

コケ中の含有重金属による 大気汚染との関連に関する研究

石井 猛* 野上 祐作* 平田 まき子*
野瀬 和子* 井木 張二** 藤原 福一***

*岡山理科大学, 水質管理センター

**津山教育科学博物館

***岡山市公害課

(昭和62年9月30日 受理)

1. 緒言

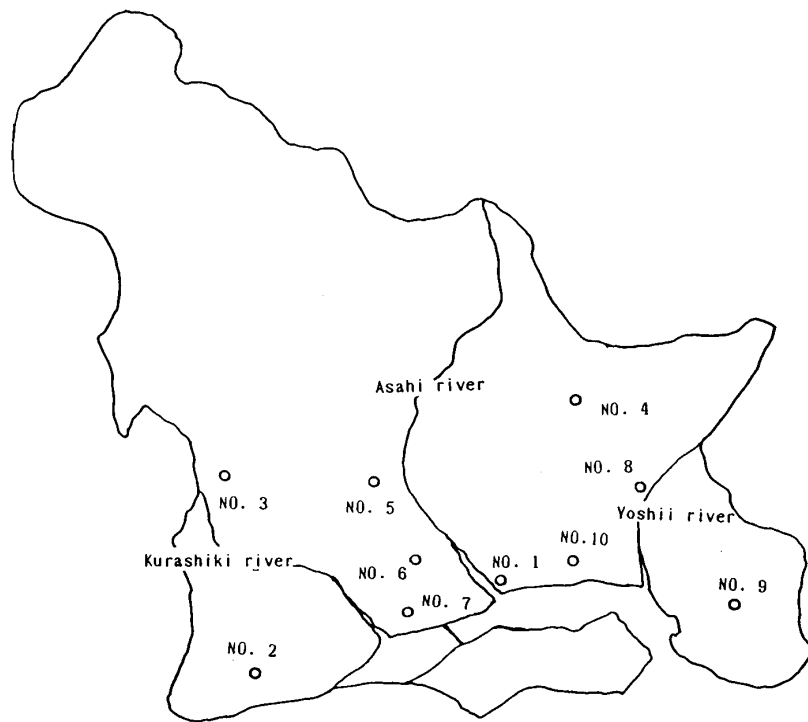
近年, 蘇苔類及び地衣類のコケを用いた大気汚染の研究が注目されている。コケは水分, 養分を裸出している細胞から直接, 摂取し, 他の植物のように根から吸収を行わないと一般に言われている¹⁾。よって, コケは, 大気状態に左右されやすく, 大気状態によって着生するコケの種類が異なってくる。これらの特徴を利用して各地方自治体でコケを利用した大気汚染調査が盛んに行なわれるようになってきている。その調査の内分けは, IAP 値 (Index of Atmospheric Purity: 大気清浄指数) の算出, 及びウメノキゴケ (*Parmelia tinctorum*) の分布と硫黄酸化物 (SO_x) との関係,^{2)~6)} 及び, 含有重金属分析,^{7)~10)} これらの3つに大きく分類される。

著者らは, このように大気汚染指標として注目されているこれらのコケを用いて岡山市内10ヶ所 (主として大気汚染測定局周辺の地点を選択) から大気汚染に強く, 都市部に着生しているギンゴケ (*Bryum argenteum*) を採取し, そのギンゴケ中の含有重金属分析を行ない, これらと大気汚染との関係について研究を行なった。

2. 実験方法

2-1 調査方法

調査は, まず予備調査を行ない, その結果を考慮の上, 本調査を行なった。調査地点は, Fig. 1 に示すように岡山市内10ヶ所とした。予備調査としては, No. 1 江並, No. 2 興除, No. 3 花尻の3ヶ所を選んだ。本調査は, No. 4 東岡山, No. 5 出石, No. 6 青江,



NO. 1	Enami	NO. 6	Aoe
NO. 2	Kohjyo	NO. 7	Nanki
NO. 3	Hanajiri	NO. 8	Saidaiji
NO. 4	Higashiokayama	NO. 9	Sannan
NO. 5	Izushi	NO. 10	Jyohnan

