

東京スモッグの人体影響について

—アンケートによる自覚症状調査結果—

関 沢 理 子 遠 藤 立 一 長 岡 滋
吉 田 作 松
(株) KCS

はじめに

大気汚染の人体影響は、四日市市で被害が起こって以来、約10年来、慢性閉塞性肺炎患に総称されるように、慢性影響が問題となってきた。しかし、新しい大気汚染物質による影響ともいえる光化学スモッグの被害は、急性影響のうちでも、これまでに起こった大気汚染の被害にあるような、老人、子供、呼吸器疾患患者への影響というよりも、中学生、高校生に、手足のしびれ、けいれん、呼吸困難等の神経症状あるいは、重い呼吸器症状として影響があらわれたことが特徴である。このようなげい症状の被害が起こった例が過去になかったため、その原因究明が重要テーマである。

光化学スモッグ対策の研究は、昭和45年7月の東京立正高校での事件以来、環境面・生体影響面から検討が進められてきた。昭和46年度には東京都において、東京スモッグ対策研究プロジェクトチームが発足し、保健対策研究グループでは、基礎医学、臨床、疫学の三つの研究班を編成し、原因究明と、予防対策の検討をはじめた。

今回の調査は、この研究班のうち疫学班における研究の一環として行なったものである。

公害研究所での光化学スモッグの人体影響調査経過

公害研究所では、すでに昭和45年度・46年度と2年度にわたって、光化学スモッグの人体影響に関する疫学調査を行ない、一定の結論を得た。

45年度の調査では、東京立正高校の女子生徒を対象に被害当日にあった自覚症状をアンケートにより調査し、以下の結果を得た。

- ① 眼痛がもっとも多く、次いで眼がチカチカした、のどが痛かった、せき、などである。
- ② 学校内でもグラウンド、プール、体育館にいた生徒

の発症率が全般に高い。

- ③ グラウンド、プール、体育館にいた生徒は、症状が合併して起こり、学校内にいた者の半数以上は眼症状のみであった。
- ④ 発症者1人当たりの出現症状数はグラウンド>プール>体育館の順になっている。また学校内とグラウンドとでは、有意にグラウンドに多かったことから運動量の差が考えられた。
- ⑤ 頭痛、倦怠感が、学校内にいた生徒に多かった。
- ⑥ 特にグラウンドでソフトボールを行っていた生徒に現われた呼吸困難、けいれん、意識喪失、四肢のしびれ感については、気道狭窄、肺胞における拡散障害、NO₂とヘモグロビンの結合による酸素欠乏、自律神経失調症状、あるいは過剰換気症候群の関与などが考えられるが、これだけですべてを説明することはできなかった。

昭和46年度は、以上の結果に基づき、大気汚染物質と自覚症状の関連を、日別症状発症状況と、光化学スモッグの主成分といわれるオキシダントに注目し、都内12の都立高校生徒を対象に、広域的に調査を行なった。その結果を以下に示す。

- ① オキシダント濃度が上昇すると、粘膜刺激症状（眼痛、咽頭部痛）の急増があった。
- ② 自覚症状訴え率の男女差について、男女がほぼ同数の3校について検討すると、頭痛、咽頭部痛、眼痛は比較的女子に多く、のどがむずむずについて男子に多い傾向にあった。
- ③ 主要症状（せき、咽喉部痛、眼痛、頭痛、倦怠感）出現頻度については、対象校各々異なり、一定の傾向はなかった。
- ④ オキシダント濃度が高い地域にある学校の生徒

に、比較的重症と思われる、ぜい鳴、息ぎれ呼吸困難、胸痛などの症状を合併している者が多い傾向にあった。

- ⑤ この調査は9月に行なったため、期間中高濃度日が1日のみであり、オキシダント濃度と自覚症状発症との相関を十分検討することができなかった。

以上の2回の調査より、大気汚染物質と自覚症状発症を疫学的に調査する上での問題点として、

- ① 調査の時期
- ② 大気汚染物質を広範にとらえ、相加・相乗作用を検討する必要がある
- ③ 気象条件も考慮する
- ④ 対象の集団特性、地域特性を把握しておく
- ⑤ 協力体制を整える

などがあげられた。

これらのことを考慮し、昭和47年度は対象地域を杉並区内に限定し以下の内容で調査を行なうこととなった。

調査の目的

一定地域内において、大気汚染物質濃度および気象条件と、自覚症状発症の実態を日別変動からとらえ、自覚症状と大気汚染物質との相互関係を統計解析することにより、光化学スモッグによると思われる大気汚染の健康被害の予防対策のための基礎資料を作成することを目的とした。

調査の概要

1 調査対象校および対象生徒数

東京都立杉並高校1年 約420名(男女同数)
 東京立正高校1年 約230名(女子のみ)
 東京立正高校運動クラブ活動生徒 約50名
 佼成学園高校1年 約280名(男子のみ)

2 調査方法および調査項目

アンケートにより自覚症状18項目についての有無と、主要6症状(せき、のどの痛み、眼痛、頭痛、全身倦怠感、手足のしびれ)のあった者について、発症・回復の時刻、および発症した時の所在が室内か室外か、またその症状に対する手当の有無を、時間毎に記入できる欄をつくり回答を求めた。

自覚症状18項目の配列は、前回調査同様、No.1~No.

6の調査票でおおの順番が異なるよう、乱数表を使い組みなおした(調査票は参考資料1に示す。)

3 調査期間

調査期間は昭和47年6月~9月に行なった。ただし、夏休み期間中、休日、試験日およびその1週間前を除いた。

都立杉並高校 6月12日~7月5日(21日間)	} 31日間
および9月4日~14日(19日間)	
東京立正高校 7月6日~8月6日(27日間)	} 37日間
のうち17日間はクラブ活動	
および9月4日~14日(10日間)	
佼成学園高校 6月12日~7月20日(24日間)	} 34日間
および9月2日~14日(10日間)	

4 大気汚染物質および気象条件

大気汚染物質の測定データは都立衛生研究所の測定値を用いた。

汚染質は、6~18時の毎時のデータから各汚染物質について、4種の代表値を以下に示すように使用した。

いおう酸化物	} おの おの	① 6~18時までの最高値
一酸化窒素		② 8~14時までの平均値
二酸化窒素		③ 10時の値
オキシダント		④ 13時の値
浮遊粒子状物質		

気象条件のうち、気温、湿度(これらから不快指数を算出)、風速は都立衛生研究所の13時の値を使用し、日照時間については、東京管区気象台の日量データを使用した。

5 アンケート用紙回収数

学 校 名	6,7,8 月の合計	9月 の計	全体計
都立杉並高校(男)	4,075	1,706	5,781
都立杉並高校(女)	4,153	1,752	5,905
都立杉並高校(全体)	8,228	3,458	11,686
佼成学園高校	6,526	2,620	9,146
東京立正高校	2,168	1,825	3,993
立正クラブ活動	729		729
総 計			25,554

統計解析は、9月は自覚症状発症率が低く、しかも大気汚染濃度も低かったため、6,7,8月に回収された資料およびデータで行なった。

6 統計解析の内容

I 症状発症率の統計

I-1 学校別・日別発症率について

I-2 高濃度日における主要5症状の発症、回復 症状継続時間

I-3 主要5症状の男女別発症率の比較

I-4 自覚症状発症率間の内部相関

II 症状発症率と大気汚染因子、気象因子との相関解析

II-1 大気汚染因子、気象因子間の内部相関

II-2 症状発症率と大気汚染因子、気象因子との 単相関解析

1) 単相関係数による解析

2) F検定による解析

II-3 症状発症率と大気汚染因子、気象因子との 多重相関解析

7 統計解析における資料整理、計算処理は、株式会社KCSが行なった。

統計解析結果

I 症状発症率の統計

I-1 学校別・日別発症率

表1に示すように、合計発症率では、せき、頭痛、熱っぽく寒けがする、くしゃみ、鼻みず鼻づまり、のどが痛い、眼が痛い、眼がチカチカしみるが、3校共通して高い傾向があるが、都立杉並高校と東京立正高校において4~7%の発症率で、佼成学園は0.4~1.5%と低く、立正クラブ活動の場合は、6.4~14.1%と高い発症率を示した。

主要5症状(頭痛、全身倦怠感、せき、のどの痛み、眼痛)に注目し、日別発症率をみると、都立杉並高校では、5症状が一致して高い発症率を示す日がみられるが、佼成学園では必ずしも一致していない。光化学スモッグ注意報が連続して発令された6月30日、7月1日、3日の3日間の自覚症状の変動をみると、佼成学園は、のどの痛み、のどがむずむずは、30日より増えはじめ、7月3日には、おのおの1.9%が3.0%、1.5%が3.3%になっている。

