

赤松ノ林木材積計算方法ノ比較研究並ニ公式ノ調査

寺 崎 渡

一、緒言

本研究ハ獨逸、奧太利、瑞西等各國林業試驗場ニ於ケル問題トナリ既ニ二三ノ研究報告ノ公ニセラレタルモノアリト雖モ本研究ノ性質上歐洲ニ於ケル研究ヲ直チニ樹種、林況、森林取扱法、並ニ生長相違セル本邦ノ林木ニ應用セントスルハ聊カ不穩ノ嫌ナキニ非ス而シテ未ダ本邦ニ在テハ之カ研究ニ從事セルモノ

ナシ依テ之レヲ研究問題トシ茲ニ其第一巨ノ報告ヲナサントス

元來林木材積計算方法中所謂實測法ニ於ケル標準木法ニ在テハ標準木撰定ノ方法撰定ノ難易及ヒ其本數ハ林木材積計算ニ影響ヲ及ホスコト著シク且ツ其標準木ヲ使用シ林木材積ヲ計算セントスル公式ニ據リ影響ヲ受クルコト尠ナカラサルモノナリト雖モ計算ニ及ス主タル要素ハ林木材積計算公式並ニ之レニ使用スル標準木ノ幾何學的性質ニアリトス即チ某公式ヲ應用セントセハ其ノ公式ノ假定ヲ満足スヘキ樹木ハ果シテ其林木ノ各直徑階ノ平均一本ノモノニ於テ見出サレ得ヘキヤ否ヲ考究スルヲ要ス即チ林木ノ各直徑階ノ標準トナル可キ樹木ノ幾何學的性質如何ニヨリ決定ス可キナリ換言スレハ林木ノ生長狀況如何ニ據ル可キモノナリトス故ニ本報告ニ在テハ標準木ノ性質ノ研究ヲ主トシテ林木材積計算ノ結果ノ正確度ニハ重キヲ置カサリシ蓋シ今回ノ本研究タルヤ只タ一林木ニ關スルノミニシテ計算ノ結果ノ正確度ヲ論スルニ足ラス而シテ歐洲ニ於ケル此種ノ研究タルヤ既ニ故ドクトルローライ氏ノ研究セルモノアリト雖モ余ノ解スル所ニ據レハ氏ノ研究ハ主トシテ標準木一般ノ性質標準木本數並ニ各種ノ林木材積計算法ヲ論シタルニ過キスシテ林木材積計算公式ト之レニ使用スル標準木トノ關係ヲ論及セサルカ如シ而シテ瑞西奧太利並ニ獨逸各邦ノ林業試驗場ノ報告ニ在テハ主トシテ林木材積計算公式ノ比較研究ニ止マルモノノ如シ

之レヲ要スルニ本研究ニ在テハ既往學者ノ研究セル結果ヲ參考シ林木材積計算公式ト之レニ使用スル標準木トノ關係ヲ明ラカニシ此ノ關係ヲ満足スルニ要スル條件ヲ示シ以テ各種ノ計算ノ方法ヲ比較シ而シテ各樹種並ニ林況ニ就キ計算ノ結果ノ正確度ヲ明ラカナラシメントス此ノ如クシテ林況ニ應シ如何ナル標準木撰定方法ヲ採用シ且ツ標準木本數ヲ幾何ニセハ可成的簡易ニ且ツ正確ニ計算シ得可キ乎ヲ調査セントス然レトモ林木材積計算ノ各種ノ方法ノ撰擇並ニ適否ヲ論セサルヘシ之レ實ニ測定ノ目的如何ニヨリ決定ス可ケレハナリ

二、研究ノ材料並ニ研究方法

其一 研究ノ方法

元來林木ノ成長タルヤ決シテ千變一律ノモノニアラスシテ土地、氣候、年齡、樹種等ニ據リ異ナルハ勿論ナリト雖モ尙ホ其成長ニ及ホス重要ナル要素アリ之レ即チ林木取扱法之レナリ從テ林木材積計算ノ方法モ亦上記各種ノ生長條件ニ據リ各異ニセサル可カラス

然リ而シテ同一林木ト雖モ其各個樹ニ付キ觀察センカ其成長セル位置並ニ隣接木トノ關係ニ據リ其生長ノ狀況ヲ異ニスルモノナルヤ明ラカナリ之レヲ以テ同一林木ニ同一林木材積計算法ヲ適用スルモ其計算ニ使用スル標準木撰定ノ適否ニ據リ影響ヲ受クルモノナリ而シテ實際上最モ適當ナル標準木ヲ撰定セントスルハ決シテ容易ニアラス從フテ可成の正當ノ標準木ニ最近似セル樹木ヲ撰定スルヲ要ス而シテ此ノ目的ヲ達センカ爲メニ標準木トシテ適當ナル樹木ヲ可成の多數撰定セサル可カラス然レトモ實際上ノ業務ニ方リテ多數ノ標準木ヲ撰定シテ之レヲ求積シ以テ所要ノ目的ヲ達セシメントスルハ其手數並ニ費用ヲ要スルコト尠ナカラス茲ニ於テカ、ローライ氏ハ標準木ニ關スル研究ヲ論シ林業試驗場ハ之レヲ實驗スルニ至リシト雖モ予ノ見ル所ヲ以テセハ此等ノ研究タル未タ完カラサルモノト思考ス故ニ予ハ標準木ノ撰定ヲ容易ナラシムル者按並ニ標準木トシテ撰定セル樹木ヲシテ正當ナル

標準木ニ訂正セントスル者按ヲ考究セントス之レ本第一報告ノ主眼トスルモノナリ

然レトモ上記考按ヲシテ正確ナラシメンニハ豫メ各種ノ林況ニ就キ既知ノ各種ノ標準木撰定法、標準木本數並ニ各種ノ林木計算公式ノ計算ノ結果及ヒ林木生長狀況ヲ比較調査シ互ニ近似スルモノヲ類別統計シ研究セサルヘカラス蓋シ林木生長狀況ノ研究ニヨリ林木ニ於ケル各直徑階ノ標準木ノ性質ヲ明カニナシ得ヘク從フテ林木材積計算公式ノ研究上大ナル資料ヲ與フルモノナレハナリ

要スルニ本研究ニテハ一林木ニ對シテ各種ノ計算公式ノ結果ノ批判並ニ其林木ノ各個樹木ノ生長狀況

ヲ調査シ且ツ之レヲ各種ノ林況ニ於ケル林木ニ就キ調査セサル可カラス即チ一林木ニ就キ分解的研究
 ナナシ各種ノ林木ニ就キ總括統計的研究ヲナササル可カラス然レトモ本報告ノ編纂ニ當テ未タ事情ノ
 許ササルモノアルヲ以テ茲ニ唯一林木ニ對スル研究ヲ示スニ止メタリ

其二、研究ノ材料

本研究ニ使用セル材料ハ東京大林區署管内笠間小林區舊城漆山國有林所在、カマツニシテ最強度ノ受
 光伐試驗地ニ於テ伐採セル樹木ヲ利用セリ

該林地ハ西南ニ面セル丘陵地ニシテ土地乾母岩ハ花崗岩ニシテ土壤深ク比較的粗ナリ又林木樹冠ノ鬱
 閉極メテ密ナリト雖モ優勢木比較的僅少ニシテ立木ノ多數ハ劣勢木ナリトス且ツ立木ノ疎密不規則ニ
 シテ一見天然下種ニ據リ成立シタルモノノ如シト雖モ口碑ノ證スル所ニ據レハ嘗テ人工植栽ヲ爲セル
 モ野火ノ侵ス所トナリ之レニ補植ヲ行ヒ加フルニ樹冠ノ破レタル林地面ニ天然下種ノ成木ヲ混スルニ
 至リ遂ニ所々ニ互ニ近似セル樹木ノ密立スルニ至レルモノナルカ如シ(後節林木本數分配ニ關スル説明
 並ニ第A表參照スヘシ)

次ニ研究ニ使用セル材料ノ測定方法ヲ記述セハ各個樹ノ幹材々積ハ何レモ二尺毎ノ各幹部ノ直徑ヲ十
 字ノ方向ニ長サ一分ノ二分ノ一マテ精測シ且ツ樹梢部並ニ根際部ノ材積計算ニ要スル直徑全長ノ四分
 ノ一、二分ノ一、並ニ四分ノ三直徑ヲ測定シ且ツ技下ノ長並ニ伐採面ニ於ケル年輪數ヲ測定シタリ而シテ
 伐採面ノ高ハ胸高直徑ノ長サノ三分ノ一ニ等シキ長サヲ以テ地際ヨリノ最高限度トシ全長ハ伐採面ヨ
 リ樹梢端ニ至ル幹ノ長サトシタリ

此ノ如キ方法ヲ以テ伐採木一千有餘本ヲ測定シタリ然レトモ茲ニ便利ノ爲メ其中約二段歩ヲ占領セル
 林木百八十六本ヲ以テ本研究ノ材料トシタリ而シテ之レカ計算ノ結果ヲ總括シ示スコト第A表(林木個
 樹幹材々積總括表)ノ如シ但シ本表ハ胸高直徑ノ小ナルモノヨリ順次ニ示シタリ

林木各個樹體積一覽表 (△表)

樹木 番 號	胸 高 直 徑 尺	胸 高 圓 面 積 平方尺	伐 ケ ル 探 面 年 輪 於 數	伐 樹 ル 探 梢 長 面 端 サ ヨ リ 至 尺	伐 樹 ル 探 梢 材 面 積 ヨ リ 至 立方尺	伐 分 長 探 點 サ マ デ ノ 面 ヨ リ 尺
1	0.385	0.116416	31	49.2	3.022541	43.2
2	0.425	0.141863	32	51.1	3.805614	44.0
3	0.435	0.148617	32	53.0	4.566169	53.0
4	〃	〃	33	55.3	4.684093	47.5
5	0.465	0.169123	36	54.8	4.704862	44.1
6	0.468	0.172021	38	59.4	6.287600	44.0
7	0.470	0.173494	38	60.6	5.757761	44.6
8	〃	〃	33	47.3	4.348925	37.0
9	0.475	0.177205	36	42.4	3.768380	36.8
10	0.485	0.184745	37	61.9	5.302577	49.0
11	0.490	0.188574	35	53.5	5.443600	42.0
12	〃	〃	34	58.5	4.599397	41.0
13	0.492	0.190117	34	51.0	4.027960	41.4
14	0.495	0.192442	35	61.0	6.682187	48.5
15	〃	〃	37	〃	6.165173	51.8
16	0.498	0.194782	34	61.2	6.130085	44.0
17	〃	〃	38	65.0	6.765861	58.1
18	0.500	0.196350	33	50.0	5.595463	42.4
19	0.505	0.200296	37	63.0	6.730292	46.6
20	0.508	0.202683	34	57.1	5.993693	37.0
21	0.510	0.204282	34	52.0	5.425698	40.9
22	0.520	0.212372	35	55.1	5.269746	42.7
23	0.525	0.216475	39	57.2	5.890833	47.2
24	0.530	0.220618	33	65.2	6.410579	46.5
25	〃	〃	38	62.4	6.916651	51.0
26	0.532	0.222289	35	55.0	6.250992	42.5
27	0.535	0.224801	40	60.0	6.613765	43.2
28	0.538	0.227329	39	59.3	7.309006	46.6
29	〃	〃	36	55.0	5.082574	35.0
30	0.545	0.235283	32	59.9	6.177322	47.0
31	0.555	0.241922	33	42.4	7.658772	47.5
32	0.560	0.246301	34	51.2	6.062225	33.2

111

林木各個樹體積一覽表

樹木番號	胸高直徑 尺	胸高圓面積 平方尺	伐採年 於數	樹梢長 サ 尺	樹梢材 ニ 至積 立方尺	分長 サ 尺
33	0.565	0.250739	38	61.8	7.961068	42.7
34	0.570	0.255176	39	56.7	6.716842	43.0
35	"	"	33	44.7	5.242469	28.7
36	"	"	36	54.0	5.935002	42.5
37	0.572	0.256970	31	57.0	6.959302	47.2
33	0.575	0.259672	35	62.9	8.412753	45.3
39	0.582	0.266033	40	59.0	7.112412	48.2
40	0.585	6.268783	31	57.3	6.541183	49.5
41	0.590	0.273397	35	66.1	9.765511	47.4
42	"	"	25	62.0	8.704516	46.5
43	"	"	34	57.2	7.253932	38.7
44	0.592	0.275254	36	66.5	10.194113	50.8
45	"	"	38	55.8	6.288862	42.9
46	0.595	0.278051	39	71.5	10.169718	57.4
47	0.595	0.278051	40	58.9	7.627060	46.6
43	0.602	0.284631	33	51.0	7.010441	42.0
49	"	"	40	66.0	10.132265	51.0
50	0.605	0.287475	38	64.0	9.099430	47.4
51	"	"	39	59.6	8.063280	46.4
52	0.608	0.290333	36	61.4	9.209429	50.0
53	"	"	39	66.0	11.049217	51.0
54	0.610	0.292247	32	61.7	7.348909	43.0
55	"	"	35	60.9	8.465122	44.5
56	0.615	0.297057	43	63.4	9.742412	50.2
57	"	"	41	64.0	8.553591	54.9
58	"	"	40	66.8	10.805272	47.8
59	0.618	0.299962	42	66.6	10.806932	52.5
60	0.620	0.301907	42	53.0	7.754361	46.4
61	0.620	0.301907	39	58.0	7.917638	48.2
62	"	"	"	67.3	8.859769	48.5
63	"	"	"	61.0	8.425698	48.4
64	0.625	0.306796	"	60.8	8.687659	48.3

111

林木各個樹體積一覽表

樹木番號	胸高直徑 尺	胸高圓面積 平方尺	伐採年輪數 於	樹長 端サ ヨリ至 尺	樹材 端幹 ヨリ至 積 立方尺	分長 サ マ デ ノ 尺
65	〃	〃	41	68.8	10.512876	46.6
66	0.628	0.309748	38	60.4	9.356337	49.3
67	〃	〃	〃	65.2	10.155382	51.6
68	0.630	0.311725	〃	66.8	10.099202	48.4
69	〃	〃	39	47.8	6.810472	36.9
70	〃	〃	36	57.5	8.118240	40.0
71	〃	〃	37	62.6	11.222022	55.8
72	〃	〃	42	59.0	7.817919	44.2
73	〃	〃	38	66.8	9.968392	49.7
74	〃	〃	40	65.0	10.851368	45.0
75	0.635	0.316692	37	66.5	11.605708	〃
76	〃	〃	〃	62.9	9.267160	55.5
77	〃	〃	35	58.8	7.492878	34.2
78	0.638	0.319692	40	52.0	7.759902	45.0
79	〃	〃	38	68.9	10.024259	52.0
80	0.640	0.321699	37	60.9	9.099763	45.0
81	〃	〃	41	69.4	10.223742	50.4
82	0.642	0.323713	30	64.8	11.449817	46.8
83	0.650	0.331831	37	63.8	11.003713	45.2
84	〃	〃	〃	64.6	9.724726	42.0
85	〃	〃	39	63.1	9.788026	5.80
86	〃	〃	36	65.2	9.903862	50.7
87	0.652	0.333876	38	62.8	11.323216	48.8
88	〃	〃	39	69.4	12.116677	49.5
89	0.655	0.336955	〃	59.0	10.557872	48.6
90	0.660	0.342119	36	63.0	9.997911	49.8
91	0.662	0.344196	40	65.0	10.764002	49.0
92	〃	〃	39	64.8	10.937618	49.0
93	0.665	0.347323	38	65.0	11.872182	45.9
94	0.668	0.350464	36	65.7	11.933629	45.1
95	0.670	0.352565	40	64.6	12.629169	48.5
96	〃	〃	35	62.5	9.578277	50.0

1111

林木各個樹體積一覽表

樹木 番號	胸高直徑 尺	胸高圓面積 平方尺	伐ケル 採面ニ 於年輪 數	伐樹ル 採梢長サ 面端ニ ヨリ至 尺	伐樹ル 採梢材々 面端ニ ヨリ至積 立方尺	伐分長サ 採點マ 面デ ヨリノ 尺
97	〃	〃	34	66.3	11.535362	52.0
98	0.675	0.357847	37	66.0	10.295920	48.0
99	0.680	0.363168	39	62.5	10.896204	45.0
100	0.682	0.365308	42	62.7	12.315584	48.5
101	0.688	0.371764	38	62.5	11.174406	46.0
102	〃	〃	〃	63.2	10.649719	43.1
103	0.690	0.373928	〃	66.0	11.283750	50.2
104	〃	〃	〃	59.7	10.927057	59.7
105	0.705	0.390363	〃	64.6	12.019604	46.5
106	〃	〃	40	69.0	12.402626	50.8
107	〃	〃	38	70.6	12.177356	47.5
108	〃	〃	41	64.8	11.334971	43.9
109	0.708	0.393692	39	62.1	11.940551	41.2
110	0.710	0.395917	38	68.2	10.810909	52.9
111	〃	〃	34	52.0	10.192684	37.6
112	0.715	0.401515	36	68.8	14.503696	43.7
113	〃	〃	44	65.0	11.757950	46.2
114	〃	〃	37	66.8	13.090473	46.5
115	0.718	0.404892	39	69.0	14.769326	50.2
116	0.918	〃	〃	65.2	10.867398	48.0
117	0.720	0.407150	34	60.4	10.878599	43.6
118	0.725	0.412825	34	68.4	12.564845	49.2
119	〃	〃	38	65.0	13.533965	32.0
120	0.735	0.424292	37	66.4	14.550146	50.6
121	0.735	〃	38	65.2	13.971901	49.7
122	〃	〃	36	64.5	15.469017	38.5
123	0.738	0.427762	40	67.8	12.519614	54.0
124	0.742	0.432412	39	64.8	14.711246	50.8
125	〃	〃	37	66.6	13.428935	51.3
126	0.748	0.439433	〃	65.0	14.913935	41.8
127	0.750	0.441786	39	63.2	11.959730	41.4
128	〃	〃	43	57.6	11.638373	36.5

林木各個樹體積一覽表

樹木番號	胸高直徑 尺	胸高圓面積 平方尺	伐ケル採年ニ輪於數	採樹ル梢長サヨリ至 尺	伐樹ル幹材ニ至積 立方尺	伐分長サ採點マデノ 尺
129	0.752	0.444146	37	61.0	11.537378	37.8
130	0.755	0.447697	35	63.1	14.593790	42.0
131	0.760	0.453646	42	64.2	15.664469	41.3
132	〃	〃	38	66.0	15.205817	49.8
133	0.770	0.465663	40	66.2	15.676752	32.0
134	〃	〃	39	68.7	15.376878	50.6
135	〃	〃	41	66.3	16.079591	47.5
136	0.778	0.475389	37	64.5	15.251320	46.0
137	0.780	0.477836	39	69.2	16.358778	52.4
138	0.785	0.483982	38	63.0	14.843461	40.6
139	0.790	0.490167	39	66.5	15.936575	52.5
140	〃	〃	〃	66.8	14.870613	53.7
141	0.795	0.496391	36	64.8	15.019661	39.0
142	0.802	0.505171	41	66.8	15.039059	39.6
143	0.810	0.515300	〃	57.0	14.662604	43.0
144	〃	〃	40	68.5	14.379698	50.4
145	0.815	0.521681	〃	66.5	15.748307	48.8
146	〃	〃	39	62.7	15.742545	52.3
147	0.820	0.528102	〃	66.8	15.699877	41.3
148	0.828	0.538456	〃	70.7	16.452607	44.0
149	〃	〃	38	67.0	17.047752	45.5
150	〃	〃	43	64.7	14.913472	44.2
151	0.832	0.543671	36	62.8	14.977614	53.1
152	〃	〃	40	64.4	15.755457	45.5
153	0.835	0.547599	〃	65.0	16.032703	44.3
154	0.840	0.554177	41	65.6	15.729004	42.7
155	0.842	0.556819	40	68.2	16.845066	48.0
156	0.845	0.560794	44	65.5	16.629911	44.0
157	0.848	0.564783	36	63.0	16.855858	42.7
158	0.850	0.567450	38	64.5	18.287814	47.7
159	0.867	0.590375	40	67.9	18.641702	49.3
160	0.870	0.594468	37	59.1	18.049650	32.0

