



室蘭市内の体育館における塵埃量とその影響について(第1報)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2014-06-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 清野, 市治, 小成, 英寿, 背戸, 恒平 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/3296

室蘭市内の体育館における塵埃量と その影響について (第1報)

清野市治・小成英寿・背戸恒平

On the Amount of Dust in the Gymnasiums of Muroran and its Influence on the People of the City (Report 1)

Ichiji Seino, Hidetoshi Konari and Kohei Seto

Abstract

The importance of air-pollution control has been recognized again in recent years. Seeing that Muroran is one of the greatest industrial cities in Japan, this research paper treats of how air in the gymnasiums in the City is polluted, what influence air-pollution exerts upon pupils and students there, and what control should be established over the matter.

I. 緒 言

昭和37年9月煤煙規制法が施行され、我が国においても漸く空気汚染対策の重要性が再認識されつつある。特に全国でも有数の工業都市である室蘭市も煤煙規制法の指定都市になろうとし、公害問題については重要施策の一つとなっている。

われわれ体育にたずさわるものがスポーツの場として最も使用頻度が多いのは体育館であるのはいうまでもないが、その体育館の空気が実際の使用中にどのように汚染されるか、その影響は学生生徒にいかにおよぶであろうか、またその対策はいかにあるべきか等を検討することにした。

II. 調査対象についての一般的考察

主題に入る前に一般的に空気汚染に関して一連の関係ある事柄について考察することにする。空気の組成は、窒素 78.08%、酸素 20.95%、二酸化炭素 0.03%、不活性気体 0.95% からなっている。ほかに 0.2% 位の水蒸気、浮遊粒子として多少の水滴、塵埃、細菌あり、気象や地表状態、人的条件によってかなり変動する。人的条件によって空気の組成が異状に変化したり、水蒸気や浮遊粒子が異状に増加したりしたとき空気汚染という。汚染された空気中では作業能率を悪くし、頭痛、悪心、食欲減退、失神などを起し種々の疾病の誘因になる。人体に

不快感を与える主なものとして、温度、湿度、臭気（呼気、体臭、頭髪、衣服、煙草、食事、暖房、内燃機関によるもの、工業に伴う種々の副産物）、炭酸ガス、一酸化炭素、亜硫酸ガス、空中細菌、塵埃等々である。

本研究に関連する大気汚染をとりあげると、最近の急激な都市人口の増加や工場の都市集中によって、大気汚染のいわゆる public nuisance（公害）影響が著しくその対策が重要視されている（表-1）。

大気汚染は大気中に異状成分が混在することによって種々の不快な作用をおよぼす状態である。これは主として燃料の不完全燃焼や工業生産の過程によって空中に放出される煤煙、灰、ガス、蒸気、霧などによるものであるが、現在汚染物中の主要成分として最も

問題にされているのは煤煙、灰、SO₂、CO である。煤煙は主として石炭によるもので、石炭1トンから5~12kgの煤煙を生ずるといふ。粒子の粗大な煤煙は次第に地表へ落下するが微細なものは永く浮遊し風や気流によって拡散され、後に雨に伴って降下する。

灰分は煙突内を上昇する気流の速度が大きいほど排出量も大きい、粒子が大きいから煙突の近くに落下し易く、従って工業地域の降下塵には灰分量が多い、普通石炭消費量の0.3%が灰分として放出される。

SO₂は汚染物中気体成分として最も含量が多い、石炭は0.8~5%の硫黄を含むが、その80%がSO₂になるとすれば石炭1トンから13~80kgのSO₂を排出することになる。

最近交通機関やボイラーに石油系燃料の使用が著しいが大気汚染の状態も、眼や粘膜を刺激することが強く、アルデヒド、オゾン、有機酸化物、硫黄化合物、油滴などからなる霧などが主要汚染成分をなしている。

大気中に煤煙微粒子その他の排煙物質が、多くは霧に伴って濃密に停滞する状態は smog（スモッグ）と呼ばれ、汚染物質の拡散は気象条件に支配されるもので、太陽輻射によって生ずる大気の乱流および風は汚染物質を地表から上空に駆逐し、希釈してしまいが、無風状態でその上気温の逆転層を生じたときには汚染物質は拡散を妨げられ、長く地表上に停滞してスモッグを形成する。年間においては燃料消費の多く、かつ大気安定度が概して高い冬季に汚染が甚だしい。

大気汚染物の有害作用は種々の物質の相乗作用の結果表われるものらしく、慢性的かつ間接的な場合が多く、疾病率や死亡率の変動には多くの要因が重なっているので大気汚染と健康