また頭痛、のどの痛み、のどがむずむずは、7月5日頃まで発症率は下がっていないが、眼痛、眼がチカチカ

は4日には通常の発症率にもどっている。

都立杉並高校では、せき、たん、鼻閉鼻汁が6月30日に高くなっている。また主要5症状のうち眼痛、頭痛、全身倦怠感の3症状は、7月3日に3日間および調査期間中の最大の発症率になり、3症状とも翌日には通常の発症率になっている。

I-2 高濃度日における主要5症状の発症・回復、 症状継続時間

自覚症状の発症率と大気汚染状況を対応させ、期間中のうち特に発症率、あるいは発症率と大気汚染物質ともに高い値を示した日、6月21日、26日、30日、7月3日の4例をとり、主要5症状の発症・回復、継続時間をみた。

発症時刻は図1~8に示すとおり、ほとんど13時~14時にピークを示している。また回復時刻のピークは15時前後を示している。症状継続時間では、佼成学園高校は、はっきりした傾向はみられないが、都立杉並高校についてみると、1~2時間にピークがあり、6月21日、30日において、眼痛は男子2時間、女子1時間にピークがあった。26日はそれと反対であり、7月3日は男女共2時間にピークがあった。また、頭痛と全身倦怠感の継続時間が、6月21日を除く3日間は1~2時間のピークの他に、6時間にも低い一つの山ができています。この2症状は、持続時間の長い症状といえる。せき、のどの痛みについては、6月21日のみ1時間にピークがあったが、その他の3例は、はっきりした特徴はみられなかった。

汚染物質濃度と発症との時間的対応は、明らかな傾向はないが、一酸化窒素、二酸化窒素濃度がおのおの6時に9pphm、8時に7pphmと早朝に高い値を示し、オキシダント濃度が10時にその日のピークに達している6月30日の例では、朝9時にすでに発症している生徒が、5症状とも多くなっている。

I-3 主要5症状の男女発症率の比較

自覚症状の発症率の男女による差の有無をみるため、高濃度日4例について、男女同数の都立杉並高校について検討した(表2~7)。

「せき」は、6月30日のみ女子に4%の危険率で有意に高い。「頭痛」は4例中3例までが女子に有意に高い。「くしゃみ」は4例中2例が男子に有意に高い。「のどの痛み」は、4例中3例に女子に有意に高い。「全身倦

表1 学校別合計発症率

学校名	都立杉並高校			佼成学園高校	東京立正高校	立正高校 クラブ
	(全体)	(男)	(女)			
	6月12日～ 7月5日	6月12日～ 7月5日	6月12日～ 7月5日			
調査期間	6月12日～ 7月5日	6月12日～ 7月5日	6月12日～ 7月5日	6月12日～ 7月20日	7月6日～ 7月20日	7月21日～ 8月6日
延日数	21	21	21	24	10	17
対象数	8,228	4,075	4,153	2,620	2,168	729
症状 有効数	2,097	935	1,162	134	674	269
1 せき	370 4.5	178 4.4	192 4.6	12 0.5	50 2.3	53 7.2
2 たん	172 2.1	95 2.3	77 1.9	24 0.9	30 1.4	20 2.7
3 息ぎれ 呼吸苦しい	101 1.2	57 1.4	44 1.1	5 0.2	16 0.7	52 7.1
4 胸がゼエゼエ	68 0.8	34 0.8	28 0.7	2 0.1	7 0.3	16 2.2
5 胸が痛い	70 0.9	45 1.1	25 0.6	5 0.2	30 1.4	29 4.0
6 めまいがした	88 1.1	58 1.4	30 0.7	9 0.3	55 2.5	32 4.4
7 頭痛	615 7.5	229 5.6	386 9.3	39 1.5	287 13.2	101 13.9
8 熱っぽく さむけがする	443 5.4	214 5.3	228 5.5	25 1.0	146 6.7	103 14.1
9 手足の けいれん	10 0.1	5 0.1	5 0.1	2 0.1	5 0.2	5 0.7
10 手足が しびれる	18 0.2	18 0.4	0 0.0	4 0.2	10 0.5	10 1.4
11 くしゃみ	323 3.9	203 5.0	120 2.9	35 1.3	119 5.5	58 8.0
12 鼻みず 鼻づまり	341 4.1	192 4.7	149 3.6	38 1.5	98 4.5	47 6.4
13 のどが痛い	402 4.9	139 3.4	263 6.3	22 0.8	127 5.9	92 12.6
14 のどが むずむず	221 2.7	94 2.3	127 3.1	24 0.9	72 3.3	30 4.1
15 眼が痛い	345 4.2	157 3.9	188 4.5	10 0.4	101 4.7	68 9.3
16 眼がチカチカ しみる	425 4.2	191 4.7	234 5.6	30 1.1	88 4.1	50 6.9
17 胸がどきどき	82 1.0	48 1.2	34 0.8	4 0.2	13 0.6	31 4.3
18 全身が だるくなる	222 2.7	115 2.8	107 2.6	26 1.0	115 5.3	52 7.1
有効数/対象数	25.5	22.9	28.0	5.1	31.1	36.9

(症状項目の上段は発症数, 下段は発症率)

