

着生地衣蘚苔植生による 福岡県内都市地域の環境汚染指標

(1)北九州および大牟田地区における大気清浄度指数*

小村 精**・村田 敦子**

1. はじめに

重工業都市および大都市で環境悪化に伴い着生地衣蘚苔植生(着生植生)が衰退することは古くから認められ、大気汚染指標としての着生地衣蘚苔類に関する多くの研究が行われ、その有用性が指摘されている。当所でも、この点に関して以前から関心が持たれ、杉・増田¹⁾による大牟田地区の着生植物の研究報告に貴重な成果が示されている。本研究は前記の研究の流れを引継ぎ発展させることを意図して企画され、新しい調査法および評価法により、福岡県内都市地域6地区の環境汚染度を着生植生により評価し、各地区内の地域的な差異、地区相互間の差異およびそれぞれの地域の経年的推移をも把握する目的で、昭和53年から始めた。今回は、県内の主要重工業都市である北九州および大牟田地区の昭和53、54年度第1回調査結果の一部を発表する。

2. 調査地の概況

北九州および大牟田地区の工場地域を含むそれぞれ東西27km南北14kmおよび東西6.5km南北11kmの地域のうち海拔100m以下の地域を調査対象とした。大牟田地区は西部は有明海に面し、工業地帯は内陸部に1箇所臨海部に2箇所分散し、市街地を三方から取り囲むように隣接して立地し、鉱工業都市として化学、非鉄金属、電力など関連産業を伴いながら発展してきた。工場および市街地と背後の低い山地との間にはかなり広い田園地帯がみられる。北九州地区は北部は響灘に面し、深く入り組んだ洞海湾をかかえていて、臨海地帯は古くから鉄鋼業を中心とした重化学工業が発達し、大規模工場群が存在し、隣接する市街地の背後には急斜な山地が近くまで迫っている。

北九州公害対策局²⁾および大牟田市公害対策室³⁾の資料により両地区の大気汚染状況の推移を、硫酸化物濃度(二酸化鉛法)の全測定点の平均値についてみると、両地区で非常によく似た値および経年変化を示し、調査時点に近い昭和53、54年度は約0.3mg SO₃/日/100cm²で、昭和44および48年度のそれぞれ1.5および0.6mg SO₃/日/100cm²と比べ著しく好転している。しかし、両地区とも一部の地域が昭和48年以来公害健康被害補償法による指定地域となっている。

3. 調査および評価法

対象地区内の適当な調査木が存在するほとんどすべての神社林分および境内を調査地点とし、各調査地点で樹種を限定せず着生植生が最も良く発達した1本の樹木の幹の1方向を原則として選び、地上2m以下に横50cm(小径木では40cm)縦2mの方形区を設け、さらに、50cm×50cmの4小方形区に分け、出現した地衣蘚苔の種とそれぞれの被度(%)を判定調査した。北九州および大牟田地区の調査地点数はそれぞれ63および46で、対象樹種はそれぞれ14および12種に及んだが、クスノキとイチョウを合せるとそれぞれ全調査方形区の64および69%を占めた。

評価のための資料の集計は方形区(0.5m×2m)ごとに行い、それぞれの種の被度は6階級(5:40%以上, 4:20~40%, 3:10~20%, 2:5~10%, 1:1~5%, +:1%未満)に分け評価した。着生植生による大気環境の評価には、LeBlanc・De Sloover⁴⁾のIAP(Index of Atmospheric Purity:大気清浄度指数)を一部改変して用い、各方形区ごとに次式により求めた。

$$IAP = \sum_{i=1}^n (Q \times f) \times \frac{1}{10}$$

* The Epiphytic Lichen and Bryophyte Vegetation as a Bioindicator of Environmental Pollution in Urban Areas of Fukuoka Prefecture (1) Indices of Atmospheric Purity in Kitakyushu and Omuta Areas

