

山梨県における葉状地衣類の分布及び生息環境調査

大橋泰浩 吉澤一家

Distribution and Habitat Environment of Foliose Lichen in Yamanashi Prefecture

Yasuhiro OHASHI and Kazuya YOSHIKAWA

キーワード：山梨県、地衣類、分布、環境、大気汚染

地衣類は菌類と藻類からなる共生生物であり、樹木や岩などに付着して生息する身近な生物である。また、大気汚染に対する生物指標として優れた生物の1つと考えられており、特に葉状地衣類のウメノキゴケは、高濃度の二酸化硫黄 (SO₂) に感受性が高く、SO₂ 濃度が 0.02 ppm 以上の場所では個体が衰退することが報告されている¹⁾。一方で、窒素酸化物などの大気汚染物質に対する指標としての有効性は不明である。

山梨県では過去に富士山周辺^{2,3)}、甲斐駒ヶ岳・仙丈ヶ岳⁴⁾において地衣類の調査が実施された報告があるが、一般環境を含めた山梨県全域での分布に関する報告はない。

そこで、本研究では山梨県内の葉状地衣類の分布を明らかにすることにより大気汚染状況を把握することを最終目的として、まず山梨県内で葉状地衣類の分布を調査した。また、大気汚染状況の常時監視を行っている大気測定局近傍での調査及び近接した2地点で窒素酸化物濃度や気象状況等の比較調査を行うことで、SO₂以外の大気汚染物質に対する指標としての有効性を検討した。

調査方法

1 葉状地衣類の分布調査

(1) 調査対象樹木及び調査地点

山梨県内の多地点で確認できるソメイヨシノを対象樹木とし、特に胸高直径が 25 cm 以上のものを調査対象とした。

調査は、平成 25 年度から平成 26 年度にかけて、調査対象のソメイヨシノが 5 本以上群生している地点を選別し(ただし、国母自排局は 4 本のみ)、山梨県内 30 地点で行った。調査地点については、図 1 に示した。

(2) 葉状地衣類の判別

通常、地衣類の確実な同定には、特徴的な代表成分を分析する必要があるが、大型の葉状地衣類の場合、目視観察(ルーペ観察)でも大まかな判別は可能であるため、

図 2 に示した 5 種類(ウメノキゴケ、キウメノキゴケ、ハクテンゴケ、ナミガタウメノキゴケ、マツゲゴケ)の他、ウメノキゴケ科の葉状地衣類をルーペ観察にて判別の上、葉状地衣類としてまとめて被度を算出することとした。

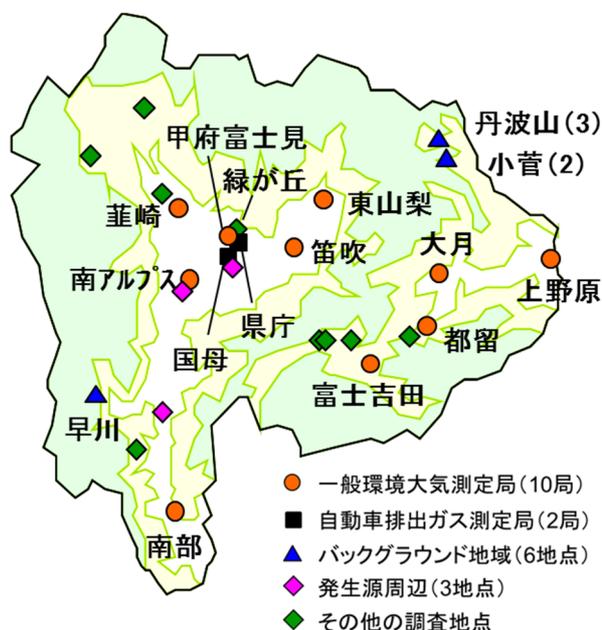


図 1 山梨県内における葉状地衣類の調査地点



図 2 調査対象とした主な葉状地衣類

(3) 被度の算出

対象とする樹木について、前後から 1 枚ずつ写真を撮り、それぞれの写真について、画像編集ソフト「Adobe Photoshop Elements 11」を用いて、葉状地衣類の着生面積と樹幹面積の割合を算出した。その割合を以下の式に代入することで被度(%)を算出し、前後の写真的平均値をその樹木における葉状地衣類の被度とした。

$$\text{被度}(\%) = \frac{\text{葉状地衣類着生面積}}{\text{樹幹面積}} \times 100 \quad (\text{式})$$

