



北海道林業試験場時報

第 1 9 號

昭和 14 年 3 月 31 日

北海道林業試験場

序

本報は立木材積査定の正確度が森林施業の合理化並に商取引の公正を期する上に影響大なるに拘らず、本道、樺太に於ける現行針葉樹立木材積表は各官廳に依りかなりの相違を有する事實に鑑み比較検討する要あり、技師松井善喜、技手坪松虎雄をして調査せしめたるものにして、立木材積査定上参考となるべきものと認め、茲に時報として掲ぐることをす。

北海道林業試験場長

林學博士 石 原 供 三

北海道樺太産針葉樹の立木材積表に就て

技師 松 井 善 喜

技手 坪 松 虎 雄

目 次

緒 言	1
I 北海道、樺太産針葉樹の現行立木材積表	1
II 野幌産トドマツの胸高並に目通形数	2
(1) 調査資料に対する検討	2
(2) 調査方法	6
(3) 調査成績	12
i) 樹高階別胸高形数	12
ii) 測點高に依る形数の差異	16
III 現行立木材積表に対する検討	22
(1) 北海道廳目通形数表	22
(2) 樺太廳材積表	24
(3) 帝室林野局胸高形数表	26
(4) 野幌試験林に対する各種材積表の誤差	30
IV 舊材積表と現材積表との關係	32
V 結 び	83
附 圖 表	36

緒 言

立木材積査定の正確度は森林施業の集約、合理化と商取引の公正とを期する上に重要な意義を有する。本道、樺太に於ける現行針葉樹立木材積表を觀るに、均しくトドマツ、エゾマツを對象とするにも拘らず、其數値は諸官廳に依り可成相違して居る。然し之が正確度に對する検討は多數資料の統計を要するのみならず、其所管區域の地況、林況の相違等をも考慮する必要があるから、野幌試験林産トドマツに關する僅少な資料に依つて簡単に可否を論じ得ないのは勿論であるが、測點に依る形數値の差異、算定方法に依る誤差及び既往の調査資料等に基いて之を吟味することは必しも徒爾でないと思ふ。殊に現下時局經濟體制に依るバルブ資材、鑛木材等の需要激増と材價昇騰の際には材積査定に對する疑點に就て充分検討、是正する必要を感ずる。

I 北海道、樺太産針葉樹の現行立木材積表

本道、樺太産針葉樹の立木材積の査定には次の諸方法が用ひられて居る。

(1) 測 點

直徑を測る位置は各官廳に依つて相違して居る。

A. 地上 1.2m 高を測點とするもの——帝室林野局。

B. 地上 1.3m 高を測點とするもの——樺太廳、大學演習林。(但し北海道帝國大學)

C. 地上 1.5m 高を測點とするもの——北海道廳。

(2) 材積表の様式

A. 直徑の函數として直ちに材積を算出し得るもの——大學演習林。

B. 樹高曲線に依り地位級を分ち、各地位級毎に直径の函数として單材積を算出するもの——樺太廳。

C. 樹高階別形數表より直径と樹高の函数として材積を算出するもの——帝室林野局、北海道廳。

II 野幌産トドマツの胸高並に目通形數

(1) 調査資料に対する検討

調査資料はトドマツ收穫表調製用として昭和10年以降樹幹拆解に供せる資料89本並に昭和11年10月4日の大暴風雨に因て生ぜるトドマツ風倒木160本を用いた。供試木は當試験林の各異地況、林況に跨つて選定せる故に、供試本數は多くないが、略標準を得たる平均値と見て大過ないと思ふ。

次に形數の査定に當り、之に影響を及ぼす環境因子、樹齡、生育状況を明らかにして、本調査資料が本道、樺太に於ける針葉樹林に對し如何なる位置にあるやを豫め検討する必要がある。

A. 野幌試験林の環境

當試験林は溫帶北部に位する丘陵林で、樹高生長に影響ある風速度は年平均 3.2m/sec に及び、本道中概して強風地域に屬する。

B. 樹高曲線

材積の査定に當り形數は主として樹高の函数として用ひられ、又材積は直径、樹高及び形數に依つて査定せらるゝから、樹高曲線に對して検討し置く必要がある。

當試験林のトドマツ一齊林分の樹高曲線を見るに、第1表の如く尾根通風衡區と中央背梁部平坦地との間には可成りの差異を有するが、之を樺太廳材積表（地位七等分）と比較すれば略地位 III—V 等地に當り、即ち中庸の林分に相當する。次に形數に用ひた資料 162 本と測點高に依る直径の相違に關する調査資料 528 本とは第2表の

如く樹高の差異が極めて尠ないから、同一資料と見做して合算するに、之が平均樹高曲線は中島博士の調査成績に比し徑級大となるに従ひ低減する傾向がある。

第1表 地位別樹高曲線

調査 區 別	野幌ト ドマツ 一齊林 I等地	樺太 針葉樹 III等地	野幌ト ドマツ 一齊林 II等地	樺太 針葉樹 IV等地	野幌ト ドマツ 一齊林 III等地	樺太 針葉樹 V等地	摘 要
cm	m	m	m	m	m	m	
20					16.5	14.9	野幌トドマツ
22					17.3	15.8	一齊林
24					18.0	16.6	I等地
26			20.6	18.7	18.7	17.3	$H = \frac{D - 4.99046}{0.08707 + 0.03176D}$
28			21.2	19.5	19.3	18.0	II等地
30	24.1	21.6	21.7	20.1	19.8	18.6	$H = \frac{D - 3.86522}{0.23794 + 0.03216D}$
32	24.5	22.3	22.2	20.8	20.2	19.3	III等地
34	24.9	23.0	22.6	21.4	20.7	19.8	$H = \frac{D - 3.15763}{0.34411 + 0.03381D}$
36	25.2	23.6	23.0	22.0	21.0	20.4	樺太針葉樹樹高曲線は樺
38	25.5	24.2	23.4	22.5	21.4	20.9	太廳針葉樹單木材積表に
40	25.8	24.7	23.7	23.1	21.7	21.4	依る。
42	26.1	25.3	24.0	23.5	22.0	21.8	
44	26.3	25.7	24.3	24.0	22.3	22.3	
46	26.5	26.2	24.5	24.5	22.6	22.7	
48	26.7	26.6	24.8	24.9	22.8	23.1	
50	26.9	27.1	25.0	25.3			
52	27.0	27.5	25.2	25.7			
54	27.2	27.9					
56	27.4	28.2					

第2表 野幌産トドマツ樹高曲線

$$\text{曲線式 } H_m = 1.1811D^{1.34187} \times 0.8665$$

胸高直徑 (cm)	形 數 調 査 資 料						測 點 に 依 る 直 徑 差 率 資 料		總 計		曲線式に依る		實測値	本道産
	樹幹折解木		風倒木		合 計		本 數	樹高 (m)	本 數	樹高 (m)	算出値 (m)	との差 (m)	針葉樹	(m) *
	本數	樹高 (m)	本數	樹高 (m)	本數	樹高 (m)								
6	1	6.60	—	—	1	6.60	30	6.59	31	6.60	6.16	-0.44	—	—
8	3	6.51	2	7.30	5	6.82	37	7.70	42	7.66	8.07	+0.41	7.54	—
10	2	8.77	1	8.85	3	8.80	37	9.43	40	9.38	9.82	+0.44	9.20	—
12	5	10.93	1	9.30	6	10.66	41	10.83	47	10.80	11.43	+0.63	10.76	—
14	2	15.07	2	11.60	4	13.34	26	12.50	30	12.61	12.91	+0.30	12.23	—
16	3	15.44	2	15.15	5	15.33	16	14.54	21	14.73	14.26	-0.47	13.61	—
18	3	18.82	5	16.56	8	17.41	14	15.24	22	16.03	15.50	-0.53	14.91	—
20	3	19.97	2	17.85	5	19.12	18	16.59	23	17.14	16.64	-0.50	16.14	—
22	2	18.31	3	18.29	5	18.30	23	17.88	28	17.96	17.69	-0.27	17.31	—
24	4	19.78	6	18.23	10	18.85	19	18.87	29	18.86	18.64	-0.22	18.41	—
26	5	19.65	5	19.83	10	19.74	16	19.91	26	19.85	19.52	-0.33	19.45	—
28	2	22.00	5	19.59	7	20.28	18	20.85	25	20.69	20.32	-0.37	20.43	—
30	—	—	7	20.26	7	20.26	22	21.17	29	20.96	21.05	+0.09	21.37	—
32	6	21.94	10	21.69	16	21.78	20	22.03	36	21.94	21.72	-0.22	22.25	—
34	7	22.33	7	20.51	14	21.42	20	22.64	34	22.14	22.33	+0.19	23.10	—
36	7	21.93	12	22.00	19	21.98	27	22.83	46	22.48	22.89	+0.41	23.89	—
38	2	22.94	8	21.31	10	21.63	21	23.62	31	22.98	23.41	+0.43	24.65	—
40	3	24.08	16	24.34	19	24.30	15	23.67	34	24.02	23.87	-0.15	25.37	—
42	5	22.12	12	23.32	17	22.97	19	24.42	36	23.73	24.29	+0.56	26.05	—
44	4	23.29	9	24.41	13	24.07	9	24.08	22	24.07	24.67	+0.60	26.70	—
46	4	26.36	10	24.39	14	24.95	16	25.13	30	25.04	25.01	-0.03	27.32	—
48	4	25.95	8	24.32	12	24.86	13	25.81	25	25.35	25.32	-0.03	27.90	—
50	2	27.18	6	24.13	8	24.89	6	25.14	14	25.00	25.60	+0.60	28.46	—
52	1	25.85	8	26.29	9	26.24	10	26.52	19	26.39	25.84	-0.55	28.99	—
54	2	26.63	6	24.78	8	25.24	5	26.65	13	25.78	26.06	+0.28	29.50	—
56	1	28.30	3	26.55	4	26.99	7	26.06	11	26.40	26.26	-0.14	29.97	—
58	1	26.93	2	26.90	3	26.91	5	25.99	8	26.34	26.42	+0.08	30.42	—
60	—	—	2	27.51	2	27.51	4	26.91	6	27.11	26.57	-0.54	30.85	—
62	—	—	—	—	—	—	4	26.73	4	26.73	26.69	-0.04	31.30	—
64	—	—	—	—	—	—	3	27.88	3	27.88	26.80	-1.08	31.65	—
66	—	—	—	—	—	—	7	26.55	7	26.55	26.88	+0.33	32.03	—

