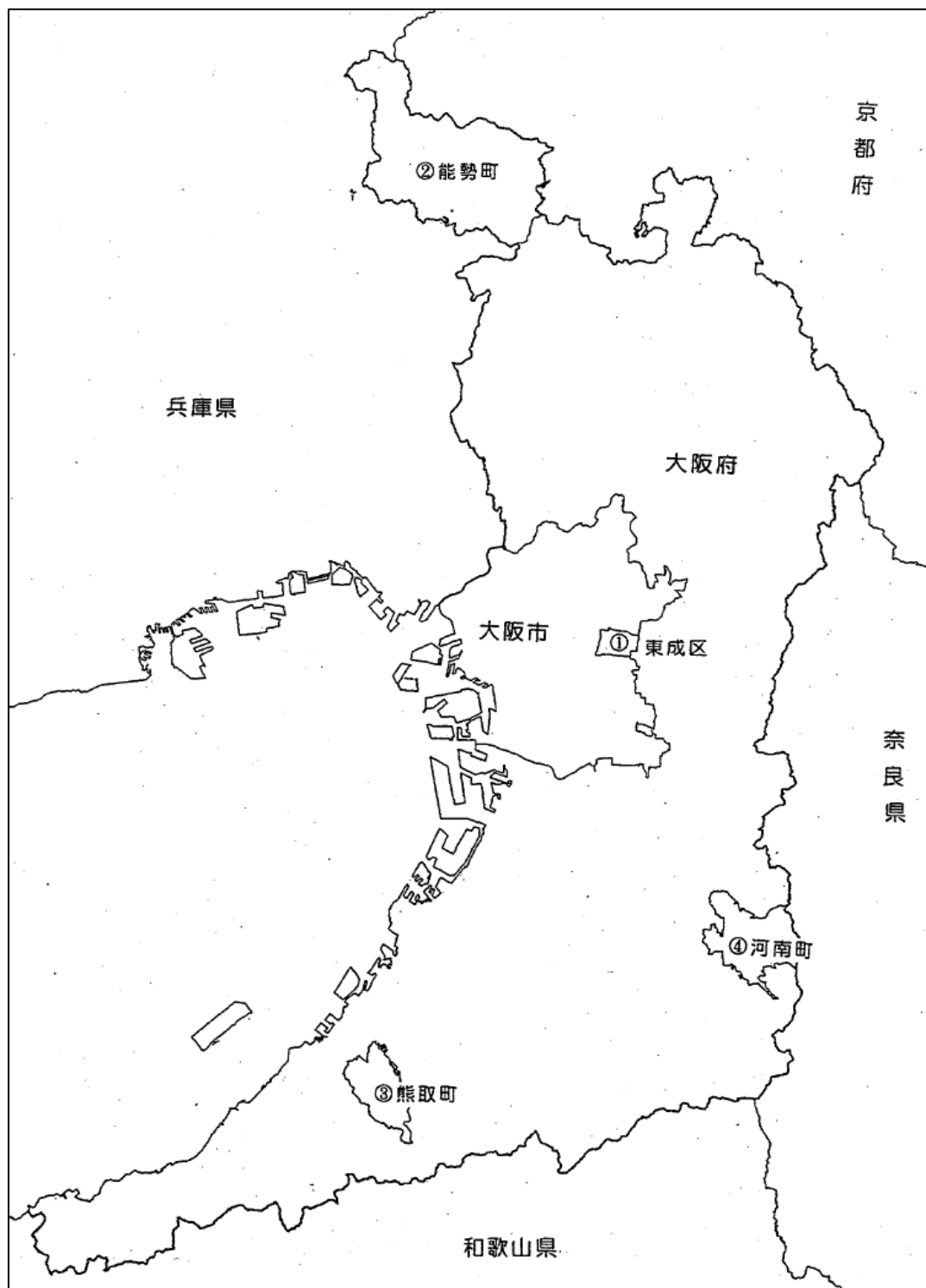


図 2-4 調査対象地域と調査地区 (大阪府)

コホートの設定：

大阪市東成区は、昭和 59 年（1984 年）10 月に同保健所に「東成健康づくりアンケート班」を設置し、調査票の原案を作成、東成保健所運営協議会小委員会で数回の検討を重ねて成案とし、東成母子会（母子保健の向上を目的とした婦人の会員により昭和 27 年（1952 年）に結成、昭和 59 年（1984 年）における会員数は約 5,500 世帯）の各支部会員が各校区の地域振興会、社会福祉協議会等の地域組織の協力を得て、調査票を 27,051 部配布し、20,669 部(データベースへの登録数)回収した。年齢計算日及び追跡開始日を昭和 59 年（1984 年）11 月 1 日とした。そのうち 40 歳以上で追跡するのに必要な同定項目を備え、アンケートのうち少なくとも一項目でも記入があった 17,147 件を有効回答とし、追跡対象者とした。

対照地区である能勢町は昭和 58 年（1983 年）2 月、河南町は昭和 59 年（1984 年）11～12 月、熊取町は昭和 60 年（1985 年）2～3 月に、各地区とも住民基本台帳をもとにアンケート調査を実施した。年齢計算日及び追跡開始日は、能勢町を昭和 58 年（1983 年）2 月 1 日、河南町を昭和 59 年（1984 年）12 月 1 日、熊取町を昭和 60 年（1985 年）2 月 1 日とした。能勢町は 30 歳以上、河南町・熊取町は 35 歳以上をアンケート対象者としたが、解析にはそれぞれ 40 歳以上を対象とした。40 歳以上の住民への能勢町、河南町、熊取町の調査票の配布数はそれぞれ 4,704 部、5,977 部、10,549 部であった。回収後、追跡するのに必要な同定項目を備え、アンケートのうち少なくとも一項目記入があったものを有効回答とし、追跡対象としたため、最終的に各コホートはそれぞれ能勢町 4,033 人、河南町 5,133 人、熊取町 9,442 人となった。

追跡方法：

東成コホートでは、死亡・転出について、東成区役所の協力を得て、選挙人名簿の除票を閲覧し、氏名・性別・生年月日・住所をキーに照合し、死亡・転出年月日を調べた。

対照地区では、各町役場の協力を得て、当該行政地域外への転出者と、死亡者について、氏名・性別・生年月日・異動前住所・異動年月日を把握し、氏名・性別・生年月日をキーに照合した。

なお、追跡開始日当日の異動者は 4 地域ともコホートに含めなかった。

（４）地域がん登録との照合

対象者における観察期間中のがん罹患状況を、各地域の地域がん登録データと照合することにより把握した。照合キーには、氏名・性別・生年月日等を用いた。

(5) 人口動態調査死亡票からの死因の把握

対象者における観察期間中の死亡者の死因を把握するため、人口動態調査死亡票との照合を行った。照合キーには、性別・生年月日、死亡年月日、死亡時住所を用いた。

2.5 解析対象コホート

各コホートから集められた確定コホートデータを併合し、解析対象コホートを確定した(表 2-5-1)。

表 2-5-1 府県別市区町村別性別対象者数

都市/対照	宮城			愛知			大阪			合計					
	市区町村	性別	コホート対象者数	市区町村	性別	コホート対象者数	市区町村	性別	コホート対象者数	都市/対照	性別	コホート対象者数			
都市	仙台市青葉区・宮城野区	男性	7,391	名古屋市千種区*	男性	10,052	大阪市東成区	男性	7,708	都市地区計	男性	25,151			
		女性	9,383		女性	11,476		女性	9,439		女性	30,298			
		男女計	16,774		男女計	21,528		男女計	17,147		男女計	55,449			
対照	涌谷町	男性	3,830	犬山市	男性	5,694	能勢町	男性	1,888	対照地区計	男性	21,280			
		女性	4,586		女性	6,307		女性	2,145						
		男女計	8,416		男女計	12,001		男女計	4,033						
	田尻町	男性	2,771	対照地区計	男性	5,694	河南町	男性	2,436		対照地区計	女性	23,900		
		女性	3,384		女性	6,307		女性	2,697						
		男女計	6,155		男女計	12,001		男女計	5,133						
	対照地区計	男性	6,601	対照地区計	男性	5,694	熊取町	男性	4,661		対照地区計	女性	45,180		
		女性	7,970		女性	6,307		女性	4,781						
		男女計	14,571		男女計	12,001		男女計	9,442						
	合計	男性	13,992	合計	男性	15,746	対照地区計	男性	8,985		合計	男性	46,431		
		女性	17,353		女性	17,783		女性	9,623					女性	54,198
		男女計	31,345		男女計	33,529		男女計	18,608					男女計	100,629

* 追跡開始前転居14例を含む

2.6 曝露要因

一部の曝露要因については、質問票の選択肢の分類を以下の通り変更した。

- 1) 現在喫煙： 大阪府能勢町のみ「毎日吸う」及び「ときどき吸う」のいずれか。大阪府の能勢町以外、宮城県、及び愛知県は「吸う」または「吸っている」。
- 2) 現在同居の家族（配偶者含む）の喫煙： 現在同居の家族（夫・妻・父・母・子・その他）のうち、いずれかの喫煙が「有り」の場合「有り」、それ以外を「無し」と定義した（定義上欠損はない）。
- 3) 緑黄色野菜、その他の野菜、果物の摂取頻度： 「ほとんど毎日」を「毎日摂取有り」、それ以外で欠損でないものを「毎日摂取無し」と定義した。
- 4) 毎日飲酒： 「ほとんど毎日」を「毎日飲酒有り」、それ以外で欠損でないものを「毎日飲酒無し」と定義した。
- 5) 現在飲酒： 「ほとんど毎日」、「ときどき」、または「集まりのときだけ」を「現在飲酒有り」、それ以外で欠損でないものを「現在飲酒無し」と定義した。
- 6) 煙突無しのストーブ： 「煙突無しのストーブ」または「炭や練炭の火鉢やこたつ」を「煙突無しストーブ有り」、それ以外を「煙突無しストーブ無し」と定義した（定義上欠損はない）。
- 7) 既往歴： 宮城県および大阪市東成区は、単一の質問で複数の疾患を選ぶ方式だったため、異なる疾患でも、定義上欠損数が同一である。また、大阪府熊取町は欠損例が極めて多かったため、欠損例を「既往なし」に分類した。
- 8) 健康保険の種類： 国民健康保険、政府管掌・組合等健康保険、共済、及びその他の4分類とした。
- 9) 危険職種： 以下のいずれかの職業（府県により異なる）に従事したことがある場合「危険職種有り」、それ以外は「危険職種無し」と定義した（定義上欠損はない）。

宮城県： 鉱業（採掘・精錬）、運輸業務、粉じんの発生する仕事、印刷工場、鉄鋼工場、造船所、建設・解体現場、部品解体・再生現場、石油精製所、メッキ作業所、耐熱保温作業現場、自動車修理作業所、製造業（石油製品・プラスチック・ガラス・ゴム・皮革・バッテリー・電池・ピッチ・タール・アスファルト・家具・除草剤・枯草剤・殺虫剤）、美容院、理髪店、病院、診療所、歯科診療所・歯科技工所、写真現像所、ランドリー・クリーニング、次のものを扱う仕事（有機溶剤、放射線・放射性物質、ベリリウム、タルク（滑石）、石綿または石綿含有物質、セメント・生コン、染料）。

愛知県、大阪府（能勢町以外）： 病院・診療所、美容院・理髪店、紡績・綿布・タオル工場、出版・印刷工場、メッキ作業所、運輸業務、鉄鋼工場、金属製品工場、鋳物工場、陶磁器・ガラス工場、プラスチック加工、ゴム製品製造、

耐熱・保温作業、造船所、部品解体・再生工場、建設・解体現場、石油精製・石油製品の製造、ピッチ・タール・アスファルト製造、バッテリー・電池製造、セメント・生コン製品製造、石綿工場、ランドリー・洗濯工場、土石採取・石材加工、自動車修理・整備、写真現像所、炭坑・その他の鉱山・鉱石の精錬

大阪府能勢町： 炭坑、その他の鉱山、鉱石の精錬、土石採取・石材加工、石油精製、石油製品の製造、ピッチ・タール・アスファルト製造、プラスチック加工、ゴム製品製造、皮革製品製造、バッテリー・電池製造、セメント・生コン製品製造、殺虫剤・枯草剤製造、家具製品製造、耐熱・保温作業、造船所、建設・解体現場、部品解体・再生工場、印刷工場、鉄鋼工場、鋳物工場、陶器工場、木綿・亜麻・大麻の工場、石綿工場、ランドリー・洗濯工場

2.7 死因

本研究のエンドポイントは観察期間中の死亡とした。曝露要因との関連の解析対象とした死因（ICD-9）は以下の通りである。

- 1) 全死因
- 2) 全がん（140-208）
- 3) 肺がん（162）
- 4) 肺がん以外のがん（140-208のうち162以外）
- 5) 循環器疾患（401-440）
- 6) 心疾患（410-429）
- 7) 脳血管疾患（430-438）
- 8) 呼吸器疾患（460-519）
- 9) 良性呼吸器疾患（485-496）

