

大牟田市およびその周辺における 着生植物の分布による大気汚染図示*

杉 泰 昭** ・ 増 田 昭 子**

1. はじめに

地衣類や蘚苔類等の着生植物は一般に大気中の硫黄酸化物等に敏感であるため生物指標として有効なことが知られており、カナダ、フランス、日本等でいくつかの研究が報告されている (De Sloover・LeBlanc¹⁾, LeBlanc・De Sloover²⁾, LeBlanc ら^{3,4)}, LeBlanc ら⁵⁾, Hawksworth・Rose⁶⁾, Taoda⁷⁾, Sugiyama ら⁸⁾, 梅津⁹⁾, 光本ら¹⁰⁾。これらの研究では、特定の着生植物種の有無、多少、着生植物の組成や生育状況、またそれらの結果から算出された IAP 値 (大気清浄度指数) によって大気汚染の程度の指標性を検討するものであった。他方これらの研究において、調査対象木は、特定の樹種に限定されるか、あるいは樹種の違いはほとんど考慮されていない。

本研究では数種の樹種における着生植物の植被率の差異を利用して地点ごとの大気汚染の程度を判定し図示することを試みた。

2. 調査地と方法

2・1 調査地の概要

調査地は重化学工業地帯を有する大牟田市ならびにそれに南接する熊本県荒尾市北部であった。調査地の植生概要および工場の位置ならびに大牟田市街のほぼ中央に位置する上官町での年平均風配図を図 1 に示した。なお図 1 に示した大牟田市の植生概要は福岡県・熊本県現存植生図 (環境庁^{11,12)}) を簡略化したもので、年平均風配図は大牟田市衛生部公害対策室資料¹⁴⁾ から引用した。

2・2 調査対象木

人家の庭先や公園および神社の境内に生育する独立木を調査対象として選んだ。調査対象樹種は原則として胸高直径 30 cm 以上のクスノキ、ソメイヨシノおよびクロガネモチで、一調査地点当り 1~4 本の樹木を調査対象とした。調査地点数および調査本数は、クスノキ: 76 地点 108 本, ソメイヨシノ: 79 地点 101 本, クロガネモチ: 61 地点 70 本であった。なお、大牟田市およびその周辺での調査は 1973, 1974 年に行った。

2・3 地衣類, 蘚苔類の植被率

調査木の地表面から 1 m までの樹幹部全表面について地衣類, 蘚苔類の被覆面積の全表面積に対する百分率を求め、それぞれの植被率とした。調査対象木が 2 本以上の地点では、各対象木の植被率の平均値をその地点の植被率とした。

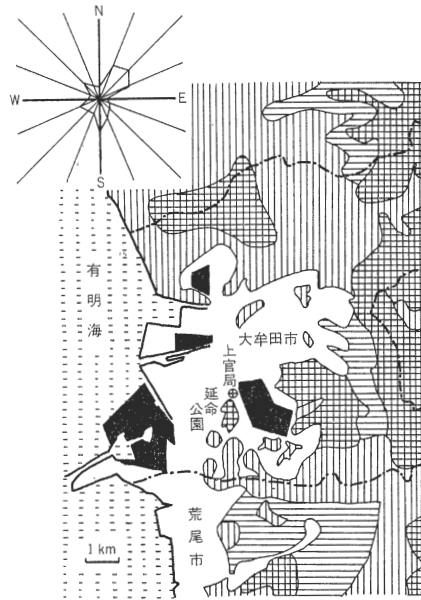


図 1 調査地域の概要および年平均風配図



3. 結果と考察

3・1 着生植物の分布状態

各樹種ごとに地衣類および蘚苔類の地点別植被率を図 2 A~E に示す。これらの図においては着生植物の植被率を下記の 9 段階に分けて示し、着生植物がほとんど

* Mapping of Air Pollution in and around Omuta City based upon Epiphytic Lichens and Bryophytes