標準誤差 = 0.4265 蓋然誤差 = 0.2877

+ 5.35
- 5.91

摘 要 *中島廣吉博士著 北海道産針葉樹に関する樹高曲線 北海道林業會報 大正14年

$$H_m = 1.113D^{1.19691} \times 0.81566$$

C 樹齡並に生長状態

形數値に影響する樹齡を見るに0.3m高伐痕に於ける年輪數は第3表の如く70年前後のものが多く、亦連年樹高生長も減退に傾くものが多い。従て本値は樹齡並に生長経路より見て平均値と稱し得ないが爲、小出、中島兩博士が二十數年前當試驗林のトドマツに就て調査した形數を合算して、この點に補正を加へたから經濟的施業の對象たる主林木に就ては偏倚の少ない數値として論じ得ると思ふ。

第3表

野幌産トドマツ形數調査木樹齡一覽表

風倒木、樹幹折解木合計 胸高直徑 10~60cm

伐痕に於ける 年 輪 數	本 數	伐痕に於ける 年 輪 數	本 數
46	1	100	1
49	—	105	2
52	—	110	—
55	5	115	—
58	6	120	3
61	11	125	2
64	15	130	1
67	35	135	1
70	62	140	4
73	43	145	4
76	6	150	3
79	8	155	3
82	6	160	—
85	9	165	—
88	4	170	1
91	2	—	—
94	2	—	—
97	—	—	—

摘 要 伐痕は 0.3m 高とす。

(2) 調査方法

幹材積の査定は樹幹折解木、風倒木共中島博士著樹幹折解を用ひ、Huber 氏式に依り 2m 毎に區分求積せるもので、風倒木の場合は輪尺使用困難の爲めテープで圓周を測定し、0.3m 高伐痕のみ八方向に直径を實測した。本調査の幹材積は 0.3m 以下の幹足材積を加算せる地上樹幹全材積を示すものである。

A. 調査方法に對する検討

テープ測定は第4表の如く、輪尺測定に比し直径に於て約2%内外、斷面積に於て約4%内外過大となる。概して小徑木は大徑木よりも誤差率が大である。テープ測定誤差は精密周到を缺く時、殊に樹皮粗澁なる老木、衰退木に於ては一層過大となる虞あるが、風倒木に關する調査は可及的慎重を期したから、之が測定誤差は第4表の數値を超ゆるとしても極めて僅少なることと信ずる。而して測定は各區分を通じてテープを用ひた爲、其の誤差は各測點とも大差なく、從て幹材積としては4%内外過大となるが、樹幹形數としては1%内外の差異を見るに過ぎない。從て他の因子の影響に比すれば以上の如き測定操作に依る誤差は殆んど免諒し得らるゝから樹幹折解に依る資料と合算して形數を査定したのである。

第4表 テープ測定の直径、材積、胸高形數に及ぼす誤差

供試 本數	直径級 (cm)	測點高 (m)	樹幹折解 に依る 平均直径 (cm)	テープ測 定直径と 同右との 差(+cm)	テープ測定に依る 直径 誤差率 (+%)	斷面積 誤差率 (+%)	樹幹折 解査定 (A)	テープ 測定 (B)	$\frac{B-A}{A} \cdot 100$ (%)
5	10	0.3	9.00	0.44	4.33	8.85	材 積		
		1.3	8.40	0.23	2.74	5.56	0.0219 _{rm} 0.0230 _{rm} + 5.02		
		3.3	6.16	0.16	2.60	5.28	胸高形數		
		5.3	4.27	0.13	3.04	6.20	0.5840 0.5808 - 0.55		
		(6.82)							
9	15	0.3	17.23	1.07	6.21	14.04	材 積		
		1.3	15.61	0.38	2.43	4.93	0.1647 _{rm} 0.1733 _{rm} + 5.22		
		3.3	14.67	0.30	2.04	4.13	胸高形數		
		5.3	13.38	0.33	2.47	4.99	0.5596 0.5596 0.0		
		7.3	12.27	0.25	2.04	4.12			
9	25	0.3	29.31	2.01	6.86	14.18	材 積		
		1.3	25.35	0.57	2.25	4.55	0.5322 _{rm} 0.5569 _{rm} + 4.64		
		3.3	23.48	0.35	1.49	3.00	胸高形數		
		5.3	22.24	0.41	1.84	3.72	0.5261 0.5266 + 0.10		
		7.3	20.91	0.44	2.10	4.25			
11	35	0.3	44.57	1.91	4.29	8.75	材 積		
		1.3	34.91	0.55	1.58	3.18	1.1008 _{rm} 1.1343 _{rm} + 3.04		
		3.3	32.32	0.38	1.18	2.37	胸高形數		
		5.3	30.72	0.32	1.04	2.09	0.5128 0.5119 - 0.18		
		7.3	28.99	0.38	1.31	2.64			
4	45	0.3	58.98	2.57	4.36	8.90	材 積		
		1.3	47.62	0.88	1.85	3.73	2.2383 _{rm} 2.2997 _{rm} + 2.78		
		3.3	43.35	0.65	1.50	3.02	胸高形數		
		5.3	41.83	0.40	0.96	1.92	0.4752 0.4707 - 0.95		
		7.3	39.48	0.45	1.14	2.29			

B 形数算出方法に對する検討

形数は直径、樹高、直径率、樹幹曲線指數等の函数として算出せられる。之を大別すれば次の如くである。

i) 樹幹曲線指數の函数とする場合

標準的樹幹曲線を定め、之より求積式を導いて、數理的に形数を得んとする方法である。

$$\text{Kunze 氏の式 } f = \frac{1}{\gamma+1} \left(\frac{h}{h-b} \right)^\gamma \quad \text{但し } \gamma = \text{樹幹曲線指數} \\ b = \text{胸高}$$

$$\text{和田氏の式 } f = \frac{m}{m+1} \cdot \frac{n^m}{n^m-1} \quad \text{但し } m = \text{樹幹曲線指數} \\ n = \frac{h}{b}$$

$$\text{戸澤氏の式 } f = \frac{\left(\frac{1}{0.2} \right)^\gamma}{1+\gamma} \cdot \frac{d_{0.2}}{d_b} \quad \text{但し } d_{0.2} = \text{樹高率 } 0.2 \text{ に} \\ \text{於ける直径} \\ d_b = \text{胸高直径}$$

ii) 直径率並に樹高の函数とする場合

$$\text{Kunze 氏の式 } f = \frac{\delta}{d_b} \alpha + \frac{\beta}{h} - \gamma \quad \text{但し } \delta = \text{中央直径}$$

$$\text{小出氏の式 } f = \frac{\delta}{d_{1.3}} \times \left(\alpha + \frac{\beta}{h} \right)$$

トマツに關しては $\alpha = 0.667448$; $\beta = 0.752385$

iii) 直径率の函数とする場合

$$\text{Schiffel 氏の式 } f = \frac{\frac{1}{2}q_0^2 + q_1^2 + q_2^2 + 2q_3^2}{4}$$

$$\text{但し } q_0 = \frac{d_0}{d_b}, \quad q_1 = \frac{d_1}{d_b}, \quad q_2 = \frac{d_2}{d_b}, \quad q_3 = \frac{d_3}{d_b}$$

iv) 直径並に樹高の函数とする場合

$$\text{山本氏の式 } f = K h^{K_1} d^{K_2}$$

v) 樹高の函数とする場合

樹高の逆数を函数とせる二次拋物線式

$$f = \alpha + \frac{\beta}{h} + \frac{\gamma}{h^2} \quad \text{又は } f = ah^{-b}$$

vi) 直径の函数とする場合

直径の逆数を函数とせる二次拋物線式

以上の中、i) ii) iii) の方法は理論上合適するも、實地調査に際しては直径率又は樹幹曲線指數の査定困難な爲に應用性が尠なく、殊に本道、樺太の如き天然林に於ては瑕疵木の蓄積が多く、之が收材率に及ぼす影響大なる爲、調査工程を犠牲にして材積査定の正確を望むことは考慮を要する。

以上直径、樹高及び直径率と形数との相關程度を検討するに次の如くである。

樹高に對する形数の相關比

測 點 (m)	相 關 比	供 試 木
1.5	0.7235±0.0374	風倒木162本
1.3	0.7241±0.0373	〃
1.2	0.6704±0.0432	〃

直径に對する形数の相關比

1.5	0.8000±0.0283	風倒木162本
1.3	0.8368±0.0236	〃
1.2	0.7981±0.0285	〃

樹高に對する形数の相關比

1.3	0.9144±0.0182	樹幹折解木81本
-----	---------------	----------

直径に對する形数の相關比

1.3	0.9156±0.0181	樹幹折解木81本
-----	---------------	----------

樹高に對する形数の相關比

1.3	0.8021±0.0229	風 倒 木 樹幹折解木243本 合 計
-----	---------------	---------------------------

直徑に對する形數の相關比

1.3	0.8382±0.0191	風倒木 樹幹折解木243本 合計
-----	---------------	------------------------

