研究報告

小学校環境学習における空气中浮遊粉塵 簡易測定法の検討

－重量濃度測定との比較を通して－

寒川 茂

奈良市立二名小学校

The Evaluation on Simple Methods of Measuring Air-Borne Dust
for the Environmental Learning in Elementary School
－ Compared with the Method of Mass Concentration Measurement －

Shigeru SAMUKAWA

Nimyou Elementary school, Nara City

(受理日 2007 年 2 月 27 日)

Key words: air-borne dust, mass concentration measurement, air contamination checker
environmental learning, elementary school

1 はじめに

今日、大気汚染や水質汚濁測定用のキットが数多く販売され、誰もが簡単な方法で環境調査ができるようになってきた。学校現場においても、教師と子どもたちが、これらキットを含めた簡易的方法により、地域の環境を調査する活動が盛んに行われている。しかし、簡易的方法とはいえ、その調査で得た結果というものは、子どもたちが次のアクションを起こしていくための大きなきっかけとなり得るものである。このことを考えると調査結果の持つ意味は大きい。したがって、これら簡易的方法により得られた結果が、国や県などが行っている公定測定との比較において、どれだけ真の値に近似するものかを事前に把握しておくことは、子どもたちの環境調査活動を指導・助言し、学習を支えていく立場にあるものとしては是非とも必要であると考えた。

そこで、様々な環境調査項目の中から、筆者自ら授業実践した経験のある空气中浮遊粉塵に焦点を当て研究を行った。現在、浮遊粉塵の公定測定

法として、エアーサンプラーを用いた濾過捕集による重量濃度測定法が一般的に用いられている。一方、簡易測定法としては、浮遊粉塵をサンプリングした濾紙の色とカラスケールの色を比較して汚染度を評価する「空氣の汚れチェッカー」と呼ばれるキットが販売されている（以下「空氣の汚れチェッカー法」と記す）。また、中学校における実践例として、透明粘着テープを用いてテープに付着した粉塵の個数を顕微鏡を用いて計数する方法（以下「透明粘着テープ法」と記す）が報告されている（重藤 1998）。これら2つの簡易測定法は、小学校の環境学習において、身近な物を利用した簡単な方法で空氣の汚れを調査するのに適したものと考えられる。

本研究は、公定測定法である重量濃度測定法と2つの簡易測定法による測定を並行して実施し、その結果を比較検討することにより、これら簡易測定法がもつ問題点やその解決のための方策を明らかにし、今後の小学校における環境学習の向上に資することを目指すものである。

問い合わせ先 〒631-0072 奈良市二名一丁目3716-1 奈良市立二名小学校

2 研究のアプローチ

2.1 空気の汚れチェッカー法について

簡易測定法としての空気の汚れチェッカー法は、酸性雨調査研究会¹⁾が考案したもので、キットを購入し、ペットボトルとバケツを用意すれば、簡単に空気の汚れを調べることができるものである。使い方は、底に穴を開けたペットボトルをバケツに浸し、濾紙をはさんだホルダーをペットボトルの口に差込み、ボトルを持ち上げてバケツから出すことにより、水がボトルから落ち、1.5Lの大気が濾紙を通過する。この操作を6回繰り返すことにより、9Lの大気中の粉塵が捕集され、粉塵が付着した濾紙の色を12段階のカラースケールと比較し、空気の汚染度をみるものである。この方法について空気吸引総量についての最良の条件とカラースケールが屋外と屋内の測定サンプルに使用可能か否かについて検討することを目指した。

