HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	林木ノ生長ト陽光ノ強度トニ關スル數理的研究(改訂)
Author(s)	影山, 純介
Citation	北海道帝國大學農學部演習林研究報告, 3(2), 1-207
Issue Date	1925-07
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/20611
Type	bulletin (article)
File Information	3(2)_P1-207.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

演習林研究報告第三卷第二號

林木ノ生長ト陽光ノ强度トニ關スル數理的研究（改訂）

Mathematische Untersuchungen über das Verhältnis zwischen der Sonnenlichtintensität und dem Baumzuwachse. (verbessert)

林學博士　影山純介

緒　言

本論文ハコレヲ三部ニ分チ其一ニ於テハ林木ノ生長量ト受光量トノ關係殊ニ稚苗ノ耐陰性ヲ數字的ニ決定スル方法ニ關スル理論的並ニ實驗的研究ヲ叙說シ其二ニ於テハ林木ノ耐陰性ニ及ボス二三ノ因子ニ就テ一部ハ著者ノ研究ヲ一部ハ從來ノ研究ニ著者ノ意見ヲ加味シタルモノヲ總括的ニ列叙シ其三ニ於テハ林內光度ノ間接計量法並ニ天然更新法ニ對スル其應用ニ就テ理論的並ニ實驗的ニ研究シタル事項ヲ說明セリ

本題ニ關シテハ曩ニ北海道帝國大學農學部演習林研究報告第二卷第三號及第四號ヲ以テ發表スルトコロアリシガ該論文ニハ少ナカラザル誤算及誤植アルヲ發見セリ由テコレヲ改訂シ該論文ニ代ユルコトトセリ

本問題ノ研究ニ當リ小出房吉,新島善直兩林學博士ハ懇切ナル指導ト激勵ヲ與ヘラレ農學博士時任一彥氏,理學士鈴木庄治郎氏ハ夫レ夫レ其專門ノ事項ニ關シテ示敎ノ勞ヲ採ラレ北海道帝國大學助手谷本勇造氏

北海道廳技手平澤和三郎氏ハ實驗成績ノ調査ヲ幇助セラレ又林學博士宮井健吉氏ハ全編ヲ通ジテ種々ノ有益ナル忠言ヲ與ヘラレタルニ對シ玆ニ深厚ナル謝意ヲ表ス終リニ感光電池ノ發明者タル理學博士飯盛里安氏ニ對シテ深甚ノ敬意ヲ表ス

其一　林木殊ニ稚苗ノ耐陰力ノ數字的表示法ニ關スル理論的並ニ實驗的研究

Theoretische und empirische Untersuchungen über den zahlenmässigen Ausdruck für das Schattenerträgnis der Waldbäume, insbesondere Pflänzlinge.

A. 受光量ト林木ノ生長トニ關スル理論的研究

§ 1. 凡ソ林木ハ或程度マデハ受光量ノ大ナルニ從ヒテ生長モ又益大ナルハ日常經驗ニヨリテ明カナルノ事實ナリトス然レモ受光量一度其程度ヲ超ユルトキハ却ツテ生長ノ減退ヲ誘致シ兩者ノ關係ハ最適光度ニ於テ彎曲スル一ツノ曲線(Optimumkurve)ヲナスハ想像スルニ難カラズ且又著者ノ信ズルトコロニヨレバソノ彎曲點ニ達スルノ道程ニ於テモ光度ト生長量トハ決シテ嚴密ナル平行的關係(直線的關係)ヲ有スルニアラズシテ光度ニ對スル生長ノ割合ハ光度ノ增加ニ伴フテ次第ニ減少スルモノヽ如シ換言スレバ今光度ヲ横軸ニトリ生長量ヲ縱軸ニトルモノトスレバ兩者ノ關係ヲ表ハスノ曲線ハ横軸ニ對シテ最適光度ヲ彎曲點トスル凹形的曲線ナリト解スベキニ似タリソノ理由ハ二三ニシテ足ラザル可シト雖次ニ言說スルI乃至IIIハ實ニソノ主因ヲナスモノト思考セラル

I. 樹冠ノ發達ハ受光量ノ增加ニ伴ハズ

§ 2. 受光量大ナレバ從ツテ樹冠ノ繁茂ヲ來シ因ツテ以テ生長力ノ增大ヲ招致スルモ樹冠繁茂ノ結果トシテ各個葉相重疊シテ相互ニ庇陰

ヲナシアル葉面ハ殆ド常ニ陰光ニ浴シ全日光照射ノ恩惠ヲ享受スル能ハザルニ至ルベク光量愈大ナルニ從ツテ愈樹冠繁茂ノ稠密ヲ致シ愈全日光ニ浴シ得ザル樹葉ノ數多キニ至ルベシ而モ稠密ナル樹冠ノ内部ニ壓セラルヽノ葉ハ光量不足ナルノ結果ソノ生存ヲ持續スルコト能ハズシテ順次ニ枯死スルニ至ルヲ以テ樹葉ノ繁茂ニハアル限度アリテ到底受光量ノ增加ニ比例シテ無限ニソノ稠密ノ度ヲ加フルモノト致フ可カラズ既ニ樹葉繁茂ノ度ガ受光量ニ比例シテ增加セザルモノナリトスレバ樹葉ノ同化作用ニヨリテ誘致セラルヽ樹體ノ生長量モ又受光量ノ增加ニ直接ノ比例ヲナサザルヲ知ル可シ

II. 箇葉ノ平均同化能力ハ樹冠ノ增大ニ比例シテ遞減ス

§ 3. 受光量ノ增加ニ伴ヒ樹冠愈擴張シ樹葉稠密ノ度ヲ加フルハ事實ニシテ從ツテ樹冠全體トシテノ總同化力ガ次第ニ增大スルハ勿論ナリト雖ソノ樹冠ヲ組成スル箇葉ニ就テ考フル時ハ樹冠ノ增大ニ反比例シテ却ツテ其同化能力ヲ減退スル事實アルガ如シ

R. Hartig[1] 氏ハ樹冠ノ下部マデ枝葉ヲ着生セル九九年生ノ孤立セル二本ノ Buche ニ就テ樹高ノ凡三分ノ二マデ枝打チ行ヒ少クトモ全着葉量ノ二分ノ一ヲ剪除シ爾後ノ生長ニ幾何ノ變化アリヤヲ檢シタルニ曾ニ其生長ヲ減退スルノ事實ナキノミナラズソノ中ノ一本ハ寧ロ生長率ノ促進セルヲ見タリト云フコレニ因ツテ見レバ樹冠ノ一部換言スレバ同化機關ノ一部ヲ剪除スルモ必シモ生長量ニ減退ヲ來スモノニアラザルヲ知ル氏ハコレニ說明ヲ如ヘテ曰ク凡ソ樹體ノ生長ハ樹葉ノ炭素同化作用ニヨル生成物ト根部ヨリ輸送シ來ル營養分トノ生理的化成ニ起因スルモノニシテ樹冠增大スレバ根部モ又コレニ伴フテ增大シ兩者ハ常ニ一定ノ釣合ヲ保ツヲ原則トスルモ孤立木ノ場合ニアリテハ四周ヨリ强烈ナル光線ノ照射ヲ受クルノ結果樹冠ハ上下左右ニ擴大シテ樹葉ノ生產アマリニ過剩ナルニ根部ノ發達ハコレニ伴フコト能ハズ從ツテ根部ヨリ輸送シ來ル營養分ハ假リニ樹葉ガ其全力ヲ擧ゲテ同化ヲ營ムトスレバ到底其同化ノ生產物ト釣合ヲ保ツ能ハズ從ツテコレト釣合ヲ保ツノ關係上箇葉ノ同化力ガ減退スルハ免レザルトコロニシテ樹葉ノ二分ノ一ヲ剪除セルノ結果樹冠全體トシテノ總同化力ニ毫モ減退ヲ來サザリシ所以ノモノハコレガ爲メニ殘餘ノ樹葉ノ同化力頓ニ旺盛トナリ實ニ當初ノ二倍ノ同化作用ヲ營ムニ至リタルニ因ラズンバアラズト氏ハ又 Eiche[2] ノ場合ニアリテモ其孤立スル場合ニアリテハ根部ヨリ吸收セル營養分ヲ化成スルニ必要ナル限度ヲ超エテ過剩ノ樹葉ヲ生產シコレヲ適度

(1), (2), R.Hartig. Holzuntersuchungen, Altes und Neues. 1901

ニ枝打スルノ結果ハ寧ロ却ツテ樹冠ノ同化力ヲ促進スルノ事實ヲ見タリト

元來樹葉ノ同化作用ニヨル生產物ト根部ヨリ攝取セル無機物質ガ如何ナル生理作用ニヨリテ樹體ヲ構成スルニ至ルヤノ詳細ニ就テハ植物生理學者モナホ未ダ疑問トスルトコロニシテ上記ノ推理的考察ガ當レリヤ否ヤハ暫ク別トスルモ兎モ角モ枝葉ノ一部ヲ剪除シタルノ結果材積ノ生長ニ何等ノ損失ヲ招カザリシ事實ハ爭フ可カラズ

III. 材積ノ生長ハ枝葉ノ量ニ正比例セズ

§ 4. 上述スルトコロニヨリ材積ノ生長ガ枝葉ノ量ニ直接ノ比例ヲナサザルハ略コレヲ推理スルニ難カラズト雖上記ノ實驗ハ只僅カニ二本ノ孤立木ニ就テ行ヘルニ過ザルヲ以テ著者ハ更ニ現實林ニ於ケル多數ノ樹木ニツキ其正否ヲ考覈スルノ要アリト思考シ北海道帝國大學苫小牧演習林からまつ林(一五年生)及北海道廳野幌國有林歐洲たうひ林(一四年生)ニ就テ研究セル結果大體ニ於テ材積ノ生長ハ枝葉ノ量ニ正比例セザルノ事實ヲ明カニスルヲ得タリ今其梗概ヲ叙說スルニ當リ先ヅ兩者ノ關係ニ關スル理論的考察ヲ試ミントス

1. 材積ノ生長ト枝葉量トノ相關ニ關スル理論的考察

§ 5. 假リニ枝葉ノ量ノ增加ニ從テ材積ノ生長量ガ之ト正比例ヲナシテ增加スルモノトシ x ヲ以テ枝葉ノ量トシ y ヲ以テ材積ノ生長量トスレバ

$$y = a.x \qquad (1)$$

ナル方程式ヲ以テコノ關係ヲ表ハサザル可カラズ即 $x=0$ ナル場合ニハ y モ又零ニシテ x ノ增加ニ從ツテ y モコレニ正比例シテ增加シ y ハ常ニ x ノ a 倍ナルノ關係ニアリトナス可キナリ然ルニ上述スルトコロノ如ク枝葉ノ一部ヲ剪除スルモ材積ノ生長量ニ何等ノ損失ナキ事實アルニ因リテ見レバ材積ノ生長量ハ此式ノ如キ直線的關係ヲ以テ其ノ枝葉ノ量ニ伴フモノニアラズシテ枝葉ノ量愈大ナルニ從ツテ材積生長量ノ增加速ハ漸クニ減少ヲ致シ遂ニ x ガアル量ニ達スレバ y ハ最早增加スルコトナクシテ或一定ノ最大量ニ到達スルモノト解ス可ク畢竟其關係

ハ一種ノ曲線的關係ナリト認ム可キニ似タリ故ニ今xノ增加ニ伴ヒyノ增加スル割合$\frac{dy}{dx}$ハxノ增加ニ從ヒ次第ニ遞減シ行クモノト假定スレバ

$$\frac{dy}{dx}=\frac{a}{x^c} \qquad (2)$$

ナル方程式ヲ以テコノ關係ヲ表ハスヲ得ベシ(但a及cハ正値トシテノ常數)何ントナレバコノ方程式ハcヲ正値トスレバxノ增加ニ從ツテ$\frac{dy}{dx}$ガ次第ニ遞減シ行ク關係換言スレバxニ反比例スル關係ヲ表ハスノ式ナルヲ以テナリ但xノ幾乘冪ニ反比例スルヤヲ示ス可キcノ値ハ實測ノ成績ニ徵シテコレヲ知ルヲ得ベクコノ値ガ樹種ノ性質ヲ表ハスノ常數ナルハ後述スルトコロニヨリテ知ルヲ得ベシ

(2)式ヲ積分シテxトyトノ關係式ヲ求ムレバ積分常數ハ零ナルコト明ナルヲ以テ

$$y=\frac{a}{1-c}x^{1-c} \qquad (3)$$

今 $\frac{a}{1-c}=A.\quad 1-c=B$ トスレバ

$$y=A.x^B \qquad (4)$$

或ハ $\log y=\log A+B.\log x \qquad (5)$

今 $\log A=\alpha.\quad B=\beta$ トスレバ

$$\log y=\alpha+\beta.\log x \qquad (6)$$

(4)(5)(6)式ハ何レモxトyトノ關係ヲ表ハスノ式ナリ

(4)式ニ於テ$B=1-c$ニシテ今假リニ$c=0$ナリトスレバ$B=1$即$y=A.x$トナリxトyトハ直線的ノ關係即單ナル正比例ヲナス場合トナルxガyト單ナル正比例ヲナス場合ハ即材積ノ生長量ガ枝葉ノ量ニ正比例シテ增加スル場合ニシテカクノ如キ場合ハ恐クハ樹冠ノ內外ニ着生スル葉面ノ同化力ガ總テ均一ニシテ而モ樹冠擴大シテ樹葉ノ數如何ニ增加スルモ根部モ又コレニ正比例シテ增大シ個葉ノ同化力ニ毫モ減退ヲ來サザル場合ナラザル可カラズ然レドモ普通ニ枝葉ガソノ樹幹ニ着生スル狀態ヲ觀察スルニソノ過粗ナル場合ト雖樹冠ノ外部及上部ニ着生スル

樹葉ハソノ内部又ハ下部ニ着生スル樹葉ニ對シテ多少ノ庇陰ヲナスヲ以テ兩者ノ同化力ハ決シテ等一ナリト云フコト能ハズ所謂陰葉,陽葉ノ區別ハ如何ニ過粗ナル樹冠ト雖コレヲ認ムルニ難カラズ又樹冠擴大シテ着葉ノ量過多トナレバ個葉ノ同化力ニ減退ヲ來スコト R. Hartig 氏ノ所說ノ如クナリトスレバ材積ノ生長量ガ枝葉ノ量ニ正比例スル場合即 c=0 ナル場合ハ極メテ格段ナル場合ニ起リ來ル事例ニシテ通常ノ場合ニハ c ハアル値ヲ有スルモノトナサザル可カラズ故ニ更ニ推究スレバ樹冠ノ内外ノ樹葉ノ同化力略均一ニシテ而モ根部ノ發達ガ樹冠ノ增大ニ比例スルノ樹種ハ c ガ零ニ最モ近キノ樹種ニシテコレニ反スル性質ヲ有スル樹種ホド c ハ愈零ニ遠キヲ知ル可シ今若シ

(甲) 一般ニ陰樹ノ樹冠ノ内外ノ樹葉ノ同化力略均一ニシテ而モ根部ノ發達ガ樹冠ノ增大ニ比例スル性質ヲ有シ陽樹ハコレニ反スル性質ヲ有スルモノト假定スレバ c ハ陰樹ニ近キ程零ニ近ク陽樹ニ近キホド愈零ニ遠カラザル可カラズ

(乙) 若シ又反對ニ一般ニ陽樹ハ樹冠ノ内外ノ樹葉ノ同化力ニ差異少ナク而モ根部ノ發達ガ樹冠ノ增大ニ比例スル性質ヲ有シ陰樹ハコレニ反スル性質ヲ有スルモノト假定スレバ c ハ陽樹ニ近キ程零ニ近ク陰樹ニ近キ程愈零ニ遠カラザル可カラズ

(甲),(乙)何レノ假定ガ是ナルヤハ實驗ノ成績ニ徵シテ知ルベキモノニシテ何レニシテモ c ハ樹種ノ性質ヲ表ハス常數ニシテ若シ上記ノ考察ヲ是認スレバ c ノ大サハ或ハ樹種ノ陰陽ヲ計量シ得ルノ尺度ナルヤモ知ル可カラズ

(4)式 $y=A.x^B$ ニ於テ B ハ正値ナラザル可カラズ何ントナレバ若シ負値ナリトスレバ x 即枝葉ノ增大ニ伴フテ y 即材積ノ生長量ガ次第ニ遞減シ行ク關係ヲ示セバナリ

又 B=1−c ナルヲ以テ c ハ決シテ 1 ヨリモ大ナル可カラズ何ントナレバ若シ c ガ 1 ヨリモ大ナリトスレバ B ハ負値トナレバナリ故ニ B ハ 0 ト 1 トノ間ニ横ハル正値ナラザル可カラズ

故ニ(甲)ノ假定ニ從ヘバBハ陽樹ヨリモ陰樹ニ於テ1ニ近ク(乙)ノ假定ニ從ヘバBハ陰樹ヨリモ陽樹ニ於テ1ニ近カラザル可カラズ

2. 材積ノ生長ト枝葉量トノ相關ニ關スル實驗的研究

a. 枝葉量ト幹材積生長量トノ關係

§ 6. 著者ハ先ヅ上記ノ理論式ガ果シテ實驗ノ結果ヲ滿足スルヤヲ檢センガ爲ニ北海道帝國大學苫小牧演習林ソバヤノ澤所在からまつ生長試驗林ニ於ケル間伐木八一本ノ中ヨリ被壓木,被害木,枯損木等ヲ除キタル標準木四九本ヲ選定シ又北海道廳野幌國有林所在歐洲たうひ林ニ於テ林分ノ中央部欝閉極メテ密ナル部分五間平方ヲ皆伐シテ二二本ノ標準木ヲ選定シ(二五本伐採セルモソノ中三本ハ不正形木)共ニ每木ノ幹材積(Huber式區分求積法ニヨリ)及枝葉量(Xylometer ニテ)ヲ可及的精密ニ測定セリ測定ノ結果ハ第I及第II表ノ如シ但幹材積ノ計算ニ當リ樹梢ハ圓錐體ト見做セリ

第I表　からまつ(一五年生)幹材積ト枝葉量トノ關係表

試驗木番號	幹長 (尺)	枝下長 (尺)	直徑 (寸) 地上高 (尺) 3	9	15	21	27	33	幹材積 y (立方尺)	枝葉容積 x (立方尺)
1	35.6	13.8	4.98	3.90	3.34	2.26	1.26	0.25	2.736	0.819
2	32.5	15.8	4.56	3.79	2.95	2.01	0.87	—	2.294	0.490
3	30.5	8.3	4.45	3.55	2.71	1.06	0.47	—	1.942	0.828
4	27.4	9.1	4.08	3.15	2.09	0.96	0.10	—	1.504	0.529
5	28.1	10.9	3.90	3.09	2.19	1.14	0.22	—	1.458	0.508
6	31.6	15.3	3.45	2.89	2.35	1.74	0.65	—	1.378	0.337
7	28.5	14.2	3.60	3.08	2.30	1.37	0.24	—	1.405	0.342
8	28.5	10.8	3.65	2.95	2.25	1.26	0.30	—	1.356	0.468
9	29.3	14.6	3.49	2.79	2.31	1.21	0.25	—	1.269	0.461
10	32.7	17.8	3.39	2.70	2.21	1.49	0.00	—	1.239	0.196
11	28.2	13.2	3.41	3.01	2.10	1.04	0.24	—	1.238	0.439
12	29.8	9.8	3.36	2.79	2.29	1.31	0.45	—	1.237	0.311
13	27.9	10.6	3.37	2.92	2.08	1.16	0.16	—	1.208	0.322
14	29.7	17.0	3.27	2.72	2.17	1.54	0.40	—	1.196	0.281
15	27.9	14.3	3.40	2.75	2.00	1.10	0.21	—	1.150	0.337
16	28.5	17.4	3.26	2.76	2.04	1.29	—	—	1.122	0.180
17	26.9	13.6	3.39	2.40	1.59	0.91	—	—	0.973	0.180
18	27.0	10.5	3.23	2.40	1.60	0.86	—	—	0.920	0.252
19	26.0	9.9	3.06	2.41	1.67	0.75	—	—	0.873	0.270
20	28.4	16.3	3.00	2.25	1.71	1.00	0.20	—	0.853	0.167
21	27.2	13.3	2.89	2.45	1.74	0.75	0.10	—	0.847	0.232
22	28.3	13.2	2.85	2.31	1.75	1.05	0.22	—	0.835	0.223
23	26.5	9.4	2.81	2.38	1.83	0.75	—	—	0.827	0.142
24	26.7	14.5	2.85	2.29	1.74	1.00	—	—	0.822	0.178
25	25.2	10.4	2.92	2.29	1.68	0.65	—	—	0.802	0.257
26	27.3	14.0	2.70	2.33	1.80	0.90	0.10	—	0.792	0.214
27	25.6	10.9	2.85	2.35	1.60	0.65	—	—	0.784	0.223
28	25.7	15.0	2.81	2.25	1.60	0.90	—	—	0.779	0.167
29	27.7	10.8	2.76	2.26	1.74	0.90	0.14	—	0.766	0.171
30	25.7	14.2	2.74	2.30	1.65	0.75	—	—	0.758	0.209
31	26.9	15.6	2.67	2.12	1.80	1.02	—	—	0.751	0.214

試驗木番號	幹長 (尺)	枝下長 (尺)	直徑 (寸) 地上高 (尺) 3	9	15	21	27	33	幹材積 y (立方尺)	枝葉容積 x (立方尺)
32	25.3	15.1	2.90	2.20	1.48	0.55	—	—	0.742	0.184
33	26.8	13.6	2.90	2.12	1.50	0.69	—	—	0.738	0.176
34	24.9	11.1	2.84	2.20	1.50	0.66	—	—	0.735	0.227
35	26.2	14.8	2.65	2.21	1.68	0.70	—	—	0.718	0.180
36	28.0	16.0	2.41	2.18	1.75	1.08	0.18	—	0.710	0.160
37	25.0	11.7	2.76	2.15	1.53	0.66	—	—	0.690	0.216
38	27.8	13.8	2.45	2.09	1.80	0.95	0.20	—	0.687	0.166
39	25.8	13.6	2.60	2.12	1.52	0.70	—	—	0.662	0.142
40	25.8	13.3	2.60	2.23	1.08	0.70	—	—	0.637	0.193
41	24.3	12.2	2.63	2.13	1.30	0.44	—	—	0.628	0.131
42	27.2	13.7	2.57	2.13	1.15	0.88	0.12	—	0.626	0.180
43	24.4	10.5	2.50	2.09	1.28	0.50	—	—	0.593	0.146
44	24.6	12.2	2.26	1.90	1.34	0.50	—	—	0.524	0.094
45	27.0	15.5	2.24	1.74	1.18	0.80	—	—	0.496	0.085
46	25.0	14.5	2.47	1.70	1.15	0.44	—	—	0.495	0.083
47	25.5	10.6	2.25	1.85	1.32	0.50	—	—	0.495	0.157
48	24.5	12.3	2.27	1.70	1.30	0.41	—	—	0.482	0.119
49	25.4	15.0	2.02	1.71	1.30	0.58	—	—	0.426	0.088

第II表　歐洲たうひ(一四年生)幹材積ト枝葉量トノ關係表

試驗木番號	幹長 (尺)	直徑 (寸) 地上高 (尺) 1	3	5	7	10	13	16	19	21	幹材積 y (立方尺)	枝葉容積 x (立方尺)
1	21.30	3.90	3.30	2.90	2.50	2.00	1.30	0.85	0.55	—	0.8205	1.3702
2	19.80	3.85	3.05	2.85	2.55	2.05	1.45	1.00	0.55	—	0.8063	1.0380
3	22.50	3.60	3.15	2.85	2.50	1.80	1.35	1.00	0.65	0.40	0.7563	0.6366
4	21.45	3.73	2.80	2.65	2.30	1.90	1.30	0.90	0.55	0.25	0.7064	0.5311
5	20.25	3.50	2.75	2.65	2.30	1.95	1.35	0.95	0.65	—	0.6878	0.8200
6	20.50	3.40	2.85	2.75	2.45	1.75	1.25	0.80	0.50	—	0.6675	0.8373
7	21.00	3.50	2.90	2.55	2.10	1.60	1.15	0.65	0.40	—	0.6133	0.7681
8	20.15	3.30	2.50	2.40	2.15	1.60	1.20	0.75	0.40	—	0.5554	0.7387
9	20.00	3.45	2.60	2.30	1.95	1.45	1.00	0.65	0.30	—	0.5324	0.5324
10	21.15	3.00	2.55	2.50	1.95	1.55	1.10	0.75	0.40	—	0.5168	0.4433
11	21.70	2.75	2.30	2.25	2.05	1.70	1.35	0.90	0.60	0.35	0.4088	0.4982
12	19.45	2.85	2.40	2.30	2.05	1.50	1.05	0.65	0.35	—	0.4690	0.3595
13	18.10	3.05	2.50	2.25	1.90	1.45	0.95	0.45	—	—	0.4674	0.4066
14	21.90	3.30	2.65	2.35	2.05	1.60	1.25	0.90	0.55	—	0.5706	0.6176
15	19.90	2.75	2.30	2.10	2.00	1.40	0.95	0.60	0.30	—	0.4218	0.4879
16	19.70	2.80	2.35	2.10	1.75	1.35	0.90	0.60	0.30	—	0.4004	0.5225
17	18.50	2.90	2.50	2.10	1.75	1.35	0.80	0.50	—	—	0.4079	0.4948
18	17.50	2.60	2.05	1.85	1.55	1.00	0.55	0.30	—	—	0.3032	0.3425
19	14.95	2.60	2.05	1.80	1.40	0.75	0.40	—	—	—	0.2743	0.5104
20	14.90	2.15	1.70	1.60	1.25	0.85	0.40	—	—	—	0.2085	0.2682
21	14.75	1.95	1.55	1.40	1.20	0.85	0.45	—	—	—	0.1772	0.2093
22	13.90	2.05	1.55	1.35	1.05	0.60	0.25	—	—	—	0.1620	0.2768

第I及第II表ノ實驗成績ニ基キ枝葉量xト幹材積yトノ關係ヲ $y=A.x^B$ ニ適用シ最小二乘法ニヨリ常數A及Bヲ求ムルトキハ

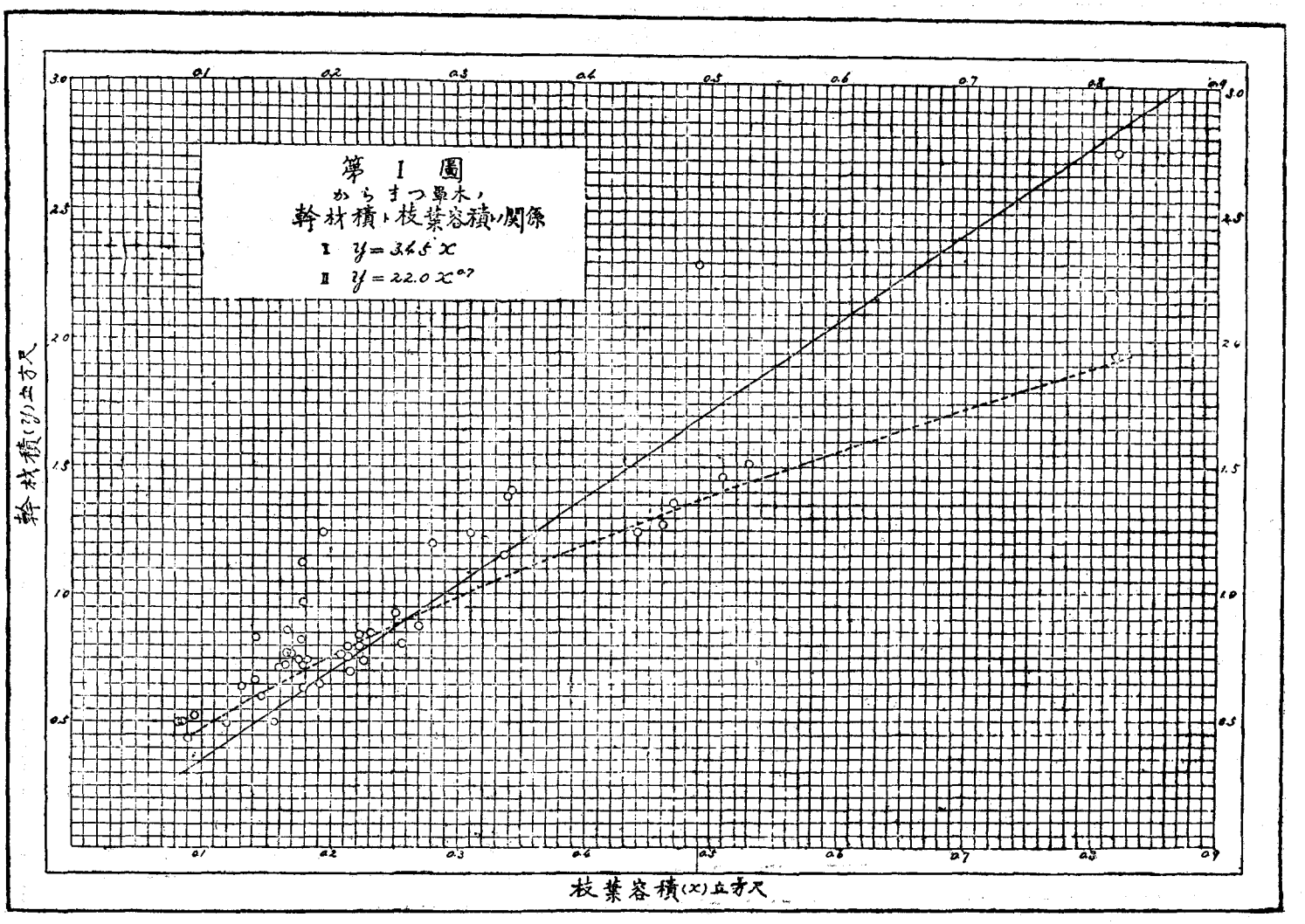
からまつ　$y=22.047x^{0.6662}$　原式

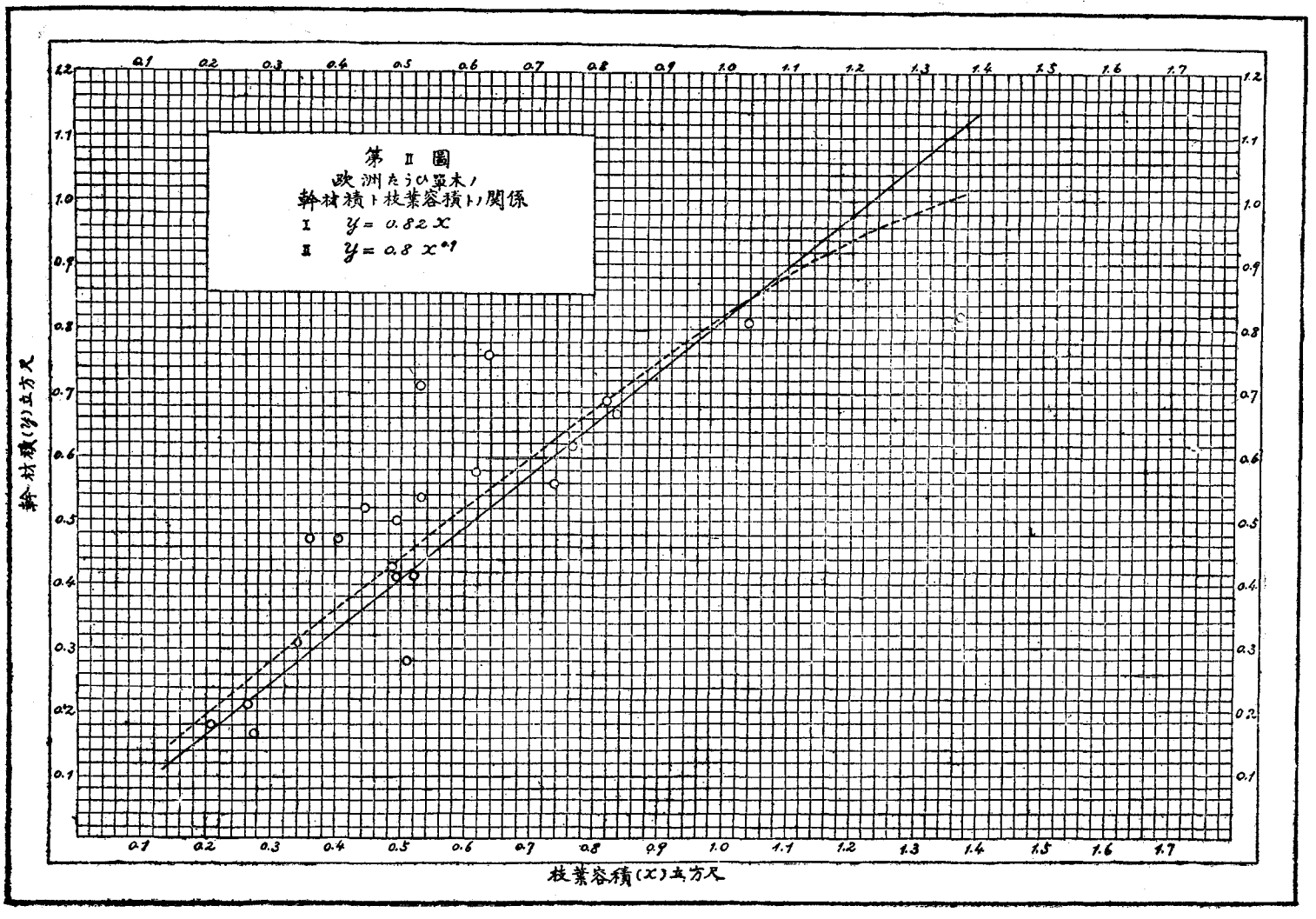
歐洲たうひ　$y=0.819x^{0.034}$　原式

即大體ニ於テ

からまつ　$y=22.0x^{0.7}$　簡易式

歐洲たうひ　$y=0.8x^{0.9}$　簡易式


第 I 圖
からまつ單木ノ
幹材積ト枝葉容積ノ關係
I $y = 34.5x$
II $y = 22.0x^{0.7}$
幹材積(y)立方尺
枝葉容積(x)立方尺


第 II 圖
欧洲たうひ單木ノ
幹材積ト枝葉容積トノ關係
I $y = 0.82x$
II $y = 0.8x^{0.9}$
幹材積(y)立方尺
枝葉容積(x)立方尺
0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7

ナホ比較ノ用ニ供センガ爲ニ試ニ上記ノ成績ヲ y=A.x ナル直線式ニ適用シ最小二乘法ニヨリ常數Aノ値ヲ求ムルトキハ

からまつ	y=3.4520x	原式
歐洲たうひ	y=0.8215x	原式

即大體ニ於テ

からまつ	y=3.45x	簡易式
歐洲たうひ	y=0.82x	簡易式

今上記兩樹種ニ就テ夫レ夫レソノ原式ヲ使用シテ計算セルyノ値並ニコノ計算値yガ實測値yニ對スルノ偏差ヲ求ムレバ第III及第IV表ノ如シ(第圖I及第II圖參照但兩圖ニ於テ實線ハI式波線ハII式ヲ示スモノトス)

第III表　からまつ(一五年生)幹材積ノ實測値ト計算値トノ偏差表

試驗木番號	幹材積ノ實測値 y (立方尺)	y=Axヲ適用セル幹材積ノ計算値 y_1 (立方尺)	$y=A.x^B$ ヲ適用セル幹材積ノ計算値 y_2 (立方尺)	偏差 (立方尺) y_1-y		y_2-y	
1	2.736	2.827	1.924	+	0.091	−	0.812
2	2.294	1.691	1.366	−	0.603	−	0.928
3	1.942	2.858	1.938	+	0.916	−	0.004
4	1.504	1.826	1.438	+	0.322	−	0.066
5	1.458	1.754	1.400	+	0 296	−	0.058
6	1.378	1.163	1.065	−	0.215	−	0.313
7	1.405	1.181	1.075	−	0.224	−	0.330
8	1.356	1.616	1.325	+	0.200	−	0.031
9	1.269	1.591	1.312	+	0.322	+	0.043
10	1.239	0.677	0.742	−	0.562	−	0.497
11	1.238	1.515	1.270	+	0.277	+	0.032
12	1.237	1.074	1.009	−	0.163	−	0.228
13	1.208	1.112	1.033	−	0.096	−	0.175
14	1.196	0.970	1.155	−	0.226	−	0.041
15	1.150	1.163	1.065	+	0.013	−	0.085
16	1.122	0.621	0.701	−	0.501	−	0.421
17	0.973	0.621	0.701	−	0.352	−	0.272
18	0.920	0.870	0.877	−	0.050	−	0.043
19	0.873	0.932	0.919	+	0.059	+	0.046
20	0.853	0.576	0.667	−	0.277	−	0.186
21	0.847	0.801	0.830	−	0.046	−	0.017
22	0.835	0.770	0.809	−	0.065	−	0.026
23	0.827	0.490	0.599	−	0.337	−	0.228
24	0.822	0.614	0.696	−	0.208	−	0.126
25	0.802	0.887	0.889	+	0.085	+	0.087
26	0.792	0.739	0.787	−	0.053	−	0.005
27	0.784	0.770	0.809	−	0 014	+	0.025
28	0.770	0.576	0.667	−	0.194	−	0.103
29	0.766	0.590	0.678	−	0.176	−	0.088
30	0.758	0.721	0.774	−	0.037	+	0.016
31	0.751	0.739	0.787	−	0.012	+	0.036
32	0.742	0.635	0.712	−	0.107	−	0.030
33	0.738	0.608	0.691	−	0.130	−	0.047
34	0.735	0.784	0.818	+	0.049	+	0.083
35	0.718	0.621	0.701	−	0.097	−	0.017
36	0.710	0.552	0.648	−	0.158	−	0.062
37	0.690	0.746	0.792	+	0.056	+	0.102
38	0.687	0.573	0.664	−	0.114	−	0.023
39	0.662	0.490	0.599	−	0.172	−	0.063

試驗木番號	幹材積ノ實測値 y (立方尺)	y=Axヲ適用セル幹材積ノ計算値 y_1 (立方尺)	$y=Ax^B$ヲ適用セル幹材積ノ計算値 y_2 (立方尺)	偏差 (立方尺) y_1-y	偏差 (立方尺) y_2-y
40	0.637	0.666	0.734	+ 0.029	+ 0.097
41	0.628	0.452	0.567	− 0.176	− 0.061
42	0.626	0.621	0.701	− 0.005	+ 0.075
43	0.593	0.504	0.610	− 0.089	+ 0.017
44	0.524	0.324	0.455	− 0.200	− 0.069
45	0.496	0.293	0.425	− 0.203	− 0.071
46	0.495	0.287	0.419	− 0.208	− 0.076
47	0.495	0.542	0.640	+ 0.047	+ 0.145
48	0.482	0.411	0.532	− 0.071	+ 0.050
49	0.426	0.304	0.435	− 0.122	+ 0.009

第IV表　歐洲たうひ(一四年生)幹材積ノ實測値ト計算値トノ偏差表

試驗木番號	幹材積ノ實測値 y (立方尺)	y=Axヲ適用セル幹材積ノ計算値 y_1 (立方尺)	偏差 y_1-y (立方尺)	$y=Ax^B$ヲ適用セル幹材積ノ計算値 y_2 (立方尺)	偏差 y_2-y (立方尺)
1	0.8205	1.1256	+ 0.3051	1.0884	+ 0.2679
2	0.8063	0.8527	+ 0.0464	0.8468	+ 0.0405
3	0.7563	0.5230	− 0.2333	0.5445	− 0.2118
4	0.7064	0.4363	− 0.2701	0.4623	− 0.2441
5	0.6878	0.6736	− 0.0142	0.6844	− 0.0034
6	0.6675	0.6878	+ 0.0203	0.6974	+ 0.0299
7	0.6133	0.6310	+ 0.0177	0.6452	+ 0.0319
8	0.5554	0.6068	+ 0.0514	0.6229	+ 0.0375
9	0.5324	0.4377	− 0.0947	0.4637	− 0.0687
10	0.5168	0.3666	− 0.1502	0.3950	− 0.1218
11	0.4938	0.4093	− 0.0895	0.4363	− 0.0326
12	0.4690	0.2953	− 0.1737	0.3249	− 0.1441
13	0.4674	0.3340	− 0.1334	0.3633	− 0.1041
14	0.5706	0.5074	− 0.0632	0.5298	− 0.0408
15	0.4218	0.4008	− 0.0210	0.4282	+ 0.0064
16	0.4094	0.4292	+ 0.0198	0.4555	+ 0.0461
17	0.4079	0.4065	− 0.0014	0.4336	+ 0.0257
18	0.3032	0.2814	− 0.0218	0.3110	+ 0.0078
19	0.2743	0.4193	+ 0.1450	0.4460	+ 0.1717
20	0.2085	0.2203	+ 0.0118	0.2491	+ 0.0406
21	0.1772	0.1719	− 0.0053	0.1993	+ 0.0221
22	0.1620	0.2274	+ 0.0654	0.2566	+ 0.0946

今ソノ偏差ニ基キテ平均偏差$\delta=\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n}}$〔$\Sigma\Delta^2$ハ偏差ノ自乘ノ總和〕ノ値ヲ算出スルトキハ$y=A.x^B$ヲ適用セルモノニアリテハからまつハ±0.228歐洲たうひハ±0.1137ナルニ對シ$y=A.x$ヲ適用セルモノニアリテハからまつハ±0.253歐洲たうひハ±0.1251ニシテ兩樹種ノ何レヲ適用セル場合ニアリテモ直線式ヲ適用セル場合ニ於テ其平均偏差ノ大ナルヲ見ル是ニ因ツテ見レバ枝葉量xト幹材積yトノ關係ハ$y=A.x$ナル直線式ヨリモ$y=A.x^B$ナル拋物線式ニ從フモノトナスノ可良ナルヲ見ル換言スレバ材積ノ生長ハ平行的(直線的)ノ關係ヲ以テ其枝葉ノ量ニ伴フモノニアラズシテ枝葉量ニ對スル材積生長ノ割合ハ枝葉量(樹冠ノ大サ)ノ大ナルニ從ツテ次第ニ逓減シ行ク關係即チ拋物線的關係ニアリト爲サザル可カラズ

玆ニ一言ヲ要ス可キハ只兩者ニ於ケル平均偏差ガ共ニ著シク大ナルノ事實ニシテコハ固ヨリ其當ニ然ル可キノ理由ヲ有セリ蓋シ樹幹ノ現在ノ材積ハ決シテ現在ノ枝葉量ノミニ因リテ生產セラレタルモノニ非ズシテ現在ノ幹材積ガ生產セラルルニ至ルマデニハ其枝葉量ハ外圍ノ事情ニ支配サレテ幾多ノ盛衰ヲ繰返シタルヤ疑ナク假リニ現在ノ枝葉量ハ僅少ナリトスルモ其過去ニアリテハ或ハ比對的ニ大ナリシヤモ知ル可カラズ例ヘバ新植ノ當時ニアリテハ各樹ノ樹冠ハコレニ隣接スル樹冠ノ妨害ヲ受クルコトナク能ク自由ノ發育ヲ繼續シ來リタリトスルモ樹冠相接觸シテ密ナル鬱閉ヲ形成スルニ當リテヤ相互ニ生存競爭ヲ實現シ來リ其少シク劣勢ナルモノハ直チニ優勢木ノ庇壓スルトコロトナリ頓ニ其枝葉ノ量ヲ逓減スルニ至ルハ免レザルトコロニシテ斯クノ如キ場合ニアリテハ現在ノ枝葉量ハ假リニ僅少ナリトスルモ既往ニアリテハ法正ノ生長ヲ繼續シ來リタルコト疑ナク從ツテ現在ノ幹材積ハ只現在ノ過小ナル枝葉量ニヨリテ生產セラレタリト解ス可キニアラズ故ニ嚴密ニ云ヘバ枝葉量ト生產量トノ關係ハ其當時ノ枝葉量ト其當時ノ生長量ヲ以テコレヲ比較スベキモノニシテ現在ノ枝葉量ト現在ノ幹材積ヲ以テコレヲ比較スルハ兩者ノ關係ヲ求ムベキ一ツノ略近法ニ過ギズシテ其誤差ノ大ナルハ躍メ覺悟セザル可カラザルトコロニ屬セリ若シ夫レ老齡ノ樹木ニアリテハ現在ノ枝葉量ト現在ノ幹材積ハ最早何等ノ相關ヲ有スルモノニアラズ

§ 7. 今ヤ更ニ再ビ實驗式

からまつ　　$y=22.0x^{0.7}$

歐洲たうひ　　$y=0.8x^{0.9}$

ニ就テ推究センニ陽樹ナルからまつハxノ指數0.7ナルニ對シ陰樹ナル歐洲たうひハxノ指數0.9ニシテ即1ニ近ク換言スレバ枝葉量ト幹材積

トノ關係ハからまつヨリモ歐洲たうひノ場合ニ於テ直線的ノ關係ニ近キヲ見ル

然ルニ前節ノ說明ニ從ヘバ$y=A.x^B$ニ於テxノ指數Bハ若シ(甲)ノ假定ニ從ヘバ陽樹ヨリモ陰樹ニ於テ1ニ近ク(乙)ノ假定ニ從ヘバ陰樹ヨリモ陽樹ニ於テ1ニ近カラザル可カラズ然ルニ上記ノ實驗式ノ敎フルトコロニヨレバxノ指數Bハ陽樹ナルからまつヨリモ陰樹ナル歐洲たうひニ於テ1ニ近シ故ニ實驗ノ結果ハ(甲)ノ假定ニ左袒セルモノニシテ即陰樹ハ樹冠ノ內外ノ樹葉ノ同化力略均一ニシテ而モ根部ノ發達ガ樹冠ノ增大ニ比例スル性質ヲ有シ陽樹ハコレニ反スル性質ヲ有スルモノトナスベキナリ故ニコレヲ再說スレバ

一般ニ枝葉量ト幹材積生長量トノ關係ハ

$y=A.x^B$　(但xハ枝葉量yハ幹材積生長量)

ナル函數式ヲ以テ表ハスヲ得ベクB卽xノ指數ハ $0<B<1$ ニシテ假リニ(甲)ノ假定卽一般ニ陰樹ハ樹冠ノ內外ノ樹葉ノ同化力略均一ニシテ而モ樹冠ノ增大ニ比例シテ根部ヲ增大スル性質ヲ有シ陽樹ハ全クコレニ反スル性質ヲ有スルモノトスレバBハ樹木ガ陰性ニ近ヅク程愈1ニ近ク陽性ニ近ヅク程愈コレニ遠ザカルモノト爲サザル可カラズ若シコノ假定ニシテ眞ナリトセバBノ値ハ樹性ノ陰陽ヲ間接ニ計量スルニ足ルモノニシテ衆多ノ樹種ニ就テ多數ノ實驗ヲ繰リ返シ以テBノ精確ナル値ヲ求ムルニ於テハ或ハ樹性ノ陰陽ヲ數字的ニ計量スル一方法トシテ興味アル結論ニ到達スルヤモ知ル可カラズ只斯クノ如キノ實驗ハ豐富ナル材料ニヨリテ廣クコレヲ行フニアラザレバ的確ナル歸納ヲ許ス可キニアラザルヲ以テ直チニ最後ノ斷案ヲ下スハ著者ノ躊躇スルトコロナリト雖要スルニ枝葉ノ量ガ材積ノ生長ト單ナル正比例的關係(直線的關係)ヲ有スルニアラザルハ上記ノ實驗ヲ以テ略コレヲ推知スルニ足ルモノト云フ可シ

b. 枝打ノ程度ト幹材積生長量トノ關係

§ 8.　著者ハ更ニ北海道帝國大學苫小牧演習林ニ於テ枝打ノ程度ガ

幹材積ノ生長ニ幾何ノ影響ヲ及ボスヤノ實驗ヲ行ヒ偶然枝葉ノ量ガ材積ノ生長ト直線的ノ比例ヲナスモノニアラザルヲ間接ニ立證スルニ足ル實例ヲ得タリ今其梗概ヲ敍述セン

大正四年新植セル生長佳良ナルすとろーぶまつ一〇年生ノ森林(既ニ充分鬱閉セル)ニ於テ其生長ノ狀態略均一ナル八本ノ標準木二組(A及B)ヲ林分ノ隨所ニ選定シ各標準木ニ就テ各其程度ヲ異ニセル枝打ヲ施行シ爾後ノ生長ニ幾何ノ變異アリヤヲ驗セントセリ但各樹ハ總テ均齊ニ七個ノ枝階ヲ有シタルヲ以テ各樹ノ枝打ノ割合ヲ次ノ如ク異ナラシメタリ

試驗木番號	枝打ノ程度	試驗木番號	枝打ノ程度	試驗木番號	枝打ノ程度	試驗木番號	枝打ノ程度
I	0.0	III	2.5	V	3.5	VII	4.5
II	2.0	IV	3.0	VI	4.0	VIII	5.0

上表ニ於テ枝打ノ程度 0.0 ハ全ク枝打ヲ行ハザルヲ示シ 2.0 ハ樹幹ノ下底ヨリ二枝階マデ 2.5 ハ二枝階ノ全部ト三枝階ノ半部即二枝階半ヲ枝打セルヲ示セリ其他ハ同樣ニシテ類推スベシ

大正十一年一月二日上記ノ枝打ヲ實行シ同時ニ其樹高及材積ヲ測定セリ但樹高ハ幹底ノ周圍ニ沿フテ白ペンキヲ輪狀ニ塗附シソレヨリ梢端ニ至ルマデノ高サヲ直接尺度ヲ以テ測定シ又材積ハ立木ノ儘二尺置キニソノ直徑ヲ測定シ Huber 式區分求積法ニヨリテコレヲ精密ニ測定セリ同年十月十六日即一生長期間ヲ經過セル後ニ於テ更ニ同一ノ方法ニヨリ其樹高及材積並ニ樹冠ノ高サ及直徑ヲ測定セリ但樹冠ノ直徑ハ東西,南北ノ二方向ニ測定シテ其平均値ヲ採レリ今ソノ結果ヲ比較對照スレバ第V表ノ如シ

第V表　すとろーぶまつ(一〇年生)枝打試驗成績表

試驗木番號	枝打ノ程度	枝打前 樹高 H_0 (寸)	枝打前 幹材積 V_0 (立方寸)	枝打後一生長期間ヲ經過セル後 樹高 H_1 (寸)	枝打後一生長期間ヲ經過セル後 幹材積 V_1 (立方寸)	一生長期間ノ增加量 樹高 H_1-H_0 (寸)	一生長期間ノ增加量 幹材積 V_1-V_0 (立方寸)	樹冠 平均直徑 d (尺)	樹冠 高サ h (尺)	樹冠 空間立積 V_K (立方尺)	生長比 $\frac{V_1-V_0}{V_K}=\omega$
				A			組				
I	0.0	91.4	79.68	110.9	157.65	19.5	77.97	5.40	9.94	75.88	1.208
II	2.0	90.5	58.81	107.5	110.30	17.0	51.49	5.40	9.05	69.08	0.745
III	2.5	87.8	79.13	106.8	144.10	19.0	64.97	4.70	8.87	51.30	1.266
IV	3.0	89.0	70.92	106.0	128.91	17.0	57.99	4.75	7.10	41.99	1.389
V	3.5	86.2	62.52	107.2	122.17	21.0	59.65	5.20	8.12	57.49	1.038
VI	4.0	83.0	61.44	92.0	86.15	9.0	24.71	3.10	4.44	11.17	2.211
VII	4.5	93.2	88.65	96.7	114.14	3.5	25.29	3.55	4.15	13.70	1.847
VIII	5.0	98.0	101.39	106.5	128.45	8.5	27.06	3.55	2.75	9.08	2.982
				B			組				
I	0.0	75.5	65.82	95.0	140.88	19.5	75.06	6.35	8.80	92.90	0.808
II	2.0	79.0	85.22	97.0	160.54	18.0	75.32	6.35	8.00	84.45	0.892
III	2.5	78.6	53.65	96.1	107.54	17.5	53.91	6.05	8.21	78.68	0.685
IV	3.0	80.5	65.34	95.0	121.48	14.5	56.14	4.85	6.50	40.05	1.402
V	3.5	88.6	63.01	106.6	108.31	18.0	45.30	4.55	7.56	40.98	1.106
VI	4.0	86.0	67.96	100.5	119.26	14.5	51.30	4.50	5.95	31.54	1.627
VII	4.5	84.0	75.79	91.0	105.94	7.0	30.15	3.40	4.50	13.62	2.213
VIII	5.0	93.0	93.97	99.5	120.83	6.5	26.86	2.40	3.70	5.58	4.818

第V表ニ於テ樹冠ノ空間立積トハ樹冠ノ外圍線ニヨリテ圍マレタル空間容積ノ謂ニシテ換言スレバ樹冠ヲ組成スル枝葉ノ全容積ト枝葉ノ間隙ヲ充タス空間ノ全容積ノ總和ニ外ナラズ然レドモ樹冠ノ形狀ハ千差万別ニシテタトヘ同一ノ樹種ト雖ソノ年齡ニヨリ又立地ニヨリ各特異ノ形態ヲ有スルヲ以テ各樹種ニツイテコレヲ精密ニ計量スルハ殆ド不可能ノ事ニ屬セリ故ニ今假リニ樹冠ノ空間立積ハ樹冠ノ高サヲ高サトシ樹冠ノ下底直徑ヲ直徑トスル圓錐體ノ體積ニ等量ナリト假定シ d ヲ以テ樹冠ノ下底直徑 h ヲ以テ樹冠ノ高サヲ表ハスモノトスレバ樹冠ノ空間立積 V_K ハ一般ニ次式ニヨリテ算出スルヲ得ベシ

$$V_K=\frac{1}{3}\left(\frac{\pi}{4}d^2\right)h$$

同齡同一ノ樹種ガ同一ノ立地ニ生育スル場合ニアリテハ枝葉ノ密度ハ近似的ニ略同一ナリト推定シ得ルノ理アルヲ以テ樹冠ノ空間立積ノ大サハ同一ノ割合ニ於テソノ枝葉ノ量ヲ表明スルモノト假定スルモ大ナル誤リナキヲ得ベシ故ニ第V表ニ於ケル樹冠ノ空間

立積ノ大サハ間接ニ又各試驗木ノ枝葉ノ量ヲ表明スルモノト考フルヲ得ベシ蓋シ樹冠ヲ組成スル枝葉ノ量ハ立木ノ儘コレヲ測定スルハ煩ヲ厭ハザレバ或ハ可能ナランモ到底實際ニ行ヒ得ベキニアラザルヲ以テ先ヅ樹冠ノ空間立積ヲ近似的ニ測定シ因ツテ以テ間接ニコレヲ組成スル枝葉ノ量ヲ比較計量スルノ用ニ供シタルハ實ニ止ムヲ得ザルニ出デタルノ窮策ニ外ナラズ

今假リニ第V表ノA組ノ第一號試驗木ニ就テコレヲ見ルニソノ樹冠ノ空間立積ハ75.88立方尺ニシテコレニ對スル一生長期間ノ幹材積生長量ハ77.97立方寸ナルヲ以テすとろーぶまつ一〇年生ノ場合ニアリテハ樹冠ノ空間立積 75.88 立方尺ノ中ニ存在スル枝葉ノ量ハ一生長期間ニ77.97立方寸ノ幹材積生長ヲナサシムル可能力ヲ有スルモノト解スルヲ得ベク故ニ又單位(一立方尺)ノ空間立積内ニ存在スルノ枝葉ハ一生長期間内ニ 77.97/75.88=1.028 立方寸ノ幹材積生長ヲナサシムル可能力ヲ有スルモノト考フルヲ得ベシ著者ハ假リニコノ値ヲ生長比ト名ヅケントス

今春季未ダ生長ヲ始メザル以前ニ於ケル幹材積ヲV_0(單位立方寸)ソレヨリ一生長期間ヲ經過セル後ノ幹材積ヲV_1單位立方寸)樹冠ノ空間立積ヲ V_K (單位立方尺)生長比ヲ ω ヲ以テ表ハスモノトスレバ一般ニ生長比 ω ハ次式ニヨリテ算出スルヲ得ベシ

$$\omega=\frac{V_1-V_0}{V}$$

上式ニ於テ幹材積ノ單位ヲ立方寸,空間立積ノ單位ヲ立方尺トシ兩者ノ單位ヲ異ナラシメタルハ空間立積ハ幹材積ニ比スレバ常ニ殆ドソノ一〇〇倍ニ近クコレヲ同一ノ單位ヲ以テ取扱フ時ハ生長比 ω ハ常ニ微小ナル小數位ノ値トナリ何等ノ實益ナクシテ只徒ラニ少數點下ニ零位ヲ羅列スルノ煩ヲ誘致スルニ至レバナリ

アル一ツノ樹木ニ就テ生長比 ω ノ値ガ大ナリト云フハ該樹ノ單位(一立方尺)ノ樹冠ノ空間立積内ニ存在スル枝葉ガ樹幹ノ材積ヲ增大セシムル可能力ノ大ナルヲ意味スルモノニシテコノ可能力ノ大ナルガ爲ニハ該樹冠ハ適良ノ光線ノ照射ヲ受ケテ旺盛ナル同化作用ヲ營マザル可カラズ然ルニ樹冠若シ餘リニ大ニ過グル時ハ樹冠ノ内部ニ位スル枝葉ハ光線ノ照射充分ナラザルノ結果トシテ樹冠ノ上部若シクハ外側ニ位スル枝葉ノ如ク旺盛ナル同化作用ヲ營ムコト能ハザルヲ以テ樹冠全體ト

シテノ同化能力ハ比對的ニ寧ロ却ツテ減耗スルヲ免レズシテ生長比 ω ノ値ハ樹冠ノ大サニ反比例シテ愈小ナリト解セザル可カラズ更ニ例ヲ以テコレヲ言説センニ今假リニココニ甲乙二本ノ樹木アリテ甲ハ乙ニ比シテ多量ノ枝葉ヲ着生シソノ樹冠ノ空間立積遙カニ大ナリトスレバ甲ハ乙ヨリモ大ナル材積生長ヲナスヤ疑ナシト雖而モコハソノ樹冠ノ空間立積即枝葉ノ量ノ大ナルガ爲ニシテ單位ノ樹冠ノ空間立積内ニ存在スル枝葉ガ材積ヲ増大セシムル可能力ハ甲ニ於テ大ナリト斷ズ可キニアラズ否實際ノ場合ニアリテハコノ可能力ハ寧ロ乙ニ於テ大ナリト解スベキノ理由ヲ有セリ乞フコレヲ實驗ノ結果ニ見ヨ

今第V表ニ於ケル樹冠ノ空間立積トコレニ對スル生長比 ω ノ値ヲ對照スレバ 第VI表ノ如シ(第III圖參照)

第VI表　すとろーぶまつ(一〇年生)樹冠ノ空間立積ト生長比トノ關係表

樹冠ノ空間立積(立方尺)	生長比	樹冠ノ空間立積(立方尺)	生長比	樹冠ノ空間立積(立方尺)	生長比
5.58	4.818	40.05	1.402	75.88	1.028
9.08	2.982	40.98	1.106	78.68	0.685
11.17	2.211	41.99	1.383	84.45	0.892
13.62	2.213	51.20	1.266	92.90	0.808
13.70	1.847	57.49	1.038		
31.54	1.627	69.08	0.745		

コレヲ言説スレバすとろーぶまつ一〇年生ニアリテハ一立方尺ノ樹冠ノ空間立積内ニ存在スル枝葉ガ一生長期間内ニ幹材積ヲ生長セシムルノ可能力ハ樹冠ノ空間立積ノ増大ニ從ツテ次第ニ減少スルノ關係ヲ有セリ例ヘバ第VI表ニ於テ樹冠ノ空間立積 5.58 立方尺ノ場合ニアリテハ生長比 ω ハ 4.818 ニシテ即一立方尺ノ樹冠ノ空間立積内ニ存在スル枝葉ノ量ハ一生長期間内ニ實ニ凡ソ 4.8 立方寸ノ幹材積ヲ増大セシムルノ可能力ヲ有スレドモ樹冠ノ空間立積ガ 92.90 立方尺ノ場合ニアリテハ ω ハ僅カニ 0.808 ナルヲ以テ前ト同一ノ單位ノ樹冠ノ空間立積ハ一生長期間ニ僅カニ 0.8 立方寸ノ幹材積ヲ増大セシムルノ可能力ヲ有スルニ

過ギズ故ニ今假リニ兩者ノ關係ヲ圖表ニ表示スレバ第 III 圖ノ如ク略双曲線ノ形態ヲ有スルヲ見ル可シ該曲線ハ即樹冠ノ空間立積ガ材積ノ生長量ト直線的ノ比例ヲナサザルヲ說明スルニ足ルモノニシテ即樹冠ノ空間立積愈大ナレバ單位ノ樹冠ノ空間立積ガ材積ノ生長ニ貢献スル能力ハ愈小ナルノ關係ニアリトナサザル可カラズ故ニ今同齡同一ノ樹種ガ同一ノ立地ニ生育スル場合ニアリテハ樹冠ヲ組成スル枝葉ノ量ハ略ソノ空間立積ニ正比例シテ增減スルモノナリトスレバ(換言スレバ樹冠ノ空間立積ハ間接ニソノ枝葉ノ量ヲ表明スルモノナリトスレバ)單位ノ枝葉量ガ幹材積ヲ增大セシムル可能力ハ枝葉ノ量大ナルニ從ツテ愈逐減シ行ク關係ニアリトナサザル可カラズ

上記ノ關係ハ又他ノ樹種ニ就テモ同樣ナリヤ否ヤヲ檢センガ爲ニ大正十年一月三日北海道帝國大學苫小牧演習林**リバヤノ**澤所在歐洲たうひノ純林(明治四十一年新植)ニ於テ前ト同一ノ方法ニヨリテ行ヘル枝打試驗ノ成績ヲ採用シ樹冠ノ空間立積並ニコレニ對スル生長比ヲ計算スル時ハ第 VII 表ノ如シ

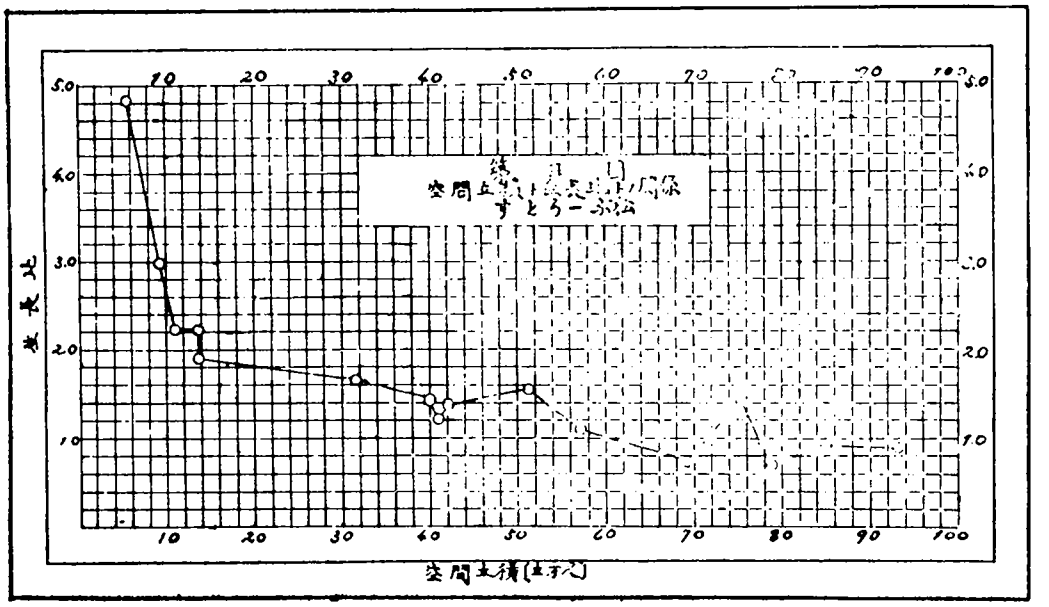
但歐洲たうひハすとろーぶまつノ如ク每年一階宛ノ整然タル枝階ヲ構成セズ每年ノ枝階ノ中間ニ更ニ幾多ノ小枝階ヲ發生スルヲ常トスルヲ以テ枝打ノ程度ハ枝階別ニ一ラズシテ樹幹ノ全長ニ對スル枝下ノ長サヲ基準トセリ即次表ニ於テ枝打ノ程度 0.0 ハ全ク枝打ヲ行ハザルモノ 0.2 ハ樹高ノ 20% 以下 0.45 ハ樹高ノ 45% 以下ニ存在スル枝葉ノ全部ヲ剪除セルヲ示セリ