Fig. 1 Sampling points of Okayama city

No. 7 南輝, No. 8 西大寺, No. 9 山南, No. 10 上南の7ヶ所で行なった。これら10ヶ所の地点からギンゴケを中心に採取した。コケのマットから丁寧にコケを1本ずつピンセットで採りガラス製シャーレに入れ保管した。それらのコケは、あらかじめ水道水でよく洗浄したのち、さらに蒸留水で洗浄し、ゴミ、砂等はできるだけ除去した。各試料ごとにシャーレのまま乾燥器に入れ、約60℃で乾燥させた。

2-2 前処理 (HNO₃-HClO₄分解法)

Hg 以外の重金属定量の検液 (原子吸光用) は, Fig. 2 に示すように, 乾燥したギンゴ

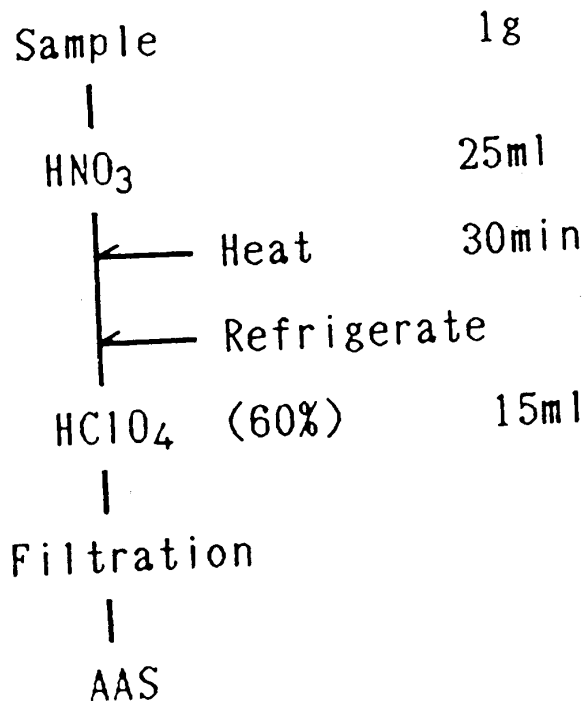


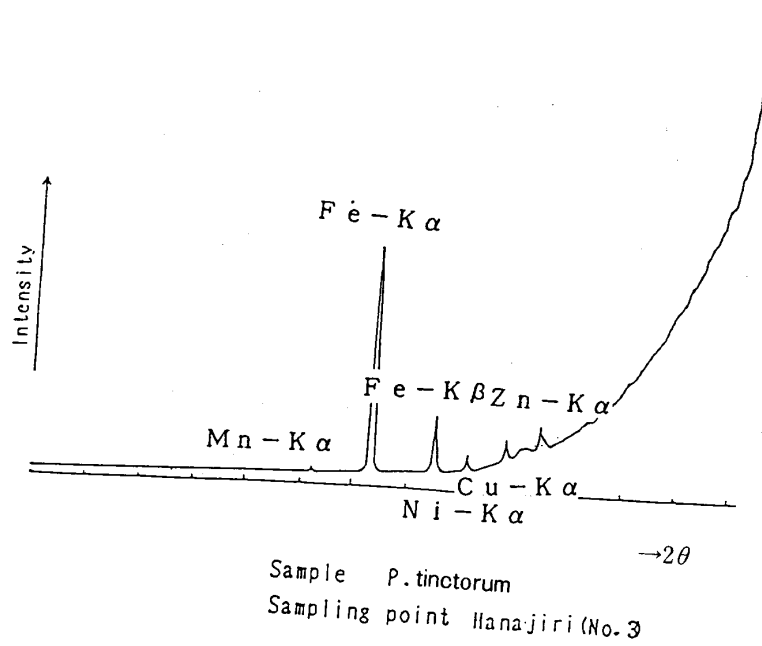
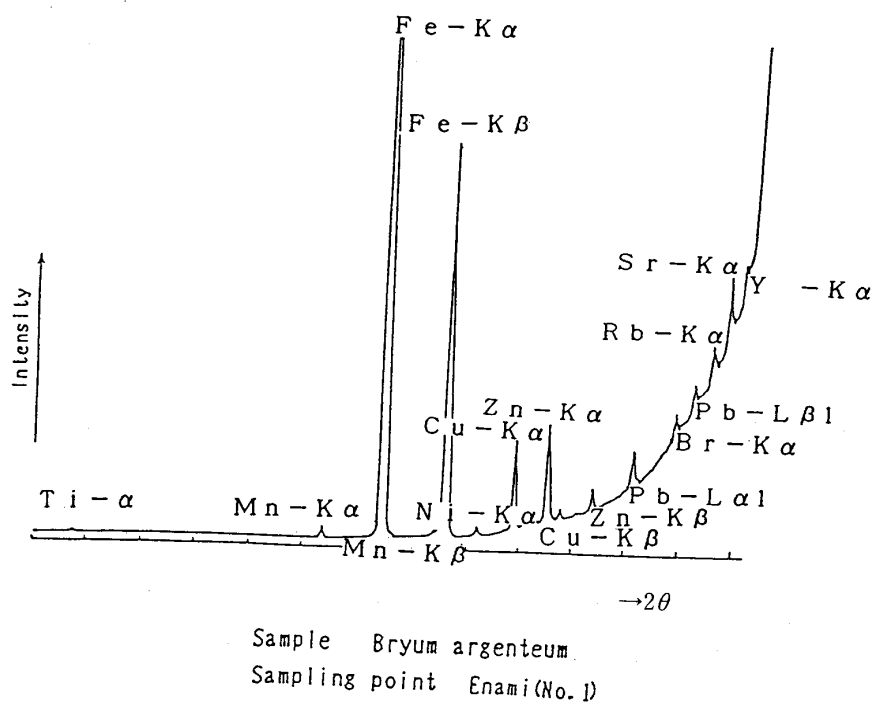
Fig. 2 Outline of analytical procedure

ケを約1.0g精秤した後、ビーカーに入れ、硝酸(HNO₃)25mlを少しずつ加え、24hr放置する。それをホットプレート上でゆっくり加熱し、軽く沸騰するようになったらホットプレートの温度を一定にして、さらに30min加熱を続ける。冷却後、液がほぼ透明になるまで分解する。そしてろ過後、一定量にメスアップして100mlの検液を作成した。

2-3 分析方法

予備調査で採取したコケの内、ギンゴケ及びウメノキゴケを乾燥させたものをケイ光X線分析で定性分析を行なった。

次に予備調査及び本調査で採取したギンゴケのHgの定量分析は、2段金アマルガム法と冷原子吸光法を組み合わせた日本インスツルメント社製マーキュリー SP2を用いて行なった。その他の重金属As, Cd, Zn, FeおよびCuの定量分析は、先に作った検液を原子吸光法で測定を行なった。

Fig. 3 X-ray fluorescence spectra of *P. tinctorum*Fig. 4 X-ray fluorescence spectra of *Bryum argenteum*