直徑率に對する形數の相關比

1.3	0.9389±0.0076	〃
-----	---------------	---

本調査に依りて見るに樹高と形數との相關は樹幹折解木に見るが如く地位的差異尠なく且つ暴傾木、被壓木等極端なる生育狀態のものを除く時は可成高次の相關を呈するが、風倒木の如く各地位、各生育狀況を網羅する時は相關度は劣る。従つて樹高と形數との相關度は各異る地況、林況に跨るベルトトランセクト調査の如き場合、殊に調査本數尠ない時はかなり低いものである。

形數の直徑に對する相關比は樹高に對するよりも稍高次で、殊に風倒木調査の如く各地位、各生育相に涉る場合には一層高次である。概して天然林に於ては直徑に對する形數の相關度が樹高に對するよりも一層大であることは三島氏の樺太保呂試験林に於ける次の調査成績よりも窺ひ得る。

形數の樹高に對する相關比 0.916 ± 0.003

形數の直徑 〃 0.927 ± 0.003

形數の直徑率に對する相關比は著しく大で、各異なる地況、林況を包含する場合に於ても、その相關度は殆んど均しく大である。而し直徑率は實地應用上極めて複雑で困難を伴ふから Tor Jonson 氏の如く絶對形率に依つて形狀級を大別し、各級毎に形數を樹高の函數として示すことは今後の研究に俟ちたいと思ふ。

測點高別形數の樹高に對する相關比は 1.3, 1.5, 1.2m の順で、1.3m と 1.5m との差異は極めて尠ないが、1.2m は稍劣る。亦直徑に對する相關比も同様に 1.3, 1.5, 1.2m の順で、1.3m が最も大であ

るが、樹高の場合よりも相互間の差異は尠ない。蓋し測點低い程形數値は小となるが、測點部の斷面積は不整となる爲、相關度は小となり、又測點高い程斷面積の形狀は整正されるが、形數大となる爲相關度は寧ろ低減される結果となる。

以上の如く形數は樹高の函數とするも直徑の函數とするも大なる徑庭はないが、樹高の函數を有利とする點は資材調査に於て樹高は平均曲線として査定せられるから、單木的にはかなり誤差を有しても、樹高を函數とする形數値の爲に材積誤差は多少緩和せられることである。今一例として北海道廳材積表に依り 24m の樹木が 26m として誤測された場合を見るに樹高過大の爲、材積に於て 8.33% 増大する筈なるも、形數値の低減に依り多少緩和されて 7.69% の増となり、又これに反して 26m の樹木が 24m として誤測された場合も同様に樹高の過少に基く材積誤差 -7.69% は形數値の増大に依り多少緩和されて -5.97% となる。直徑の函數とする場合には右の様な誤差の緩和が不可能な爲に形數は普通樹高の函數として計算されて居る。

形數を樹高の函數として算出するのに次の方法がある。

i) 各樹高階毎の材積總計を胸高（又は目通）斷面積計と平均樹高との相乘積で除せる商を以て形數とする場合。

$$F = \frac{M}{G \cdot H} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}{(g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_n) H}$$

$$\text{但し } H = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n}{n}$$

ii) 單木毎に査定せる形數を樹高階毎に合算して平均する場合。

iii) 各樹高階に就て區分測點毎に直徑を合算し、之を算術平均せる樹幹から形數を査定する場合。

以上の中 i) の方法が最も適確な數値を與ふるもので、本調査はこれに依つて査定したものである。今 23m 階の胸高形數 (1.3m 高)

に就て比較するに i) の方法は 0.4984, ii) の方法は 0.5038, iii) の方法は 0.5011 で、ii) は i) に對し +0.0054, 即ち 1.08% 過大に、iii) は i) に對して +0.0027, 即ち 0.54% 過大に査定される。蓋し 23m 階に就て直径の大小と形数との關係を見るに第 5 表の如く概して形数は直径と逆比例し、徑級小なるもの程大に、形級大なるもの程小となる傾向がある故に ii) の方法に依る時は形數値は材積の比例に依つて配分されず、單に算術平均さるゝに過ぎないから過大な數値を與へ、iii) の方法は査定値が直径の比例で配分されるから i) ii) の略中間値が得られる。而し之等の誤差は 1% 内外であるから、他の因子の影響を考ふる時は餘り重視を要しない。

第 5 表

同一樹高階に於ける
徑級に依る形數の變化

23m 階胸高形數表

胸高直径 (cm)	供試本數	胸高形數 (1.3m)
25	1	0.5220
30	7	0.5173
35	7	0.5163
40	13	0.4991
45	4	0.5026
50	3	0.4757
55	1	0.4531
合 計	36	0.5038

(3) 調 査 成 績

i) 本試験林に於ける樹高階別胸高形數

本試験林に於ける胸高形數(1.3m 高)は第 6 表の如く樹高の逆數を函数とせる二次拋物線式、即ち $F_{1.3} = 0.37022 + 3.21065 \frac{1}{H} - 6.45951 \left(\frac{1}{H}\right)^2$ と見て大過ない。之を三島氏の樺太保呂産針葉樹に比すれば第 8 表の如く、18m 以上の主林木の形數値は小となり、又中島博士の本道産針葉樹に比すれば概して過大な値を與ふるが、樹高を増すに従ひ其差異を漸減し、樹高 28m に於ては之と合致して居る。

第 6 表 野幌産トドマツ胸高形數曲線 (現在値)

$$\text{曲線式 } F_{1.3} = 0.37022 + 3.21065 \frac{1}{H} - 6.45951 \frac{1}{H^2}$$

樹 高 階 (m)	平 均 樹 高 (m)	實 測 本 數	實測形數値	曲線式に依 る 算 出 値	實 測 値 と の 差
5	4.92	3	0.7443	0.7540	+ 0.0097
6	5.80	2	0.7167	0.7259	+ 0.0092
7	7.12	4	0.7046	0.6973	- 0.0078
8	7.98	2	0.6523	0.6708	+ 0.0185
9	8.98	3	0.6006	0.6475	+ 0.0469
10	10.27	2	0.6690	0.6267	- 0.0423
11	10.88	3	0.6204	0.6085	- 0.0119
12	11.78	3	0.6181	0.5931	- 0.0250
13	12.98	4	0.5835	0.5790	- 0.0045
14	13.70	2	0.5709	0.5665	- 0.0044
15	14.95	3	0.5527	0.5560	+ 0.0033
16	16.40	1	0.5313	0.5457	+ 0.0144
17	16.83	7	0.5386	0.5364	- 0.0022
18	17.98	9	0.5475	0.5287	- 0.0188
19	18.90	14	0.5287	0.5210	- 0.0077
20	19.96	18	0.5139	0.5146	+ 0.0007
21	21.02	29	0.5023	0.5082	+ 0.0059
22	21.95	22	0.5006	0.5027	+ 0.0021
23	22.98	36	0.4984	0.4976	- 0.0008
24	23.94	20	0.4974	0.4931	- 0.0043
25	24.92	24	0.4919	0.4883	- 0.0036
26	25.86	16	0.4823	0.4841	+ 0.0018
27	27.01	14	0.4773	0.4800	+ 0.0027
28	27.93	8	0.4651	0.4764	+ 0.0113
29	28.80	2	0.4717	0.4732	+ 0.0015
30				0.4700	

標準誤差 = 0.01577
蓋然誤差 = 0.01064
- 0.1280
+ 0.1328

本値と二十數年前小出、中島兩博士が同じく本林で調査せる形數とを合算せる平均値は概して本曲線より多少低い數値を與へ、第 7 表の如き曲線式で表示し得る。 $F_{1.3} = 0.38325 + 2.79265 \frac{1}{H} - 5.14156 \left(\frac{1}{H}\right)^2$ 即ち同一地域のトドマツを對象とするにも拘らず、現在値と

既往調査値との相違するのは主として生長旺盛な少壯木の形数は老衰期に入つたものに比して小なることに基因する。合算値は中島博士の本道産針葉樹形数値に可成近似し、殊に樹高大となるに従ひ其差は漸減して居る。

第 7 表 野幌産トドマツ胸高形数曲線 (既往調査合算値)

$$\text{曲線式 } F_{1.3} = 0.38325 + 2.79265 \frac{1}{H} - 5.14156 \frac{1}{H^2}$$

樹高階 (m)	平均樹高 (m)	實測本数	實測形数値	曲線式に依 る算出値	實測値 との差
5	4.97	4	0.7377	0.7331	- 0.0016
6	5.80	2	0.7167	0.7058	- 0.0109
7	7.00	12	0.6769	0.6774	+ 0.0005
8	7.84	8	0.6153	0.6521	+ 0.0368
9	9.03	7	0.6203	0.6303	+ 0.0100
10	10.10	6	0.5970	0.6111	+ 0.0141
11	11.03	8	0.6014	0.5944	- 0.0070
12	11.86	7	0.5929	0.5854	- 0.0125
13	12.92	10	0.5718	0.5677	- 0.0041
14	13.98	13	0.5752	0.5564	- 0.0188
15	15.04	14	0.5608	0.5469	- 0.0139
16	16.19	10	0.5355	0.5377	+ 0.0022
17	17.04	19	0.5332	0.5295	- 0.0037
18	17.93	14	0.5420	0.5226	- 0.0194
19	18.94	23	0.5245	0.5157	- 0.0088
20	20.00	29	0.5124	0.5100	- 0.0024
21	21.03	40	0.5024	0.5044	+ 0.0020
22	22.00	30	0.4975	0.4995	+ 0.0020
23	22.96	41	0.4953	0.4950	- 0.0003
24	23.94	22	0.4943	0.4910	- 0.0033
25	24.92	24	0.4919	0.4867	- 0.0052
26	25.86	16	0.4823	0.4831	+ 0.0008
27	27.01	14	0.4773	0.4794	+ 0.0021
28	27.93	8	0.4651	0.4763	+ 0.0112
29	28.80	2	0.4717	0.4734	+ 0.0017
30				0.4706	