一二五

林木各個樹體積一覽表

樹木番號	胸高直徑 尺	胸高圓面積 平方尺	伐ケル年輪數 於	伐樹ル採面ヨリ至 長サニ至 尺	伐樹ル採面ヨリ至 材積 立方尺	伐分長サ 採面マデノ 尺
161	0.876	0.602696	44	63.7	18.253059	48.4
162	0.880	0.608212	38	66.8	19.096870	41.0
163	0.900	0.636173	42	67.0	18.897282	46.0
164	0.912	0.653250	43	67.3	18.801648	48.2
165	0.920	0.664761	〃	60.8	18.931748	40.0
166	0.922	0.667654	46	63.5	18.868594	42.5
167	0.930	0.679291	44	69.0	18.892626	40.0
168	〃	〃	39	67.0	18.982413	45.0
169	0.937	0.689555	40	62.3	18.823958	49.0
170	0.947	0.696934	39	65.0	19.535566	46.0
171	0.950	0.708822	41	64.7	19.869979	48.5
172	0.952	0.711809	37	68.8	20.363885	52.0
173	0.965	0.731382	41	70.5	21.805854	49.0
174	0.972	0.742032	37	73.0	23.960491	54.0
175	0.982	0.757378	41	64.1	21.661953	40.4
176	0.992	0.772882	43	73.2	22.629045	43.4
177	0.998	0.782260	37	68.1	24.467724	45.0
178	1.005	0.787361	41	72.9	25.368096	46.1
179	1.008	0.790424	39	69.0	26.875665	48.0
180	1.010	0.801185	41	67.2	26.400689	47.3
181	1.060	0.882473	40	69.0	28.019787	〃
182	1.062	0.882787	44	73.6	26.763998	46.9
183	1.082	0.916402	42	73.1	31.157020	47.7
184	1.102	0.950647	〃	67.5	29.336793	39.0
185	1.105	0.952296	39	68.0	30.476991	36.0
186	〃	〃	43	63.6	25.795459	48.6

三、林木材積計算公式並ニ標準木撰定法ノ比較

本節ニ於ケル研究ハ本報告ノ主タルモノナリト雖モ之レヲ明ラカニセンニハ「グツテンベルグ」氏測樹學ニ於ケル所謂林木生長狀況(即チ底面直徑、高形數ノ關係)ヲ明ラカニスルヲ要スト稱スレトモ予ノ見ル所ヲ以テセハ單ニ之レニ止マラス林木材積計算ノ公式ト之レニ使用スル標準木トノ關係ヲ明カニスルヲ要ス可キモノト考フ此ノ關係ヲ明カナラシメ且ツ林木生長狀況ヲ明ラカナラシムレハ以テ其ノ公式ノ適否從フテ正確度ヲ決スルニ容易ナル可シト考フルモノナリ之レヲ以テ予ハ先ツ林木材積計算公式ト其標準木トノ關係ヲ茲ニ述ヘントス

其一 林木材積計算方法ノ類別

標準木ニ據ル林木材積計算方法ハ一般ニ林木ノ各個樹分類ノ方法並ニ標準木撰定方法ニ據ルモノナリト雖モ茲ニ本報告ニ在テハ研究ノ便利上ヨリ林木材積計算公式ニヨリ分類セント欲ス即チ左ノ如シ

一、「ドラウト」氏法

附「ウーリッヒ」氏法

二、「ハルチッヒ」氏法

三、曲線法

附「コペツキー」氏法

四、算數中數標準木法

附「ゲールハルド」氏法

「フルーリー」氏法

「メツゲル」氏法

中數林木高並形數法

其二、林木材積計算公式ノ吟味

茲ニ述フル林木材積計算公式並ニ標準木撰定法トニ關スル理論上ノ吟味ニ關シテハ多少之レヲ論セサルモノナキニ非スト雖モ未タ兩者ノ關係ヲ明記シタルモノナキカ如シ依テ之レヲ記述セントス
 林木材積ヲ計算セントスルニ方リテヤ一般ノ方法トシテ地上ヨリ一定位置ニ於ケル直徑即チ底面直徑ヲ測定シ各個樹ヲ直徑階ニ分類シ各直徑階ノ樹木本數ヲ調査ス今茲ニ林木ノ各個樹ハ m 個ノ直徑階ニ類別シ得タリトシ

各直徑階ノ直徑ヲ示スニ $d_1, d_2, d_3, \dots, d_x$ トシ

各直徑階ノ樹木本數ヲ示スニ $n_1, n_2, n_3, \dots, n_x$ トシ

而シテ各直徑階ノ標準木材積ヲ示スニ $v_1, v_2, v_3, \dots, v_x$ トセバ

林木材積 V ハ左式ニヨリ計算シ得可シ即チ

$$V = v_1 n_1 + v_2 n_2 + v_3 n_3 + \dots + v_x n_x \dots (1)$$

但シ各直徑階ノ標準木材積ハ其直徑階ノ編入シタル樹木ノ算數平均ニ該當スルモノナリトス

(1)式ハ實ニ林木材積計算公式ノ基本タルモノナリ而シテ(1)式ヲ更ニ變化シテ(2)式ノ如ク書キ換ユルヲ得ヘシ即今各直徑階ヨリ標準木ヲ $v_1, v_2, v_3, \dots, v_x$ 本ヲ撰定スルモノトセハ

$$V = v_1 \frac{n_1}{b_1} + v_2 \frac{n_2}{b_2} + v_3 \frac{n_3}{b_3} + \dots + v_x \frac{n_x}{b_x} \dots (2)$$

次ニ若干直徑階ヲ或ル方法ニ從ヒ之レヲ m 個ノ直徑級ニ編成シタリトセンカ

各直徑級ノ直徑ヲ示スニ $D_1, D_2, D_3, \dots, D_m$ トシ

各直徑級ノ樹木本數ヲ $N_1, N_2, N_3, \dots, N_m$ トシ

各直徑級ノ中央木材積ヲ $l_1, l_2, l_3, \dots, l_m$ トセバ

(1) 式ニヨリ林木材積 V ハ左式ニ據リ計算シ得ヘシ即チ

$$V = r_1 N_1 + r_2 N_2 + r_3 N_3 + \dots + r_m N_m \dots (1)$$

而シテ又中央木ヲ各直徑級ヨリ $r_1, r_2, r_3, \dots, r_m$ 本ヲ撰定スルモノトセハ(2) 式ニヨリ

$$V = r_1 \frac{N_1}{p_1} + r_2 \frac{N_2}{p_2} + r_3 \frac{N_3}{p_3} + \dots + r_m \frac{N_m}{p_m} \dots (2')$$

ヲ得ヘシ

然リ而シテ(1) 式ヲ應用スルハ直徑階ニ據ル方法並ニ所謂曲線法ノ系統ニ屬スル林木材積計算法ナリトス而シテ(2) 式ヲ應用スルハ「ドラウト」氏ノ標準木撰定法並ニ林木材積計算公式ニシテ(2) 式ノ變態タル(2) 式ヲ應用スルハ之レ「ウーリッヒ」氏ノ標準木撰定法並ニ林木材積計算公式ナリトス又(1) 式ヲ應用スルハ之レ「ハルチツヒ」氏ノ林木材積計算法ナリトス最後ニ又(1) 式ノ變態ヲ應用スルハ算數中數標準木法ナリトス

今此等ノ林木材積計算公式ニ使用セル標準木撰定法並ニ標準木ノ性質ヲ示サンニ

「ドラウト」ウーリッヒ氏ノ方法ニ在テハ(2) 式並ニ(2') 式ニ於テ左ノ假定ヲ設グルモノナリ即チ

$$\frac{r_1}{p_1} = \frac{r_2}{p_2} = \frac{r_3}{p_3} = \dots = \frac{r_x}{p_x} = \frac{N'}{N} = c$$

$$\frac{N_1}{p_1} = \frac{N_2}{p_2} = \frac{N_3}{p_3} = \dots = \frac{N_m}{p_m} = \frac{N}{N'} = c'$$

但シ N ト N' トハ左ノ關係ヲ有スルモノトス

$$n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_x = N$$

$$N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_m = N$$

$$p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_x = N'$$

$$n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_x = N'$$

然ラハ(2)式並ニ(3)式ハ左ノ如ク書キ換ユルヲ得ヘシ

$$V = (v_1 p_1 + v_2 p_2 + v_3 p_3 + \dots + v_n p_n) c \quad \text{〔ドラウト氏式〕}$$

$$V = (v_1 p_1 + v_2 p_2 + v_3 p_3 + \dots + v_m p_m) c \quad \text{〔ウーリッヒ氏式〕}$$

即チ

$$V = J \cdot \frac{N}{N'}$$

ノ如ク書キ換ユルヲ得ヘシ但Jハ左ノ如キモノナリトス

$$J = v_1 p_1 + v_2 p_2 + v_3 p_3 + \dots + v_n p_n$$

$$J = v_1 p_1 + v_2 p_2 + v_3 p_3 + \dots + v_m p_m$$

然ルニ計算ニヨル標準木直径ト同一ナル直径ヲ有スル樹木ハ實際上林木ニ於テ見出シ難キ場合普通ナリトス從フテ標準木材積モ亦正當ナルモノヲ得難キヲ以テ「ドラウト」「ウーリッヒ」氏ハ $\frac{N}{N'}$ ノ代リニ $\frac{G}{I}$ ナ用ヒタリ

即チ林木材積計算公式トシテ左ノ式ヲ用ユ

$$V = J \cdot \frac{G}{I}$$

然リ而シテ

$$\frac{N}{N'} = \frac{G}{I}$$

ナル爲メニハ次ノ條件式ノ成立スルヲ要ス

$$HF = h_1 f_1 = h_2 f_2 = h_3 f_3 = \dots = h_n f_n$$

$$HF = h_1 f_1 = h_2 f_2 = h_3 f_3 = \dots = h_m f_m$$

但シHトF若ハHFハ各々林木中數高並ニ形數若ハ林木中數形狀高トス
 之レヲ要スルニ「ドラウト」並ニ「ウーリッヒ」氏法ニ在テハ
 標準木撰定法トシテハ次式ヲ用ユ

$$\frac{n_1}{d_1} = \frac{n_2}{d_2} = \frac{n_3}{d_3} = \dots = \frac{n_x}{d_x} = c,$$

$$\frac{N_1}{d_1} = \frac{N_2}{d_2} = \frac{N_3}{d_3} = \dots = \frac{N_m}{d_m} = c.$$

但シ「ウーリッヒ」氏法ニ在テハ「 $N_1 \neq N_2 \neq N_3 \neq \dots \neq N_m$ 」ナル場合ト「 $d_1 \neq d_2 \neq d_3 \neq \dots \neq d_m$ 」ナルニツノ場合アリト雖モ
 要スルニ上記ノ如ク「ドラウト」氏法ノ變態ト稱スヘキモノナリ
 而シテ林木材積計算公式トシテハ

各直徑階直徑級ニ在テ標準木(中央木)ノ材積計算ニ要スル底面積ノ系數即チ形狀高ハ互ニ等シキコト即
 チ

$$h_1 f_1 = h_2 f_2 = h_3 f_3 = \dots$$

ナルコトヲ要ス

而シテ「ハルチッヒ」氏法ニ在テハ(1)式ヲ應用スルモノニシテ(1)式ハ

$$V = c_1 N_1 + c_2 N_2 + c_3 N_3 + \dots + c_m N_m$$

然ルニ

$$c_1 = \gamma_1 h_1 f_1, \quad c_2 = \gamma_2 h_2 f_2, \quad c_3 = \gamma_3 h_3 f_3, \dots, c_m = \gamma_m h_m f_m$$

$$\therefore V = N_1 \gamma_1 h_1 f_1 + N_2 \gamma_2 h_2 f_2 + N_3 \gamma_3 h_3 f_3 + \dots + N_m \gamma_m h_m f_m$$

而シテ「ハルチッヒ」氏ハ直徑級ノ編成ニ次ノ假定ヲ設ケタリ即チ

$$N_1 \gamma_1 = N_2 \gamma_2 = N_3 \gamma_3 = \dots = N_m \gamma_m = \frac{C}{n_1}$$

$$\therefore V = \frac{G}{m} (l_1 f_1 + l_2 f_2 + l_3 f_3 + \dots + l_m f_m)$$

或ハ

$$V = \frac{G}{m} \left[\frac{l_1 n_1}{\gamma_1 n_1} + \frac{l_2 n_2}{\gamma_2 n_2} + \frac{l_3 n_3}{\gamma_3 n_3} + \dots + \frac{l_m n_m}{\gamma_m n_m} \right]$$

即チ「ハルチツヒ」氏公式ニ在テハ

$$l_1 f_1 = l_2 f_2 = l_3 f_3 = \dots = l_m f_m$$

ナル假定ヲ必要トセス

曲線法ニ在テハ公式(1)ヲ用ユルモノニシテ其計算ニ使用セル標準木ハ任意ノ方法ニヨリ撰定セル標準木ヲ圖解法ニヨリ求メタルモノ若クハ計算的ニ求メタル理想標準木ヲ利用セルモノナリト雖モ所謂直徑階ニ據ル方法ニテハ其標準木ハ任意ノ方法ニヨリ撰定セル標準木面積合計ヲ標準木本數ニテ除シタル平均ヲ用ユ即チ各直徑階ニ於ケル標準木合計ヲ $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_x$ トシ其ノ標準木本數ヲ $g_1, g_2, g_3, \dots, g_x$ トセハ公式(1)ノ各々ハ

$$r_1 = \frac{l_1}{\sum_1}, \quad r_2 = \frac{l_2}{\sum_2}, \quad r_3 = \frac{l_3}{\sum_3} \dots r_x = \frac{l_x}{\sum_x}$$

ナリトス故ニ此等ノ方法ニ在テハ「ハルチツヒ」氏法ノ如ク

$$l_1 f_1 = l_2 f_2 = l_3 f_3 = \dots$$

ナル條件ヲ要セス

而シテ算數中數標準木法ニアリテハ(1)式ニ於テ

$$r_1 n_1 + r_2 n_2 + \dots + r_x n_x = r_x n_x$$

ナル條件式ヲ満足スル標準木ヲ撰定シ林木材積計算ヲナスモノナリ依テ計算ニ要スル標準木ハ

$$\frac{r_1 n_1 + r_2 n_2 + r_3 n_3 + \dots + r_x n_x}{N} = r_x$$

ナル條件式ヲ得ヘシ而シテ此ノ條件式ヲ満足スヘキ中央木ヲ求メンカ爲メニ此ノ方法ニ二ツノ方法ヲ生スルニ至リシ

即ち其ノ一ハ

$$h_1 f_1 = h_2 f_2 = h_3 f_3 = \dots = h_x f_x$$

トシテ次式ヲ誘導シタリ

$$\frac{\gamma_1 n_1 + \gamma_2 n_2 + \gamma_3 n_3 + \dots + \gamma_x n_x}{N} = \gamma$$

此ノ式ニ據リ計算セル平均底面積ヲ有スル樹木ヲ以テ中央木材積ニ該當スルモノトシタリ

其ノ二ハ實際林木ニ在テハ單木ノ底面積ニ乘シテ之レカ幹材々積ヲ計算スルニ要スル系數即チ形狀高ハ各直徑階ニ於テ等シキモノナキヲ以テ他ノ條件式ヲ用ヒ平均底面積ヲ有スル樹木ノ幹材々積ヲ改算セントスルモノ之レ即チ

「ハイエル」氏條件式 「ゲールハルド」氏條件式

「メツケル」氏條件式 「フルリー」氏條件式

等之レナリ

之レヲ要スルニ林木材積計算ニ在テハ計算ニ要スル標準木ハ之レヲ撰定セル直徑階ノ算數平均價ヲ有シ且ツ林木材積計算公式ニ用ヒタリシ假定ニ適合スルヤ否ヤニヨリ計算ノ正確度ハ決定セラルヘキナリ之レカ研究タルヤ余ノ本研究ノ主タル結果ナリトス

換言セハ

「ドラウト」「ウーリッヒ」氏法ヲ用ヒ標準木ヲ撰定セル場合ニハ其林木材積計算公式ハ

$$V = \sum \frac{G_i}{L_i}$$

ヲ用ユルヲ以テ其標準木ノ材積ハ各直徑階ノ算數平均材積ニ該當シ且ツ其標準木ハ互ニ

$$h_1 f_1 = h_2 f_2 = h_3 f_3 = \dots = h_m f_m$$

ナル條件ヲ満足スルヲ要スト雖モ

「ハルチツヒ」氏法ニ在テハ此ノ條件式ヲ満足スルヲ要セザルモ只タ各直徑級ノ算數中數ニ該當スルヲ要ス而シテ算數中數標準木ニ在テハ平均底面積ヲ有シ且ツ其材積ハ林木ノ中數材積ニ該當スルヲ要ス約言セハ如何ナル方法ニヨルモ林木材積計算法ノ正確度ハ撰定セル標準木ノ材積計算ノ要素ノ一タル底面積ハ直徑階若ハ級算數中數ニ一致スルヤ否ヤ次ニ其ノ撰定セル標準木ハ他ノ材積計算ノ要素ハ林木材積計算公式ノ假定ヲ満足スルヤ否ヤニヨリ決定セラル可キナリ

然レトモ實際上林木材積計算ニ要セル標準木ヲ撰定スルニ當テヤ上記何レノ方法ニヨルモ上述セル條件式ヲ満足スルモノヲ撰定セントスルハ容易ノ業ニ非ルナリ

之レヲ以テ各直徑階若ハ直徑級ヨリ撰定セル標準木ハ單ニ一本ノミトナサスシテ可成丈ケ多數ナラシメント欲スト雖モ實務上多數ノ標準木ヲ利用スルコト困難ナルノミナラス標準木トナスニ足ル樹木決シテ多カラサルナリ故ニ若シ多數ノ標準木ヲ撰定シ得ラルルトスルモ多數ナラシメタルカ爲メニ却テ其標準木ハ與ヘラレタル條件ヲ満足シ難キニ至ルヘシ之レ標準木本數ノ限度ニ對スル研究ノ必要ヲ感スルニ至レルナリ之レカ研究ハ既ニ「ローライ」氏ノ研究セル所ナリ

以上述フル所ニヨレハ「ドラウト」「ウーリッヒ」「ハルチツヒ」法並ニ算數中數標準木法ノ標準木撰定ノ容易ナラサルコトヲ知ラン讀者又測樹學ニ於テ其ノ標準木ノ撰定直徑級ノ編成等亦輕便ナラサルヲ知ラン茲ニ於テカ曲線法ノ應用漸ク擴張セントスルニ至ル

其三、曲線法

此ノ方法ニ關シテハ既ニ二三ノ測樹學教科書並ニ論文ニ於テ示セルモノナキニアラサルモ未タ完カラサルカ如シ依テ少シク説明ヲ加ヘントス

此ノ方法タルヤ十九世紀ノ初期獨逸聯邦ノ一タル「バイエルン」國ニ於テ國有林施業按編成ニ於テ利用シタルモノニシテ茲ニ同國千八百四十年四月發喬林ニ於ケル標準地材積測定並ニ計算法ニ示セル方法ヲ

略記セハ即チ左ノ如シ

標準地測定並ニ毎木調査法ニ在テハ標準木ノ撰定如何ニヨリ林木材積計算ニ及ホス影響尠ナカラサルヲ以テ其ノ影響ヲ可成丈減削センカ爲メニ二三ノ標準木ヲ充分注意シテ撰定シ之レヲ伐採精測シ其ノ結果ヲ方眼紙上ニ記シ平均位置ヲ取リフリーハンドニテ規則正シキ平均曲線ヲ畫キ其ノ曲線ヲ示ス材積ヲ以テ標準木材積ヲ計算ス但シ平均曲線ハ ∞ 軸ニ胸高直徑ヲ取リ ∞ 軸ニ伐採セル標準木ノ材積ヲ取リ畫クモノトス

