

林分生長論資料 2.

いろいろなツヨサの間伐をした
北海道の ストローブマツ林

助教授 扇 田 正 二

助教授 佐 藤 大 七 郎

Masazi SENDA and Taisitiroo SATOO :

Materials for the Study of Growth in Stands.

2. White Pine (*Pinus strobus*) Stands of Various Densities in Hokkaido.

目 次

I. まえおき.....	15	4. 幹の形.....	21
II. 試験地.....	16	5. 枝の量.....	22
III. しらべかた.....	17	6. 葉の量と能率.....	23
IV. 試験地のソロイカタ.....	17	7. 幹の材積と胸高断面積の生長.....	25
V. 結果および考察.....	18	9. 個体のオオキサの度数分布.....	26
1. 平均直径.....	18	VI. まとめ.....	27
2. 樹 高.....	19	VII. 文 献.....	28
3. クローネのオオキサと形.....	20	VIII. Résumé.....	29

I. ま え お き

われわれは、さきに(扇田ほか, 1952; 佐藤ほか, 1955), 立木密度をこととした アカマツのわかい林について 調査をおこない, 林分の生長のいろいろな面について 考察をおこなつた。しかし, これは, はじめから ひどくちがう立木密度をもつた 特殊な試験地についての結果であり, この結果が 一般の壮令の林分, たとえば, 生育の途中で 間伐をおこなつた林分などに そのままあてはまるかどうかについては, われわれは, まだ, 資料をもっていない。この点についての ひとつの資料として, 北海道演習林の ストローブマツの 間伐試験地について, いささかの解析をくわえた。

ストローブマツは, わがくにでは, 一部に試験的にうえられているにすぎず, 林業上にもつイミは, いまのところ, あまり おおきくないので, このような研究の対象としては ふさわしいとはいえない。しかしながら, この試験地のもつ 立木密度のハベと 地形は このような解析をおこなうのに てごろであり, ほかに そのような林がみあたらないことと, この樹種は原産地のほかヨーロッパにも かなり植えられているので, くらべるべき資料があるという点からは, まつたくイミのないものとも おもわれぬ。この試験地は, 立木密度のハベと 地形については やや満足できるものがあるが, クリカエシを欠いており, 面積もじゆうぶんではなく,

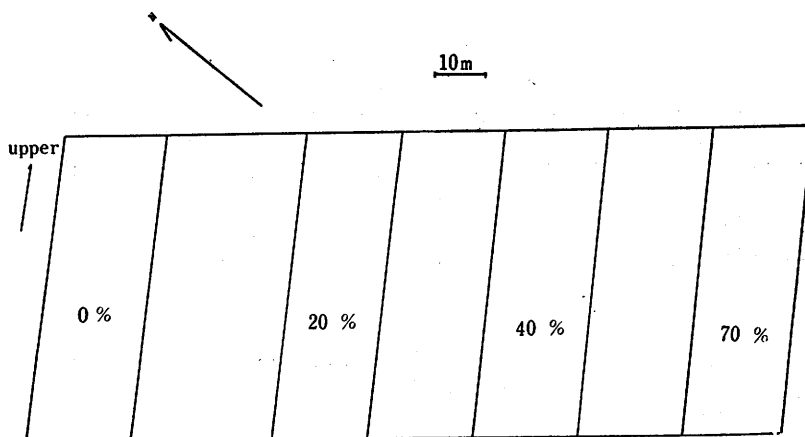
そのほかにも いくつかの欠点をもっている。しかし、そのような点で満足できる林は、いまのところ、まったく得られないので、ひとつの資料として 報告する。このような 試験地としては 欠点をもった林についての資料も、それをつみかさねることによつて 欠点をおぎなうことができ、それによつて、林分の生長の実体についての われわれの知識も たしかなものにちかづくだろう。

なお、この試験地については、高橋（1951）の報告があるが、われわれは べつのみかたにたつていたので、資料の大部分は あたらしい調査によつた。

この研究は 中村賢太郎教授の御指導のもとに おこなわれた。また、現地調査は功力六郎氏 そのほかの 北海道演習林のかたがたの手をわずらわした。これらのかたがたに ころから お礼をもうしあげる。

II. 試 験 地

北海道演習林 76 林班 a 小班内の 南西にむいた 傾斜地で、基岩は 第3紀の砂岩、土壌は礫質壤土、地位は 中とされている。この小班は 1915 年の ヤマカジのあとで、輸入したタネから 演習林でしたたナエを 1917 年に 1 ha あたり 3000 本のワリで 植えたものだ。タネの原産地は わかつていない。そのご、数回の下刈を経て、1922 年に ツルキリ、1922 年に 除伐を 小班全体に いちように おこない、1934 年（樹令 22 年）にいたつて、



第 1 図 試験地の配置

Fig. 1. The lay-out of the plots. The percentages in the figure show the percentages of the volume of wood removed by the thinning.

はじめて試験地をもうけ、材積ブアイで 0%, 20%, 40%, 70% の 4 種の間伐をおこなつた。間伐のすぐあとの 1 ha あたりの 立木数は それぞれ 2403, 1412, 872, 320 本だつたが、調査をおこなつた 1952 年の 1 ha あたりの 立木数は それぞれ 1742, 1382, 872, 284 本となつていた。試験地は 等高線にそつて 第 1 図のように 0% 区, 20% 区, 40% 区, 70%

区が配置されている。まわりはすべて同時に植えられたストロブマツ林だ。試験地をもうけてからは枯枝打を2回おこなつただけだ。演習林の定期測定は、1934年の間伐のまえとあと、1939、1949 および 1952 年に、生きている木と枯れ木とをわけて直径の毎木調査をおこなっている。