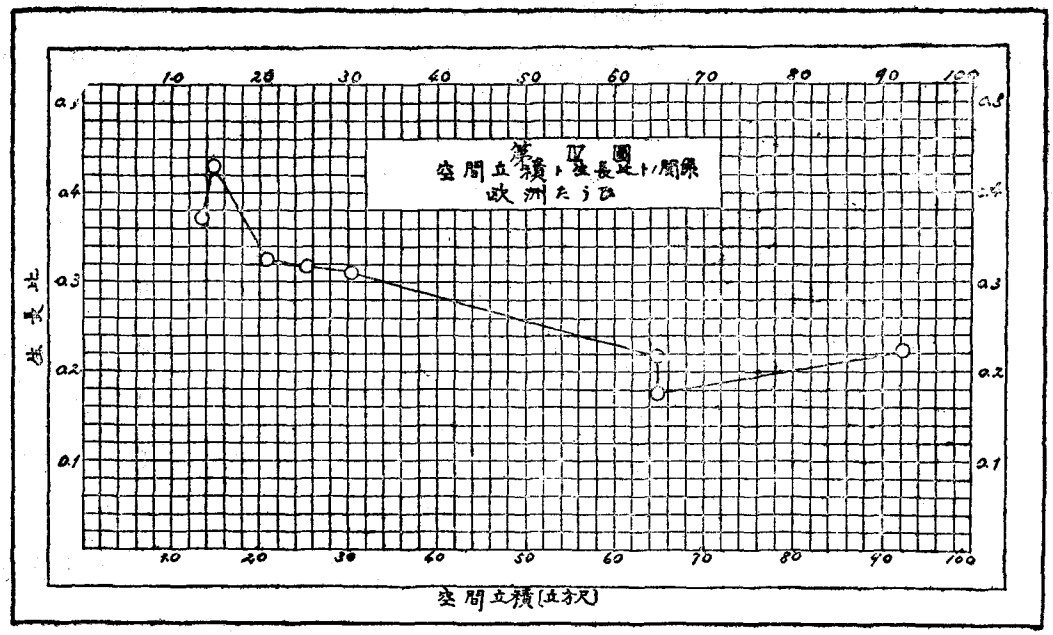
第VII表　歐洲たうひ(一八年生)枝打試驗成績表

試驗木番號	枝打ノ程度	枝打前 樹高 H_0 (寸)	枝打前 幹材積 V_0 (立方寸)	枝打後一生長期間ヲ經過セル後 樹高 H_1 (寸)	枝打後一生長期間ヲ經過セル後 幹材積 V_1 (立方寸)	一生長期間ノ增加量 樹高 H_1-H_0 (寸)	一生長期間ノ增加量 幹材積 V_1-V_0 立方寸	樹冠 平均直徑 d (尺)	樹冠 高サ h (尺)	樹冠 空間立積 V_K (立方尺)	生長比 $\frac{V_1-V_0}{V_K}=$
I	0.06	111.7	133.79	123.2	203.64	11.5	69.85	7.25	11.82	162.64	0.429
II	0.20	135.0	190.20	148.0	277.87	13.0	87.67	7.15	12.10	161.94	0.541
III	0.30	146.0	275.44	161.5	403.52	15.5	128.08	8.65	11.77	230.57	0.555
IV	0.40	137.0	187.07	150.0	245.08	13.0	58.01	5.50	9.25	75.40	0.769
V	0.45	114.0	154.51	122.7	196.88	8.7	42.37	5.30	7.14	52.50	0.807
VI	0.50	151.0	207.89	158.4	258.10	7.4	50.21	5.40	8.29	63.28	0.793
VII	0.55	145.0	168.57	152.3	196.63	7.3	28.06	4.00	7.25	30.38	0.924
VIII	0.60	122.0	161.85	122.0	200.84	—	38.99	4.90	5.80	36.46	1.069

第VII表ニ於テ樹冠ノ空間立積ニ對スル生長比ノ大サヲ檢スルニすとろーぶまつノ場合ト全ク同樣ニ大體ニ於テ樹冠ノ空間立積ノ大ナルモノハ生長比小ナル關係ヲ有セリ例ヘバ空間立積230.57立方尺ノ場合ニアリテハ生長比ωハ0.555ニシテ即單位(一立方尺)ノ空間立積内ニ存在スル枝葉ノ量ガ幹材積ノ生長ニ貢献スル能力ハ一生長期間ニ於テ僅カニ0.555立方寸ニ過ギザレドモ樹冠ノ空間立積30.38立方尺ノ場合ニアリテハ生長比ωハ0.924立方寸ノ多キニ達スルヲ見ル今コノ兩者ノ關係ヲ圖表ニ表示スレバ第IV圖ノ如ク即すとろーぶまつノ場合ト同樣ニ略双曲線ノ形態ヲ有スルヲ見ルコレニ因ツテ見レバ歐洲たうひノ場合ニアリテモ兩者ノ關係ハ全ク同一ニシテ即單位ノ空間立積内ニ存在スル枝葉ガ幹材積ノ生長ニ貢献スル能力ハ空間立積大ナルニ從ツテ愈逓減シ行クノ關係ニアルヲ知ル可キナリ

歐洲たうひノ生長比ノ絶對値ガすとろーぶまつノ夫レニ比シテ著シク小ナルハ兩者ノ樹葉ノ同化能力ニ絶對的ノ相違アルヲ示スモノニシテ換言スレバ一立方尺ノ樹冠ノ空間立積ガ材積ノ生長ニ貢献スル能力ハすとろーぶまつニ於テ遙カニ大ナルヲ示スモノナリ更ニ換言スレバ





一生長期間ノ生長量ハ歐洲たうひヨリモすとろーぶまつニ於テ大ナルノ關係ヲ示スニ外ナラズ

§ 9. 今更ニ第V及第VII表ニ於ケル樹冠ノ空間立積ト一生長期間ノ材積生長量トノ關係ヲ吟味センニ

第 VIII 表

すとろーぶまつ				歐洲たうひ	
樹冠ノ空間立積 V_K (立方尺)	一生長期間ノ生長量 V (立方寸)	樹冠ノ空間立積 V_K (立方尺)	一生長期間ノ生長量 V (立方寸)	樹冠ノ空間立積 V_K (立方尺)	一生長期間ノ生長量 V (立方寸)
5.58	26.86	41.99	57.99	230.57	128.08
9.08	27.06	51.30	64.97	162.64	69.85
11.17	24.71	57.49	59.65	161.94	87.67
13.62	30.15	69.08	51.49	75.40	58.01
13.70	25.29	75.88	77.97	63.28	50.21
31.54	51.30	78.68	53.91	52.50	42.37
40.05	56.14	84.45	75.32	36.46	38.99
40.98	45.30	92.90	75.06	30.38	28.06

今樹冠ノ空間立積ヲ V_K コレニ對スル一生長期間ノ生長量ヲ V ヲ以テ表ハストセバ兩者ハ果シテ $V=A.V_K^B$ ノ關係ニ從フヤ否ヤヲ吟味セン

ガタメニ第VIII表ノ數値ヲコノ式ニ適用シテ最小二乘法ニヨリ常數A及Bノ値ヲ求ムル時ハ

すとろーぶまつ　$V=10.345V_K^{0.4237}$

歐洲たうひ　$V=3.670V_K^{0.6214}$

尙比較ノ用ニ供センガ爲ニ直線式 $V=A.V_K$ ニ適用スレバ

すとろーぶまつ　$V=0.969V_K$

歐洲たうひ　$V=0.557V_K$

上式ニ於テ V_K ハ立方尺ヲ單位トシVハ立方寸ヲ單位トセリ

上記ノ實驗式ニヨリテ算出セルVノ値ト實測値Vノ値ヲ對照シテソノ偏差ヲ求ムレバ第IX表ノ如シ

第 IX 表

實測値		計算値		偏差	
樹冠ノ空間立積 V_K (立方尺)	一生長期間ノ生長量 V (立方寸)	$V=A.V_K^R$ ヲ適用セルVノ値	$V=A.V_K$ ヲ適用セルVノ値	$V=A.V_K^R$ ヲ適用セルモノ	$V=A.V_K$ ヲ適用セルモノ
すとろーぶまつ					
5.58	26.86	21.66	5.41	− 5.20	− 21.45
9.08	27.06	26.69	8.80	− 0.37	− 18.26
11.17	24.71	29.18	10.82	+ 4.47	− 13.89
13.62	30.15	31.77	13.26	+ 1.62	− 16.95
13.70	25.29	31.86	13.28	+ 6.57	− 12.01
31.54	51.30	45.58	30.56	− 5.72	− 20.74
40.05	56.14	50.48	38.78	− 5.66	− 17.36
40.98	45.30	50.57	38.93	+ 5.27	− 6.37
41.99	57.99	51.54	40.69	− 6.45	− 17.30
51.30	64.97	56.17	49.71	− 8.80	− 15.26
57.49	59.65	58.90	55.71	− 0.75	− 3.94
69.08	51.49	63.81	66.94	+ 12.32	+ 15.45
75.88	77.97	66.45	73.54	− 11.52	− 4.43
78.68	53.91	67.52	76.24	+ 13.61	+ 22.33
84.45	75.32	69.62	81.83	− 5.70	+ 6.51
92.90	75.03	72.49	90.02	− 2.57	+ 14.96
歐洲たうひ					
230.57	128.08	109.65	128.43	− 18.43	+ 0.35
162.64	69.85	97.55	90.59	+ 27.70	+ 20.74
161.94	87.67	94.49	90.20	+ 6.82	+ 2.53
75.40	58.01	54.53	42.00	− 3.48	− 16.01
63.28	50.21	48.88	35.25	− 1.33	− 14.96
52.50	42.37	43.51	29.24	+ 1.14	− 13.13
36.46	38.99	34.67	20.31	− 4.32	− 18.68
30.38	28.06	30.95	16.92	+ 2.89	− 11.14

第 IX 表ニ於テ實測値ニ對スル計算値ノ偏差ヲ見ルニ一見シテ $V=A.V_K$ ヲ適用セル場合ノ偏差ガ大ニシテ而モ正負ノ分配ノ甚ダ不良ナルヲ見ル今假リニ $\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n}}$ ニヨリテ平均偏差ヲ求ムル時ハ $V=A.V_K^B$ ヲ適

用セルモノハ

すとろーぶまつ　±7.132　歐洲たうひ　±12.225

ニシテ $V=A.V_K$ ヲ適用セルモノ

すとろーぶまつ　±15.333　歐洲たうひ　±13.952

即何レノ場合ニアリテモ $V=A.V_K$ ヲ適用セル場合ニ於テ其平均偏差ノ著シク大ナルヲ見ルコレニ因ツテ見レバ樹冠ノ空間立積ト材積生長量トノ關係ハ $V=A.V_K$ ナル直線的ノ關係ニ從フモノトナス可カラズシテ寧ロ $V=A.V_K^B$ ナル拋物線的關係ニ近似スルモノト思考スルノ可良ナルヲ知ル可シ故ニ又樹冠ノ空間立積ハ間接ニソノ枝葉量ヲ表示スルモノナリトスレバ枝葉ノ量ガ材積ノ生長量ト正比例的(直線的)ノ關係ヲ有スルニアラザルノ原則ハ上記ノ枝打試驗ニヨリテ更ニ裏書セラレタルモノト云フ可シ

次ニ又

すとろーぶまつ　$V=10.345V_K^{0.4297}$

歐洲たうひ　$V=3.670V_K^{0.6244}$

ニ於テ V_K ノ指數ハ歐洲たうひニアリテハ 0.6244 ニシテすとろーぶまつニアリテハ 0.4297 即歐洲たうひノ場合ニ於テ1ニ近シ然ルニ $V=A.V_K^B$ ト前節ニ於テ誘導セル理論式 $y=A.x^B$ トハ全ク同意義ノ函數式ニシテ V_K ノ指數Bトxノ指數Bトハ全ク同一ノ性質ヲ有セリ故ニ V_K ノ指數Bモ $0<B<1$ ニシテ其1ニ近キモノハ陰性ニ近クコレニ遠ザカルモノ程愈陽性ニ近キモノト解セザル可カラズ然ルニ上記ノ實驗式ニヨレバBハ歐洲たうひノ場合ニ於テ1ニ近キヲ以テ歐洲たうひハすとろーぶまつヨリモ陰性ニ近シト解セザル可カラズ歐洲たうひガすとろーぶまつヨリモ陰性ニ富ムハ夙ニ實際家ノ等シク認ムルトコロニシテ上記ノ實驗式ガヨクコレヲ數字的ニ說明セルニ因リテ見レバ一般ニ枝葉量xト材積生長量yトノ關係ヲ表ハス可キ曲線式 $y=A.x^B$ ニ於ケルxノ指數ガ樹性ノ陰陽ヲ表示スルノ値ナリトナセル前節ノ推定ハ上記ノ枝打試驗ノ成績ニヨリテ更ニ一層ノ確信ヲ加ヘタリト云フ可シ

§ 10. 要スルニ上記二箇ノ實驗成績ハ材積ノ生長量ハ枝葉ノ量ト直線的ノ比例ヲ以テ增大スルモノニアラズシテ枝葉ノ量ニ對スル生長量ノ割合ハ枝葉ノ量大ナルニ從ツテ次第ニ遞減シ行ク關係即拋物線的關係ニアルヲ立證スルニ足ルモノナリ然リ而シテ樹冠ノ發達ハ受光量ノ增加ニ正比例シテ增大スルモノニアラザルコト §2 ニ既述セルトコロノ如クナリトスレバ材積ノ生長量ハ到底受光量ト直線的ノ比例ヲ以テ增大スルモノニアラズシテ受光量ノ增加ト共ニ受光量ニ對スル生長量ノ割合ハ次第ニ遞減シ行クモノトナサザル可カラズ換言スレバアル程度マデハ受光量ノ增加ト共ニ生長量ハ大ナランモ其大トナルノ割合ハ到底受光量ノ增加ト平行スルモノニアラズ

B. 受光量ト林木生長量[1]トノ關係式ノ研究

§ 11. 上記ノ研究並ニ從來ノ學說ヲ綜合シテ考フルニ林木ノ生長量ト受光量トノ關係ヲ表ハスノ式ハ恐ラクハ次ノ諸條件ヲ滿足スルノ要アルガ如シ

1. 受光量零即絕對暗黑ノ場合ニアリテハ林木ハ全ク同化作用ヲ營マズ

2. 受光量漸次增大スレバ林木ハ同化作用ヲ營ムモ而モ受光量ガアル大サニ達スルマデハ同化ノ生產物ハ呼吸ノ爲メニ其全部ヲ消費セラル

3. 受光量アル大サ(最小限界光度 $L_{n.in}$)ニ達スルニ及ビテ始メテ物質ノ生產現象ハ誘起セラル

4. 受光量最小限界光度ヲ超ユルトキハ其レヨリ受光量ノ大ナルニ從ツテ物質生產モ又益大ナリ然レドモ其生產量ハ受光量ト平行的關係ヲ以テ增加スルニハ非ズシテ受光量ノ增加ニ對スル生產量增加ノ割合ハ受光量大ナルニ從ツテ次第ニ遞減ス

5. 故ニ受光量ガ無限大ナルニ至ルマデ生產量ノ增加ガ繼續スルニハ

(1) 玆ニ所謂林木生長量トハ林木ノ形態的生長若シクハ水分ノ增加等ニヨル重量生長量ヲ意味スルニアラズシテ乾燥物質ノ生產量ヲ意味セリ以下同ジ

アラズシテ受光量ガ或限界値(最適受光量L_0)ニ達シタル場合ニ於テ生産量ハ最大トナリ受光量コノ限界値ヲ超ユルトキハ却ツテ生産量ノ減退ヲ誘致シ受光量ガ更ニ第二ノ限界値(最大限界光度L_{max})ニ達スル時ハ生産現象ハ中止セラレ尙コノ限界値ヲ超ユル時ハ林木ハ最早光線ノ强射ニ耐エズシテ遂ニ枯死スルノ運命ニ逢着ス

§ 12. 今兩者ノ如何ナル關係式ガ上記ノ條件ヲ滿足スルヤヲ推究センニ今受光量ヲ L コレニ對スル林木ノ生長量ヲ Z ヲ以テ表ハストキハ $\frac{dZ}{dL}$ ハ受光量ノ變化ニ該當スル生長量變化ノ割合ヲ示スモノニシテ而モコノ割合ハ受光量ノ增加ニ從ツテ次第ニ遞減スルモノナルコト前記第4ノ條件ノ如クナリトスレバコノ兩者ノ關係ノ最簡單ナル場合ノ一ハ次式ヲ以テ表ハスヲ得ベシ

$$\frac{dZ}{dL}=\alpha-\beta.L \qquad (\mathrm{I})$$

但(I)式ニ於テ α 及 β ハ常數

何ントナレバ若シ α 及 β ヲ各正値トスレバ(I)式ハ受光量ノ變化ニ對スル生長量變化ノ割合即 dZ/dL ガ受光量 L ノ增大ニ從ツテ次第ニ遞減シ行ク關係ヲ示セバナリ(I)式ヲ積分スレバ

$$\int dZ=\int(\alpha-\beta L)dL$$

$$Z=\alpha L-\frac{\beta}{2}L^2+C_1 \quad \text{〔但 } C_1 \text{ ハ積分常數〕}$$

今 $C_1=-A, \alpha=B, \beta/2=C$ ヲ以テ表ハス時ハ

$$Z=-A+BL-CL^2 \qquad (\mathrm{II})$$

(II)式ノ第一次及第二次微分係數ヲ求ムル時ハ

$$\frac{dZ}{dL}=B-2CL \qquad (\mathrm{III})$$

$$\frac{d^2Z}{dL^2}=-2C \qquad (\mathrm{IV})$$

即 $dZ/dL=0$ トスル L ノ値ハ $B/2C$ ニシテ而モ其第二次微分係數ハ負値ナルヲ以テ $L=B/2C$ トナレル場合ニ於テ $dZ/dL=0$ トナリ Z ハ其最大値ニ達スルヲ見ル可シ且又コノ曲線ハ $L=B/2C$ マデハ上昇曲線ニシテ $d^2Z/$

dL^2ハ負値ナルヲ以テL軸ニ對シテ凹形的曲線ヲナスヲ知ル可ク又Lガ$B/2C$ヲ超ユル時ハL軸ニ對シテ下降曲線トナリ而モd^2Z/dL^2ガ常ニ負値ナルヲ以テ同樣ニL軸ニ對シテ凹形的曲線ヲナスヲ知ル可シ

(II)式ニ就テハ著者ハ夙ニ兩者ノ關係ヲ表ハスノ式ナリト思考シ窃カニ研究ヲ進メツツアリシモ偶恩師農學博士稻垣乙丙氏ノ最小律ノ展開漸減法則ノ充實ナル著書(大正七年十一月發行)ヲ見ルニ及ビテコハ既ニ早ク同氏ガ光線ノ供給量ト植物ノ生產量トノ關係ヲ表ハス最良ノ式ナリトシテ公表セラレタルモノナルヲ知レリ (II)式ノ性質ヲ仔細ニ吟味スルニ能ク上記五箇ノ條件ニ適合シ受光量ト林木ノ生長量トノ關係ヲ表ハス一般式トシテ採用ノ價値アルヲ認メコレヲ稚苗ノ生長量ト受光量トノ關係ニ就テ實驗シタルノ結果大體ニ於テ實際ノ場合ニヨク適合スルノ事實ヲ究ムルヲ得タリココニ於テ乎該式ヲ更ニ仔細ニ研究シ遂ニコレヲ稚苗ノ耐陰力ノ數式的計量法ニ應用セントスルニ至レリ而モ其技ニ至リタルハ實ニ博士ノ立論ニヨリテ從來ノ所信ニ更ニ一層ノ確信ヲ加ヘタルニ因ルモノニシテコノ點ニ於テ特ニ博士ニ對シ多大ノ感謝ノ意ヲ表セントス只博士ハ (II)式ヲ以テ兩者ノ關係ヲ表示スベキ最良ノ式ナリトシ A.Mitscherlich 氏ノ $\log(A-Y)=K-C.X$ (但 Yハ生長量Xハ受光量)ナル關係式ヲ駁論セルニ止リ曾ニ (II)式ニ就テ自ラ實驗的研究ヲ行ハザルノミナラズ式ノ性質ニ就テモ尙未ダ精緻ノ研究ヲナスニ至ラズ故ニ著者ハ稚苗ノ生長量ト受光量トノ關係ヲ闡明スル目的ノ下ニ更ニ深ク其性質ヲ追究シコレヲ稚苗ノ耐陰力ノ數字的計量法ニ應用スルニ至リタル徑路ヲ明カニセントス

§ 13. 今(II)式ニ於テ$Z=0$ト假定スルトキハ

$$-A+B.L-C.L^2=0 \qquad (V)$$

(V)式ハLニ關スル二次方程式ナルヲ以テ二根$\frac{B\pm\sqrt{B^2-4AC}}{2C}$ヲ有シ二根ノ中($\sqrt{B^2-4AC}$ガ虛數ナラザル限リハ)分子ノ根號ノ符號(−)ヲ取リタルモノノ値ガ小ナリ即 (II) 式ニ於テ$Z=0$ナラシムルLノ値ハ大小二箇アリテソノ小ナルモノヲ取リタル場合ニZガ零ナリト云フハ受光量Lガ過小ナルタメニ生長量Zガ零ナルヲ意味シ大ナルモノヲ取リタル場合ニZガ零ナリト云フハ受光量Lガ過大ナルタメニ生長量Zガ零トナルヲ意味スルコトハ説明ヲ要セズシテ明カナリ

今後ノ説明ノ便宜ノタメニ

$$\frac{B-\sqrt{B^2-4AC}}{2C}=L_{min}\ ,\quad \frac{B+\sqrt{L^2-4AC}}{2C}=L_{max}$$

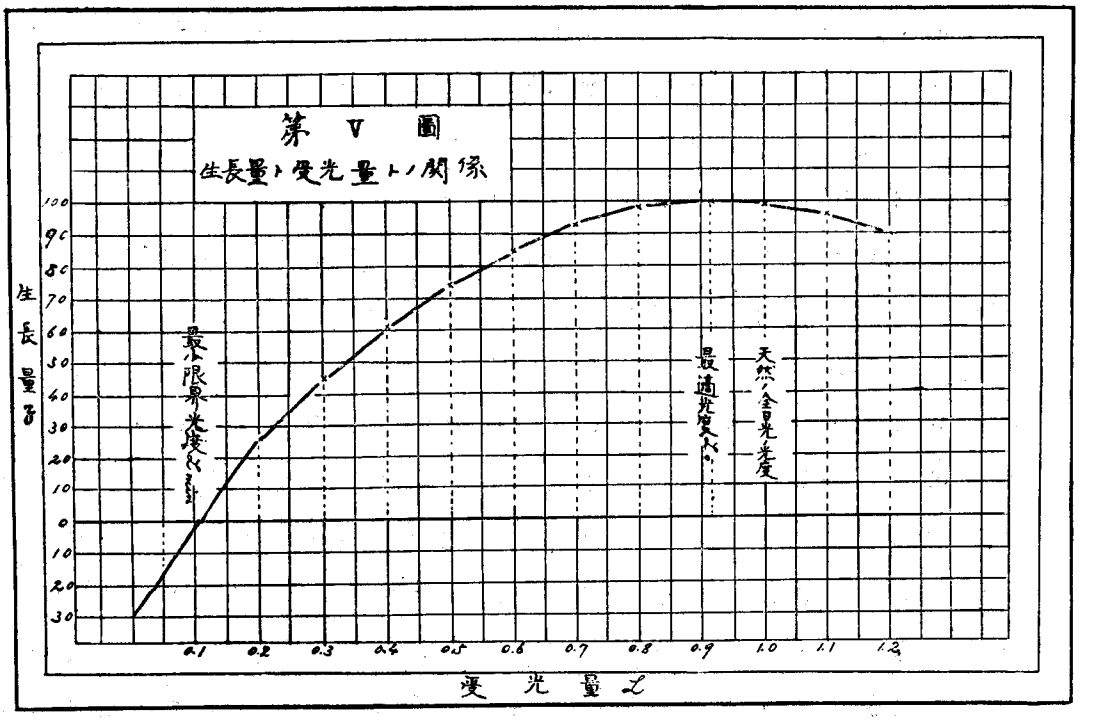
ト假定セン

上記ノ關係ヲ言説スレバ$L<L_{min}$ノ間ハZハ常ニ負値ニシテ$L=L_{min}$ト

ナルトキハ $Z=0$ トナリ $L>L_{min}$ トナルニ及ビテ Z ハ正値トナリソレヨリ L ノ値ヲ増スニ從テ Z モ又増加スレドモ L ガ B/2C ニ達シタルトキニ於テ Z ハ最大値ニ達シ L ノ値ナホコレヨリモ大トナレバ Z ノ値ハ又次第ニ漸減シ $L=L_{max}$ トナリタルトキニ於テ Z ノ値ハ再ビ零トナリ L ノ値ナホコレヨリモ大トナレバ即 $L>L_{max}$ トナレバ Z ハ又再ビ負値トナリソレヨリ L ノ値ヲ増スニ從ツテ Z ノ負ノ絶對値ハ又益大トナリ終ニ無窮ニ至リテ止ム

更ニ上述スルトコロヲ具體的ニ説明センカ受光量ガ L_{min} ヨリモ小ナル間ハ林木ノ物質生長量(重量生長量)ハ負値ニシテソノ負値ナリト云フハ啻ニ生長ヲナサザルノミナラズソノ生存ヲスラ持續スルコト能ハザルヲ意味シソノ負値ノ大小ハ因ツテ以テ Mayr 氏ノ所謂餓死 (Verhungern) スルノ遲速ヲ表ハスモノト解ス可キナリカクテ受光量ガ次第ニ増加シテ L_{min} ト同値トナルトキハ林木ノ物質生長量ハ零ニシテコノ零ナリト云フハ L_{min} ノ受光量ノ場合ニハ林木ハ生長モセズ又餓死モセザル限界點ニアルヲ示シ受光量ガ L_{min} ヨリモ大トナルトキハ林木ノ物質生長量ハ正値ニシテコノ正値ナリト云フハ實際生長ノ行ハルルコトヲ意味シコレヨリ受光量ガ大トナルニ從ヒテ生長量モ又益増加スレドモ受光量ガ無限大トナルマデ生長量ノ増加ガ繼續スルニハアラズシテ受光量ガ最適ノ受光量 $\frac{B}{2C}(=L_0)$ ニ達シタルトキニ於テ生長量ハ最大トナリ受光量コレヨリモ大トナレバ却ツテ生長量ハ漸減スルニ至リ受光量ガ L_{max} ト同値トナルトキハ生長量ハ又再零トナル但コノ場合ニ零ナリト云フハ林木ガ光線ノ强射ニ堪エズシテ枯死スルノ限界點ニ達スルヲ意味セリ受光量更ニ L_{max} ヨリモ大トナレバ林木ノ生長量ハ負値トナリソノ負値ナリト云フハ枯死スルヲ意味シソノ負値ノ大小ハ枯死スルノ遲速ヲ表ハスモノト解スルヲ得ベシ

上記ノ關係ハ第V圖ニヨリテ一見明瞭ナリ



§ 14. 凡ソ如何ナル樹種タルヲ問ハズ受光量ガアル大サニ達スルマデハ絶對ニ生長スルコトナクアル一定ノ大サニ達スルニ及ビテ始メテ生長現象ヲ誘起スルヲ常トス而モ幾何ノ受光量ニ達シタル場合ニ於テ始メテ生長現象ヲ誘起スルヤハ樹種ニヨリテ相同ジカラズシテ(立地ソノ他ノ事情ニヨリテ異ナルノ關係ハ今暫ク度外視ス)一般ニ耐陰性ニ富ムノ樹種ハ比較的小ナル受光量ニテモナホヨク生長現象ヲ誘起スルモ耐陰性ニ乏シキ陽性ノ樹種ハナホコレヨリモ強キ光線ノ供給アルニアラザレバ生長現象ヲ誘起スルニ至ラザルヲ常トスコノ生長現象ヲ誘起スル(換言スレバ生存ヲ持續シウベキ受光量ノ最小値ハ從來ノ諸學者ガ最小限界光度ト名ヅケ樹種ノ耐陰性ヲ推定スベキ尺度トシテ採用セルトコロノモノナリ然リ而シテ (II) 式ニ於テ受光量 L ガ L_{min} ト同量トナリタル場合ニ於テ生長量 Z ガ零ナリト云フハ受光量ノコノ値ノ場合ニ於テ始メテ生長現象ヲ誘起スル限界點ニ達スルヲ意味スルコト前述ノ如クナルヲ以テ L_{min} ノコノ値ハ實ニ所謂最小限界光度ヲ數量化セルモノト云フ可ク又受光量 L ガ $\frac{B}{2C}(=L_0)$ ナル場合ニ於テ生長量ハ最大値ニ

達スルヲ以テ B/2C ハ該樹種ノ生長量ヲ最大ナラシム可キ最適光度 L_0 ヲ且又受光量 L ガ L_{max} ト同量トナル場合ニ於テ該樹種ハ光線ノ强射ニ耐ヘズシテ枯死スルノ限界點ニ達スルコト前述ノ如クナルヲ以テ L_{max} ノコノ値ハ實ニ該樹種ノ生存ヲ可能ナラシムル最大限界光度ヲ數量化セルモノト解スルヲウベシ

§ 15. (II)式 $Z=-A+B.L-C.L^2$ ニ於テ L=1 ナル場合即林木ニ對シテ單位ノ光線ガ供給セラルル場合換言スレバ如何ナル地物ニモ遮斷セラレザル自然ノ全日光ガ投射セラルル場合ニアリテハ

$$Z=B-(A+C) \qquad \text{(VI)}$$

ニシテ即全日光ガ投射セラルル場合ニ於ケル林木ノ生長量ハ B−(A+C) ナリト解スルヲウベシ

又 Z ノ最大値 Z_{max} ハ $L_0=\frac{B}{2C}$ (最適光度)ノ場合ナルガ故ニ(II)式ノ L ニコノ値ヲ置換スレバ

$$Z_{max}=-A+B.L_0-C.L_0$$

或ハ $$Z_{max}=-A+B\left(\frac{B}{2C}\right)-C.\left(\frac{B}{2C}\right)^2$$

或ハ $$Z_{max}=-A+\frac{L^2}{4C} \qquad \text{(VII)}$$

即林木ガ最適光度ノ供給ヲ受ケタル場合ニ於ケル生長量ハ(VII)式ニヨリテ直ニコレヲ算出スルヲ得ベシ

今ヤ更ニ進デ常數 A, B, C ノ性質ヲ吟味センニ(II)式 $Z=-A+B.L-C.L^2$ ニ於テ假リニ L=0 トスレバ

$$Z=-A$$

故ニ L=0 即絕對暗黑ノ場合ニハ生長量 Z ハ −A ニシテコレヨリ若干ノ光度ヲ增スニ從ツテ生長量ノ負ノ絕對値ハ次第ニ小トナリ $L=L_{min}=\frac{B-\sqrt{B^2-4AC}}{2C}$ トナルニ及ビテ Z ハ始メテ零トナル即絕對暗黑ヨリ L_{min} ノ光度マデハ生長量 Z ハ常ニ負値ナリ生長量 Z ガ正値ナル場合ニ於テ生長ノ增加アルモノトスレバソノ負値ナル場合ハ生長ガ減退スルモノト解セザル可カラズコノ生長ノ減退ガ何ヲ意味スルヤヲ推究センニ凡ソ樹木ハソノ葉面ノ同化作用ニヨル生成物ト根部ヨリ攝取スル營養分トノ生理的化成ニヨリテ絕エズ新タナル有機物質ヲ增殖シ因ツテ以テソノ勢力 (Energie) ヲ蓄積スルモ同時ニ又呼吸ニヨリテソノ生成セル炭素ノ一部ヲ酸化シテ炭酸瓦斯トシテ吐出スルヲ以テ同化作用ニヨリテ蓄積セル勢力ハコレガタメニ絕エズソノ一部ヲ失ヒツツアリ或樹種ニ對シテソノ最小限界光

度以上ノ光線ガ供給セラルル間ハ同化作用ニヨリテ蓄積サルル勢力ハ呼吸ニヨリテ失ハルル勢力ヨリモ大ニシテコレガタメニ生長現象ガ誘起セラルルモノト解ス可ク又ソノ樹種ガ最小限界光度ト同量ノ光線ノ供給ヲ受クルトキ同化作用ニヨリテ攝取スル炭酸瓦斯ノ量ガ呼吸ニヨリテ失フ炭酸瓦斯ノ量ト等量ナリト假定スレバ其場合ニアリテハ生長量 $Z=0$ ナリト解スルヲ得ベシ例ヘバ今同化作用ニヨリテ攝取スル炭酸瓦斯ノ量ヲ a トシ呼吸ニヨリ失フ炭酸瓦斯ノ量ヲ r トスレバ $a>r$ ナル間ハソノ樹葉ハナホ樹體ノ生長ニ貢獻スル能力ヲ有スルモノニシテ假リニ $a-r=S$ トスレバ S ハ即同化作用ニヨリテ攝取セル炭酸瓦斯ノ量ヨリ呼吸ニヨリテ失フ炭酸瓦斯ノ量ヲ控除セル餘分ノ炭酸瓦斯ノ量ニシテコノ炭酸瓦斯ハ根部ヨリ攝取セル營養分ト生理的ニ化成シ樹體ノ生長ニ貢獻スベキモノナルヲ以テ S ハ即樹體ノ生長ニ與ル可キ炭酸瓦斯ノ量ナリト考フルヲウベシ受光量小ナルニ從ヒ樹葉ノ同化作用ハ衰フルヲ以テ a ハ次第ニ r ニ近ヅキ S ノ値ハ次第ニ小トナル受光量更ニ減ジテ終ニアル一定値ニ達スレバ $a=r$ トナリ從ツテ S ハ零トナリ樹體ハ全ク成長シ得ザルニ至ルベシ故ニ $a=r$ トスル受光量ハ該樹葉ガ生長ヲ休止スル限界光度ニシテ即實ニ前述ノ最小限界光度ニ相當スルモノナリ受光量コレヨリモ小トナレバ $a<r$ トナリ $a-r=S$ ニ於テ S ハ負値トナリ該樹葉ハ最早曾ニ樹體ノ生長ニ貢獻スル能力ヲ失フニ至ルノミナラズ却ツテ自體ノ勢力ノ一部ヲ消費セザル可カラザルニ至ルヲ以テ樹葉ハ早晩枯死スルニ至ル可ク換言スレバコノ場合ニハ負値ノ生長ヲナシツツアルモノト解スルヲ得ベシ又絶對暗黑ノ場合ニハ樹葉ハ呼吸ヲスルモ全ク同化作用ヲ營マザルヲ以テ $a=0$ ニシテ $r=S$ トナリ樹葉ハ全ク炭酸瓦斯ヲ攝取スルコトナク而モ呼吸ニヨリ r ニ相當スル丈ノ炭酸瓦斯ヲ絶エズ失フモノト見ルベク該樹葉ガ餓死スルノ速度ハ又愈大ナリトナスベシ

故ニ (II) 式 $Z=-A+B.L-C.I^2$ ニ於テ $L=0$ トスル場合ニ於ケル $Z=-A$ ナル $-A$ ハ假リニ上記ノ說明ヲ肯定スレバ該樹種ノ樹葉ガ絶對暗黑ノ場合ニ於テ呼吸ニヨリテ消費スル炭酸瓦斯ニ相當スル値ヲ示スモノト考フルヲ得ベシ

Kreusler[1] 氏ノナセル實驗ハ上記ノ說明ヲ肯定スベキ一資料トナスニ足ルモノニシテ即氏ハ Carpinus betulus ノ一平方糎ノ葉ハ晝天ノ日ニ於テ一時間ニ一三.七立方粍ノ炭酸瓦斯ヲ分解シコノ量ハ正ニ呼吸ニヨリテ失フ量ノ七倍ニ相當シ又一〇〇〇燭光ノ光源ヲ三一糎ノ距離ニ置キタル場合(氏ハコノ光度ガ同化作用ニ及ボスノ効果ハ陽光ト略同一ナリトナセリ)ニ一平方糎ノ葉ハ二八五立方粍ノ炭酸瓦斯ヲ分解シ而モコノ量(重量ニ於テ)ハ呼吸ニヨリテ失フ量ノ凡一五倍ニ相當スルヲ見タリト云ヒ次ニ又光源ヲ一乃至一五米ノ距離ニ移シテ光度ヲ前述ノ場合ノ 1/9−1/25 トナセルノ結果ハ同化作用ニヨリテ攝取スル炭酸瓦斯ノ量ト呼吸ニヨリテ失フ炭酸瓦斯ノ量トハ正ニ相等シキヲ知レリト云フコレヲ前記ノ說明ト對照スレバ Carpinus betulus ニアリテハ晝天ノ日ニハ $a=7.r$ ニシテ一〇〇〇燭光ノ光源ヨリ三一糎ノ距離ニアリテハ $a=15.r$ 同一ノ光源ヨリ一乃至一.五米ノ距離ニ於テハ(即光度ガ 1/9−1/25 ニ遞減スレバ) $a=r$ ニシテ換言スレバ 1/9−1/25 ノ光度ハ實ニ該樹葉ノ生長ヲ休止セシムル最小限界光度ナリト解スルヲ得ベシ

---

(1) Henry S. Graves Light in Relation to Tree Growth. 1911.

§ 16. $\frac{dZ}{dL}$ ハ受光量ノ變化ニ對スル生長量變化ノ割合ヲ示シ而モ $\frac{dZ}{dL}=B-2CL$ ナルコトハ前述ノ如クナルヲ以テ今假リニコノ式ニ於テ L=0 ナリトスレバ

$$\frac{dZ}{dL}=B$$

故ニ L=0 即絶對暗黑ノ場合ニハ受光量ノ變化ニ對スル生長量變化ノ割合ハ B ナリ $\frac{dZ}{dL}=B-2CL$ ニ於テ B 及 C ハ夫レ夫レ正値トシテノ常數ナルヲ以テ $\frac{dZ}{dL}$ ハ L=0 ナル場合ニ於テ最大値 B ヲ有シソレヨリ L ノ値ヲ增スニ從ツテ次第ニ遞減スルノ關係ヲ有セリ蓋シ絶對暗黑ノ場合ニアリテハ同化作用ハ絶對ニ行ハレザルガ故ニコノ場合ニ樹葉ガ光線ヲ渴望スルノ度ハ頗ル大ニシテ恰モ餓エタルモノガ食ヲ求ムルニ急ナルガ如ク微少ノ光線モ直チニ取ツテ以テ同化作用ノ用ニ供セントス然レドモ光度大ナルニ從ツテ樹葉ガ光線ニ對スルノ要求ハ次第ニ遞減シ遂ニアル光度ニ達スレバ最早ソレ以上ノ光度ヲ要求セザルニ至ル恰モ食ニ飽ケルモノガ最早食ヲ欲セザルニ似タリ即光線ヲ欲スルニ急ナレバ從ツテコレヲ利用シテ同化作用ヲ營ムノ割合モ大ナリト解スレバ絶對暗黑ノ場合ニ於テ受光量ノ變化ニ對スル生長量變化ノ割合ガ最大ナルハ自ラコレヲ說明シ得ベシ

$\frac{dZ}{dL}$ ヲ受光量ノ變化ニ對スル生長量變化ノ割合ナリトスレバ $\frac{d^2Z}{dL^2}$ ハ受光量ノ變化ニ對スル生長量變化ノ割合ガ受光量ノ增加ト共ニ漸加若シクハ漸減スル割合ヲ示スハ微分學ノ敎フルトコロニシテコノ場合ニハ (IV) 式ニヨリ $\frac{d^2Z}{dL^2}=-2C.$ ナリ C ハ正値トシテノ常數ナルヲ以テ $\frac{d^2Z}{dL^2}$ ハ負數ナリ即漸加ニアラズシテ漸減ナリ常數 C ハ受光量ノ變化ニ對スル生長量變化ノ割合ガ受光量ノ增加ト共ニ漸減スル割合ヲ示ス値ナルヲ知ル可シ

上述スルトコロニヨリ常數 A, B, C ノ性質ヲ再記スレバ A ハ絶對暗黑ノ場合ニ樹葉ガ呼吸ニヨリテ消費スル炭酸瓦斯ノ量ニ相當スル値ヲ示シ B ハ絶對暗黑ノ場合ニ於ケル受光量ノ變化ニ對スル生長量變化ノ割合ヲ示シ又 C ハ受光量ノ變化ニ對スル生長量變化ノ割合ガ受光量ノ增加ト共ニ漸減スル割合ヲ示ス

上記ノ値ハ樹種ニヨリテ異ナルハ勿論又同一ノ樹種ニアリテモソノ年齡並ニ立地ノ性質如何ニヨリテ異ナルモノト解ス可キ理アルヲ以テ常數 A, B, C ハ何レモ樹種,年齡,立地ノ如何ニヨリテ異ナル數値ナリト攷フベキモノナリ

§ 17. 今最適光度ヲ L_o ソノ場合ニ於ケル生長量即最大生長量ヲ Z_{max} ヲ以テ示セバ

$$L_o=\frac{B}{2C}$$

$$Z_{max}=-A+\frac{B^2}{4C}$$

ニシテ又一般ニ

$$Z=-A+B.L-CL^2$$

或ハ變形スレバ

$$Z=-A+\frac{B^2}{4C}+B.L-CL^2-\frac{B^2}{4C}$$

$$=-A+\frac{B^2}{4C}-C\left(L^2-2\frac{B}{2C}.L+\frac{B^2}{4C^2}\right)$$

$$=-A+\frac{B^2}{4C}-C\left(\frac{B}{2C}-L\right)^2$$

上式ニ於テ$-A+\frac{B^2}{4C^2}=Z_{max}$, $\frac{B}{2C}=L_o$ヲ置換スレバ

$$Z=Z_{max}-C(L_o-L)^2 \qquad \text{(VIII)}$$

(VIII) 式ハ常數A,Bヲ消去セル(II)式ノ變形式ニシテ現在ノ光度ガ最適光度ト等量トナリタル場合即 $L=L_o$ ノ場合ニ $Z=Z_{max}$ トナリコレヨリLノ値ヲ加フルカ又ハ減ズルニ從ツテZハZ_{max}ニ遠ザカリ而モソノ遠ザカル割合ハ現在ノ光度ガナホ未ダ最適光度ニ達セザルノ距差又ハコレヲ超ユルノ距差ノ自乘ニ比例スル關係ヲ示セリ而シテCハソノ距差ノ自乘ノ幾倍ニ比例シテ遠ザカルヤノ倍數ヲ示ス數ナルヲ知ル可シ

(VIII) 式ヲ微分スレバ

$$\frac{dZ}{dL}=-2CL+2CL_o$$

$$=2C(L_o-L) \qquad \text{(IX)}$$

即受光量ノ變化ニ對スル生長量變化ノ割合ハ現在ノ光度ガ最適光度ニ對スル距差ノ一乘ニ比例スル關係アルヲ知ルベシ

§ 18.

$$L_o=\frac{B}{2C},\quad L_{min}=\frac{B-\sqrt{B^2-4AC}}{2C}$$

ナルヲ以テ

$$L_o-L_{min}=\frac{B}{2C}-\frac{B-\sqrt{B^2-4AC}}{2C}=\frac{\sqrt{B^2-4AC}}{2C}$$

$$\therefore\ (L_o-L_{min})^2=\frac{B^2-4AC}{4C^2}$$

然ルニ(VIII)式ニ於テ

$$Z=Z_{max}-C(L_o-L)^2$$

或ハ $$Z=Z_{max}-C(L_o-L)^2.\frac{(B^2-4AC)/4C^2}{(B^2-4AC)/4C^2}$$

或ハ $$Z=Z_{max}-(B^2-4AC)/4C.\left(\frac{L_o-L}{L_o-L_{min}}\right)^2$$

然ルニ　$Z_{max}=\frac{B^2-4AC}{4C}$　ナルヲ以テ

$$Z=Z_{max}-Z_{max}\left(\frac{L_0-L}{L_0-L_{min}}\right)^2$$

或ハ　$$Z=Z_{max}\left(1-\left(\frac{L_0-L}{L_0-L_{min}}\right)^2\right) \qquad (X)$$

(X)式ハ即常數A, B, Cヲ總テ消法セル(II)式ノ變形式ナリコノ式モ又式ノ形ニヨリテ自ラ明カナルガ如クLガL_{min}ト等量ナル場合ニ$Z=0$ニシテソレヨリLガ大ナルニ從ツテZノ値ハ次第ニ大トナリ$L=L_0$ノ場合ニ$Z=Z_{max}$トナリソレヨリLノ値ヲ增スニ從テZノ値ハ又次第ニ小トナリL_0-LガL_0-L_{max}ト等量トナル場合ニ$Z=0$ナルノ關係ヲ示セリ且又現在ノ生長量ハL_0-Lノ値ノ小ナルホド即現在光度ガ最適光度ニ近ヅクホド愈大ニシテ而モ又L_0-L_{min}ノ値ガ大ナルホド即最小限界光度ト最適光度トノ差ガ大ナルホド愈大ナルノ關係アルヲ知ル可シ

(X) 式ヲ微分スレバ

$$\frac{dZ}{dL}=\frac{2Z_{max}}{(L_0-L_{min})^2}[L_0-L] \qquad (XI)$$

故ニコノ場合ニアリテモ受光量ノ變化ニ對スル生長量變化ノ割合ハ現在ノ光度ガナホ未ダ最適光度ニ達セザルノ距差ノ一乘ニ比例スルノ關係ヲ示セリ

(IX)式ト(XI)式ハ全ク同一ノ式ナルヲ以テ

$$2C[L_0-L]=2\frac{Z_{max}}{(L_0-L_{min})^2}[L_0-L]$$

$$\therefore\ C=\frac{Z_{max}}{(L_0-L_{min})^2} \qquad (XII)$$

故ニCナル常數ハ最適光度ト最小限界光度トノ差ノ自乘ヲ以テ最大生長量ヲ除スルコトニヨリ直接コレヲ求ムルヲ得ベシ

§ 19. L_0, L_{min}, L_{max}, Z_{max} 相互ノ關係ヲ求ムレバ次ノ如シ

$$L_0=\frac{B}{2C}$$

$$Z_{max}=CL_0^2-A$$

$$\because\ Z_{max}=\frac{B^2-4AC}{4C}=\frac{B^2}{4C}-A=CL_o^2-A$$ ナレバナリ

$$L_{min}=L_o-\sqrt{\frac{Z_{max}}{C}}$$

$$\because\ Z_{max}=\frac{B^2-4AC}{4C}=\frac{C(B^2-4AC)}{C\cdot 4C}=\frac{C(B^2-4AC)}{4C^2}$$

故ニ $$\sqrt{Z_{max}}=\sqrt{\frac{C(B^2-4AC)}{4C^2}}=\sqrt{C}\cdot\frac{\sqrt{B^2-4AC}}{2C}$$

$$\sqrt{\frac{Z_{max}}{C}}=\frac{\sqrt{B^2-4AC}}{2C}$$

然ルニ $$L_{min}=\frac{B-\sqrt{B^2-4AC}}{2C}=\frac{B}{2C}-\frac{\sqrt{B^2-4AC}}{2C}$$ ナルニヨリ

$$L_{min}=L_o-\sqrt{\frac{Z_{max}}{C}}$$

$$L_{max}=2L_o-L_{min}$$

故ニ L_o, L_{min}, L_{max}, Z_{max} ハ常數 A, B 及 C ヨリ簡易ニ計算上コレヲ求ムルヲ得ベシ

§ 20. 今上述スルトコロヲ試ニ實例ニ就テ說明センカ著者ガからまつ一年生ニ就テ受光量ト物質生長量(一生長期間ニ於ケル)トノ關係ヲ實驗セル結果ハ第X表ノ如シ但物質生長量ハ重量增加量ト同一ナリト看做セリ

第 X 表

I	II	III	IV	V
庇陰番號	一生長期間ニ於ケル受光總量ノ比 L	春季生長ヲ開始スル以前ノ苗木ノ全重量 瓦	秋季生長ヲ終了セシムルトキノ苗木ノ全重量 瓦	一生長期間ニ於ケル苗木ノ生長量(重量 Z 瓦)
1	1.00	0.5	16.7	16.2
2	0.68	0.5	12.3	11.8
3	0.43	0.5	7.9	7.4
4	0.27	0.5	4.5	4.0
5	0.14	0.5	1.4	0.9

第X表ニ於ケル受光量ハ全日光ノ照射(如何ナル地物ニモ遮斷セラレザル)ヲ受クル場合ヲ 1.00 トシテ他ハソノ分數ヲ以テ表ハシタルモノトス

第X表ニ基キテ最小二乘法ニヨリ (II) 式ノ常數ヲ求ムレバ

$A=2.618,\quad B=26.482,\quad C=7.671$

故ニ該樹種ノ一生長期間ニ於ケル受光量Lト生長量Zトノ關係ハ次式ヲ以テ表ハスヲ得ベシ

$$Z=-2.618+26.482L-7.671L^2$$

コノ式ニヨリ求メタルZノ計算値ト實測値トヲ對照スレバ第XI表ノ如シ

第　XI　表

L	Z 實測値	Z 計算値	偏差 ΔZ
0.14	0.9	0.939	+ 0.039
0.27	4.0	3.973	− 0.027
0.45	7.4	7.351	− 0.049
0.68	11.8	11.843	+ 0.043
1.00	16.2	16.193	− 0.007

常數A, B, Cノ上記ノ値ニ基キ L_0, L_{min}, L_{max}, Z_{max} 等ヲ算出スレバ次ノ如シ

$$L_0=\frac{B}{2C}=\frac{26.482}{2\times7.671}=1.726$$

$$Z_{max}=C.L_0^2-A=7.671\times1.726^2-2.618=20.234$$

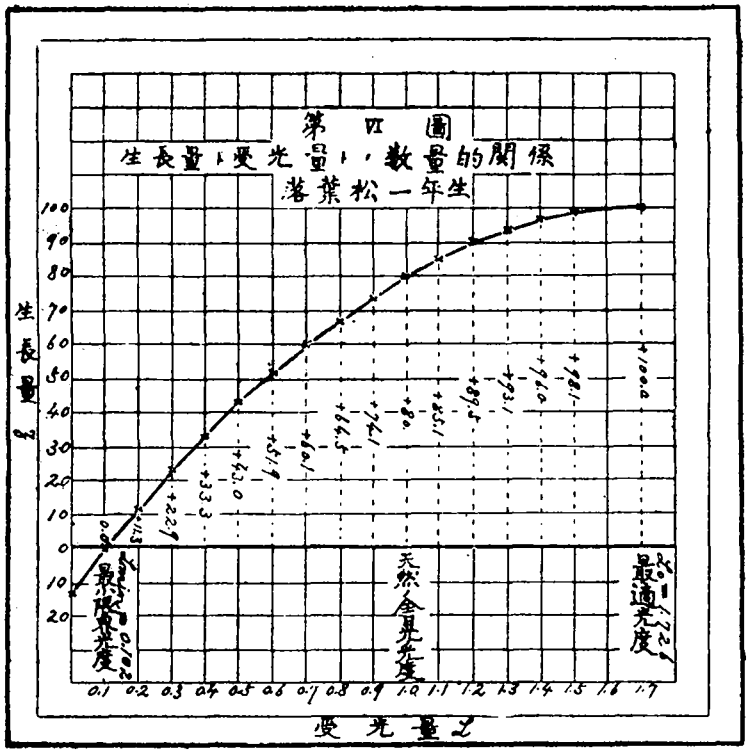
$$L_{min}=L_0-\sqrt{\frac{Z_{max}}{C}}=1.726-\sqrt{\frac{20.234}{7.671}}=0.102$$

$$L_{max}=2L_0-L_{min}=2\times1.726-0.102=3.350$$

即 L_{min}(最小限界光度)ガ0.102ナルヲ以テからまつ一年生ニアリテハ受光量ガ0.102全日光ノ照射量ヲ1トシテ)ニ達スルマデハ何等ノ生長ヲスルコトナク0.102ニ達スルニ及ビテ始メテ生長ヲ開始スル限界點ニ達ス又 L_{max}(最大限界光度)ハ3.350ナルヲ以テ受光量ガ全日光ノ3.350倍ニ達スルコトアリト假定スレバソノ際ニ於テハ最早光線ノ强射ニ耐エズシテ枯死スルノ限界點ニ達スルヲ知ル且又 L_0(最適光度)ハ1.726ナルヲ以テコノ樹種ニアリテハ受光量ガ1.726トナリタル場合ニ於テ始メテ最大ノ生長ヲナスヲ知ル可ク即天然ノ全日光ノ照射量ニテハナホ未ダコノ樹種

ヲシテ最大ノ生長ヲナサシムルニ足ラザルヲ知ル可シ然レドモ1.726ハ該樹種ヲシテ最大ノ生長ヲナサシムル限界點ナルヲ以テ受光量1.726ヲ超ユルトキハ該樹種ハ最早光線ノ強射ニ苦ミテ次第ニソノ生長量ヲ遞減スルニ至ル

今上式ニ基キテ各種ノ受光量Lニ對スル生長量Zノ値ヲ計算スルトキハ第XII表ノ如シ(第VI圖參照)



第 XII 表

受光量 L	生長量 Z (瓦)	Z ノ最大値ヲ 100 トシテノ %	備考
0.100	−	0.047	0.232	
0.102		0.000	0.000	最小限界光度I_{min}
0.200	+	2.294	+	11.336	
0.300	+	4.637	+	22.913	
0.400	+	6.748	+	33.344	
0.500	+	8.705	+	43.013	
0.600	+	10.509	+	51.927	
0.700	+	12.160	+	60.085	
0.800	+	13.659	+	67.492	
0.900	+	15.002	+	74.128	
1.000	+	16.193	+	80.013	
1.100	+	17.230	+	85.137	
1.200	+	18.114	+	89.507	

受光量 L	生長量 Z (瓦)	Z ノ最大値ヲ 100 トシテノ %	備考
1.300	+ 18.845	+ 93.117	
1.400	+ 19.422	+ 95.968	
1.500	+ 19.845	+ 98.058	
1.726	+ 20.238	+ 100.000	最光適度L_0

コレニ因ツテ見レバからまつ一年生ニアリテハ受光量ガ天然ノ全日光ノ照射量ノ 1/10 ナル場合ニハ生長量ハ－0.047 ニシテ換言スレバコノ場合ニハ光線ノ照射アマリニ微弱ナルガタメニ同化作用ニヨリテ攝取スル炭酸瓦斯ノ量ハ呼吸ニヨリテ吐出スル炭酸瓦斯ヲ補フニ足ラズシテ樹葉ハ早晩餓死スルノ運命ニ逢着スルヲ示セリ受光量ガ 0.102 即全日光ノ照射量ノ約 1/10 トナレバココニ始メテ生長ヲ開始スルノ限界點ニ達シコレヨリ受光量ガ増大シテ 0.2 トナレバ生長量ハ +2.294 トナリソレヨリ受光量ノ増大ニ伴ヒテ生長量モ又次第ニ増大シ受光量ガ天然ノ全日光ノ照射量ト同量トナルトキハ生長量ハ實ニ +16.193 トナル然レドモ受光量更ニコレヨリモ増大スレバ生長量モ又依然トシテ増大シ受光量 1.726 トナルトキハ生長量ハ +20.238 トナリ其最大値ニ達スルヲ見ル可シ只受光量ノ増大ニ伴ヒテ生長量モ又次第ニ増大スルモソノ増大スル割合ハ受光量小ナル場合ニ於テ著シク例ヘバ受光量ガ 0.1 ヨリ 0.2 ニ高マルトキハ生長量ニ於テ +2.341 ノ増大ヲ見ルモ 1.4 ヨリ 1.5 ニ高マル場合ハ生長量ニ於テ僅カニ +0.423 ノ増大ヲ見ルニ過ギズ

今上表ニ基キテコレ等ノ關係ヲ曲線圖ニ示ストキハ第 VI 圖ノ如シ (II) 式ノ變形式タル (VIII) 及 (X) 式モ又 Z ト L トノ關係ヲ表ハス式ニシテ上記ノ計算ヨリ直チニコレヲ導クヲウベシ即

(VIII) ニ式ニ對シテハ　$Z=20.234-7.671[1.726-L]^2$

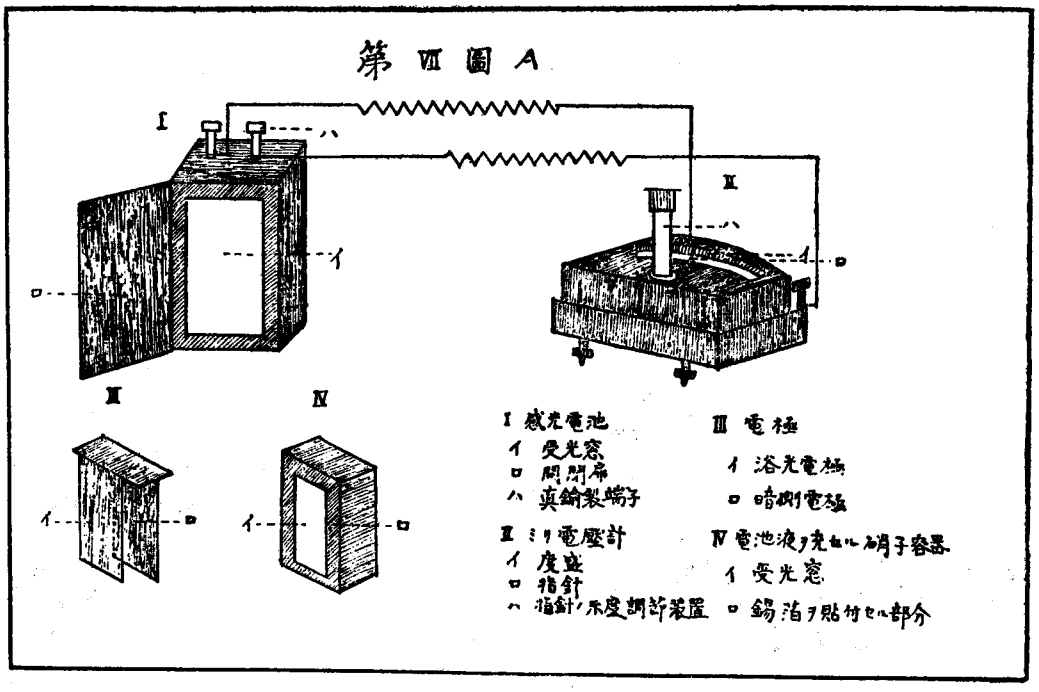
(X) 式ニ對シテハ　$Z=20.234\left[1-\left(\frac{1.726-L}{1.624}\right)^2\right]$

C. 光度計トシテノ感光電池

§ 21. 日光ノ照度ヲ測定スベキ光度計ニ就テハ多年學者ノ工夫セルトコロナリト雖未ダ學術上ノ使用ニ供シウベキモノナク從ツテ日光ノ照度ト植物ノ生長現象ニ關スル從來ノ研究ハ一モ數理科學(精密科學)ニ立脚スルモノナシ只 Wiesner 氏ハ感光紙ニヨル光度計ヲ作製シ植物ノ受光量ヲ數字的ニ計量スルノ法ヲ究メタリト雖ソノ研究ニ使用シタル光度計ハ標準紙 (Normalpapier) ト名ヅクル感光紙ヲ光度ヲ測定セントスル陽光ノ下ニ曝露シ化學線ノ作用ニヨリ感光紙ガ漸次變色シテコレニ隣接シテ併置セル標準色 (Normalton) ト等色トナルニ要シタル時間ヲ秒時計ニテ測定シソノ時間ノ逆數ヲ以テ光度ノ大小ヲ計量セントスルモノニシテ例ヘバ地物ノ遮影ナキ林外ニ於テ感光紙ガ標準色ト等色トナルニ 0.60 秒ヲ要シタリトシ林内ニ於テ 0.05 秒ヲ要シタリトスレバコノ場合ニ於ケル林内光度ハ $\frac{0.05}{0.60}=\frac{1}{12}$ ナリト云フガ如シ然レドモソノ等色トナレルヤ否ヤハ只肉眼ノ識別力ニ依賴スルノ外ナク又著者ガ實際コレヲ試用シタル結果ニヨルニソノ等色トナレルノ瞬間ヲ辨別スルコト至難ニシテ到底多大ノ誤差アルヲ免レズ從ツテ數理的ノ精緻ノ研究ニハナホ未ダ應用ニ供ス可キニアラザルガ如シ理學博士飯盛里安氏ハ東京化學會誌第四十一帙第二號ニ於テ**ハロゲン**化銀電極ヲ用ヰタル感光電池ガ光度計トシテ實用ノ價値アルヲ說ケリ著者ハ氏ノ裝置ガ果シテ良ク光度ヲ數字的ニ計量シウルモノナリトセバ光度ト林木ノ生長ニ關スル數理的研究ニ一歩ヲ進ムルニ足ルモノトナシ屢實驗ヲ繰リ返シタルノ結果 Wiesner 氏ノ光度計ニ比シテ學術上ノ應用(携帶ソノ他使用上ニ關スル實際上ノ便否如何ハ暫ク措キ)ニ供シウベキ價値ノ優レルヲ認メタリ然レドモコハ大正八年始メテ世ニ生レ出デナホ一般ニ知ラレザルモノヽ如ク而モ應用科學少クトモ農林學ノ研究ニハ未ダ使用セラレタルコトナキヲ以テソノ構造及使用法特性並ニ天然光測定器トシテノ精度ニ就テソノ大要ヲ記述スベシ

I. 感光電池ノ構造及使用法

§ 22. 感光電池ヲ光度計トシテ使用スルニハ別ニミリ電壓計ヲ必要トス感光電池ハ電池液(沃化銀ノ1/4沃化加里規定液)ヲ充シタル長方形ノ硝子容器ニ特種ノ感光力ヲ有スル電極(沃化銀電極)ヲ嵌入セシメタルモノニシテソノ容器ハソノ一側面ニ於テ光線ヲ射入セシムベキ受光窓ヲ殘シ他ノ外側面一帶ニ錫箔ヲ貼付シテ光線ノ嵌入ヲ防ゲリ電極ハ二枚アリテソノ受光窓ニ面シテ光線ノ射入ヲ受クルモノヲ浴光電極,受光窓ノ反對ノ側ニアリテ光線ノ射入ヲ受ケザルモノヲ暗側電極ト稱シ各ソノ上端ノ一部ヲ延長シテ蓋上ニ取付ケタル眞鍮製端子ニ連結シタルモノニシテコレヲ感光電池ト名ヅク感光電池ハ更ニコレヲ開閉扉ヲ有スル金屬製ノ函ニ藏ム開閉扉ヲ開クトキハ受光窓ヲ通ジテ浴光電極面ニ光線ヲ射入シ閉ヅレバ絕對暗黑トナリテ浴光電極面ハ光線ヲ受クルコトナシ感光電池ノ眞鍮製端子ハ更ニコレヲ小電線ニヨリテミリ電壓計ニ聯結ス(第VII圖[A]參照)



今若シ開閉扉ヲ開キ受光窓ヲ通ジテ浴光電極面ニ光線ヲ射入セシムルトキハ該電極面ハ忽チハロゲン化銀ニ特有ナル光變化ヲ起セドモコレト反對ノ側ニアリテ光線ノ射入ヲ受ケザル暗側電極ハ何等ノ變化ヲモ受ケザルガ故ニ兩極ノ性質ハ不等トナリ爲ニ兩極間ニ電位差ヲ生ジ浴光電極ノ符號ハ正トナルカクシテ起ル電池ノ電動力ハコレヲ光電壓ト名ヅク光電壓ノ大サハ受光窓内ニ射入スル光線ノ强度ニヨリテ變化シ光線ノ强度大ナレバ光電壓ノ大サモ又從ツテ大トナリ眞鍮製端子ニ連結セル小電線ニヨリテコレヲミリ電壓計ノ指針ニ傳達ス故ニ指針ノ示度モ光線ノ强度大ナレバ又從ツテ大ナリ然レドモ光線ノ强度ニ對スル指針ノ示度ハ直線的ノ比例ヲナスニアラズシテ今若シ光線ノ强度ヲLトシ指針ノ示度ヲZトスレバ飯盛里安氏ノ研究ニヨレバLトZトノ間ニハ略次ノ型式ニ示

