林學會雜誌 第九卷 第七號 (昭和二年九月發行)

論 說

一齊同齡の針葉樹林内に於ける各單立木の枝條量に就て

K. Sata: Some Quantitative Investigations on Branches of Single Tree in Coniferous Woods Planted Artificially.

(昭和二年四月林學會春季大會席上講演)

佐 多 一 至

一、緒 言

本調査は、群馬縣碓氷郡臼井町大字横川字小根山國有林内に植栽せられたる、北米産リキダ松林の林齡十五年の時の間伐木、並に植栽距離試験を目的として植栽せられたる、アカマツ林の林齡十六年及十八年並二十三年の三回の間伐木、及其附近なる碓氷郡鹽野村大字土鹽字五郎山神國有林内の、カラマツ林の林齡十六年及二十三年の兩回の間伐木、合計三樹種十九個測定材料につき、之をなしたるものなるが、既往に於ける諸研究と趣を異にし、胸高直徑と枝條重量との間には、頗る高次の相關々係存し、而も其關係は、各樹種を通して略同一の關係式を以て示し得るものにして、林分の枝條量は枝條率によりて之を求むるよりも、寧ろ直接枝條重量を測

定して之を求むるの得策なるを知り、實地應用上參考たるべき事項ありと認めたるを以て、茲に之を公表せんとす。尙林齡二十年前後のアカマツ林及カラマツ林に應用し得べき、直徑階別平均枝條重量表を調製せり。但し供試アカマツ林は、其生長關係林學博士山本和藏氏調製アカマツ林收穫表の三等地に該當し、比較的枝條量大なる林分なるを以て、右の枝條重量表も亦之に類似の林分に限り應用し得べきものなるも、カラマツ林は信州地方のものに比し、肉眼的觀察によれば、枝下低きも、枝細小なるを以て、一般に適用して大なる誤差なきものと信す。

本調査に當り、林齡十六年及十八年の測定材料を貸與せられたる林業試驗場技師河田杰氏、竝計算上援助せられたる助手加藤英重氏に謝意を表す。

二、調査の方法

枝條重量は、間伐木を伐倒直に枝打し、適當に結束して秤量せしものにして、青葉を含める生枝重量とす。重量枝條率は、數本の標準木に付測定せる單位材積當生木の幹材重量を、各單木の幹材材積に乘じて、算出せる幹材重量を以て、其の枝條重量を除し、百分率を以て示せるものとす。

三、既往に於ける枝條率に關する諸研究

枝條率に關する研究は、歐洲にては Pressler, Kunze, Böhmeler 諸氏のものあり。我國にては林學博士山本和藏氏が、アカマツに付て研究せられたるもの、竝余がリキタ松林に付調査せるものあり。山本博士の抄録によれば（林業試驗報告第十一號參照）Pressler 氏は、一樹冠の位置 $\left(\frac{h}{H}\right)$ が、一次の等差級數に従ひて上るときは、枝條率は、二次の等差級數に従ひて減少するものとせり。Kunze 氏は、Kiefer, Fichte の枝條率の研究に於て、 $\frac{h}{H}$ (H は樹高 h は枝下高) に對する枝條率の關係は、齡級によりて區別さるるものとし、各樹種に就き、夫々枝條率と $\left(1 - \frac{h}{H}\right)$ との關係式を掲記せり。Böhmeler 氏は Schwarzföhre の枝條率の研究に於て、枝條率は枝下高の樹高に對する割合、 $\left(\frac{h}{H}\right)$ 樹冠の擴張、齡級の關係により異なるものなるも、枝條量は精密なる結果を要せざるものなるを以て、結局枝條率は、 $\frac{h}{H}$ と齡級とにより區別すれば足れりとせり。林學博士山本和藏氏は、アカマツの枝條量は、幹材積、樹冠長の樹長に對する割合、樹冠の形狀により變化すべきものなるも、樹冠の形狀を個樹に付測定することは至難の業に屬し、寧ろ枝條

率を $\frac{H^{-1/2}}{H}$ の函數として表はすを便利と認め、之が關係式を求め、更に $\frac{1}{H}$ に關係せしめたる枝條重量の算式を示されたり。之を要するに、既往に於ける諸先輩の研究は、枝條率又は枝條量を何れも枝下高の樹長に對する割合 $\left(\frac{1}{H}\right)$ の函數と見做し、尙 Kunze, Böhmert 兩氏は、枝條率は同時に齡級により區別すべきものなりと主張せり。

