

択伐作業林における稚樹の生長と環境(VIII)

択伐後の林孔内光環境の変化

藤本 幸司*

On Growth of Regeneration Trees and Environmental Factors in Selection Forests (VIII)

The change in light conditions in a group-cut area

Koji FUJIMOTO

Summary: In a 20-year-old even-aged uniform Sugi (*Cryptomeria japonica* D.DON) stand of the Ehime University Forest, the forest opening was generated by group cutting in 1977. The stand is on a steep slope facing south. The opening was a 11×18 m rectangle, with the long axis oriented north-south. The mean heights of the trees surrounding the opening in 1978 and 1984 were 8.9m and 12.2m, respectively. On this opening, increments of crown radii of surrounding trees and change in light conditions were observed from 1978 to 1984. The results are summarized as follows;

- 1) The branches of the surrounding trees were more developed toward the open side than the closed side (Fig.2). Increments of crown radii of the surrounding trees was observed for 6 years to an average about 60 cm.
- 2) The mean diffuse site-factor in the opening decreased from 0.29 to 0.19 in 6 years. The light conditions of the lower part (south side) of the opening was less favorable than the upper part (north side) and the rate of decrease in diffuse site-factor in 6 years also declined toward the upper part of the opening.
- 3) The pruning of trees surrounding the opening was very effective in the improvement of the light conditions under the crowns of the trees.

要 旨: 20年生スギ・ヒノキ人工一斉林に、孔状伐採跡地(林孔)をつくり、周囲木の樹冠の拡大、林孔内光環境の変化などを調査した。結果を要約すると、次の通りである。

- 1) 林孔周囲木は、林内方向よりも疎開された林孔方向へより大きく枝を伸ばし、林孔方向への樹冠の拡大量は、年平均10cm程度、6年間で約60cmが観測された。

* 森林計画学研究室 Laboratory of Forest Management

- 2) 6年間の林孔内地表面の光環境の変化はかなり大きく、特に、斜面下部で大きかった。林孔内の diffuse site-factor 分布を種々吟味した結果、更新樹がある程度大きくなるまで、林孔相対面積（周囲木平均樹高の平方を単位として表した面積）が1以下にならないように、初期面積を設定するのが望ましいと考えられた。
- 3) 林孔周囲木の枝打ちは、林孔内、特に、更新樹の生長に問題の多い林孔周辺部の光環境改善に、非常に有効と判断された。

はじめに

孔状択伐作業林内の更新樹の生長は、孔状択伐面（林孔）の大きさによって左右される。それが小さければ、生長は悪く、大きければ、良い生長が期待できる。したがって、更新樹の生長のことだけを考えれば、択伐面は大きいほど良いが、これが大きくなれば、択伐作業林としての性格も薄れてくるから、あまり大きくすることもできない。択伐面の大きさは、これらの兼ね合いにおいて、経営の目的、あるいは採りうる集約度などから決められるが、林孔内の光環境が、その場合の一つの判断指標となる。

ところで、林孔周囲木は、択伐後、年々樹高を高くし、側枝を林孔内に向かって伸長させる。それに伴って、同じ林孔でも、光環境は年々変化する。したがって、択伐面の大きさを決める場合には、択伐直後の光環境だけでなく、更新樹がある程度大きくなるまでの、このような光環境の変化を知ることが、非常に重要になる。特に、光環境の変化が大きいと予測される、生長の旺盛な、比較的若齢の林分に本作業を適用する場合、重要であろう。林内更新に関連して、間伐や枝打ち後の林内光環境の変化については、いくつかの報告がみられるが^{1,2)}、孔状地のそれは見当たらない。

そこで、このような林孔周囲木の生長に伴う光環境の変化を解明するため、比較的生長の旺盛な、若齢のスギ・ヒノキ人工一斉林に孔状択伐作業実験林を設け、調査を行った。

本稿を草するにあたり、山畑教授にはいろいろご教示いただいた。又、現地調査に際しては、山本助手、三好技官に多大のご協力をいただいた。ここに記して、謝意を表する。

試験地及び調査方法

実験林は1977年2月、愛媛大学農学部付属演習林第6班は₁小班、スギ・ヒノキ人工一斉林に設定した（面積：0.5046 ha）。本林分は、南向きの急斜面（傾斜角30~40°）で、上部はヒノキ、下部はスギがそのほとんどを占めている。設定時の林況を示すと、次のようであった。