スガ如キ關係アリト云フ

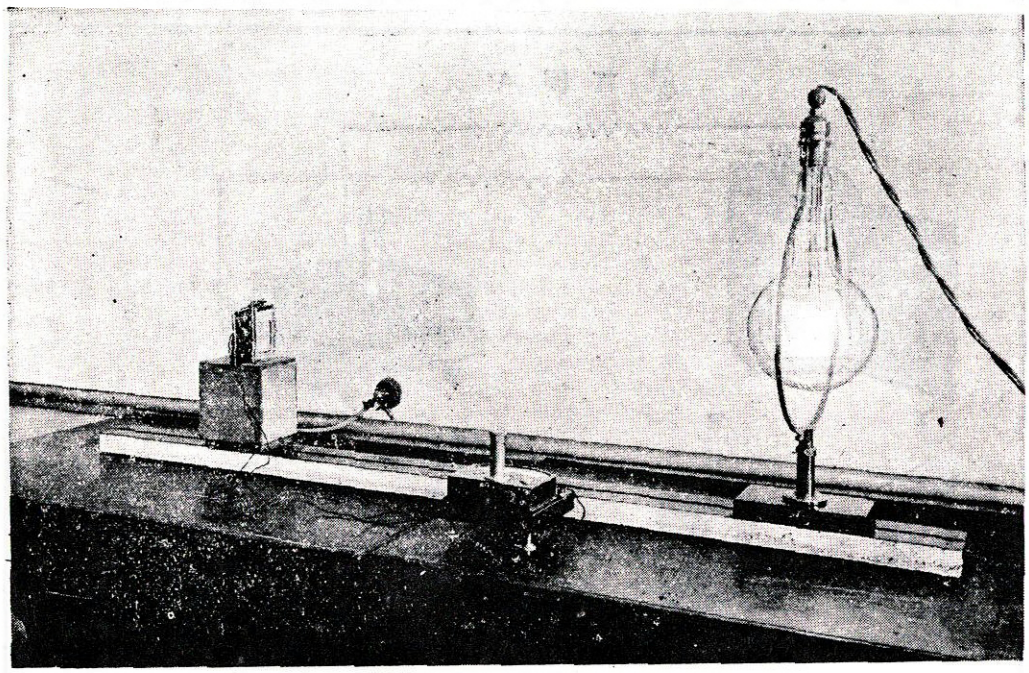
$$Z=\delta\{1-e^{-K.Ld}\}$$

但 δ, K, d ハ孰レモ電池各個ノ特性,溫度及光線ノ波長等ニ關スル常數ニシテ e ハ自然對數ノ底數ナリ

上式ニヨレバ L=0 即絕對暗黑ノ場合ニ於テ Z 即指針ノ示度ハ零ニシテ光度大ナルニ從ヒテ示度モ又次第ニ大トナレドモソノ大トナルノ割合ハ光度大ナルニ從ヒテ遞減シ光度無限大トナル場合ニ於テ示度ハアル一定値 δ ヲ示スヲ知ルベシ

§ 23. 感光電池ヲ作製スルニ當リ電極面ニ沃化銀ヲ厚薄ナク均等ニ塗抹スルハ不可能ナルヲ以テ吾人ガ使用スル感光電池ハ各個每ニ多少ソノ性質ヲ異ニスルヲ常トス故ニ

第 VII 圖 B



今新ラシキ二個ノ感光電池ヲ作リタリトスルモコノ二個ノ感光電池ガ全ク同一ノ性質ヲ有スルモノト考フルコト能ハズ然ルニ上述ノ如ク指針ノ示度ト光線ノ强度トノ關係ハ電池各個ノ特性ニヨリテ異ナルガ故ニ任意ノ二個ノ感光電池ヲ使用セントスレバ各個別々ニ指針ノ示度ト光線ノ强度トノ關係ヲ究メザル可カラズ即兩者ノ關係ハ與ヘラレタル電池ニ特有ノ關係ニシテ他ノ電池ニ對シテハコノ關係ヲ適用スベカラズ加之同一ノ電池ト雖時ノ經過ト共ニ電極面並ニ電池液ニ若干ノ變異ヲ生ズベキヲ以テタトヘ同一ノ感光電池ヲ使用スル場合ト雖嚴密ニ云ヘバソノ使用ノ度每ニ該電池ニ就テ指針ノ示度ト光度トノ關係ヲ實測シ豫メコレヲ曲線圖ニ表示セザル可カラズソノ法ハ次ノ如シ

1. 標準電燈(例ヘバ 1000 呎燭光)ヲ水平ニ横ヘタル目盛橋ノ一端ニ固定シ別ニ其電燈ト略同高ノ架臺ヲ目盛橋ニ沿フテ目盛ノ方向ニ前後ニ滑カニ遊動スルヲ得ベカラシメソノ架

臺上ニ感光電池ヲ垂直ニ安置シ受光窓ヲ電燈光ノ射入シ來ル方向ニ面セシム電燈光ノ中心ト浴光電極面トノ距離ハ電池ヲ載セタル架臺ヲ目盛橋ニ沿フテ遊動セシムルコトニヨリ如何樣ニモ加減スルコヲ得以上ノ裝置ハコレヲ暗室內ニ設ク(第VII圖B參照)

2.上記ノ設備ヲ完成シタルトキハ先ヅ室外ヨリ射入シ來ル天然光ヲ全ク遮斷シテ絕對暗黑トナシ標準電燈ニ點燈スルトキハ架臺上ニ安置セラルヽ浴光電極面ニ射入スル光線ノ强度ハ電燈(光源)ヨリノ距離ノ自乘ニ逆比例ス然レドモコノ場合ニアリテハ光源タル電燈ハ其實單一ノ點ニアラズシテ特種ノ形態ヲ有シ而モ硝子球ヲ以テ被覆セラルヽヲ以テ近距離ニアリテハ嚴密ニコノ法則ヲ適用ス可カラズ加之實驗室ノ壁ニヨル反射光ノ混入モ又法則ヲ攪亂スルノ副因トナリ逆自乘ノ法則ハコノ場合ニアリテハ只近似的ニ成立スルモノト假定スルノ外ナシ故ニ今假リニコノ法則ニ從フモノト假定シ光源電燈ヲ1000呎燭光ナリトスレバ光源ヨリノ距離ト照射光度トノ關係ハ凡次表ニ示スガ如シ

第 XIII 表

光源ヨリノ距離(呎)	照射光度(呎燭光)	光源ヨリノ距離(呎)	照射光度(呎燭光)
0.30	11111	0.90	1235
0.40	6250	1.00	1000
0.50	4000	1.50	444
0.60	2788	2.00	250
0.70	2044	2.50	160
0.80	1563	3.00	111

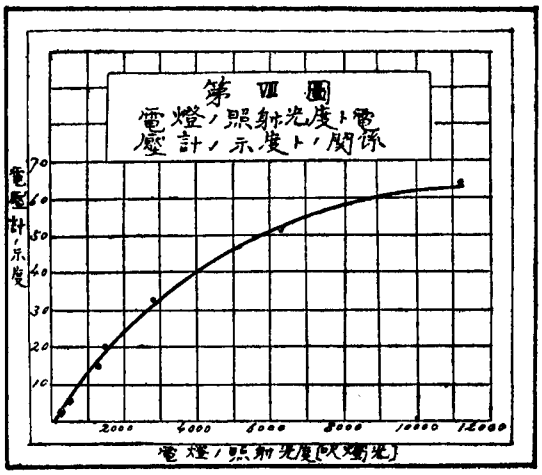
3.光源ヨリノ距離ニヨリテ照射光度ノ異ナルコト上表ノ如クナルヲ以テ架臺ヲ遊動シテ浴光電極面ヲ光源ニ近ヅクルニ從ヒ電極面ガ受クル照度ハ急進的ニ增加シ從ツテ指針ノ示度モ又益大トナル今一例トシテ最初電極面ヲ光源ヨリ2.5呎ノ距離ニ置キソノ場合ニ於ケル電壓計ノ示度ヲ採讀シ架臺ヲ遊動シテ漸次光源ニ近ヅカシメ上表ニ示セル如キ距離ニ進ム每ニ電壓計ノ示度ヲ採讀シ次表ノ如キ成績ヲ得タル場合ヲ說明セン

第 XIV 表

光源ヨリ電極面マデノ距離(呎)	照射光度(呎燭光)	電壓計ノ指針ノ示度	光源ヨリ電極面マデノ距離(呎)	照射光度(呎燭光)	電壓計ノ指針ノ示度
2.50	160	1.2	0.70	2044	24.2
2.00	250	3.2	0.60	2788	31.6
1.50	444	5.7	0.50	4000	40.0
1.00	1000	13.2	0.40	6250	52.3
0.90	1235	14.8	0.30	11111	62.6
0.80	1563	20.3			

上表ノ成績ニ基キ照射光度ヲ横軸ニトリ電壓計ノ指針ノ示度ヲ縱軸ニトリテ一ツノ曲線圖ヲ畫クトキハコハ實ニ今試驗セル感光電池ニノミ特有ナル光度ト電壓計ノ指針ノ示度トノ關係ヲ示ス曲線ニシテ既ニコノ曲線ヲ得タルトキハ反對ニ指針ノ示度ニ對スル光線ノ强度(呎燭光)ハ圖上ヨリ直チニコレヲ求ムルヲ得ベシ(第VIII圖參照)

故ニ今コノ感光電池ヲ使用シテ野外ニ於ケル任意ノ場所ノ任意ノ方向ニ照射スル光線ノ强度ヲ測定セントスレバ該感光電池ヲ該場所ノ該方向ニ安置シ開閉扉ヲ開クトキハ光線ハ受光窓ヲ通ジテ浴光電極面ヲ照射シ光線ノ强度ニ相當スル光電壓ヲ生セシメコレヲ電壓計ノ指針ニ傳フルガ故ニコレヲ採讀シ例ヘバ55.0ヲ得タリトセバコノ際電池ノ受光窓内ニ射入セル光度ハ曲線圖上ニ於テ直チニ7000呎燭光ナルコトヲ知リウベシ只コヽニ注意ヲ要スベキハコノ光度計ノ發明者タル飯盛氏ハ主トシテ室内若シクハ電燈光ノ照明度ヲ測定スルヲ以テ目的トセラレタルヲ以テミリ電壓計ハ最高10－20ミリボルトヲ讀度シウルニ過ギズ然ルニ野外ノ天然光ハ照度頗ル强大ニシテ指針ノ示度20ミリボルトヲ超過スルコト稀ナラズ故ニコノ場合ニアリテハ天然光ノ絶對的光度ハコレヲ測定スルコト能ハズ故ニ厚キスリ硝子ヲ以テ受光窓ヲ遮斷スルカ若シクハ中央部ヲ小圓形ニ截リ拔キタル黑漆紙ヲ以テ受光窓ヲ遮斷シ受光窓内ニ射入スル光量ヲ減殺シ以テ關係的光度ヲ測定スルノ方法ニ依ラザル可カラズ例ヘバ今林内外ノ光度ヲ比較セントスレバ林内外共ニ同一ノ黑漆紙ヲ以テ受光窓ノ一部ヲ遮斷シ各其同一ノ割合ニ弱メラレタル光度ヲ測定シテ關係的光度ヲ求ムルノ外ナシ



II. 感光電池ノ特性

§ 24. 上述ノ如ク光度計ノ要部ハ感光電池トミリ電壓計ニシテミリ電壓計ハ普通微小ノ電壓ヲ測定スルタメニ使用スルモノト相異ナキヲ以テ說明ノ要ナシト雖只光度ヲ電壓ニ變質スベキ感光電池ニ就テハソノ特性ヲ明カニスルノ要アリコハ既ニ該器ノ發明者タル飯盛里安氏ノ詳細ニ研究セラレタルトコロニシテコヽニハ只著者ガ敢テコレヲ應用科學ノ研究ニ使用スルニ至リタル所以ヲ說明シウル限度ニ於テソノ梗概ヲ叙述スルニ過ギズ

受光窓ヲ開キテ浴光電極面ニ光線ヲ射入セシムル場合ニ電池内ニ起生スル光電壓換言スレバソノ際ニ於ケル電壓計ノ示度ハタトヘ光度ニハ變化ナシトスルモ電極面ノ性質,電池液ノ濃度及溫度並ニ光線ノ波長ニヨリテ相同ジカラズ然レドモ測定ニ當リテ終始同一ノ感光電池ヲ使用スルモノトスレバ電極面ノ性質ト電池液ノ濃度トハ終始變化ナキモノト見做シウベキヲ以テコノ場合ニアリテハ電壓計ノ示度ハ若シ光度ヲ同一ナリトスレバ只電池液ノ溫度ト光線ノ波長トニヨリテ異ナルノ値ヲ示スニ過ギズ故ニ今若シ感光電池

ノ電池液ヲ定溫ノ下ニ使用シ光線ノ波長ヲ度外視スレバ電壓計ノ示度ハ光度同一ナレバ又同一ノ値ヲトリ光度異ナレバ又異ナルノ値ヲトルヤ明カナリ換言スレバ電壓計ノ示度ハ實ニ光線ノ强度ニヨリテノミ變化スルモノト解スルヲウベシ

§ 25. 電池液ノ溫度ガ電壓計ノ示度ニ幾何ノ影響ヲ及ボスヤハ發明者ノ夙ニ實驗セルトコロニシテ即一般ニ電池液ノ溫度大ナルニ從ヒテ電壓計ノ示度ガ降下スルコト凡次表ノ如シ

第 XV 表

照度 (呎燭光)	電池液ノ溫度 (C)			
	0	10	20	30
	電壓計ノ示度			
1900	38.92	34.69	29.39	22.70
238	—	24.08	15.92	9.92

コレニヨリテ見レバ電壓計ノ示度(同一光度ニ對スル)ニ及ボス電池液ノ溫度ノ影響ハ甚ダ大ナリト雖天然光ノ測定ノ場合ニアリテハ電池液ノ溫度ハ測定時中左程著シキ變化ヲナスモノニアラズシテ一時間以内ノ短時間ニ測定ヲ終始スレバ±1°以上ノ變化ハ殆ド起リ來ラザルヲ以テ近似的ニ測定時中ハ終始同一ノ溫度ナリト假定スルモ實用上差シタル誤差ナキモノト考フルヲウベシ蓋シ測定時中電池液ヲ終始定溫ナラシムルハ實驗室内ニアリテハ必ズシモ不可能ニアラザル可シト雖(定溫器ヲ使用スルコトニヨリ野外ノ任意ノ場所ニ於ケル天然光ヲ測定セントスル場合ニアリテハ定溫器ヲ使用スルコト能ハザルヲ以テ溫度ノ變化ハ暫クコレヲ度外視シテ少クトモ測定時中ハ終始同溫ナリシモノト假定スルハ誠ニ止ムヲ得ザル事態ニ屬セリ然レドモ若シ强イテ精密ヲ望マントスレバ豫メ溫度ニ基ク示度更正表ヲ作製シ置キ實測ノ度毎ニ溫度ヲ測定シテ示度ニ更正ヲ加フレバ可ナリ

§ 26. 次ニ光線ノ波長ニヨリテ電壓計ノ示度(同一强度ノ光線ニ對スル)ノ異ナル關係モ又可也ニ著シク概シテ云ヘバ赤色光線ニ對スル感度著シク小ニシテ黄青色コレニ次ギ紫色光線ニ對スルノ感度最强シ試ニ著者ガ受光窓内ニ天然光ヲ射入セシメ各種ノ色ガラスヲ以テ受光窓ヲ遮斷シソノ際ニ於ケル電壓計ノ示度ヲ測定セル結果ハ次表ニ示スガ如シ

第 XVI 表

測定番號	無蓋	赤色硝子	黄色硝子	綠色硝子	淡紫色硝子	濃紫色硝子
	電壓計ノ示度					
I	49.0	3.5	4.9	1.7	28.7	40.7
II	50.5	3.0	5.0	2.0	28.9	41.8
III	50.7	5.0	7.0	3.7	31.5	43.7
IV	54.0	5.0	6.0	3.0	27.5	40.5
V	[61.0]	[7.0]	[10.0]	[5.0]	[41.1]	[52.5]

上表ニ於テ無蓋ハ色硝子ヲ以テ遮斷セザルモノ即受光窓内ニ天然光ヲ射入セシメタル場合ニシテ測定値ニ〔 〕ヲ附セルハ測定ノ際ニ於テ特ニ天然光ノ明ルカリシコトヲ意味セリ測定ハ曇天ノ日ニ行ヘリI, II, III, IV, V ノ各回ノ觀測ニ於テソノ觀測値ニ若干ノ相異アルハ野外ノ天然光ハ時々刻々ソノ照度ヲ變化スルニヨレバナリ

上表ニ於テ無蓋ノ場合ニ於ケル電壓計ノ示度ヲ 100 トシ色ガラスヲ以テ遮斷シタル場合ノコレニ對スル百分率ヲ求メテ比較スレバ次表ノ如シ

第 XVII 表

測定番號	無蓋	赤色硝子	黄色硝子	綠色硝子	淡紫色硝子	濃紫色硝子
	電壓計ノ示度ノ割合					
I	100	7.1	10.0	3.5	59.0	83.0
II	100	5.9	10.0	4.0	57.5	83.0
III	100	9.9	13.5	7.3	62.1	86.0
IV	100	9.3	11.5	5.6	51.0	75.0
V	100	11.5	16.5	8.2	67.5	86.0
平均	100	8.8	12.3	5.7	59.5	82.6

色硝子ハ赤色ノモノヲ除クノ外一般ニ濾光器トシテノ價値乏シキヲ以テ上表ノ數字ハ各種ノ單色光ニ對スル電壓計ノ示度ノ精確ナル割合ヲ示スモノニアラザルハ勿論ナリト雖大略的ノ比較數ヲ知ルノ資料トナスニハ充分ナリ

上表ニヨリテ見レバ赤黄色光線ニ對スルノ感度ハ無蓋ノ場合即天然光ニ對スルノ感度ニ比シテ大凡ソ 1/10 内外ヲ往復スルニ過ギズ植物ガソノ同化作用ニ要求スル單色光ハ主トシテ赤黄ノ附近ニ存スルガ故ニコノ光度計モ亦植物ノ主トシテ利用スル光線ノ測定器トシテハ完璧ナリト云フ可カラズト雖 Wiesner 氏ノ光度計ガ赤色光線ニ對シテ何等ノ感度ヲ示サズシテ只主トシテ化學光線ノ強度ノミヲ比較測定シウルニ過ギザルニ比スレバ一段ノ進歩ト云フ可シ

III. 光度計ノ精度

§ 27. 該光度計ノ精度ハソノ使用法ノ精疎如何ニヨリテ著シク異ナルコトハ前述セル光度計ノ特性ニヨリテ直チニコレヲ窺知シウベシ即電壓計ノ示度ハ光度ト直接ノ比例ヲナサザルガ故ニコレヲ使用シテ戸外ノ任意ノ光度ニ對スル電壓計ノ示度ヲ採讀シタル場合ニコノ採讀シタル示度ハ直チニソノ光度ノ値ヲ代表スルモノニアラズ即先ヅ實驗室内ニ於テ示度ト光度トノ關係ヲ表ハスベキ曲線圖ヲ作リ戸外ニ於テ採讀シタル示度ニ對スル光度ノ値ヲソノ曲線圖上ニ求メザル可カラズ從ツテ曲線圖作製法ノ精疎如何ハ直チニ戸外ニ於ケル實際光度ノ測定値

ノ精度ヲ左右ス換言スレバ光度計ノ精度ハ主トシテ曲線圖ノ精度ニ關セリ曲線圖ヲ精密ナラシメンニハ變壓器ヲ使用シテ測定時中ニ於ケル標準電燈ノ照度ヲ可及的均一ナラシメ(例ヘバ標準電燈ガ2000呎燭光ノ照度ヲ有スルトキハコノ2000呎燭光ノ照度ヲ測定時中略均一ナラシムルタメニ變壓器ヲ使用シテ電燈ガ受クル電壓ノ大サヲ可及的均一ナラシムルガ如シ)且定溫器ヲ使用シテ電池液ノ溫度ヲ測定時中常ニ一定ナラシムルニアリ若シ變壓器ヲ使用セザルモノトスレバ測定ノ基本トナルベキ標準電燈ノ照度ニハ絶エズ若干ノ變化アルモノト見ザル可カラザルヲ以テコレニ因リテ得タル曲線圖ガ又多少ノ誤差ヲ招來スベキハ素ヨリ止ムヲ得ザルトコロナリ又定溫器ヲ使用セザルモノトスレバ感光電池ヲ電球ニ近ク接シタル場合ニ電球ガ輻射スル高熱ノタメニ電池液ノ溫度ヲ高メ從ツテ電壓ノ示度ニ影響ヲ及ボスガ故ニ示度ト光度トノ關係ヲ表明スベキ曲線圖ガ又コレガタメニ不良ノ影響ヲ蒙ルヤ論ナシ

§ 28. 著者ハ電燈ノ照度ヲ一定ナラシム可キ變壓器ヲ使用セズ只電池液ノ溫度ヲ略一定ニ保チテ電燈ノ照度ト電壓計ノ示度トノ關係ヲ實測シテ次表ノ結果ヲ得タリ但感光電池ヲ2000呎燭光ノ光源ヨリ 139.16糎ノ距離(コノ場合ハ電極面ニ射入スル照度ハ凡 125. 呎燭光)ニ置キソレヨリ漸次光源ニ近ヅカシメ17.40糎ノ距離(コノ場合ニハ電極面ニ射入スル照度ハ凡8000呎燭光)ニマデ至ラシメコノ中間ニ於ケル各種ノ距離ニ於テ換言スレバ電極面ニ各種ノ照度ヲ射入セシメ以テ電壓計ノ指針ノ示度ヲ採讀セリカクシテ第一回ノ測定ヲ終リ次ニ引續キテ全クコレト同樣ノ測定ヲ五回繰リ返シテ行ヘリ

第XVIII表　電燈ノ照度ト電壓計ノ示度トノ關係

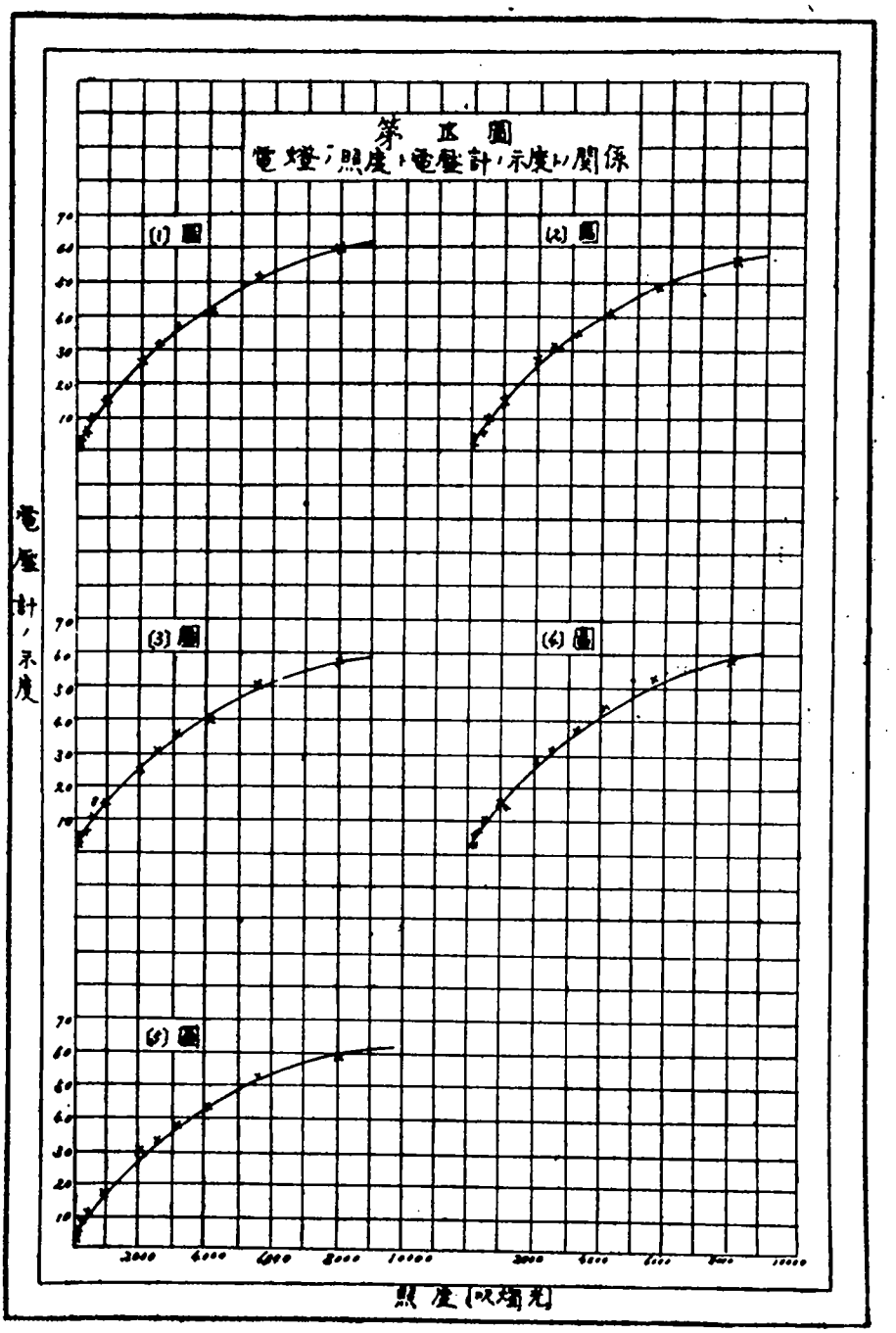
光源ヨリノ距離（糎）	電燈ノ照度（呎燭光）	電壓計ノ示度				
		第一回測定	第二回測定	第三回測定	第四回測定	第五回測定
17.40	8000	60.1	56.7	58.1	58.6	59.1
20.87	5558	52.0	49.0	50.0	52.5	52.5
24.35	4082	42.0	41.5	40.0	44.0	43.3
27.83	3126	37.0	35.0	36.0	37.5	38.2
31.31	2470	31.5	31.5	30.5	32.0	32.5
34.79	2000	27.0	27.5	26.3	29.0	30.0
52.19	888	15.0	14.7	15.0	16.0	15.1
69.58	500	10.0	10.0	11.0	11.3	10.5
86.98	320	6.3	6.5	7.0	7.0	6.7
104.37	180	5.2	5.0	5.0	5.5	5.2
139.16	125	2.5	2.5	2.8	3.0	2.7

第XVIII表ニ於ケル各回ノ測定ニ就テ夫レ夫レ電燈ノ照度ト電壓計ノ示度トノ關係ヲ表ハスベキ曲線圖ヲ畫クトキハ第IX圖(1,2,3,4,5)ニ示スガ如シコレ等ノ曲線圖上ニ於テ夫レ夫レ電壓計ノ示度10,20,30,40,50ニ對スルノ照度ヲ求ムルトキハ略次表ニ示スガ如シ但(1)圖ハ第一回ノ測定ニ基キテ畫キタルタル曲線圖(2)(3)(4)(5)圖ハ夫レ夫レ第二,第三,第四,第五回ノ測定ニ基キ畫キタル曲線圖ナリ

第　XIX

電壓計ノ示度	電燈ノ照度（呎燭光）					
	(1)圖	(2)圖	(3)圖	(4)圖	(5)圖	同上ノ平均
10	430	490	490	470	450	478
20	1280	1210	1200	1240	1200	1250
30	2310	2350	2400	2120	2020	2252
40	3770	3900	3910	3400	3400	3682
50	5600	6700	6100	5030	5150	5723

第XIX表ヲ言說スレバ例ヘバ第一回ノ觀測ノ結果ニ基キテ畫キタル曲線圖(1)上ニ於テハ電壓計ノ示度10ニ對シテハ490呎燭光20,30,40,50ニ對シテハ夫レ夫レ1280,2310,3770,5600呎燭光ナルモ第二回ノ觀測ニ基キ



テ畫キタル曲線圖(2)上ニ於テハコレト必ズシモ相同ジカラズシテ電壓計ノ示度 10, 20, 30, 40, 50 ニ對シテ夫レ夫レ 490, 1240, 2350, 3900, 6700 呎燭光ナルヲ示シ(3)(4)(5)圖ニアリテモ兩者ノ關係又各相同ジカラザルヲ示セ

リ換言スレバコノ觀測ニ使用シタル光度計ヲ以テ任意ノ天然光ヲ測定シソノ際ニ於ケル電壓計ノ示度ガ假リニ30ナリシモノトスレバ〔1〕圖ニヨレバ該天然光ノ照度ハ2310呎燭光〔2〕〔3〕〔4〕〔5〕圖ニヨレバ夫レ夫レ3250, 2400, 2120, 2080呎燭光ニシテコレヲ平均スレバ實ニ2252呎燭光トナルノ關係ヲ示セリ故ニ本光度計ヲ使用シテ任意ノ天然光ニ對スル電壓計ノ示度ヲ採讀シタリトスルモコノ採讀シタル示度ニ對スルノ光度ハ曲線圖ノ如何ニヨリテ相同ジカラザルヲ常トス而モ前述ノ如ク例ヘ同一ノ感光電池ヲ使用スルトスルモコノ曲線圖ガ觀測ノ度毎ニ多少ノ變異ヲ表ハスハ觀測ノ基本トナルベキ標準電燈ノ照度ガ一定ナラズシテ時々刻々若干ノ變化ヲナシツツアルニ由來スルハ勿論其他電池液ヲ定溫ナラシムルコトノ至難ナルコト並ニ觀測ノ際ニ於ケル各種ノ誤差ノ集積ノ結果ト解スベキナリ

§ **29.** 上記ノ成績ニ基キテ曲線圖ノ精度ヲ推究センニハコレヲ二個ノ場合ニ分チテ考フルノ要アリ即

1. 只一回ノ觀測ノ結果ニヨリテ曲線圖ヲ作製シタル場合ニハ幾何ノ誤差ヲ生ズルカ
2. 數回(コノ場合ニハ五回)ノ觀測ノ結果ヲ平均シタルモノニ基キテ曲線圖ヲ作製シタル場合ニハ幾何ノ誤差ヲ生ズルカ

A)只一回ノ觀測ノ結果ニヨリテ曲線圖ヲ作製シタル場合ノ誤差

今上記五回ノ測定ニヨリテ得タル電壓計ノ示度10, 20, 30, 40, 50ニ對スル夫レ夫レノ照度ノ平均値(Arithmetisches Mittel)ヲ求メコノ平均値ト一回觀測ノ照度トノ偏差ヲ求メコレニ基キテ一回觀測ノ中數誤差 (Mittlerer Fehler einer Beobachtung)ヲ算出シコノ中數誤差ガ平均値ニ對スル百分率ヲ求メ更ニソノ中間誤差 (Wahrscheinlicher Fehler) ヲ求ムルトキハ次表ノ如シ

第 XX 表

電壓計ノ示度	五回觀測ノ照度ノ平均値ト一回觀測ノ照度トノ偏差(Δ)					一回觀測ノ中數誤差(m) $m=\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n-1}}$	五回觀測ノ照度ノ平均値	一回觀測ノ中數誤差mガ平均値ニ對スル%=M	同中間誤差(ω)% ω=0.6745M
	〔1〕	〔2〕	〔3〕	〔4〕	〔5〕				
10	+ 12	+ 12	+ 12	− 8	− 28	± 18	478	± 3.8	± 2.6
20	+ 30	− 10	+ 40	− 10	− 50	± 36	1250	± 2.9	± 1.9
30	+ 58	+ 98	+ 148	− 132	− 172	± 143	2252	± 6.4	± 4.3
40	+ 88	+ 218	+ 258	− 282	− 282	± 265	3682	± 7.2	± 4.8
50	− 122	+ 978	+ 378	− 662	− 572	± 686	5722	± 11.9	± 8.0

例ヲ以テ上表ヲ說明センニ今コノ光度計ヲ使用シテ戶外ノ天然光ヲ測定シ電壓計ノ示度30ヲ採讀セリトスレバ該天然光ノ照度ハ五回平均ニ於テ2252呎燭光ナリ然ルニ〔1〕圖ヨリ求メタル照度ハ2310呎燭光ナルヲ以テソノ偏差ハ+58呎燭光同樣ニ〔2〕〔3〕〔4〕〔5〕圖ヨリ求メタルノ照度ハ各2350, 2400, 2120, 2080呎燭光ナルヲ以テソノ偏差ハ夫レ夫レ +98, +148, −132, −172 呎燭光ナルヲ知ルベシコレ等ノ偏差ニ基キテ一回觀測ノ中數誤差 (m) ヲ求ムルノ法ハ只 $m=\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n-1}}$ (但n=觀測ノ回數, Δ=偏差)ヲ計算スレバ可ナリ即電壓計ノ示度10, 20, 30, 40, 50ニ對スルmノ値ハ夫レ夫レ±18, ±36, ±143, ±265, ±686ニシテコノmノ値ガ五回觀測ノ照度ノ平均値ニ對スル百分率(M)ハ夫レ夫レ±3.8, ±2.9, ±6.4, ±7.2, ±11.9且又同上ノ中間誤差(ω)ハ ω=0.6745Mニヨリテ計算スルヲウベク即夫レ夫レ ±2.6, ±1.9, ±1.3, ±4.8, ±8.0ナルコト總テ上表ニ掲記スルトコロノ如シ

故ニ上記ノ成績ヲ再說スレバ標準電燈ノ照度ヲ一定ナラシム可キ變壓器ヲ使用セズ只電池液ノ溫度ヲ略定溫ニ保チテ電燈ノ照度ト電壓計ノ示度トノ關係ヲ只一回觀測シテ曲線圖ヲ作製スルトキハ該曲線圖ハ電壓計ノ示度10, 20, 30, 40, 50ニ對スルノ照度ニ就テハソノ中數誤差ハ夫レ夫レ±3.8 ±2.9, ±6.4, ±7.2, ±11.9%且又ソノ中間誤差ハ夫レ夫レ ±2.6, ±1.9, ±4.3, ±4.8, ±8.0%ナリトナスベク換言スレバコノ曲線圖ノ作製ニ使用シタル感光電池ヲソノ電池液ヲ曲線圖作製ノ際ニ有シタルト同一ノ定溫ニ保チテ戶外ノ任意ノ天然光ニ對スル電壓計ノ示度ヲ採讀シコ

ノ採讀シタル示度ニ對スルノ光度ヲ前記[1][2][3][4][5]ノ何レカ一ツノ曲線上ニ求ムルトキハ其場合ニ於ケル照度ノ中數誤差ハ電壓計ノ示度10, 20, 30, 40, 50 ニ對シテ夫レ夫レ ±3.8, ±2.9, ±6.4, ±7.2, ±11.9 %ニシテ又其中間誤差ハ夫レ夫レ±2.6, ±1.9, ±4.3, ±4.8, 8.0 %ナルヲ以テ例ヘバ電壓計ノ示度10ニ對スルノ光度ニ就テハ其誤差ガ +2.6%ト −2.6 %トノ間ニアル公算(Wahrscheinlichkeit)ハ 1/2 ナリト解スルヲ得ベシ

B)五回觀測ノ結果ヲ平均シタルモノニ基キテ曲線圖ヲ作製シタル場合ノ誤差

一般ニ n 回觀測ノ平均値ノ中數誤差 μ ハ次式ニヨリテ計算スルヲ得ベシ

$$\mu=\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n(n-1)}}$$

又其中間誤差 ω ハ次式ニヨリテ計算スルヲ得ベシ

$$\omega=0.6745\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n(n-1)}}=0.6745\mu$$

今第 XX 表ノ結果ニ基キテ五回觀測ノ照度ノ平均値ノ中數誤差 μ 及コノ μ ガ平均値ニ對スル百分率 μ_0 並ニ其中間誤差 ω_0 ヲ計算スレバ次表ノ如シ

第 XXI 表

電壓計ノ示度	五回觀測ノ照度ノ平均値ノ中數誤差 (μ	同前中數誤差ガ平均値ニ對スル%(μ_0)	五回觀測ノ照度ノ平均値ノ中間誤差ガ平均値ニ對スル%(ω_0)
10	± 8.0	± 1.7	± 1.1
20	± 16.1	± 1.3	± 0.9
30	± 64.0	± 2.8	± 1.9
40	± 118.5	± 3.2	± 2.2
50	± 306.6	± 5.4	± 3.6

上表ヲ言說スレバ標準電燈ノ照度ヲ一定ナラシム可キ變壓器ヲ使用セズ只電池液ノ溫度ヲ略定溫ニ保チテ電燈ノ照度ト電壓計ノ示度トノ關係ヲ五回觀測シテ其平均値ヲ求メ此平均値ニ基キテ曲線圖ヲ作製ス

ルトキハ該曲線圖ハ電壓計ノ示度10,20,30,40,50,ニ對スルノ照度ニ就テハ其中數誤差ハ夫レ夫レ ±1.7,±1.3,±2.8,±3.2,±5.4％ニシテ又其中間誤差ハ夫レ夫レ ±1.1,±0.9,±1.9,±1.2,±3.6％ナルヲ示セリ故ニ例ヘバ電壓計ノ示度10ニ對スルノ光度ニ就テハ其中間誤差±1.1％ナルヲ以テ其誤差ガ+1.1％ト−1.1％トノ間ニアル公算ハ 1/2 ナルヲ知ル可シ

§ 30. 上記二箇ノ場合ノ平均誤差ヲ更ニ比較對照スレバ次表ノ如シ

第 XXII 表

電壓計ノ示度	五回觀測ノ照度平均値（呎燭光）	電壓計ノ示度ニ對スル照度ノ中數誤差ノ％	
		一回觀測ノ場合	五回觀測ヲ平均シタル場合
10	478	± 3.8	± 1.7
20	1250	± 2.9	± 1.3
30	2252	± 6.4	± 2.8
40	3682	± 7.2	± 3.2
50	5722	± 11.9	± 5.4

一般ニ平均値ノ中數誤差ハ觀測回數ノ平方根ニ逆比例スルモノニシテ例ヘバ五回觀測セル場合ノ平均値ハ只一回ノ觀測ニヨリテ得タル値ニ比シ其誤差ハ $\frac{1}{\sqrt{5}}=\frac{1}{2.2}$ ナルノ關係ニアリ上表ニ於ケル二箇ノ場合ノ中數誤差モ又ヨクコノ關係ヲ說明セリ故ニ本光度計ノ使用ニ當リテ電壓計ノ示度ニ對スル照度ヲ求ムル曲線圖ハ實驗室內ニテ少クトモ五回ノ觀測ヲ繰リ返シコレヲ平均シタル値ニ基キテコレヲ作製スルノ要アリ然ルトキハ其中數誤差ハ上表ノ末欄ニ揭記スル範圍內ニ止ムルヲ得ベシ

今上表ノ結果ニ基キ五回觀測ノ照度ノ平均値ヲ橫軸ニトリ其中數誤差ヲ縱軸ニトリテ兩者ノ關係ヲ表ハス可キ曲線圖ヲ畫ク時ハ大略的ニ直線的關係トナリ光度大ナルニ從ツテ中數誤差モ又次第ニ大ナルノ關係ヲ有スルヲ見ル故ニ今之ヲ大略的ノ直線的關係ト見做シ各種ノ光度ニ對スル中數誤差ヲ該圖上ニ求ムルトキハ凡ソ次表ノ如シ

第 XXIII 表

照度（呎燭光）	電壓計ノ示度ニ對スル照度ノ中數誤差ノ%（五回觀測ヲ平均シタル場合）	照度（呎燭光）	電壓計ノ示度ニ對スル照度ノ中數誤差ノ%（五回觀測ヲ平均シタル場合）
200	± 0.97	3500	± 3.55
300	± 1.02	4000	± 3.95
400	± 1.10	4500	± 4.30
500	± 1.20	5000	± 4.70
1000	± 1.60	5500	± 5.10
1500	± 2.00	6000	± 5.50
2000	± 2.35	7000	± 6.25
2500	± 2.75	8000	± 7.05
3000	± 3.15		

上表ハ例ヘバ野外ノ照度ヲ 300 呎燭光ナリトスレバ感光電池ニヨリテコノ照度ヲ電壓ニ變質シタル場合ニコノ電壓ノ大サヲ五回觀測ノ結果ヲ平均シテ求メタル曲線圖上ニ於テ照度ニ變換スレバ該照度ガ 300 呎燭光ニ對スル中數誤差ノ百分率ハ ±4.02, 即 ±3.06 呎燭光ノ中數誤差アルヲ意味スルモノナリ

§ 31. 上述ノ誤差ハ直チニコレヲ以テ光度計ソノモノノ誤差ナリト考フ可カラズ何ントナレバコハ電壓計ノ指針ノ示度ト照度トノ關係ヲ表ハス可キ曲線圖ニ關スル誤差ニシテ假リニ曲線圖ニハ誤差ナシトスルモ光度計ヲ實際ニ使用スルニ當リテハ各種ノ避ク可カラザル微少ノ誤差ヲ集積スルハ免レザルトコロニシテ例ヘバ戸外ノ任意ノ天然光ヲ測定スルニ當リテハ電池液ノ溫度ヲ一定ナラシムルコト能ハザルヲ以テ測定時中近似的ニ定溫ナリシモノト假定スルノ外ナク斯クノ如キ誤差ヲ總テ考察ノ中ニ入ルルトキハ前記ノ誤差ニ更ニ若干ノ誤差ガ追加セラルルモノトナサザル可カラズ著者ノ經驗スルトコロニヨレバ實際ニ該光度計ヲ使用スルニ當リテハ前記ノ誤差ノ殆ド二倍場合ニヨリテハ二倍以上ノ誤差ヲ招致スルモノト思考セラル

§ 32. 吾人ガ林内外ノ光度ヲ比較スルノ目的ニ對シテハ其絶對的光度ハ必シモコレヲ知ルノ要ナシ感光電池ハ快晴ノ日中天ヨリ來ル天然

光ノ如キ强烈ナル光度ノ測定ニ耐エザルヲ以テ受光窓ノ一部ヲ黑漆紙ヲ以テ被覆シ林内外ノ絕對的光度ヲ同一ノ割合ニ減殺シテ測定スルヲ以テ林内外ノ眞ノ絕對的光度ハコレヲ求ムルコト能ハズト雖而モ其關係的光度ハ必シモコレヲ求ムルコト難カラズ一般ニ關係的光度ト云フハ今林外ノ絕對的光度ヲL_a林内ノ絕對的光度ヲL_iヲ以テ表ハストスレバ $\frac{L_i}{L_a}$ ヲ以テ表ハス可キモノニシテ例ヘバ林外ノ絕對的光度ヲ10000呎燭光トシ林内ノ絕對的光度ヲ1000呎燭光ナリトスレバ林内ノ關係的光度ハ $\frac{1000}{10000}$ 即 $\frac{1}{10}$ ナリト云フガ如シ今感光電池ノ受光窓内ニ射入スル光度ヲ黑漆紙ノ被覆ニヨリテ其1/nニ弱メタリト假定センカカクシテ測定シタル林内外ノ絕對的光度ハ夫レ夫レ $\frac{1}{n}$10000及 $\frac{1}{n}$ 1000呎燭光ナルハ明カニシテ林外ノ絕對的光度ヲ1トシテノ林内關係的光度ハ $\frac{1}{n}1000/\frac{1}{n}10000=\frac{1}{10}$ ニシテ前者ト全ク同一ノ値ヲ得ルハ勿論ナリ

§ 33. 今L_a及L_iニ夫レ夫レm_a及m_iノ中數誤差アリトスレバ $\frac{L_i}{L_a}$ 即林内關係的光度ニハ幾何ノ中數誤差アリヤヲ推究センニ今

$$\frac{L_i}{L_a}=L_r \qquad \text{〔林内關係的光度〕}$$

トシL_rノ中數誤差ヲm_rヲ以テ表ハストスレバ誤差轉換ノ法則ニヨリ一般ニ

$$m_r^2=\left(\frac{\delta L_r}{\delta L_i}\right)^2\cdot m_i^2+\left(\frac{\delta L_r}{\delta L_a}\right)^2\cdot m_a^2 \qquad \text{〔I〕}$$

然ルニ

$$\frac{\delta L_r}{\delta L_i}=\frac{1}{L_a}$$

$$\frac{\delta L_r}{\delta L_a}=-\frac{L_i}{L_a^2}$$

$$\therefore\ m_r^2=\left(\frac{1}{L_a}\right)^2\cdot m_i^2+\left(-\frac{L_i}{L_a^2}\right)^2\cdot m_a^2$$

$$m_r^2=\frac{m_i^2}{L_a^2}+\frac{L_i^2\cdot m_a^2}{L_a^4}$$

$$\therefore\ m_r=\frac{\sqrt{m_i^2\cdot L_a^2+m_a^2\cdot L_i^2}}{L_a^2} \qquad \text{〔II〕}$$

今 $m_i=P_i\cdot L_i$

$$m_a = P_a \cdot L_a$$

ト假定スレバ

$$P_i = m_i / L_i$$

$$P_a = m_a / L_a$$

即 P_i ハ林内光度ト其中數誤差トノ比値 P_a ハ林外光度ト其中數誤差トノ比値ナルヲ以テ今林内光度ノ中數誤差ノ百分率ヲ $[\mu_0]_i$ ヲ以テ表ハシ林外光度ノ中數誤差ノ百分率ヲ $[\mu_0]_a$ ヲ以テ表ハストスレバ

$$[\mu_0]_i = P_i \times 100$$

$$[\mu_0]_a = P_a \times 100$$

ナルハ明カナリ故ニ例ヘバ林外光度ノ中數誤差ノ百分率ヲ ±5.50 ナリトスレバ P_a ハ其 1/100 即 ±0.0550 ナリ

§ 34. 今 [II] 式

$$m_r = \frac{\sqrt{m_i^2 \cdot L_a^2 + m_a^2 \cdot L_i^2}}{L_a^2}$$

ニ於テ $m_i = P_i \cdot L_i$ 及 $m_a = P_a \cdot L_a$ ヲ置換スレバ

$$m_r = \frac{\sqrt{P_i^2 \cdot L_i^2 \cdot L_a^2 + P_a^2 \cdot L_a^2 \cdot L_i^2}}{L_a^2}$$

$$= \frac{\sqrt{L_a^2 \cdot L_i^2 (P_i^2 + P_a^2)}}{L_a^2}$$

$$\therefore \quad m_r = \frac{L_i}{L_a} \sqrt{P_i^2 + P_a^2}$$

或ハ $\quad m_r = L_r \sqrt{P_i^2 + P_a^2}$

今 $\sqrt{P_i^2 + P_a^2} = P_r$ ヲ以テ表ハストキハ

$$m_r = P_r \cdot L_r$$

或ハ $\quad P_r = m_r / L_r$

然ルニ P_r ハ林内關係的光度ト其中數誤差 m_r トノ比値ナルヲ以テ今林内關係的光度ノ中數誤差ノ百分率ヲ $[\mu_0]_r$ ヲ以テ表ハストスレバ

$$[\mu_0]_r = P_r \times 100$$

ナルハ明カナリ故ニ P_i 及 P_a ノ場合ト同様ニ P_r モ又 $[\mu_0]_r$ ノ 1/100 ナルノ關係ヲ有セリ

今實例ニ就テ上述ノ關係ヲ說明センニ假リニ林內外ノ光度ヲ實測シテ夫レ夫レ 200 及 6000 呎燭光ヲ得タリトスレバ其中數誤差ノ百分率ハ第 XXIII 表ニヨリテ夫レ夫レ ±0.97 及 ±5.50 ナルヲ知ル即

$$I_{4n}=6000 \qquad [\mu_0]_n=\pm 5.50$$

$$L_1=200 \qquad [\mu_0]_1=\pm 0.97$$

コノ場合ニ於テ林內關係的光度 $I_4=\frac{I_1}{I_{4n}}$ ノ中數誤差ノ百分率ハ幾何ナリヤヲ計算センニ

$$P_r=\sqrt{P_1^2+P_n^2}$$

$$=\sqrt{[\pm 0.0550]^2+[\pm 0.0097]^2}$$

$$=\pm 0.0558$$

$$\therefore [\mu_0]_r=\pm 5.58$$

即コノ場合ニ於ケル林內關係的光度ニハ ±5.58% ノ中數誤差アルヲ知ル

§ 35. 試ニ著者ガ苫小牧からまつ生長試驗林ニ於テ該光度計ヲ使用シテ實測シタル林內外ノ光度ニ基キ林內關係的光度ノ中數誤差ノ百分率ヲ計算スレバ次表ノ如シ但實測光度ノ中數誤差ノ百分率ハ曲線圖作製ノ際ニ起リ來ル中數誤差ノ百分率ノ二倍ナリト假定ス

第 XXIX 表

實測光度		實測光度ノ中數誤差ノ%		林內關係的光度	林內關係的光度ト其中數誤差トノ比値	林內關係的光度ノ中數誤差ノ%
林外 I_{4n} (呎燭光)	林內 I_4 (呎燭光)	林外 $100\times P_n$	林內 $100\times P_1$	$L_r=L_1/L_n$	$P_r=\sqrt{P_1^2+P_n^2}$	$[\mu_0]_r=100P_r$
3500	170	± 7.1	± 1.9	0.0486	± 0.0735	± 7.35
5200	340	± 9.8	± 2.1	0.0654	± 0.1002	± 10.02
6500	370	± 11.7	± 2.2	0.0569	± 0.1191	± 11.91
6900	520	± 12.4	± 2.4	0.0754	± 0.1263	± 12.63
7800	750	± 13.8	± 2.8	0.0962	± 0.1408	± 14.08

例ヲ擧ゲテ第 XXIV 表ヲ簡單ニ說明スレバ本光度計ニヨリ林外ニ於テ黑漆紙ヲ以テ覆メタル光度 7800 呎燭光林內ニ於テ同上光度 750 呎燭光ヲ實測シタリトスレバ林內關係的光度ハ 0.0962 ニシテ其中數誤差ハ

14.08% ナリ然レドモコノ中數誤差ハ林内外ノ絶對的光度小ナルニ從ツテ愈小ニシテ例ヘバ前ト同一ノ割合ニ弱メラレタル林外光度3500呎燭光及林内光度170呎燭光ニ對シテハ林内關係的光度ハ0.0486ニシテ其中數誤差ハ ±7.35% ナリ即前者ニ比シテ著シク小ナルヲ見ルコレ本光度計ハ測定光度小ナルニ從ツテ其精密度ガ愈大ナルノ關係ヲ有スルニ因レリ

§ **36.** Wiesner氏ノ光度計ハ感光紙ガ標準色ト等色トナルニ要シタル時間(秒單位)ノ逆數ヲ以テ光度ヲ測定スルモノニシテ今所要時間(秒單位)ヲZトシテ光度ヲLトスレバ $L=\frac{1}{Z}$ 同氏ハ一秒ヲ要シテ標準色ト等色ナル光度ヲ單位ノ光度トナシコハWienニ於ケル六月十五日ノ正午ノ光度ト略等量ナリトセリ故ニ今假ニ感光紙ガ標準色ト等色ナルニ一秒ヲ要スル光度ヲ10000呎燭光トスレバ2秒ヲ要スル光度ハ5000呎燭光ナリ今コレ等ノ關係ヲ表示スレバ次ノ如シ

第 XXV 表

所要時間 Z (秒)	光度	所要時間 Z (秒)	光度	所要時間 Z (秒)	光度	所要時間 Z (秒)	光度
1	10000	6	1666	11	909	16	625
2	5000	7	1429	12	833	17	588
3	3333	8	1250	13	769	18	556
4	2500	9	1111	14	714	19	526
5	2000	10	1000	15	667	20	500

第XXV表ニヨレバ野外ノ光度10000呎燭光ヲ測定スルニ當リテ一秒ト讀ムベキヲ假リニ二秒ト誤讀シタリトセンカ求メタル光度ハ5000呎燭光トナリ實ニ二倍ノ誤差ヲ生ズ然レドモ光度小ナルニ從ヒ一秒ノ誤讀ハ實測光度ニ著シキ影響ヲ與ヘズ即17秒ト讀ム可キヲ假リニ18秒ト誤讀シタリトスルモ其測定光度ニ與フルノ誤差ハ上表ニヨレバ僅カニ32呎燭光ニシテ即5.6%ノ誤差アルニ過ギズ然レドモ實際感光紙ガ標準色ト等色トナレル瞬間ヲ識別スルハ多大ノ熟練ヲ要シ通常ノ場合ニアリテハ到底一,二秒ノ誤差ニ止ム可キニアラズ著者ガ理學博士三好學氏ノ厚意ニヨリ同氏ガ歐洲ヨリ持歸リタル該光度計ヲ借受ケテ試用セル結果ニヨレバ標準色ハ灰白色ニシテ感光紙ガ光線ノ作用ニヨリ化學的ニ變色スル色トハ其色ノ種類ヲ異ニシ如何ナル場合ガ等色ナリヤサヘ殆ド見分クルコト能ハズ眞種ノ色ノ濃淡ヲ比較スルハ何等カノ據ルベキ標準ヲ要ス而モ其標準ナクシテソレガ等色トナルノ瞬間ヲ猶豫スベカラザル秒時計ヲ以テ適確ニ判斷スルハ實ニ至難ノ業ナリト云ハザル可カラズ假リニ其色調ノ等一ヲ熟練ニヨリテ見分ケ得ルトスルモ觀測者ノ精神狀態如何ニヨリテ其判定ニ錯誤ヲ來スコトアルハ明カニシテ斯クノ如キ不確カナル標準ニ基キテ數字的計量ヲ行ハントスルハ實ニ危險極リナシト云フ可シWiesner氏ハ自ラ該光

度計ハ±5%ノ中數誤差ニ止ムルヲ得トナセルモ其解說ハ詳カナラズ假リニ林外ノ光度ヲ10000呎燭光林內ノ光度ヲ1000呎燭光トシ林外ニテ±0.5秒林內ニテ±1.0秒ノ中數誤差アリトスレバ林內關係的光度ニハ既ニ35.14%ノ驚ク可キ大ナル中數誤差ヲ生ズルニ至ル而モ熟練セル技術者ヲ以テスルモ中數誤差ヲコノ範圍內ニ止ムルハ實ニ至難ノ業ナルヲ以テWiesner氏ノ光度計ハ其精度ニ於テハ到底本光度計ト比較スルノ價値ナシト思考ス

D. 稚苗ノ生長量ト受光量トニ關スル實驗的研究

I. 實驗ノ目的

§ 37. 實驗ノ目的ハ一生長期間ニ於ケル受光量ト各樹種ノ稚苗ノ生長量トノ關係ヲ實測シ前記ノ理論式ガ果シテ實驗ノ結果ニ適合スルヤ否ヤヲ究メ更ニ進ンデ各異ノ樹種ガ光線ニ對スル關係殊ニ其耐陰力ヲ決定スル方法ヲ數理的ニ闡明セントスルニアリ凡ソ受光量ト稚苗ノ生長量トノ關係ノ如キ二個ノ自然現象ヲ捉ヘ來リテ其間數理的相關ノ實在スルヤ否ヤヲ慥カメンニハ其兩因子タル受光量並ニ稚苗ノ生長量ヲ能フ限リ精密ニ測定スルノ要アルハ勿論コノ兩者ノ關係ヲ攪亂ス可キ幾多ノ副因ノ混入ヲ可及的排除スルニ勗メザルベカラズ蓋シ稚苗乃至林木ノ生長量ハ單ニ受光量ノ如何ニヨルノミナラズ多種多樣ノ因子ノ綜合作用ニヨリテ結果スルモノナルヲ以テ實驗ニ當リテハ受光量以外ノ他ノ因子ハ總テコレヲ平等ニ供給スルニ勗メザル可カラズサレド嚴密ニ平等ニコレヲ供給スルハ固ヨリ不可能ナルヲ以テ實驗ノ設備及方法ヲ適當ニシテ可及的コレニ近カラシムルヲ期スルノ外ナク實驗ノ結果ヲ數理的ニ歸納スル場合ニアリテモコレヲ平等ニ供給シタルモノト假定スルノ外ナシ加之一生長期間內ニ於ケル稚苗ノ生長量ハ重量又ハ材積ヲ以テスレバ如何ナル程度ノ精密度モコレヲ期待スルニ難カラズト雖稚苗ガ該生長期間內ニ實際享受セル受光ノ總量ハ如何ナル裝置如何ナル光度計ヲ以テスルモコレヲ精密ニ計量スルハ容易ニアラズ故ニ實驗ノ結果ニ基キテ兩者ノ相關ヲ數理的ニ歸納スルハ至難ノ業ニ屬セリ而モ著者ガ敢テコレニ着手セル所以ノモノハ兩者ノ關係ヲ數理的ニ明カナラシムルハ造林學並ニ林木生長學上ノ基本原則ヲ誘導スル前提

トシテ一日モ忽諸ニ附ス可カラザル緊急問題ナリト信ジタレバナリ

§ 38. 林木ノ生長トソノ受光量トノ關係ガ立地ニヨリテ異ナル點ハ暫ク除外スルモ林木ノ年齢ニヨリテ著シキ差異アルヲ以テ兩者ノ關係ヲ數理的ニ闡明セントスレバ少クトモ幼壯老ノ三ツノ場合ニ就テ研究スルノ要アリ幼齢ノ樹木ト受光量トノ關係ハ主トシテ上方天然下種更新ノ場合ニ於ケル殘存母樹ノ密度如何ノ解決ニ密接ノ關係ヲ有シ壯齢ノ樹木ト受光量トノ關係ハ主トシテ混淆林ノ造成並ニ枝打間伐等ノ如キ森林撫育上ノ問題ノ解決ニ重要ノ關係ヲ有セリ老齢ノ樹木ト受光量トノ關係ハ前二者ニ比スレバ造林上ノ諸問題ノ解決上直接關係スルトコロ小ナルガ如シ只幼齢ノ樹木ハ苗圃ニ於テ庇陰格子等ニヨリソノ受光量ヲ適宜ニ加減シテコレヲ實驗スルコト可能ナルヲ以テ勞費ヲ厭ハザレバ可及的精密ノ研究ヲナスニ難カラズト雖壯老ノ樹木ハ現實林ニ就テコレヲ調査スル外ニ途ナキヲ以テ數理的ニ精緻ノ研究ヲ遂グルハ至難ノ業ニ屬セリ加之林木ノ種類ニヨル耐陰力ノ相異ハ幼齢ノ場合ニ於テ最著シク長ズルニ從ツテ次第ニソノ耐陰力ヲ失ヒ壯齢ニ及ベバ多クノ林木ハ總テ皆等シク陽光ヲ渴望スルニ至リ所謂陰陽ノ差別ノ甚ダ著シカラザルニ至ルヲ見ルハ周知ノ事實ニシテ畢竟陰樹ト云ヒ陽樹ト云フモソハ只主トシテ幼齢ノ場合ニ於ケル差別ナリトスレバ幼齢ノ場合ニ於ケル研究ハ壯老兩齢ノ場合ニ於ケルソレヨリモ更ニ重要ノ意義ヲ有スルモノト云フ可シコレ著者ガ先ヅ幼齢ノ場合ニ於ケル研究ニ着手セル所以ナリ

II. 實驗ノ方法

§ 39. 稚苗ノ生長トソノ受光量トノ關係ヲ實驗スルニハ種々ノ密度ノ金網若シクハ木製ノ庇陰格子ヲ被覆シテ天然ノ全日光ヲ遮斷シ稚苗ヲ照射スル光量ヲ種々異ラシメ以テソノ生長ノ相異ヲ觀測スルノ法從來一般ニ行ハレタルトコロニシテ著者モ又コレニ倣ヒ次ノ寸法ニヨリ四種類ノ木製庇陰格子ヲ作製セリ

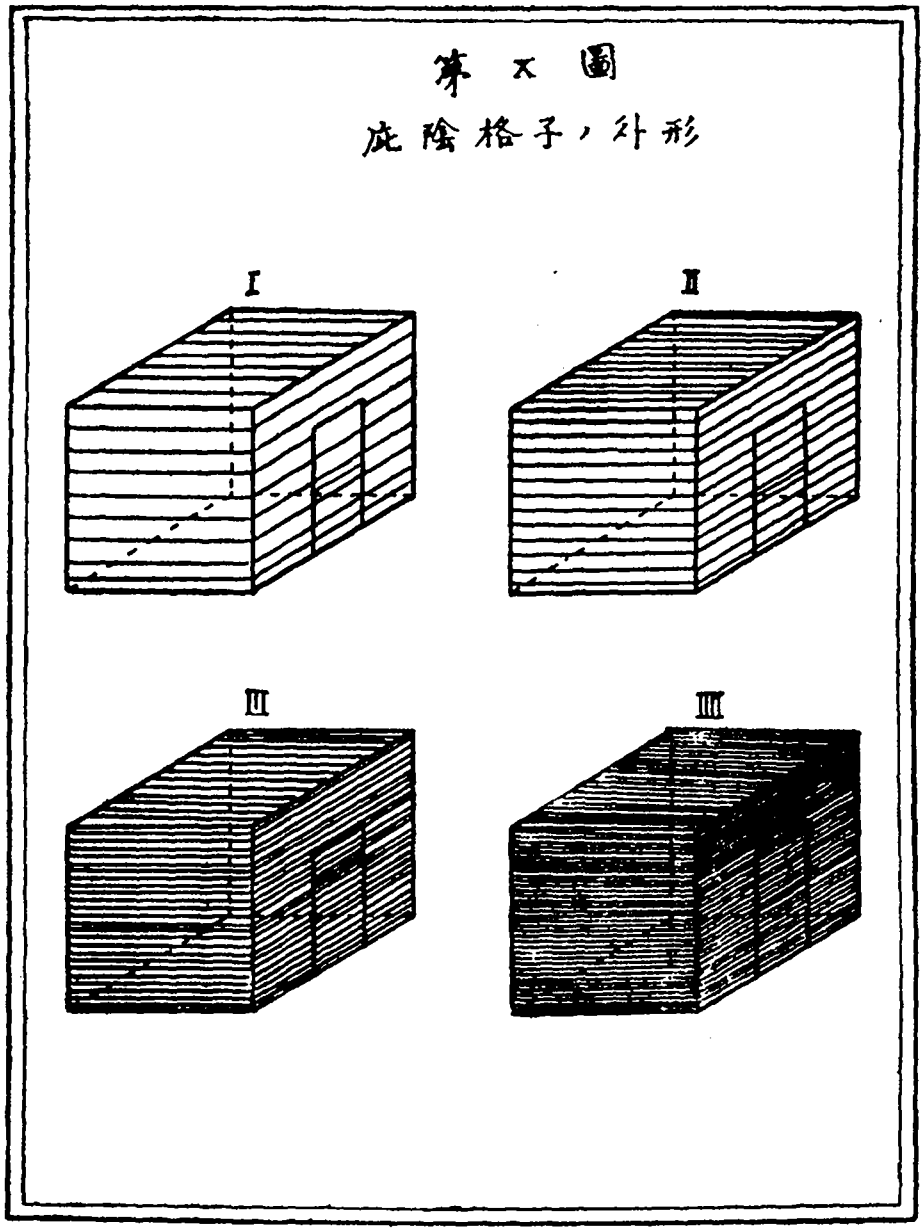
庇陰格子ノ種類	庇陰格子ノ大サ			棧ノ大サ		棧ノ間隔
	高サ（尺）	間口（尺）	奥行（尺）	幅（寸）	厚（寸）	（寸）
I	5.0	5.0	5.0	1.0	0.2	3.00
II	5.0	5.0	5.0	1.0	0.2	1.00
III	5.0	5.0	5.0	1.0	0.2	0.50
IV	5.0	5.0	5.0	1.0	0.2	0.25

庇陰格子ノ一側面ニハ扉ヲ設ケ光度測定ノタメ庇陰格子内ニ自由ニ出入スルノ用ニ供セリ但扉モソノ棧ノ大サ並ニ棧ノ間隔ハ他ノ部分ト全ク同一ニセリ(第X圖參照)實驗ニ供シタル稚苗ノ樹種及年齢ハ次ノ如シ

