

## 墓地の地衣類と大気汚染 その1

杉 山 恵 一 \*

Lichens as Indicators of SO<sub>2</sub> Air Pollution Part 1

Keiichi SUGIYAMA \*

地衣類は、糸状菌が主に緑藻類といわゆる共生体をなす菌類の一群であるが、大気汚染特に亜硫酸ガスによる汚染に対してきわめて鋭敏であることが知られている。この植物が都会地・工業地帯などから消滅する現象は、前世紀前半からヨーロッパの学者によって注目されて来たが (Haugsjå 1930, Skye 1960), 近年になって、都会地・工業地帯における大気汚染が深刻化するにもなって、地衣類の大気汚染指標性が大きくクローズアップされるようになった。筆者は数年前から、都市の内外に散在する寺院の墓地の墓石上に生育する地衣類に着目し、それらの大気汚染指標性について研究して来た。その一部は1973年に発表された。本文においてその研究調査方法の概略を紹介することとする。

## 1. 墓石上に生ずる地衣類

地衣類はその生育に長い年月を必要とし、数十年を経て成熟する種類も稀ではない。したがって、岩石上に地衣が生ずるためには、その岩石が蘚苔類や高等植物あるいは砂泥などによって表面がおおわれることな

* <i>Anaptychia obscurata</i> (Nyl.) Vain.	キラゲジゲジゴケ
* <i>Candelaria fibrosa</i> Müll. Arg.	ロウソクゴケ
<i>Caloplaca</i> sp.	ダイダイゴケの一種
** <i>Cladonia conistea</i> (Del.) Asah.	ヒメジョウゴケ
* <i>Collema</i> sp.	イワノリの一種
<i>Diploschistes</i> sp.	キッコウゴケの一種
<i>Dirinaria applanata</i> (Fée) Awas.	コフキチリナリア
<i>Lecanora subfusca</i> (L.) Ach.	チャシブゴケ
<i>Lecidea albocoerulescens</i> Ach.	ヘリトリゴケ
* <i>Leptogium cyanescens</i> (Ach.) Körb.	チヂレアオキノリ
* <i>Parmelia Caperata</i> Ach.	キウメノキゴケ
* <i>Parmelia clavulifera</i> Räs.	マツゲゴケ
* <i>Parmelia leucotylica</i> Nyl.	コフキウチキウメノキゴケ
* <i>Parmelia tinctorum</i> Nyl.	ウメノキゴケ
<i>Pertusaria flavicans</i> Lamy.	モエギトリハダゴケ
* <i>Pyxine endochrysin</i> Nyl.	ウチキクロボシゴケ
** <i>Ramalina yasudae</i> Räs.	イワカラタチゴケ
** <i>Stereocaulon japonicum</i> Th. Fr.	ヤマトキゴケ
<i>Verrucaria</i> sp.	アナイボゴケの一種

\* 葉状地衣 \*\* 樹状地衣 その他は固着地衣

く永年月を経ることが必要であり、そのために適度な日射、雨による水分の供給等が必要とされる。このような条件をみたく岩石は天然でも普通に存在するとは限らないが、墓石の多くは偶然にもこの条件をほぼ完全に満たしているのである。このため、墓石上には多くの種類の地衣が生育しているのである。静岡市内の墓地の墓石上に普通に発見される地衣類が表 I に示されているが、この種類構成は九州、四国、仙台以南の本州太平洋岸の平地の都市でほぼ共通しているが、北海道、本州の日本海沿岸、仙台以北の本州太平洋沿岸ではいくぶんこれとは異っているようである。

すべての地衣類を外観上大ざっぱに分けると、固着地衣、葉状地衣、樹状地衣となる。固着地衣は基物の表面に薄い層をなして、文字通り固着しているもので、ナイフではがすことさえ不可能なものが多い。墓石上に生育する場合、色とりどりの各種のコロニーが複雑な模様をなしていることが多い。

