

コケボード緑化工法の施工方法と断熱保温効果

山本 正幸

コケ植物は耐乾性に優れている種類があり、乾燥すると仮死状態になり雨が当たると再生する性質を持っている。また、薄層基盤でも生育できるため、軽量で省管理な緑化資材である。「工場立地法改正」では、屋上緑化や壁面緑化の緑化面積への算入が可能になり、工場の増改築等で効率よく緑地面積を確保できる。また、断熱効果もあり省エネ効果も期待できる。本稿では、折板屋根のコケボード緑化工法施工方法と、温度測定に基づく、食品倉庫の暑さ対策への効果について紹介する。

キーワード：コケ緑化、スナゴケ、折板屋根緑化、暑さ対策、工場立地法、工場屋根緑化、省エネ

1. はじめに

近年、地球温暖化を初めとした自然破壊が大きな問題となっている。人は緑からたくさんの恩恵を授かっており、自然の摂理を大切にしながら、緑と共に持続可能な社会を作ることが重要である。

コケ植物は、生存能力が高く水が無くても約5ヶ月間生きられ、土壌がなくても生育する。今から約4億年前に陸上に進出し、地球の環境が極めて過酷な状況（無機的環境）であった時期から延々と生き延びている。コケ植物は「生き続ける化石」としてすべての生態系の基礎として重要な役割を果たしており、地球上に生物が誕生したのも、コケの力があったからと言われている。動物や人間の繁栄を支えるのに、十分な量の酸素をもたらしたのもコケ植物で、コケの大発生が起きなければ、今日の地球に人間が存在しなかったと言われている。特に、スナゴケ（*Racomitrium canescens* Brid.）は、日向用のコケ植物で栽培技術が確立されており、緑化資材としての利用が増えている。人類は都市開発により緑を減らして利便性を求めた結果、コンクリートの建物やアスファルト等の無機的な環境下を増大させた。この都市の人工物が熱を蓄積して、冷暖房時のエネルギー消費の増加等で地球温暖化の原因となる、二酸化炭素を大量に排出し、ヒートアイランド現象等の環境悪化を招いている。緑化はエネルギー消費の抑制効果、二酸化炭素や大気汚染物質の吸収効果に有効であると言われており、重要性が認識されなければならないと考えている。

2. 緑化資材としてのコケ植物

（1）無機的空間に適応するコケ植物の環境復元効果

基質が無機的な環境下（コンクリート面・岩盤面等）にコケ植物は生育している。これは養分・水分を吸収する根や通導組織がなく、つくりが比較的単純で無機物面等に付着し生育するのに極めて優位な生活機能を有するからである。また、種子植物等に根茎植物が進出不可能な無機的空間（無土壌空間）に積極的に進出し、安定的な生活場所を確保するのは、生物間の競争に対する防衛的特徴と考えられている。

現在、無機的空間に対して施工されている人為的な生物層の作成は土壌有機物を使用した基盤を形成させることと、自然下で行われる有機生物層を形成させることが多いが、自然下で行われる有機生物層形成プロセスは、無機→菌類、藻類、コケ類→腐触化または炭化→微小動物の進出→有機物形成であり、これらをほとんど考慮していないことが多い。コケ植物がコンクリート等の無機物面に着生し生育できる機能を有することで、そこに生物基盤を土台とし、多様な生態系を発達させることができると期待できる。

（2）スナゴケについて

学名）*Racomitrium canescens* (Hedw.) Brid.

分類）ギボウシゴケ科、シモフリゴケ属

火山の噴火によってつくられる火山灰地や溶岩流地、または造陸運動によって形成された海岸域の砂丘等の無機質で乾燥した基質に先駆けて生育する代表的なコケである。スナゴケがこのような基質上に生育で

きるのは、強い光や急激な乾燥に耐える構造になっているからである。また、大量増殖が可能で栽培しやすく、他のコケ植物と競合的に遷移して多様なコケ植物の発生場所となり生育の土台となる。

3. コケボード緑化工法

(1) 再強度発泡スチロール（ミラホーム）とコケ植物を一体化し軽量化

乾燥時 8.5 kg/m^2 、湿潤時 21 kg/m^2 、固定金具を入れても 25 kg/m^2 と軽量化でき、既存の建物にも緑化することが可能。厚さ 5 cm の断熱材（ミラホーム）とコケを組み合わせており、断熱効果が高い（図-1、写真-1）。

