

# 光化学スモッグの人体影響に関する調査

## —東京立正中学・高等学校及び

## 鶴川高等学校におけるアンケート調査成績—

土井 陸雄 関沢 理子 長岡 滋  
渡辺 尚 鈴木 孝人

1970年7月18日、杉並区堀の内にある東京立正中学・高等学校を中心として周辺住民にまで多数の被害者を出した事件は、光化学スモッグあるいはオキシダントの名を一躍世にアピールしただけでなく、その被害の波及範囲の広さ、症状の激しさなどから、東京などの大都市における大気汚染による健康障害について深刻な危機感を大衆に与えた事件であった。そしてその後（8月5日）に町田市の鶴川高等学校などで発生した同様な事件は、この懸念が決して杞憂ではなかったことを立証している。

これら一連のいわゆる「光化学スモッグ事件」の原因物質については、今のところ、①オゾンを中心とするオキシダントであるとする説、②オキシダントと硫酸ミストの相加あるいは相乗作用であるとする説、③その他、主として女生徒に被害が出たことから、集団ヒステリーであるとするような説までが登場するにいたった。

われわれが今回行った調査は、アンケートによる回顧調査であること、当時の現地の大気汚染状況が正確に把握されていないことなどの理由から原因物質の解明にまで迫りうるものではないが、事件当時の被害の状況を可能な限り正確に記載し、記録として後に残すことを第一の目的としている。

### 〔調査対象〕

東京立正中学・高等学校（以下立正中・高と略称、所在地＝杉並区堀の内2—41）の生徒836名、職員67名と鶴川高等学校（町田市三輪町122）の生徒381名、職員24名を対象とした。ただし、調査票記載の不備などの理由で採用しなかったものがあるため、今回立正中・高で集計の対象としたのは生徒815名、職員66名、鶴川高校では生徒354名、職員24名であった。

### 〔調査方法〕

各人に直接記入させるアンケート調査によって行ない、調査対象は全校生徒及び職員とし、事件発生時刻に学校あるいは学校周辺にいた者だけでなく、すでに下校していた者についても同一の調査票によるアンケート調査を実施した。調査票の記入は、立正中・高が1970年12月9日（事件発生後144日）、鶴川高校が1971年2月1日（同179日）にそれぞれホームルームの時間約30分間に全校一斉に記入してもらった。記入の指導と回収は各担任教員に依頼した。

### 〔調査項目〕

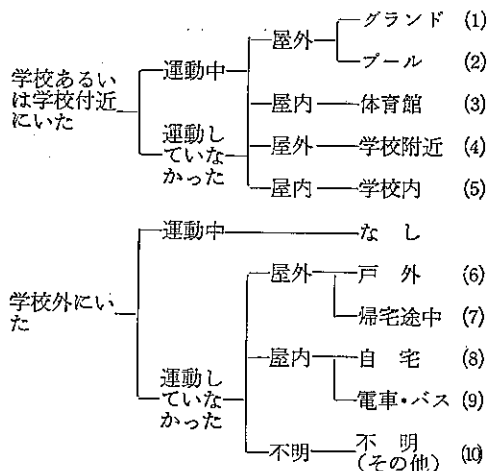
調査項目は大別して、①本人の既往歴、②家族歴、③事件当日の健康状態、④事件当時の所在場所、⑤事件当時の発現症状、⑥事件以後の健康状態の6項目である。このうち事件当時の所在場所は、立正中・高の場合、屋内にいたか屋外にいたかの区別が不明の者が出たため、鶴川高校では、(1)学校にいたか否か、(2)屋内・外のどちらにいたか、(3)運動中であったか否かの3項目の組合せについて層別することにした。また発現症状の種類は、あらかじめ立正中・高の教員の方々から聴取した各種症状にいくつかの他の症状を加えた26項目について、その発現の有無を記入してもらった。ただし鶴川高校では調査票の不備のため第20番目の症状（のどが痛かった）は調査項目として採用しなかった。症状の種類を大別すると、(A)眼症状、(B)上気道のうち咽喉頭の症状、(C)喉頭以下の下気道の症状、(D)神経系・筋肉の症状、(E)上気道のうち鼻腔の症状、(F)胃腸症状、に分けられる。このうち今回の事件でとくに重要なのは(A)、(B)、(C)及び(D)の一部である。

### 〔調査成績〕

# 1 東京立正中学・高等学校

## (1) 調査対象の層別化と層別された各群の特性

調査対象は事件当時の所在場所によって次のような10群に分けた。



これらのうち(6)~(10)の5群は所在場所が散在しており、一定地域に限定していない。(4)群のものも散在しているが、学校を中心にほぼ半径1kmの円内に入る。これら10群のうち事件当時の所在場所、したがってその地点で暴露された汚染空気組成、濃度がほぼ均一と考えられる集団は(1)~(5)の5群である。他の5群は所在場所が一定しないため均質な集団とは考えられず、厳密な比較の対象とはなしえない。ただし、(8)の自宅にいた群は住所が判っているので比較の対象として興味深い。またその他の群にも光化学スモッグによると思われる症状が発現していることは、当時の汚染範囲の拡がりや推定する根拠として重要である。これら各群に出現した症状

を相互に比較する場合に問題となるのは、層別化に用いた基準すなわち「事件発生当時の所在場所」以外の種々の基準について各群の間に差があるか否かである。とくに本人の既往歴及び家族歴は今回の事件における症状の発現にもなんらかの影響を及ぼしている可能性がある。そこで各グループの既往歴及び家族歴における疾病の出現頻度を比較すると表1、2のとおりである。

### i 家族歴

表1の家族歴は記載のあった者についてだけ集計してあるが、とくに著しい傾向はないものと考えられる。群によっては頻度に2~3倍の差がみられるものがあるが、調査票の記入を学校で短時間内に行なったため記憶の正確を期しがたいことなどの理由で、これらの差が調査方法に附随する偏りであるのか、あるいは各群間の本質的な差によるものかどうかを確認することはできなかった。

### ii 既往歴

既往歴については表2に示したとおりであり、家族歴について述べたと同様の理由から、特定の疾患の頻度が高い場合にそれが他のグループと比較した本質的な差であるか否かの判定はできない。ただし、少なくともグラウンド、プールなどで運動していた生徒たちが学校内や自宅にいた生徒にくらべて特別に強健であったとかあるいはその逆であったと推定する根拠はない。

### (2) 所在場所別・年齢別発症率

生徒815名について場所別、年齢別にみた人数と発症者数は表3のとおりである。ただし発症者数とは異臭を感じただけの者まで含めて、調査票の症状欄になんらか

表1 家族歴 (立正中・高)

疾患名	場所									
	グラウンド	プール	体育館	学校附近	学校内	戸外	帰宅途中	自宅	電車・バス	その他
人数	38	65	57	35	102	54	80	265	66	25
じんま疹	6 (15.8)	12 (18.5)	14 (24.6)	4 (11.4)	17 (16.7)	9 (16.7)	18 (22.5)	43 (16.2)	13 (19.7)	3 (12.0)
慢性湿疹	0 (0)	1 (1.5)	2 (3.5)	0 (0)	1 (1.0)	1 (1.9)	2 (2.5)	7 (2.6)	1 (1.5)	1 (4.0)
気管支ぜん息	5 (13.2)	6 (9.2)	3 (5.3)	4 (11.4)	7 (6.9)	8 (14.8)	5 (6.3)	25 (9.4)	9 (13.6)	1 (4.0)

(注) 発症年月日：1970—7—18  
 調査年月日：1970—12—9  
 ( ) 内は%

表2 既往歴 (立正中・高)