如斯ニシテ標準木材積ヲ知ルヲ得タルトキハ

$$V = \frac{1}{2} \pi (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + \dots + r_n^2) l$$

ノ公式ニ從ヒ林木材積ヲ計算スルモノトス

然レトモ此ノ方法タルヤ當時僅ニ「バイエルン」國ノミニ止マリ一般ニ普及セサリシモノノ如シ其後一千八百九十年代ニ至リ「壞太利」ニ在テハ「バイエルン」ニ於ケル方法ト同一方法ヲ研究シ此ノ方法ヲ原生林ノ林木材積計算ニ應用スルモノアルニ至レリ即チ之レ「コベツキ」氏ナリ氏ノ研究ハ「バイエルン」國方法ニ連關セサルカ如シ而シテ氏ノ畫ケル曲線ハ全クフリーハンドニ據ルモノナルヲ以テ論理上未ダ正當ナリト稱スルヲ得ス之レヲ以テ一千八百九十四年ニ至リ「チュービンゲン」大學教授「スパイデル」氏ハ「コベツキ」氏法ニ從ヒ材積表ヲ應用シ平均曲線ヲ訂正シ以テ材木材積ヲ計算スルニ至レリ然レトモ其ノ曲線法タル未ダ簡便ナラサルモノアリ即チ平均曲線ノ性質不明ナルヲ以テ應用上不便尠ナカラス之レヲ以テ「ローライ」氏ノ反對論ヲ生スルニ至レリ然レトモ「コベツキ」氏ハ此ノ材積曲線ノ性質ヲ明カニシ加之材積計算新方法ヲ工夫スルニ至リ時ニ千八百九十九年ナリ即チ氏ハ材積計算ノ性質ヲ明カニシ材積曲線ハ直徑ノ函數トシテ假定セルヨリモ寧ロ底面積ノ函數ト假定スルヲ以テ最モ便利ナリトシ左ノ原則ヲ誘導スルニ至レリ即チ幹材々積ハ底面積ノ一次ノ函數ナリ

然ルニ一千九百年ニ至リ「ハデツク」氏ハ「コベツキ」氏ノ曲線論並ニ材積計算新法ヲ批判シ尙ホ一段ノ研究ヲ要スルモノナルコトヲ示シタリト雖モ「ゲールハルド」氏ハ全然「コベツキ」氏ノ研究ヲ證明シ進ンテ收額表調製上ニ一進歩ヲ與フルニ至レリ

以上ハ之レ曲線法ノ沿革ヲ略記セルモノナリト雖モ此ノ曲線法ノ發達ノ以前ニ在テ之レニ類似セル研究ヲナシタルモノアリ之レ「ゲールハイル」氏ニシテ氏ハ算數中數標準木ノ性質ヲ研究スルニ方リ材積曲線ノ研究方法ヲ指示セリ而シテ「ゲールハイル」氏ニ至リテハ材積曲線ノ研究ニヨリ「ハイエル」氏ノ研究ニ一進歩ヲ與ヘ次キテ「コベツキ」氏ハ更ニ「ゲールタルド」氏ノ研究ニ一進歩ヲ與フルニ至レリ要スルニ材積曲線ハ遂ニ材木ノ生長現象研究ニ對スル研究並ニ林木材積計算上必要缺ク可カラサルモノトナルニ至レリ

其四、材木材積計算用標準木撰定法ノ比較

林木材積計算ニ於テ最重要ナルハ標準木撰定ノ方法ナリトス
 標準木ノ性質タルヤ「ローライ」氏ノ研究ニ據レハ標準木ヲ撰定セル直徑階若クハ直徑級ノ算數中數ヲ示スモノナラサルヘカラス即チ今「 $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ 」ヲ示スニ一直徑階若ハ級ノ各樹木ヲ示スモノトセハ其ノ標準木ヲ「 s 」トセハ

$$S = \frac{1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2}{n}$$

ナルヲ要ス從フテ標準木トシテ撰定シタル樹木只タ近似的ノモノナルトセハ標準木ヲ多數ナラシメサル可カラス之レ實ニ平均法ノ示ス所ニ從ヒタルモノニシテ決シテ之レヲ否定ス可キモノニアラサルナリ然レトモ既ニ示セルカ如ク林木材積計算公式ノ性質ニヨリ此ノ條件ノ外ニ他ノ條件ヲモ兼ネサルヘカラサルアリ即チ

「ドラウト」並ニ「ウーリッヒ」氏ノ林木材積公式ニ在テハ

$$HF = hf_1 = k_2 f_2 = k_3 f_3 = \dots = k_m f_m$$

ナル條件ヲ満足スルヲ要ス

次ニ算數中數標準木法ニ在リテハ其ノ標準木ハ全林木ニ對シ

$$S = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + \dots + v_n}{n}$$

ナル條件ヲ満足ス可キノミナラス各直徑階ノ少ナクトモ平均一木ニ對シ即チ各直徑階ノ標準木ハ

$$h_1 f_1 = h_2 f_2 = h_3 f_3 = \dots = h_n f_n$$

ナル條件成立スルヲ要スルナリ

故ニ林木材積計算方法ヲ比較研究センニハ

(一) 「ドラウト」「ウーリッヒ」氏ノ公式ニ要スル條件ヲ満足セル樹木ノ存在ノ正確度ト各直徑階ノ平均ノ一木ノ示ス

即チ底面積ヲ乘シテ材積ヲ求ムヘキ係數ヲ有セル樹木ノ正確度トヲ比較シ互ニ近似セルヤ否ヤヲ觀察セハ以テ「ドラウト」「ウーリッヒ」氏法ト「ハルチヒ」其他ノ方法トノ正確度ノ關係ヲ知り得ヘク從テ又算數中數標準木ノ公式ノ比較モ亦右ニ記スル研究ニ據リ之レヲ知り得ヘシ故ニ

(α) 各直徑階ヨリ撰定セル標準木ノ本數分配

(β) 標準木トナシ得ヘキ實際ノ樹木ノ分配

(δ) 標準木撰定法

ヲ調査セハ一林木ニ對スル材積計算公式並ニ標準木撰定法ヲ比較シ得ヘシ

(α) 各直徑階ヨリ撰定セル標準木本數分配

茲ニ其本數分配ノ狀況ヲ表記セハ本林木ニ在テハ左ノ如シ

直徑階 _R	本數	數分配法 總本數 對スル本數	L.P. ラウツ氏法					L.クリップヒツ氏法		L.ハルチツヒツ氏法		標準木法 算中數		
			標準木本數ノ 10%	全林木本數ノ 8,1%	對スル割合 5,4%	對スル割合 3,8%	對スル割合 2,7%	對スル割合 1,6%	直徑數	直徑數	直徑數		直徑數	
0,4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5	27	1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	—
0,6	58	3	6	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1	—
0,7	41	2	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	—
0,8	28	1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	—
0,9	14	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—
1,0	8	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,1	6	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合計	186	7	19	15	10	7	5	3	3	4	3	4	1	—

前表ニヨリ標準木ノ分配ヲ見ルニ其最モ良好ニ即チ其ノ分配ノ周密ナルハ換言セハ各直徑階ノ本數ニ應シ過不足ナク分配ノ普及セルモノヲ觀察センニ(一)總本數ニ對スル各直徑ノ本數率法即其ノ十「プロセント」ヨリ一本ヲ撰定スルモノ(二)「ドラウト」氏ノ二「七」プロセントノモノノ二ツナリトス之レニ反シテ直徑級ノ方法ニ從フモノハ何レモ其本數分配各直徑階ノ本數ニ應セス其ノ本數ノ僅カナルモノモ多數ナルモノモ同一度合ヲ以テ標準木ヲ撰定スルモノノ如シ然ルニ實際上林木材積ニ關係ヲ及ホス度合ハ各直徑階同一ナラス特ニ生長研究ニ在テハ細キ直徑階ニ屬セルモノ並ニ太キ直徑階ニ屬セルハ間伐ニヨリ除去セラルヘキモノナルヲ以テ初メヨリ此ノ直徑階ヨリ標準木ヲ撰出セサルヲ可トス

然リ而シテ尙ホ「ドラウト」氏ノ十「プロセント」法並ニ八「一」プロセント」法ニ在テハ之レヲ前述セル直徑階ヨリ標準木ヲ撰定スルモノニ比スレハ尙ホ一層各直徑階ヨリ撰定スヘキ本數ハ多ク且ツ其分配モ亦直

徑階ノ細キモノヨリ太キモノニ及ヒ且ツ直徑階ノ本數ニ應シ標準木本數モ亦多數ナリト雖モ太キ直徑階ニ在テハ其直徑階ノ本數ノ尠ナキニ拘ハラズ本數多キ他ノ直徑階ハ殆ント同一度合ヲ以テ撰出セラ
ルルヲ見ル然ルニ林木現在ノ材積計算ニ在テハ太キ樹木ノ影響決シテ尠ナカラサルヲ以テ之レヲ同一
度合ヲ以テ撰定スルハ必スシモ不良ニアラサルモ實務上多數ノ標準木ヲ撰定センハ困難ニシテ且ツ實
際上標準木ト爲ス能ハサル樹木モ其ノ本數ニ應センカ爲メニ撰定スルニ止マリ之レ林木材積計算上甚
タ安全ナルモノト稱スルヲ得ス

茲ニ於テカ標準木ト爲ス得ヘキ樹木ノ分配ヲ觀察スヘキ必要ヲ感スルニ至レリ此ノ分配ニヨリ如何ナ
ル標準木撰定法ハ最モ安全ナルヤ又「ドヲウト」「ウーリッヒ」氏法ト「ハルチッヒ」其他曲線法ノ林木材積計算法ノ
何レカ其結果ノ正確度ニ於テ優レルヤヲ研究スルヲ得ヘシ然レトモ茲ニ注意スヘキハ之レヨリ以下各
節掲クル表ノ示ス所ニヨリ得タル觀察ノ結果ハ茲ニ使用セル「アカマツ」ノ一林木ニ對スル結果ナルコト
之レナリ

(β) 標準木ト爲シ得可キ樹木ノ分配

標準木トシテ適當ナル樹木トハ之レ既ニ説明セルカ如ク直徑階若ハ直徑級ノ算數中數標準木ニシテ且
ツ林木材積計算公式ノ假定ヲ満足スルモノナラサルヘカラス

即チ林木材積計算公式ノ基本式タル左式ニ於テ

$$V = v_1 h_1 + v_2 h_2 + \dots + v_n h_n$$

$v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ ノ代リニ $\gamma_1 h_1 f_1, \gamma_2 h_2 f_2, \gamma_3 h_3 f_3, \dots, \gamma_n h_n f_n$ ヲ用ユルトキハ上式ハ

$$V = n_1 \gamma_1 h_1 f_1 + n_2 \gamma_2 h_2 f_2 + n_3 \gamma_3 h_3 f_3 + \dots + n_x \gamma_x h_x f_x$$

ニ書キ換ユルヲ得ヘシ依テ今上式ノ左右兩邊ヲGヲ以テ除セハ

$$\frac{V}{G} = \frac{G_1 h_1 f_1}{G} + \frac{G_2 h_2 f_2}{G} + \frac{G_3 h_3 f_3}{G} + \dots + \frac{G_x h_x f_x}{G}$$

トナスヲ得ヘシ

然ラハ「ハルチツヒ」氏其他ノモノニシテ「ドラウト」「ウーリツヒ」氏ノ外ノモノニ在テハ $h_1f_1, h_2f_2, h_3f_3, \dots, h_xf_x$ 其直径階ハ平均ナラサルヘカラス之レニ反シテ「ドラウト」「ウーリツヒ」氏ニ在テハ

$$\frac{V}{G} = h_1f_1 = h_2f_2 = h_3f_3 = \dots = h_xf_x$$

ナラサルヘカラス

依テ今各直径階ニ付キ此ノ兩種ノ標準木ニ該當スル實際ノ樹木ノ本數分配ヲ調査セルニ本材木ニ在テハ左ノ關係ヲ得タリ

直 徑	本 數	標準木	
		「ハルチツヒ」	「ウーリツヒ」
0.4	4	—	2
0.5	27	2	2
0.6	58	2	4
0.7	41	4	3
0.8	28	2	2
0.9	14	1	2
1.0	8	1	1
1.1	6	1	1
合計	186	15	15

又前表ニヨリ標準木本數ノ現出度ヲ計算セハ左ノ如シ

直 徑	標準木	
	「ハルチツヒ」	「ウーリツヒ」
0.4	—	1.1
0.5	1.1	1.1
0.6	2.2	1.1
0.7	1.6	2.2
0.8	1.1	1.1
0.9	1.1	0.5
1.0	0.5	0.5
1.1	0.5	0.5
合計	8.1	8.1

前二表ヲ觀察セハ「ドラウト」「ウーリツヒ」氏公式ニ適スル標準木ノ現出度モ「ハルチツヒ」氏著ノ公式ニ適スル標準木ノ現出度モ本材木ニ在テハ同一ナリ然レトモ之レヲ各個直径階ニ就キ考フルニ「ドラウト」「ウーリツヒ」氏標準木ノ分配ト「ハルチツヒ」其他ノ標準木ノ分配ノ狀況ヲ見ルニ後者ヲ以テ寧ロ「ウーリツヒ」ノ法則ニ

適合スルモノト見做シ得ヘシ

又前二表ニヨリ考フルニ本材木ニ在テハ「ドラウト」「ウーリッヒ」氏法ヲ用ヒ林木材積ヲ計算スルモ「ハルチ」
ヒ其他ノモノヲ用ユルモ其結果ニ於テ大ナル差異ナキヲ豫想シ得ヘク又算數中數標準木法ヲ用ユルモ
同様ナルヘシ即チ算數中數標準木ノ直徑ハ〇・七尺ノ直徑階ニ在テ〇・七〇一尺ニシテ且ツ前表第二欄ヲ
見ル

直徑階ニ在テハ標準木トナスニ足ル樹木ハ多數アルヲ以テナリ即チ本材木ニ在テハ如何ナル標準木
撰定方法ヲ用ユルモ標準木ニシテ正當ナルトキハ林木材積計算ノ結果何レモ大差ナキヲ豫知シ得ヘシ
最後ニ前表ヲ見ルニ林木材積計算ニ對シ「ドラウト」「ウーリッヒ」氏法ニ在テハ直徑階ノ小ナルモ大ナルモ共
ニ林木材積上必要ナルモノニシテ寧ロ直徑階ノ小ナルハ其直徑階ノ樹木本數多數ナルヲ以テ林木材積
計算ニ對シテハ比較的重要ナルコトヲ知ルヘシ然レトモ森林經理ニ於ケル收額豫定又ハ林木生長研究
ノ材料ヲ求メンカ爲メニ林木材積ヲ測定スル場合ニハ間伐セラルヘキ樹木ノ多數存スヘキ直徑階ノ樹
木ハ成ルヘク計算ニ無關係ナラシムルヲ可トスルヲ以テ此ノ兩氏ノ方法ハ好方法ト稱シ難キモノアリ
然ルニ「ハルチ」氏ノ法並ニ其他ノ方法ニ在テハ最小並ニ最大直徑階ハ林木材積計算ニ關係尠ナキヲ以
テ「ドラウト」「ウーリッヒ」氏法ノ如キ危險尠キモノナリ

之レヲ以テ林木ノ材積計算ノ結果ノ最モ正確ナルハ標準木ノ分配カ其直徑階ノ本數ノ分配ニ應シタ
ルモノ最モ良好ナリ之レ實際上如何ナル林木ニ於テモ適シ得ヘキ原則ナルヘシト想像ス特ニ此ノ關係
ハ生長研究ニ於ケル必要條件ナランカ

次ニ「ドラウト」「ウーリッヒ」氏ノ標準木ト「ハルチ」氏其他ノモノノ標準木トヲ各直徑階ノ樹木ト比較シ其中央
誤差並ニ正確度ヲ比較セルニ其誤差ノ正負號ノ分配ハ「ハルチ」氏其他ノモノノ標準木ハ「ドラウト」「ウーリッ
ヒ」ノ標準木ノ誤差ノ正負號ノ分配ヨリモ不規則ニシテ且ツ其中央誤差モ尠ナク其正確度モ大ナリ左表

ノ如シ

直 徑 階	「ハルツヒ」 「其他」 法ノ		「ドラウト」 「ウーリッヒ」 法	
	中央 誤差	正確度	中央 誤差	正確度
0.4	—	—		
0.5	±0.94	±0.18	±1.13	±0.21
0.6	±1.80	±0.25	±2.09	±0.28
0.7	±1.47	±0.23	±1.50	±0.24
0.8	±2.54	±0.15	±2.54	±0.15
0.9	±0.54	±0.15	±0.59	±0.16
1.0	±1.84	±0.74	±1.84	±0.74
1.1	±2.09	±0.93	±2.09	±0.93

備考 標準木ノ誤差ノ分配表ハ之レヲ略ス

之レニ依リ之ヲ見レハ本林木ニ在テハ「ドラウト」「ウーリッヒ」氏法モ「ハルツヒ」其他ノモノモ林木材積計算上大同小異ニシテ其ノ誤差著シカラサルモノナル可シ然トモ之レ實ニ特別ノ場合ニシテ以テ林木材積計算公式並ニ標準木撰定ノ結果如何ナル場合ニモ大同小異ナリト稱スルコト能ハス蓋シ各直徑階ノ互ニ等シキコトハ必スシモ如何ナル林木ニモ存スルニハアラサルハ實ニ「スパイデル」氏カ論スル所並ニ「ゴベツキ」「ゲールハルド」等ノ論者ノ説明スル所ナレハナリ(林木生長ヲ述フル所ヲ参照スヘシ)

今此最後ニ示セル事項ノ説明ヲナスニ先キ上記標準木分配ト標準木トナシ得ヘキ樹木本數分配トノ關係ニヨリ林木材積計算ノ結果ニ及ハス標準木本數ヲ論セントス

(γ) 標準木撰定法

本研究ハ元來「ローライ」氏ノ研究論文ニ於テ一般的論法ヲ以テ明ラカニセラレタルモ余ハ氏ノ方法ト異ナリ標準木ノ分配ト標準木トナシ得ヘキ樹木ノ分配トニヨリ説明ヲ試ミントス

「ドラウト」氏法ノ各種ノ標準木撰定法

今茲ニ「ドラウト」氏法ノ各種ノ標準木分配ト標準木トシテ使用シ得ヘキ樹木ノ分配トヲ比較セハ左ノ如シ

直 徑 階 _尺	標準木ニ相當セル實際ノ「ドラウト」氏	「ドラウト」氏標準木撰定法					
		1.0%	8.1%	5.4%	3.8%	2.7%	1.6%
		標準木本數分配					
0.4	2	—	—	—	—	—	—
0.5	2	3	2	2	1	1	—
0.6	2	6	5	3	2	2	1
0.7	4	4	3	2	2	1	1
0.8	2	3	2	2	1	1	1
0.9	1	1	1	1	1	—	—
1.0	1	1	1	—	—	—	—
1.1	1	1	1	—	—	—	—

本表ニヨリ各種ノ撰定法ヲ考察スルニ「プロセント」法ニ在テハ0.5、0.6、0.8ノ直徑階ニ在テハ實際標準木トナシ難キ樹木ヲモ使用セサルヘカラス之レ實ニ其ノ計算ノ結果ヲシテ正確ナラシメサル原因ナリトス而シテ「一、プロセント」法ニ在テハ0.6直徑階ニ於テ實際ノ本數ヨリ多數ニ撰定セサルヘカラスナリ又五、四「プロセント」ニ在テハ同シク0.6ノ直徑階ニ於テ現在ノ樹木本數ヨリ多數ヲ撰定セサルヘカラス之レ其計算ノ結果ノ不良タルヘキ原因ナリ次ニ「三、四」プロセントノモノニ在テハ何レモ現在ノ樹木本數ヨリ多數ナルコトナキモ其標準木如何ニヨリ林木材積計算ノ結果ヲシテ不良ナラシムルニ至ラン而シテ最後一、六「プロセント」法ニ在テハ標準木過小ナルヲ以テ其ノ標準木如何ニヨリ結果ニ及ホス影響著シキヲ以テ此ノ方法ニ據ルハ甚危険ナルヘシ此ノ如キハ之レ豫想ニ過キスト雖モ讀者後節標準木ノ性質ヲ論セル所ヲ參照セハ之レヲ解スルニ難カラサルヘシ

