

## 択伐作業林における稚樹の生長と環境 (1)

— スギ孔状択伐作業林の日射量 —

藤 本 幸 司\*

### On Growth of Regeneration Trees and Environmental Factors in Selection Forests (1)

— Solar Radiation Measurements in the Group-Selection Stand of Sugi —

Kōji FUJIMOTO

**Synopsis :** Solar radiation was measured under the canopy and on the group-cutted plot in the Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) stand, where the group-selection system is being introduced since past 10 years. The measurements were carried out 7 to 13 days a month from March to October 1971. The major results are as follows (Table 1) ;

- 1) Average daily solar radiation value in total measured days was 326 langleys on the open land, 100 langleys under the canopy and 143 langleys on the group-cutted plot.
- 2) Solar radiation on the group-cutted plot was higher 40~50% than that under the canopy. But, it varied at every site on the group-cutted plot or every season, and showed diverse values between almost the same to double or more as high as these under the canopy.
- 3) At east and south site on the group-cutted plot, average daily solar radiation was relative low value of 125 langleys. While, on north, west and center site, it was considerably high value of 156 langleys.
- 4) Solar radiation on the group-cutted plot showed generally a tendency to increase according as measured height is raised.
- 5) Solar radiation and relative transmission in the stand have general tendency that their values are highest at June of largest sun altitude and decrease according as the season becomes more distant from June.
- 6) When measured times in a year are almost the same, relative transmission shows a tendency to decrease according as solar radiation on the open land increases. And, when solar radiation on the open land is almost the same, it has a tendency to increase accordings as sun altitude becomes larger (Fig.4). But, the latter tendency is not so obvious under the canopy where solar radiation is low generally.

Moreover, estimation of solar radiation values in clear weather was carried out by using fish-eye lens (Table 2 and 3).

---

\* 森林計画学講座 助教授

**要旨** 10年前から孔状択伐作業を導入しているスギ林において、孔状択伐跡地（林孔）および林冠下の積算日射量を測定した。測定日は昭和46年3月より10月まで、各月それぞれ7～13日間である。結果を要約すると、次のとおりである（Table 1）。

1) 全期間を通じて、裸地は1日あたり、66～731 langleys, 平均 326 langleys, 林冠下は 19～232 langleys, 平均 100 langleys（相対日射量 31%）, 林孔は 30～414 langleys, 平均 143 langleys（同 44%）が観測された。

2) 林孔は林冠下より4～5割程度明るいと言えるが、季節および場所による変動が大きく、林冠下とほとんど変わらないものから、2倍以上の日射量を示すものまで、いろいろのものがみられた。

3) 林孔内の位置では、東部および南部が比較的少なく、1日平均 125 langleys（同 38%）であった。これに対して、北部、西部および中央部は1日平均 156 langleys（同 48%）と、かなり大きな値を示した。

4) 林孔内の日射量は、一般に高さが高くなるほど大きくなる傾向がみられるが、個々の場所、測定日によってまちまちであった。

5) 日射量の絶対値および相対値は、一般に太陽高度の高い6月に大きく、6月から遠ざかるにしたがって、小さくなる傾向がうかがわれた。

6) 相対日射量は、時期がほぼ同じなら、裸地日射量が大きいほど小さくなる傾向が認められた。また、裸地日射量と同じなら、太陽高度の高いほど大きくなる傾向も認められた（Fig. 4）。しかしこの後者の傾向は、日射量が一般に少ない林冠下では、あまりはっきりしたものではなかった。

なお同時に、魚眼レンズを利用して、各測定地点における快晴時日射量の推定をも試みた（Table 2, 3）。

## は じ め に

森林風致、林地保全等、いろいろけん伝されている昨今、択伐作業に託されるべき役割は、きわめて大きいと言える。また、家族経営的林業をすすめる上でも、小面積で保続収穫をあげる択伐作業は、もっと注目されてよい。しかしながら、集約的な作業と高度な技術を必要とする択伐作業林にとって、現在の労働力事情は、一つの大きな問題点であり、何らかの省力化、あるいは効率的な作業が要請せられるところでもある。ところで、択伐作業林にとって、その林型の存続を左右する最重要事は、後継樹の生育のいかんであると言えよう。そして、その生育の良否を決定する因子は、主として林内の環境のいかんであると言って過言でない。一般に林内の環境は、林冠層の状態によって変わってくる。すなわち、林冠層による光しゃ断が、林内の光量のみならず、温度も、水分も、ひいては土壌状態までも変えてしまう、と言われている。したがって、このような林冠層の違いによる林内環境の変化を知ることが、後継樹の最適環境を知ることとあいまって、後継樹を健全に育成していく上に、一つの重要な手がかりを与えるであろう。そして、上木の生長とのかねあいにおいて、より効率的に好環境が造成されれば、択伐作業の省力化にも通ずるものと思われる。

択伐作業林に関する研究は古く、またそれに関連して林内環境、特に光と稚樹の生育についても、既に多くの報告がなされている。しかし、各種林冠下での研究が、すべてし尽くされたとは、なお言いがたい。特に、孔状採地での報告は、比較的少ないように思う。孔状あるいは群状に択伐をすすめていく施業法は、単木的な択伐よりもより省力的なものと考えられ、また後継樹の環境としてもより好ましいものではないかと推測される。当研究室では10年前よりスギ人工同齡林を対象として、孔状択伐作業の適用に関する研究をすすめてきた。筆者はその研究の一環として、試験林内の環境と更新稚樹の生育について調べているが、今回は孔状択伐跡地と林冠下の日射量を測定したので、その結果を報告したい。光の測定には、瞬間的な強さを求めるものと、ある期間の積算量を求めるものとの2通りの方法がある。それぞれ長所もあり、目的もあるが、ここでは、林木の生理あるいは生長に直接影響を及ぼすのは、主として積算された日射量であろうと考え、日々の積算日射量を測定することにした。

なお、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。また、現地測定に際しては、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、満こうの謝意を表するしだいである。