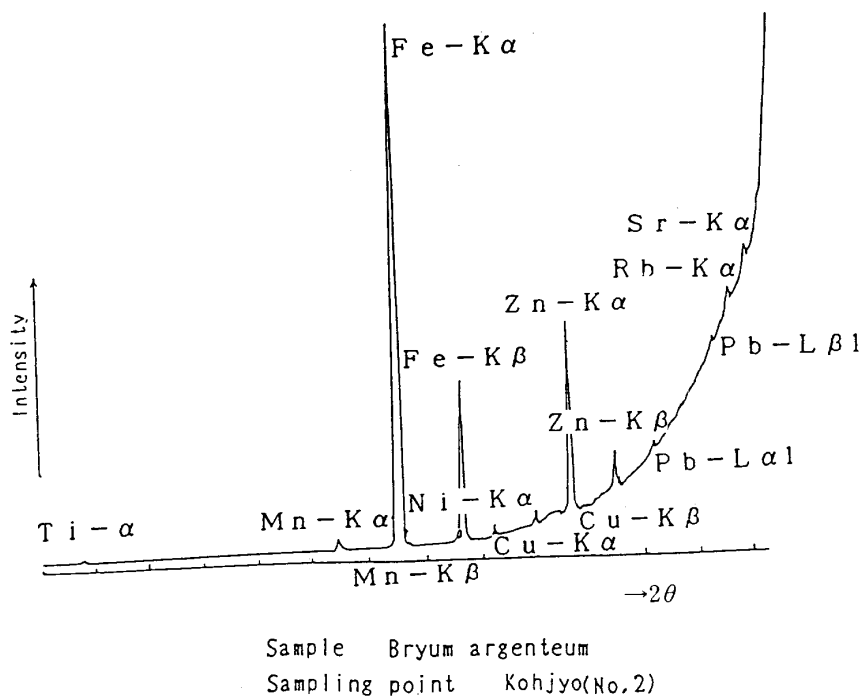


Fig. 5 X-ray fluorescence spectra of Bryum argenteum

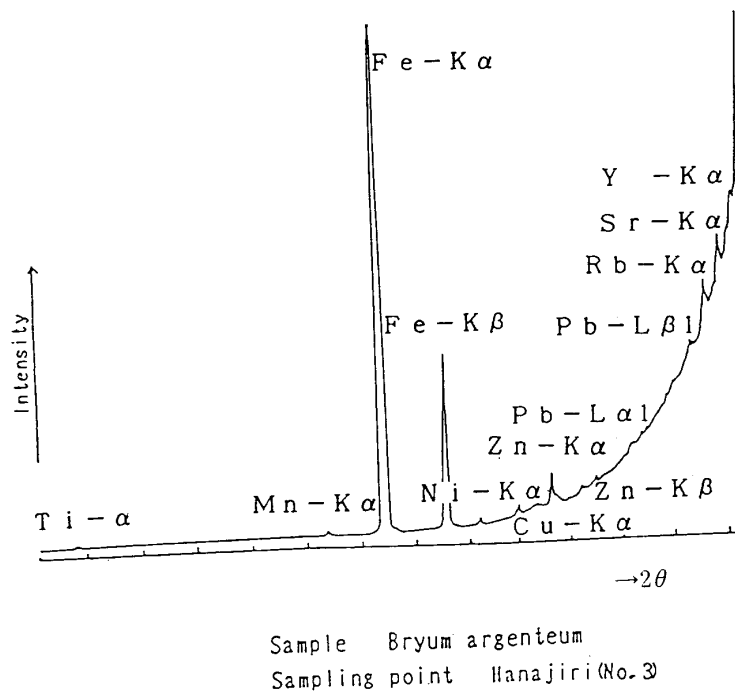


Fig. 6 X-ray fluorescence spectra of Bryum argenteum

Table 1 X-ray fluorescence spectrometry to study heavy metal in bryophytes
(Values 1×10^3 cps)

Sampling point	N O. 1	N O. 2	N O. 3	N O. 3
Sample	Bryum argenteum			P. tinctorum
Y - K α	0.260		0.368	
Sr - K α	1.354	0.469	0.729	
Rb - K α	0.625	0.469	0.729	
Pb - L β 1	0.521	0.208		
Br - K α	0.521			
Pb - L α 1	0.781	0.156		
Zn - K β	0.521	0.781	0.104	
Cu - K β	0.313	0.052		
Zn - K α	2.135	3.542	0.573	0.365
Cu - K α	1.458	0.156		0.104
Ni - K α	0.208	0.208	0.156	0.313
Fe - K β	7.865	3.125	3.385	1.094
Mn - K β	0.052	0.052		
Fe - K α	>9.896	>9.896	>9.896	4.271
Mn - K α	0.781	0.781	0.104	0.104
Ti - α	0.052	0.052	0.052	