発症・回復、症状継続時間の度数と汚染物質との関係

図1 都立杉並高校（6月21日，男女全体）

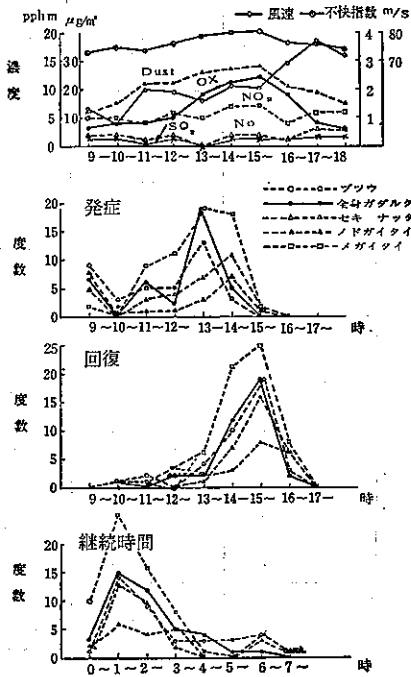


図2 都立杉並高校（6月26日，男女全体）

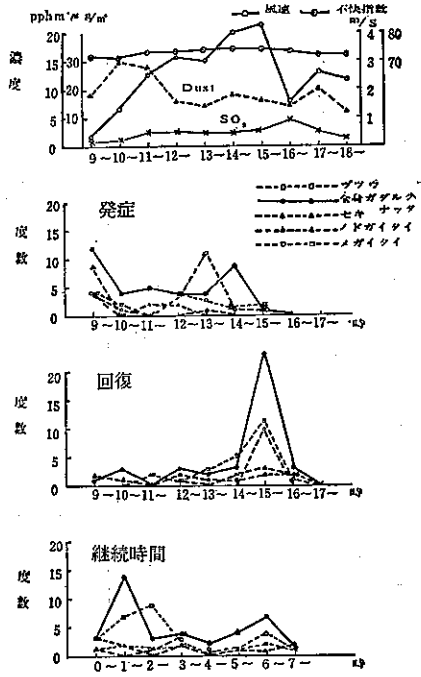


図3 都立杉並高校（6月30日，男女全体）

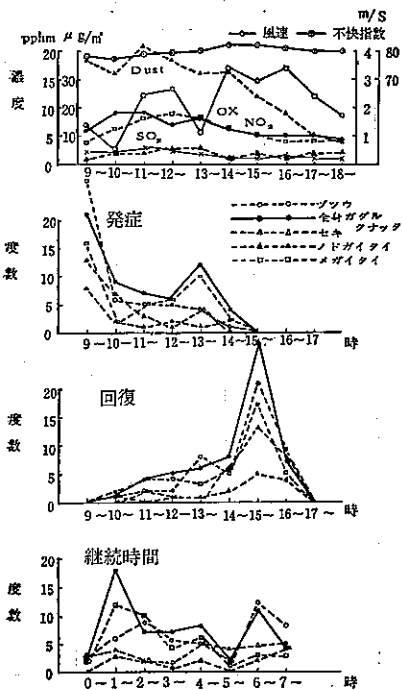


図4 都立杉並高校（7月3日，男女全体）

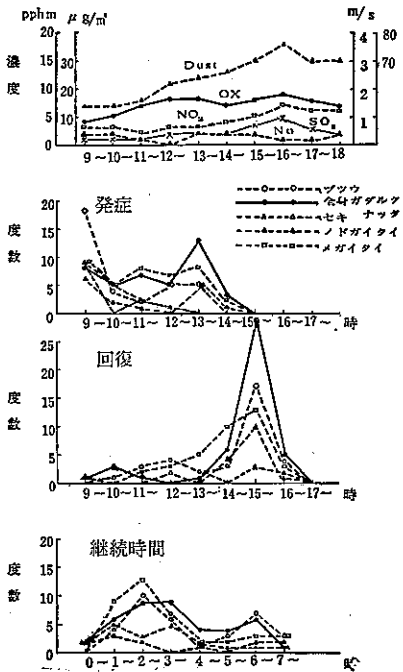


図5 佼成学園高校（6月21日，男子）

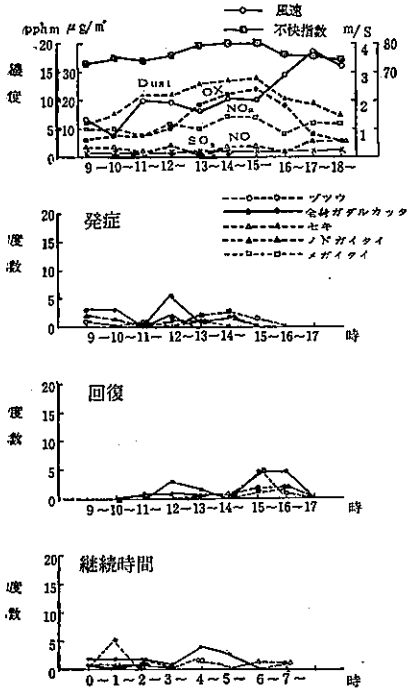


図6 佼成学園高校（6月26日，男子）

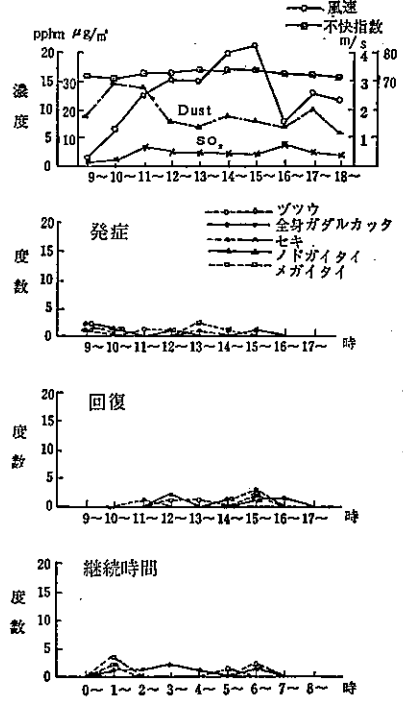


図7 佼成学園高校（6月30日，男子）

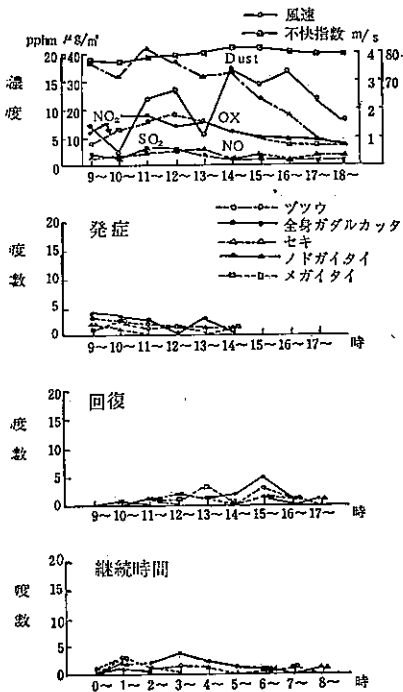
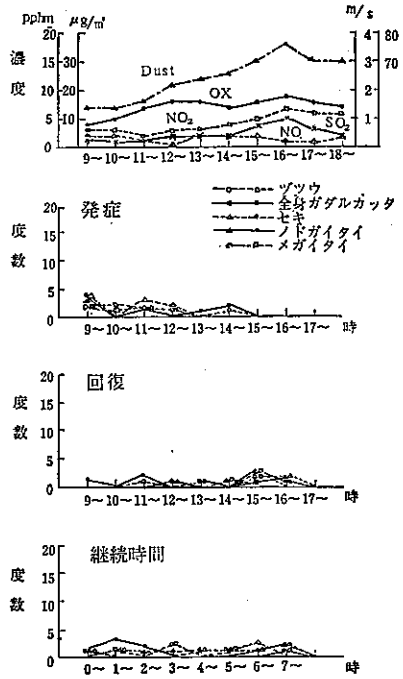


図8 佼成学園高校（7月3日，男子）



男女別による発症率の比較

(都立杉並高校)

表2 せき (*危険率4%で差が有意)

		男			女			差の 有意性
		対象 数	発症 数	発症 率	対象 数	発症 数	発症 率	
全	期 間 (20日間)合計	4,075	178	4.4%	4,153	192	4.6%	
高 濃 度 日	6月21日	197	18	9.1	195	15	7.7	
	6月26日	195	9	4.6	198	7	3.5	
	6月30日	209	13	6.2	183	19	10.4%*(女)	
	7月3日	187	8	4.3	203	6	3.0	

()内は多い方の性

表3 頭 痛

		男			女			差の 有意性
		対象 数	発症 数	発症 率	対象 数	発症 数	発症 率	
全	期 間 (20日間)合計	4,075	229	5.6%	4,153	386	9.3%*(女)	
高 濃 度 日	6月21日	197	18	9.1	195	24	12.3	
	6月26日	196	10	5.1	198	20	10.1%*(女)	
	6月30日	209	15	7.2	183	23	12.6%*(女)	
	7月3日	187	11	5.9	203	30	14.8%*(女)	

表4 くしゃみ

		男			女			差の 有意性
		対象 数	発症 数	発症 率	対象 数	発症 数	発症 率	
全	期 間 (20日間)合計	4,075	204	5.0%	4,153	120	2.9%	
高 濃 度 日	6月21日	197	16	8.1	195	6	3.1%*(男)	
	6月26日	196	6	3.1	198	6	3.0	
	6月30日	209	16	7.7	183	6	3.3%*(男)	
	7月3日	187	15	8.0	203	28	13.8%*(女)	

表5 のどが痛かった

		男			女			差の 有意性
		対象 数	発症 数	発症 率	対象 数	発症 数	発症 率	
全	期 間 (20日間)合計	4,075	138	3.4%	4,153	263	6.3%*(女)	
高 濃 度 日	6月21日	197	13	6.6	195	24	12.3%*(女)	
	6月26日	196	4	2.0	198	14	7.1%*(女)	
	6月30日	209	10	4.8	183	14	7.7	
	7月3日	187	5	2.7	203	14	6.9%*(女)	

表6 眼が痛かった

		男			女			差の 有意性
		対象 数	発症 数	発症 率	対象 数	発症 数	発症 率	
全	期 間 (20日間)合計	4,075	15.7	3.9%	4,153	188	4.5%	
高 濃 度 日	6月21日	197	18	9.1	195	12	6.2	
	6月26日	196	2	1.0	198	3	1.5	
	6月30日	209	7	3.3	183	9	4.9	
	7月3日	187	14	7.5	203	17	8.4	

表7 全身がだるくなる

		男			女			差の 有意性
		対象 数	発症 数	発症 率	対象 数	発症 数	発症 率	
全	期 間 (20日間)合計	4,075	115	2.8%	4,153	107	2.6%	
高 濃 度 日	6月21日	197	12	6.1	195	2	1.0%*(男)	
	6月26日	196	4	2.0	198	6	3.0	
	6月30日	209	12	5.7	183	10	5.5	
	7月3日	187	11	5.9	203	24	11.8%*(女)	

怠感」は、6月21日は男子に有意に高く、7月3日は女子に有意に高いが、同じ全身症状でも、頭痛程ははっきりした性差はなかった。汚染物質濃度をみると、6月21日は7月3日に比しオキシダント濃度の最高値が高く、4例中の最高濃度を示しているが、その他の汚染物質には差はなかった。

衛生局で行なった目黒区内の児童および生徒対象の自覚症状調査では、「鼻づまり」のみ男子に多く、ほとんどの症状が女子に高いという結果が出ている。感受性の差を問題にする場合、これだけの資料では不十分であるが、少なくとも、粘膜刺激症状のうち「眼痛」には、性差はないと考えられる。

前回のアンケート調査結果と比較すると、「頭痛」「のどの痛み」は一致して女子に高い傾向にあった。男子の場合は「くしゃみ」「鼻づまり」など鼻の症状が多い。これらの原因については臨床的検討、刺激物に対する反応性の違いなどを検討していく必要がある。

I-4 自覚症状発症率間の内部相関

自覚症状の発症は、互いに関連なく1種のみ発症する場合と、例えばのどが痛いときが同時に出るというように、関係の深い症状が連続して発症する場合が考えられる。前回の調査でも、A、B、C症状と分類し、重症の場合、A+B+C症状のように、症状が複雑な形としてあらわれたことから、発症率相互間の相関性を検討してみた。

内部相関マトリックスを計算し、症状発症の同時性の特徴をみた結果の、都立杉並高校と倭成学園の場合を表8および表9に示す。東京立正高校とクラブ活動はデータが少ないため、解析は行なわなかった。