林 齢	： 20 年
立木本数	： ス ギ 518 本 (1027 本/ha)
	ヒノキ 480 本 (951 本/ha)
	計 998 本 (1978 本/ha)
平均直径	： ス ギ 10.8 cm
	ヒノキ 12.0 cm
	全 林 11.4 cm

その直径階別本数分布はFig. 1に示すように、やや左に偏っており、この分布型からも推察されるように、本林分はやや手入れ不足であり、非常に密である。林内は暗く、下層植生は全くない。

実験林設定と同時に6個の孔状地を設けた。調査に用いた林孔は、このうち南東隅にある林孔である。東西幅約11m、南北長（傾斜方向）約18m、面積約200m²の比較的広い長方形の孔状地で

あり、平均傾斜は 38°であった。本林孔の周囲は、すべてスギによって占められ、周囲木 59 本の平均直径は、1978 年 9 月現在、11.8 cm、平均樹高は 8.9 m、平均枝下高は 4.5 m であった。なお、今回の調査時 (1984 年 9 月) における周囲木 59 本の平均直径は 15.5 cm、平均樹高は 12.2 m であり、6 年間に直径で 3.7 cm、樹高で 3.3 m 大きくなったことになる。

調査は 1978 年 9 月と 1984 年 9 月に行った。樹冠の拡大量は、両年の樹冠投影図、及び林孔周囲木 7 本から採取した計 13 本の枝 (林孔側へ伸びている大きな枝。本林孔は、今後も引き続き環境の変化を観察していくため、これらの枝は、隣の林孔の周囲木から選んだ。) の、析解結果から推定した。

光環境の示数としては、相対照度、相対日射量などがよく用いられるが、ここでは先の吟味³⁾に従い、孔状地更新樹の生長と関連の深い diffuse site-factor (曇天時散乱日射量の対裸地受光割合)⁴⁾を用いた。林孔内の光環境は、林孔内の位置によって大きく異なるため、全体を把握するためには、多数の観測点を必要とする。そこで、今回は、林孔内に系統的に 200 箇所の測点を設け、コンピュータによって各点の diffuse site-factor を推定することにした。プログラムは、先に³⁾使用したものであるが、精度を高めるため、一部改良を加えている。本林孔内 9 点での、全天写真による測定値との差は 0.03~0.01、平均誤差 (絶対値) 率は 2.9% と小さく、本プログラムを用いて各種計算を行っても差し支えないものと思料された。

結 果

樹冠の拡大量

両年の樹冠投影図を示すと、Fig. 2 のようである。この 6 年間、樹冠は林内よりも林孔内に向かって、より大きく拡大しているのが認められた。1978 年における林冠ギャップ面積は 112 m²、1984 年におけるそれは 85 m² と、6 年間に 27 m² 狭く、初期ギャップ面積の約 3/4 になった。これは樹冠が平均 65 cm ずつ、年平均にして約 11 cm ずつ、林孔内に向かって拡大したことを意味する。

次に、林孔内に向かって伸びた 13 本の枝についての生長解析結果をまとめると (Table 1)、最近 6 年間に、55~90 cm、平均 68 cm の生長が認められた。しかし、枝の湾曲を考慮すると、これがそのまま樹冠半径の拡大量とはならないので、小さな枝の試料を追加し、計 26 本の枝について、枝の長さや枝先の幹軸からの距離 (樹冠半径) との関係性を求めた。その結果、次の関係性が得られた。

