

A method of measuring in the light environment of multiple storied stands - Acomparison of using color

acetate film as a simple recording film for measuring integrated global solarradiation and illuminometers

Ryota ENDO ( Chiba Pref. For. Expt. Stn., Sanbu, Chiba 289-12 ) and Toshio ISHIKAWA

( Image & Remote Sensing Research Center , Chiba Univ., Chiba , Chiba 263 )

Trans. 105th Mtg. Jpn. For. Soc.:437-438,1994(in Japanese)

## 複層林における光環境の測定法

- 色素フィルムを用いた簡易積算全天日射計と照度計の比較 -

遠藤良太 ( 千葉県林試 )

石川敏雄 ( 千葉大映像隔測研究センター )

### I 目的

複層林施業においては、樹木の成長因子の一つである光環境の把握が重要である。しかし、複層林の場合、下木の成長に大きく関与する陽班(2)が多量に林内に侵入するので、再現性が高いとされる曇天時の相対照度の測定では、直接陽班を測定しないため正確な光環境の把握が難しいという問題がある。一方、陽班を直接測定する晴天時の相対照度も、再現性や陽班の位置が常に変化する点で問題があり、陽班を含めた林内光環境を捉えるためには、一定期間の積算値による測定が望ましい。そこで、一定期間の積算値が比較的安易に測定できる簡易積算全天日射計と一般的に利用されている照度計を用いて測定した場合について、複層林における光環境把握のための実用性を検討した。なお、照度と日射量は定義が異なり測定する波長域も違うが、片方を長期間の積算値とすれば両者がほぼ直線関係が示される(4,5)。ここではそれぞれの相対値を用いて比較検討を行った。

### II 簡易積算全天日射計

これは、色素を含浸させた写真用トリアセチルセルロースフィルム(10×35mm、約60mg)を林内に設置し、色素の光分解反応による退色に伴う吸光度の変化から間接的に日射量を測定するシステム(6)である。具体的には、林内設置前後にフィルムの吸光度を分光光度計で測定し、その比率(退色率)とあらかじめ作成しておいたフィルム退色率と日射量の関係式を用いて、設置期間中の積算日射量を計算で求める。なお、フィルムは上述のように軽量小型であるので、支柱、クリップ、洗濯バサミ等を利用してフィルムの片端を固定することで、水平的にも垂直的にも任意の位置に設置が容易という利点もある。

### 材料および方法

千葉県山武町埴谷地区のサンプスギ - ヒノキ複層林に、20m×20mの試験区を設定した。試験区の林分構造は表-1のとおりで、スギは二層になっており下層にヒノキが植栽されて

いる。地形は標高約 50m の北総台地上の平坦地に位置し、土壌は黒ボク土である。相対値を求めるための対照区は、試験区から約 600m 離れた千葉県林業試験場内の研究棟屋上に設置した。

試験区で、片端から 1m, 3m, 5m...19m と 2m 間隔に格子のメッシュを切り 100 個の測点を設定し、積算日射量および晴天日と曇天日の照度を測定した。積算日射量は 1993 年 12 月 16 日から 1994 年 2 月 2 日まで連続して 48 日間の積算値を測定した。上述のフィルムを支柱を用いて地上 1.5m に水平になるように測定期間中設置し、積算日射計（英弘精機製 MS42）を対応させた検量線によって測定期間中のフィルムの退色から積算日射量を算出した。照度は、同期間中の晴天日、曇天日を 1 日ずつ選び、デジタル照度計（東京光学機械製 IM - 3）を使用して瞬間値を測定した。なお、照度の測定時間は午前 10 時から午後 2 時までの間、測定回数は晴天日では 5 回、曇天日では 4 回行った。

## 結果および考察

試験区各測点での曇天日と晴天日の瞬間照度の相対値（以下相対照度）の 1 日の平均を求め、それらの値と各測点の測定期間中の積算日射量の相対値（以下相対日射量）の頻度分布を図 - 1 に示した。また、各測点での相対照度の平均と相対日射量から、試験区全体の平均と標準偏差を求め表 - 2 に示した。図 - 1 と表 - 2 から、相対日射量と曇天日の相対照度の平均は概ね一致し、晴天日の相対照度より測点ごとのバラツキも少なかった。

続いて、相対日射量の平均値を求める際に必要な最少測点数を検討するため、試験区内の測点数を減少した場合を仮定して、相対日射量と相対照度の平均値の模擬計算を行った。方法は、図 - 1 に示した試験区内の各列から 1 点、2 点、5 点を無作為に選び、それらを測定値と仮定して平均値を求める計算を 10 回繰返した。表 - 3 に示した計算結果から、相対日射量の平均値を求める際の測点数は、10 ~ 20 点あればバラツキが少なく十分と考えられる。なお、相対照度の平均値をみると、曇天日は 10 ~ 20 点でもバラツキが少ないのに対し、晴天日は 50 点でもバラツキが多く不十分である。これは藤森が相対照度を求めるために示した測点数（2）とほぼ一致した。