(2) スナゴケは自重の約 20 倍の保水力を持ち、雨水のみで生育できるため、灌水・施肥メンテナンスがなく、ローコストである。

(3) コケボード施工方法

コケボードは折板屋根に専用の固定金具で取付する。固定金具は愛媛県の企業がコケボード専用として開発（図-2 参照）。

（折板屋根の形状により、使用できない場合もあるが、他の取付方法も有）

4. コケボード断熱・保温効果検証

(1) 検証試験概要

山形県山形市食品倉庫の折板屋根に 1500 m^2 のコケ

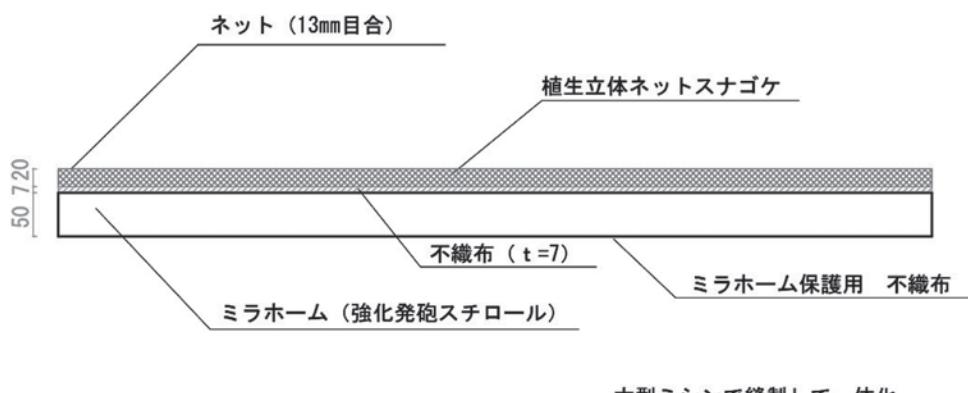


図-1 コケボード断面図



写真-1 コケボード

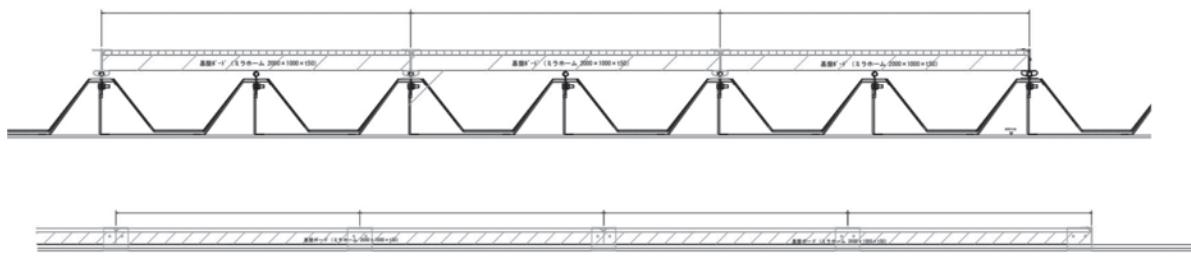


図-2 コケボード施工図面



写真一2 食品倉庫コケボード施工

ボードを施工

冷房の設置が難しい、食品倉庫のため夏期の温度上昇による食品への影響を考慮、また倉庫内で働く社員の熱中症対策として、コケボード施工を施工した（写真一2）。

コケボードの効果を検証するために、温度計6個を設置した（図一3参照）。

（2） 温度測定結果（夏期）

2019年8月14日から8月20日までの7日間の12:00（正午）の折板屋根緑化の温度データーをグラフ化した（表一1、図一4）。

2019年8月15日12:00 ①外気温度 37.4°Cの場合
 ②折板屋根温度 51.5°Cと③コケボード下の折板 39.5°Cを比較すると、温度差 -12 度
 ⑥室内コケ設置しない事務所の天井 43.1°Cと④コケを設置した倉庫天井 34.8°Cを比較すると、温度差 -8.3 度