總本數百分率ニ據ル方法

直徑階	得ベキ樹木トナシ得本數	法ノ標準木本數	
		總本數	百分率
0.4	—	—	—
0.5	2	1	—
0.6	4	3	—
0.7	3	2	—
0.8	2	1	—
0.9	2	—	—
1.0	1	—	—
1.1	1	—	—

本表ニヨリ考察セハ本撰定法ハ直徑階ノ樹木本數ニ比例シテ標準木本數ヲ定メタルヲ以テ其ノ撰定法適當ナルハ勿論其本數モ標準木トナシ得ヘキ樹木本數ヨリ尠ナキヲ以テ正當ノ標準木ヲ求メ易ク且ツ其標準木ニシテ正當ノモノニ近似セシカ其結果必スヤ正確ナラサルヘカラス

算數中數標準木法

直徑階	得ベキ樹木トナシ得本數	標準木本數				
		0.4	2			
0.5	2					
0.6	2					
0.7	4	1	2	3	4	
0.8	2					
0.9	1					
1.0	1					
1.1	1					

本表ニヨリ算數中數標準木ハ四本マテハ其標準木ニシテ正當ノモノニ近似セハ其計算ノ結果正確ナルヘシト雖モ五本及ヒ五本以上ノ標準木ヲ撰定スルモノハ其ノ結果益々不良ナルニ至ラン

「ウーリッヒ」氏法

直徑階	可キ樹木トナシ得本數	直徑數		直徑階ノ本數分配
		三	四	
		ニ於ケル標準木ノ分配		
0.4	2	—	—	4
0.5	2	1	1	27
0.6	2	—	1	58
0.7	4	1	1	41
0.8	2	—	—	28
0.9	1	1	1	14
1.0	1	—	—	8
1.1	1	—	—	6

本表ニヨリ考フレハ三級ニ區別シタルハ直徑階ノ樹木本數ノ僅少ナルモノヨリ撰定スルモノノ如キヲ以テ標準木ニシテ比較的過小ナルモノヲ撰定センカ其ノ結果材木材積ハ過小トナルヘシト雖モ近似ノモノヲ撰定セル場合ニハ假令結果ハ過小ナルトモ「ウーリッヒ」氏法ニ在テハ一般ニ各級ヨリ一本乃至二本宛ヲ撰定スルヲ以テ平均値ニ於テ近似値ヲ得ヘシ然レトモ多數ナルニ從フテ却テ結果不良トナルニ至ルヘシ然レモ「ロイライ」氏ノ研究セルカ如ク直徑級ニヨルモノハ其ノ直徑階ノ標準木ニアラスシテ直徑級ノ中央木ナルヲ以テ標準木ヲ多數ナラシメ且ツ標準木ハ其ノ直徑級ノ各直徑階ヨリ標準木ヲ求メ其ノ平均底面積ヲシテ計算上得タルモノニ近似セシムレハ比較的其結果ニ於テ正當ナルモノヲ撰定スルヲ得ヘシ之レ實ニ「ウーリッヒ」氏法ニ於ケル直徑級ヲ勘ナカラシメ且標準木本數ヲ勘ナカラシメタル場合ニ於テ最モ困難ヲ感スル條件ナリトス何トナレハ各級ノ中央木ハ其級ノ中數タラサルヘカヲサルノミナラス各級ノ中央木ハ互ニ等シカラサルヘカラス之レヲ以テ三級ニ區別セルハ必スヤ其ノ計算ノ結果不良ナランカ然ルニ直徑級ノ數ヲ多クセルモノニアリテハ直徑階ノ本數ニ應シテ各直徑階ヨリ中央木ヲ撰定スルニ至ルコトヲ得ヘク(四級ニ區別セルモノヲ參照)從フテ中央木ノ本數ヲ多數ナラシムレハ各直徑階ヨリ標準木ヲ撰定スルモノト大ナル差異ナキヲ以テ其ノ結果益々正確トナルヘシ然レトモ其ノ本數ハ各階級ニ於ケル各直徑階ニ於ケル標準木トナシ得ヘキ樹木本數合計ヲ以テ限度トス即チ本林木ニ在テハ各直徑級ノ中央木本數ハ四本ヲ以テ最高限度トシ最低ヲ二本トス然レトモ林木材積計算ハ其中央木ノ性質如何ニヨリ決スルコトヲ忘ルヘカラス

「ハルチッヒ」氏法

標準木トナス	直徑級		標準木本數
	三	四	
—	—	—	—
2	—	1	1
4	1	1	1
3	1	1	1
2	—	—	—
2	1	1	1
1	—	—	—
1	—	—	—

直徑階ノ本數	直徑階
4	0.4
27	0.5
58	0.6
41	0.7
28	0.8
14	0.9
8	1.0
6	1.1

本表ヲ見ルニ「ウーリッヒ」氏法ニ述フルト同シク標準木撰定ハ眞徑級ヲ四級ニ區別スルモノハ三級ニ區別スルモノヨリ比較的容易ニシテ從フテ其結果モ亦正確ノモノトナルヘク又其中央木ノ本數モ亦四本ヲ以テ最高限トス

要スルニ本林木ニ在テハ單ニ標準木撰定上ノ便否ヨリ標準木ノ撰定方法ヲ觀察セハ林木材積計算法中最モ單簡ナル算數中數標準木法最モ適切ナルヲ見ルヘシ

之レニ次クハ直徑階ニ據ル計算法ニシテ直徑級ニ據ルハ其結果最モ良好ナラサルカ如シ然レトモ此ノ結論タルヤ如何ナル林木ニ於テモ果シテ正當ナルヘキヤ否ヤハ多數ノ林木ニ就キ總括的統計的研究ニ據ラサルヘカラスト雖モ理論上直徑級ニ據ルモノハ直徑級ノ數ヲ尠クシ其標準木ヲ尠ナカラシメタルモノハ其結果ニ於テ極メテ不安ノモノタルヤ明ラカナリ

其五 既往ノ研究

(一) 奧國林業試驗場ニ於ケル「ペーメルレー」氏ノ研究ニ據レハ

樹種及ヒ幹材並ニ全木材積ノ誤差率		「ワイスキーフエル」		「ワイスタンネー」		「フヒヒテ」	
算數中數標準木法	標準木本數	幹材	全木	幹材	全木	幹材	全木
五本	五本	(+)(+)	(+)(+)	(+)	(+)	(+)	(-)(+)
二十	十五	〇、九	〇、一六	三、七	〇、九	一、二	〇、一〇
「ドラウト」法							
十	プロセント						

十級 「ウーリッヒ」法	三級 九本	五級 十五本	七級 廿一本	「ハルチッヒ」法	五級 十五本	材積 曲線法	直徑 階ニヨル	五級 ニヨル
(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	〇、二	(-)
〇、四	〇、七	〇、三	三、三	〇、九	〇、九	(+)	〇、二	二、八
(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(-)	〇、二	(-)
〇、四	一、七	〇、三	三、七	一、五	一、五	(+)	〇、二	〇、二
(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	一、七	(+)
一、二	〇、九	一、〇	三、七	三、二	三、二	(+)	一、七	一、七
(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)		
三、二	〇、九	〇、六	三、五	一、八	一、八	(-)		
(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		
三、二	一、八	一、三	二、四	四、〇	四、〇	(+)		
	(+)	(-)	(+)					
	六、〇	〇、五	〇、一					

本表ニ據ル林木材積計算ノ結果ハ各樹種ニヨリ異ナルノミナラス縦令ヘ同一方法ヲ用ユルモ其結果同一ナラサルヲ知ルヘク同一樹種ニ在テモ計算セントスル目的物即チ幹材ナルカ全木ナルカニ據リ異ナルヲ知ルヘシ

今白松ノ幹材々積ニ關シ考察セハ左ノ如シ

- 「ウーリッヒ」五級 (+) 〇、三
- 「ドラウト」十五本 (+) 〇、四
- 「ウーリッヒ」三級 (+) 〇、七
- 「ドラウト」十プロセント (-) 〇、九
- 「ハルチッヒ」五級 (-) 〇、九

ノ如クニシテ同シク標準木十五本ヲ撰定スルニ當ラハ「ウーリッヒ」氏法良好ニシテ「ドラウト」之レニ次キ

「ハルチツ」ヒ最後タリ而シテ「ウーリッ」ヒノ三級ハ其直徑級ノ數モ尠ナク且ツ其標準木モ尠ナキニ拘ハラ
ス結果比較的良好ナリトス其最モ不良ナルハ

算數中數標準木法ノ五本 (十三、四)

「ウーリッ」ヒ七級 (一、三、三)

算數中數標準木法二十五本 (十一、六)

ナリトス之レニ依ルニ算數中數標準木法極メテ不良ナルヲ見ルヘク且ツ本數ノ増加スルニ從ヒ其ノ不
良ナル結果ヲ償ヒ得ヘキヲ知ルヘシ次ニ全木材積ニ就キ考察スルニ

算數中數標準木法二十五本 (十、一、三)

材積曲線法直徑階ニヨルモノ (十、〇、二)

「ドテウト」十五本 (十、〇、四)

同 十プロセント (一、〇、五)

算數中數標準木法五本 (十、〇、九)

ノ如クニシテ二十五本ノ標準木ニヨル算數中數標準木法最良好ナリ而シテ之レニ次クハ材積曲線法ナ
ルヲ知ルヘシ而シテ結果ノ不良ナルヲ示サハ

「ウーリッ」ヒ氏法七級 (十三、七)

同 三級 (十一、七)

「ハルチツ」ヒ 五級 (十一、五)

ノ如シ即チ「ウーリッ」ヒ氏法ノ七級ニ據ルモノハ其直徑級ノ數多ク且ツ標準木ノ多キニ拘ラス結果不良
ナルヲ見ルヘク又同氏三級ニ據ルハ直徑級ノ數尠ナク其標準木本數モ亦尠ナキカ爲メ結果不良ナラン
次ニ白モミニ就テ之レヲ考察スルニ幹材々積ニ在テハ

「ドラウト」十プロセント (十三、七)

「ハルチツヒ」五級 (十三、五)

「ウーリツヒ」七級 (一三、五)

算數中數標準木法五本 (十二、四)

ニシテ「ウーリツヒ」ヲ七級並ニ算數中數標準木法ハ白松ニ於ケルカ如ク結果不良ナリ然ルニ白松ニ於テ良好ナリシ「ドラウト」十プロセント法並ニ「ハルチツヒ」五級ハ茲ニ不良トナリシ

次ニ全木材積ニ就テ之レヲ考察スルニ

「ドラウト」十五本 (十三、二)

「ウーリツヒ」七級 (一二、四)

「ハルチツヒ」五級 (十一、八)

ニシテ「ウーリツヒ」七級並ニ「ハルチツヒ」五級ハ結果不良ナリシ而シテ

算數中數標準木法 五本 (一〇、八)

「ドラウト」十プロセント (十〇、九)

材積曲線法 直徑階 (一〇、二)

ノ如シ

之レヲ要スルニ「ベールメルレ」氏カ研究ノ結果ニヨルニ材積曲線法最モ良好ナル結果ヲ示シ誤差率ハ、(十

〇、二ヨリ(一〇、二ノ間ニ在リ

之レ實ニ「コベッキ」「スパイデル」氏等ノ豫期セシ結果ヲ明カニシタルモノト云フヘシ

算數中數標準木法ハ標準木本數ノ多數ナルニ從ヒ結果良好トナルモ其誤差ノ範圍不定ナリ

「ドラウト」氏法十プロセント法モ亦其ノ誤差ノ範圍不定ナリト雖モ十五本ノ標準木ニ據ルハ比較的其結

果正確ナリ

「ウーリッヒ」氏法ニ在テハ七級ニヨルモノ結果不良ニシテ寧ロ五級ノ十五本ノ標準木ニ據ルヲ以テ其ノ結果比較的良好ナリ三級ニヨルモノ其ノ誤差ノ範圍不完ニシテ結果比較的不良ナリ

「ハルチッヒ」氏法ハ比較的結果不良ナリ

(二) 瑞西國中央林業試驗場ニ於ケル「ブルリ」氏ノ研究

林木材積計算法	標準木ノ本數割% 全林木本數ニ對スル	樹 種 別			
		トウヒ(Tichte)	白樺(Weistanne)	ブナ(Buche)	
		誤 差 率 %			
算數中數標準木法	3	—	—	—	
	4	—	—	—	
	5	+2,6	+2,3 +14,9	-2,6 -4,9	
	6	+0,6, +1,7, -6,6	—	—	
	7	—	—	—	
	8	+5,7	—	—	
	9	—	-1,9	—	
	「ウーリッヒ」氏法	3	—	+3,2	—
		5	+4,7, +4,7	+3,8, -3,1, +3,0	-2,5
6		+1,0, +8,3	+4,6	—	
8		-3,9, -0,3	+1,8	+3,9	
9		—	-2,0	—	
10		-0,3, -1,0, +4,0, +7,6	+6,2, +9,2, +3,7,	—	
11		-2,5	+2,8	—	
12		—	-2,0	—	
14		+1,1	+3,1	—	
15		+0,6	-1,3	—	
20	+7,6	-1,3	—		
「ハルチッヒ」氏法	6	+6,5	+5,2	—	
	8	-1,6	+3,5	+1,8	
	10	+3,9 +1,8	+0,8, -0,7-	—	
	11	-3,0 +8,2	—	—	
	12	—	+0,8	—	
「法五級別ニ據ルモノ」 「ウーリッヒ」氏	各級本數ノ標準者	+0,1, -2,0, -5,8, +4,1, +5,9, +10,4	+12,6, +1,2 -5,5, -0,2	+0,6, -0,2 —	
	各級本數ノ標準者	-4,4, +3,1, +2,0, -2,9, +6,3 +6,0	+3,6, +1,4, -1,1 +1,9	+0,2, +1,0 —	

要スルニ唐檜ニ在テハ

「ウーリッヒ」五級ニ區別シ各級ヨリ一本ツツノ標準木ヲ撰定スル方法ハ其結果最モ不良ニシテ之レニ次クハ全法ノ各級ヨリ五本ヲ撰定スルモノナリ而シテ算數中數標準木法並ニ「ハルチッヒ」氏法之レニ次キ最モ良好ナルハ「ウーリッヒ」氏法ノ直徑級ヲ林木本數ニ比例シテ決定スル方法ナリトス

之レヲ要スルニ直徑級ヲ編成シ林木材積ヲ計算セントスレハ之レニ利用スル標準木ハ中央木ナルヲ以テ其本數可成丈ケ多數ナラサルヘカラス從フテ其本數尠キハ甚タ不安全ナルモノタルヤ之レ平均法ノ理論ノ示ス所ニシテ明カナリト雖モ上記實驗ニ據リ一層深ク之レヲ確ムルヲ得ヘシ

然ラハ直徑級ヲ林木本數ニ無關係ニ多數ナラシメ且ツ中央木ヲ多數ナラシムレハ其結果益々正確ニ近似スヘキカ實驗ノ示ス所ニ從フトキハ其結果却テ不良ナリ之レ既ニ述フルカ如ク直徑級ニ編入セル各直徑階ニ於ケル標準木トナシ得ヘキ樹木ノ現出數如何ニヨリテ定マルモノナルヲ以テ現出數以上ノ標準木ヲ撰定センカ勢ヒ標準木トナシ得サル樹木ヲモ標準木トナスニ至ラン之レ結果ヲシテ不良ナラシムルモノナリ且ツ「ウーリッヒ」氏法ニ在テハ中央木ハ其直徑級ノ中數タルノミナラス其形狀高ハ互ニ等シカラサルヘカラス之レニ反シテ「ハルチッヒ」氏法ニ在テハ此ノ如キ條件標準木ニ附帶セサルヲ以テ標準木ノ撰定ハ極メテ容易ナリト雖モ其ノ標準木ハ直徑級ノ中央木ニ近似セザランカ決シテ良好ナル結果ヲ得ヘカラス之レヲ以テ實驗上「ハルチッヒ」氏法ノ中央木ヲ求ムルハ困難トナリ其結果「ウーリッヒ」氏法ヨリ比較良好ナラサルニ至ル然リ而シテ「ウーリッヒ」氏ノ直徑級ヲ中央木本數ト林木本數ニ比例シテ編成スルモノニ在テハ林木本數ニ應シテ直徑級ヲ編成スルヲ以テ直徑階ノ本數ニ應シ中央木ヲ撰定シ得ルヲ以テ中央木ヲ撰定スルニ便ナリ從フテ計算ノ結果モ亦近似價ヲ得ラルルニ至レルモノナラン

此等ノ推定ヲ吟味センカ爲メニ計算ニ使用セル標準木ヲ研究セントスルモ前記兩報告中ニ示セル材料

不充分ナルヲ以テ吟味スルヲ得サリシ

結果

奥國林業試驗場ノ成績ニヨレハ

材積曲線法最モ良好ニシテ算數中數標準木法不良ナリ

瑞西林業試驗成績ニ據レハ

直徑級數ヲ五級ニ初メヨリ定ムル「ウーリッヒ」法ハ最モ不良ニシテ算數中數標準木法之レニ次キ林木本數ト標準木本數トノ割合ニ從ヒ級數ヲ定ムル「ウーリッヒ」法ハ最良好ナリ

又兩試驗場ノ成績ニ據ルニ直徑級ニ據ル方法ニ在テハ直徑級ヲ勘クシ中央木ヲ勘クスルハ其ノ計算ノ結果ヲ常ニ不良ナラシムルモノナリ

其六 笠間ノ一林地ニ於ケル計算ノ比較

今計算ノ結果ヲ比較センカ爲メニ其結果ノ誤差率ヲ表記スルコト左ノ如シ

	標準木撰定法	標準木本數	誤差率
「ド ラ ウ ト」法	本數分配率ニ據ルモノ	7	(+)
三		6 3	+)(-)
		19 15 10 7 5 3	(-)(-)(-)(-)(-)(-)
			〇・五六 一・八五 〇・四四 二・三三 一・六二 一・六〇 一・二四
			一・六〇 一・二六

今上表ニヨリ誤差率一〇以下ノモノヲ順記セハ左ノ如シ

算數中數標準木法	曲線法底面積ニヨルモノ	「ハチツヒ」法				「ウーリツヒ」法		
		級	四	級	三	級	四	級
5 4 3 2 1	七	16 12 8 4		12 9 6 3		16 12 8 4	12 9	
(+)(+)(+)(+)(-)	(-)	(+)(+)(+)(+)		(+)(+)(+)(+)		(-)(-)(-)(-)	(-)(-	
一〇四 〇〇三 〇七四 〇〇三 一八六	〇〇六	〇二四 〇七七 〇七七 一四九		二四九 二三九 二一七 一五六		〇二一 〇二九 〇四四 一九八	一九七 二〇七	

計算法	標準木本數	誤差率
算數中數	二	〇〇三
標準木法	四	〇〇三
曲線法	七	〇〇六
「ウ」リッヒ	十六	〇二一
「ハ」リッヒ	十六	〇二四
「ウ」リッヒ	十二	〇二九
「ド」ラウト	八	〇四四
本數分配率	五	〇四四
算數中標準木	七	〇五六
「ハ」リッヒ	三	〇七四
「ハ」リッヒ	八	〇七七
「ハ」リッヒ	十二	〇七七

而シテ其他ハ皆一以上ノモノナリトス
 之レニヨリ之レヲ考究スルニ算數中數標準木法最モ正確ナル結果ヲ得タリ而シテ之レニ次クハ曲線法
 ナリトス
 次ニ最モ誤差率ノ大ナルモノヲ示サハ

