ISSN 0285-0850

ライケン LICHEN
Vol. 22 No. 4

地衣類研究会
NEWS BULLETIN OF THE LICHENOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

地衣類の白化現象は酷暑と雨不足で引き起こされたのか？

大村嘉人[1,*]・久保 浄[2]・三橋憲行[3]

Is the Bleaching of Lichens Caused by Extreme Heatwaves and Inadequate Precipitation?

Yoshihito OHMURA[1], Kiyoshi KUBO[2] and Noriyuki MIHASHI[3]

2023 年，日本の夏は記録的な暑さに見舞われた．この中で，東京での猛暑日（最高気温が 35℃ 以上）は 22 日, 真夏日（最高気温 25 ～ 29℃）は 93 日となり（11 月 15 日時点), 気象庁の過去の記録を軽く超えてしまった（2022 年：猛暑日 16 日，真夏日 71 日）.

この状況下で，地衣類の白化現象やそれに伴う枯死が筆者らの観察や SNS 上の投稿写真によっても確認された．白化現象は英語で bleaching（ブリーチング）と呼ばれ，地衣類においては地衣体中の共生藻の枯死が関係している．白化（脱色 decoloration ともいう）は，大気汚染の影響や地衣生菌の感染などの際に，地衣体全体または部分的に生じることが知られている（Hawksworth 1982; 濱田・宮脇 1998）．白化が進行することによって，やがてその個体は枯死して脱落する．共生生物のサンゴでも白化現象が問題となっているが，この場合は，一般的に 30℃を超える水温の状態が長期間続くと共生している褐虫藻が放出されて白化が起こるとされている（Thatje 2021）.

茨城県つくば市の筑波実験植物園内における経年的な定点観察で, 2022 年 2 月まで健全に生育していたナミガタウメノキゴケ *Parmotrema austrosinense* (Zahlbr.) Hale が, 2023 年 10 月には白化を伴いボロボロになって枯れていた（Fig. 1）．同様の枯死または白化現象が東京都調布市（Fig. 2）や茨城県取手市（Fig. 3）でも確認された．急激な衰退が 2023 年の夏あたりに起こったことから，これらの地衣類の白化やそれに伴う枯死は，酷暑や降水量不足が原因であることが強く疑われた．しかし，その関連性を明らかにするためには，暴露実験など科学的な検証が必要であり，現時点では推測の域を出ていない.

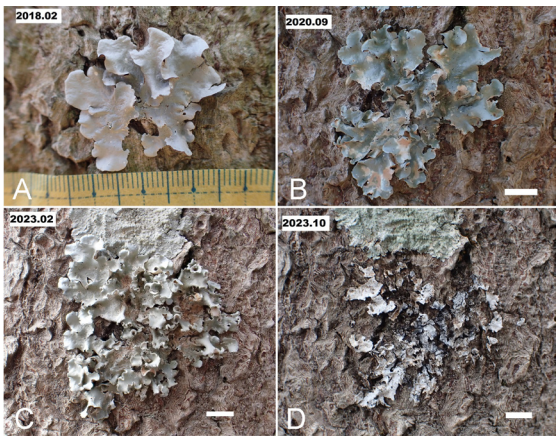

Fig. 1. 筑波実験植物園内におけるナミガタウメノキゴケの経年変化. 2018 年 2 月 4 日（A）からは, 2020 年 9 月 21 日（B）に白化が生じていたものの, 2023 年 2 月 4 日（C）までは順調に生育していた． 2023 年 2 月 4 日から 2023 年 10 月 4 日（D）の間に枯死して脱落したことが分かる．スケール 1 cm (B–C)．撮影：久保.