** Makoto OMURA, Atuko MURATA (福岡県衛生公害センター) Fukuoka Environmental Research Center

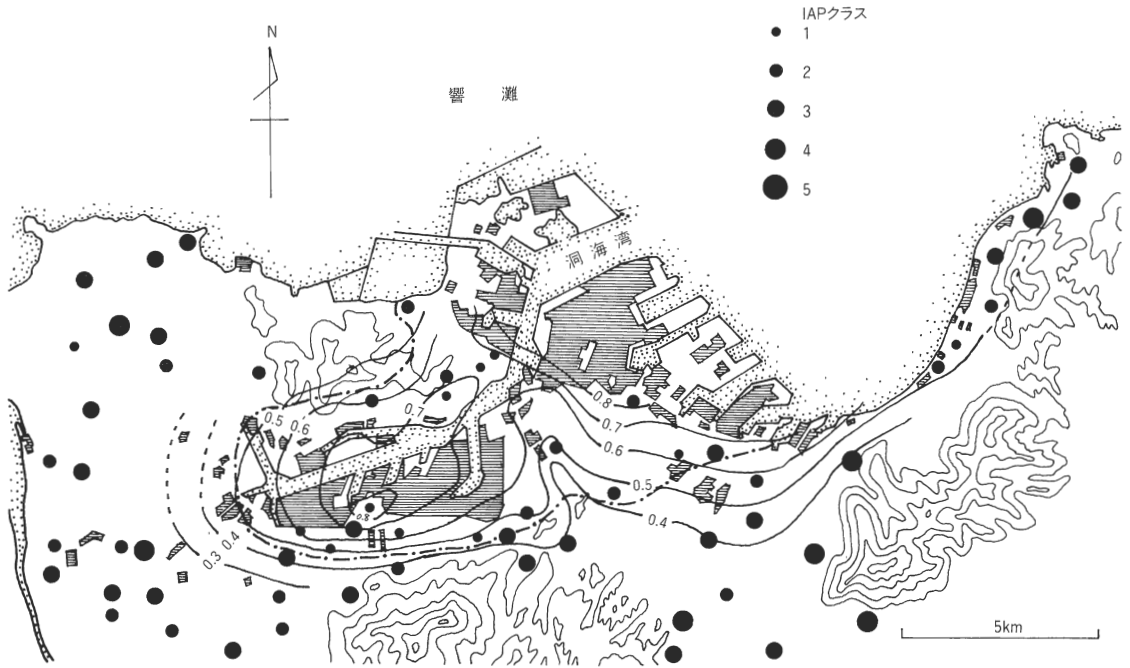


図1 北九州地区のIAPによる大気環境評価図
 硫黄酸化物濃度の等値線は昭和47～53年の平均値 (mg SO₂/日/100 cm² PbO₂) による。鎖線内：公害健康被害補償法による指定地域、線影部：工場、打点部：水域、等高線は100 m 間隔。

Q：それぞれの種の汚染に対する感受性を指標する
 評点で、その種が出現した全方形区における1
 方形区当たり平均種数（昭和54年までに県内各地
 で調査した449方形区資料による）を用いた。

f：それぞれの種の被度階級値

n：出現種数

また、結果の図示には、IAPを5クラス（5：15 < IAP, 4：10 < IAP ≤ 15, 3：5 < IAP ≤ 10, 2：1 < IAP ≤ 5, 1：IAP ≤ 1）に分け、各地点で得られた最高値を用いた。なお、地域の大気汚染度の指標としては測定資料が豊富な硫黄酸化物濃度（二酸化鉛法）の昭和47～53年度の平均値を用いた。

4. 結果および考察

両地区のIAPによる評価結果を、硫黄酸化物濃度の等値線、公害健康被害補償法に基づく指定地域とともに図1および2に示す。また、両地区の硫黄酸化物濃度クラス域別にみた、種数および被度階級値合計の1方形区当たり平均値ならびにIAPクラス別地点数百分率を表1に示す。