2.1.1 空気吸引総量について

はじめに、取扱説明書にある9Lという空気吸引総量についての検討を行った。その理由は、わずか9Lの空気の吸引で、濾紙に色が付くほどの粉塵が付着するものであろうかという疑問である。粉塵濃度が高いと予想される場所のサンプリングであれば、9Lの空気吸引である程度の色が付く可能性はある。しかし、子どもたちが校区周辺を調査することを前提に考えた場合、大都市の真ん中のように粉塵濃度が高いと予想される校区はともかく、住宅地や山間部のように粉塵濃度が低いと予想される校区の場合、全く着色せず目視で評価することが不可能、あるいはこのために場所による比較が不可能な事態が起こり得るのではないかと。そこで、空気吸引総量を標準の9Lとともに、2倍の18L、3倍の27L、そして、5倍の45Lと条件を変え、さらにサンプリング場所も粉塵濃度がさまざまであると予想される場所を選定することにした。ただ、解説書において9Lの空気吸引総量が標準とされているにもかかわらず、2倍～5倍の空気を吸引し、その濾紙の色

とカラースケールとを単純に比較してよいものかどうかという疑問がでてくるであろう。このことについて、カラースケールが製作された過程から若干説明を加えておきたい。評価に用いるカラースケールの色は、東京の浮遊粒子状物質を濾紙上に集めてその色を正確に顔料で再現し、等量混合法で中間色を作る方法で12段階に作成したものの（酸性雨調査研究会 2000）であり、標準粉末を発塵容器内で発塵させ、それを濾紙上に捕集し標準試料として作成した動的標準作成法によるものではない。つまり、空気中の粉塵濃度を絶対的に求めるものではなく、このカラースケールは、その12段階の色と濾紙の色を比較することにより相対的な数字で評価することにより、それぞれの場所における汚染度を評価するものである。このことから、すべての場所における空気吸引総量を同一にすれば、その条件下で得たサンプルの色とカラースケールを比較して相対的に評価しても差し支えない。なお、本研究では、ペットボトルを使用せず、ミニポンプのエアーサンプラーを使用し、その吸引空気量を1.5L/minに設定し空気吸引を行った。その理由は、ペットボトルの水が1.5L落ちるのに2分30秒かかる。したがって、この操作を6回繰り返す標準の9Lの空気中の粉塵を濾紙の表面に捕集するためには、15分の時間を要する。さらに、18L、27L、45Lと条件を変え、サンプリングを行うには非常に長い時間を要するためである。

2.1.2 カラースケールについて

次に、さまざまな場所で粉塵をサンプリングした濾紙を、黒を基調としたカラースケールですべての比較が可能か否かについて検討を行った。その理由は、濾紙は、粉塵が付着することにより着色する。しかし、その色は粉塵の種類によって異なってくるものである。このことから、さまざまな場所でサンプリングを行い、このカラースケールがあらゆる場所でのサンプルに使用できるものか否かについても確認しておく必要がある。そのために、サンプリング場所は、屋外における自動車とかかわりのある道路周辺と自動車と直接かか

わりのない場所、そして、屋外とは全く状況が異なる授業中の教室内をあえて選定して実施することにした。

2.2 透明粘着テープ法について

簡易測定法としての透明粘着テープ法は、重藤が、中学校での実践において、枠に貼り付けた粘着テープを風上に向け、テープに付着した粉塵を顕微鏡で計数する方法を考案し報告したものである。重藤は、粉塵のサンプリング時間を5分間とし、透明粘着テープを地面に対し垂直に風上に向けサンプリングを行っている。また、テープに付着した粉塵を顕微鏡を用いて計数する際、ボールペンの先端のボールの幅を300ミクロンとみなし10ミクロン以下の粒子を計数している。そして、その結果は公共機関で測定された値と相関があると報告している（重藤 1998）。この透明粘着テープ法について、重藤の方法を参考に、粉塵のサンプリング時間、および粉塵のサンプリング面の向きと計数法について検討し、小学生でも調査ができるようにすることを目指した。