都立杉並高校の場合、内部相関の大きいものは以下のとおりである。

- ① せき、たん、くしゃみ、鼻汁鼻閉、のどが痛い、のどがむずむずの自覚症状相互間で、有意($P \leq 0.05$ 以下同じ)に高い相関関係が成り立った。相関係数は $0.75 \leq r \leq 0.94$ の範囲である。
- ② せき、たん、息切れ呼吸困難、胸痛、熱っぽく寒けがするが、有意に相関関係があった。相関係数は、 $0.45 \leq r \leq 0.75$ の範囲である。
- ③ 頭痛、熱っぽく寒けがする、眼痛が有意に相関関係があった。相関係数は、 $0.40 \leq r \leq 0.73$ の範囲で

ある。

- ④ 相互の関連性の少ない症状は、手足のけいれん、眼がチカチカ、めまいの3症状であった。

倭成学園については、

- ① たん、めまい、頭痛、熱っぽく寒けがする、鼻汁鼻閉、眼痛、全身倦怠感の相互間で、有意に相関関係があった。相関係数は $0.34 \leq r \leq 0.68$ の範囲である。
- ② 相互の関連性の少ない症状は、ぜい鳴、胸痛、手足のけいれん、手足のしびれ、胸がどきどきするであった。

粘膜刺激症状として一括してとらえていた、せき・くしゃみ、のどの痛み、眼痛が、都立杉並高校においては、相互に関連せず、特に呼吸器症状については比較的関連が強いが、眼痛はむしろ頭痛と共に関連して起こるという結果を得た。倭成学園の場合は、発症率が低いため、互いの相互関係も低く、都立杉並高校のようにはっきりした傾向はみられなかった。

II 症状発症率と大気汚染因子、気象因子との相関解析

相関解析をする前に、各症状発症率、汚染因子、気象因子の度数特性をみると、不快指数および日照時間を除くすべての因子に偏った分布型をなしていたため、以後の統計解析では、不快指数と日照時間を除く因子はすべて対数変換をして用いた。

II-1 大気汚染因子、気象因子間の内部相関

各因子間の内部相関は、発症率と因子との相関性を検討する場合、相関のある因子自身が意味をもっているか、あるいはその因子と相関の大きい他の因子に意味があるといった方がよいかを判断できる。また同一汚染物質でも、代表値として、最高値、平均値、特定時刻値のどれを取れば、その日の汚染物質濃度をあらわすことになるか判断できる。

このように大気汚染物質および気象因子相互間の従属性をみるため、各因子間の内部相関マトリックスを計算し(表10)、以下の結果を得た。

- ① 浮遊粒子状物質は、二酸化窒素、オキシダント、いおう酸化物と相関が大きい。相関係数は $0.44 \leq r \leq 0.83$ の範囲である。
- ② オキシダントは、いおう酸化物、二酸化窒素と相

表8 発症率間の内部相関

(都立杉並高校)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 せき	1.00	0.85	0.45	0.63	0.70	0.17	0.43	0.31	0.20	0.47	0.93	0.94	0.77	0.85	0.04	0.02	0.58	0.48
4 たん		1.00	0.45	0.65	0.75	0.20	0.57	0.46	0.26	0.50	0.83	0.85	0.85	0.75	0.28	0.25	0.63	0.43
3 息が ぎれ 苦し い			1.00	0.59	0.66	0.34	-0.04	0.57	0.16	0.18	0.42	0.29	0.57	0.48	0.12	0.22	0.16	0.04
4 胸が せせ せ				1.00	0.48	0.21	0.25	0.48	0.26	0.48	0.51	0.54	0.78	0.65	0.03	0.02	0.49	0.99
5 胸が 痛い					1.00	0.36	0.24	0.62	0.21	0.23	0.57	0.56	0.77	0.61	0.28	0.36	0.30	0.22
6 めまい がした						1.00	0.23	0.46	0.31	-0.12	0.21	0.73	0.23	0.30	0.40	0.33	-0.10	0.24
7 頭痛							1.00	0.34	0.30	0.23	0.44	0.52	0.44	0.38	0.50	0.28	0.49	0.60
8 熱っぽ くさ す								1.00	0.21	0.15	0.20	0.25	0.63	0.27	0.39	0.34	0.08	0.11
9 手足の しび れ									1.00	0.35	0.28	0.17	0.24	0.44	0.29	0.12	0.31	0.43
10 手足が しび れる										1.00	0.53	0.49	0.46	0.33	0.14	-0.19	0.48	0.17
11 くしゃ み											1.00	0.92	0.64	0.86	0.01	-0.06	0.63	0.43
12 鼻み ずま り												1.00	0.67	0.81	-0.02	-0.02	0.62	0.48
13 のどが 痛い													1.00	0.69	0.27	0.29	0.45	0.32
14 のどが むず むず														1.00	-0.05	0.09	0.62	0.50
15 眼が 痛い															1.00	0.76	0.21	0.25
16 眼が チカ チカ																1.00	0.20	0.21
17 胸が どき どき																	1.00	0.58
18 全身が だる くなる																		1.00

本字は信頼度95%で有意(データ数17)

表9 発症率間の内部相関

(佼成学園高校)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 せき	1.00	0.07	0.37	0.01	-0.42	-0.01	0.49	0.10	-0.47	-0.02	0.02	0.36	0.42	0.60	0.17	0.11	-0.09	-0.03
2 たん		1.00	0.05	-0.15	0.11	0.54	0.41	0.37	-0.10	-0.12	0.32	0.45	0.44	0.25	0.41	0.32	-0.05	0.55
3 鼻呼吸が苦しい			1.00	0.18	-0.28	0.40	0.19	0.24	0.02	0.18	0.22	0.33	-0.07	0.36	0.34	0.26	-0.01	0.26
4 胸がゼゼゼ				1.00	-0.24	-0.04	-0.11	-0.07	-0.01	-0.10	0.28	0.20	-0.08	-0.04	0.05	-0.01	0.07	0.06
5 胸が痛い					1.00	0.14	0.03	0.17	0.30	-0.05	-0.03	-0.10	0.21	-0.06	0.23	0.18	0.21	0.31
6 めまいがした						1.00	0.53	0.53	0.14	-0.10	0.30	0.34	0.17	0.16	0.44	0.48	-0.11	0.57
7 頭痛							1.00	0.62	0.11	-0.07	0.15	0.46	0.43	0.48	0.39	0.55	-0.18	0.31
8 熱っぽくさむけがする								1.00	0.22	-0.09	0.16	0.35	0.35	0.19	0.33	0.41	-0.10	0.40
9 手足のけいれん									1.00	0.16	0.09	-0.05	-0.30	-0.18	0.13	0.21	-0.09	0.18
10 手足がしびれる										1.00	-0.20	-0.18	0.03	0.23	-0.03	-0.01	0.50	-0.21
11 くしゃみ											1.00	0.72	0.12	-0.03	0.29	0.09	0.11	0.55
12 鼻みず鼻つまり												1.00	0.23	0.17	0.68	0.44	0.07	0.64
13 のどが痛い													1.00	0.34	0.22	0.23	0.08	0.30
14 のどがむずむず														1.00	0.06	0.15	-0.03	0.07
15 眼がいたい															1.00	0.77	0.05	0.59
16 眼がチカチカ																1.00	-0.30	0.46
17 胸がどきどき																	1.00	0.20
18 全身がだるくなる																		1.00

太字は信頼度95%で有意(データ数20)

表10 大気汚染質間の内部相関

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	SOxの最高値		SOxの平均値		NOの最高値		NOの平均値		NO ₂ の最高値		NO ₂ の平均値		OXの最高値		OXの平均値		APの最高値		APの平均値		DI	W	S
1	1.00	0.64	0.43	0.68	0.34	0.36	0.12	0.31	0.59	0.49	0.21	0.42	0.70	0.56	0.47	0.62	0.59	0.61	0.49	0.52	0.55	-0.39	-0.22
2		1.00	0.92	0.82	0.62	0.31	-0.03	0.24	0.29	0.46	0.35	0.40	0.37	0.44	0.35	0.42	0.34	0.49	0.41	0.41	0.29	-0.30	0.16
3			1.00	0.69	0.71	0.31	-0.11	0.12	0.25	0.47	0.40	0.49	0.35	0.44	0.29	0.43	0.25	0.45	0.38	0.44	0.12	-0.44	-0.06
4				1.00	0.33	0.26	0.25	0.42	0.25	0.31	0.40	0.41	0.32	0.47	0.50	0.39	0.16	0.32	0.27	0.33	0.32	-0.26	0.33
5					1.00	0.54	0.10	0.22	0.47	0.58	0.45	0.44	0.40	0.46	0.38	0.47	0.42	0.53	0.46	0.42	0.26	-0.62	-0.27
6						1.00	0.67	0.55	0.30	0.52	0.44	0.25	0.31	0.19	0.17	0.23	0.42	0.38	0.28	0.41	0.26	-0.40	-0.30
7							1.00	0.62	-0.02	0.11	0.30	-0.04	-0.09	-0.13	0.15	-0.15	-0.06	-0.12	-0.13	-0.09	0.20	-0.05	0.07
8								1.00	0.14	0.23	0.04	0.23	-0.10	-0.07	0.15	-0.18	0.16	0.06	0.08	-0.04	0.01	-0.16	-0.08
9									1.00	0.88	0.59	0.78	0.74	0.64	0.50	0.78	0.58	0.75	0.75	0.67	0.06	-0.66	-0.28
10										1.00	0.69	0.81	0.66	0.58	0.44	0.68	0.56	0.81	0.78	0.81	-0.12	-0.75	-0.43
11											1.00	0.57	0.52	0.57	0.56	0.62	0.32	0.59	0.57	0.65	0.07	-0.48	-0.14
12												1.00	0.58	0.49	0.37	0.55	0.42	0.66	0.66	0.68	-0.22	0.80	-0.41
13													1.00	0.83	0.66	0.90	0.73	0.83	0.78	0.80	0.41	-0.71	0.05
14														1.00	0.84	0.92	0.51	0.73	0.75	0.76	0.29	-0.65	0.13
15															1.00	0.67	0.44	0.59	0.61	0.55	0.36	0.59	0.39
16																1.00	0.50	0.74	0.71	0.80	0.31	-0.65	-0.01
17																	1.00	0.89	0.80	0.62	0.38	-0.50	-0.10
18																		1.00	0.93	0.86	0.21	-0.68	-0.18
19																			1.00	0.74	-0.02	-0.65	-0.18
20																				1.00	0.12	-0.74	-0.27
21																					1.00	-0.03	0.54
22																						1.00	0.29
23																							1.00