表-1 公害発生状況（厚生省調、昭33年）

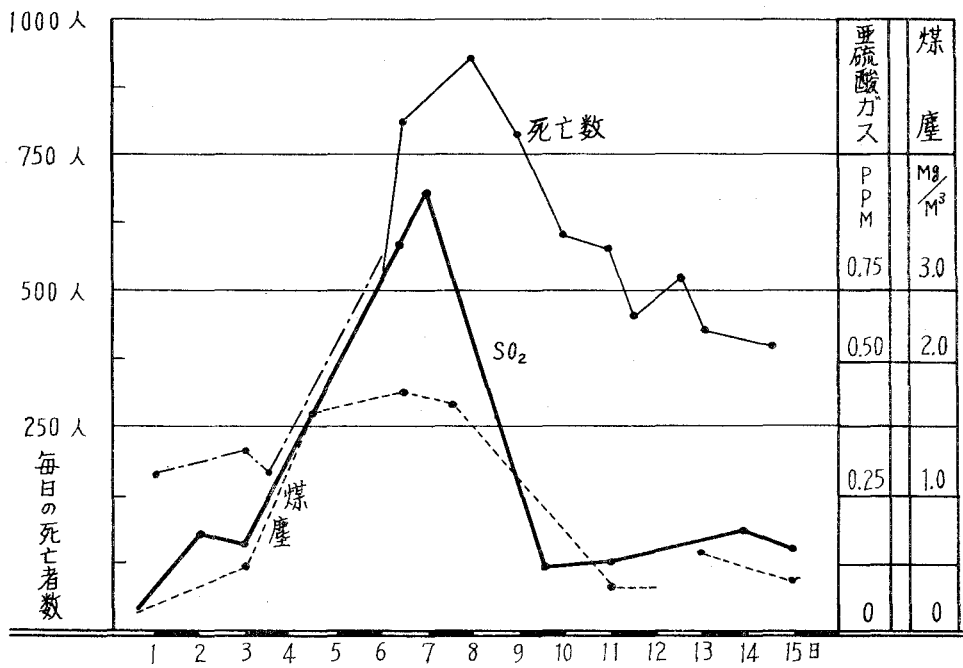
	被害件数	被害人口	1件当り 被害人口
大気汚染	2,976	699,788	235
煤 焼	1,706	402,602	236
有毒ガス	462	89,610	194
粉 塵	808	207,576	257
騒音振動	8,246	297,109	36
振 動	6,617	252,303	38
騒 音	1,629	44,806	28
水質汚濁	1,466	197,888	135
工場廃水	1,433	148,892	104
鉱山廃水	33	48,996	1,485

との関係を分析することは困難である。しかしスモッグの障害作用として世界的に有名な事件がある。1930年のベルギーの Meuse Vally, 1948年米国の Donora 地区, 1952年 London 市などの事件でいずれも無風で強気温の逆転層を生じ、数日間甚だしいスモッグにおそわれている。このため気管支炎や肺炎による死亡率が上昇し、呼吸器疾患や心臓病による入院患者が激増したということである。

日本でも「ヨコハマ喘息」という呼吸疾患が知られているが、これは横浜に在住する外人間に発生したもので、この喘息の発生件数と浮遊煤塵量あるいはそのエーテル可溶分量とがかなりよく相関して消長するという。Foulger は大気汚染によっておこる症状を次のようにあげている。呼吸器刺激、咳、鼻炎、嘔吐、頭痛、速脈、肺水腫、呼吸困難、気管支炎、心臓衰弱、眠痛などである。また高汚染地区では清浄地区におけるより呼吸器癌の発生率が多いとされ、その原因が汚染物のベンゾピレンであると推定されている。

煤煙を防止する方法としては燃料の選択、燃焼設備、燃焼方法の改善、集塵装置のとりつけ等発生源における処置が必要である。日本における大気汚染の忍限量として次のような基準が提案されている。

「煤煙は発生源において任意の1時間について総計6分以上黒煙を出してはならない。生活環境において SO_2 は 1 p.p.m., アルデヒドは 0.1 p.p.m. を超えてはならない。他の化合物質では労働環境で慣行されている忍限量の 1/10~1/100 程度を一応生活環境における忍限量と考



図一1 ロンドン・スモッグにおける大気汚染濃度と死亡者数

える。」

図-1は1952年12月ロンドン市を覆ったスモッグの時のデータである。大気中のSO₂濃度が0.1 p.p.m.をこえることは大気汚染度がひどいことを意味し、人体への影響もあると推定されており、0.1 p.p.m.を許容量と定めている。

図-1では最高0.4 p.p.m.を示し、昭和37年12月、東京のスモッグ中のSO₂濃度は0.23 p.p.m.と計測されたことがある。

職場の空気については国によって違うが、5~10 p.p.m.が許容量とされている。大気汚染の許容量の0.1 p.p.m.の50~100倍の濃度であるが、職場の拘束時間8時間と24時間絶え間ない大気汚染とでは許容量に対する考え方が異なるのは当然といえよう。

本研究の調査地である室蘭市は道内は勿論、日本でも有数な工業都市であり大気汚染に関しては重要施策の一つとして市当局・道でとりあげている。

室蘭市は昭和40年煤煙規制法の指定都市として予定されているが、このため昭和38年12月から1年半にわたって室蘭市内10数箇所に降下、浮遊煤塵、亜硫酸ガスの測定器を設置、大気汚染の調査を続けてきた。この結果、蘭央・蘭東地区で降下煤塵が多量に認められたほか、SO₂の危険度オーバーの含有量が数回にわたり記録され局地汚染が激しいことが認められた。室蘭気象台の調査によると風の状態が重要な条件を占め、冬期間北または北西の強風が海から陸に向けて吹くが、このため工場や民家の煙突から出た暖かい煙は上空で冷され、発源地から約500~1000 mの幅で煤塵、SO₂が降下付近の空気は汚される。このとき地表面から上昇した煙は層をつくって高空に一時停滞するため、大気の温度は上がり暖かく下が低い状態の「逆転層」ができています。この逆転層の出来方に本州の工業都市と違いがあり、空気の汚染状態に差があらわれる室蘭では港湾の海水の温度が気温より高く、地表近くの空が暖められるため室蘭の「逆転層」は大都市と比べ100~200 mも高く、300~400 mの上空に位置している。この状態を「天井が高い」といい、「天井が低い」大都市に比べて空中の煤煙の密度は薄い。また工場地帯が密集している大都市では、煙の発源地は面状の汚染源（面源）になっているが、室蘭では工場地域が散在していて、一般民家と工場とは煙の高さがまちまちで点状の汚染源（点源）をなしているため一部の地域が汚されるおそれがあるが、その他の地区にはそれほどの影響はないという。室蘭は一般に風が強く煤煙が長く1カ所にたれこめることはあまりないこと点源汚染が特徴といえよう。