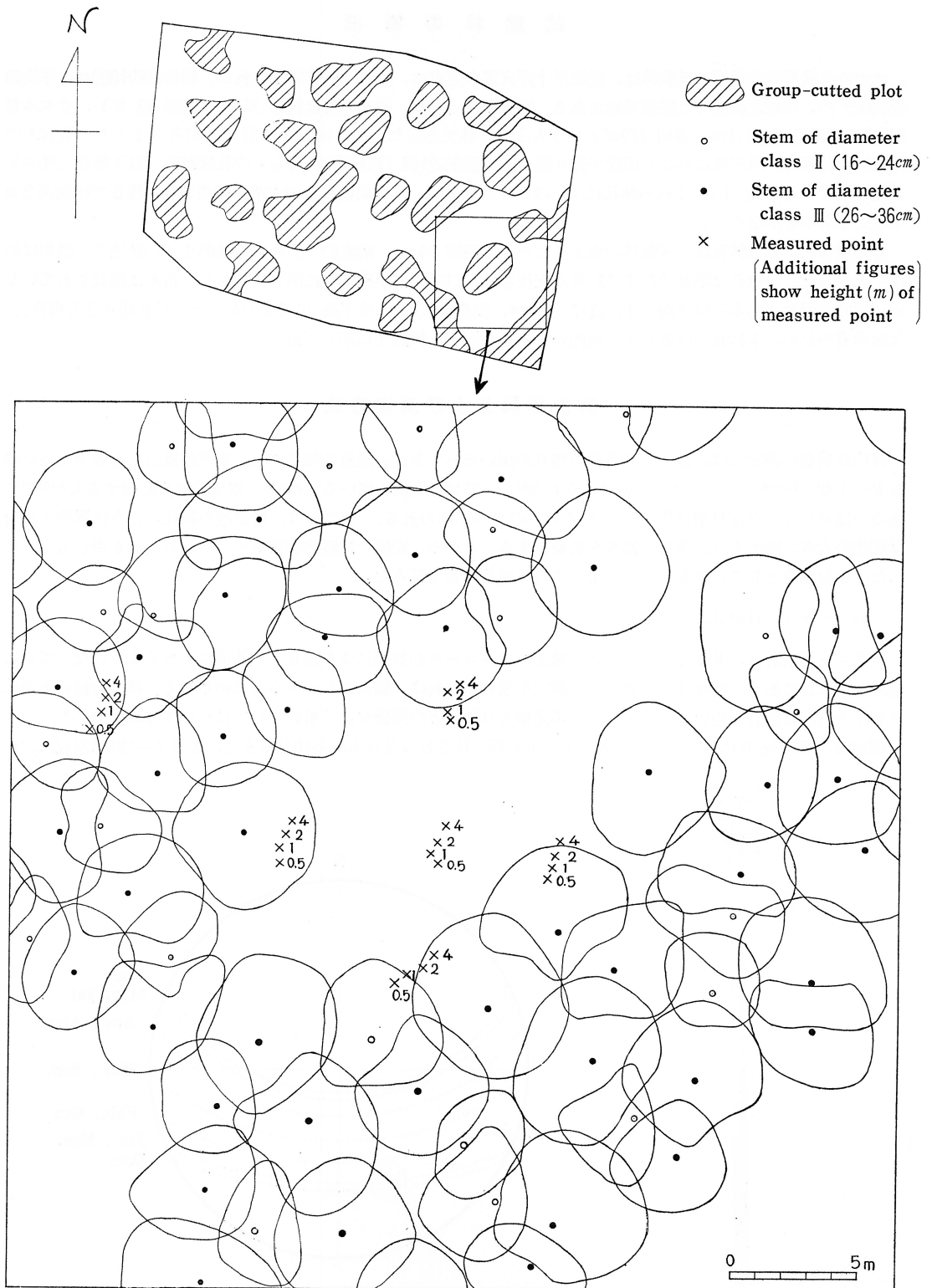


Fig. 1 Vicinity of experimental site

## 試験林の概況

スギの孔状択伐作業導入試験林は、愛媛県上浮穴郡久万町に、昭和36年設定された。海拔高約1000m、平均傾斜約15°の、ほぼ北に面した緩傾斜地である。面積は1.085ha、設定当初は林齢31年（樹齢33年）、立木本数946本、平均直径21.1cm、蓄積279m<sup>3</sup>という人工一斉林であった。その後、昭和37年、41年（主として雪害木の除去）、45年と、兩度にわたり択伐が繰り返され、現在21個（面積率約35%）の孔状跡地（以下林孔と呼ぶ）が残されている（Fig. 1）。これら林孔には、ほぼ1m間隔に、1m前後のスギ大苗が植栽され、現在では樹高5mを越えるものも少なくない。

日射量を測定した林孔は、試験林の東よりにある東西約14m、南北約15mの比較的小さい跡地で、傾斜は約20°であった。本林孔は昭和37年12月に択伐され、以後人工下種試験に供されており、苗木は植栽されていない。周囲の樹木（64本）の平均では、直径26.6cm、樹高19.1m、枝下高10.9mであった（昭和46年3月現在）。なお参考のため、本林孔の位置および周囲の立木の状況を、Fig. 1に示しておく。

## 測定器具および測定方法

林内日射量の測定には、従来より各種の器具が用いられてきた。最近の報告でも、東芝照度計（5号型あるいはSP-1型）<sup>1)~4)</sup>、アントラセンを用いるもの<sup>5)</sup>、ジアゾ感光紙を用いるもの<sup>6)~7)</sup>、電気分解を応用するもの<sup>8)~11)</sup>あるいはロビッチ自記日射計<sup>12)</sup>など、いろいろのものがみられる。ここでは、対象地が林孔という位置的に日射量変化の大きい所であり、多数の器具を必要とすることから、安価で比較的簡便なベラニー日射計を用いることにした。なお参考として、魚眼レンズを用いての日射量推定も試みた。