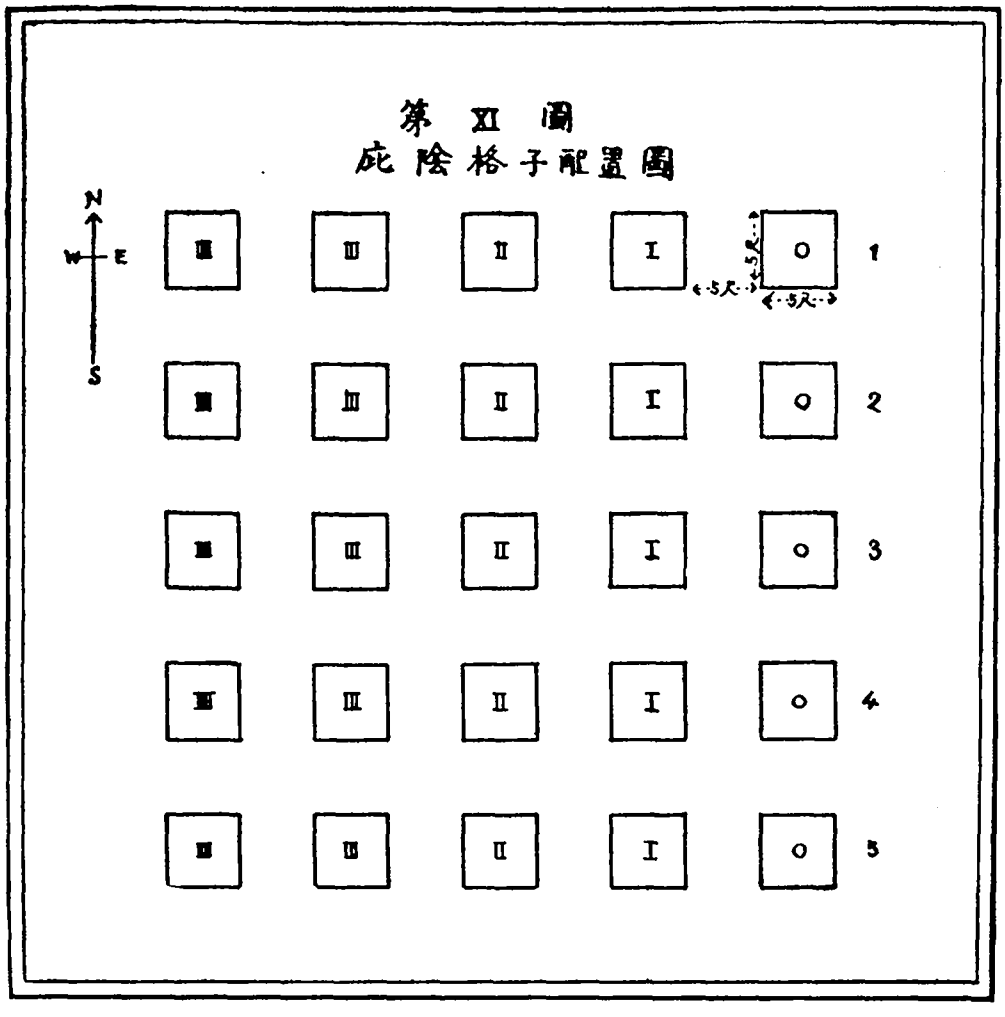
樹種		年齢
和名	學名	
からまつ	Larix leptolepis, Gord.	1
からまつ	„ „	2
歐洲たうひ	Picea excelsa, Lk.	2
歐洲たうひ	„ „	4
ねぞまつ	Picea jezoënsi Carr.	2
とゞまつ	Abies Mayriana, Miyabe et Kudō.	2
すとろーぶまつ	Pinus Strobus, L.	2
すとろーぶまつ	„ „	4
はるにれ	Ulmus campestris, Sm, var. laevis, Planch.	1

§ 40. 實驗ニ供シタル土地ハ北海道帝國大學附屬實驗苗圃ノ一部ニシテ地物ノ遮影ナキ廣濶ナル地面ノ中央部ヲ五十五尺平方ニ區劃シ廣ク深ク鋤起シヲ行ヒテ能フ限リ區劃内ノ各部ニ於ケル土壤ノ性質ヲ均一ナラシムルニ勗メ刮板ヲ以テ地表面ヲ平滑ニ清掃シコレヲ五尺平方ノ碁盤形ニ區分シ庇陰格子I, II, III, IVヲ第XI圖ノ如ク配置シ相互ノ間隔ヲ五尺トナセリ但圖ニ於テ0ハ全ク庇陰格子ヲ覆ハザル分區ニシテ即天然ノ全日光ノ照射ヲ受ク

供試稚苗ハ各樹種各年齢ニ就テ各50本宛即各分區ニ就テ各樹種各年齢毎ニ10本宛トシ可及的同形同大同勢力殊ニ根部ノ大サ及擴張ノ度ノ



略同一ナルモノヲ選定シ根部ノ土壤ハ根ノ性質ヲ害セザル程度ニ振落シテ一本毎ニソノ重量瓦)及幹長(糎)ヲ精密ニ測定シ各自ニ番號ヲ附シテ一尺平方ノ間隔ヲ以テコレヲ各分區ニ栽植セリ(大正十年五月一日)爾後臨時三回ノ除草ヲ行ヘル外別ニ手入ヲ行ハズ但光線遮斷ノ度ノ異ナルニ從ヒ雜草繁茂ノ度ニ幾何ノ相異アリヤヲ檢センガタメニ除草ノ度毎



ニ各分區ニ實際發生セル雜草ノ量ヲ重量ニテ測定セリナホ新植後十五日ヲ經過シタル後供試稚苗ノ活着狀況ヲ精密ニ調査シタル結果活着不良ナルモノ七本ヲ發見シタルヲ以テ便宜同形同大ノ苗木ヲ以テ補植セリ但五月十五日以後ニ於テハタトヘ枯死スルモノアルモ別ニ補植ヲ行ハズ同年十月三十一日供試稚苗ヲ全部掘起シ植栽前ト全ク同一ノ方法ニヨリ一本毎ニ重量及幹長ヲ實測シ一生長期間(五月一日ヨリ十月三十一日ニ至ル)內ニ於ケル實際ノ生長量ヲ算出セリ

§ 41. 本實驗ノ如ク其實驗ノ結果ヲ數理的研究ニ適用セントスル場合ニアリテハ實驗材料ノ吟味ハ特ニ嚴密ナル注意ヲ要ス可キモノニシテ實驗ノ結果ガ數理的ノ研究ニ耐ユルト否トハ實ニ主トシテ實驗材料ノ選定ノ精粗如何ニ關セリ即

1. 供試稚苗ノ形狀大サ殊ニソノ勢力ノ等一ナルモノヲ準備スルコト
2. 供試稚苗ヲ植栽スベキ土壤ノ性質ヲ各分區ニ就テ均等ナラシムルコト
3. 供試稚苗ノ植栽間隔ヲ可成廣クシテ相互ノ庇蔭ノ影響ヲ除去スルコト
4. 植付ノ方法即植穴ノ大サ植付ノ深サ等ヲ均一ナラシムルコト

上記四項ニ充分ノ注意ヲ拂ハザルニ於テハ少クトモ斯種ノ實驗ハコレヲ數理的ニ歸納スル價値ナシト斷ズルヲ得ベシ蓋シ供試稚苗ノ形狀大サ殊ニソノ勢力ニシテ等一ナラザランカ外界ノ危害ニ抵抗スル能力モ又等一ナルコト能ハズシテソノ勢力ノ旺ナルモノハ比較的密ナル庇陰格子ノ下ニアリテモナホ可也ノ生長力ヲ持續シウルモソノ勢力ノ微弱ナルモノハ最早コレニ耐ユルコト能ハズシテソノ生存ヲスラ脅威サルルニ至ルベク從ツテ得タル實驗ノ成績ハ到底光度ト受光量トノ關係ヲ數理的ニ歸納スル資料トシテノ價値ナシト謂ハザル可カラズ又土壤ノ性質ニシテ均等ナラザランカタトヘ勢力ノ等一ナル稚苗ヲ同一庇陰格子ノ下ニ養成スルトスルモ生長量ノ等一ヲ期待スルハ得テ望ム可カラズ又タトヘ稚苗ノ勢力及コレヲ養成ス可キ土壤ノ性質等一ナリトスルモソノ栽植セラレタル位置ニ於ケル相互ノ庇陰ノ影響等一ナラザランカ同一庇陰格子內ノ稚苗ト雖ソノ受光量ハ決シテ等量ナリト考フルコト能ハズ而モ各稚苗ノ實際ノ受光量ヲ一々測定スルハ不可能ナルヲ以テ同一庇陰格子內ノ稚苗ハ總テ近似的ニ等量ノ光線ニ浴スルモノト假定スルノ外ナシ從ツテコレガタメニ實驗ノ成績ガ又著シク攪亂セラルルモノトナサザル可カラズ又稚苗植付ノ方法即植穴ノ大サ植付ノ深サ等等一ナラザランカ生長量モ又各異ノ影響ヲ蒙ルヤ論ナク從ツテ實驗ノ成績ヲ攪亂スルコト疑ナシ

上記四項ノ影響ニヨル實驗誤差ハ著大ニシテコノ誤差ヲシテ可及的小ナラシメンニハ稚苗ヲ植栽スベキ土壤ニ就テハ廣ク深ク掘起シヲ行ヒテソノ性質ヲ均等ナラシムルニ勗メ能フ限リ同形同大同勢力ノ稚苗ヲ選定シ之ヲ同一ノ方法ニヨリテ植栽シ其植栽間隔ヲ可及的大ニシテ相互ノ庇陰ノ影響ヲ除クニ注意シ而モ供試稚苗ノ數ヲ出來ル丈ケ多クシテソノ平均値ヲ算出スル外ニ途ナキガ如シ固ヨリ植栽スベキ土壤ノ性質ヲ均一ナラシメンニハコレヲ栽筒ニ分植スルノ法アリト雖コハ却ツテ根部ノ自然ノ發達ヲ妨ゲ實際ノ場合ニ適合セザル成績ヲ誘致スル恐アリ

本實驗ニアリテハ上記四項ニツキ能フ限リノ注意ヲ拂ヒタリト雖只同形同大同勢力ノ稚苗ヲ選定スルニ當リ例ヘバソノ重量ヲ均一ナラシメントスレバ幹ノ形狀及根ノ發達ノ狀況等一ナラズ又後者ヲ等一ナラシメントスレバ前者ノ等一ヲ期スルコト能ハザル等總テノ關係ノ均一ナル同勢力ノ稚苗ヲ嚴密ニ選定スルハ殆ンド不可能ニシテ自然ニ生育スル數千ノ稚苗中ヨリコレ等ノ標準苗木數十本ヲ選出スルモ容易ニアラズ故ニ本實驗ニアリテハ強イテ重量及幹長ノ等一ニノミ拘泥セズ目測ニヨリ總テノ關係略等一ナリト認ム可キモノヲ選定セリ又各樹種各年齡ニ就テ供試稚苗ノ數各50本ハ數ニ於テ決シテ充分ナリト云フ可カラザルモ實驗地ノ地積ニ限度アリテコレ以上ニ增加スルコト能ハザリシヲ遺憾トス

§ 42. 實驗成績ヲ攪亂スルハ啻ニ上述ノ原因ニヨルノミナラズ受光量ヲ種々異ナラシメンガタメニ各種ノ庇陰格子ヲ以テ各分區ヲ被覆スルニ因ツテ必然生ジ來ル種々ノ副

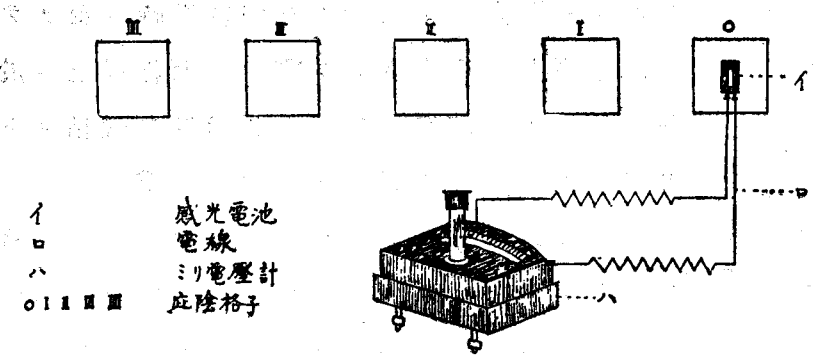
因ニ由來スルモノ又少ナカラズ凡ソ林木ノ生長ハ光線溫度濕氣及風並ニ土壤ノ物理的及化學的性質ソノ他多種多樣ノ因子ノ綜合作用ニヨリテ誘起セラルルモノニシ本實驗ノ場合ニ於ケルガ如ク同一ノ土地ニ同種同勢光ノ稚苗ヲ養成シ棧ノ間隔疎密種々ナル庇陰格子ヲ被覆シテ只ソノ受光量ノミヲ異ナラシメタル場合ニアリテモコノ場合ニ光線以外ノ他ノ因子ガ總テ同一ノ割合ニ供給セラルルモノト考フルコト能ハズ庇陰格子ヲ以テ被覆スルノ結果ハ土壤ヨリノ水分ノ蒸發ヲ妨ゲテコレヲ多濕ナラシメ稚苗ノ生長ヲ促ス可キ溫度ヲ遞降シ一日中ニ於ケル溫度ノ激變ヲ中和シ或ハ風力ヲ弱メ空氣ノ流通ヲ遮斷スル等種々ノ副因ヲ釀成スルハ免レザルトコロニシテコレ等ノ副因ハ或ハ生長ニ有利ニ作用シ或ハ不利ニ作用シテ實驗ノ成績ニ影響ヲ及ボスヲ常トス或ハ更ニ他ノ一面ヨリ觀察スレバ密ナル庇陰格子ヲ以テ被覆セル分區ハ受光量小ナルノ結果枝葉ノ繁茂甚ダ微弱ナリト雖疎ナル庇陰格子若シクハ全ク庇陰格子ヲ覆ハザル分區ニアリテハ枝葉ノ繁茂甚ダ著シク所謂樹冠ノ翳蓋ノ密ナルヲ致シ之ニ接スル地表ノ溫度及濕度モ又他ノ分區ノモノト異ナルノ影響ヲ受クルニ至リカクシテ變化セル溫度及濕度ハ更ニ又林木ノ生長ニ影響ヲ及ボスノ因トナリ因ハ果ヲ生ジ果ハ又因トナリテ窮極スルトコロヲ知ラズ實驗ノ精密ヲ期スルヤ容易ニアラザルヲ知ル可シ

III. 實驗ノ成績

1. 一生長期間內ニ各庇陰格子內ニ射入スル總光量ノ比率

§ 43. 各庇陰格子內ノ稚苗ガ一生長期間內ニ受クル光線ノ總量ト裸地(庇陰格子ヲ覆ハザル)ガ受クル天然ノ全日光ノ總量トノ比ハ各庇陰格子ノ棧ノ幅及間隔ニ基キテコレヲ數學的ニ計算シウベキガ如キモ格子

第 XII 圖
各庇陰格子內光度測定圖



ノ棧ノ幅厚サ並ニ細隙ヲ通ズル光線ノ廻折格子相互ノ陰影其他天候ノ如何ニヨリテ實際格子內ニ射入スル光線ノ量ハ數學的ニ計算セルモノト一致スルモノニアラザルヲ以テ著者ハ前述ノ光度計ヲ使用シテ庇陰格子內ニ於ケル一生長期間內ノ實際ノ總受光量ヲ測定セリ

a. 測定ノ順序及方法

§ 44. 測定ノ順序及方法ハ次ノ如クセリ

α. 測定ニ使用スベキ感光電池ニ就テ先ヅ實驗室內ニ於テ電壓計ノ指針ノ示度ト光度トノ關係ヲ實測シ豫メコレヲ曲線圖ニ表示ス(第XIII圖參照)

β. 感光電池及電壓計ヲ試驗地ニ携帶シ行キ先ヅ電壓計ヲ格子外ノ適宜ノ位地ニ固定シ感光電池ト電壓計トヲ聯結スベキ電線ヲ充分長クシ先ヅ裸地〔0〕ニ於テ感光電池ノ受光窓ヲ水平ニ上天ニ向ハシメ受光窓內ニ天然ノ全日光ヲ射入セシメソノ際ニ於ケル電壓計ノ示度ヲ採讀シ次ニ該感光電池ヲ順次ニ I, II, III, IV ノ庇陰格子內ノ中央ニ移シテ同樣ニ採讀スコレヲ一回(一組)ノ測定トスカクシテ一回ノ測定ヲ終リタルトキハ更ニ器械ヲ裸地ニ移シテ同一ノ測定ヲ反覆ス但一回ノ測定時間即裸地ヨリ始メテ庇陰格子 IV ノ採讀ヲ了ルマデノ時間ハ十五分以內トス(第XII圖參照)

γ. 測定ハ午前七時〇分ニ始メ午前七時十五分マデニ第一回ノ測定ヲ了リ次ニ午前八時〇分ニ測定ヲ始メ午前八時十五分ニ第二回ノ測定ヲ終リ順次ニ一時間每ニ一回宛ノ測定ヲナシ午後五時ニ至リテ止ム

δ. 採讀シテ得タル電壓計ノ示度ニヨリ前記ノ曲線圖上ニ於テ實際ノ光度ヲ求メ各庇陰格子每ニ時間ヲ橫軸ニトリ光度ヲ縱軸ニトリテ時間ト光度トノ關係ヲ表ハス可キ曲線圖ヲ畫キ曲線ガ橫軸ト交ハリテ作ル多角形ノ面積ヲ算出スカクシテ求メタル面積ハ實ニ各庇陰格子ヲ通ジテ射入シ來ル一日間(午前七時ヨリ午後五時マデノ間)ノ總光量ヲ表示スルモノナルヲ以テ各庇陰格子ニ就テ各コノ面積ヲ算出スルトキハコレニヨリテ 0, I, II, III, IV ニ於ケル該一日間ノ實際ノ受光量ヲ比較スルヲ

得ベシ

b. 實測ノ成績

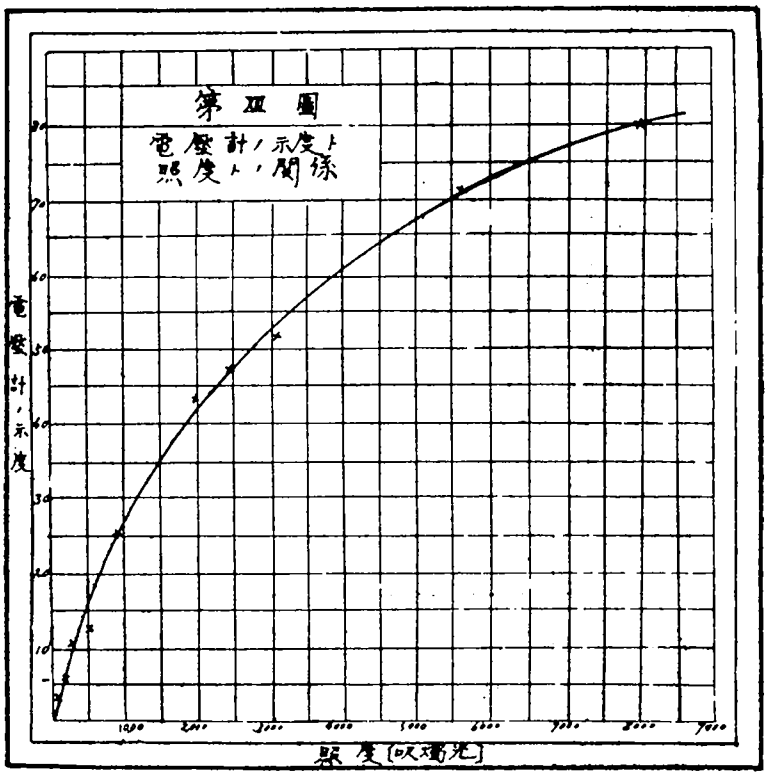
§ 45. 上記ノ順序方法ニヨリテ測定セル結果ハ次ノ如シ

i 電壓計ノ指針ト示度ト光度トノ關係ヲ表ハス可キ曲線圖ノ作製

測定ニ使用スベキ感光電池ニ就テ電壓計ノ指針ノ示度ト受光窓内ニ射入スル光度トノ關係ヲ實測シコレヲ曲線圖ニ表示スルノ法ハ既述セルヲ以テコヽニハ只ソノ實測ノ成績ノミヲ掲グ(第XIII圖參照)

第 XXVI 表

光源ヨリノ距離(糎)	呎燭光	電壓計ノ示度	光源ヨリノ距離(糎)	呎燭光	電壓計ノ示度
17.40	8000	80.0	52.19	888	25.2
20.87	5558	71.0	69.58	500	14.6
24.35	4082	61.0	86.98	320	10.3
27.83	3126	53.2	104.37	222	6.2
31.31	2470	47.6	139.16	125	2.5
34.79	2000	42.5			



ii 晴天ノ日ニ於テ各庇陰格子内ニ射入スル一日間ノ總光量ノ實測成績

大正十年六月二十四日午前七時ヨリ午後五時迄ノ間ニ於テ上記ノ感光電池ヲ使用シ裸地及各庇陰格子内ニ就テ光度ノ測定ヲ行ヒタル結果ハ次表ニ示スガ如シ當日ハ天氣晴朗ニシテ蒼穹殆ド一片ノ雲影ヲ認メズ只地平線ノ附近ニ於テ少許ノ白雲ノ漂ヘルヲ見タルノミ但次表ニ於テ0ハ裸地I, II, III, IVハ夫レ夫レI, II, III, IVノ各庇陰格子ヲ通ジテ電池ノ受光窓内ニ射入セル光度ニ對スル電壓計ノ指針ノ示度ヲ示セルモノナリナホ野外ノ光度ハ室内ノ電燈光ニ比シテ強烈ナルヲ以テ受光窓ノ一部ヲ黑漆紙ヲ以テ被覆シ受光窓内ニ射入スル光度ヲ一定ノ割合ニ弱メタルヲ以テ採讀シタル電壓計ノ示度ハ實際ノ光度ニ對スルノ示度ニアラズシテ黑漆紙ヲ以テ一定ノ割合ニ弱メタル光度ニ對スルノ示度ナリ

第 XXVII 表

時間		電壓計ノ示度				
		0	I	II	III	IV
午前	7	57.9	46.8	35.7	26.1	14.5
	8	64.6	54.4	39.2	31.8	15.7
	9	76.2	62.1	50.0	37.0	19.5
	10	79.8	65.0	52.0	39.0	20.2
	11	81.7	69.6	54.6	40.8	24.0
正午	12	81.4	69.3	56.7	41.0	22.8
午後	1	81.6	68.7	53.5	39.4	22.7
	2	78.0	63.0	50.1	39.1	19.1
	3	75.2	60.7	48.7	33.8	20.0
	4	64.7	57.4	42.4	32.3	19.0
	5	51.4	44.2	33.7	24.0	11.4

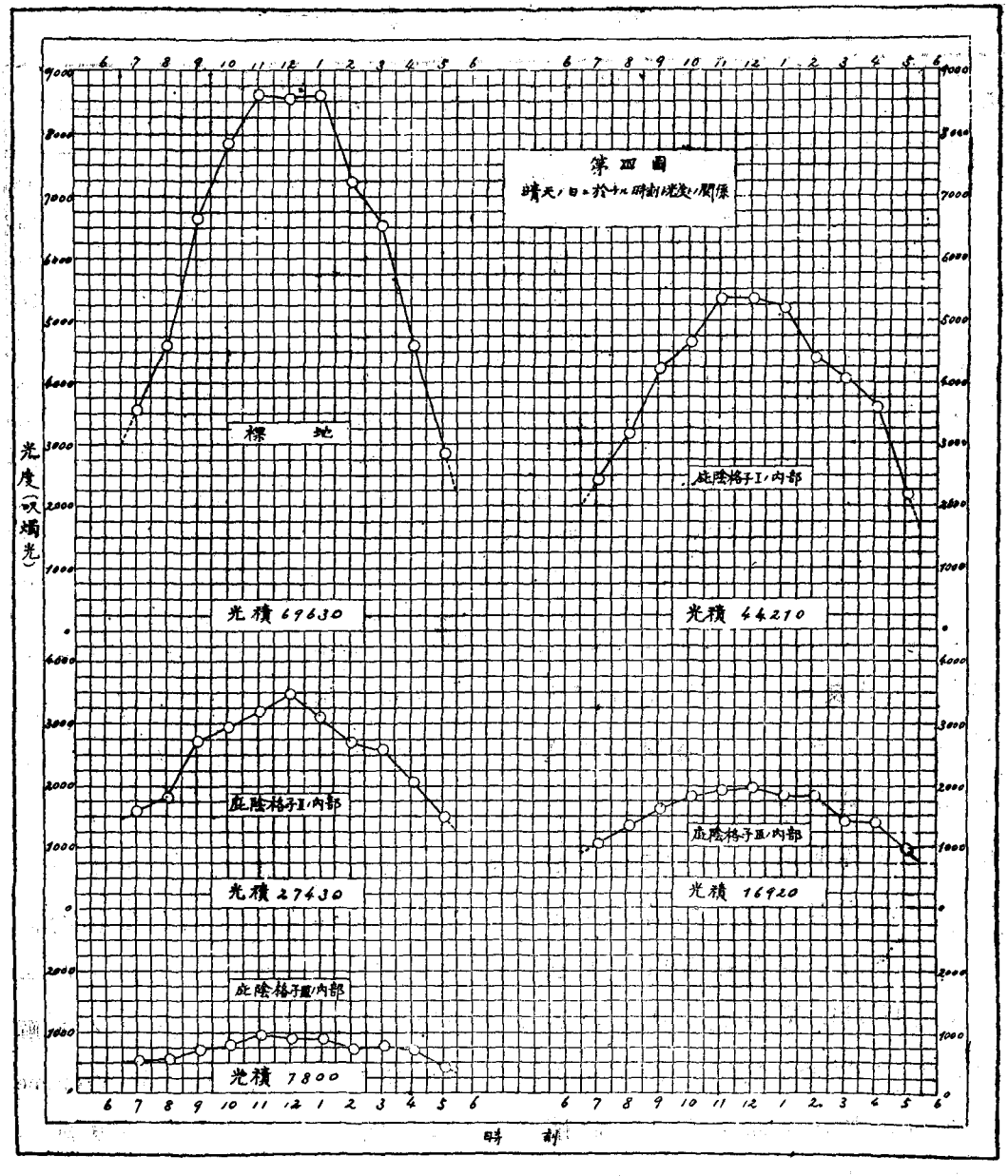
第XXVII表ニ示セル電壓計ノ示度ヲ前記ノ曲線圖ニ對照シテ0, I, II, III, IVニ投射セラレタル光度ヲ求ムルトキハ凡ソ第XXVIII表ニ示スガ如シ

第 XXVIII 表

時間		光線ノ強度（呎燭光）				
		0	I	II	III	IV
午前	7	3600	2390	1550	1030	520
	8	4560	3170	1790	1330	550
	9	6740	4210	2710	1640	720
	10	7830	4620	2920	1770	760
	11	8630	5320	3200	1910	930
正午	12	8520	5270	3460	1930	880
午後	1	8630	5180	3030	1800	860
	2	7230	4320	2720	1760	720
	3	6500	4010	2560	1440	750
	4	4570	3550	2030	1360	700
	5	2850	2170	1430	930	400
總計		69630	44210	27430	16920	7800

第XXVIII表ニヨリ0, I, II, III, IV ニ就テ時間ヲ横軸ニトリ光線ノ強度ヲ縱軸ニトリテ各ソノ時間ト光度トノ關係ヲ示スベキ曲線圖ヲ畫クトキハ第XIV圖ノ如シ

圖ニ於テ各曲線ガソノ左右兩端ノ縱線ト横軸トニ依リテ作ルトコロノ面積ハ即當日ノ午前六時三十分ヨリ午後五時三十分(縱線ヲ午後七時マデ三十分前ニ及午後五時ヨリ三十分後ニトリタルヲ以テ)マデノ間ニ於テ 0, I, II, III, IV ニ夫レ夫レ投射セラレタル總光量ヲ表ハスモノト解ス可クシテ Wiesner 氏ハカクシテ求メタル面積ヲソノ當日ノ Licht-umme 光積ト名ヅケタリ而シテコノ面積ヲ算出スル法ハ只每時ノ光度ヲ總計スルヲ以テ足レリトス即大正十年六月二十四日午前六時三十分ヨリ午後五時三十分マデノ間ニ於テ 0, I, II, III, IV ガ實際投射セラレタル光線ノ總量ノ比ハ夫レ夫レ 69630 : 44210 : 27430 : 16920 : 7800 ニシテ假リニ裸地[0]ニ投射セラレタル光線ノ總量(一日間ノ)ヲ 100 トスルトキハ I, II, III, IV ハ夫レ夫レ 63.5 : 39.4 : 24.3 : 11.2 ノ受光量アリタルモノト考フルヲ得ベシ



iii 曇天ノ日ニ於テ各庇陰格子內ニ射入スル一日ノ總受光量ノ實測成績

大正十年六月二十六日午前七時ヨリ午後五時迄ノ間ニ於テ前ト同一ノ感光電池ヲ使用シ 0, I, II, III, IV ニ就テ前ト全ク同一ノ方法ニヨリテ光度ノ測定ヲ行ヒタル結果ハ次表ニ示スガ如シ但當日ハ全天殆ド蒼空ヲ認メザル曇天ニシテ少クトモ測定時中ハ太陽ノ直光ノ照射ヲ受ケズ

又天然光ノ強射ヲ弱メンガタメニ前ト同一ノ黑漆紙ヲ以テ受光窓ノ一部ヲ被覆セリ

第 XXIX 表

時間		電壓計ノ示度				
		0	I	II	III	IV
午前	7	24.0	23.0	18.8	11.9	8.3
	8	30.1	29.2	22.2	13.2	9.4
	9	30.4	29.1	22.4	15.8	10.0
	10	38.2	33.5	23.0	14.3	11.4
	11	44.5	44.0	31.2	18.0	12.0
正午	12	36.0	28.8	27.6	21.1	13.0
午後	1	46.0	39.8	26.0	21.3	13.8
	2	45.5	37.9	23.8	17.5	10.5
	3	40.4	32.9	19.2	12.7	8.9
	4	27.5	22.6	16.2	12.3	8.0
	5	23.0	20.5	16.0	10.3	7.8

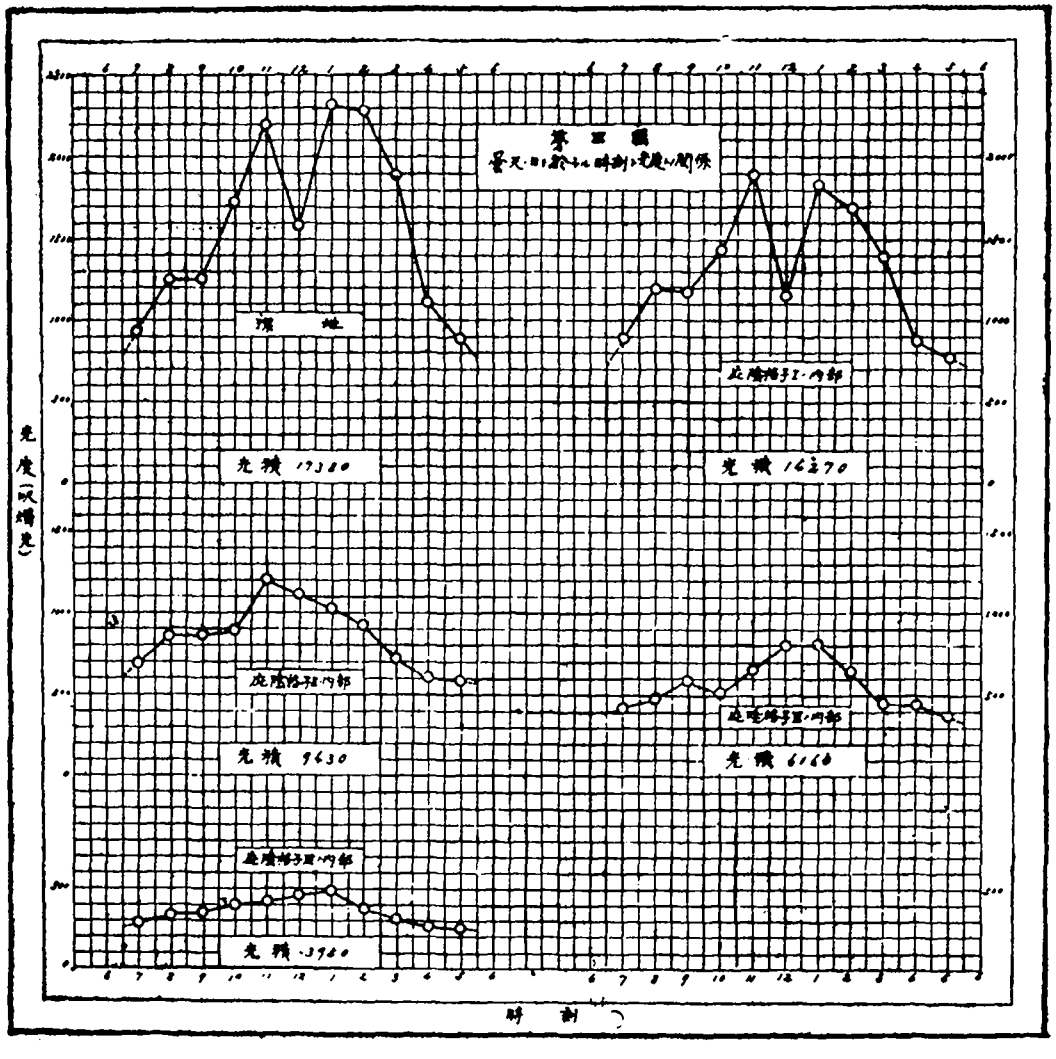
上表ニ示セル電壓計ノ示度ヲ前記ノ曲線圖ニ對照シテ 0, I, II, III, IV ニ實際投射セラレタル光度ヲ求ムルトキハ凡ソ次表ニ示スガ如シ

第 XXX 表

時間		光線ノ強度（呎燭光）				
		0	I	II	III	IV
午前	7	920	890	690	420	290
	8	1240	1190	850	470	330
	9	1250	1180	860	590	350
	10	1710	1420	890	510	400
	11	2200	1890	1200	650	420
正午	12	1580	1150	1110	800	460
午後	1	2320	1830	1020	810	490
	2	2280	1690	920	640	370
	3	1890	1390	710	450	310
	4	1100	870	600	440	270
	5	890	770	580	380	260
總計		17380	14270	9430	6160	3950

上表ニヨリ時間ヲ横軸ニトリ光線ノ強度ヲ縦軸ニトリテ 0, I, II, III, IVニ就テ夫レ夫レ時間ト光度トノ關係ヲ表ハス可キ曲線圖ヲ畫クトキハ第 XV 圖ノ如シ

故ニ前ト同樣ノ考察ニ從ヘバ大正十年六月二十六日午前六時三十分ヨリ午後五時三十分マデノ間ニ於テ 0, I, II, III, IV ガ實際投射セラレタル光線ノ量ハ前ト同一ノ單位ニ於テ夫レ夫レ 17380 : 14270 : 9430 : 6160 : 3950 ニシテ若シ裸地〔0〕ニ投射セラレタル光線ノ量ヲ 100 トスレバ I, II, III, IV ハ夫レ夫レ 82.1 : 54.3 : 35.4 : 22.7 ニ相當スルノ照射ヲ受ケタルモノト解スルヲ得ベシ



iv. 一生長期間ニ各庇陰格子内ニ射入スル總受光量ノ比率ノ計算

§ 45. 以上二回ノ觀測ヲ比較スルトキハ晴天ト曇天トハ雷ニ日光ノ強度ニ相違アルノミナラズ裸地[0]ガ受クル天然ノ全日光ニ對スル各庇陰格子ノ受光量ノ割合モ又次ノ如キ相違アルヲ知ルベシ

	0	I	II	III	IV
晴天ノトキ	100	63.5	39.4	24.3	11.2
曇天ノトキ	100	82.1	54.3	35.4	22.7

即晴天ノトキハ各庇陰格子ガ光線ヲ遮斷スル割合ハ曇天ノ場合ニ比シテ常ニ著シク大ナリ換言スレバ各庇陰格子ガ光線ヲ遮斷スル割合ハ天ノ晴曇ノ如何ニヨリ毎日相同ジカラズ更ニ換言スレバ 0, I, II, III, IV ノ一生長期間ノ總受光量ノ比ハ到底任意ノ一日ノ總受光量ノ比ヲ以テ直ニコレヲ表ハスコト能ハズ故ニ嚴密ニ云ヘバ 0, I, II, III, IV ノ一生長期間ニ於ケル總受光量ノ比ヲ求メントスレバ該生長期間ヲ通ジテ毎日毎時前記ノ觀測ヲ繰返シ毎日ノ總受光量ヲ總計シテソノ比率ヲ求メザル可カラズコハ到底ソノ煩ニ勝ヘザルガ故ニ著者ハ別箇ノ考察ニ基キテコレガ近似値ヲ計算セリ

凡ソ太陽ノ輻射ハ長短種々ノ波長ヲ有スル Äther ノ波ニシテコノ波ガ大氣圏内ニ射入シ來ルトキハ其有色光線ハ大氣中ノ細塵ニ遭遇シ波長大(赤橙線)ナルモノハ比較的障害ヲ受クルコトナクシテヨク通過スルモ波長小(藍紫線)ナルモノハコレガタメニ其通路ヲ遮斷セラレソノ大部分ハ反射分散セラレテ所謂分散光(陰光) (Diffuses Licht) トナリテ地上ニ到達ス故ニ一言ニシテ云ヘバ太陽ヨリ直接地上ニ到達シ來ル光線ハ直光ニシテ大氣圏内ニ於テ反射分散セラレテ地上ニ到達シ來ル光線ハ陰光ナリ換言スレバ太陽ガ雲翳ヲ以テ掩ハルヽトキハ地上ニ光線ヲ直射スルコト能ハズシテ地上ハ全部分散光ヲ以テ照射セラル然レドモ全天晴レ渡レルノトキ若シクハ太陽ガ雲翳ヲ以テ掩ハレザルトキハ地上ニ直射光線ヲ投ズルト共ニソノ途中ニ於テ反射分散セラレタル分散光ヲ投ズ故ニコノ場合ニ地上ガ受クルトコロノ光線ハ直光ト陰光トノ混合光

(Gemischtes Licht) ナリ故ニ上述セル二回ノ觀測ニ於テ第一回ノ觀測即晴天ノ場合ニ於ケル觀測ハ直光ト陰光トノ混合光ガ裸地ニ於テ一日中ノ時ノ經過ニ伴ヒテ如何ニ變遷(光度ガ)スルヤヲ示シ更ニコレガ I, II, III, IV ノ各庇陰格子ヲ通過スル場合ニ於テ幾何ノ光量ヲ反射吸收スルヤ反言スレバ幾何ノ光量ガ射入スルヤヲ示スモノト云フ可タ第二回ノ觀測即曇天ノ場合ニ於ケル觀測ハ只陰光ノミニ就テ上記ノ關係ヲ示スモノト云フ可シ

更ニ上述ノ考察ヲ擴張センニ太陽ガ直光ヲ投ズルトキ即所謂日照時ハ太陽ガソノ直光及陰光ノ混合光ヲ投射スルノ時ニシテ日照ナキトキハ太陽ガ只ソノ陰光ノミヲ投射スルノ時ナリ當該試驗地ニ隣接シテ存在スル札幌測候所ノ觀測ニヨレバ大正十年五月一日ヨリ十月三十一日ニ至ル迄ノ間(五月一日供試稚苗ヲ新植シ十月三十一日ソノ生長量ヲ調査シコノ期間ヲ一生長期間ト假定ス)ニ於ケル實際ノ日照時數ハ 1102.7 時間ニシテ該期間内ノ晝間時數ハ 2515.6 時間ナリ故ニ日照ナキ時數ハ 1412.9 時間ナリ故ニ今兩者ノ百分率ヲトルトキハ日照時數ハ全晝間時數ノ 43.83% ニシテ日照ナキ時數ハ全晝間時數ノ 56.17% ナリ換言スレバ該生長期間内ニ於テ直光及陰光ノ混合光ヲ投射セラレタル時數ヲ 43.83 ナリトスレバ只陰光ノミヲ投射セラレタル時數ハ實ニ 56.17 ナリ更ニ換言スレバ該生長期間内ニアリテハ直光及陰光ノ混合光ヲ投射シタル日數ヲ 43.83 ナリトスレバ陰光ノミヲ投射シタル日數ハ 56.17 ナリトスルモ實用上大ナル誤差ナシト考フルヲ得ベシ然ルニ前二回ノ觀測ニヨレバ直光及陰光ノ混合光ヲ照射シタル場合即晴天ノ場合 (A) 並ニ只陰光ノミヲ照射シタル場合即曇天ノ場合 (B) ニ於ケル 0, I, II, III, IV ノ一日間ノ總受光量ハ夫レ夫レ次ノ如キ數字ヲ示セルヲ見ル

	0	I	II	III	IV
A	69630	44210	27430	16920	7800
B	17380	14270	9430	6160	3950

故ニ 0, I, II, III, IV ニ就キ各 A=43.83, B=56.17 ヲ乘ジテコレヲ合計ス

レバ該生長期間内ニ 0, I, II, III, IV ニ夫レ夫レ投射セラレタル總光量ノ比値ヲ近似的ニ求ムルヲ得ベシ即

0	69630×43.83+17380×56.17=4028118
I	44210×43.83+14270×56.17=2739270
II	27430×43.83+ 9430×56.17=1731940
III	16920×43.83+ 6160×56.17=1087611
IV	7800×43.83+ 3950×56.17= 563746

由テ 0(裸地)及 I, II, III, IV ノ庇陰格子内ニ實際射入シタル一生長期間内ノ總光量ノ比値ハ夫レ夫レ

4028118 : 2739270 : 1731940 : 1087611 : 563746

ニシテ今裸地ニ於ケル一生長期間内ノ總光量ヲ 1.0 トスレバ該生長期間内ニ於テ I, II, III, IV ノ各庇陰格子内ニ夫レ夫レ投射シタル總光量ハ凡ソ次ノ如クナルヲ知ル

0	I	II	III	IV
1.00	0.68	0.43	0.27	0.14

2. 各庇陰格子内稚苗ノ一生長期間ニ於ケル生長量

a. 物質(重量)[1]生長量

§ 45. 重量ハ總テ各苗木番號毎ニ瓦單位ヲ以テ之ヲ測定シ秋季調査當日(十月三十一日)ノ重量ヨリ春季新植當日(五月一日)ノ重量ヲ減ジタルモノヲ以テ一生長期間ニ於ケル重量生長量トナセリ但シからまつ一年生,ねぞまつ二年生,とゞまつ二年生,すとろーぶまつ二年生ハ春季新植當日ニ於ケル一本ノ重量僅小ニシテ之ヲ精密ニ測定スルコト能ハザリシヲ以テ十本ヲ全部取纏メタル總重量ヲ測定シコレヲ十等分シテ平均一本ノ重量ヲ算出セリソノ結果ハ第 XXXI 表ノ如シ表中記號(—)ハソノ番號ニ相當スル苗木ガ該生長期間内ニ枯死セルヲ示シ又 0, I, II, III, IV ハ庇陰格子番號トス

(1) 同化作用ニヨル乾燥物質ノ生産量ト重量生産量トハ嚴密ニ云ヘバ相同ウカラズ何ントナレバ暗所ニアリテ全ク同化作用ヲ營マザル場合ト雖形態ヲ大ニシ水分ヲ增加シテ重量ヲ增大スルコトアレバナリ, 然レドモ本實驗ノ場合ノ如ク一生長期間ノ生産量ヲ求メントスルニ當リテハ乾燥物質ノ生産量ヲ計量スルノ途ナキヲ以テ暫ク物質生産量ニ代フルニ重量ノ增加量ヲ以テセリ而シテ便宜上名ヅケテ重量生長量ト云ヘリ

第 XXXI 表

からまつ一年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1		12.0	11.5		9.0	8.5		8.0	7.5		3.0	2.5		—	
2		19.0	18.5		19.0	18.5		9.0	8.5		4.0	3.5		—	
3		15.0	14.5		10.0	9.5		8.0	7.5		7.0	6.5		1.5	1.0
4		15.0	14.5		13.0	12.5		7.0	6.5		4.0	3.5		—	
5		16.0	15.5		14.0	13.5		8.0	7.5		5.0	4.5		—	
6		18.0	17.5		12.0	11.5		5.0	4.5		—	—		—	
7		18.0	17.5		11.0	10.5		5.0	4.5		4.0	3.5		—	
8		—	—		—	—		11.0	10.5		—	—		—	
9		12.0	11.5		11.0	10.5		7.0	6.5		4.0	3.5		1.3	0.8
10		25.0	24.5		12.0	11.5		11.0	10.5		5.0	4.5		—	
合計	5.0	150.0		5.0	111.0		5.0	79.0		5.0	36.0		5.0	2.8	
平均	0.5	16.7	16.2	0.5	12.3	11.8	0.5	7.9	7.4	0.5	4.5	4.0	0.5	1.4	0.9

からまつ二年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	31.0	417.0	386.0	53.0	395.0	342.0	40.0	261.0	221.0	52.0	205.0	153.0	52.0	72.0	20.0
2	39.0	390.0	351.0	18.0	118.0	100.0	30.0	206.0	176.0	25.0	139.0	114.0	22.0	32.0	10.0
3	30.0	315.0	285.0	27.0	263.0	236.0	44.0	256.0	212.0	39.0	157.0	118.0	37.0	44.0	7.0
4	21.0	359.0	338.0	31.0	350.0	319.0	21.0	200.0	179.0	23.0	125.0	102.0	26.0	32.0	6.0
5	30.0	353.0	323.0	23.0	315.0	292.0	44.0	287.0	243.0	20.0	115.0	95.0	30.0	59.0	29.0
6	42.0	346.0	304.0	26.0	273.0	247.0	37.0	201.0	164.0	23.0	83.0	60.0	30.0	—	—
7	20.0	366.0	346.0	29.0	302.0	273.0	22.0	170.0	148.0	19.0	70.0	51.0	30.0	50.0	20.0
8	31.0	391.0	360.0	26.0	318.0	292.0	31.0	205.0	174.0	30.0	116.0	86.0	29.0	41.0	12.0
9	29.0	308.0	279.0	42.0	326.0	284.0	37.0	220.0	183.0	39.0	144.0	105.0	29.0	35.0	6.0
10	32.0	323.0	291.0	30.0	286.0	256.0	37.0	200.0	173.0	40.0	141.0	101.0	34.0	46.0	12.0
合計	305.0	3568.0	3263.0	305.0	2946.0	2641.0	333.0	2206.0	1873.0	310.0	1295.0	985.0	319.0	411.0	
平均	30.5	356.8	326.3	30.5	294.6	264.1	33.3	220.6	187.3	31.0	129.5	98.5	31.9	45.7	13.8

【備考】 春＝春季測定重量（瓦） 秋＝秋季測定重量（瓦） 生長量＝一生長期間ノ生長量（瓦） 以下之ニ倣フ

歐洲たらひ二年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	4.0	18.0	14.0	4.0	21.0	17.0	4.0	15.0	11.0	3.0	—	—	3.0	6.0	3.0
2	4.0	25.0	21.0	5.0	22.0	17.0	2.0	14.0	12.0	3.0	12.0	9.0	3.0	8.0	5.0
3	3.0	16.0	13.0	3.0	19.0	16.0	6.0	19.0	13.0	3.0	12.0	9.0	5.0	7.0	2.0
4	3.0	17.0	14.0	2.0	16.0	14.0	4.0	16.0	12.0	4.0	8.0	4.0	3.0	—	—
5	5.0	31.0	26.0	5.0	13.0	8.0	2.0	7.0	5.0	5.0	15.0	10.0	4.0	—	—
6	5.0	29.0	24.0	3.0	19.0	16.0	3.0	—	—	4.0	10.0	6.0	3.0	—	—
7	4.0	22.0	18.0	5.0	18.0	13.0	3.0	12.0	9.0	4.0	9.0	5.0	4.0	8.0	4.0
8	2.0	18.0	16.0	3.0	20.0	17.0	4.0	—	—	4.0	10.0	6.0	3.0	5.0	2.0
9	4.0	—	—	4.0	—	—	5.0	17.0	12.0	4.0	—	—	5.0	8.0	3.0
10	4.0	—	—	3.0	—	—	3.0	—	—	4.0	11.0	7.0	3.0	5.0	2.0
合計	38.0	176.0		37.0	148.0		36.0	100.0		38.0	87.0		36.0	47.0	
平均	3.8	22.0	18.2	3.7	18.5	14.8	3.6	14.3	10.7	3.8	10.9	7.1	3.6	6.7	3.1

歐洲たらひ四年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	73.0	359.0	286.0	45.0	270.0	225.0	50.0	162.0	112.0	49.0	110.0	61.0	36.0	44.0	8.0
2	60.0	304.0	244.0	62.0	265.0	203.0	59.0	270.0	211.0	53.0	129.0	76.0	61.0	87.0	26.0
3	41.0	239.0	198.0	55.0	297.0	242.0	48.0	190.0	142.0	57.0	179.0	122.0	78.0	132.0	54.0
4	43.0	219.0	176.0	76.0	347.0	271.0	75.0	298.0	223.0	85.0	204.0	119.0	46.0	87.0	41.0
5	70.0	360.0	290.0	45.0	345.0	300.0	57.0	175.0	118.0	57.0	129.0	72.0	65.0	90.0	25.0
6	56.0	316.0	260.0	51.0	280.0	229.0	43.0	220.0	177.0	59.0	160.0	101.0	58.0	82.0	24.0
7	80.0	416.0	336.0	54.0	230.0	176.0	56.0	229.0	173.0	50.0	155.0	105.0	58.0	85.0	27.0
8	49.0	261.0	212.0	55.0	210.0	155.0	41.0	184.0	143.0	52.0	177.0	125.0	42.0	75.0	33.0
9	42.0	278.0	236.0	66.0	295.0	229.0	78.0	257.0	179.0	50.0	130.0	80.0	69.0	103.0	34.0
10	49.0	273.0	224.0	52.0	235.0	183.0	62.0	227.0	165.0	52.0	178.0	126.0	47.0	74.0	27.0
合計	563.0	3025.0	2462.0	561.0	2774.0	2213.0	569.0	2212.0	1643.0	574.0	1551.0	987.0	560.0	859.0	299.0
平均	56.3	302.5	246.2	56.1	277.4	221.3	56.9	221.2	164.3	56.4	155.1	98.7	56.0	85.9	29.9

ねぞまつ二年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1		6.0	5.2		3.0	2.2		4.0	3.2		3.0	2.2		—	—
2		3.0	2.2		5.0	4.2		3.0	2.2		2.0	1.2		—	—
3		4.0	3.2		4.0	3.2		4.0	3.2		2.0	1.2		2.0	1.3
4		—	—		—	—		3.0	2.2		2.0	1.2		—	—
5		3.0	2.2		4.0	3.2		5.0	4.2		3.0	2.2		—	—
6		5.0	4.2		5.0	4.2		2.0	1.2		2.0	1.2		1.0	0.3
7		4.0	3.2		—	—		3.0	2.2		2.0	1.2		—	—
8		—	—		4.0	3.2		4.0	3.2		—	—		1.0	0.3
9		5.0	4.2		5.0	4.2		3.0	2.2		4.0	3.2		2.0	1.3
10		7.0	6.2		3.0	2.2		3.0	2.2		3.0	2.2		—	—
合計	8.0	37.0		8.0	33.0		8.0	34.0		8.0	23.0		7.0	6.0	
平均	0.8	4.6	3.8	9.0	4.1	3.3	0.8	3.4	2.6	0.8	2.6	1.8	0.7	1.5	0.8

とゞまつ二年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1		8.0	6.5		7.0	5.5		4.0	2.4		4.0	2.4		—	—
2		6.0	4.5		4.0	2.5		5.0	3.4		2.0	0.4		—	—
3		7.0	5.5		5.0	3.5		3.0	1.4		3.0	1.4		—	—
4		6.0	4.5		5.0	3.5		6.0	4.4		5.0	3.4		2.0	0.5
5		6.0	4.5		6.0	4.5		4.0	2.4		—	—		2.0	0.5
6		4.0	2.5		5.0	3.5		5.0	3.4		2.0	0.4		2.0	0.5
7		6.0	4.5		6.0	4.5		4.0	2.4		—	—		3.0	1.5
8		5.0	3.5		5.0	3.5		5.0	3.4		—	—		—	—
9		9.0	7.5		7.0	5.5		4.0	2.4		6.0	4.4		—	—
10		4.0	2.5		4.0	2.5		6.0	4.4		3.0	1.4		—	—
合計	15.0	61.0		15.0	54.0		16.0	46.0		16.0	25.0		15.0	9.0	
平均	1.5	6.1	4.6	1.5	5.4	3.9	1.6	4.6	3.0	1.6	3.6	2.0	1.5	2.2	0.7

すとろーぶまつ二年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1		—	—		12.0	10.1		9.0	7.1		6.0	4.2		3.0	1.3
2		—	—		10.0	8.1		7.0	5.1		5.0	3.2		4.0	2.2
3		13.0	11.2		8.0	6.1		10.0	8.1		7.0	5.2		3.0	1.2
4		11.0	9.2		—	—		9.0	7.1		—	—		4.0	2.2
5		15.0	13.2		15.0	13.1		8.0	6.1		6.0	4.2		2.0	0.2
6		14.0	12.2		12.0	10.1		—	—		4.0	2.2		3.0	1.2
7		11.0	9.2		10.0	8.1		13.0	11.1		7.0	5.2		—	—
8		—	—		13.0	11.1		8.0	6.1		—	—		3.0	1.2
9		13.0	11.2		—	—		11.0	9.1		—	—		5.0	3.2
10		14.0	12.2		11.0	9.1		7.0	5.1		8.0	6.2		2.0	0.2
合計	18.0	91.0		19.0	91.0		19.0	82.0		18.0	43.0		18.0	29.0	
平均	1.8	13.0	11.2	1.9	11.4	10.5	1.9	9.1	7.2	1.8	6.1	4.3	1.8	3.2	1.4

すとろーぶまつ四年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	52.0	158.0	106.0	69.0	174.0	105.0	70.0	185.0	115.0	64.0	142.0	78.0	60.0	72.0	12.0
2	67.0	171.0	104.0	61.0	194.0	133.0	62.0	167.0	105.0	49.0	92.0	43.0	72.0	99.0	27.0
3	68.0	206.0	138.0	54.0	134.0	110.0	70.0	182.0	112.0	52.0	117.0	65.0	61.0	72.0	11.0
4	64.0	160.0	96.0	57.0	154.0	97.0	71.0	166.0	95.0	70.0	152.0	82.0	53.0	72.0	19.0
5	66.0	204.0	138.0	65.0	193.0	128.0	52.0	134.0	82.0	58.0	156.0	98.0	71.0	98.0	27.0
6	68.0	211.0	143.0	58.0	154.0	96.0	58.0	143.0	85.0	65.0	118.0	53.0	67.0	90.0	23.0
7	65.0	186.0	121.0	67.0	170.0	103.0	68.0	147.0	79.0	54.0	93.0	39.0	70.0	85.0	16.0
8	52.0	160.0	108.0	70.0	168.0	98.0	72.0	148.0	76.0	62.0	120.0	58.0	79.0	108.0	29.0
9	58.0	190.0	132.0	63.0	185.0	122.0	64.0	132.0	68.0	74.0	150.0	76.0	59.0	77.0	18.0
10	63.0	160.0	97.0	70.0	198.0	128.0	66.0	172.0	106.0	78.0	121.0	43.0	49.0	62.0	13.0
合計	623.0	1803.0	1183.0	634.0	1751.0	1120.0	653.0	1576.0	923.0	626.0	1261.0	635.0	641.0	836.0	195.0
平均	62.3	180.3	118.3	63.4	175.4	112.0	65.3	157.6	92.3	62.6	126.1	63.5	64.1	83.6	19.5

はるにれ一年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	6.0	331.0	325.0	8.0	253.0	245.0	8.0	126.0	118.0	9.0	134.0	125.0	9.0	25.0	16.0
2	6.0	362.0	356.0	7.0	208.0	201.0	7.0	245.0	238.0	6.0	75.0	69.0	6.0	23.0	17.0
3	8.0	310.0	302.0	8.0	248.0	240.0	6.0	159.0	153.0	8.0	78.0	70.0	6.0	25.0	19.0
4	9.0	287.0	278.0	7.0	319.0	312.0	9.0	145.0	136.0	7.0	99.0	92.0	6.0	28.0	22.0
5	7.0	239.0	234.0	7.0	234.0	227.0	10.0	172.0	162.0	6.0	99.0	93.0	7.0	31.0	24.0
6	7.0	292.0	285.0	8.0	329.0	321.0	6.0	126.0	120.0	8.0	88.0	80.0	8.0	27.0	19.0
7	6.0	296.0	290.0	9.0	219.0	210.0	7.0	152.0	145.0	8.0	74.0	66.0	8.0	29.0	21.0
8	8.0	262.0	254.0	7.0	200.0	193.0	8.0	168.0	160.0	7.0	87.0	80.0	7.0	27.0	20.0
9	7.0	293.0	286.0	8.0	228.0	220.0	6.0	121.0	115.0	6.0	79.0	73.0	6.0	24.0	18.0
10	8.0	372.0	364.0	9.0	210.0	201.0	9.0	192.0	183.0	9.0	95.0	86.0	7.0	32.0	25.0
合計	72.0	3044.0	2972.0	78.0	2448.0	2370.0	76.0	1606.0	1530.0	74.0	908.0	834.0	70.0	271.0	201.0
平均	7.2	304.4	297.2	7.8	244.8	237.0	7.6	160.6	153.0	7.4	90.8	83.4	7.0	27.1	20.1

b. 幹長生長量

§ 48. 幹長ハ各苗木番號毎ニ總テ極單位ヲ以テコレヲ測定シ秋季調査當日(十月三十一日)ノ幹長ヨリ春季新植當日(五月一日)ノ幹長ヲ減ジタルモノヲ以テ一生長期間ニ於ケル幹長生長量ト見做セリソノ結果ハ第XXXII 表ノ如シ但表中記號(—)ハ當該番號ノ苗木ハ該生長期間内ニ枯死セルヲ示セリ 0, I, II, III, IV ハ庇陰格子番號トス

第 XXXII 表

からまつ一年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	5.5	14.3	8.8	5.5	11.8	6.3	5.5	13.8	8.3	6.0	9.0	3.0	6.0	—	—
2	6.5	25.4	18.9	6.5	22.0	15.5	6.0	13.8	7.8	5.5	10.3	4.8	5.5	—	—
3	5.5	21.2	15.7	6.0	14.2	8.2	6.0	13.2	7.2	6.5	13.5	7.0	6.0	11.0	4.0
4	5.5	15.8	10.3	7.0	15.5	8.5	6.5	11.8	5.3	7.0	12.7	5.7	6.0	—	—
5	6.0	16.5	10.5	5.5	16.8	11.3	6.0	12.0	6.0	6.0	14.5	8.5	7.0	—	—
6	8.0	24.0	16.0	6.5	17.0	10.5	5.3	11.2	5.9	6.0	—	—	6.5	—	—
7	6.0	18.5	12.5	6.0	20.5	14.5	5.5	11.5	6.0	6.5	10.0	3.5	7.0	—	—
8	5.5	—	—	7.5	—	—	6.5	19.5	13.0	5.5	—	—	6.5	—	—
9	6.0	19.5	13.5	6.0	14.5	8.5	6.0	13.0	7.0	5.5	10.6	5.1	6.0	8.5	2.5
10	7.0	29.2	22.2	6.0	20.5	14.5	6.0	17.3	11.3	6.0	13.5	7.5	5.5	—	—
合計	61.5	184.4	128.4	62.5	152.8	97.8	59.3	137.1	77.8	60.5	94.1	45.1	62.0	19.5	6.5
平均	6.2	20.5	14.3	6.3	17.0	10.7	5.9	13.7	7.8	6.1	11.8	5.7	6.2	9.8	3.6

からまつ三年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	45.0	87.5	42.5	51.0	95.5	44.5	44.0	83.0	39.0	50.0	83.0	33.0	51.0	69.0	18.0
2	46.5	81.5	35.0	39.5	60.0	20.5	46.0	70.5	24.5	38.0	62.0	24.0	40.0	50.5	10.5
3	43.5	72.5	29.0	42.0	69.0	27.0	45.0	72.0	27.0	48.0	74.0	26.0	49.5	62.0	12.5
4	39.0	71.5	32.5	45.0	80.0	35.0	35.0	64.0	29.0	49.0	72.5	23.5	43.5	48.0	4.5
5	40.0	71.0	31.0	46.0	85.0	39.0	50.0	95.5	45.5	39.5	62.0	22.5	39.0	60.0	21.0
6	50.5	85.0	34.5	41.0	82.0	41.0	49.0	80.0	31.0	41.0	59.0	18.0	40.0	—	—
7	37.5	69.5	32.0	47.5	80.0	32.5	40.0	75.5	35.5	40.0	65.0	25.0	42.0	55.0	13.0
8	48.5	85.0	36.5	40.0	73.0	33.0	42.0	81.5	39.5	45.0	72.5	27.5	39.0	52.5	13.5
9	43.5	70.5	27.0	51.2	88.5	37.3	46.0	88.5	42.5	43.0	73.0	30.0	49.0	52.0	3.0
10	46.0	74.0	28.0	43.5	74.5	31.0	42.0	83.5	41.5	52.0	83.5	31.5	41.0	53.0	12.0
合計	440.0	768.0	328.0	446.7	787.5	340.8	439.0	794.0	355.0	445.5	706.5	261.0	434.0	502.0	108.0
平均	44.0	76.8	32.8	44.7	78.8	34.1	43.9	79.4	35.5	44.6	70.7	26.1	43.4	55.8	12.4

【備考】 春＝春季測定幹長(糎) 秋＝秋季測定幹長(糎) 生長量＝一生長期間ノ生長量(糎) 以下之ニ倣フ

歐洲たうひ二年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	22.6	25.4	2.8	22.0	26.0	4.0	22.5	25.0	2.5	17.2	—	—	18.3	21.5	3.2
2	22.0	25.5	3.5	25.5	31.0	5.5	17.0	24.0	7.0	17.2	21.0	3.8	18.4	21.0	2.6
3	18.3	22.0	3.7	17.0	23.0	6.0	25.0	29.0	4.0	16.5	28.0	7.5	22.4	24.0	1.6
4	19.0	21.0	2.0	17.5	21.0	3.5	21.3	26.0	4.7	20.5	23.0	2.5	18.0	—	—
5	21.0	29.0	8.0	17.0	18.0	1.0	17.8	17.0	0.8	23.5	30.0	6.5	18.0	—	—
6	21.0	30.0	9.0	19.0	21.5	2.5	17.5	—	—	18.5	25.0	6.5	17.5	—	—
7	20.5	26.0	5.5	23.0	25.0	2.0	17.5	22.0	4.5	19.0	23.0	4.0	18.5	23.0	4.5
8	18.0	21.0	3.0	20.0	25.0	5.0	17.5	—	—	23.5	24.0	0.5	22.0	24.0	2.0
9	17.0	—	—	19.0	—	—	22.0	26.0	4.0	20.5	—	—	19.0	24.0	5.0
10	16.5	—	—	16.5	—	—	18.0	—	—	15.5	21.0	5.5	19.0	23.0	4.0
合計	195.9	199.9	37.5	196.5	190.5	29.5	196.1	169.0	27.5	191.9	195.0	36.8	191.1	160.5	22.9
平均	19.6	25.0	5.4	19.7	23.8	4.1	19.6	24.1	4.5	19.2	24.4	5.2	19.1	22.9	3.8