** Yasuaki SUGI & Akiko MASUDA (福岡県衛生公害センター) Fukuoka Environmental Research Center

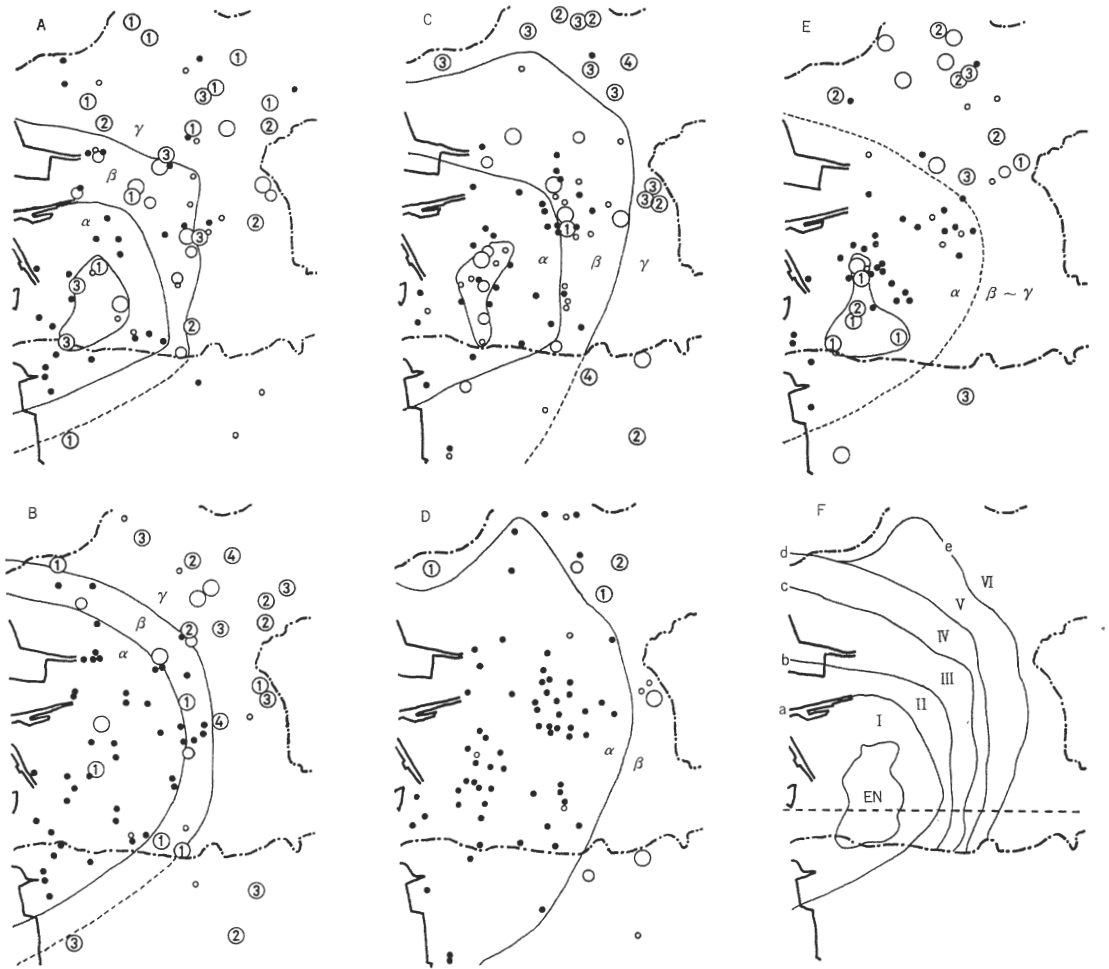


図2 各樹種における地衣類・蘚苔類別の着生状況

- A: クスノキ樹皮上での地衣類の着生状況
- B: クスノキ樹皮上での蘚苔類の着生状況
- C: ソメイヨシノ樹皮上での地衣類の着生状況
- D: ソメイヨシノ樹皮上での蘚苔類の着生状況
- E: クロガネモチ樹皮上での地衣類の着生状況
- F: 着生植物の分布状況の樹種による差異を考慮した大気汚染図示

図2 A～Eにおいて、 α : ほとんど着生していない地域, β : 着生しはじめる地域, γ : 豊富に着生している地域。
 図2 Fにおいて、a～eは図2 A～Eに示した8つの区分線を5つの区分線にまとめたもの、I～VIはこの区分線を境界にした、着生植物の発達程度の差異を示す区分帯、ENは延命公園周辺をあらわす。破線より上は区分線と汚染物質との対応関係が良かった地域、下は区分線と汚染物質との対応関係が悪かった地域。

みられない地域 (植被率0.1% 未満: α), 着生植物が出現しはじめる地域 (植被率0.1～3.1%: β), 着生植物が豊富に存在している地域 (植被率3.1% 以上: γ) を区分した。

3.1 ~ 1.6 %	++	○
1.6 ~ 0.8 %	++	○
0.8 ~ 0.1 %	+	○
0.1 % 未満	±	●

植被率	被度階級	記号
100.0 ~ 50.0 %	5	⑤
50.0 ~ 25.0 %	4	④
25.0 ~ 12.5 %	3	③
12.5 ~ 6.3 %	2	②
6.3 ~ 3.1 %	1	①