多変量解析（2.8（5）及び（6））においては、以下の死因も解析対象とした。

- 10) 虚血性心疾患（410-414）
- 11) 虚血性心疾患以外の心疾患（420-429）
- 12) くも膜下出血（430）
- 13) 脳内出血（431）
- 14) 脳梗塞（433-434）
- 15) 循環器及び呼吸器疾患（401-440, 460-519）

2.8 統計解析

（1）全体的方針

本研究の統計解析は、原則として府県別、性別、死因別に行い、多変量解析においては府県をプールした解析も行った。観察人年は、ベースライン調査年

月日を起点とし、死亡年月日、転出年月日、及び各コホートで定義された観察終了年月日のうち最も早い日までとして計算した。年齢はベースライン時年齢を用いた。なお、10年死亡及び15年死亡解析における各コホートの観察期間終了年月日の定義はそれぞれ表2-8-1のとおりである。

統計解析はSAS v8.02 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) を用いて行った。統計解析においては、愛知県都市地区において追跡調査開始前に転居していた14例のデータを除いた100,615例を対象とした。

表 2-8-1 10年及び15年死亡解析における各コホートの観察期間終了年月日

	10年	15年
宮城県・都市地区	平成5年(1993年)12月31日	平成10年(1998年)12月31日
宮城県・対照地区	平成5年(1993年)12月31日	平成10年(1998年)12月31日
愛知県・都市地区	平成7年(1995年)10月31日	平成12年(2000年)10月31日
愛知県・対照地区	平成7年(1995年)6月30日	平成12年(2000年)6月30日
大阪府・都市地区	平成6年(1994年)10月31日	平成11年(1999年)10月31日
大阪府・対照地区(能勢町)	平成5年(1993年)1月31日	平成10年(1998年)1月31日
大阪府・対照地区(河南町)	平成6年(1994年)11月30日	平成11年(1999年)11月30日
大阪府・対照地区(熊取町)	平成7年(1995年)1月31日	平成12年(2000年)1月31日

(2) 年齢階級別基本集計

死亡数を観察人年で割ることにより、年齢5歳階級別(40-44歳、45-49歳、50-54歳、55-59歳、60-64歳、65-69歳、70-74歳、75-79歳、及び80歳以上)、40-79歳、及び40歳以上の都市・対照地区別死亡率を算出した。昭和60年(1985年)モデル人口を標準人口として、直接法による40-79歳年齢調整死亡率を併せて算出した。

(3) 曝露要因別集計

ベースライン調査で調べた曝露要因別に、年齢5歳階級別死亡率、40-79歳、40歳以上の死亡率を都市・対照地区別に算出した。昭和60年(1985年)モデル人口を標準人口として、直接法による40-79歳年齢調整死亡率を併せて算出した。各曝露要因について、40-79歳の年齢5歳階級別死亡率に基づき、Mantel-Haenszel法により曝露要因無しに対する有りの年齢調整死亡率比を算出した。解析対象とした曝露要因は以下の通りである。

- 1) 生涯喫煙(現在喫煙または過去喫煙)有無
- 2) 現在喫煙有無
- 3) 毎日飲酒有無
- 4) 現在飲酒(毎日、時々、または集会時)有無
- 5) やせ(BMI18.5未満)有無

- 6) 肥満 (BMI25.0 以上) 有無
- 7) 危険職種有無
- 8) 緑黄色野菜毎日摂取有無
- 9) その他の野菜毎日摂取有無
- 10) 果物毎日摂取有無
- 11) 緑茶 1 日 5 杯以上摂取有無
- 12) 煙突無しストーブ有無

(4) 本人生涯喫煙有無別・曝露要因別集計

以下の曝露要因については、(3)と同様の解析を、本人の生涯喫煙（現在喫煙または過去喫煙）有無別に行った。

- 1) 両親（父親または母親）の喫煙有無
- 2) 配偶者の喫煙有無
- 3) 現在同居の家族（配偶者含む）の喫煙有無
- 4) 毎日飲酒有無
- 5) 現在飲酒（毎日、時々、または集会時）有無
- 6) やせ (BMI18.5 未満) 有無
- 7) 肥満 (BMI25.0 以上) 有無
- 8) 危険職種有無
- 9) 緑黄色野菜毎日摂取有無
- 10) その他の野菜毎日摂取有無
- 11) 果物毎日摂取有無
- 12) 緑茶 1 日 5 杯以上摂取有無
- 13) 煙突無しストーブ有無

(5) 多変量解析

対照地区に対する都市地区の多変量調整相対リスクを、Cox 比例ハザードモデルを用いてハザード比として求めた。対象年齢は 40 歳以上とした。調整変数は、ベースライン時年齢（連続量）、喫煙状況（現在、過去、非）、危険職種有無、野菜（緑黄色野菜またはその他）毎日摂取有無、果物毎日摂取有無、BMI（18.5 未満、18.5 以上 25.0 未満、25.0 以上）、毎日飲酒有無、及び健康保険の種類（国民健康保険、政府管掌・組合等健康保険、共済、その他）とした。解析は府県別男女別、府県プール男女別、及び府県プール男女プールの 3 通りを行った。府県プールの解析においては、宮城県の対照地区を 1 として他の地区のハザード比を求めた。

なお、多変量解析においては、調整変数が欠損していた 27,854 例を除いた

72,761 例を対象とした。

(6) 大気汚染物質濃度と相対リスクとの関連の分析

大気汚染物質濃度と相対リスクとの 2 次元プロット：

(5) の多変量解析で算出した、宮城県の対照地区を 1 とした死因別地区別相対リスクを縦軸として、3 章で推計した地区別大気汚染物質濃度を横軸として、2 次元プロット図を作成した。大気汚染物質濃度は、浮遊粒子状物質 (SPM)、二酸化硫黄 (SO₂)、及び二酸化窒素 (NO₂) については表 3-11 の値の昭和 49～58 年 (1974～1983 年) の 10 年平均値を用いた。肺がんについては昭和 49～53 年 (1974～1978 年) の 5 年平均値及び昭和 54～58 年 (1979～1983 年) の 5 年平均値を用いて同様の 2 次元プロット図を作成した。

大気汚染物質濃度を地区別変数とした多変量解析：

大気汚染物質濃度の影響を統計学的に検定するために、(5) の府県プール男女別及び府県プール男女プールの多変量解析を、地区別変数として大気汚染物質濃度を投入したモデルで行った。大気汚染物質濃度は上記 2 次元プロットの解析と同じ値を用い、微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 濃度には 3.1 (3) の推計により、SPM 濃度に 0.7 を乗じた値を用いた。それぞれの大気汚染物質濃度について、10 単位増加に対する相対リスクを求めた。

3. 調査地域の大气環境測定・推計方法・大气環境状況

3.1 調査地域の大气環境測定・推計方法

大气環境測定データについては、大气汚染によってがんが発生すると仮定した場合、大气汚染曝露から20～30年以上長期間経過した後に、がんの症状が発生し、臨床的にがんとして診断されるパターンが想定されることを受けて、調査地域において3地域の自治体等の協力を得て可能な限り過去に遡って重金属を含む浮遊粒子状物質等の大气汚染データを収集してきた。本章ではこれらの収集してきた大气環境データのうち、SPMの濃度に関して、対象地域における測定地点の選定の考え方、測定方法、測定データがない場合のデータの推計方法について述べる。また、共存大气汚染物質の影響も調査するため、SO₂、NO₂も調査項目としており、これらの測定方法や推計方法についても述べる。

また、PM_{2.5}については、測定データがわずかに存在するのみであるため、SPMの濃度や粒径分布、最近測定した近隣のSPMとPM_{2.5}の濃度比に関するデータを参考に微小粒子状物質を含めた粒子状物質の長期曝露影響の推計も行っており、この推計方法について述べる。

(1) 地区代表大气汚染物質濃度（代表測定局）の選定方法

健康影響調査を行う場合、調査対象地区における大气環境濃度の指標として、調査対象地区と近接する一般大气測定局（以下「近接局」という）のデータを用いるのが一般的である。これは、調査対象地区における大气環境濃度は近接局のデータで代表できる仮定に基づいている。

しかし、近接局といっても調査対象地区と距離的にかなり離れているケースがあること、また、測定局が地理的には「点」のデータしか測定できないのに対し、調査対象地区は面的には広がりをもつことにも留意する必要がある。

このため、調査対象地区の大气汚染物質濃度を代表する測定局（以下、「代表測定局」という）を選定し、解析にあたっては代表測定局における測定値を使用することとした。

代表測定局は以下の手順により選定した。

- ① 代表測定局の選定の検討に使用する測定値は、データの充実度等を勘案して、コホート設置当時（昭和60年（1985年）度）の測定値等のデータを使用することとした。
- ② 対象地域を約1 km×1 kmのメッシュに分割し、各測定局における年平均値を用いて、単純差分法により対象地域全体の濃度補完を行った。
- ③ 各健康影響調査地区における人口重心メッシュ（最も人口の多いメッシュ）を求め、この人口重心メッシュと対象地区内の各メッシュにおける濃

度の差を求め、調査地区における濃度レベルの広がり把握した。

- ④ 対象地域内にある測定局全体を対象として、各測定局における1時間値から日平均値を求め、これを用いて地点間相関係数を算出した。
- ⑤ 地点間相関係数を指標として、クラスター分析^{*}を行い、年間を通じた濃度の変動が類似している測定局をグルーピングした。地理的に人口重心に最も近いクラスター（測定局群）から、他の測定局よりも濃度が近いと推定される測定局を第1候補、同様な条件の測定局が複数ある場合は地理的な距離の近い順に第1候補、第2候補を選定した。以下、同様に第3候補以下を選定した。（表3-1）
- ⑥ これらの検討をより詳細、総合的に評価するために、濃度誤差比率（代表測定局候補における濃度と人口重心メッシュにおける濃度の差/代表測定局候補における濃度）と地点間相関係数（各測定局における日平均値から単純差分法により対象地域全体の濃度補完を行い、人口重心メッシュと各測定局間で求めた相関係数）に関して複合評価を行った。複合評価の基準を表3-2に、評価結果（SPMの例）を表3-3に示す。
- ⑦ ⑥の複合評価結果の他、⑤の結果や測定データの欠測状況も踏まえ、測定局群の中から、代表測定局を決定した。これらの評価を踏まえ、代表測定局を選定した結果を表3-4に示す。

※クラスター分析とは、複数の標本について、標本間の類似性を多様なデータから解析し、類似している標本同士をいくつかのグループ（クラスター）に分類するための統計学的手法の一つである。

表 3-1 代表候補局の選定

項目	対象地域	調査地区	第1候補	第2候補	第3候補	第4候補	
浮遊粒子状物質	宮城県	①旧仙台市北保健所管内	榴岡	長町	(国設仙台)		
		②涌谷町・田尻町	中山	(国設籠岳)			
	愛知県	①名古屋市千種区	国設名古屋	守山保健所	名東保健所		
		②犬山市	犬山消防署	国設犬山			
	大阪府	①大阪市東成区	国設大阪	勝山小学校	聖賢小学校		
		②能勢町	池田市立南畑会館				
		③熊取町	若松台	貝塚市消防署			
		④河南町	若松台				
	二酸化硫黄	宮城県	①旧仙台市北保健所管内	国設仙台	鶴谷		
			②涌谷町・田尻町	国設籠岳	大和	石巻	
		愛知県	①名古屋市千種区	国設名古屋	守山保健所	瑞陵高校	
			②犬山市	犬山消防署	国設犬山	小牧高校	
大阪府		①大阪市東成区	国設大阪	堀江小学校			
		②能勢町	池田市立南畑会館	吹田市北消防署			
		③熊取町	泉佐野保健所	貝塚市消防署			
		④河南町	府立修徳学院	富田林市役所	若松台		
二酸化窒素		宮城県	①旧仙台市北保健所管内	国設仙台	榴岡	鶴谷	
			②涌谷町・田尻町	国設籠岳	古川		
		愛知県	①名古屋市千種区	国設名古屋	守山保健所	滝川小学校	
			②犬山市	江南市古知野町	木曽川消防署	国設犬山	犬山消防署
	大阪府	①大阪市東成区	国設大阪	勝山小学校			
		②能勢町	池田市立南畑会館				
		③熊取町	淡輪	深日	泉佐野保健所		
		④河南町	富田林市役所	若松台			