疾患名	場所	グラウンド	プール	体育館	学校附近	学校内	戸外	帰宅途中	自宅	電車・バス	その他
	人数	40	67	62	36	107	55	84	270	66	25
1 かぜ		21 (52.5)	40 (59.7)	34 (54.8)	27 (75.0)	68 (63.6)	28 (50.9)	49 (58.3)	151 (55.9)	34 (51.5)	15 (60.0)
2 気管支炎		7 (17.5)	5 (7.5)	1 (1.6)	8 (22.2)	11 (10.3)	4 (7.3)	6 (7.1)	29 (10.7)	4 (6.1)	3 (12.0)
3 百日咳		3 (7.5)	6 (9.0)	2 (3.2)	2 (5.6)	4 (3.7)	7 (12.7)	8 (9.5)	18 (6.7)	8 (12.1)	1 (4.0)
4 ぜんそく		2 (5.0)	3 (4.5)	1 (1.6)	3 (8.3)	12 (11.2)	3 (5.5)	3 (3.6)	17 (6.3)	3 (4.5)	0 (0)
5 肺炎		1 (2.5)	4 (6.0)	1 (1.6)	4 (11.1)	4 (3.7)	7 (12.7)	4 (4.8)	11 (4.1)	1 (1.5)	2 (8.0)
6 肺結核		0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1.8)	1 (1.2)	3 (1.1)	0 (0)	0 (0)
7 慢性のノドの病気		8 (20.0)	9 (13.4)	9 (14.5)	9 (25.0)	22 (20.6)	7 (12.7)	16 (19.0)	47 (17.1)	14 (21.2)	2 (12.0)
8 慢性の鼻の病気		4 (10.0)	8 (11.9)	9 (14.5)	2 (5.6)	12 (11.2)	5 (9.1)	10 (11.9)	30 (11.1)	10 (15.2)	2 (8.0)
9 他の呼吸器疾患		0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0.9)	0 (0)	1 (1.2)	4 (1.5)	0 (0)	0 (0)
10 じんま疹・湿疹		3 (7.5)	8 (11.9)	5 (8.1)	7 (19.4)	10 (9.3)	6 (10.9)	8 (9.5)	27 (10.0)	5 (7.6)	4 (16.0)
11 心臓病		0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2.8)	2 (1.9)	4 (7.3)	4 (4.8)	5 (1.9)	3 (4.5)	2 (8.0)
12 貧血		7 (17.5)	7 (10.4)	4 (6.5)	3 (8.3)	14 (13.1)	5 (9.1)	11 (13.1)	39 (14.4)	7 (10.6)	3 (12.0)

(注) 発生年月日: 1970-7-18

調査年月日: 1970-12-9

( ) 内は%

表3 場所別・年齢別発症率 (立正中・高)

場所	年齢(才)	発症者 / 年齢別人数								計
		12	13	14	15	16	17	18	19	
学校内・学校附近	グラウンド	0/0	0/0	0/0	5/5	16/17	13/13	5/5	0/0	39/40
	プール	2/2	2/3	2/2	12/13	26/30	15/15	2/2	0/0	61/67
	体育館	1/1	3/4	2/3	13/16	20/22	10/10	4/6	0/0	53/62
	学校附近	0/0	0/0	0/0	2/3	9/13	11/13	6/6	0/1	28/36
	学校内	0/1	3/5	5/7	9/12	24/29	27/31	16/22	0/0	84/107
	計	3/4	8/12	9/12	41/49	95/111	76/82	33/41	0/1	265/312
学校外	戸外	0/0	0/1	1/1	5/8	9/16	8/13	10/16	0/0	33/55
	帰宅途中	0/0	0/0	0/1	6/13	21/34	10/17	10/19	0/0	47/84
	自宅	0/4	0/6	1/3	3/29	16/66	19/90	11/72	0/1	50/271
	電車・バス	0/1	1/2	0/1	9/17	4/8	7/17	8/20	0/0	29/66
	その他	0/2	0/0	0/0	2/5	3/6	2/8	1/4	0/1	8/26
	計	0/7	1/9	2/6	25/72	53/130	46/145	40/131	0/2	167/502

の自覚症状があったと書いた者の数である。

年齢別に発症率を $\chi^2$ 検定で比較すると、学校内の17才と18才の発症率(87.1:72.7%)の間には0.01以下の危険率で差があることになるが、同じ17才と18才でも他の場所での発症率は必ずしも一様ではなく、これが真に年齢に基づく差であるとは考えられない。

一方、所在場所別に発症率を比較すると、学校内あるいは学校付近の5群の発症率の間には統計的有意差はない。しかし、学校外の5群と学校内で運動していた(1)グラウンド、(2)プール、(3)体育館の3群との間には明らかな差が認められ、また(4)学校付近と(5)学校内の2群と学校外にいた4群((6)戸外を除く)の間にも明らかな差があり、事件当時立正中・高を中心として高濃度の大気汚染があったことが推測される。

### (3) 症状別発症率

事件当時の所在場所別に1~26の各症状を呈した者の数とその場所での全発症者数に対する割合を%で示した

のが表4である。またその%を縦軸にとり、横軸に1~26の症状をとって折線でこれらの点を結んだものが図1である。もっとも発症者が多かったのは各群とも眼結膜の刺激症状(23眼が痛かった)である。ついで24眼がチカチカしよぼしよぼした、22のどが痛かった、(1)せきなどであるが、所在場所によって各症状の出現頻度にはかなりの差が認められる。とくにその差が著しいのは(1)~(5)の呼吸器症状である。グラウンド、プール、体育館の3群では発症率が高く、学校外の5群は明らかにこれより低い。学校付近と学校内の2群はその中間である。咽喉頭部の症状もほぼ同様の傾向である。頭痛は学校付近、学校内の群に発症率が高く、学校外の群では比較的低いが、戸外、帰宅途中の2群は学校内で運動中のグラウンド、プール、体育館の3群とほとんど変わらない。倦怠感、脱力感は学校内の5群で一般に高く、学外の5群では帰宅途中のものを除いてすべて低い発症率しか示さない。場所別の全生徒数に対する発症者の割合を計算して

図1 症状出現頻度(立正中・高)

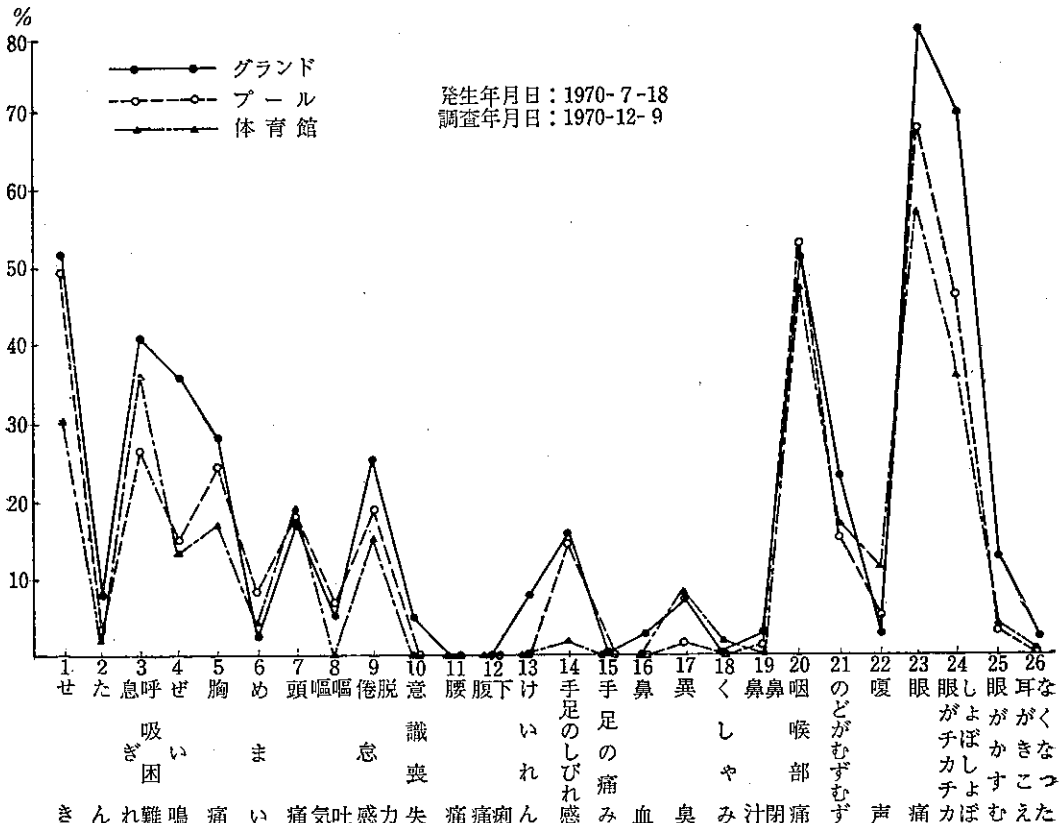


表4 症状別出現頻度 (立正中・高)