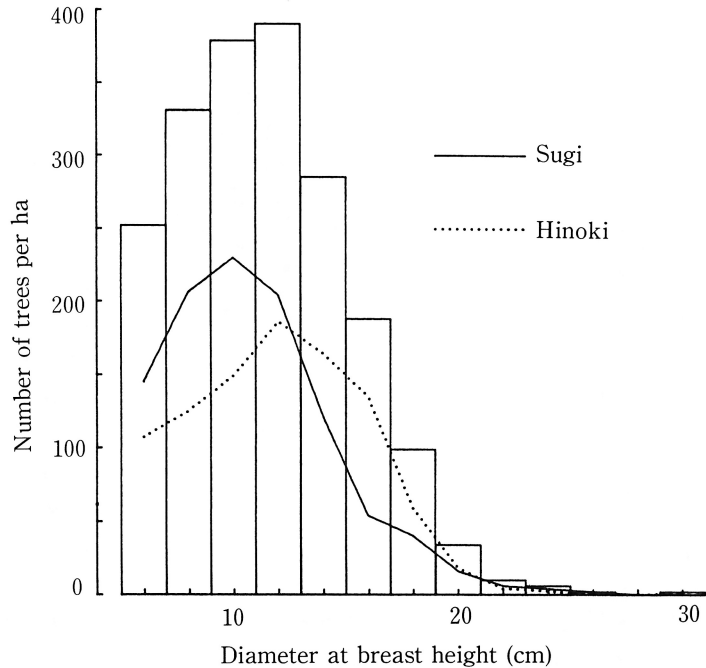


Fig. 1 実験林の直径階別本数分布 (1977年)
Frequency distribution of diameter at breast height in 1977. (Experimental stand)

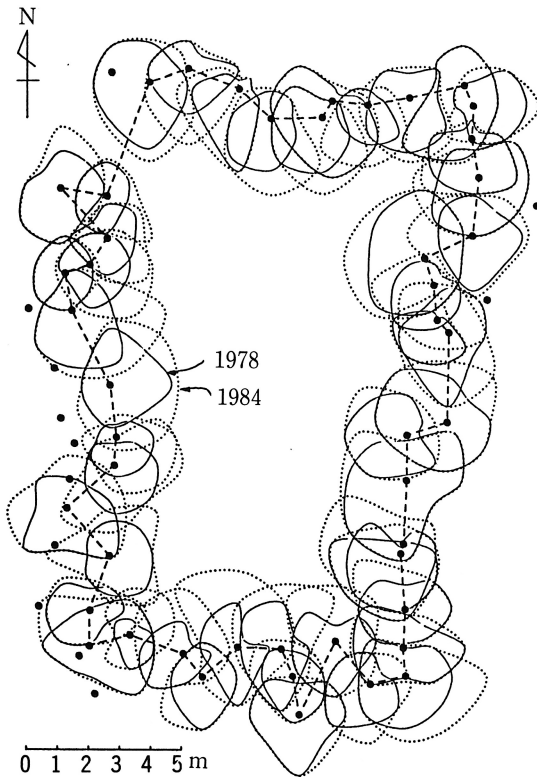


Fig. 2 林孔周囲木樹冠投影図 (1978年, 1984年)
Crown projection of trees surrounding the opening.

ギャップ面積の縮小が早くなるから、このような意味からも、林孔形はできるだけ周囲長さの短い形、すなわち、円形あるいは正方形に近い形にするのが望ましい。

Table 1 1978年からの林孔周囲木枝生長量と樹冠半径拡大量 (枝析解による)
Increment of branch length and crown radius of tree surrounding the opening from 1978.

Year	Increment of brach length (cm)		Increment of crown radius (cm)	
	Mean	Range	Mean	Range
1979	12	8~21	10	7~17
1980	24	17~39	20	14~32
1981	35	23~49	29	19~40
1982	46	38~61	38	31~50
1983	58	48~75	48	40~62
1984	68	55~90	56	46~74

$$R = 0.31 + 0.83 \cdot BL$$

($r : 0.89$)

R : 枝先の幹軸からの距離
(樹冠半径)

BL : 枝の長さ

各年のこれらの因子の間にも、同じ関係が成立するものとして、各年の枝の長さから樹冠半径を計算し、1978年のそれとの差を求めると、周囲木の樹冠は6年間に、平均56cmほど林孔内に向かって拡大したと推定された (Table 1)。又、各年1年間の樹冠拡大量は8~10cmと、この6年間、年による大きな違い、あるいは一定の傾向は認められなかった。

以上の二つの結果から、本林分の林孔周囲木の樹冠は、毎年ほぼ10cmずつ、この6年間に約60cmほど、林孔内に向かって拡大したと推定された。今後も同様の速度で閉鎖がすすむかどうかはわからないが、このような大きな枝の伸長は、林孔内の光環境にも、かなりの影響を及ぼすものと推測され、何等かの対策が必要と考えられた。又、樹冠の拡大量が等しいとすれば、細長い林孔は、正方形のものよりも、林冠

