

光量子密度による林内評価手法に関する検討

アジア航測株式会社 ○中田 慎, 小川 紀一郎
国土交通省中部地方整備局 富士砂防事務所 富田 陽子, 小泉 市朗, 阿部 聡

1. はじめに

地表(林床)が植生に覆われていることで雨滴等による斜面侵食が防止・低減されるということは、すでに様々な論文等で明らかにされている¹⁾。一方、植物個体の成長・維持・繁殖・競争にとって、光環境は水分・栄養条件等とともに重要なファクターとなっている。これらのことから、著者らは土砂をコントロールする目的で林床植生の繁茂をめざす森林施業に活かすための「砂防事業における樹林評価指標」を検討した²⁾。ここで用いた手法は、生態学の分野ではすでに確立されたものであり、これを砂防分野に応用したものである。その手法は簡潔に言えば、樹冠を魚眼レンズによって撮影し、その画像解析によって得られた光量子密度の値をもって林内の評価を行うというものであった。本稿では光量子センサーを用いて、直接林内の光量子密度($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)を計測し、林外との相対値(相対光量子密度)をもって林内の光環境を評価するという方法を用いた。

2. 調査地点

富士山の南西麓(富士山南西野溪)において、site1~8までの8箇所について15m×15mを基本としたコドラートを設定し、林内における光環境調査と植生調査を行った。site4および8はコナラを中心とした落葉広葉樹林であるが、その他の6箇所はヒノキの人工林である。

3. 相対光量子密度の測定

光量子密度の測定は、植物が最も光合成に利用する波長域のエネルギー(400~700nm)を評価でき、林内の光環境を適切に評価しているとされる。この値を、同時刻に林外でも取得し、その相対値をもって評価を行った。本来、林内の光量子密度から光環境を評価する方法はデータロガーを用いて、積算値を計測して行うべきであるが、簡易的な測定方法として提案するという観点から、ここでは光量子センサーとライトメーター(図1)による光量子密度の測定を行った。今回の測定では、同一林分内(15×15m)を基本としたコドラート(以下、大コドラートと表記)において各5測定ポイントずつ光量子密度を測定し、各測定に際して林外の光量子密度の瞬間値を20回モニターした。これらをもとに、林外の値に対する林内の光量子密度の割合を、相対光量子密度(%)として示した。

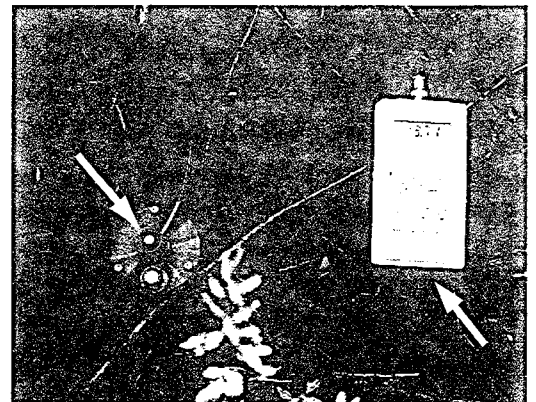


図1 光量子センサー(左)とライトメーター(右) [ともにLi-Cor社製]

4. 植生調査

光量子密度測定調査とともに、大コドラート内に出現する植物種の植生調査を行い、出現する植物種数と相対光量子密度との関係性を検討した。また、各大コドラート内の中心の1測定点を中心とする小コドラート(1×1m)を設定し、出現する植物種数および植被率と相対光量子密度との関係性を検討した。なお、植被率はコドラート内の植物が地表面を覆う面積を現地計測して算出した。

5. 調査結果と考察

各測定地点における光量子密度と林床の植物種数との関係をまとめた。大コドラートにおける測定値については表1に、小コドラート内の測定値については表2にそれぞれとりまとめた。大コドラート、小コドラートともに、相対光量子密度が高い値を示すものほど標準偏差の値が高い値を示している。これは、林冠の開放度合いにより決定されるもので、林冠が疎であり、相対光量子密度が高いほど、林内の光環境が不均一になり平均値からのばらつきが大きくなる事を示している。

表1 大コドラートにおける測定値

大コドラート site	林相	測定値($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)		相対値		種数
		林内	林外	相対光量子密度(%)	標準偏差/2	
1	ヒノキ林	5.03	1173.52	0.43	0.105	15
2	ヒノキ林	43.01	1330.07	3.19	1.330	53
3	ヒノキ林	23.60	1332.58	1.76	0.610	65
4	ミズキ林	211.37	1681.07	12.49	6.480	75
5	ヒノキ林	40.42	1663.96	2.44	0.940	37
6	ヒノキ林	20.59	1045.09	1.96	0.450	45
7	ヒノキ林	38.57	888.92	4.38	1.400	56
8	コナラ林	5.18	229.75	2.25	0.510	60

不均一になる要因としては、ギャップから差し込む光斑や薄い葉層によって形成される散乱光の不均一な分布が考えられる。逆に、林冠が密であり、相対光量子密度が低いほど、林内にランダムな光斑が入り込む可能性が低く、散乱光が著しく不均一に分布する可能性が低くなり、結果的に測定値にばらつきが生じにくくなっている事が考えられる。各測定値の相対光量子密度をみると、全体的に 10%を下回るものが多く、比較的「暗い」林床が多いことがわかる。