また、調査地点ごとに、調査した樹木の中で、葉状地衣類の被度が最大・最小のものを除外した残りの樹木について、被度の平均値を算出し、調査地点の平均被度として評価に用いた。

2 大気汚染物質濃度との比較調査

(1) 比較対象とする大気汚染物質について

調査地点近傍の一般環境大気測定局及び自動車排出ガス測定局における過去 10 年間（平成 16 年度～平成 25 年度）の大気汚染物質（二酸化硫黄（SO₂）、一酸化窒素（NO）、二酸化窒素（NO₂）、浮遊粒子状物質（SPM）、光化学オキシダント（O₃））濃度の結果をまとめ、葉状地衣類の被度との相関性を評価した。

(2) 大気測定局の周辺状況について

山梨県では、一般環境大気測定局（以下、「一般局」とする）として、甲府富士見局、東山梨局、笛吹局、韮崎局、南アルプス局、吉田局、南部局、都留局、大月局及び上野原局の 10 局、自動車排ガス測定局（以下、「自排局」とする）として、県庁自排局及び国母自排局の 2 局が設置されている。

各大気測定局の周辺環境は以下のとおりである。

① 甲府富士見局

住宅地域であり南に総合病院がある。周辺に大規模な事業場は存在しないが、北側約 100 m に幹線道路がある。

② 東山梨局

住宅と果樹地帯が混在しており、周辺に大規模な事業場や大きな幹線道路は存在しない。

③ 笛吹局

住宅と畑地帯が混在しており、周囲約 500 m に事業場が存在し、北側約 300 m に国道 20 号線が、東側約 150 m に幹線道路（御坂みち）がある。

④ 韮崎局

住宅地域であり、周辺に大規模な事業場は存在しないが、南側約 100 m に交通量の多い国道 20 号線があり、北側約 100 m に幹線道路がある。

⑤ 南アルプス局

住宅と田畑地帯が混在しており、周辺に大規模な事業場はないが、北側約 300 m に新山梨環状道路が、西側約 1

km に国道 52 号線がある。

⑥ 吉田局（富士吉田）

住宅地域であり、西に学校がある。周辺に大規模な事業場は存在しないが、西側約 300 m に県道 137 号線が、東側約 700 m に県道 139 号線がある。

⑦ 南部局

住宅地域であり、東側約 100 m に富士川が流れる。周辺に大規模な事業場は存在しないが、西側約 500 m に国道 52 号線がある。

⑧ 都留局

住宅地域であり南に大学がある。周辺に大規模な事業場は存在しないが、北側約 300 m に県道 139 号線がある。

⑨ 大月局

住宅地域であるが、北西側約 200 m に中央自動車道、南東側約 100 m に国道 20 号線と県内の主要な幹線道路が併走している。周辺に大規模な事業場は存在しない。