[1] 国立科学博物館植物研究部
[2] つくば市
[3] 三鷹市
[*]E-mail: ohmura-y@kahaku.go.jp

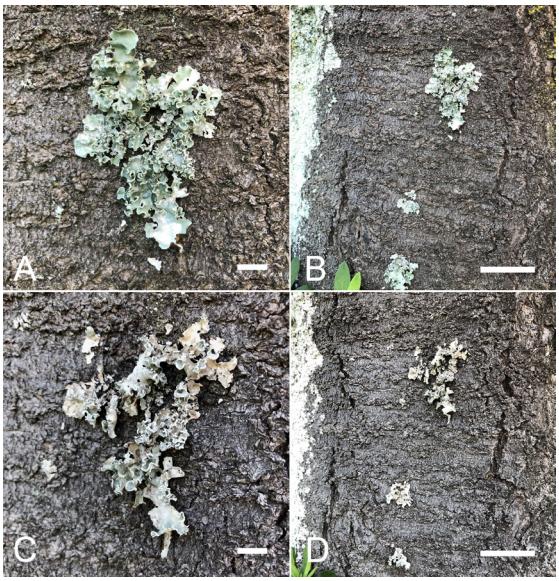

Fig. 2. 東京都調布市におけるナミガタウメノキゴケの変化. 2021 年 10 月 11 日（A, B）では順調に生育していたが, 2023 年 10 月 6 日（C, D）では白化を伴って著しく衰退している. スケール：A, C = 1 cm; B, D = 5 cm. 撮影：三橋.

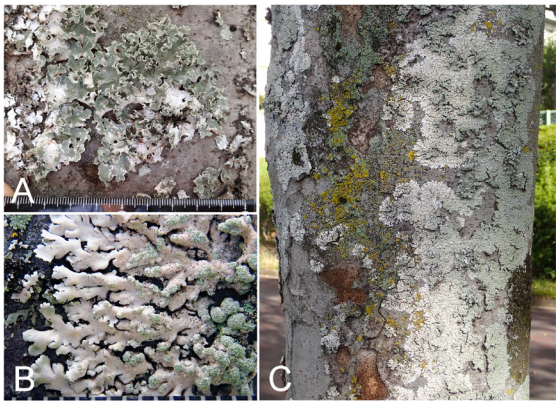

Fig. 3. 茨城県取手市で観察された地衣類の白化現象. A. ナミガタウメノキゴケ (*Y. Ohmura 14366*, TNS). B. シロムカデゴケ (*Y. Ohmura 14367*, TNS). C. 白化したシロムカデゴケ群落. 撮影：大村（2023 年 10 月 21 日）. 証拠標本は国立科学博物館（TNS）に保管.

白化が観察された地衣類は，いずれの地点でもナミガタウメノキゴケが目立っていたが，取手市の地点ではさらにシロムカデゴケ *Kashiwadia orientalis* (Kashiw.) S.Y. Kondr. *et al.* においても，群落全体に白化が起こっている個所が多数確認された（Fig. 3C）.

ナミガタウメノキゴケの白化は，地衣体裂片の様々な部位でパッチ状に生じていたが，地衣体中央付近では全体が白化しており，枯死および脱落も中央部から始まっているものが多く観察された．一方，裂片周縁や粉芽塊の部位で共生藻が比較的残っていることは，興味深い点である（Fig. 4A）．シロムカデゴケでもナミガタウメノキゴケと同様に，粉芽塊や裂片周縁部に共生藻が残る傾向が見られた（Fig. 3B）．裂片周縁部は成長量が多く，生理活性の高い部位とされる（近 2015）．また，粉芽は栄養繁殖器官であり，地衣体部位よりもさらに乾燥に強い耐性を備えていると考えられる．このように，部位の違いが共生藻の生存にどのように影響を及ぼすのかについては，今後の研究で明らかにされることが期待される.

ナミガタウメノキゴケの地衣体断面を観察したところ，白化部分では共生藻が消失しており，この影響で健全な部位と比較して地衣体の厚さが約 2/3 にまで薄くなっているところもあった（Fig. 4B）．ただし，地衣体の層状構造（皮層・髄層・下皮層）の組織は保たれて菌糸もそのまま残っており，菌細胞がまだ生存している可能性は否定はできない．この点は，Fig. 1 に示した観察結果によっても裏付けられる．2020 年 9 月に地衣体に白化部分が観察されていたが（Fig. 1B），2023 年 2 月には白化部分が修復されている様子が確認できる（Fig. 1C）．これは，少しでも藻細胞が残存し，地衣体へのダメージが解消されれば，健全な地衣体としての復活が可能であることを示唆している．シロムカデゴケの地衣体断面においても，白化部位では共生藻がほとんど消失していたが，地衣体の厚さに関しては白化部位と健全部位で顕著な差は確認できなかった（Fig. 4C）.