計算法	標準木本數	誤差率
「ド」ラウト	七	二二三
「ハ」リッヒ	十二	二四九
「ウ」リッヒ	九	二〇七
「ハ」リッヒ	四	一九八
「ウ」リッヒ	十二	一九七

此ノ表其他前掲諸表ヲ見ルニ誤差ノ大ナルハ直徑級編成ニ據ルモノニシテ特ニ直徑級ノ數尠ク且ツ撰定セル標準木本數ノ尠ナキモノニ在リトス

又一般定則ノ示スカ如ク計算ノ結果ヲ正確ナラシメンニハ直徑級ヲ多クシ各直徑級ヨリ撰定セル標準木本數多キヲ要スルハ「ウーリッヒ」四級「ハルチッヒ」四級ノ十六本ノ結果ニヨリ明ラカナルヘシ

然レトモ直徑級ノ數尠キ場合ニ在テハ標準木ヲ多クスルモ亦大ナル效果ナキヲ見ルヘシ即チ「ウーリッヒ」
「ハルチッヒ」三級ノ計算ノ結果ヲ對照スヘシ

之レヲ要スルニ直徑級編成ニヨル方法ハ林木材積計算上正確ラシキ結果ヲ求メントスルハ甚タ困難ナルヲ推知シ得ヘシ最後ニ「ドラウト」「ウーリッヒ」並ニ「ハルチッヒ」氏法ノ結果ノ正確度ヲ研究セルニ最モ正確ナルハ

「ウーリッヒ」氏法ノ四級ノモノニシテ次ハ「ハルチッヒ」氏法ノ四級ニシテ「ウーリッヒ」氏法三級之レニ次キ而シテ「ドラウト」氏法ヨリ「ハルチッヒ」氏法三級ニ至ル

其七 本林木ニ於ケル研究ノ結果ト既往ノ研究ノ結果ノ比較

既往ノ研究ニ據ルニ算數中數標準木法ハ標準木ヲ多數使用スルニ從ヒ其結果増々正確トナルヘシト雖モ大體ニ於テハ甚タ不正確ノモノナリ然ルニ本林木ニ在テハ之レニ反シ最モ良好ノ結果ヲ得タリ之レ果シテ本邦ノアカマツニ於ケル一般ノ事實ナルヤ否ヤ之レ研究スヘキ點ナリトス予ハ此ノ結果ハ偶然ノモノナルヘシト想像ス蓋シ後節説明セルカ如ク本林木ニ使用セルハ「コベツキー」「ゲールハルド」氏ノ條件式ニ適當セルモノナルヲ以テ此ノ如キ結果ニ至リシモノナルヘシ果シテ然ラハ一般ニ算數中數標準木法ハ其ノ方法ノ假定ノ示スカ如キ林木ナラサレハ其結果不良ナルヘシ之レ「ハイエル」「コベツキー」「ペー

「ハルチッヒ」法ニ在テハ其ノ公式ノ一般林木ニ適用シ得ラル可キニ拘ラス奧瑞ノ研究並ニ本林木ノ計算ノ

結果ニ示セルカ如キ不良ナルハ之レ實ニ次ノ原因ニ據ルモノナランカ即チ本林木ニ於ケル研究ニ見ルニ其ノ標準木ノ不適當ナリシコト(後節參照)並ニ直徑級ノ數尠キコト之レナリ

然ルニ「ウーリッヒ」氏法ニ在テハ奧國並ニ瑞西ノ研究並ニ本研究ニ見ルニ比較的良好ナル結果ヲ得タリ之レ本研究ノ結果ニ於テハ其標準木ノ適當ナリシニ據ル然レトモ其直徑級ノ數尠キハ何レモ結果不良ナリ(後節參照)

之レヲ要スルニ直徑級ニ據ル材積計算ハ直徑級ノ數ヲ尠クシ且ツ其中央木ノ數ヲ尠クスルニ從テ計算ノ結果ハ不良トナリ之レ實ニ注意セサルヘカラサル事項ナリトス且ツ瑞西ノ試驗ノ結果ニ據レハ直徑級ノ數ヲ一定スルハ極メテ不利ニシテ其ノ直徑級々數ハ林木全數ニ比例セシムルコト「ドラウト」法ノ如クナスヲ以テ最モ安全ニシテ便利ナルカ如シ蓋シ實際上此ノ方法ヲ用ユルニ當テハ其簡單ナル方法ヲ用キンカ林内ニ於テ林木測定ヲナシ而シテ直チニ直徑級ノ編成ヨリ標準木ノ底面直徑底面積ヲ計算シ標準木ヲ撰定伐採ヲ行ヒ而シテ林木材積ノ計算ヲ爲シ得ルノ便アリ然レトモ尙ホ一層簡便ナル本研究ニ示スカ如ク直徑階ニヨル全本數百分率法ヲ用ヒ標準木ヲ求メ而シテ曲線法ヲ用ル方法ヲ以テ最モ便利ニシテ比較的其ノ計算ノ結果正確ナルニ及ハサルナリ之レ奧國林業試驗場ノ研究ニ示セル材積曲線法ニ考フルモ亦推知シ得可キ事項ナリトス

要スルニ林木材積計算法中最モ便利ニシテ簡易且ツ其計算ノ結果ノ正確ナルハ曲線法ナリトス而シテ本研究ニ示セル曲線法ヲ用ヒンカ林木見積材積ヲ計算センニハ單ニ計算尺ト森林手簿ノミヲ以テ容易ニ計算ヲ行ヒ得ヘキナリ

然レトモ或ハ曰ハン算數中數標準木法ニ在テハ一層簡單ニシテ單ニ森林手簿ノミヲ以テ計算シ得ヘシ何ソ計算尺ノ用アラン然レトモ上記スルカ如ク算數標準木法ハ其ノ標準木直徑計算ノミニ於テハ林木材積計算用標準撰定木法中之レニ勝ルモノナシ「ワイゼー」氏法ヲ用キハト雖モ其ノ材木材積計算ノ結果

ノ正確度ノ不安ヲ考フレハ決シテ實用能ナリト稱スル能ハス故ニ若シ算數中數標準木法ニ於ケル條件式ニシテ容易ニ實用的ニ使用シ得ヘキ場合ニ至ラハ之レニ及フモノナシト雖モ今日ニ在テハ未ダシト謂ハサルヘカラス之レ實ニ遺憾トスル所ナリ

四、林木生長

以上林木材積計算ノ結果ヲ累記シ其結果ニヨリ本林木ニ對スル林木材積算法ノ正確度ノ一般ヲ示シタリト雖モ其結果ニ據リ直チニ一般ヲ推定スル能ハス故ニ之ヲ決定センニハ尙種々ナル林況ニ付キ調査セサルヘカラス斯クテ多數ノ林木ニ付キ調査セルヲ統計センニハ豫メ其生長狀況ノ異同ヲ類別セサルヘカラス之レヲ類別ナサンニハ大體ハ森林調査ニヨリ之レヲ類別シ得ヘキモ尙一層詳細ニ示サンニハ林木ヲ組成スル樹木ノ生長關係ヲ示スヲ以テ最モ便利ナリトス即チ單位面積ニ對スル林木本數分配ノ關係及ヒ各直徑階ニ於テハ平均一本ノ幹材積並ニ其計算要素ノ關係ヲ明ラカニセサルヘカラス然レトモ茲ニハ單ニ其研究方法ノ一端ヲ示サンカ爲メニ實際本林木ノ占領セル面積ニ對スル關係ニ止メタリ

其一、材木本數分配

林木本數分配トハ各胸高直徑階ニ於ケル所屬本數ノ増減ノ關係ヲ云フ此關係タルヤ始メテ獨逸人シユーベルグ氏ノ研究ニ據レルモノニシテ氏ハ此研究ヲ山毛櫸並ニ白樺ノ收額表ニ掲ケ奧國グツデンベルグ氏亦次キテ松並ニ唐檜ノ收額表ニ掲ケ又、ペーリンゲル氏ハ造林上ノ林木撫育方法カ林木生長ニ及ホス關係ヲ論究スルニ當リテ主トシテ此ノ現象ヲ研究シ尙ホ氏ハ進ンテ唐檜ノ測樹ニモ之レヲ應用スルニ至レリ而シテ近時、コベツキー氏ハ林木材積計算新法ヲ研究スルニ之レカ現象ヲ調査シ之レヲ利用シ「ブエケテ」氏ニ至リテ尙ホ一層進歩セル研究ヲ公ニスルニ至レリ

以上ハ歐洲ニ於ケル研究ヲ略説シタルモノナリ今是等ノ學者ノ研究セル所ニ從ヒ之レヲ本林木ニ就キ

調査セル亦同様ノ結果ヲ見ルニ至レリ即チ左ノ如シ

直徑階 _尺	本數	底面積合計 _{平方尺}	本數率%	材積率%	底面積率%
0,4	4	0,503	2,2	0,7	0,6
0,5	27	5,302	14,5	7,3	7,3
0,6	58	16,399	31,2	23,2	22,5
0,7	41	15,779	22,1	22,0	21,6
0,8	28	14,074	15,1	19,0	19,1
0,9	14	8,906	7,5	12,5	12,3
1,0	8	6,283	4,3	8,2	8,6
1,1	6	5,700	3,1	7,1	8,0

茲ニ本表ノ構成ヲ示サハ左ノ如シ

第△表ニヨリ一寸ツツノ直徑階ヲ編成シ各直徑階ニ編入セラレタル本數ヲ見ルニ上表林木分數分配表ノ如キ結果ヲ得タリ今是レヲ圖表第△圖ニ示シ本林ノ既往ノ林木取扱並ニ成立ニ就キ查スルニ一般ノ林木ニ見ルカ如ク胸高直徑ノ最大ナルモノ並ニ最小ナルモノニ在テハ其本數極メテ尠ク林木胸高直徑階ノ全範圍ノ中央部ヨリモ小ナル直徑階ニ於テ本數最多トナリ其前後ノ直徑階ノ本數ハ之レヨリ減少シ且ツ其減少ノ度合ハ却テ直徑ノ大ナル部分ニ於テ著シキヲ見ル即チ前記諸學者ノ論究セル結果ヲ參考スルニ本林木ノ本數分配ノ適當ナル取扱ヲ受ケタル同一年齡ナル彼地ノ樹種ニ比シテ本林ニ於ケル幼林ノ場合ト同一ナル景況ニ在ルヲ知ル即チ本林木ノ既往ノ取扱ヲ口傳并ニ事實ニ徵スルニ殆ント手入ヲ施サシメタルコトナリ却テ危害ヲ受ケタル爲メ其現時存立スルモノハ優勢木ヨリモ寧ロ間伐ニヨリ除去セラル可キ劣勢木ノ多キヲ示セリ之レ單ニ比較上ヨリノミナラス事實上ヨリ樹木ノ級別ヲナサハ明ニ知リ得ヘキナリ是故ニ最強度ノ受光伐ヲ施行スルニ當テ多數ノ樹木ノ伐採セラルルニ至レリ要スルニ本林木ノ本數分配曲線ハ最多直徑階ノ本數ヲ軸トスルトキハ非對稱ノ曲線ヲナシ最多直徑階

ヨリ小ナル直径ノ本數曲線ハ a 軸ニ凹形ヲナシ最多直径階ヨリ大ナル直径階ニ在テハ x 軸ニ凸形ヲナス之レ單ニ曲線圖上ノ觀察ニ止マラス直径階ヲ a トシ本數ヲ y トセハ $\frac{4y}{4}$ ハ最多ノ直径階ヨリ小ナル直径階ニ在テハ常ニ負數ニシテ最多ノ直径階ヨリ大ナル直径階ニ在テハ常ニ正數ナルニヨリ明ラカナリ次ニ此曲線ヲ圓面積合計ニ關係セシメテ示ス時ハ單ニ本數ノミニヨリ示サル曲線圖ヨリモ尙一層著シク示スヲ得ヘシ而シテ此場合ニ在テハ最多ノ直径階ハ中央部ニ移レルヲ見ル可シト雖モ本數曲線ト同様非對稱曲線ヲナスヘシ之レモ亦獨塊ノ研究ト同一ナリトス然レトモ其曲線ハ決シテ同一年齡ノ取扱適當ナル林木ニ見ルモノト同シカラス却テ幼林ノモノニ近似スルヲ見ル

尙ホ底面積合計曲線ト材積率トヲ見ルニ近似スルヲ知ルヘシ之レ底面積合計ト材積合計即チ底面積ト材積トノ間ニ比例的關係ヲ存スルヲ推知スルハ容易ナリ

即チ $m_1, m_2, m_3, \dots, m_x$ ヲ以テ各直径階ノ材積合計ヲ又 $G_1, G_2, G_3, \dots, G_x$ ヲ以テ底面積合計ヲ示シ林木材積合計ヲ示スニ V 、林木底面積合計ヲ示スニ G ヲ以テセハ

$$\frac{m_1}{V} 100 \propto \frac{G_1}{G} 100,$$

$$\frac{m_2}{V} 100 \propto \frac{G_2}{G} 100,$$

$$\frac{m_3}{V} 100 \propto \frac{G_3}{G} 100,$$

...

$$\frac{m_x}{V} 100 \propto \frac{G_x}{G} 100,$$

依テ

$$\frac{m_1}{G_1} \propto \frac{V}{G},$$

$$\frac{m_x}{G_x} \propto \frac{V}{G},$$

$$\frac{V}{G_3} \propto \frac{V}{G_1}$$

$$\frac{V}{G_2} \propto \frac{V}{G_1}$$

而シテ各直徑階ノ平均一本ノ材積ト平均底面積ヲ示スニ V/G ナ示スニ k (常數) ナ示セハ

$$\frac{V_1}{G_1} \propto k_1$$

$$\frac{V_2}{G_2} \propto k_2$$

$$\frac{V_3}{G_3} \propto k_3$$

$$\frac{V_x}{G_x} \propto k_x$$

依テ茲ニ若シ上式ノ左邊ト右邊ト等シキモノトセハ即チ底面積率ト圓面積率ト兩曲線カ一致スルモノトセハ明ラカニ「ドラウト」「ウーリツヒ」並ニ從フテ算數中數標準木法ノ林木材積計算モ亦其計算ノ結果ハ正確ナルヘシト雖モ然ラサル限リハ此等ノ計算公式ヲ使用スルニ當テハ其ノ假定ノ示ス標準木ヲ撰定スルヲ要ス

然リ而シテ單位面積ニ對スル本數分配曲線並ニ本數率分配曲線ハ位級並ニ年令ニヨリ相異シ同一年令ノ林木ハ徑級ニヨリ相違スルコト既ニ「シユーベルグ」「グツテツベルグ」「ペーリソングル」ノ研究セル所ニシテ諸氏ハ此ノ關係ト本數減少曲線トニヨリ各位級並ニ年令ニ對スル間伐本數並ニ間伐木ヲ明カニシタリ而シテ一般收額表ニ在テハ單位面積ニ於ケル林木材積合計ノ地位並ニ年令ニ對スル增加並ニ間伐材積合計及ヒ底面積合計ノ增加並ニ間伐木ノ底面積合計ヲ明ラカニシタリト雖モ未タ各直徑階ニ對スル材積合計並ニ底面積合計トノ關係ヲ示ササルナリ然ルニ若シ本材木ニ見ルカ如キ關係一般ノ林木ニ見ル

モノトセハ階級並ニ年齢ニ據リ之レヲ區別セハ本數ト同様間伐度合並ニ間伐才ヲ區別スルニ極メテ便ナルノミナラス測樹上ノ便ヲ益スコト大ナルヘシ即チ本林木ニ於ケルカ如ク底面積率ト材積率トノ關係互ニ近似スルモノトセハ林木各直徑階ノ平均一本ノ材積ト底面積トノ關係ハ地位年齢ニヨリ一定スヘク從フテ材積表ノ調製上至大ノ便益ヲ與フルモノナルヘシ

其二、林木各樹ノ生長研究一般

上記研究ニヨリ林木各直徑階ノ底面積ト其幹材々積トノ關係一定セルカ如キヲ知ル即チ此ノ關係ニヨレハ明ラカニ一本ノ木ノ底面積ト其材積トハ比例的ノ關係アルヲ推知スル難キニアラス即チ林木ノ各直徑階ノ平均一本ノ幹材々積ハ果シテ「ドラウト」「ウーリッヒ」氏ノ標準木ノ第二條件ノ示スカ如キ關係ヲ有スルヤ否ヤヲ調査シ併ハセテ「コベツキー」氏ノ生長法則ハ果シテ本林木ニ於テ適用セラレヘキモノナルヤ否ヤヲ調査セントス

a、「ドラウト」「ウーリッヒ」氏標準木第二條件ニ就テ

「ドラウト」「ウーリッヒ」氏標準木第二條件ト稱スルハ樹木ノ幹材々積ヲ求ムルニ其底面積ニ乘スヘキ係數ハ

$$\text{III} = h_1 f_1 = h_2 f_2 = h_3 f_3 = \dots = h_x f_x$$

ノ關係ナリ今此ノ關係正當ナルモノトセハ

$$\frac{G_1 h_1 f_1}{G_1} = \frac{G_2 h_2 f_2}{G_2} = \frac{G_3 h_3 f_3}{G_3} = \dots = \frac{G_x h_x f_x}{G_x}$$

ノ關係成立セサルヘカラス即チ

$$\frac{V}{G} = \frac{n_1^2 f_1}{\gamma_1 n_1} = \frac{n_2^2 f_2}{\gamma_2 n_2} = \frac{n_3^2 f_3}{\gamma_3 n_3} = \dots = \frac{n_x^2 f_x}{\gamma_x n_x}$$

ナルヘシ

故ニ今 $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_x$ ノ任意ノ γ ヲ示スニ $\frac{V}{G}$ ヲ以テシテ $h_1 f_1, h_2 f_2, h_3 f_3, \dots, h_x f_x$ ノ任意ノ $h f$ ヲ示スニ $\gamma h f$ ヲ以テセ

ハ上記關係ハ

$$\frac{y}{x} = k$$

ナル關係式ヲ示シ得ヘシ然ラハ上式ハ

$$y = kx$$

ト書キ換ユルヲ得ヘシ

之レニヨリ之レヲ見レハ標準木ノ材積ハ其底面積ニ比例スルモノナリト稱スヘク標準木ノ材積ハ底面積ニ無關係ナル項ヲ有セサル底面積ノ一次函數ナルコト明ラカナリ

今 x 底面積ノ代リニ x_1 ノ直徑ヲ以テセハ左ノ關係式成立スヘシ

$$\frac{y}{x} = \frac{y}{\frac{\pi}{4}x_1^2} = k$$

$$\therefore y = k_1 x_1^2$$

即チ標準木ノ材積ハ其底面直徑ノ二乗ニ比例スルモノト云フ可ク從フテ又其底面直徑ノ二次ノ函數ナリト稱スヘシ

「コペツキ」氏ノ生長法則

「コペツキ」氏ノ研究ニヨレハ各直徑階ノ平均一本ノ幹材々積即チ標準木ハ其ノ底面積ノ一次函數ニシテ直徑ノ二次ノ函數ナリト而シテ其ノ函數ハ底面積若クハ直徑ノ無關係ナル恒數ヨリ或ル一項ヲ有ス玆ニ直チニ「コペツキ」氏ノ法則ヲ本林木ニ就キ研究スルハ容易ナリト雖モ先ツ此ノ如キ法則ニ關スル研究法並ニ研究ノ準備ヲ説明シ果シテ其法則ヲ適用シ得ルヤ否ヤヲ調査シ置カサルヘカラス