然るに著者が、一齊同齡の北米産リキダ松林の重量枝條率に付、山本博士並 Kunze 氏の $\frac{H^{-1/2}}{H}$ (假に樹冠長率と名づく) 及胸高直徑並樹高との關係係數を計算したる結果によれば、樹冠長率と枝條率との關係最薄弱なるに反し、胸高直徑と枝條率との關係最高次にして、其關係は大體に於て $B\% = 1e^{-\frac{D}{a}}$ なる一般式を以て示し得るものなることを知れり。是れ恐らくリキダ松の一齊同齡林にありては、胸高直徑大なるもの程樹冠長も大に、且樹冠直徑も大なるも、樹高の大となる割合は、比較的緩慢なるに因るものなるべし。(林業試驗彙報第二十一號參照)

四、樹冠長率及胸高直徑と枝條率との關係

枝條量は幹材積、樹冠長、樹冠の擴張、齡級の關係等により異なるべきは、既往に於ける諸研究により想像するを得べし。然るに幹材積が、胸高直徑の函數なることは、等しく森林數學者の認むる所なるが、林學博士寺崎渡氏が、ヒバに付胸高直徑と幹材積との相關比を計算せられたるものを見るに、何れも〇・九以上にして頗る高次の關係を示せり。(林業試驗報告第十九號二三頁參照) 又林業試驗場技師河田杰氏のアカマツ、カラマツの一齊同齡林に於ける、林分の構成狀態に關する研究を見るに、(林業試驗報告第二十五號三頁及同第二十七號二頁)(一)胸高直徑と樹高との間には、高次の相關々係存するも、其相關の程度には、樹種により自ら差ありてアカマツ林にありては幼齡林程高次の關係を示し、林齡を重ねるに従ひて相關比値小となる傾向あるも、カラマツ林にありては、アカマツ林よりも遙に高次の關係を示し、林齡を重ねるに従ひて益々其數値大となる傾向あること、(二)胸高直徑と枝下高との關係は何れも薄弱にしてアカマツ林にありては、常に各林分を通じて一定たんとする傾向あるも、カラマツ林にありては林齡を重ねるに従ひて、胸高直徑と枝下高との間に正の相關々係を示すに至る傾向あること、(三)胸高直徑と枝張との間には、高次の正の相關々係存し、其關係はアカマツ林の方寧ろ高次なるの傾向あることを知る。又著者が北米産リキダ松林に付調査せる結果は、前記アカマツ林の傾向に近似し、寧ろアカマツ林よりも夫等の傾向強きが如し。(林業試驗彙報第二十一號二五頁)

由是觀之諸學者が枝條量に影響すべき因子と認められたる幹材々積、樹冠長、樹冠の擴張等は、何れも胸高直徑の函數と見做すを得べく、從て枝條量も亦胸高直徑大となるに従ひて大となるべきは想像に難からざる所なり。然るに枝條率にありては、胸高直徑と樹高との相關程度が、前述の如く樹種により又林齡により異なるを以て、胸高直徑大となるに従ひて幹材々積が大となる割合も、亦樹種及林齡により異なるべく、從つて胸高直徑大となるに従ひて、幹材々積大となる割合が、枝條量の大となる割合よりも、大なるか等しきか小なるかにより、胸高直徑と枝條率との相關程度にも、自ら差異を生ずるにあらざるやの疑あり。故に是等の關係を明にし、同時に是等諸學者の採れる樹冠長率と枝條率との相關程度と比較せんと欲し、胸高直徑と枝條率並樹冠長率と枝條率との本數分配表を作製せしに、何れも類似的傾向を示し、相關々係の存否並に其の程度を斷定すること困難なる場合あるを認めたり。

今アカマツ及カラマツの第一號標準地の本數分配表に付其一例を示せば、第一表並第二表の如し。(末尾に附す) 故に進んで相關係數を計算したるに、第三表の如くにして、樹冠長率と枝條率との關係は、リキタ松林並幼齡のアカマツ林及カラマツ林にありては、相關關係の存在を認識すること能はざるも、林齡十八年以上のアカマツ林の大部分及林齡二十三年のカラマツ林にありては、明に正の相關々係存するも、其關係は低次なるを知る。次に胸高直徑と枝條率との關係を見るに、アカマツ林中林齡十八年以下のもの四個及カラマツ林の殆ど全部は、相關々係の存在を認識すること能はず。其他は正の相關々係を示せるも、其關係は何れも低次なり。即ち樹冠長率と枝條率及胸高直徑と枝條率との關係は何れも低次にして、而も樹種により又は林齡によりては、相關々係の存在を認識し難き場合あるを知る。

第三 表

樹種	標準地番號	林齡	相關係數		樹種	標準地番號	林齡	相關係數	
			$r_{D.B\%}$	$r_{H.B\%}$				$r_{D.B\%}$	$r_{H.B\%}$
		16	$+0.14 \pm 0.05$	$+0.04 \pm 0.05$	リキタマツ	—	15	$+0.43 \pm 0.04$	$+0.13 \pm 0.05$