次に空気汚染の一部を占めている塵埃について述べると、空気中の塵埃は不潔な床や衣類と人の動き、物体の移動等によって発生し塵埃の主成分は普通土砂であるが、家庭では繊維屑を多く含み、都市では沈降煤煙が多くなる。その他食物の一部や人体からの分泌物、植物質からなる粉塵、細菌なども含まれるが、これらの有機性塵埃が多いほど人的汚染が甚だしいと考えられる。

ここで粉塵の性格をとりあげてみると、空気中には微粒子状のものからガス状のものまで多くの種類の異状物質が含まれている。微粒子状のものは粉塵 (dusts)、蒸気 (clouds) にわけて考える。両者の区別は粒子の大きさであるとするが実際問題としては区別はなかなかむずかしい。

粉塵は固体が粉碎されて微粒子となったものであり、蒸気は固体、液体が加熱されて一応ガス分子状になって空気中に出たものが、冷却されて大きな粒子となり、浮遊した形をとっているものである。また蒸気の粒子の小さなものは煙である。塵埃というのはこの3つの総合である。

室内で発生する塵埃は普通には一度沈着したものが衝撃によって再び浮遊したものであり、粒子径は一般に大きく $10\sim 50\mu$ 位である。喫煙、暖房、調理によって発生する煙も塵埃の一種であるが、粒子径は小さく (1μ 以下) 容易に沈降しない。特に都市大気中に停滞する煙塵は極めて小さい微粒子からなっている。塵埃粒子の沈降速度は Stokes の法則に従い比重 1、球状粒子は径 100μ ならば 18 m/mm 、 10μ で 18 cm/mm で、 0.2 cm/hr である。従って微粒子ほど飛散性、

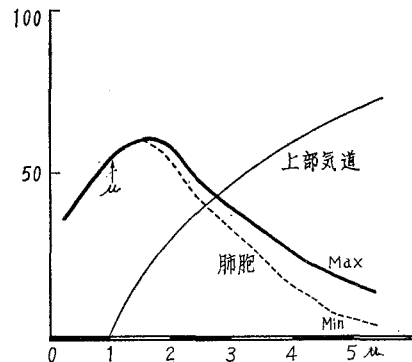


図-2 塵埃の粒子の大きさと呼吸器への沈着

遠達性も強く、大気煤塵のような微粒子は閉め切った室内にも外気から容易に侵入する。また呼吸においては、大きい粒子ほど上部気道で沈着し易く肺に達して沈着するのは 1μ 前後で最高となる。 0.5μ 以下になると肺胞でも沈着し難くなる (図-2)。

普通室内環境における発塵量は、掃除の際や混雑した百貨店などで 1 m^3 中数 mg 程度のものである粒子数として表わすと、 $200\sim 3000$ 個/ m^3 位で、これは主に大気煤塵濃度に左右される。

以上塵埃についてデータを添えて述べたが、これらの塵埃が人体にどのように影響をおよぼし、またそれを防ぐ対策はどのようにしたらよいか一般的に極く簡単に述べたい。

これらの塵埃は、それほど有害なものではないかも知れないが直接目に触れるので空気汚染物質としては最も不快感あるいは不潔感を与えるものである。また有機性塵埃はアレルギー性の刺激症状を起し易く、鼻および咽頭カタル、時には喘息、嘔気、発熱の原因ともなり、特に春季には各種皮膚疾患の誘因にもなるといわれる。

次に空中細菌も問題になろうが、これは主に土壌や地表塵埃が原因であって、人・動物・植物の密度・土壌の種類・気温・湿度・風向・風速などによって消長する。

上層大気中では大部分が好気性芽胞菌である。室内では衣服が主な原因になり、この場合には口鼻から細菌で強く汚染されていると思われる。室内空気中の細菌は、比較的大きい粒子

の塵埃に伴って存在する場合が大部分で、細菌数は粗粒子塵埃量に比例する。従って空中細菌数は粗粒子塵埃量の指標として意義がある。空中細菌はほとんどすべて非病原性であるといつてよく、その濃度は呼吸器疾患の感染率とはあまり関係がない。しかし空中細菌数が著しく多く、それが不潔な環境に基づく場合には、皮膚感染や食品汚染の機会を多くすることになる。呼吸器系伝染病の感染は換気や殺菌処理にはそれほど期待できないといわれる。

○対 策

大気汚染の制御については

1. 燃焼方法の改善→石炭の完全燃焼, 自動車の排気ガスの再燃焼等
2. 防塵装置→コットレル電気集塵装置・電気沈降方式等
3. 汚染物排出方法の改善
4. 法規による取締
5. 都市計画

室内塵埃についての主要な対策としては換気である。

表—2 空中塵埃測定例 (東京都)

場 所	塵 埃 個 数 / ℓ				塵 埃 重 量 (mg/m ³)
	12 μ	7 μ	1 μ	0.6 μ	
百貨店・街路など	78~1100	560~1600	90~770×10 ³	290~2800×10 ³	1.6 ~9.7
静かな部屋	17~ 46	150~ 460	280~800×10 ³	550~3600×10 ³	0.12~0.50
大気 (地上 10 m)	7~ 24	63~ 700	76~910×10 ³	280~4100×10 ³	0.23~0.48

注) 噴射式・塵埃計算器による。

表—3 体育館の塵埃数 (斎藤功氏調べ)

時 季	名 称	個/cc	床 面 積 (m ²)	備 考 (使 用 状 況)
秋 (31.10) 窓 開 放	K	202	579	バスケット練習中・競技者 30 人・観衆 10 人
	T	206	2640	体操競技会・競技者 20~150 人・観衆 6000 名
	I	886	1740	アイススケート場・滑走者 600~700 人・窓閉鎖
	R	487	1364	ローラスケート場・滑走者 30~80 人
冬 (32.3) 窓 閉 鎖	K	1559 1273		10 AM~2.0 PM・バスケット大会・観衆 1000 名 3 PM~4.18 PM・観衆なし・部員のみ 20~30 名
	T	603		床上 1760 m ² で約 400 名・ダンスパーティー
I・R は 冬 季 と 大 差 な し				