葉状地衣は、高等植物の葉片に多少似た形状をしていて、普通裏面の偽根で基物に附着している。縁辺は細かい裂片に分れている種類が多い。大部分の葉状地衣はナイフなどで容易にかき落すことが出来る。代表的な種類にウメノキゴケ (*Parmelia tinctorum*) がある。

樹状地衣は、子実体をつける部分が枝状に直立もしくは下垂するもので、この部分は叉状に分岐することもある。墓石に生ずる地衣の固着、葉状、樹状の別は表 I に符号で示されている。

墓石上の地衣の自然な生育状態を観察するためには、現在では山村など大気汚染にさらされていない地域の墓地を訪ねなければならない。そのような地域では、墓石が全面にわたって様々な種類の地衣に覆れているのが観察されるだろう。その後で、大気汚染にさらされた都会地ないしは工業地域の墓地を訪れて見ると良い、それらの場所の墓石上の地衣が種類数、現存量ともにきわめて少ないことに気づくであろう。大阪府、四日市市などの大気汚染の最もはなはだしい地域には全く地衣類の生育していない墓地が見られる。現在のところ、大部分の都市では中心部においてもわずかに数種類の地衣が生育していることが普通である。

さて、墓石上に生ずる地衣類を正確に同定することは必ずしも容易ではない。その第一の難点は地衣分類法そのもののもつ困難さによるものである。地衣の各種を正確に同定するためには形態的観察のほか、地衣体中に含有される成分の検出同定を行わなければならないが、この事はかなりの熟練が必要とされる。またそのためには標本を採集しなければならないが、固着地衣の場合基物ごと採集するが、墓石上のものでは採集不可能となる。同定の第一の難点は、墓石上において数種類の地衣が混在していることである。葉状・樹状地衣が2、3種類からみ合っている場合にはこれらを先づより分けなければならないが、初心者には容易なわざではない。固着地衣の場合、重なり合うことはめったにないが、平面上で各種が複雑に入り組んでいる場合、一種類の生育範囲を見定めることが困難なこともある。このようなわけで、墓石上の地衣類の同定は最初専門家に依頼する他はない。しかしながら、墓石上に生ずる地衣の種類構成は比較的限定されているため、いったん種を見覚えれば同定の困難さは次第に減少するであろう。

## 2. 大気汚染指標への利用

地衣類が大気汚染特に亜硫酸ガスによる汚染に対して非常に敏感であり、そのためこの汚染物質に対する指標として利用され得ることはすでに述べたが、この目的のために墓石上に生ずる地衣は特に利用度が高いと考えられる。その理由の第一は、我国の都市地域にはかなりの数の寺院が存在し、しかもそれらはふつう適度な間隔をもって散在しているため、測定点の選定条件をよく充たしていることである。第二の理由は、墓地の環境条件の一定性と、墓石の物理的條件の一定性である。墓地はほぼ一定の面積を占め、樹木は少なく、したがって日射・風当り等の条件はほぼ均一であると考えられる。墓地が長年月人の手が加わることの最も少ないままに放置されて来た場所であることも好条件の一つである。墓石の物理的條件の一定性についてはあらためて説明する必要もあるまいが、ただこの一定性をそこなる重大な現象として、大正期以降の墓石の大部分が研磨されたみかげ石で作られるようになったことがあげられる。このような墓石上に地衣類はきわめて生育しにくいのである。このため、観察の対象はそれ以外の墓石に限定されることになる。

さて、墓石上に生育する地衣類の亜硫酸ガスによる大気汚染の指標としての利用法であるが、今回は日本で試みられたいくつかの方法について触れてみることにする。

a. 特定の種の汚染指標としての利用

前述のように、墓石上に生育する地衣には数多くの種類があるが、これらのすべてが大気中の亜硫酸ガスに対して等しく敏感であるのではない。筆者は1972年頃から、清水市、仙台市などの市街地の墓地を調査し、各種の分布地図を作成しこれらと亜硫酸ガスの濃度分布図とを比較した。その結果、これらの地衣は三つの