4・1 IAPと大気汚染度との対応



図2 大牟田地区のIAPによる大気環境評価図
 IAPクラス等の表示は図1と同じ。

着生植生の発達状況により地域の大気汚染度を評価する場合、とくに注意すべきことの一つは、Le Blanc・De Sloover⁴⁾も注意しているように、良く発達した植生の存在はその地域の大気の清浄さの指標となるが、発達の貧弱さや欠如していることは必ずしも大気汚染を指標

表1 硫黄酸化物濃度クラス域別にみた種数、被度階級値合計の1方形区当たり平均値及びIAPクラス別地点数百分率

地区	硫黄酸化物濃度クラス*	方形区数	種数の方形区当たり平均値	被度階級値合計の方形区当たり平均値	IAPクラス				
					1	2	3	4	5
北九州	I	48	4.8	6.4	3	30	48	18	0
	II	30	1.9	3.8	20	45	30	5	0
	III	18	1.1	1.9	50	30	20	0	0
大牟田	I	41	6.4	9.2	0	23	35	32	10
	II	17	1.5	1.6	44	56	0	0	0
	III	11	0.8	0.7	83	17	0	0	0

*硫黄酸化物濃度クラス区分、昭和47～53年平均(mg SO₂/日/100cm² PbO₂)
I=0.4未満, II=0.4～0.6, III=0.6～0.8

するものとは限らないことである。IAPによる評価結果についてもこの点に注意し、個々の調査地点の発達の貧弱さに関しては隣接地点の結果も考慮して判断する必要がある。また、着生植生は大気汚染の総合的かつ長期的影響を反映していると考えられ、硫黄酸化物濃度など単一汚染物質についての汚染度や、ある時点における濃度の絶対値と対応づけることは、殊に硫黄酸化物による汚染状況が好転してきている現状では、あまり妥当であるとは考えられないが、今回は大気汚染度の地域的差異は単一汚染物質濃度を指標として相対的に判断せざるをえなかった。

図1および2に示したように、隣接した調査地点間でも着生植生の発達程度にはかなり差異があるが、両地区ともそれぞれ工場地帯ないし市街地から郊外に向って、着生砂漠ないしそれに近いIAPクラス1～2の地点が多い地域から、着生植生の発達が良くIAPが高い地点が多い地域に移行して、IAPによる評価結果は硫黄酸化物濃度を指標とした大気汚染度の地域的差異とかなり良く対応している。ちなみに、両地区とも硫黄酸化物濃度の測定点は調査地域の周辺部には設定されていないが、測定点網内の調査地点で得られたIAPと、硫黄酸化物濃度の推定値との相関係数は大牟田および北九州でそれぞれ-0.82および-0.68で共にP<0.01で有意な値を示した。

また、公害健康被害補償法に基づく指定地域は、両地区ともIAPクラス1および2の地点が集中している地域と非常に良く一致している。

4・2 着生植生発達程度の両地区間の比較

前述したように、両地区における大気汚染度の経年推移や現状を硫黄酸化物濃度についてみるかぎり、ほとんど差がないようにみえる。しかし、着生植生の発達状況を比較すると、図1および2、表1にみられるように両地区間で多少の差がみられる。すなわち、硫黄酸化物濃度が比較的に高い(濃度クラスIIIおよびII)地域では北

九州のほうが大牟田よりも着生植生の発達が良く、種数および被度の各平均値がやや高く、上位のIAPクラスの地点数の割合も高くなっている。これは両地区における硫黄酸化物以外の要因による影響の差異を反映しているとも考えられるが、その要因は明らかでない。一方、硫黄酸化物濃度が低い(濃度クラスI)地域ではこの関係は逆転し、大牟田地区のほうが着生植生の発達が良くなっている。これは前述した両地区の地形的差異や、大気汚染源の全体的規模が北九州のほうが大牟田よりもかなり大きいことなどによるものと推察される。