III. しらべかた

1953年と1954年の春に2回調査をおこなつた。1953年には、演習林の1952年の秋の定期測定の資料からそれぞれの区の断面積平均の木を3本ずつえらんで試料木とした。試料木の数はきわめて不満足だが、試験地を保存するうえからやむをえなかつた。これらの試料木は地上0mできりたおし、樹高、樹下高、クローネのナガサと最大半径、枝と葉のオモサをはかつたうえ、円板をとつて、1年ごとの樹幹解析をおこなつた。また、1954年の春には、それぞれの区の直径の毎木調査をおこない、URLICH 第II法によつて、標準木を0%区から10本、20%区および40%区からおのおの8本、70%区から6本をえらび、おのおの立木のままのぼつて胸高以上2mごとの直径と樹高をはかつた。標準木の数は実行上のつごうで全体を30本前後におさえ、これをそれぞれの区の直径階の数に比例させて配分した。トリマトメにあつては、以上の資料のほかに演習林の定期測定の資料を必要におうじてつかつた。

IV. 試験地のソロイカタ

試験地にクリカエシがないうえに、間伐のツヨサの順にならんでいるので、間伐のツヨサ以外の条件がちがつていて、それが結果にまざりこむオソレがあるので、間伐をおこなうまえのいろいろなアタイをくらべることによつて、区にあいだにそのようなチガイがないかをしらべた。

1. 間伐まえの樹高生長

樹高は一般に地位のモノサシとしてつかわれ、トリアツカイカタの影響を受けないものとされているが、立木密度によつて樹高がひどくちがつた例も報告されており(RALSTON 1954)、間伐をおこなうと劣勢木がきられるので平均樹高に差が出てくるオソレがあるから、ここでは間伐まえの樹高を区にあいだでくらべてみた。試料木おのおの3本の樹幹解析によつてもとめた平均の樹高生長のミチスジは第1表のとおりで、区によつてチガイがあるとはいえない。

第1表 間伐前の樹高生長のミチスジ(m)
Table 1. Height (m) of sample trees before thinning

区 Plot	年 Age			
	5	10	15	20
0%	0.8	3.2	6.6	8.9
20%	0.9	3.4	6.4	8.5
40%	0.8	3.1	6.3	8.1
70%	0.8	3.2	6.2	8.9

2. 間伐まえの 立木数, 直径, 蓄積

1934 年の 間伐のすぐまえの 立木数, 平均直径, 蓄積は 第2表のとおりで, 立木数と胸高直径は 間伐をおこなうまえにも ひとつの傾向をもっている。これは 除伐のさいの トリアツカイに チガイがあつたためだろうが, この点は この種の試験地としては はなはだおも

第2表 間伐のすぐまえの林
Table. 2. State of the stand just before thinning in 1934.

区 Plot	0	20	40	70
立木数 Number of stem/ha	2403	2122	1957	1724
胸高直径 DBH cm	14	15	15	16
蓄積 Stock m ³ /ha	185.42	169.86	160.60	173.40

しろくない。しかし, 蓄積については 傾向をもつた変化はみられず, この程度のチガイは かならずしも イミのあるものとは 考えられない。

以上のように, この試験地の それぞれの区は 地位にチガイはなくても, 間伐までの トリアツカイには わずかながら チガイがあることが 考えられるので, 間伐試験地として 考察をおこなうことはこのましくない。また, 間伐をおこなつてからの 林のウツリカワリを 立木密度試験と考へて 考察するばあいも 考えられるが, この林のような 普通のイミにおける 間伐をおこなつた林では, 出発点である 間伐のすぐあとの それぞれの区は, 立木密度がちがうだけでなく, 平均直径もいちじるしくちがうから, 普通の立木密度試験として とりあつかうことはできない。しかしながら, 間伐のすぐまえまでは 樹高生長に チガイがなく, 地位はちがわないと 考えられるので, 現在の立木数のチガイが 林木の生長の いろいろな面に どのような影響をあたえるかという点に 中心をおいて 考察をすすめることにする。

V. 結果および考察

1. 平均直径

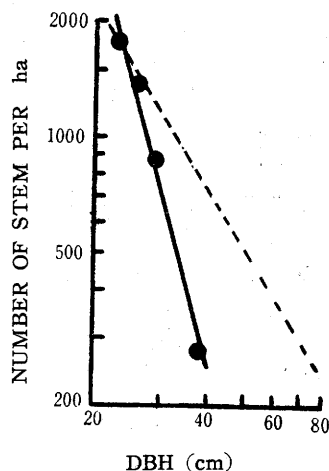
1952 年における それぞれの区の 断面積合計からみちびかれた 中央木の直径を 第3表にしめす。REINEKE (1933) は, じゆうぶんな立木密度をもつた林においては 立木密度の対

第3表 平均直径
Table. 3. DBH of average treers.

区 Plot	0	20	40	70
立木数 Number of stem/ha	1742	1382	872	284
直径 DBH	23	26	29	38

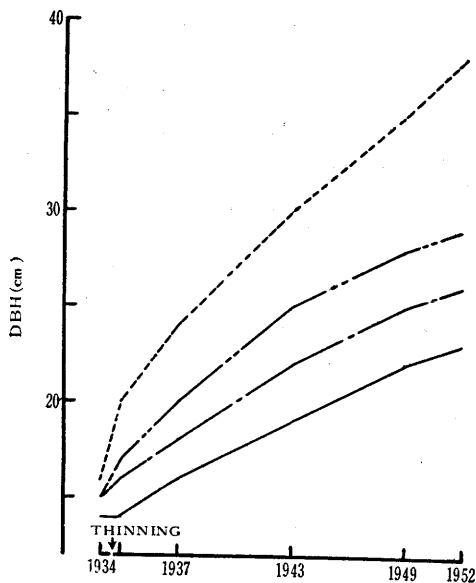
数と 断面積合計からみちびかれた 林分の平均直径の対数のあいだには 直線的な関係があることを おおくの樹種について みいだした。われわれ (佐藤ほか, 1955) も わかい アカマ

ツ林について その関係が ほぼ あてはまることを
 みとめた。このような関係を この林についてしらべて
 みると 第2図のようになり、そのような関係が ほぼ
 なりたつようだが、直線のカタムキは REINEKE が い
 ろいろな樹種にあてはまるとしたものに くらべると、
 かなり 急だつた。まったく間伐をおこなわなかつた区
 では すでに かなりの 枯れ木がでているから、じゆ
 うぶんな立木密度をもつものとして、図上 にその区の
 点をとおつて REINEKE のしめた カタムキをもつ
 た 線をひくと、図の 破線のようにになる。もし RE-
 INEKE のもとめた 線のカタムキが この樹種にも ほ
 ぼあてはまるとすれば、間伐をつよくおこなつた区ほど
 まだ 立木密度が じゆうぶんでないと 考えられる。
 このことは 間伐をおこなつてからの それぞれの区の



第2図 直径と立木密度の関係
 破線は REINEKE のしめたカタムキをも
 った線

Fig. 2. The relation between DBH
 and stand density. Broken line
 has the inclination of straight
 line by REINEKE (1933).