太字は信頼度95%で相関が有意であることを示す(データ数17)

AP:浮遊粒子状物質 DI:不快指数(13時値) W:風速(13時値) S:日照時間

症状発生率と大気汚染・気象因子との単相関係数

表11 セ キ

	都立杉並	佼成学園	立正クラブ
SOx 高値 Max	-0.02	* 0.33	* 0.36
SOx 平均値 Mean	-0.01	0.21	* 0.31
SOx 10h	0.06	0.14	* 0.34
SOx 13h	0.05	0.09	0.11
NO _x 一酸化 窒素 Max	0.02	0.25	0.16
NO _x Mean	* -0.31	* 0.28	** -0.54
NO _x 10h	* -0.31	0.10	** -0.50
NO _x 13h	** -0.46	0.01	** -0.51
NO ₂ 二酸化 窒素 Max	* 0.34	* 0.26	*** 0.59
NO ₂ Mean	* 0.32	* 0.33	* 0.35
NO ₂ 10h	** 0.48	* 0.27	* 0.35
NO ₂ 13h	** 0.42	0.06	-0.06
OX オキシ ダント Max	* 0.36	* 0.28	*** 0.65
OX Mean	** 0.43	* 0.29	*** 0.68
OX 10h	0.26	0.13	*** 0.60
OX 13h	** 0.49	* 0.33	*** 0.62
AP 浮遊微 粒子 Max	-0.06	0.22	** 0.44
AP Mean	0.27	0.18	** 0.56
AP 10h	0.27	-0.01	** 0.49
AP 13h	** 0.44	* 0.24	*** 0.78
不快指数 DI	-0.08	0.13	* 0.28
風 速 W	-0.26	-0.20	** -0.54
日照時間 S	-0.02	-0.13	0.07
データ数	17	20	15

表12 ツ ツ ウ

	都立杉並	佼成学園	立正クラブ
SOx 高値 Max	0.07	0.19	-0.12
SOx 平均値 Mean	-0.08	0.15	-0.10
SOx 10h	-0.11	0.07	0.02
SOx 13h	0.002	* 0.23	-0.24
NO _x 一酸化 窒素 Max	-0.11	0.15	0.11
NO _x Mean	0.04	-0.04	0.06
NO _x 10h	0.03	* 0.27	0.17
NO _x 13h	** -0.43	-0.10	-0.10
NO ₂ 二酸化 窒素 Max	0.16	** 0.39	* 0.29
NO ₂ Mean	0.13	** 0.40	0.08
NO ₂ 10h	** 0.47	*** 0.73	* 0.35
NO ₂ 13h	-0.09	0.19	-0.26
OX オキシ ダント Max	** 0.40	** 0.38	-0.07
OX Mean	** 0.42	*** 0.55	-0.05
OX 10h	** 0.44	*** 0.61	-0.08
OX 13h	** 0.42	** 0.49	-0.09
AP 浮遊微 粒子 Max	0.10	* 0.27	-0.20
AP Mean	* 0.25	* 0.28	-0.13
AP 10h	0.18	0.18	-0.14
AP 13h	** 0.44	* 0.23	0.03
不快指数 DI	* 0.29	-0.05	-0.12
風 速 W	-0.07	* -0.27	* -0.37
日照時間 S	* 0.28	* 0.27	-0.21
データ数	17	20	15

相関係数の有意水準※	信頼度	84%	*	0.25	0.22	0.27
		95%	**	0.40	0.37	0.42
		99%	***	0.55	0.50	0.58

※：例えば、データ数17で標本相関係数が0.55以上であれば母相関係数は信頼度99%で正であるといえる。
ただし東京立正はデータ数が少ないので判定を行なわなかった。

症状発生率と大気汚染気象因子との相関係数

表13 ノドガイタカッタ

	都立杉並	佼成学園	立正クラブ
SO _x Max	* -0.33	-0.16	** -0.56
SO _x Mean	-0.02	* -0.74	** 0.48
SO _x 10h	0.06	-0.08	* -0.33
SO _x 13h	0.05	-0.25	** -0.44
NO Max	-0.05	0.05	0.03
NO Mean	-0.22	0.06	* 0.40
NO 10h	0.12	0.15	* 0.32
NO 13h	* -0.29	-0.17	0.06
NO ₂ Max	** -0.42	-0.16	* -0.38
NO ₂ Mean	-0.23	-0.13	* -0.28
NO ₂ 10h	0.14	* -0.22	-0.02
NO ₂ 13h	-0.04	0.02	-0.19
OX Max	-0.21	-0.12	** -0.55
OX Mean	-0.21	* -0.28	** -0.49
OX 10h	-0.11	** -0.37	** -0.54
OX 13h	* -0.26	-0.14	* -0.40
AP Max	* -0.30	-0.17	** -0.46
AP Mean	-0.21	-0.19	*** -0.59
AP 10h	-0.22	-0.12	*** -0.59
AP 13h	-0.17	-0.17	** -0.48
DI	0.003	0.01	* -0.30
W	0.15	0.08	0.24
S	0.14	-0.19	* -0.27
データ数	17	20	15

表14 メガイタイ

	都立杉並	佼成学園	立正クラブ
SO _x Max	** 0.42	** 0.41	** 0.43
SO _x Mean	0.02	0.11	* 0.30
SO _x 10h	-0.20	-0.03	* 0.34
SO _x 13h	0.08	0.20	0.04
NO Max	-0.09	0.20	** 0.44
NO Mean	0.14	-0.13	-0.26
NO 10h	* 0.31	0.003	* -0.29
NO 13h	-0.21	-0.04	** -0.49
NO ₂ Max	0.23	*** 0.64	** 0.46
NO ₂ Mean	0.11	*** 0.55	0.26
NO ₂ 10h	0.20	*** 0.54	* 0.38
NO ₂ 13h	-0.21	** 0.47	-0.23
OX Max	* 0.38	** 0.46	** 0.44
OX Mean	0.20	*** 0.59	** 0.44
OX 10h	* 0.30	*** 0.58	* 0.28
OX 13h	* 0.30	** 0.47	** 0.47
AP Max	0.21	* 0.31	0.20
AP Mean	0.20	** 0.37	* 0.41
AP 10h	0.14	* 0.32	0.24
AP 13h	0.15	* 0.31	*** 0.66
DI	** 0.48	* -0.35	0.23
W	0.08	*** -0.61	** -0.51
S	** 0.44	-0.03	0.01
データ数	17	20	15

(注) AP=浮遊粒子状物質
 DI=不快指数
 W=風速
 S=日照時間

症状発生率と大気汚染・気象因子との単相関係数

表15 カラダガダルクナル

	都立杉並	佼成学園	立正クラブ
SO _x Max	* 0.36	0.07	0.25
SO _x Mean	0.15	-0.03	0.17
SO _x 10h	0.13	-0.16	0.17
SO _x 13h	* 0.33	0.02	0.06
NO Max	0.14	0.16	* 0.28
NO Mean	* 0.32	* -0.29	* 0.27
NO 10h	0.12	-0.14	* 0.30
NO 13h	-0.11	0.08	0.23
NO ₂ Max	* 0.37	*** 0.55	0.25
NO ₂ Mean	* 0.39	** 0.43	* 0.28
NO ₂ 10h	** 0.51	** 0.41	0.25
NO ₂ 13h	* 0.33	* 0.36	0.06
OX Max	** 0.46	0.10	0.00
OX Mean	** 0.53	* 0.32	0.05
OX 10h	* 0.33	* 0.34	0.00
OX 13h	** 0.52	0.18	0.02
AP Max	0.22	0.09	-0.01
AP Mean	** 0.44	0.13	0.08
AP 10h	* 0.35	0.14	0.06
AP 13h	*** 0.65	0.07	0.17
DI	0.17	** -0.47	-0.15
W	* -0.32	* -0.28	-0.22
S	-0.13	-0.12	* -0.31
データ数	17	20	15