3. 結果及び考察

3-1 予備調査の結果及び考察

ケイ光 X 線分析結果を Fig. 3 から Fig. 6 に示した。そして、各々の同定結果を Table 1 に示した。まず、ギンゴケとウメノキゴケを比べてみると、検出された含有重金属の種類及び量共にギンゴケの方が多かった。これらの結果から含有重金属の比較を行う場合には、ギンゴケの方が適していると考えられる。ギンゴケ中の含有重金属の数及び量を採取地点別に比較すると、No. 1 江並、No. 2 興除、No. 3 花尻の順に多かった。これは、大気汚染状態と関連していることを示唆した。これらの結果からギンゴケの含有重金属の定量を行うことにより、コケと大気汚染との関連性について考察できるものと考えられる。

Table 2 Measurement Values of heavy metals in Bryum argenteum Hedw

Sampling point	Fe (%)	Zn (%)	Cu (ppm)	As (ppm)	Hg (ppm)	SO _x *1 (ppm)	NO _x *1 (ppm)
No. 1	-	-	-	-	*2 0.76	0.010	0.020
No. 2	4.2	1.50	11.3	3.0	0.30	0.007	0.019
No. 3	-	-	-	-	0.29	0.005	0.015
No. 4	3.1	0.26	9.2	2.4	0.26	0.006	0.018
No. 5	4.3	0.65	21.0	4.0	0.24	0.011	0.025
No. 6	10.9	2.79	71.4	6.6	0.37	-	0.104
No. 7	4.1	1.12	32.5	5.0	0.34	0.007	0.024
No. 8	3.5	1.14	7.3	ND	0.30	0.004	0.018
No. 9	1.7	0.83	1.2	ND	0.18	0.005	0.011
No. 10	1.9	0.46	11.3	1.6	0.16	0.005	0.024

*1: Mean-values (1983) near the sampling point

*2: Incompletion of washing

ND: Determination limit under

3-2 本調査結果及び考察

先の子備調査結果を考慮して、実施した本調査の定量分析結果を Table 2 に示した。Table 2 の SO_x, NO_x の値は、岡山市内の採取地点に近い大気汚染測定局における昭和 58 年度の大気汚染状態を示したものである。尚、No. 6 青江に近い測定局では SO_x の測定を行っていないが、推定すると 0.010 ppm と考えられる。これらを考慮しながら全体的に見ると、大気汚染状態の相対的に悪いと考えられる No. 6 青江のギンゴケ中の含有重金属は他の採取地点のギンゴケよりもかなり多かった。次に悪いと考えられる No. 5 出石と No. 7 南輝の含有重金属は No. 6 青江よりは少ないが、他に比べて多い方である。又、大気汚染状態が最も良いと考えられる No. 9 山南のギンゴケ中の含有金属量は他よりかなり低い値を示した。

次に、個別に重金属を見ると、Zn の含有量が多い地点は、No. 6 の青江 0.3% で、少ないのが No. 4 東岡山の 0.03% であった。Hg の含有量が多いのは、洗浄が不十分であったと考えられる No. 1 江並の 0.78 ppm を除くと、No. 6 青江の 0.37 ppm が最も高く、最も少なかったのは No. 10 上南の 0.16 ppm であった。Fe の含有量が多いのは、No. 6 青江の

1.1%で、少ないのは、No. 9 山南の0.2%であった。Cuの含有量が多かったのは、No. 6 青江の71.4ppmで、少なかったのは、No. 9 山南の1.2ppmであった。Asの含有量が多かったのは、No. 6 青江の6.6ppmで、No. 8 西大寺及びNo. 9 山南では検出できなかった。これらの結果をまとめると含有重金属の多かったのは、No. 6 青江又は、No. 7 南輝であった。そして、逆に、少なかったのは、No. 4 東岡山、No. 8 西大寺、No. 9 山南、No. 10 上南となっている。