⑩ 上野原局

住宅地域であるが、南西側約 500 m に中央自動車道、南側約 100 m に国道 20 号線と県内の主要な幹線道路がある。周辺に大規模な事業場は存在しない。

⑪ 県庁自排局

甲府市の中心地であり、商業地域。幹線道路が交わる交差点に位置し、周辺に大規模な事業場は存在しない。

⑫ 国母自排局

交通量が非常に多い国道 20 号線の交差点に位置しており、住宅と商業地域が混在する。南西側約 1.5 km に大規模な工業団地がある。

3 葉状地衣類の生息環境調査

(1) 2 地点比較調査

葉状地衣類の分布調査の結果、甲府富士見局近傍と緑が丘の調査地点は、直線距離にして約 1.5 km しか離れていないものの、甲府富士見局近傍では葉状地衣類がほとんど着生しておらず、緑が丘では、被度はそれほど高くはないものの葉状地衣類の着生が認められた。また、大気汚染物質濃度との比較調査の結果、葉状地衣類の被度と NO_x 濃度に相関性がある可能性が示唆されたものの、気象状況による影響についても評価する必要があった。そこで、甲府富士見局近傍の調査地点と緑が丘の 2 地点において、窒素酸化物（NO₂、NO_x）濃度及び気象状況（温度、湿度、大気圧）との比較調査を行った。

(2) 調査期間

平成 26 年 7 月から平成 27 年 3 月にかけて、毎月約 2 週間調査を行なった。

(3) 窒素酸化物濃度の測定

窒素酸化物は、(株)小川商会製のパッシブサンプラー（OG-KN-S 型）に長期型捕集液含浸ろ紙（OG-KN-13（NO₂）

及び OG-KN-14(NO_x) を装着し、各地点に図 3 のように設置して捕集した。その後、捕集用ろ紙から超純水 15 mL で抽出し、(株)小川商会のマニュアル「長期型 NO、NO₂ 分析方法」⁵⁾ に従って、濃度を算出した。

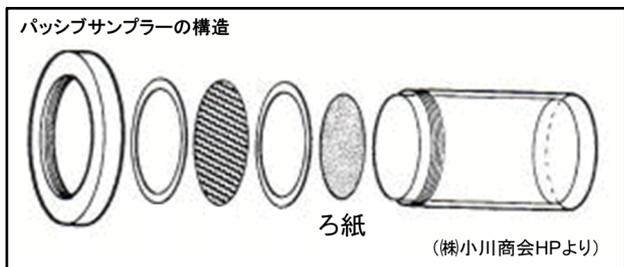


図 3 パッシブサンプラー、データロガーの設置状況

(4) 気象状況の測定

気象状況 (温度、湿度、大気圧) については、パッシブサンプラーと一緒に温度・湿度・大気圧データロガー (㈱ティアンドデイ製 おんどとり TR-73U) を取り付けることで、窒素酸化物の捕集時の気象状況を 10 分間隔で記録した。

結果と考察

1 葉状地衣類の分布調査

(1) 観察された葉状地衣類の種類と被度

山梨県内の 30 地点で分布調査を行なった。観察された葉状地衣類の種類 (着生状況) 及び調査地点毎の葉状地衣類の平均被度を表 1 に示し、葉状地衣類の平均被度を地図上にプロットしたものを図 4 に示した。

表 1 及び図 4 より、調査地点により着生する葉状地衣類の種類も被度も大きく異なることが確認できた。また、調査地点の平均被度が 1%以上の地点では、複数の樹木に、多種の葉状地衣類の着生が認められた。

また、甲府盆地内及び自排局の近傍、中央自動車道 (国

道 20 号) 沿いの大月や上野原等、交通量の多い地点では、葉状地衣類の被度が 1.0%以下であり、有害大気汚染物質の発生源周辺 (工業団地) 近傍では、同 0.2%以下と低い傾向が認められた。一方、有害大気汚染物質の発生源から離れたバックグラウンド地域では、同 6.0%以上と比較的高い傾向が認められた。

なお、その他の調査地点として、道路沿いや山沿い、神社の境内など、県内 9 ヶ所において調査した結果、交通量の多い幹線道路の沿道では、比較的葉状地衣類の被度が低く、山沿いでは被度が高い傾向であった。