2.2.1 サンプリング時間について

はじめに、5分間というサンプリング時間について検討した。その理由は、空気の汚れチェッカー法でも述べたように、粉塵濃度が高いと予想される場所のサンプリングであれば、5分間で計数可能な粉塵が確保できる可能性はある。しかし、子どもたちが校区周辺を調査することを前提に考えた場合、大都市の真ん中のように粉塵濃度が高いと予想される校区はともかく、住宅地や山間部のように粉塵濃度が低いと予想される校区の場合、計数可能な粉塵を確保することが不可能、あるいはこのために場所による比較が不可能な事態が起こり得るのではないかと考えた。したがって、計数可能な、あるいは場所による比較が可能なだけの粉塵を確保するためには、できる限りサンプリング時間を長くしたほうが、計数不可能あるいは比較不可能となる危険性は低いと考えられる。ただし、実際に調査するのは小学生である。このことを考えると、できるだけ短時間でサンプリングが

終了することが望ましい。そこで、サンプリング時間をできるだけ長く、かつ、子どもたちが調査可能と考えられる15分間、30分間、60分間の3つの条件で検討した。

2.2.2 サンプリング面の向きと計数法について

次に、テープによる粉塵のサンプリング面の向きと計数法について検討を行った。その理由は、大気中に浮遊する粒子状物質は0.001～100ミクロンの広範囲にわたっている（片岡・竹内 1998）。そのため透明粘着テープに付着する可能性のある粉塵の粒径は、空気中を浮遊する粉塵すべてと考えられる。また、10ミクロン以上の大きな粒子は発生源から遠く運ばれることなく短時間で地上に落下する（小泉・岡田 1975）とされているが、10ミクロン以下のものは、大気中に長期間滞留する（田中・竹内 1998）ことがわかっている。このことを考えると、透明粘着テープの粘着面は地面に対して垂直方向のみならず、水平に置いた状態でも検討を加える必要があるのではないかと考えた。そこで、テープの粘着面を、地面に対して垂直に吊るした状態と水平に置いた状態でサンプリングすることにした。ただし、テープに付着した粉塵の計数方法について、本研究では、重藤のように10ミクロン以下の粉塵のみ計数するのではなく、テープに付着した粉塵すべてを計数することにした。その理由を以下に述べる。

重藤は、前述したように、その結果は公共機関で測定された値と相関があると報告している（重藤 1998）。確かに、大気中の環境基準値は、粒径が10ミクロン以下の粒子についてのみ定められており「1時間値の1日平均値が0.10mg/m³以下であり、かつ、1時間値が0.20mg/m³以下であること。」としている（奈良県 2006）。気道に吸入された粉塵は、その大きさによって沈着部位が異なり、その粒径が10ミクロン以上のものは、鼻咽頭部でとらえられ気管より奥の領域へ侵入することはない。これに対し、10ミクロン以下の粒子は気管より奥に侵入する（藤原 1985）ことになり、特に0.1～1ミクロンの粉塵は、肺胞内へ沈着する程度が大であると考えられている。

る(渡辺 1987 a)。日本における大気中粉塵の環境基準が、粒径10ミクロン以下の粒子に限定しているのはこのためである。しかし、大気中に浮遊する0.001～100ミクロンの粒子の中には、15ミクロンほどもある鉛の粉塵のように、肺胞へ達しなくても、上気道で体液に溶解吸収されるものもある。また、植物の花粉や鋸屑のように、25～30ミクロン程度の大きさであっても枯草熱や喘息発作の原因となりうる(渡辺 1987 b)ものもある。産業職場においては、粉塵暴露による塵肺の発症を予防するために、浮遊するすべての総粉塵濃度と7.07ミクロン以下の吸入性粉塵濃度の両方について許容濃度を勧告(日本産業衛生学会 1997)している。これは、粒子の小さい粉塵のみならず、粒子の大きい粉塵も健康に悪影響を及ぼすと考えられているためである。このことから、10ミクロン以上の粉塵も重要であると考えた。さらに、計数時において、顕微鏡をのぞき、しかもボールペンの先の幅の300ミクロンと比較しながら10ミクロン以下の粒子のみを計数していく重簾の方法は、小学生の子どもたちには困難であると思われる。サンプリングに際して、テープ前面に分粒装置を取り付けず、浮遊する10ミクロン以上の粉塵もすべて付着させるのであるから、テープに付着した粉塵すべてを計数する方が、小学生の子どもたちにとって計数しやすいのではないかと考えられる。