注) 1 cc 中の粒子の数

100 以下 清浄, 200~400 中等度, 400 怒限濃度, 400~800 高度, 800~ 危険発塵。

一般建築物では、室内外の温度差と風速とを原動力として建物の隙間・窓・扉・換気筒などを通して自然換気が行なわれる。換気量は次式のように計算される。

$$V(\text{m}^3/\text{hr}) = C \cdot A \cdot V \times 3600$$

V : 換気量

C : 流量係数

A : 開口部の有効面積 m^2 (室内全開口面積の $1/2$)

V : 換気口における直角な風速で

$$V = 4.03\sqrt{h} \quad h: \text{室内外の圧力差 mmH}_2\text{O}$$

我々は、体育・スポーツの場である体育館が以上に述べた大気汚染によって室内空気がどの程度汚されているだろうか。特に室蘭の工業都市の性格から特別な影響があるかどうか、また運動自体によって室内にある塵埃がどの程度散乱し、我々にどの程度影響を及ぼすのであろうか、その汚染の度合は、どのような因子によって左右されるのであろうかというのが本研究の骨子である。

室内空気の汚染を防ぐには、換気と気積が重要な要素である。換気とは新鮮な空気を室内に送りこんで、汚染した空気を排除することである。気積とは、室内で1人の占める空間の容積で、床上4m以上の空間を除いた在室者1人当りの空間の容積をいう。

学校建築では生徒1人当り 1.25 m^3 以上、工場では1人当り 10 m^3 以上になっている。換気量も1時間に室内に取り入れられるべき空気の量は成人で安静時 33 m^3 、労働時 50 m^3 、小児 17 m^3 、一般家庭では平均 27 m^3 は必要である。

換気量 Q と換気回数はつぎの公式で計算される。

$$Q = 2.303 \times V \times 10 \frac{P_1 - a}{P_2 - a}$$

$$(P_1 - P_2) Q \times \frac{1}{V} = \text{毎時換気回数}$$

a : 外気の CO_2 濃度

P_1 : 室内 CO_2 濃度

P_2 : P_1 測定から一定時間後の室内 CO_2 濃度

V : 室の容積 (m^3)

Q : 換気量

III. 調査の方法

(1) 調査期間

昭和40年4月10日～11月10日

(2) 調査対象

室蘭市内の小學校	3校
室蘭市内の中學校	3校
室蘭市内の高校	3校
室蘭市内の大学	1校
合計	10校

室蘭市内の小・中・高校計33校中より市内を、室蘭市の地域的特性を考え、3域に分類し、蘭東・蘭央・蘭西に区分し、更にその各域中より任意に小・中・高1校を抽出し、当大学を1校加えて10校を選出した。

(3) 使用測定機器

(イ) 北川式亜硫酸ガス検知器

(ロ) 北川式一酸化炭素検知器

(ハ) 北川式炭酸ガス検知器

測定範囲 (イ) 0~300 p.p.m. 100/sec C型 低濃度用(真空法)

(ロ) 0~1000 p.p.m. 300/sec C型

(ハ) 0~7000 p.p.m. 100/sec B型

最低目盛 (イ) 5 p.p.m.

(ロ) 100 p.p.m.

(ハ) 300 p.p.m.

検知限度 (イ) 1 p.p.m.

注) 亜硫酸ガスの労働衛生上の許容濃度 5 p.p.m.

(ロ) 1 p.p.m.

注) 一酸化炭素の公衆衛生上の許容濃度 100 p.p.m.

(ハ) 50 p.p.m.

注) 炭酸ガスの公衆衛生上の許容濃度 1000 p.p.m.

(ニ) KYS・PORTABLE AIR SAMPLER (A.C., D.C. 兼用)

電源 100 V 50~60 ∞ A.C.

12 V 3 A D.C.

流量計 フローレーター直読

流量目盛 3 l/min~22 l/min

Motor 12 V 15 W A.C, D.C.

使用濾紙 40 mm 幅×14 m

採塵法 30 mm 円の採塵 約48個

(ホ) KYS 光電池式汚染濃度測定器

ZERO METHODE 方式 A.C. 100 V 50~60 ∞

1.0~2.5 mg/m³

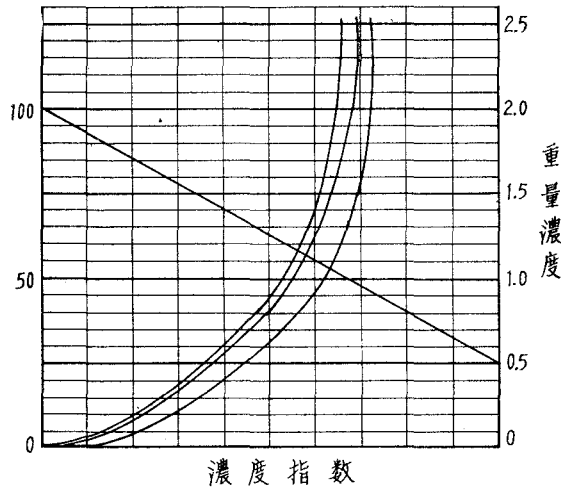


図-3 KYS 光電池式汚染濃度測定器誤差濃度換算表

(へ) 携帯用電気集塵器 (Portable Electrostatic Precipitater)

85 V ~ 105 V 50 ∞ 18 ℓ/min

60 ∞ 20 ℓ/min

(ト) 毛髪湿度計

(チ) 乾球温度計

(リ) 風車風速計

注) 電気集塵器の集塵管の内側にセルロイド筒を挿入してセルロイド管の内側に粉塵附着させて直接化学天秤を用いて重量を測定するのであるが、次のような問題がある。

セルロイド筒は重量割合に表面積が非常に大きいために湿度の影響を受け完全に乾燥させたものは天秤で秤量している間にも水分を吸収して徐々に重量を増してしまふ。このため我々は粉塵濃度を乾燥状態における重量濃度として表わす方法をとった。