### a) ベラニー日射計による測定

ベラニー日射計は、Fig. 2のように、球部のアルコールが日照により蒸発し、管部にたまるようになっている簡単な積算計である。精度はやや悪いが、測定を数回重ねれば、傾向はじゅうぶん求められる。測定を始める前にロビッチ自記日射計を用いて、アルコール蒸発量と日射量との関係を、日射計すべてについて求めておいた。

測定は、昭和46年において、当地方スギの生長期と目される3月末から10月末まで、毎月7~13日間行なった。

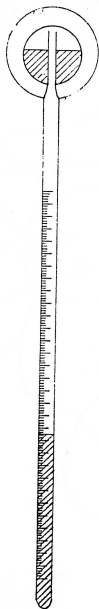


Fig. 2 Solarimeter

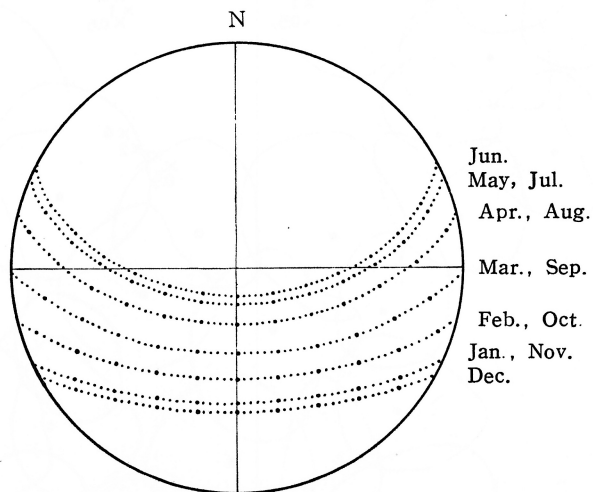


Fig. 3 Sun paths (21th day on each month)

測定箇所は林孔5箇所(孔の東部, 西部, 南部, 北部および中央部), 林冠下1箇所, それぞれ高さ0.5m, 1.0m, 2.0m, 4.0mの位置に, 日射計を設定した。また, 対照地として, 本試験林に隣接する皆伐跡地でも, 同時に測定を行なったが, 対照地(裸地)日射量は, 相対日射量計算の基礎ともなる重要な値であるので, より正確なロビッチ自記日射計を用いて, 測定することにした。

#### b) 魚眼レンズによる推定

各月21日の快晴時日射量の推定に魚眼レンズ(フィッシュアイニッコール8mm, 画角180°)を用いた。日照関係への魚眼レンズの使用は, 既にいくつかの報告<sup>13)~15)</sup>があるが, 積算日射量へ直接結びつけた報告は, おそらくBROWNらが最初であろう。ここではBROWNらの方法を参考にし, 次のような方法で推定を行なった。

まず, 当地(北緯33°35′)における各月21日の10分間ごとの太陽位置を計算し, 図上にプロットした(Fig. 3)。次に, 各時点における10分間の積算日射量を次式で算出した。

$$A = B \times \sin \theta$$

A : 10分間積算日射量

B : 太陽高度90°における10分間積算日射量

$\theta$  : 太陽高度

ここで, 太陽高度90°における10分間積算日射量は, 裸地における約100日間の, ロビッチ自記日射計による観測結果から, 約14.7 langleys (=gal/cm<sup>2</sup>)と推定した。ついで, 各測定地点の写真(Photo.)に太陽軌跡図を重ね, 太陽位置が空の部分にきた時点の10分間積算日射量を合計し, 各地点の各月21日の快晴時日射量とした。なお, 太陽位置が樹冠内で, 空か枝葉かの判断のしにくい所に来た場合は, 10分間積算日射量の半分を加えることにした。

## 結 果 お よ び 考 察

ベラニー日射計による観測結果の要約は, Table 1のとおりである。すなわち, 全期間を通じて1日あたり, 裸地66~731 langleys, 平均326 langleys, 林冠下19~232 langleys, 平均100 langleys, 林孔30~414 langleys, 平均143 langleysが観測された。相対値で示すと, 林冠下は裸地の約31%, 林孔は約44%の日照を受け入れたことになる。似通った林分でのデータはないが, 柴田<sup>16)</sup>は京都の15年生スギ林において24~63%, 平均38%の対裸地受光量を測定しており, またその著述中に, 秋田地方天然スギ林においては30~40%で, 40%を越えることは少ないと言われる, と述べている。また樹種は異なるが, 柴草<sup>17)</sup>は北海道の針広混交天然林において8.3~49.9%の相対照度が, 内田<sup>18)</sup>および島山<sup>19)</sup>は北海道の同様な天然林内で孔状地を作り, 40~90%(7月25日), 20~75%(6月6日)の積算相対照度が観測されたことを報告している。樹種, 林況あるいは孔の大きさも異なるので, これらの報告と一概に比較はできないが, 上の結果はまず妥当な値ではないかと思われる。

次に測定地点間の違いについてみると, 全体としては, 林孔は林冠下より4~5割ほど明るいと言えるが, 時期, 高さ, 林孔内の位置などによって大きく変わり, 林冠下とほとんど変わらないもの, 2倍以上の値を示すものなど, いろいろのものがみられる。林孔内の位置では, 予想されたとおり, 林孔の北部, 西部および中央部が一般に大きく, 東部, 南部が小さい。西部が比較的大きい値を示したのは, 隣接する林孔すなわち南西にある林孔の影響であろう。これはFig. 1あるいはPhoto.からも, ほぼ想像できることである。これに対して東部は, 南東にある林孔の影響をかなり受けてはいるが, 本林孔上方からの直射日光をほとんど受け取らないため, 南部とともに, 比較的低い日射量となっているものと思われる。

高さによる日射量の傾向は, 隣接する林孔の影響がかなり大きく, 場所, 測定日によってまちまちである。しかし長時日の積算量でみると, 林孔では各個所とも上方ほど日射量が多いという傾向がみられた。いま, 他の林孔の影響がまったくない林孔, すなわち側方からの光のない林孔を考えると, 本林孔程度の大きさでは, 1日の積算日射量は当然上方ほど大きいものと推察される。現実には, これに他の林孔からの光が入ってくるわけであるが, その日射量の, 全日射量中に占める割合が高くなると, 下方が上方より日射量が多いということも起こりえよう。そ

Table 1 Summary of radiation records of solarimeter.