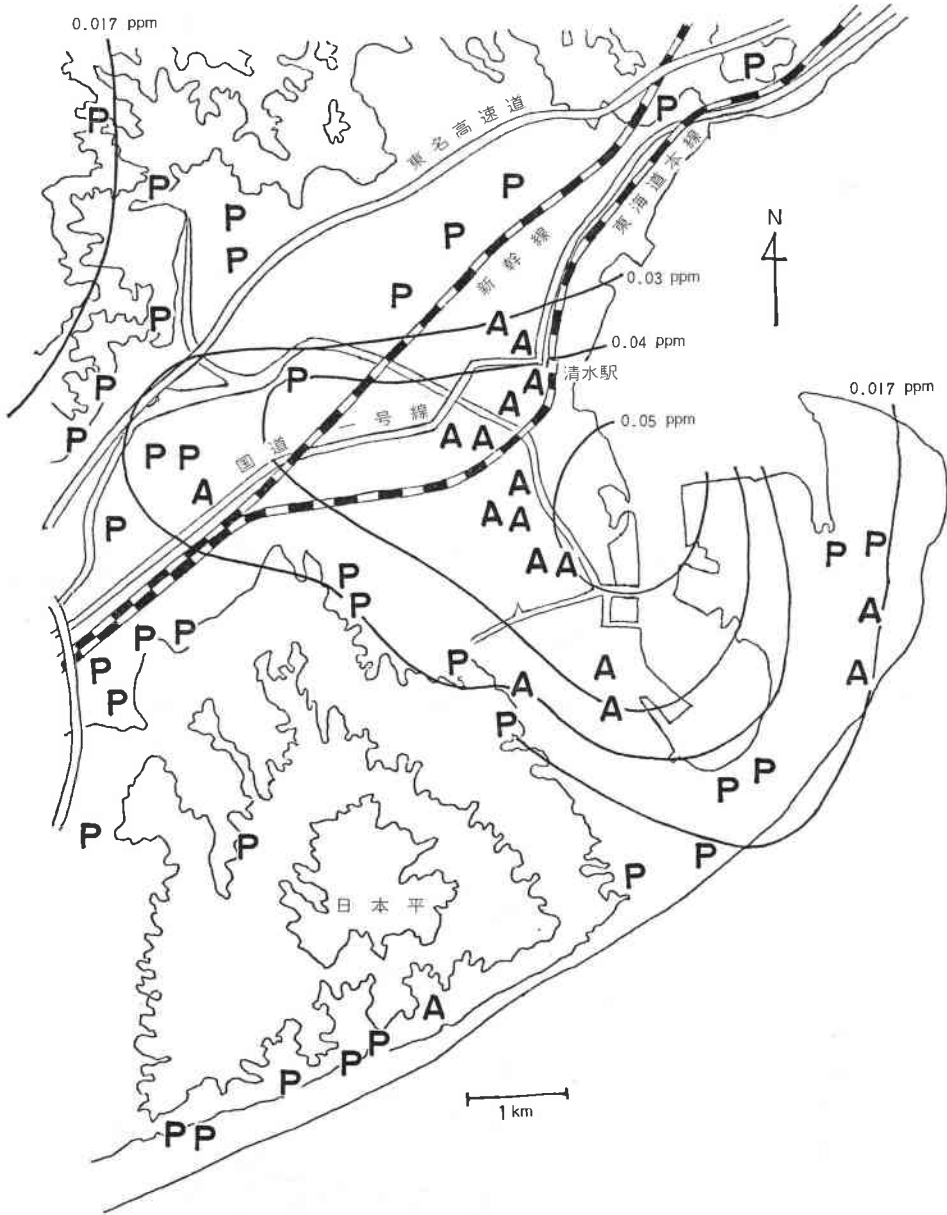


図1. 清水市におけるウメノキゴケの分布と亜硫酸ガス汚染の状況 P：ウメノキゴケの生育している墓地。A：ウメノキゴケの生育していない墓地。曲線は亜硫酸ガスの等濃度曲線