尚、交通量の多少に関しては、No. 6 青江が交通量が最も多く、NO_xの値もかなり高くギンゴケ中の含有重金属量もかなり多かった。次に交通量が多い地点は、No. 2 興除、No. 5 出石であるが、これらの地点のギンゴケ中の含有重金属量もまた相対的に高かった。交通量の少ないのは、No. 4 東岡山、No. 9 山南であるが、これらの地点のギンゴケ中の含有重金属量は少なかった。

これらの結果からギンゴケ中の含有重金属量は、大気汚染状態及び交通量と関係していることが示唆された。このことからコケ中の含有重金属を分析することによって、それらを大気汚染指標として使用できるものと考えられる。

尚、本研究は、昭和60年度岡山市委託研究「大気汚染影響調査」の助成金によってまかなわれた。関係各位に深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 埜田宏：環境汚染と指標植物，共立出版，pp.88～98 (1974).
- 2) 中村俊彦：都市化指標としての蘚苔類，日本蘚苔学会会報，1，178～182 (1976).
- 3) 中川吉弘他：着生植物の生育分布状況から見た環境汚染の評価，兵庫県公害研研究報告，9，28～34 (1977).
- 4) 光木偉勝，中川吉弘，高田亘啓：着生植物の大気汚染指標性について—汚染物質とIAP値との相関性—，大気汚染学会誌，13，26～32 (1978).
- 5) 梅津幸雄：着生こけ植物・地衣植物による重工業都市の大気汚染図示，日生態会誌，28，143～154 (1978).
- 6) 小村精，村田敦子：大気汚染指標としての着生地衣・蘚苔植物生—福岡県内における近年の推移—，大気汚染学会誌，19，462～472 (1984).
- 7) Yeaple, D. S.: *Mercury in Bryophytes (Moss)*, *Nature*, **235**, 229 (1972).
- 8) Nieboer, E.; Ahmed, H. M.; Puckett, K. J.; Richardson, D. H. S.: *Heavy metal content of lichens in relation to distance from a nickel smelter in Sudbury, Ontario*, *Lichenologist*, **5**, 292～304 (1972).
- 9) Beckett, P. J.; Boileau, L. J. R.; Padovan, D.; Richardson, D. H.; Nieboer, E.: *Lichens and mosses as monitors of activity associated with uranium mining in northern Ontario, Canada*,

Environ. Pollut., **4**, 91~107 (1982).

- 10) 小林禎樹, 中川吉弘, 光木偉勝, 渡辺弘: 着生地衣植物を用いた水銀による大気汚染の評価, 大気汚染学会誌, **21**, 151~155 (1986).

Heavy Metal Levels in Moss Used as Indicators of Atmospheric Pollution

Takeshi ISHII* Yusaku NOGAMI* Makiko HIRATA*
Kazuko NOSE* Choji IGI** Fukuichi FUJIWARA***

**Department of Water Research, Okayama University of Science
1-1 Ridai-cho, Okayama 700, Japan*

***Tsuyama Museum of Science Education, Sange, Tsuyama 708, Japan*

****Department of Public Health, City of Okayama*

1-1-1 Daiku, Okayama 700, Japan

(Received September 30, 1987)

The levels of atmospheric pollution in Okayama city were discussed by using the levels of heavy metals in mosses (*Bryum argenteum* Hedw.). The moss samples were collected from ten sites in Okayama. The metals in mosses were analyzed by X-ray fluorescence analysis and atomic absorption spectrophotometry. The concentrations of trace mercury were also analyzed by flameless atomic absorption spectrophotometry with a combustion-gold trapping heat vaporization technique.

In results, metal values for mosses collected from the areas of relatively higher level of air pollution and or the areas of varying traffic densities were higher than the value from the other, and it was suggested that amounts of heavy metals such as mercury in mosses were able to be used as an indicator of the air pollution.