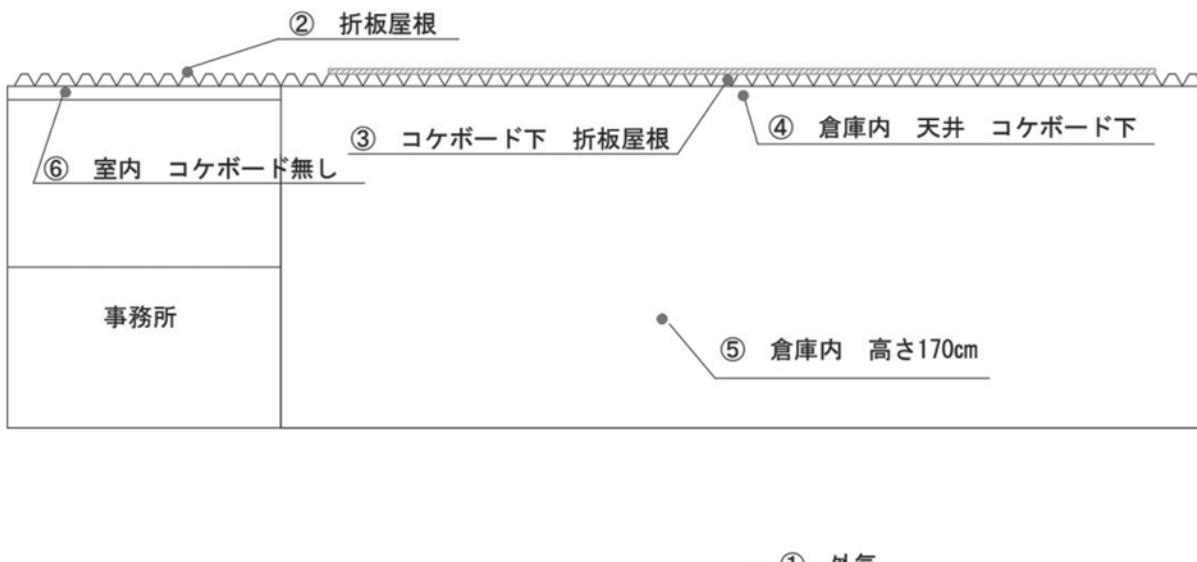
- ⑤室内温度（高さ 170 cm）31.4°Cと外気の温度差 -6 度
 2019年8月18日12:00 ①外気温度 36.9°Cの場合
 ②折板屋根温度 52.9°Cと③コケボード下の折板 38.6°Cを比較すると、温度差 -14.3 度
- ⑥室内コケ設置しない事務所の天井 45.3°Cと④コケを設置した倉庫天井 32.1°Cを比較すると、温度差 -13.2 度
- ⑤室内温度（高さ 170 cm）29.2°Cと外気の温度差 -7.7 度

外気 33°C 以上の場合、コケボードを折板屋根にコケボードを施工することで、屋根にコケボードがない場合より温度が低減する効果が確認できた。

- 2019年8月16日12:00 ①外気温度 26.4°Cの場合
 ②折板屋根温度 27.8°Cと③コケボード下の折板 28.0°Cを比較すると、温度差 + 0.2 度
- ⑥室内コケ設置しない事務所の天井 28.1°Cと④コケを設置した倉庫天井 29.1°Cを比較すると、温度差 -1.0 度
- ⑤室内温度（高さ 170 cm）28.7 と外気の温度差 + 2.3 度

- 2019年8月17日12:00 ①外気温度 29.1°Cの場合
 ②折板屋根温度 31.6°Cと③コケボード下の折板 29.0°Cを比較すると、温度差 -2.6 度
- ⑥室内コケ設置しない事務所の天井 31.3°Cと④コケを設置した倉庫天井 28.9°Cを比較すると、温度差 -2.4 度
- ⑤室内温度（高さ 170 cm）28.2 と外気の温度差 -0.9 度