Site	Height (m)	Mar. 26 ~ Apr. 1			Apr. 20 ~ 27			May 20 ~ 27			Jun. 17 ~ 29		
		Range (langleys/day)	Mean (langleys/day)	Relative trans- mission (%)	Range (langleys/day)	Mean (langleys/day)	Relative trans- mission (%)	Range (langleys/day)	Mean (langleys/day)	Relative trans- mission (%)	Range (langleys/day)	Mean (langleys/day)	Relative trans- mission (%)
Open land		87 ~ 522	302		383 ~ 576	506		66 ~ 731	394		98 ~ 476	328	
Under canopy	4	61 ~ 163	108	36	106 ~ 171	142	28	48 ~ 175	115	29	55 ~ 148	100	31
	2	53 ~ 153	112	37	127 ~ 191	161	32	66 ~ 200	138	35	83 ~ 148	120	36
	1	53 ~ 133	87	29	101 ~ 163	141	28	29 ~ 168	107	27	29 ~ 148	96	29
	0.5	38 ~ 105	72	24	121 ~ 172	145	29	19 ~ 148	93	24	19 ~ 105	77	23
East	4	87 ~ 174	135	45	153 ~ 226	194	38	66 ~ 280	176	45	98 ~ 220	164	50
	2	76 ~ 196	123	41	128 ~ 168	148	29	66 ~ 266	168	43	76 ~ 189	152	46
North	1	30 ~ 169	97	32	75 ~ 150	118	23	40 ~ 256	157	40	40 ~ 169	114	35
	0.5	32 ~ 119	83	27	57 ~ 142	94	18	32 ~ 288	144	36	37 ~ 154	100	31
	4	66 ~ 248	155	51	190 ~ 292	244	48	66 ~ 358	212	54	98 ~ 268	179	55
	2	51 ~ 248	141	47	171 ~ 313	251	50	61 ~ 343	198	50	79 ~ 296	165	50
West	1	57 ~ 174	105	35	150 ~ 265	209	41	40 ~ 352	189	48	71 ~ 273	153	47
	0.5	53 ~ 161	91	30	146 ~ 274	225	44	60 ~ 414	218	55	74 ~ 309	160	49
	4	86 ~ 184	141	47	134 ~ 294	221	44	66 ~ 356	224	57	98 ~ 278	191	58
	2	87 ~ 206	151	50	112 ~ 230	176	35	66 ~ 351	224	57	98 ~ 271	191	58
South	1	87 ~ 163	132	44	114 ~ 187	148	29	66 ~ 336	207	52	90 ~ 278	179	55
	0.5	81 ~ 166	124	41	64 ~ 152	115	23	66 ~ 306	190	48	64 ~ 259	152	46
	4	87 ~ 187	138	46	113 ~ 164	143	28	66 ~ 172	133	34	98 ~ 202	141	43
	2	66 ~ 208	119	39	66 ~ 173	134	27	46 ~ 173	123	31	98 ~ 165	137	42
Center	1	66 ~ 180	124	41	118 ~ 185	148	29	41 ~ 168	125	32	78 ~ 180	126	38
	0.5	87 ~ 181	131	43	129 ~ 165	152	30	66 ~ 165	128	32	76 ~ 157	120	37
	4	87 ~ 204	155	51	197 ~ 265	232	46	66 ~ 326	212	54	98 ~ 291	204	62
	2	87 ~ 188	134	44	114 ~ 214	157	31	53 ~ 332	196	50	90 ~ 272	177	54
	1	87 ~ 170	126	42	113 ~ 207	146	29	59 ~ 330	199	50	87 ~ 235	162	49
	0.5	87 ~ 183	137	45	118 ~ 173	146	29	66 ~ 250	163	41	98 ~ 233	152	46