γ	I	18	+0.24±0.04	+0.36±0.04	γ	I	16	-0.13±0.06	+0.10±0.06
		23	+0.32±0.06	+0.48±0.06			23	+0.33±0.08	+0.47±0.07
	II	16	+0.21±0.05	+0.06±0.05		II	16	-0.18±0.07	+0.29±0.07
		18	+0.16±0.04	+0.34±0.04			23	+0.11±0.10	+0.27±0.09
		23	+0.40±0.06	+0.26±0.06		III	16	+0.08±0.07	+0.16±0.07
		18	+0.17±0.04	+0.22±0.04			23	+0.04±0.10	+0.38±0.08
γ	III	18	+0.07±0.05	+0.07±0.05	γ	IV	16	-0.28±0.08	-0.15±0.08
	IV	18	+0.14±0.04	+0.25±0.04		IV	23	+0.23±0.10	+0.38±0.07
	V	18	+0.11±0.04	+0.24±0.04					
	VI	18							

備考 表に γD, B%は胸高直径に對する重量枝條率の相關係數
 $\gamma \frac{H-h}{H}$ B%は樹冠長率に對する重量枝條率の相關係數

次に胸高直徑枝條率との間に於て、比較的高次の關係を示せるアカマツ林の第一號標準地及第二號標準地の林齡十八年以上のものに付、リキタ松林にて知り得たる關係式を適用し得るや否やを検したるに、實驗式は左の第四表の如き結果を得たり。但本計算に於ては胸高直徑階の兩極端に存し、本數一、二本にして例外の數字を示すと認めたるものは之を省略せり。

次に、右の實驗式に算出せる數値と實驗數とを對比するに、第五表の如くにして、此關係式は、大體に於て是等アカマツ林も適用し得る場合あることを知りたり。

第四表 枝條率曲線方程式

標準地 番 號	林 齡	アカマツ枝條率曲線方程式
I	18	$B \% = 74.027e^{-\frac{0.53227}{D}}$
	23	$B \% = 75.552e^{-\frac{2.22255}{D}}$
II	18	$B \% = 64.411e^{-\frac{0.2198}{D}}$
	23	$B \% = 74.142e^{-\frac{2.35506}{D}}$

林學會雜誌 第九卷 第七號

第一圖 胸高直徑=對スル重量枝條率ノ變化ヲ示ス
曲線圖

あかまつ(第一號標準地)

第五表 實驗數算出數對照表

胸高直徑階(寸)	ア						イ					
	第一號			標準地			第二號			標準地		
	林 齡			林 齡			林 齡			林 齡		
	本數	實驗數%	算出數%	本數	實驗數%	算出數%	本數	實驗數%	算出數%	本數	實驗數%	算出數%
1.0	1	(40.0)	—	—	—	—	1	(30.0)	—	—	—	—
1.5	11	55.0	51.9	—	—	—	4	58.8	55.9	—	—	—
2.0	25	55.6	56.7	—	—	—	24	56.3	57.7	—	—	—
2.5	48	58.9	59.8	1	(45.0)	—	60	58.2	59.0	2	(37.5)	—
3.0	49	59.3	62.0	5	34.0	36.0	66	56.2	59.9	4	35.0	33.8
3.5	60	64.8	63.6	9	36.1	40.0	46	59.9	60.5	11	38.2	37.8
4.0	25	64.6	64.8	21	44.0	43.3	24	64.4	61.0	24	42.5	41.1
4.5	9	67.2	65.8	23	51.5	46.1	11	61.4	61.3	22	41.4	43.8
5.0	2	(30.0)	—	20	49.5	48.4	1	(70.0)	—	15	44.0	46.3
5.5	1	(80.0)	—	8	49.4	50.4	—	—	—	8	50.0	48.3
6.0	1	(65.0)	—	6	49.2	52.2	1	(80.0)	—	6	53.3	50.1
6.5	—	—	—	3	56.7	53.7	—	—	—	6	49.2	51.6
7.0	—	—	—	1	(95.0)	—	—	—	—	1	(75.0)	—
7.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計	252	—	+ 5.7 — 4.9	97	—	+ 10.2 — 9.9	238	—	+ 6.6 — 6.4	100	—	+ 7.9 — 7.1
			+ 0.8			+ 0.3			+ 0.2			+ 0.8

備考 實驗數中の括弧を附したるは實驗式の算出に當り省略せし數字とす

次に林齡と枝條率との關係は材料に乏しく、遽に斷言を許さざるものもあるも、單に得たる結果よりすれば、林齡により大なる相違あるものの如し。(第五表並に第一圖参照)

