

生物起源空中浮遊微粒物質定量の一方法

H. Toyokuni : A method for quantifying airborne particulate matters of plant and animal origin

豊 国 秀 夫*

われわれを取巻く自然環境における空気は、われわれ人間も含めて、空気呼吸を行っている生物にとって、生存するために不可欠な物質である。空気は酸素23%、窒素75.5%、アルゴン1.3%、二酸化炭素約0.04%（以上重量%）と微量のネオン、ヘリウム、クリプトン、キセノンなどから成る。ところが、産業によって排出される有害物質、火山活動の結果空中に放出される特定物質などにより、ふつうの空気に含まれていないはずの物質が含まれていたり、ある成分の割合が異常に大きくなってしまった場合、その空気は汚染されたと言われる。

空気汚染物質としては、石油、石炭などの燃焼によって生ずるばい煙に含まれる亜硫酸ガスなどのイオウ酸化物や、すす、粉じんから、自動車排気ガス、化学工業の製造過程から排出される有害ガス中に含まれる物質などさまざまあるが、一般に生物起源の空中汚染物質に関する情報は、日本においては、非常に不足している。

欧米諸国では、花粉や胞子、小昆虫の体の破片、家塵（house-dust）のような空中浮遊微粒物質（airborne particulate matters）が人体にとり入れられ、呼吸器系統に吸収されて起る病気は、枯草熱（hay-fever）とか、花粉症（pollinosis）と呼ばれ、古くから知られ、可成り以前から、これらアレルギー源となる物質のモニターリングの方法が開発されて来ている。

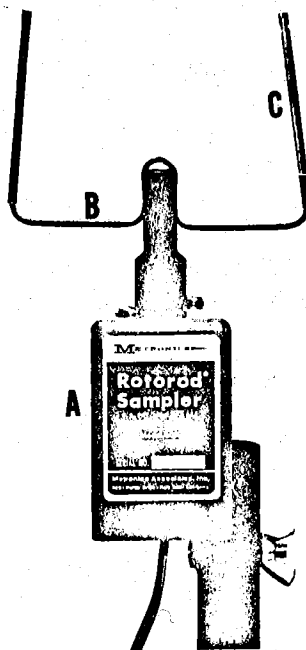
日本でも、こゝ20年位の間に、花粉・胞子などの、アレルギー源（allergen）としての影響が認識され、種々な報告が出されて来ている（注1）。

筆者も、生物起源の空中浮遊物質、特に花粉・胞子のモニターリングを思い立ち、1971年8月から10月末日迄、北海道旭川市において、米国標準花粉捕集器により空中花粉の測定を行った（北海道科学研究費昭和46年度一般研究報告概要第14集P.27）。しかし、この花粉捕集器は、固定式であるため、一定時間（ふつう24時間）測定場所に固定設置しておかなければならないという不便さがある。ところが、国際空中生物学会（The International Association for Aerobiology）会長の米国ミシガン大学ベニンホフ教授（Prof. W. S. Benninghoff）夫妻と大雪山の高山帯や黒松内のブナ北限地帯を観察する機会に恵まれたが、その際同教授は乾電池を電源とする空中強制攪拌式の花粉尘・胞子捕集器（Rotorod sampler）を使用して、空中花粉・胞子の測定をされた。

筆者も同教授の紹介で、この捕集器を入手することができた。短期間で、空中浮遊物質の定量が可能な装置であるので、信州の自然環境モニターリングにも威力を発揮するのではないかと考え、時期外れであったが、三城地区と温泉泉附近で、それぞれ一回テストを行って見た。このテストは試運転的なテストで、この両地域の花粉尘・胞子のデータを得ることはできなかったが、その装置の概要と、今後の可能性につき、こゝにご紹介したい。

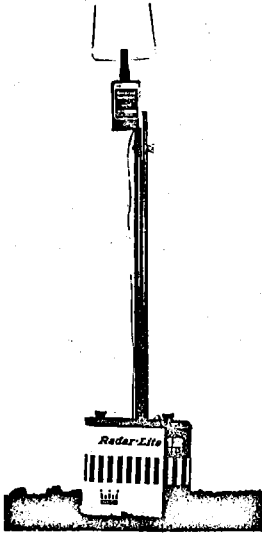
I. 装置について

この装置は、1960年米国のMetronics Ass.によって考案され、最初は2.5 μ 程度の大きさの蛍光を発するトレーサーを捕集する目的に使用されていた。ところが、1966年から1968年にかけて、20 μ ～50 μ の大きさの花粉尘・胞子その他の空中浮遊粒子を捕集できる“I”型攪拌棒が試作されて、本装置は、空中生物学の分野で偉大な能力を発揮するに至ったのである。Rotorod sampler と呼ばれるこの装置は至って簡単で、第1図Aのモーター