平成 11 年度大気汚染物質の地区代表濃度検討調査 平成 12 年 3 月 株式会社数理計画

表 3-2 複合評価の基準

項目：SO2

相関係数*2 濃度誤差比率*1	0.95	0.90	0.85	<0.85
±10	S	A	B	
±30	A	B		
±50	B			
>±50				

項目：NO2

相関係数*2 濃度誤差比率*1	0.95	0.90	0.85	<0.85
±10	S	A	B	
±30	A	B		
±50	B			
>±50				

項目：SPM

相関係数*2 濃度誤差比率*1	0.95	0.90	0.85	<0.85
±10	S	A	B	
±30	A	B		
±30	B			
>±30				

出典：平成14年度大気汚染物質の地区代表濃度検討調査 平成15年3月 株式会社数理計画

※1 濃度誤差比率とは、代表測定局における濃度と人口重心メッシュにおける濃度の差 / 代表測定局における濃度をいう。

※2 ここでいう相関係数とは、人口重心メッシュと調査対象地区内の各メッシュの間におけるそれぞれの推定濃度の相関をみるもの。

※3 なお、評価の優先順位は S>A>B である。

表 3-3 測定局の評価結果 (SPM)

対象地域		周辺の測定局	測定局の人口重心からの距離* (km)	人口重心からの濃度誤差比率**及び※1	相関係数**及び※2 (日平均値)	複合評価※4	保有データ数※3	測定局の扱い
府県	調査地区							
宮城県	①旧仙台市	国設仙台	0.9	-4.66	0.99	S	11 (22)※5	代表
		榴岡	3.3	-15.37	0.93	B	22	代表 (補完)
		長町	6.3	-10.56	0.95	A	22	- (近接)
	②涌谷町・田尻町	国設笹岳	6.5	-2.44	0.99	S	17	代表
		中山	38.5	8.87	0.86	B	23	- (近接)
愛知県	①名古屋市	国設名古屋	1.7	-0.3	0.99	S	29	代表
		守山保健所	3.3	4.71	0.98	S	29	- (近接)
		名東保健所	4.1	4.71	0.98	S	26	- (近接)
	②犬山市	犬山消防署	1.4	-4.63	0.97	S	17	代表
		国設犬山測定所	1.7	8.33	0.93	A	21	代表
大阪府	①大阪市東成区	国設大阪	0.8	-4.15	0.98	S	30	代表
		勝山中学校	2.2	3.23	0.98	S	18	- (近接)
		聖賢小学校	2.6	1.33	0.96	S	21	- (近接)
		堀江小学校	4.7	4.74	0.96	S	17	- (近接)
	②能勢町	池田市立南畑会館	15.7	-1.8	0.94	A	22	代表
		吹田市北消防署	18.9	-43.92	0.95	-	24	- (近接)
		若松台	53.7	-12.33	0.82	-	27	代表 (補完)
	③熊取町	熊取町役場	0.4	0	1.00	S	12	代表
		若松台	17.5	0.1	0.92	A	27	代表 (補完)
		貝塚市消防署	4.2	-21.74	0.96	B	20	- (近接)
		泉佐野保健所	3.4	1.21	0.99	S	8	- (近接)
		淡輪	18.0	20.72	0.95	B	12	- (近接)
	④河内町	深日	20.3	22.01	0.95	B	11	- (近接)
		若松台	10.7	-4.52	0.94	A	27	代表
		富田林市役所	2.9	-4.84	0.99	S	14	- (近接)
		府立修徳学院	8.1	-5.91	0.99	S	14	- (近接)

* 平成11年度環境省請負業務結果報告書 大気汚染物質の地区代表濃度検討調査、平成12年3月、株式会社数理計画より

** 平成14年度環境省請負業務結果報告書 大気汚染物質の地区代表濃度検討調査、平成15年3月、株式会社数理計画の作成データより

※1 濃度誤差比率とは、代表測定局における濃度と人口重心メッシュにおける濃度の差 / 代表測定局における濃度をいう。

※2 ここでいう相関係数とは、人口重心メッシュと調査対象地区内の各メッシュの間におけるそれぞれの推定濃度の相関をみるもの。

※3 保有データ数とは昭和49年から平成15年(1974~2003年)までの保有データ数(年数)をいう。

※4 なお、複合評価における優先順位は原則として S>A>B であるが、代表測定局の選定ではさらに保有データ数や人口重心からの地理的距離も総合的に考慮した。

※5 () 内の数値は ALV による測定年数も含む。

表 3-4 調査対象地区の近接局、代表測定局

物質名	府県名	調査対象地区	近接局（測定局群）	代表測定局	
SPM	宮城	旧仙台市北保健所管内	榴岡、長町、国設仙台	国設仙台 (榴岡)	
		涌谷町・田尻町	中山、国設籠岳	国設籠岳	
	愛知	名古屋市千種区	国設名古屋、守山保健所、名東保健所	国設名古屋	
		犬山市	犬山消防署、国設犬山	国設犬山、犬山消防署	
	大阪	大阪市東成区	国設大阪、勝山小学校、聖賢小学校、堀江小学校	国設大阪	
		能勢町	池田南畑会館、吹田市北消防署	池田南畑会館（若松台）	
		熊取町	若松台、貝塚市消防署、熊取町役場、泉佐野保健所、淡輪、深日	熊取町役場（若松台）	
		河南町	若松台、府立修徳学院、富田林市役所	若松台	
	SO ₂	宮城	旧仙台市北保健所管内	国設仙台、鶴谷	国設仙台（鶴谷）
			涌谷町・田尻町	国設籠岳、大和、石巻	国設籠岳
愛知		名古屋市千種区	国設名古屋、守山保健所、瑞陵高校	国設名古屋	
		犬山市	犬山消防署、国設犬山	国設犬山、犬山消防署	
大阪		大阪市東成区	国設大阪、堀江小学校	国設大阪	
		能勢町	池田市立南畑会館、吹田市北消防署、	池田南畑会館（若松台）	
		熊取町	泉佐野保健所、貝塚市消防署、熊取町役場	熊取町役場（若松台）	
		河南町	府立修徳学院、富田林市役所、若松台	府立修徳学院 (富田林市役所、若松台)	
NO ₂		宮城	旧仙台市北保健所管内	国設仙台、榴岡、鶴谷	国設仙台（榴岡）
			涌谷町・田尻町	国設籠岳、古川	国設籠岳
	愛知	名古屋市千種区	国設名古屋、守山保健所、滝川小学校	国設名古屋	
		犬山市	江南市古知野町、木曾川消防署、国設犬山、犬山消防署	国設犬山、犬山消防署	
	大阪	大阪市東成区	国設大阪、勝山小学校	国設大阪	
		能勢町	池田市立南畑会館	池田南畑会館（若松台）	
		熊取町	淡輪、深日、泉佐野保健所、熊取町役場	熊取町役場（泉佐野保健所）	
		河南町	富田林市役所、若松台	若松台	

※1 () 内測定局のデータは、代表測定局のデータ欠測時にデータを補完する際に使用した。

※2 犬山市については、コホート地区の人口重心が国設犬山及び犬山消防署のデータのちょうど中間的な位置にあると考えられることから、SPM、SO₂、NO₂については、国設犬山及び犬山消防署の2局のデータの平均値を当てはめることとした。

(2) 測定方法

SPM においてはβ線吸収法、SO₂においては溶液導電率法及び紫外線蛍光法、NO₂においては吸光光度法及び化学発光法により測定を行った。測定項目ごとの測定手法（測定機）、測定頻度を表 3-5～3-7 に示す。

表 3-5 各測定局の測定方法概要（SPM）

府県名	測定局	昭和 60 年(1985 年)当時		平成 15 年(2003 年)当時	
		測定方法	測定頻度	測定方法	測定頻度
宮城	国設仙台	測定無	測定無	測定無	測定無
	(榴岡)	測定無	測定無	β線吸収法	連続測定
	国設籠岳	測定無	測定無	β線吸収法	連続測定
愛知	国設名古屋	β線吸収法	連続測定	β線吸収法	連続測定
	国設犬山	β線吸収法	連続測定	測定無	測定無
	犬山消防署	β線吸収法	連続測定	β線吸収法	連続測定
大阪	国設大阪	β線吸収法	連続測定	β線吸収法	連続測定
	池田南畑会館	β線吸収法	連続測定	β線吸収法	連続測定
	熊取町役場	測定無	測定無	β線吸収法	連続測定
	若松台	β線吸収法	連続測定	β線吸収法	連続測定

※ () 内測定局のデータは、代表測定局のデータ欠測時にデータを補完する際に使用した。

表 3-6 各測定局の測定方法概要 (SO₂)

府県名	測定局	昭和 60 年(1985 年)当時		平成 15 年(2003 年)当時	
		測定方法	測定頻度	測定方法	測定頻度
宮城	国設仙台	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定	測定無	測定無
	国設籠岳	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定	紫外線蛍光法	連続測定
	(鶴谷)	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定
愛知	国設名古屋	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定	紫外線蛍光法	連続測定
	国設犬山	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定	測定無	測定無
	犬山消防署	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定
大阪	国設大阪	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定
	池田南畑会館	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定
	熊取町役場	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定
	府立修徳学院	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定	測定無	測定無
	(富田林市役所)	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定
	(若松台)	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定	溶液導電率法 (高感度型)	連続測定

※ () 内測定局のデータは、代表測定局のデータ欠測時にデータを補完する際に使用した。

表 3-7 各測定局の測定方法概要 (NO₂)

府県名	測定局	昭和 60 年(1985 年)当時		平成 15 年(2003 年)当時	
		測定方法	測定頻度	測定方法	測定頻度
宮城	国設仙台	吸収光度法	連続測定	測定無	測定無
	(榴岡)	吸収光度法	連続測定	吸光光度法	連続測定
	国設籠岳	吸収光度法	連続測定	化学発光法	連続測定
愛知	国設名古屋	吸光光度法	連続測定	化学発光法	連続測定
	国設犬山	吸光光度法	連続測定	測定無	測定無
	犬山消防署	吸光光度法	連続測定	吸光光度法	連続測定
大阪	国設大阪	吸光光度法	連続測定	化学発光法	連続測定
	池田南畑会館	不明	連続測定	吸光光度法	連続測定
	熊取町役場	不明	連続測定	吸光光度法	連続測定
	(泉佐野保健所)	不明	連続測定	測定無	測定無
	若松台	不明	連続測定	化学発光法	連続測定

※ () 内測定局のデータは、代表測定局のデータ欠測時にデータを補完する際に使用した。

(3) 代表測定局における大気汚染濃度について

以下に、各調査対象地区における大気汚染濃度（SPM、SO₂、NO₂）の推計方法の概要を示す。

a) SPM、SO₂、NO₂

SPM、SO₂、NO₂の濃度に関するデータについては、代表測定局における実測値を基本とした。なお、浮遊粒子状物質の環境基準は、昭和48年（1973年）に制定されているが、極力データを収集する意味で測定が開始され始めた昭和49年（1974年）まで遡ったが、昭和40～50年代は測定を行っていない測定局が多くあり、また近年においては国設測定局が廃止になった等の理由により、データの欠損がみられた。

これらの欠測データのうち、代表測定局において測定がその年代において開始されていない等、欠測が長期に及ぶ場合については、近接測定局の測定データや、近接測定局の測定データを用いた外挿などで推定されるデータなどを代替データとして利用した。

また、代表測定局において短期的な欠測がみられる場合には、当該測定局の同時期における平均濃度の使用等により欠測データの補完を行った。

b) PM_{2.5}

微小粒子状物質濃度（PM_{2.5}）を測定したまとまったデータは微小粒子状物質曝露影響調査（表3-8；平成13年～17年（2001～2005年）、原則年間連続測定）、平成9年～10年（1997～1998年）に国設局において試験的に調査したデータ（表3-9；原則2週間捕集）及び昭和49年～平成17年（1974～2005年）の大阪府内における粒径分布に関するデータ（大阪府立大学 溝畑教授提供）（表3-10、図3-1；原則1～2週間捕集）のみである。このため、PM_{2.5}のデータは実測データではなく、推計データを使用することとした。具体的にはこれらのデータを用いて、最近のPM_{2.5}/SPM濃度比を算出し、代表測定局のSPM濃度にPM_{2.5}/SPM濃度比をかけてPM_{2.5}の濃度を算出した。

PM_{2.5}/SPM濃度比は、微小粒子状物質曝露影響調査結果では表3-8に示すとおり、PM_{2.5}/SPM濃度比は概ね0.6-0.8の幅で推移している。この結果は平成9年～10年（1997～1998年）に国設局において試験的に調査したデータ（表3-9）及び大阪府内における粒径分布に関するデータ（表3-10）とも整合している。また、これらのデータをみると、PM_{2.5}とSPMの比に有意な時間的空間的な差があるとは言い難いことから、今回の検討では、PM_{2.5}/SPM濃度比を便宜上一律0.7と設定して微小粒子状物質濃度（PM_{2.5}）の推計を行った。

表 3-8 PM_{2.5}/SPM 濃度比の推移

TEOM/SPM比

定量精度範囲有り	平成13年度			平成14年度			平成15年度			平成16年度			平成17年度		
	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値
02 宮城県仙台市長町測定局	364	5882	0.72	361	5394	0.71	364	5851	0.72	360	5426	0.69	360	5675	0.70
08 愛知県名古屋市鳴海配水場測定局	178	3860	0.62	352	7585	0.57	363	7970	0.54	352	7305	0.53	362	7500	0.51
10 大阪府堺市金岡測定局	363	7742	0.59	349	6787	0.61	364	7123	0.64	364	6836	0.67	364	6833	0.65