3 実験方法

3.1 サンプリング場所および日時

屋外7箇所(奈良市西登美ヶ丘道路横、奈良市中登美ヶ丘道路横、奈良市登美ヶ丘道路横、阪奈道路富雄インターチェンジ横、奈良市内マンションベランダ、大阪市内大学キャンパス中庭、奈良県磯城郡の農家の庭)と屋内1箇所(奈良市内小学校の授業中の教室)の8箇所において、平成10年7月から8月の午前7時から午後5時まで、重量濃度測定法と2つの簡易測定法について、後述の条件で10回ずつ並行してサンプリングを行った。

3.2 重量濃度測定法

ハイボリュームエアーサンプラー(柴田科学社製HV-500)に濾紙(柴田科学製テフロンバインダー T60A20型内径110mm)を装着し、分流装置を付けず、浮遊するすべての粉塵をサンプリングした。吸引空気量は600L/minに設定し60分間吸引した。8箇所において、それぞれ10回ずつサンプリングを行い合計80枚のサンプルを採取した。そして、濾紙を直示天秤(Mettler社製H54AR型)で秤量し、サンプリング前の濾紙重量との差を吸引空気総量で除し、浮遊粉塵濃度(mg/m^3)を求めた。

3.3 空気の汚れチェッカー法

濾紙ホルダーに濾紙(日本ミリポア社製ガラス繊維フィルター AP20型30×20mm)を装着し、ホルダーをシリコンホースに差込みミニポンプエアーサンプラー(柴田科学製MP-2N型)に接続する。吸引空気量は1.5L/minに設定し空気吸引総量を標準の9L、2倍の18L、3倍の27L、そして5倍の45Lと4条件を設定し、サンプリングを行った。今回は、重量濃度測定法と透明粘着テープ法を並行して実施するため、サンプリング条件を同一にすべく粗大粒子除去用キャップを取り付けずに浮遊するすべての粉塵をサンプリングした。8箇所においてそれぞれ10回ずつサンプリングを行い、合計320枚のサンプルを採取した。そして、濾紙に付着した粉塵による汚染度を12段階のカラースケールを用いて目視で評価した。

3.4 透明粘着テープ法

木製の板(5cm×4cm×0.5cm)に透明粘着テープ(NITTO社製NO.3301型:5cm×4cm)を貼り付け、測定場所において、水平に置いた状態で3枚(放置時間をそれぞれ15分間、30分間、60分間の3条件を設定)、そして紐で垂直に吊るした状態で3枚(放置時間をそれぞれ15分間、30分間、60分間の3条件を設定)のテープをセットした。8箇所において、それぞれ10回ずつサンプリングを行い、合計480枚のサンプルを採取した。そして、粉塵を付着させたテープに目盛り

付きスライドグラス（内田洋行社製CG-100-5型）を上から貼り付け、顕微鏡テレビ装置（中村理工工業社製ミクロビクスSR型）で検鏡し、粉塵の個数を計数した。目盛り付きスライドグラスは、 1cm^2 のマスに 0.01mm^2 のマスが10000個刻まれている。10000個のマスを、上段、中段、下段に分割し、それぞれ500マスずつの合計1500マスを無作為にサンプリングし、付着している粉塵を大きさに関係なくすべて計数した。