Group-cutted plot

Jul. 20 ~ 28			Aug. 19 ~ 25			Sep. 17~22, 28~30			Oct. 19 ~ 26			Total periods		
Range (langleys/day)	Mean (langleys/day)	Relative trans- mission (%)	Range (langleys/day)	Mean (langleys/day)	Relative trans- mission (%)	Range (langleys/day)	Mean (langleys/day)	Relative trans- mission (%)	Range (langleys/day)	Mean (langleys/day)	Relative trans- mission (%)	Range (langleys/day)	Mean (langleys/day)	Relative trans- mission (%)
117 ~ 533	250		177 ~ 390	277		72 ~ 436	231		145 ~ 434	326		66 ~ 173	326	
37 ~ 167	80	32	47 ~ 142	86	31	52 ~ 96	67	29	42 ~ 81	58	18	37 ~ 175	94	29
72 ~ 232	105	42	90 ~ 167	113	41	66 ~ 138	91	40	72 ~ 127	104	32	53 ~ 232	118	36
78 ~ 156	106	42	93 ~ 148	115	42	72 ~ 109	90	39	78 ~ 120	100	31	29 ~ 168	105	32
38 ~ 142	72	29	51 ~ 121	84	30	38 ~ 84	59	25	38 ~ 119	75	23	19 ~ 172	83	26
97 ~ 283	153	61	123 ~ 178	146	53	66 ~ 166	119	51	106 ~ 138	118	36	66 ~ 283	151	47
105 ~ 253	136	54	88 ~ 171	118	42	51 ~ 178	99	43	79 ~ 129	99	30	51 ~ 266	132	41
78 ~ 257	121	48	92 ~ 132	116	42	64 ~ 126	89	38	57 ~ 99	83	26	30 ~ 257	112	34
67 ~ 257	121	49	74 ~ 141	113	41	53 ~ 106	81	35	39 ~ 81	69	21	32 ~ 288	101	31
86 ~ 289	168	67	134 ~ 206	162	59	66 ~ 152	117	50	96 ~ 134	129	40	66 ~ 358	171	53
112 ~ 276	166	67	121 ~ 224	173	62	72 ~ 185	137	59	121 ~ 147	133	41	51 ~ 343	170	52
106 ~ 243	158	63	129 ~ 187	155	56	72 ~ 233	128	56	98 ~ 150	126	39	40 ~ 352	153	47
64 ~ 230	133	53	81 ~ 230	141	51	64 ~ 147	92	40	81 ~ 118	96	30	53 ~ 414	146	45
103 ~ 283	156	63	113 ~ 187	152	55	72 ~ 164	111	48	83 ~ 130	106	33	66 ~ 356	164	51
86 ~ 250	152	61	76 ~ 157	125	45	72 ~ 165	120	52	76 ~ 141	112	34	66 ~ 351	159	49
99 ~ 255	158	63	89 ~ 168	138	50	72 ~ 148	112	49	89 ~ 134	116	36	66 ~ 336	151	46
89 ~ 185	134	54	119 ~ 148	132	47	72 ~ 138	119	51	96 ~ 134	109	33	64 ~ 306	135	42
107 ~ 188	153	61	131 ~ 165	142	51	51 ~ 148	106	46	83 ~ 113	100	31	51 ~ 202	132	41
81 ~ 195	142	57	62 ~ 160	133	48	72 ~ 181	131	57	43 ~ 138	100	31	43 ~ 208	128	39
96 ~ 170	126	50	77 ~ 136	115	42	40 ~ 150	91	40	59 ~ 105	87	27	40 ~ 185	118	36
90 ~ 152	120	48	100 ~ 157	126	46	68 ~ 187	104	45	30 ~ 133	96	29	30 ~ 187	122	37
109 ~ 277	172	69	130 ~ 246	175	63	65 ~ 206	122	53	98 ~ 179	138	42	65 ~ 326	178	55
117 ~ 280	180	72	160 ~ 188	172	62	72 ~ 188	138	60	60 ~ 153	118	36	53 ~ 332	160	49
95 ~ 227	155	62	112 ~ 175	143	52	72 ~ 189	131	57	76 ~ 136	105	32	59 ~ 330	147	45
66 ~ 201	128	51	99 ~ 165	128	46	66 ~ 145	107	46	75 ~ 106	97	30	66 ~ 250	133	41

これは太陽の軌跡の変化や、日々の天候の状態、特に時々刻々の雲の位置によって異なるものであろう。このことが各測定日の高さによる日射量、ひいては相対日射量の傾向をまちまちにしている原因と考えられる。また個々の日々では、時には他の林孔からの日射量の割合が大きくなる日もあるが、長時日の積算でみると、その割合は比較的小さく、やはり本林孔自体の日射量が大きく影響し、上方ほど日射量が多いという傾向になるのであろうか。これに対して林冠下では、上方からの光が少なく、側方林孔からの光が大きな割合を占めるためか、本測定地点では4 mよりむしろ2 m、1 mの方が、日射量が多いという結果になっている。当然これは測定地点の位置により変わるものであろう。

次に季節変化についてみると、晴れた日、曇った日の割合の異なる各月の平均値を、そのまま比較することはあまり意味はないが、日射量の絶対値では、裸地日射量の多い4、5月がやはり多いようであった。しかし、必ずしも裸地日射量と一致はしておらず、特に裸地日射量の比較的大きい10月が一番小さな値を示しているのが注目される。一般に裸地日射量の大きいほど林内日射量も大きくなることを思えば<sup>1), 2)</sup>、やや不審とも考えられるが、これは後述する太陽高度の違いによるものと推測される。これに対して相対日射量については、概して裸地日射量の低い7、8、9月が大きく、比較裸地日射量の高い4、10月が小さい値を示しているように思える。しかしこれも、9月より裸地日射量の大きい7、8月が、相対日射量でも大きな値を示し、また裸地日射量がほとんど等しい6月と10月で、かなりの違いがみられることなど、必ずしも一概には論じえないようである。

MITSCHERLICHら<sup>20)</sup>は、「林分の相対照度は曇った日の方が高いが、絶対照度は晴れた日の方が大きい。」と、また玉井ら<sup>1), 2)</sup>も「林内の照度は、林外の照度に正比例的に増加せず、林外の照度が高くなるにつれ、その増加率は鈍っている。すなわち相対照度は減少する。」と述べているが、今回の測定でも、ほぼ同様な傾向が認められた。

いま、各測定日の相対日射量を、月別、測定地点別に、裸地日射量に対してプロットしてみると、Fig. 4 のようになる。この図から次の2つの傾向がうかがわれる。すなわちその1つは、裸地日射量が増大するにしたがって、一般に相対日射量は減少するという、上述の報告と同様の傾向である。そして、その減少割合は、ほとんどの場合、直線的ではなく、裸地日射量が増大するにつれて鈍くなり、一定値に近づくようであった。もう1つの傾向は、裸地日射量は同じでも、相対日射量は6月が最も大きく、6月から離れるにしたがって一般に小さくなるという傾向である。換言すれば、裸地日射量が同じでも、太陽高度が低いほど林内日射量は少ないということになる。南斜面の林分はさておき、特に本試験林のごとき北面林分では、太陽高度が低くなるほど、光は林冠層を斜めに、すなわち長い林冠層を通ることになり、それだけ光のさえぎられる率が大きくなるためであろうか。このことが、10月の相対日射量を小さくした原因と考えられる。これについて玉井ら<sup>1)</sup>は、「林外の照度が同じでも、太陽高度の差により林内の相対照度がどのように変化するかを調べたが、ほとんど太陽高度の変化に関係なく、林内の相対照度が変化しているようである。」と述べており、今回の結果とは、やや異なる報告をしている。本試験林が、玉井らの試験林よりかなり明るいと思われることが、原因するのもかも知れない。この傾向は、林冠下より林孔に、またあまりはっきりはしないが、林孔内でも明るい測定地点で、より顕著に現われているように思えた。