五、胸高直徑と枝條重量との關係

一齊同齡の針葉樹林にありては、樹冠長率と枝條率並胸高直徑と枝條率との關係は、前節に記述せるが如く、樹種に依り又林齡により、一定の傾向を示さざる場合もあるも、胸高直徑と枝條重量との間には、高次の正の相關關係存すべきは、胸高直徑大なるもの程樹冠長も大に、且樹冠の擴張度も大なる傾向ある事實より、容易に窺知し得る所なるが、其相關の程度如何を知らんと欲し、胸高直徑階別、枝條重量階別、本數分配表を作製せしに、何れも左上より右下に向ふ對角線の附近に、最多本數は集中して現出し、且各胸高直徑階別平均枝條重量は、胸高直徑大となるに従ひて、益々大となる傾向あるを認む。アカマツ及カラマツ林の各第一號標準地の本數分配表に付、其一例を示せば第六表(末尾に附す)の如し。次に此等の本數分配表につき、胸高直徑と枝條重量との相關係數を算出したるに、第七表の如くにして、何れも高次の正の値を示せり。即ち各樹種を通して林齡の如何に關らず、胸高直徑大となるに従ひて、枝條重量大となる傾向は頗る顯著なるものあり。

茲に於て、更に進んで胸高直徑と枝條重量との關係を示す曲線式を調査したるに、大體に於て、原點を通過する指數曲線方程式たる、左の一般式を以て示し得るものなることを知りたり。

$$B = \alpha e^{\beta D - \frac{\gamma}{D}}$$

但 B = 枝條重量 D = 胸高直徑 α, β, γ = 常數 e = 自然對數の基數

前式は胸高直徑零なるときは枝條重量零となり、樹高が胸高以下の場合には適用し難きものなるも、實用上には支障なきものと思考す。次に前記一般式を適用して、各測定材料に付實驗式を算出したるに、左の第八表の如き結果を得たり。但本計算に當りては直徑階の兩極端に位置し、本數一、二本にして、例外の數字を示すと認めたるものは除外せり。

第 七 表

樹 種	標準地番 號	林 齡	$\gamma D. B$	樹 種	標準地番 號	林 齡	$\gamma D. B$
ア カ マ ツ	I	16	$+0.77 \pm 0.02$	リキタ マ ツ		15	$+0.81 \pm 0.02$
		18	$+0.73 \pm 0.01$	カ ラ マ ツ	I	16	$+0.76 \pm 0.02$
		23	$+0.71 \pm 0.03$			23	$+0.75 \pm 0.04$
	II	16	$+0.73 \pm 0.02$		II	16	$+0.79 \pm 0.03$
		18	$+0.85 \pm 0.01$			23	$+0.85 \pm 0.03$
		23	$+0.90 \pm 0.01$		III	16	$+0.82 \pm 0.02$
	III	18	$+0.87 \pm 0.01$			23	$+0.80 \pm 0.04$
	IV	18	$+0.92 \pm 0.01$		IV	16	$+0.87 \pm 0.02$
		18	$+0.89 \pm 0.01$			23	$+0.86 \pm 0.03$
	VI	18	$+0.89 \pm 0.01$				

備 考 $\gamma D. B$ は胸高直徑に對する枝條重量の相關係數

第 八 表 枝條重量と胸高直徑との關係に示す曲線方程式

樹 種	標準地番號	林 齡	曲 線 方 程 式
リキタマツ		15	$B = 3.0905e^{0.34203D} - \frac{4.3884}{D}$
ア カ マ ツ	I	16	$B = 11.5918e^{0.06144D} - \frac{4.3421}{D}$
		18	$B = 5.9354e^{0.32121D} - \frac{3.7998}{D}$
		23	$B = 37.111e^{0.10853D} - \frac{7.9906}{D}$
	II	16	$B = 3.730e^{0.26148D} - \frac{3.1923}{D}$
		18	$B = 4.3337e^{0.37913D} - \frac{3.3861}{D}$
		23	$B = 9.71e^{0.27532D} - \frac{5.8388}{D}$
	III	18	$B = 3.5044e^{0.37136D} - \frac{2.8633}{D}$
	IV	18	$B = 2.0313e^{0.44171D} - \frac{1.8976}{D}$
	V	18	$B = 5.937e^{0.30547D} - \frac{3.4058}{D}$