定量精度範囲なし	平成13年度			平成14年度			平成15年度			平成16年度			平成17年度		
	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値
02 宮城県仙台市長町測定局	364	8322	0.79	363	8115	0.79	364	8214	0.79	365	8060	0.76	365	8367	0.76
08 愛知県名古屋市鳴海配水場測定局	178	4165	0.67	352	8196	0.64	363	8441	0.58	352	7918	0.62	362	8357	0.52
10 大阪府堺市金岡測定局	363	8545	0.61	349	8091	0.63	364	8457	0.67	364	8439	0.71	364	8412	0.69

※定量精度範囲有り：SPM10 μg/m³以下は信頼性が低いので、定量精度範囲（10 μg/m³以上）のデータのみを用いて算出した。

※定量精度範囲なし：SPMの定量精度（10 μg/m³以上）に限定せず全データを用いて算出した。

TEOM/SPM比

定量精度範囲有り	平成13年度			平成14年度			平成15年度			平成16年度			平成17年度		
	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値
K1 宮城県涌谷町国設笹岳	348	4843	0.63	357	4666	0.57	311	3733	0.69	295	3187	0.75	198	2859	0.80
K5 大阪府大阪市国設大阪	348	7377	0.67	365	7345	0.72	325	6718	0.70	359	7521	0.66	349	7348	0.66
K12 愛知県名古屋市元塩公園	361	8528	0.64	365	8642	0.64	366	8659	0.60	342	7893	0.58	365	8452	0.61

定量精度範囲なし	平成13年度			平成14年度			平成15年度			平成16年度			平成17年度		
	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値	有効測定 日数(日)	測定時間数 (時間)	期間 平均値
K1 宮城県涌谷町国設笹岳	361	8074	0.75	365	8134	0.69	328	7009	0.87	336	6815	0.97	205	4615	0.87
K5 大阪府大阪市国設大阪	348	8170	0.68	365	8603	0.74	325	7634	0.72	359	8309	0.67	349	8125	0.68
K12 愛知県名古屋市元塩公園	361	8545	0.64	365	8660	0.64	366	8668	0.60	342	7905	0.58	365	8522	0.61

※定量精度範囲有り：SPM10 μg/m³以下は信頼性が低いので、定量精度範囲（10 μg/m³以上）のデータのみを用いて算出した。

※定量精度範囲なし：SPMの定量精度（10 μg/m³以上）に限定せず全データを用いて算出した。

注) 測定機器は、PM_{2.5}がTEOM1400、SPMがβ線吸収法である。

資料：「微小粒子状物質曝露影響調査報告書」平成19年7月 環境省

表 3-9 平成 9 年度（15 日間）調査における PM_{2.5}/SPM 濃度比
 ((財) 日本環境衛生センター)

調査地点		調査日程		調査結果	
		第1回調査	第2回調査	第1回調査	第2回調査
宮城県	仙台	H9/11/25-12/10	H9/12/10-12/25	0.69	0.70
	籠岳	同上	同上	0.67	0.72
愛知県	名古屋	H10/1/12-1/27	H10/1/28-2/10	0.54	0.89
	犬山	同上	H10/1/27-2/10	0.81	0.82
大阪	大阪	H10/2/13-2/27	H10/2/27-3/13	0.79	0.75
	富田林	H10/1/13-1/28	H10/1/28-2/12	0.73	0.69

* SPM中のPM2.5の割合は、6-8割であった。比は宮城<大阪<愛知の順であった。

注1) 測定機器は、SPM が新宅機械製作所株式会社製 FKS 型、PM_{2.5} が R&P 社製 Model2000 型である。

注2) 捕集期間は、原則 2 週間である。

資料：「平成 9 年度環境庁委託業務結果報告書 微小粒子状物質測定法確立調査」平成 10 年 3 月

(財) 日本環境衛生センター

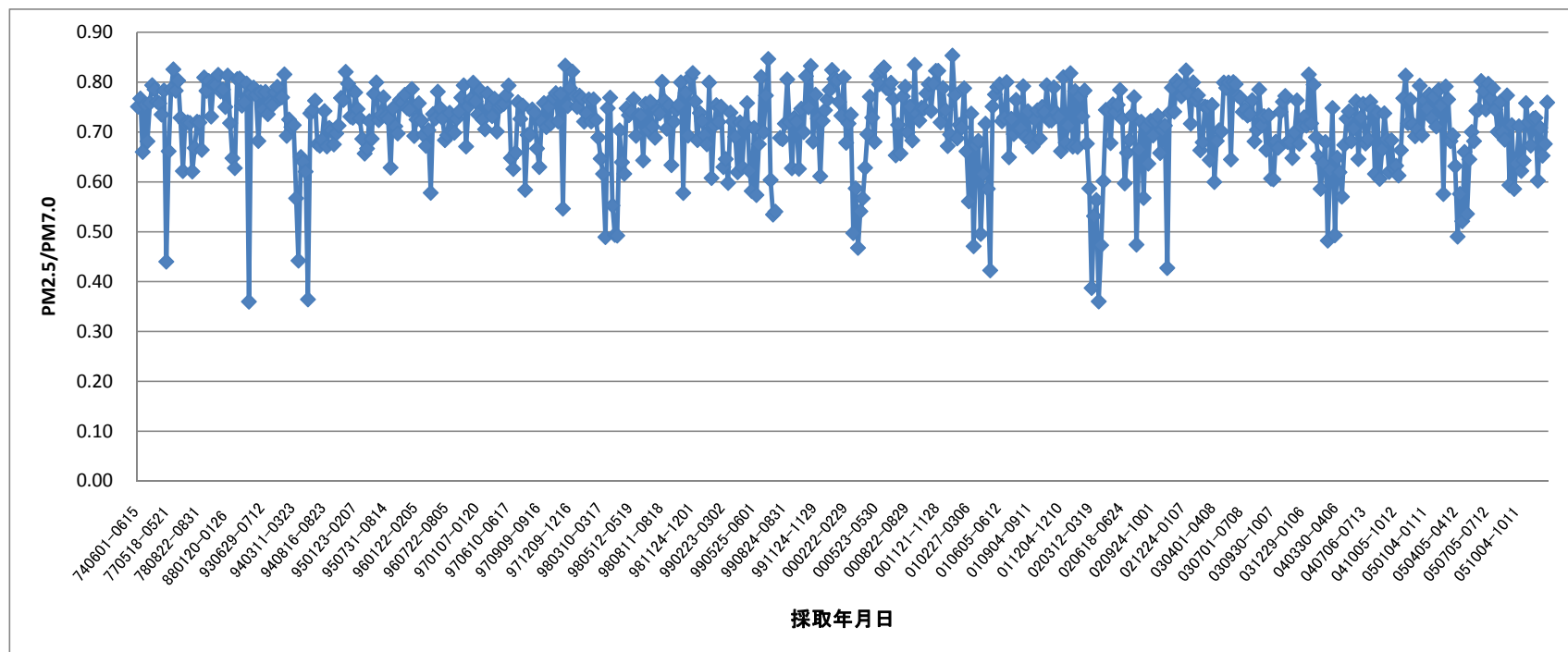
表 3-10 大阪府立大等における PM_{2.5}/PM_{7.0} 濃度比の比較

測定年・月	大阪府立大局	森ノ宮局	熊取局	深江(神戸商船大学)
S49.11	0.77	0.77		
S51.10	0.79		0.81	
S51.11	0.76		0.72	
S52.06	0.79			0.79

注1) 測定機器はアンダーセンサンプラーを使用し、カット特性(透過率)から PM_{2.5} と PM_{7.0} (SPM に相当)それぞれの濃度を求め、濃度比を計算した。

注2) それぞれの捕集期間は 1~2 週間である。

資料；大阪府立大学 溝畑教授提供



注) 測定機器はアンダーセンサンプラーを使用し、カット特性（透過率）から濃度比を計算。

資料；大阪府立大学 溝畑教授提供

図 3-1 大阪府立大学における PM_{2.5}/PM_{7.0} 濃度比の分布

3.2 調査地域の気環境状況

(1) 各調査対象物質の算出結果

3地域（都市地区と対照地区）近隣の地域における浮遊粒子状物質（SPM）及び共存物質としての二酸化硫黄（SO₂）、二酸化窒素（NO₂）の算出結果を表3-11に示す。なお、欠測がある場合のデータの補完方法についての詳細を表3-12に示す。

また、各調査対象物質の経年変化を表したグラフは図3-2に示すとおりである。SPM及びSO₂については特に都市地区において近年減少傾向にあり、NO₂についてはほぼ横這いである。また、いずれの地域においても、対照地区に比べ、都市地区の方が3物質とも高濃度であったと言える。

一方、疫学における多変量解析に使用するため、今回は実測データ（補完後）を5カ年ごとに区切り、平均濃度を算出した（表3-13）。平均値の算出にあたっては、コホート調査が開始された昭和59年（1984年）より、前後5カ年ごとに区切ることにした。

(2) 微小粒子状物質データの推計結果

3地域（都市地区と対照地区）近隣の地域における浮遊粒子状物質（SPM）実測結果（実測データ(補完後)の5カ年平均値）をもとに、微小粒子状物質（PM_{2.5}）を推定した結果を表3-14、図3-4に示す（浮遊粒子状物質（SPM）から微小粒子状物質（PM_{2.5}）濃度の推計方法については、3.1(3)代表測定局における大気汚染濃度の推計について b) PM_{2.5}を参照。）。

PM_{2.5}についてもSPM同様、対照地区に比べ都市地区において濃度が高く、特に都市地区において近年減少傾向にあることがうかがえる。

これにより得られたデータ（表3-14）を4章以降に記す多変量解析に使用した。

表 3-11 調査項目毎の算出結果（補完後）

物質名：浮遊粒子状物質 (mg/m3)

調査地域	測定局	注釈	S_49	S_50	S_51	S_52	S_53	S_54	S_55	S_56	S_57	S_58	S_59	S_60	S_61	S_62	S_63	H_01	H_02	H_03	H_04	H_05	H_06	H_07	H_08	H_09	H_10	H_11	H_12	H_13	H_14	H_15	注釈
			1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
仙台	国設仙台	*15	0.048	0.048	0.059	0.041	0.050	0.035	0.058	0.039	0.036	0.034	0.032	0.028	0.029	0.032	0.029	0.031	0.030	0.027	0.027	0.024	0.031	0.026	0.027	0.028	0.029	0.025	0.028	0.023	0.023	0.012	*21
寛岳	国設寛岳	*16	0.025	0.025	0.032	0.022	0.027	0.019	0.031	0.020	0.020	0.019	0.022	0.019	0.019	0.022	0.025	0.024	0.023	0.022	0.023	0.020	0.019	0.015	0.015	0.021	0.020	0.020	0.021	0.016	0.016	0.013	
名古屋	国設名古屋		0.054	0.043	0.042	0.051	0.055	0.063	0.065	0.049	0.039	0.036	0.041	0.040	0.042	0.036	0.055	0.049	0.041	0.038	0.046	0.049	0.049	0.046	0.048	0.038	0.036	0.030	0.031	0.029	0.026	0.029	
犬山	平均値	*17	0.050	0.050	0.054	0.050	0.050	0.047	0.047	0.034	0.044	0.039	0.044	0.037	0.032	0.039	0.038	0.038	0.038	0.037	0.037	0.037	0.038	0.039	0.042	0.047	0.041	0.036	0.037	0.038	0.037	0.034	*22
大阪	国設大阪		0.066	0.061	0.066	0.066	0.068	0.068	0.058	0.062	0.042	0.043	0.044	0.044	0.046	0.044	0.046	0.049	0.049	0.046	0.041	0.041	0.041	0.041	0.043	0.047	0.040	0.036	0.030	0.035	0.034	0.030	0.030
熊勢	池田南細倉館	*18	0.032	0.028	0.035	0.030	0.037	0.036	0.035	0.034	0.034	0.029	0.031	0.029	0.033	0.033	0.031	0.034	0.033	0.030	0.030	0.028	0.029	0.027	0.027	0.032	0.021	0.015	0.022	0.022	0.019	0.019	
熊取	熊取町役場	*19	0.036	0.032	0.040	0.034	0.042	0.041	0.040	0.039	0.037	0.033	0.036	0.032	0.038	0.042	0.038	0.044	0.042	0.038	0.038	0.041	0.039	0.037	0.039	0.035	0.039	0.033	0.038	0.034	0.021	0.028	
河南	若松台	*20	0.036	0.032	0.040	0.034	0.042	0.041	0.040	0.038	0.037	0.033	0.036	0.032	0.038	0.042	0.038	0.044	0.042	0.038	0.033	0.039	0.042	0.038	0.042	0.038	0.037	0.036	0.037	0.032	0.029	0.028	

物質名：二酸化硫黄 (ppm)