測定に用いるセルロイド筒は天秤室に予め放置して、そのままの重量を測定し、その時の湿度を測定しておき集塵後再び天秤室に放置後秤量する。2回の測定の差はそのときの湿度における粉塵の重量となるのであるが、第1回と第2回の秤量時に湿度が数%も違うならそのための補正を行なわねばならない。この補正値を求めるために8本のセルロイド筒を毎日測定し同時に湿度を記録した。

重量と湿度との関係は図-4に示した通りであるが、相対湿度60~90%の間では、直

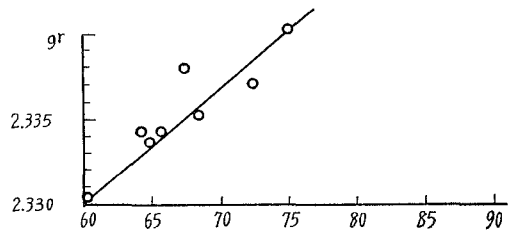


図-4

線回帰は2.5%以下の危険率で有意であった。補正係数は、この直線の方角係数によって定まる。その値は0.4976 mg/1% RH、この係数を用いてセルロイド筒の湿度による重量変化を補正する。

IV. 検討の順序

○調査の方法と内容

調査校は、小学校は 常盤 (32 学級, 1491 名, 蘭西地区)
 大沢 (29 学級, 1297 名, 蘭央地区)
 東園 (25 学級, 1140 名, 蘭東地区)
 中学校は 港南 (19 学級, 917 名, 蘭西地区)
 鶴崎 (36 学級, 1794 名, 蘭央地区)
 蘭東 (34 学級, 1905 名, 蘭東地区)
 高等学校は 清水 (26 学級, 蘭西地区)
 商業 (18 学級, 津央地区)
 栄 (27 学級, 蘭東地区)
 大学は室蘭工業大学 (1500 名, 蘭東地区)

の10校を任意抽出した(蘭央・東に工場群が集っている)。

○体育館の状態によってもデータの差異が出ることを予想して、次のような項目を調査した。

1. 体育館の建材(木造, 耐久材)
2. 建築後の経過年数
3. 体育館の清掃状態を各校同程度の時調査するよう注意した。
4. 体育館の広さ(容積)
5. 体育館を使用する人数を各校同規模にするよう注意した。
6. 体育館内の湿度・気温
7. 体育館の使用前の塵埃量(地上1m, 中央と隅の2カ所)
8. 体育館の使用中の塵埃量(50分間)
9. 体育館の使用後の塵埃量(5分, 10分)
10. SO₂, CO, CO₂の検定

○7, 8, 9については各校とも2回ずつデータをとった。

○7, 8, 9については体育館の状態(1~4)によって影響されるかどうか。

○気象条件と塵埃量の関係について(四季別にどうか)

表-4 塵埃量の判定表

塵埃重量 (mg/m ³)	判 定
5	中 等 度
10	許 容 度
20	禁 忌 度
30	危 険 度

国立公衆衛生院

- 体育館で行なう種目と塵埃量の間には関係があるか。
- 運動中の人数と体育館の大きさとの間に塵埃量に及ぼす影響はどうか。
- 塵埃の人体に及ぼす影響 (許容限度を超えた場合, 時間及び頻度の問題)
- 体育館の地域的立地条件が塵埃に及ぼす影響について。
- 影響するところに対する対策。

以上のような項目の調査を行ない順次検討することにした。

- データ集録については次のような調査カードを使用した (表-5)。

表-5 塵埃調査表

調査年月日	年 月 日			
学 校 名				
気 象 体 育 館 内 の	気 温	C°	換 気 の 状 態	
	風 速	m	立 地 条 件	
	湿 度	%	建 築 年 月 日	年 月
	気 温	C°	建 築 様 式	鉄筋・モルタル・木造
	湿 度	%	体 育 館 の 清 掃 状 態	
使用前の塵埃量	塵埃の化学成分 (分析)			
使用中の塵埃量	体育館周辺の塵埃の量			
使用後の塵埃量	体 育 館	SO ₂ の 量		
使用中の運動種目名		CO ₂ の 量		
使用人数		CO の 量		
体育館の広さ	大 気	SO ₂ の 量		
1人当りの面積		CO ₂ の 量		
		CO の 量		

V. 測定結果と考察

(1) ガス及び塵埃量の測定は III の調査の方法の項に記述したように2種類の測定器によって計測した。

ガス濃度の測定は屋内・外とも高さ1mの所で2回検査 (5分間隔) しその平均値とした。

塵埃量は K.Y.S., PORTABLE AIR SAMPLER と, PORTABLE ELECTROSTATIC PRECIPITATOR の2種類を使ったが, K.Y.S., SAMPLER は測定値が重量濃度で表わされるので比較する場合に使用できるが, 今回は塵埃重量のみをとりあげたので, この計器の使用は第2報に使用することにした。携帯用電気集塵器によるデーターを主に使用したが, この集塵

器については III の (注) による手続を行ない、且つ下記の式によって集塵量を算出した。測定の高さ床より 1 m 体育館壁寄りの中央 10 分間の測定で mg/m^3 の単位で算出した。