今直徑階ノ平均幹材々積ト其ノ底面積トノ關係ヲ知ランカ爲メニ幹材々積ヲ示スニツテ以テシ底面積ヲ示スニ x ナ示シ又此ノ x ニ對スルツノ函數ハ左ノ如キモノトセン

$$y = f(x)$$

而シテ各直径階ヲ平均圓面積ニ改算シ其互ノ差ヲ示スニ Δ^2 トシ各平均一本ノ幹材々積ノ差ヲ示スニ Δ^3 ヲ以テセハ

上記函数ヲ調査センニハ

$$\frac{\Delta y}{\Delta x}$$

カ互ニ近似スルヤ或ハ上記ノ割合ヲ示スニ Δ^2 トシ其ノ差ヲ Δ^3 トセハ

$$\frac{\Delta^2 y}{\Delta x^2}$$

カ互ニ近似スルヤ否ヤ又

$$\frac{\Delta^3 y}{\Delta x^3}$$

カ Δ^2 ニ或ル關係ヲ有スルヤ否ヤヲ調査セハ

$$y = f(x)$$

ノ函数ハ自然明ラカニナシ得ヘシ

$$(a) \quad \frac{\Delta y}{\Delta x} \text{カ近似スルモノトス}$$

今此ノ假定カ成立スルモノトセハ

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = k$$

トシテハ常數ナリトス然ラハ左ノ關係式成立スヘシ

即チ

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx} = k$$

依テ

$$y = k \int dx.$$

$$\therefore y = kx + k_1$$

但シ k_1 ハ積分常數トス

上式ニ於テ

$$k_1 = 0$$

ナル關係アリトセハ

$$y = kx$$

トナルヘシ之レ即チ「ドラウト」ウーリッヒ氏標準木ノ條件式ヨリ得タルモノト同一ナルヘシ而シテ若シ $k \neq 0$ ナリトセハ之レ「コペツキ」氏ノ生長法則ト同一ナル結果ニ至ルヘシ

$$(\beta) \quad \frac{\Delta y}{\Delta x} \text{カ互ニ近似スルモノトス}$$

此ノ條件式ニヨリテヲ以テ其ノ常數トセハ

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx} = k$$

ナル關係式成立スヘシ依テ

$$\int dy = k \int dx$$

$$\therefore y = kx + k_1$$

但シ k_1 ハ積分系數トス然ルニ

$$y' = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

ナルヲ以テ

$$dy = kx dx + k_1 dx,$$

$$\therefore y = k \int a dx + k_1 \int dx + k_2$$

$$\therefore y = \frac{k}{2} a^2 + k_1 a + k_2$$

k_1 ハ積分係數トス

即チ二次ノ函數トナルヘキナリ

(γ) $\frac{\Delta y}{y}$ カ Δa ニ近似スルモノトス

此ノ假定ニ據ルニ

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta a} = k y$$

ナルヲ以テ

$$\int \frac{dy}{y} = k a$$

$$\therefore \log y = k a + c$$

c ハ積分常數トス

$$\therefore y = a k^a \leftarrow y = C e^{k a}$$

(s) $\frac{\Delta y}{\Delta a}$ カ $\frac{1}{a}$ ニ近似スルモノトス

此ノ假定ニ據ルニ

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta a} = k \frac{1}{a}$$

ナルヲ以テ

$$y = k \int \frac{dx}{a}$$

$$\therefore y = k \log a + k_1$$

h_1 ハ積分常數トス

然ルニ a ハ常ニ小數以下ノ直數ナルヲ以テ計算ニ不便ナルヲ以テ a ノ代リニ $1+a$ ヲ用ユルトキハ

$$y = a \int \frac{dx}{1+a}$$

$$\therefore y = a \log(1+a) + h_1$$

トナル

即チ幹材積ハ其底面積ノ對數函數ナリ

其三 本林木ニ於ケル研究

今本林木ニ就テ各直徑階毎ニ各個樹ノ幹材々積ヲ計算シ之レカ算數平均數ヲ取り尙ホ gh 、 gf 、 hf 、 h 、 g 等ノ算數平均數ヲ取り之レヲ直徑階ノ順序ニ從ヒ表記セハ左ノ如シ

直徑階	平均底面積 <small>平方尺</small>	平均幹材積 <small>立方尺</small>	gh	gf	h	hf
0,4	0,139	4,02	7,26	0,077	52,2	28,92
0,5	0,209	5,82	11,54	0,102	57,4	28,96
0,6	0,297	8,95	18,24	0,152	61,4	30,13
0,7	0,384	12,16	24,77	0,188	64,5	31,67
0,8	0,514	15,75	33,67	0,240	65,5	30,64
0,9	0,656	19,00	42,77	0,291	65,2	28,96
1,0	0,773	24,16	53,82	0,346	69,8	31,34
1,1	0,923	28,59	63,78	0,414	69,1	30,78

前表ニヨリ觀察スルニ直徑階皆ハ圓面積ノ増加スルニ從ヒ幹材々積、 gh 、 gf 、 hf 、 h 、 g 等ハ何レモ増加スルモノ

ナルニトヲ知ル而シテ之レヲ圖示セハ、直綫ナルヤ、拋物綫ナルヤ、對數曲綫ナルヤ、甚タ不明ニシテ又 hf, h ニ在テハ拋物綫ナルカ如ク又双曲綫ノ如シト雖モ之レヲ直綫トハ考フルコト能ハサルモノアリ

(a) 平均底面積ト其幹材々積トノ關係ヲ一次函數トシ假定ス

今胸高圓面積ヲ示スニ x トシ之レニ相當スル幹材々積ヲ y トシ $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ ノ割合ヲ調査セルニ左ノ如シ

x 平方尺	y 立方尺	$\frac{\Delta y}{\Delta x}$
0.139	4.02	29.0
0.201	5.82	32.6
0.297	8.95	36.9
0.384	12.16	27.6
0.514	15.75	22.9
0.656	19.00	44.9
0.771	24.16	29.2
0.923	28.59	

前表ニヨリ $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ ノ割合ヲ考フルニ一見不規則ナルカ如シト雖モ 22.9, 44.9 ノ三ツヲ除キ觀察セハ殆ント一定シタルモノナルカ如シ即チ大體ニ於テ左ノ如シ即チ

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = 31.1 = c_1$$

依テ

$$\int_{\Delta x=0}^{\Delta x} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \int_{\Delta x=0}^{\Delta x} c_1 = c_1 \Delta x = 31.1 \Delta x$$

故ニ

$$y = c_2 + 31.1 \Delta x$$

ナルヲ知ルヘシ即チ y ハ x ノ一次函數ナルヲ知ルヘシ此ノ式ニヨリ容易ニ c_2 ノ價ヲ求ムルヲ得ヘシ依テ最小二乗平均法ニ據リ果シテ此ノ如ク y ハ一次ノ函數ニシテ示シ得ヘキヤ否ヤヲ研究セルニ

$$y = -0.304 + 31.1 \Delta x$$

ナルコトヲ知リタリ(計算ノ表ヲ略ス)而シテ其中數誤差ヲ計算セルニハ、 0.2533 ナルヲ知ル又實驗上得タル平均幹材々積ト式ヨリ計算セル幹材々積トノ誤差ノ附號ノ分配ヲ調査セル甚タ不規則ナルコトヲ知レリ依テ豫想ノ如ク y ハ a ノ一次函數ナルコトヲ知ル即チ「コペツキ」氏ノ法則ノ適用セラルルコトヲ知リ得タリ然リ而シテ

bf ノ g ニ對スル關係ハ

上記方程式ニヨリ容易ニ誘導シ得ヘシ即チ

$$\frac{y}{a} = \frac{0.340}{a} + 31.11$$

然ルニ

$$y = g/f, \quad a = g$$

ナルヲ以テ

$$\frac{y}{a} = g$$

依テ

$$1/f = z$$

トセハ

$$z = -\frac{0.304}{a} + 31.11$$

ヲ得ヘシ

以上述ヘタル研究ニヨリ y ノ曲線並ニ z ノ曲線ヲ研究セントス

(2) 幹材々積ノ曲線

$$y = -0.304 + 31.11a$$

ヲ考察センニ之レ原點通過セサル直線ニシテ其 a 、 b ノ兩軸ニ交ハル點ハ左ノ如シ

$$\begin{cases} ax = 0,0098 \\ by = -0,304 \end{cases}$$

而シテ直線ノ方向ハ

$$\frac{dy}{dx} = tg \tau = 31,11$$

ナリトス

即チ本式ニヨレハ明ラカニ各直徑階ノ hf ハ互ニ同一ナラサルヲ知ルヘシ即チ

$$\frac{y-0,304}{x} = 31,11$$

ニシテ hf ハ明カニ x ノ函數ニシテ y ノ増加スルニ從ヒ増加スルコトヲ知ルヘシ之レニヨリ之レヲ見レハ算數中數標準木法ノ假定ハ此ノ林木ニ於テハ適用シ難キモノナリ又「ド」ヲウト「ウ」リッヒ氏ノ林木材積計算公式ノ假定ニ適合スル樹木ハ之レヲ見出スニ容易ナラサルヲ見ルヘシ然レトモ實際上ノ計算ニ在テハ算數中數標準木法最モ正確ナル結果ヲ示シ「ド」ヲウト「ウ」リッヒ氏ノ方法モ亦タ比較的正確ナルヲ知レルナルヘシ之レ其ノ標準木カ公式ニ適切ナルモノナリシコト原因ニシテ其公式カ適當ナルニアラサルナリ(後節參照)

次ニ hf ノ曲線

$$x = 31,11 - \frac{0,304}{x}$$

ヲ考察スルニ明カニ双曲線ナルヲ知ル可シ即チ上式ヲ書キ換ユレハ

$$x^2(x - 31,11) = -0,304$$

トナルヘシ此ノ式ヲ吟味セハ明ラカニ x 並々ニ最高次ノ項ヲ缺クヲ以テ x 、 z ノ兩軸ニ平行セル二本ノ漸近線ヲ有スルヲ知ルヘシ而シテ其中一本ハ z 軸ニシテ他ノ一本ハ x 軸ニ平行セル

$$z - 31,11 = 0$$

ナル直線ナルヘシ

依テ

$$a = \infty \text{ ナルトキ } z = 31,11$$

$$z = 0 \text{ ナルトキ } a = 0,0098$$

而シテ

$$tgr = \frac{dz}{dx} = \frac{0,304}{a^2}$$

故ニ双曲線ハ ∞ 軸ニ對シテ凹ニシテ a ノ増大スルニ從ヒ漸次其ノ方向角ハ減少スルモノナルコトヲ知ル故ニ各直徑階ノ hf カ互ニ等シク且ツ林木中數 HF ニ等シキカ爲メニハ ∞ カ無限大ナラサルヘカラス尙ホ hf 曲線式ヲ研究スルニ hf ノ曲線式ハ g ノ函數ニナルヲ以テ h ハ g ト f トノ函數ナルヤ明ラカナリ而シテ hf ノ曲線ハ双曲線ナルヲ以テ h ハ g ニ對シテモ亦タ双曲線ヲナシ f ハ g ニ對シテ同シク双曲線ヲナシ且ツ h ハ g ノ増加ニ從フテ増加スルヲ以テ明ラカニ ∞ 軸ニ凹ナル曲線ヲナシ f ハ g ニ對シ凸ナル曲線ヲナスコトヲ推知シ得ヘシ

依テ尙ホ之レヲ調査センカ爲メニ gh ト gf ノ曲線ヲ研究スルニ左ノ如シ

(β) gh ノ g ニ對スル關係

(α)ノ研究ト同様ナル方法ヲ以テ gh ノ曲線式ヲ研究スルニ gh ヲ示スニ g ヲ用ユルトキハ

$$y = -3,138 + 72,312a$$

ナルヲ知ル即チ之レ其曲線ハ直線ナルヲ知ルヘシ

又本式ニヨリ

$$\frac{y}{x} = -\frac{3,138}{x} + 72,312$$

ヲ得ヘシ然ルニ

$$y = gh$$

ナルヲ以テ

$$h = z$$

トセハ

$$z = -\frac{3,138}{z^2} + 72,312$$

ヲ得ヘシ之レ即チ y ニ對スル h ノ函數ヲ示スモノニシテ高サハ底面積ニ對シテ双曲線ヲセス其双曲線ハ hf ノモノト同シク z 軸ヲ以テ其漸近線ノ一本トシ他ノモノハ z 軸ニ平行スルモノニシテ

$$z - 72,312 = 0$$

ナル直線ナリトス

(x) gf ノ g ニ對スル關係

此ノ關係式ヲ研究スルニ

$$y = +0,423z + 0,0167$$

ヲ得タリ即チ此ノ曲線モ亦直線ナリトス然レトモ前二者幹材々積並ニ gh ノ曲線ト異ナルハ此ノ直線ハ y 軸ノ正邊ニ於テ交ハルニアリトス而シテ此式ニ於テ

$$y = gf$$

ナルヲ以テ

$$\frac{y}{z} = f$$

ナルヘシ依テ f ヲ示スニ z ヲ以テセハ

$$z = +0,423 + \frac{0,0107}{z^2}$$

之レ即チ形數ノ底面積ニ對スル關係ヲ示ス曲線ニシテ hf, h ト同シク双曲線ニシテ z 軸ヲ漸近線トスル一線ト他ノ一本ハ

$$z - 0,423 = 0$$

ノ直線ヲ漸次線トナスモノアリ而シテ hf 並ニ h 曲線ト異ナルハ z 軸ニ凸形ナルコトナリトス
次上述フル所ニヨリ底面積ニ對スル幹材々積ト其ノ計算要素 hf, gh, gf, h, f トノ曲線ヲ知ルヲ得タリ即チ h, gh, gf ハ何レモ原點ヲ通過セサル直線ニシテ hf, h, f ハ其ノ縱軸ヲ漸近線トシ横軸ニ平行ナル漸近線ヲ有スルコトヲ見タリ

然リ而シテ他ノ曲線即チ直線ナラサル拋物線並ニ對數曲線ニ對シ實驗上ノ吟味ヲナシタルモ誤差ノ附號ノ分配直線式ニ對スルモノヨリ規則正シク且ツ中央誤差ハ大ナリシ今茲ニ之レヲ記サント欲スルモ事ヲ簡易ニナサンカ爲メニ單ニ論理的ノ研究ヲ示サントス

今幹材々積ノ函數ハ二次ノ函數ナリト假定セン即チ

$$y = a + be + ce^2$$

トセン然ラハ hf ノ曲線式ハ左ノ如ク示シ得ヘシ

$$z = \frac{a}{z^2} + ce + b$$

但シ此場合 a, b, c ノ常數ノ關係ハ決シテ

$$b^2 - 4ac < 0$$

ナルコトナシ蓋シ此ノ場合ニ在テハ此ノ函數ハ虛數根ヲ有スレハナリ又拋物級ノ頂點ノ坐標ハ

$$m = -\frac{b}{2c}$$

$$n = a - \frac{b^2}{4c}$$

ハ常ニ正數ナリ蓋シ底面積ハ常ニ正數ニシテ幹材々積モ亦正數ナレハナリ

今假リニ上記各種ノ制限以外ノ關係數ハ a, b, c ノ名常數ノ間ニ存立シ得ラルルモノト假定シ曲線ニ付キ考究セントス

hf ノ一般曲線式

$$z = \frac{a}{2x} + b + cx$$

ヲ吟味センニ

$a \parallel 0$ トセハ拋物線ハ原數ヲ通過シ \approx 曲線ハ一直線ヲナスヘシ即チ材積曲線ハ

$$y = bx + cx^2$$

トナリ hf 曲線ハ

$$z = b + cx$$

トナルヘシ之レ既ニ述フル所ニ據レハ本林木ニ見出サレサルモノナリ

$c \wedge 0, c \parallel 0$ トセハ之レ幹材々積函數ハ一次ノモノトナリ之レ既ニ前節ニ於テ示サルモノナリ

$c \vee 0, c \parallel 0$ ノ場合ニ在テハ本材木ニ適セサルヲ以テ茲ニ論スヘキ要ナシ

$c \vee 0, b \parallel 0$ トセハ上式ハ左ノ如ク書キ換ユルヲ得ヘシ

$$z = \frac{a}{2x} + cx$$

依テ又次ノ如ク書キ換ユルヲ得ヘシ即チ

$$2x(z - cx) = a$$

此ノ式ニ依レハ明ラカニ \approx ハ二本ノ漸近線ヲ有スルヲ知ルヘシ即チ一ツハ

$$z - cz = 0$$

ニシテ原点ヲ通過スル直線ナリトス而シテ他ノ一ツハz軸ニ平行ナルモノナリ即チ次圖ノ如シ即チghハ底面積カ小ナルニ從フテ其ノ數值ヲ增加シ而シテ又漸次大ナルニ從ヒ大トナリ無限大ニ至ルニ從ヒ

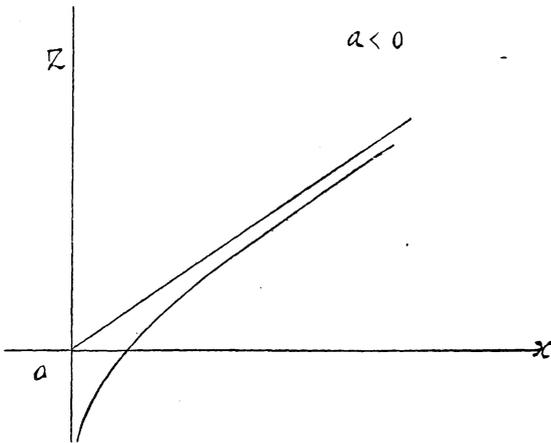
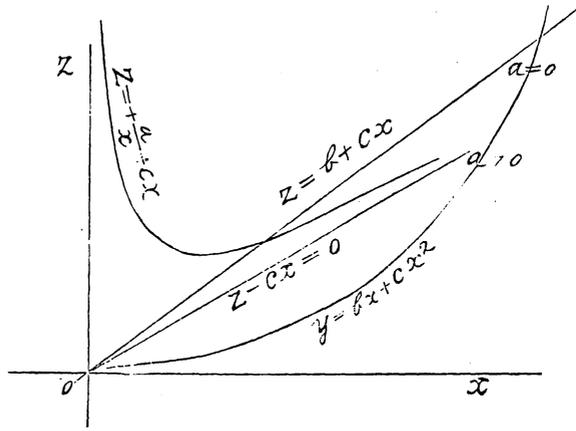
$$z = cz$$

ニ漸近スルヲ見ル但シ $c < 0$ 而シテ $a < 0$ ナルトキハ次圖ノ如クナルヘシ

要スルニ上述セル諸種ノ關係ハ本材木ニ就テ見出サレサルナリ

其他 $b \neq 0$ ナル場合ニ於テモ亦之レニ類似セルヲ以テ茲ニ之レヲ略ス

次に對數曲線ニ就テ論究セルモ何レモ其中央誤差(±)以上ナリ故ニ實際上本材木ニ於テ適切ナラサリシヲ以テ茲ニ之レヲ略ス



以上述フル所ニヨレハ本材木ニ於テハ直徑階ノ平均幹材々積ハ其ノ底面積ノ一次函數ナルコトヲ知リ

而シテv曲線ノ方向角タルb即チ $tg \tau$ ハgh曲線ノ方向角b即チ $tg \tau_1$ ヨリ小ニシテgf曲線ノ方向角タル $tg \tau_2$ ハ

tg_r ヨリ小ナルコトヲ知ル即チ

$$tg\tau > tg\tau > tg\tau$$

ノ關係アルコトヲ知リタリ

此ノ關係タルヤ「コベツキ」¹⁾「ゲールハルド」²⁾ノ研究ニ一致スルモノニシテ氏等ノ研究ニヨレハ³⁾ハ樹林ノ
 林況ニヨリ互ニ異ナルモノニシテ同一徑級ニ在テハ其ノ年齢ノ異ナルニ從ヒ相違スルモノナルコトヲ
 知ル而シテ「ゲールハルド」氏ハ之レニヨリ收額表ヲ調製シ⁴⁾ tg_rノ數值ノ範圍ヲ示シタリ

此等ノ關係タルヤ果シテ本邦ノ重要林木ニ於テ存在スルモノナルヤ否ハ極メテ興味アルモノニシテ此
 ノ研究ニ據リ予ハ「ゲールハルド」⁵⁾「コベツキ」⁶⁾氏ノ主張セルヨリモ林木材積計算ヲシテ一層簡便ナラシム
 ルヲ得ヘキ考案ヲ立テタリト雖モ未タ之レヲ公ニスヘキ事情ノ許ササルヲ以テ之レヲ茲ニ略シタリ
 而シテ此ノ關係ニヨリテ林木材積計算ニ利用シタル各標準木ニ就キ果シテ其標準木ハ正當ナルモノナ
 リシカ即チ標準木ノ定義ニ從ヒタルモノナルヤ否ヤ又標準木ノ林木材積ニ如何ナル影響ヲ及ボスモノ
 ナルヤヲ明ラカナラシメントス