標準誤差 = 0.011315
蓋然誤差 = 0.007632

+ 0.1119
- 0.0834

第 8 表 北海道産針葉樹胸高形数

樹高階 (m)	樺太産針葉樹 三島氏調査	北海道産針葉樹 小出、中島 兩博士調査	野幌産トドマツ	
			現在調査値	既往調査 合算値
5	0.683	0.702	0.7540	0.7361
6	0.648	0.660	0.7259	0.7058
7	0.623	0.636	0.6973	0.6774
8	0.605	0.612	0.6708	0.6521
9	0.589	0.592	0.6475	0.6303
10	0.578	0.576	0.6267	0.6111
11	0.569	0.564	0.6085	0.5944
12	0.561	0.552	0.5931	0.5804
13	0.554	0.543	0.5790	0.5677
14	0.549	0.534	0.5665	0.5564
15	0.544	0.526	0.5560	0.5469
16	0.539	0.519	0.5457	0.5377
17	0.535	0.514	0.5364	0.5295
18	0.532	0.509	0.5287	0.5226
19	0.529	0.504	0.5210	0.5157
20	0.526	0.500	0.5146	0.5100
21	0.524	0.495	0.5082	0.5044
22	0.521	0.492	0.5027	0.4995
23	0.519	0.489	0.4976	0.4950
24		0.486	0.4931	0.4910
25		0.482	0.4883	0.4867
26		0.480	0.4841	0.4831
27		0.478	0.4800	0.4794
28		0.476	0.4764	0.4763
29		0.474	0.4732	0.4734
30		0.472		
31		0.470		
32		0.468		
33		0.467		
34		0.465		
35		0.464		

摘 要

三島懋氏 樺太中央試験所彙報 第2類第3號 昭和8年
小出、中島兩博士 演習林研究報告 三號 大正5年

ii) 測點高に依る形數の差異

次に測點高に依る形數の相違に關しては實測せる資料が162本に過ぎない爲、相互の關係を適確に求むることは困難であるから次の様な間接的方法で算出した。

$$F_{1.3} \cdot G_{1.3} \cdot H = F_{1.2} \cdot G_{1.2} \cdot H = M$$

$$\therefore \frac{F_{1.2}}{F_{1.3}} = \frac{G_{1.3}}{G_{1.2}} = \frac{D_{1.3}^2}{D_{1.2}^2}$$

$$\therefore F_{1.2} = F_{1.3} \frac{D_{1.3}^2}{D_{1.2}^2}$$

本調査資料 690 本の中、162 本は前記形數算出に用ひた風倒木に就て査定せるもので、528 本は立木に就き 1.2, 1.3, 1.5m の各測點の直径をテープで精密に査定し、樹高は麻生式測高器で測定せるものである。

以上兩資料は樹高曲線より見て殆んど差異がないから、測點高に依る直径の細りも略等しいと推定し得らるゝ故、本資料を合算して、測點に依る直径の相違を比較するに第 9, 10 表の如く略直線的相關關係が存し、次式で表示し得る。

$$D_{1.5(\text{cm})} = +0.0557 + 0.9849 D_{1.3(\text{cm})}$$

$$D_{1.2(\text{cm})} = -0.0340 + 1.0115 D_{1.3(\text{cm})}$$

本道、樺太産針葉樹に關する測點高に依る直径の差異に就ては第 11 表の如く 中島博士並に 中村博士の調査成績がある。中島博士の天鹽演習林産トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツに關する調査成績は本調査値に比し稍々過大な數値を與ふるが、右は地況、林況の差異、殊に倒木更新で成立せるエゾマツ、アカエゾマツ等の混淆が多いのに依るものと思ふ。中村博士の樺太東大演習林に於ける調査成績は本調査に近似して居る。

第 9 表 測點高に依る直径の差異 (一)

$$D_{1.5(\text{cm})} = 0.0557 + 0.9849 D_{1.3(\text{cm})}$$

胸直徑 (m)	高級 實測直径 (cm)	實測本數	目 通 1.5m 直 徑		
			實 測 値 (cm)	計 算 値 (cm)	右兩者の差 (cm)
6	6.21	31	6.14	6.17	+ 0.03
8	8.17	39	8.09	8.10	+ 0.01
10	10.13	38	10.02	10.03	+ 0.01
12	11.93	42	11.80	11.81	+ 0.01
14	13.84	28	13.72	13.69	- 0.03
16	15.99	18	15.82	15.80	- 0.02
18	18.13	19	17.97	17.91	- 0.06
20	19.90	20	19.63	19.66	+ 0.03
22	21.89	26	21.68	21.62	- 0.06
24	23.84	25	23.60	23.54	- 0.06
26	25.79	21	25.56	25.46	- 0.10
28	27.97	23	27.62	27.60	- 0.02
30	30.07	29	29.67	29.67	0
32	31.70	30	31.36	31.28	- 0.08
34	34.07	27	33.65	33.61	- 0.04
36	36.06	39	35.60	35.57	- 0.03
38	37.91	29	37.51	37.39	- 0.12
40	40.08	31	39.47	39.53	+ 0.06
42	41.94	31	41.34	41.36	+ 0.02
44	43.98	18	43.41	43.37	- 0.04
46	45.90	26	45.22	45.26	+ 0.04
48	47.76	21	46.99	47.09	+ 0.10
50	49.88	12	48.99	49.18	+ 0.19
52	51.86	18	51.21	51.13	- 0.08
54	54.07	11	53.33	53.31	- 0.02
56	56.14	10	55.53	55.35	- 0.18
58	58.11	7	57.00	57.29	+ 0.29
60	59.93	6	59.05	59.08	+ 0.03
62	61.90	4	61.00	61.02	+ 0.02
64	63.77	3	62.67	62.86	+ 0.19
66	65.49	7	64.71	64.56	- 0.15

標準誤差 = 0.09578
蓋然誤差 = 0.06460

+ 1.03
- 1.09

第10表 測點高に依る直徑の差異 (二)

$$D_{1.2}(\text{cm}) = -0.0340 + 1.0115D_{1.3}(\text{cm})$$

胸直徑級 (m)	高級 胸高1.3m 實測直徑 (cm)	實測本數	胸高1.2m直徑		
			實測値 (cm)	計算値 (cm)	右兩者の差 (cm)
6	6.21	31	6.25	6.25	0
8	8.17	39	8.25	8.23	- 0.02
10	10.13	38	10.22	10.21	- 0.01
12	11.93	42	12.03	12.03	0
14	13.84	28	13.93	13.97	+ 0.04
16	15.99	18	16.14	16.14	0
18	18.13	19	18.36	18.30	- 0.06
20	19.90	20	20.10	20.10	0
22	21.89	26	22.04	22.11	+ 0.07
24	23.84	25	24.09	24.08	- 0.01
26	25.79	21	26.02	26.05	+ 0.03
28	27.97	23	28.21	28.26	+ 0.05
30	30.07	29	30.40	30.38	- 0.02
32	31.70	30	31.97	32.03	+ 0.06
34	34.07	27	34.46	34.43	- 0.03
36	36.06	39	36.34	36.44	+ 0.10
38	37.91	29	38.28	38.31	+ 0.03
40	40.08	31	40.45	40.51	+ 0.06
42	41.94	31	42.34	42.39	+ 0.05
44	43.98	18	44.38	44.45	+ 0.07
46	45.90	26	46.40	46.39	- 0.01
48	47.76	21	48.29	48.28	- 0.01
50	49.88	12	50.38	50.42	+ 0.04
52	51.86	18	52.39	52.42	+ 0.03
54	54.07	11	54.66	54.66	0
56	56.14	10	56.71	56.75	+ 0.04
58	58.11	7	58.97	58.74	- 0.23
60	59.93	6	60.72	60.59	- 0.13
62	61.90	4	62.70	62.58	- 0.12
64	63.77	3	64.53	64.47	- 0.06
66	65.49	7	66.14	66.21	+ 0.07

標準誤差 = 0.06669
蓋然誤差 = 0.04498

+ 0.74
- 0.71

第11表 測點高に依る直徑の差異 (三)

胸高1.3m 直徑級 (cm)	胸高1.2m直徑			胸高1.3m 直徑級 (cm)	目通1.5m直徑	
	野幌産 トドマツ (cm)	中島博士 調査値 (cm)	中村博士 調査値 (cm)		野幌産 トドマツ (cm)	中島博士 調査値 (cm)
6	6.04	6.20		6	5.97	5.97
8	8.06	8.23		8	7.93	7.76
10	10.08	10.26		10	9.90	9.71
12	12.10	12.28	12.0	12	11.87	11.67
14	14.13	14.63	14.0	14	13.84	13.63
16	16.15	16.44	16.0	16	15.81	15.58
18	18.17	18.37	18.1	18	17.78	17.54
20	20.20	20.40	20.1	20	19.75	19.50
22	22.22	22.43	22.0	22	21.72	21.45
24	24.24	24.46	24.1	24	23.69	23.41
26	26.27	26.48	26.1	26	25.66	25.36
28	28.29	28.51	28.2	28	27.63	27.32
30	30.31	30.54	30.2	30	29.60	29.27
32	32.33	32.57	32.2	32	31.57	31.23
34	34.36	34.60	34.3	34	33.54	33.18
36	36.38	36.63	36.3	36	35.51	35.14
38	38.40	38.65	38.3	38	37.48	37.10
40	40.43	40.68	40.4	40	39.45	39.06
42	42.45	42.71	42.4	42	41.42	41.01
44	44.47	44.74	44.4	44	43.39	42.96
46	46.50	46.77	46.5	46	45.36	44.92
48	48.52	48.80	48.5	48	47.33	46.88
50	50.54	50.82	50.5	50	49.30	48.84
52	52.56	52.85	52.6	52	51.27	50.79
54	54.59	54.88	54.7	54	53.24	52.74
56	56.61	56.91	56.7	56	55.21	54.70
58	58.63	58.94	58.7	58	57.18	56.66
60	60.66	60.97	60.8	60	59.15	58.61
62	62.68	63.00		62	61.12	60.57
64	64.70	65.02		64	63.09	62.52
66	66.73	67.05		66	65.06	64.48