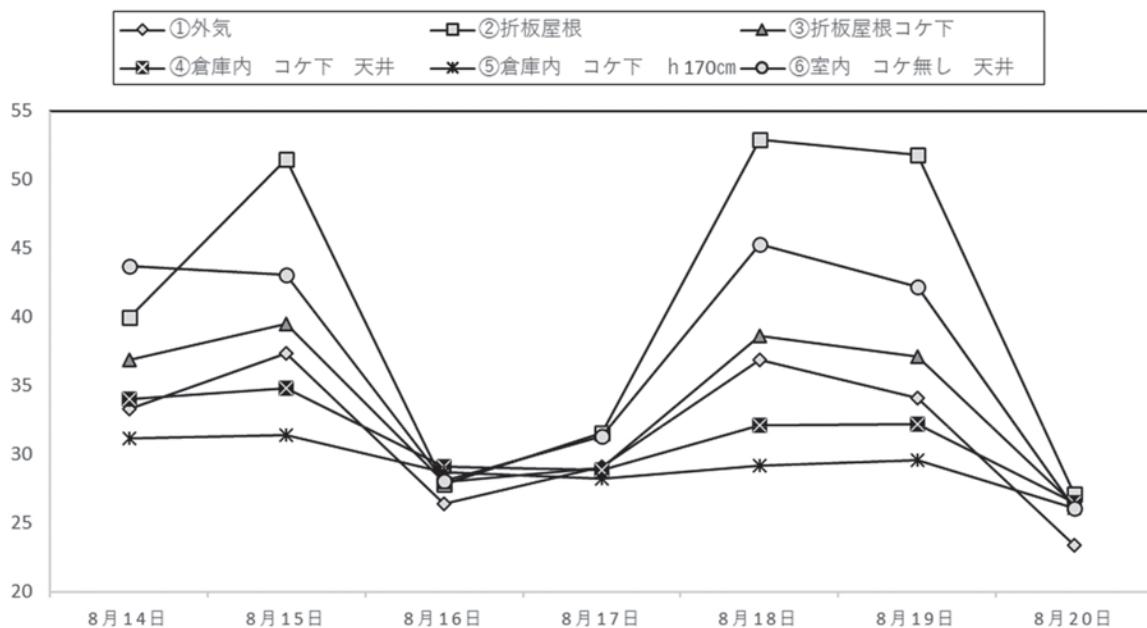
外気 26°C 以上 29°C 以下の場合、あまり温度差がな



図一3 温度計設置場所

表一 夏期温度データー

	8月14日	8月15日	8月16日	8月17日	8月18日	8月19日	8月20日
①外気	33.3	37.4	26.4	29.1	36.9	34.1	23.4
②折板屋根	40	51.5	27.8	31.6	52.9	51.8	27.1
③折板屋根コケ下	36.9	39.5	28	29	38.6	37.1	26.3
④倉庫内 コケ下 天井	34	34.8	29.1	28.9	32.1	32.2	26.5
⑤倉庫内 コケ下 h 170 cm	31.2	31.4	28.7	28.2	29.2	29.6	26.1
⑥室内 コケ無し 天井	43.7	43.1	28.1	31.3	45.3	42.2	26.1



図一 夏期温度データー

かった。

(3) 温度測定結果（冬期）

2020年2月5日から2月11日までの7日間のAM8:00の折板屋根緑化の温度データーをグラフ化した（表一2、図一5）。

2020年2月7日8:00 ①外気温度 -2.6°Cの場合
⑥室内コケ設置しない事務所の天井-2.9°Cと④コケを設置した倉庫天井2.4°Cを比較すると、温度差+5.3度
⑤室内温度(高さ170cm)2.6°Cと外気の温度差+5.2度

2020年2月10日8:00 ①外気温度 -5.3°Cの場合
⑥室内コケ設置しない事務所の天井-4.0°Cと④コケを設置した倉庫天井2.0°Cを比較すると、温度差+6.0度
⑤室内温度(高さ170cm)2.7°Cと外気の温度差+8.0度

2020年2月5日8:00 ①外気温度 2.3°Cの場合

⑥室内コケ設置しない事務所の天井3.4°Cと④コケを設置した倉庫天井5.1°Cを比較すると、温度差+5.3度
⑤室内温度(高さ170cm)5.6°Cと外気の温度差+3.3度