4・3 調査および評価法について

調査対象植生の選定に当たって、従来の多くの調査例のように、樹種を限定したり、1地点で多数の樹木の着生植生を対象としようとすると、都市地域では調査地点が著しく少なくならざるをえないという難点があり、また、同一地点でも個々の樹木および幹の方向により、環境条件、人為影響などが異なっている場合が多いことなどを考慮して、前述したように、樹種を限定せず各地点で着生植生が最も良く発達した1本の樹木の幹の1方向の植生を原則として対象とした。このことによって、着生植生が発達しにくい樹種はおのずから対象とならないなど、各地点で大気汚染以外の条件には相対的に恵まれた着生植生が対象となり、評価結果に対する他要因の影響はかなり軽減されたものと考えられる。

IAPの大気汚染指標としての有用性はLe Blancらによる調査研究(LeBlanc・De Sloover⁴⁾, LeBlancら^{5,6,7)}に示されているが、わが国でも光木ら⁸⁾により東播地域の着生植生を対象として、IAPが大気汚染度の総合的評価に有用であることが指摘されている。一方、梅津⁹⁾は宇部市の着生植生による大気汚染図示にあたり、IAPには“汚染に対し耐性のあるなしなど種の特徴が入れられていない”と批判しているが、IAPの算定には種の汚染に対する感受性(あるいは耐性)は平均共存種数(Q)という形で考慮されていて、この批判は妥当

ではない。しかし、平均共存種数は調査地区ごとに異なるため、地区間の比較評価を行うためには、その都度 IAP の再計算を要するという不便さがある。今回は県内低海拔高地域のほぼ全域にわたる 449 方形区の調査資料が得られた段階でそれぞれの種の平均共存種数の値を求め、IAP の算出に使用することにより、少なくとも県内各地区相互間の比較評価が可能となった。

今回用いた調査および評価法には、調査対象の選定法、優占度判定基準および種の汚染耐性の評価法などの改良の余地はあるが、着生植生の発達程度を指標として大気環境の地域差や地区間の比較評価を総合的に行う場合、かなり有効な方法であると考えられる。

5. ま と め

(1) 福岡県内の主要重工業地帯である北九州および大牟田両地区の大気環境を IAP により評価し、結果を図示した。各地区における評価結果は大気汚染度の指標としての硫黄酸化物濃度とかなり良く対応した。また、両地区間の評価結果の差異を明らかにした。

(2) 両地区における公害健康被害補償法に基づく指定地域が IAP クラス 1 および 2 の地点が集中する地域と非常に良く一致した。

(3) 今回用いた調査および評価法の妥当性について考察した。

謝 辞

本研究の意義に深い理解を示され、その遂行に多大の便宜と有益なご助言をいただいた福岡県衛生公害センター所長猿田南海雄博士、副所長高橋克巳博士に感謝するとともに、野外調査に協力した当所環境生物課専門研究

員杉泰昭氏にお礼申しあげる。

付記 本報および次報の結果は一部第 40 回日本公衆衛生学会（名古屋市，昭和 56 年 10 月 29 日）および第 8 回環境保全・公害防止研究会（東京都，昭和 56 年 12 月 3 日）において発表した。

—引用文献—

- 1) 杉泰昭，増田昭子：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，全国公害研会誌，Vol. 5, No. 2, pp. 93-97, 1980.
- 2) 北九州市公害対策局：北九州市の公害，第 11—13 号，1977—1979.
- 3) 大牟田市衛生部公害対策室：大牟田市公害調査報告書，第 14—20 報，1973—1979.
- 4) 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, No. 7, pp. 1485-1496, 1970.
- 5) 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, No. 3, pp. 519-528, 1972.
- 6) LeBlanc, F., D. N. Rao & G. Comeau : Indices of atmospheric purity and fluoride pollution in Arvida, Quebec. Can. J. Bot., Vol. 50, No. 5, pp. 991-998, 1972.
- 7) LeBlanc, F., G. Robitaille & D. N. Rao : Biological response of lichens and bryophytes to environmental pollution in the Murdochville copper mine area, Quebec. Jour. Hattori Bot. Lab., No. 38, pp. 405-433, 1974.
- 8) 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，Vol. 13, No. 1, pp. 26-32, 1978.
- 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.