野幌産トドマツ $D_{1.2} = -0.0340 + 1.0115D_{1.3}(\text{cm})$ $D_{1.5} = 0.0557 + 0.9849D_{1.3}(\text{cm})$ 中島博士調査式 $D_{1.2} = -0.1159 + 1.01423D_{1.3}(\text{cm})$ $D_{1.5} = 0.0653 + 0.97794D_{1.3}(\text{cm})$ 中島博士調査値 北海道林業會
報35巻に依る。中村博士調査値 東京帝國大學
演習林報告第12號に依る。

前記測點に依る直径の相違の関係式から、1.3m の胸高形数を 1.2, 1.5m の各形数に換算するに第 12, 13 表の如くである。

第 12 表 野幌産トドマツ目通 1.5m 形数

1.3m 高形数對 1.5m 高形数の換算

樹 高 階 (m)	直 徑		$\left(\frac{D_{1.3}}{D_{1.5}}\right)^2$	形 數			
	(cm)			現 在 值		既往調査合算値	
	1.3m	1.5m		1.3m	1.5m	1.3m	1.5m
5	4.95	4.921	1.0118	0.7450	0.7538	0.7361	0.7448
6	5.92	5.877	1.0147	0.7259	0.7366	0.7058	0.7162
7	6.88	6.824	1.0165	0.6973	0.7088	0.6774	0.6886
8	7.92	7.850	1.0179	0.6708	0.6828	0.6521	0.6638
9	9.06	8.976	1.0189	0.6475	0.6597	0.6303	0.6422
10	10.22	10.121	1.0197	0.6267	0.6390	0.6111	0.6231
11	11.46	11.343	1.0207	0.6085	0.6211	0.5944	0.6067
12	12.78	12.643	1.0217	0.5931	0.6060	0.5804	0.5930
13	14.14	13.982	1.0227	0.5790	0.5921	0.5677	0.5806
14	15.62	15.440	1.0235	0.5665	0.5798	0.5564	0.5695
15	17.20	16.996	1.0241	0.5560	0.5694	0.5469	0.5601
16	18.88	18.651	1.0248	0.5457	0.5592	0.5377	0.5510
17	20.64	20.384	1.0254	0.5364	0.5500	0.5295	0.5429
18	22.66	22.374	1.0258	0.5287	0.5423	0.5226	0.5361
19	24.80	24.481	1.0262	0.5210	0.5347	0.5157	0.5292
20	27.20	26.845	1.0266	0.5146	0.5283	0.5100	0.5236
21	30.00	29.603	1.0270	0.5082	0.5219	0.5044	0.5180
22	32.92	32.479	1.0274	0.5027	0.5165	0.4995	0.5132
23	36.42	35.926	1.0278	0.4976	0.5114	0.4950	0.5088
24	40.62	40.062	1.0280	0.4931	0.5069	0.4910	0.5047
25	46.01	45.362	1.0284	0.4883	0.5022	0.4867	0.5005
26	54.00	53.240	1.0288	0.4841	0.4980	0.4831	0.4970
27	64.00	63.080	1.0290	0.4800	0.4939	0.4794	0.4933

第 13 表 野幌産トドマツ胸高 1.2m 形数

1.3m 高形数對 1.2m 高形数の換算

樹 高 階 (m)	直 徑 (cm)		$\left(\frac{D_{1.3}}{D_{1.2}}\right)^2$	形 狀		數 值	
	1.3m	1.2m		現 在 值		既往調査合算値	
				1.3m	1.2m	1.3m	1.2m
5	4.95	4.981	0.9876	0.7540	0.7447	0.7361	0.7270
6	5.92	5.960	0.9866	0.7259	0.7162	0.7058	0.6963
7	6.88	6.930	0.9857	0.6973	0.6873	0.6774	0.6677
8	7.92	7.980	0.9851	0.6708	0.6608	0.6521	0.6424
9	9.06	9.132	0.9843	0.6475	0.6373	0.6303	0.6204
10	10.22	10.304	0.9837	0.6267	0.6165	0.6111	0.6011
11	11.46	11.558	0.9831	0.6085	0.5982	0.5944	0.5844
12	12.78	12.893	0.9825	0.5931	0.5827	0.5804	0.5702
13	14.14	14.269	0.9821	0.5790	0.5686	0.5677	0.5575
14	15.62	15.766	0.9815	0.5665	0.5560	0.5564	0.5461
15	17.20	17.364	0.9813	0.5560	0.5456	0.5469	0.5367
16	18.88	19.063	0.9809	0.5457	0.5353	0.5377	0.5274
17	20.64	20.843	0.9807	0.5364	0.5260	0.5295	0.5193
18	22.66	22.887	0.9803	0.5287	0.5183	0.5226	0.5123
19	24.80	25.051	0.9800	0.5210	0.5106	0.5157	0.5054
20	27.20	27.479	0.9797	0.5146	0.5042	0.5100	0.4996
21	30.00	30.311	0.9795	0.5082	0.4978	0.5044	0.4941
22	32.92	33.265	0.9793	0.5027	0.4923	0.4995	0.4892
23	36.42	36.805	0.9791	0.4976	0.4872	0.4950	0.4847
24	40.62	41.053	0.9790	0.4931	0.4828	0.4910	0.4807
25	46.00	46.495	0.9789	0.4883	0.4780	0.4867	0.4764
26	54.00	54.589	0.9788	0.4841	0.4738	0.4831	0.4728
27	64.00	64.710	0.9787	0.4800	0.4698	0.4794	0.4692

Ⅲ 現行立木材積表に對する檢討

均しくトドマツ、エゾマツを對象とするにも拘らず、各官廳に依り形數値は第8表、第1圖、第2圖の如く著しく相違して居る。勿論これは測點高の相違にも基因するが、各測點の形數間には夫々密接な相互的關係を有するから、かゝる形數値の不自然な著しい差異に就ては必然疑問が生ずる。従て之に對し本調査値を基礎とし、之に既往の調査成績を加へて一應檢討して見る必要がある。

(1) 北海道廳の形數表

1.5m 高測點の形數に換算せる本調査値(既往調査合算値)は道廳形數と比較して第14表の如く概して2~4% 過大となつて居る。蓋し樹高階別形數曲線は地況、林況や、調査木の生育狀況、樹齡等に對する普遍的平均値であるか否かに依つて相違するもので、本調査値に於ける低、中位の樹高階の形數値が稍々大であるのは當試験林には一齊林分が多く、従つてかゝる樹高階に於ては被壓木、側壓木が多く、自由な生育状態にある伸長旺盛なものが少ないことに基因するもので、又22m 以上の主林木の形數の一層過大なのは本調査資料には倒木更新に依る根上り状態のものが尠なく、概して第9, 10, 11表の如く測點部の直徑の細り小なることゝ、又本資料は本道國有林全般と比較すれば立木度大に、従つて完満度大なるものが多い傾向あることに基くものであらう。

第14表 目通 1.5m 形數比較一覽表

樹高 (m)	北海道廳 形數表	和田氏 式に依る 算出値	和田氏式 對道廳 形數の 比率 (%)	野幌産 トドマツ 既往調査 合算値	野幌産 トドマツ 合算値對 道廳形數 の比率 (%)	和田氏式 に依る 1.5m 對 1.2m 形 數の比率 (%)	野幌産 トドマツ 合算値の 1.5m 對 1.2m 形 數比率 (%)
5	0.7465	0.7158	96	0.7448	100	109	102
6	0.7026	0.6639	95	0.7162	102	107	103
7	0.6718	0.6315	94	0.6886	103	106	103
8	0.6437	0.6086	94	0.6638	103	105	103
9	0.6270	0.5916	94	0.6422	102	105	104
10	0.6109	0.5785	95	0.6231	102	104	104
11	0.5959	0.5683	95	0.6067	102	104	104
12	0.5821	0.5598	96	0.5930	102	103	104
13	0.5695	0.5529	97	0.5806	102	103	104
14	0.5581	0.5462	98	0.5695	102	103	104
15	0.5477	0.5419	99	0.5601	102	103	104
16	0.5382	0.5375	100	0.5510	102	102	104
17	0.5296	0.5337	101	0.5429	103	102	105
18	0.5216	0.5304	102	0.5361	103	102	105
19	0.5144	0.5264	102	0.5292	103	102	105
20	0.5077	0.5247	103	0.5236	103	102	105
21	0.5015	0.5222	104	0.5180	103	102	105
22	0.4958	0.5201	105	0.5132	104	102	105
23	0.4905	0.5181	106	0.5088	104	102	105
24	0.4856	0.5162	106	0.5047	104	102	105
25	0.4810	0.5146	107	0.5005	104	102	105
26	0.4767	0.5131	108	0.4970	104	102	105
27	0.4727	0.5116	108	0.4934	104	101	105
28	0.4689	0.5103	109				
29	0.4654	0.5091	109				
30	0.4621	0.5079	110				

摘要 和田氏式 $F = \frac{m}{m+1}$, $\frac{n^m}{n^m-1}$, 但し $n = \frac{h}{b}$ にして, $b = 1.5m$ とす。