調査地域	測定局	注釈	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	注釈	
			1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003		
仙台	国設仙台		0.025	0.016	0.018	0.015	0.007	0.008	0.008	0.007	0.008	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004	0.004	0.006	0.007	0.006	0.006	0.004	0.005	0.005	0.006	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	*6	
寛岳	国設寛岳	*1	0.003	0.003	0.002	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.004	0.001	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001		
名古屋	国設名古屋		0.019	0.014	0.010	0.011	0.010	0.009	0.008	0.008	0.008	0.007	0.008	0.007	0.008	0.010	0.008	0.007	0.008	0.008	0.007	0.006	0.007	0.007	0.007	0.009	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.004	
犬山	平均値	*2	0.011	0.011	0.011	0.012	0.014	0.010	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.007	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	0.006	0.006	*7	
大阪	国設大阪		0.035	0.026	0.026	0.024	0.015	0.014	0.011	0.014	0.013	0.012	0.012	0.011	0.012	0.012	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	
熊勢	池田南細倉館	*3	0.014	0.013	0.013	0.012	0.013	0.013	0.012	0.004	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.004		
熊取	熊取町役場	*4	0.017	0.016	0.015	0.014	0.016	0.016	0.020	0.014	0.014	0.013	0.012	0.008	0.009	0.007	0.008	0.009	0.009	0.008	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005		
河南	府立修徳学院	*5	0.019	0.017	0.016	0.017	0.021	0.020	0.015	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.007	0.006	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	*8		

物質名：二酸化窒素 (ppm)

調査地域	測定局	注釈	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	注釈
			1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
仙台	国設仙台		0.019	0.021	0.017	0.017	0.018	0.018	0.018	0.018	0.019	0.018	0.017	0.017	0.016	0.016	0.013	0.017	0.019	0.017	0.015	0.014	0.015	0.015	0.016	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.018	0.018	*13
寛岳	国設寛岳	*9	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	
名古屋	国設名古屋		0.016	0.021	0.022	0.021	0.023	0.022	0.018	0.021	0.019	0.020	0.022	0.022	0.023	0.022	0.024	0.025	0.024	0.026	0.025	0.026	0.022	0.022	0.024	0.026	0.025	0.023	0.022	0.021	0.020	0.020	
犬山	平均値	*10	0.013	0.015	0.014	0.015	0.013	0.013	0.013	0.014	0.014	0.014	0.015	0.015	0.014	0.016	0.017	0.017	0.016	0.018	0.017	0.017	0.017	0.017	0.018	0.017	0.017	0.017	0.017	0.018	0.017	0.017	*14
大阪	国設大阪		0.038	0.038	0.039	0.035	0.031	0.030	0.033	0.032	0.032	0.029	0.031	0.032	0.033	0.033	0.034	0.034	0.034	0.033	0.032	0.034	0.033	0.034	0.034	0.033	0.032	0.031	0.030	0.031	0.028	0.029	
熊勢	池田南細倉館	*11	0.018	0.017	0.018	0.017	0.016	0.009	0.012	0.013	0.015	0.013	0.014	0.015	0.015	0.016	0.016	0.016	0.016	0.017	0.018	0.016	0.016	0.016	0.016	0.017	0.014	0.014	0.014	0.016	0.014	0.014	
熊取	熊取町役場	*12	0.018	0.019	0.018	0.017	0.011	0.011	0.013	0.013	0.011	0.012	0.013	0.010	0.016	0.011	0.018	0.016	0.018	0.019	0.018	0.019	0.019	0.020	0.019	0.020	0.019	0.018	0.021	0.019	0.019	0.019	
河南	若松台		0.018	0.017	0.018	0.017	0.016	0.009	0.012	0.013	0.014	0.013	0.014	0.015	0.016	0.016	0.017	0.017	0.017	0.017	0.018	0.015	0.018	0.017	0.017	0.017	0.017	0.015	0.015	0.014	0.015	0.015	

- ・二酸化窒素の1977年度以前のデータに関しては、ザルツマン係数の変更に伴う補正を行っている。
- ・斜線欄は、年間の測定時間が6000時間に満たなかったことを示す。
- ・点差欄は、測定データがないことから、補完を行った箇所を示す。
- ・補完方法については表3-6の詳細を参照。注釈は補完方法を示す。

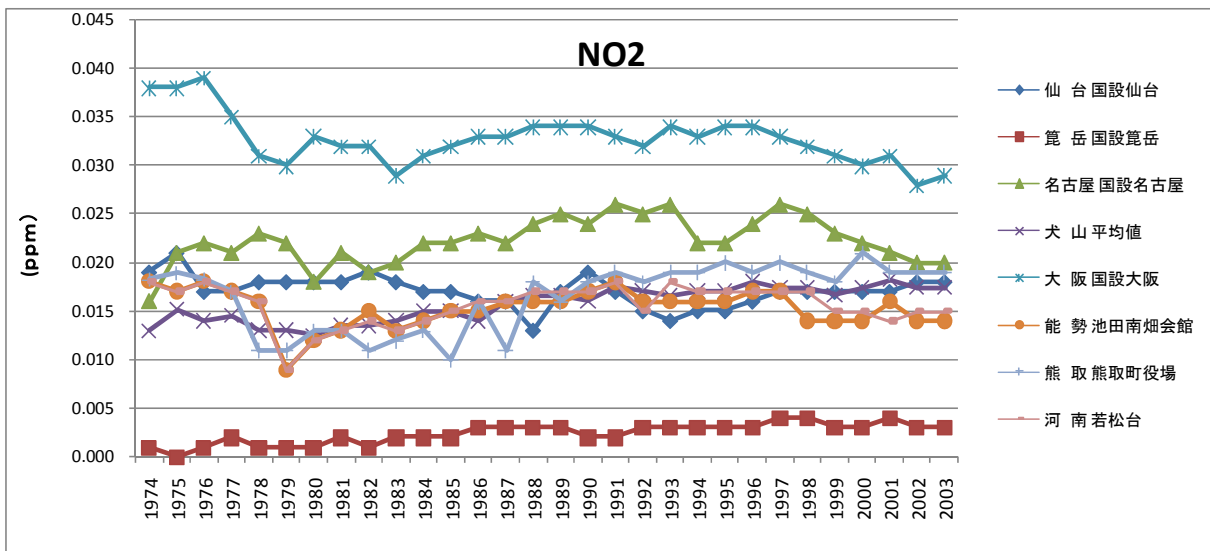
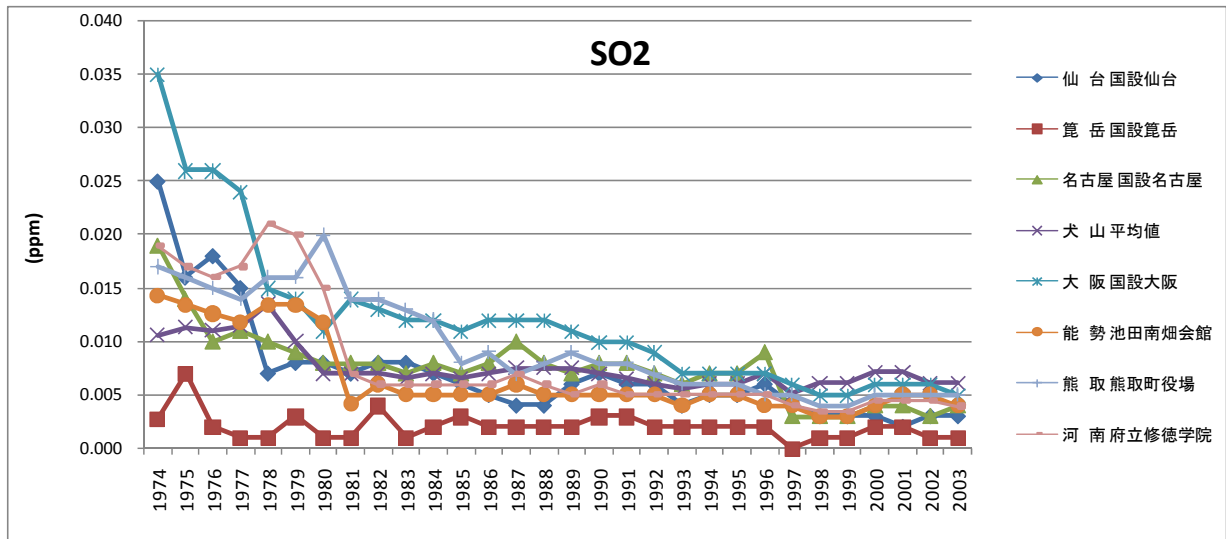
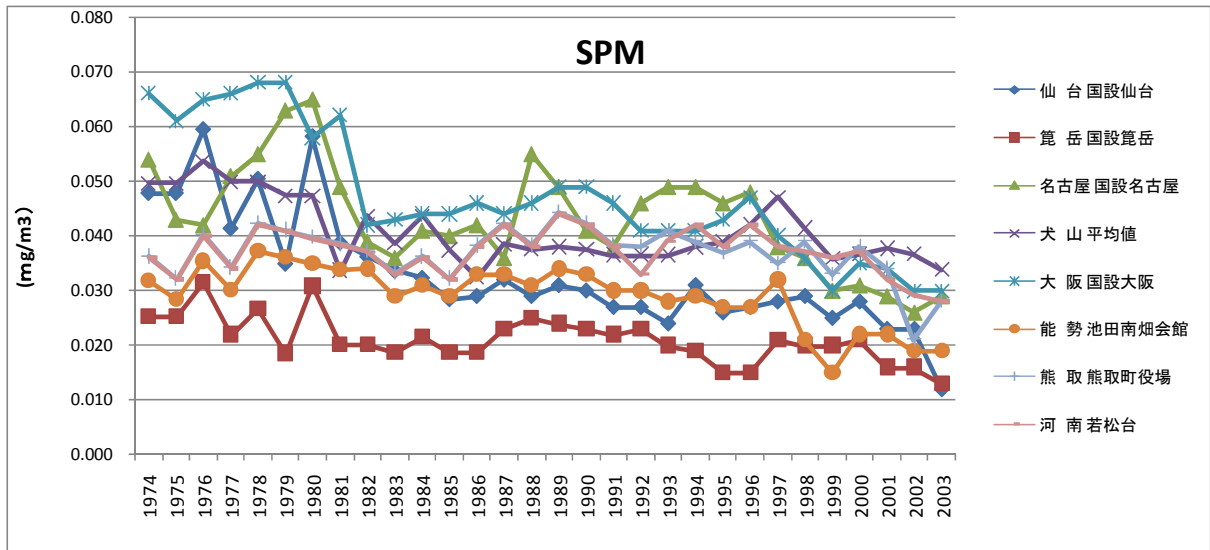