4 実験結果

4.1 測定結果

重量濃度測定法と2つの簡易測定法において、それぞれの条件下で10回ずつ測定した平均値を（表1）に示す。

重量濃度測定法と簡易測定法との測定値の相関を検討する場合、屋外の7箇所と屋内の1箇所を別けて処理し、屋内での測定結果に限り空気の流れチェッカー法とのみ相関をみることにした。その理由は、屋内におけるサンプリングは、授業中の教室であり、子どもたちの動きはなく、床上から粉塵が飛散する可能性は低い。また、窓をすべて閉め切った状態であったことから、屋外からの粉塵の流入の可能性も低い。したがって、授業中の粉塵の発生源は、黒板に書かれた字をふき取る時にのみ多量に飛散する白色チョーク粉塵と考えられ、屋外とは状況が異なるからである。また、8箇所のサンプリング場所のうち、1箇所を屋内の授業中の教室にしたもう一つの理由は、空気

汚れチェッカー法での評価に用いる黒を基調としたカラスケールが、白色チョークのような異質の粉塵が多量に飛散する場所でのサンプルの評価に使用できないことをあえて確認したかったからである。

4.2 重量濃度測定法と簡易測定法による測定値の相関

4.2.1 屋外における重量濃度測定法と空気の流れチェッカー法の測定値との相関

屋外における重量濃度測定法と空気の流れチェッカー法の測定値との相関については、図1のように、空気吸引総量を9L、18L、27L、そして45Lの4つの条件で空気吸引したすべてのサンプルにおいて1%有意の相関関係が認められた。その中でも27L空気吸引したサンプルにおいて最も高い相関係数がみられた。

4.3 屋外における重量濃度測定法と透明粘着テープ法の測定値との相関

屋外における重量濃度測定法と透明粘着テープ法の測定値との相関については、水平に置いた状態で15分間、30分間、60分間放置した3つの条件でのすべてのサンプルにおいて相関関係はみられなかった。しかし、図2のように、垂直に吊るした状態で15分間、30分間、60分間放置した測定値との相関は、60分放置した放置したサンプルにおいて最も高い相関がみられた。

表1 重量濃度測定法と簡易測定法における平均値

	測定場所	測 定 法											
		重量濃度測定法		空気の流れチェッカー法				透明粘着テープ法(水平)			透明粘着テープ法(垂直)		
		3600L (600L/min)		9 L	18L	27L	45L	15分	30分	60分	15分	30分	60分
		mean(mg/m ³)	SD	mean(カラスケール値)				mean(個)			mean(個)		
屋外	奈良市西登美ヶ丘道路横	0.077	0.029	2	3	4	8	3	4	8	4	6	8
	奈良市中登美ヶ丘道路横	0.09	0.012	2	3	4	9	5	9	13	5	6	9
	奈良市登美ヶ丘道路横	0.075	0.012	2	3	4	8	6	8	12	6	9	12
	阪奈道路富雄インター横	0.133	0.011	3	5	8	9	5	6	10	4	7	12
	奈良市内マンションベランダ	0.055	0.006	1	1	2	3	4	7	10	4	6	8
	大阪市内大学キャンパス中庭	0.071	0.007	1	2	3	4	3	5	10	3	4	5
	奈良県磯城郡の農家の庭	0.045	0.007	0	1	2	3	3	3	5	2	3	5
屋内	奈良市内小学校教室	1.599	0.505	0	0	0	1	23	52	76	7	7	11

** : 1%有意

図1 重量濃度測定法と空氣の汚れチェッカー法の測定値との相関

* : 5%有意 ** : 1%有意

図2 重量濃度測定法と透明粘着テープ法（垂直）の測定値との相関

4.4 屋内における重量濃度測定法と簡易測定法の測定値との相関

屋内の授業中の教室における重量濃度測定法と空気の汚れチェッカー法の測定値については、空気吸引総量を9L、18L、27L、そして45Lの4つの条件で空気吸引したすべてのサンプルにおいて相関関係はみられなかった。