場所	※ 症状	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	発症者数
		せ た き	息 吸 ぎ 困 れ	ぜ い 鳴	胸 ま い	め ま い	頭 痛	幅 嘔 吐	倦 怠	意識 喪失	腰 痛	腹 下 痛	け い れ ん	手 足 の し び れ 感	手 足 の 痛 み	鼻 血	異 臭	く し ゃ み	鼻 汁	鼻 汗	咽 喉 部 痛	のど が む す む す	哽 声	眼 痛	眼 が よ か し ち よ ぼ	眼 が よ か し ち よ ぼ	耳 が よ か し ち よ ぼ	
ダ ラ ン ド	20 51.3	3 7.7	16 41.0	14 35.9	11 28.2	1 2.6	7 17.9	2 5.1	10 25.6	2 5.1	0 0	0 0	0 0	3 7.7	6 15.4	0 0	1 2.6	3 7.7	0 0	1 2.6	20 51.3	9 23.1	1 2.6	31 79.5	27 69.2	5 12.8	1 2.6	39
ブ ー ル	30 49.2	2 3.3	16 26.2	9 24.6	15 42.6	5 18.0	11 31.0	4 13.0	13 37.0	0 0	0 0	0 0	0 0	9 24.8	0 0	0 0	0 0	1 3.3	0 0	1 3.3	32 84.8	9 24.8	3 8.4	41 114.8	28 74.9	2 5.9	0 0	61
体 育 館	16 30.2	1 1.9	19 35.8	7 21.7	9 27.0	2 8.8	10 31.9	0 0	8 25.1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 3.3	0 0	0 0	4 11.9	1 3.3	0 0	25 71.0	9 25.6	6 17.5	30 86.3	19 56.6	2 5.9	0 0	53
学 校 内	14 16.7	0 11.9	5 11.9	4 11.9	3 11.9	3 11.9	29 83.5	4 11.9	11 31.9	1 3.3	0 0	0 0	0 0	1 3.3	2 5.9	1 3.3	0 0	17 48.6	1 3.3	1 3.3	23 66.4	8 23.1	3 8.4	52 148.6	45 128.6	8 23.1	1 3.3	84
学 校 附 近	2 7.1	0 10.7	3 10.7	1 3.6	2 7.1	3 10.7	13 46.4	2 7.1	7 25.0	0 0	1 3.6	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 7.1	1 3.6	1 3.6	6 18.0	6 18.0	1 3.6	23 66.4	19 56.6	4 11.9	0 0	28
戸 外	3 9.1	1 3.0	2 6.1	0 0	4 12.1	10 30.3	2 6.1	10 30.3	3 9.1	0 0	0 0	0 0	0 0	1 3.0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	5 15.2	1 3.0	0 0	27 81.8	14 42.4	1 3.0	0 0	33
宅 内	8 16.0	2 4.0	2 4.0	2 4.0	2 4.0	19 58.0	1 3.0	1 3.0	9 27.0	0 0	0 0	1 3.0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 6.0	4 12.0	8 24.0	3 9.0	4 12.0	17 51.0	17 51.0	2 6.0	4 12.0	0 0	50
電 車 ・ バ ス	1 3.4	0 0	0 0	0 0	0 0	7 24.1	0 0	2 6.9	2 6.9	0 0	1 3.4	1 3.4	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 6.9	4 13.8	2 6.9	1 3.4	22 66.2	18 54.1	2 6.9	0 0	29
帰 宅 途 中	3 6.4	0 4.3	2 4.3	1 2.1	0 0	5 14.3	14 42.9	3 10.0	10 30.0	0 0	1 3.0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 3.0	0 0	1 3.0	1 3.0	0 0	8 24.0	5 15.0	0 0	25 75.0	25 75.0	4 12.0	0 0	47
そ の 他	1 12.5	0 12.5	1 12.5	1 12.5	1 12.5	1 12.5	2 25.0	0 0	1 12.5	0 0	1 12.5	0 0	0 0	0 0	0 0	1 12.5	0 0	0 0	0 0	0 0	1 12.5	0 0	0 0	5 62.5	8 100.0	1 12.5	0 0	8

(注) 発生年月日：1970-7-18

調査年月日：1970-12-9

※ 上段の数字は各症状の発現生徒数

下段の数字は発症者全員に対する比率(%)

表5 症状別出現頻度 (立正中・高)

場所	※ 症状	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26																			発症者数	非発症者数					
		せ	た	息呼	ぜ	胸	め	頭	嘔	意	腰	腹	け	手	鼻	異	く	鼻	咽	の			嘔	眼	眼	眼	耳
グラ	ド	20	3	16	14	11	1	7	2	10	0	0	3	6	0	1	3	0	1	20	9	1	31	27	5	1	40
ブ	ル	50.0	7.5	40.0	35.0	27.5	2.5	17.5	5.0	25.0	5.0	0	7.5	15.0	0	2.5	7.5	0	2.5	50.0	22.5	2.5	77.5	67.5	12.5	2.5	69
体	館	44.8	3.0	23.9	13.4	22.4	7.5	16.4	6.0	19.4	0	0	0	13.4	0	1.5	0	0	1.5	47.8	13.4	3	41	28	2	0	62
学	館	16	1	19	7	9	2	10	0	8	0	0	0	1	0	4	1	0	0	25	9	6	30	19	2	0	62
学	校	25.8	1.6	30.6	11.3	14.5	3.2	16.1	0	12.9	0	0	0	1.6	0	6.5	1.6	0	40.3	14.5	9.7	48.4	30.6	3.2	0	36	
学	校	14	0	10	5	4	3	29	4	11	1	0	1	2	1	17	1	0	1	23	8	3	52	45	8	1	107
学	校	13.1	0	9.3	4.7	3.7	2.8	27.1	3.7	10.3	0.9	0	0.9	1.9	0.9	15.9	0.9	0	0.9	21.5	7.5	2.8	48.6	42.1	7.5	0.9	107
戸	近	2	0	3	1	2	3	13	2	7	0	1	0	0	0	2	1	1	1	6	6	1	23	19	4	0	55
戸	外	5.6	0	8.3	2.8	5.6	8.3	36.1	5.6	19.4	0	2.8	0	0	0	5.6	2.8	0	2.8	16.7	16.7	2.8	63.9	52.8	11.1	0	55
自	外	3	1	2	0	0	4	10	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	1	0	27	14	1	0	84
自	宅	5.5	1.8	3.6	0	0	7.3	18.2	3.6	5.5	0	0	0	1.8	0	0	0	0	9.1	1.8	0	49.1	25.5	1.8	0	84	
電	宅	8	2	2	2	2	2	19	1	9	0	0	1	0	0	2	5	1.8	4	10	3	4	17	17	2	0	271
電	車	3.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	7.0	0.4	3.3	0	0	0.4	0	0	0.7	1.8	1.5	3.7	1.1	1.5	6.3	6.3	0.7	0	271	
ス	ス	1	0	0	0	0	0	7	0	2	0	1	1	0	0	0	1.5	0	2	4	2	1	22	18	2	0	66
ス	中	1.5	0	0	0	0	0	10.6	0	3.0	0	1.5	1.5	0	0	0	1.5	3.0	6.1	3.0	1.5	33.3	27.3	3.0	0	66	
婦	途	3	0	2	1	0	5	14	3	10	0	0	1	0	1	1	1	0	8	5	0	25	25	4	0	26	
婦	中	3.6	0	2.4	1.2	0	6.0	16.7	3.6	11.9	0	0	1.2	0	0	1.2	1.2	0	9.5	6.0	0	29.8	29.8	4.8	0	26	
そ	他	1	0	1	1	1	1	2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	8	1	0	26	
そ	他	3.8	0	3.8	3.8	3.8	3.8	7.7	0	3.8	0	3.8	0	0	3.8	0	0	0	3.8	0	0	19.2	30.8	3.8	0	26	