第1図 説明は本文中

* 信州大学教養部生物学教室



第2図 説明は本文中

部分と、Bの攪拌子と、それに装着する攪拌棒Cから成っている。この装置のモーターは、12ヴォルトの乾電池によって作動し、実際に装置した場合、第2図のようになる。このモーターは多少の電圧の変動にも、回転数が変化しないよう設計されており、最低9ヴォルト、最高17ヴォルトでも、12ヴォルトの場合と同じ回転数が得られるという。このモーター部分は国際標準規格のカメラ用三脚のネジに合うよう、ネジ穴が切られていて便利である。モーター部分の上に突き出た回転軸の溝に、攪拌子 (sampling head) をはめ込み、更に攪拌子に攪拌棒 (rod) をセットすれば装置の組立ては完了する。後モーターに12ヴォルトの乾電池を、十一を間違えぬよう接続すれば、この捕集器は作動を始める。攪拌棒は色々な種類のもので製作されているが、花粉・孢子の捕集には、アクリル製の1.59mm角で長さ64mmの“I”型攪拌棒が最も適しており、この攪拌棒2本を、攪拌子の両端にそれぞれ1本ずつセットする。花粉・孢子をこのアクリル製攪拌棒の表面にサンプリングの際附着させるためには、シリコン・グリースが良く、米国GE社製G-697シリコン・グリースが最適で、攪拌子は上から見て、時計方向に回転するので、攪拌棒の常に空気を押し分ける一面にのみグリースを塗布する。これで、空中浮遊微粒子捕集の準備が全て整った訳である。

II. 空中浮遊微粒子の捕集について

前述の装置を、測定しようとする場所で、写真用三脚などを利用し、セットし、アクリルの攪拌棒にグリースを塗り、モーター部分を乾電池に接続すれば、攪拌子は、上から見て時計方向に回転を始め、空中浮遊微粒子の捕集が始まる。捕集時間は30～60分位が適当であり、モーターに接続されている乾電池を離せば、攪拌子の回転は停止する。

III. 測定結果の評価について

この捕集器のモーターの回転数は毎分2400回転である。

また“I”型攪拌棒を使用してサンプリングする際の定数は0.050となっているので、もしも30分間この装置を作動させた場合、何リットルの空気を攪拌したかは、次式で表わされる。

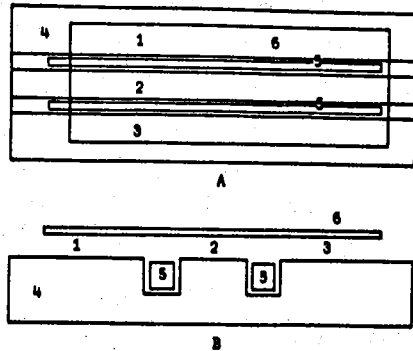
$$2400 \times 0.050 \times 30 (\text{min.}) = 3600 (\text{liters})$$

そこで、もしも、アクリル製の攪拌棒2本合わせて2400個の空中浮遊微粒子が捕集できたとすると、1リットル当りの微粒子の数は次のようになる。

$$\frac{2400 \text{ particles}}{3600 \text{ liters}} = 0.666 \dots \text{ particles/liter}$$

IV. 捕集物の同定について

アクリル製攪拌棒の表面に塗布したグリースに附着して捕集された空中浮遊微粒子を同定するに当っては、捕集された粒子を検鏡し先ず大まかな分類をしなければならない。攪拌棒をそのまま検鏡できるよう“Microscope stage adapter”と呼ばれるものが、やはりアクリル製で製作されている(注2)。このアダプターには、第3図に示すように2本の溝があり、この溝に、アクリル製



第3図

- A. Microscope stage adapter (4)に“I”型攪拌棒(5)を2本はめ込み、24×60mmのカバーガラス(6)をかぶせたもの
 B. (A)の1, 2, 3の部分の断面を示したもの(拡大)
 (Benaim 1973の論文による)

攪拌棒がぴったりとはまるようになっており、複式十字動メカニカルステージとこのアダプターを使用すれば、捕集された微粒子の数を記録するのにも便利である。

検鏡の結果捕集された微粒子を次のように区分けする。

1. 花粉および孢子
2. 動・植物体の破片(昆虫の翅、植物の毛など)
3. 無機質の微粒子

こゝでは、花粉および孢子の同定につき述べることにする。“I”型攪拌棒に捕集された花粉・孢子を

“microscope stage adapter”に入れCalberla 染色液 (注3) で染色すると、花粉・胞子のみ赤く染まる。染色された花粉・胞子は、次に示す文献により検索、同定することができる。

一般的なもの

1. Wodehouse, R. P. 1935. “Pollen grains” Mc Graw Hill, New York.
古典的花粉研究の入門書として知られる名著であるが、現在では仲々入手困難である。
2. Erdtman, G. 1971. “Pollen morphology and plant taxonomy I, Angiosperms” Hafner, New York.
3. “ 1957. ” Pollen morphology and plant taxonomy II, Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta (Illustrations)”, Almqvist & Wiksell, Stockholm.
4. “ 1965. “Pollen morphology and plant taxonomy III, Gymnospermae, Bryophyta (Text), Almqvist & Wiksell, Stockholm.
5. “ 1971. “Pollen and Spore morphology/ plant taxonomy, Pteridophyta (Text and additional illustrations)” Almqvist & Wiksell, Stockholm.

