

スナゴケの生育と水分条件について

Growth of *Racomitrium canescens* and Moisture condition

涌井 史郎 飯島 健太郎

桐蔭横浜大学医用工学部生命・環境システム工学科

(2007 年 3 月 1 日 受理)

1. 研究目的

都市部においては、ヒートアイランド現象の緩和や景観の向上の観点からも屋上・壁面などの建築構造物面の緑化が推進されている。とりわけ施工業者を対象とした調査によれば平成 12 年から 16 年にかけての 5 年間に施工されたわが国の屋上緑化施工件数は 3280 件、78ha にも及んでいる¹⁾。

都心部における屋上面は貴重な水平空間であり、デパートやオフィスビルの屋上面に展開されている庭園的緑化は重要な休息空間となる。一方で、大規模工場の屋根面や住宅の勾配屋根など人の立ち入りが想定されていない屋上面を含めた総量としての緑化面の拡大が都市の暑熱環境緩和対策としては重要である。

なお、デパートの屋上庭園にみられるような中高木を含んだ緑地は、屋上の平面部に於いては一般に 500kg/m²程度の許容荷重のもとに施工されているが、多くの屋根では厳しい荷重制限のために重量物を積載することができない。とりわけ人の立ち入りが想定されていないような屋根面では、通常 100Kg/m²以内とすることが要件となる。植栽時における重量の大半は、その基盤が占めている。そ

こで軽量化を図るためには、鉱物質の発泡焼成資材等の軽量土壌を使用することや土壌基盤そのものを薄くすることが求められる。そうした背景から超薄層の根圏土壌でも生育可能で併せて乾燥条件に適応性を有する植物素材が模索される中で、多肉植物のセダム類が普及しており、本種を用いた緑化では、30Kg/m²を達成している。さらに軽量化が求められる場面もあり、不織布などの人工資材に直接生育するようなコケ類の導入が注目されており、こうした方法によれば含水時においても 10Kg/m²に抑えられることからその普及が期待されている。

本研究では、コケ類の中でも完全な萎凋に耐える草種(ポイキロ乾生植物)²⁾に着目し、スナゴケ(*Racomitrium canescens*)を注出した。本種については、既に屋上、壁面への導入が一部に見られるが、枯損する現場も報告されている。なお本種の生育に関わる最適条件等に関する報告は皆無であり、生育特性の把握が急務である。

そこで、気温ならびに水分供給条件とスナゴケ 2 種(エゾスナゴケ、コバノスナゴケ)の生育の関係について明らかにすることを目的とした。

2. 研究内容与方法

①乾燥ストレスに伴う形態変化

予備実験としてスナゴケの乾燥ストレスに伴う形態変化を観察した。供試植物はコバノスナゴケとした。2005年9月7日まで屋外で養生していた育苗から1.5cm角に株を切り取り、ろ紙を敷いたペトリシャーレ（直径90mm）に定置した。この時のシュート数は約30となっていた。

設定温度は、乾燥の早い条件を想定し30℃とした。温度勾配恒温器（日本医化器械製作所）の設定条件は、明期12h/暗期12h、明期設定照度は約10kluxとした。給水条件はミスト方式とし、その散布量として8g区、12g区、16g区を設定した。計測は、仮茎（軸）方向に対する仮葉方向の角度を指標とし、最終給水期から12時間毎に行なった。

②温度条件と生育の関係

異なる気温条件下におけるスナゴケ2種の生育反応を探った。苗の準備については前項と同様とした。比較するための設定温度は、低温域の10℃区、15℃区、中温域の20℃区、25℃区、高温域の30℃区の5区に設定した。これを各実験区3反復で行なった。

本実験の給水設定は2日に1度ミスト方式で行った。また散布時以外はシャーレに蓋をし、常時湿潤を保つようにした。このような給水方法によってコケの仮茎・仮葉ならびに濾紙を含め、ほぼ飽和状態となっていた。

上記の実験は、5ヶ月間にわたって実施し、仮茎数、生体重量（開始時と終了時に計測）から生育量を明らかにした。併せて枯損状況を観察した。

③水分供給条件と生育との関係

異なる水分供給条件下におけるスナゴケ2種の生育反応を探った。比較するための水分供給条件は、常時湿潤状態の対照区に対して、異なるミスト給水のインターバルを設け1回/2日区、1回/4日区、1回/8日区の3

実験区を設定した。この散布インターバルによって、各々1日間、3日間、7日間の風乾期を有する設定となっている。

以上の実験は、低温の15℃区、高温の30℃区を設定して比較検討した。実験環境設備及び、苗の準備方法、さらに生育評価については前項と同様とした。

④含水率とCO₂吸収反応

筆者らの研究によればコバノスナゴケの光合成反応は、異なる気温状況において萎凋状態の時だけでなく、十分に水分を含んだ時でさえCO₂吸収は示さず、気温等の環境設定による一定の反応の傾向は見られなかった³⁾。