冒頭で 2023 年は記録的な酷暑であったと述べたが，7 月から 9 月の月平均気温は，つくばや東京で昨年の 2022 年や 1991 ～ 2020 年までの平均値からもおよそ +1~3℃ も高くなっていた（Fig. 5A, B）．一方，2023 年 7 月では，月降水量が他の年と比べて極端に少なく（つくば 34.5 mm, 東京 30 mm；Fig. 5C, D），高温と深刻な水不足という生物にとって非常に厳しい環境条件になっていたことが推測される．地衣類は極限環境でも生育できると言われているが，当然ながら限界がある．どの程度の高温や水不足がどれくらいの期間続くと，白化現象が現れるのかについても，今後の観察によって明らかにしていくことが必要であろう.

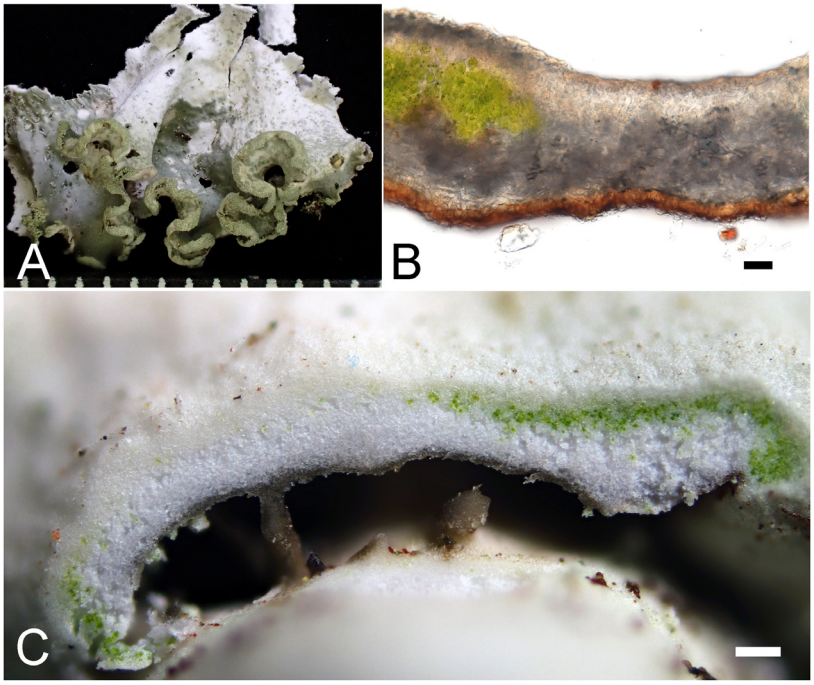

Fig. 4. 共生藻の生存部位. A. 地衣体裂片の周縁部や粉芽に共生藻が残るナミガタウメノキゴケ (*Y. Ohmura 14366*, TNS). シロムカデゴケについては Fig. 3B を参照. B. ナミガタウメノキゴケの地衣体横断面 (*Y. Ohmura 14366*, TNS). C. シロムカデゴケの地衣体横断面 (*Y. Ohmura 14367*, TNS). スケール：A= 1 mm, B = 20 µm, C = 100 µm.

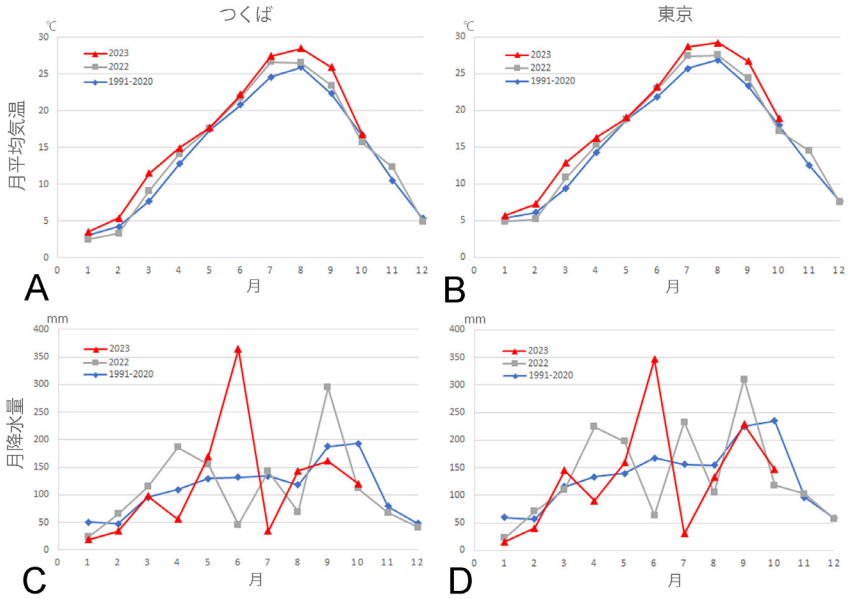

Fig. 5. 茨城県つくば市（館野）および東京都千代田区（東京）の気象観測地点での 2023 年の月平均気温と月降水量. 2022 年および 1991–2020 年の平均値と比較している. A, B. 月平均気温. C, D. 月降水量. A, C. 茨城県つくば市（館野）. B, D. 東京都千代田区（東京）. 気象庁よりデータを取得（https://www.data.jma.go.jp/）.