第3図 胸高直径の 生長のミチスジ
 Fig. 3. The course of increment in DBH.
 — 0% 区 Without thinning
 - - - 20% 区 Thinning, 20% in volume
 - · - · 40% 区 Thinning, 40% in volume
 · · · · 70% 区 Thinning, 70% in volume

われないと 一般に 考えられているが、立木密度によつて 樹高が影響されたという例も かなりある (河田, 1925; BAKER, 1953; RALSTON, 1954)。1954 年の 各区の標準木について

カレカタからも うなずかれる。すなわち、
 間伐をおこなわなかつた区では すでに 27.5
 % が 枯れているのに、40% 区では まつ
 たく 枯れていず、20% 区と 70% 区で
 数本が枯れたにすぎない。70% 区の枯れた
 木は ブアイになおすと かなりおおきくな
 るが、実質は数本であり、それも 間伐をし
 てから あまり年がたたないうちに 枯れた
 ので セリアイのために枯れたとは おもえ
 ないことは、第3図にしめすように さかん
 に 直径生長をおこなつていることから
 わかる。したがつて、0% 区のほかは 過密
 だとはおもわれず、むしろ、まだ 立木密度
 がじゆうぶんでないと 考えたほうがよさそ
 うだ。

2. 樹 高

立木密度によつて 樹高生長に 差はあら

第4表 樹 高 (1954)

Table. 4. Height in 1954.

区 Plot	0	20	40	70
立木数 Number of stem/ha	1742	1382	872	284
標準木の数 Number of samples	10	8	8	6
平均樹高 Average height m	15.8	16.2	15.6	16.1

実測したアタイの平均は第4表のとおりで、区あいだにチガイがあるとは考えられない。1952年の試料木についてもおなじようにチガイはみとめられなかつた。

3. クローネのオオキサと形

きりたおした試料木3本ずつの平均による樹高、枝下高、クローネのナガサとその樹高に対するワリアイをあらわす樹冠率、クローネの最大半径と平均樹間距離およびそのふたつのワリアイであらわされるクローネ拡張率を第5表にしめす。樹高はどの区も

第5表 クローネ

Table. 5. Crown of sample trees.

区 Plot	0	20	40	70
立木数 Number of stem/ha	1742	1382	872	284
樹高 Height m	15.71	15.43	14.56	15.62
枝下高 Clear length m	11.05	9.85	8.71	6.75
クローネのナガサ Length of crown m	4.66	5.58	5.85	8.87
樹冠率 Live crown ratio %	30	36	40	57
クローネの最大半径 Max. radius of crown m	1.74	1.97	2.30	4.17
クローネのタテヨコの比 Ratio: radius/length of crown	0.37	0.35	0.39	0.47
平均樹間距離 Average spacing m	2.45	2.89	3.43	6.13
クローネの拡張率 Ratio: radius of crown/spacing	0.71	0.68	0.67	0.68

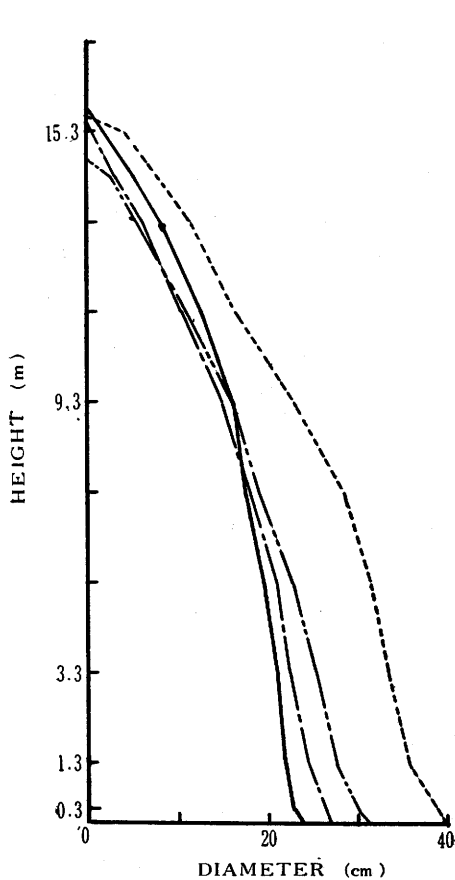
ほぼひとしいが、クローネのナガサ（したがって樹冠率）および最大半径は立木密度のひくいほどおおきくなっている。このことはまえにアカマツについてみられたところと一致している。クローネのナガサと半径の比をもとめると、立木密度のきわめてひくい70%区をのぞくと、区あいだにあまりチガイはなく、クローネの形はよくにていることがわかる。70%区ではクローネはほかの区にくらべるとナガサのワリにハバのひろい形をしている。

つぎに、クローネのヒロガリカタを見るために、それぞれの区の平均樹間距離に対するクローネの最大半径のワリアイをもとめたところ、いずれも0.7前後のアタイとなつた。このことは単位面積あたりのクローネの水平投影のうちとなりの木とかさなりあつている部分の面積のワリアイは樹間距離したがって立木密度に関係なく、ほぼひとしいことになり、したがって、ウツペイ度もほぼひとしいわけだ。この0.7というアタイは木が正方形の配列をとつているばあいの対角線のナガサの半分にほぼひとしく、対角線方向の2本の木のクローネの投影がちょうどふれるばあいをイミする。まえに報告した(扇田は