(2) 樺太廳材積表

樺太廳の材積表は樹高曲線により地位をⅦ等に分ち、夫々直径を函数とせる單材積を算出して居るが、右材積より逆算せる樹高階別胸高形數(1.3m高)は第15表の如く。可成過少で、野幌産トドマツ胸高形數(現在、既往合算値)の88%内外、北海道廳使用形數(目通形數を胸高に換算)の92%内外に當り、伐痕と未木とを除去せる成材部分に相當して居ることは次の如き丸太採材率(立木に對する採材丸太皮付實積百分率)の調査例に依つて窺ひ得らるゝ。例へば胸高直径38.7cm, 樹高23.3m, 材積1.3530fm, 胸高形數(1.3m高)0.5011なる標準木の採材に當り、伐痕高を50cmとし、皮付平均直径15cm以上を未木として伐り残す場合の成材率は91.5%である。

$$\frac{1.3530 - (0.0818 = \text{伐痕} + 0.0826 = \text{未木})}{1.8530} \times 100 = 91.5\%$$

又、第16表の如き成材率に關する調査例に徴するも、樺太廳の形數は成材形數と見て大過が無い。之等形數の平均値は略0.45となり、從ひて本表に依る林分蓄積は一率に0.45を形數とした舊材積表に依る蓄積と略等しいことになる。

第15表 樺太廳胸高形數表

(同廳針葉樹單木材積表より樹高階別に算出す)

樹高 (m)	地 位 級							野幌 形數 平均値	野幌の 形數に對 する比率 (%)	北海道廳 の形數に對 する比率 (%)
	I	II	III	IV	V	VI	VII			
10						0.5313	0.5108	0.5211	0.6111	85.3
12				0.4995	0.5089	0.4929	0.5065	0.5020	0.5804	86.5
14		0.4761	0.5104	0.4485	0.4978	0.4861	0.4961	0.4858	0.5564	87.3
16	0.4872	0.4884	0.4867	0.4745	0.4811	0.4825	0.4815	0.4831	0.5377	89.8
18	0.4818	0.4674	0.4722	0.4665	0.4733	0.4673	0.4706	0.4713	0.5226	90.2
20	0.4639	0.4593	0.4586	0.4578	0.4592	0.4569	0.4590	0.4592	0.5100	90.0
22	0.4491	0.4456	0.4490	0.4459	0.4478	0.4456	0.4465	0.4471	0.4995	89.5
24	0.4368	0.4347	0.4359	0.4352	0.4371	0.4346		0.4357	0.4910	88.7
26	0.4263	0.4240	0.4263	0.4238	0.4264	0.4269		0.4256	0.4831	88.1
28	0.4142	0.4140	0.4158	0.4131				0.4143	0.4763	87.0
30	0.4086	0.4064	0.4084	0.4073				0.4077	0.4712	86.5
平均										88.1

摘 要 野幌の形數とは 野幌産トドマツの現在値、既往値を合算せる胸高形數
北海道廳の形數とは同廳目通形數を $D_{1.5} = 0.0557 + 0.9849D_{1.3(\text{cm})}$ に依り胸高形數に換算せるものである。

第16表 本道産針葉樹の成材率

樹 種	胸高直径 (cm)	樹 高 (m)	幹 材 積 (m ³)	造材丸太材積		成 材 率 皮付丸太 實積百分率 (%)
				皮 付 實 積 m ³	材 積	
エゾマツ	30.0	19.4	0.597	0.5283		88.5
〃	30.0	21.8	0.841	0.7509		89.3
〃	38.0	26.2	1.430	1.2919		90.3
〃	38.0	23.4	1.279	1.1013		86.1
〃	42.0	30.9	1.934	1.7398		89.9
〃	44.0	29.4	2.134	1.8305		85.8
〃	64.0	34.8	5.141	4.5906		89.1
トドマツ	26.0	21.2	0.555	0.5007		90.2
〃	26.0	18.4	0.552	0.4888		88.6
〃	28.0	24.5	0.823	0.7680		93.3
〃	30.0	21.2	0.810	0.7280		89.9
〃	32.0	23.9	0.967	0.8874		91.8
〃	32.0	25.1	1.082	1.0032		92.7
〃	36.0	23.2	1.166	1.0257		88.0
摘 要	中山勝士氏調査 林學會誌第19卷9號に依る					

(3) 帝室林野局の形数表

野幌産トドマツの調査資料に基いて帝室林野局の形数表を検討するに、本表は次の如く幹曲線式に基いて理論的に算出せるものである。

$$F = \frac{m \cdot n^m}{(m+1)(n^m-1)} \dots (1) \quad \begin{matrix} m=0.9 \\ n = \frac{\text{樹高}}{\text{胸高}(1.2\text{m})} \end{matrix}$$

本式は幹曲線簡易式 $y^2 = a - bx^m \dots (2)$ (但し m は $\frac{1}{2} < m < 1$, x は底面よりの距離、 y は x に於ける半径、 a, b は常数) より誘導せるもので、之が樹幹材積は次の如く求められる。

$$V = \int \pi y^2 dx = \pi \int_0^H (a - bx^m) dx = \pi H (a - b \frac{H^m}{m+1})$$

次に胸高部に於ける圓柱材積は $W = \pi H R^2 = \pi H (a - b h^m)$ であるから胸高形数は次の如く算出せられる。

$$F = \frac{V}{W} \quad F = \frac{a - b \frac{H^m}{m+1}}{a - b h^m}$$

(2) 式から $a = b H^m$ なる故、 $n = \frac{H}{h}$ とおけば

$$F = \frac{b H^m - b \frac{H^m}{m+1}}{b H^m - b h^m} = \frac{m}{(m+1) \left\{ 1 - \left(\frac{1}{n} \right)^m \right\}} = \frac{m \cdot n^m}{(m+1)(n^m-1)}$$

本幹曲線式は彎曲點 1 個を有し、頂點に於ける曲線への切線は横軸に直角で、求積式を誘導することは容易であるが、常數値の如何に依つて現實の梢端と必しも一致せぬことは吉田博士が測樹學要論で述ぶる處である。常數値 a は $y^2 = a - bx^m$ に於て $x=0$ とすれば $y^2 = a$ となり、底面半径の次乗なることを知るが、而し a は m の數値を左右し、延ては形數値に影響することが大であるから次の如く算出する必要がある。幹曲線上の二點の下底よりの距離を x_1, x_2

とし、 $x_3 = \sqrt{x_1 x_2}$ なる x_3 を選定し、 x_1, x_2, x_3 の半径を夫々 y_1, y_2, y_3 とすれば $a = \frac{y_1^2 y_2^2 - y_3^4}{y_1^2 + y_2^2 - 2y_3^2}$ となる。而し a の値は幹曲線の走向を代表する標準となるべき點の選定を要し、その位置如何に依つて可成相違するもので、樹高階 24m の標準的平均樹幹に就いて計算するに第 17 表の如くである。

次に m の値は 0.9 と固定せる數値でなく、第 18 表の如く樹高階の大小に依つて可成振幅がある。

第 17 表

和田氏式に於ける算出法に依る胸高 1.2m 形数の振幅

調査木 胸高直径 42.0cm, 樹高 23.86m, 材積 1.63917m³

測點 高 (m)	半 徑 實測値 (cm)	半 徑 算出値 (cm)	算出値と 實測値 の差 (cm)	半 徑 算出値 (cm)	算出値と 實測値 の差 (cm)	半 徑 算出値 (cm)	算出値と 實測値 の差 (cm)	半 徑 算出値 (cm)	算出値と 實測値 の差 (cm)
0.3	24.5	25.5	+ 1.0	21.8	- 2.7	21.8	- 2.7	21.8	- 2.7
1.2	21.2	23.1	+ 1.9	21.0	- 0.2	21.0	- 0.2	20.9	- 0.3
1.3	21.0	22.9	+ 1.9	20.9	- 0.1	20.9	- 0.1	20.8	- 0.2
3.3	19.4	20.8	+ 1.4	19.7	+ 0.3	19.7	+ 0.3	19.8	+ 0.4
5.3	18.4	18.9	+ 0.5	18.4	0.0	18.5	+ 0.1	18.7	+ 0.3
7.3	17.4	17.2	- 0.2	17.2	- 0.2	17.3	- 0.1	17.5	+ 0.1
9.3	16.4	15.4	- 1.0	16.1	- 0.3	16.1	- 0.3	16.2	- 0.1
11.3	15.4	13.7	- 1.7	14.9	- 0.5	14.9	- 0.5	15.0	- 0.4
13.3	14.1	11.8	- 2.3	13.6	- 0.5	13.6	- 0.5	13.7	- 0.4
15.3	12.5	9.7	- 2.8	12.2	- 0.3	12.1	- 0.4	12.1	- 0.4
17.3	10.4	7.3	- 3.1	10.7	+ 0.3	10.5	+ 0.1	10.4	0.0
19.3	7.8	3.5	- 4.3	8.9	+ 1.1	8.7	+ 0.9	8.2	+ 0.4
21.3	4.8	- 5.2		6.9	+ 2.1	6.5	+ 1.7	5.3	+ 0.5
23.3	1.4	-		3.7	+ 2.3	2.9	+ 1.5	- 3.2	-
23.86									
a		655.4		485.2		481.0		465.3	
m		0.59450		0.79697		0.82651		0.95267	
胸高 形數	(0.48885)	0.44899		0.48858		0.49435		0.51780	
摘要	$a=655.4$ は $y^2=a=(0.3\text{m 高半径})^2$ とせるもの。括弧内は實測形數とす。								

第 18 表

和田氏式胸高 1.2m 形数と實測値との差

(風倒木に関する調査)