そこで本種のCO₂吸収は、植物体を形成している仮茎と仮葉が一体となった部分の含水量が影響しているのではないかと考え検証を行なった。実験は同じくコバノスナゴケを供試植物として、2002年8月15日と23日の2日間にわたって9:00、13:00、17:00に計測を行った。以上の実験は90mmのペトリシャーレ上にのせた65cm²の株を用いて携帯用光合成測定装置LI-6200（Big Chamber）によって測定した。各計測時点のCO₂吸収量とその時の株の重量からコバノスナゴケの光合成のための最適含水率について検討を行なった。

3. 実験結果と考察

①乾燥ストレスに伴う形態変化

いずれの散布区においても最終給水期より、暫時仮葉の萎凋が視認できた。24時間後には、16g区では80~60°、12g区では40~20°、8g区では30~0°と散布量の違いによる萎凋速度の違いが認められた。

完全な萎凋状態、すなわち0°に達したのは、8g区で15日後、12g区で15~2日後、16g区では2日以上となり、その後いずれも仮死状態となり生存していた（図-1）。

②温度条件と生育の関係

実験開始から1ヶ月後、20~30℃区では

両種ともに生体重量は減衰していたが、10～15℃区では、生体重量の増加比はエゾスナゴケでは104～107に対し、コバノスナゴケでは101～153となっており、両種ともに比較的低温域での生育が認められた。しかし2ヶ月後以降ほぼすべての温度区において暫時生体重量は減衰した。さらにエゾスナゴケに比べコバノスナゴケの方が衰退が顕著であった(次頁の表-1)。

なお生体重量には現れていないが、両種共に15℃区と20℃区において、活発に新たなシュートを出芽させていた。低温区の10℃区では、コバノスナゴケに比べてエゾスナゴケの方が比較的生育良好であることが確認された。

次にシュート数に関しては、15℃区、20℃区では両種共に平均5本程度の増加がみられた。

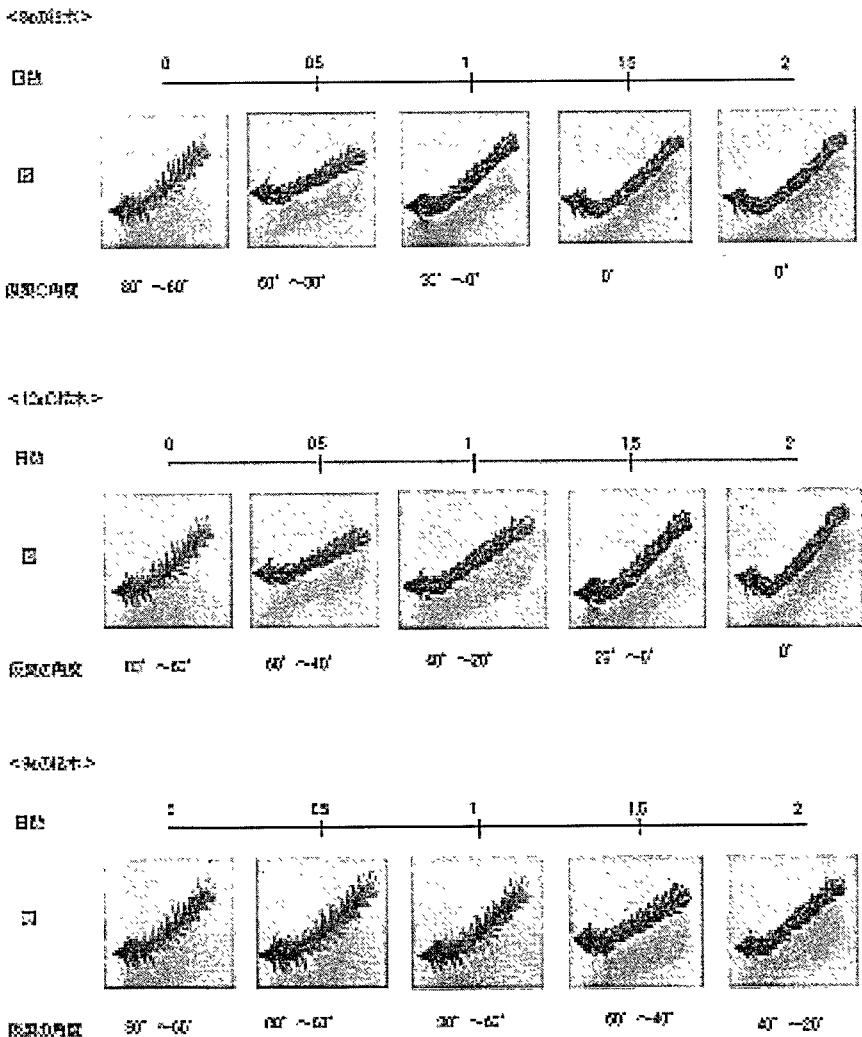


図-1 スナゴケの乾燥ストレスに伴う形態変化(コバノスナゴケ)