5 考 察

空気の汚れチェッカー法について、重量濃度測定法との相関は、9L、18L、27L、そして45L空気吸引したすべての条件でのサンプルにおいて高い相関関係がみられた。その中でも27L空気吸引したサンプルにおいて最も高い相関がみられた。したがって、空気吸引総量は標準の9Lで測定は可能である。これら4つの条件のうち45L空気吸引したサンプルが最も相関が低い結果となった。表1からわかるように、45L吸引した7箇所のうち、その測定値の平均がレベル「8」～「9」となったところが4箇所ある。濾紙に集めた粉塵の色とカラースケールの色を比較する場合、カラースケールのレベルが低い場合は、徐々に黒色が強くなるため目視による評価はしやすい。しかし、レベルが高くなるにしたがって、どのレベルも黒色が強くなり、屋外の太陽の下では目視による色の判別がしにくく、レベルの判定に多少の誤差が生じた可能性がある。このことが、45L吸引の条件において最も相関が低くなった原因ではないかと考えられる。

屋内での授業中の教室については、重量濃度測定法での測定値の平均値（ $n = 10$ ）が $1.599\text{mg}/\text{m}^3$ と高濃度であったにもかかわらず、濾紙はほとんど着色せず相関はみられなかった。屋外において、最も重量濃度測定法の測定値が高かった阪奈道路富雄インター横での平均値（ $n = 10$ ）は $0.133\text{mg}/\text{m}^3$ であり、この値と比較すると授業中の教室での粉塵濃度は、その10倍以上の値である。空気の汚れチェッカー法で重量濃度測定法の値と最も相関の高かった27L吸引の値と比較すると阪奈道路インター横における平均値（ $n = 10$ ）は「8」、授業中の教室での平均値（ $n = 10$ ）は「0」

という結果であった。教室内の粉塵中のチョーク粉塵の割合は、硫酸カルシウム製チョークでは1/2程度、炭酸カルシウム製チョークで1/3程度である（熊谷・寒川他 1998）。したがって、今回濾紙が黒っぽく着色しなかったのは、黒板を拭き取ったときに多量に飛散する白色チョーク粉塵の影響が大きかったと考えられる。空気を吸引することにより濾紙に粉塵が付着して着色する。そして、その色は飛散する粉塵の種類や色によって異なるものである。したがって、この方法において評価に使用するカラースケールは、白色チョーク粉塵のように屋外とは明らかに異質の粉塵が飛散する場所において、空気の汚染度を評価できないことは予想していたことである。しかし、8箇所のサンプリング場所のうち、1箇所だけ屋外とは明らかに状況が異なる授業中の教室を選んだのは、あえてこのことをこの調査において確認しておきたかったからである。空気の汚れチェッカー法による4通りの条件において、27Lの空気吸引総量が最良の条件であることが明らかになった。また、黒を基調としたカラースケールは、自動車等から排出される黒煙の粒子が浮遊する屋外での空気の汚染度を調べる目的にのみ使用できるものであることが確認できた。

もう一方の透明粘着テープ法については、屋外7箇所の垂直に吊るした状態におけるすべてのサンプルにおいて相関関係がみられた。その中でも、60分間放置した測定値において、重量濃度測定法の測定値と最も高い相関が得られた。しかし、水平に置いた状態でのサンプルについては、すべて相関関係はみられなかった。重量濃度測定法は 1m^3 あたりに浮遊する粉塵の質量（mg）で結果を求めたものであり、透明粘着テープ法はテープに付着した粉塵の個数で結果を求めている。つまり、粒径の大きさに関係なくすべて1個として計数したものである。計数時に粒径の大きさを1個ずつ確認しなかったため、その大小の差および分布状況は定かではないが、垂直に吊るした状態より地面と並行に置いた状態でのテープの方に大きな粒子が多数付着していたことは事実である。このことは、水平に置いたテープに長時間

浮遊することができない降下煤塵が多数付着したものと考えられる。重量濃度測定法における浮遊粉塵の質量濃度と透明粘着テープ法における粉塵の個数、つまり、粒径の大きさや質量を無視した個数との相関関係を求めることには無理があった。このことが、水平に置いた状態でのすべての条件において重量濃度測定法との相関がみられなかった原因であると考えられる。