歐洲たうひ四年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	42.5	53.0	10.5	32.5	41.0	8.5	31.0	40.0	9.0	33.0	40.0	7.0	28.0	35.0	7.0
2	38.0	43.0	5.0	38.0	47.0	9.0	37.0	48.4	11.0	31.0	44.0	13.0	33.0	40.0	7.0
3	28.0	42.0	14.0	29.0	41.0	12.0	36.0	47.0	11.0	42.0	51.0	9.0	49.0	55.0	6.0
4	29.0	39.0	10.0	43.0	51.0	9.0	40.0	53.0	13.0	40.0	49.0	9.0	31.0	38.0	7.0
5	42.0	53.0	11.0	28.5	41.0	12.5	35.0	41.0	6.0	29.0	36.0	7.0	40.0	50.0	10.0
6	37.0	50.0	13.0	26.0	37.0	11.0	28.0	35.0	7.0	41.0	51.0	10.0	33.0	39.0	6.0
7	39.0	50.0	11.0	35.0	47.0	12.0	37.5	43.0	5.5	41.0	49.0	8.0	35.0	43.0	8.0
8	33.0	42.0	9.0	33.5	39.0	5.5	31.0	41.0	10.0	36.0	44.0	8.0	32.5	38.0	5.5
9	34.0	46.0	12.0	39.0	48.0	9.0	43.5	53.0	9.5	32.0	40.0	8.0	36.5	48.0	11.5
10	33.0	39.0	6.0	33.0	41.0	8.0	39.5	48.0	8.5	31.0	42.0	11.0	32.0	39.0	7.0
合計	355.5	457.0	101.5	337.5	433.0	96.5	358.5	449.0	90.5	356.0	446.0	90.0	350.0	425.0	75.0
平均	35.6	45.7	10.1	33.8	43.3	9.5	35.9	44.9	9.0	35.6	44.6	9.0	35.0	42.5	7.5

ゐぞまつ二年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	7.0	10.2	3.2	6.2	9.0	2.8	6.5	10.0	3.5	5.8	9.0	3.2	7.0	—	—
2	5.7	8.3	2.6	7.5	11.7	4.2	6.3	9.0	2.7	6.5	8.5	2.0	7.5	—	—
3	6.7	10.0	3.3	5.5	9.0	3.5	7.0	10.0	3.0	6.8	9.5	2.7	6.5	10.5	4.0
4	6.8	—	—	7.0	—	—	6.5	9.0	2.5	6.5	9.0	2.5	6.5	—	—
5	6.5	9.0	2.5	6.8	10.0	3.2	6.5	10.5	4.0	6.5	10.0	3.5	5.7	—	—
6	6.8	9.6	2.8	7.3	11.0	3.7	6.2	9.0	2.8	7.0	10.3	3.3	6.5	9.0	2.5
7	7.0	10.5	3.5	6.0	—	—	6.7	11.0	4.3	7.2	9.8	2.6	7.3	—	—
8	6.5	—	—	7.0	10.0	3.0	7.7	11.2	3.5	6.3	—	—	7.0	8.5	1.5
9	6.0	10.0	4.0	6.6	11.2	4.6	6.5	10.0	3.5	7.0	11.0	4.0	7.0	9.3	2.3
10	7.2	12.0	4.8	6.5	10.0	3.5	5.5	8.0	2.5	6.2	9.0	2.8	5.5	—	—
合計	66.2	79.6	26.7	66.4	81.9	28.5	65.4	97.7	32.3	65.8	86.1	26.6	66.5	37.3	10.3
平均	6.6	10.0	3.4	6.6	10.2	3.6	6.5	9.8	3.3	6.6	9.6	3.0	6.7	9.3	2.6

とゞまつ二年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	7.0	10.0	3.0	7.0	10.0	3.0	5.0	7.0	2.0	7.2	10.0	2.8	7.5	—	—
2	5.5	8.0	2.5	6.5	8.0	1.5	7.5	9.0	1.5	5.6	8.0	2.4	5.0	—	—
3	6.5	9.0	2.5	6.5	10.0	3.5	6.5	8.5	2.0	7.3	10.5	3.2	6.5	—	—
4	6.0	8.0	2.0	6.0	8.0	2.0	7.2	10.0	2.8	7.5	11.0	3.5	6.0	8.0	2.0
5	7.0	9.5	2.5	6.5	9.0	2.5	6.2	9.0	2.8	5.5	—	—	7.0	9.5	2.5
6	7.0	10.5	3.5	6.5	9.0	2.5	6.6	9.0	2.4	6.0	10.0	4.0	6.5	8.0	1.5
7	6.5	9.5	3.0	7.5	9.5	2.0	6.5	9.0	2.5	7.0	9.0	2.0	5.5	8.0	2.5
8	7.0	9.5	2.5	7.5	9.0	1.5	6.5	9.5	3.0	7.5	—	—	7.7	9.5	1.8
9	7.5	11.0	3.5	6.2	10.0	3.8	6.5	9.0	2.5	6.2	9.5	3.3	7.5	—	—
10	6.5	8.5	2.0	7.5	9.0	1.5	7.7	10.5	2.8	5.2	7.5	2.3	7.0	—	—
合計	66.5	93.5	27.0	67.7	91.5	23.8	66.2	90.5	24.3	65.0	75.5	23.5	66.2	43.0	10.3
平均	6.7	9.4	2.7	6.8	9.2	2.4	6.6	9.1	2.5	6.5	9.4	2.9	6.6	8.6	2.0

すとろーぶまつ二年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	6.5	—	—	6.0	9.0	3.0	7.5	10.0	2.5	7.0	9.0	2.0	5.5	7.0	1.5
2	7.0	—	—	7.0	9.0	2.0	7.0	9.0	2.0	6.0	8.0	2.0	7.0	10.0	3.0
3	6.0	9.0	3.0	7.0	9.0	2.0	6.0	9.0	3.0	6.5	9.0	2.5	6.0	8.0	2.0
4	6.5	9.0	2.5	6.0	—	—	7.0	9.0	2.0	7.0	—	—	6.0	9.5	3.5
5	7.0	9.0	2.0	7.0	10.0	3.0	6.0	9.0	3.0	5.5	8.0	2.5	5.5	7.5	2.0
6	6.0	9.5	3.5	6.5	9.0	2.5	6.5	10.0	3.5	6.0	8.0	2.0	7.0	9.0	2.0
7	5.5	8.5	3.0	7.0	9.0	2.0	7.0	—	—	6.0	8.5	2.5	7.0	—	—
8	5.5	—	—	7.0	10.0	3.0	7.0	10.0	3.0	6.5	8.5	2.0	6.5	10.5	3.0
9	7.0	10.0	3.0	5.5	—	—	6.5	8.0	2.0	6.5	—	—	6.0	8.0	2.0
10	7.0	10.0	3.0	7.5	10.0	2.5	5.5	8.0	2.5	7.0	9.5	2.5	6.5	8.5	2.0
合計	64.0	65.0	20.0	66.5	75.0	20.0	65.5	82.0	23.5	64.0	68.5	18.0	63.0	78.0	21.0
平均	6.4	9.3	2.9	6.7	9.4	2.7	6.6	9.1	2.5	6.4	8.6	2.2	6.3	8.7	2.4

すとろーぶまつ四年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	24.0	35.0	11.0	21.0	33.0	12.0	20.0	40.0	20.0	22.0	37.0	15.0	22.0	28.0	6.0
2	18.0	30.0	12.0	19.0	35.0	16.0	17.0	33.0	16.0	18.0	25.0	7.0	19.0	32.0	13.0
3	23.0	40.0	17.0	18.0	30.0	12.0	25.0	48.0	23.0	16.0	27.0	11.0	23.0	28.0	5.0
4	20.0	29.0	9.0	17.0	26.0	9.0	24.0	42.0	18.0	25.0	42.0	17.0	20.0	28.0	8.0
5	23.0	37.0	14.0	19.0	36.0	17.0	17.0	30.0	13.0	19.0	39.0	20.0	18.0	34.0	16.0
6	25.0	41.0	16.0	23.0	35.0	12.0	21.0	35.0	14.0	22.0	35.0	13.0	23.0	35.0	12.0
7	21.0	34.0	13.0	21.0	34.0	13.0	18.0	31.0	13.0	19.0	29.0	10.0	19.0	26.0	7.0
8	19.0	31.0	12.0	22.0	33.0	11.0	23.0	35.0	12.0	21.0	37.0	16.0	24.0	38.0	14.0
9	22.0	37.0	15.0	20.0	35.0	15.0	20.0	29.0	9.0	24.0	41.0	17.0	19.0	29.0	10.0
10	17.0	27.0	10.0	25.6	42.0	17.0	21.0	36.0	15.0	23.0	35.0	12.0	20.0	29.0	9.0
合計	212.0	341.0	129.0	205.0	339.0	134.0	206.0	359.0	153.0	200.0	347.0	138.0	207.0	307.0	100.0
平均	21.2	31.1	12.9	20.5	33.9	13.4	20.6	35.9	15.3	20.9	34.7	13.8	20.7	30.7	10.0

はるにれ一年生

苗木番號	0			I			II			III			IV		
	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量	春	秋	生長量
1	43.0	110.0	67.0	45.0	105.0	60.0	45.0	83.0	38.0	43.0	105.0	62.0	41.0	55.0	14.0
2	41.0	120.0	79.0	40.0	107.0	67.0	43.0	105.0	62.0	43.0	70.0	27.0	42.0	60.0	18.0
3	37.0	104.0	67.0	42.0	115.0	73.0	37.0	90.0	53.0	45.0	68.0	23.0	35.0	62.0	27.0
4	40.0	97.0	57.0	35.0	110.0	75.0	41.0	75.0	34.0	44.0	84.0	40.0	39.0	65.0	26.0
5	45.0	87.0	42.0	40.0	100.0	60.0	41.0	100.0	59.0	36.0	87.0	51.0	37.0	72.0	35.0
6	41.0	103.0	62.0	42.0	117.0	75.0	42.0	67.0	25.0	39.0	76.0	37.0	43.0	71.0	28.0
7	43.0	109.0	66.0	39.0	101.0	62.0	38.0	81.0	43.0	42.0	67.0	25.0	42.0	73.0	31.0
8	42.0	91.0	49.0	41.0	99.0	58.0	37.0	83.0	46.0	41.0	68.0	27.0	40.0	57.0	17.0
9	48.0	96.0	58.0	38.0	102.0	64.0	40.0	79.0	39.0	36.0	75.0	39.0	39.0	55.0	16.0
10	36.0	111.0	75.0	43.0	111.0	68.0	39.0	98.0	59.0	39.0	67.0	28.0	45.0	72.0	27.0
合計	406.0	1028.0	622.0	405.0	1067.0	662.0	403.0	861.0	458.0	408.0	767.0	359.0	403.0	612.0	239.0
平均	40.6	102.8	62.2	40.5	106.7	66.2	40.3	86.1	45.8	40.8	76.7	35.9	40.3	64.2	23.9

IV. 實驗成績ノ考査

1. 重量長生量

§ 49. 第 XXXI 表ニヨリ一生長期間內ノ總受光量 L ニ對スル各樹種ノ重量生長量(平均値) Z ノ値ヲ比較對照スレバ次表ノ如シ

第 XXXIII 表

一生長期間ノ總受光量 =L (比較數)	各樹種ノ一年長期間ノ重量生長量 = Z (瓦)								
	からまつ一年生	からまつ二年生	歐洲たうひ二年生	歐洲たうひ四年生	ねぞまつ二年生	とゞまつ二年生	すとろーぶまつ二年生	すとろーぶまつ四年生	はるにれ一年生
0.14	0.9	13.8	3.1	29.9	0.8	0.7	1.4	19.5	20.1
0.27	4.0	98.5	7.1	98.7	1.8	2.0	4.3	63.5	83.4
0.43	7.4	187.3	10.7	164.3	2.6	3.0	7.2	92.3	153.0
0.68	11.8	264.1	14.3	221.3	3.3	3.9	10.5	112.0	237.0
1.00	16.2	326.3	18.2	246.2	3.8	4.6	11.2	118.3	297.2

第 XXXIII 表ニ基キ各樹種毎ニ最小二乘法ニヨリ $Z=-A+BL-CL^2$ ノ常數 A, B, C ヲ求ムレバ次表ノ如シ

第 XXXIV 表

樹種	年齢	A	B	C
からまつ	1	2.618	26.482	7.671
からまつ	2	82.549	762.296	355.312
歐洲たうひ	2	1.069	33.114	13.910
歐洲たうひ	4	50.390	638.527	342.952
ねぞまつ	2	0.296	8.658	4.619
とゞまつ	2	0.508	10.165	5.100
すとろーぶまつ	2	5.741	44.292	27.765
すとろーぶまつ	4	19.582	341.848	205.716
はるにれ	1	59.629	598.948	241.668

故ニ各樹種ニ就テ受光量 L ト生長量 Z トノ關係ヲ表ハス實驗式ハ次ノ如シ

からまつ	1年生	$Z=-2.618+26.482L-7.671L^2$
からまつ	2年生	$Z=-82.549+762.296L-355.312L^2$
歐洲たうひ	2年生	$Z=-1.069+33.114L-13.910L^2$
歐洲たうひ	4年生	$Z=-50.390+638.527L-342.952L^2$
ねぞまつ	2年生	$Z=-0.296+8.658L-4.619L^2$
とゞまつ	2年生	$Z=-0.508+10.165L-5.100L^2$
すとろーぶまつ	2年生	$Z=-5.741+44.292L-27.765L^2$
すとろーぶまつ	4年生	$Z=-19.582+341.848L-205.716L^2$
はるにれ	1年生	$Z=-59.629+598.948L-241.668L^2$

§ 50. 上記ノ實驗式ニ基キテ夫レ夫レ各樹種ニ就テ受光量 L ニ對スル重量生長量 Z ノ値ヲ計算シ Z ノコノ計算値ト實測値トヲ對照シテソノ偏差ヲ求ムレバ次表ノ如シ

第 XXXV 表

受光量 L	からまつ一年生			からまつ二年生			歐洲たうひ二年生		
	實測値	計算値	偏差 Δ	實測値	計算値	偏差 Δ	實測値	計算値	偏差 Δ
0.14	0.9	0.939	+ 0.039	13.8	17.208	+ 3.408	3.1	3.294	+ 0.194
0.27	4.0	3.973	− 0.027	98.5	97.369	− 1.131	7.1	6.858	− 0.242
0.43	7.4	7.351	− 0.049	187.3	179.541	− 7.759	10.7	10.598	− 0.102
0.68	11.8	11.843	+ 0.043	264.1	271.516	+ 7.416	14.8	15.017	+ 0.217
1.00	16.2	16.193	− 0.007	326.3	324.435	− 1.865	18.2	18.135	− 0.065

受光量 L	歐洲たうひ四年生			ねぞまつ二年生			とゞまつ二年生		
	實測値	計算値	偏差 Δ	實測値	計算値	偏差 Δ	實測値	計算値	偏差 Δ
0.14	29.9	32.282	+ 2.382	0.8	0.825	+ 0.025	0.7	0.815	+ 0.115
0.27	98.7	97.011	− 1.689	1.8	1.705	− 0.095	2.0	1.793	− 0.207
0.43	164.3	160.765	− 3.535	2.6	2.573	− 0.027	3.0	2.920	− 0.080
0.68	221.3	225.227	+ 3.927	3.3	3.455	+ 0.155	3.9	4.046	+ 0.146
1.00	246.2	245.185	− 1.015	3.8	3.743	− 0.057	4.6	4.557	− 0.043

受光量 L	すとろーぶまつ二年生			すとろーぶまつ四年生			はるにれ一年生		
	實測値	計算値	偏差 Δ	實測値	計算値	偏差 Δ	實測値	計算値	偏差 Δ
0.14	1.4	0.084	− 1.316	19.5	24.245	+ 4.745	20.1	19.487	− 0.613
0.27	4.3	4.194	− 0.106	63.5	57.720	− 5.780	83.4	84.469	+ 1.069
0.43	7.2	8.171	+ 0.971	92.3	89.376	− 2.924	153.0	153.235	+ 0.235
0.68	10.5	11.539	+ 1.039	112.0	117.752	+ 5.752	237.0	235.909	− 1.091
1.00	11.2	10.786	− 0.414	118.3	116.550	− 1.750	297.2	297.651	+ 0.451

各樹種ニ就テ上記偏差ノ二乘ヲ求メ平均偏差ヲ算出スレバ次表ノ如シ但平均偏差＝$\pm\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n}}$ニシテ n ハ相關ノ雙數即コノ場合ニアリテハ 5 ナリトス

第 XXXVI 表

受光量 L	からまつ一年生	からまつ二年生	歐洲たうひ二年生	歐洲たうひ四年生	ねぞまつ二年生	とゞまつ二年生	すとろーぶまつ二年生	すとろーぶまつ四年生	はるにれ一年生
0.14	0.0015	11.6145	0.0376	5.6739	0.0006	0.0132	1.7319	22.5150	0.3758
0.27	0.0007	1.2792	0.0586	2.8527	0.0000	0.0428	0.0112	33.4084	1.1428
0.43	0.0024	60.2021	0.0104	12.4962	0.0007	0.0064	0.9428	8.5498	0.0552
0.68	0.0018	51.9371	0.0471	15.4213	0.0240	0.0213	1.0795	33.0855	1.1903
1.00	0.0000	3.4782	0.0042	1.0302	0.0032	0.0018	0.1714	3.0625	0.2034
平均偏差	±0.0358	±5.1298	±0.1777	±2.7377	±0.0366	±0.1308	±0.8873	±4.4860	±0.7704

上表ノ平均偏差ハ單ニ各樹種ノ稚苗ノ一生長期間内ニ於ケル生長量ノ實測値ト計算値トニ實際幾何ノ平均偏差アリヤヲ示スニ過ギザルヲ以テ計算値ガ實測値ニ對シテ果シテ幾%ノ平均偏差ヲ有スルヤハコレヲ知ルコト能ハズ故ニ今各受光量ニ對スル生長量ノ實測値ノ算術平均値ヲ求メ上表ノ平均偏差ガコノ算術平均値ノ幾%ニ相當スルヤヲ求ムレバ第 XXXVII 表ノ如シ

第 XXXVII 表

樹種	實測値ノ算術平均値ニ對スル平均偏差ノ百分率	樹種	實測値ノ算術平均値ニ對スル平均偏差ノ百分率
からまつ一年生	0.445	とゞまつ二年生	4.605
からまつ二年生	2.882	すとろーぶまつ二年生	12.822
歐洲たうひ二年生	1.638	すとろーぶまつ四年生	5.530
歐洲たうひ四年生	1.800	はるにれ一年生	0.487
ねぞまつ二年生	3.520		

例ヘバからまつ一年生ニ就テハ各種ノ受光量ニ對スル生長量ノ計算値ハ其實測値ニ對シテ0.445%ノ平均偏差ヲ有スルヲ知ル其他ノ各樹種ニ就テコレヲ見ルニすとろーぶまつ二年生ノ 12.822% ヲ除クノ外ハ其平均偏差概ネ微小ニシテ物理學的ノ精密ヲ望ム能ハザル斯種ノ實驗ニ對シテハ寧ロ異數ノ一致ナリト云フ可ク §41 及 §42 ニ説明シタル種々ノ副因ハ當初豫期セルホド實驗成績ヲ攪亂スルコトナク而モ §12 ノ II 式 $Z=-A+BL-CL^2$ ハヨク實用ニ供シ得ベキ式ナルヲ立證スルニ足ル

モノト云フ可ク換言スレバ此式ニヨリテ求メタル各樹種ノ最小限界光度,最適光度等ハコレヲ實用的ノモノトシテ採用スルノ價値アルヲ信ズ

§ 51. 各樹種ニ對スル常數 A, B, C ノ上記ノ値ニ基キ最適光度 (L_o), 最小限界光度(L_{min}),最大限界光度(L_{max}),最大生長量 (Z_{max}), 天然ノ全日光ノ照射ヲ受ケタル場合ノ生長量 (Z_n) 等ヲ算出スレバ次表ノ如シ

第 XXXVIII 表

樹種	年齢	最小限界光度 L_{min}	同上ノ値小ナルモノヨリノ順位	最適光度 L_o	同上ノ値小ナルモノヨリノ順位	最大限界光度 L_{max}	同上ノ値小ナルモノヨリノ順位	天然ノ全日光ノ照射ヲ受クル場合ノ生長量 Z_n(gr)	最大生長量 Z_{max}(gr)
からまつ	1	0.102	8	1.726	9	3.350	9	16.193	20.238
からまつ	2	0.114	6	1.073	6	2.032	6	324.435	236.431
歐洲たうひ	2	0.033	1	1.190	7	2.347	7	18.135	18.640
歐洲たうひ	4	0.083	5	0.931	3	1.779	3	245.185	246.740
にぞまつ	2	0.035	2	0.937	4	1.839	4	3.743	3.762
とゞまつ	2	0.051	3	0.997	5	1.943	5	4.557	4.558
すとろーぶまつ	2	0.142	9	0.797	1	1.452	1	10.786	11.929
すとろーぶまつ	4	0.059	4	0.831	2	1.603	2	116.550	122.344
はるにれ	1	0.104	7	1.239	8	2.374	8	297.651	311.508

上表ニ於テ最小限界光度 (L_{min}) ハ稚苗ガソノ生存ヲ持續シウルタメニ要求スル最小限ノ光度ニシテ常數 A, B, 及 C ノ値ヲ知レバ

$$L_{min}=\frac{B-\sqrt{B^2-4AC}}{2C}$$

ニヨリテ直ニ計算スルヲウベク又 L_o 及 Z_{max} ノ値ヲ知レバ

$$L_{min}=L_o-\sqrt{\frac{Z_{max}}{C}}$$

ニヨリテ計算スルヲウベシ

最適光度 (L_o) ハ稚苗ヲシテ最大ノ生長(他ノ關係ガ同一ナル場合ニ)ヲナサシムベキ光度ニシテ常數 B 及 C ノ値ヲ知レバ

$$L_o=B/2C$$

ニヨリテ直ニ算出スルヲ得ベシ

最大限界光度 (L_{max}) ハ稚苗ガナホソノ生存ヲ持續シウベキ最大限ノ光度ニシテ假リニコレ以上ノ光度ノ供給アリトスレバ稚苗ハ最早光線ノ强射ニ苦ミテ枯死スルニ至ルヲ示セリコハ常數 A, B, C ノ値ヲ知レバ

$$L_{max}=\frac{B+\sqrt{B^2-4AC}}{2C}$$

ニヨリテ算出スルヲ得ベク或ハ L_o 及 L_{min} ノ値ヲ知レバ

$$L_{max}=2L_o-L_{min}$$

ニヨリテ直チニ算出スルヲ得ベシ

最大生長量 Z_{max} ハ稚苗ガ最適光度ノ供給ヲ受ケタル場合ニ於ケル一生長期間内ノ生長量ニシテ $Z_{max}=C\cdot L_o^2-A$ ニヨリテ算出スルヲ得ベシ

天然ノ全日光ノ照射ヲ受クル場合ノ生長量 Z_n ハ $Z_n=B-(A+C)$ ニヨリテ算出スルヲ得ベシ

第XXXVIII表ニ於テ L_o, L_{min} 等ニ對スル各樹種ノ順位ヲ仔細ニ觀察スレバ庇陰ニヨク耐ユルノ樹種ガ必シモ小ナル光線ノ照射ノ下ニ最適ノ生長ヲナスモノニアラザルヲ知ルコハ實驗ノ當初ニ於テ全ク豫想セザリシトコロニシテ從來ノ學者ハ思ヘラクヨク庇陰ニ耐ユルノ樹種ハ又ヨリ小ナル光線ノ照射ニ對シテ最適ノ生長ヲナスノ樹種ニシテカクノ如キ樹種ハ一般ニコレヲ陰樹ト稱シコレニ反シテ比較的庇陰ニ耐ヘザルノ樹種ハソノ最適ノ生長ヲナスタメニ要求スル光線ノ量モ又從ツテ大ニシテカクノ如キ樹種ハコレヲ陽樹ト名ヅケ兩者ノ中間ニ位スル性質ヲ有スル樹種ヲ中間樹種ト稱セリ然ルニ上表ノ數値ニシテ略誤ナシトスレバ各樹種ノ光線ニ對スル特性ヲ明カナラシメンニハ從來ノ類別ハ決シテ當ヲ得タリト云フ可カラズシテ少クトモ最小限界光度,最適光度ハコレヲ別箇ニ類別シテ計量シ相互ニ比較スルノ要アルガ如シ例ヘバとゞまつ二年生ハソノ最小限界光度ハ0.035(天然ノ全日光ノ照射量ヲ1.0トシテ)ニシテソノ耐陰力ハ可也ニ大ナリト雖而モコレガ最適ノ生長ヲナスハ實ニ0.997光度ノ照射アル場合ニシテ即天然ノ全日光ト殆ド同量ノ照射アル場合ニ於テ最大ノ生長ヲナス故ニ吾人ハ與ヘラレタル樹種ガナホソノ生存ヲ持續シウルタメニ幾何ノ光度ノ照射ヲ必要トスルヤヲ知ルト同時ニソレガ最適ノ生長ヲナスタメニ果シテ幾何ノ光度ヲ要求スルヤヲ併セ知ラザル可カラズ又殆ド如何ナル樹種モ乾燥若シクハ寒害ニ對スルノ保護トシテ庇陰ヲ要求スル場合ヲ除クノ外林内ノ庇陰ノ下ニ生育スルモノハ林外ノ裸地ニ生育スルモノニ比シテソノ生長力ノ著シク不良ナルハ何人モ日常目擊スルトコロニシテ即總テノ樹

種ハ林外即全日光ノ照射アル地ニ生育スル場合ニ於テ最良ノ生長ヲナスハ明カナルヲ以テ少クトモ實地ノ造林上ノ取扱ニ對シテハ樹種ノ最適光度ヲ類別シテ論ズルノ要ナシト速斷スルモノアリトセバソハ誤レルノ見解ニシテ多クノ樹種ガ全日光ノ照射アル裸地ニ於テ佳良ノ生長ヲナスハ事實ナリトスルモコハ決シテ總テノ樹種ガ同一ノ割合ニ光度ヲ要求スルヲ意味スルニアラズ吾人ガ裸地ニ生育スル多クノ樹種ノ生態ヲ觀察スルニソノ同化機關タル樹葉ガ光線ノ照射ニ對スルノ方向ハ各樹種各樹葉ニ於テ相同ジカラズシテソノ樹葉ノ陽光照射ノ方向ニ直角ニ面スルモノハ陽光ノ强射ヲ要求シコレニ鈍角ニ面スルモノハ寧ロコレヲ避ケントスルモノニシテソノ偏角ノ如何ハ因ツテ以テ或程度マデ該樹種ノ光線ニ對スル要求ノ程度ヲ窺知スルニ足ルモノナルハ周知ノ事實ニ屬セリカクノ如ク總テノ樹種ガ裸地ニ於テ等シク佳良ノ生長ヲナスト云フモコレ畢竟吾人ノ單純ナル目測ニヨル經驗ニ過ギズシテ仔細ニコレヲ觀察スレバ各樹種ハ決シテ同一ノ割合ヲ以テ全日光ノ照射ニ適應スルニアラザルヲ知ル可シ例セバ前表ニ於テからまつ一年生ハ全日光ノ照射アルノ地ニ生育スル場合ニアリテハ一生長期內ノ生長量ハ 16.193瓦 ナルモ假リニコレヨリモ 1.7 倍ノ强度ノ光線ノ照射ノ下ニ育成スルモノトスレバ凡 20.238瓦 ノ生長ヲナスヲ見ル可ク又ねぞまつ二年生ハ全日光照射ノ下ニ於テハ一生長期間內ノ生長量ハ3.743瓦ナルモコレヨリモ稍弱キ光線即0.937ノ光度ノ照射ノ下ニアリテハ寧ロ大ナル生長即3.762瓦ノ生長ヲナスヲ見ル故ニ一見シテ全日光照射ノ下ニ於テ總テノ樹種ハ最大ノ生長ヲナスガ如キモコレヲ數理的ニ觀察スレバ各樹種ガ最適トシテ要求スル光度ニハ可也大ナル振幅ノ存スルヲ知ル可シ

§ 52. 上記ノ實驗式ニ基キ各樹種每ニ各種ノ受光量Lニ對スル重量生長量Zノ値ヲ計算スレバ第 XXXIX 表ノ如シ,但該表ニ於テ受光量ハ天然ノ全日光ノ照射量ヲ 1.0 トシテノ比較數ニシテ重量生長量ハ瓦ヲ以テ單位トセリ

第 XXXIX 表

からまつ一年生			からまつ二年生			歐州たうひ二年生		
受光量 L	重量生長量 Z	Zノ最大値ヲ100トシテノ%	受光量 L	重量生長量 Z	Zノ最大値ヲ100トシテノ%	受光量 L	重量生長量 Z	Zノ最大値ヲ100トシテノ%
0.100	− 0.047	− 0.232	0.100	− 9.872	− 3.024	0.033	0.000	0.000
0.102	0.000	0.000	0.114	0.000	0.000	0.100	2.103	11.283
0.200	2.294	11.336	0.200	55.698	17.063	0.200	4.998	26.814
0.300	4.637	22.913	0.300	114.162	34.973	0.300	7.613	40.843
0.400	6.748	33.344	0.400	165.519	50.706	0.400	9.951	53.386
0.500	8.705	43.013	0.500	209.771	64.262	0.500	12.010	64.432
0.600	10.509	51.928	0.600	246.917	75.641	0.600	13.791	73.987
0.700	12.160	60.085	0.700	276.955	84.843	0.700	15.295	82.055
0.800	13.659	67.492	0.800	299.888	91.869	0.800	16.520	88.627
0.900	15.002	74.128	0.900	315.714	96.717	0.900	17.467	93.708
1.000	16.193	80.013	1.000	324.435	99.388	1.000	18.135	97.291
1.100	17.230	85.137	1.073	326.431	100.000	1.100	18.525	99.383
1.200	18.114	89.507	1.100	326.049	99.883	1.190	18.640	100.000
1.300	18.845	93.117	1.200	320.557	98.201	1.200	18.638	99.989
1.400	19.422	95.968	1.300	307.958	94.341	1.300	18.471	99.098
1.500	19.845	98.058	1.400	288.252	88.304	1.400	18.027	96.711
1.726	20.238	1000.000	1.500	261.443	80.091	1.500	17.304	92.833
3.350	0.000	0.000	2.032	0.000	0.000	2.347	0.000	0.000

歐州たうひ四年生			ねぞまつ二年生			とどまつ二年生		
受光量 L	重量生長量 Z	Zノ最大値ヲ100トシテノ%	受光量 L	重量生長量 Z	Zノ最大値ヲ100トシテノ%	受光量 L	重量生長量 Z	Zノ最大値ヲ100トシテノ%
0.083	0.000	0.000	0.035	0.000	0.000	0.051	0.000	0.000
0.100	10.033	4.066	0.100	0.524	13.929	0.100	0.458	10.049
0.200	63.597	25.775	0.200	1.251	33.254	0.200	1.321	28.983
0.300	110.302	44.704	0.300	1.885	50.107	0.300	2.083	45.700
0.400	150.149	60.853	0.400	2.428	64.541	0.400	2.742	60.158
0.500	183.136	74.222	0.500	2.878	76.502	0.500	3.300	72.400
0.600	209.263	84.811	0.600	3.236	86.019	0.600	3.755	82.383
0.700	228.533	92.621	0.700	3.502	93.089	0.700	4.109	90.149
0.800	240.943	97.651	0.800	3.674	97.661	0.800	4.360	95.656

歐洲たうひ四年生			ねぞまつ二年生			とどまつ二年生		
受光量 L	重量生長量 Z	Zノ最大値ヲ100トシテノ%	受光量 L	重量生長量 Z	Zノ最大値ヲ100トシテノ%	受光量 L	重量生長量 Z	Zノ最大値ヲ100トシテノ%
0.900	246.493	99.900	0.900	3.755	99.814	0.900	4.510	98.947
0.931	246.740	100.000	0.937	3.762	100.000	0.997	4.558	100.000
1.000	245.185	99.370	1.000	3.743	99.495	1.000	4.557	99.979
1.100	237.018	96.059	1.100	3.639	96.731	1.100	4.502	98.771
1.200	221.901	89.970	1.200	3.443	91.521	1.200	4.346	95.349
1.300	200.116	81.104	1.300	3.153	83.812	1.300	4.088	89.688
1.400	171.362	69.450	1.400	2.772	73.684	1.400	3.727	81.768
1.500	135.759	55.021	1.500	2.298	61.085	1.500	3.264	71.610
1.779	0.000	0.000	1.839	0.000	0.000	1.943	0.000	0.000

すとろーぶまつ二年生			すとろーぶまつ四年生			はるにれ一年生		
受光量 L	重量生長量 Z	Zノ最大値ヲ100トシテノ%	受光量 L	重量生長量 Z	Zノ最大値ヲ100トシテノ%	受光量 L	重量生長量 Z	Zノ最大値ヲ100トシテノ%
0.100	− 1.590	− 13.329	0.059	0.000	0.000	0.100	− 2.151	
0.142	0.000	0.000	0.100	12.546	12.637	0.104	0.000	0.000
0.200	2.006	16.817	0.200	40.559	33.152	0.200	50.494	16.209
0.300	5.048	42.318	0.300	64.458	52.686	0.300	98.305	31.558
0.400	7.534	63.158	0.400	84.242	68.857	0.400	141.283	45.355
0.500	9.464	79.337	0.500	99.913	81.666	0.500	179.428	57.600
0.600	10.839	90.864	0.600	111.469	91.111	0.600	212.740	68.207
0.700	11.658	97.729	0.700	118.911	97.194	0.700	241.218	77.436
0.797	11.929	100.000	0.800	122.238	99.913	0.800	264.861	85.026
0.800	11.923	99.950	0.831	122.344	100.000	0.900	288.673	92.670
0.900	11.632	97.511	0.900	121.451	99.270	1.000	297.651	95.552
1.000	10.786	90.419	1.000	116.550	95.265	1.100	306.796	98.488
1.100	9.384	78.666	1.100	107.535	87.896	1.200	311.107	99.871
1.200	7.427	62.260	1.200	94.405	77.164	1.239	311.508	100.000
1.300	4.916	41.211	1.300	77.160	63.069	1.300	310.575	99.700
1.400	1.849	15.500	1.400	55.802	45.611	1.400	305.229	98.001
1.452	0.000	0.000	1.500	30.329	24.790	1.500	295.040	94.714
1.500	− 1.774	− 14.871	1.558	0.000	0.000	2.374	0.000	0.000

2. 幹長生長量

§ 53. 第XXXII表ニヨリ一生長期間内ノ総受光量Lニ對スル各樹種ノ幹長生長(平均値)ヲ比較對照スレバ次表ノ如シ

第 XL 表

一生長期間ノ総受光量=L(比較數)	各樹種ノ一年生長期間ノ幹長生長(例)								
	からまつ一年生	からまつ二年生	歐州たうひ二年生	歐州たうひ四年生	ゐぞまつ二年生	とどまつ二年生	すとろーぶまつ二年生	すとろーぶまつ四年生	はるにれ一年生
0.14	3.6	12.4	3.8	7.5	2.6	2.0	2.4	10.0	23.9
0.27	5.7	26.1	5.2	9.0	3.0	2.9	2.2	13.8	35.9
0.43	7.8	35.5	4.5	9.0	3.3	2.5	2.5	15.3	45.8
0.68	10.7	34.1	4.1	9.5	3.6	2.4	2.7	13.4	66.2
1.00	14.3	32.8	5.4	10.1	3.4	2.7	2.9	12.9	62.2

上表ノ成績ニヨリテ見レバ樹幹ノ上長生育ハ光度ノ増大ニ比例シテ増大セズ或ハコレニ反比例シテ増大スルモノニアラズ一般ニ草本植物ハ暗所ニアリテハ實ニ偉大ノ長育ヲナシ光度ヲ増大スルニ從ツテ次第ニ長育ノ度ヲ減ジ極メテ強烈ナル光線ノ照射ヲ受クルトキハ殆ド何等ノ上長生育ヲモナサザルヲ常態トス然レドモ林木ノ場合ニアリテハ必シモ然ラズシテ全ク暗黑ノ場合ニアリテハ上長生育ヲナスニ先チテ光線不足ノタメニ餓死シ或最適ノ光度ノ照射ヲ受クル場合ニ於テ最大ノ上長生育ヲナスモノノ如シ而モソノ最大ノ上長生育ヲナサシムル最適ノ光度ハ物質生長ヲ最大ナラシムル最適ノ光度ニ比スレバ遙カニ著シク小ナルハ疑ヲ容レズ上記ノ實驗成績ハ大體ニ於テコノ關係ヲ說明セリ然レドモ光度ト幹長生長トノ關係並ニコノ關係ガ樹種ニヨリテ幾何ノ變異アリヤヲ數理的ニ歸納センニハ兩者ノ相關ヲ表ハスノ實驗値ハアマリニ複雜ナリ蓋シ樹葉ガ光線ノ照射ヲ受ケテ同化作用ヲ營ムノ結果ハ一ニ樹體ノ物質ヲ増大セシムルニ過ギズシテ樹體ノ上長生育ト何等ノ關係ヲ有スルモノニアラズ樹木ガ上長生育ヲ營ムノ動機 (Mechanism) ニ就テハ尙未ダ明白ナラザルモノアリト雖畢竟上長生育ハ樹幹ノ梢頭部ニ於ケル頂端生長ニ外ナラズシテコノ頂端生長ハ所謂附着生

長法ニヨリテ行ハレ新物質ノ中間ニ入ルコトナク單ニソノ上側面ニ着生スルモノニシテ新成部ハ順次輪層狀ヲナシテ既成部ノ上方ニ加ハリ以テ次第ニ其幹長ヲ增大スルモノト思考セラル假リニ樹木ガ孤立シテ生育スルモノトスレバ四周ヨリ平等ニ光線ノ照射ヲ受クルヲ以テ多量ノ枝葉ヲ簇生シコレ等ノ枝葉ハ爭フテ其頂端生長ヲ營マントスルヲ以テ根部ヨリノ營養分ハ其大部分ヲ之ガ爲メニ消費セラレ梢端部ニ於ケル頂端生長ハコレガタメニ却ツテ其勢力ヲ減殺セラルルヲ常トスルモ樹木密立シテ生育スルトキハ所謂側射光線ハ甚ダ微弱ニシテ樹葉ノ同化作用ハ主トシテ上射光線ニヨリテ行ハルルヲ以テ雷ニ過剩ノ枝葉ノ簇生ヲ見ザルノミナラズ梢頭部ハ爭フテ上射光線ニ浴セントシ上長生育ハコレガ爲メニ著シキ促進ヲ見ルニ至ルベシ換言セバ樹幹ガ其上長生育ヲ逞フスルハ主トシテ日光欠乏ノ刺戟作用ニヨルモノニシテ樹冠ニ照射セラルル日光ノ强度ハ上長生育ニ對シテハ直接何等ノ關係ヲ有スルモノニアラズ否四周ヨリ光線ノ照射ヲ受クルトキハ寧ロ却ツテ其上長生育ヲ減退スルコト上述ノ如クナルヲ以テ光線ガ上長生育ニ作用スル關係ハ時ト場合トニヨリテ千差萬別ニシテ其間數理的相關ノ實在スルモノニ非ザルガ如シ只上記ノ實驗成績ニヨリテコレヲ見ルニ大體ニ於テ 0.14 ノ光度(庇陰格子IV)ノ下ニ生育セルモノハ概ネ不良ノ上長生育ヲナセリト雖其他ノ庇陰格子並ニ裸地ニ生育スルモノハ上長生育ノ狀況千差萬別ニシテ其間著シキ相異ヲ發見スルコト能ハズ只仔細ニコレヲ觀察スレバ一般ニ陽樹殊ニからまつ及はるにれハ光度ノ增大ト共ニ多少其上長生育ヲ增大スル傾向ヲ有シ陰樹ハ 0.14 ノ光度ノ下ニ生育スルモノヲ除クノ外ハ各異ノ光度ノ下ニ於テ其上長生育ニ著シキ相異ナキヲ見ル恐クハ物質生長ヲ最大ナラシム可キ最適光度ノ大ナルモノハ其上長生育ヲ最大ナラシム可キ最適光度モ又コレニ正比例シテ大ナルニハアラザルカ何ントナレバ上記實驗樹種ノ中からまつトはるにれトハ共ニ物質生長ヲ最大ナラシム可キ最適光度ノ著シク大ナル樹種ナルコト實驗成績ノ敎フルトコロナレバナリ

E. 從來各異研究者ノ實驗法及其結果ノ比較概評

§ 54. 樹種ニ陰陽ノ別アルハ既ニ學者及實際家ノ認ムルトコロニシテ各異ノ樹種ヲ陰樹陽樹又ハ中間樹種ニ分類シ或ハ更ニコレヲ階級的ニ類別シタルモノアルハ既ニ周知ノ事實ニ屬セリ然レドモ其類別ノ標準タルヤ極メテ粗笨ナル經驗ノ結果ニ基キタルモノニシテ學術上信賴スベキ根柢ヲ有スルモノニアラズ一八七七年 Hartig[1] 氏ハ感光紙ニヨル光度計ヲ作製シ各種ノ林木ガ光線ニ對スル關係ヲ數字的ニ計量センコトヲ企テタリト雖未ダ完成スルニ至ラズシテ長逝セリ而モ該光度計ハ天然光ノ測定器トシテハ極メテ粗笨ニシテ殆ド實用ニ供スルニ足ラザリシヲ以テ遂ニ學者ノ認ムルトコロトナラズ其後 Wiesner[2] 氏ハ一九〇七年全ク獨立ニ感光紙ニヨル光度計 (Hartig 氏ノ光度計トソノ根本ノ原理ヲ異ニセル)ヲ考案シ廣ク一般植物ノ光度ニ對スルノ關係ヲ數字的ニ計測スル方法ヲ究メ幾多ノ有益ナル研究ヲ公ニセルモ就中氏ガ各地ニ生育セル各種ノ林木ノ最小受光量ヲ測定セルモノハ樹種ノ陰陽ノ度ヲ判定スベキ有力ナル材料トシテ一般林學者ノ注意ヲ喚起スルトコロトナレリ氏ハ各種ノ林木ノ樹冠ニ於テソノ外測ハ光線ノ照射充分ナルノ結果トシテ着葉ノ狀態甚ダ密ナリト雖ソノ内部ニ入ルニ從ヒテ次第ニ着葉ノ疎ナルヲ致シ樹冠ノ中心ニ近キ部分ハ光量小ナルガタメニ殆ド樹葉ヲ着生スルコトナク所謂樹冠内空間ヲ作ルヲ常トシソノ空間内ノ受光量ハ該樹種ノ樹葉ガ最早ソノ生存ヲ持續シエザル最小限度ノ光度ナルヲ以テコレヲ最小受光量 (Lichtintensitätsminimum) [H. Mayr[3] 氏ハコレヲ樹冠内光線 (Baumkroneninnenlicht) ト稱スルヲ至當ナリトセリ]ト名ヅケコノ光度ヲ測定スレバ因ツテ以テ該樹種ノ最大ノ耐陰力ヲ推知スルニ足ルモノトナシ各地ニ生育スル衆多ノ樹種ニ就テ多數ノ實驗ヲナシ以テソノ平均値ヲ算出セリ

---

(1) Hartig, Theodor. Photometrisches (Allgemeine Forst-und Jagdzeitung. 1877.)

(2) Wiesner, Julius. Lichtgenuss der Pflanzen. 1907.

(3) Mayr, Heinrich. Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. 1909.

今重要ナル三,四ノ樹種ニ就テ同氏ノ所謂最小受光量ノ値ヲ摘記センニ

樹種	最小受光量	備考	樹種	最小受光量	備考
Betula verrucosa	0.110	庭園樹	Fraxinus excelsior	0.170	群生セル樹木
Larix decidua	0.200	孤立セル庭園樹	Picea excelsa	0.025—0.036	孤立木
Quercus pedunculata	0.038	密林ノ樹木	Fagus silvatica	0.012	孤立セル庭園樹

上記ノ最小受光量ハ天然ノ全日光ノ强度ヲ 1.0 トシテノ比較數ナリコノ値ノ小ナル樹種ハ即該樹葉ガヨク小ナル光度ノ下ニソノ生存ヲ持續スル可能性ヲ有スルヲ示スモノニシテ即耐陰力ノ大ナル樹種ナリト解スルヲ得ベシ

§ 55. 其後 Stebler-Volkart 氏ハ Wiesner 氏ト同一ノ方法ニヨリ又 Clement 氏ハ氏ガ特ニ自ヲ考案セル感光紙ニヨル光度計ヲ使用シテ各樹種ガナホソノ生存ヲ持續シウベキ最小受光量ヲ測定セリ今 Stebler-Volkart[1] 氏ノ測定ノ成績ヲ Wiesner 氏ノソレト比較對照セン

樹種	最小受光量（天然ノ全日光ヲ 1.0 トシテ）			樹種	最小受光量（天然ノ全日光ヲ 1.0 トシテ）		
	平均値	最小値	最大値		平均値	最小値	最大値
Betula verrucosa	0.44	0.24	0.81	Fraxinus excelsior	0.16	—	—
Larix decidua	0.38	0.16	0.67	Picea excelsa	0.13	0.08	0.36
Quercus pedunculata	0.18	0.12	0.27	Fagus silvatica	0.05	0.04	0.07

Stebler-Volkart 氏ノ測定ハ Zürich 附近及山地ニ於ケル原野及牧場ニ生育スル孤立木ニ就テ行ヘルモノニシテ各樹木ノ生長條件ハ大體ニ於テ大差ナカリシモノト考フルヲ得レドモ Wiesner 氏ノ測定ハ種々ノ立地ニ生育セル孤立木若シクハ疎林,密林等ニ於テ行ヘルモノナルヲ以テ各樹木ノ生長條件ハ大略的ニモ決シテ等一ナリシモノト云フ可カラズ從ツテ兩氏ノ測定ノ結果ガ一致セザルハ當然ニシテ怪シムニ足ラズ只コレヲ仔細ニ觀察スルニ各樹種ノ耐陰力ノ順位ハ大體ニ於テ一致シ而モ又實

(1) A. Bühler, Der Waldbau. Erster Band. 1918.

際ノ經驗ニヨリテ得タル順位ト略一致スルヲ見ル

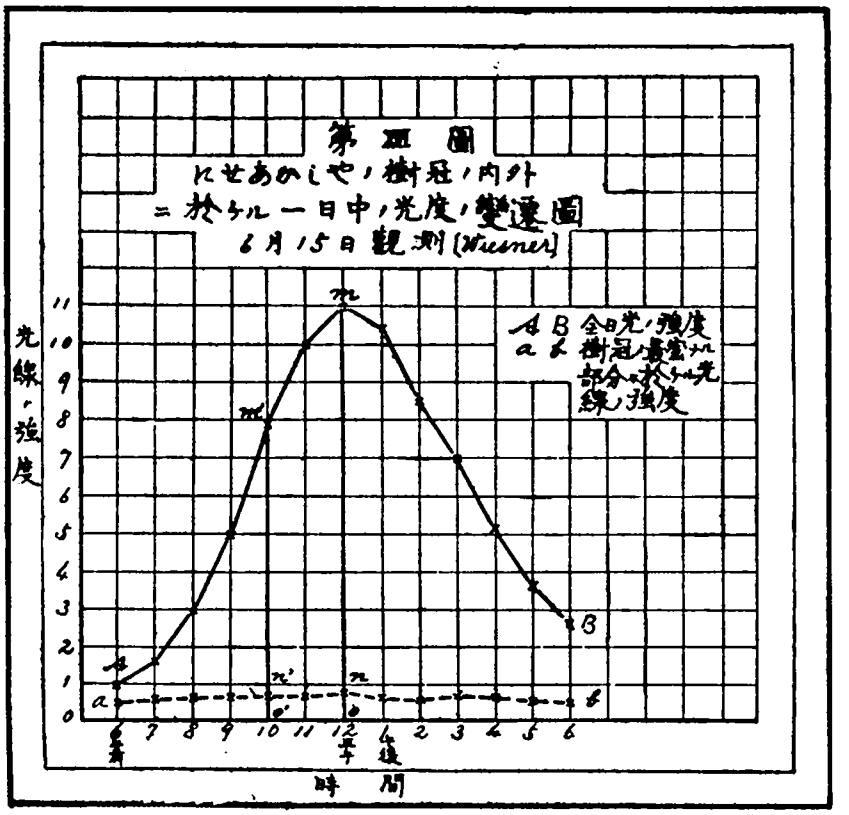
〔今後簡單ノタメ Wiesner 氏ヲ W 氏, Stebler-Volkart 氏ヲ S 氏ト呼バン〕

§ 56. W 及 S 兩氏ノ最小受光量ト著者ノ所謂最小限界光度トハ全然ソノ意義ヲ同フセリト雖兩者ハ全クソノ計量ノ方法ヲ異ニシ而モ彼ハ壯齡ノ樹木ニ於テ是ハ稚苗ニ於テ行ヘルガ故ニコレヲ比較攷究スルハ殆ド無意味ナリト雖只ソノ數値ニ就テコレヲ見ルニ S 氏ニアリテハ陽樹ト認ム可キ Larix decidua ハソノ最小受光量 0.38 ニシテ即天然ノ全日光ノ 1/2.6 ノ受光量ニ相當シソノ陰樹ト認ム可キ Fagus silvatica ハソノ最小受光量 0.05 即天然ノ全日光ノ 1/20 ノ受光量ニ相當セリ然ルニ W 氏ニアリテハ同一ノ樹種ニ就テ夫レ夫レ 0.20〔即天然ノ全日光ノ 1/5〕及 0.012〔即天然ノ全日光ノ 1/80〕ニシテ兩氏ノ測定値ヲ比較センカ W 氏ノ測定セルモノハ S 氏ノ測定シタルモノニ比シ著シク小ナルヲ見ルコレヲ換言スレバ Larix decidua ニ就テハ S 氏ニヨレバ天然ノ全日光ノ 1/2.6 ノ受光量ノ場合ニ於テ既ニソノ生存ヲ持續シエザル限界點ニ達スレドモ W 氏ニヨレバ 1/2.6 ノ光度ハナホ未ダ該樹種ノ樹葉ノ生存ヲ脅威スルニ至ラズシテ更ニコレヨリモ遙カニ小ナル光度即凡ソソノ 1/2 ノ光度ノ場合ニ於テ始メテソノ樹葉ヲ枯死セシムルノ限界點ニ達スルヲ示セリ又 Fagus silvatica ニ就テハ W 氏ニヨレバ天然ノ全日光ノ 1/80 ノ光度ニテ漸クソノ樹葉ヲ枯死セシムルノ限界點ニ達スレドモ S 氏ニヨレバ天然ノ全日光ノ 1/20 即前者ニ比シ正ニ四倍スルノ光度ニ於テ既ニソノ樹葉ヲ枯死セシムルニ至ルヲ示セリ著者ガ實驗式ヨリ計算シテ得タル數値ハ陽樹ト認ムベキからまつ二年生ハソノ最小限界光度 0.114 即天然ノ全日光ノ凡ソ 1/9 ニ相當スルヲ示セリ而シテ W 氏ガたうひニ就テ觀測セルモノハ 0.025—0.036 (1/40—1/28) ニシテ著者ノ數値 0.033—0.083 (1/30—1/12) ヨリモ稍小ナリ又 S 氏ニヨレバ 0.13 即天然ノ全日光ノ 1/8 ニシテ即著者ノ數値ヨリモ稍大ナリ換言スレバ著者ノ數値ハ W 氏ノ數値ニ近似シ S 氏ノ數値ニ比スレバ可也ニ小ナルノ結果ヲ示セリ然レドモ前述ノ如ク彼ハ壯齡ノ樹木ニシテ是ハ稚苗ノ場合ナルガ故ニコノ一致及不一致ハ別ニ大ナ

ル意味アルモノト考フ可カラズ假リニ樹木ガ幼齡ヨリ壯齡ニ及ブニ從ヒテ次第ニソノ耐陰性ヲ失フモノトスレバ最小限界光度ハ幼齡ノ樹木ヨリモ壯齡ノ樹木ニ於テ愈大ナラザル可カラザルノ理ニシテコノ意味ニ於テコレヲ推究スレバ稚苗ニ就テ求メタル著者ノ最小限界光度ノ數値ハ壯齡ノ樹木ニ就テ求メタルW及S氏ノ數値ヨリモ小ナルハモトヨリ當然ナリト謂ハザル可カラズ從ツテ著者ノ數値ガW氏ノ數値ト略一致セルハ實ハ眞ノ一致ニアラズシテ却ツテS氏ノ數値ガ眞ノ一致ヲナセルモノナルヤモ知ル可カラズ

§ 57. 著者ハ兩氏ノ測定方法ガ果シテソノ當ヲ得タリヤ否ヤニ就テ了解ニ苦シムノ點ナキニアラズ兩氏ガソノ測定ニ使用セル光度計ノ精度ニ就テハ今暫クコレヲ度外視スルモ兩氏ハ只任意ノ日ノ任意ノ時間ニ於テ樹冠內ノ光度ヲ測定シ兩者ノ比ヲ全日光ノ光度ヲ 1.0 トシテ表ハセルモノナリ然ルニコノ兩者ノ比ハ其實常數ニアラズシテ晴天ニ於ケル兩者ノ比ハ曇天ノ場合ニ於ケル兩者ノ比ヨリモ常ニ遙カニ小ナルハ實驗ニヨリテ明カナルノ事實ニシテ兩氏モ又コレヲ知悉セルヲ以テ可成晴天ノ日ニ行ヘリト稱スルモ而モ晴天ノ日ト雖ソノ測定ヲ行フ可キ時間ノ如何ニヨリテ兩者ノ比率ガ又著シク異ナルノ事實ヲ忘却ス可カラズ一日中ニ於テ樹冠ノ內外ニ於ケル光度ノ變遷ハ實ニ第XVI圖ニ示スガ如ク樹冠外ノ光度ハ一日中ノ時ノ經過ニ件ヒテ絕エズ著シク變遷ヲナスモ樹冠內ノ光度ハソノ變化微少ニシテ終日殆ド一定値ヲ維持スルヲ見ルコハ夙ニ Wiesner[1] 氏ノ認ムルトコロニシテ第XVI圖ハ實ニ同氏ガにせあかしやニ就テ特ニ觀測セルトコロノモノナリ該圖ニ於テA, m, B及a, n, bハ夫レ夫レ樹冠ノ內外ニ於ケル一日中ノ光度ノ變遷ヲ表ハス曲線ナリ正午ニ於ケル兩者ノ比ハ n0/m0 午前一〇時ニ於ケル兩者ノ比ハ n′0′/m′0′ ニシテコノ兩比ガ等値ニアラザルハ一見シテ明カナリ故ニ樹冠ノ內外ニ於ケル光度ノ比ハタトヘ晴天ノ日ト雖絕ヘズ變遷シツ

(1) Wiesner, Julius. Lichtgenuss der Pflanzen. 1907.



ヽアルモノニシテ而モソノ變遷ノ度ハ決シテ小ニアラザルヲ以テコレヲ一定値ト假定シテ計算スルノ結果ハ誤差ヲ招來スルコト多大ニシテ殆ド信頼スルニ足ラザルモノヽ如ク思考セラル Wiesner 氏モコレヲ知ラザルニアラザルヲ以テコノ誤差ヲ可及的小ナラシメンガタメニ各樹種ニ就テ數回ノ觀測ヲ行ヒ以テ其平均値ヲ求メタルガ如シト雖コハナホ未ダ以テソノ精ヲ盡シ得タリトナス可キニアラズ何ントナレバタトヘ一日中數回ノ觀測ヲナセリトスルモソノ觀測ノ時刻ニシテ正午ノ前後ニ於テ略平等ニ分配セラルヽニアラザレバ未ダ以テ該一日中ノ樹冠ノ内外ノ光度ノ平均値ノ比ヲ表ハシタルモノト云フ可カラズ故ニコノ誤差ヲ更ニ小ナラシメントスレバ少クトモ各樹種ニ就テ一日中ノ樹冠ノ内外ノ光度ノ變遷ヲ實測シコレヲ第XVI圖ノ如キ曲線圖ニ表ハシ各曲線ガ横軸トニ依リテ作ル面積即一日間ノ總受光量ノ比率ヲ求メザル可カラズ然レドモ該一日間ノ總受光量ノ比率ヲ以テ直ニ該樹種ノ最小受

光量ヲ計測シ得タリトナス可カラズ何ントナレバ兩者フ比率ハ天ノ晴曇ノ如何ニヨリテ相同ジカラザルコト前述ノ如クナルヲ以テタトヘ同一ノ樹木ニ就テ觀測スル場合ニアリテモ晴天ノ日ニ求メタル最小受光量ヲ表ハスノ數値ハ決シテ曇天ノ日ニ求メタル數値ト一致スルモノニアラズ故ニ少クトモ晴曇種々ノ日ニ於テ一日中ノ總受光量ノ比率ヲ觀測シコレヲ平均スルニアラザレバ未ダ以テソノ誤差ヲ消去シ得タリトナス可キニアラズW及S兩氏ガ同一ノ光度計ヲ使用シテ測定シタル數値ニ著シキ偏差アルハソノ觀測セル樹木ノ生立スル土地及其四周ノ狀況並ニ年齡ニ差異アリタルニヨルハ勿論ナルベシト雖而モ又兩氏ノ測定ノ方法ニ根本的ノ欠點アルヲ忘却セルニ歸因スルモノモ又鮮少ニアラザルヲ思フモノナリ試ニS氏ノ觀測ノ粗笨ナリト認ム可キ一例ヲ擧ゲンニS氏ハ Pinus silvestris ノ最小受光量ハ 0.50 ナリトナセルヲ以テ該樹種ノ樹葉ハ天然ノ全日光ノ 1/2 ノ光度ニ於テ既ニソノ生存ヲ持續シエザル限界點ニ達スルモノト見ザル可カラズ然ルニ全日光ニ於ケル直光ト陰光トノ割合ハ北緯50度ノ附近ニアリテハ大略的ニ 1.3 : 1 [1] ノ割合ニシテ陰光ノ强度ハ實ニ全日光ノ 1/2.3 ニ相當セリ故ニ例ヘバ斷崖ノ北側ニ接スル地面ノ如キ一年中殆ド直光ノ照射ヲ受ケス陰光モ又僅カニソノ二分ノ一ヲ受クルニ過ギザルノ地ニアリテハソノ受光量ガ天然ノ全日光ノ照射量ノ二分ノ一以下ナルハ當然ニシテカクノ如キ地面ニ於テハ Pinus silvestris ハ最早ソノ生存ヲ持續シ得ザルモノトナサザル可カラズ然レドモ斯クノ如キハ何人モ首肯セザルトコロニシテS氏ノコノ測定ハ明カニ大ニ過ギタルモノト謂ハザル可カラズコレ恐クハ同氏ガ曇天ノ日ニ測定シタルモノニアラザルカ若シ晴天ノ日ニ測定シタルモノナリトスレバ午前或ハ午後ノ太陽ノ高度低キトキニ測定シタル値ニアラザルカ何ントナレバコノ場合ニハ全日光ノ强度小ナルガ故ニ樹冠ノ內外ニ於ケル光度ノ差ハ甚ダ小ナルヲ以テナリ若シ又然ラズトスレ

(1) Hann, Julius. Handbook of Climatology. 1903.

バ特ニ光度以外ノ他ノ事情ニヨリテ疎鬆トナレル樹冠ニ就テ觀測シタルモノト考フルノ外ナシ

§ 58. 要スルニW及S兩氏ノ方法ハ若シ樹冠ノ內外ニ於ケル一日中ノ總受光量ノ比率ヲ前記ノ曲線法ニヨリテ求メ少クトモ晴曇種々ノ日ニ於テ數回ノ觀測ヲ繰返シテ數雙ノ比率ヲ求メコレヲ算術的ニ平均シテ平均比率ヲ求ムルノ方法ニ從ヒ而モコハ只一本ノ樹木ニ就テコレヲ求メズシテ生育條件ヲ異ニスル種々ノ樹木(同一樹種ノ)ニ就テ各ソノ平均比率ヲ求メ更ニコノ平均比率ヲ平均スレバコハ實ニ該樹種ノ平均最小受光量ヲ示スノ値ニシテ若シコレ等ノ煩ヲ厭ハザルニ於テハ兩氏ノ方法ハ樹種ノ最小受光量ヲ計測スル一方法トシテ實用ニ適ストセンモ兩氏ガ從來行ヘル方法ニヨリテ求メタル最小受光量ハ測定又ハ平均ノ方法アマリニ粗笨ニシテ到底信ヲ措クニ足ラザルモノト云フ可シ蓋シ自然現象(法則)ヲ數理的ニ歸納セントスルニ當リテハ可及的類似ノ測定ヲ反覆シ以テ器械的,個人的若シクハ偶然誤差ヲ消去スルニ勗ム可キハ當然ニシテ只二,三ノ樹木ニ就テ僅カニ一,二回ノ觀測ヲ行ヒ直ニ其結果ヲ歸納スルノ方法ハ到底學術的ニ權威アルモノトナス可カラズ

上記二氏ノ方法ヲ精密ナル觀測ノ方法ニ改ムレバコレニ因ツテ樹種ノ最小受光量ヲ計測スルヲ得ルトスルモコハ只壯老ノ樹木ニ就テ觀測ヲナシウルニ止マリ稚苗ニ就テハ直ニコノ方法ヲ適用スルコト能ハズ何トナレバ稚苗ノ場合ニアリテハ樹冠ノ發達ナホ未ダ壯老ノ樹木ノ如クナラズW氏ノ所謂樹冠內空間ハコレヲ求ムルコト能ハザルヲ以テソノ最小受光量ハ更ニ別箇ノ方法ニヨリテコレヲ計量スルトコロナカルベカラズコレ著者ガ光度ニ對スル稚苗ノ生長曲線ヲ利用シテ計算的ニコレヲ算出スル方法ヲ提出セル所以ナリ

§ 59. 假リニ稚苗ノ最小限界光度ハ著者ノ所謂曲線式ヨリ計算的ニ求ムルノ方法ニヨリ壯老ノ樹木ハW及S氏ノ方法ニヨリテソノ最小受光量ヲ求ムルトスルモコハ只前者ノ場合ニアリテハ實驗ニ供シタル稚苗ヲ實驗ニ供シタル土地ニ養成シタル場合ニ於ケル最小限界光度ヲ示

スモノニシテ後者ノ場合ニアリテモ觀測ニ供シタル樹木ガソノ生立セル土地ノ上ニ生育スル場合ニ於ケル最小受光量ヲ示スニ過ギザルカ故ニコレヲ以テ直ニ該樹種ノ一般的ノ最小限界光度ナリトナス可カラズ外國ノ事情ヲ異ニスル他ノ場所ニアリテハコレト異ナル數値ヲ示ス可キハ當然ナリ

吾人ガ林木ノ收額表ヲ調製セントスルニ當リテハコレヲ地方別ニ更ニ又地位別ニ分類シテ調製スルヲ常トス蓋シ收額表ハ林木ノ生長量ヲ一定ノ隔年別ニ表示スル統計表ニ外ナラズシテ而モ林木ノ生長量ハ同一ノ樹種ト雖地方ニヨリ又地位ニヨリテ相同ジカラザルヲ以テコレヲ地方別ニ更ニ又地位別ニ分類シテ調製スルニアラザレバ實用ニ適セザルヲ以テナリ樹種ノ最小限界光度ニ於ケル又然リ同一ノ樹種ト雖地方ニヨリ又地位ニヨリ最小限界光度(耐陰力)ハ著シキ變異ヲナスガ故ニコレヲ地方別ニ又地位別ニ調査研究スルニアラザレバ以テ精密ヲ期スルコト難シ而モ樹種ノ光度ニ對スル關係ハ單ニ最小限界光度ノミヲ計量スルヲ以テ足レリトス可カラズ更ニ其最適光度ヲ比較計量スルニアラザレバ未ダ以テ實用ニ供スルニ足ラザルハ前節ニ於テ詳述セルトコロノ如シ故ニ著者ハ地方別ニ又地位別ニ各樹種ノ最小限界光度並ニ最適光度ヲ計量シ宜シクコレヲ次ノ如キ簿表ニ纒メテ各樹種ノ光度ニ對スル關係ヲ一目瞭然タラシムルノ要アリト信ズ次表ハ其一例トシテ實驗ニ供シタル土地ヲ札幌地方ニ於ケル二等地ト看做シテ各樹種ノ稚苗ニ對スル L_{min} 及 L_0 ノ實驗値ヲ掲記セルモノトス

第 XLI 表

樹種	年齢	札幌地方					
		一等地		二等地		三等地	
		L_{min}	I_o	L_{min}	I_o	L_{min}	I_o
からまつ	1	—	—	0.102	1.726	—	—
からまつ	2	—	—	0.114	1.073	—	—
歐州たうひ	2	—	—	0.033	1.190	—	—
歐州たうひ	4	—	—	0.083	0.931	—	—
ねぞまつ	2	—	—	0.035	0.937	—	—
とゞまつ	2	—	—	0.051	0.997	—	—
すとろーぶまつ	2	—	—	0.142	0.797	—	—
すとろーぶまつ	4	—	—	0.059	0.831	—	—
はるにれ	1	—	—	0.104	1.239	—	—

附 説

1. 各庇陰格子内ニ發生セル雜草ノ量

各庇陰格子内ニ發生セル雜草ノ重量ハコレヲ剪除スルヤ即時ニ瓦單位ヲ以テコレヲ測定セリ測定ノ結果ハ次表ノ如シ

第 i 表

庇陰密度 / 分區	0	I	II	III	IV
7月29日除草即時重量測定（瓦）					
1	242	234	133	59	26
2	338	196	110	53	30
3	375	240	83	26	23
4	419	279	183	110	74
合計	1374	949	509	248	153
8月23日除草即時重量測定（瓦）					
1	85	64	43	18	13
2	115	171	80	50	8
3	126	124	26	25	8
4	133	157	87	56	26
合計	459	516	245	149	55

庇陰番號 / 分區	0	I	II	III	IV
9月24日除草即時重量測定（瓦）					
1	85	42	14	8	4
2	102	90	43	22	12
3	58	33	22	17	5
4	81	95	29	10	5
合計	326	260	108	57	26
通計	2159	1725	862	454	234

上表ニヨリ各庇陰格子内ニ發生セル雜草ノ重量(瓦)ヲ比較對照スレバ次表ノ如シ

第 ii 表

庇陰番號	光度ノ割合	雜草發生量（單位瓦）			
		7月29日	8月23日	9月24日	合計
0	1.00	1374	459	326	2159
I	0.68	949	516	260	1725
II	0.43	500	245	108	862
III	0.27	248	149	57	454
IV	0.14	153	55	26	234

上表ニヨリテ見レバ各庇陰格子内ニ自然ニ發生スル雜草ノ量ハ略其光度ニ比例スルノ關係アルヲ知ル可シ故ニ裸地[0]ニアリテハ稚苗ハ全日光ノ照射ヲ受ケテ旺盛ナル生長ヲ營ムト雖同時ニ生長ノ競爭者タル雜草モ又コレニ比例シテ繁茂スルノ事實ヲ忘却ス可カラズ雜草ノ生長ハ稚苗ノ生長ヨリモ遙カニ大ナルヲ以テ若シコレヲ自然ニ發生スルガ儘ニ放置センカ稚苗ハコレガ爲ニ壓倒セラレテ著シク其生長ヲ減退スルニ至ルハ事實ニシテ試ニ Cieslar[1] 氏ノ實驗成績ヲ採用センニ

第 iii 表

樹種	年齡	新苗ノ長サ（糎）		一本ノ苗木ノ平均容積（糎）		枯損本數	
		I	II	I	II	I	II
墺國產あかまつ	4	22.7	6.9	88.4	8.3	4	31
西比利亞產あかまつ	4	18.3	6.9	71.6	9.7	2	47
からまつ	3	37.1	7.6	79.6	2.8	18	74
たうひ	4	12.5	4.5	26.9	3.1	12	38
たうひ	6	13.2	7.4	319.5	104.5	12	8
しべりやもみ	7	5.8	4.2	15.1	4.3	0	34

(1) Cieslar, Adolph. Einiges über die Rolle des Lichtes im Walde. 1904.