これらの図から明らかなように、工場地帯周辺ではいずれの樹種においても地衣類、蘚苔類はほとんど着生していなかった。また、いずれの樹種においても地衣類の植被率が0.1% 未満の地域は蘚苔類のそれよりも狭かった。地衣類、蘚苔類の植被率を目安にして区分した地域は樹種によって少しづつずれ、3樹種のうち着生植物が

もっとも着生しやすい樹種はクスノキであり、もっとも着生しにくい樹種はクロガネモチであった。図 2 A～E に示した区分線はそれぞれの線の重なり程度から判断して、いずれの樹種にも着生植物がほとんど着生していない重化学工業地帯周辺を中心にして次の 5 つの同心円状の区分線に整理することができた。すなわち、工業地帯周辺から近い順序に、(a)クスノキ樹皮上で地衣類が着生しはじめる区分線、(b)ソメイヨシノ樹皮上で地衣類が着生しはじめる区分線、(c)クスノキ樹皮上で地衣類が豊富に着生し藓苔類も着生しはじめ、クロガネモチ樹皮上で地衣類が着生しはじめる区分線、(d)クスノキ樹皮上で藓苔類が豊富に着生しはじめる区分線、(e)ソメイヨシノ樹皮上で地衣類が豊富に着生し藓苔類も着生しはじめる区分線の 5 つの区分線である。そして、それぞれの区分線を境界にして図 2 F に示すように(I)から(VI)までの 6 つの区分帯に分けることができた。なお図 2 F に示すように区分帯(I)の一部において地衣類、藓苔類の着生状況の比較的良好な地域(EN)がみられた。この地域は大きな面積を有する公園緑地帯(延命公園)およびその南周辺一帯である。これは煙源となる工場がこの公園に対して卓越風(北東風)の風上方向にあり、この公園の南側は公園緑地帯によって汚染大気から保護されているためと思われる。このことに関連し、着生植物の風向きや汚染源からの距離のほかその地域での卓越風の分布は地形等からの影響を反映していることが知られている(LeBlanc ら⁸⁾)。森林による保護作用については梅津⁹⁾も工場周辺の大気汚染源に近いコジイ林(この林には着生植物は全く着生していない)に囲まれた社寺の庭のソメイヨシノや石仏にはウメノキゴケが生育していることを報告している。

3・2 着生植物の分布と大気汚染物質との関係

市街地または工業地帯における着生植物の分布を制限する要因として、大気中の硫黄酸化物(LeBlanc・De Sloover²⁾, Hawksworth・Rose⁶⁾, LeBlanc ら⁸⁾, Taoda⁷⁾, Sugiyama ら⁸⁾), フッ素(LeBlanc ら^{4,14)}), 重金属(LeBlanc ら⁵⁾), 等がある。重化学工業地帯である大牟田市においては、硫黄酸化物のほかに降下ばいじんも大気汚染の大きな部分を占めている。したがって、本研究では、着生植物の分布状況と大気中の硫黄酸化物および降下ばいじん量との関連を検討した。硫黄酸化物と降下ばいじんの等量線に関しては福岡県整備局資料“昭和46年度大牟田市降下ばいじん量調査成績”(未発表)を参考にし、これら物質の経年変化は大牟田市衛生部公害対策室の資料¹⁵⁾を参照した。大牟田市における大気中の硫黄酸化物量は昭和43年以降、降下ばいじん量は昭和45年以降減少している。しかし大気汚染が自然条件下で

着生植物の分布状況に影響をおよぼすには数年以上の累積的効果による場合が多い(De Sloover・LeBlanc¹⁾)。以上に述べた理由から、大気汚染の資料としてどの時期の測定資料を使用するのが適当であるかには問題があるが、今回はこの地域内の各地点ごとの大気汚染の強さの相対的な傾向を示すものとして、着生植物の分布調査を開始した時点よりも 2 年前の昭和46年度の資料を参考にした。

汚染物質の等量線と図 2 A～E に示した地域区分線とを比較すると大略一致しているが、それぞれの同心円の中心はお互いにくらかずれており、また延命公園およびその南周辺ならびに大牟田市南部・熊本県荒尾市北部では両者の対応は必ずしも良好ではなかった。これらの関係をより明確にするために、調査地域を大牟田市北部、延命公園およびその南周辺、大牟田市南部・荒尾市北部の三地域に分けて、毎木別の着生植物の植被率と汚染物質との対応を検討した結果、延命公園およびその周辺での地衣類、藓苔類の植生状況は大気汚染が同程度の大牟田市北部のそれに比べてはるかに良好であった。一方、大牟田市南部・荒尾市北部の大部分の地域では汚染物質が少なくにもかかわらず着生植物の植被率は大気汚染が同程度の大牟田市北部におけるそれよりも劣悪であった。延命公園およびその南周辺において着生植物の発達が相対的に良いことは、先に述べたように、森林の保護作用によるものと考えられるが、大牟田市南部・荒尾市北部において着生植物群落の発達が相対的に劣悪なことの原因は明らかでない。