(注) 発生年月日：1970—7—18

調査年月日：1970—12—9

※ 上段の数字は各症状の発現生徒数

下段の数字はその場所に居た全生徒数に対する比率(%)

表6 主要症状出現頻度 (立正中・高)

場所 (発症者数)	グラウンド	プール	体育館	学校附近	学校内	戸外	帰宅途中	自宅	電車・バス	その他
症状※	39	61	53	28	84	33	47	50	29	8
(A) 眼症状	4 (10.3)	7 (11.5)	9 (17.0)	15 (53.6)	42 (50.0)	23 (69.7)	24 (51.1)	21 (42.0)	20 (69.0)	6 (75.0)
(B) 咽喉頭症状	1 (2.6)	6 (9.8)	3 (5.7)	1 (3.6)	4 (4.8)	0 (0.0)	2 (4.3)	4 (8.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
(C) 肺症状	1 (2.6)	1 (1.6)	7 (13.2)	0 (0.0)	3 (3.6)	1 (3.0)	2 (4.3)	2 (4.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
(A) + (B)	4 (10.3)	5 (8.2)	9 (17.0)	8 (28.6)	13 (15.5)	3 (9.1)	9 (19.1)	3 (6.0)	4 (13.8)	0 (0.0)
(A) + (C)	9 (23.1)	16 (26.2)	4 (7.5)	2 (7.1)	6 (7.1)	2 (6.1)	4 (8.5)	3 (6.0)	0 (0.0)	1 (12.5)
(B) + (C)	1 (2.6)	4 (6.6)	3 (5.7)	1 (3.6)	3 (3.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (6.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
(A) + (B) + (C)	19 (48.7)	21 (34.4)	15 (28.3)	1 (3.6)	10 (11.9)	2 (6.1)	1 (2.1)	1 (2.0)	1 (3.4)	1 (12.5)
その他	0 (0.0)	1 (1.6)	2 (5.7)	0 (0.0)	3 (3.6)	2 (6.1)	5 (10.6)	13 (26.0)	4 (13.8)	0 (0.0)

(注) 発生年月日: 1970-7-18

( ) 内は%

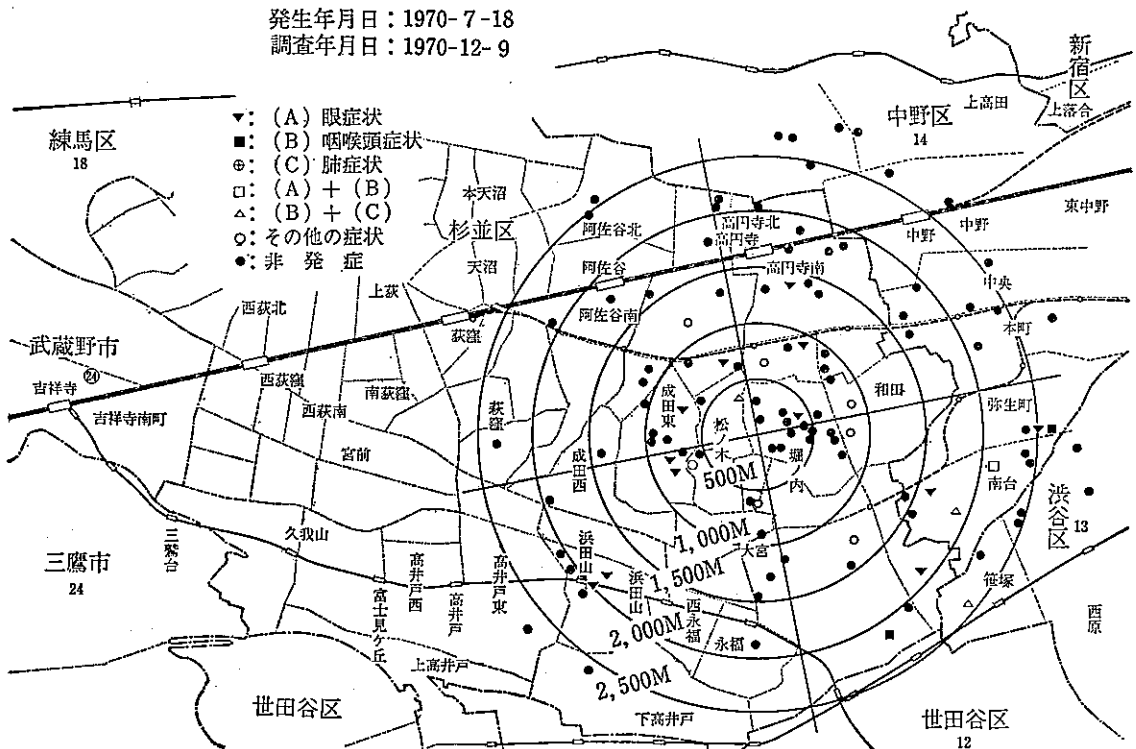
調査年月日: 1970-12-9

※ (A): 眼痛, 眼がチカチカ, シェぼしゅぼ, 眼がかすむ。

(B): 咽喉部痛, のどがむずむず, 嗄声。

(C): せき, たん, 息ぎれ, 呼吸困難, ぜい鳴, 胸痛。

図2 在宅生徒の分布 (立正中・高) —発症者, 非発症者—



みるとこの傾向はさらに明瞭になる(表5)。表5では自宅にいた群の頭痛の発症率がわずか7%であるのに対して、学校内の5群では全般に発症率が高いことは注目すべきことであろう。

図2は事件発生当時すでに帰宅して、立正中・高から半径2.5km前後の距離の自宅にいた者だけを图示してある。図に示した症状のうち光化学スモッグと密接な関係があると思われる(A)眼症状、(B)咽喉頭症状及びその合併(A)+(B)を呈した生徒の地理的分布をみると、立正中・高から半径1kmの円内と杉並、渋谷、中野、世田谷の4区が境を接する部分に多発している。この他の地域にも眼症状を呈した生徒はいるが、きわめて散発的である。このように立正中・高付近に被害生徒が多発しているのは、生徒の住居がこの付近にかたまって存在することによるのかもしれないが、生徒の居住密度の高い所でも上に述べたように発症者の分布の偏りがあることから考えて、汚染濃度あるいは組成の地域差があったことは十分考えられる。今後検討すべき問題であろう。

表6は(A)眼症状(23~25の3症状)、(B)咽喉頭症状(20~22の3症状)、(C)肺症状(1~5の5症状)について、それらが単独に出現した者、(A)(B)(C)のうち2つまたは3つを合併した者の数を示している。この表から、グラウンド、プール、体育館にいた者では(A)(B)(C)の2種または3種を合併した者が多いこと、学校付近、学校内にいた者では逆に眼症状だけを示した者が半数以上を占め、2種以上の症状を合併している者でも(C)を合併している者は少ない。また学校外にいた者では眼症状だけの者が大部分である。

表7は発症者1人当たりの出現症状数の頻度分布とその平均値、標準偏差を示したものであるが、平均値ではグラウンドにいた生徒が $\bar{x}=5.0(s=2.86)$ と最大で、次にプールの3.79、学校付近の3.46、体育館の3.19と続く。学校外にいた生徒では $\bar{x}=2.21\sim 2.34$ でほとんど差はない。ただし学校外の生徒の所在場所は広く散在しているため、これらの生徒の出現症状数を単純に平均して相互の比較をすることはほとんど意味がない。学校では運動

表7 平均出現症状数(立正中・高)

場所 症状数	学校内・学校付近					学校外				
	グラウンド	プール	体育館	学校付近	学校内	戸外	帰宅途中	自宅	電車・バス	その他
1	4	12	12	5	15	15	18	19	13	3
2	3	10	14	5	25	6	12	19	8	1
3	5	10	12	8	21	6	10	7	4	2
4	8	9	5	6	14	4	3	2	2	0
5	4	8	0	0	4	1	1	1	0	0
6	5	6	3	1	1	0	1	0	0	1
7	4	0	3	1	1	0	1	0	1	0
8	2	1	3	0	2	1	1	1	1	1
9	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
$\sum f(x)$	195	231	169	97	244	74	110	112	64	25
$\sum f(x^2)$	1,293	1,253	803	499	962	246	388	448	226	125
$n$	39	61	53	28	84	33	47	50	29	8
$\bar{x}$	5.0	3.79	3.19	3.46	2.90	2.24	2.34	2.24	2.21	3.13
$s^2$	8.15	6.20	4.98	5.82	3.01	2.43	2.78	3.94	2.92	5.86
$s$	2.86	2.49	2.23	2.41	1.74	1.56	1.67	1.99	1.71	2.42