樹 高 (m)	供試本数	a	m	算出形数	實測形数	1.2mに於ける 算出直径と實 測直径との差 (cm)
7.3	2	18.0	1.21788	0.6137	0.6356	+ 0.08
11.8	2	46.0	1.12016	0.5728	0.5838	+ 0.06
13.9	2	53.0	1.07977	0.5591	0.5759	+ 0.12
18.1	12	170.0	0.98789	0.5334	0.5162	- 0.04
21.1	20	340.0	0.79338	0.4929	0.4927	- 0.02
23.9	23	485.0	0.79697	0.4886	0.4889	- 0.04
26.6	12	700.0	0.78591	0.4823	0.4643	- 0.22
28.1	10	855.0	0.83755	0.4910	0.4569	- 0.36

以上より見て m の数値は 0.9 なる一定値でなく、概して樹高低く、なるに従ひ大となる傾向があり、殊に低い樹高階に於ては 1 以上の値となる。 m の値が可成變移性に富み $1 > m > \frac{1}{2}$ よりも更に廣範圍なることは糸井氏の木曾のヒノキに関する調査成績(林學會誌第 19 卷 9 號)が 0.23~0.61 に亘り、又本調査が 1.21788—0.78591 に跨る點よりも推察し得らるゝ。蓋し糸井氏の調査資料に於ける m の数値が和田博士の標準値 0.7 に比して著しく過少なものは氏の a の算出法が單に a を下底半径の自乗とせる爲で、即ち幹基部の實測直径は幹曲線式による算出値に比して不整、膨大であるから實測値を用ひた a の数値は過大となり、従て m の値は過少になつたのである。

次に和田博士の形数曲線式に依る算出値は野幌に於ける調査値に比し樹高を増大するに従ひ漸次過大となる。又同博士の形数曲線式に依つて 1.5m の形数を算出するに、次の如く 1.5m と 1.2m 形数との差異が極めて少なく、殊に樹高大となるに従ひかゝる傾向が著しい。これは測點高に於ける直径の細りは第 10, 18 表の如く等比

級數的に樹高大となるに従ひ累増するが、幹曲線は一率の拋物線なる爲算出値は總體的には樹幹と合適するも、幹基部測點では樹高大となる従ひ實測値より過少となり、従ひて幹曲線より算出せる幹材積對胸高圓柱材積 (1.2m) 比率たる形数値は前記 m の數値と相俟つて樹高大となるに従ひ過大となり、又測點間の形数の差異は僅少となるのである。

和田氏式に依り算出せる目通形数と北海道廳目通形数とを比較すれば第 14 表の如く可成著しい相違が見られ、即ち和田氏の式は樹高 16m を境とし、右以上では樹高に比例して過大となり、30m では道廳形数の 110% となるが、16m 以下ではこれに反し樹高に逆比例して過少な數値を與へ、7m では 94% となる。

第 19 表 胸高 1.2m 形数比較表

樹 高 (m)	和田氏算出形数値	野幌 トドマツ 既往調査合算値	野幌 トドマツ對 和田氏形数の比率 (%)
5	0.6550	0.7270	111
6	0.6191	0.6963	112
7	0.5954	0.6677	112
8	0.5786	0.6424	111
9	0.5600	0.6204	110
10	0.5562	0.6011	108
11	0.5483	0.5844	107
12	0.5421	0.5702	105
13	0.5365	0.5575	104
14	0.5320	0.5461	103
15	0.5281	0.5387	102
16	0.5247	0.5274	101
17	0.5217	0.5193	100
18	0.5191	0.5123	99
19	0.5167	0.5054	98
20	0.5146	0.4996	97
21	0.5127	0.4941	96
22	0.5110	0.4892	96
23	0.5094	0.4847	95
24	0.5080	0.4807	95
25	0.5066	0.4764	94
26	0.5054	0.4728	94
27	0.5043	0.4692	93

(4) 野幌試験林に於ける各種材積表の測定誤差

野幌試験林に於ける前記形数調査の資料を樹高曲線より見て樹高大なる良地位と之に反する不良地位とに二大別し、道廳、帝室林野局、大學演習林等の各材積表に依つて材積を査定するに第20、21表の如くである。即ち帝室林野局材積表は總体に於て5.54%過大となるが、この傾向は樹高大なる優良地に於ては一層著しい。次に北海道廳材積表は5.56%過少となるが、優良地に於ては一層かゝる傾向が窺はれる。大學演習林材積表は5.70%過大で帝室林野局と略等しいが、優良地に於てはその誤差は比較的僅少である。

第20表 材積表調査資料地位別一覽表

胸高直徑 (cm)	地 位 良 區		地 位 不 良 區		合 計	
	供試本數	平均樹高 (m)	供試本數	平均樹高 (m)	供試本數	平均樹高 (m)
8			2	7.30	2	7.30
10			1	8.85	1	8.85
12			1	9.30	1	9.30
14			2	11.60	2	11.60
16	1	17.80	1	12.50	2	15.15
18	2	17.18	3	16.15	5	16.56
20			2	17.85	2	17.85
22			3	18.29	3	18.29
24	2	19.07	4	17.81	6	18.23
26	1	20.43	4	19.68	5	19.83
28			5	19.60	5	19.59
30			7	20.26	7	20.26
32	2	22.51	8	21.49	10	21.69
34			7	20.51	7	20.51
36	3	23.34	9	21.55	12	22.00
38	2	23.40	6	20.61	8	21.31
40	5	25.49	11	22.89	16	24.34
42	4	24.87	8	22.55	12	23.33
44	4	25.62	5	23.45	9	24.41
46	4	24.95	6	24.01	10	24.39
48	2	26.44	6	23.62	8	24.32
50	2	25.75	4	23.32	6	24.13
52	7	26.48	1	25.00	8	26.29
54	3	24.77	3	24.80	6	24.78
56	2	28.48	1	22.70	3	26.55
58	2	26.90			2	26.90
60	2	27.51			2	27.51

以上良、不良地を合算せるものに就て徑級別に誤差の配分關係を見るに第21表の如く、帝室林野局並に大學演習林の材積表は概して徑級を増すに従ひ過大となる傾向があるに對し、道廳材積表は概して各徑級を通じて略一様に過少な數値を與へる。

以上の如く各材積表は局所的林分に對しては5~6%内外の誤差を必然的に伴ふものである。

第21表 各材積表に依る誤差 (一)

胸 高 直徑級 (cm)	材 積 計 (fm) 實材積に對する百分率(%)	供試 本數	實 測 材 積 (m³)	材 積 表		
				帝 室 林野局	北 海 道 廳	大 學 演習林
8~18		13	1.886 100.00	1.783 94.58	1.765 93.61	1.651 87.56
20~28		21	10.239 100.00	10.577 103.30	9.801 95.72	9.871 96.41
30~38		44	44.764 100.00	45.577 101.82	42.268 94.43	45.807 102.33
40~48		55	97.143 100.00	101.954 104.95	91.908 94.61	101.289 104.27
50~58		25	66.877 100.00	72.597 108.55	65.374 97.75	74.850 111.92
60以上		2	7.282 100.00	8.336 114.48	6.941 95.33	7.729 106.15
合 計	總 材 積 計 (fm) 總實測材積に對する百分率(%)	160	228.190 100.00	240.824 105.54	218.057 95.56	241.197 105.70

第21表 各材積表に依る誤差 (二)

地 位	材 積 計 (fm) 同實材積に對する百分率(%)	供試 本數	實 測 材 積 (fm)	各種材積に依る査定値		
				帝 室 林野局	北 海 道 廳	大 學 演習林
良		50	98.261 100.00	104.442 106.29	93.394 95.05	101.463 103.26
不良		110	129.929 100.00	136.382 104.97	124.663 95.95	139.734 107.55
合 計	材 積 計 (fm) 同實材積に對する百分率(%)	160	228.190 100.00	240.824 105.54	218.057 95.56	241.197 105.70

IV 舊材積表と現材積表との関係

北海道廳の材積表に就て述べるに、舊材積表は尺、石單位に依り、形數も樹高の高低に拘らず 0.45 を用ひて居るから、從來の材積表で査定せる蓄積は單なる石對 fm の換算のみでは不充分で、更に形數に依る變更をも考慮しなければならない。今本道の代表的針葉樹林に就ての調査例を引用し、之が換算法を記するに第 22 表の如くである。

第 22 表 舊材積 (石) の現材積 (fm) への換算例

(北海道の主要針葉樹林分に關し道廳材積表にて査定す)

目通 直徑 (寸)	樹 高 (間)	單材積 (石)	本 數	舊材積表 に依る 總材積 (石)	現材積表 に依る 總材積 (fm)	石 立 方 米 換 算 値 (fm)	現舊材積 の 比 率 (%)	摘 要
3	5.0	0.096	75	7.200	2.786	0.387	139.0	調査地は足寄、南 湧別、音更、釧木 禽、占冠の各事業 區に跨り、調査面 積44町歩を平均せ る 1町歩當算出値 である。
4	6.5	0.221	58	12.818	4.640	0.362	130.0	
5	7.5	0.398	46	18.308	6.371	0.348	125.1	
6	8.5	0.649	38	24.662	8.286	0.336	120.7	
7	9.5	0.987	32	31.584	10.297	0.326	117.2	
8	10.5	1.400	27	37.800	12.020	0.318	114.2	
9	11.5	2.000	23	46.000	14.306	0.311	111.6	
10	12.0	2.600	19	49.400	15.215	0.308	110.5	
11	12.5	3.200	16	51.200	15.616	0.305	109.4	
12	13.0	4.000	13	52.000	15.704	0.302	108.4	
13	13.5	4.800	11	52.800	15.787	0.299	107.4	
14	14.0	5.800	9	52.200	15.451	0.296	106.4	
15	14.5	6.900	8	55.200	16.229	0.294	105.6	
16	15.0	8.100	7	56.700	16.556	0.292	104.8	
17	15.0	9.200	6	55.200	16.119	0.292	104.8	
18	15.5	10.700	5	53.500	15.515	0.290	104.1	
19	15.5	11.900	4	47.600	13.804	0.290	104.1	
20	16.0	13.600	3	40.800	11.751	0.288	103.4	
21	16.0	15.000	2	30.000	8.640	0.288	103.4	
22	16.5	16.900	2	33.800	9.667	0.286	102.7	
23	16.5	18.500	2	37.000	10.582	0.286	102.7	
24	17.0	20.800	1	20.800	5.886	0.284	102.1	
25	17.0	22.500	1	22.500	6.368	0.284	102.1	
26	17.5	25.100	1	25.100	7.103	0.283	101.5	
計			409	914.172	274.699			