以上、2つの簡易測定法におけるサンプリングの最良の条件が明らかになった。しかし、まだ問題は残されている。それは、実際に子どもたちが、これらの方法を用いて空気の汚染度を調べる際、どのような目的で調査を行うのかということである。つまり、その内容や目的によって、これらの方法では調査し得ない場合もあるからである。

まず、空気の汚れチェッカー法について検討する。27L吸引におけるそれぞれの場所での平均値を比較してみる。これらの場所は、重量濃度測定法における測定値の幅が、その平均値において $0.045 \sim 0.113\text{mg}/\text{m}^3$ の環境である。西登美ヶ丘道路横、登美ヶ丘道路横、そして中登美ヶ丘道路横の3箇所がレベル「4」の同一値である。しかし、重量濃度測定法における平均値は西登美ヶ丘道路横で $0.077\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.025 \sim 0.138\text{mg}/\text{m}^3$)、登美ヶ丘道路横で $0.075\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.058 \sim 0.100\text{mg}/\text{m}^3$)、中登美ヶ丘道路横では $0.090\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.073 \sim 0.106\text{mg}/\text{m}^3$)であった。つまり、3箇所 ($n = 30$) の個々の測定値が $0.025 \sim 0.138\text{mg}/\text{m}^3$ と5倍以上の幅があったにもかかわらず、すべてレベル「4」という結果になった。また、農家の庭とマンションのベランダの2箇所もレベル「2」の同一値であった。この2箇所の重量濃度測定法におけるそれぞれの平均値は、農家の庭において $0.045\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.034 \sim 0.055\text{mg}/\text{m}^3$)、マンションのベランダでは $0.055\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.046 \sim 0.064\text{mg}/\text{m}^3$)であった。この2箇所 ($n = 20$) においても、個々の測定値が $0.034 \sim 0.064\text{mg}/\text{m}^3$ の幅があるにもかかわらず、すべてレベル「2」という結果になっている。これらの結果からも分かるように、空気の汚れチェッカー法において、重量濃度測定法との相関は認められたものの、このような

粉塵の環境下においては、サンプル数を増やした統計的な意味はあるが個々の場所の絶対的な評価は不可能であった。しかし、屋外7箇所において重量濃度測定法における平均値が、 $0.113\text{mg}/\text{m}^3$ と最も高かった阪奈道路横富雄インター横と、その平均値が $0.045\text{mg}/\text{m}^3$ と最も低かった農家の庭をピックアップして比較してみると、阪奈道路横富雄インター横がレベル「8」、農家の庭がレベル「2」であり差がみられる。したがって、子どもたちがこの方法を用いて環境調査を行う場合、校区において空気が汚れていると思われる場所と空気がきれいであると思われる場所とを推測し、自分自身の目で比較、認識、実感していく相対的な測定のための調査であればこの測定法は有効である。

次に透明粘着テープ法について検討する。垂直に吊るした状態で60間分放置した屋外7箇所における平均値を比較してみると、場所による大きな差はみられない。これらの場所は、重量濃度測定法における測定値のばらつきは、その平均値において $0.045 \sim 0.113\text{mg}/\text{m}^3$ の環境である。空気の汚れチェッカー法同様、このような粉塵の環境下においては、空気汚染度による場所別の重量濃度測定法に準ずる絶対的な評価は不可能であった。しかし、屋外7箇所において重量濃度測定法における平均値が、 $0.113\text{mg}/\text{m}^3$ と最も高かった阪奈道路横富雄インター横と、その平均値が $0.045\text{mg}/\text{m}^3$ と最も低かった農家の庭をピックアップして比較してみると、阪奈道路横富雄インター横が12個、農家の庭が5個であり差がみられる。したがって、空気の汚れチェッカー法同様、子どもたちがこの方法を用いて環境調査を行う場合、校区において空気が汚れていると思われる場所と空気がきれいであると思われる場所とを推測し、自分自身の目で比較、認識、実感していく目的での相対的な評価の調査であればこの測定法は有効である。