そこで前記両地域を除いた、調査地域の大部分を占める大牟田市北部における上記両大気汚染物質と着生植物の発達との関係を明らかにするために、着生植物の発達程度を 3 階級に分けて、それぞれに該当した調査木の本数を樹種別、地衣類・藓苔類別に、また降下ばいじん量および硫黄酸化物量を階級別に示した(図 3)。この図から、着生植物全体および各樹種における地衣類、藓苔類それぞれの衰退がいずれも降下ばいじん量、硫黄酸化物量の増大とよく対応し、さらにいずれの汚染階級においてもクスノキ、ソメイヨシノ、クロガネモチの順で地衣類、藓苔類が着生し易く、地衣類のほうが藓苔類よりも一層汚染度の高い地域まで生育していることが明らかである。

毎木別の着生植物の植被率と汚染物質との対応を示した図 3 を参考にし、汚染物質の等量線と図 2 A～E に示した着生植物分布状況による地域区分線との重なりかたから、大牟田市北部における着生植物の分布区分線と汚染物質との対応関係を図 4 A, B にまとめた。これらの図からわかるように、着生植物の分布状況と両汚染

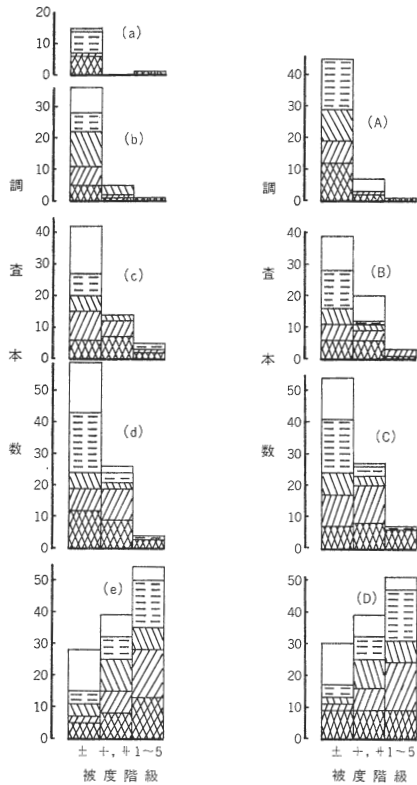


図3 大牟田市北部における汚染物質質量階級別の、樹種別、地衣類・蘚苔類別の着生植物の植被率階級ごとの出現頻度

クスノキ・地衣類
 ソメイヨシノ・地衣類
 クロガネモチ・地衣類
 クスノキ・蘚苔類
 ソメイヨシノ・蘚苔類

(a)~(e) : 降下ばいじん量 (t/km²/月), 階級 (a) 20~25, (b) 15~20, (c) 10~15, (d) 5~10, (e) 5未満
 (A)~(D) : 硫黄酸化物量 (SO₂mg/日/100cm² PbO₂), 階級 (A) 1.0~1.5, (B) 0.8~1.0, (C) 0.5~0.8, (D) 0.5未満

物質との対応のうち、降下ばいじん量の方が硫黄酸化物量よりも対応関係がより明らかである。またこれらの図において、着生植物の分布状況による区分線と汚染物質との対応が厳密ではないことは先に述べたように、それぞれの同心円がお互いにくらかづれているためである。