関が大きい（相関係数の範囲は $0.40 \leq r \leq 0.78$ ）が一酸化窒素とは関係が少ない。特に一酸化窒素の10時と13時の値とは負の係数としてあらわれている。

- ③ 風速は、汚染物質すべてに負の相関を示しているが、特にオキシダントに大きい負の相関があった。
- ④ 同一因子間の代表値の相関はほとんど大きいですが、一酸化窒素の最高値と10時および13時の値のように相関が小さい場合もある。これは、変化する性質

の物質といえる。

II-2 症状発症率と大気汚染因子、気象因子との単相関解析

1) 単相関係数による解析

主要5症状について、各大気汚染因子と気象因子との単相関係数を計算し、その結果は次のとおりである。東京立正高校はデータが少ないので解析は行なわなかった。

(表11~15)

① せきについて

- ア) 二酸化窒素濃度が高いとせきがやすい。
 イ) 一酸化窒素濃度が低いとせきがやすい。
 ウ) オキシダント濃度が高いとせきがやすい。
 エ) 浮遊微粒子濃度が高いとせきがやすい。
 オ) 東京立正クラブ活動生徒において、風速が弱いとせきがやすい。

② 頭痛について

- ア) オキシダント濃度が高いとおこりやすい。
 イ) 二酸化窒素濃度が高いとおこりやすい。
 ウ) 浮遊微粒子濃度が高いとおこりやすい。
 エ) 東京立正クラブ活動生徒は、二酸化窒素濃度のみ高い時におこった。
 オ) 風速が弱いとおこりやすい。(都立杉並を除く。)
 カ) 日照時間が長いとおこりやすい。(東京立正クラブ活動生徒を除く。)

③ のどの痛みについて

- ア) すべての大気汚染物質において負の相関関係であった。

都立杉並高校の場合は、二酸化窒素、佼成学園の場合はオキシダント濃度に有意に($P \leq 0.05$)負の相関を示した。また東京立正クラブ活動生徒は、いおう酸化物、浮遊粒子状物質が各々 $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$ で有意に負の相関を示した。

④ 眼痛について

- ア) いおう酸化物濃度が高いとおこりやすい。
 イ) 二酸化窒素濃度が高いとおこりやすい。(都立杉並高校を除く。)
 ウ) オキシダント濃度が高いとおこりやすい。
 エ) 浮遊粒子状物質濃度が高いとおこりやすい。(都立杉並高校を除く。)
 オ) 風速が弱いほどおこりやすい。(都立杉並高校を

除く。)

カ) 都立杉並高校では、日照時間が長いほどおこりやすい。

⑤ 全身倦怠感について

ア) 二酸化窒素濃度が高いと身体がだるい。

イ) 都立杉並高校では、浮遊粒子状物質濃度が高いと身体がだるい。

ウ) 風速が弱いと身体がだるい。

エ) 東京立正クラブ活動生徒では、一酸化窒素、二酸化窒素濃度が高い場合と、日照時間が短いと身体がだるい。

以上の結果をみると、のどの痛みについては、すべて負の相関関係であるという結果を得た。また同じ症状でも学校によって、原因と考えられる汚染物質が異なっている。また風速が弱いほど、自覚症状が出やすい等が特徴的であった。しかしこれらの結果は、必ずしも直接その因子の影響と考えにくいものもある。大気汚染物質間の内部相関表(表11)からみると、二酸化窒素は他のすべての汚染物質と有意の相関関係を示し、また風速は、他のすべての因子に負の相関関係を示すことから、風速が弱い場合は、ほとんどの汚染物質が高い濃度になることを意味し、その汚染物質の影響で自覚症状がおこってくると理解した方がより現実性がある。

2) F検定による解析

生体が物質の影響を受ける場合に、量とその反応の関係は、直線関係ではなく、ある値以下ではまったく反応を示さず、その値を超えると反応曲線が急に上昇するということがほとんどである。

これらの生体反応特性をみるため、大気汚染物質濃度と自覚症状発症率(主要5症状)について、おのおのを2グループに分割した表をつくり、相関の有無をF検定によって検討してみた。危険率5%以下で有意なものを表16~29に示す。

① せ き

都立杉並高校では一酸化窒素、二酸化窒素が、東京立正クラブ活動生徒には、オキシダント、浮遊粒子状物質が影響した。しかし、汚染物質の内部相関関係によれば二酸化窒素、浮遊粒子状物質、オキシダント濃度間には互いに相関性が高いため、どれが症状に対して効果を示したか、この結果から判断しにくい。ただ寄与率からみる

表16 都立杉並高校(セキ:NO₂13時)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P ≤ 4	P > 4					
NO ₂ ≤ 6	8	5	13	1	5.647	*	27.4%
NO ₂ > 6	0	4	4	15			

表17 都立杉並高校(セキ:NO13時)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P ≤ 6.5	P > 6.5					
NO ≤ 1.5	5	2	7	1	10.009	**	40%
NO > 1.5	1	9	10	15			

表18 都立杉並高校(セキ:AP13時)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P ≤ 6.5	P > 6.5					
AP ≤ 18	3	11	14	1	9.706	**	39.3%
AP > 18	3	0	3	15			

表19 立正高校クラブ(セキ:OX)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P ≤ 8	P > 8					
OX ≤ 8	8	2	10	1	17.333	**	57.1%
OX > 8	0	5	5	13			

表20 立正高校クラブ(セキ:AP)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P ≤ 8	P > 8					
AP ≤ 12	2	8	10	1	17.333	**	57.1%
AP > 12	5	0	5	13			

表21 都立杉並高校(ツツウ:OX)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P < 9	P ≥ 9					
OX < 7	11	1	12	1	48.529	**	76.4%
OX ≥ 7	0	5	5	15			

表22 都立杉並高校 (ツツウ: AP)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P < 9	P ≥ 9					
AP ≤ 18	3	11	14	1	9.706	**	39.3%
AP > 18	3	0	3	15			

表23 佼成学園 (ツツウ: OX)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P ≤ 4.5	P > 4.5					
OX ≤ 4.5	1	9	10	1	6.818	*	27.5%
OX > 4.5	6	4	10	18			

表24 佼成学園 (メガイタイ: NO₂)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P ≤ 2	P > 2					
NO ₂ ≤ 6	12	4	16	1	3.840		17.6%
NO ₂ > 6	1	3	4	18			

表25 佼成学園 (メガイタイ: OX)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P ≤ 1.3	P > 1.3					
OX ≤ 3.5	2	6	8	1	5.760	*	24.2%
OX > 3.5	9	3	12	18			

表26 立正クラブ (メガイタイ: OX)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P ≤ 11	P > 11					
OX ≤ 8	9	1	10	1	39.000	**	75%
OX > 8	0	5	5	13			

表27 立正クラブ (メガイタイ: AP)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P ≤ 11	P > 11					
AP ≤ 12	1	9	10	1	39.000	**	75%
AP > 12	5	0	5	13			

表28 都立杉並高校 (カラダダリイ: OX)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P ≤ 3	P > 3					
OX ≤ 7	11	1	12	1	15.840	**	51.4%
OX > 7	1	4	5	15			

表29 都立杉並高校 (カラダダリイ: AP)

pphm	%		計	自由度	F	有意性	寄与率
	P ≤ 8	P > 8					
AP ≤ 18	2	8	10	1	17.333	**	57.1%
AP > 18	5	0	5	13			

と、オキシダント濃度が東京立正高校クラブ活動生徒に影響が高いことを示している。

② 頭痛

都立杉並高校および佼成学園の生徒に、オキシダントの影響が大きかった。都立杉並高校では浮遊粒子状物質の影響もあらわれている。

③ 眼痛

佼成学園と東京立正高校クラブ活動生徒に、二酸化窒素、オキシダント、浮遊粒子状物質による影響があらわれている。

とくにオキシダントの影響が、東京立正高校クラブ活動生徒に強くあらわれた。

④ 全身倦怠感

都立杉並高校生徒にオキシダント、浮遊粒子状物質の影響があらわれている。

以上の結果をまとめたものを表30に示す。

この表からオキシダント濃度の分割値に一定の値の傾向があらわれているのがわかる。東京立正クラブ活動、および都立杉並高校の場合、7pphm～8pphmにあり、佼成学園では約4pphmに分割値があった。

佼成学園での結果は、男子校という対象の特殊性が強く影響した結果とも考えられるが、結論としては、オキシダント濃度7pphm～8pphmを堺に、自覚症状発症率に差がでてくると考えられる。