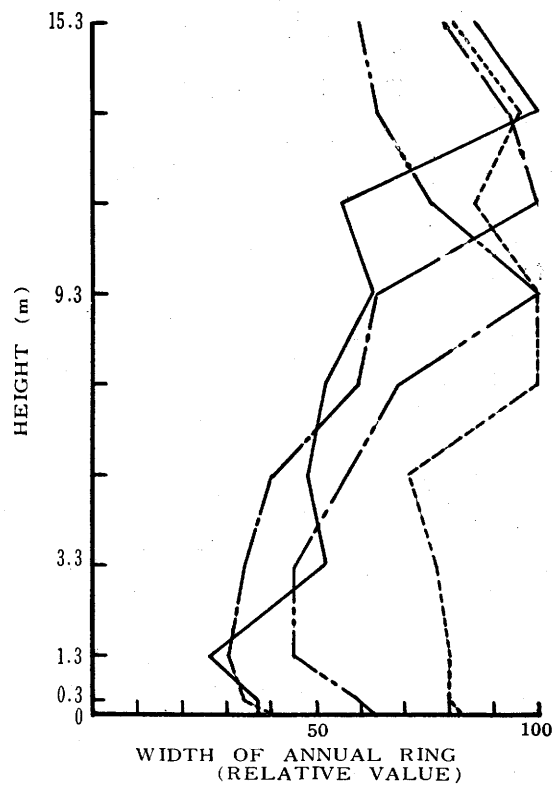
か、1952) アカマツ林について このようなアタイを もとめてみると、立木密度のちがう 4 区について それぞれ 1.01, 0.73, 0.65, 0.74 というアタイが得られ、きわめて過密な ひとつの区をのぞくと ほかは やはり 0.7 ちかくのアタイと なっている。ただし、この 0.7 というアタイが ほかのばあいにもあてはまる とくにイミをもつたものだからどうかは、さらにおおくの例をあつめなければわからない。

4. 幹の形

それぞれの区の 樹高がほぼひとしいのに 平均直径は、第3表にみられるように、区の違いに かなりのヒラキがある。したがって、幹の形は 区によつて かなり ちがっているはずで、それを それぞれの区の 標準木の 平均から 横型的にしめすと、第4図のようになり、



第4図 幹の形 (第3図の説明を見よ)
Fig. 4. Form of stems. (see the explanation of Fig. 3).



第5図 年輪ハバのタテの分布 (第3図の説明を見よ)。それぞれの区の 最大の年輪ハバを 100 としてしめす。

Fig. 5. Vertical distribution of the width of annual rings. The value of the widest portion is expressed as 100. (see the explanation of Fig. 3).

区によつて いちじるしく ちがっていることが わかった。これが 立木密度によつて 樹冠率がちがうために 肥大生長の タテの分配が かわるためであることは、尾中 (1950) および

われわれ（佐藤ほか，1955）がすでにのべたところであり，このばあいにも第5図のような分配をしめしている。

樹高にチガイがなくて幹の形がちがえば，胸高形数にもチガイがあるはずで，試料木および標準木の資料から，それぞれの区の平均胸高形数をもとめたところ，第6表のように

第6表 胸高形数
Table. 6. Form factor.

区 Plot		0	20	40	70
直径級 cm Diameter class	<20	0.5057	0.5141	—	—
	20 ~ 30	0.5657	0.5268	0.5153	—
	30 ~ 40	0.5397	0.5452	0.5391	0.5255
	40<	—	—	—	0.5196
平均 Average		0.5433	0.5278	0.5230	0.5240
範囲 Range		0.6018~ 0.4893	0.5649~ 0.4815	0.5558~ 0.4708	0.5707~ 0.4882

なつた。それぞれの区の形数のアタイは，想像されるほどはちがわなかつたが，立木密度がひくいほど大きかつた。なお，立木密度とともに直径もちがうので，この傾向は直径のチガイの結果だとも考えることができるので，直径級別の胸高形数をもとめてみたが（第6表），直径と胸高形数のあいだにはあまりいちじるしい関係はなさそうで，どちらかといえば，おなじ区なかでは直径のおおきなもののほうが形数がかえつておおきい傾向があつた。

5. 枝の量

それぞれの区3本ずつの試料木からもとめた枝の材積の1本あたりの平均と，それからもとめた1haあたりのアタイを第7表にしめす。枝の材積は，1本あたりでも，単位

第7表 枝の材積
Table. 7. Volume of branches.

区 Plot		0	20	40	70	
立木数 Number of stem/ha		1742	1382	872	284	
1本あたり Per tree	材積 m ³ Volume	枝 Branch	0.0277	0.0421	0.0663	0.1244
		幹 Stem	0.3478	0.3731	0.4447	0.8572
		計 Total	0.3755	0.4152	0.5110	1.0816
1haあたり Per 1 ha	材積 m ³ Volume	枝 Branch	48.25	57.42	57.81	63.73
		幹 Stem*	618.59	613.31	476.76	270.52

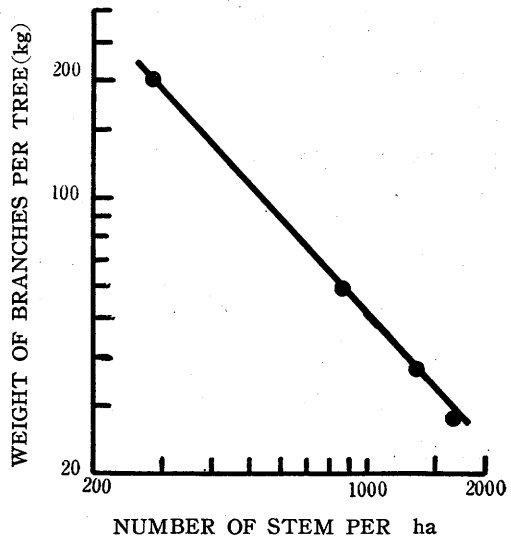
* 1haの幹材積は1954年春の標準木による。

* Stem volume per 1ha is based on the sample trees on 1954 spring.

