



## 身の周りの「コケ」を利用して都市の大気環境を診断

### 研究成果のポイント

- ・コケ植物を利用して都市の大気環境を効率よく評価する方法を提案。
- ・この手法を用いれば、「窒素汚染の深刻さ」「窒素酸化物 (NOx) 汚染の程度」「都市化に伴う乾燥化」などの大気環境問題を、低コストで広範囲に評価することが可能。
- ・本研究成果は大気環境の評価を広く促進し、環境負荷を改善する行動や政策の決定につながると期待。

### 研究成果の概要

公立大学法人福井県立大学の石善隆講師と国立大学法人北海道大学の日浦 勉教授の研究グループは、コケ植物を利用して、都市の大気環境を効率よく評価する方法を開発しました。

単純な構造の体をもつコケは環境の変化に敏感に反応し、特に、大気環境の影響を強く受けることが知られています。本研究成果から、コケに含まれる窒素重量やその安定同位体比\*1を解析することで、都市で深刻になりつつある窒素汚染の状況を評価できることが明らかになりました。またコケの形（生育形）を利用して、ヒートアイランド現象に伴って生じる乾燥化の程度が把握できることもわかりました。なお、これらのコケ指標を同時に利用することで、大気環境問題の相互関係を考察することもできます。

本研究の成果は、2017年7月29日に国際学術雑誌「Landscape and Urban Planning」で公開されました。本研究は、文部科学省大学発グリーンイノベーション創出事業「グリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス環境情報分野 GRENE-ei」（研究期間：平成 23～27 年度）と環境省環境研究総合推進費 S-9「アジア規模での生物多様性観測・評価・予測に関する総合的研究」（研究期間：平成 23～27 年度）の支援を受け実施しました。

### 論文発表の概要

研究論文名：Bryophytes as bioindicators of the atmospheric environment in urban-forest landscapes（コケを利用して大気環境を評価する一都市から森林まで）

著者：石善隆（福井県立大学学術教養センター）、日浦 勉（北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 苫小牧研究林）

公表雑誌：Landscape and Urban Planning（景観生態学の専門誌）

公表日：英国時間 2017 年 7 月 29 日（土）（オンライン公開）

## 研究成果の概要

### (背景)

人間活動が盛んな都市では、大気汚染やヒートアイランド現象など、様々な大気環境問題が生じています。この状況を改善していくためには、まず大気環境を正しく評価しなければなりません。この評価の手法の一つとして、環境の変化に対する生物の反応を利用した環境評価（生物指標）が注目されています。生物指標には、(1) 低コストで広範囲の地域を評価できる、(2) 長期間の環境が反映される、(3) 生態系への影響が評価しやすい、などの利点があります。

しかし、居住地や商業地、農地、工場などが混在する都市の大気環境は一様ではなく、場合によっては狭い範囲で急激に変化することもあることから、その評価は容易ではありません。そこで本研究では、この複雑な都市の大気環境を評価するにあたって、生物指標がどの程度有用なのか、また、生物指標をどのように利用すべきなのか、について検討しました。

### (研究手法)

調査地は、非常に発達した市街地から人里離れた深山に至るまで、様々な環境を含む八王子市（東京都）としました。ここでは、大気環境の変化に敏感に反応するコケ（写真 1, 2）を用いて、八王子市の 4 タイプの大気環境問題「窒素汚染の深刻さ」「窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）汚染の程度」「大気の清浄度」「都市化に伴う乾燥化（＝乾燥に脆弱な種の分布）」を評価しました。この評価を行うために、まず、コケの種組成やコケに含まれる窒素分／窒素安定同位体比を用いて、各環境問題に対するコケの反応性（指標値）を算出しました。次に、この指標値と調査地の周辺環境（土地利用タイプなど）とを一般化線形モデルとよばれるモデルで結びつけ、各モデルの整合性に基づいて生物指標の有用性と効果的な利用方法について検討しました。

### (研究成果)

得られたコケの指標値に基づいて八王子市全体の状況を予測した結果を図 1 に示しました。一般化線形モデルの結果も考慮すると、「窒素汚染の深刻さ」「窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）汚染の程度」に対するコケの指標値は窒素の排出源の有無で、「都市化に伴う乾燥化」については、都市開発の程度で説明され、いずれも整合性の高いモデルであると判断されました。興味深いことに、コケの指標値の有効性は調査地点からの距離で変化し、この変化は環境問題の特性に応じて異なることも明らかになりました。例えば、特定の排出源の付近で起こる窒素汚染の場合、コケの指標値は調査地点から遠ざかると急激に低くなりましたが、都市の広範囲に生じるヒートアイランドに対する指標値は、調査地点から離れても大きくは変化しませんでした。以上の結果は、コケの指標値の有効範囲を考慮するうえで、重要な情報になります。