以上の結果から、葉状地衣類は、有害大気汚染物質 (特に自動車排出ガス) の影響を受けて減少する可能性が示唆された。

表 1 観察された葉状地衣類の種類と被度

調査年度	調査地点の分類	調査地点名	平均被度 (%)	標高 (m)	ウメノキゴケ	キウメノキゴケ	マツゲゴケ	ハクテンゴケ	ナミキゴケ
H25	一般局近傍	甲府富士見局	< 0.1	276	△	-	△	△	-
		笛吹局	< 0.1	340	-	-	-	△	-
		東山梨局	< 0.1	392	△	-	-	-	-
		韭崎局	0.2	341	△	-	-	-	-
		南アルプス局	0.7	266	○	○	-	-	-
		都留局	2.1	529	○	○	○	○	-
		南部局	4.2	127	△	○	○	○	○
		富士吉田局	49	830	○	○	○	○	-
		大月局	< 0.1	347	△	-	-	-	△
		上野原局	0.1	276	△	-	-	-	-
H25	自排局近傍	県庁自排局	< 0.1	284	△	-	-	-	-
		国母自排局	< 0.1	262	-	-	-	-	-
H26	BG地域	早川	43	395	○	○	○	○	-
		丹波山①	6.0	606	○	○	○	○	-
		丹波山②	12	637	○	○	○	-	-
		丹波山③	31	615	○	○	○	-	-
		小菅①	18	646	△	○	○	○	-
H25	発生源周辺	甲西 (工業団地)	0.1	243	△	-	-	-	-
		国母 (工業団地)	0.1	255	-	△	-	-	-
		身延 (工業団地)	0.2	202	△	△	-	△	-
H26	その他の調査地点	緑が丘 (公園)	1.0	292	○	○	-	△	-
		高根 (沿道)	1.0	725	△	○	-	△	-
		武川 (山沿)	2.7	677	△	○	○	△	-
		都留 (沿道)	0.9	566	-	△	△	△	-
		富士吉田 (神社)	0.9	767	△	△	-	△	-
		河口湖 (沿道)	1.2	835	△	○	-	△	-
		韭崎 (山沿)	3.1	524	△	○	-	-	-
		河口湖 (神社)	14	840	△	○	○	△	-
		身延 (山沿)	16	393	○	○	○	△	-

※被度 (%) について、各調査地点で、最大・最小の各 1 本を除外した、残りの被度の平均値
 - 着生が認められなかった
 △ 一部の樹木に、ごく少量の着生が認められた
 ○ 複数の樹木に、広く着生が認められた

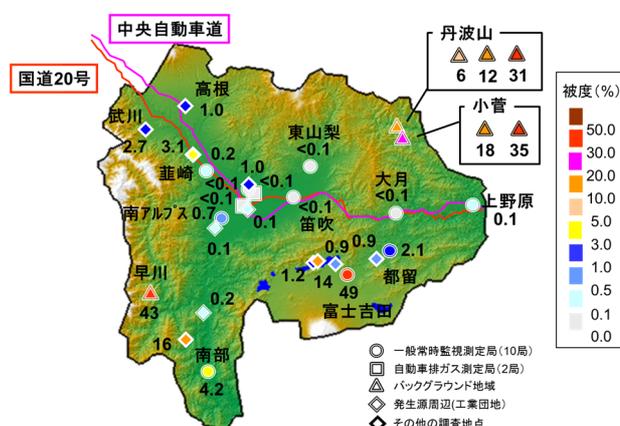


図 4 各地点における葉状地衣類の被度

2 大気汚染物質濃度との比較調査

(1) SO₂濃度との相関性

葉状地衣類の被度と大気測定局で観測された SO₂ 濃度の結果（平成 16～平成 25 年度の「年平均値」の平均値）の相関図（指数近似）を図 5 に示した。山梨県における SO₂ 測定地点は、甲府富士見局及び大月局の 2 地点のみで、データ数が少なく、このデータのみで評価することはできなかった。ただ、近年、大気中の SO₂ 濃度は、年平均値 0～0.002 ppm であり、杉山らが示した閾値（0.02 ppm）の 10 分の 1 以下であり、葉状地衣類の着生に、ほとんど影響していないと考えられる。