面積あたりでも、あきらかに、つよい間伐をおこなった立木密度のひくい区ほどおおかつた。枝と幹を合計した材積のうちで枝のしめるワライも、つよい間伐をおこなった立木密度のひくい区ほどおおかつた。また、枝の量と立木密度との量的な関係をもとめると、第6図のようになり、ふたつの対数はほぼ直線的な関係があり、枝の量と立木密度とのあいだには密接な関係があることがわかる。これらのことはすでにわかかいアカマツ林についてまえに報告したこととよくあつている。

6. 葉の量と能率

試料木の葉の量から 1本あたりの平均



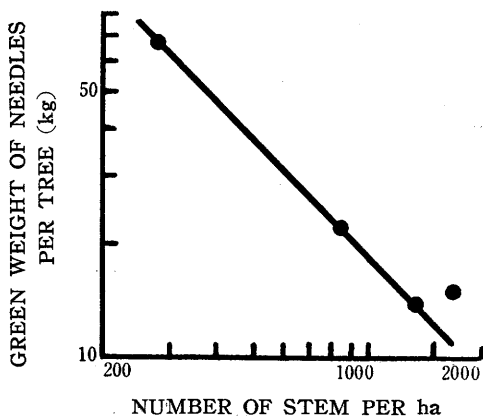
第6図 枝の量と立木密度との関係

Fig. 6. The relation between the stand density and amount of branches per tree.

第8表 葉の量

Table 8. Amount of needles (green weight)

区 Plot	0	20	40	70
立木数 Number of stem/ha	1742	1382	872	284
葉の量 単木 Per tree	15.0 kg	14.0	21.9	66.5
Amount of needles Per ha	25.3 t	19.1	19.0	18.9



第7図 葉の量と立木密度との関係

Fig. 7. The relation between the stand density and green weight of needles per tree.

値と それからもとめた 1 ha あたりのアタイを 第8表にしめす。1本あたりの葉の量は、0% 区をのぞけば、立木密度がひくいほどおおかつた。立木密度と 1本あたりの葉の量のあいだには 第7図にしめすような関係がみとめられ、0% 区をのぞくと ふたつの対数のあいだに 直線的な関係がある。これらの いろいろな関係は まえに 立木密度のちがう わかかいアカマツ林において みとめられたところと よくあつている。0% 区が 20% 区よりも 1本あたりの葉の量がおおく、第7図の 量的な関係の線から とびはなれていることは、あとでのべるように、試料木が 適当でなかつた オソレがある

ら とびはなれていることは、あとでのべるように、試料木が 適当でなかつた オソレがある

ようだ。1 ha あたりの 葉の量は、0% 区が かなり かけはなれたアタイをしめすほかは、あまりチガイがなく、0% 区をのぞくと 1 ha あたりの葉の量は およそ 19 トンとなり、BURGER (1929) が スイスにおける この樹種の造林地について もとめた 1 ha あたり 16~20 トンというアタイと あまりちがわない。0% 区の 1 ha あたりの葉の量が ひとり かけはなれているので、棄却検定をおこなつたところ、0% 区のアタイは、0.1 トンまで計算すると 5% をわずかにこえる危険率で すてられ、トン単位で計算すると 5% 以下の危険率で すてることができるので、このアタイをすてて、この ストローブマツ林の 1 ha あたりの葉の量を 19 トンとおさえても よさそうだ。

つぎに、同化器官としての 葉の 単位量がつくりだした 幹の材の量を、試料木の 葉の量と 樹幹解析からもとめた 最近3年間の 生長量の平均とから もとめると 第9表のように

第9表 生葉 1 kg あたりの幹材積生産量
Table. 9. Stem wood production per 1 kg green needles

区 Plot	0	20	40	70
立木数 Number of stem/ha	1742	1382	872	284
材積生産量 Stem wood production cc/kg	935	1029	837	767

なり、これによれば、針葉 1 kg あたりの 幹材積の生産量は 立木密度のたかいほど おおくなるが、過密になると かえつて へることになる。しかしながら 0% 区の試料木は まえにのべたように 葉の量がおおすぎるオソレがあるから、過密になれば 葉の幹材積生産効率がおちるかどうかは はつきりいえない。おなじく ストローブマツについて、BURNS と IRWIN (1942) は、立木密度がたかいほど 単位量の葉の生産した 幹の材の量が おおいと 報告している。われわれ (扇田ほか, 1952; 佐藤ほか, 1955) は アカマツの わかい林について、ADAMS (1928) は Jack pine について、立木密度がひくいほど 単位量の葉の生産した 幹の材積は すくないことを 報告し、BURNS と IRWIN (1942) は Red Pine について 反対に 立木密度がたかいほど 単位量の葉の 幹の材積の生産量は ひくいことを 報告しており、坂口たち (1954) は、ごくわかいアカマツの 天然に群生しているところについて 単位量の葉の生産した 幹の材積が 最大になる密度があると報告している。このように 単位面積の林のもつ 葉の量に チガイがないのに、針葉 1 kg あたりの 材積生産量が 区によつてちがうことについては、いろいろと考えられる。単位量の葉の同化量が ひとしいと仮定すれば、同化生産物のうち 幹の材の生産と それ以外にもちいられるものとの 分配のワリアイがちがつていることになる。幹の材の生産のほかの 同化生産物の おもなツカイテとしては、枝と根と 葉の生産と 枝と根と幹による呼吸とがある。これらについては はかつてないのでなんともいえないが、MÖLLER たち (1954) によれば、枝の呼吸量は かなりおおく、また、枝の生長量が 無視できないことは チョウセンヤマナラシについて われわれがあきらかにした (佐藤ほか