林孔内光環境の変化

両年度の地表面 diffuse site-factor (SF) の累積相対度数を示すと、Fig. 3 のようである。

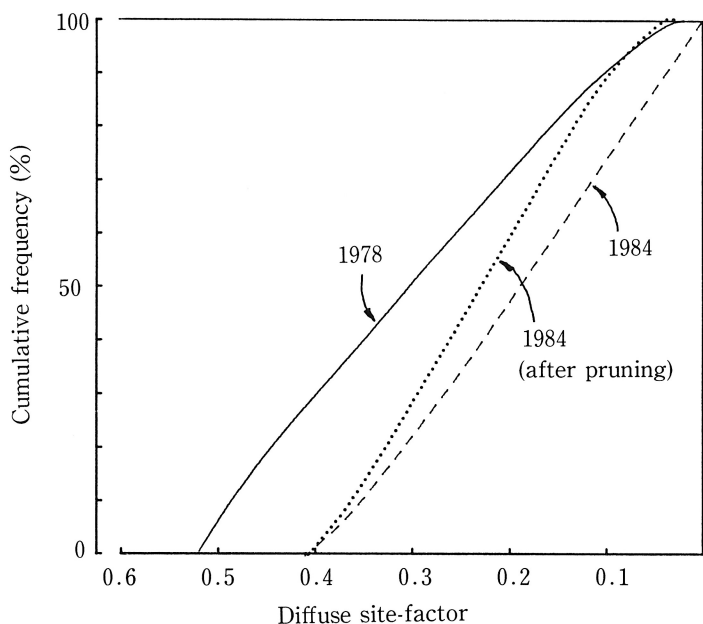


Fig. 3 林孔内 diffuse site-factor 累積相対度数(1978年,1984年)
Diagram of cumulative relative frequency distribution of diffuse site-factor in the opening.

1978年のSFは、0.02~0.51,平均0.29であったのに対して、1984年には、0~0.40,平均0.19と、1978年のほぼ2/3に減少した。林孔内の光環境としてどれくらいのSFが望ましいかは、経営の目的によって異なり、にわかには断じ難いが、久万町のスギ孔状択伐作業試験林において、皆伐一斉林の70%以上の生長量を期待できたSF 0.2以上³⁾を一応の目安とすると、このような位置は、1978年には林孔面積のほぼ70%以上あったものが、1984年には48%と、全林孔面積の半分以下に減少した。又、皆伐一斉林の50%以下の生長量しか望

めないSF 0.1以下の面積でみると、6年間に林孔面積の13%から29%へと倍増した。

今、林孔内を、1978年に既に周囲木樹冠下にあった位置(A)、1978年から1984年までの間に新しく樹冠下に入った位置(B)及び1978年、1984年の両年とも、林冠ギャップ内にあった位置(C)の3つに分け、それぞれSF分布を推定すると、次のようであった。

	(A)	(B)	(C)	全体
平均 SF	1978年 0.18	0.27	0.42	0.29
	1984年 0.10	0.16	0.29	0.19
SF 0.2 以上の面積割合	1978年 41%	76%	100%	71%
	1984年 13%	28%	90%	48%
SF 0.1 以下の面積割合	1978年 28%	3%	0%	13%
	1984年 54%	28%	2%	29%
(面積)	88m ²	27m ²	85m ²	200m ²

(A)の位置は、林孔周囲から平均1.7mぐらいの範囲内である。その光環境は、既に1978年においてもあまり良くなかったが、1984年には、その約半分以上の面積がSF 0.1以下の位置によって占められた。(B)の位置は、この6年間の枝の伸長によって、新しく周囲木の樹冠下に入った範囲であり、特に、SF 0.2以上の位置の占める面積割合の減少が大きく、光環境の変化が最も問題になる位置と考えられた。(C)の位置の光環境にもかなりの変化が認められたが、1984年現在、更新樹の生長面からは、あまり問題はなかった。ただ、この範囲の面積が、周囲木の枝伸長によって、年々狭くなることが問題であろう。

一般に、林孔内の光環境は、斜面上部よりも下部の方が悪く、その変化（低下）量も、下部の方が大きかった。今、(C)の位置の上部と下部、各 15 m²の平均 SF を比較すると、次のようであった。