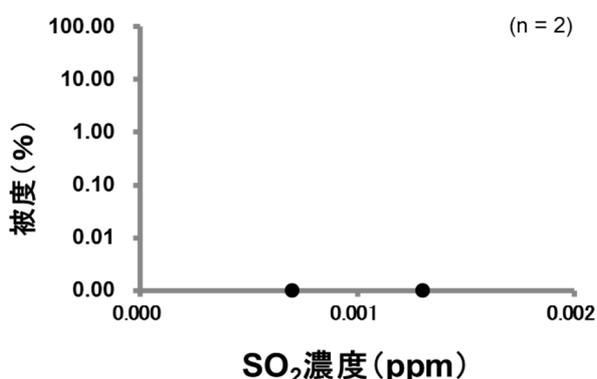


図 5 SO₂濃度と葉状地衣類の被度の相関（指数近似）

(2) SO₂以外の大気汚染物質濃度との相関性

葉状地衣類の被度と大気測定局で観測された SO₂ 以外の大気汚染物質の濃度との相関図（指数近似）を図 6～図 9 に示した。なお、NO、NO₂については「年平均値」の平均値、SPMについては「日平均値の年間 2%除外値」の平均値、O_xについては「昼間 1 時間値の年平均値」の平均値をそれぞれ解析に用いた。

図 6～図 8 より、NO、NO₂、SPM については、濃度が高くなるにつれて、被度が低くなる逆相関の傾向が認められた。このことから、NO、NO₂、SPM の濃度と連動する何かにより、葉状地衣類の成長は影響を受けることが考えられる。その中で、特に NO や NO₂ との相関係数（絶対値）が 0.6611 及び 0.7242 と比較的高く、葉状地衣類の被度が NO や NO₂ 濃度の指標として有用である可能性が示唆された。