表-1 異なる気温条件下におけるスナゴケ類2種の生体重量

草種	実験区	生体重量		増加比		生体重量		増加比	
		(1ヵ月後)	(1ヵ月後)	(3ヵ月後)	(3ヵ月後)	(5ヵ月後)	(5ヵ月後)	(5ヵ月後)	(5ヵ月後)
コハシ スナゴケ	10℃	1.28	153	0.64	76	0.58	69		
	15℃	0.49	101	0.31	63	0.27	55		
	20℃	0.36	84	0.27	63	0.23	53		
	25℃	0.38	69	0.33	61	0.29	54		
	30℃	0.47	77	0.44	72	0.39	64		
エゾス ナゴケ	10℃	1.28	107	1.02	85	0.99	83		
	15℃	1.03	104	0.84	84	0.82	82		
	20℃	1.02	93	0.94	85	0.9	82		
	25℃	0.89	88	0.86	85	0.83	82		
	30℃	1.28	89	1.08	75	1.24	86		

表-2 異なる気温条件下におけるスナゴケ類2種のシュート数(5ヵ月後)

草種	実験区	シュート数
コハシスナゴケ	10℃	30~35
	15℃	35
	20℃	30~35
	25℃	30
	30℃	20~25
エゾスナゴケ	10℃	30~35
	15℃	35
	20℃	35
	25℃	30
	30℃	25

表-3 異なる水分供給条件下におけるスナゴケ類2種の生体重量(1ヵ月後)

		設定温度	15℃区					
草種	実験区		生体重量	増加比	生体重量	増加比	生体重量	増加比
			(1ヵ月後)	(1ヵ月後)	(3ヵ月後)	(3ヵ月後)	(5ヵ月後)	(5ヵ月後)
コハシ スナゴケ	常時湿潤		0.49	101	0.31	63	0.27	55
	2日に1回の給水		0.43	107	0.29	73	0.31	78
	4日に1回の給水		0.82	105	0.65	83	0.66	85
	8日に1回の給水		0.42	114	0.26	70	0.26	70
エゾ スナゴケ	常時湿潤		1.03	104	0.84	84	0.82	82
	2日に1回の給水		1.08	101	0.96	89	0.95	88
	4日に1回の給水		1.07	103	0.94	90	0.93	89
	8日に1回の給水		1.3	102	1.17	91	1.16	91
		設定温度	30℃区					
草種	実験区		生体重量	増加比	生体重量	増加比	生体重量	増加比
			(1ヵ月後)	(1ヵ月後)	(3ヵ月後)	(3ヵ月後)	(5ヵ月後)	(5ヵ月後)
コハシ スナゴケ	常時湿潤		0.47	77	0.44	72	0.39	64
	2日に1回の給水		0.27	66	0.29	73	0.22	55
	4日に1回の給水		0.89	85	0.91	88	0.85	82
	8日に1回の給水		0.3	70	0.31	72	0.25	58
エゾ スナゴケ	常時湿潤		1.28	89	1.08	75	1.24	86
	2日に1回の給水		0.73	85	0.75	88	0.69	80
	4日に1回の給水		0.85	85	0.87	87	0.80	80
	8日に1回の給水		1.11	83	0.82	61	0.78	58