Ⅱ-3 症状発症率と大気汚染因子、気象因子との多重相関解析

前項までの解析は、自覚症状発症率に対し、各汚染物

表30 症状発生率と各因子との関係についてF-検定の結果

因子	SOx	NO	NO ₂	OX	AP	DI	W	S
セ キ		杉 ** (40) [1.5]	杉 * (27) [6]	立ク** (57) [8]	杉 ** (39) [18] 立ク** (57) [12]			
ヅ ツ ウ				杉** (76.4) [7] 俵 * (27.5) [4.5]	杉** (39.3) [18]			
ノドガ イタカッタ								
メガ イタカッタ				俵 * (24.2) [3.5] 立ク** (75) [8]	立ク** (75) [12]			
カラダガ ダルクナル				杉 ** (51) [7]	杉 ** (57) [18]			

*: 危険率5%以下で有意

** : 危険率1%以下で有意

(): 寄与率

[] : 分割値 SOx~OX pphm
AP μg/m³
W m/sec
S hr/day

質および気象因子の単相関関係を検討してきたが、大気汚染被害の場合、実際にはいくつかの因子が重なって自覚症状発症に影響すると考えられる。このことから一つ以上の環境因子がどのように組み合わせあった時に発症率との相関が高まるかを検討するため、症状発症率と各因子との多重相関解析を行なった。

データ数が、都立杉並高校17、佼成学園高校20、東京立正高校10、同校クラブ活動生徒15と全体に少なく、因子数が23と多いので、一種の選別回帰分析法を用いた。また、東京立正高校はデータ数が少ないので解析から除外した。

まず表2~6より単相関係数の最大である因子を1個選び、次に残りの22個の因子のうち1個を加えて因子数を2個とした場合、重相関係数が最大になるような因子数を選別していく。さらに三つ目の因子を加えることにより、より最大になるように選別していくが、因子数がある程度増すと、それ以後は増し方がゆるやかになる。

今回の解析では、重相関係数の増大率が0.1以上である因子までを検討の対象として、自覚症状発症率に有効な因子の数と重相関係数の増大との関係を求めた。

回帰式の形は

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3$$

であるから

例えば

$$Y = \log y, X_1 = \log x_1, X_2 = \log x_2, X_3 = \log x_3$$

y, x_1, x_2, x_3 は対数変換しない値

とすると、

$$y = e^{(a_0 + a_3 x_3)} \cdot x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2}$$

となり相乗効果を意味する。

もし二番目の因子係数が、次のようにマイナスのときは、

$$Y = a_0 + a_1 X_1 - a_2 X_2 + a_3 X_3$$

$$Y = e^{a_0 + a_3 X_3} \cdot \frac{x_1^{a_1}}{x_2^{a_2}}$$

症状発生率と大気汚染物質、気象因子との重相関解析結果
 (カッコ内は、カッコ外と相関の大きい因子で、*は負相関を示す)

表31 せ き

順位	学校 定数	都立杉並高校			佼成学園高校			立正高校(クラブ)		
		因子	重相関係数	定数・係数	因子	重相関係数	定数・係数	因子	重相関係数	定数・係数
					-0.09			0.14		
1		OX 13h	0.49	-0.52	NO ₂ Mean	0.33	0.59	AP 13h	0.78	-2.21
2		NO Mean	0.65	1.05	NO ₂ 13h (OX Max)	0.53	-0.42	SO _x 13h	0.88	2.87
3		NO ₂ 10h	0.79	0.32						

表32 頭 痛

順位	学校 定数	都立杉並高校			佼成学園高校			立正高校(クラブ)		
		因子	重相関係数	定数・係数	因子	重相関係数	定数・係数	因子	重相関係数	定数・係数
					0.58			0.37		
1		NO ₂ 10h	0.47	-0.13	NO ₂ 10h	0.73	0.80	NO ₂ ^W (NO ₂ 13h)	0.37	-4.07
2		NO 13h	0.64	0.52	NO ₂ 13h (OX 13h)	0.83	-0.34	SO _x 13h	0.64	4.56
3								NO ₂ 10h	0.74	-0.57

表33 のどが痛かった

順位	学校 定数	都立杉並高校			佼成学園高校			立正高校(クラブ)		
		因子	重相関係数	定数・係数	因子	重相関係数	定数・係数	因子	重相関係数	定数・係数
					-0.29			-0.54		
1		NO ₂ Max	0.42	-1.27	OX 10h	0.37	-1.14	AP 10h (OX Mean)	0.59	-1.34
2		NO ₂ 10h (OX 13h)	0.64	1.22	OX 13h (NO ₂ Max)	0.47	0.62			

表34 眼が痛くなる

順位	都立杉並高校			佼成学園高校			立正高校(クラブ)		
	因子	重相関係数	定数・係数	因子	重相関係数	定数・係数	因子	重相関係数	定数・係数
			-1.49			-0.69			0.15
1	DI (SO _x Max)	0.48	2.71	NO ₂ Max	0.64	0.99	AP 13h (NO ₂ Mean)	0.66	-1.58
2							NO ₂ 13h	0.80	-1.52
3							OX 10h	0.91	2.45

表35 全身がだるくなる

順位	都立杉並高校			佼成学園高校			立正高校(クラブ)		
	因子	重相関係数	定数・係数	因子	重相関係数	定数・係数	因子	重相関係数	定数・係数
			-0.31			-0.02			0.38
1	AP 13h (NO ₂ Mean)	0.65	0.64	NO ₂ Max	0.55	1.15	S	0.31	0.91
2				OX Max	0.77	-0.91	SO _x Max	0.49	-0.07
3									

となり、 x_1 因子と x_2 因子は、比の形で発症率に影響することを示す。

以上に基づき計算した結果を表31～35に示す。データ数が少ないので傾向を述べることになるが、各症状発症率に影響する因子はオキシダント濃度と、二酸化窒素が最も多く選別されている。東京立正高校クラブ活動生徒については、いおう酸化物、浮遊粒子状物質、風速が選別されている。しかし表の()内に示すとおり、汚染物質間の内部相関の高いものをみると、浮遊粒子状物質は二酸化窒素あるいはオキシダント濃度と、風速は二酸化窒素と相関が高いため、置き換えて考えてみると、他の2校と大きな差はない。ただ、せき、全身倦怠感では、他の2校と異なり、オキシダントや二酸化窒素より、いおう酸化物、浮遊粒子状物質の因子が影響している。これらは、個体側の要因として、運動量の差および、1週間毎日規則的な日課に基づき合宿生活をし、しかも毎日

かなりはげしい運動をつみ重ねていることが影響していると考えられる。また環境側の因子としては、オキシダントや二酸化窒素濃度が高い上に、いおう酸化物、浮遊粒子状物質も、都立杉並高校、佼成学園高校の行なった6・7月中より、7月末から8月中旬の、クラブ活動を行なった時期が高い値を示したため、いおう酸化物、浮遊粒子状物質が相乗的に作用したとも考えられる。

付1 主要症状以外の自覚症状について

手足のけいれん、しびれの症状の発症率は、東京立正高校クラブ活動生徒において、しびれが1.4%となった以外は、すべて0.7%以下の発症率である。

都内に光化学スモッグ注意報が発令された日は、6月、7月は6月17日、21日、30日、7月1日、3日の5回であり、その時期に調査を行っていた都立杉並高校と佼成学園高校について、手足のけいれん(以下けいれんと

する。), しびれの症状をみた。

佼成学園では、21日に手足のしびれ1名、30日にけいれん1名でている。都立杉並高校では、17日にけいれん1名(男子)、21日けいれん1名(女子)、しびれ2名(男子のみ)、30日けいれん1名(女子)、しびれ2名(男子のみ)、7月3日にけいれん1名(女子)であった。特にオキシダント濃度の高い日にけいれん、しびれが発症している傾向はなく、ほぼ1~3名の範囲で発症している。

東京立正クラブ活動生徒の場合は、調査時期は、7月20日~8月7日までであり、その間のうち、7月29日、30日、31日、8月1日、2日、3日、4日、5日、の8回注意報が発令されたが、29日、31日、8月3日に各々けいれん1名ずつと、29日にしびれ1名となっており、特に運動している生徒に多いという傾向はみられない。

しかし、息ぎれ呼吸困難、ぜい鳴、胸痛、めまい、心悸亢進の5症状は、都立杉並高校、佼成学園高校、東京立正高校の3校の場合 $0.1 \leq P \leq 2.5$ の範囲に発症率があり、東京立正高校クラブ活動生徒では、 $2.2 \leq P \leq 7.1\%$ の範囲に発症率があり、運動による結果と考えられる。

付2 自覚症状と不快指数との関係について

頭痛や、全身倦怠感などの全身症状を引き起こす原因について、不快指数との関係をみたが、今回の調査では特に関連はなく、やはり日照時間、風速、大気汚染物質が自覚症状発症の大きな原因となっていることが明らかになった。