以上のことをまとめると、日射量の季節変化は、季節による林冠層の変化に乏しいスギ林においては、もし各月の天候の状態が同じなら、太陽高度の最も高い、すなわち裸地日射量の最も多い6月が最も大きく、6月から離れるにしたがって小さくなることが予想される。これに対して相対日射量の変化は、太陽高度および裸地日射量に対して相反する傾向が

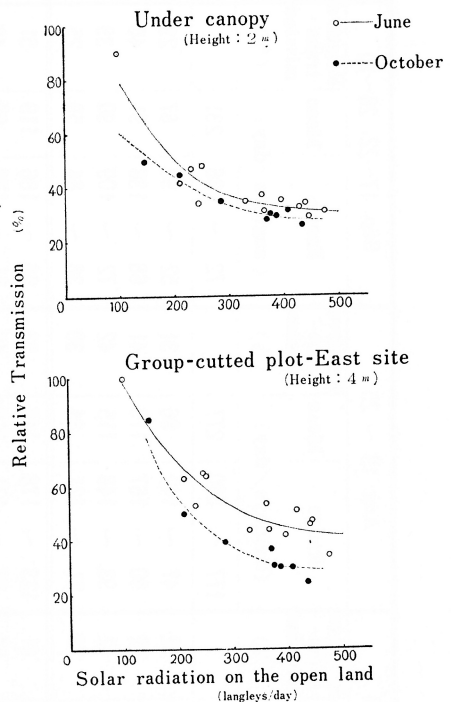


Fig. 4 Examples of the relationship between solar radiation on the open land and relative transmission in the stand.



あり、一概には言えそうにない。しかしながら、SCHOMAKER<sup>12)</sup> や小島ら<sup>8)</sup>の報告、および今回の測定結果から推察して、少なくとも林孔内の明るい地点では、日射量の変化ほど大きくはないにしても、やはり同様な傾向にあるものと考えてよさそうである。

一日の天候の変化が、各測定地点の日射量、特に相対日射量に及ぼす影響の度合は、測定地点によって異なる。たとえば、午前中曇り、午後晴れといった天候の変化が、林孔の東部と西部、あるいは裸地の日射量に与える影響は、それぞれ異なると言えよう。したがって、このような特定の天候の日の実測された値は、決して一般的なものではなく、問題によっては、そのまま用いることのできない場合もありえよう。かかる意味において、できるだけ一般的な日射量を求めるため、雲一つない快晴時の日射量を、魚眼レンズを用いて推定する試みを行なったのである。

まず、各測定地点の日射量を推定する前に、裸地日射量の推定を行なった。結果は Table 2 のとおりである。推定値は実測値よりいずれもやや大きな結果を示しているが、推定値がまったく理想的な快晴日を対象としていることを思えば、まず満足すべき結果と言えよう。すなわち、各太陽位置における10分間積算日射量の計算値には、あまり大きな誤りはなかったものと考えてよい。

Table 2 Solar radiation value on the open land.

Month	Estimated value by fish-eye lens (21th day on each month)	The max. value measured by Robitzsch-type pyranograph during 7~13 days a month
Jun	7 7 0 langleys/day	4 7 6 * langleys/day
May or Jul.	7 4 5	7 3 1
Apr. or Aug.	6 7 5	5 7 6
Mar. or Sep.	5 6 5	5 2 2
Feb. or Oct.	4 5 0	4 3 4
Jan. or Nov.	3 4 5	3 2 1
Dec.	3 0 5	

\* no clear weather

次に、この10分間積算日射量を用いて、各測定地点の1日間の日射量を推定した。結果はTable 3のようである。この表から、次のようなことがうかがわれる。

1) 林孔は林冠下より一般に日射量が多い。ただ、林孔南部だけが4~8月にかけて、林冠下より低い日射量を示している。ここは、林孔上方からの直射日光がほとんどなく、直射日光の条件としては、林冠下とほぼ同じ状態にあると言える所である。むしろ、林冠下よりも他の林孔の影響が少なく、そのため林冠下よりも低い日射量を示しているものと思われる。実際には、この林孔南部と林冠下では、散光量に大きな違いがあり、先にベラニー日射計でみたように、林冠下の方がわずかではあるが、日射量が少ないと言えるのであろう。このことは、直射日光があたる時間のみを対象とする本法の盲点とも言えよう。

2) 林孔内の位置では、5~7月は西部、北部、中央部が高く、南部が低くなっている。しかし、他の時期では、4、8月の北部を除けば、位置による差はあまり見られない。これらの時期では南部と同じく、林孔上方からの直射日光がほとんどなくなるためであろう。したがって、林冠下との差も、非常に少なくなっている。

3) 高さによる日射量の違いは、位置によって、また同じ位置でも時期によって大きく異なり、これを一概に言うことはできない。ただ、5~7月に限れば、林孔においては、だいたい4 mが他よりも高いと言うことができそうである。これに対して、他の時期および林冠下においては、まったくまちまちで、一定の傾向は認められない。

4) 季節変化については、各月の変動が激しく、また位置によって、高さによってまちまちであるが、全般的な傾向としては、日射量、相対日射量ともに6月が最も大きく、6月から遠ざかるにしたがって小さくなる。この傾向は、一般に日射量が少ない林冠下および林孔南部の相対日射量には、あまり明らかではないが、日射量の多い林孔西部、北部、中央部などで著しい。

Table 3 Estimated solar radiation value by fish-eye lens  
(21th day on each month)