	上部	下部
1978 年	0.46	0.39
1984 年	0.36	0.23

又、本林分のような急傾斜地では、特に、下辺近くの光環境が悪く、1984 年現在、下辺から 3 m 以内の平均 SF は 0.04、そのほとんど（86%）は SF 0.1 以下の位置によって占められていた。このような急傾斜地では、下辺近くへの植栽は、避ける方が無難であろう。これに対して、林孔上部は、上辺から 1 m 以内でも、1984 年現在、平均 0.12 の SF があり、下部と比較して、かなり光環境は良かった。

考 察

地表面の光環境の変化

以上のような大きな光環境の変化をもたらした主因は、周囲上木の樹高生長と枝生長との 2 つに求めることができる。この内、周囲木樹高生長の影響は林孔内全体に及ぶが、枝の伸長の影響は、それに覆われる範囲、あるいはそのごく周辺に限られる。

樹高生長の林孔内光環境への影響は、生長量が同じであっても、周囲木の高さによって異なる。林孔内の光環境は、林地傾斜や林孔形などの条件を一定とすれば、周囲木平均樹高の平方の倍数で表される林孔面積（以下、相対面積と呼ぶ）によって規定される。したがって、林孔内光環境への周囲木樹高生長の影響は、この相対面積の変化としてとらえることができる。このように考えると、本林孔の場合、6 年間に周囲木の平均樹高が 8.9 m から 12.2 m に生長したことは、相対面積が 2.5 から 1.3 に、半減したことを意味し、樹高生長の影響の大きさがうかがわれる。本林分のような若齢林分では、初期の樹高が低いのと生長が旺盛なこととの二重の効果で、光環境の変化が大きくなったと言える。

今、本林孔が、枝の張りだしのない塀のようなもので囲まれた林孔とすると、林孔相対面積と林孔内の平均 SF との関係は、Fig. 4 の曲線のようにになると予測される。これは枝の影響を除いた周囲木樹高の影響と考えることができる。平均 SF 曲線は、林孔相対面積が小さい間は比較的变化が大きいが、漸次緩やかになり、面積が大きくなってあまり増加しなくなる。したがって、林孔面積が小さいほど、一定の樹高生長量に対して、光環境の変化は大きいと言える。Fig. 5 は、枝張りのない林孔の相対面積と同林孔内の SF 0.2 以上及び 0.1 以下の位置の占める面積割合との関係を示したものであるが、相対面積 1 以下での変化は非常に大きく、光環境をこのような観点からみた場合、小林孔の不利は更に顕著である。又、反面、相対面積 2 以上での変化は少なく、相対面積を 2 以上に大きくする効果はあまりない。これらのことから、択伐面の初期面積は、更新樹がある程度大きくなるまで、相対面積が 1 以下にならないように設定するのが望ましいと考えられる。

Fig. 4, 5 には、各年の現実林分の値（各年の生長量は同じと仮定）をプロットしているが、曲線とこれらの点との差が林孔内に張り出した枝の影響と見なせる。この影響は、枝の長さ、枝下高あるいは林孔面積などによって異なり、一般化し難いが、更新樹の生長に関係の深い SF 0.2 以上の面積割合、SF 0.1 以下のそれに大きな影響を与える (Fig. 5)。このような意味からは、樹高生長よりも、更新樹の生長に実質的な影響力を持つと言える。しかし、この影響は、樹高の影響とは異なり、枝打ちによって軽減することができる。