なお、今回検討した大気環境問題のうち、「大気の清浄度」については、整合性の高いモデルは得られませんでした。この指標値は、大気汚染が深刻なところでは、コケの多様性が減少するという関係に基づいて算出されます。この関係を考慮すれば、調査地の大気がコケの多様性を減少させるほどには汚染されていなかったため、有効なモデルが得られなかったと推察されます。

### (今後への期待)

本研究で得られた大気環境問題に対するコケの有効性／反応性は、コケ植物を利用して大気環境を評価する際の一つのモデルケースになります。この成果は、都市における大気環境の評価を広く促進し、環境負荷を改善する行動や政策の決定につながると期待されます。

## お問い合わせ先

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 教授 日浦 勉 (ひうら つとむ)

TEL : 0144-33-2171 FAX : 0144-33-2173 E-mail : hiura@fsc.hokudai.ac.jp

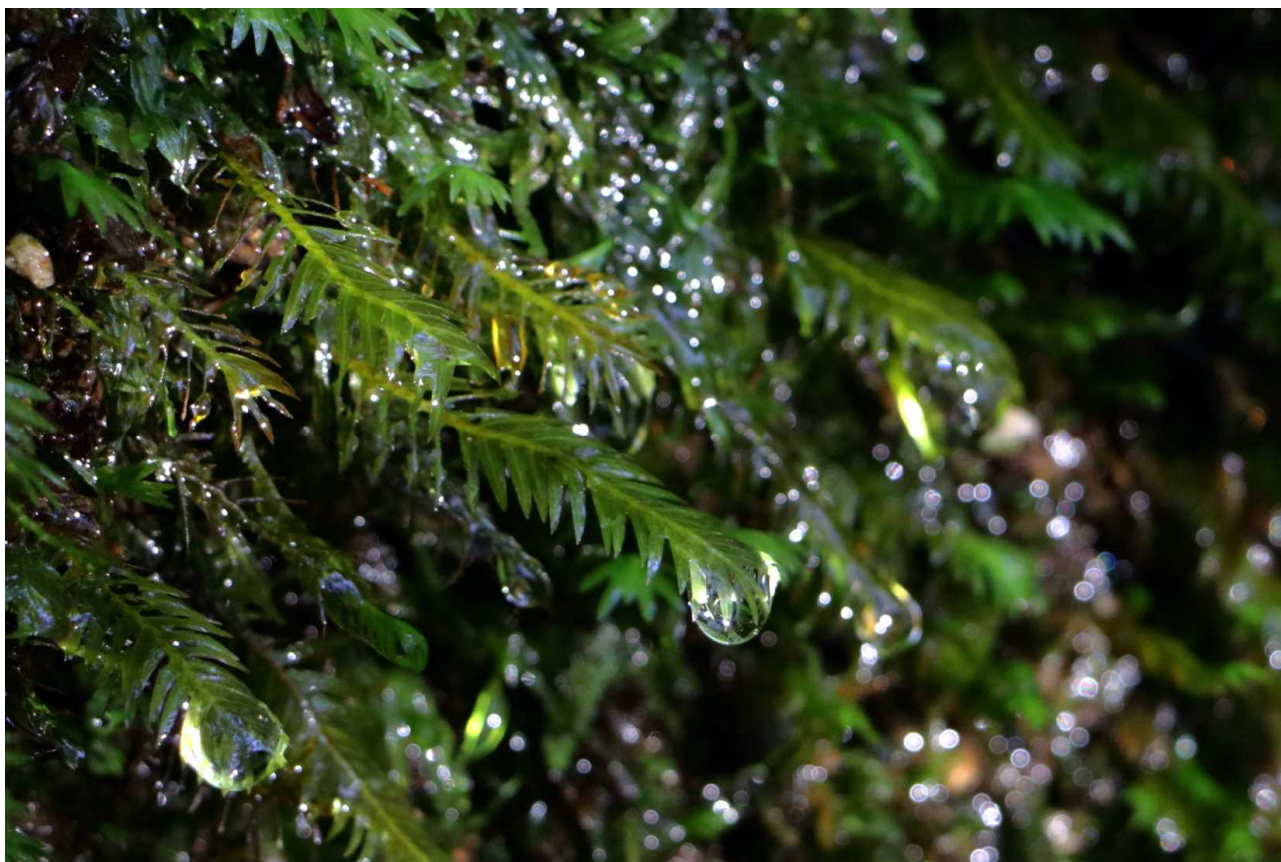
ホームページ : <http://forest.fsc.hokudai.ac.jp/member/hiura/index.html>

福井県立大学学術教養センター 講師 大石 善隆 (おおいし よしたか)