グループに分けられることが判明した。つまり、1) 大気中の亜硫酸ガスに対してきわめて敏感であり、この物質による高濃度汚染地からすみやかに消滅してゆくと思われる種類。2) 大気中の亜硫酸ガス濃度と無関係な分布を示す種類。3) 高濃度の亜硫酸ガス汚染地を中心として分布する種類等である。ここで注意しなければならないことは、第一のグループに属する種数を嫌亜硫酸ガス種とみなしてさしつかえないにしても、第二、第三のグループに属する種をそれぞれ耐亜硫酸ガス種、好亜硫酸ガス種とみねすことには疑問があるということである。なぜならば、東京、大阪などの中心部等きわめて高濃度の亜硫酸ガス汚染を受けた地域からは、あらゆる種類の地衣が消滅してゆくのであるから、一見耐汚染地性、好汚染地性と見られる種類でもその性質が絶対的なものとは考えられないからである。おそらく、それぞれの種のこの汚染物質に対する耐性の差と、種類間の競争とがからみあってこのような現象をもたらすものと考えられる。

さてこの予備調査を行った清水、仙台などいわば中程度の汚染地域において、第1のグループに属する地衣の各種を単独に亜硫酸ガス指標として用いることが可能である。図1.に示したのは清水市におけるウメノキゴケ *P. tinctorum* の分布と亜硫酸ガスの濃度分布との関係であるが、亜硫酸ガス濃度 0.040 ppm以上の地域にある墓地のほとんど全部からこの地衣が消滅しており、逆に 0.030 ppm以下の地域では大部分の墓地にこの地衣が生育していることがわかる。

その後、他の多くの都市で調査した結果、ウメノキゴケが非常に優れた亜硫酸ガス指標種であることが判明した。本種が指標種として優れている点は、第一にその分布が広範囲におよぶことである。四国、九州全