か、1956)。立木密度のひくい区ほど 枝の量が 葉の量とくらべて おおいこと (第10表) は、そのような林ほど 枝の生長量と呼吸量の 同化生産物のうちで しめるワライイがおおく

第10表 枝の量と葉の量の比
Table. 10. The ratio of weight of branches to needles

区 Plot	0	20	40	70
立木数 Number of stem/ha	1742	1382	872	284
枝/葉 Branch/Needle	1.85	2.66	2.69	2.98

なつていと 考えられる。そのほか 区によつて 樹冠率がことなることは 葉の 空間での 配置に チガイがあることをしめし、このことから 葉の同化機能に差があることが 考えられるが、単位面積あたりの葉の量が 樹種によつて ほぼ一定であり、光が これをきめる制限因子となつていと 考えられる (佐藤, 1955) ことからみると、それぞれの葉にあたる 光の量の 区によるチガイは 問題になるほどのものではなさそうだ。ただ、MÖLLER (1945) のいつつていように、立木密度のひくい林は 枝が下のほうまでついているので、下のほうについている葉は 水をひきあげる チカラが すぐなくてすむから、水分条件がいいこと (HUBER, 1923) が考えられる。しかし 林内では 下のほうについている葉の 蒸散量と同化量は ともに あまりおおくないから、このことは それほど 問題にしなくてもよく、もしこれが おおきなイミをもつとしても、この点については 立木密度のたかい林のほうが 不利なわけで、ここに得られた 葉の能率の傾向とは 反対になる。なお、ここに得られた 針葉 1 kg あたりの 幹材積生産量 800~1000 cc というアタイは、BURGER (1929) が スイスに植えられた この樹種について得た 平均値 900~1000 cc と ほぼ 一致している。平井 (1954) が この林についてもとめた 容積密度数 0.291 をもちいて オモサになおすと、生葉 1 kg は乾物としての幹の材 230~290 g を 1年に生産していることになる。

7. 幹の材積と胸高断面積の生長

試料木の樹幹解析からもとめた この林の 1949~52 年の3年間の 平均幹材積生長量は 第11表にしめすとおりで、立木密度がたかいほど 幹の材積生長量はおおい。これについては

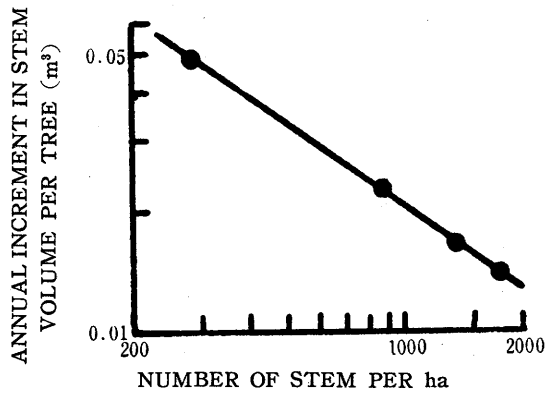
第11表 材積生長量 (1949~52, 1 ha あたり)
Table. 11. Increment per 1 ha (1949~52)

区 Plot	0	20	40	70
立木数 Number of stem/ha	1742	1382	872	284
材積生長 Increment in stem volume, m ³	24	23	20	14

0% 区以外では まだ 立木密度がじゆうぶんでないことも ひとつの 原因だろう。1本あたりの 幹材積生長量と 立木密度とのあいだには、第8図のような関係がみとめられ、ふたつの対数のあいだには ほぼ直線的な関係があることが あきらかだ。これらの結果は まえに ア

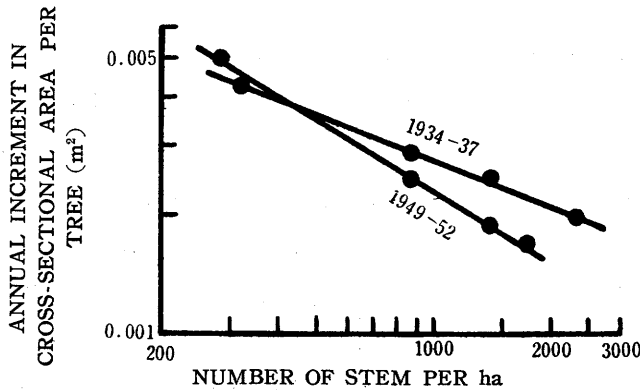
カマツについてみられたところ (1954) とあつている。

定期測定の結果から、間伐のすぐあとの 1934~37 年 および 最近の 1949~52 年の 1 本あたりの年平均断面積生長量をもとめ、それらと そのときどきの 立木密度との 関係をもとめると 第 9 図のようになり、いずれも 立木密度がたかいほど 1 本あたりの断面積生長量がすくないことがあきらかた。この



第 8 図 1 本あたりの幹の材積生長量と立木密度との関係。

Fig. 8. The relation between the stand density and increment of stem volume per tree.



第 9 図 1 本あたりの 胸高断面積生長量と立木密度との関係

Fig. 9. The relation between the stand density and the increment of cross sectional area per tree.

結果もまえにしらべた アカマツ林のばあいとおなじだ。間伐のすぐあとのものにくらべると最近のものの方が 直線のカタムキが急なことは 木の中のセリアイがしたいにはげしくなつてきたことを しめすと考えられる。しかし、間伐のすぐあとの 3 年間にも すでに このような 直線のカタムキがみられることは、その時期にも すくなくとも 立木密度のたかいほうの 3 区では セリアイがおこっているものと考えられる (KIRA たち, 1953)。