Site	Height (m)	Solar radiation (langleys/day)					Relative transmission (%)					
		Jun.	May or Jul.	Apr. or Aug.	Mar. or Sep.	Feb. or Oct.	Jun.	May or Jul.	Apr. or Aug.	Mar. or Sep.	Feb. or Oct.	
Open land		770	745	675	565	450	100	100	100	100	100	
Under canopy	4.0	215	145	205	205	70	28	19	30	36	16	
	2.0	175	190	265	170	110	23	26	39	30	24	
	1.0	275	265	205	95	80	36	36	30	17	18	
	0.5	210	275	275	125	105	27	37	41	22	23	
Group-cutted plot	East	4.0	320	300	175	175	120	42	40	26	31	27
		2.0	280	255	170	210	140	36	34	25	37	31
		1.0	295	285	180	195	115	38	38	27	35	26
		0.5	305	275	190	195	80	40	37	28	35	18
	North	4.0	430	405	315	220	55	56	54	47	39	12
		2.0	370	330	340	210	130	48	44	50	37	29
		1.0	360	320	345	150	130	47	43	51	27	29
		0.5	340	330	345	125	125	44	44	51	22	28
	West	4.0	375	410	305	120	95	49	55	45	21	21
		2.0	410	410	275	155	110	53	55	41	27	24
		1.0	400	335	155	210	125	52	45	23	37	28
		0.5	430	355	175	195	150	56	48	26	35	33
	South	4.0	250	170	180	195	165	32	23	27	35	37
		2.0	175	185	220	190	130	23	25	33	34	29
		1.0	215	185	240	200	85	28	25	36	35	19
		0.5	200	160	250	185	65	26	21	37	33	14
	Center	4.0	435	400	256	155	115	56	54	38	27	26
		2.0	315	310	195	165	125	41	42	29	29	28
		1.0	340	345	175	165	115	44	46	26	29	26
		0.5	325	285	150	165	115	42	38	22	29	26

総 括

スギ孔状伐採作業導入試験林において、当地方スギの生長期と思われる3月末から10月末にかけて、各月それぞれ7～13日間、林冠下および林孔の日射量を測定した。もちろん、特定の林分での一例にすぎず、決して普遍性のあるものとは言いがたいが、おおよその傾向はうかがいうるものと思う。

まず林冠下では、1日平均100 langleys(相対日射量31%)の日照があり、季節による一定の変化はあまりみられなかった。これに対して林孔では、場所により、また季節により変動が大きく、これを一概に言うことはできないが、比較の日射量の大きい北部、西部および中央部では、1日平均156 langleys(同48%)、他の場所では125 langleys(同38%)が観測された。すなわち、裸地に対して40～50%の日照を受けたと言える。

次に高さ別にみると、林孔ではいづれも、高さが高いほど日射量は大きいという傾向がみられた。すなわち4mでは明るい所で1日平均171 langleys(同52%)、暗い所で142 langleys(同44%)、また0.5mではそれぞれ138 langleys(同42%)、112 langleys(同34%)を示している。このことから推察すると、林孔への植栽木は、できるだけ大苗が望ましいということになるであろう。これに対して林冠下では、測定地点によりかなりの変化が予想され、一定の傾向をうんぬんすることはできそうにない。本地点に限れば、2mが最も高い日射量を示したと言える。

スギの生長に対する最適日射量については、1～3年生苗で裸地日射量の65～75%との記述<sup>10)</sup>もあるが、主として庇陰格子での実験であり、林孔のごとくある時間には100%の日照の続く場所と、同一視しうるかどうか、疑

問なしとしない。また厳密に言えば、苗木の大きさ、緯度（裸地日射量の大きさ）などによっても異なってくるであろう。かかる林孔におけるスギ苗の生長については、目下実験中であり、後日報告したいと思うが、松本ら<sup>14)</sup>はアカマツを用いて、畠山ら<sup>19)</sup>はトドマツで報告をしている。いずれも樹種が異なり、これをそのまま参考にすることはできないであろうが、スギを一応これら2樹種の中間的なものと考えれば、少なくとも本林孔の明るい所では、じゅうぶんとは言えないまでも、まずまずの生長は期待できそうである。なお、稚樹への光供給という観点を重視すれば、かかる地形（傾斜20°、北面）の所では、もう少し大きな、特に南北に大きな林孔にしてもよいように思う。