$$\text{舊材積石の現材積 fm への換算値} = \frac{274.699}{914.172} = 0.30049$$

$$\text{現材積對舊材積比率} = \frac{0.30049}{0.2783} = 1.07973$$

$$= 108.0\%$$

即ち舊材積表に依り査定せる蓄積を fm に換算する爲には形數の變更に依る略 +8% 内外の蓄積の増加を見込まなければならない。即ち石を fm に換算するには約 0.3005 を乗ずる必要がある。而して現材積表の形數曲線より見て舊材積に對する形數の比率は樹高に逆比例して大となり、即ち徑級小なる程大に、徑級大なる程小となる傾向があるから、前記林分としての形數比率は一齊老齡林分となるに従ひ漸減し、小徑木の著しく多い II の型擇伐林分となるに従ひ漸増するものである。

V 結 び

(1) 本道、樺太の現行針葉樹材積表が均しくトドマツ、エゾマツを對象とするにも拘らず、各官廳に依り可成相違する事實に對し野幌産トドマツを經とし、既往の調査成績を緯として、測點高及び査定法等の點より二、三検討を試みた。各所管區域の地況、林況は孰れも經濟的施業林を對象とし、各生育狀況を網羅せる廣汎な天然林であるから殆んど相等しく、從つて之が形數も各々等しいものと前提した。

(2) 形數算出に用ひた野幌産トドマツの樹高曲線は次式の如く略中庸の値を示して居る。

$$H_m = 1.1811D^{1.34187} \cdot 0.8665\sqrt{D}$$

本資料に依る樹高を函數とせる胸高形數曲線 (1.3m 高) は次式で表示し得る。

$$F_{1.3} = 0.37022 + 3.21065 \frac{1}{H} - 6.45951 \frac{1}{H^2}$$

(3) 本資料並に之と略々同一樹高の立木に就て査定せる 1.2, 1.3, 1.5m の各測點高の直徑は次の如き直線的關係がある。

$$D_{1.2(\text{cm})} = -0.0340 + 1.0115D_{1.3(\text{cm})}, \quad D_{1.5(\text{cm})} = 0.0557 + 0.9849D_{1.3(\text{cm})}$$

從て各測點の形數 $F_{1.3}$, $F_{1.2}$, $F_{1.5}$ の相互的關係は次の如く表示し

得る。

$$F_{1.2} = F_{1.3} \times \left(\frac{D_{1.3}}{-0.0340 + 1.0115 D_{1.3}} \right)^2$$

$$F_{1.5} = F_{1.3} \times \left(\frac{D_{1.3}}{0.0557 + 0.9849 D_{1.3}} \right)^2$$

3(4) 形数の樹高、直徑、直徑率に對する相關比は直徑率が最大で、直徑、樹高の順である。殊に樹高に對する相關比は資料が各種の地況、林況に跨り且つ本数が尠ない場合には著しく小である。次に測點高に依る形数の相關比を見るに樹高、直徑を通じ 1.3m が最大で、1.5m, 1.2m の順となり、1.2m 形数の樹高に對する相關比は殊に小である。

4(5) 以上形数算出に用いた資料は概して經濟齡 70 年内外の一齊林分が多く、從つて樹齡並に生育狀況より見て多少偏倚せる憾がある爲、二十數年前小出、中島兩博士が同じく當試驗林トドマツに就て調査せる資料を合算、平均して次の如き形数曲線式を算出し、之を立木材積表に對する比較検討に用いた。

$$F_{1.3} = 0.38325 + 2.79265 \frac{1}{H} - 5.14156 \frac{1}{H^2}$$

本合算値を樺太保呂産トドマツ、エゾマツに比すれば 16m 階以上では樹高を増すに従ひ過小となり、又中島博士の調査値に比すれば概して過大であるが、その差は樹高に比例して漸減し、28m 階に於ては合致して居る。

5(6) 皇室林野局の胸高形数は本調査値に比し樹高を増すに従ひ過大な數値を與ふる。これは $y^2 = a - bx^m$ なる樹幹曲線の指數 m は樹高大なる程小となる傾向があるのに一率に 0.9 と假定せること並に測點高に於ける直徑の細りは樹高に對し級數的に累増する事實に反し、幹曲線は一率の拋物線なる爲、算出直徑は總體的には樹幹と合適するも、幹基部測點に於ては樹高を増すに従ひ過少となること等に基因する。

(7) 樺太廳の形数は本調査値に比し著しく過少で、其平均値が略 0.45 となり、一率に 0.45 を用いた舊材積表に相當して居る。これを北海道廳材積表に比すれば略其 92% 内外に當り、伐痕、未木を除去せる所謂成材形数に近似して居る。

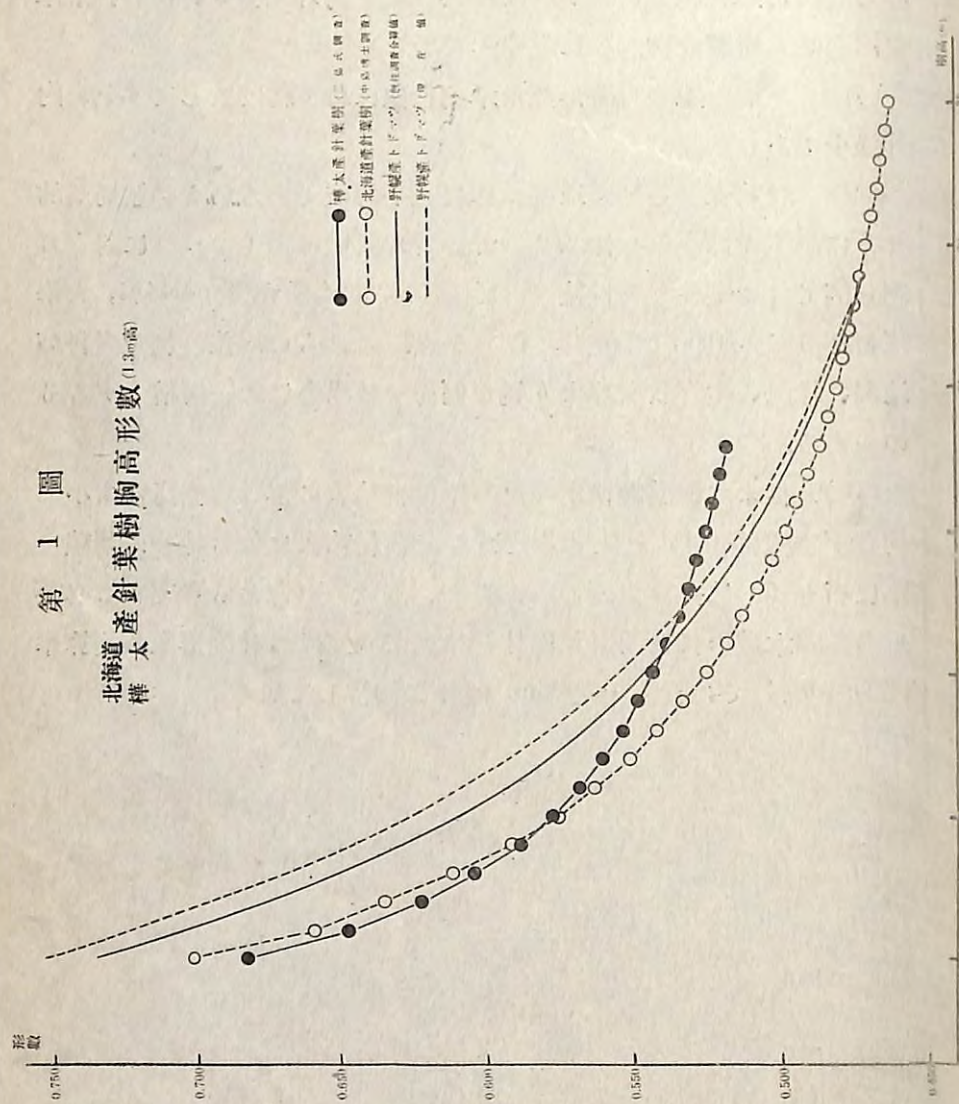
(8) 北海道廳の目通形数は本調査値に比すれば概して 4.4% 内外過少である。

(9) 材積表は各種の地況、林況の平均値であるから必然局所的林分には多少の誤差を伴ふもので、野幌試驗林のトドマツに對する調査例では皇室林野局材積表は +5.54%, 北海道廳は -4.44%, 大學演習林は +5.70%, の誤差を有するが、これらの誤差は調査資料が地況、林況、生育狀況等より見て偏倚する場合には一層増大するものである。

(10) 從來北海道廳使用の尺石單位材積表の形数は樹高の大小に拘らず一樣に 0.45 を使用したから、舊材積表に依る林分の蓄積は單に石を fm に換算するのみならず、形数の影響をも考慮する必要がある。本道の代表的針葉樹林分に就て査定せる林分形数の換算率は約 108% で、石當 0.3005fm 内外に相當して居る。

第 1 圖

北海道産針葉樹胸高形數 (1.3m高)



第 2 圖

北海道産針葉樹胸高並目通形數