カ ラ マ ツ	VI	18	$B = 2.2515e^{0.43723D} - \frac{1.8374}{D}$
	I	16	$B = 0.11658e^{0.98506D} \pm \frac{0.05752}{D}$
		23	$B = 0.3274e^{0.65021D} - \frac{1.9606}{D}$
	II	16	$B = 3.1657e^{0.32091D} - \frac{3.2988}{D}$
		23	$B = 0.9332e^{0.45497D} - \frac{3.0986}{D}$
	III	16	$B = 1.3464e^{0.43034D} - \frac{2.5632}{D}$
		23	$B = 0.00381e^{1.18553D} + \frac{7.1365}{D}$
	IV	16	$B = 4.9696e^{0.25814D} - \frac{3.5525}{D}$
		23	$B = 1.1966e^{0.43222D} - \frac{4.1469}{D}$

備考 式中 B は枝條重量(單位貫) D は胸高直徑(單位寸) e は自然對數の
基數

次に第八表實驗式を以て算出したる數値と、實驗數とを比較するに、第九表の如くにして、前記一般式は各樹種各測定時を通して、一の例外なく事實に適合するを得たり。參考の爲にアカマツ及カラマツの第一號標準地の材料に付、胸高直徑に對する枝條重量の關係を圖示し、實驗數と算出數の關係を比較するに、第二圖の如くにして、如何に前式がよく事實に適合せるかを窺知するを得べし。

次に林齡と枝條重量との關係を見るに、第九表並第二圖に明なる如く、同一胸高直徑階別枝條重量も亦林齡により異なるもの如し。林の取扱と枝條重量との關係は、供試材料が全部間伐木なる關係上、間伐度合の相違より來れる差なりや、或は林の取扱の相違により生じたる差なりや明確を缺くものもあるも、單に得たる結果よりすれば、アカマツ林にありては、疎立區程枝條量大なるにはあらざるやを疑はしむ。

六、胸高直徑階別枝條重量表の調製

胸高直徑階別平均枝條重量は、前述の如く林齡により又は林地の異なるによりて、多少其値を異にするものなるを以て、比較的正确なる結果を得んと欲せば、各林分毎に標準木を選定して、曲線式を使用し、又は圖上平均法等によりて、各直徑階別平均枝條重量を求め、以て總枝條量を算出するか、林齡及地位の關係を考慮して作

第二圖 胸高直徑に對する枝條重量變化を示す曲線圖

第九表 實驗數、算

論 說 一 齊同齡の針葉樹林内に於ける各單立木の枝條量に就て(佐多)

胸高直徑階(寸)	ア カ											
	第一號標準地									第二號標準地		
	林齡16年			林齡18年			林齡23年			林齡16年		
	實驗數實	算出數實	較差實	實驗數實	算出數實	較差實	實驗數實	算出數實	較差實	實驗數實	算出數實	較差實
1.0	—	—	—	(0.0)	—	—	—	—	—	0.3	0.2	+0.1
1.5	0.7	0.7	0.0	0.7	0.8	-0.1	—	—	—	0.5	0.7	-0.2
2.0	1.5	1.5	0.0	1.7	1.7	0.0	—	—	—	1.2	1.3	-0.1
2.5	2.2	2.4	-0.2	3.0	2.9	+0.1	2.5	2.0	+0.5	2.1	2.0	+0.1
3.0	3.5	3.3	+0.2	4.2	4.4	-0.2	3.5	3.6	-0.1	3.0	2.8	+0.2
3.5	4.0	4.2	-0.2	6.4	6.2	+0.2	4.8	5.5	-0.7	3.9	3.7	+0.2
4.0	—	5.0	—	18.3	8.3	0.0	7.5	7.8	-0.3	4.4	4.8	-0.4
4.5	6.0	5.8	+0.2	(10.8)	10.8	0.0	10.5	10.2	+0.3	—	—	—
5.0	—	—	—	(16.5)	—	—	13.0	12.9	+0.1	—	—	—
5.5	—	—	—	(17.0)	—	—	15.7	15.8	-0.1	—	—	—
6.0	—	—	—	(18.5)	—	—	17.8	18.8	-1.0	—	—	—
6.5	—	—	—	—	—	—	23.2	22.0	+1.2	—	—	—
7.0	—	—	—	—	—	—	(43.0)	—	—	—	—	—
7.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計			+0.4 -0.4 0.0			+0.3 -0.3 0.0			+2.1 -2.2 -0.1			+0.6 -0.7 0.1