次に、相対日射量、晴天日および曇天日の相対照度を用いて測定した各測点ごとの光環境を検討するため、相互の相関を求め表 - 4 に示した。この結果、相対日射量は晴天日の相対照度と有意な相関が認められたが、曇天日の相対照度とは相関が認められなかった。晴天日の相対照度は林内に陽班が生じる状況であり、曇天日の相対照度はそれが生じない状況、相対日射量は両方の状況を捉らえたものである。従って、下層の植物の成長に關与の大きいと思われる陽班の実態を反映する光環境の把握は、陽班を生じない曇天日では不十分であり、相対日射量や晴天日の相対照度で測定しなければならないといえる。曇天日の相対照度は安定した値は得られるものの、複層林のような陽班を生じる光環境を正確に捉らえることができないと考えられる。ただし、本測定は晴天日の多い季節に行ったものであり、曇天日、雨天日の多い季節でも簡易全天積算日射計で測定した光環境が陽班の実態を反映するには、確認する必要がある。

## V まとめ

陽班が多く侵入する複層林での光環境と下木の成長を検討する場合、曇天日に照度を測定する方法は陽班の影響が反映されない短所はあるが、林分の平均的な光環境が簡易全天日射計で測定したものと概ね一致することや、取扱いが容易で測定値のバラツキが少ないことから、下木の平均的な成長との関係を検討するための光環境の把握に適している。

一方、一斉林に比べ大きくなる傾向がある下木間の成長のバラツキ（3）と光環境の関係

を検討する場合などは、陽班の影響が反映する下木個々の光環境を捉える必要があるが、この陽班は常時変化するため積算値として捉えることが望ましい。簡易全天積算日射計による方法は、この様な場合に多数点で同時に測定することが容易である。また、同様に積算値として光環境を測定できるアントラセン法(1)と比べると、液体を扱うことなくしかも軽量小型なため、測定や器具の設置などの点で簡便な方法である。

なお、本報告は太陽高度が低い時期に実施したものであること、測定に使用した簡易全天積算日射計と照度計の関係を確認していないことなど十分に吟味された試験方法によるものでなく、これらの点について今後確認が必要であろう。

## 引用文献

- (1)Akio HAGIHARA , Ikuo NINOMIYA & Kazuo HOZUMI ( 1982 ) Evaluation of the light climate in a Chamaecyparis obtusa plantation by a chemical light-meter . J. Jap. For. Soc. 64 : 220 ~ 228 .
- (2)藤森隆郎 ( 1989 ) 複層林の生態と取扱い . 96pp , 林業科学振興所 , 東京.
- (3)岩井宏寿 ( 1981 ) 複層林の保育更新に関する研究 ( ) - 下木の生長特性 - . 日林論 92 : 247 ~ 249.
- (4)齊藤昌宏・仁木直人 ( 1981 ) マイクロクーロンメータ ( E-cell ) を用いた林内積算日射計の試作と検定 . 日林誌 63 : 208 ~ 212 .
- (5)玉井重信・四手井綱英 ( 1972 ) 林内の照度 ( I ) . 京大演林報 43 : 53 ~ 62 . (6) 吉村登雄・小宮山桂・石川敏雄 ( 1989 ) 簡易積算全天日射計 . 太陽エネルギー15 ( 5 ) : 47 ~ 53 .

図 - 1 . 相対日射量、相対照度の頻度分布

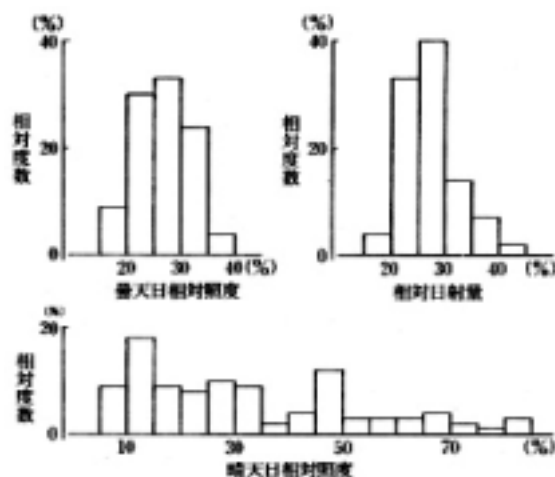


表 - 1 . 試験区のエ分概況

	樹高(m)	枝下高(m)	胸高直径*(cm)	立木密度(本/ha)	林齡
上層スギ	18.7 ± 3.15	6.8 ± 3.08	37.8 ± 3.70	125	50
中層スギ	12.1 ± 2.17	4.0 ± 1.89	18.0 ± 5.34	250	20 ~ 30
下層ヒノキ	0.48 ± 0.07	-	1.48 ± 0.49	1850	1

\* 下層ヒノキは根元径

表 - 2 . 試験区の相対日射量、相対照度の平均

単位：%

	相対日射量	相対照度	
		曇天日	晴天日
平均	27.2	26.6	32.7
標準偏差	4.85	4.88	20.48

表 - 3 . 測点数を変えたときの相対日射量、相対照度の平均の模擬計算結果

単位：%

	相対日射量	相対照度	
		曇天日	晴天日
	最小値 最大値	最小値 最大値	最小値 最大値
10	25.6 ~ 29.6	25.4 ~ 27.8	18.3 ~ 52.8
20	26.2 ~ 30.8	25.8 ~ 27.5	21.3 ~ 48.2
50	26.6 ~ 27.8	25.5 ~ 27.4	24.5 ~ 37.3

表 - 4 . 各測点の相対日射量と相対照度の相関

単位：%

	相対日射量	晴天日相対照度
曇天日相対照度	0.174	0.083
晴天日相対照度	0.497 *	

\* : t検定1%水準で相関係数 0.000 と有意差