なお、O_x 濃度については、他の物質と比較して相関係数が低く、葉状地衣類にほとんど影響していないと考えられる。

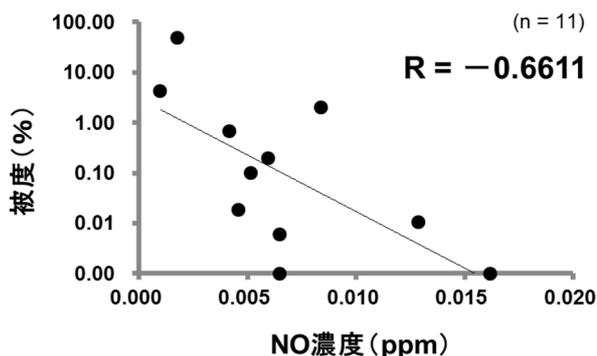


図 6 NO 濃度と葉状地衣類の被度との相関（指数近似）

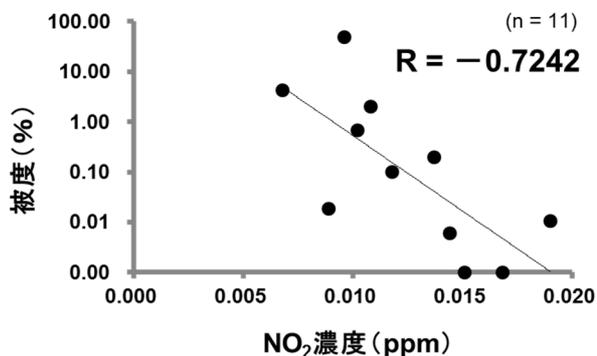


図 7 NO₂濃度と葉状地衣類の被度の相関（指数近似）

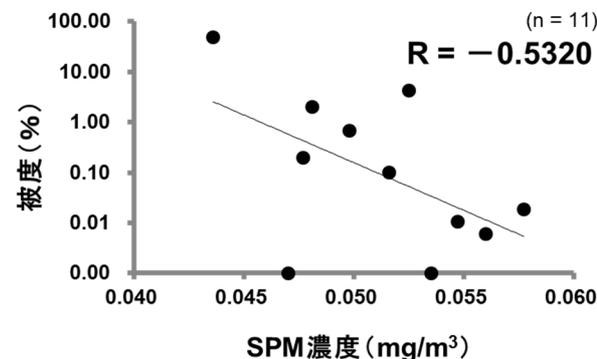


図 8 SPM 濃度と葉状地衣類の被度の相関（指数近似）

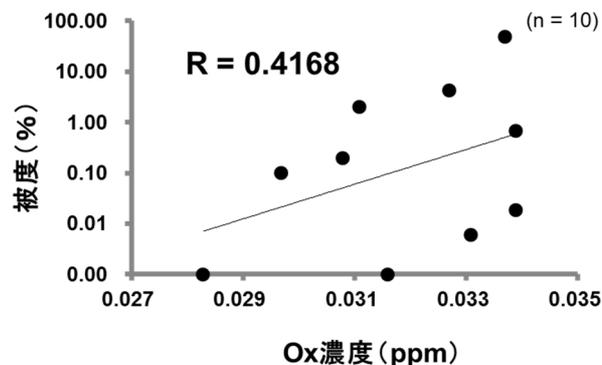


図 9 O_x濃度と葉状地衣類の被度との相関（指数近似）

3 葉状地衣類の生息環境調査

(1) 窒素酸化物濃度の比較

パッシブサンプラーで測定した窒素酸化物 (NO₂ 及び NO_x) 濃度の結果を図 10 及び図 11 に示した (ただし、平成 26 年 8 月は、捕集期間中に台風が通過したことから、通常の状態とは異なると思われる)。

図 10 及び図 11 より、NO₂ 及び NO_x とともに、葉状地衣類の着生がほとんど認められない甲府富士見局 (被度 0.1% 未満) の方が、緑が丘 (被度 1.0%) よりも濃度が高く、葉状地衣類の被度が窒素酸化物濃度の指標となる可能性が示唆された。

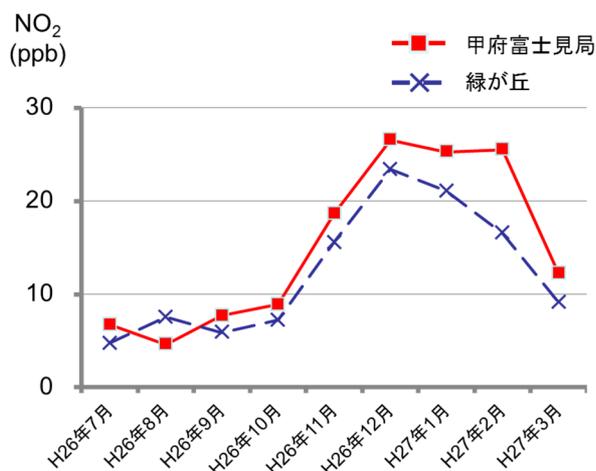


図 10 2 地点における NO₂ 濃度の推移

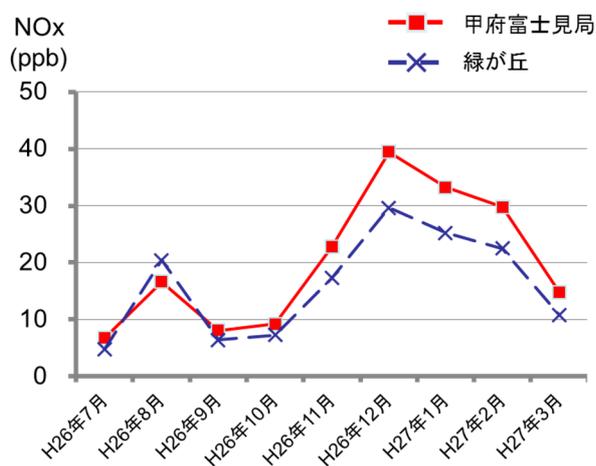


図 11 2 地点における NO_x 濃度の推移

(2) 気象状況 (温度、湿度、大気圧) の比較

調査期間中に温度・湿度・大気圧データロガーを用いて測定した、温度、湿度、大気圧の平均値の推移を、それぞれ、図 12、図 13、図 14 に示した。

図 12 より、平均温度は、2 地点間で大きな差がなかった。図 13 より、平均湿度は、特に温暖期 (7~10 月) に、緑が丘の方が甲府富士見局よりも、約 4% 高かった。図