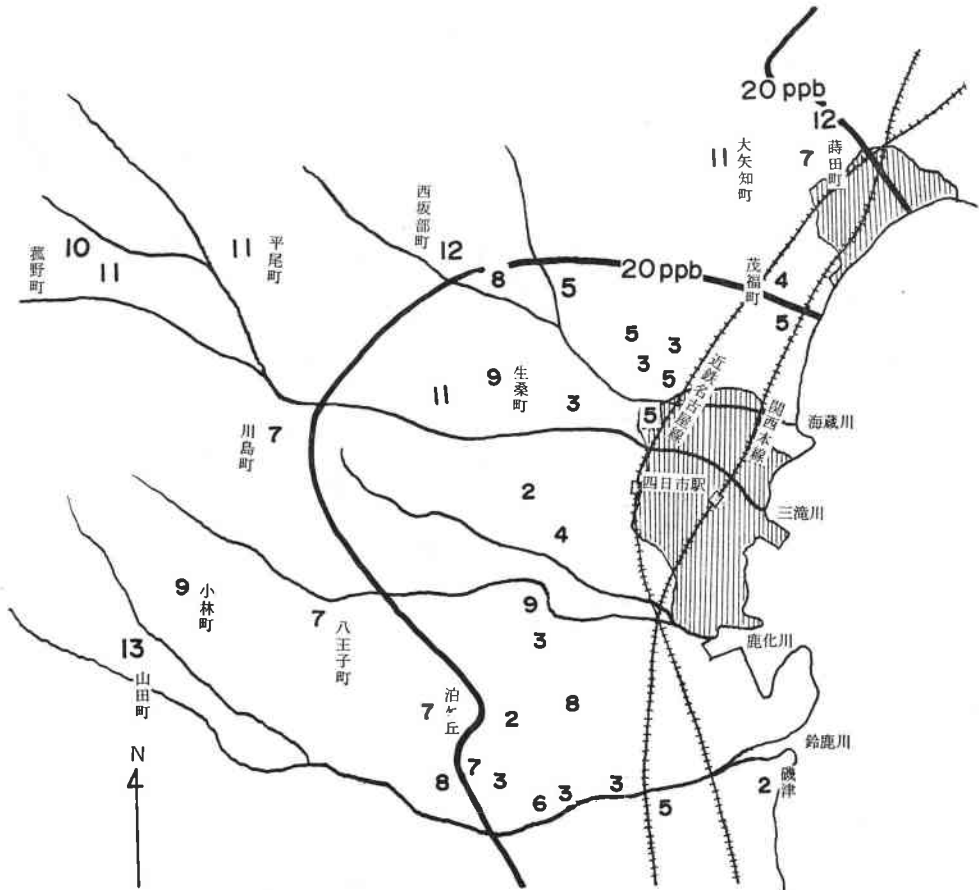


図2. 四日市における各墓地の生育種数と亜硫酸ガスの汚染状況, 杉山 (1974) より

土、本州太平洋岸の大部分の平地にごく普通に生育している。また第二として、同定が比較的容易で他の葉状地衣とたやすく区別され得るという点があげられよう。亜硫酸ガスに対する感受性は中程度で、調査結果を総合すると、0.020 ppm以上の汚染地から消滅してゆくと考えられる。ウメノキゴケ以外に亜硫酸ガスに対する高い感受性を示す種類は、葉状地衣ではゲジゲジゴケの各種 (*Anaptychia* spp.), チヂレアオキノリ (*Leptogium cyanescens*), マツゲゴケ (*Parmelia clavulifera*), キウメノキゴケ (*Parmelia caperata*), チヂレアオキノリ (*Leptogium cyanescens*) などであり、固着地衣ではヘリトリゴケ (*Lecidea albocoerulescens*) その他である。これらの種は感受性の大小はあるが、亜硫酸ガスの一定濃度以上の地域から消滅することから判断して、この汚染物質の指標となりうると考えられる。

#### b. 生育種数による指標

大気汚染の軽微な地域から高汚染地域にかけて、大気中の  $\text{SO}_2$  濃度に対応する墓地を訪れてみると、次第に墓石上の地衣の種類数が減少してゆくことがわかる。したがって一墓地に生育する地衣の種類数と大気汚染指標として利用することの可能性が予想された。このような予測のもとに調査された四日市市における結果は図2.に示されている。この例では、亜硫酸ガス濃度 0.020 ppm (20 ppb) 以上の地域では各墓地における出現種類数はだいたい10以下で、10種類以上の墓地はそれ以下の地域に分布していることがわかる。仙台、静岡、清水、岡山、松山などの諸都市での調査でもおおむね類似した結果が得られた。以上のことから、各墓地における地衣の出現種類数が亜硫酸ガスによる大気汚染の指標として有効であると云えよう。

#### Summary

Preliminary surveys of lichens in some cities in Japan have been carried out by the author since 1971. Based on the results, the author discusses about lichens for indicators of  $\text{SO}_2$  air pollution in urban area in the present paper.

#### 引用文献

- HAUGSIA 1973. Ueber den Einfluss der Stadt Oslo auf die Flechtenvegetation der Bäume  
Nyt. Mag. Naturvidensk 68 : 1-116.
- SKYE, E. 1964. Epitytfloran och luftföroreningarna, Svensk Naturvetensk : 327-332.
- SUGIYAMA, K. 1973. Distribution of *Parmeria tinctorum* in urban area, Misc. Bryol. Lichenol 6 (6) : 93-95.
- 杉山恵一 1974. 下等植物特に大気汚染指標性の検討とその利用に関する研究 (第一報) 環境庁別枠研究報告書 : 1-16.
- 1975. 同 (第二報) : 1-14.