集塵前のパイプ管 x_1

集塵後のパイプ管 x_2

集塵量 (補正值 III の (注) による) x_3 $x_2 - x_1 = x_3$

1 分間の吸引量 y_1

吸引時間 t

総吸引量 $y_2 = y_1 \times t$

$Y = x_3 \times \frac{1000}{y_2}$ で表わされる。

(2) 各項目別の比較検討

季節・学校別の運動 (バスケットボール・ドッジボール・ピンポン) 中・終了後 5 分、10 分に各々 10 分間体育館において集塵した。使用人数・種目・清掃状態等は表-6 に示すとおりである。尚、A~F までは高・中、G~I までは小学校、K、L は大学である。

表-6 季節・学校別の運動中・終了後 5 分、10 分の塵埃 mg/m^3 と、使用人数・種目

季節	校名	運動中	運動終了後 5 分	運動終了後 10 分	体育館使用人数	運動種目	体育館の清掃状態
夏	A	40	33	21	53	バスケットボール	普
秋	A	46	38	18	56	"	"
夏	B	44	31	20	55	"	不 良
秋	B	54	38	19	60	"	"
夏	C	43	34	22	54	"	"
秋	C	52	36	17	51	"	"
夏	D	21	17	10	55	"	良
秋	D	27	18	8	54	"	"
夏	E	38	33	10	62	"	"
秋	E	51	31	15	59	"	"
夏	F	19	16	11	55	"	"
秋	F	28	14	5	54	"	"
夏	G	18	11	4	53	ドッチボール	"
秋	G	26	14	4	57	"	"
夏	H	21	15	5	55	"	"
秋	H	25	19	4	56	"	"
夏	I	20	18	9	58	"	"
秋	I	27	19	4	54	"	"
夏	K	48	39	23	44	バスケットボール	"
秋	K	61	44	21	41	"	不 良
夏	L	58	42	28	45	徒手・卓球	良
秋	L	76	52	24	44	"	不 良

イ) 運動中の夏と秋の塵埃量

運動中の夏と秋の塵埃量を比較すると、各校とも夏が少なく、秋が多い(図-5)。

ロ) 運動中と運動終了後5分の夏・秋の塵埃量

運動中と運動終了後5分の夏・秋の塵埃量を比較すると、夏季よりも秋季のほうが5分後の塵埃量の減少が多く、特に小学校において著しい(図-6)。

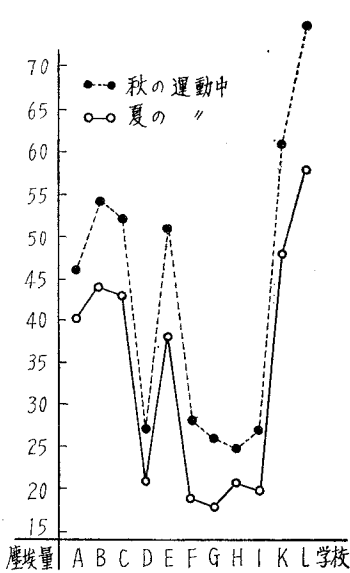


図-5 運動中の夏と秋の塵埃量の比較

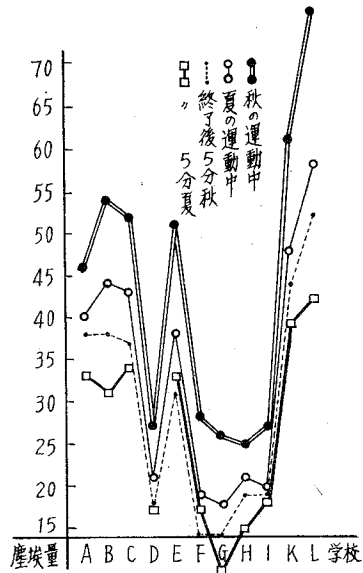


図-6 運動中と運動終了後5分の夏・秋の塵埃量の比較

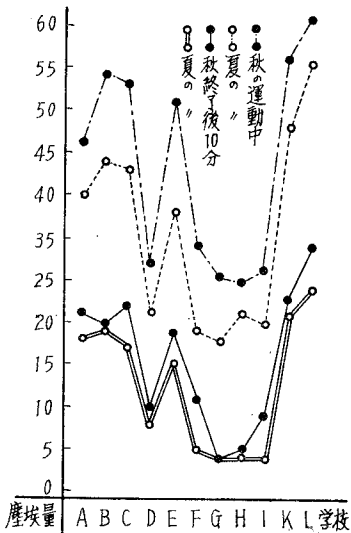


図-7 運動中と運動終了後10分の夏・秋の塵埃量の比較

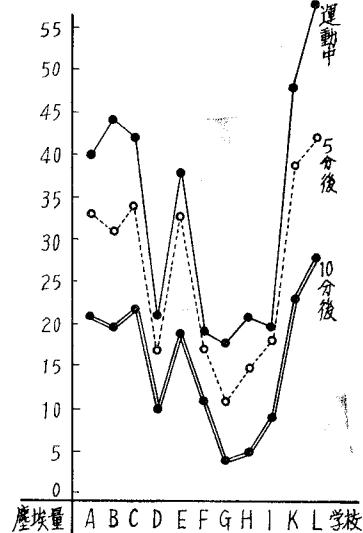


図-8 夏の運動終了後5分、10分の換気による塵埃の減少

ハ) 運動中と運動終了後10分の夏と秋の塵埃量

運動終了後10分の夏・秋の塵埃量を比較すると、夏季よりも秋季の塵埃量減少が著しく、絶対量の少ない夏季の減少量より更に秋季の減少量が上回っている(図-7)。

ニ) 季節別の塵埃量

夏と秋の塵埃量(運動中、5分後、10分後)をまとめたグラフが図-8と図-9である。要約すると、同じ体育館ではほぼ等しい人数で同様の運動をするときは夏季より秋季のほうが塵埃量

が多く、夏季において終了後5分後の量は運動中と差は少なく、10分後において漸く差が現われる。秋季においては5分後に相当量の換気効果が現われ、10分後においてはそれが著しいといえる。