胸高直徑階(寸)	リキダマツ			カ ラ									
				第一號標準地						第二號標準地			
				林齡15年			林齡16年			林齡23年			林
	實驗數實	算出數實	較差實	實驗數實	算出數實	較差實	實驗數實	算出數實	較差實	實驗數實	算出數實	較差實	實驗數實
1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.5	0.2	0.3	-0.1	0.5	0.5	0.0	—	—	—	0.6	0.6	0.0	—
2.0	0.7	0.7	0.0	0.9	0.9	0.0	0.5	0.5	0.0	1.4	1.3	+0.1	—
2.5	1.5	1.3	+0.2	1.4	1.4	0.0	0.7	0.8	-0.1	2.2	2.2	0.0	0.5
3.0	2.1	2.0	+0.1	2.1	2.3	-0.2	1.3	1.2	+0.1	3.1	3.2	-0.1	2.0
3.5	2.8	2.9	-0.1	4.0	3.7	+0.3	1.7	1.8	-0.1	4.5	4.3	+0.2	1.9
4.0	4.0	4.1	-0.1	—	—	—	2.4	2.7	-0.3	4.0	5.7	-1.7	2.5
4.5	5.5	5.4	+0.1	—	—	—	4.4	3.9	+0.5	10.0	7.4	+2.6	3.8
5.0	(9.8)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.4
5.5	—	—	—	—	—	—	(8.0)	—	—	—	—	—	6.0
6.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0
6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計			+0.4 -0.3 +0.1			+0.3 -0.2 +0.1			+0.6 -0.5 +0.1			+2.9 -1.8 +1.1	

備考 實驗數中括弧を附したるは曲線式の算出に當り省略せし數字とす

第十表 胸高直徑階別平均枝條重量表

胸高直徑 (寸)	ア カ マ ツ			カ ラ マ ツ		
	本數	平均枝條重量 (貫)	標準偏差	本數	平均枝條重量 (貫)	標準偏差
1.0	21	0.64±0.04	0.27±0.03	8	0.25±0.06	0.25±0.04
1.5	100	0.91±0.04	0.57±0.03	17	0.47±0.03	0.21±0.02
2.0	265	1.68±0.03	0.72±0.02	93	1.05±0.03	0.46±0.02
2.5	431	2.79±0.03	0.97±0.02	134	1.71±0.04	0.64±0.03
3.0	419	4.16±0.04	1.35±0.03	115	2.33±0.07	0.97±0.05
3.5	307	4.90±0.06	1.68±0.05	84	2.54±0.09	1.24±0.06
4.0	233	8.25±0.11	2.50±0.08	55	2.94±0.11	1.22±0.08
4.5	125	10.57±0.20	3.27±0.14	38	4.12±0.15	1.40±0.11
5.0	63	13.17±0.26	3.04±0.18	26	4.60±0.15	1.18±0.11
5.5	27	17.28±0.48	3.70±0.33	13	6.38±0.29	1.57±0.21
6.0	16	19.00±0.71	4.18±0.50	3	8.00	—
6.5	9	22.50±0.54	2.40±0.38	2	8.00	—
7.0	2	28.5	—	—	—	—
7.5	1	27.5	—	—	—	—
計	2019	—	—	588	—	—

製せる枝條重量表により、算出せざるべからざるものなるも、實驗材料に乏しく、一般に應用し得べき枝條重量表を作製し得ざるも、實用上は、斯くの如く正確なる結果を要求せざる場合あり。斯る場合の應用の便に供せんが爲めに、林齡並に林地を異にせる供試材料の全部即ちアカマツは、二〇一九本、カラマツは五八八本の材料を使用して、胸高直徑階別枝條重量表を調製せんと欲し、本數分配表を作製せしに、各直徑階別枝條重量は、比較的大なる擴り (dispersion) を示し、従つて標準偏差も大なるも、平均枝條重量は明に胸高直徑に伴ひて増大し、胸高直徑と枝條重量との間には、正の相關々係の存在を認むるを得たり。(第十表)を参照。