(注) 発生年月日:1970-7-18

調査年月日:1970-12-9



中の生徒のうちでは、平均症状数はグランド>プール>体育館の順になっており、各群の平均値の間には統計的に有意の差は認められない。したがってグランド、プール、体育館の暴露条件（汚染物質の組成、濃度など）には大きな差はなかったものと考えられる。一方グランドと学校内の群の平均値の間には統計的に有意の差（ $P(F>6.3)<5\%$ 、自由度  $n_1=1$ 、 $n_2=121$ ）が認められる。この差の原因についてもっとも考えやすいのは運動量の差である。次に汚染物質の組成や濃度に局地的な偏りがあったという可能性も考えられるが、たがいに100メートルも離れていない場所であることや症状出現のパターンから考えて組成上の差は考え難い。濃度の差によるということも次のような理由からはほぼ否定できると思われる。すなわち、学校長の岩本氏の記述によると『…この日に校舎や施設の写真を撮影する手筈であったが、朝からスモッグがかかり、特に10時頃からひどくなってきて、300メートル程のところにある済美山や向山の森もぼけて見え、構内の短大の塔までがかすんでいたの、写真撮影の予定を後日に延期した事実があることを特記しておかねばならない。さらに学園の南端にある短大の事務局の職員達は、当日の高温多湿の上にほとんど無風に近い不快な天候にたえかねてか、5階にある秘書科の事務室に集まって昼食をすませた。この日の風は南東からの微風で、川崎方面から吹いていたが、ほとんど風らしい風が感ぜられず、蒸しあつい、うっとおしい日であった。そして食事中に皆が一樣に目が痛い、変だ、睡眠不足かな、などとささやきながら階を下りた直後の出来事でもあった。……』ということであり、グランドで生徒が倒れた時間にはすでに校舎の内外の気はほぼ一樣に汚染されており、症状の出現頻度や症度に大きな差を生ずるほどの汚染濃度の勾配がグランドと校舎内との間にあったとは考え難い。一方、学校内で肺症状を呈した者の数は発症者84名中22名（26.2%）であるが、立正中・高から半径2,500メートル以内の自宅にいて症状を呈した24名のうち、肺症状を呈したのは僅か3名（12.5%）である。

職員の間にも生徒にみられたと同じ症状がかなりの頻度でみとめられる。とくに眼症状の発現頻度が、③眼が痛かった41.7%、④眼がチカチカ、しょぼしょぼした72.7%となっていること、その他にも咽喉頭症状、せき

などの症状も頻度は低いが存在していることから、今回の光化学スモッグの被害が女生徒だけでなく職員にもあったことを明白に示している。したがってまたこの事実から、今回の被害が一部の無責任な発言にあった「集団ヒステリー」などではないことも明らかであろう。職員では③より④の症状出現頻度の方が高く、これは生徒の場合と逆である。その理由としては年齢あるいは性別による差などの他にアンケートの質問項目の理解の差ということも考えられるが、今回の調査結果だけではこれが何によるのか判別はできない。

表8は各症状別にその症状を最初に自覚した者の数、2番目に自覚した者の数というように、順次症状の出現順位の頻度分布を示した表である。この結果から、初発症状が眼球結膜の刺激症状—③眼が痛かった、④眼がチカチカ、しょぼしょぼした—であることがよく判る。次に咽喉部の刺激症状—②のどが痛かった、①のどがむずむずした—と肺（下気道）の症状—(1)せき、(3)息ぎれ、呼吸困難、(4)胸がゼエゼエ、ヒューヒューした、(5)胸が痛くなった—が相前後して出現している。肺の症状のうち最も早く出現したのは(1)せきであり、これは痰を伴わない乾性咳嗽である。呼吸困難や胸痛はその後で発症している。ただしこれらの事実はグランド、プール、体育館、学校内の4群に著明に認められるものであって、他の群では肺症状の出現率は一般に低く、出現順位もまちまちである。頭痛、倦怠感等はグループによって出現順位にかなり差があり、グランド、プール群では出現順位がかなり遅く、戸外、帰宅途中、自宅などの群では逆に早くからこれらの症状が出現しているのが特徴である。これはグランドにいた群では眼、咽喉頭、肺などの症状が主体となったため、頭痛などを自覚するのが遅く、一方それほど重篤な症状を呈さなかった群では早くから症状に気付いたということによる差とも考えられる。頭痛、倦怠感が汚染への暴露の直接の結果として出現したのかどうかは今回の調査だけでは明らかではない。非発症者も含めてその場所にいた全生徒数に対する頭痛を覚えた生徒数の比率をみると、学校内で27.1%、学校付近30%となっているが、グランド、プール、体育館では16.1~17.5%であり、学校外の者では18.2%以下となっている。しかし、自宅にいた者ではその比率が7.0%であるのに比較すると、学校内、学校付近にいた者の頭痛の比

表8-1 症状別出現順位(立正中・高)

症状 場所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
せき	5	1	1	1	1		1	1					1							6	3		17	14		
たん	1	1	1			1	1													1	4	1	8	6	2	
呼吸困難	4	1	1	1	3		1	1						1						1	4	3	3	3	1	
ぜいめい	1	5	2	2	4		1														1		1	2	1	
胸痛	3	4	1	3	4	1	1	1												1	1	1	1	2	1	
めまい						1	1	1														1				
頭痛			1	1	1	1	1	1																		
嘔吐									1	2																
倦怠感																										
意識喪失																1										
腰痛																										
顔下痛																										
いれん																										
しびれ感																										
手足の痛み																										
鼻血																										
鼻臭																										
鼻閉																										
咽部痛																										
喉痛																										
嗚声																										
のどがむずむず																										
眼痛																										
眼が赤い																										
眼が腫れる																										
眼が痛い																										
耳が聞こえない																										
計	20	3	16	14	11	1	7	2	10	2	0	0	3	6	0	1	3	0	1	20	9	1	31	27	5	1
計	7	1	4	2	2		1	1	1					1						9	2		24	16	2	
計	7	1	4	2	2		1	1	1					2						9	3		8	6		
計	9	1	4	2	5		2	1	4					2						9	2		6	2		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	3		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		
計	3	3	1	1	1		2	1	2					1						3	1		1	1		



表8-2 症状別出現順位(立正中・高)

場所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
症状 順位	せ き	た ん	息呼 吸 ぎ れ 難	ぜ い め い	胸 痛	め ま い	頭 痛	嘔 吐 気	倦脱 怠 感	意 識 喪 失	腰 痛	腹下 痛	け い れ ん	手足の しびれ 感	手足の 痛み	鼻 血	異 臭	く し ゃ み	鼻 汁 閉	咽 喉 部 痛	のどが むず むず	嘔 声	眼 痛	しよ か しよ か しよ か しよ か	眼 か す む	耳な がく きな こつ えた
戸	1	1	1			1	2		1											2			8			
	2		1			1	1							1						1	1		7			
	3	2					4		1											1			1			
	4						1	1																		
	5																									
	6																									
	7																									
	8	1						2	1	1											1		2			
	?																									
計	3	1	2	0	0	4	10	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	1	0	27	14	1	0	
帰宅途中	1	1					9	1	3						1		1			4	3		15	13	1	
	2	2	2			2	1	1	2											2	1		5	9		
	3	1				1	2	1	2											1			2	2	2	
	4					2	1		1														1	1		
	5						1		1																	
	6																									
	7																									
	8																									
	?																									
計	3	0	2	1	0	5	14	3	10	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	8	5	0	25	25	4	0



率は全般に高く、間接的にせよ汚染が頭痛の発現になら  
 からの影響を及ぼしていることが考えられる。

倦怠感は運動していた群で比率が高いことから、運動  
 による疲労とも考えられるが、帰宅途中の者を除いて学  
 校外にいた者では全体に比率が低く、一方学校内にいた  
 者では高い比率を示しており、汚染の影響を無視できな  
 いと考えられる。