以上の結果から、今回行った着生植物の樹種別、地衣類・蘚苔類別分布状態に着目した地域区分はこの地域における大気汚染度の地域的傾向とかなりよく対応すると考えられる。

4. まとめ

着生植物の分布および生育状況を大牟田市内およびそ

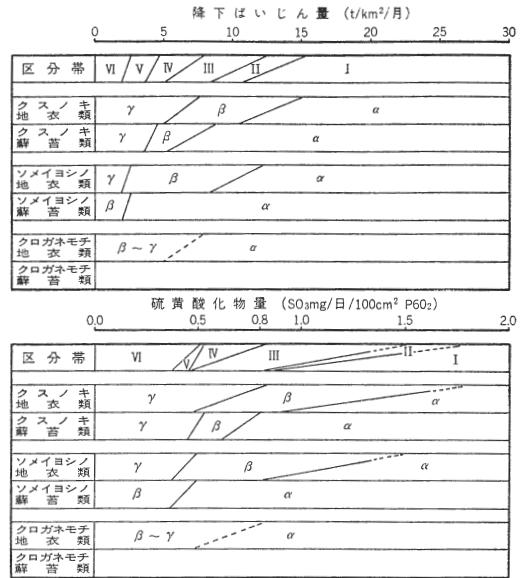


図4 汚染物質質量と着生植物の分布状況との関係
 α, β, γ は図2 Aと同じ; I~VI は図2 Fと同じ

の周辺において調査し、大気汚染との関係を検討した。樹種別、地衣類・蘚苔類別の着生状況の差異を考慮した今回の大気汚染図示の方法は、ある種類の有無、多少、種類組成や生育状況およびこの結果から算出されたIAP値等を基礎とした大気汚染図示の方法に比べ、着生植物の分類の手数を省けること、樹種による着生植物の着生状況の差異を考慮できる点において利点があると思われる。

着生植物の樹種別、地衣類・蘚苔類別の分布状況に着目した地域区分はこの地域における大気汚染度の地域的傾向とかなりよく対応していることがわかった。ただし汚染源から近い地域においても大きな緑地帯周辺において地衣類・蘚苔類の着生状況は比較的良好で、これは森林による大気の浄化作用による現象と考えられた。

謝辞

常々環境科学上の指導を賜わり、本研究を遂行する機会を与えられた当所猿田南海雄所長、高橋克己副所長、木藤寿正環境科学部長に深謝するとともに、本研究課題を唆、本稿の作製にさいし、指導・助言していただいた山本英穂環境生物課長および小村精専門研究員に謝意を表する。

一引用文献一

- 1) De Sloover J. & F. LeBlanc : Mapping of atmospheric pollution on the basis of lichen sensitivity: R.) Misra and B. Gopal ed.) Proc. Symp. Recent

- Adv. Trop. Ecol., pp. 42—56, Int. Soc. Trop. Ecol., Varanasi, 1968.
- 2) LeBlanc F. & J. De Sloover : Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. Can. J. Bot., Vol. 48, pp. 1485—1496, 1970.
 - 3) LeBlanc F., D. N. Rao & G. Comeau : The epiphytic vegetation of *Populus balsamifera* and its significance as an air pollution indicator in Sudbury, Ontario. Can. J. Bot., Vol. 50, pp. 519—528, 1972.
 - 4) LeBlanc F., D. N. Rao & G. Comeau : Indices of atmospheric purity and fluoride pollution pattern in Arvida Quebec. Can. J. Bot., Vol. 50, pp. 991—998, 1972.
 - 5) LeBlanc F., G. Robitaille & D. N. Rao : Biological response of lichens and bryophytes to environmental pollution in the Murdochville Copper Mine Area Quebec. Journ. Hattori Bot. Lab., No. 38, pp. 405—433, 1974.
 - 6) Hawksworth D. L. & F. Rose : Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. Nature, Vol. 227, pp. 145—148, 1970.
 - 7) Taoda H. : Mapping of atmospheric pollution in Tokyo based upon epiphytic bryophytes. 日生態会誌, Vol. 22, No. 3, pp. 125—133, 1972.
 - 8) Sugiyama K., S. Kurokawa & G. Okuda : Studies on lichens as a bioindicator of air pollution. I. Correlation of distribution of *Parmelia tinctorum* with SO₂ pollution. 日生態会誌, Vol. 26, No. 4, pp. 209—212, 1976.
 - 9) 梅津幸雄 : 着生こけ植物・地衣類植生による重工業都市の大気汚染図示, 日生態会誌, Vol. 28, No. 2, pp. 143—154, 1978.
 - 10) 光本偉勝, 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, 第13巻 第1号, pp. 26—32, 1978.
 - 11) 環境庁¹⁾ : 自然環境保全調査報告書福岡県版, 昭和50年・昭和51年発行.
 - 12) 環境庁²⁾ : 自然環境保全調査報告書熊本県版, 昭和50年・昭和51年発行.
 - 13) 大牟田市衛生部公害対策室 : 大牟田市公害調査報告, 第13報, 昭和47年12月.
 - 14) LeBlanc F., G. Comeau & D. N. Rao : Fluoride injury symptoms in epiphytic lichens and mosses. Can. J. Bot., Vol. 49, pp. 1691—1698, 1971.
 - 15) 大牟田市衛生部公害対策室 : 大牟田市公害調査報告, 第17報, 昭和51年10月.