14 より、平均気圧は常に甲府富士見局の方が、緑が丘よりも約 2 hPa 高かった。これは、甲府富士見局の標高が約 16 m 低いためであると考えられる。ただし、分布調査の結果では、標高が高くて被度が低い地点や、逆に標高が低くても被度が高い地点もあり、標高だけで葉状地衣類の被度に大きな影響を与えているとは考えにくい。

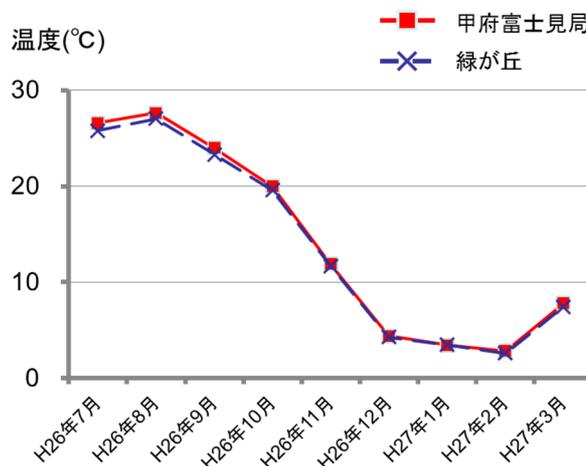


図 12 2 地点における平均温度の推移

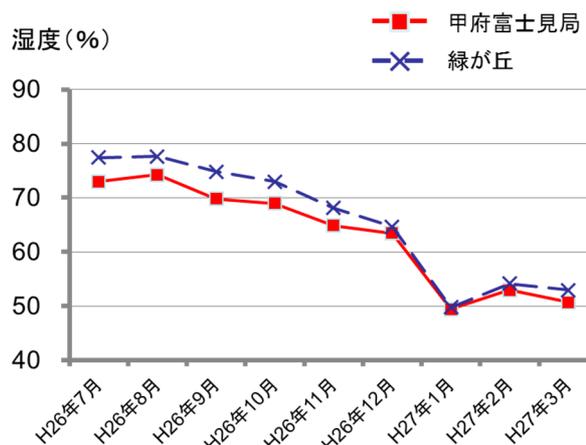


図 13 2 地点における平均湿度の推移

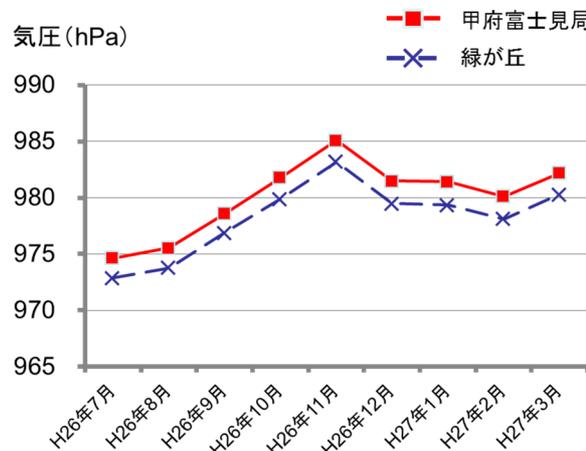


図 14 2 地点における平均大気圧の推移

まとめ

平成 25 年度に一般常時監視測定局 (10 局) 近傍、自動車排ガス測定局 (2 局) 近傍、バックグラウンド地域 (早川) の調査を行い、平成 26 年度は、バックグラウンド地域 (丹波山・小菅) や発生源 (工業団地) 周辺とともに、県内の条件に合う調査地点において、ソメイヨシノに着生する葉状地衣類の分布状況を調査した。