TEL : 0776-61-6000 FAX : 0776-61-6016 E-mail : oishiy@fpu.ac.jp

ホームページ : <http://www.moss-ecology.jp/>

## 【参考図】



### 写真1 コケ植物 (ホウオウゴケ)

コケは単純な構造をしており、環境の変化に敏感に反応する。





**写真2 岩壁を覆うコケ植物（北海道苫小牧市内）**

コケは水や栄養分を大気から直接吸収するため、土のない壁面などにも生育できる。こうした生態から、コケは優れた大気環境の指標となる。

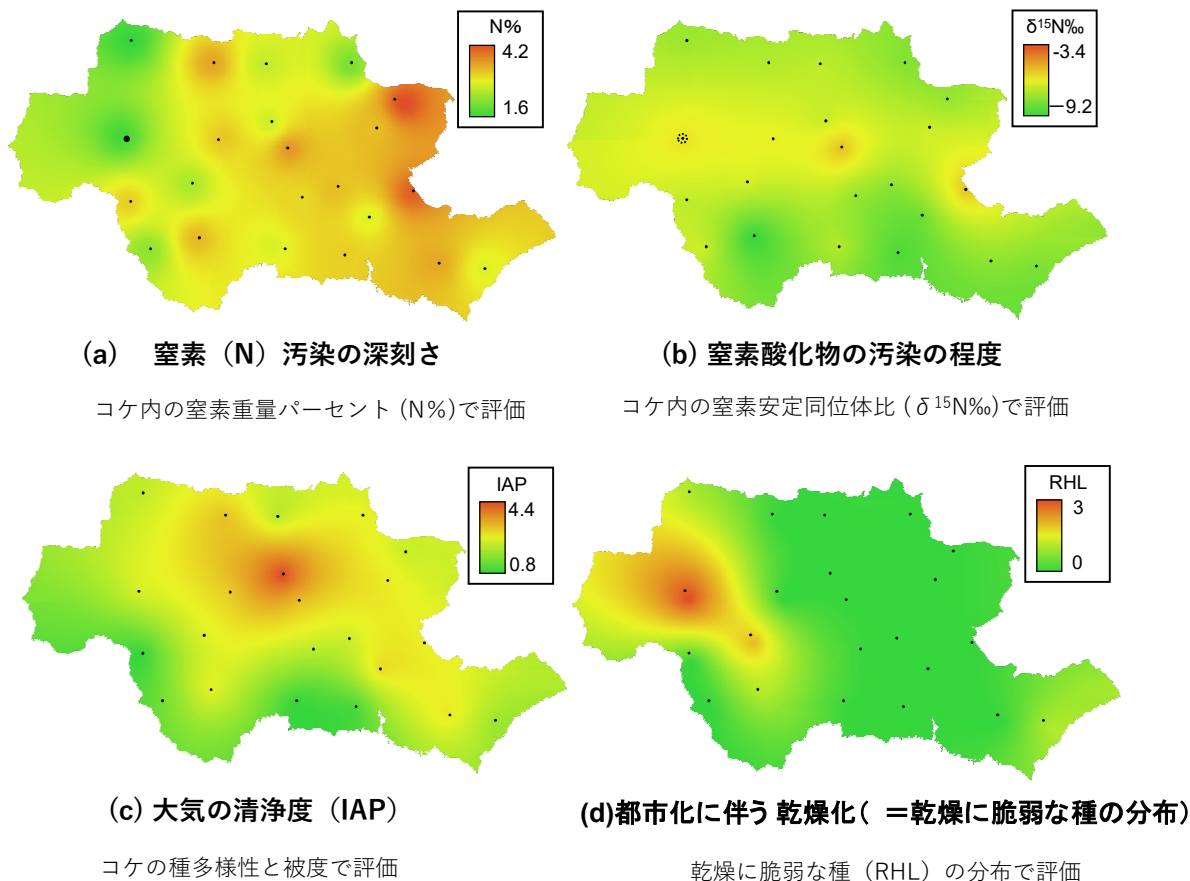


図1 コケ指標を利用した大気環境評価マップ (東京都八王子市)

カラーチャートで緑色から赤色になるほど、値は高くなる。小さな黒点は調査地を示す。(a)より、窒素汚染は都市が発達する八王子市の東部で進行しつつあることがわかる。しかし、(b)をみると、その窒素汚染源は一様ではなく、窒素酸化物 (NOx) 汚染は市の中央部 (高速道路付近) で深刻になっていることがわかる。また、(d)をみると、八王子市の西部では、乾燥に脆弱な種が多く分布していることも示されている。言い換えれば、東部は都市化によってヒートアイランドなどが発生し、乾燥に脆弱な種が消失・減少している様子がうかがえる。このように、複数のコケの指標値を同時に利用することで、都市の大気環境を多角的に評価できる。

【用語解説】

\*1 窒素安定同位体比 … 同位体とは、同じ原子だが、質量(重さ)が微妙に異なる原子のことであり、特に、放射能を持たない同位体 (壊れにくい同位体) のことを安定同位体という。窒素の安定同位体には  $^{14}\text{N}$  と  $^{15}\text{N}$  があり、 $^{14}\text{N}$  と  $^{15}\text{N}$  の比を調べることで窒素汚染の状態を調べることができる。p