上記のErdtmanの4部作は“An introduction to palynology, I-IV”という副題がつけられており、花粉・胞子研究の教科書として、この方面の研究には不可欠である。

6. Stanley, R. G. and H. F. Linskens 1974. “Pollen, biology, biochemistry, management” Springer, Berlin/Heidelberg/New York.

この本は花粉に関する百科辞典とも言えるべきもので、花粉に関するさまざまな知見が集大成されている。

7. 岩波洋三 1971 「花粉学大要」 風間書房
この著作も、上述の(6)と同様、花粉に関するさまざまな知見がまとめられている。
8. 川崎次男 1971 「胞子と人間 パリノロジーの世界」 三省堂
この著作は「環境と人間の科学」のIとして発行され、特に生物学や地質学を専攻しない、一般の読者にもわかり易く書かれた花粉・胞子学の本である。

また花粉・胞子関係の雑誌としては、スウェーデンで発行されている“Grana”, フランスで発行されている“Pollen et Spores”など、国際雑誌として広く引用されており、日本では「日本花粉学会々誌」がある。

次に特に空中花粉・胞子の研究のためには

9. Nilsson, S., J. Praglowski and L. Nilsson 1977

“Atlas of airborne pollen grains and spores in Northern Europe” Natur och Kultur, Stockholm.

日本の空中花粉に関しては、

10. 長野準・勝田満江・信太隆夫 1978 「日本列島の空中花粉」 北隆館があり、また、国際空中生物学会の“International Aerobiology Newsletter”も、昨年10月第9号が発刊され、新しい情報を提供してくれている。日本の空中花粉・胞子を同定する際の、花粉・胞子の図説としては、
11. 幾瀬マサ 1956 「日本植物の花粉」 広川書店
これは絶版で改稿中
12. Kremp, G.O.W. and T. Kawasaki 1972
“The spores of the pteridophytes” 広川書店
13. 倉本嗣王 1978 「シダの胞子 その誕生から成熟まで」 広川書店
などがある。なお、日本の近接地域の花粉・胞子に関する図説
14. Huang, T.-C. 1972 “Pollen flora of Taiwan” Taiwan Nat. Univ, Taipei
15. 中国科学院北京植物研究所 1976 “Sporae Pteridophytorum Sinicorum” 科学出版社 北京
なども好参考書であろう。

V. テストについて

昭和53年10月21日に三城地区で、42分間、また11月10日に扉温泉附近で、31分間、Rotorod Samplerを作動させて、空中浮遊微粒子捕集のテストを行って見た。勿論時期的に言って、花粉を捕集するには無理ではあったが、主として無機質の多数の微粒子がSamplerで捕集された。

昭和54年度は、本装置を使用して、定期的に、花粉・胞子の捕集を行う予定である。

注1.

日本における空中花粉や花粉症に関する初期の論文には次のようなものがある。

- 荒木英斉 1960 「花粉症の研究I. 空中花粉の季節的変動」アレルギー 9: 648
- 幾瀬マサ 1962 「空中飛散花粉について」植研 37: 33.
- 堀口申作・斉藤洋三 1964 「栃木県日光地方におけるスギ花粉症 (Japanese Cedar Pollinosis の発見) アレルギー 13: 16
- 杉田和春・降矢和夫 1964 「花粉症の研究I, ブタクサ及びカモガヤについて」アレルギー 13: 19
- 堀口申作・斉藤洋三 1965 「空中花粉の検索とその臨床的意義」日耳鼻 68: 974.
- 信太隆夫他 1965 「札幌市におけるGrass Pollinosis

16例について」市立札幌病院医誌 26 : 65.
堀口申作他 1968「カナムグラ花粉症症例」アレルギー
17 : 109.

また、最近は次のような報告がある。

長野準・勝田満江・信太隆夫1978「日本の空中花粉地図」

日本花粉学会々誌 22 : 11

筒井喜美代・勝田満江1978「昭和52年度豊科地区空中飛
散花粉情況と鼻アレルギー患者との相関」日本花粉学
会会誌 22 : 21。

注2.

Benaim, C. 1973 "Staining of biologic airborne
particles caught with the Rotorod Sampler" Ann.
Allergy 31 : 618.

注3.

Gay, L. N., N. Curtis and T. Norris 1941 "A pollen
survey of the islands of Bermuda" Bull. Johns
Hopkins Hosp. 68 : 179.

Calberla 液の処方

グリセリン(84~87%)	5 ml
95%アルコール	10 ml
飽和フクシン液	2 滴
蒸溜水	15 ml