相対光量子密度と林床の植物種数との関係性では、コドラートの規模による統計学的に有意な差は見られず、いずれも対数関数で示される高い相関がみられた (ともに $r^2=0.7$ 前後; 図 2)。図 2 および図中近似式より、相対光量子密度のある値を境に、林床に出現する植物種数が多くなる傾向がみられた。今回得られたデータだけでは測定数が不足しているため、厳密な数値を判定することはできないが、その値は相対光量子密度でおよそ 1.0~3.0%の間に存在するようにみえる。コドラートサイズの違いにより生じる種数全体数の差異はあるものの、大コドラート・小コドラートともに、相対光量子密度 1.0%付近を境に林床に出現する植物種数が急激に増加し、それ以上の相対光量子密度のもとでは出現する植物種数に大きい差異がみられない傾向があった。このことから、林分内の相対光量子密度が 1.0 よりも大きくなるような管理をした場合に、林内 (林床) に出現する植物種数=多様性が增大することが予想された。

また、相対光量子密度と林床の植被率との関係性を図 3 に示した。相対光量子密度と林床の植被率の間には、高い相関がみられた ($r^2=0.62$)。このことから、林床の植被率とその地点における相対光量子密度とは対数関数的な相関があり、より低い相対光量子密度のもとでは植被率が低く、ある値を境に植被率は急激に増加し頭打ちになる傾向が示された。今回の調査では、サンプル数が少ないため植被率を決定する臨界値を算出するまでにいたっていないが、相対光量子密度を 2.0%よりも高い値になるような林分の管理をすることにより、林床の植被率が增大し、土壌が露出しないようにできる可能性が高くなると予想された。

6. 今後の課題

林内の光環境の計測結果を、現在の樹林状況の把握と今後の管理のあり方の指標として確立するのが、大きな目標である。しかしながら、林内の光環境は非常に不均一であることに加え、林内での階層構造が発達している場合には、林床の植被率だけを用いて光の条件との相関関係を検討することは困難である。また、相対光量子密度と林床植生との関係性から指標値として把握していくためには、砂防にとっての「良い樹林」「悪い樹林」を抽出し、それらのサイトで多くの測定データを取得することが課題となっている。

表 2 小コドラートにおける測定値

小コドラート	測定値($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	相対値		種数	植被率 (%)		
		林内	林外			相対光量子密度(%)	標準偏差/2
1	ヒノキ林	4.32	1113.16	0.39	0.008	1	0
2	ヒノキ林	12.16	1290.08	0.94	0.638	8	43
3	ヒノキ林	25.04	1141.80	2.50	0.638	12	95
4	ミズキ林	95.58	1710.06	5.59	0.971	15	97
5	ヒノキ林	27.26	1657.08	1.65	0.357	11	27
6	ヒノキ林	15.53	1118.98	1.40	0.135	5	2
7	ヒノキ林	21.27	967.58	2.19	0.087	6	91
8	コナラ林	7.70	463.99	1.66	0.024	9	73

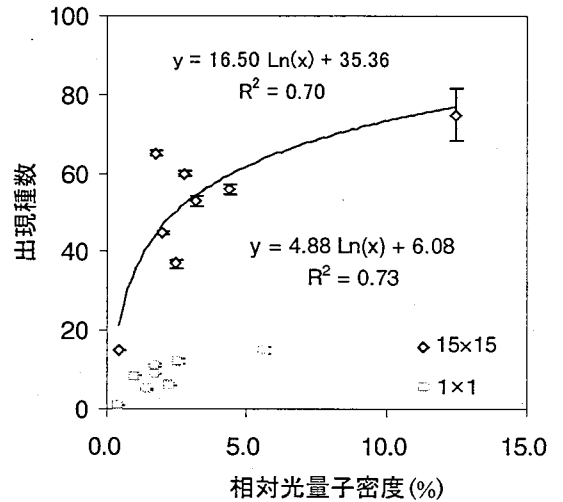


図 2 相対光量子密度と林床植物種数との関係

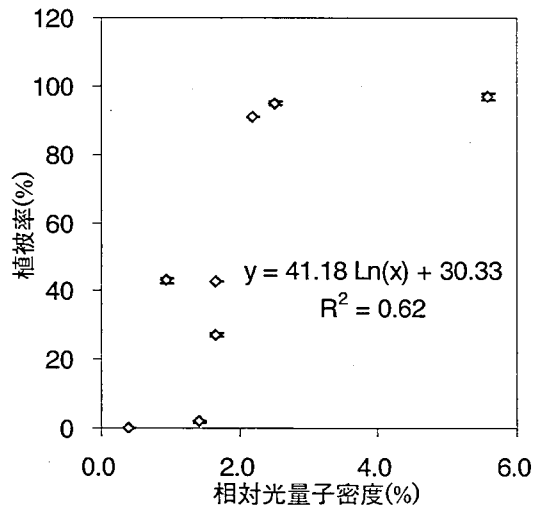


図 3 相対光量子密度と植被率との関係

参考文献

- 1) たとえば、塚本良則(1998): 森林・水・土の保全 湿潤変動帯の水文地形学, 朝倉書店, p. 80-88
- 2) 中田ほか(2003): 樹林の維持管理のための評価手法に関する検討, 平成 15 年度砂防学会研究発表概要集, p. 380-381