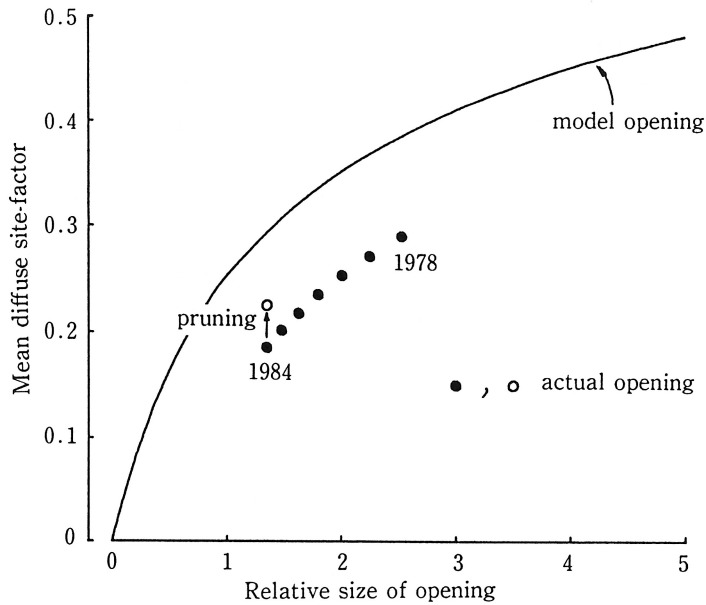


Fig. 4 枝の張り出しのない塀のようなもので囲まれた林孔の相対面積と平均 diffuse site-factor との関係 (●, ○ は現実林孔の値)
 Relation between mean diffuse site-factor and relative size of the model forest opening that is surrounded by fence. (Relative size is given by a multiple of squares of mean height of the surrounding trees.)

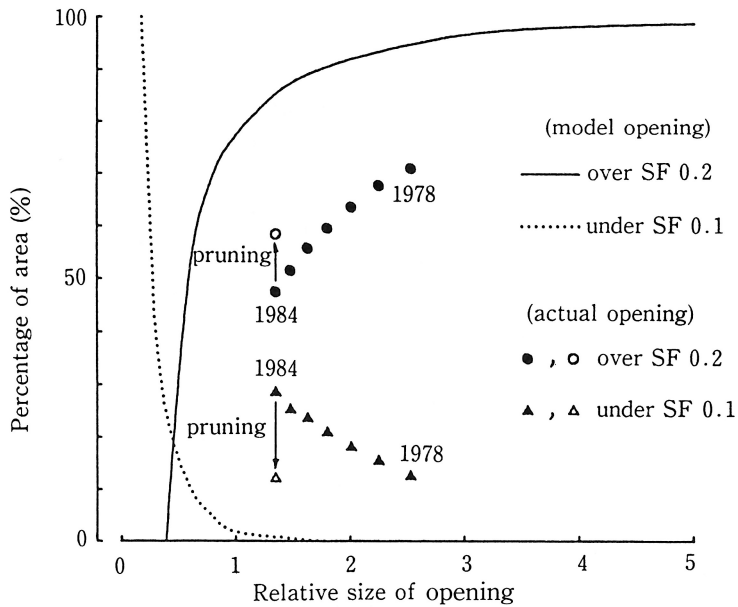


Fig. 5 枝の張りだしのない塀のようなもので囲まれた林孔の相対面積と SF 0.2 以上及び 0.1 以下の位置が占める面積割合との関係
 Relation between percentage of area occupied by sites over SF 0.2 or under 0.1 and relative size of the model forest opening that is surrounded by fence.

林孔周囲木の枝打ちの効果

次に、このような光環境の低下を改善する方策の一つとして、枝打ちの効果を試算してみた。枝打ちの効果の及ぶ範囲は、今まで枝張りの影響を受けていた範囲、すなわち、主として枝打ち前に樹冠によって覆われていた範囲である。林孔中央部への直接の影響は少ないが、上述のように、光環境の悪いのは枝張りの影響を受けていた林孔周辺部（A, Bの範囲）であるから、その改善が重要であろう。

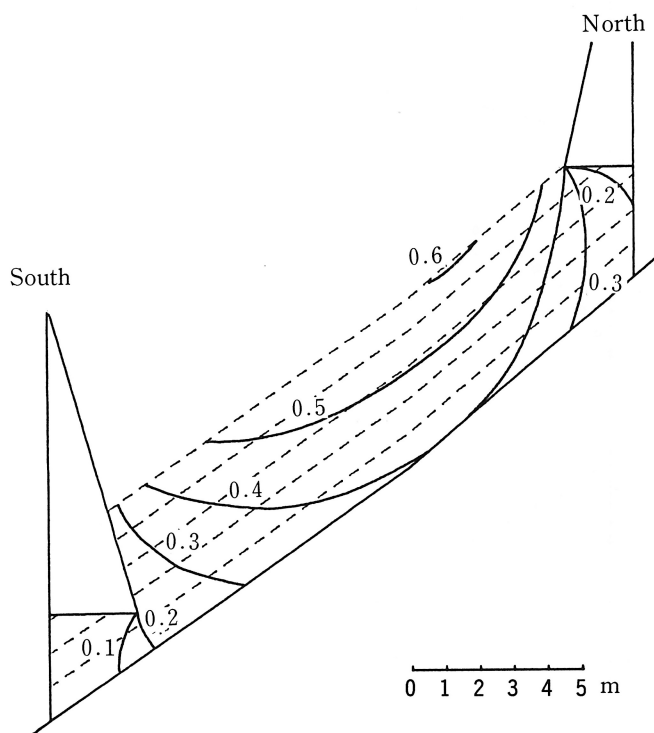
Fig. 4, 5のように、全部の枝を落すことはできないが、今、6年間の樹高生長分ほど枝打ちしたとすると（樹冠形は6年前と同じと仮定）、林孔内の光環境は次のようになると予測される。