平成 25 年度の結果から、甲府盆地内及び自排局近傍、中央自動車道沿いの大月や上野原など、交通量の多い地点では、葉状地衣類の被度が低くなることが示唆された。

平成 26 年度の調査の結果、バックグラウンド地域 (丹波山・小菅) では、多種の葉状地衣類が観察でき、被度も 6% 以上と比較的高いことが確認された。一方、大気汚染物質の発生源 (工業団地) 周辺では、葉状地衣類がほとんど確認できず、被度が 0.1~0.2% と非常に低かった。

その他の調査地点として、条件に合う県内 9 ヶ所 (道路沿いや山沿い、神社の境内など) において、ソメイヨシノに着生する葉状地衣類を調査した。その結果、交通量の多い幹線道路の沿道では、比較的葉状地衣類の被度が低く、山沿いでは被度が高い傾向が認められた。

大気汚染物質濃度との比較調査の結果、NO、NO₂、SPM については、濃度が高くなるにつれて、被度が低くなる逆相関の傾向が認められ、特に NO や NO₂ との相関係数が比較的高かったことから、葉状地衣類の被度が窒素酸化物濃度の指標として有用である可能性が示唆された。

さらに、葉状地衣類の生息環境調査として、葉状地衣類がほとんど認められない甲府富士見局近傍 (被度 0.1% 未満) と、葉状地衣類の着生が認められた緑が丘 (被度 1.0%) において、窒素酸化物濃度と気象状況の調査を行った。その結果、甲府富士見局近傍の方が、緑が丘よりも NO₂ 及び NO_x 濃度が高く、葉状地衣類の被度が NO₂ や NO_x 濃度の指標となる可能性が示唆された。一方で、湿度については、地衣類が主に成長すると考えられる温暖期に、緑が丘の方が約 4% 高い結果であり、湿度が葉状地衣類の成長に影響を与える可能性は否定できなかった。また、大気圧については、緑が丘の方が約 2 hPa 低い結果であり、気圧の低い方が葉状地衣類が成長しやすい可能性がある。ただし、葉状地衣類の分布調査の結果、標高が高く (気圧が低く) ても被度が低い地点や、その逆もあり、標高 (気圧) だけで葉状地衣類の被度に大きな影響を与えているとは考えにくい。なお、温度については、2 地点間で大きな差がなく、葉状地衣類への大きな影響はないと考えられる。

以上の結果より、自動車排気ガスや工場等からの大気汚染により、葉状地衣類の被度が低くなる可能性が示唆され、葉状地衣類の被度が大気汚染物質 (特に窒素酸化

物) の指標として有用である可能性が示唆された。ただし、山沿いの調査地点では、被度が高い傾向が認められており、さらに葉状地衣類の生息環境調査の結果からも湿度や気圧の影響を否定できなかったことから、調査地点周辺の状況 (コンクリート or 土)、気象状況 (湿度、気圧) 等も葉状地衣類の成長に影響していることが考えられ、葉状地衣類の被度を窒素酸化物濃度の指標として使用するためには、今後、さらなる調査を行う必要がある。

参考文献

- 1) Sugiyama, K., Kurokawa, S. & Okada, G. : Studies of lichens as a bioindicator of air pollution. I. Correlation of distribution of *Parmelia tinctorum* with SO₂ air pollution., *Jap. J. Ecol.*, **26**(4), 209-212 (1976)
- 2) Nylander, W. : *Lichenes Japoniae*, Paul Schmidt, Parisiis., 121 (1890)
- 3) Kashiwadani, H. : *Lichens of Mt. Fuji.*, *Mem. Natl. Sci. Mus. Tokyo*(14), 45-58 (1981)
- 4) Nakanishi, M. : A Note on Species of the Graphidaceae (Lichens) of Mt. Kai-Koma and Mt. Senjo in the Middle of Honshu, *Mem. Natn. Sci. Mus., Tokyo*(13), 133-139 (1980)
- 5) 榎小川商会 : 長期型 NO, NO₂ 分析方法
[<http://ogawajapan.com/bunseki-longno.html>]
(最終検索日 : 2015 年 6 月 5 日)