図 3-2 実測データ（補完後）の推移図

表 3-12 実測データの補完方法

注釈	補完方法
*1	1974年(S49)は直近で著しい濃度変動が見られないことから、1975-1979年(S50-S54)の直近5年間の平均値を用いた。
*2	1974-1975年(S49-S50)は「国設犬山」のデータがないことから、1976-1978年(S51-S53)の3年間の「国設犬山」「犬山消防」両局平均値に対する比を使用して推計した。 また、直近の経年推移の状況により比の算出に用いる値を3年間とした。
*3	1974-1981年(S49-S56)は「池田南畑会館」のデータがないことから、1982-1986年(S57-S61)の5年間の「若松台」に対する平均比を使用して推計した。 近接の「吹田市北消防署」は補完値周辺のデータがないため、経年推移が類似する「若松台」を使用した。
*4	1974-1977年(S49-S52)は「若松台」を使用した。補完部分のデータがあり、経年推移傾向及び濃度が類似しているため、「若松台」を選定した。また、直近の経年推移の状況より比の算出に用いる値を3年間とした。
*5	1974年(S49)は「府立修徳学院」及び「若松台」2局の直近3年間の比を使用して推計した。近接の「富田林市役所」は、補完部分のデータがないため、使用しなかった。また、直近の経年推移の状況により比の算出に用いる値を3年間とした。
*6	1997-2003年(H09-H15)は、近接で経年推移の状況が類似する「鶴谷」を使用した。
*7	1997-2003年(H09-H15)は「国設犬山」のデータがないことから、1992-1996年(H04-H08)の5年間の「国設犬山」「犬山消防」両局平均値に対する比を使用して推計した。 また、直近で著しい濃度変動が見られないことから、算出に用いる値を5年間とした。
*8	1998-2003年(H10-H15)は、「府立修徳学院」に対する「富田林」「若松台」の直近5年間の比の平均で外挿した。「富田林市役所」は、濃度変動の大きい初期の頃のデータがなく、この部分について予測できないことから「若松台」を併用した。
*9	1974年(S49)は直近で著しい濃度変動が見られないことから、1975-1979年(S50-S54)の直近5カ年の平均値を用いた。
*10	1974-1975年(S49-S50)は「国設犬山」のデータがないことから、1976-1980年(S51-S55)の「国設犬山」「犬山消防」両局5年間平均値に対する比を使用して推計した。 また、直近で著しい濃度変動が見られないことから、算出に用いる値を5年間とした。
*11	1974-1981年(S49-S56)は「池田南畑会館」のデータがないことから、濃度変動の近い「若松台」を使用した。
*12	1974-1977年(S49-S52)は、「熊取町役場」と「泉佐野保健所」の直近5カ年間の比を用いて、推計した。近接で補完部分のデータがあることから、「泉佐野保健所」を選定した。また、直近で著しい濃度変動が見られないことから、算出に用いる値を5年間とした。
*13	1997-2003年(H09-H15)は、最も近接で直近の濃度が近い「榴岡」を使用した。
*14	1997-2003年(H09-H15)は「国設犬山」のデータがないことから、1992-1996年(H04-H08)の「国設犬山」「犬山消防」両局5年間の平均値に対する比を使用して推計した。 また、直近で著しい濃度変動が見られないことから、算出に用いる値を5年間とした。
*15	SPM濃度の測定においては一般にβ線吸収法が使用されているが、1974-1985年(S49-S60)のローポリウムエアサンプラ(LV)での欠測値をβ線吸収法とLVの相関より、推定した(図3-3相関図参照)。
*16	1974-1980年(S49-S55)は、「国設仙台」LVと「国設麓岳」LVの1981-1985年(S56-S60)の5年間の比を「国設仙台」にかけて推計した。 また、1981-1986年(S56-S61)は、β線吸収法とLVの相関より、推定した(図3-3相関図参照)。
*17	1976-1986年(S51-S61)は「犬山消防署」のデータがないことから、1987-1991年(S62-H03)の「国設犬山」「犬山消防」両局5年間の比を使用して推計した。1974-1975年(S49-S50)は、1976-1980年(S51-S55)の直近5カ年間の平均を使用した。
*18	1974-1981年(S49-S56)は、1982-1986年(S57-S61)の直近5年間の「若松台」との比から推計した。「若松台」の選定にあたっては、補完部分のデータがあること、また全体的な経年変動及び立地より判断し選定した。 (都市地区に比べ、発生源の影響を受けにくい対照地区の測定局は、より広域的な影響により濃度変動する。このため、若松台の比を使用することが可能と判断した。)
*19	1974-1991年(S49-H03)は「熊取町役場」のデータがないため、1992-1996年(H04-H08)の直近5年間の「若松台」との比から推計した。「若松台」の選定にあたっては、他の近接局で補完部分のデータがなく、全体的な経年変動及び立地より選定した。
*20	1979-1981年(S54-S56)は、近接局で補完部分のデータがないため、1978年(S53)と1982年(S57)を直線で結んで補完した。
*21	1997-2003年(H09-H15)は「榴岡」のデータを使用した。「榴岡」は近接で、「長町」に比べると直近の値が「国設仙台」に近いと判断し、選定した。
*22	1997-2003年(H09-H15)は「国設犬山」のデータがないことから、1992-1996年(H04-H08)の「国設犬山」「犬山消防」両局5年間の比の平均を使用して推計した。 また、直近で著しい濃度変動が見られないことから、算出に用いる値を5年間とした。

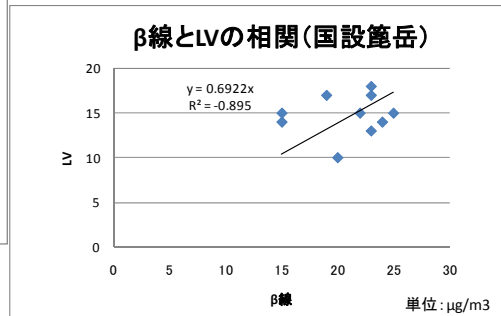
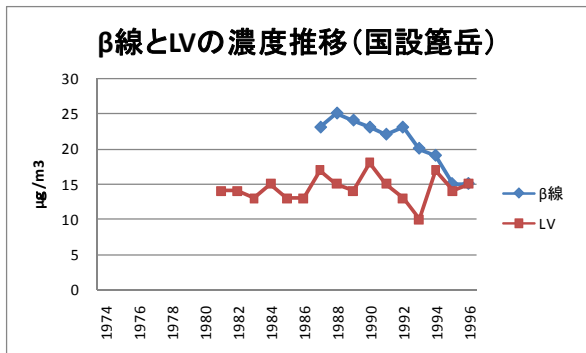
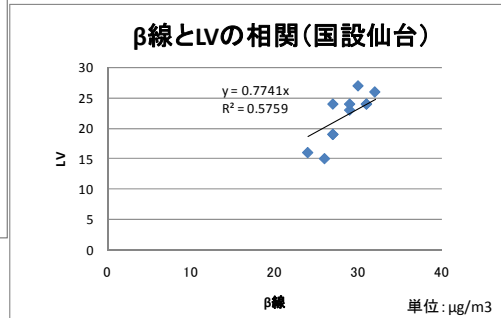
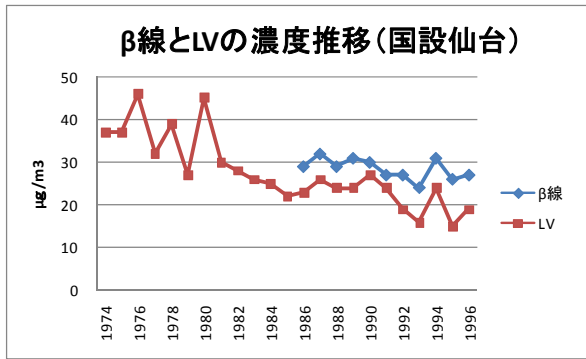


図 3-3 SPM (β線) と SPM (LV: ローボリウムエアサンプラ) の濃度推移と相関

表 3-13 算出データ（補完後）の5カ年平均値

物質名：浮遊粒子状物質 (mg/m³)

調査地域	測定局	S. 49	S. 50	S. 51	S. 52	S. 53	S. 54	S. 55	S. 56	S. 57	S. 58	S. 59	S. 60	S. 61	S. 62	S. 63	H. 01	H. 02	H. 03	H. 04	H. 05	H. 06	H. 07	H. 08	H. 09	H. 10	H. 11	H. 12	H. 13	H. 14	H. 15
		1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
仙 台	国設仙台			0.049					0.040					0.030					0.028					0.028						0.022	
箕 岳	国設箕岳			0.026					0.022					0.021					0.022					0.018						0.017	
名古屋	国設名古屋			0.049					0.050					0.043					0.045					0.043						0.029	
犬 山	平均値			0.051					0.042					0.038					0.037					0.041						0.036	
大 阪	国設大阪			0.065					0.055					0.045					0.045					0.041						0.032	
能 勢	池田南畑会館			0.033					0.034					0.031					0.031					0.027						0.019	
熊 取	熊取町役場			0.037					0.038					0.037					0.041					0.038						0.031	
河 南	若松台			0.037					0.038					0.037					0.039					0.039						0.032	
能勢・熊取・河南平均				0.035					0.036					0.035					0.037					0.035						0.028	

物質名：二酸化硫黄 (ppm)

調査地域	測定局	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
		仙 台	国設仙台			0.016					0.008					0.005					0.006					0.005					
箕 岳	国設箕岳			0.003					0.002					0.002					0.002					0.001						0.001	
名古屋	国設名古屋			0.013					0.008					0.008					0.007					0.006						0.004	
犬 山	平均値			0.012					0.008					0.007					0.007					0.006						0.007	
大 阪	国設大阪			0.025					0.013					0.012					0.009					0.006						0.006	
能 勢	池田南畑会館			0.013					0.008					0.005					0.005					0.004						0.004	
熊 取	熊取町役場			0.016					0.015					0.009					0.008					0.005						0.005	
河 南	府立修徳学院			0.018					0.011					0.006					0.005					0.004						0.004	

物質名：二酸化窒素 (ppm)

調査地域	測定局	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
		仙 台	国設仙台			0.018					0.018					0.016					0.016					0.016					
箕 岳	国設箕岳			0.001					0.001					0.003					0.003					0.003						0.003	
名古屋	国設名古屋			0.021					0.020					0.023					0.025					0.024						0.021	
犬 山	平均値			0.014					0.013					0.015					0.017					0.017						0.017	
大 阪	国設大阪			0.036					0.031					0.033					0.033					0.033						0.030	
能 勢	池田南畑会館			0.017					0.012					0.015					0.017					0.016						0.014	
熊 取	熊取町役場			0.017					0.012					0.014					0.018					0.019						0.019	
河 南	若松台			0.017					0.012					0.016					0.017					0.017						0.015	

表 3-14 微小粒子状物質濃度 (PM_{2.5}) の推定結果

物質名：浮遊粒子状物質 (mg/m³)

調査地域	測定局	S. 49	S. 50	S. 51	S. 52	S. 53	S. 54	S. 55	S. 56	S. 57	S. 58	S. 59	S. 60	S. 61	S. 62	S. 63	H. 01	H. 02	H. 03	H. 04	H. 05	H. 06	H. 07	H. 08	H. 09	H. 10	H. 11	H. 12	H. 13	H. 14	H. 15
		1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
仙 台	国設仙台			0.049					0.040					0.030					0.028					0.028						0.022	
箕 岳	国設箕岳			0.026					0.022					0.021					0.022					0.018						0.017	
名古屋	国設名古屋			0.049					0.050					0.043					0.045					0.043						0.029	
犬 山	平均値			0.051					0.042					0.038					0.037					0.041						0.036	
大 阪	国設大阪			0.065					0.055					0.045					0.045					0.041						0.032	
能 勢	池田南畑会館			0.033					0.034					0.031					0.031					0.027						0.019	
熊 取	熊取町役場			0.037					0.038					0.037					0.041					0.038						0.031	
河 南	若松台			0.037					0.038					0.037					0.039					0.039						0.032	
能勢・熊取・河南平均				0.035					0.036					0.035					0.037					0.035						0.028	

物質名：PM_{2.5} (mg/m³) 換算係数：0.7

調査地域	測定局	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
		仙 台	国設仙台			0.035					0.028					0.021					0.019					0.020					
箕 岳	国設箕岳			0.018					0.015					0.015					0.016					0.013						0.012	
名古屋	国設名古屋			0.034					0.035					0.030					0.031					0.030						0.020	
犬 山	平均値			0.035					0.029					0.027					0.026					0.029						0.025	
大 阪	国設大阪			0.046					0.038					0.031					0.032					0.029						0.022	
能 勢	池田南畑会館			0.023					0.024					0.022					0.022					0.019						0.014	
熊 取	熊取町役場			0.026					0.027					0.026					0.029					0.026						0.022	
河 南	若松台			0.026					0.026					0.026					0.027					0.028						0.023	
能勢・熊取・河南平均				0.025					0.025					0.025					0.026					0.024						0.019	

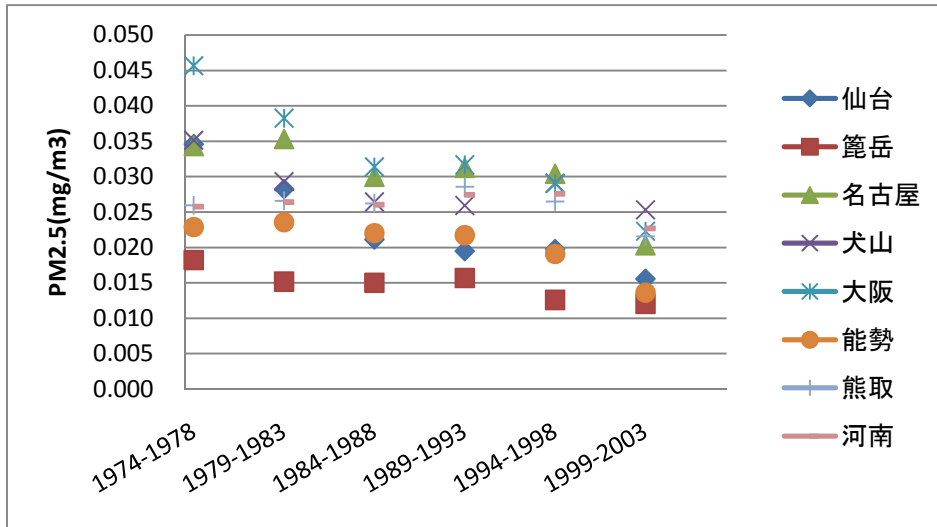


図 3-4 PM_{2.5} 濃度の推定結果

4. コホートデータの解析結果

4.1 曝露要因

表 4-1-1～表 4-1-3 に府県別の曝露要因集計結果を示す。

4.2 転帰

表 4-2-1 に 10 年及び 15 年追跡後の転出者数と死亡者数を示す。

年齢 5 歳階級別に同様の集計を行った結果を、10 年追跡結果について表 4-2-2 に、15 年追跡結果について表 4-2-3 に示す。

4.3 詳細死因別死亡数

表 4-3-1～表 4-3-3 に詳細死因別の 10 年追跡結果における死亡数を、表 4-3-4～表 4-3-6 に同 15 年追跡結果における死亡数を示す。10 年追跡結果において、府県及び都市・対照地区を問わず、全死亡のうちがん及び循環器疾患が約 70% を占めた。全死亡に占めるがんの割合は男性で 30%～40%、女性で 20%～30% 程度だった(宮城都市 男性 35%、女性 26%； 宮城対照 男性 31%、女性 23%； 愛知都市 男性 36%、女性 29%； 愛知対照 男性 31%、女性 26%； 大阪都市 男性 39%、女性 25%； 大阪対照 男性 33%、女性 23%)。全死亡に占める循環器疾患の割合は男性で 30%～45%、女性で 40%～50%程度だった(宮城都市 男性 35%、女性 42%； 宮城対照 男性 44%、女性 51%； 愛知都市 男性 33%、女性 42%； 愛知対照 男性 39%、女性 42%； 大阪都市 男性 30%、女性 38%； 大阪対照 男性 32%、女性 44%)。15 年追跡結果においてもほぼ同様の結果であった。