8. 個体のオオキサの度数分布

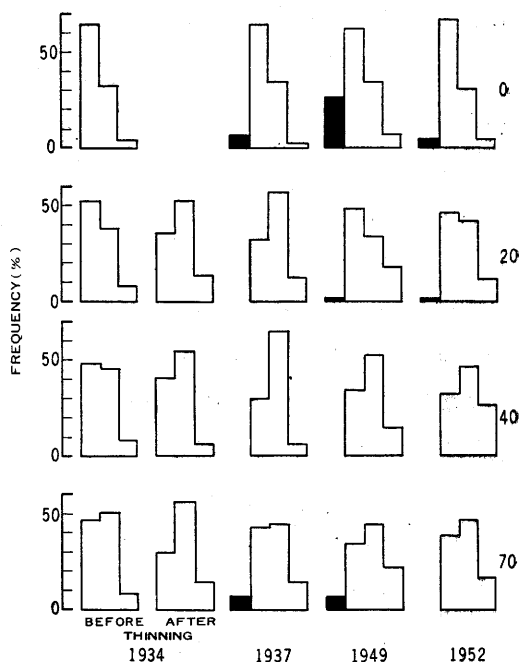
吉良たち (1956) は おおくの 1 年生の作物について、個体のオモサの度数分布は、はじめは正規分布をとるが、セリアイがはげしくなると 分布がかたよつて ちいさなもののワリアイがおおくなることがおおいが、そうならないばあいもあることを報告しており、われわれ (佐藤ほか, 1955) の資料をつかつて、わかいアカマツ林でも 密植区では そのようなカタヨリがおこっていることをしめしているの、このばあいにも そのような カタヨリがみられるかを、演

習林の定期測定資料をつかつて 胸高断面面積について しらべてみた。吉良たちは オオキサのハンイを いくつかに分けて しらべているが、このようなことを 傾向だけつかむためには 3等分するだけでじゆうぶんだと考えられるので、それぞれの区の それぞれのときの 胸高断面面積のハンイを3等分して、おおきなもの なかほどのもの ちいさなものにわけて、それぞれの 度数分布のワリアイをもとめたところ、第 10 図のようになり、間伐をおこなわないと、ちいさなもののワリアイが つねにもつとおおいが、間伐をおこなうと分布は 正規型にいくぶんちかずき、よわい間伐をおこなった区では しいに ちいさなもののワリアイがおおくなつたが、つよい間伐をおこなったものでは この測定のハンイでは まだ そのような カタヨリはあらわれていない。立木密度のたかい区に このような カタヨリがみられることは、試料木のとりかたに 注意を要するとおもわれ、このばあいのように 単級法によることは あまり適当でないと考えられる。

VI. ま と め

われわれが まえに いろいろな立木密度の わかい アカマツ林についてみとめた結果が、壮令の 途中で いろいろなツヨサの 間伐をおこなった林にも あてはまるかどうかを たしかめるために、北海道演習林の ストロブマツの 間伐試験地について おなじような方法で生長の解析をおこなつた。

試験地は 1917 年に植えられた ほぼおなじトリアツカイをおこなつてきた林に 1934 年にはじめて 材積ブアイで 0%, 20%, 40%, 70% の 4 種の間伐をおこなつたものだ。間伐のすぐあとの 1 ha あたりの 立木数は それぞれ 2403, 1412, 872, 320 本であり、調査をおこなつた 1953 年における 1 ha あたりの 立木数は それぞれ 1742, 1382, 872, 284 本だつた。間伐のまえの 樹高生長に チガイはみとめられなかつたので、地位は 区によつてちがうとはいえないが、間伐のまえの 立木数と平均直径が 区によつてちがう、その大小が 区の



第 10 図 胸高断面面積の分布

Fig. 10. Frequency distribution of cross sectional area.

□ 生きている alive. ■ 枯れた dead.
枯れ木は 生きているものの全数に対するワリアイ。
The value for dead tree is represented as the ratio to the total number of trees alive.

配置と平行関係にあつたので、間伐試験地としての考察をおこなうことをさげ、現在の立木密度と現況との関係に中心をおいて考えてみた。そのおもな結果はつぎのとおりだ。

1. 平均胸高直径は立木密度のひくい区ほどおおきく、平均胸高直径の対数と1 haあたりの立木数の対数のあいだには直線的な関係がみられた。しかし間伐をおこなわなかつた区以外では立木密度はまだ過密にはなつていないと考えられる。

2. 樹高には区によるチガイはみとめられなかつた。

3. クローネはナガサヒロガリともに立木密度のひくい区ほどおおきいが、そのタテヨコの比は70%区以外では区のあいだにチガイがないようで、それらのクローネはほぼ相似形をしていると考えられる。また、平均樹間距離に対するクローネの最大半径の比は各区ともほぼ0.7前後でほとんどちがわなかつた。

4. 各区の標準木の胸高形数は、差はわずかだが、立木密度のひくい区ほどちいさいことがみとめられた。

5. 枝の量は、1本あたりでも、単位面積あたりでも、あきらかに立木密度のひくい区ほどおおきかつた。1本あたりの枝のオモサと立木密度とのあいだには密接な関係があり、ふたつの対数のあいだには直線的な関係がみとめられた。

6. 葉の量は1本あたりではあきらかに立木密度のひくい区ほどおおきいが、単位面積あたりでは区によるチガイはほとんどなく、1 haあたりナマのオモサで19トンとおさえた。また、針葉1 kgあたりの幹材積生産量は立木密度がたかいほどおおいという傾向がみられたが、過密になるとかえつてすくなくなることもあり得るかもしれない。

7. 最近3年間の単位面積あたりの幹の材積生産量は立木密度がたかいほどおおかつた。また、1本あたりの幹の材積生産量および胸高断面積生長量は立木密度がひくいほどおおきく、それらの対数と立木密度の対数とのあいだには直線的な関係がみとめられた。

8. 間伐をおこなうまえには胸高断面積の度数分布にカタヨリがみられた。間伐をおこなうとそのカタヨリはよわめられるが、よわい間伐をおこなつた区ではしだいかたより、ちいさなもののワリアイがおおくなつた。

これらの結果はまえにいろいろな立木密度のわかいアカマツ林でみとめられたこととよくあつている。

VII. 文 献

- ADAMS, W. R., 1928. Effect of spacing in Jack pine plantation. *Vt. Agr. Expt. Sta. Bull.* 282.
 BAKER, F. S., 1953. Stand density and growth. *J. Forestry* 51: 95—97.
 BURGER, H., 1929. Holz, Blattmenge und Zuwachs. I. Die Weymouthföhre. *Mitt. Schweiz. Centralanst. forstl. Versuchsw.* 15: 243—292.