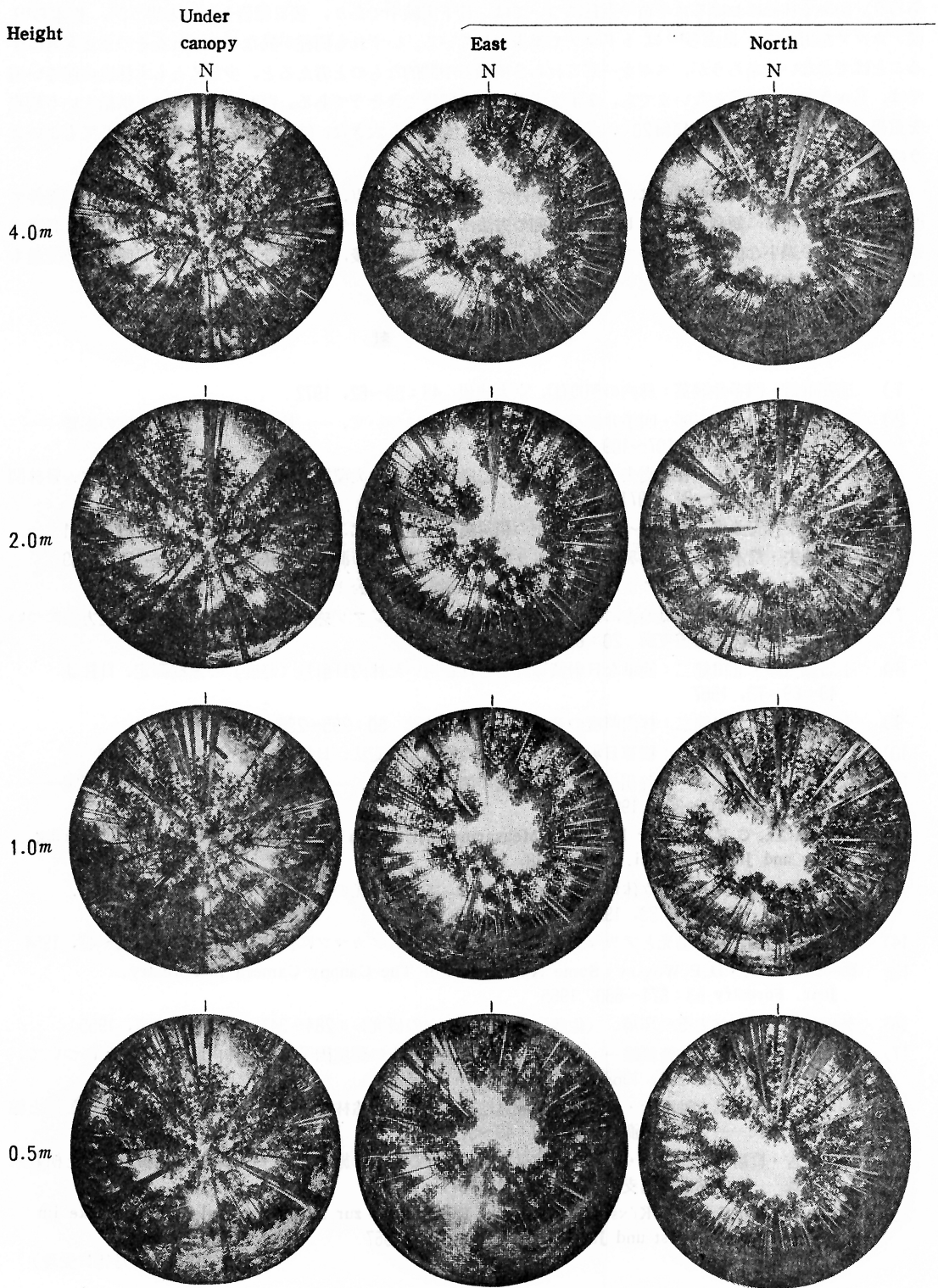
魚眼レンズによる日射量の推定は、写真撮影だけで、いろいろの地点、いろいろの時期の日射量が、同じ条件で推定できる点、非常に便利である。しかし、今回の方法は、直射日光を受ける時間のみを対象としたため、日陰の多い地点でやや過小な値を示したのではないかと、あやぶまれる。今後、空隙率などによって、日陰時の散光量も加算するような方法を考えていきたいと思っている。

### 引 用 文 献

- 1) 玉井重信・四手井綱英：林内の照度(1). 京大演報 43: 53~62, 1972
- 2) 玉井重信・川那辺三郎・四手井綱英：林内の相対照度について。——林外の照度と太陽高度の影響——日林関西支講 18: 107~109, 1968
- 3) 安藤貴・宮本知子・谷本丈夫・久保田善信：二段林の下木の光環境(1)。相対照度の季節変化。日林関西支講 22: 29~31, 1971
- 4) 宮本知子・安藤貴：ケヤマハンノキ林内の相対照度の季節変化。日林関西支講 22: 36~37, 1971
- 5) 真部辰夫・荒木武夫・浅沼晟吾：アントラセンによる日射量の測定。日林誌 51: 164~167, 1969
- 6) 森谷睦夫：ジアゾ感光紙による作物群落内照度の測定。農業および園芸 43: 90~94, 1968
- 7) 畠山末吉・沖野孝：北見地方における天然林施業(2)。——ジアゾ感光紙による林内照度の測定方法について——日林北海道支講 20: 65~67, 1971
- 8) 小島忠三郎・北田健二：簡単な日射積算計とこれを用いた林内日射量(照度)の連続測定。日林誌 49: 69~72, 1967
- 9) 小島忠三郎・北田健二：林内照度の連続測定例。日林誌 50: 295~296, 1968
- 10) 小島忠三郎・北田健二：積算日射量(絶対値)の簡単な測定法。日林誌 52: 310~312, 1970
- 11) 大内幸雄・早川篤治・長谷川一樹：林分環境の測定について。——うっ閉度、照度、蒸発量の測定——日林講 79: 303~306, 1968
- 12) SCHOMAKER, C.E. : Solar Radiation Measurements Under a Spruce and a Birch Canopy During May and June. For. Sci. 14: 31~38, 1968
- 13) 鈴木忠義・佐藤大七郎：立体角投射カメラをつかって、林に光のはいるスキマをはかるころみ。東大演報 46: 169~183, 1954
- 14) 松本正美・細井守：陽光とアカマツ稚樹の成長との関係。アカマツに関する研究論文集: 38~47, 1954
- 15) BROWN, H.E. · D.P. WORLLEY: Some Application of The Canopy Camera In Forestry. Jour. Forestry 63: 674~680, 1965
- 16) 柴田信男：スギ林とその環境。(佐藤弥太郎編：スギの研究): 284~347, 養賢堂, 東京, 1955
- 17) 柴草良悦・高橋邦秀・斎藤雄一：トドマツの天然更新とその環境因子とくに林内照度との関係について。日林講 79: 293~295, 1968
- 18) 内田勉・大橋一弘・沖野孝・畠山末吉：北見地方における天然林施業(第1報)。——前生樹の配置と植栽木の生長——日林北海道支講 19: 49~53, 1970
- 19) 畠山末吉・梶勝次・内田勉・沖野孝：北見地方における天然林施業(3)。——孔状地内の気象要因と植栽木の生長——日林北海道支講 20: 69~71, 1971
- 20) MITSCHERLICH, G. · E. KÜNSTLE · W. LANG: Ein Beitrag zur Frage der Beleuchtungsstärke im Bestände. allg. Forst und Jagdz. 138: 213~223, 1967

(1972年11月15日受理)

Photo. Canopy photographs of measured points.



Group-cutted plot