表中Iハ落葉ヲ以テ被覆シタル床地IIハ人工的ニ雜草ノ種子ヲ播種シ一面ニ雜草ヲ繁茂セシメタル床地ナリ上表ニヨレバ如何ナル樹種ノ稚苗ト雖新苗ノ長サハIハIIノ二倍乃至三倍一本ノ苗木ノ平均容積ハIハIIノ三倍乃至十倍枯損本數モたうひ六年生ヲ除クノ外IハIIヨリモ著シク小ナリコレニ因ツテ見レバ雜草ガ稚苗ノ生長生育ニ與フル影響ハ想像以上ニシテコレ一ハ雜草ノ根ノ繁殖ガ著大ニシテ稚苗ノ攝取スベキ地中養分ノ大半ヲ奪取スルト一ハ其旺盛ナル莖葉ノ生長ニヨリテ稚苗ヲ庇陰シ稚苗ヲ照射スル光量ヲ著シク減殺スルニ因ラズンバアラズ雜草發生ノ量ハ地方ニヨリ又地位ニヨリ千差万別ナリト雖同一ノ地方同一ノ地位ニアリテハ全日光ノ照射ヲ受クル裸地ニ於テ最大ニシテ光量次第ニ小ナルニ從ヒ略コレニ正比例シテ減少スルハ既ニ前述セルトコロノ如シ稚苗ノ生長ニ及ボス雜草ノ影響上述ノ如ク大ナリトスレバ全日光ノ照射ヲ受クル裸地ニ於テ必シモ常ニ稚苗ノ生長量大ナリト斷ズ可キニアラズ何ントナレバ光量大ナルニ從ツテ稚苗ノ生長力ハ大ナランモ而モコレガ生長ノ競爭者ニシテ妨害者タル雜草モ又略コレニ正比例シテ繁茂跋扈スルニ至レバナリ假リニ著者ノ光度試驗ニ於テ雜草ノ發生ヲ全ク自然ノ儘ニ放置シタランニハ稚苗ノ生長ト受光量トノ關係ヲ表ハス實驗値ハ第XXXIII表ノ如クナラザリシヤ明カナリ何ントナレバ同表ニアリテハ裸地ヲ照射スル光量ハ全日光ノ光度ト等量ナリト假定シ 1.0 ヲ以テコレヲ示シタリト雖若シ雜草ノ發生及其生長ヲ自然ノ儘ニ放置シタランニハコレ等雜草ハ其繁茂跋扈ヲ擅ニシ曾ニ其根ニヨリテ稚苗ノ生長ヲ妨害スルノミナラズ其密ナル莖葉ノ庇陰ニヨリテ稚苗ヲ照射スル光量ヲ減殺シ裸地[.0]ヲ照射スル光量ハ最早全日光ノ光量ト等量ナラザルニ至レバナリコレ實驗ニ於テ雜草ガ稚苗ヲ庇陰スルニ先チテコレヲ除却シタル所以ナリ

2. 裸地及各庇陰格子内ノ土壤ノ濕潤度(含水率)

土地ノ濕潤度ハ稚苗ノ物質生長量ト著シキ關係ヲ有スルヲ以テ試驗地ヲ疎密種々ナル庇陰格子ヲ以テ被覆スル結果土壤ハ其濕潤度(含水率)ニ幾何ノ影響ヲ受クルヤヲ調査スルハ實驗成績ノ考査上必要ノコトナリ著者ハ先ヅ各庇陰格子内ノ中央部ニ於テ各其標準土壤即該格子内ノ土壤ノ中ソノ平均濕度ヲ有スト認ム可キ土壤ヲ掘取リテ其全重量ヲ測定シ容器ノ重量ヲ差引キテ供試土壤ノ重量g_0ヲ算出シ更ニコレヲ乾燥器ニ入レテ絶對乾燥シタル後其全重量ヲ測定シ前ト同樣ニ容器ノ重量ヲ差引キテ供試土壤ノ乾燥重量g_1算ヲ出セリ然ルトキハ g_0-g_1 ハ供試土壤ノ含水量ノ絶對値ニシテ $\frac{g_0-g_1}{g_0}\cdot 100$ ハ供試土壤g_0ノ中ニ幾何%ノ水分ガ含有セラルルヤノ百分率(含水率)ヲ示スモノナルハ明カナリ今コノ方法ニヨリテ裸地及各庇陰格子内ノ標準土壤ノ含水率ヲ測定シタル結果ハ第XLV表ノ如シ但調査日ハ降雨後少クトモ三日ヲ經過セル後トシ六月二十五日,八月一日,八月二十四日,九月十日ノ四回コレヲ施行セリ

第 iv 表

庇陰格子番號	容器重量（瓦）	容器及供試土壤ノ全重量（瓦）	供試土壤ノ重量（瓦）（g_0）	容器及乾燥土壤ノ全重量（瓦）	乾燥土壤ノ重量（瓦）（g_1）	供試土壤ノ含水量（g_0-g_1）	供試土壤ノ含水率 $\frac{g_0-g_1}{g_0}.100$
大正十年六月二十五日調査							
0	21.92	61.92	40.00	47.77	25.85	14.15	35.38
I	22.09	62.09	40.00	46.99	24.90	15.10	37.75
II	23.17	63.17	40.00	47.33	24.16	15.84	39.60
III	23.66	63.66	40.00	46.98	23.32	16.68	41.70
IV	20.76	60.76	40.00	44.32	23.56	16.44	41.10
同年八月一日調査							
0	21.92	51.92	30.00	45.16	23.24	6.76	22.53
I	22.09	52.09	30.00	45.01	22.92	7.08	23.60
II	23.17	53.17	30.00	44.04	20.87	9.13	30.43
III	23.66	53.66	30.00	40.98	17.32	12.68	42.27
IV	20.76	50.76	30.00	37.34	16.58	13.42	44.73
同年八月二十四日調査							
0	21.92	51.92	30.00	44.85	22.93	7.07	23.57
I	22.09	52.09	30.00	44.81	22.72	7.28	24.27
II	23.17	53.17	30.00	43.10	19.93	10.07	33.57
III	23.66	53.66	30.00	38.04	14.38	15.62	52.07
IV	20.76	50.76	30.00	33.98	13.22	16.78	55.93
同年九月十日調査							
0	21.92	61.92	40.00	57.81	35.89	4.11	10.28
I	22.09	62.09	40.00	55.35	33.26	6.74	16.85
II	23.17	63.17	40.00	52.27	29.10	10.90	27.25
III	23.66	63.66	40.00	49.88	26.22	13.78	34.45
IV	20.76	60.76	40.00	46.85	26.09	13.91	34.78

上表ニヨリ裸地及各庇陰格子内ノ土壤ノ含水率ヲ比較對照スレバ次表ノ如シ

裸地及各庇陰格子内ノ土壌ノ含水率

第 V 表

	0	I	II	III	IV
	35.38	37.75	39.60	41.70	41.10
	22.53	23.60	30.43	42.27	44.73
	23.57	24.27	33.57	52.07	55.93
	10.28	16.85	27.25	34.45	34.78
合　計	91.76	102.47	130.85	170.49	176.54
平　均	22.94	25.62	32.71	42.62	44.14

凡ソ土地ノ表層ニ於ケル土壌ノ含水率換言スレバ所謂濕潤度不定層ノ含水率ハ天候ノ如何ニヨリテ著シキ相異アルモノニシテ例ヘバ降雨後直チニ其水分ヲ定量シタル場合ト數日若シクハ十數日ノ旱天ヲ經過シタル後ニ定量セル場合トハ其含水率ニ著シキ相異アルハ言ヲ俟タザルトコロナリ故ニ粗密種々ナル庇陰格子ヲ以テ被覆シタル土地ガ裸地ニ比シテ其土壌ノ含水率ニ幾何ノ變化ヲ受クルヤヲ實驗センニハ嚴密ニ云ヘバ天候ノ狀況種々異ナル日ニ於テ少クトモ一生長期間ニ十數回ノ實測ヲ繰返シ精密ナル平均ノ結果ヲ求メザル可カラズ然ルニ上記ノ實驗ハ一生長期間ニ於テ僅カニ四回降雨後少クトモ三日ヲ經過シタル或特種ノ日ニ於ケル表土ノ含水率ヲ定量セルニ過ギザルモノナルヲ以テ上表ニ示セル含水率ノ平均値ハ一生長期間ニ於ケル嚴密ナル含水量ノ平均値ヲ示スモノニアラザルハ明カナリ然レドモ各種ノ庇陰格子ヲ以テ被覆シタル表土ノ濕潤度ガ裸地ノソレニ對シテ幾何ノ比率ヲ有スルヤヲ大略的ニ推定スル目的ニ對シテハ上記ノ簡單ナル實驗成績モ亦一ノ參考資料トシテノ假値アルヲ信ズ

上表ニ因リテ見レバ供試土壌ノ含水率ハ裸地ニ於テ最小22.94%ニシテ此含水率ハ庇陰格子ノ密度ヲ加フルニ從ツテ次第ニ增加ス即庇陰格子Iハ25.62%, IIハ32.71%, IIIハ42.62%, IVハ44.14%ニシテ即最密ナル庇陰格子ヲ以テ被覆シタル表土ノ含水率ハ裸地ノ含水率ノ殆ド二倍ニ相當セリ斯クノ如ク庇陰格子ノ密度ヲ加フルニ從ツテ土壌ノ濕潤度ガ次第ニ增加スルハ密ナル庇陰格子ノ被覆ニヨリテ陽光ヲ遮斷シ通風ヲ妨ゲ以テ地面ヨリノ蒸發量ヲ著シク減殺スルニ基クヤ論ナシ然レドモ此事實ガ稚苗ノ實際ノ生長量ニ對シテ幾何ノ影響ヲ及ボスヤノ將來ナル關係ハ上表ノ實驗値ノミニ因リテ直チニ最後ノ斷定ヲ下スコト能ハズ故ニ上記實驗成績ノ範圍内ニ於テ只極メテ大略的ノ判定ヲ下スニ止メントス

今供試土壌ノ最大容水量ヲ本邦土壌ノ平均最大容水量55%ト假定シコノ最大容水量ノ60%ノ水分ヲ含有スル土壌ノ場合ニ於テ植物ノ生育最佳良ナリト假定スレバ$55\times\frac{60}{100}=33$%即無水土壌100ニ對シテ其33%ノ水分ヲ含有スル場合ニ於テ稚苗ノ生育最佳良ナリト推定シ得ベシ(青井博士土壌學提要參照)今コノ數値ト比較對照センガ爲ニ上記ノ實驗成績ニ就テ無水土壌ニ對スル含水量ヲ式$\frac{g_0-g_1}{g_1}\times 100$ニヨリテ計算シ四回ノ實測結果ノ平均値

ヲ求ムルトキハ裸地ハ 31.53% 庇陰格子 I ハ 35.97% ニシテ即何レモ地水ノ最適量ト略等量ニ近ク又庇陰格子 II, III, IV ハ夫レ夫レ 49.33%, 76.46%, 82.75% ニシテ何レモ地水ノ最適量ヲ超過スルヲ示セリ故ニ稚苗ノ生長ニ及ボス土壤ノ濕潤度ノ關係ニ就テハ裸地及庇陰格子 I ハ稍適量ナリト雖庇陰格子 II, III, IV ハ夢カ濕潤ニ過ギタルモノト謂ハザル可カラズコノ現象ハ光度試驗ノ成績ヲ攪亂スルコト疑ナシト雖實驗方法ニ伴フ必然ノ現象ニシテ如何ントモスルコト能ハズ要スルニ上記ノ實驗ハ庇陰格子ヲ以テ被覆スル結果土壤ノ含水率ニ幾何ノ變化ヲ生ズルヤノ大略的ノ關係ヲ說明スル用ニ供シタルニ過ギズ

其二　林木ノ耐陰力ニ影響ヲ及ボス二三ノ因子ニ就テ

Über die einigen auf das Schattenertägnis der Waldbäume einwirkenden Faktoren.

§ 60. 爰ニ林木ノ耐陰力トハ該林木ノ最小限界光度ノ逆數ノ謂ナリ例ヘバ或林木ガ $\frac{3}{100}$ ノ光度(天然ノ全日光ノ光度ヲ 1.00 トシテ)ノ庇陰ノ下ニ辛フジテ其生存ヲ持續スルモノトスレバ該林木ノ耐陰力ハ 100/3=33.3 ナリト云フガ如シ故ニ或林木ノ最小限界光度ヲ知レバ該林木ノ耐陰力ハ計算上直チニコレヲ求ムルヲ得ベシ然レドモ樹木ノ耐陰力ハタトヘ同一ノ樹種ト雖其年齡並ニ立地ノ性質如何ニヨリテ變異スル性質ヲ有シ而モ其變異スル範圍ハ可也ニ大ナルヲ以テ概括的ニ何樹種ハ幾何ノ耐陰力ヲ有スルモノト斷定スルコト能ハズ或地方ニ於テ實驗シタル或樹種ノ最小限界光度ハコレヲ他ノ地方ニ於テ實驗スレバ又コレト異ナル數値ヲ與フルハ當然ナリ且又供試稚苗ノ年齡,勢力,土壤ノ性質等ニシテ等一ナラザランカ兩地ノ實驗ニヨリテ歸納セル最小限界光度ヲ表ハス數値ハ最早コレヲ比較スルノ價値ナキニ至ル故ニ著者ガ本論文其一ニ於テ $Z=-A+BL-C\ L^2$ ニヨリ實驗的ニ求メタル各樹種ノ最小限界光度ヲ表ハス數値ハ絕對的ノ値ニハアラズシテ嚴密ニ云ヘバ供試稚苗ヲ北海道帝國大學附屬苗圃ニ養成シタル場合ニ於ケル最小限界光度ヲ表ハスニ過ザルモノト考フ可キモノニシテコレト外圍ノ事情ヲ異ニスル他ノ場所ニ於テ實驗スレバ又コレト異ナル値ヲ示スモノト解セザル可カラズ斯クノ如ク林木ノ耐陰力ハ外圍ノ因子如何ニヨリテ變異スル性質ヲ有スルヲ以テ遂ニ或一派ノ學者ヲシテ樹種ノ耐陰力ヲ類別スルノ要ナシト極言セシムルニ至レリ然レドモ耐陰性ハ樹種本來ノ性質ニシテ外圍ノ事情ガコレヲ變異セシムルハ或範圍アリテ存ジコノ範圍ヲ超越シテ無限ニ其陰耐性ヲ左右スルモノニアラズ例ヘバあすなろハ

コレヲ如何ニ不良ノ立地(あすなろノ成林限界内ニ於ケル)養成スルモからまつニ比スレバ常ニ其耐陰力ノ大ナルガ如シ故ニ各樹種ノ耐陰力ハ少クトモ年齢別ニ又地方的ニ類別スレバコレヲ造林上ノ實際問題ニ應用スルニ敢テ不可ナキガ如シ蓋シ樹種ノ耐陰力ハ混淆林ノ造成,間伐,枝打ノ方法ハ勿論殊ニ稚苗ノ場合ニアリテハ天然更新ノ方法ヲ決定ス可キ重要ナル基準ヲナスモノニシテ其耐陰力ノ僅少ナル相異モ直チニコレ等ノ方法ヲ根抵ヨリ覆スノ因ヲナスガ故ニコレヲ類別スル法ヲ究ムルハ決シテ徒勞ノ業ニアラズ

§ 61. 樹種ノ耐陰力ヲ變異セシム可キ因子ハ殆ド擧ゲテ數フ可カラズト雖要スルニ林木ノ生長ニ影響ヲ及ボス總テノ因子ハ同時ニ又耐陰力ヲ左右スル因子タルヤ疑ナク就中土地ノ緯度,高度,方位及傾斜,溫度,土壤ノ肥沃度殊ニ其濕度並ニ樹木ノ年齢等ハ其主因ヲナスモノト思考セラルコレ等ノ諸因子ガ樹種ノ耐陰力ニ果シテ幾何ノ影響ヲ及ボスヤヲ追究スルハ樹種ノ耐陰力ヲ實地ノ造林上ニ應用スル方法ヲ究ムル先決問題ナリコレ等ノ問題ニ關シテハ夙ニ多數ノ學者ニヨリテ研究セラレタルモノアリト雖多クハ斷片的ニ個々ノ因子ガ耐陰力ニ影響ヲ及ボス範圍ヲ論ジタルニ過ギズ殊ニ土地ノ緯度高度及方位等ガ耐陰力ニ如何ナル影響ヲ及ボスヤニ就テハ尙未ダ詳細ナル研究ノ行ハレタルモノナシ故ニ著者ハ今玆ニ著者自身ノ研究ヲ公表スル傍ラ從來文献ニ現ハレタル種々ノ該研究ヲ綜合シテ樹種ノ耐陰力ニ及ボス諸因子ノ影響ヲ統括的ニ明カナラシメントス只樹木ノ年齢ト耐陰力トノ關係ニ就テハ尙未ダ學術的ノ斷案ヲ下シウル域ニ達セザルヲ以テ暫クコレガ論及ヲ除外スベシ

玆ニ一言ヲ要ス可キハ所謂最小限界光度ハ天然ノ全日光ノ强度ヲ 1.0 トシテノ比對値ニシテ而モ天然ノ全日光ノ强度ハ各地ニ於テ相同ジカラザルヲ以テ各地ニ於テ別箇ニ實驗的ニ定メタル各樹種ノ最小限界光度ハ決シテ其絕對値ヲ表ハスモノニアラザルコトコレナリ嚴密ニ云ヘバコレヲ關係的最小限界光度ト謂ハザル可カラズ例ヘバ六月一五日ニ於ケル札幌ノ正午ノ全日光ノ强度ヲ 1.0 トスレバ同日ノ同時刻ニ於ケル熊本ノ全日光ノ强度ハ 1.15 ニシテ札幌ニ於ケル最小限界光度 0.03 ト熊本ニ於ケル最小限界光度 0.03 ト

其絶對値ハ相等シカラズ後者ハ實ニ前者ノ 1.15 倍ニ當ルガ如シ故ニ樹種ノ耐陰力ヲ比較スル尺度トシテノ最小限界光度ハ其絶對値ヲ使用スルヲ可ナリトスルガ如キモ其絶對値ヲ求メンガタメニハ各地ヲ照射スル光度ノ絶對値ヲ知ラザル可カラズ然レドモ光度ノ絶對値ハコレヲ測定スルノ法ナキヲ以テコハ云フ可クシテ實際ニ行フコト難シ且又吾人ガ日常云々スル樹種ノ耐陰力ハ該樹種ガ野外ノ全日光ノ何%ノ光度マデ尙其生存ヲ持續シウルヤノ謂ニシテ造林上ノ實際問題ニ應用スル場合ニハ寧ロコノ意味ノ耐陰力ヲ使用スルヲ便ナリトスコレ著者ガ敢テ關係的最小限界光度ヲ採用シタル所以ナリ從來ノ諸學者例ヘバ Wiesner, Cieslar 氏等モ總テコノ意味ノ最小限界光度ヲ採用セリ

A. 土地ノ緯度ニヨル太陽ノ照度ノ變遷

§ 62. 樹種ノ耐陰力ガ土地ノ緯度ニヨリテ幾何ノ變異ヲ表ハスヤノ問題ヲ解決センニハ先ヅ先決問題トシテ太陽ノ照度ハ緯度ニヨリテ幾何ノ相異アリヤヲ究メザル可カラズ太陽ノ照度ガ緯度ニヨリテ異ナルノ事實ハ一般ニ知悉セラルルトコロナリト雖而モ數字的ニ幾何ノ相異ヲ表ハスヤノ詳細ナル研究ハ未ダコレアルヲ見ズ故ニ著者ハ先ヅ一年間並ニ林木ノ一生長期間内ニ本邦ノ南北各地ニ於テ夫レ夫レ凡ソ幾何ノ總光量ヲ投射セラルルヤノ比對値ヲ明カニシ然ル後コノ總光量ノ相異ガ林木ノ耐陰力ニ實際幾何ノ影響ヲ及ボスモノナリヤヲ推論セントス

I. 本邦ノ各地ニ於ケル各月ノ時刻ニヨル太陽ノ高度ノ變遷

§ 63. 地球面上ノアル地點ニ於テ或時刻ニ該地平面上ヲ照射スル陽光ノ强度ハ實ニ該時刻ニ於ケル太陽ノ高度ニ關セリ即太陽ノ高度大ナルニ從ヒ陽光ノ强度ハコレニ正比例シテ愈大ナリ何ントナレバ太陽ノ高度小ナレバ陽光ハ地平面ニ沿フテ斜メニ射入シ來ルヲ以テ大氣層ヲ通過スル道程ノ大ナルヲ致シ從ツテ其途中ニ於テ反射分散若シクハ吸收サルル量愈大ナルニ至ルヲ以テナリ

一般ニ地球面上ノ任意ノ一地點ヨリ仰グ太陽ノ高度ハ次式ニヨリテ算出セラル[1]

$$\sin h = \cos p \cdot \sin \varphi + \sin p \cdot \cos \varphi \cdot \cos t$$

---

(1) 理學博士一戸直藏　高等天文學

但　h＝太陽高度

p＝90°－日赤緯(δ)

φ＝緯度

t＝時角

故ニ太陽ノ高度ハ緯度φニヨリテ變化シ又同緯度ニ於テモ日赤緯即年内ノ日ニヨリテ變化シ又一日ノ中ニ於テモ時刻(或ハ時角t)ニヨリテ變化ス

今本邦ノ各地ニ於テ毎月ノ一五日ニ於ケル毎時ノ太陽ノ高度ヲ上式ヲ應用シテ計算スレバ第XLII表ノ如シ但表中ゴジック式活字ニテ記入セル數字ハ同日ニ於テ太陽ガ正ニ地平線上ニ出ヅルノ時刻ヲ示シタルモノナリ又午後ノ高度ハ午前ノ高度ト全ク對稱的ノ關係ヲ有スルヲ以テコレヲ省略セリ

第 XLII 表

各地ニ於ケル各月ノ時刻ニヨル太陽ノ高度

北緯 二二度一分 恒春

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
午前	5	0 0	0 0	0 0	41 0 0	25 0 0	17 0 0	21 0 0	35 0 0	53 0 0	0 0	0 0	37 0 0
	6	33 0 0	18 0 0	1 0 0	3 34	6 54	8 31	7 57	5 18	1 14	12 0 0	29 0 0	
	7	5 2	8 38	12 54	17 23	20 20	22 44	21 11	19 35	15 18	10 34	6 19	4 9
	8	17 14	21 36	26 35	31 17	34 1	35 2	34 42	32 50	28 58	23 52	18 48	16 8
	9	28 22	33 44	39 45	45 7	47 49	48 38	48 23	46 45	42 32	36 30	30 18	27 1
	10	37 46	44 20	51 51	58 38	61 43	62 20	62 11	60 37	55 24	47 48	40 7	36 8
	11	44 19	52 7	61 31	70 56	75 33	76 8	76 4	73 59	66 17	56 20	47 5	42 26
正午	12	46 44	55 5	65 35	77 31	86 41	88 44	89 38	82 16	71 17	59 43	49 40	44 44

北緯 二五度二分 臺北

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
午前	5	0 0	0 0	0 0	39 0 0	20 0 0	11 0 0	15 0 0	31 0 0	53 0 0	0 0	0 0	44 0 0
	6	39 0 0	21 0 0	1 0 0	4 2	7 48	9 38	8 59	5 59	1 24	14 0 0	34 0 0	
	7	3 45	7 13	12 31	17 32	20 57	22 30	21 58	19 22	14 59	9 58	4 59	2 35
	8	15 36	20 19	25 47	31 7	34 23	35 42	35 15	32 55	28 28	22 43	17 7	14 14
	9	26 21	32 1	38 30	44 35	47 57	49 6	48 44	46 30	41 36	34 53	28 11	24 43
	10	35 19	42 6	50 2	57 34	61 30	62 38	61 49	59 52	53 53	45 36	37 32	33 24
	11	41 29	49 21	58 57	68 56	74 43	76 13	75 50	72 17	63 55	53 31	44 2	39 19
正午	12	43 43	52 4	62 34	74 30	83 40	88 15	86 37	79 15	68 16	56 42	46 39	41 43

北緯 三一度五六分 宮崎

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
午面	4						55 0 0						
	5	0 0	0 0	0 0	32 0 0	3 0 0	1 25	2 0 0	23 0 0	51 0 0	0 0	0 0	0 0
	6	53 0 0	29 0 0	3 0 0	5 2	9 46	12 4	11 15	7 29	1 45	21 0 0	47 0 0	
	7	1 45	5 30	11 23	17 43	22 11	24 16	23 32	20 5	14 28	8 7	2 25	
	8	11 46	17 12	23 41	30 25	34 52	36 47	36 8	32 48	27 1	20 7	13 42	10 26
	9	21 34	27 50	35 16	42 48	47 34	49 30	48 50	45 24	39 1	31 11	23 48	20 2
	10	29 34	36 45	45 24	54 20	59 58	62 9	61 26	57 26	49 51	40 38	32 6	27 49
	11	34 55	42 55	52 50	63 39	71 6	74 11	73 10	67 38	58 5	47 20	37 44	32 59
正午	12	36 49	45 10	55 40	67 36	76 46	81 21	79 43	72 21	61 22	49 48	39 45	34 49

北緯 三二度四九分　熊　本

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
午前	4						52 0 0	59 0 0					
	5				31 0 0	5 0 0	1 29	0 27	21 0 0	51 0 0			
	6	55 0 0	30 0 0	2 0 0	4 48	9 8	12 22	11 32	7 40	1 47	21 0 0	48 0 0	
	7	0 57	6 1	12 1	17 43	22 19	24 28	23 43	20 8	14 23	7 53	1 55	2 0 0
	8	11 16	16 46	23 13	30 17	34 53	36 53	36 12	32 44	26 47	19 45	13 12	9 55
	9	20 57	27 17	34 23	42 31	47 27	49 29	48 48	45 11	38 39	30 40	23 11	19 24
	10	28 49	36 3	44 23	53 51	59 40	61 59	61 13	57 2	49 16	39 58	31 22	27 3
	11	34 4	42 6	51 31	62 55	70 31	73 45	72 40	66 58	57 19	46 30	36 53	32 8
正午	12	35 56	44 17	54 47	66 43	75 53	80 28	78 50	71 28	60 29	48 55	38 52	33 56

北緯 三三度五八分　下ノ關

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
午前	4						49 0 0	56 0 0					
	5				30 0 0	3 0 0	1 21	0 23	19 0 0	51 0 0			
	6	57 0 0	31 0 0	3 0 0	5 19	10 19	12 46	11 53	7 55	1 51	22 0 0	51 0 0	
	7	0 8	4 50	11 1	17 48	22 29	23 43	23 56	20 13	14 16	7 30	1 37	5 0 0
	8	10 36	16 14	23 1	30 6	34 53	37 0	36 16	32 40	26 30	19 10	12 36	8 58
	9	20 8	26 33	34 14	42 8	47 16	49 26	48 42	44 55	38 9	29 53	22 24	18 17
	10	27 50	35 8	43 58	53 13	59 15	61 44	60 53	56 30	48 31	38 58	30 25	25 46
	11	32 58	41 0	50 59	61 57	69 42	73 6	71 56	66 6	56 18	45 18	35 48	30 43
正午	12	34 47	43 8	53 38	65 34	74 44	79 19	77 41	70 19	59 20	47 46	37 43	32 47

北緯 三五度一分　京　都

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
午前	4						46 0 0	53 0 0					
	5				25 0 0	1 0 0	1 50	0 50	18 0 0	48 0 0			
	6	59 0 0	32 0 0	2 0 0	5 27	10 36	13 7	12 13	8 8	1 54	22 0 0	52 0 0	
	7	0 35	4 30	10 49	17 43	22 38	24 56	24 8	20 18	14 10	8 42	1 12	7 0 0
	8	10 1	15 44	22 40	29 56	34 53	37 1	36 20	32 35	26 14	18 50	12 2	8 37
	9	19 24	25 53	33 42	41 47	47 6	49 22	48 36	44 39	37 42	29 23	21 41	17 48
	10	26 57	34 18	43 18	51 42	58 52	61 28	60 35	55 59	47 50	38 17	29 33	25 10
	11	31 59	40 2	50 3	61 6	68 58	72 29	71 17	65 16	55 23	44 29	34 49	30 2
正午	12	33 44	42 5	52 35	64 31	73 41	78 16	76 38	69 16	58 17	46 43	36 40	31 44

北緯 三八度一五分　山　形

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
午前	4					53 0 0	37 0 0	45 0 0					
	5				25 0 0	1 40	3 19	2 16	8 0 0	48 0 0			
	6		36 0 0	2 0 0	5 53	11 18	14 10	13 12	8 47	2 3	25 0 0	58 0 0	
	7	6 0 0	3 11	10 13	17 38	23 1	25 34	24 40	20 28	13 48	6 26	0 6	27 0 0
	8	7 34	14 10	21 30	29 20	34 47	37 17	36 24	32 13	23 51	17 26	10 16	6 41
	9	17 3	23 47	31 56	40 33	46 25	49 4	48 7	43 41	36 10	27 25	19 25	15 25
	10	24 10	31 39	40 4[illegible]	50 39	57 25	60 29	59 23	54 15	45 37	35 44	26 49	22 22
	11	28 51	36 58	46 13	58 17	66 22	70 26	68 59	62 35	52 28	41 25	31 42	27 2
正午	12	30 30	38 51	49 21	61 17	70 27	75 12	73 24	66 2	55 13	43 29	33 26	28 30

北緯 三九度四一分　秋　田

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
午前	4					50 0 0	33 0 0	41 0 0					
	5				3 0 0	0 55	3 59	2 53	10 0 0	50 0 0			
	6		39 0 0	3 0 0	6 4	11 49	14 37	13 37	9 3	2 6	27 0 0		
	7	11 0 0	2 57	9 55	17 35	23 10	25 49	24 52	20 31	13 38	6 3	3 0 0	21 0 0
	8	7 19	13 27	20 57	28 52	34 42	37 18	36 23	32 2	24 54	16 48	9 28	5 50
	9	16 1	22 49	31 7	39 43	46 4	48 47	47 51	43 13	35 28	26 32	18 23	14 22
	10	22 56	30 28	39 44	49 21	56 43	59 51	58 45	53 26	44 36	34 35	25 36	21 7
	11	27 29	35 35	45 43	56 31	65 20	69 31	67 53	61 23	51 10	40 4	30 24	25 32
正午	12	29 4	37 25	47 55	59 51	69 1	73 36	71 58	64 36	53 37	42 3	32 0	27 4

北緯 四一度四六分　函　館

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
午前	4					46 0 0	27 0 0	36 0 0					
	5				21 0 0	1 46	4 56	2 48	7 0 0	48 0 0			
	6		42 0 0	3 0 0	6 20	12 20	15 16	14 11	9 27	2 12	28 0 0		
	7	17 0 0	2 16	9 30	17 30	23 21	26 8	25 10	20 34	13 22	5 28	5 0 0	24 0 0
	8	6 6	12 25	20 10	28 34	34 32	37 18	36 20	31 43	24 15	15 52	8 19	4 34
	9	14 30	21 26	29 57	39 5	45 50	48 24	47 23	42 29	34 24	25 13	16 56	12 49
	10	21 8	28 45	38 8	48 22	55 38	58 57	57 48	52 12	43 6	32 55	23 49	19 18
	11	25 29	33 37	43 45	55 10	63 39	67 41	66 14	59 35	49 15	38 6	28 20	23 31
正午	12	26 59	35 20	45 50	57 46	66 56	71 31	69 53	62 31	51 32	39 58	29 55	24 59

北緯 四三度四分　札幌

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
午前	4					44 0 0	26 0 0	31 0 0					
	5				20 0 0	2 17	5 25	4 22	5 0 0	47 0 0			
	6		42 0 0	22 0 0	6 29	12 38	15 35	14 35	9 41	2 15	31 0 0		
	7	36 0 0	1 49	9 14	17 26	23 27	26 16	25 19	20 35	13 11	5 9	19 0 0	29 0 0
	8	5 21	11 45	16 39	28 15	34 24	37 12	36 16	31 29	23 50	15 20	7 36	3 48
	9	13 32	20 33	29 11	38 30	45 5	48 4	47 4	41 59	33 43	24 29	16 0	11 51
	10	20 1	27 40	37 7	47 29	54 54	58 17	57 9	51 23	42 9	31 58	22 43	18 10
	11	24 14	32 22	42 34	54 0	62 32	66 11	65 12	58 27	48 3	36 45	27 5	22 16
正午	12	25 41	34 2	44 32	56 28	65 38	70 13	68 35	61 13	50 14	38 40	28 37	23 41

北緯 四四度一分　網走

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
午前	4					38 0 0	18 0 0	27 0 0					
	5				17 0 0	2 40	5 57	4 47	2 0 0	47 0 0			
	6		35 0 0	4 0 0	6 37	12 52	15 56	14 51	9 52	2 17	32 0 0		
	7	23 0 0	1 30	9 1	17 22	23 31	26 28	25 25	20 35	13 3	4 50	13 0 0	35 0 0
	8	4 47	11 16	13 19	28 1	34 18	37 14	36 12	31 19	23 31	14 50	7 4	3 13
	9	12 50	19 55	28 37	38 4	44 49	47 53	46 48	41 36	33 12	23 47	15 20	11 8
	10	19 11	26 52	36 23	46 50	54 21	57 45	56 38	50 47	41 26	31 5	21 53	17 20
	11	23 3	31 28	41 40	53 8	61 44	65 54	64 25	57 37	47 10	35 58	26 10	21 21
正午	12	24 44	33 5	43 35	55 31	64 41	69 16	67 38	60 16	49 17	37 43	27 40	22 44

北緯 四七度三分　眞岡

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
午前	4					23 0 0	3 0 0	17 0 0	55 0 0				
	5				12 0 0	3 52	7 19	6 5	0 32	45 0 0			
	6		51 0 0	4 0 0	6 38	13 34	16 49	15 40	10 22	2 25	35 0 0		
	7	32 0 0	0 29	8 22	17 10	23 41	26 49	25 43	20 34	12 36	3 58	22 0 0	46 0 0
	8	3 0	9 43	18 2	27 13	33 52	37 2	33 55	30 42	22 28	13 25	5 22	1 23
	9	10 36	17 49	26 47	36 37	43 43	47 3	45 53	40 20	31 33	21 49	13 8	8 51
	10	16 33	24 19	33 59	44 41	52 31	56 14	54 56	48 47	39 9	28 36	19 17	14 40
	11	18 33	28 34	38 49	50 23	59 6	63 22	61 52	54 54	44 22	33 6	23 15	18 24
正午	12	21 42	30 3	40 33	52 29	61 39	66 14	64 36	57 14	46 15	34 41	24 38	19 42

II. 太陽ノ高度ト其照度トノ關係

§ 64. C. Dorno[1] 氏ニヨレバ晴天ノ日ニ於ケル全日光ノ强度ハ太陽ノ高度5°高マル毎ニ凡ソ12000 Hefnermeterkerzen ヲ增加ス但太陽ガ高位置ニ昇ル時即正午ノ前後ニ於テハ照度ノ增加ハ嚴密ニ云ヘバ最早斯クノ如ク大ナラズト雖實用上ノ目的ニ對シテハコレヲ適用スルモ大ナル誤差ヲ誘致スルモノニアラズト 1 Hefnermeterkerzen ハ大略0.0837呎燭光ニ相當スルヲ以テ12000 Hefnermeterkerzen ハ凡ソ1004呎燭光ニ相當セリ故ニ今太陽ノ高度5°高マル毎ニ凡ソ1004呎燭光ヲ增加スルモノト假定スレバ第 XLII 表ニ於テ求メタル各地ノ每月ノ一五日ノ各時刻ノ理論上ノ照度ハ呎燭光ヲ以テ直チニコレヲ算出スルヲ得ベシ然レトモ吾人ガ各地ノ太陽ノ照度ヲ比較スル目的ニ對シテハ呎燭光ヲ單位トスル實際ノ照度ハ必ズシモコレヲ知ルノ要ナク只相互ノ比較數ヲ知ルヲ以テ充分ナリトスベキガ故ニ著者ハ第 XLII 表ニ於ケル高度ヲ總テ分ニ換算シ以テ其照度ヲ比較スルノ用ニ供セントスコレ高度ヲ Dorno 氏ノ方法ニヨリテ呎燭光ニ換算シテ比較スルト全ク同一ノ結果ニ歸着スルヲ以テナリ

太陽ノ高度ト其照度トノ關係ニ就テハ既ニ Hann, Clausius, Abney 氏等ノ計算セルモノアルハ一般ニ知悉セラルルトコロナリ故ニコノ計算値ニ基キテ太陽ノ高度ヲ横軸ニトリ其照度ヲ縱軸ニトリテ兩者ノ關係ヲ表ハス可キ曲線圖ヲ畫クトキハ任意ノ高度ニ對スル照度ハ圖上ニ於テ直チニコレヲ求ムルヲ得ベシ然レドモ著者ガ强イテ上記ノ簡易法ニ據レル所以ノモノハ實用上ノ目的ニ對シテハ多少ノ誤差アルモコレヲ省ミルノ要ナキヲ認メタレバナリ

第 XLIII 表ハ第 XLII 表ニ於ケル太陽ノ高度ヲ總テ分ニ換算セルモノナリ

C. Dorno, Studien über Licht und Luft des Hochgebirges. Braunschweig 1911.

第 XLIII 表

各地ニ於ケル各月ノ太陽ノ照度ノ比較數

北緯 二二度一分 恒春

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
午前	6				214	414	511	477	318	74			
	7	302	518	774	1043	1220	1364	1271	1175	918	634	379	249
	8	1034	1296	1595	1877	2041	2102	2082	1970	1738	1433	1128	968
	9	1702	2024	2385	2707	2869	2918	2903	2805	2552	2190	1818	1621
	10	2266	2660	3111	3518	3703	3740	3731	3637	3324	2868	2407	2168
	11	2659	3127	3691	4256	4533	4568	4564	4439	3977	3380	2825	2546
正午	12	2804	3305	3935	4651	5201	5324	5378	4936	4277	3583	2980	2684
合計		10767	12930	15491	18236	19981	20527	20106	19280	16830	14088	11537	10236

北緯 二五度二分 臺北

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
午前	6				242	468	578	539	359	84			
	7	225	433	751	1052	1257	1350	1318	1162	899	598	299	155
	8	936	1219	1547	1867	2063	2142	2115	1975	1703	1363	1027	854
	9	1581	1941	2310	2675	2877	2946	2924	2790	2496	2003	1691	1483
	10	2119	2526	3002	3454	3690	3758	3709	3592	3233	2736	2252	2004
	11	2489	2961	3537	4136	4483	4573	4550	4337	3835	3211	2642	2359
正午	12	2623	3124	3754	4470	5020	5295	5197	4755	4096	3402	2799	2503
合計		9973	12184	14901	17896	19858	20642	20352	19150	16351	13403	10710	9358

北緯 三一度五六分 宮崎

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
午前	5						85						
	6				302	586	724	675	449	105			
	7	105	330	683	1063	1331	1456	1412	1205	868	487	145	
	8	706	1032	1421	1825	2092	2207	2168	1968	1621	1207	822	626
	9	1294	1670	2116	2568	2854	2970	2930	2724	2341	1871	1428	1202
	10	1774	2205	2724	3260	3598	3729	3686	3446	2991	2438	1926	1669
	11	2095	2575	3170	3819	4266	4451	4390	4058	3485	2840	2264	1979
正午	12	2209	2710	3340	4056	4606	4881	4783	4341	3682	2988	2385	2089
合計		8183	10522	13454	16893	19393	20503	20044	18191	15093	11831	8970	7565

北緯 三二度四九分　熊　本

時刻＼月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
午前 5						89	27					
6				288	548	742	692	460	107			
7	57	361	721	1063	1339	1468	1423	1208	863	473	115	
8	676	1006	1393	1817	2093	2213	2172	1964	1607	1185	792	595
9	1257	1637	2063	2551	2847	2969	2928	2711	2319	1840	1391	1164
10	1729	2163	2663	3231	3580	3719	3673	3422	2956	2398	1882	1623
11	7044	2526	3091	3775	4231	4425	4360	4018	3439	2790	2213	1928
正午 12	2156	2657	3287	4003	4553	4828	4730	4288	2629	2935	2332	2036
合計	7919	10350	13218	16728	19191	20453	20005	18071	14920	11621	8725	7346

北緯 三三度五八分　下ノ關

時刻＼月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
午前 5						81	23					
6				319	619	766	713	475	111			
7	8	290	661	1068	1349	1423	1436	1213	856	450	97	
8	636	974	1381	1806	2093	2220	2176	1960	1590	1150	756	538
9	1208	1593	2054	2528	2836	2960	2922	2695	2289	1793	1344	1097
10	1670	2108	2638	3193	3555	3704	3653	3390	2911	2338	1825	1546
11	1978	2400	3059	3717	4182	4386	4316	3966	3378	2718	2148	1843
正午 12	2087	2588	3218	3934	4484	4759	4361	4219	3560	2866	2263	1967
合計	7587	10013	13011	16565	19118	20305	19900	17918	14695	11315	8433	6931

北緯 三五度一分　京　都

時刻＼月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
午前 5						110	50					
6				327	636	787	733	488	114			
7	35	270	649	1063	1358	1496	1448	1218	850	522	72	
8	601	944	1360	1796	2093	2221	2180	1955	1574	1135	722	517
9	1164	1553	2022	2507	2826	2962	2916	2679	2262	1763	1301	1068
10	1617	2058	2598	3102	3532	3688	3635	3359	2870	2297	1773	1510
11	1919	2402	3003	3666	4138	4349	4277	3916	3323	2669	2089	1802
正午 12	2024	2525	3155	3871	4421	4696	4598	4156	3497	2803	2200	1904
合計	7360	9752	12787	16332	19004	20309	19837	17771	14490	11184	8157	6801

北緯 三八度一五分　山　形

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
午前	5					100	199	136					
	6				353	678	850	792	527	123			
	7		191	613	1058	1381	1534	1480	1228	828	386	6	
	8	454	850	1290	1760	2087	2237	2184	1933	1431	1046	616	401
	9	1023	1427	1916	2433	2785	2944	2887	2621	2170	1645	1165	925
	10	1450	1899	2449	3039	3445	3629	3563	3255	2737	2144	1609	1342
	11	1731	2218	2773	3497	3982	4226	4139	3755	3148	2485	1902	1622
正午	12	1830	2331	2961	3677	4227	4512	4404	3962	3313	2609	2006	1710
合計		6488	8916	12002	15817	18685	20131	19585	17281	13750	10315	7304	6000

北緯 三九度四一分　秋　田

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
午前	5					55	239	173					
	6				364	709	877	817	543	126			
	7		177	595	1055	1390	1549	1492	1231	818	183		
	8	439	807	1257	1732	2082	2238	2183	1922	1494	1008	568	350
	9	961	1369	1867	2383	2764	2927	2871	2593	2128	1592	1103	862
	10	1376	1828	2384	2961	3403	3591	3525	3206	2676	2075	1536	1267
	11	1649	2135	2743	3391	3920	4171	4073	3683	3070	2404	1824	1532
正午	12	1744	2245	2875	3591	4141	4416	4318	3876	3217	2523	1920	1624
合計		6169	8561	11721	15477	18464	20008	19452	17054	13529	9785	6951	5635

北緯 四一度四六分　函　館

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
午前	5					106	296	168					
	6				380	740	916	851	567	132			
	7		136	570	1050	1401	1568	1510	1234	802	328		
	8	366	745	1210	1714	2072	2238	2180	1903	1455	952	499	274
	9	870	1286	1797	2345	2750	2904	2843	2549	2064	1513	1016	769
	10	1268	1725	2288	2902	3338	3537	3468	3132	2586	1975	1429	1158
	11	1529	2017	2625	3310	3819	4061	3974	3575	2955	2286	1700	1411
正午	12	1619	2120	2750	3466	4016	4291	4193	3751	3092	2398	1795	1499
合計		5652	8029	11240	15167	18242	19811	19187	16711	13086	9452	4639	5111

北緯 四三度四分　札　幌

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
午前	5					137	325	262					
	6				389	758	935	875	581	135			
	7		109	554	1046	1407	1576	1519	1235	791	309		
	8	321	705	1179	1695	2064	2232	2176	1889	1430	920	456	228
	9	812	1233	1751	2310	2705	2884	2824	2519	2023	1469	960	711
	10	1201	1660	2227	2849	3294	3497	3429	3083	2529	1918	1363	1090
	11	1454	1942	2554	3240	3752	3971	3912	3507	2883	2205	1625	1336
正午	12	1541	2042	2672	3388	3938	4213	4115	3673	3014	2320	1717	1421
合計		5329	7691	10937	14917	18055	19633	19112	16487	12805	9141	6121	4786

北緯 四四度一分　網　走

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
午前	5					160	357	287					
	6				397	772	956	891	592	137			
	7		90	541	1042	1411	1588	1525	1235	783	290		
	8	287	676	799	1681	2058	2234	2172	1879	1411	890	424	193
	9	770	1195	1717	2284	2689	2873	2808	2496	1992	1427	920	668
	10	1151	1612	2183	2810	3261	3465	3398	3047	2486	1865	1313	1040
	11	1383	1888	2500	3188	3704	3954	3865	3457	2830	2158	1570	1281
正午	12	1481	1985	2615	3331	3881	4156	4058	3616	2957	2263	1660	1364
合計		5075	7446	10355	14733	17936	19583	19004	16322	12596	8893	5887	4546

北緯 四七度三分　眞　岡

時刻＼月		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
午前	5					232	439	365	32				
	6				398	814	1009	940	622	145			
	7		29	502	1030	1421	1609	1543	1234	750	238		
	8	180	583	1082	1633	2032	2222	2035	1842	1348	805	322	83
	9	636	1069	1607	2197	2623	2823	2753	2420	1893	1309	788	531
	10	993	1459	2039	2681	3151	3374	3296	2927	2349	1710	1157	880
	11	1113	1714	2329	3023	3546	3802	3712	3294	2662	1980	1395	1104
正午	12	1302	1803	2433	3149	3699	3974	3876	3434	2775	2081	1478	1182
合計		4224	6657	9992	14111	17518	19252	18520	15805	11928	8135	5140	3780

III. 本邦ノ各地ニ於ケル各月一五日ノ全一日間ノ受光量ノ比較表

§ 65. 第 XLIII 表ニ於ケル各地ノ每月ノ一五日ノ日出ヨリ正午ニ至ル每時ノ光度ヲ合計スレバ大略的ニ該地ノ當日ノ午前中ニ於ケル總光量ヲ求ムルヲ得ベシ午後ノ總光量ハ午前ノ總光量ト略等量ナリト假定スルモ不可ナキヲ以テ各地ノ每月ノ一五日ニ於ケル一日間ノ總光量ヲ比較スルト只午前中ノ總光量ヲ比較スルトハ其結果ニ於テ何等ノ相異アルナシ故ニ今各地ノ每月ノ一五日ニ於ケル午前中ノ總光量ヲ算出シテコレヲ一表ニ纒ムルトキハ第 XLIV 表ノ如シ

第 XLIV 表

各月ノ一五日ニ於ケル全一日間ノ受光總量ノ比較數

地名＼月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
恒春	10767	12930	15491	18266	19981	20527	20406	19280	16860	14088	11537	10236
臺北	9973	12184	14901	17896	19858	20642	20352	19150	16351	13403	10710	9358
宮崎	8183	10522	13454	16893	19333	20503	20044	18191	15093	11831	8970	7565
熊本	7919	10350	13218	16728	19191	20453	20005	18071	14920	11621	8725	7346
下ノ關	7587	10013	13011	16565	19118	20305	19900	17918	14695	11315	8433	6991
京都	7360	9752	12787	16332	19004	20309	19837	17771	14490	11184	8157	6801
山形	6488	8916	12002	15817	18685	20131	19585	17281	13750	10315	7304	6000
秋田	6169	8561	11721	15477	18464	20008	19452	17054	13529	9785	6951	5635
函館	5652	8029	11240	15167	18242	19811	19187	16711	13086	9452	6439	5111
札幌	5329	7691	10937	14917	18055	19633	19112	16487	12805	9141	6121	4786
網走	5075	7446	10355	14733	17936	19583	19004	16322	12596	8893	5887	4546
眞岡	4224	6657	9992	14111	17518	19252	18520	15805	11928	8135	5140	3780

IV. 本邦ノ各地ニ於ケル全一年間ノ受光總量ノ比較數

§ 66. 今月日ヲ横軸ニトリコレニ相當スル該月日ノ總光量ヲ縱軸ニトリテ一ツノ曲線圖ヲ畫キコノ曲線ガ横軸ト作ル面積ヲ合計スレバコハ實ニ各地ニ於ケル一年間ノ總光量ノ比較數ヲ表ハスモノナリト雖コレヲ簡易ニ計算的ニ求メントスレバ只每月ノ一五日ノ總光量ヲ合計スレバ足レリ即コレヲ計算スレバ第 XLV 表ノ如シ

第 XLV 表

地名	緯度	一年間ノ受光總量ノ比較數	恒春ノ受光總量ヲ100トシテノ%	地名	緯度	一年間ノ受光總量ノ比較數	恒春ノ受光總量ヲ100トシテノ%
	° ′				° ′		
恒春	22 1	190.369	100.00	山形	38 15	156.274	82.09
臺北	25 2	184.778	97.06	秋田	39 41	152.806	80.27
宮崎	31 56	170.582	89.61	函館	41 46	148.127	77.81
熊本	32 49	168.547	88.54	札幌	43 4	145.014	76.17
下ノ關	33 58	165.851	87.12	網走	44 1	142.376	74.79
京都	35 1	163.784	86.03	眞岡	47 3	135.062	70.95

V. 林木ノ主タル生長期間ノ算定

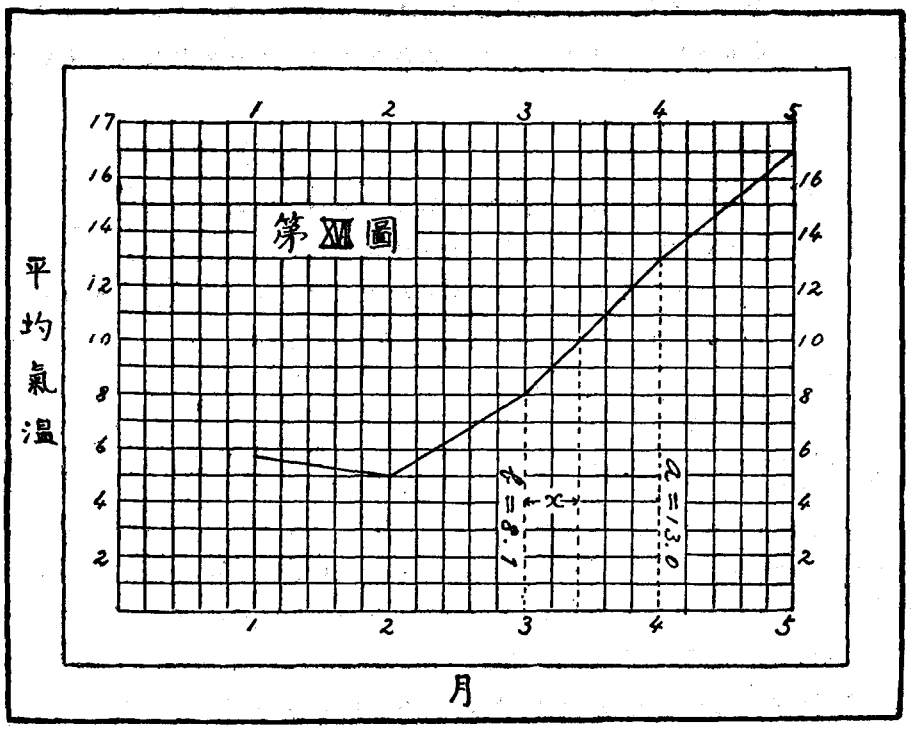
§ 67. 第XLV表ハ一年間ニ各地ニ投射セラルル總光量ノ比較數ナリト雖實際林木ガ陽光ヲ利用シテ生長ヲ營ムハ實ニ其生長期間ナリ故ニ林木ノ生長ト陽光ノ强度トヲ比較研究スルニ當リテハ一年間ノ總光量ヲ以テスルハ少クトモ四季ノ變化ナキ熱帶以外ノ地ニ對シテハ殆ド無意味ニシテ林木ノ生長期間ニ實際投射セラルル總光量ニ就テコレガ研究ヲ進メザル可カラズ或一地方ニ於ケル林木ノ生長期間ノ長短ハ該地方ニ於ケル一年間ノ氣溫ノ分配狀況ニ支配セラル然レドモ各地方ニ於ケル林木ノ生長期間ノ精密ナル比較調査ハ未ダ統括的ニ行ハレタルコトナシ故ニ著者ハ先ヅ次ノ假設ガ承認セラル可キモノト假定シテ各地方ニ於ケル大略的生長期間ヲ算定セリ即**林木ノ主タル生長ノ開始及休止ハ平均氣溫攝氏一〇度ニ達シタルノ日ニ於テ始マル**トノ前提コレナリ而シテ如何ナル基礎ニヨリテコノ假設ヲ誘導セルヤハ次節ニ於テ詳細ニ說明スベシ

著者ハ上記ノ假設ニ基キテ各地ニ於ケル林木ノ主タル生長ノ開始及休止期ヲ次ノ方法ニヨリテ計算セリ

先ヅ假リニ下ノ關ニ於ケル主タル生長開始期日ヲ算出スル方法ヲ述ベンニ下ノ關ニ於ケル每月ノ平均氣溫ハ大正六年曆ニコレバ

月次	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月
平均氣溫(攝氏)	5.6	5.0	8.1	13.0	16.9	20.7	24.6	26.4	22.9	17.6	12.7	7.9

上表ニ於テ四月ノ平均氣溫ハ攝氏一三度ニシテ三月ノ平均氣溫ハ攝氏八度一ナリ而シ



テコノ平均氣温ハ夫レ夫レ該月ノ一五日ニ於ケル平均氣温ナリト假定スルモ大過ナシ今月日ヲ横軸ニトリ平均氣温ヲ縦軸ニトリテ兩者ノ關係ヲ表ハス可キ曲線圖ヲ畫クトキハ第 XVII 圖ノ如シ圖ニ於テ攝氏一〇度ニ相當スルノ日ハ必ズヤ三月一五日ト四月一五日トノ中間ニアラザル可カラズ今三月一五日ヨリ x 日ノ後ニ攝氏一〇度ニ相當スル日アリトスレバコノ x ノ値ヲ算出スレバ攝氏一〇度ニ相當スル日ガ何月ノ何日ニ相當スルヤハ直チニコレヲ求ムルヲ得ベシ各月ノ一五日ノ間ニ挿マルル日數ハ月ノ大小ニヨリ或ハ三一日トナリ或ハ三〇日トナリ若シクハ二八日トナルコトアリト雖總テ大略的ニ三〇日ナリト假定スレバ x ノ値ハ一般ニ次式ニヨリテ算出スルヲ得ベシ

$$x=\frac{10-b}{a-b}\times 30$$

但　a ハ平均氣温攝氏一〇度ヲ超ユル月ノ平均氣温

b ハ平均氣温攝氏一〇度ニ達セザル月ノ平均氣温

x ハ平均氣温攝氏一〇度ニ達セザル月ノ一五日ヨリ起算セル日數

上例ノ場合ニアリテハ

$a=13.0$

$b=8.1$

$$\therefore\ x=\frac{10.0-8.1}{13.0-8.1}\times 30=11.6=12$$

故ニ三月一五日ニ更ニ一二日ヲ加算シタル日即三月二七日ハ下ノ關ニ於テ平均氣温ガ

正ニ攝氏一〇度ニ達スルノ日ニシテ即林木ガ其主タル生長ヲ開始スルノ日ナリトス

又生長休止期ヲ算出スル方法モ前ト同一ノ方法ニヨルモノニシテ只コノ場合ニアリテハ

$$x=\frac{a'-10}{a'-b'}\times 30$$

但 a' ハ平均氣温攝氏一〇度ヲ超ユル月ノ平均氣温

b' ハ平均氣温攝氏一〇度ニ達セザル月ノ平均氣温

x ハ平均氣温攝氏一〇度ヲ超ユルノ月一五日ヨリ起算セル日數

例ヘバ上例ノ場合ニアリテハ

$a'=12.7$

$b'=7.9$

$$\therefore\ x=\frac{12.7-10}{12.7-7.9}\times 30=16.9\doteqdot 17$$

故ニ一一月一五日ニ更ニ一七日ヲ加算シタル日即一二月二日ハ下ノ關ニ於テ平均氣温ガ正ニ攝氏一〇度ニ達スルノ日ニシテ即林木ガ其主タル生長ヲ休止スルノ日ナリトス

恒春及臺北ニアリテハ平均氣温ガ攝氏一〇度以下ニ降ルノ月ナキヲ以テ林木ハ一年ヲ通ジテ絶エズ其生長ヲ持續シツツアルモノト考フ可キモノトス

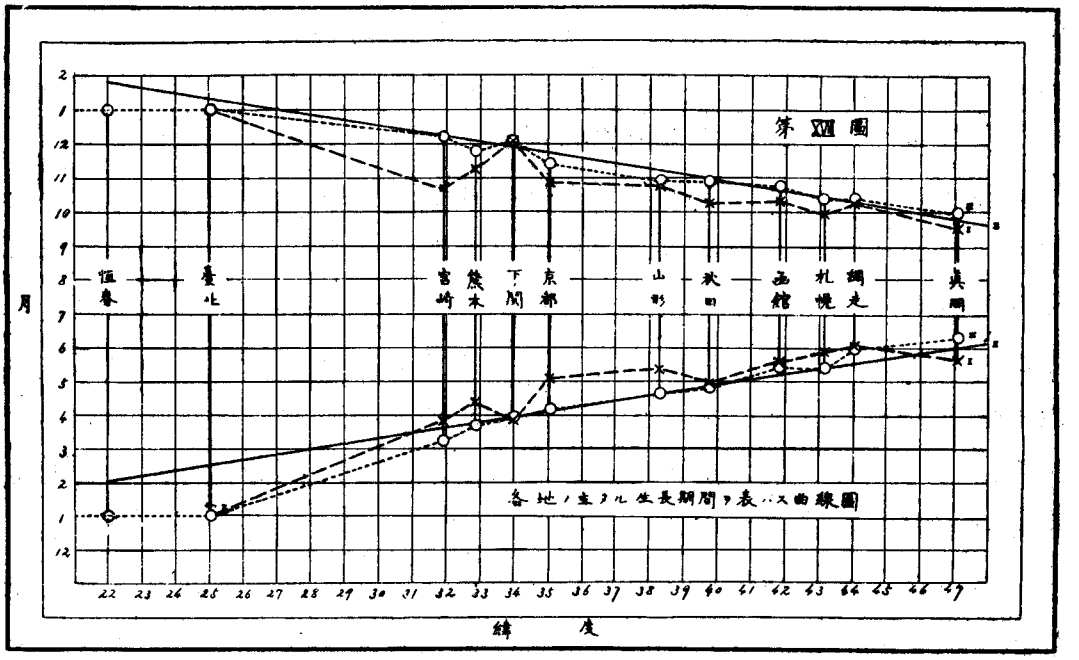
§ 68. 上記ノ假説ハモトヨリ著者ノ推定ニシテ未ダ一般的ニ認容セラレタルモノニアラザルヤ論ナシ然レドモ著者ガ強イテコノ假説ニ基キテ林木ノ生長期間ヲ算定セントシタル所以ノモノハ本邦ニアリテハ斯種ノ比較調査ハナホ未ダ包括的ニ行ハレタルコトナキガ故ニ各地ノ林木ノ生長期間ヲ比較ス可キ好箇ノ資料ヲ求ムルコト能ハザリシヲ以テナリ

今著者ガ上記ノ假説ヲ誘導シタル所以ヲ説明センニ凡ソ一地方ニ於ケル林木生長ノ開始及休止ノ時期ハ樹種ニヨリテ千差萬別ニシテ一般的ニハ到底嚴密ニコレヲ決定スルコト能ハズ假リニ實測ニヨリテ大略的ニ其平均ノ時期ヲ決定シ得ルトスルモ各地ニ亙リテ包括的ニコレガ比較調査ヲナスハ決シテ容易ノ業ニアラズ故ニ少クトモ包括的ニ各地ノ生長期間ヲ求メントスレバ何等カノ標準ニ基キテ大略的ニコレヲ算定スルノ方法ニヨラザル可カラズ Max Wagner[1] 氏ハ Gemeine Kiefer ノ生長開始ノ時期ハ緯度一度ヲ高ムル毎ニ凡ソ五日宛後ルルモノトナシテ大