その他の症状としては、主としてグラウンドにいた生徒  
 に現われた呼吸困難、痙攣、意識喪失、四肢のしびれ感  
 などが重要である。立正高校長の若本氏は『最初に症状  
 をあらわした2人の生徒が、友人にかかえられて校長室  
 の下を通りかかったのを見た私は、一見して「これは人  
 命に関する一大事」と直感した。』と述べておられる。  
 今回は幸いにも救急医療がかなりの効果を示したが、呼  
 吸困難、意識喪失などの重篤な症状は、その後適切な  
 治療がなされなかったり、あるいは身体の虚弱な人々で

は直ちに生命の危険につながりうるものである。

呼吸困難の状態は、当時介護に当たった教員、医師な  
 どの話から総合すると、チアノーゼを伴わず、顔面はむ  
 しろ紅潮しており、咽喉頭部は発赤、腫脹していた。喘  
 鳴を伴った者もグラウンドでは43.6%ある。これらの事実  
 から判断すると、軽度～中等度の気道狭窄があったこと  
 は確かと思われるが、完全な閉塞にいたるようなもの  
 ではなかった。また肺胞における拡散の障害がほとんどな  
 かったことは、チアノーゼがないことから推測できる。

意識障害は4人にみられた。これは単純に呼吸困難に  
 伴う酸素欠乏のためとも考えられるが、チアノーゼがな  
 かったことを考えると、ヘモグロビンとNO<sub>2</sub>などとの結  
 合だけでは説明できない。他に自律神経症状あるいは過  
 剰換気症候群の関与は十分考えられるが、これだけです  
 べてを説明することもできない。

図3 症状別出現頻度 (鶴川高)

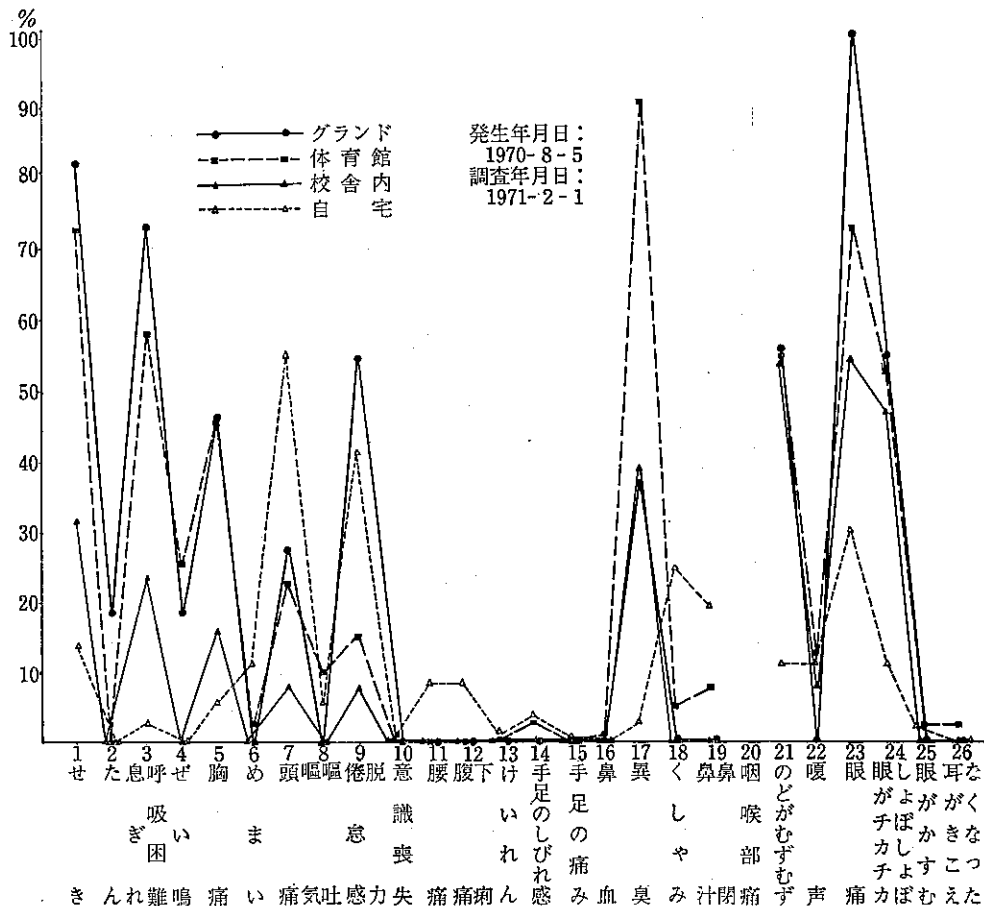


表9 症状別出現頻度(鶴川高)

場所	※ 状		症状																										発症者数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
学 校 内	ラ	9	2	8	2	5	0	3	0	6	0	0	0	0	0	0	4	0	0		6	0	11	6	0	0	11		
	ン	81.8	18.2	72.7	18.2	45.5	0	27.3	0	54.5	0	0	0	0	0	0	36.4	0	0	0	54.5	0	100	54.5	0	0	0	0	
	フ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	
	外	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	
学 校 外	体	29	0	23	10	18	1	9	4	6	0	0	0	1	0	0	36	2	3	22	5	29	21	1	1	40			
	育	72.5	0	57.5	25.0	45.0	2.5	22.5	10.0	15.0	0	0	0	2.5	0	90.0	5.0	7.5	55.0	12.5	52.5	21.5	2.5	2.5	2.5	2.5			
	館	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	内	4	0	3	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	7	1	7	6	0	0	13			
学 校 外	校	30.8	0	23.1	0	15.4	0	7.7	0	7.7	0	0	0	0	0	38.5	0	0	53.8	7.7	53.8	46.2	0	0	0	0			
	舎	3	1	0	0	1	1	3	0	3	0	3	0	0	1	0	0	0	28.6	14.3	0	0	3	1	0	7			
	近	42.9	14.3	0	0	14.3	14.3	42.9	0	42.9	0	42.9	0	0	14.3	0	0	0	28.6	14.3	0	0	0	0	0	0			
	自	2	0	1	0	0	2	4	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0	3	3	1	1	5	4	0	1			
学 校 外	屋	18.2	0	9.1	0	0	18.2	36.4	0	18.2	0	18.2	0	0	18.2	0	0	0	9.1	9.1	45.5	36.4	0	0	0	9.1			
	外	5	0	1	0	2	4	20	2	15	0	3	0	1	0	0	1	9	7	4	4	11	4	1	0	37			
	宅	13.5	0	2.7	0	5.4	10.8	54.1	5.4	40.5	0	8.1	8.1	0	2.7	0	2.7	24.3	18.9	10.8	10.8	29.7	10.8	2.7	0				
	自	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	2	2	1	2	0	2	0	3	0	0			
学 校 外	屋	33.3	0	0	0	0	0	33.3	0	16.7	0	16.7	0	0	0	33.3	33.3	16.7	33.3	33.3	33.3	350.0	0	0	0	6			
	内	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	2	2	1	2	0	2	3	0	0				

(注) 発生年月日：1970—8—5

調査年月日：1971—2—1

※ 上段の数字は各症状の発現生徒数

下段の数字は発症者全員に対する比率(%)

## 2 鶴川高等学校

鶴川高校では全生徒を所在場所によって8群に分けた。各群の既往歴、家族歴は立正中・高におけると同様、特定の傾向は認められない。ここでは症状出現頻度についてのみ説明することにする。

鶴川高校における症状発現のパターン、とくに眼症状、肺症状、咽喉頭症状の発現状況は立正中・高のそれと非常によく似ている。鶴川高校に特徴的な所見は異臭を感じた者が多いことで、体育館にいた者は90%が異臭を感じた。グラウンド、体育館にいた者では頭痛、倦怠感、脱力も多い。倦怠感、脱力を感じた者がグラウンドで54.5%もいたのに体育館では15%しかいなかったのは、運動量、日射、発汗などの差によるものであろう。校舎内にいた者では、グラウンド、体育館で運動中だった群と比較して、眼と咽喉頭部の刺激症状、異臭を感じた者の比率はさほど少なくないが、肺症状を呈した者は前2者より極めて少ない。これは主として運動量の差によるものと考えてよいであろう。