	(A)	(B)	(C)	全体
平均 SF	0.16	0.20	0.30	0.23
SF 0.2 以上の面積割合	30%	45%	93%	59%
SF 0.1 以下の面積割合	25%	7%	0%	12%

上述のように、(C)の位置への影響はほとんどないが、周囲木樹冠下の光環境は、1978年には及ばないとしても、かなり改善されている。Fig. 3, 4, 5には、枝打ち後の値も併記しているが、SF 0.1 以下の位置の占める割合は1978年よりもむしろ少なく、このような枝打ちは、特に、更新樹の生長に問題の多い林孔周辺部の光環境改善に、非常に有効と考えられる。

地上高の高い位置の光環境

以上は、地表面での光環境の吟味であったが、この6年間に更新樹も生長するから、1984年に更新樹の実際に受ける光環境は、もっと上部のものと言える。林孔の場合、地上高の高い位置は、



それだけ周囲木の樹高が低くなったと考えてよいから、相対面積は大きくなり、一般には、光環境は良くなる。しかし、林孔内でも、周囲木の樹冠下では、地上高が高くなるにしたがって枝下高が低くなることを意味するから、逆に、光環境の悪くなる傾向もみられる（Fig. 6）。本林孔程度の大きさでは、林冠ギャップ内の光環境は、地表面でもそれほど問題はなく、光環境が問題になるのは林孔周辺部であるから、地上高が高くなるにしたがっての実質的な光環境の好転はあまり期待できない。今、1984年の、地上高2 mあたりの光環境を推定すると、次のようになった。

Fig. 6 林孔内 diffuse site-factor の垂直分布 (1984年)
Vertical distribution of diffuse site-factor in the opening (1984)

		(A)	(B)	(C)	全体
(枝打ち前)	平均 SF	0.07	0.14	0.34	0.20
	SF 0.2 以上の面積割合	9%	38%	94%	49%
	SF 0.1 以下の面積割合	70%	34%	1%	36%
(枝打ち後)	平均 SF	0.16	0.24	0.36	0.26
	SF 0.2 以上の面積割合	37%	66%	99%	67%
	SF 0.1 以下の面積割合	31%	7%	0%	15%

このように、林冠ギャップ内では、地表面よりかなり光環境は良くなるが、枝打ちをしない場合は、周囲木樹冠下の光環境は非常に悪い。孔状択伐作業が省力的な択伐作業とは言え、少なくとも、周囲上木の枝打ちなどの保育は必要であろう。

おわりに

演習林の比較的若齢のスギ・ヒノキ人工一斉林分に孔状伐採跡地を設け、その周囲上木の枝の生長及び林孔内の光環境の変化について、若干の考察を行った。そして、光環境の悪化を軽減する一つの方策として、枝打ちの効果を試算した。本報ではふれなかったが、本林孔周囲木の直径測定結果では、林孔方向への樹幹の偏い生長の傾向がうかがわれ⁵⁾、これの対策としても、枝打ちの必要性が考えられた。今回は、一事例に基づく考察に終わったが、今後資料を追加して、より一般的な結論を導きたいと考えている。

引用文献

- 1) 安藤貴：林内の光環境。林業技術 393：10-13, 1974
- 2) 複層林施業研究班：人工林の複層林施業に関する研究。林試報 323：1-218, 1983
- 3) 藤本幸司：スギ人工同齢林への群状択伐作業導入に関する研究。愛媛大農学部紀要 29(1)：1-114, 1984
- 4) ANDERSON, M.C.: Studies of the woodland light climate. 1. The photographic computation of light conditions. J. Ecol. 52：27-41, 1964
- 5) 吉田晃一：孔状択伐跡地周囲木の枝の伸張と幹の偏い生長。愛媛大農学部卒業論文 24 pp, 1985
(1986年7月10日受理)