(1) Max Wagner, Die Sonnenenergie im Walde. (Allgmeine Forst-und Jagdzeitung. 1913)

第 XVIII 圖

各地ノ主タル生長期間ヲ表ハス曲線圖



略的ニ各地ノ生長期間ヲ算定セリ然レドモ一般ニ生長期間ハ主トシテ氣溫ノ高低並ニ年内ノコレガ分配ノ狀況ニ支配セラルルモノナルヲ以テ各地ノ實際ノ生長期間ハ寧ロ各地ノ實際ノ氣溫ヲ基礎トシテコレヲ定ムル方法ニヨルヲ精確ナリトス第XVIII圖ハ緯度ヲ横軸ニトリ月日ヲ縱軸ニトリテ生長ノ開始及休止ノ日ヲ曲線圖ニ表ハシタルモノニシテ曲線Iハ春季ニ於ケル平均終霜ノ日ニ於テ生長ガ開始セラレ秋季ニ於ケル平均初霜ノ日ニ於テ生長ガ休止セラルルモノト假定シタル場合ノ曲線,曲線IIハ札幌ニ於ケル生長ノ開始及休止ノ日ヲ夫レ夫レ五月一二日及一〇月一二日ト假定シコレヲ基準トシテ生長ノ開始及休止ノ時期ガ緯度一度ヲ高ムル毎ニ五日宛後ルルモノト假定シタル場合ノ曲線,曲線IIIハ生長ノ開始及休止ハ平均氣溫攝氏一〇度ニ達シタル日ニ於テ始マルモノト假定シタル場合ノ曲線ナリ但各地ノ毎月ノ平均氣溫及平均終霜並ニ平均初霜ノ日ハ總テ大正六年本暦ニ據レリ (第XLVI及XLVII表參照)

上記ノ曲線圖ヲ仔細ニ吟味スルニ曲線I及曲線IIIノ内側ニアリテ凡ソ數日乃至十數日ノ間隔ヲ有スルヲ見ル此事実ヲ言換スレバ平均終霜及平均初霜ノ日ヲ以テ生長ノ開始及休止ノ時期ヲ劃シタルモノハ平均氣溫ニ基キテコレヲ劃シタルモノニ比シ大略的ニ春季ニアリテハ數日乃至十數日後レ秋季ニアリテハ又略同樣ノ日子ヲ先立ツノ關係ヲ有セリ蓋シ林木ガ春季生長ヲ開始スルノ日ハ樹種ニヨリテ千差萬別ナリト雖從來ノ諸報告ニ徵スルニ多クノ樹種ノ平均ニ就テハ大略的ニ平均終霜日ヨリ數日乃至十數日ノ以前ナルガ如ク同樣ニ林木ガ秋季生長ヲ休止スルノ日モ概シテ平均初霜日ヨリ略同樣ノ日數ヲ後ルルガ如シ故ニ一般林木ノ平均ニ就テ云ヘバ林木ガ生長ヲ開始若シクハ休止スル時期ヲ終霜及初霜ノ日ヲ以テ劃スルハ事實ニ反スルモノト認ム可クシテ實際ハ上述ノ如ク數日乃至十數日ヲ前後スルモノト孜フ可キニ似タリ然ルニ林木生長ノ開始及休止ハ平均氣溫攝氏一〇度ニ達シタル日ニ於テ始マルモノト假定シテ求メタル各地ノ生長ノ開始及休止ノ日ハ概シテ終霜及初霜ノ日ニ比シテ數日乃至十數日ヲ前後スルコト第XVIII圖ニ示シタル如クナルヲ以テ上記ノ假說ハ大略的ニ實際ノ場合ニ適合スルモノト認ム可キガ如シ

林木ノ眞ノ生長ノ開始及休止ノ時期ハ決シテ上記ノ如キ簡單ナル計算法ニヨリテ求ムルコト能ハザルハ明カニシテ著者ハモトヨリ上記ノ計算ノ結果ヲ以テ各地ノ實際ノ林木ノ生長期間ヲ嚴密ニ求メ得タリト主張スルモノニアラズ只各地ノ一生長期間內ニ實際投射セラルル光線ノ總量ヲ比較スル目的ニ對シテハ生長期間ニ些少ノ誤差アルハ殆ド顧ミルノ必要ナク少クトモ林木ノ主タル生長期間ヲ各地ニ就テ包括的ニ知ルコトヲ得レバ即足レリ上記ノ假說ニ於テハ林木ノ主タル生長ノ開始及休止ノ時期ハ平均氣溫攝氏一〇度ニ達シタル日ニ於テ始マルモノトナセリト雖林木ガ眞ニ其生長ヲ終始スルノ時期ハ嚴密ニ云ヘバナホコレヨリ若干ノ低溫例ヘバ九度若シクハ九度半ノ附近ニ存在スルヤモ知ル可カラズ這般ノ精密ナル研究ハ尙實驗ト相俟ツテ行フ可キモノニシテ決シテ抽象的ニコレヲ定ム可キニアラズ要スルニ上記ノ假說ニ基キテ求メタル各地ノ林木ノ主タル生長期間ハ少クトモ各地ノ一生長期間ノ受光總量ヲ比較考察スル目的ニ使用スル限リニ於テハ敢テ大過ナキヲ信ズルモノナリ只Max Wagner氏ノ所說ハ歐洲ノGemeine Kieferニ對シテハ偶或ハ適合スルコトアリトセンモ要スルニ各地ノ實際ノ溫度ヲ度外視シテ只單ニ緯度ト生長ノ開始及休止ノ日トガ直線的ノ關係ヲ有スルモノト假定セルモノナルヲ以テ上記ノ

方法ヨリモ更ニ一層粗笨ナル方法ト謂ハザル可カラズ又コレニ依ツテ計算的ニ求メタル生長ノ開始及休止ノ日ガ本邦ノ實際ニ適合スルモノニアラザルハ第XVIII圖ニヨリテ略コレヲ推知スルヲ得ベシ

今本邦ノ各地ニ於ケル毎月ノ平均氣溫並ニ平均初霜及終霜ノ日ヲ掲グレバ第XLVI表ノ如ク又上記ノ方法ニヨリテ該地方ノ林木ノ主タル生長ノ開始及休止期ヲ第XLVI表ノ平均氣溫ニ基キテ計算的ニ求メタル結果ハ第XLVII表ニ示スガ如シ但同表ニ於テ恒春及臺北ノ欄ニ一線ヲ引ケルハ兩地共ニ一年間ヲ通ジテ生長ヲ休止スルコトナキヲ示セリ

第 XLVI 表

地名＼月次	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	一〇月	一一月	一二月	平均初霜 月	平均初霜 日	平均終霜 月	平均終霜 日
	平均溫氣（攝氏）															
恒春	20.6	19.8	22.2	24.6	26.1	27.2	27.5	27.1	26.6	25.4	23.1	21.2	—	—	—	—
臺北	15.7	14.0	16.9	20.7	23.8	26.6	27.9	27.7	26.2	23.2	19.6	16.5	—	—	—	—
宮崎	7.2	7.1	11.0	15.9	19.0	22.6	26.1	26.8	23.9	18.6	13.4	8.6	11	20	3	24
熊本	4.9	4.9	9.1	14.6	18.4	22.4	26.1	27.0	23.7	17.3	11.4	6.3	11	8	4	10
下ノ關	5.6	5.0	8.1	13.0	16.9	20.7	24.6	26.4	22.9	17.6	12.7	7.9	12	2	3	26
京都	2.7	2.7	6.3	12.2	16.5	20.9	24.9	26.1	22.0	15.4	9.4	4.4	10	25	5	1
山形	−1.6	−1.5	2.0	9.1	14.4	18.9	22.5	23.8	19.2	12.3	6.3	1.1	10	22	5	7
秋田	−1.5	−1.5	2.1	8.7	13.3	17.8	21.8	23.6	19.0	12.4	6.8	1.5	10	22	4	26
函館	−3.1	−2.6	0.7	6.4	10.4	14.2	18.5	21.3	17.4	11.4	5.3	−0.3	10	9	5	14
札幌	−6.5	−5.6	−1.8	5.4	10.5	14.6	18.8	20.7	15.9	9.4	2.8	−3.3	9	29	5	25
網走	−7.0	−7.4	−3.6	3.7	8.3	12.1	16.4	19.0	15.3	9.5	2.5	−3.5	10	8	5	30
眞岡	−10.6	−9.1	−4.9	2.2	6.3	11.3	14.6	17.1	13.3	6.8	−0.8	−7.0	9	16	5	17

備考　上表ハ大正六年暦ニヨル

第 XLVII 表

地名	a 月	a 平均氣溫（攝氏）	b 月	b 平均氣溫（攝氏）	$X = \frac{10-b}{a-b} \times 30$ 日	主タル生長ノ開始期 b+X 月	主タル生長ノ開始期 b+X 日	a′ 月	a′ 平均氣溫（攝氏）	b′ 月	b′ 平均氣溫（攝氏）	$X' = \frac{a'-10}{a'-b'} \times 30$ 日	主タル生長ノ終期 a′+X 月	主タル生長ノ終期 a′+X 日
恒春		—		—	—	—	—		—		—	—	—	—
臺北		—		—	—	—	—		—		—	—	—	—
宮崎	3	11.0	2	7.1	22.3	3	7	11	13.4	12	8.6	21.3	12	6
熊本	4	14.6	3	9.1	4.9	3	20	11	11.4	12	6.3	8.2	11	23
下ノ關	4	13.0	3	8.1	11.6	3	27	11	12.7	12	7.9	16.9	12	2
京都	4	12.2	3	6.3	18.8	4	4	10	15.4	11	9.4	27.0	11	12
山形	5	14.4	4	9.1	5.1	4	20	10	12.3	11	6.3	11.5	10	27
秋田	5	13.3	4	8.7	8.5	4	24	10	12.4	11	6.8	12.9	10	28
函館	5	10.4	4	6.4	27.0	5	12	10	11.4	11	5.3	6.9	10	22
札幌	5	10.5	4	5.4	27.1	5	12	9	15.9	10	9.4	27.2	10	12
網走	6	12.1	5	8.3	13.4	5	28	9	15.3	10	9.5	27.4	10	12
眞岡	6	11.3	5	6.3	22.2	6	7	9	13.3	10	6.8	15.2	9	30

VI. 本邦ノ各地ニ於ケル林木ノ主タル生長期間ノ受光總量ノ比較表

§ 69. 各地ニ於ケル林木ノ生長ノ開始及休止期ニシテ大略的ニ第XLVII表ニ示シタル如クナリトスレバ一生長期間(林木ガ生長ヲ開始シテ休止スルマデノ期間)内ニ投射セラルル光線ノ總量ハ月日ヲ横軸ニトリ毎月ノ一五日ノ總光量ヲ縱軸ニトレル曲線圖上ニ於テ所謂光積法(Lichtsumme)ヲ應用シテ容易ニコレヲ求ムルヲ得ベシカクシテ求メタル各地ノ一年間及一生長期間ノ總光量並ニ最南地タル恒春ノ總光量ヲ100トシテノ各地ノ總光量ノ%ヲ一表ニ纏メテ比較對照スルトキハ第XLVIII表ノ如シ

第 XLVIII 表

地名	一年間ノ受光總量ノ比較數	同上ノ%	一生長期間ノ受光總量ノ比較數	同上ノ%	地名	一年間ノ受光總量ノ比較數	同上ノ%	一生長期間ノ受光總量ノ比較數	同上ノ%
恒春	190.369	100.00	190.370	100.00	山形	156.274	82.09	105.046	55.17
臺北	184.778	97.06	184.778	97.06	秋田	152.806	80.27	101.854	53.50
宮崎	170.582	89.61	143.666	75.47	函館	148.127	77.81	87.756	46.10
熊本	168.547	88.54	133.438	70.09	札幌	145.014	76.17	83.621	43.93
下ノ關	165.851	87.12	130.736	68.67	網走	142.376	74.79	73.398	38.55
京都	163.784	86.03	120.951	63.53	眞岡	135.062	70.95	61.010	32.05

第XLVIII表ニ於テ假リニ最南地タル恒春ト最北地タル眞岡トヲ比較シ見ルニ一年間ノ總光量ニ於テハ眞岡ハ恒春ノ70.95%ノ總光量ヲ享受スルモ一生長期間内ノ總光量ニ就テハ前者ハ實ニ後者ノ32.05%ヲ享受スルニ過ギズ而モ林木ノ生長ハ啻ニ光線ノ量ノミニ因ルニアラズシテ適良ノ溫度ガコレヲ援クルニアラザレバ行ハレ難シ然ルニ北方ニ進ムニ從ヒ溫度モ又次第ニ遞減スルニ至ルヲ以テ林木ノ一生長期間内ノ生長量ガ北方ニ進ムニ從ツテ愈急激ニ減少スルニ至ルハ自明ノ理ナリト云フ可シ

VII. 林木ノ耐陰力ニ及ボス緯度ノ影響

§ 70. 今ヤ更ニ進ンデ林木ノ耐陰力ニ及ボス緯度ノ影響ニ就テ考察

センニ從來ノ學者及實際家ノ經驗スルトコロニ據レバ同一ノ樹種ト雖其成林限界ノ範圍內ニ於テハ南方ニ進ムニ從ヒ次第ニ其耐陰力ヲ增大スルノ傾向アリト其主タル原因トシテハ南方ニ進ムニ從ツテ氣溫ヲ增加スルガ爲ニ生長上ニ有利ノ影響ヲ受クル關係ヲ逸ス可カラズト雖一面ニ於テ又南方ニ進ムニ從ツテ太陽ノ照度ノ絕對値ガ次第ニ增加スルノ關係ニ由來スルモノアルヲ忘却ス可カラズ

Max Wagner[1] 氏ハ後者ノ關係ヲ重大視シテ謂ヘラク凡ソ樹冠ノ密度ハ其耐陰力ノ大小ヲ表明スルニ足ルモノニシテ樹冠ノ枝葉稠密ナルモノハ其樹葉ガヨク微弱ノ光度(庇陰)ニ耐ユルヲ意味セリ同一ノ樹種ト雖其生立スル立地ノ性質ニヨリテ枝葉ノ密度ニ相異アルハ立地ノ性質ガ林木ノ耐陰力ヲ左右スルノ事實ヲ立證スルニ足ルモノニシテ其立地ノ性質ノ中林木ノ耐陰力ヲ左右スル最大ノ因子ハ立地ノ氣溫ニアラズシテ其立地ヲ照射スル光線ノ强度ナリ何ントナレバ若シ氣溫ヲ最大ノ因子ナリトセバ北部獨乙ハ山岳地帶タル南部獨乙ヨリモ溫暖ナルヲ以テ樹冠ノ密度ハ後者ヨリモ前者ニ於テ大ナラザル可カラザルノ理ナリ然ルニ事實ハコレニ反シテ南部獨乙ニ於テ寧ロ密ナル樹冠ノ組成セラルルヲ見ル又南部獨乙例ヘバ北緯四八度ノ附近ニアリテハ Buche ノ樹冠ノ下ニ Buche ノ下木ヲ養成シ得ルモ北部獨乙例ヘバ北緯五三度ノ附近ニアリテハ上木ヲ疎伐シテ其間隔ヲ大ナラシムルニ非ザレバコレヲ育成スルコト能ハザルノ事實ヲ見ル是ニ由ツテ見レバ樹冠ノ密度ヲ大ナラシムル最大ノ因子ハ氣溫ニアラズシテ寧ロ陽光ノ照度ニアリト爲サザル可カラズ故ニ H. Mayr 氏ガ氣溫大ナレバ樹葉ノ大サ及其數ヲ增加シ樹冠愈密ナルニ至ルトナセルハ陽光ノ照度ガ立地ニヨリテ異ナル關係ヲ忘却セルノ偏見ナリ故ニ林木ノ生長ニ及ボス太陽勢力ノ影響ヲ究ムルニ當リテハ緯度ニヨル陽光ノ照度ノ變遷ヲ先ヅ第一ニ考察ニ入ル可ク土壤ノ性質殊ニ其濕度ハコレニ次ギ氣溫ノ關係ハ寧ロ末位ニ立ツ可キモノナリト

Max Wagner 氏ノコノ所論ハ陽光ノ照度ガ緯度ニヨリテ異ナルノ關係ヲ極端ニ重大視セル嫌アルガ如シ今其理由ヲ說明セン

本邦ノ各地ニ投射セラルル一年間ノ總光量ノ比對値ハ同時ニ又一年間ヲ通ジテノ各地ノ平均光度ノ强弱ヲ示スモノニ外ナラズト雖少クトモ林木ノ生長ト陽光ノ强度トノ關係ヲ論ズルニ當リテハ生長ニ關係ヲ有セザル冬月ノ光度ヲ比較スルハ無意味ニシテ必ズヤ各地ノ實際ノ生長期間ニ就テコレヲ比較セザル可カラザルハ前述セルトコロノ如シ然

(1) Max Wagner, Die Sonnenenergie im Walde. (Allgemeine Forst-u. Jagdzeitung. 1913)

レドモ前節ニ於テ算出シタル各地ノ一生長期間ニ投射セラルル光線ノ總量ハ決シテ林木ガ其生長期間內ニ實際享受スル平均光度ノ强弱ヲ表明スルモノニアラズ何ントナレバ等シク一生長期間ト云フモ之ヲ日數若シクハ晝間時數ニ換算シタルモノハ各地ニ於テ相同ジカラザルヲ以テタトヘ其總光量ハ等一ナリトスルモ每時ノ平均ニ於テ受クル光量ハ決シテ相同ジカラザルヲ以テナリ故ニ今或地方ニ於ケル一生長期間ノ實際ノ晝間時數(コノ場合ニ於テハ日出ヨリ日沒ニ至ルマデノ時數ヲ意味セリ)ヲ算出シコレヲ以テ該生長期間ニ投射セラルル總光量ヲ除スルトキハコハ實ニ該地方ニ於テ每一時間ニ投射セラルル光線ノ總量ヲ示スモノニシテ各地ニ就テ各コノ値ヲ計算スレバコレニ據テ各地ノ一生長期間ニ實際投射セラルル陽光ノ平均强度ヲ知ルコトヲ得ベシ

今各地ノ一生長期間ニ投射セラルル總光量一生長期間ノ日數並ニ總晝間時數(每日ノ日出ヨリ日沒マデノ時數ヲ一生長期間ヲ通ジテ總計セル時數) 平均一日間ニ投射セラルル總光量平均一時間ニ投射セラルル總光量及恒春ヲ 100 トシテノ各地ノコレニ對スル百分率ヲ計算スレバ第 XLIX 表ノ如シ但表中一生長期間ノ晝間時數ハ大日本氣象學會編纂氣象常用表第四〇表ニヨリテ概略的ニ計算セルモノナリ

第 XLIX 表

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
地名	一生長期間ノ受光總量ノ比較數	一生長期間ノ日數	平均一日ノ受光總量ノ比較數 (2)/(3)	一生長期間ノ晝間時數	平均一時間ノ受光總量ノ比較數(2)/(5)	同前ノ%
恒春	190.370	365	521.6	4420	43.07	100.0
臺北	184.778	365	506.2	4422	41.79	97.0
宮崎	143.666	275	522.4	3476	41.33	96.0
熊本	133.438	249	535.9	3188	41.86	97.2
下ノ關	130.736	251	520.9	3212	40.70	94.5
京都	120.951	223	542.4	2924	41.36	96.0
山形	105.046	191	550.0	2566	40.94	95.1
秋田	101.854	185	550.6	2544	40.01	93.0
函館	87.756	164	535.1	2246	39.07	90.7
札幌	83.621	154	543.0	2146	38.97	90.5
網走	73.398	138	531.9	1922	38.19	88.7
眞岡	61.010	116	325.9	1668	36.58	84.9

第 XLIX 表ニヨリテ見レバ一生長期間內ニ投射セラルル總光量ハ南北ノ各地ニ於テ著シキ相異アリト雖之ヲ一生長期間ノ日數ヲ以テ除シタル平均一日ノ總光量ハ各地ニ於テ其差甚ダ少ナク殆ド常數ニ近シコレ陽光ノ强度ハ緯度ノ北進スルニ從ツテ次第ニ減少スルモ林木ノ生長期間內ニ於ケル晝間時數ハコレニ反比例シテ次第ニ增加スル關係アルニ因レリ換言スレバ南方ニアリテハ陽光ノ强度ハ大ナリト雖陽光ノ照射スル時數(晝間時數)少ナク是ニ反シテ北方ニアリテハ陽光ノ强度ハ小ナリト雖陽光ノ照射スル時數多キヲ以テ平均一日間ノ光度ノ總量ニ於テハ兩地ニ於テ殆ド其差ナキヲ示セルモノナリ

次ニ一生長期間ノ總晝間時數ハ緯度ノ北進スルニ從ツテ次第ニ小ナリト雖コハ一生長期間ノ日數ノ少ナキガ爲メニシテ日數ニ對スル晝間時數ノ割合ハ緯度ノ北進スルニ從ツテ愈大ナリ例ヘバ第 XLIX 表ニ示シタルガ如ク臺北ニアリテハ一生長期間ノ日數ハ三六五,晝間時數ハ四四二二時間ナルヲ以テ平均一日ノ晝間時數ハ一二·一時間ナリト雖京都ニアリテハ生長期間ノ日數二二三日,晝間時數二九二四ナルヲ以テ平均

一日ノ晝間時數ハ一三·一時間又同樣ノ計算ニヨリ札幌及眞岡ノ平均一日ノ晝間時數ハ夫レ夫レ一三·九及一四·四時間ノ多キニ及ブガ如シ

更ニ各地ニ於ケル一生長期間ノ總光量ヲ其晝間時數ヲ以テ除シタル平均一時間ノ總光量ハ即各地ノ林木ノ生長期間ニ投射セラルル平均光度ノ强弱ヲ表明スルモノニ外ナラズシテコノ値ヲ第 XLIX 表ニ就テ仔細ニ吟味スレバ南北ノ兩地ニ於ケル相異ハ吾人ガ從來想像セルモノヨリモ著シク小ナルヲ見ル即最南地タル恒春ヲ 100 トスレバ最北地タル眞岡ト雖凡ソ 85% ノ强度ノ光線ヲ享受スルヲ示セリ故ニ緯度ノ南進スルニ從ヒ光線ノ强度ノ絕對値ガ次第ニ大ナルニ至ルハ爭フ可カラザルノ事實ナリト雖林木ノ生長期間ノミニ就テコレヲ云ヘバ其相異ハ著シク減縮セラルル關係ヲ有セリ Max Wagner 氏ハ獨乙ニ於ケル北緯四八度ト五三度トノ兩地ニ於テ後者ハ氣溫ノ大ナルニ拘ハラズ樹冠ノ密度及樹木ノ耐陰力ハ却ツテ前者ニ於テ大ナルノ事實アリトナシ其原因ヲ兩地ニ於ケル陽光ノ强度ノ絕對値ノ相異ニ歸シタリト雖兩地ハ僅カニ緯度五度ヲ距ツルニ過ギズ緯度ニ於ケル五度ノ相異ガ陽光ノ强度ノ絕對値ヲ上下スルノ關係ハ少クトモ林木ノ生長期間ノミニ就テコレヲ云ヘバ想像以上ニ微少ニシテ例ヘバ函館ハ北緯四一度四六分,眞岡ハ北緯四七度三分ニ位置シ兩地ニ於ケル緯度ノ差ハ五度一七分ナリト雖林木ノ一生長期間ニ於ケル平均光度ハ恒春ヲ 100 トシテ前者ハ 90.7 ナルニ對シ後者ハ 84.9 ニシテ其差ハ僅カニ 5.8 ニ過ギザルノ關係アルヲ見ル故ニ樹冠ノ密度及樹木ノ耐陰力ガ低溫ナル南方ニ於テ寧ロ大ナルノ事實アリト云フヲ假リニ眞ナリトスルモコハ決シテ陽光ノ强度ノ絕對値ガ南方ニ於テ大ナルノ理由ノミニ歸ス可カヲズシテ他ニ何等カノ有力ナル理由ガ存在セルモノト考ルフノ外ナシ

§ 71. Wiesner[1] 氏ハ太陽ノ照度並ニ最小限界光度ガ緯度ノ增加ト共ニ次第ニ變遷シ行ク關係ヲ想定シテコレヲ第XIX圖ニ示ス如キ一ツノ曲

(1) Raphael Zon and Henry S. Graves. Light in Relation to Tree Growth. 1911.

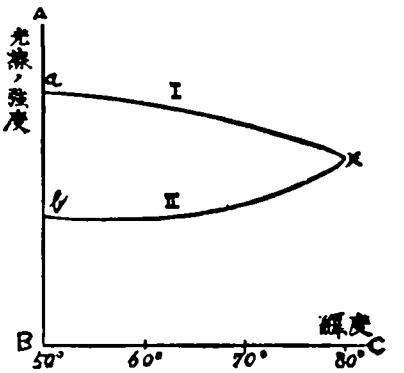
線圖ニ表ハセリ

圖ニ於テ曲線Iハ太陽ノ照度ノ變遷又曲線IIハ最小限界光度ノ變遷ヲ示スモノニシテ高緯度ノ地ニ進ムニ從ヒ前者ハ次第ニ遞減シ後者ハ次第ニ增加スルノ關係ヲ示シタルモノニシテ此二ツノ曲線ガ交叉スルトコロ即北緯八〇度ノ附近ニアリテハ全日光ノ強度ハ正ニ最小限界光度ト等値ニシテ即此地方ニアリテハ全日光ノ照射ハ極メテ微弱ナルヲ以テ樹葉ハ其全照射ヲ受クルニアラザレバ最早其生活生長ヲ持續スルコト能ハザルヲ示セリ

第 XIX 圖

I ハ太陽ノ照度ノ變遷

II ハ林木ノ最小限界光度ノ變遷ヲ示ス



故ニコノ地方ニアリテハ林木ノ關係的最小限界光度ハ實ニ其最大値ナル 1.0 ニ達スルモノト爲サザル可カラズ然レドモコハ實ニ架空ノ臆測ニシテ全然信ヲ措クニ足ラザルモノナリ今其理由ヲ明カニセンニ北緯八〇度ノ附近ト雖夏ノ數ケ月例ヘバ五,六,七,八ノ四ケ月ニ於ケル日中ノ太陽ノ照度ハ決シテシカク小ナルモノニアラズ

今札幌(北緯四三度四分)ト北緯八〇度トニ就テ上記四ケ月ノ一五日ニ於ケル正午ノ太陽ノ高度ヲ比較對照スレバ

正午ノ太陽ノ高度

地名＼月次	五月	六月	七月	八月
	° ′	° ′	° ′	° ′
札幌	65 38	70 13	68 35	61 12
北緯八〇度	28 42	33 17	31 38	24 17

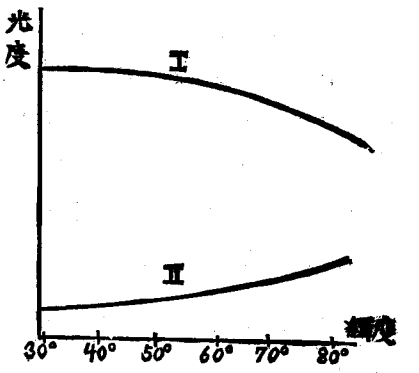
太陽ノ高度ヲ分ニ換算セルモノハ大略的ニ其照度ノ比對値ヲ表ハスモノナルヲ以テ今上表ニ示セル太陽ノ高度ヲ分ニ換算シ札幌ヲ 100 トシテ北緯八〇度ノコレニ對スル百分率ヲ求ムルトキハ次表ノ如シ

正午ノ太陽ノ照度

月 / 地名	五月		六月		七月		八月	
	比對値	%	比對値	%	比對値	%	比對値	%
札幌	3938	100.0	4213	100.0	4115	100.0	3672	100.0
北緯八〇度	1402	35.6	1997	47.4	1898	46.1	1457	39.7

故ニ正午ノ太陽ノ照度ノミニ就テ比較スレバ北緯八〇度ノ地ト雖五月一五日ハ札幌ノ 100 ニ對シテ35.6%,六月一五日ハ47.4%,七月及八月一五日ハ夫レ夫レ46.1及39.7%ノ照度ヲ享受スルヲ見ル然ルニ札幌地方ニアリテハ陽樹タルからまつト雖天然ノ全日光ノ照度ヲ 100 トスレバ其10% 内外ノ光度ニ耐ヘ比較的庇陰ニ耐ユル歐洲たうひノ如キハ實ニ天然ノ全日光ノ3乃至8%ノ光度ニ耐ユル關係ヲ有スルハ本論文其一ニ詳記セルトコロノ如シ是ニ由ツテ見レバ北緯八〇度ノ附近ト雖天然ノ全日光ノ強度ハ少クトモ五月ヨリ八月マデノ間ニ於テハ札幌地方ノソレニ比シテ35.6乃至47.4%ノ間ヲ往復スルモノト云フヲ得ベクコノ光度ハ尙未ダ林木ヲ枯死セシムルノ程度ニ至ラザルモノニシテ此地方ニ於テ林木ガ全ク其生活生長ヲ持續スルコト能ハザルハ一ニ低溫ノ結果ニ由來スルヤ明カナリ故ニ天然ノ全日光ノ光度ガ林木ノ最小限界光度ニモ達セザル地方ハ地球ニ於テハ全ク現存スルコトナク從ツテ天然ノ全日光ノ強度ト最小限界光度トガ交叉スルガ如キ場合ハ實際ニ於テコレナシト云フ可シ故ニ著者ハ太陽ノ照度並ニ最小限界光度ガ緯度ノ增加ト共ニ次第ニ變遷シ行ク關係ハ大要第XX圖ニ示シタル如キ關係ニアリトナスヲ至當ナリトスルモノナリ即圖ニ於テIハ太陽ノ照度ガ高緯度ノ地方ニ進ムニ從ツテ次第ニ遞減シ行ク關係ヲ示ス曲線ニシテIIハ最小限界光度ガ緯度ノ增加ト共ニ次第ニ增加スルノ關係ヲ示シタル曲線ナリ而シテコノ二ツノ曲線ハ高緯度ノ地方

第 XX 圖



ニ於テモ決シテ相交叉スルコトナシ

一般ニ低緯度ヨリモ高緯度ノ地方ニ進ムニ從ヒ日中ノ太陽ノ高度愈低ク陽光ハ益斜メニ射入スルヲ以テ陽光ガ透過スベキ大氣層ノ道程ハ愈大トナリ直光愈少ナク陰光ノ割合愈多キニ至ル遂ニ北緯九〇度ニ至レバ一年ヲ通ジテ全ク直光ノ照射ヲ受クルコトナク只微弱ナル陰光ノ照射アルノミ

コノ事實ハ第L表[1]ニヨリテヨク之ヲ知リ得ベシ該表ハBunsen-Roscoe氏ノ測定ニ基キテ計算セルモノニシテ春分ノ日ニ地平面上ニ投射スル全一日ノ直光及陰光ノ化學線ノ關係的強度ヲ示セルモノナリ

第　L　表

地名	緯度	化學線ノ強度		全日光
		直光	陰光	直光＋陰光
Pole	90	0	20	20
Melville Island	75	12	106	118
Reykjavik, Iceland	64	60	150	210
St. Petersburg, Russia	60	89	164	253
Manchester, England	53	145	182	327
Heidelberg, Germany	49	182	191	373
Naples, Italy	41	266	206	472
Cairo, Egypt	30	364	217	581
Bombay, India	19	438	223	661
San Jose, Costa Rica	10	475	226	701
Quito, Ecuador	0	489	227	716

上表ニ據リテ見レバ直光モ陰光モ共ニ高緯度ノ地ニ進ムニ從ツテ減少スルモ其減少スル割合ハ相同ジカラズシテ直光ハ緯度ノ高マルニ從ツテ減少スル割合著シク大ナレドモ陰光ハ其減少率ノ甚ダ小ナルヲ見ル

直光ハ大波長(赤黄線)ノ光線ニ富ミ陰光ハ小波長(藍紫線)ノ光線ニ富ムハ周知ノ事實ナリ然ルニ植物ガ同化作用ニ利用スル光線ハ主トシテ赤黄ノ附近ニ存スルモノナリトセバ緯度ノ高マルニ從ヒ赤黄光線(直光)ノ投射スル割合ハ次第ニ貧ナルニ至ルヲ以テ高緯度ノ地方ハ全日光ノ照

(1) Raphael Zon and Henry S, Graves. Light in Relation to Tree Growth. 1911.

射力微弱ナルニ加ヘテ植物ノ同化作用ニ主トシテ利用サルル赤黃光線ニ貧ナルノ關係ヲ有セリ故ニ高緯度ノ地方ニ進ムニ從ヒ樹木ノ耐陰力愈小ナルニ至ルハ光線ノ照射微弱ナルト氣溫ノ遞減トニ由來スルハ論ナシト雖又赤黃光線ニ貧ナルノ關係ガ其一原因ヲナスモノトナサザル可カラズ Max Wagner 氏ハ高緯度ノ地方ニ生育スル樹木ハ殆ド總テ陽樹ノ性質ヲ帶ベリト云ヘリコハ該樹種本來ノ性質ノタメニ然ルニアラズシテ恐ラクハ上記ノ關係ガ實ニ該樹種ヲシテ陽光ヲ渴望スルノ止ムヲ得ザルニ至ラシメタルモノノ如シ故ニコレ等ノ樹種ト雖光度强ク氣溫適良ナル南方ニ移植スルモノトセバ恐ラクハ其耐陰力モ更ニ一層增大スルニ至ルベシト想像セラル

B. 土地ノ高度ニヨル太陽ノ照度ノ變遷

I. 土地ノ高度ニヨル直光及陰光ノ割合並ニ混合光ノ變化

§ 72. 凡ソ太陽ノ輻射ガ大氣圈ヲ通過シ來ルトキハ大氣中ノ細塵ニ遭遇シ波長大ナルモノ即赤橙線ハ比較的障害ヲ受クルコトナクシテヨク通過スルモ波長小ナルモノ即藍紫線ハコレガ爲ニ其通路ヲ遮斷セラレ其大部分ハ反射分散シテ所謂分散光陰光)トナリテ地上ニ到達シ分散セラレザル他ノ一部ノ光線ハ直光トシテ地上ニ到達ス而シテ全天晴レ渡レルトキハ地上ニ到達シ來ル光線ハ直光ト陰光トノ混合光ナリ混合光ニ於ケル直光ト陰光トノ割合ハ太陽ノ輻射ガ通過シ來ル大氣層ノ道程ノ長短ト大氣層ノ性質トニ關セリ即通過スベキ大氣層愈厚ク而モ細塵ヲ含有スルコト愈多ケレバ其道程ニ於テ分散サルル量モ愈多ク從ツテ地上ニ到達シ來ル光線ハ分散光ニ富ミ直光ニ貧ナルニ至ル然ルニ土地ノ高度ヲ增スニ從ツテ大氣層ノ道程ハ愈短カク而モ空氣ハ多クハ淸淨ニシテ直光ヲ反射分散セシム可キ細塵ノ量少トナルニ至ルヲ以テ土地ノ高度ヲ增スニ從ツテ直光ハ愈多ク陰光ハ愈少カラザル可カラザルノ理ナリ

Wiesner[1]氏ノ實測ハヨクコノ事實ヲ立證セルモノニシテ即Wienニアリテハ直光ガ陰光ノ二倍ヲ超ユルコトハ稀レナリト雖高山ノ頂ニアリテハ前者ガ後者ノ五倍乃至七倍ニ達スルコトハ決シテ稀レナラズト云フ然ラバ陽光ノ强度ハ高キニ昇ルニ從ツテ增加スルカ將又減少スルヤハ興味アル問題ニシテコレヲ理論的ニ考フルトキハ太陽ノ輻射ハ大氣圈外ニ於テ一平方糎ニ對シテ凡ソ每分二瓦カロリーノ熱量(太陽常數)ヲ有スルモ大氣圈ヲ透過スル道程ニ於テ其一部ヲ減耗シ地上ニ到達シ來ル量ハ其凡ソ六割(透過率)ニ過ギザルニ因リテ見レバ高キニ登ルニ從ツテ太陽勢力ノ減耗サルル割合ハ愈少ナク而モ其減耗サルル原因ハ主トシテ光線ノ反射,分散,吸收等ニ存セリトセバ土地ノ高キニ登ルニ從ツテ陽光ノ强度ハ次第ニ大ナリト信ズ可キ理由ヲ有セリ

Wiesner氏ハ北米Yellowstone及其附近ノ地方ニ於テ海面上ノ位置ト陽光ノ强度トニ關スル種々ノ比較觀測ヲ行ヘルガ特ニPortheim氏ト共同シテ行ヘル觀測ノ結果ハヨク上記ノ事實ヲ說明スルニ足ルモノニシテ即Wiesner氏ハArizona州Cañon地方(二三五九米)ニ於テPortheim氏ハYellowstone地方ノMt. Washburne(三一五〇米)ニ於テ同日ノ同時刻(一九〇四年九月二日午前一一時)ニ陽光ノ强度ヲ實測シ前者ハ一.二七八(陰光〇.三八二,直光〇.八九六)後者ハ一.五八二(陰光〇.三五五,直光一.二二七)ヲ得タリ然ルニWiesner氏ノWienニ於ケル觀測ハ九月ノ平均ニ於テ正午ニ於ケル陽光ノ强度ハ僅カニ〇.六四八ニシテ七月中ノ陽光ノ强度ノ最大値モ一.〇ヲ出ヅルコトハ稀レナルヲ示セリ

是ニ由ツテ見レバ土地ノ高度ヲ增スニ從ツテ陽光ノ强度大ナルハ爭フ可カラザル事實ニシテ上記ノ實測ヲ肯定スレバ三〇〇〇米ノ高所ニアリテハ陽光ノ强度ハ平地ノ場合ニ比シテ殆ド其一.五倍ニ達スルヲ見ル蓋シ多クノ植物ガ開花スルニ要スル光度ハソレガ生長スルタメニ要スル光度ニ比シテ著シク大ニシテ花瓣ノ色調ハ陽光殊ニ直光ノ强烈ナル照射ヲ受クル場合ニ於テ愈其濃厚ノ度ヲ增スハ實驗ノ敎フルトコロニシテ彼ノ高山ノ頂ニ於テハ盛夏ノ候ト雖氣溫著シク低クコレト同溫ノ平地ニアリテハ到底開花ヲ望ム可クモアラザルニ所謂御花畑ノ美觀ヲ現出スルヲ見ルハコレ等ノ植物ガヨク寒冷ニ適應スル性質ヲ有スルニ因ル可シト雖而モ又陽光殊ニ直光ノ照射强烈ナルノ事實ガ其一因ヲナスニ因ルモノニアラザルカ蓋シ植物ノ生長ニ對シテハ光度ト溫度トハ或程度マデコレヲ置換シウルトナス從來ノ學說ハ上記ノ關係ヲ說明スル一資料トナスニ足ル可シ

---

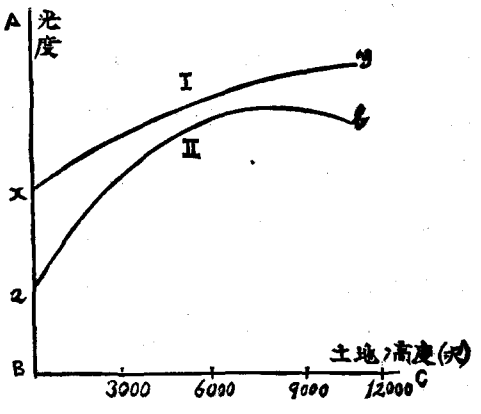
(1) Wiesner, Lichtgenuss der Pflanzen. 1907.

II. 林木ノ耐陰力ニ及ボス土地ノ高度ノ影響

§ 73. 既ニ土地ノ高度ヲ增スニ從ツテ陽光ノ强度大ナリトセバ林木ノ最小限界光度モ又コレニ伴フテ次第ニ小ナルハ必然ニシテ同一ノ樹種ト雖高キニ昇ルニ從ツテ次第ニ其耐陰力ヲ增加スルモノト解セザル可カラズ然レドモ林木ノ耐陰力ハ必ズシモ其土地ヲ照射スル陽光ノ强度ノミニ支配セラルルニアラズ氣溫遞減スレバ耐陰力モ又コレニ伴フテ減少スルハ爭フ可カラザル事實ニシテ土地ノ高度ヲ增加スレバ陽光ノ强度ハ大ナルニ至ルヲ以テ一面ニ於テ耐陰力ヲ大ナラシムルノ原因ヲナスモコレト反對ニ氣溫ハ高溫ニ伴フテ次第ニ遞減スルヲ以テ他面ニ於テハ又却ツテ耐陰力ヲ小ナラシムル原因ヲ誘致ス畢竟コノ場合ニアリテハ氣溫ト陽光ノ照度トハ耐陰力ニ對シテ反對ニ作用スルノ關係ヲ有セリ

Wiesner氏ノ土地ノ高度ヲ增加スルニ從ヒ陽光ノ照射ハ强烈ナルニ拘ハラズ氣溫ノ遞減スル割合ハ寧ロコレヨリモ大ナルガ爲ニ耐陰力ハ却ツテ減少スルノ關係ニアリトナシコノ關係ヲ想定シテ略第XXI圖ノ曲線圖ノ如シトナセリ即圖ニ於テIハ土地ノ高度ノ增加ト共ニ陽光ノ照度ガ次第ニ增加スル關係ヲ示セル曲線ニシテIIハ土地ノ高度ト共ニ最小限界光度ガ變化スル關係ヲ示セル曲線ナリ二ツノ曲線ハ相交叉セザルヲ以テ高山ノ頂ニ於テモ最小限界光度ガ天然ノ全日光ト等量トナルコトナシ

第 XXI 圖



故ニ高山ノ頂ニ於テ樹木ガ最早其生活生長ヲ持續スルコト能ハザルニ至ルハ光度ノ不足ナルガ爲ニアラズシテ實ニ氣溫ノ低キニ由來スルヲ示セリ這般ノ關係ガ實際ニ成立スルハ何人モ首肯スルニ吝ナラザル可クコノ點ニ就テハ最早殆ド疑ヲ挿ムノ餘地ナシト云フ可シ

§ 74. 土地ノ高度ヲ增スニ從ヒ陽光ノ照射次第ニ强烈ナルニ至ルハ上述ノ如シト雖コレヲ實際ノ場合ニ就テ考フルニ普通ノ山岳地ニアリ

テハ平地ニ比シテ關係的濕量ノ大ナルヲ常トシ低雲霧靄シテ日射ヲ遮ルコト多ク所謂日照時數(直光ヲ投射スル時數)ハ平地ヨリモ寧ロ山岳地ニ於テ小ナルヲ普通トス(晝間時數ハ平地ヨリモ山岳地ニ於テ大ナレドモ)且又傾斜セル山岳ノ北面ニアリテハ直光ヲ投射スルハ實ニ正午ノ前後數時間ニ過ギズ傾斜極端ニ急ナルニ至レバ一日中殆ド直光ノ照射ヲ受クルコトコレナキニ至ル(春分ヨリ秋分マデハ直光北面ノ傾斜地ヲ照射スルコトアリト雖コハ日出若シクハ日沒ニ近キ時刻ニシテコノ時刻ニアリテハ太陽ノ高度極メテ低キヲ以テ其照射力大ナラズ故ニ暫クコレヲ考察ノ外ニ置ケリ)故ニ土地ノ高度ヲ增スニ從ヒ陽光ノ照射强烈ナリト云フモソハ一般的ノ原則ニシテ即全天雲ナキ晴天ノ場合ニ於テ而モ四周ニ光線ヲ掩蔽スベキ物體ナキ山岳ノ平坦地ノ場合ニ於テ始メテコノ原則ガ適用セラレウルモノト云フ可ク高低起伏極マリナキ山岳地ノ場合ニアリテハ時ニヨリ處ニヨリテ陽光ノ照射量ニ著シキ懸隔ヲ生ジ其關係ノ複雜ナルヤ到底概括的ノ言說ヲ許ス可キニアラズ只群山ノ上ニ突兀タル高山ノ頂ニアリテハ低雲ノ徂徠スルコト少ナク且附近ノ山岳ニヨリテ日射ヲ遮斷サルル關係殆ドコレナキヲ以テ多クノ場合ニ於テ平地ヨリモ陽光ノ照射强烈ナリト考フルヲ得ベシコレ Wiesner 及 Portheim 兩氏ガ二〇〇〇米乃至三〇〇〇米ノ高所ニ於テ陽光ノ强度ガ平地ニ殆ド一倍半スルノ結果ヲ得タル所以ニシテ若シ測定ノ際ニ於テ晴雲低迷シタランニハ其强度ハ到底前記ノ如ク大ナラザリシヤ明カナリ故ニ實際ノ場合ニ就テ考フレバ山岳地方ニ於ケル陽光ノ照射量ハ平均ニ於テ必ズシモ常ニ平地ヨリモシカク大ナリトハ斷ズ可カラズシテ林木ノ耐陰力ガ山岳ノ高キニ昇ルニ從ツテ愈小ナルニ至ルハ實ニ主トシテ氣溫ノ遞減ニ由來スルモノトナサザル可カラズ陽光ノ照射强烈ナルガタメニ反對ニ耐陰力ヲ大ナラシムル作用ハ恐ラクハ甚ダ微弱ニシテ殆ド云フニ足ラザルモノノ如ク思考セラル只極メテ高キ山岳ノ頂ニアリテハ陽光ノ照射ハ平地ニ比シテ常ニ强烈ナルヲ以テ或程度マデハ氣溫ノ遞減ヲ緩和シテ樹木ノ耐陰力ヲ增加スルノ關係アルヤモ知ル可

カラズ

C. 土地ノ方位及傾斜ニヨル太陽ノ照度ノ變遷

§ 75. 爰ニ土地ノ方位及傾斜ト云フハ土地ガ上天ニ對スル方位及傾斜ノ謂ニシテ例ヘバ土地ノ方位ガ東面ニシテ10度ノ傾斜ヲナセリト云フハ該地ガ東方ニ面シテ地平面ト10度ノ傾斜ヲナセル場合ヲ云フ土地ノ方位及傾斜ニヨリ陽光ノ照度ニ著シキ相違アルハ何人モ知ルトコロナリト雖實際數字的ニ果シテ幾何ノ相違アリヤハ尙未ダ學者ニヨリテ研究セラレタルモノアルヲ見ズ從ツテ從來コレニ關スル智識ハ極メテ粗笨ナルヲ免レズ著者ハ土地ノ方位及傾斜ト林木ノ耐陰力トノ關係ヲ究メントスルニ當リ偶コレニ關スル精密ナル智識ノ必要ヲ感得シ遂ニ這般ノ問題ニ關シテ精密ナル數字的關係ヲ究明セントスルニ至レリ

地平面若シクハ各種ノ方位ニ傾斜セル地面ガ或一日間ニ受クル全日光ノ光量ノ相互ノ比率ガ幾何ナリヤハ假リニ精密ナル光度計アリトセバ實測ニ徵シテコレヲ知ルニ難カラズト雖各斜面ガ實際ニ享クル光度ノ差ハ斜面ノ傾斜角小ナル場合ニアリテハ想像以上ニ微少ニシテ感光電池ノ精度ヲ以テシテハ到底コレヲ的確ニ計量スルコト能ハズ故ニ著者ハ光度計ヲ使用シテコレヲ比較研究スル方法ヲ放棄シ寧ロ數理的計算法ニヨリテコノ問題ノ解決ヲナサントセリ但數理的計算法ト云フモ計算ノ基礎トシテ使用シタル材料ハ從來ノ學者ガ實測セル結果ヲ其儘引用セルモノナリ今序ヲ逐フテ著者ノ行ヘル計算ノ方法ヲ述ベン

I. 北緯四三度(札幌地方)ニ於ケル六月一五日及一〇月一五日ノ時刻ニヨル太陽ノ高度及方位角

§ 76. 先ヅ或地方ノ或日ニ就テ上記ノ計算ヲ行ハントセバ該地方ノ該日ニ於ケル時刻ニヨル太陽ノ高度ト方位トノ變遷ヲ知ラザル可カラズ時刻ニヨル太陽ノ高度算出式ハ既ニ §63 ニ掲記セルトコロノ如シ時刻ニヨル太陽ノ方位角ハ一般ニ次式ニヨリテ算出セラル[1]

(1) 理學博士一戸直藏　高等天文學

$$\sin A = \frac{\sin p \cdot \sin t}{\sin \zeta}$$

但　A＝太陽ノ方位角

ζ＝天頂距離＝90°－h(太陽ノ高度)

p＝北極距離＝90°－δ(日赤緯)

t＝時角

上式及§63ニ掲記セル太陽ノ高度算出式ヲ應用シテ札幌地方(北緯四三度附近)ニ於ケル六月一五日及一〇月一五日ノ時刻ニヨル太陽ノ高度及方位角ヲ算出スルトキハ第LI表ノ如シ

第　LI　表

六月一五日					一〇月一五日				
時刻		太陽ノ方位角		太陽ノ高度	時刻		太陽ノ方位角		太陽ノ高度
	時 分	° ′		° ′		時 分	° ′		° ′
午前	4. 26	北	32 33	0 0	午前	6. 31	南	11 16	0 0
	5.	北	26 55	5 25		7.	南	16 17	5 9
	6.	北	17 23	15 35		8.	南	27 18	15 20
	7.	北	8 8	26 16		9.	南	39 44	24 29
	8.	南	2 7	37 12		10.	南	54 19	31 58
	9.	南	13 24	48 4		11.	南	71 21	36 45
	10.	南	29 3	58 17	正午	12.	南	90 0	38 40
	11.	南	53 54	66 11					
正午	12.	南	90 0	70 13					

II. 地平面ガ一日間ニ受クル直光ノ總量

§ 77. 太陽ノ高度ト其照度トノ關係ハ Dorno 氏ノ所說ノ如ク大略的ニ直線的ノ關係ト見做シテ高度ヲ分ニ換算シテ照度ノ比對値ヲ求ムルモ實用的ニ大過ナキコトハ前節ニ說明シタル如クナリト雖ココニハ特ニ兩者ノ關係ニ關スル Clausius 氏ノ計算値ヲ適用シテ稍精密ニ直光及陰光ノ强度ヲ計算セントス Clausius[1] 氏ノ計算セルトコロニヨレバ太陽ノ輻射ニ直角ノ面ガ受クル直光ノ照度並ニ陰光ノ照度ハ第 LII 表ノ如クナリト云フ

(1) 農學博士稻垣乙丙　新編農業氣象學

第 LII 表

太陽ノ高度	直光ノ照度	陰光ノ照度	太陽ノ高度	直光ノ照度	陰光ノ照度
°			°		
10	0.19	0.07	50	0.69	0.17
20	0.43	0.11	60	0.72	0.18
30	0.56	0.14	70	0.74	0.18
40	0.64	0.16			

上表ニ基キ太陽ノ高度ヲ横軸ニトリ直光及陰光ノ照度ヲ縱軸ニトリテ一ツノ曲線圖ヲ畫クトキハ任意ノ太陽ノ高度ニ對スル直光及陰光ノ照度ハ圖上ニ於テ直チニコレヲ求ムルヲ得ベシコレニヨリテ上記兩日ニ於ケル各時刻ノ直光及陰光ノ照度ヲ求ムルトキハ第LIII表ノ如シ但計算ノ便利ノ爲ニ陽光ノ照度ハ總テ第LII表ノ陽光ノ照度ノ一〇〇倍トシテ表ハセリ

第 LIII 表

六月一五日				一〇月一五日			
時刻	太陽ノ高度	陽光ノ照度 直光	陽光ノ照度 陰光	時刻	太陽ノ高度	陽光ノ照度 直光	陽光ノ照度 陰光
午前 4.22	0° 0′	0	0.2	午前 6.31	0° 0′	0	0.2
5.	5 25	10.6	4.3	7.	5 9	10.2	4.1
6.	15 35	32.3	9.3	8.	15 20	31.7	9.2
7.	26 16	51.2	13.0	9.	24 29	48.8	12.4
8.	37 12	61.7	15.4	10.	31 58	57.5	14.4
9.	48 4	68.1	16.9	11.	36 45	61.2	15.3
10.	58 17	71.5	17.8	正午 12.	38 40	63.0	15.8
11.	66 11	73.2	18.0				
正午 12.	70 13	74.0	18.0				

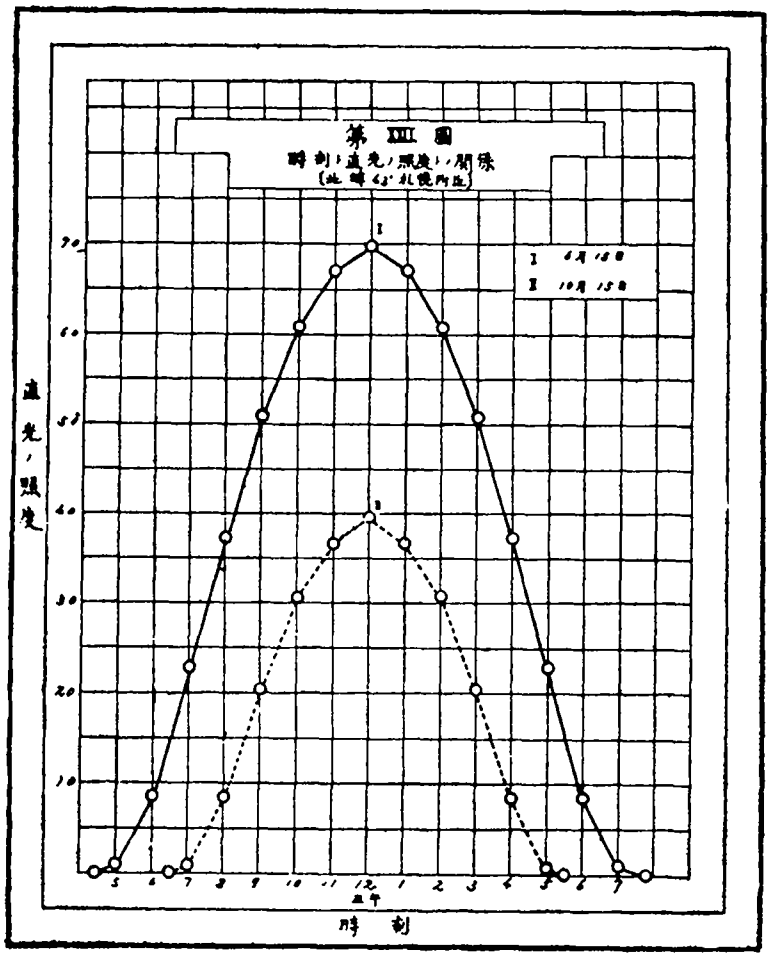
地平面ガ受クル直光ノ照度ハコレニ直角ナル面ガ受クル照度ニ sin h (但 h ハ太陽ノ高度)ヲ乘ジタルモノナルヲ以テ上記兩日ノ各時刻ニ於テ地平面ガ受クル直光ノ照度ハ第LIV表ニ示シタル如クニシテ直チニコレヲ算出スルヲ得ベシ但該表ニ於ケル X ト Y トノ相乘積ハ正弦ノ値ヲ零點下七位マデトリテ計算セリ

第 LIV 表

六月一五日						一〇月一五日					
時刻	太陽ノ高度		同上ノ正弦 X	直光ノ照度 Y	XトYトノ相乘積即地平面ガ受クル直光ノ照度	時刻	太陽ノ高度		同上ノ正弦 X	直光ノ照度 Y	XトYトノ相乘積即地平面ガ受クル直光ノ照度
午前 時 分 4.20	° 0	′ 0	0.000	0.0	0.00	午前 時 分 6.31	° 0	′ 0	0.000	0.0	0.00
5.	5	25	0.094	10.6	1.00	7.	5	9	0.090	10.2	0.92
6.	15	35	0.269	32.3	8.68	8.	15	20	0.264	31.7	8.38
7.	26	16	0.443	5.12	22.66	9.	24	29	0.414	48.8	20.22
8.	37	12	0.605	61.7	37.30	10.	31	58	0.529	57.5	30.44
9.	48	4	0.744	68.1	50.66	11.	36	45	0.598	61.2	36.62
10.	58	17	0.851	71.5	60.83	正午 12.	38	40	0.625	63.0	39.38
11.	66	11	0.915	73.2	66.96						
正午 12.	70	13	0.941	74.0	69.62						

今時刻ヲ横軸ニトリ地平面ガ受クル直光ノ照度ヲ縦軸ニトリテ兩者ノ關係ヲ表ハス可キ曲線圖(第XXII圖)ヲ畫キ該曲線ガ横軸ト交ハリテ作ル面積ヲ計算スレバ該面積ハ即該一日間ニ地平面ガ受クル直光ノ總量換言スレバ直光ノ光積ヲ表ハスモノナリ即

第 XXII 圖



	六月一五日	一〇月一五
一日間ニ地平面ガ受クル直光ノ總量	565.80	232.62

III. 傾斜面ガ一日間ニ受クル直光ノ總量

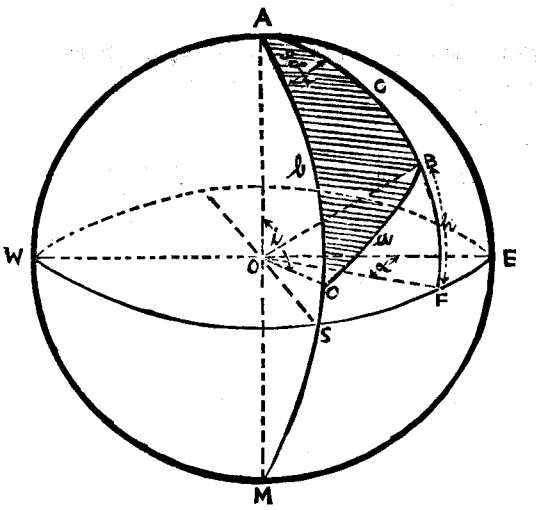
§ 78. 各種ノ方位ニ面スル傾斜面(地面)ガ一日間ニ幾何ノ直光ヲ受クルヤヲ計算センニハ先ヅ各時刻ニ於ケル日射線ガ該傾斜面ト幾何ノ交角度ヲナスヤヲ知ラザル可カラズコノ交角度ノ計算ハ極メテ煩雜ニシテ一ニ球面三角術ノ力ニ俟タザル可カラズ

1. 各時刻ニ於ケル日射線ガ傾斜面トナス交角度

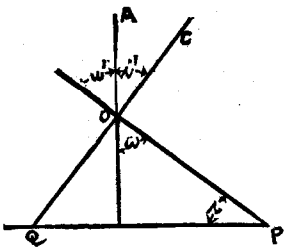
i. 傾斜面ガ正南ニ面スル場合

§ 79. 今第XXIII圖ニ於テAEMWヲ天球トスレバ地球ハ實ニ其中心O點ニアリ假リニ傾斜面ガ正南ニ面シテ地平面トiナル傾斜角ヲナセル場合ヲ考ヘンニBヲ太陽トシOEヲ正東OSヲ正南トセバEFハ太陽ノ方位角αヲ示ス又SEハ90°ニシテ假リニA,Sヲ過ギル大圓ASM並ニA,Fヲ過ギル大圓ABFヲ考フルトキハ此二個ノ大圓ガ挾ミテ作ル球面角BACハ90°−αナルハ明ナリ又FBハ太陽ノ高度ニシテ假リニコレhヲ以テ表ハストセバABハ90°−h即天頂距離ζニ等シ今又地平面トiナル傾斜角ヲナス地面即傾斜面ニ一ツノ法線OCヲ考ヘコノ法線ガ大圓ASMヲ切ル點ヲCトスレバ此法線ガ垂直線OAトナス角AOCハ傾斜面ガ地平面トナス傾斜角iニ等シ何ントナレバ第XXIV圖ニ於テOPヲ傾斜面PQヲ地平面トシOCヲ傾斜面OPニ立テタル法線又AOヲ垂直

第 XXIII 圖



第 XXIV 圖



線トスレバ i' ハ法線ト垂直線トガナス角ニシテ i ハ傾斜面ガ地平面トナス傾斜角ナリ然ルニ

$$i+\omega=90^\circ$$

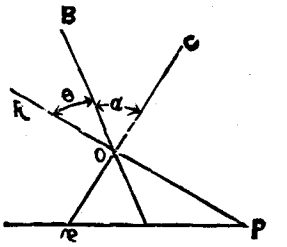
$$i'+\omega'=90^\circ$$

而シテ　$\omega=\omega'$

故ニ　$i=i'$

次ニ又第 XXIII 圖ニ於テ B 及 C ヲ過ギル一ツノ大圓ヲ考フルトキハ此大圓ハ前ノ二ツノ大圓ト交リテ一ツノ球面三角形 ABC ヲ作ルコノ球面三角形ニ於テ b 邊ハ傾斜面ガ地平面トナス傾斜角 i, 邊 c ハ 90°−h, 角 A ハ 90−α ヲ表ハスハ前述ノ如ク又邊 a ハ日射線 OB ト傾斜面ニ立テタル法線 OC ガナス角ヲ表ハスコト圖ニヨリテ明カナリ然ルニ日射線 OB ガ法線 OC トナス角ハ傾斜面トナス角ノ餘角ナリ何ントナレバ第 XXV 圖ニ於テ ROP ヲ傾斜面, PQ ヲ地平面, OC ヲ傾斜面ニ立テタル法線, BO ヲ日射線トスレバ a ハ法線ト日射線トガナス角ニシテ θ ハ日射線ガ傾斜面トナス角ナリ然ルニ $a+\theta=90^\circ$ ナルヲ以テ a ハ θ ノ餘角ナリ

第 XXV 圖



故ニ球面三角形 ABC ニ於テ

b=傾斜面ガ地平面トナス傾斜角 i

$c=90^\circ-h=\zeta$

$A=90-\alpha$

ニシテ何レモ既知ナルヲ以テ二邊ト夾角ニヨリテ第三邊 a ヲ求ムル球面三角法ノ一般公式ニ從ヘバ a 即日射線ガ傾斜面ニ立テタル法線トナス角換言スレバ日射線ガ傾斜面トナス角ノ餘角ハ計算上コレヲ求ムルヲ得ベシ

二邊 b 及 c 並ニ其夾角 A ヲ知リテ第三邊 a ヲ求ムル球面三角法ノ一般式ハ

$$\cos a=\cos b\cdot\cos c+\sin b\cdot\sin c\cdot\cos A \qquad (\mathrm{I})$$

I 式ニ於テ a ハ日射線ガ傾斜面トナス角 θ ノ餘角ナルハ前述ノ如クナルヲ以テ

$$\cos a = \cos(90^\circ - \theta) = \sin\theta$$

又 $A = 90^\circ - \alpha$ ナルヲ以テ

$$\cos A = \cos(90^\circ - \alpha) = \sin\alpha$$

又 b=傾斜面ガ地平面トナス傾斜角 i

$c = 90^\circ - h = \zeta$ ナルヲ以テ

I 式ハ更ニ次ノ如ク書キ換フルヲ得

$$\sin\theta = \cos i \cdot \cos\zeta + \sin i \cdot \sin\zeta \cdot \sin\alpha \qquad (II)$$

但 θ=日射線ガ傾斜面トナス交角度

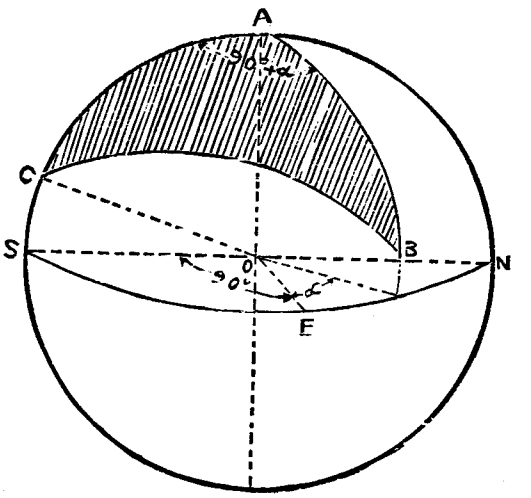
i=傾斜面ガ地平面トナス傾斜角

ζ=天頂距離即 $90^\circ - h$ (太陽ノ高度)