五 林木材積計算ニ及ボス標準木ノ研究

「ドラウト」氏法ニ使用セル標準木ヲ調査センカ爲メニ各直徑階ヨリ撰定セル標準木材積ノ平均價ヲ取リ
 之レヲ曲線式ヨリ計算セルモノトノ中數誤差ヲ計算セルニ

標準木本數	中數	誤差	林木材積計算ノ 誤差率
三本	(±)	〇・四〇八	一・八五
五本	(±)	〇・三八三	〇・四四
七本	(±)	〇・四二三	二・三三

標準木本數	中數	誤差	林木材積計算ノ誤差
十本	(±)(±)(±)	〇・七九一	一・六二
十五本	(±)(±)(±)	〇・七八五	一・六〇
十九本	(±)(±)(±)	〇・七五二	一・一四

上表ニ據リ考案セハ標準木ノ正確度如何ニ據リ計算ノ結果ニ及ホス影響如何ニ大ナルヤヲ知ルヲ得ヘシ然レトモ標準木七本ヲ用キタルモノハ其標準木ノ中數誤差尠キニ拘ラス林木材積計算ノ結果不良ナルアリ之レ他ニ理由ノ存スナリ蓋シ之レ「ウーリッヒ」氏法ニ説明セルト同一條件ニヨリ來ルモノナリ「ウーリッヒ」氏法ニ使用セル標準木ヲ同様に調査スルニ

三級ニ區別セルモノ

標準木本數	中數	誤差	林木材積計算ノ誤差
三	(±)(±)(±)	〇・六二三	一・六〇
六	(±)(±)(±)	〇・〇九六	一・二六
九	(±)(±)(±)	〇・三二五	二・〇七
十二	(±)(±)(±)	〇・二九九	〇・九六

四級ニ區別セルモノ

標準木本數	中數	誤差	林木材積計算ノ誤差
四	(±)(±)	〇・八九二	一・九八
八	(±)(±)	一・〇二〇	〇・四四
十二	(±)(±)	一・三三九	〇・三九
十六	(±)(±)	〇・八一六	〇・三〇

此ノ場合ニ在テ「ド」ラウトノ標準木ニ於ケルカ如ク中數誤差ノ小ナルモノ必スシモ林木材積計算ノ誤差小ナリト稱スル能ハサルモ之レカ傾向ナキニ非ス然レトモ既ニ述フルカ如ク「ウーリッヒ」法ニ於ケル標

準木ハ只タ其ノ直徑準ノ平均ニ該當スルヲ以テ標準木ノ條件トナス能ハスシテ他ノ條件ヲ有スルヲ以テナリ今「ウーリッヒ」氏法ニ使用シタル各標準木V/Gヲ満足スル度合ニ付キ考究スルニ次ノ結果ヲ得タリ

三級ニ區別セルモノ

標準木本數	中數	誤差	誤材積差	計算率
十二	(±)	一・五九		〇・九七
九	(±)	三・六一		二・〇七
六	(±)	一・六六		一・二六
三	(±)	二・七九		一・六〇

四級ニ區別セルモノ

十六	(±)	一・五五	(-)	〇・二一
十二	(±)	一・八九	(-)	〇・二九
八	(±)	一・九七	(-)	〇・四四
四	(±)	二・五八	(-)	一・九八

之レニヨリ之レヲ見レハ「ウーリッヒ」氏法ニ在テハ其標準木ハ一般標準木ノ性質ノ外ニ其林木材積計算公式ニ要セル假定即チ標準木ノ他ノ條件V/Gヲ満足セサルヘカラサルヲ知ル而シテ之レヲ満足セル度合ニ從ツテ其ノ誤差率モ亦タ異ナルヲ見ルヘシ且ツ三級ニ區別セサルモノ並ニ四級ニ區別セルモノノ何レヲ問ハス林木材積計算ノ結果ヲシテ正確ナラシメンニハ可成丈ケ標準木ノ數ヲ多クス可キヲ要ス又同一本數ノ標準木ヲ用ユル場合ニ在テハ直徑級ヲ多數ナラシムルヲ可トス可キヲ知ル即チ林木材積計算ノ結果ヲシテ正確ナラシメンニハ直徑級ヲ可成の多數ナラシメ且ツ標準木ヲ多數ナラシムルヲ要ス尙ホ之レヲ「ドラウト」氏標準木ニ就キ調査スルニ其林木材積計算公式ノ假定ニ相當セル標準木ヲ有スル

モノ最モ其ノ計算正當ナルヲ要ス
「ハルチツヒ」法ノ標準木ヲ調査スルニ

二級ニ區別シタルモノ

標準木本數	中數誤差	林木材積計算ノ誤差率
十二	(±)(±)(±)(±)	(+)(-)(+)(+)
九	一・四三七	一・五六一
六	一・四五三	二・一七
三	一・二九五	一・三七
	一・六四六	二・四九

四級ニ區別シタルモノ

標準木本數	中數誤差	林木材積計算ノ誤差率
十六	(±)(±)(±)(±)	(+)(+)(+)(+)
十二	一・二五八	一・四九
八	〇・七二九	〇・七七
四	〇・七三〇	〇・七七
	〇・七〇一	〇・二四

此ノ表ニヨリ「ハルチツヒ」氏法ニヨル標準木ハ「ドラウト」氏法ニ於ケルカ如ク標準木ノ中數誤差ノ小ナルニヨリ林木材積ノ誤差率モ亦小ナルヲ知ル即チ標準木ノ正否ノ林木材積計算ニ及ホス影響大ナルヲ知ル而シテ此ノ場合ニ在テハ正シク直徑級ヲ多數ナラシムルニ從ヒ誤差率ハ小ニシテ且ツ標準木ノ撰定ハ益々容易ニシテ從フテ且ツ中數誤差モ小アリ從フテ正確度モ亦大ナルコトヲ知ル即チ三級ノ九本ト四級ノ四本トヲ比較セハ直徑級ハ可成丈多數ナラシムルヲ可トスヘシ而シテ最後ニ直徑級編成ニヨル材積計算ヲシテ正確ナラシムルニ當ツテハ標準木ハ可成丈多數ナラシムルヲ要スルヲ知ルヘシ但シ其

標準木ハ可成丈正當ノモノナラサルヘカラス然ラサレハ三級ノ十二本ノ場合ノ如ク寧ロ標準木ノ多數ナルコトヲ要セサルヘシ

之レヲ要スルニ「ハルチツヒ」氏法ノ如ク只タ其標準木ノ條件一般性質ノミヲ以テ満足スルモノハ直徑級ヲ多數ナラシメ各直徑級ヨリ撰定スヘキ標準木ヲ多數ナラシムルニ從ヒ正當ナル標準木ヲ得ラル可キナリ今「ウーリッヒ」氏法ト「ハルチツヒ」氏法トノ標準木ヲ研究スルニ直徑級ヲ三ツニ區別スルモノニ在テ其中數誤差ヲ比スルニ

「ウーリッヒ」法

(±) 〇、六二三

「ハルチツヒ」法

(±) 一、四三七

ニシテ「ウーリッヒ」法ニ使用セル標準木ハ其ノ一般ノ性質ヲ満足スルコト「ハルチツヒ」法ヨリ良好ナリト雖モ其計算ノ誤差率ヲ見ルニ

「ウーリッヒ」法

(-) 一、六〇

「ハルチツヒ」法

(+) 一、五六

ニシテ「ハルチツヒ」法ハ「ウーリッヒ」氏法ヨリモ良好ナル結果ヲ得タリ

次ニ又四級ニ區別セルモノニ在テハ

標準木ノ一般性質ヲ満足スル度合ニ在テハ

「ウーリッヒ」法

(±) 〇、八九二

「ハルチツヒ」法

(±) 一、一五八

ニシテ「ウーリッヒ」法ノ標準木ハ「ハルチツヒ」法ノモノヨリ良好ナリト雖モ其計算ノ誤差率ヲ見ルニ

「ウーリッヒ」法

(-) 一、九八

「ハルチツヒ」法

(+) 一、四九

ニシテ「ハルチツヒ」氏法、ハ「ウーリツヒ」法ニ勝レリ之レ一般測樹學ノ理論ノ示ス所ナリ
 然ルニ「ハルチツヒ」氏法ニ在テハ標準木本數ヲ増加スルニ從ヒ「ウーリツヒ」法ニ劣ルニ至ルハ之レ「ウーリツヒ」法
 ト「ハルチツヒ」法ト其計算公式ノ假定即チ計算ニ使用スル標準木ノ性質カ互ニ異ナルニ據ル即チ「ウーリツヒ」
 法ニ在テハ本數ヲ増加シタルカ爲メニ林木材積公式ノ假定ヲ満足スル度合増大シタルモ「ハルチツヒ」氏法
 ニ在テハ其ノ標準木ノ不良ナリシ爲メ「ウーリツヒ」法ノ如クナラサリシモノニシテ「ハルチツヒ」氏法ノ不良ナ
 ルニアラサルナリ

本數分配率ニ據ル方法ニ於ケル標準木ヲ調査セルニ

標準木本數	中數誤差	林木材積ノ誤差率
七	(±) 〇.三七八	(+) 〇.五六

而シテ其標準木ニ於テハ「ウーリツヒ」ド「ラウト」ノ標準木ト同シク他ノ條件ヲ要スルヲ以テ之レヲ調査セ
 ルニ

標準木本數	中數誤差	林木材積ノ誤差率
七	(±) 〇.六七	(+) 〇.五六

依テ以上述フル所ニ據リ「トラウト」「ウーリツヒ」「ハルチツヒ」氏法ノ本數分配率ニ據ル方法トヲ比較セハ左ノ如
 シ

林木材積計算表	標準木本數	中數誤差*	林木材積率
「ウーリツヒ」氏法	三級	± 0,096	+ 1,26
本數分配率法	七	± 0,378	+ 0,56
「ド「ラウト」氏法	七	± 0,423	- 2,32

「ハルチツヒ」氏法	四級	18	± 0,729	+ 0,77
「ウーリツヒ」氏法	四級	18	± 1,020	- 0,44
「ハルチツヒ」氏法	三級	16	± 1,453	+ 2,17

備考 此標準木ノ材積ト標準木ヲ撰定セル直徑階ノ平均一本ノ計算ヨリ求メタル材積トノ誤差ヨ

リ計算セルモノ

本表ニヨリ本數分配率ニ據ル方法ハ其誤差率ノ最モノ小ナルヲ知ルヘシ之レ其標準木ノ本數分配ノ適當ナリシニ據ル

曲線法

今曲線法ヲ利用スルニ當テ其標準木ノ撰定ハ總本數ノ百分率ニ據ル方法ヲ用キタリトセン而シテ其標準木ノ中二本以上ヲ撰定シタルモノニ在テハ其平均數ヲ用キ次ノ如キ結果ヲ得タリ即チ

標準木積 底面積	標準木積 幹材積
0,195	6,13
0,290	9,35
0,382	11,74
0,490	14,87

此ノ結果ニヨリ曲線ヲ畫クトキハ殆ント直線ニ近似スルヲ見ル然レトモ底面積〇、一九五、並ニ〇、二九〇ノモノ少シク過大ナルカ如シ依テ此等ノ材積ヲ多少訂正セハ直線トナスヲ得ヘシ而シテ之レヲ満足スル方程式ヲ組立テンカ爲メニ $4y$ 、 $4y$ 並ニ $4y$ ナ計算セルニ左表ノ如シ

Δx	Δy	$\Delta_2 y$
0,095	$3,22 - \alpha$	$-0,83 + \alpha - \beta$
0,092	$2,39 - \beta$	$0,74 + \beta$
0,108	3,13	

而シテ Δx ハ 0,1 ニ等シキモノト見做ストキハ方程式ハ

$$y = 31,3x + \alpha$$

ト考フルヲ得ヘシ依テ與ヘラレタル w ノ數値ヲ本式ニ入レ與ヘラレタル y ノ數値トノ差ヲ取リ a ヲ求之レヲ平均セハ容易ニ a ヲ求メ得ヘシ依テ

$$y = 31,3x - 0,15$$

ナルコトヲ知ル依テ各直徑階ニ對スル底面積ヲ本式ノ w ニ入レ次ニ各直徑階ノ平均一本ノ幹材々積ヲ求メ之レニ各直徑階ノ本數ヲ乘セハ各直徑階ノ材積合計ヲ得ヘク而シテ此等ノ材積ヲ合計セハ容易ニ林木材積ヲ計算シ得ヘシ今其結果ヲ示サハ

標準木本數	七	林木材積計算ノ誤差率
		〇.〇六

之レニヨリ之レヲ見レハ本法ニヨルハ撰定セル標準木ハ只タ標準木ノ一般性質ヲ満足スルモノニシテ且ツ各直徑階ヨリ撰定セル標準木ノ底面積ノ差互ニ近似スルモノニ在テハ上記ノ如ク極メテ簡易ニ計算スルヲ得ヘシ但シ幹材々積ハ底面積ノ一次函數ト見做シ得ヘキ場合ナルコトヲ要ス

故ニ茲ニ述ヘタル方法ハ以上記述スル諸法中最モ確ナル結果ヲ得タルモノトイフヘシ而シテ其標準木ノ撰定ノ計算ハ百分率法ヲ用ユルヲ以テ甚タ簡單ナリト雖モ唯「ウーリツヒ」氏法ノ林木材積計算公式

$$V = \frac{1}{I} Q$$

ニ劣ルハ

$$V = n_1 v_1 + n_2 v_2 + n_3 v_3 + \dots + n_x v_x$$

ニ據ルヲ以テナリ然レトモ「ドラウト」「ウーリツヒ」氏法ニ比スレハ各直徑階毎ニ材積ヲ計算シ且ツ其標準木材積ハ訂正セルモノヲ利用スルヲ以テ林木材積計算ノ結果ハ近似値ヲ得ルニ利アリ但シ此ノ場合撰定セル標準木ノ幹積ト其底面積トノ間ニハ函數的關係ノ存スルヲ要ス
算數中數標準木法此ノ方法ニ據ルハ既ニ示セルカ如ク他ノ各種ノ方法ニ比スルニ比較的正確ナルヲ知ル之レ其標準木カ適切ナリシニヨル

標準木本數	誤	差	林木材積ノ誤差率
一	(-)	〇・〇一	一・八六
二	(+)	〇・三一	〇・〇三
三	(+)	〇・三七	〇・七四
四	(+)	〇・三一	〇・〇三
五	(+)	〇・四一	一・〇四

本表ニヨリ考フルニ誤差ノ最モ尠キモノノ誤差率最モ多キヲ見ル等林木材積計算ノ結果ハ標準木ノ一般性質ニ該當スルモノヲ以テ標準木トナシタルハ却テ不良ナル結果ヲ來シ必スシモ標準ノ性質ニ適合スルヲ要セサルカ如キ觀アリ然レトモ既ニ述フルカ如ク算數中數標準木法ニ使用スル標準木ハ他ニ一條

件ヲ具備スルヲ要ス即チ其標準木トシテ使用セル樹木ノ底面積ニ乗シテ材積ヲ計算スルニ要スル係數
即チ hf カ HF ニ等シキコトヲ要ス今之レヲ各標準木ニ就キ研究スルニ

標準木本數	誤	差	林木材積ノ誤差率
一	(-)	〇・七	一・八六
二	(+)	〇・一	〇・〇三
三	(+)	〇・三	〇・七四
四	(+)	〇・一	〇・〇三
五	(+)	〇・四	一・〇四

本表ニヨリ算數中數標準木ハ算數中數標準木法ヲ假定トスル標準木ニ從フモノ最モ其結果正確ニシテ
然カラスシテ單ニ一般標準木ノ性質ニ從フモノノミニテハ其結果決シテ正確ナラサルヲ推知シ得ヘシ
之レヲ以テ算數中數標準木法ニ於ケル標準木ヲシテ其計算公式ノ假定ニ適切ナラシメンカ爲メニ撰定
セル標準木ヲシテ訂正センカ爲メニ
ゲーハイエル氏⁽¹³⁾ハ次ノ如キ條件式ヲ誘導セリ即チ左ノ如シ

$$p = P - c + \frac{G}{g}$$

p 、 P 、 h 之レ底面積ニ乗シテ材積ヲ計算スルニ要スルニ係數ヲ示ス即チ形狀高ナリトス依テ之レヲ書キ
換ユルトキハ

$$l_1 f_1 = l_2 f_2 - c + \frac{g_2}{g_1} c$$

然ルニ c ハ已ニ上式ニヨリ

$$c = \frac{l_1 f_1 - l_2 f_2}{g_2 - g_1}$$

ナルヲ以テ各種ノ林木ニ付キ c ヲ求ムレハ容易ニ其目的ヲ達シ得ヘシ然ルニ「ゲ」 1 、ハイエル氏ハ g ノ函
 數ニ就テハ充分ノ説明ヲ與ヘサリシヲ以テ氏ノ條件式ハ遂ニ之レ現實ノ林木ニ於テ満足セラレサルモ
 ノナリト評論セララルルニ至リシト雖モ「ゲ」 1 ハ「ゲ」 2 ノ函數ヲ研究シ「ハイエル」氏條件式ヲ改良シ
 c ノ代リニ

$$1/c f_2 = b$$

ヲ用キタリ依テ「ハイエル」氏ノ條件式ハ

$$q_1 h_1 f_1 = q_1 b + q_2 h_2 f_2 = b(q_2 - q_1)$$

トナリ即チ

$$\frac{q_1 h_1 f_1 - q_2 h_2 f_2}{q_1 - q_2} = b$$

$$a = b q_1 - c$$

依テ容易ニ b ヲ求メ得ヘシ

此關係式ハ實ニ材積曲線ハ一次ノ函數ナリト假定セル結果ナリトス然レトモ實際上ニ在テハ未タ b ノ
 性質不明即チ如何ニシテ正當ナル b ヲ求ムヘキ乎不定ナルヲ以テ「ゲ」 1 ハ「ゲ」 2 三本ノ標準木ニ
 ヨリ之レヲ求ムヘキモノトシタリ今此ノ方法ニヨリ本林木ニ實驗スルニ左ノ如シ即チ其ノ結果ノ不良
 ナル五本ヲ使用セルモノニ付キ上記條件式ヲ用ユルトキハ

其ノ林木材積計算ノ誤差率ハ(一)〇、〇四トナリシ依テ「ゲ」 1 ハ「ゲ」 2 氏ノ條件式ニヨリ正當ナル標準木ヲ
 求メ得ヘシト雖モ既ニ示スカ如ク林木各直徑階ノ平均一本ノ材積即チ標準木ノ底面積ニ對スル關係不
 明ナランカ理論上本林木ニ在テハ底面積ノ算數中數標準木ハ林木ノ材積ノ平均材積ヲ示スモノト稱ス
 ルヲ得サレトモ林木ノ各直徑階ノ平均一本ノ材積ハ底面積ノ一次函數ナル場合ニ於テハ一般ニ底面積

ニ於ケル算數中數標準木ハ材積ノ算數中數標準木ニ該當スルモノナリ何トナレハ林木材積ハ

$$V = GHF \\ = \sum_{r=1,2,3,\dots,x} (n_r v_r)$$

而シテ v ノ代リニ af ヲ用ユルトキハ

$$GHF = \sum_{r=1,2,3,\dots,x} (n_r \gamma_r h_r f_r)$$

$$\therefore G = \frac{\sum (n_r \gamma_r h_r f_r)}{HF}$$

$$\therefore g = \frac{\sum (n_r \gamma_r \frac{h_r f_r}{HF})}{n} \quad r=1,2,3,\dots,x$$