自宅にいて症状を現わした者では、眼痛を呈した者が30%近くいるが、その他の症状では学校内の群と症状のパターンがかなり異なる。また頭痛、倦怠感、脱力やくしゃみの頻度が大きいことから考えてもこの群の症状は大部分が単純な感冒症状と考えてよいだろう。

主要症状の出現頻度はグラウンド、体育館の群では眼、咽喉頭、肺の3種類の症状の合併した者が約半数を占め、それぞれの症状を単独で現出した者はほとんどいない。これに対してその他の群では3種の症状を同時に合併した者はほとんどいない。これに伴って出現症状数もグラウンド、体育館の2群ではそれぞれ5.64と5.55と多く、他の群では3前後である。症状の出現順位はグラウンド、体育館では異臭が最初に出現しており、ついで眼刺激症状、肺症状(せき>呼吸困難>胸痛)、咽喉頭部症状が相前後して出現している。他の群ではこのような定型的パターンは認められない。

## 3 立正中・高と鶴川高校の被害の比較

第一に出現症状のパターンが両者ともよく似ている。異臭、頭痛、倦怠感、脱力は鶴川高校に多く、立正中・高に少ないが、その他の点では両校のパターンは非常によく一致する。主要症状の出現頻度もグラウンド、体育館に

いた生徒では非常によく似ている。しかし、立正中・高では学校外にいた生徒のどのグループも眼症状を単独で現わした生徒が約50%以上あったのに、鶴川高校では眼症状を単独に示した者が少ない。これは住所が立正中・高に比較して散在すること、汚染がそれほど広範でなかったことなどによると思われる。1人当たりの平均出現症状数は鶴川高校のグラウンド、体育館にいた者がほぼ同数でそれぞれ5.64と5.55ともっとも多く、立正中・高でグラウンドにいた者の平均値5.0を上まわっている。しかし統計的には両者の差はない。また鶴川高校では体育館の3人が呼吸困難で倒れたが、O<sub>2</sub>吸入を受けて数時間でいずれも治癒していること、予後も良好であることなど、一般的にみて立正中・高より被害程度は軽かったと思われる。にもかかわらず個別の症状出現頻度をみると、せき、息ぎれ、呼吸困難、胸痛、倦怠感、脱力などの症状では鶴川高校の方が頻度が大き、肺症状のうち立正中・高の方が出現頻度が大きいのはぜい鳴だけである。このように両校の被害程度の全般的印象は症状出現頻度に見られる差と一致しない。したがって単純に症状の出現頻度だけで両校の被害の重症度を比較することは適当ではない。両校でこのように一見矛盾する結果が示されたのはなぜだろうか。眼、咽喉頭、肺の症状のパターンの共通性だけから考えると、両校の汚染物質はほとんど同じだったと考えられるが、異臭、息ぎれ、呼吸困難などの細かい差を考慮すると、汚染物質の組成、濃度、個別別の条件、環境条件などの差が症状の出現状況の差となって現われたとも考えられる。しかし組成の差はたとえあったとしても、それによって立正中・高と鶴川高校の事件の共通性が失われてしまうほどのものではない。両校で発生した被害が基本的には同一の大気汚染物質によって引き起こされたことは明らかなことと思う。

### 【原因に関する考察】

これまで起こった大規模な急性大気汚染事件の例は、ミューズ・バレー(ベルギー、1930年)、ドノラ(アメリカ、1948年)、あるいはロンドン(イギリス、1948年)の事件などすべて、立正中・高や鶴川高校の事件に比較すると数日~1週間前後の長い時間にわたって大気汚染が持続して、そのために呼吸器症状を呈する者が多発、そのうち慢性呼吸器疾患や心疾患をもつ人々の死亡率が急激に増大したという事例である。立正中・高のように



数時間という極めて短い時間経過の中であのような重篤な症状が集積して発生した例はない。したがってこれらの重篤な症状が起こった原因も現在のところ完全に説明できない。しかし、それが起こったことは事実なのであって、われわれはこのような症状が起こりうるという事実をこそ重視しなければならない。光化学スモッグの本場ロサンゼルスでもこのような症状は起こったことがないというような議論が行なわれているが、そもそもアメリカではこのような大量の急性大気汚染事故が起こったことがないのだから、アメリカの例を中心にして日本でも起こった事件の比較をすることはほとんど意味をなさない。われわれはあくまでもこの日本で起こった事件を中心にして、これと他の事例との比較をすべきであって、他に先例がない症状こそ重視しなければならない。そしてそれらの原因の解明と治療法の確立、また何よりも確実な予防方法を見出すことは医学者、行政に課せられた大きな責務であろう。

今回の事件の原因と推定されたオキシダントに限ってみれば、オキシダントによる大気汚染の本場のようにいわれるロサンゼルスでも、立正中・高の事件発生当日新宿の東京都衛生研究所構内で測定されたオキシダント濃度0.37ppmという値を示す日はざらにあるようだが、立正中・高のような事件が起きたという報告はこれまでのところみられない。したがってまず第一に立正中・高、鶴川高校などではきわめて日本に特有の汚染状況があったという前提から出発すべきであろう。

Hammer ら (1965) はロサンゼルスとサンタバーバラの看護学生 120 名について1962年10月29日から11月25日までの28日間にみられた症状と大気中のオキシダントレベルとの相関について報告しているが、眼の刺激症状とオキシダントレベルの間には著明な相関関係が存在する。しかしこの報告は看護学生の通常の生活状態における症状をみているのであって、立正中・高のように高濃度のオキシダントと戸外での運動という条件が重なったものではない。また当然のことながら地理的条件、気象条件も異なる。Wayne ら (1967) の報告はオキシダントレベルと競走中のクロスカントリー競技選手に現われた影響との関係をみている点で重要な参考になるが、眼や咽喉部、肺などの細かい症状はとらえておらず、チームの完走率でその影響をみているだけである。その結論は競

争直前の1時間値で測ったオキシダントレベルが完走率の低下と明らかな相関 ( $r=0.88$ ) をもち、また浮遊微粒子量とも弱い相関 ( $r=0.62$ ) があるというものである。その作用機序としては、オキシダントによる気道抵抗の増大とそれに伴う呼吸負荷の増大、酸素不足が原因とする説を批判して、オキシダントはそのように直接生理機能に影響を及ぼすものではなく、むしろ眼の刺激症状、胸部不快感などによって全力を出しきれないことによるとしている。しかし Wayne らの報告は1959~64年に行なった11~30人の男子高校生だけについての観察に基づいており、これを女子高校生だけの立正中・高における大規模な汚染事件に安易に拡大解釈するのは危険である。立正中・高などにおける大気汚染事件で心理的あるいは精神的因子の関与はたしかに否定できないが、それは大気汚染があったからこそそのような因子が作用したわけであって、心理的、精神的因子の関与が大気汚染の存在を許す免罪符には決してなりえないことを銘記すべきであろう。ただしこの著者が種々な運動状態における影響を検討すべきだと述べている点は重要である。多くの大気汚染暴露実験は動物あるいはヒトを静止状態に置いて汚染の影響をみているが、今回の立正中・高のような急性中毒を解析するにはこのような静止状態での実験だけでは不適當である。急性中毒の場合とくに重視しなければならないのは、平均的症狀だけでなく、もっとも重篤な症状がどのような条件下で起こるかということである。

Murphy ら (1963) は自動車排気ガスを紫外線照射して人工的オキシダントを作り、ラット、マウス、モルモットに暴露して肺機能などに対する作用を観察している。暴露した汚染濃度は当時の大気汚染濃度の1~10倍である。モルモットは紫外線照射した排気ガスに暴露すると呼吸抵抗が著しく増大し、呼吸数は減少し、1回換気量は増大する。一方、1分量は減少する。