試に相關係數を計算したるに、左の如くにして、何れも高次の數値を示せり。

$$r_{\text{カマツ}} \quad r_{D, B} = +0.88 \pm 0.003$$

$$r_{\text{カラマツ}} \quad r_{D, B} = +0.77 \pm 0.01$$

次に前記の胸高直徑と枝條重量との關係式を適用して、簡易法により、實驗式を求めたるに、左の如き結果を得たり。

$$r_{\text{カマツ}} \quad B_{\text{貫}} = 4.809e^{-0.31193D} - \frac{3.0865}{D}$$

第三圖 胸高直徑に對する枝條重量變化の曲線圖

第十一表 實驗數算出數對照表

胸直徑寸 高階	ア カ マ ツ				カ ラ マ ツ			
	本 數	實驗數 (貫)	算出數 (貫)	較 差 (貫)	本 數	實驗數 (貫)	算出數 (貫)	較 差 (貫)
1.0	21	0.6	0.3	+ 0.3	8	0.3	0.3	0.0
1.5	100	0.9	1.0	- 0.1	17	0.5	0.6	- 0.1
2.0	265	1.7	1.9	- 0.2	93	1.1	1.0	+ 0.1
2.5	431	2.8	3.1	- 0.3	134	1.7	1.5	+ 0.2
3.0	419	4.2	4.5	- 0.3	115	2.3	2.0	+ 0.3
3.5	307	5.9	6.1	- 0.2	84	2.5	2.6	- 0.1
4.0	233	8.3	8.0	+ 0.3	55	2.9	3.3	- 0.4
4.5	125	10.6	10.2	+ 0.4	38	4.1	4.1	0.0
5.0	63	13.2	12.8	+ 0.4	26	4.6	5.0	- 0.4
5.5	27	17.3	15.9	+ 1.4	13	6.4	6.0	+ 0.4
6.0	16	19.0	19.6	- 0.6	3	8.0	7.3	+ 0.7
6.5	9	22.5	23.9	- 1.4	2	8.0	8.7	- 0.7
7.0	2	(38.5)	—	—	—	—	—	—
7.5	1	(27.5)	—	—	—	—	—	—
計	2019	—	—	+ 2.8 - 3.1 - 0.3	588	—	—	+ 1.7 - 1.7 0.0

前式により、求め得たる數値と實驗數とを比較するに、第十一表の如くにして、アカマツは較差の正負の現出稍偏し過ぐるの感なしとせざるも、大體に於て實用に供し得べきものと認む。(第三圖参照)

前式を以て、胸高直徑階別平均枝條重量を算出し、日本度量衡によるものは、胸高直徑階は五分間隔として、五分以上八寸迄枝條重量は貫單位として、單位以下二位迄、米法によるものは胸高直徑階は一纏間隔として、一纏以上二四纏迄、枝條重量は疋單位として、單位以下二位迄示せば、第十二表の如し。

茲に注意を要するは、(一)供試材料は何れも林齡二十年前後の林分の間伐木なるを以て、(間伐本數率四五%内外)本表も亦、林齡二十年前後の林分に應用すべきものなること、(二)アカマツ林は既往に於ける生長關係山本博士調製のアカマツ林收穫表三等地に該當し、枝條量比較的大なる林分なるを以て、本表も亦枝條量の欠なる林分にあらずれば應用し難きこと、(三)本表は、多數の枝條量の算出には應用し得るも、個樹の枝條量の算出に應用するときは、誤差を生

$$\text{カラマツ} \cdot B_{\text{貫}} = 1.6682e^{0.30607D - \frac{2.19867}{D}}$$

第十二表 胸高直徑階別枝條重量表

其一 日本度量衡單位

其二 メートル法

胸高直徑 (寸)	枝條重量(貫)	
	アカマツ	カラマツ
0.5	0.01	0.02
1.0	0.30	0.25
1.5	0.99	0.61
2.0	1.95	1.02
2.5	3.11	1.49
3.0	4.49	2.01
3.5	6.10	2.60
4.0	7.99	3.28
4.5	10.22	4.06
5.0	12.84	4.96
5.5	15.94	6.02
6.0	19.60	7.26
6.5	23.93	8.70
7.0	29.05	10.33
7.5	35.15	12.35
8.0	42.27	14.66

胸高直徑 (釐)	枝條重量(匁)	
	アカマツ	カラマツ
1.0	0.00	0.01
2.0	0.21	0.28
3.0	1.10	0.87
4.0	2.66	1.77
5.0	4.71	2.73
6.0	7.15	3.78
7.0	9.93	4.90
8.0	13.04	6.10
9.0	16.50	7.41
10.0	20.34	8.82
11.0	24.62	10.37
12.0	29.33	12.06
13.0	34.65	13.93
14.0	40.53	15.99
15.0	48.09	18.26
16.0	54.43	20.76
17.0	62.60	23.54
18.0	71.73	26.61
19.0	81.93	30.02
20.0	93.32	33.03
21.0	106.05	37.99
22.0	120.27	42.63
23.0	136.16	47.79
24.0	153.90	53.51

にありては、低次ながら、正の相關々係の存在を認識し得る場合ありて、其關係はリキダ松と同様に、 $B\% = \frac{B}{D}$ なる一般式を以て示し得べきこと、而して枝條率は林齡により異なるものの如きこと。

三、胸高直徑と枝條重量との間には、各樹種各林齡を通して、常に高次の正の相關々係存し、其關係は $B = aD - \frac{\gamma}{D}$ なる一般式を以て示し得べきこと、而して同一胸高直徑階別枝條重量も亦、林齡により又は林分により異なるべきこと。

四、故に枝條量は樹冠長率又は胸高直徑に關係せしめたる枝條率によりて算出するよりも、林齡及立地の關係を考慮して調製せる枝條重量表によるか、又は林分毎に標準木を選定して其枝條重量を測定し、圖上平均其他の方法によりて、各直徑階別平均枝條重量