4.4 年齢階級別死因別死亡率

表 4-4-1～表 4-4-9 に 10 年追跡結果における年齢 5 歳階級別死因別死亡率を示す。表 4-4-10～表 4-4-18 に同 15 年追跡結果における死亡数を示す。都市地区と対照地区の 40～79 歳年齢調整死亡率を比較すると、男女とも全死因及び循環器疾患(心疾患及び脳血管疾患)では宮城県と愛知県で対照地区の方が高く、大阪府で都市地区の方が高かった。全がんでは愛知県男性及び大阪府男女で都市地区の方が高く、肺がんではいずれの府県でも都市地区が対照地区より高かった。呼吸器疾患では宮城県男女、愛知県男性、大阪府女性で都市地区の方が高かった。

4.5 曝露要因別死因別死亡率

表 4-5 に曝露要因別死因別年齢調整死亡率比を示す。

4.6 生涯喫煙有無別曝露要因別死因別死亡率

表 4-6 に生涯喫煙（現在または過去喫煙）有無別曝露要因別死因別年齢調整死亡率比を示す。

4.7 多変量調整相対リスク

4.7.1 府県別男女別解析

表 4-7-1～3 に、10 年追跡結果の府県別・性別に行った多変量解析の結果、府県をプールして行った多変量解析の結果と、府県及び男女をプールして行った多変量解析の結果を示す。また、表 4-7-4～6 に、15 年追跡結果について同様に行った多変量解析の結果を示す。

以下、都市地区と対照地区のリスクの相違、及び喫煙の影響の結果について、主要な疾患分類に関して特に統計学的に有意な差のあった事項を記述する。

（1）肺がん

肺がんについては、愛知県及び大阪府の男性で対照地区に対する都市地区のリスクが 40～50%高かった。

喫煙の影響については、いずれの府県においても男女とも非喫煙者に対する現在喫煙者のリスクが高かった（4～9 倍）。過去喫煙者の非喫煙者に対するリスクは、男性ではいずれの府県においても 2.5 倍～6 倍と高かった。15 年追跡結果においては、男性は 10 年追跡結果と大きな相違はなかったが、女性では府県間の相対リスクのばらつきが小さくなる傾向が見られた。

（2）循環器疾患（心疾患、脳血管疾患）

循環器疾患（心疾患、脳血管疾患）については、宮城県の男女及び愛知県の男性で対照地区に対する都市地区のリスクが 20%～40%低かった。

現在喫煙者の非喫煙者に対するリスクは、男性ではいずれの府県においても、女性では愛知県及び大阪府で高く、最大で約 2 倍だった。過去喫煙者の非喫煙者に対するリスクは、宮城県及び愛知県の男女で同様に高かった。15 年追跡結果においても 10 年追跡結果の結果と同様であった。

（3）呼吸器疾患（がんを除く）

呼吸器疾患については、愛知県の男性、宮城県及び大阪府の女性で対照地区に対する都市地区のリスクが約 40%高かったが、統計学的には有意ではなかった。

現在喫煙者の非喫煙者に対するリスクは宮城県の男性において約 70%高かった。過去喫煙者の非喫煙者に対するリスクは宮城県及び愛知県の男性、及び大阪府

の女性で高く、最大 2 倍だった。15 年追跡結果においても結果に大きな相違はなかったが、女性では府県間の相対リスクのばらつきが小さくなる傾向が見られた。

(4) 全死因

全死因については、宮城県の男女及び愛知県の女性において対照地区に対する都市地区のリスクが 10%~30%低かった。現在喫煙者の非喫煙者に対するリスクは、男性ではいずれの府県においても、女性では愛知県及び大阪府において 30%~70%高かった。過去喫煙者の非喫煙者に対するリスクは、男女とも宮城県及び愛知県においてそれぞれ 20%~70%高かった。15 年追跡結果においても結果に大きな相違はなかった。

5. 大気汚染データとコホートデータとの関係

図 5-1-1～図 5-1-15 に地区別大気汚染物質濃度（1974～1983 年の 10 年平均値）と 10 年追跡結果による地区別相対リスク（宮城対照=1）との 2 次元プロットを死因別に示す。肺がんでは、男性及び男女計で大気汚染物質濃度の高い地区のリスクが高い傾向が見られ、女性では愛知県の対照地区の相対リスクが他の地区より低かった。肺がん以外のがんでも同様の傾向が見られたが、大阪府の都市地区が他の地区より高かった。循環器疾患では、性別を問わず、宮城県対照地区の相対リスクが他の地区より高かった。呼吸器疾患では、女性で SO₂ 及び NO₂ 濃度の高い地区のリスクが高い傾向が見られた。心疾患及び脳血管疾患の病型別では、虚血性心疾患以外の心疾患及び脳梗塞で大気汚染物質濃度が高い地区のリスクが低い傾向が顕著であった。全死因では各地区の相対リスクに大きな相違はなかった。

図 5-1-18～図 5-1-32 に 15 年追跡結果における地区別相対リスクとの 2 次元プロットを示す。15 年追跡結果においては、肺がんでは、各地区の相対リスクの分布が 10 年追跡結果よりやや低くなる傾向が見られたが、愛知県対照地区の女性の相対リスクは 10 年追跡結果より高く、宮城対照地区に近くなった。循環器疾患では 10 年追跡結果と大きな相違はなかった。呼吸器疾患でも 10 年追跡結果と大きな相違はなかったが、相対リスクの地区間のばらつきが小さくなる傾向が見られた。

表 5-1-1、及び表 5-1-2 に大気汚染物質濃度（1974～1983 年の 10 年平均値）を地区別変数とした多変量解析における大気汚染物質濃度の 10 単位増加に対する相対リスクを、それぞれ 10 年追跡結果及び 15 年追跡結果について示す。

10 年追跡結果における肺がんでは、男性及び男女計で浮遊粒子状物質 (SPM) 濃度との間に正の関連があった (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加に対する相対リスク 1.2)。SPM 濃度に 0.7 を乗じて推計した微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 濃度でも同様であった。15 年追跡結果ではこれらの相対リスクが低くなる傾向が見られた。

10 年追跡結果における循環器疾患では、性別を問わず、SPM 濃度と、循環器疾患全体のリスクとの間に負の関連があり (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加に対する相対リスク 0.9)、PM_{2.5} 濃度でも同様だった (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加に対する相対リスク 0.8～0.9)。15 年追跡結果でも、これらの相対リスクに大きな変化はなかった。

呼吸器疾患では、10 年追跡結果、15 年追跡結果とも、SPM 濃度及び PM_{2.5} 濃度との関連は明らかでなかった。一方、二酸化硫黄 (SO₂) 及び二酸化窒素 (NO₂) 濃度は、10 年追跡結果、15 年追跡結果とも、女性及び男女計で正の関連を示し (10ppb 増加に対する相対リスクそれぞれ 1.1～1.5)、15 年追跡結果ではやや相対リスクが小さくなったが、同じ傾向が見られた。

図 5-1-16~17 及び図 5-1-33~34 は、地区別大気汚染物質濃度としてそれぞれ 1974~1978 年の 5 年平均値及び 1979~1983 年の 5 年平均値を用いた地区別肺がん相対リスク（宮城対照=1）との 2 次元プロットを示す。表 5-2-1 及び表 5-2-2 に期間別の大気汚染物質濃度を地区別変数とした多変量解析における大気汚染物質濃度の 10 単位増加に対する相対リスクを示す。1974~1978 年の 5 年平均値、1979~1983 年の 5 年平均値、及び 1974~1983 年の 10 年平均値のいずれを用いた場合も、男性及び男女計の肺がんリスクと SPM 濃度との間に正の関連があった。SPM 濃度 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加に対する男性及び男女計の肺がん相対リスクは、1974~1978 年 (1.1) より 1979~1983 年 (1.2) でやや高かった。SPM 濃度に 0.7 を乗じて推計した $\text{PM}_{2.5}$ 濃度でも同様の傾向が見られた。

SO_2 及び NO_2 濃度においても、1974~1978 年より 1979~1983 年の濃度に対するリスク増加の方が大きい傾向は同様だった。

6. 考察

本研究は基本的に宮城、愛知、大阪の3つの府県それぞれにおいて、都市地区とその周辺部の対照地区の2地区を選定して、両地区の比較を行い、最終的に6地区を合わせた解析を行ったものである。以下、主要な疾患別に大気汚染レベルとの関連性を考察し、次いで先行研究を含めて総合的に考察する。

6.1 疾患別の検討

肺がんでは、大気汚染レベルと正の関連が見られ、特に男性で顕著だった。肺がんの発症または死亡に数十年の曝露期間が必要であるとすれば、対象者の居住年数を考慮する必要があるが、本解析を居住年数20年以上のみの対象者に限って行っても大きな変化はなかった。肺がんの最大のリスク因子である喫煙について、本解析では喫煙状況（現在、過去、及び非喫煙）のみを調整した。都市・対照地区間で現在または過去喫煙者の曝露レベル（喫煙本数や喫煙年数）に違いがある場合（表4-1-1～3参照）、それが都市・対照地区の相対リスクとして現れる可能性がある。しかし、**pack-year**を調整因子に加えた解析でも結果に大きな変化はなかった。非喫煙者の肺がんには腺がんが多く、喫煙者に多い扁平上皮がんと発症機序が異なる可能性がある。また、本解析で調整変数に含めなかった肺がんのリスク因子として、受動喫煙と室内空気汚染がある。しかし、非喫煙者のみで行った解析でも、受動喫煙の有無（子供の頃の両親、現在の配偶者、現在の家族のいずれか）及び煙突無しストーブの有無を調整変数に加えた解析でも、結果に大きな変化はなかった。本研究のベースライン調査には肺がんの既往歴に関する質問が含まれていなかった。呼吸器疾患（肺炎、喘息、慢性気管支炎、肺気腫、またはじん肺）の既往歴がある者を除く解析でも、結果は大きく変わらなかった。以上のことから、肺がんに関する本解析結果に他のリスク因子が交絡している可能性は低いと考えられる。

循環器疾患では、大気汚染レベルと負の関連が見られた。居住年数20年以上のみ、非喫煙者のみ、喫煙者のみ（**pack-year**調整）の解析でも、これらの傾向は大きくは変わらなかった。脳血管疾患、心疾患を分けた解析、さらに病型を分けた解析でも同様の傾向だった。本コホート調査は、主要な目的が大気汚染と肺がんとの関連を明らかにすることであったため、ベースライン調査項目の中に血圧や血中脂質などの循環器疾患に関する重要なリスク因子は含まれていない。そのため、本解析で求めた対照地区に対する都市地区の相対リスクには、これらの因子が交絡している可能性がある。宮城県の対照地区の一部である田尻町は女性の心疾患の死亡率が高く、全国を100とした人口動態統計に基づく1993-97年標準化死亡比は女性で130を越える（表6-1）。また、宮城県の対照地区である涌谷町と田尻町は脳血管疾患の死亡率が高く、全国を100とした

1993-97年標準化死亡比はいずれの町でも男女とも130を越える。特に田尻町の女性は200に近い(表6-1)。この傾向は、本研究の対象者で算出した都市・対照地区別年齢調整死亡率の結果でも同様である(表4-4-6、表4-4-7)。本研究のベースライン調査では高血圧の既往歴を調べており、宮城県において既往歴のある者の割合は男女とも都市地区より対照地区の方が大きかった(表4-1-1)。しかし、高血圧の既往有無を投入したモデルでも結果に大きな変化はなかった。

呼吸器疾患については、女性でSO₂及びNO₂との正の関連が見られた。呼吸器疾患は様々な病型の集合であるが、死亡数が少ないため病型別の解析には限界がある。肺がんと同様に、呼吸器疾患の最大のリスク因子は喫煙であるが、これについては本解析で十分調整ができていると考えられる。