- BURNS, G. P., and IRWIN, E. S., 1942. Studies in tolerance of New England forest trees XIV. Effect of spacing on the efficiency of white and red pine needles as measured by the amount of wood production on the main stem. Vt. Agr. Expt. Sta. Bull. 499.
- 平井信二, 1954. 北海道産ストロブマツの容積密度数分布と重量生長. 63 回 日林講. 261—263.
- HUBER, B., 1923. Transpiration in verschiedener Stammhöhe. I. *Sequoia gigantea*. Z. f. Bot. 15: 465—501.
- 河田杰, 1925. あかまつ及びびからまつ植栽の疎密が成林状態に及ぼす影響. 林試報. 25, 1—30.
- 吉良竜夫ほか, 1956. 同種植物個体間の競争現象. 生物科学. 8: 1—10.
- KIRA, T., OGAWA, S., and SAKASAKI, N., 1953 Intraspecific competition among higher plants. I. Competition yield-density interrelationship in regularly dispersed population. J. Inst. Polytech., Osaka City Univ. 4 (D): 1—16.
- MÖLLER, C. M., 1945. Untersuchungen über Laubmenge, Stoffverlust und Stoffproduktion des Waldes. Forstl. Forsøgsv. Danmark. 17: 1—287.
- MÖLLER, C. M. MÜLLER, D., and NIELSEN, J., 1954. Graphic presentation of dry matter production of European beech. Forstl. Forsøgsv. Danmark 21: 327—335.
- 尾中文彦 1950. 林木の肥大生長の縦断的配分. 京大演報. 18, 1—53.
- RALSTON, R. A., 1954. Some effects of stand density on the height growth of red pine on poor sites in northern lower Michigan. Papers Michigan Acad. Sci., Arts and Letters. 39: 159—165.
- REINEKE, L. H., 1933. Perfecting a stand density index for evenaged forests. J. Agr. Res. 46: 627—638.
- 坂口勝美, 土井恭二, 安藤貴, 1954. 立木密度から見たアカマツ幼令林の生産構造. アカマツに関する研究論文集. 312—327.
- 佐藤大七郎, 1955. 林木の生長の物質的基礎. 育林学新説. 116—141.
- 佐藤大七郎, 功力六郎, 桑川昭夫, 1956. 林分生長論資料. 3. 北海道のチョウセンヤマナラシ再生林. 東大演報. 52, 32—50
- 佐藤大七郎, 中村賢太郎, 扇田正二, 1955. 林分生長論資料. 1. 立木密度のちがう若いアカマツ林. 東大演報. 48, 65—90.
- 扇田正二, 中村賢太郎, 高原末基, 佐藤大七郎, 1952. 林分の生産構造の研究 (予報). アカマツ植栽密度試験地に於ける若干の解析. 東大演報. 43, 49—57.
- 高橋延清, 1951. 北海道に於けるストロブマツの造林的価値. 演習林. 8, 1—11.

Résumé

In the previous paper, the authors reported the results of an analysis of young stands of Japanese red pine (*Pinus densiflora*) of various spacing. To ascertain whether the results of the previous study are also applicable to the stands of other tree species, which are not so young and thinned to various densities after their crown had closed, an analysis of growth was made on an about 40 year old plantation of white pine (*Pinus strobus*) in the Tokyo University Forest in Hokkaido, with the same methods as the previous study.

The plantation was established in 1917 by planting seedlings. In 1934, thinning was made for the first time, and 0%, 20%, 40%, and 70% of the volume of the

stands were removed. The number of the stem per 1 ha were 2403, 1412, 872, and 320, respectively, just after the thinning; and 1742, 1382, 872, and 284, respectively, in 1953 when the study was made. As no appreciable difference was found among the plots in height growth before the thinning, it is probable that the site quality does not differ among the plots. However, because the number of trees before the thinning differed somewhat and the trend of the number of the trees before the thinning was parallel to the trend of the number of the trees after the thinning, the authors did not discuss as a thinning experiment, but the discussion was focussed to the relation between various phases of growth and stand density at present.

The average diameter breast high was larger in the plots of lower densities and the logarithm of average diameter had a linear relation with the logarithm of the number of stems per unit area, but it seemed that plots other than that of the highest density did not reach their full stocking.

There were no appreciable differences in height among the plots.

Both the length and the width of tree crown of the sample trees were larger in the plots of lower densities, but the ratio of the length to the width of crown did not show any difference among the plots. The ratio of the radius of the widest part of the crown to the average spacing did not differ among the plots, and the ratio was about 0.7 in all plots.

The form factor of the sample trees was smaller in the plots of lower densities, though the differences were not so wide.

The amount of branches was larger in the plots of lower densities, both per tree and per unit area. The percentage of the branches in the total volume of wood material was also higher in the plots of lower densities. The logarithm of the weight of branches per tree had a linear relation with the logarithm of the number of trees per unit area.

The amount of needle per tree was larger in the plots of lower densities, but the amount per unit area was nearly equal in all plots, and estimated as 19 metric tons per 1 ha in green weight. The logarithm of the green weight of the needles per tree had a linear relation with the logarithm of the number of trees per unit area. The amount of stem wood produced by unit weight of needle leaves was larger in the plots of higher densities, but over-density seemed not to be beneficial.

The average of stem wood production per unit area in the last three years was larger in the plots of higher densities. The increment per tree in stem wood volume and in cross-sectional area were larger in the plots of lower densities and their logarithm showed linear relations with the logarithm of the number of trees per unit area.

Before thinning, the frequency distribution of cross sectional area deviated to the smaller parts. When thinning was made the deviation became little, but

it grew gradually in the plots thinned weakly, though it was not yet recognized in the plots applied with strong thinning at the time of the present study.

These results substantiate the findings by the authors on young Japanese red pine stands of various densities, which had been reported previously.