する場合あるべきこと等なり。

七、摘要

以上記述し來りし所を摘要すること左の如し。

一、既往に於て、諸先輩が枝條率の函數と認められたる樹冠長率と、枝條率との關係は、樹種又は林齡により認め難き場合あること。

二、胸高直徑と枝條率との關係も、亦樹種により又は林齡により、認め難き場合あるも、胸高直徑に伴ひ、樹高の増大する割合比較的緩慢なるアカマツ林

第二表 カラマツ(林齡二三年)重量枝條率分配表

(二) 胸高直徑階別重量枝條率階別本數分配表

枝條率(%) 直徑(寸)	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	計	平均
2.0					1							1	18.0
2.5		1	—	1	—	1						3	15.0
3.0	1	—	1	5	—	2	1	1	1	—	1	13	19.4
3.5	1	—	4	6	7	2	—	3	—	1		24	17.9
4.0				4	4	4	2	1	1	—		16	20.1
4.5							2	1	2	—		5	27.0
5.0										—		—	—
5.5										1		1	33.0
計	2	1	5	16	12	9	5	6	4	2	1	63	

(一) 樹冠長率階別重量枝條率階別本數分配表

枝條率(%) 樹冠長率%	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	計	平均
15	1											1	6.0
20	—											—	—
25	—	1										1	9.0
30	—	—	—	3	1	—	—	—	1			5	18.6
35	1	—	2	5	3	1	—	—				12	15.0
40			—	4	4	3	—	1				12	18.5
45			3	3	2	2	3	3	1	1		18	20.8
50				—	2	3	1	1	—	—		7	21.4
55				1	—	—	1	1	—	1		4	24.8
60									1	—	1	2	33.0
65									1			1	30.0
計	2	1	5	16	12	9	5	6	4	2	1	63	

を求め、總枝條重量を算出するの勝れること。
五、第十二表に示せる各直徑階別枝條重量表は、林齡二十年前後のカラマツ林、並に枝條量大なる林齡二十年前後のアカマツ林に適用し得べきこと。(昭和二年六月林業試験場にて稿す)

第一表 アカマツ(林齢一八年)重量枝條率分配表

(一) 樹冠長率階別、重量枝條率階別本數分配表

枝條率% 樹冠長率%	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	計	平均
30				1	1	—	—	1	2	1	—	—	—				2	42.5
35				—	2	—	—	1	1	1	—	—	—	1			5	56.0
40				1	—	1	3	1	6	6	—	—	—	—			10	57.5
45				—	5	6	4	6	11	4	2	4	5	—	1		47	59.7
50	1	1	2	7	5	9	9	5	4	4	2	2	3	—	1	1	52	60.5
55		1	2	4	6	9	8	5	8	2	1	3	1	2	—	—	36	62.5
60			—	2	2	5	4	4	3	—	3	2	3	4	—	—	23	74.6
65					1	1	2	2	—	—	—	1	—	—	1	1	3	91.7
70									1				2				3	78.3
75									—				—					
計	1	2	6	24	22	31	30	24	36	14	12	20	14	9	4	3	252	

(二) 胸高直徑階別重量枝條率階別本數分配表

枝條率% 直徑(寸)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	計	平均
1.0				1	—	2	—	1	2	—	1	—	1				1	40.0
1.5				3	—	6	—	2	1	—	—	3	1				11	55.0
2.0	1	—	1	1	5	4	4	4	10	1	—	4	1				25	55.6
2.5		1	—	2	2	10	8	7	11	2	1	2	1	2	—		48	58.9
3.0		1	3	9	7	3	10	8	8	3	3	4	3	3	—	1	69	59.3
3.5		—	1	2	3	2	8	2	3	8	2	2	4	1	2	—	60	61.8
4.0				1	5	1	3	2	2	—	2	3	3	—	—	1	25	64.6
4.5					—		1	—	1	—	—	2	1	—	—	—	2	67.2
5.0				1					—	—	—	1	—	—	—	1	9	90.0
5.5									—	—	—		—	—	—		2	80.0
6.0									1								1	63.0
計	1	2	6	24	22	31	30	24	36	14	12	20	14	9	4	3	252	

第六表 胸高直徑階別、枝條重量階別本數分配表

其一 アカマツ (林齡 18 年)

[illegible]

其二 カラマツ (林齡 23 年)

枝條重量(圓)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	計	平均 (圓)
2.0	1	1															1	0.5
2.5	2	6		2	1												3	0.7
3.0	2	4		9	1	1											13	1.3
3.5	1		2	6	3	6			2	—	1					1	24	1.7
4.0			1				1	1									16	2.4
4.5																	5	4.4
5.0																	—	—
5.5																	1	8.0
計	6	11	11	17	5	7	1	1	2	—	1	—	—	—	—	1	63	