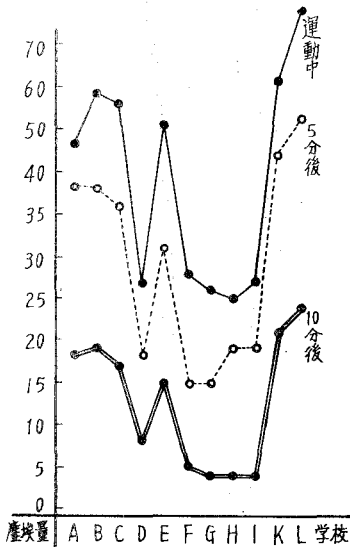


図-9 秋の運動終了後5分、10分の換気による塵埃の減少

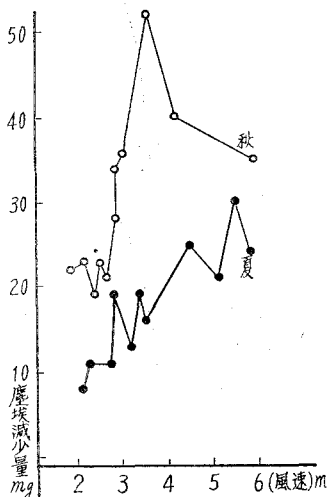


図-10 運動終了後10分の風速と塵埃減少量

表-7 運動終了後10分の風速と塵埃減少量

学校別	減少量	風速	天候
A	19	3.4	晴
A	28	3.0	"
B	24	5.9	曇
B	35	2.1	晴
C	21	5.1	"
C	35	5.9	"
D	11	2.9	"
D	19	2.3	"
E	19	2.9	"
E	36	3.0	"
F	8	2.1	"
F	23	2.5	曇
G	14	3.2	"
G	22	1.9	晴
H	16	3.4	"
H	21	2.6	"
I	11	2.2	"
I	23	2.1	曇
K	25	4.5	"
K	40	4.1	晴
L	30	5.5	"
L	52	3.4	"

表-8 塵埃量と湿度

季節別	学校別	運動中の量	体育館の湿度	天候
夏	A	40	85	晴
秋	A	46	78	"
夏	B	44	86	"
秋	B	54	73	曇
夏	C	53	82	晴
秋	C	52	75	"
夏	D	21	89	"
秋	D	27	67	"
夏	E	38	82	"
秋	E	51	73	"
夏	F	19	83	"
秋	F	28	71	"
夏	G	18	92	曇
秋	G	26	77	"
夏	H	21	86	晴
秋	H	25	70	"
夏	I	20	92	"
秋	I	27	71	"
夏	K	48	94	曇
秋	K	61	79	"
夏	L	58	88	晴
秋	L	76	68	"

注) 運動終了後より10分間に3度屋外で風速を計測しその平均値。

ホ) 運動終了後10分の風速と塵埃減少量

運動終了後10分の塵埃量と風速とを調べてみると、表-7と図-10となる。夏季・秋季とも塵埃減少量は風速が大きくなると多くなる傾向が認められるが、夏季においては秋季よりも風速が同じでも減少量が少くない。

ヘ) 季節別の運動中の塵埃量と湿度

季節別の湿度と運動中の塵埃量は表-8のとおりであるが、夏・秋の間には差がある。湿度と塵埃量は密接な関係は認められない。我々の調査では学校により、体育館の広さが違うため湿度と塵埃量の比較はできないが、同じ学校の体育館の比較では湿度の高いときは塵埃量は少くないということは認められる。

ト) 季節別の運動中の塵埃量と床面積

夏・秋の運動中の塵埃量と床面積の関係は表-9と図-11であるが、夏・秋とも床面積が増大すると塵埃量

表-9 塵埃量と床面積

季節	校名	運動中の量	体育館床面積
夏	A	40	852.2
秋	A	46	852.2
夏	B	44	396.0
秋	B	54	396.0
夏	C	43	475.2
秋	C	52	475.2
夏	D	21	943.8
秋	D	27	943.8
夏	E	38	831.6
秋	E	51	831.6
夏	F	19	1046.1
秋	F	28	1046.1
夏	G	18	960.3
秋	G	26	960.3
夏	H	21	669.9
秋	H	25	669.9
夏	I	20	874.5
秋	I	27	874.5
夏	K	48	534.6
秋	K	61	534.9
夏	L	58	198.0
秋	L	76	198.0

表-10 塵埃量と気積

季節	校名	運動中の量	1人当りの容積
夏	A	40	160.8
秋	A	46	152.1
夏	B	44	50.4
秋	B	54	46.2
夏	C	43	61.5
秋	C	52	65.2
夏	D	21	120.1
秋	D	27	122.3
夏	E	38	93.8
秋	E	51	98.6
夏	F	19	133.1
秋	F	28	135.6
夏	G	18	122.2
秋	G	26	117.9
夏	H	21	85.2
秋	H	25	83.7
夏	I	20	105.5
秋	I	27	113.3
夏	K	48	85.0
秋	K	61	91.2
夏	L	58	44.0
秋	L	76	45.0