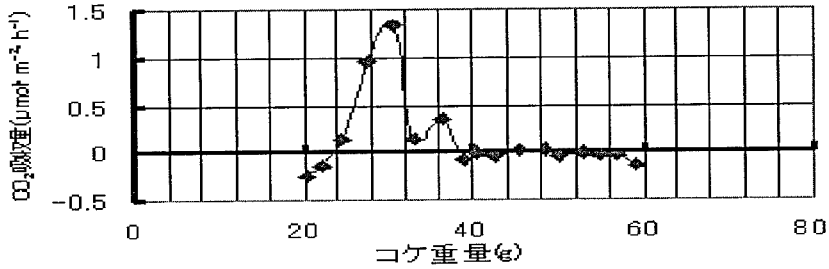


図-2 コバノスナゴケの含水時重量の変化と CO₂ 吸収反応

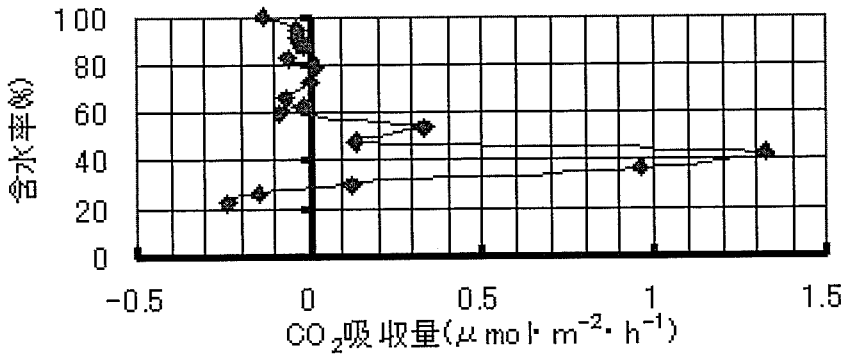


図-3 コバノスナゴケの含水率の減少に伴うの CO₂ 吸収反応

一方で、高温条件の 30℃ 区においては、枯損が著しく新たなシュートの出芽も無いため、シュート数が減少していた。

両種を比較してみると、エゾスナゴケの方が温度域から見た適応性が若干大きいことが推察された (表-2)。

③水分供給条件と生育との関係

実験開始から 1ヶ月後、両種共に低温条件の 15℃ 区では、常時湿潤区から 1回 / 8日給水区に至るまで、増加比が 100 を超えており、僅かではあるが生育が認められた。一方、高温条件の 30℃ 区では、両種共に増加比は 90 を下回り、生育が減退していると考えられる。2ヶ月後以降になるといずれの温度区においても増加比は 90 を下回っており、生

育は減退傾向を示した (表-3)。

シュート数に関しては、常時湿潤区以外に変化は無く、乾期に入ると直ちに風乾 (休眠) 状態へ移行するため、給水後の僅かな湿潤期のみでは、目に見える生育変化を認めることは出来なかった。

④含水率と CO₂ 吸収反応

まずコバノスナゴケの含水時重量の変化と CO₂ 吸収反応の変化について検討した結果、40g 以上では CO₂ 吸収は停止し、30g 時には最大の約 $1.3 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ を示した。20g 時には CO₂ 吸収は再度停止する結果となった (図-2)。

この結果をコバノスナゴケの含水率の減少に伴うの CO₂ 吸収反応としたのが図-3 であ

る。

その結果、活発な CO₂ 吸収はスナゴケの含水率 60～30%のごく限られた範囲で行われることが明らかとなった。

4. まとめ

スナゴケ類 2 種について水分供給と気温条件との関係から生育特性を探った。その結果、コバノスナゴケを事例に行なった実験結果から乾燥に伴う萎凋状態においても生存しており耐乾性に富むことを追認した。

コバノスナゴケ、エゾスナゴケ共に、10～20℃の低温から中温条件における湿潤時が生育に適していた。一方高温湿潤条件(30℃)では枯損が認められ、新たなシュートの出芽の発生も示さなかった。なお両種の比較をするならば、若干エゾスナゴケの方が中高温湿潤時の被害が小さいと言える。

スナゴケ類は、自生環境では僅かな土壌に定着している。そのため季節にもよるが、ほぼ常時風乾状態にあり、湿潤となるのは雨天時とその直後の時間と考えられる。その際の最適含水率となる僅かな期間で CO₂ 吸収が営まれていると考えられる。萎凋状態となるような極度の乾燥には適応性が大きい反面、自生条件ではあまり起こり得ない高温湿潤条件では大きな被害がもたらされる。

こうした結果から屋上緑化の現場においては、夏季の気温の高くなる時間帯においては給水を控え休眠を促進し、夜間などの比較的気温の低い時間帯に給水を行なうことが望ましい。

謝 辞

本研究の実施にあたり積水樹脂技術研究所、ならびに須崎裕一氏、鈴木健太氏にご協力頂いた。記して深謝致します。

引用文献

- 1) 国土交通省都市・地域整備局公園緑地課(2005):平成 16 年度既存建築物屋上緑化技術開発調査(全国屋上緑化施工面積調査)

- 2) N.A. マクシーモフ(1959):植物と水/植物の水分生理と耐乾性に関する論文集:刀江書店、527-533
- 3) 須崎裕一・涌井史郎・飯島健太郎(2002):スナゴケの CO₂ 吸収に関する実験的研究、日本造園学会関東支部大会事例・研究報告集第 20 号、67-68