6 今後の研究にむけて

「総合的な学習の時間」が設置されて以後、多くの小学校で環境をテーマにした学習活動が展開

されている。環境学習は今に始まったものではない。しかし、子ども主体の問題解決的な学習への質的転換が強く求められている今日、これまで予想もつかなかった様々な方向へ学習活動が展開され、子どもたちの興味・関心に沿った環境調査の必要性も多々でてくるにちがいない。今日、幸いにして簡易測定用キットが数多く販売され、小学生でも簡単な方法で手軽に地域の環境を調べることができるようになってきた。このことは、今後の環境学習の充実に寄与するところは大きい。しかし、冒頭でも述べたように、これらを使用するにあたり、あらかじめ公的機関から情報を入手したり、自ら公定測定法による測定を実施したりすることによって、正確な環境状況の把握と簡易測定法との測定値の関連を事前に把握しておくことは、子どもたちの指導・助言者として必要と思われる。今後、他の環境調査項目における簡易測定法についても、上記認識を踏まえつつ検討を加えていきたいと考えている。

7 結 論

本研究において、小学校環境学習における空气中浮遊粉塵の簡易測定法を検討するために、重量濃度測定法の結果をもとに簡易測定法である空気汚れチェッカー法と透明粘着テープ法を比較して、以下のような結論を得た。

1. 空気汚れチェッカー法における最良のサンプリング条件は、吸引空気総量を27Lにすることである。ただし、標準空気吸引総量の9Lで測定は可能である。
2. 空気汚れチェッカー法は屋外での空気汚染度の測定に適しており、屋外とは明らかに異質の粉塵が飛散する場所（チョークの白色粉塵が飛散する授業中の教室等）での使用はできない。
3. 透明粘着テープ法における最良のサンプリング条件は、テープを垂直に吊るした状態で60分間放置することである。
4. 空気汚れチェッカー法と透明粘着テープ法の測定値から、屋外での通常の環境下において、空気汚染度による場所別の絶対的な測定と

評価はできない。ただし、粉塵濃度が高濃度であると予想される場所と低濃度であると予想される場所との相対的な評価は可能である。

以上の4つの事柄に留意しての使用であれば、これら2つの簡易測定法は、子どもたちが屋外の空気汚染度を比較、認識、実感していくために用いる方法として有効である。

注

- 1) 酸性雨調査研究会JARN (Japan Acid Rain Monitoring Network) は、きれいな空気を取り戻し、健康と環境を守るため、酸性雨の測定・調査などを行うことを目的に1991年2月に東京で設立された市民団体。

引用文献

- 片岡正光・竹内浩士, 1998, 酸性雨と大気汚染, p.21, 三共出版, 東京.
- 熊谷信二・寒川茂・西村公志, 1998, 小学校教員の粉塵暴露状況, 労働科学, 74: p.161.
- 小泉明・岡田晃他, 1975, 環境科学, p.369, 南江堂, 東京.
- 酸性雨調査研究会, 2000, 空気の汚れチェッカー解説書Ver.2 (2000.1), p.24, ラックオフィス, 東京.
- 重藤英一, 1998, 透明粘着テープを使った大気汚染の調査, 日本環境教育学会第9回大会発表資料.
- 田中俊逸・竹内浩士, 1998, 地球の大気と環境, p.60, 三共出版, 東京.
- 奈良県, 2006, 平成18年度版環境白書, 奈良県生活環境部環境政策課, p.63.
- 日本産業衛生学会, 1997, 産業医学, 39: pp.129-149.
- 藤原元典, 1985, 総合衛生公衆衛生学, p.357, 南江堂, 東京.
- 渡辺徹一, 1987 a, 基礎環境衛生工学, p.173, 朝倉書店, 東京.
- 渡辺徹一, 1987 b, 基礎環境衛生工学, pp.173-174, 朝倉書店, 東京.