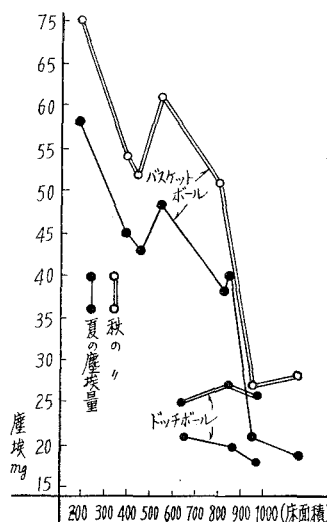


図-11 夏・秋の運動中の塵埃量と床面積

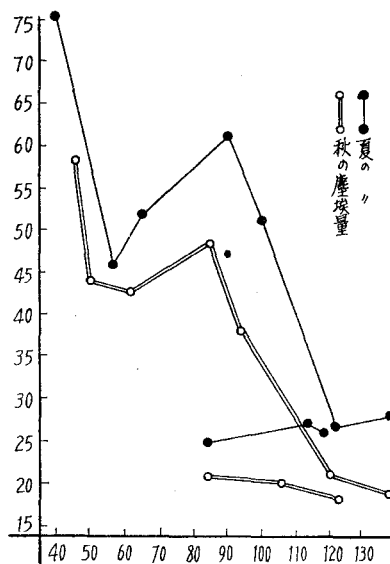


図-12 運動中の塵埃量と気積

が少なくなり、運動中の塵埃量であるから種目によって相当異なるのはいうまでもない。図-11に示されるとおりドッジボールでは塵埃量は床面積に比し変動は少なくない。

チ) 運動中の塵埃量と気積

季節別の運動中の塵埃量と気積の関係は表-10と図-12である。
1人当りの容積が大であると塵埃量が少なくなるのは当然であるが、運動の種目により運動の状態により塵埃の発現量が異なる。

リ) 運動中のCO₂の量と気積

運動中のCO₂の量と気積は表-11と図-13に示されるとおりである。1人当りの容積が大であるとCO₂量の検出は少なくなるが、運動状態(量)によっては著しい差はない。むしろ人数と広さとの間の関係がCO₂に及ぼす影響は大であるようである。恕限度は0.07~0.1%であるから完全に恕限度を超えたのは2例でこの場合狭い場所で、運動量が多かったのが原因であろうと思われる。

ヌ) CO・SO₂について

上記ガス濃度の測定はいずれの箇所も検出不能に終わった。最近の公害対策が進歩したことによるが、前項で述べたように室蘭地方の特殊な気象状況に負うところが大きく、局地的汚染はみられても学校の存在する周辺には検出できなかったとみるのが当然であろうと思われる。従って立地条件が工場周辺にあり、環境不良とみられる学校でも各種ガスの影響はないものとみられ、大手の工場で採用している除塵装置の効果もあって、工場からの媒塵の影響もごく局地的汚染にとどまっているといえよう。

(3) 各項目毎に述べて来た事がらを総合的に考察をまとめると、

表-11 CO₂の量と気積

学校別	CO ₂ の量	1人当りの容積
A	0.04	160.8
A	0.04	152.1
B	0.07	50.4
B	0.06	46.2
C	0.06	61.5
C	0.08	65.2
D	0.04	120.1
D	0.03	122.3
E	0.04	93.8
E	0.04	98.6
F	0.02	133.1
F	0.04	135.6
G	0.03	122.2
G	0.04	117.9
H	0.05	85.2
H	0.06	83.7
I	0.04	105.5
I	0.03	111.3
K	0.06	85.0
K	0.05	91.2
L	0.12	44.0
L	0.13	45.0

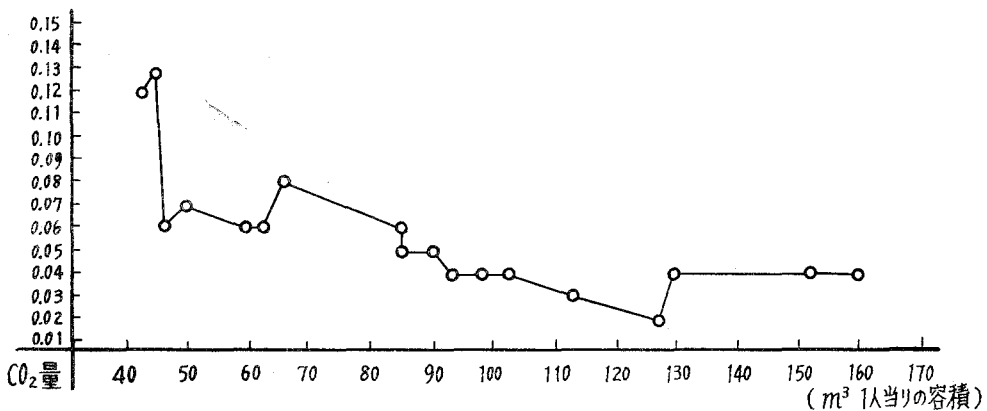


図-13 運動中のCO₂の量と気積

運動中の塵埃量は、体育館の建材、新旧にかかわらず、次のようにいえると考えられる。人為的な要件として、

運動中の塵埃	}	人数
		広さ (体育館の1人当りの容積)
		運動の種目 (運動量の大小と動的であるということ) 等に影響
		体育館の清掃状態

等に影響される。更に自然条件として、風速 (換気の場合又は窓を一部開放しての体育館の使用)、湿度、気圧等が考えられる。

VI. 第1報のまとめ

今回の本研究は予備実験的な域を出ないが、今後、ある特定校において各シーズン別に統計的に十分なデータを集めることが必要で、運動種目によってどのように塵埃が発現するかを主軸に人数との関係、気象条件等によってどのように左右されるか、どのような相関関係が成立するかを検討してみたい。更に人体に与える影響として最近気圧の変動によるゼンソクの発生等の研究が各方面でみなされているが、高気圧におおわれている場合、花粉胞子、ほこり等が気管支炎やゼンソク等の障害を引き起すと考えられていることから、これらの関係や強制換気装置の是非等々も調査検討すべきではないかと考えられる。 (昭和41年4月30日受理)

参 考 文 献

- 1) 日本体育学会：保健体育学講座，巻1，昭和33年。
- 2) 勝沼晴雄：煙霧の文明，1963年。
- 3) 庄司 光：環境の衛生学，1962年。
- 4) 川崎近太郎・末永泉二：環境衛生学，1963年。
- 5) 三浦登彦・木村菊二：粉塵測定法，1965年。