肺がん以外のがんについては、大気汚染レベルと正の関連が見られたが、男性では大阪府都市地区のリスクが他の地区に比べて高く、女性では宮城県都市地区のリスクが低いことが影響していたと考えられる。大阪府の都市地区である東成区は男女とも肝がんの死亡率が高く、人口動態統計に基づく全国を100とした1993-97年標準化死亡比は約200である(表6-1)。同様に、宮城県の対照地区の一部である涌谷町は、女性の肝がんの標準化死亡比が200を超える(表6-1)。本解析を肝がん死亡(ICD-9: 155)をエンドポイントとして行った結果、大阪府の男性で対照地区に対する都市地区のリスクが高く、宮城県の女性で都市地区のリスクが低かった。肝がんの最も大きなリスク要因はB型またはC型肝炎ウィルスの感染であるが、本研究では個人レベルでの感染有無または地区別感染率などの情報を入手していないため、未調整のままである。したがって、本研究で観察された都市・対照地区間の肝がんリスクの相違は、肝炎ウィルスの感染率が都市・対照地区間で異なることが原因となっている可能性がある。また、肺及び肝以外の部位についても今後詳細な検討が必要である。

6.2 総合的な検討

本研究ではコホート対象集団の設定方法に3府県でやや相違がある。宮城では住民基本台帳に基づくベースライン調査が行われ、回答率は高率であったが、宮城都市地区では転居率が高いと想定された集合住宅等居住者を対象から除外していた。愛知では都市地区、対照地区いずれも住民基本台帳をベースとしており、ベースライン調査の回答率は両地区共に高率であった。大阪では都市地区では地域組織の協力の下にベースライン調査が実施され、対照地区では住民基本台帳に基づいたベースライン調査が行われた。このようなコホート集団設定方法の違いが結果に対してどのようなバイアスを与えるかを厳密に評価することは困難であるが、人口動態統計にもとづく疾患別の標準化死亡比の地区間の傾向と本解析結果との間に大きな乖離がないことから、コホート集団設定方

法の違いによるバイアスの可能性は小さいものと考えられる。

また、一般に都市地区の転出率が高い傾向にあり、地区間でやや相違がみられていた。この点については、居住歴が 20 年以上の者のみを解析した場合でも、結果が大きく変わらなかったことから、転出者と非転出者との差は大きくないと考えられる。

この前向きコホート研究における 10 年間及び 15 年間の追跡結果では、肺がん死亡については大気汚染レベルとの関連性が他のリスク因子を調整した後においてもみられていた(表 5-1-1、表 5-1-2)。一方、循環器疾患死亡などその他の疾患による死亡については大気汚染レベルとの関連性はみられないか、もしくは大気汚染レベルとは逆の関連を示すものもあった。肺がん死亡については喫煙が最も重要なリスク因子であることはいうまでもない。今回の解析では、喫煙状況(非喫煙、過去喫煙、現在喫煙)、生涯喫煙本数で調整した場合でも、大気汚染レベルとの関連性は男女ともにみられていた。また、喫煙状況別に層別して解析した場合にもその関連性は保たれていた。なお、宮城での喫煙状況の欠側値が他地域に比べて多くなっており、その点に留意する必要があるが、層別解析の結果からみて、大気汚染レベルとの関連性を検討する上でのバイアスは大きくないと考えられる。職業曝露については粉じん、各種化学物質へ曝露する可能性のある職種に就いたことがあるか否かについて調整した。職業曝露は重要なリスク因子であり、米国において大気汚染の健康影響を検討した主要なコホート研究である 6 都市研究や ACS 研究においても調整変数となっている。職業曝露の分類は質問票への自己記入に基づいたものであり、実際に発がん物質への曝露がありうる職種であったか否かについて誤分類の可能性がある。その他、潜在的な交絡因子として、年齢、野菜ないし果物摂取、BMI、飲酒、健康保険の種類について調整を行った後においても、男女別にみた場合に特に、男性において肺がんや全がん死亡と大気汚染物質濃度との間に統計的に有意な関連がみられていた(表 5-1-1)。また、女性ではがん以外の呼吸器疾患死亡と大気汚染物質濃度との関連がみられていた。全がんについては 6 地区のうちの最も大気汚染レベルの高い大阪都市地区における肝がん死亡の割合が他地区よりも大きいため大気汚染レベルとの関連性がみられた可能性があり、その点に留意する必要がある(表 4-3-3 参照)。

6 都市研究では、年齢、性、喫煙、教育、BMI について、ACS 研究では年齢、性、人種、喫煙、受動喫煙、BMI、飲酒、教育、職業について調整を行って、大気汚染レベルとの関連性を検討している。本解析においても、ほぼ同様の調整変数を用いているが、教育歴については含まれていない。教育歴は社会経済的背景因子の代替指標としてしばしば用いられ、米国でのこれらの研究でも教育歴が死亡率と関連性があつたことが報告されている。本解析でも交絡因子と

して作用する可能性を考慮して、社会経済的因子の代替指標として健康保険の種類を用いている。しかしながら、疾病発症や死亡に関する各種リスク因子を検討する上で、我が国では社会経済因子がどの程度の重要性を持っているか、またどのような社会経済因子を用いることが適切かなど不明な点が多く、やや不確実性が残ると考えられる。

大気汚染の健康影響に関する疫学研究では、エンドポイントや調整因子は個人単位で測定しているものの、大気汚染物質への曝露を個人単位で測定することが困難であるために、地域毎に大気汚染測定局での濃度測定値を集団代表値として与えて、曝露の代替指標として解析している場合がほとんどである。測定局の濃度測定値を代替指標とした場合の妥当性については種々の検討がなされており、大気汚染測定局の測定値を用いることによって大きな偏りを与えないことが示されている。また、一般家庭における重要な室内空気汚染源である暖房器具の種類や受動喫煙についても、調整変数として解析に加えた場合に相対リスクに大きな変化がなかったことから、バイアスとなっている可能性は低いと考えられる。

本解析ではコホート開始時点前の1974～83年の10年間の平均値を各地域の曝露代表値として用いたが、前半または後半の5年間の平均値を用いた場合においても、肺がんとの関連性に大きな変化はなかった(表 5-2-1)。これは対象地域における大気汚染レベルが相対的には大きな変化がなかったためと考えられる。一方、対象地域の大気汚染モニタリングデータは1980年以前のものも乏しく、種々の仮定に基づいた推計を行っている。浮遊粒子状物質については標準測定法であるβ線吸収法とローボリュームエアサンプラーとの相関関係や近隣測定局との濃度関連性に基づいた推計を行っている。これらの推計には誤差が含まれているが、推計の元となった測定値とSPM濃度の相関は十分大きく、推計方法は妥当なものであると考えられる。1970年代以前の大気汚染データは非常に限られているが、我が国の大気汚染状況の推移からみて、特に都市域の地域における大気汚染レベルが曝露の代表値とした1974～83年よりも高レベルにあったと考えられる。したがって、がんの発症には10年以上の期間が必要であるとすれば、本研究でみられた肺がん等のがんと大気汚染レベルとの関連性がより過去の高濃度の大気汚染を反映している可能性がある。

また、本研究では近年その健康影響が世界的な関心を呼んでいる微小粒子の指標としてPM_{2.5}濃度推計を試みている。2001～2005年までの各対象地域の都市地区周辺でのPM_{2.5}とSPMとの濃度比(表 3-8)、1997年に6地区で短期間実施した測定結果に基づくPM_{2.5}/SPM比(表 3-9)、ならびに1974年～2005年にかけて大阪で実施されたアンダーセンサンプラーによる粒径別濃度分布に基づく推計結果(表 3-10、図 3-1)からPM_{2.5}/SPM比は概ね0.6～0.8の範囲であった

ことから、SPM 濃度に一律 0.7 を乗じることによって PM_{2.5} 濃度を推計して、SPM 濃度とあわせてハザード比との関連性を検討している。もちろん、地域によって、また年代によって粒子状物質の一次発生源の様態や二次粒子生成に関わる諸条件が異なると考えられることから、PM_{2.5}/SPM 比も地域や年代によって変動すると考えられる。しかしながら、入手可能であったデータを見る限り、その変動幅は大きいものではなく、仮に各地域毎に 0.6~0.8 の範囲で異なる比を与えて PM_{2.5} 濃度を推計したとしても、肺がん死亡等との関連性について大きな変化はないと考えられる。PM_{2.5} 推計濃度の 10µg/m³ 当たりのリスク増加は約 1.2 倍であり(表 5-1-1)、米国でのコホート調査でのリスク増加と同程度の値であった。

一方、SO₂ 濃度の経年変化の大きさ、すなわち大阪都市地区などの各地域の都市地区でみられる 1970 年代以降の大きな濃度低減から推測して、SPM、PM_{2.5} いずれにおいてもその構成成分が経年的に異なっていたことは十分に考えられる。また、肺がん等のがん死亡との関連性が SPM (PM_{2.5}) のみならず、SO₂ 濃度や NO₂ 濃度ともみとめられた。SPM、SO₂ 及び NO₂ は発生源が共通するところがあり、また SO₂ や NO₂ は大気中で二次的に粒子となるものがある。6 地域の平均濃度も三者で相関がみられており、本研究の結果のみから粒子状物質単独の影響であると断定することは困難である。

がん以外の呼吸器疾患死亡についても SO₂ や NO₂ 濃度と関連している傾向がみられた。気管支炎、COPD、喘息による死亡に限った場合もこの関連性は同様だった。このことは、肺がん以外にも SO₂ などの大気汚染が呼吸器疾患死亡に影響を与える可能性を示唆している。

循環器疾患については本研究の主要な目的が大気汚染と肺がんとの関係を明らかにすることであったことから、ベースライン調査項目の中に血圧や血中脂質などの循環器疾患に関する重要なリスク因子は含まれていなかった。そのため、解析にあたってはこれらの因子が未調整のままとなっていた。前述の ACS 研究及び 6 都市研究についてもこれらの因子について調整されていないが、心疾患をはじめとして循環器疾患死亡の粗死亡率については微小粒子への曝露との関連性が報告されており、最も注目されたエンドポイントの一つとなった。このような経緯から、本研究においても、主要な心疾患、脳血管疾患による死亡との関連性を検討した。しかしながら、循環器疾患全体やそれに含まれるいくつかの個別の疾患による死亡と大気汚染レベルとの関連性はみとめられず、一部は逆の関連性、すなわち大気汚染レベルと死亡率とが負の関連性を示すものもあった(表 5-1-1)。この原因としては、大気汚染レベルが最も低い宮城対照地区における循環器死亡率が高率であったことが挙げられる。そもそも、我が

国においては循環器疾患死亡率のレベルやその地域分布、また循環器疾患のうちの心疾患と脳血管疾患の比率、血清コレステロールなどのリスク因子のレベルが欧米とは大きく異なっていることなど、大きな違いがみられている。我が国においては、一般に循環器疾患死亡率は都市部よりも非都市部の方が高率であり、宮城対照地区における **SMR** も同様の傾向であったことから、対象者における循環器疾患死亡率もそのような傾向を反映したものと考えられる。一方、米国で報告されている 6 都市研究のようなコホート調査では、粗死亡率は大都市域が高くなっていた。また、米国の **WHI** 研究において血圧や血清コレステロールの調整も行った疫学研究で虚血性心疾患に関する死亡や発症と微小粒子状物質による大気汚染と関連している結果もでていいる。大気汚染レベルと循環器疾患のリスク因子の地域差の関係が我が国と米国では異なっていることも考えられることから、我が国と米国のリスク因子の違いも考慮して、我が国と米国における微小粒子と循環器疾患との関連に関する相違を考察するためには、我が国においても循環器疾患に関する主要なリスク因子を調整した循環器疾患に関する疫学研究の結果を用いて大気汚染との関連をみることや新たな疫学調査を実施する等、今後、より詳細な調査研究が必要である。

7. まとめ

肺がん死亡については、喫煙を含む主要なリスク要因を調整した後において、大気汚染レベルとの正の関連がみられた。この結果は 10 年追跡結果のみならず 15 年追跡結果でも同様の結果であった。

循環器疾患死亡などその他の疾患による死亡については、大気汚染レベルとの関連はみられないか、もしくは大気汚染レベルとは負の関連のみられるものもあったが、血圧などの主要なリスク要因を調整できていない点に留意する必要がある。

肺がんは喫煙が最も重要な発症要因と考えられ、他にも様々な要因が存在する。大気中粒子状物質の死亡リスク増加はそれらに比べて大きいものではない。しかしながら、本結果は、(微小) 粒子状物質の曝露が肺がん発症の要因の一つとなりえることを示唆している。

肺がんについては、(微小) 粒子状物質が関連性を示しているものの、SO₂や NO₂ も同様に関連性を示している。大気中の粒子状物質と共存汚染物質の濃度変化に相関性がみられることによってそれぞれの物質の影響を分離することが困難であり、疫学的研究のみによって (微小) 粒子状物質と共存汚染物質それぞれの健康影響を区別して評価することには大きな困難がある。