考 察

1 自覚症状と大気汚染物質との関係について

今回の調査は、特に地域を限定し、大気汚染物質濃度と自覚症状との関連を、性差なども比較検討することを考慮し対象の選定を行なった。また、過去2回の自覚症状調査では、大気汚染によって引き起こされたと思われる症状と、その症状と大気汚染物質の日変化との関係を求めたが、今回は、より現実の環境条件に近い状態で、自覚症状発症に関与する環境因子をとらえ、自覚症状発症の特徴をとらえることを目標においた。

ちょうどこの調査に前後して、練馬区内の石神井南中学校における連日の光化学スモッグによると思われる被

害が発生し、今回の調査期間中に、石神井南中学校においても、同年6月26日~7月8日の12日間、自覚症状調査が行なわれている。その結果によると、眼結膜刺激症状、および全身脱力感、頭痛などの全身症状は亜硫酸ガス濃度に関係があるという結論であった。

今回の調査の結果では、眼痛が、いおう酸化物濃度が高いとおこりやすいという単相関解析結果を得ており、また、各自覚症状間の内部相関では、眼痛と頭痛が有意に相関関係があることから、石神井南中と同様の結果を得たといえる。

また、昭和47年7月~10月に行なわれた目黒区内の児童および生徒約850名を対象に行なわれた調査においては、オキシダントは眼の症状に相当強く影響している。また呼吸器症状にある程度影響している。7月8月と9月10月とでは自覚症状発症のパターンが異なる。重い症状(しびれ、めまい、けいれん、嘔気)については例数が少なく、オキシダントの関連は云々できない等の結果となっている。この調査は、対象が高校生だけでなく、幼稚園児や学童も入っているため、今回のわれわれの調査と単純に比較はできないが、光化学スモッグの被害者として表面にあらわれた者はもちろんであるが、なんらかの自覚症状を感じながらも、身体的・心理的に支障なく生活している多くの者の影響も重視し、このような自覚症状調査を今後も継続して行なっていく必要がある。

2 統計解析におけるデータの信頼性について

大気汚染物質と自覚症状との関連は、特に対象となる生徒の解答の信頼性と、大気汚染物質の測定値の信頼性が問題となる。これらのデータの信頼性について、今回の調査では、以下の点が考えられた。

- ① 自覚症状18項目の順番を、前回調査同様、乱数表により6種類異なったものを作成し、No.1~No.6の調査票を番号順にくり返し使用したため、記入時における「なれ」の影響はさけることができたと思われる。
- ② 各校の日平均アンケート回収率は、都立杉並高校約94%、東京立正高校約89%、佼成学園高校約97%と非常に各校とも高い。

また、東京立正クラブ活動生徒は、1日の対象者が50人前後と少ないため、統計解析結果のかたより

健 康 調 査

No. _____

東京都公害研究所保健部
東京都衛生局予防部公害保健課
東京都教育庁体育部保健課

(1) つぎの項目を記入してください。(男・女のどちらかを○でかこむ)

月 日 曜日	年 組	氏名	男・女
--------	-----	----	-----

(2) 今日あなたは学校で、午前9時～午後5時までの間に次のような症状がおきましたか、はい・いいのどちらかに必ず○をつけて下さい。

- | | | | |
|-------------------------|-------|------------------------|-------|
| 1 頭 痛 | はい・いい | 11 せ き | はい・いい |
| 2 胸が痛くなった | はい・いい | 12 鼻みず鼻づまり | はい・いい |
| 3 た ん | はい・いい | 13 胸がゼゼエヒューヒューした | はい・いい |
| 4 からだが熱っぽかったり
さむけがした | はい・いい | 14 く し ゃ み | はい・いい |
| 5 眼が痛かった | はい・いい | 15 のどがむずむずイライラした | はい・いい |
| 6 息がきれて呼吸が
苦しくなった | はい・いい | 16 胸がどきどきした | はい・いい |
| 7 のどが痛かった | はい・いい | 17 眼がチカチカと
しみるようだった | はい・いい |
| 8 手足がしびれた | はい・いい | 18 めまいがした | はい・いい |
| 9 全身がだるくなった | はい・いい | 19 その他の症状 | |
| 10 手足のけいれんがあった | はい・いい | (具体的に _____) | |

(3) 特に下記の症状があった人は、その始まるの時間となおったと思われる時間を「←——→」のように記入し、治療したときは↑を記入して下さい。また症状のはじまったとき、どこで何をしていたか○をつけて下さい。

	午前				午後				屋内にいた		屋外にいた	
	9時	10	11	12	1	2	3	4	運動中	運動してない	運動中	運動してない
頭 痛												
全身がだるくなった												
せ き												
のどが痛かった												
眼が痛くなった												
手足がしびれた												

< 記入例 >

頭 痛	← 10:30から11:00まで →									○		
全身がだるくなった	← 11:00から12:00まで →									○		
せ き	← 11:00から11:30まで →										○	
のどが痛くなった	← 10:00から11:00まで →										○	

が大きいと考えられるので、あくまでも傾向としてとらえる必要がある。

③ 対象校の選定について、3校共おのおの男女共学、女子校、男子校と異なっていたため、発症率に差が出た。

④ 大気汚染測定値は、対象校からかなり離れた都立衛生研究所の測定値を用いたため、広い範囲で大気汚染物質濃度が上昇した場合と、局地的に汚染がおこった場合とでは、各学校内の汚染物質濃度に差が出てくると考えられる。また佼成学園高校は、環状7号線道路の東側に沿ってあり、他の2校は西側に位置しているため、自覚症状と汚染物質との対応が、同じ杉並区内でも異なってあらわれたと考えられる。

⑤ 大気汚染物質測定値の使用については、本来は杉並区内の、しかも対象校のいずれかに測定点をおき、観察した結果を使用する必要があったが、測定時期と調査期間とにずれがあったため、都立衛生研究所の測定値を使用することとなった。公害研究所大気部の過去の測定結果によると、東京立正高校の測定値と、都立衛生研究所の測定値は、ほとんど差がないという結果を得ているが、自覚症状を統計的に処理しなにかの結論を得る場合は、対象校におのおの測定点があり、一つの学校内を地域環境とし、そこに一定時間生活した場合の健康への影響としてとらえることが、よりデータへの信頼性をあげることになると考えられる。

3 アンケート調査の問題点

自覚症状については、調査の第1日目に、症状を身体的に説明した用紙を配布し、対象生徒に徹底させた。都立杉並高校については週2～3日調査担当者が、直接アンケートの回収を行ない、日々の記入状況をその場でチェックすることができた。特に問題のある自覚症状はなかったが、胸がどきどきするという症状に対し、心理的なものからきたり、運動した場合におこるなどの区別に、一部の生徒が不安を感じたようである。また毎日同じ内容のものを記入するため、マンネリズムになりやすかった。調査票は、各クラスの保健委員を通じて配布・回収が行なわれたが、調査も3週目を迎える頃に、2、3のクラスの保健委員から、調査の意義をクラスの生徒に説

明してほしいという要望が出され、調査担当者が説明したクラスもあった。

最終日に、調査対象クラスの保健委員全員に、調査の感想をアンケートに記入を依頼したが、このような調査は意味がないという者、意味がある今後も協力したいという意見の者が同程度であった。また毎日配布・回収するのが大変だったなどの感想であった。

このような日記式の自覚症状調査法は、関係機関の受入れ態勢、確実な解答を毎日有効に得る手段、対象者および協力者の調査に対する理解などが整い、はじめて信頼できるデータが得られるため、自覚症状調査の方法論、あるいは、調査のデザインを事前に十分検討し、行なう必要がある。

おわりに

今回の自覚症状調査結果により、夏期における大気汚染の健康被害の様相が浮きぼりされたともいえる。特に関係したのは、眼の刺激症状、咽喉頭刺激症状、呼吸器症状および頭痛、全身倦怠感などの全身症状であった。

これらの自覚症状の中でも、大気汚染物質濃度の高い日に発症した症状で、しかもその症状がかなり長く持続したものは、それが繰り返されることにより、急性影響の後に、慢性影響への移行がおこると考えられる。特に最近では、光化学スモッグ注意報の回数も年々増えている上に、2日、3日あるいは10日間連続して注意報が発令されていることから、今後は、慢性影響に同時に注目する必要がある。

慢性影響を把握する場合、一つの方法として、自覚症状調査は非常に有効であると考えながら、保健対象グループの臨床班の報告によると、自覚症状のある生徒を臨床的に診察した場合、異常がなかったり、またなんの自覚症状も訴えない生徒に臨床的所見があったなどの結果を報告しており、必ずしも自覚症状調査だけで、大気汚染の生体影響を結論づけることはできないが、デザインをきちんと規定した内容の自覚症状調査を、長期的に行なうことにより、臨床所見ではとらえられない影響をとらえることができ、学校で行なう生徒の健康管理の手段としては意義あるものであると考える。