コケを設置した倉庫天井は、コケを設置しない事務所天井と比較すると温度が高く、室内温度も外気温度より高かった。

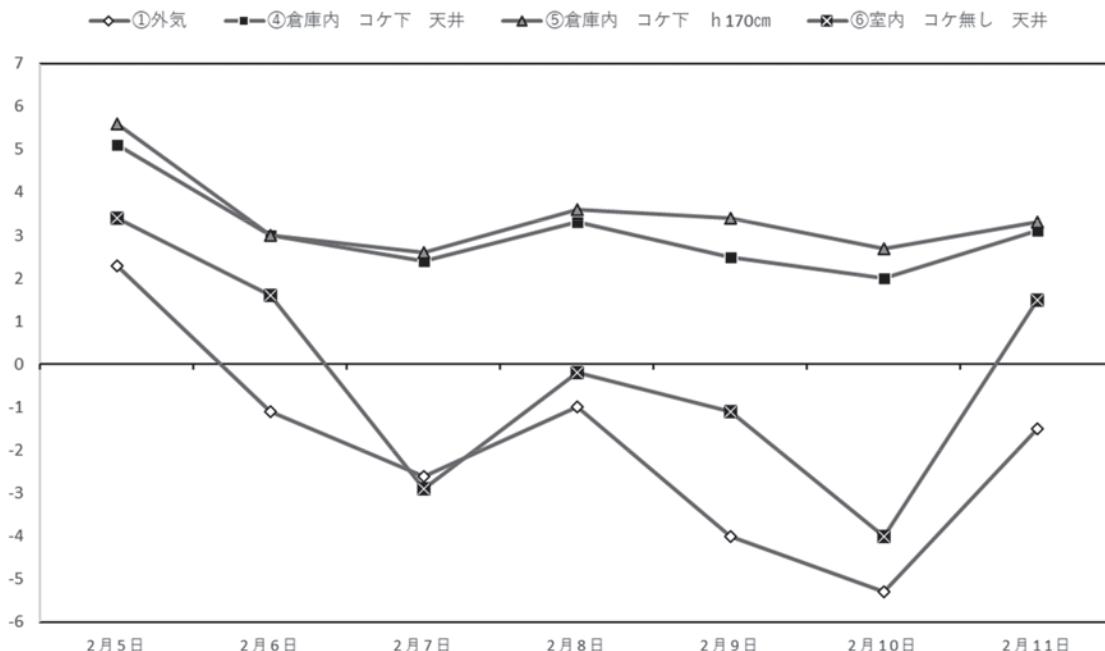
(4) 考察

外気温度が29.1°Cの場合でも多少の効果が確認できたが、26.4°Cの場合は温度低減効果がなかった。夏期の温度測定結果から、外気温度が30°C以上の場合、温度低減効果が大きくなると考えられる。

冬期の温度測定結果を見ると、外気温度が-5.3°Cの場合、室内温度が+8.0°Cとなり、2.3°Cの場合でも室内温度が+3.3°Cで保温効果が確認できた。

表—2 冬期温度データー

	2月5日	2月6日	2月7日	2月8日	2月9日	2月10日	2月11日
①外気	2.3	-1.1	-2.6	-1	-4	-5.3	-1.5
④倉庫内 コケ下 天井	5.1	3	2.4	3.3	2.5	2	3.1
⑤倉庫内 コケ下 h 170 cm	5.6	3	2.6	3.6	3.4	2.7	3.3
⑥室内 コケ無し 天井	3.4	1.6	-2.9	-0.2	-1.1	-4	1.5



図—5 冬期温度データー

折板屋根にコケボードを設置することで、室内への熱流・寒流が抑制され、冷暖房などの空調負荷低減が期待できる。

省エネルギー対策を進めることにより、電気料金、燃料料金などの費用低減が期待できる。

エネルギーコストは、電気料金の値上げのほか、地球温暖化対策税の導入や再生可能エネルギー発電促進賦課金、燃料費の高騰などにより、今後も増加する懸念があり、省エネルギー対策によるコスト削減は、企業経営に貢献すると考えられる。

今後は温度測定記録をさらに分析し、より詳細な温度データーを示すことも必要で、他企業や大学等との連携も模索していかなければならないと考えている。

5. おわりに

地球温暖化問題が深刻化し、環境問題の機運が高まっている。それに伴い、日本国内の自治体、企業に、CO₂削減の計画の策定が始まろうとしており、企業経

営を取り巻く環境は今大きく変化している。環境問題と社会に対するガバナンスを考慮した取り組みを進めることが、重要になっている。世界的なESG投資の拡大やSDGsの急速な普及によって企業の姿勢が厳しく問われるようになり、新しいビジネスの変化が急速に進むと思われる。

コケ植物は中山間地域の荒れた農地を再生して栽培されており、山間部で問題になっている鳥獣被害も受けない作物として、注目されている。里地里山の自然環境の保全・維持にも貢献でき、炭素クレジット化も将来的に視野にいれると、地方から都市部へ販売できる事業として地方再生の一つになる可能性を秘めている。

J C M A

[筆者紹介]
山本 正幸 (やまもと まさゆき)
㈱モス山形
代表取締役