然ルニ g ノ曲線式ハ一般ニ

$$z = -\frac{b}{a} + v$$

ナルヲ以テ z ヲ以テ HF ヲ示シ $z_1, z_2, z_3, \dots, z_x$ ヲ以テ任意ノ g ヲ示スモノトセハ

$$\frac{z_1}{z} = \frac{(-b + ax_1)x}{(-b + ax)z_1}$$

ヲ得ヘシ

而シテ今 z 軸ヲ b/a 丈ケ v ノ正邊ニ移動セシメタリトセハ z ノ曲線式ハ

$$z = -\frac{b}{a} + v$$

$$\frac{z_1}{z} = \frac{-b + a(x_1 - \frac{b}{a})x}{-b + a(x - \frac{b}{a})z_1}$$

$$= \frac{(-2b + ax_1)x}{(-2b + ax)z_1}$$

$$\therefore \frac{Z_1}{Z} = \frac{(a_1 - 2b)ax}{(a - 2b)a_1}$$

今 $\frac{26}{a} = k$ ナリトせん

$$\frac{Z_1}{Z} = \frac{(a_1 - k)ax}{(a - k)a_1}$$

$$\therefore g = \left[\sum_{r=1,2,3,\dots,x} n_r \gamma_r \frac{(\gamma_r - k)\gamma_r}{(\gamma_r - k)\gamma_r} \right] / n_1$$

$$\therefore g - k = \frac{\sum_{r=1,2,3,\dots,x} n_r \gamma_r + nk}{\sum_{r=1,2,3,\dots,x} n_r \gamma_r}$$

$$\therefore g = \frac{\sum_{r=1,2,3,\dots,x} n_r \gamma_r}{n}$$

之レ實ニ「コペツキ」氏ノ證明セル所ニシテ此ノ定則カ成立スルハ算數中數標準木ノ材積ハ必ス林木ノ各直徑階ノ平均一本ノ樹木カ示ス一次函數ヲ満足スルモノナラサルヘカラス之レヲ以テ林木各直徑標準木材積ハ其ノ底面ニ對シテ一次函數ヲ満足シ且ツ底面積ノ算數標準木カ此ノ函數ヲ満足スルモノトセハ底面積ノ算數標準木ヲ以テ林木材積ノ計算ヲ次式ノ如クニシテ容易ニ正確ニ求メ得ヘシ即チ底面積ノ算數標準木ヲトセハ林木材積ハ

$$V = n_1 l$$

然ルニ求メタル標準木カ一次函數ヲ満足セサルトキハ「ゲールハルド」氏ノ條件式ニヨリ標準木ヲ訂正スルヲ要ス然レトモ各種ノ林木ニ對シテ果シテ標準木ノ間ニハ一次函數ハ成立ス可キ乎又如何ニシテ此ノ函數ヲ容易ニ求メ得ヘキ乎ハ之レ今日不明ナリトス之レ實ニ「ハデック」氏カ「コペツキ」氏ノ研究ヲ批難シ學術上無用ノ研究ナリト稱シタル所以ナリ然レトモ「ゲールハルド」氏「コペツキ」兩式ノ研究ニ據ルニ

此ノ研究ハ多數ノ林木ニ就キ研究セハ決定シ得ヘキモノナリトシ「ゲールハルド」氏ハ收額表ヲモ調製シタリ而シテ若シ「コベツキー」「ゲールハルド」氏ノ林木生長法則ニシテ本林木ニ於ケルカ如ク満足セラルルモノトセハ林木材積計算ハ極メテ簡單ニ實行スルヲ得ヘシ

即チ「ワイゼー」氏法ヲ以テ算數中數標準木タル直徑ヲ計算シ「*g*」曲線ニヨリ「*h*」曲線ヲ誘導シ以テ材積ノ算數中數標準木ヲ誘導シ得ヘシ然ラハ標準木ノ材積計算ニ於テモ林木材積計算ニ於テモ極メテ簡單トナリ得ヘシ

之レ實ニ予カ林木生長現象ヲ速ニ明瞭ナラシメント欲スル所以ナリトス

附「ワイゼー」氏四分六法

此ノ方法タルヤ氏カ獨乙赤松收額表調製ノ際研究セルモノニシテ氏ハ之レヲ上記收額表並ニ「エーベルスワルド」高等森林學校五十年祭ニ於テ説明セルモノナリ

氏ハ算數中數標準木ハ最大直徑ヨリ計算シ總本數ノ四割、最小直徑ヨリ計算シテ六割ニ相當セル位置ニ在リト今氏ノ方法ヲ茲ニ解説センニ本林木ノ林木測定表ヲ示サハ左ノ如シ

直徑階 <small>尺</small>	本數
0.4	4
0.5	27
0.6	58
0.7	41
0.8	28
0.9	14
1.0	8
1.1	6
合計	186

本表ニ依リ全本數ノ六割ニ相當スル本數ヲ求ムルニ百十二本ナリ依テ最小直徑階ヨリ順次ニ合計センニ直徑階0.6尺マテニテ八十九本トナルヘク0.7直徑階ノ本數ヲ合計百十二本ヨリ大ナリ依テ求ムル直徑ハ0.7ノ直徑階内ニ存スヘシ即チ0.7ノ直徑階ノ本數中ヨリ二十三本ヲ八十九本ニ加フレハ正シク百十二本トナルヘシ然ルニ0.7尺ノ直徑階ハ0.65尺ヨリ0.74尺ニ至ルマテノ直徑ヲ有スル樹木ヲ含有スルヲ以テ此ノ範圍内ノ何ニナルヤヲ定メンカ爲メニ0.65尺ニ加フヘキ數ヲ求メンカ爲メニ「ワイゼー」氏ハ左ノ如キ比

例式ニヨリ求メ得ヘキモノトナシタリ即チ $0,6$ ニ加フヘキ數トセハ

$$\frac{2^3}{41}0,1 = a$$

依テ $a = 0,036$ ナルヲ知ル即チ求ムル直徑ハ $0,706$ 尺ナルコトヲ知ル然ルニ計算上得タル底面積ハ

$$0,39218 \text{ 平方尺} = \frac{72,946}{186}$$

故ニ之レヲ直徑ニ改算セハ $0,706$ ナリ即チ「ワイゼー」氏法ニヨリ得タルモノハ計算上ヨリ得タルモノト全ク一致セリ然レトモ之レ本林木ニ於ケル結果ニシテ予ノ他ノ林木ニ於ケル經驗ニ在テハ $0,1$ 尺ツ、ノ直徑階編成ニ在テハ $\pm 0,01$ ノ誤差アリシ其他 $0,05$ ツ、ノ直徑階ニ於ケル研究等詳細ニ渉ル説明ハ本報告ノ目的ニ非ラサルヲ以テ茲ニ之レヲ略ス

結 論

本研究ハ單一林木ニ關スル研究ヲ報告スルニ止マリシヲ以テ如何ナル林木材積計算公式並ニ標準木撰定法カ最モ其正確度ニ於テ高キモノナルヤ否ヤヲ統計的ニ示スコト能ハス從フテ如何ナル公式並ニ標準木撰定法ニ在テハ幾何ノ誤差ヲ覺悟スヘキ乎(但シ標準木正當ナリシ場合)等ヲ示スコト能ハス然レトモ直徑級ニ據ル方法ニ在テハ其ノ中央木ノ正當ナルモ直徑級ノ數並ニ其ノ中央木ノ數尠キハ其結果不良ナリ而シテ最モ安全ナルハ直徑階ニ據ル材積曲線法ナルコト之レナリ而シテ本林木ニ於ケル各種林木材積計算法ノ比較ノ結果ハ既ニ之レヲ三ノ其七、並ニ五ニ論究シ明示シタルヲ以テ茲ニ之ヲ略ス

各直徑階ノ底面積合計ノ林木底面積合計ニ對スル百分率即チ底面積率ト各直徑階ノ幹材々積合計ノ林木材積合計ニ對スル百分率即チ材積率トノ關係ハ本林木ニ在テハ殆ント近似スルヲ見出シタリ即チ本林木ニ於テ標準木材積カ其ノ底面積ニ比例的關係ヲナスヲ推定シ得ヘシ依テ單位面積ニ對シテ此ノ關係ヲ各種ノ林木ニ就キ調査シタル結果果シテ一般ノ法則トシテ考ヘラルヘキモノナランカ本數曲線ニ

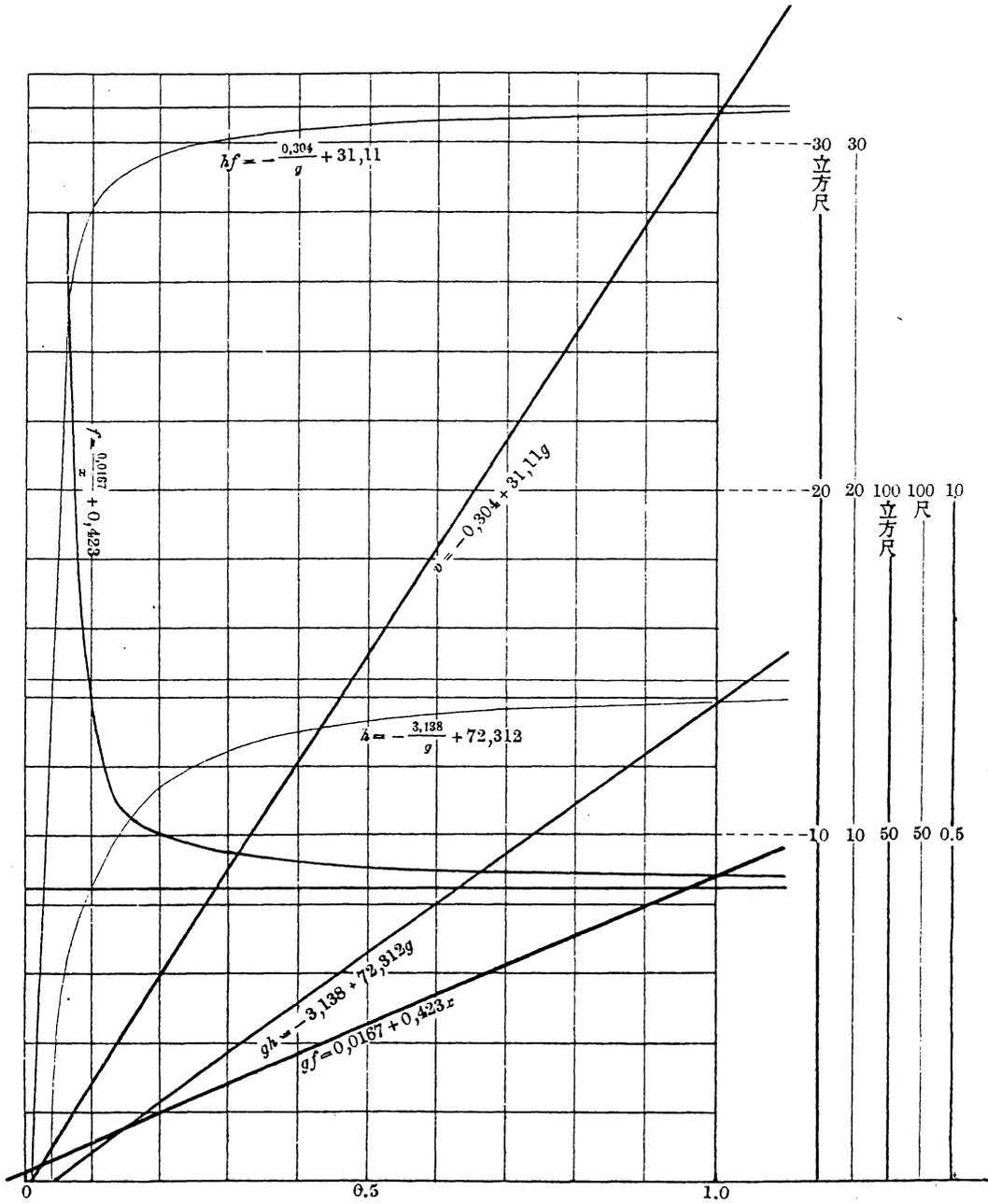
對シ「シユールベルク」グッテンベルク氏等ノ研究ニ見ルガ如ク位級年齡ニ從フテ異ナル結果ヲ得ヘシ然ラハ底面積合計分配表ニヨリ收額表ノ調製材積表ノ調製等ニ便利ヲ得ヘキノミナラス一般ノ測樹上ニ便利ヲ能フヘキモノナラント信ス然レトモ只ダ一林木ニ對スル研究ノミヲ以テ法則ヲ論究スルカ如キハ不可能ナルヲ以テ後日ニ待タントス又此ノ底面積合計率ト材積合計率トノ關係ニヨリ標準木一本ノ材積ト底面積トハ互ニ比例スルコトヲ知ルヲ以テ材積ハ底面積ノ一次函數ナルコトヲ推知シ得ヘキナリ今之レヲ本林木ニ付キ調査セルニ各直徑階ノ標準木材積ハ「コベツキ」氏ノ研究セルモノト同シク其ノ底面積ニ對シテ本林木ニ在テハ一次函數ヲナス而シテ底面積ニ乘シテ幹材々積ヲ計算スルニ要スル係數 hf ハ底面積ノ函數ニシテ双曲線ヲナシ h ト f トハ夫ト同シク底面積ニ對シ双曲線ヲナシ h ハ h 軸ニ凹形ヲナシ f ハ h 軸ニ凸形ヲナス而シテ gh 並ニ gf モ亦底面積ニ對シ一次函數ヲナシ材積曲線ノ方向角 $tg\tau$ ハ gh 曲線ノ方向角 $tg\tau_2$ ヨリ小ニシテ gf 曲線ノ方向角 $tg\tau_3$ ハ t ヨリ小ナリ即チ

$$tg\tau_1 > tg\tau_2 > tg\tau_3$$

以上述フル所ニヨリ林木材積ヲ計算スルニ當テハ曲線法ヲ除キ他ノ林木材積計算法ニ在テハ標準木ヲ撰定センニハ之レヲ使用スル林木材積計算法ノ假定ニ適合スヘキモノヲ撰定スルヲ要スヘキモノト信ス

然リ而シテ算數中數標準木ニ在テハ「ゲールハルド」氏ノ條件式ニ據ルトキハ一般ノ林木ニ於テ應用シ得ヘキモノト考フ然レトモ予ノ考フル所ヲ以テセハ曲線法ノ安全ナルニ若カサルモノナリト言ハントス若シ林木ノ各直徑階ノ平均一本ノ材積カ其底面積ト一定ノ函數ヲナスコトヲ知ラハ之レニヨリ實際ノ材積表ヲ得ヘキヲ以テ將來ノ材積計算上ニ便ヲ與フルノミナラス材積表並ニ收額表調製ニ多大ノ便利ヲ與フルハ勿論生長法則ノ研究並ニ間伐受光伐ノ研究ノ便利ヲ與フルコト尠ナカラサルナリ而シテ材積曲線ハ何故ニ此ノ如キ效果ヲ來スヤヲ説明スルハ之レ測樹學ニ學ブヘキモノニシテ茲ニ之レヲ喋々

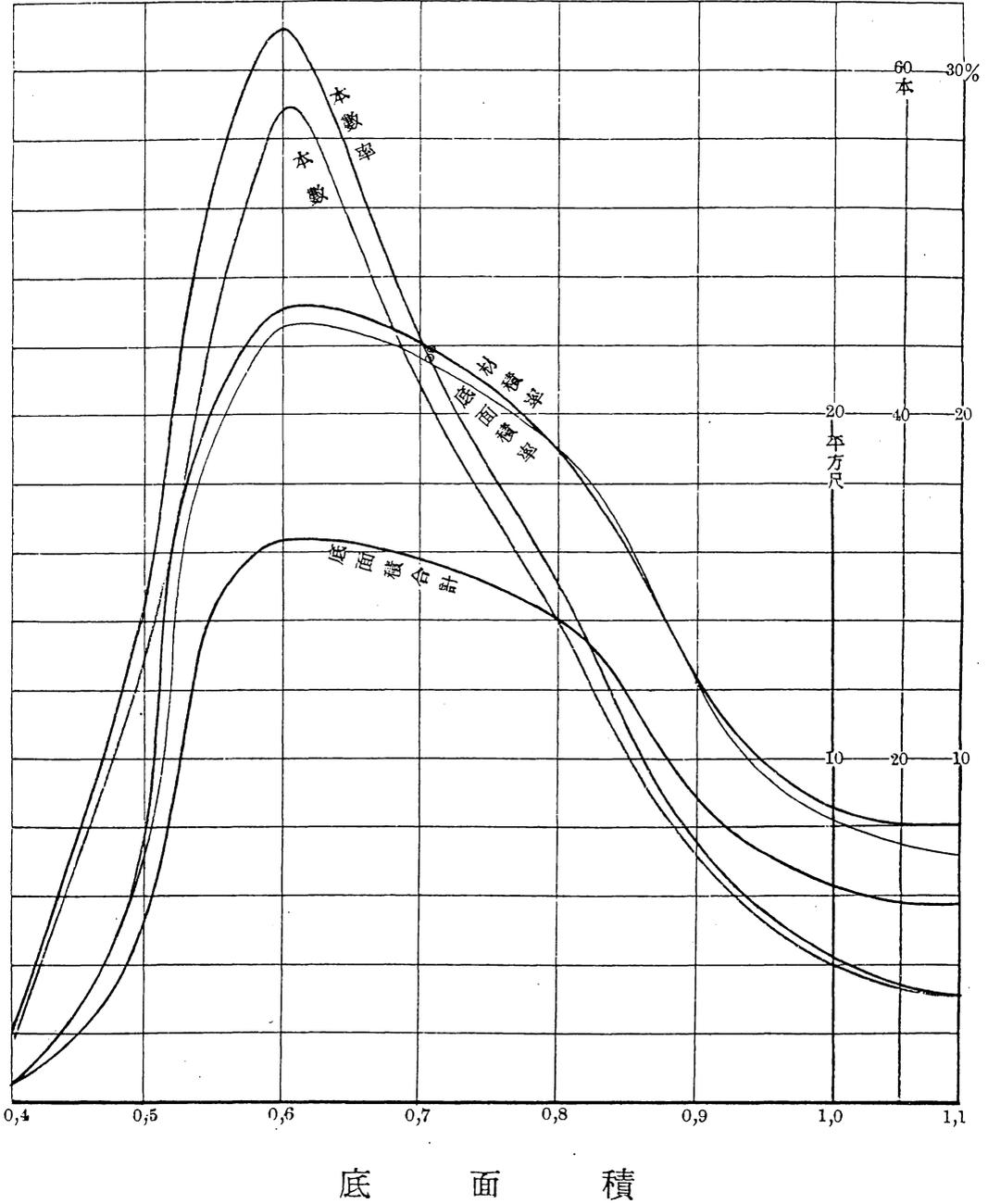
幹材材積並ニ其計算要素ノ
底面積ニ對スル關係曲線圖



底 面 積

直徑階ニ於ケル本數,底面積,本數率,材積合計率ノ分配曲線圖

◎ハ算數中數準木ノ直徑ノ位置ヲ示ス



スヘキ必要ナケレハ之レヲ略ス

以上ノ結果ニヨリ將來ノ林木材積計算法改良ノ方針ヲ示サハ左ノ如シ

一、林木測定ハ之レヲ底面積ノ編成ニ據ルヘキコト

二、林木材積計算公式ハ林木生長曲線ノ研究ニヨリ簡單ニナシ得ヘキコト

三、標準木ノ伐採ヲ節約シ得ヘキコト

標準木ノ立木測定ヲ以テ此ノ研究ヲシテ成效セシメンカ爲メニ

一、各位級ニ試験地ヲ撰定シ林木生長曲線ノ研究材料ヲ蒐收スルコト

二、皆伐測定ヲナスコト各位級ニ付キ試験地ヲ撰定シ置クコト

三、各位級ニ收額試験地ヲ設定シ以テ林木生長曲線ノ研究ヲナスコト

最後ニ本林木ニ於ケル底面積ト幹面積並ニ樹高幹材形數表ヲ示サハ左ノ如シ

底面積 <small>平方尺</small>	幹材々積 <small>立方尺</small>	樹高 <small>尺</small>	幹材形數
0,1	2,81	40,9	0,591
0,2	3,92	56,6	0,507
0,3	9,03	61,9	0,479
0,4	12,14	64,5	0,465
0,5	15,25	66,1	0,459
0,6	18,36	67,1	0,451
0,7	21,47	67,8	0,447
0,8	24,59	68,4	0,444
0,9	27,70	68,9	0,443
1,0	30,81	69,2	0,440