地球規模や都市環境における異常な気温上昇は収まる気配がなく，将来的に地衣類の多様性の喪失が起こることも懸念される．その際に観察記録が残されていれば，将来的な分析や対策の基礎データにもなり得る．また，個別の事例では判断が難しいが，同時期に多数地点で起こっていることが確認できると全体として何が起こっているのかを調べることもできることがあり，これは市民科学の利点でもある．今後も各所での記録および情報の共有によって，環境問題のより早い識別につながる活動へと展開することを期待したい．

引用文献

Hawksworth, D. L. 1982. Secondary fungi in lichen symbioses: parasites, saprophytes and parasymbionts. J. Hattori Bot. Lab. 52: 357–366.

Thatje, S. 2021. Saving corals from bleaching. Environ. Sci. Technol. 55: 9634–9636.

近 芳明．2015．ウメノキゴケの裂片はどこが成長するか．ライケン 18: 44–46.

濱田信夫・宮脇博巳．1998．大気汚染の生物指標としての地衣類．日本生態学会誌 48: 49–60.

地衣類同定における呈色反応の判定への取り組み

久保 浄 [1,*]

New Approaches to the Determination of Color Spot Test for Lichen Identification

Kiyoshi KUBO

地衣類に含まれる化学成分を同定する方法に呈色反応がある．試薬を地衣体に付けて色の変化を肉眼あるいは実体顕微鏡下で観察するのが一般的である．しかし，実際にやってみると様々な問題を経験した．まず，色の変化の判定は感覚に頼った主観的なものにならざるを得ない．色の変化が微妙であったり，地衣体にもともと含まれる色素のために判定が難しい場合もある．試液の量が多すぎて誤った判定をしたり，髄層に含まれる成分を判定するために皮層を削る作業がうまくいかずに標本の一部を不必要に破壊してしまうということもあった．そこで，できるだけ容易で客観的な判定を目指していくつかの方法を試した．また，誤った判定の原因についても検討したので報告する．

なお，筆者が「色弱」であることも今回の検討のきっかけとなったことを述べておく．黄色人種の男性の約 5%, 白人男性の約 8%, 黒人男性の約 3% は遺伝による「色弱」であるとされる（血液 AB 型の人より多い）．さらに，「正常」な色覚とされる人の感覚にも個人差があり，「正常」と「異常」の境界線を明確に決めることはできないとも考えられている．また，「色弱」は多数派と感覚が異なる少数派であるというだけで, 必ずしも「弱い」・「劣っている」わけではないという考えから,「色弱」・「色覚異常」などの言葉は使うべきでないという意見もある．色覚の多様性，色覚バリアフリー等についての詳しい解説には，例えば，生物・医学系の研究者によるウェブページ (https://www.nig.ac.jp/color/barrierfree/barrierfree.html) などがある．

[1] つくば市　[*]E-mail: kk.6164905111@gmail.com

1. 色の客観的な判定

呈色反応によって化学成分を正確に同定するには光の波長分布の変化を測定すべきであるが，地衣類の呈色反応については, 図鑑(吉村 1974) や専門の文献でも，その判定方法が「色の名前」によって記述されている．「色の名称」は人がそれをどう感じるかを言葉で表現しようとしたもので，客観的に定義するのは難しく，判定は各自の感覚や経験に頼った主観的なものにならざるを得ない．さらに，筆者もその一人である「色弱」の者は色の名前と感覚とを対応させることが困難な場合が多い．色覚に関する「バリアフリー」という観点からも，数値化による客観的な判定方法が必要である．

科学的に色の変化を判定するには，分光器等を用いて波長スペクトルを測定するのが正確な方法であろう．しかし，地衣類の呈色反応は手軽にできることも重要で，分光器などを用いることは多くの場合に現実的でない．そこで，簡単にできて客観的な判定が可能な方法として,「呈色反応の様子を動画データで取り込んでから RGB（Red, Green, Blue の強度）の数値で判定す