オキシダントという形ではなくて、オゾン、窒素酸化物、亜硫酸ガスなど個々の汚染物質による影響をみた実験は、種々の動物やヒトで試みられている。Wilksa (1951) は約1ppmのオゾンに暴露されていたスペクトログラフ技師にみられた呼吸器系の刺激症状、持続性の頭痛、息ぎれについて報告している。Truche (1951) も同様の報告をして、胸廓の圧迫感、呼吸困難、咽喉部刺激症状が電気絶縁体の試験工に認められたと述べてい

る。Griswoldら(1957)はヒトの志願者を1.5ppm, 30分間から2ppm, 1.5時間オゾンに暴露した。その結果, 口と咽喉部の乾燥感, 集中力と思考力の低下, 味覚の変化, 胸骨下の圧迫感, オゾン臭などを自覚し, 暴露の終り頃には奇妙な眠気や胸痛を覚え, その他食欲減退, 不眠, 咳嗽などの症状を訴えた。Yokoyama and Suzuki (1969)は体重285~540gのモルモットに0.5~6.1ppmオゾンを吸入させ, オゾン濃度に比例して呼吸数が著明に増大するが, 1回換気量は逆に減少すること, 1.9ppm以上の暴露で肺の水分含有量が増大し, 6.1ppm, 2時間暴露した後の肺組織中のヒスタミン量は対照に比して著明に減少していることを示した。この成績は先に述べたMurphyらの紫外線照射排気ガスを用いた実験の成績とまったく逆である。今後検討を要する問題であろう。

Yokoyama(1968)は18~37才の健康な成人男子8人をボディプレチスモグラフに入れて2.7~16.9ppmのNO<sub>2</sub>を吸入させた。最高濃度のところで22%の呼吸抵抗の増加がみられ, うち2例ではさらに低濃度でも同様の効果がみられた。一方, 肺コンプライアンス, 機能的残気量, 1回換気量, 呼吸数, 脈拍にはいずれも変化がみられなかった。自覚症状としては1例に咽喉部刺激症状がみられたただけであった。ただしこの実験ではヒトがほとんど体動不可能な状態で測定が行なわれていることに注意すべきであろう。

Tse and Bockman (1970)は化学工場からもれたNO<sub>2</sub>を誤って吸入した消防士4人の症状を報告している。NO<sub>2</sub>中毒の特徴は, 初期には軽い上気道刺激症状だけであるのに, 20時間以上経過して重篤な肺水腫の症状を来したり, 数週からときには数カ月を経て胸痛, 咳嗽, 呼吸困難あるいは肺感染症などをきたすことである。著者は窒素酸化物の水溶性が低いため上気道には著しい症状を呈さないが, 下気道は湿度が高いため接触時間が延長して重篤な症状を呈するのだとしている。

オキシダントとして総括されている大気汚染物質はオゾンを主成分としており, 他にPeroxyacyl nitrate(PAN)やアクロレイン, アルデヒドなどの炭化水素を含み, 眼の刺激症状は主に後にあげた物質によるものとされている。しかしこれらの物質の作用も多くは限られた条件下での実験動物あるいはヒトを使った暴露実験や職業性暴露の結果から推定しているものであって, これを立正中・

高などの被害と関連づけるにはさらに検討を要する。

Smith (1965)は平均21才の男子大学生32人にPANを吸入させて, 安静時, 運動(ペダル踏み)負荷時, 運動休止時の呼吸機能の変化を調べ, O<sub>2</sub>摂取の低下と休止時の最大呼気率の低下をきたすことを認めている。

Heuss and Glasson (1968)はPeroxybenzoyl nitrateがホルムアルデヒドの200倍の眼刺激性をもつことを示した。またアメリカのAir Pollution Foundationによって1954~55年に行なわれた調査によると, 大気中のオキシダント濃度が0.05~0.45ppmの範囲で濃度の増大とともに眼刺激症状の発現率が増大することがわかった。

以上いくつかの文献から立正中・高の事件の原因物質を推定する資料をあげてきたが, いずれも決定的根拠となしうるものはない。それはここにあげた文献が主として動物実験によっていたり, ヒトについての観察でも標本数が少なく, また暴露条件が限定されていて, 組成, 濃度, 暴露時間, 運動量などの組み合わせが実際に立正中・高などで起こった条件, あるいは今後起こりうる条件より簡略化されていること, また個体側の条件も一定のレベルでしか観察されていないことなどが主な理由である。さらに現在のオキシダント測定方法が一般に中性ヨードカリ比色法によっており, オゾン以外のオキシダント成分の定性, 定量が困難なため, オキシダント成分中のどれが症状の発現に関与しているかを決定するのは今後の問題である。

しかしながら, 今回の立正中・高, 鶴川高校の被害は眼症状を基盤にしており, これに運動量, 屋内外の別やその他の未計測の個体差などの条件に修飾されて咽喉頭症状, 肺症状あるいは痙攣, 意識喪失などの重篤な症状が付け加わったものと考えられ, それは主としてオキシダント濃度の上昇によるものと推測する。ただし, 東京の大気中には亜硫酸ガスあるいは硫酸ミストが常時存在し, また事件当時周辺の視界が非常に悪くなっていたという事実から, 微細粒子の存在があったことも確実である。したがってこれらが被害の発現に関与していたことは十分考えられる。とくに硫酸ミスト, 微粒子の存在は咽喉頭状, 肺症状の発現に大きな役割を果たすと思われ, 今後十分の検討を要する問題である。

以上述べてきたように, 現在の時点で原因を疑問の余地なく解明することは困難であるが, 今後は汚染物質の

定性、定量と並行してこのような調査を進めてゆくこと  
によって、その本質を次第に明らかにしてゆきたい。

#### 参 考 資 料

- 1) Air quality criteria for photochemical oxidants.  
: National Air Pollution Control Administration.  
U. S. Department of Health, Education and Welfare (1970)
- 2) Griswold, S. S., Chambers, L. A. and Motley,  
H. L. : Report of a case of exposure to high  
ozone concentrations for two hours. *Arch. Ind.  
Health*, 15 : 108—110 (1957)
- 3) Hammer, D. I., Portnoy, B., Massey, F. M.,  
Wayne, W. S., Oelsner, T. and Wehrle, P. F. :  
Los Angeles air pollution and respiratory symp-  
toms. Relationships during a selected 28-day  
period. *Arch. Environ. Health*, 10 : 475—480  
(1965)
- 4) Heuss, J. M. and Glasson, W. A. : Hydrocarbon  
reactivity and eye irritation. *Environ. Sci. Tech-  
nol.*, 2 : 1109—1116 (1968)
- 5) 岩本経丸 : いわゆる光化学スモッグの被害体験  
とその事後処理の報告及び当面の問題点について  
私学教育研究所所報 No. 31 : 15—33 (1970)
- 6) Murphy, S. D., Leng, J. K., Ulrich, C. E. and  
Davis, H. V. : Effects on animals of exposure  
to auto exhaust. *Arch. Environ. Health*, 7 : 60  
—70 (1963)
- 7) Smith, L. E. : Inhalation of the photochemical  
smog compound peroxyacetyl nitrate. *Am. J.  
Publ. Health*, 55 : 1460—1468 (1965)
- 8) Truche, R. : Toxicity of ozone. *Arch. Mal.  
Profess.*, 12 : 55—58 (1951)
- 9) Tse, R. L. and Bockman, A. A. : Nitrogen  
dioxide toxicity. Report of four cases in firemen.  
*JAMA*, 212 : 1341—1344 (1970)
- 10) Wayne, W. S., Wehrle, P. F. and Carroll, R.  
E. : Oxidant air pollution and athletic perform-  
ance. *JAMA*, 199 : 901—904 (1967)
- 11) Wilska, S. : Ozone : Its physiologic effects  
and analytic determination in air. *Acta Chem.  
Scand.*, 5 : 1359—1367 (1951)
- 12) Yokoyama, E. : Effects of acute controlled  
exposure to NO<sub>2</sub> on mechanics of breathing in  
healthy subjects. 公衆衛生院研究報告, 17 : 337  
—346 (1968)
- 13) Yokoyama, E. and Suzuki, T. : Ozone exposure  
lung histamine and lung surface tension : A  
preliminary study. 公衆衛生院研究報告, 18 : 10—  
16 (1969)