α=太陽ノ方位角

II式ハ實ニ傾斜面ガ正南ニ面シテ地平面トiナル傾斜角ヲナセル場合ニ該傾斜面ニ投射スル日射線ノ射入角換言スレバ日射線ト傾斜面トノ交角度ヲ求ムル式ナリト雖コハ實ニ太陽ノ方位角ガ南ナル場合ニ於テノミ應用シ得ルニ過ギザル式ニシテ太陽ノ方位角ガ北ナル場合ニアリテハ前述セル球面三角形 ABC ニ於ケル角 A ハ實ニ $90^\circ + \alpha$ ナラザル可カラズ何ントナレバ第 XXVI 圖ニ於テ OE, ON, OS ヲ夫レ夫レ正東,正北,正南トシ B ヲ太陽トスレバ α ハ實ニ太陽ガ正東ヨリ北ニ幾何ノ偏度ヲ有スルヤヲ表ハス角即北方位角ヲ表ハスモノニシテ正南ニ面スル傾斜面ニ立テタル法線 OC ハ正南ヲ通過スル大圓即 ACS ナル大圓ヲ

第 XXVI 圖



過ギルヲ以テコノ場合ノ球面三角形ABCニ於ケル角Aハ $90°+\alpha$ ナルコト圖ニヨリテ一見明カナルガ故ナリ

故ニ太陽ノ方位角ガ北ナル場合ニアリテハI式ニ於ケルAハ $90°+\alpha$ ナラザル可カラズ

故ニ　$\cos A=\cos(90°+\alpha)=-\sin\alpha$

故ニII式ノ場合ト同樣ニシテI式ハ更ニ次ノ如ク書キ換フルヲ得

$$\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta-\sin i\cdot\sin\zeta\cdot\sin\alpha \qquad \text{(III)}$$

上記ノ關係ヲ更ニ統括シテ記載スレバ

傾斜面ガ正南ニ面シテ地平面トiナル傾斜角ヲナストキハ日射線ガ傾斜面トナス交角度 θ ハ次ノ二式ニヨリテ算出スルヲ得ベシ

方位角北ナルトキ(午前及午後共ニ)

$$\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta-\sin i\cdot\sin\zeta\cdot\sin\alpha$$

方位角南ナルトキ(午前及午後共ニ)

$$\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta+\sin i\cdot\sin\zeta\cdot\sin\alpha$$

ii. 傾斜面ガ正北ニ面スル場合

§ 80. 傾斜面ガ正北ニ面シテ地平面トiナル傾斜角ヲナス場合ニ日射線ガ地面トナス交角度 θ ハ正南ニ面スル場合ト全ク反對ノ方法ニヨリテ求メ得ルヤ明カニシテ即

方位角北ナルトキ(午前及午後共ニ)

$$\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta+\sin i\cdot\sin\zeta\cdot\sin\alpha$$

方位角南ナルトキ(午前及午後共ニ)

$$\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta-\sin i\cdot\sin\zeta\,.\,\sin\alpha$$

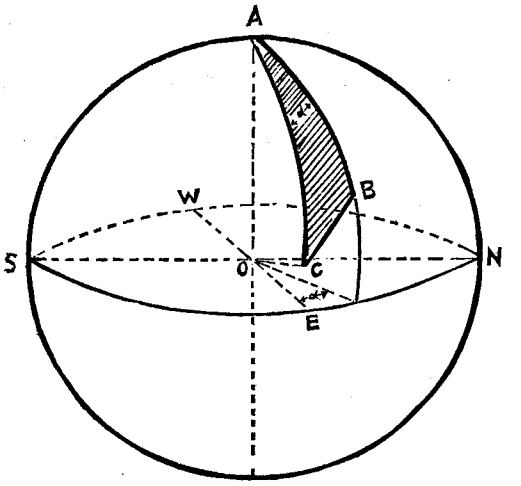
iii. 傾斜面ガ正東ニ面スル場合

§ 81. 傾斜面ガ正東ニ面シテ地平面トiナル傾斜角ヲナス場合ハコレヲ午前ト午後トノ二ツノ場合ニ分チテ考フルノ要アリ今午前ノ場合ニ就テ考ヘンニ第XXVII圖ニ於テEOWヲ東西又NOSヲ南北トシBヲ太陽ノ位置トスレバ α ハ即正東(OE)ヲ零度トシテ起算セル北方位角ヲ表ハセリ然ルニ球面三角形ABCニ於ケル角Aハ即コノ方位角ヲ表

ハスモノナルヲ以テA=αナリ故ニI式ハ次ノ如ク書キ換フルヲ得ベシ

$$\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta+\sin i\cdot\sin\zeta\,.\,\mathrm{con}\,\alpha \qquad (IV)$$

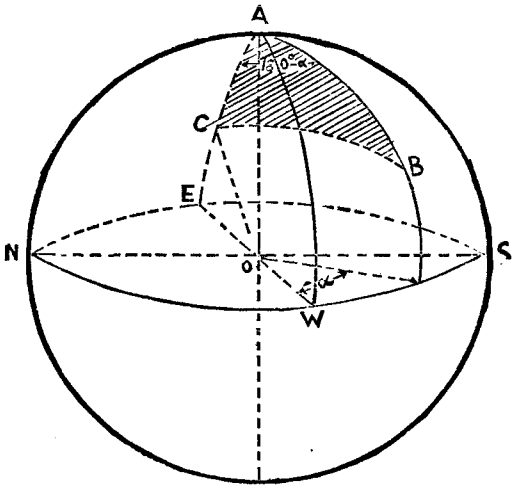
第 XXVII 圖



而シテコノ關係ハ太陽ノ方位角ガ正東ヲ起點トシテ南北ノ何レニアル場合ニ於テモ全ク同一ナルヲ以テ IV 式ハ午前ニアリテハ太陽ノ方位角ガ南北ノ何レナル場合ニ於テモ傾斜面ガ正東ニ面シテ地平面トiナル傾斜角ヲナス場合ニ傾斜面ト日射線トノ交角度θヲ求ムルノ一般式トシテ採用スルヲ得ベシ

次ニ午後ニアリテハ球面三角形ABCニ於ケル角Aハ180°−αヲ表ハス何ントナレバ第XXVIII圖ニ於テEOWヲ東西又NOSヲ南北トシBヲ太陽トスレバBハ正午ニ於テSニ南中シ午後ニアリテハ漸次SヨリWノ方向ニ移行スルヲ以テコノ場合ニ於ケル方位角ハ正西即Wヲ起點トシテ計算セラル故ニ圖ニ於テαハ即コノ場合ニ於ケル方位角ヲ表ハスモノナリ從ツテ球面三角形ABCニ於テ角A=180°−αナルノ關係ヲ有セリ

第 XXVIII 圖



故ニ　$\cos A=\cos(180°-\alpha)=-\cos\alpha$

故ニ午後ニアリテハI式ハ次ノ如ク書キ換フルヲ得ベシ

$$\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta-\sin i\cdot\sin\zeta\cdot\cos\alpha \qquad (V)$$

而シテコノ關係ハ太陽ノ方位角ガ正西ヲ起點トシテ南北ノ何レニア

ル場合ニ於テモ全ク同樣ナルハ圖ニ於テ自ラ明カナリ

故ニV式ハ午後ニアリテハ太陽ノ方位角ガ南北ノ何レナル場合ニ於テモ傾斜面ガ正東ニ面シテ地平面トiナル傾斜角ヲナス場合ニ傾斜面ト日射線トノ交角度ヲ求ムル一般式トシテ採用スルヲ得ベシ

今上記ノ關係ヲ更ニ一括シテ記載スレバ

傾斜面ガ正東ニ面シテ地平面トiナル傾斜角ヲナストキハ日射線ガ傾斜面トナス交角度θハ次ノ二式ニヨリテ算出スルヲ得ベシ

午前ハ太陽ノ方位角ガ南北ノ何レナルニ不拘

$$\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta+\sin i\cdot\sin\zeta\cdot\cos\alpha$$

午後ハ太陽ノ方位角ガ南北ノ何レナルニ不拘

$$\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta-\sin i\cdot\sin\zeta\cdot\cos\alpha$$

iv 傾斜面ガ正西ニ面スル場合

§ 82. 傾斜面ガ正西ニ面スル場合ハ正東ニ面スル場合ト全ク反對ノ方法ニヨリテ求メ得ルハ明カニシテ即

午前ハ太陽ノ方位角ガ南北ノ何レナルニ不拘

$$\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta-\sin i\cdot\sin\zeta\cdot\cos\alpha$$

午後ハ太陽ノ方位角ガ南北ノ何レナルニ不拘

$$\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta+\sin i\cdot\sin\zeta\cdot\cos\alpha$$

v 各ノ場合ノ總括

§ 83. 今重複ノ嫌アリト雖一覽ニ便ナラシメンガ爲ニ上ニ求メタル各種ノ式ヲ一括シテ再錄スレバ次ノ如シ但次ニ記載セル東面及西面等ハ傾斜面ガ夫レ夫レコレ等ノ方位ニ面シテ傾斜セルヲ意味セリ

東面及西面 $\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta\pm\sin i\cdot\sin\zeta\cdot\cos\alpha$

(方位角南北ノ如何ヲ問ハズ 東面ハ午前(+)午後(−) 西面ハ午前(−)午後(+))

南面及北面 $\sin\theta=\cos i\cdot\cos\zeta\pm\sin i\cdot\sin\zeta\cdot\sin\alpha$

(午前及午後共ニ 南面ハ方位角北(−)同上南(+) 北面ハ方位角北(+)同上南(−))

但上式ニ於テ

θ=日射線ト傾斜面トノ交角度

i=傾斜面ガ地平面トナス傾斜角

ζ=天頂距離即 90°−h(太陽ノ高度)

α=太陽ノ方位角

2. 北緯四三度ニ於ケル六月及一〇月ノ各一五日ノ各時刻ニ於テ日射線ガ傾斜面トナス交角度ノ計算

§ 84. 今上式ノ應用ニヨリテ北緯四三度ノ地即札幌附近ノ六月一五日ト一〇月一五日トノ兩日ニ於テ一日中ノ各時刻ニ東西南北ノ各方位ニ面シテ地平面ト夫レ夫レ一〇,二〇,三〇度ノ傾斜ヲナス地面ガ日射線ト幾何ノ交角度ヲナスヤヲ計算スルトキハ第 LV 表ノ如シ但同表ニ於テハ交角度ノ正弦ノ値ヲ記載セリ

第 LV 表

六 月 一 五 日

時刻	太陽ノ高度 h	日射線ト斜面トノ交角度ノ正弦											
		傾斜角一〇度				傾斜角二〇度				傾斜角三〇度			
		東	西	南	北	東	西	南	北	東	西	南	北
時 分	° ′												
午前 4.26	0 0	0.146	—	—	0.093	0.288	—	—	0.184	0.422	—	—	0.296
5.	5 25	0.247	—	0.015	0.251	0.392	—	—	0.243	0.526	—	—	0.307
6.	15 35	0.424	0.105	0.215	0.270	0.566	—	0.154	0.351	0.691	—	0.089	0.377
7.	26 16	0.590	0.282	0.414	0.458	0.719	0.112	0.372	0.459	0.827	—	0.320	0.447
8.	37 12	0.734	0.457	0.601	0.590	0.840	0.296	0.578	0.558	0.922	0.126	0.538	0.509
9.	48 4	0.845	0.620	0.760	0.706	0.921	0.477	0.752	0.646	0.696	0.319	0.722	0.567
10.	58 17	0.918	0.758	0.882	0.794	0.957	0.642	0.883	0.712	0.967	0.507	0.864	0.609
11.	66 11	0.942	0.860	0.958	0.844	0.941	0.778	0.971	0.748	0.911	0.673	0.955	0.629
正午 12.	70 13	0.927	0.927	0.985	0.868	0.884	0.884	0.999	0.768	0.815	0.815	0.984	0.645
午後 1.	66 11	0.860	0.942	0.958	0.844	0.778	0.941	0.971	0.748	0.673	0.911	0.955	0.629
2.	58 17	0.758	0.918	0.882	0.794	0.642	0.957	0.883	0.712	0.507	0.967	0.864	0.609
3.	48 4	0.620	0.845	0.760	0.706	0.477	0.921	0.752	0.646	0.319	0.969	0.722	0.567
4.	37 12	0.457	0.734	0.601	0.590	0.296	0.840	0.578	0.558	0.126	0.922	0.538	0.509
5.	26 16	0.282	0.590	0.414	0.458	0.112	0.719	0.372	0.459	—	0.827	0.320	0.447
6.	15 35	0.105	0.424	0.215	0.270	—	0.566	0.154	0.351	—	0.691	0.089	0.377
7.	5 25	—	0.247	0.015	0.251	—	0.392	—	0.243	—	0.526	—	0.307
7.34	0 0	—	0.146	—	0.093	—	0.288	—	0.184	—	0.422	—	0.269

一〇月一五日

時刻	太陽ノ高度 h	日射線ト斜面トノ交角度ノ正弦											
		傾斜角一〇度				傾斜角二〇度				傾斜角三〇度			
		東	西	南	北	東	西	南	北	東	西	南	北
時 分	° ′												
午前 6.31	0 0	0.170	—	0.033	—	0.335	—	0.067	—	0.490	—	0.098	—
7	5 9	0·254	—	0.137	0.040	0.411	—	0.180	—	0.556	—	0.217	—
8.	15 20	0.409	0.112	0.337	0.184	0.542	—	0.436	0.097	0.658	—	0.450	0.008
9.	24 29	0.530	0.287	0.509	0.307	0.629	0.150	0.588	0.190	0.709	0.009	0.650	0.068
10.	31 58	0.607	0.436	0.641	0.402	0.667	0.328	0.733	0.262	0.706	0.211	0.803	0.114
11.	36 45	0.634	0.545	0.721	0.457	0.650	0.475	0.822	0.303	0.646	0.390	0.898	0.138
正午 12.	38 40	0.617	0.617	0.752	0.482	0.589	0.589	0.855	0.322	0.543	0.543	0.932	0.153
午後 1.	36 45	0.545	0.634	0.721	0.457	0.475	0.650	0.822	0.303	0.390	0.646	0.898	0.138
2.	31 58	0.436	0.607	0.641	0.402	0.328	0.667	0.733	0.262	0.211	0.703	0.803	0.114
3.	24 29	0.287	0.530	0.509	0.307	0.150	0.629	0.588	0.190	0.009	0.709	0.650	0.068
4.	15 20	0.112	0.409	0.337	0.184	—	0.542	0.436	0.097	—	0.658	0.450	0.008
5.	5 9	—	0.254	0.137	0.040	—	0.411	0.180	—	—	0.556	0.217	—
6.29	0 0	—	0.170	0.033	—	—	0.335	0.067	—	—	0.490	0.098	—

備考　表中一線ヲ引ケルハ該時刻ニハ該斜面ニ直光ノ照射コレナキヲ示セルモノナリ

8. 北緯四三度ノ六月及一〇月ノ各一五日ニ於テ各傾斜面ガ全一日間ニ受クル直光ノ總量並ニ地平面ガ受クル總量ヲ 100 トシテノ相互ノ比率

§ 85. 傾斜面ガ受クル直光ノ照度ハ日射線ニ直角ノ面ガ受クル照度ニ傾斜角ノ正弦ヲ乘シタルモノナルヲ以テ上表ニ於テ得タル日射線ト傾斜面トガナス交角度ノ正弦ハ即日射線ニ直角ノ照度ヲ 1.0 トシテノ傾斜面ノ照度ノ比對値ニ外ナラズ然ルニ日射線ニ直角ノ面ガ受クル直光ノ照度ガ太陽ノ高度ニ伴フテ變遷スル割合ハ前記Clausius氏ノ計量ニ基キ曲線法ニヨリテ求メタルノ結果ハ第LIV表ニ示シタル如クナルヲ以テ各時刻ニ對スル照度ノソノ値ヲ上表ノ交角度ノ正弦ニ相乘スレバ各傾斜面ガ各時刻ニ於テ受クル直光ノ實際ノ照度ヲ求ムルヲ得ベシ即コレヲ計算セルノ結果ハ第LVI表ニ示スガ如シ

第 LVI 表

六 月 一 五 日

時刻	太陽ノ高度 h	日射線ニ直角ノ面ガ受クル直光ノ照度	傾斜面ガ受クル直光ノ照度											
			傾斜角一〇度				傾斜角二〇度				傾斜角三〇度			
			東	西	南	北	東	西	南	北	東	西	南	北
時 分	° ′													
午前 4.26	0 0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.	5 25	10.6	2.62	0.00	0.16	2.66	4.16	0.00	0.00	2.57	5.57	0.00	0.00	3.26
6.	15 35	32.3	13·68	3.40	6.93	8.70	18.28	0.00	4.97	11.33	22.31	0.00	2.87	12.16
7.	26 16	51.2	30.20	14.42	21.19	23.44	36.83	5.74	19.07	23.51	42.35	0.00	16.37	22.87
8.	37 12	61.7	45.26	28.21	37.05	36.42	51.85	18.26	35.67	34.43	56.86	7.75	33.21	31.40
9.	48 4	68.1	57.57	42.21	51.72	48.06	62.75	32.46	51.21	43.99	66.01	21.73	49.14	38.60
10.	58 17	71.5	65.61	54.20	63.07	56.74	68.40	45.92	63.14	50.92	69.11	36.24	61.80	43.54
11.	66 11	73.2	68.97	62.92	70.09	61.80	68.88	56.96	71.09	54.75	66.70	49.26	69.93	46.05
正午 12.	70 13	74.0	68.56	68.56	72.92	64.20	65.42	65.42	73.99	56.85	60.29	60.29	72.83	47.74
午後 1.	66 11	73.2	62.92	68.97	70.09	61.80	56.96	68.88	71.09	54.75	49.26	66.70	69.93	46.05
2.	58 17	71.5	54.20	65.61	63.07	56.74	45.92	68.40	63.14	50.92	36.24	69.11	61.80	43.54
3.	48 4	68.1	42.21	57.57	51.72	48.06	32.46	62.75	51.21	43.99	21.73	66.01	49.14	38.60
4.	37 12	61.7	28.21	45.26	37.05	36.42	18.26	51.85	35.67	34.43	7.75	56.86	33.21	31.40
5.	26 16	51.2	14.42	30.20	21.19	23.44	5.74	36.83	19.07	23.51	0.00	42.35	16.37	22.87
6.	15 35	32.3	3.40	13.68	6.93	8.70	0.00	18.28	4.97	11.33	0.00	22.31	2.87	12.16
7.	5 25	10.6	0.00	2.62	0.16	2.66	0.00	4.16	0.00	2.57	0.00	5.57	0.00	3.26
7.34	0 0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

一〇月一五日

時刻	太陽ノ高度 h	日射線ニ直角ノ面ガ受クル直光ノ照度	傾斜面ガ受クル直光ノ照度											
			傾斜角一〇度				傾斜角二〇度				傾斜角三〇度			
			東	西	南	北	東	西	南	北	東	西	南	北
時分	° ′													
午前 6.31	0 0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.	5 9	10.2	2.59	0.00	1.40	0.41	4.22	0.00	1.83	0.00	5.67	0.00	2.22	0.00
8.	15 20	31.7	12.97	3.54	10.69	5.82	17.17	0.00	13.81	3.09	20.84	0.00	14.27	0.25
9.	24 29	48.8	25.84	13.39	24.85	14.99	30.69	7.32	28.71	9.29	34.59	0.43	31.71	3.32
10.	31 58	57.5	34.92	25.04	36.86	23.10	38.34	18.87	42.16	15.05	40.59	12.14	46.18	6.55
11.	36 45	61.2	38.79	33.32	44.13	27.99	39.77	29.05	50.29	18.52	39.55	23.87	54.95	8.47
正午 12.	38 40	63.0	38.86	38.86	47.39	30.34	37.08	37.08	53.88	20.29	34.18	34.18	58.73	9.62
午後 1.	36 45	61.2	33.32	38.79	44.13	27.99	29.05	39.77	50.29	18.52	23.87	39.55	54.95	8.47
2.	31 58	57.5	25.04	34.92	36.86	23.10	18.87	38.34	42.16	15.05	12.14	40.59	46.18	6.55
3.	21 29	48.8	13.39	25.84	24.85	14 99	7.32	30.69	28.71	9.29	0.43	34.59	31.71	3.32
4.	15 20	31.7	3.54	12.97	10.69	5.82	0.00	17.17	13.81	3.09	0.00	20.84	14.27	0.25
5.	5 9	10.2	0.00	2.59	1.40	0.41	0.00	4.22	1.83	0.00	0.00	5.67	2.22	0.00
6.29	0 0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

今上表ニ基キ地平面ノ場合ト同様ニ時刻ヲ横軸ニトリ各傾斜面ガ受クル直光ノ照度ヲ縦軸ニトリテ兩者ノ關係ヲ表ハス可キ曲線圖ヲ畫キ該曲線ガ横軸ト交ハリテ作ル面積ヲ計算スレバ該面積ハ即該一日間ニ各傾斜面ガ受クル直光ノ總量(直光ノ光積)ヲ表ハスモノナリカクシテ計算シタル結果ハ第 LVII 表ニ示スガシ

第 LVII 表

六月一五日

	地平面	斜面											
		傾斜角一〇度				傾斜角二〇度				傾斜角三〇度			
		東	西	南	北	東	西	南	北	東	西	南	北
一日間ニ受クル直光ノ總量	565.80	557.83	557.83	573.54	539.84	535.91	535.91	564.29	499.85	504.18	504.18	539.47	443.50
地平面ヲ100トシテノ%	100	98.59	98.59	101.37	95.41	94.72	94.72	99.73	88.34	89.11	89.11	95.35	78.39

一〇月一五日

	地平面	斜面											
		傾斜角一〇度				傾斜角二〇度				傾斜角三〇度			
		東	西	南	北	東	西	南	北	東	西	南	北
一日間ニ受クル直光ノ總量	232.62	229.86	229.86	283.25	174.96	222.51	222.51	327.48	112.19	211.86	211.86	357.39	46.80
地平面ヲ100トシテノ%	100	98.81	98.81	121.77	75.21	95.65	95.65	140.78	48.23	91.08	91.08	153.63	20.12

上表ニヨレバ六月一五日ニ於テ地平面ニ投射スル一日間ノ直光ノ總量ヲ 100 トスレバ地面ノ傾斜一〇度即造林學上僅斜地(sanftgeneigt 5°—10°)及緩斜地 (lehn 11°—20°) ノ中間ノ傾斜ノ場合ニアリテハ東西ノ兩側面ハ共ニ 98.59%, 南側面ハ 101.73%, 北側面ハ 95.41% ニシテ即南面ハ受光量最多ク地平面コレニ次ギ東西ノ兩側又コレニ次ギ北面ハ受光量最少ナシ然レドモコノ相異ハ比較的小ナルヲ以テ實用上ニアリテハ殆ド等一ナリト考フルモ不可ナシ然レドモ地面ノ傾斜次第ニ大トナレバ相互ノ相異モ又從ツテ大トナル例ヘバ傾斜三〇度ノ場合ニアリテハ地平面ニ對スル直光ノ受光總量ヲ 100 トスレバ東西兩側面ハ 89.11%, 南側面ハ 95.35%, 北側面ハ 78.39% トナリ即地平面ニ於テ受光量最大ニ南面, 東西面順次コレニ次ギ北面ニ於テ最小ナリ而モコノ場合ニアリテハ地平面ト北面トノ差ハ實ニ約 22% ノ多キニ達スルヲ見ルベク即最早實用的ニモ其受光量ハ決シテ等量ナリト考フルコト能ハズ傾斜三〇度ノ地面ハ造林學上所謂急斜地(steil 21°—30°)ト嶮岨地(schroff 31°—45°)トノ中間ニ位スル斜面ニシテ斯クノ如キ傾斜地ハ實際ノ造林地ニ於テハ其例多カラズ要スルニ六月一五日ニアリテハ晝間ノ太陽ノ高度比較的大ナルヲ以テ三〇度マデノ傾斜面ニ對シテハ一日間ノ直光ノ總量ノ相異ハ地平面並ニ東西南北ニ傾斜スル各地面ニ於テ著シク大ナリト云フ可カラズ然レドモ一〇月一五日即日中ニ於ケル太陽ノ高度ガ最早三八度四〇分以上ニ高マラザル季節ニアリテハ地平面並ニ各傾斜面ニ投射スル直光ノ總量ニハ著シキ變化ヲ生ズルニ至ル即地平面ニ投射スル一日間ノ直光ノ總量ヲ 100 トスレバ一〇度ノ傾斜面ハ東西兩面ハ 98.81%, 南面ハ 121.77%, 北面

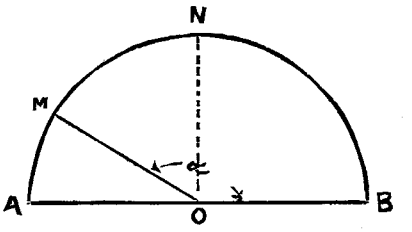
ハ75.21%ニシテ即南面ハ地平面ヨリモ約22%大ニ東西兩面ハ地平面ニ比シテ僅カニ小ニ北面ハ地平面ニ比シテ約25%小ナリ更ニ三〇度ノ傾斜面ニアリテハコノ相異ハ一層著シク東西兩面ハ91.08%ナルモ南面ハ153.63% 即地平面ニ比シテ約54%大ナリ然ルニ北面ハ只僅カニ20.12%即地平面ノ約1/5南面ノ約1/8ノ直光ノ受光量アルニ過ギザルヲ見ル

IV. 地平面並ニ傾斜面ガ一日間ニ受クル陰光ノ總量

§ 86. 地平面及各傾斜面ニ投射スル一日間ノ直光ノ總量ニ對スル相互ノ比率ハ實ニ上述ノ如クナリト雖各地面ハ直光ト同時ニ陰光ノ照射ヲ受クルヲ以テ各地面ニ投射スル全日光ノ比率ハ直光ノ外ニナホ陰光ノ照射量ヲ考察ノ中ニ加ヘタルモノナラザル可カラズ

直光ハ天球ノ一方ニ輝ケル太陽ヨリ直進シ來ル光線ナルヲ以テ地面ニ投射スル光線ノ量ハ實ニ其地面トナス交角度ノ正弦ニ比例スルコト上述ノ如クナリト雖陰光ハ天球ノ全面ヨリ反射擴散シ來ル光線ナルヲ以テ地面ノ方位及傾斜ニヨル受光量ノ相異ハ最早直光ノ場合ノ如クナラズ

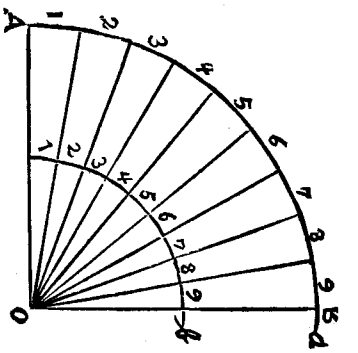
第 XXIX 圖



今第XXIX圖ニ於テABヲ地平線,AMNBヲ直徑ABナル半圓ニシテ天球ヲ代表スルモノトシOMヲ傾斜面トスレバ該傾斜面ガ受クル陰光ノ量ハ地平面ガ受クル陰光ノ量ヲ1トスレバ α/π ナルノ關係ヲ有セリ何ントナレバ地平面ハ天球ノアラユル方向ヨリ陰光ノ照射ヲ受クルヲ以ラ今假リニ地平面ガ受クル陰光ノ量ヲABヲ直徑トスル半球體ノ表面積ヲ以テ表ハストスレバOMノ傾斜面ガ受クル陰光ノ量ハO點ニ於テ α 角ヲナス球狀楔ノ表面積ニ等量ニシテ中心角 α ニ對スル球狀楔ノ表面積ハ半球ノ表面積ヲ1トスレバ一般ニ α/π ヲ以テ表ハシ得ルヲ以テナリ然レドモコハ天球ノ何レノ方向ヨリ射入スル陰光ノ强度モ總テ等量ナルヲ前提トスルモノニシテ實際ニアリテハ陰光ノ强度ハ其射入スル高度ニヨリテ必ズシモ相同ジカラズ例ヘバ天頂ヨリ射入シ來ル陰光ハ地平線ノ附近ヨ

リ射入シ來ル陰光ニ比シテ常ニ著シク大ナリコハ Wiesner 氏ノ實驗ニヨリテ其大體ヲ察知スルヲ得ベシ即氏ハ第 XXX 圖ニ示セル如キ A O B ナル書架狀ノ衝立ニ O ヲ中心トシテ薄板ヲ放射狀ニ 10°—80° ノ位置ニ 10° 毎ニ取付ケ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ノ部分ニ感光紙ヲ貼付シテコレヲ野外ノ陰光ノ下ニ曝露シ其感光ノ度ニヨリテ各部分ガ受クル陰光ノ强度ヲ數字的ニ計量セリ其結果ハ第 LVIII 表ノ如シ但同氏ハ圖ニ於テ a 及 b ノ部分ニ就テ各一回ノ觀測ヲ行ヘルヲ以テ各回ノ觀測値及其平均値ヲ揭グ又表中陰光ノ强度ヲ表ハス數字ハ 0°—10° ノ部分ニ射入スル陰光ノ强度ヲ 1 トシテ他ハコレニ對スル比較値ヲ示セルモノナリ

第 XXX 圖



第 LVIII 表

陰光ノ射入角	陰光ノ强度（比較數）			陰光ノ射入角	陰光ノ强度（比較數）		
	a ノ觀測値	b ノ觀測値	a及dノ平均		a ノ觀測値	b ノ觀測値	a及bノ平均
0°—10°	1.00	1.00	1.00	50°—60°	1.59	1.85	1.72
10°—20°	1.08	1.01	1.05	60°—70°	1.71	2.09	1.90
20°—30°	1.19	1.13	1.16	70°—80°	1.80	2.45	2.12
30°—40°	1.30	1.30	1.30	80°—90°	1.90	3.10	2.50
40°—50°	1.42	1.62	1.52				

上表ニヨレバ 0°—10° ノ方向即地平線ノ附近ヨリ射入シ來ル陰光ノ强度ヲ 1 トスレバ 10°—20° ノ方向ヨリ來ルモノハ 1.05 ニシテ射入角高マルニ從ツテ陰光ノ强度ハ次第ニ大ニ 80°—90° ノ方向即天頂ノ附近ヨリ射入シ來ルモノハ實ニ 2.50 即地平線ノ附近ヨリ來ルモノニ比シテ二倍半ノ强度ヲ有スルヲ知ル可シ

今第 XXXI 圖ニ於テ A C B ヲ地平面トシ A N B ヲ天球ヲ表ハス半球體トス今 C ヲ中心トシテ圖ニ示ス如ク 10°毎ニ放射線 C1, C2, C3,.....CN ヲ射出スルトキハ該放射線ハ半圓 A N B ヲ 10°毎ニ即圖ニ於テ A1, 13, 23 .....8N 等ニ區分ス然ルトキハ球分 N83 ノ表面積ハ半球ノ表面積ヲ 1

トスレバ 1−cos 10° ニシテ球分 N77 ノ表面積ハ 1−cos 20° ナリ故ニ 8877 ナル球體ノ表面積ハ [1−cos 20°]−[1−cos 10°] ナルハ明カナリ追ツテ斯クノ如ク考フルトキハ

球分 N 88 ノ表面積ハ

1−cos 10°

球帶 8877 ノ表面積ハ

[1−cos 20°]−[1−cos 10°]

球帶 7766 ノ表面積ハ

[1−cos 30°]−[1−cos 20°]

球帶 6655 ノ表面積ハ

[1−cos 40°]−[1−cos 30°]

球帶 5544 ノ表面積ハ

[1−cos 50°]−[1−cos 40°]

球帶 4433 ノ表面積ハ

[1−cos 60°]−[1−cos 50°]

帶球 3322 ノ表面積ハ

[1−cos 70°]−[1−cos 60°]

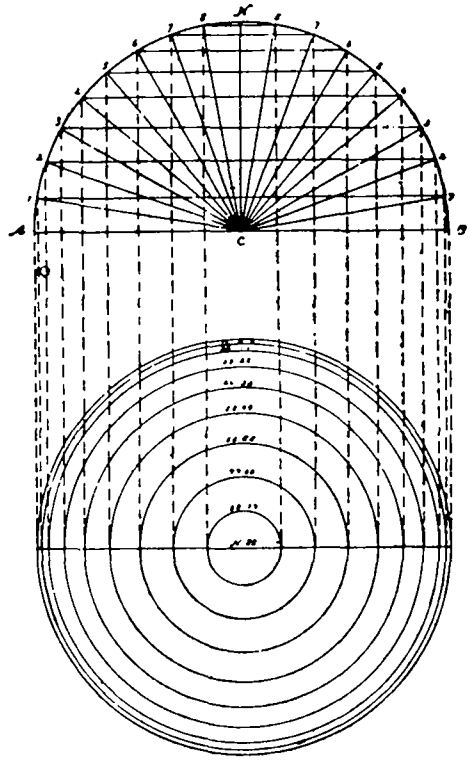
球帶 2211 ノ表面積ハ

[1−cos 80°]−[1−cos 70°]

球帶 11AB ノ表面積ハ

[1−cos 90°]−[1−cos 80°]

第 III 圖



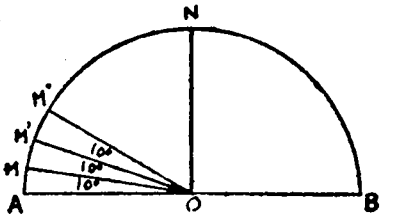
上記ノ球分及球帶ヨリ射入スル陰光ノ强度ノ割合ヲ假リニ第 LVIII 表ニ示シタル Wiesner 氏ノ實測値ノ如クナリトスレバ該實驗値比較數ヲ夫レ夫レ其射入角ニ相應スル球分及球帶ノ表面積ニ相乘スレバ各球分及球帶ヨリ地平面ニ射入スル陰光ノ總量ノ比較數ヲ知ルヲ得ベク更ニ又コレヲ合計スレバ天球ノアラユル方向ヨリ地平面上ニ射入シ來ル陰光ノ總量ノ比較數ヲ知ルヲ得ベシ今コレヲ計算スレバ第 LIX 表ノ如シ

第 LIX 表

陰光ノ射入角	球分或ハ球帶	半球ノ表面積ヲ 1.0 トシテノ球分若シクハ球帶ノ表面積 X	陰光ノ強度ノ比較數 Y	球分若シクハ各球帶ヨリ地平面ニ投射スル陰光ノ強度ノ比較數 X×Y
0°−10°	11AB	0.174	1.00	0.1740
10°−20°	2211	0.168	1.05	0.1764
20°−30°	3322	0.158	1.16	0.1833
30°−40°	4433	0.143	1.30	0.1859
40°−50°	5544	0.123	1.52	0.1870
50°−60°	6655	0.100	1.72	0.1720
60°−70°	7766	0.074	1.90	0.1406
70°−80°	8877	0.045	2.12	0.0954
80°−90°	N88	0.015	2.50	0.0375
合計				1.3521

上表ハ即天球ノ全面ヨリ來ル陰光ノ總量換言スレバ地平面ガ受クル陰光ノ總量ヲ 1.3521 トスレバ球帶 11AB ヨリ射入シ來ル陰光ノ總量ハ 0.1740, 球帶 2211 ヨリ來ル陰光ノ總量ハ 0.1764, 球帶 3322 ヨリ來ル陰光ノ總量ハ 0.1833 等ナルノ關係ヲ示セルモノナリ

第 XXXII 圖 (a)



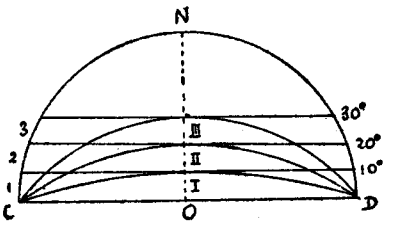
今第XXXII圖(a)ニ於テANBヲ天球AOBヲ地平面トシOMヲ傾斜一〇度ノ斜面トスレバ該斜面ニ入リ來ラザル陰光ノ量ハO點ニ於テ一〇度ノ夾角ヲナスOA及OMノ二平面ガ作ル球狀楔AMヨリ射入ス可キ陰光ノ量ニ等シ又OM′及OM″ヲ夫レ夫レ二〇度及三〇度ノ傾斜面トスレバ該斜面ニ入リ來ラサル陰光ノ量ハ夫レ夫レ球狀楔AM＋球狀楔MM′及球狀楔AM＋球狀楔MM′＋球狀楔 M′M″ ヨリ射入ス可キ陰光ノ量ニ等シ

天球ノ何レノ方向ヨリ射入スル陰光ノ強度モ總テ等一ナリト假定スレバ一〇度ノ夾角ヲ有スル球狀楔ノ面積ハ半球ノ表面積ノ 1/18 ナルヲ以テ一〇度ノ傾斜面ニ入リ來ラザル陰光ノ量ハ夫レ夫レ $2\times\frac{1}{18}$ 及 $3\times\frac{1}{18}$ ニシテ計算ハ極メテ簡單ナリ然ルニ陰光ノ強度ハ其射入スル高度ニヨ

リテ相同ジカラザルコト前述Wiesner氏ノ觀測ノ如クナリトスレバタトヘ球狀楔ノ面積ハ等一ナリトスルモ地面ヲ照射ス可キ陰光ノ量ハ天球上ニ於ケル彼レノ位置ニヨリテ相同ジカラズ球狀楔愈天頂ニ近ケレバ地面ヲ照射スル陰光ノ量モ又愈大ナリ

今第XXXII圖(b)ニ於テ CND ヲ天球 COD ヲ地平面トシ10°置キノ平行圈並ニコレニ對應スル球狀楔ノ垂直投影圖ヲ畫クコト圖ノ如クスレバ各平行圈ガ夾ミテ作ル球帶1(0°—10°), 2(10°—20°), 3(20°—30°)ヨリ射入スル陰光ノ强度ノ比較ハWiesner氏ノ觀測ニヨレバ夫レ夫レ 1.00, 1.05, 1.16 ナルコト上述ノ如シ然ルニコレニ對應スル球狀楔Iハ球帶1ニ介在シ他ノ球帶2及3等ニ跨ルコトナキヲ以テ球狀楔Iガ照射スル陰光ノ强度ハ球帶1ガ照射スル陰光ノ强度即1.00ニ等シ但球狀楔1ハ球帶1ニ比スレバ其面積遙カニ小ナルヲ以テ照射スル陰光ノ量ガ後者ニ於テ著シク大ナルハ論ヲ俟タズ次ニ球狀楔IIハ球帶1及球帶2ニ跨ルヲ以テ其一部ハ1.00他ノ一部ハ1.05ニ相當スル强度ノ陰光ヲ照射ス可ク又球狀楔IIIハ1,2,3ノ何レノ球帶ニモ跨ルヲ以テ其一部ハ1.00他ノ一部ハ1.05又其他ノ一部ハ1.16ニ相當スル强度ノ陰光ヲ照射ス可シ而シテコノ各部ノ面積ノ割合ガ幾何ナリヤハ二重積分ニヨル球面上ノ任意ノ表面積算出法ノ應用ニヨリ數學的ニ精確ニコレヲ求メ得ルヤ論ナシト雖計算ノ手續可也ニ煩勞ナリ然ルニWiesner氏ノ觀測セル陰光ノ强度ノ比較數ハ觀測ニ使用シタル光度計ノ性質上上記ノ如キ煩勞ナル計算ヲ必要トスル程度ノ精度ヲ期待ス可カラズ故ニ著者ハコレヲ垂直ニ投影シタル圖上ニ於テ各部ノ面積ノ割合ヲ近似的ニ計算セリ其結果球狀楔IIハ1.00及1.05ノ强度ノ陰光ヲ夫レ夫レ0.505及0.495ノ割合ヲ以テ照射シ球狀楔IIIハ1.00, 1.05, 及1.16ノ强度ノ陰光ヲ夫レ夫レ0.175, 0.505, 0.320ノ割合ヲ以テ照射スル關係アルヲ知レリ

第 XXXII 表(b)



上記ノ結果ヲ應用スレバ各球狀楔ガ照射スル陰光ノ量ハ次ノ如シ

球狀楔 I　$\frac{1}{18}\times 1.00=0.0556$

球狀楔 II　$\frac{1}{18}\times(0.505\times 1.00+0.495\times 1.05)=0.0569$

球狀楔 III　$\frac{1}{18}\times(0.175\times 1.00+0.505\times 1.05+0.320\times 1.16)=0.0598$

然ルニ全天球ガ照射スル陰光ノ量換言スレバ地平面ガ受クル陰光ノ總量ハ 1.3521 ナルコト前述ノ如シ

故ニ各傾斜面ヲ照射スル陰光ノ量ハ次ノ如シ

10°ノ傾斜面　$1.3521-0.0556=1.2965$

20°ノ傾斜面　$1.3521-[0.0556+0.0569]=1.2396$

30 ノ傾斜面　$1.3521-[0.0556+0.0569+0.0598]=1.1798$

故ニ今地平面ガ受クル陰光ノ總量ヲ 1.00 トシテ各傾斜面ガ受クル陰光ノ總量ノコレニ對スル百分率ヲ求ムレバ次ノ如シ

地平面ガ受クル陰光ノ總量	1.00
10°ノ傾斜面ガ受クル陰光ノ總量	0.9589
20°ノ傾斜面ガ受クル陰光ノ總量	0.9168
30°ノ傾斜面ガ受クル陰光ノ總量	0.8726

§ 87. 北緯四三度即札幌附近ノ六月一五日及一〇月一五日ニ於ケル時刻ニヨル陰光ノ照度ノ變遷ハ第 LIII 表ニ示シタル如クナルヲ以テ今時刻ヲ横軸ニトリ陰光ノ照度ヲ縱軸ニトリテ兩者ノ關係ヲ表ハス可キ曲線圖ヲ畫キ該曲線ガ縱線ト交ハリテ作ル面積ヲ計算スレバ該面積ハ即該一日間ニ地平面ガ受クル陰光ノ總量ヲ表ハスモノナリカクシテ計算シタル結果ハ次ノ如シ

	六月一五日	一〇月一五日
一日間ニ地平面ガ受クル陰光ノ總量	207.4	126.6

故ニ各傾斜面ガ一日間ニ受クル陰光ノ總量ハ

六月一五日ニアリテハ

10°ノ傾斜面ハ　$207.4\times 0.9589=198.88$

20°ノ傾斜面ハ　$207.4\times 0.9168=190.14$

30°ノ傾斜面ハ　$207.4\times 0.8726=180.98$

一〇月一五日ニアリテハ

10°ノ傾斜面ハ　　126.6×0.9589＝121.40

20°ノ傾斜面ハ　　126.6×0.9168＝116.07

30°ノ傾斜面ハ　　126.6×0.8726＝110.47

V. 地平面並ニ傾斜面ガ一日間ニ受クル全日光ノ總量

§ 88. 地平面及傾斜面ガ受クル全日光ノ總量ハ直光及陰光ノ各總量ノ和ナルヲ以テ上記ノ計算ノ結果ニ基キテ容易ニコレヲ算出スルヲ得ベシ即第LX表ノ如シ

第　LX　表

六　月　一　五　日

	地平面	傾斜面											
		傾斜角一〇度				傾斜角二〇度				傾斜角三〇度			
		東	西	南	北	東	西	南	北	東	西	南	北
一日間ニ受クル直光ノ總量	565.80	557.83	557.83	573.54	539.84	535.91	535.91	561.29	499.85	504.18	504.18	539.47	443.50
一日間ニ受クル陰光ノ總量	207.40	198.88	198.88	198.88	198.88	190.14	190.14	190.14	190.14	180.98	180.98	180.98	180.98
一日間ニ受クル全日光ノ總量	773.20	756.71	756.71	772.42	738.72	726.05	726.05	754.43	689.99	685.16	685.16	720.45	624.48
地平面ヲ100トシテノ%	100.00	97.87	97.87	99.90	95.54	93.90	93.90	97.57	89.24	88.61	88.61	93.18	80.77

一　〇　月　一　五　日

	地平面	傾斜面											
		傾斜角一〇度				傾斜角二〇度				傾斜角三〇度			
		東	西	南	北	東	西	南	北	東	西	南	北
一日間ニ受クル直光ノ總量	232.62	229.86	229.86	283.25	174.96	222.51	222.51	327.48	112.19	211.86	211.86	357.39	46.80
一日間ニ受クル陰光ノ總量	126.60	121.40	121.40	121.40	121.40	116.07	116.07	116.07	116.07	110.47	110.47	110.47	110.47
一日間ニ受クル全日光ノ總量	359.22	351.26	351.26	404.65	296.36	338.58	338.58	443.55	228.26	322.33	322.33	467.86	157.27
地平面ヲ100トシテノ%	100.00	97.78	97.78	112.65	82.50	94.25	94.25	123.48	63.54	89.73	89.73	130.24	43.78

上表ニヨリテ見レバ六月一五日ノ全日光ノ照度ハ傾斜一〇度ノ場合ニアリテハ地平面最大ニシテ南面コレニ次ギ東西兩面又コレニ次ギ北面最小ナリ只受光量最小ナル北面ト雖地平面ノ95.54%ノ受光量ヲ有ス

ルヲ以テ實用的ニハ殆ド等一ナリト考フルヲ得ベシ又傾斜面二〇度ノ場合ニアリテハ北面ハ地平面ノ89.24%ニシテ即約11%小ニ又傾斜面三〇度ノ場合ニアリテハ北面ハ地平面ノ80.77%ニシテ即約19%小ナリ故ニコノ場合ニアリテハ受光量ハ最早實用的ニモ全然等一ナリト考フルコト能ハズ然レ雖六月一五日ハ日中ニ於ケル太陽ノ高度比較的大ナルヲ以テ一日間ノ全日光ノ總受光量ハ少クトモ三〇度ノ傾斜マデハ地平面ト特ニ著シキ相異アルヲ見ズ殊ニ南面ノ傾斜地ノ如キハ實用的ニハ殆ド等量ナリト考フルヲ得ベシコレニ反シテ一〇月一五日ハ日中ニ於ケル太陽ノ高度著シク小ニシテ正午太陽ガ南中セルトキト雖僅カニ三八度四〇分ニ過ギザルヲ以テ地面ノ方位及傾斜ニヨル受光量ノ關係ハ前者ト著シク異ナリ一日間ノ全日光ノ總受光量ハ南面ニ於テ最大ニシテ地平面コレニ次ギ東西兩面又コレニ次ギ北面最小ナリ即傾斜面一〇度ノ場合ニアリテハ南面ハ地平面ノ112.65%即約13%大ニ又東西兩面ハ共ニ97.78%ニシテ即殆ド地平面ト等量ニ近ク北面ハ82.50%ニシテ即約17%小ナルヲ見ルコレ等ノ關係ハ地面ノ傾斜大ナルニ從ツテ愈大ナリ即傾斜三〇度ノ場合ニアリテハ南面ハ地平面ノ130.24%ニシテ即約30%大ニ又北面ハ僅カニ地平面ノ43.78%ニシテ即實ニ約56%小ナルノ關係ヲ有セリ

上述ノ結果ヲ約言スレバ地平面及各方位ニ面スル傾斜面ノ受光量ノ比率ハ日中ニ於ケル太陽ノ高度ニ關セリ即太陽ノ高度大ナレバ兩者ノ比率ハ殆ド1ニ近ク換言スレバ地平面及各傾斜面ノ一日ノ總受光量ハ斜面ノ傾斜著シク大ナラザル限リニ於テハ大略的ニ等量ナリト考フルヲ得ルモ太陽ノ高度小ナル季節ニ於テハ兩者ノ比率ニ著シキ懸隔ヲ生ジ南面ハ其受光量却ツテ地平面ヨリモ大ニ北面ハ地平面ニ比シテ愈著シク小ナルニ至ル故ニコレヲ一般的ニ言說スレバ四時太陽ノ高度大ナル低緯度ノ地方ニアリテハ多クトモ三〇度ノ傾斜マデハ傾斜面及地平面ガ受クル一日間ノ總光量ニ著シキ偏差ナシト雖日中ニ於ケル太陽ノ高度小ナル高緯度ノ地方ニ進ムニ從ヒ地平面及傾斜面ガ受クル一日間

ノ全日光ノ總量ニハ著シキ懸隔ヲ生ズルニ至ル

VI. 地平面並ニ傾斜面ガ一生長期間ニ受クル全日光ノ總量

§ 89. 一生長期間ニ受クル全日光ノ總量ガ地平面及各方位ノ傾斜面ニ於テ幾何ノ比率ヲ有スルヤハ該期間ノ毎月ノ一五日ニ於ケル地平面及各方位ノ傾斜面ノ總受光量ヲ計算シ月日ヲ横軸ニトリコレニ對スル該一日間ノ總受光量ヲ縱軸ニトリテ兩者ノ關係ヲ表ハス可キ曲線圖ヲ畫キ該曲線圖ガ横軸ト夾ミテ作ル面積ヲ計算シテコレヲ求ムルヲ得ルモ其計算極メテ煩勞ニ亙ルヲ以テココニハ只其計算法ノ大要並ニ北緯四三度ノ地方ニ於ケル或特種ノ日ノ兩者ノ比率ヲ求メテ這般ノ問題ニ關スル精確ナル感念ヲ知得スルノ資料ヲ提供シタルニ過ギズ

要スルニ地面ノ方位及傾斜ニヨル受光量ノ相異ハ吾人ガ從來想像セルガ如クシカク大ナルモノニアラザルハ第LX表ニヨリテ明カナリト雖北緯四三度ノ地方ニアリテハ傾斜一〇度以上ニ及ベバ少クトモ北面ノ地ハ他ノ諸面ノ地ニ比シテ受光量ノ小ナルハ明カニコレヲ認メ得ルヲ以テ樹木ガナホ其生存ヲ持續シ得ベキ最小限界光度ガ傾斜一〇度以上ノ場合ニ於テ格段ノ相異ヲ有スルニ至ルハ當然ニシテ從ツテ樹木ノ耐陰力モ又コレニ比例シテ變異ヲ表ハスモノトナサザル可カラズ且又地面ノ方位及傾斜ニヨル受光量ノ相異ハ緯度ノ高マルニ從ツテ愈大ナルニ至ルハ前述ノ如クナルヲ以テ地面ノ方位及傾斜ニヨリ耐陰力ノ相異モ緯度ノ大ナルニ從ツテ愈大ナルニ至ルハ實驗ヲ俟タズシテ明カナリト云フ可シ

D. 土地ノ氣溫

§ 90. Max Wagner 氏ハ土地ノ氣溫ガ樹木ノ耐陰力ヲ左右スル關係ヲ輕視セルコト前述ノ如クナリト雖從來多クノ林學者又ハ植物生理學者ガ研究セル幾多ノ文獻ニ徵スルニコハ決シテ輕々ニ看過ス可キ問題ニ非ザルガ如シ凡ソ耐陰力ガ大ナリト云フハヨク小ナル光度ノ下ニ同化作用ヲ營ミ得ルノ謂ナリ故ニ同化作用ニ有利ノ影響ヲ及ボス外界ノ因

子ハ總テ皆耐陰力ヲ大ナラシムル因子ナルヤ疑ナシ從ツテ何レノ因子ガ耐陰力ニ最大ノ影響ヲ及ボスヤハ何レノ因子ガ同化作用ニ最有利ナル影響ヲ及ボスヤト同一ノ問題ニ歸着ス今同化作用ガ溫度ニヨリテ如何ナル影響ヲ受クルヤヲ考察センニ凡ソ同化作用ガ營マルル度ハ若シ炭酸瓦斯ノ供給量及照射光度ヲ同一ナリトセバ實ニ溫度ノ如何ニヨリテ左右セラルルハ植物生理學者ノ文獻ニ徵シテ明カナル事實ニシテコノ三者ハ夙ニ同化作用ノ三要素ナリト稱セラル

Mattäi[1] 氏ハ光度ト溫度トノ兩因子ガ同化作用ニ及ボス相互ノ關係ヲ研究シ攝氏一八度ノ場合ニハ光度ガ如何ニ適量ニ供給セラルルトスルモコノ兩因子ガ最適ニ供給セラレタル場合ニ比シテ僅カニ39%ノ同化作用ヲ營ムニ過ギズ而モ溫度ノ增加ト共ニ同化作用モ又次第ニ遞增シ攝氏二二度ニアリテハ50%攝氏二八度ニアリテハ70%ノ同化作用ヲ營メリト云ヘリ即假リニ炭酸瓦斯ノ供給量ヲ等一ナリト見做ストキハ或一定ノ溫度ニ對シテハタトヘ光度ガ最適ニ供給セラルトスルモ同化作用ガ營マルル度ハ到底或範圍ヲ超越スルコト能ハズ換言スレバ溫度,光線及炭酸瓦斯ノ供給量ガ最適ナル場合ニ於テ始メテ最大ノ同化作用ガ營マルルモノニシテコノ三要素ガ同化作用ニ對スル關係ハ恰モ土壤ノ鑛物質養分ガ根ニ對スル關係ニ於ケルガ如シナホ同氏ノ實驗ニヨレバ零下五度マデハ絕對ニ同化作用ノ行ハルルコトナク零度ニ於テハ極メテ僅カニコレヲ營ミソレヨリ溫度ヲ增スニ從ツテ次第ニ同化作用ヲ增加スルモ三七•五度ニ於テ最大ニ達シ溫度更ニ之ヨリモ增大スレバ又次第ニ其度ヲ減ジ四五度ニ及ベバ最早全ク同化作用ヲ營マザルニ至ル即同化作用ニ對スル溫度曲線ハ所謂最適曲線(Optimumkurve)ヲ以テコレヲ表ハスヲ得ベシト又Van't Hoff[2] 氏ハコノ最適曲線ガ其彎曲點ニ達スルマデハ溫度ガ攝氏一〇度高マル每ニ凡ソ二乃至三倍ノ同化作用ヲ營ムノ割合ナリト云ヘリ

溫度ガ同化作用ニ影響ヲ及ボスコト上述ノ如シトセバ著者ハ更ニ次ノ如ク推理スルノ可能ナルヲ信ズ樹葉ガ庇陰ノ下ニ同化作用ヲ營ム能力ハ溫度最適ナル場合ニ於テ最大ナリ換言スレバ溫度最適ナル場合ニ於テ樹葉ハ最大ノ庇陰ニ耐ヘ最適溫度ヲ遠ザカルニ從ツテ次第ニ其耐陰力ヲ減ズルニ至ル更ニ換言スレバ總テノ樹種ハ其鄕土ニ於テ最庇陰ニ耐ヘ鄕土ヲ遠ザカルニ從ツテ愈庇陰ニ耐ユルノ度ヲ減少ス而モ上記Mattäi 氏ノ實驗ニ徵スレバ溫度ガ耐陰力ニ及ボス影響ハ可也ニ大ナルモノナリト想像セラル今本邦ノ各地ニ於ケル主タル生長期間五,六,七,八

(1), (2) M. Büsgen, Ban und Leben unserer Waldbäume. 1917.

ノ各月ノ平均氣溫並ニコノ四ケ月ノ平均氣溫ヲ揭グレバ第 LXI 表ノ如シ

第 LXI 表

月	月平均氣溫（攝氏）				
	臺南	熊本	東京	石巻	札幌
5	25.8	18.4	16.5	13.4	10.5
6	27.2	22.4	20.4	17.4	14.6
7	27.6	26.1	23.8	20.9	18.8
8	27.3	26.8	25.4	22.9	20.7
平均	27.0	23.4	21.5	18.7	16.2

今 Mattäi 氏ノ上記ノ研究ノ結果ヲ引用シ溫度ヲ橫軸ニトリ同化作用ノ度ヲ縱軸ニトリテ溫度ト同化作用ノ度トノ關係ヲ曲線圖ニ畫キ各地ノ主タル生長期間五,六,七,八ノ四ケ月ノ平均氣溫ニ對スル同化作用ノ度ヲ試ニコノ曲線圖上ニ求ムルトキハ凡ソ第LXII表ニ示スガ如シ

第 LXII 表

地名	五,六,七,八月ノ平均氣溫（攝氏）	最適溫度ノ場合ノ同化作用ノ度ヲ100トシテノ%	地名	五,六,七,八月ノ平均氣溫（攝氏）	最適溫度ノ場合ノ同化作用ノ度ヲ100トシテノ%
臺南	27.0	67.0	石巻	18.7	41.0
熊本	23.4	55.0	札幌	16.2	34.0
東京	21.5	49.0			

コレニ因ツテ見レバ他ノ關係ヲ全ク度外視シテ只溫度ノミニ就テコレヲ考フルトキハ例セバ同一ノ植物ハ札幌ヨリモ熊本ニ於テ同一ノ光度ニ對シテ約一倍半ノ同化作用ヲ營ム可能性ヲ有スルモノト解スルヲ得ベク更ニコレヲ反面ヨリ考察スレバ同一ノ植物ガ同一ノ同化作用ヲ營ムガ爲ニハ札幌ハ熊本ヨリモ凡ソ一倍半ノ光度ヲ必要トスルモノト考フルヲ得ベシ故ニ前者ニ於テ耐陰力ノ小ナルハ當然ニシテ而モ其耐陰力ハ後者ガ實ニ前者ノ一倍半ニ相當スルモノナルヲ知ル可シ況ヤ同一密度ノ樹冠ノ下ニ於ケル光度ノ絕對値ハ後者ニ於テ大ナルコト前節ニ於テ說明シタル如クナリトスレバ後者ニ於ケル耐陰力ハ更ニコレヨ

リモ大ナリト想像スルヲ憚カラズ只 Mattäi 氏ノ研究ハ一般植物ニ對スル概括的ノ研究ニシテコレヲ以テ直ニ樹木ノ場合ニ適用ス可カラズ假リニ適用シウルトスルモ各地ニ於ケル主タル生長期間五,六,七,八ノ四ケ月ノ平均氣溫ト Mattäi 氏ガ同化作用ノ一要素トシテ研究ニ供シタル溫度トハ同一視ス可カラザル事情アルヲ以テ上記ノ言說ハ極メテ概略的ノ考察ノ結果ニ過ギズシテ到底コレヲ以テ各地方ノ氣溫ト樹木ノ同化作用トノ關係並ニ耐陰力ノ關係ヲ精密ニ歸納シタリトナス可カラズ只樹木ノ耐陰力ニ及ボス溫度ノ影響ガ如何ナル程度ノモノナリヤヲ察知スルニ足ル一資料ニ過ギザルモノト謂フ可シ

E. 土壤ノ濕度

§ 91. 樹木ノ耐陰性ハ土壤ノ濕度ニヨリテ影響セラルルハ夙ニ實際家ノ認ムルトコロニシテ試ニ Fricke[1] 氏ノ實驗ヲ引用セン

氏ハ七〇年乃至一〇〇年生ノあかまつ林ノ樹冠ノ密度 0.7 ノトコロニ於テ樹高約一尺五寸ヲ有スル一〇年生ノ庇壓セラレタル稚樹ノ集團ニ於テ春季未ダ生長ヲ開始セザルトキニ其周圍ニ深サ一尺ノ溝ヲ穿チコレヲ貫ク附近ノ老樹ノ根ヲ全部切斷シテ爾後ノ生長ノ狀況ヲ試驗セルニ其年ノ夏ニ於テハ樹葉ハ既ニ前年ノ二倍ノ大サトナリ而モ直根ノ著シキ發達ヲ見タルモコレニ隣接シテ生育セル溝境ノ外部ノ稚樹ハ其生長ノ狀況甚ダ不良ニシテ殆ド前年ト同樣ノ庇壓狀態ヲ持續セルノ事實ヲ見タリ加之溝境ノ部ニアリテハ該年ノ夏ニ於テ種々ノ雜草ヲ發生シナホ少許ノ灌木類並ニかば,もみぢ等ノ實生苗ノ若干ヲ發生スルニ至レリ而モ最興味アルハコレ等ノ植物ノ何レモ其附近ノ林內ニ於テハ全ク生育シ居ラザルコト之レナリ且又實驗前ニアリテハ該地上ノ雜草灌木ハ甚ダ軟弱ナル形態ヲ有シタルモコレヲ溝ニテ圍繞セル結果ハ總テ綠色多汁ノ植物トナリ其附近ニ生育スル同種ノ植物ノ灰褐色ナルニ比シテ實ニ好箇ノ對照ヲ現出セリナホ又一〇〇年生ノあかまつ林ノ自然疎開地ニ於テ何等ノ地拵ヲスルコトナク前ト同樣ノ方法ニヨリテ溝ヲ以テ圍繞シ其內外ニあかまつ,たうひ,ぶな,ならヲ播種シテ生長ノ狀況ヲ檢シタルノ結果ハ其內部ニアリテハコレ等ノ樹種殊ニあかまつ及ならハ甚佳良ノ生長ヲナシ尙種々ノ灌木類ノ旺盛ナル發育ヲ見タルモコレヨリ僅カニ七尺乃至一〇尺ヲ距ツル溝ノ外部ニアリテハあかまつ,ぶな,たうひハ其生育極メテ纖弱ニシテ終ニ枯死シ又ならモ殆ド瀕死ノ狀態ニアリテ內部ニ比シ僅カニ五分ノ一ノ樹高生長ヲナセルニ過ギズ灌木類ノ發生及發育又極メテ微

(1) Fricke, Karl. „Licht und Schattenholzarten" ein wissenschaftlich nicht begründetes Dogma. (Centralblatt für das gesammte Forstwesen. 1904).

弱ナリ且又内外ノ兩部ニ於ケル土壤ノ濕度ヲ檢シタルノ結果ハ内部ハ實ニ外部ニ比シテ二乃至三倍稀レニハ四乃至六倍ノ濕度ヲ有スルヲ見タリト玆ニ於テ氏ハ推理シテ云ヘルラク凡ソ稚樹及稚苗ガ母樹ノ庇陰ノ下ニ不良ノ生長ヲナスハ光度ノ不足スルガ爲ニアラズシテ實ニ母樹ノ根ガ地表ノ濕氣ヲ奪取スルニ因レリ故ニ母樹ノ一部ヲ伐採シテ其根ノ相互ノ競爭ヲ和ゲ地表ノ濕度ヲ適度ニ保持スルニ於テハ稚樹及稚苗ノ生長ヲ佳良ナラシメ得ルヤ疑ナク光度ノ不足ノ如キハ多ク云フニ足ラズ學術上ニ基礎ヲ有セザル樹性ノ陰陽ノ區別ハコレヲ撤廢スルノ要アリト極論セリ

§ 92. 上記ノ實驗ハ稚樹及稚苗ノ生長ニ對シテハ光線以外ニ土壤ノ濕度ガ有力ナル影響ヲ及ボスノ事實換言スレバ土壤ノ濕度ガ樹木ノ耐陰力ヲ左右スル有力ナル因子ヲナスノ事實ヲ說明セリト雖稚樹及稚苗ノ生長ニ對シテ如何ニ光線ガ作用スルヤノ關係ヲ解決シタルモノニアラズ何ントナレバ上記ノ實驗ハ斯種ノ實驗ニ欠ク可カラザル光度ノ測定ヲ度外視シテ只老樹ノ根ノ影響ヲ遮斷セルトコロ換言スレバ地表ノ濕度大ナルトコロニ於テ稚樹及稚苗ノ生育生長ガ旺盛ナルノ事實ヲ究メタルニ過ギザレバナリコレヲ以テ直ニ光度ノ影響ハ微弱ニシテ樹性ノ陰陽ハコレヲ類別スルノ價値ナシト論ズルハ早計ニ失スルノ感アリ果然 Cieslar[1] 氏ハ光度ト土壤ノ濕度トガ稚苗ノ生長ニ及ボス關係ヲ實驗的ニ研究シ Fricke 氏ノ所說ニ對シテ一矢ヲ酬ヒタリ

同氏ハ全日光ノ凡ソ二二分ノ一ノ光度ヲ有スル二一年生ノ Pseudotsuga Douglasii ノ密林内ニ邊長八〇糎ノ正方形ノ區劃 A, B, C ヲ僅カニ數粉ノ距離ニ設定シ各種ノ陰樹及陽樹ノ一年生ノ稚苗ヲ一〇糎ノ正方形ニ植栽シ A 及 C ハ其四方ニ深サ四〇糎ノ厚板ヲ埋メテ外部ヨリノ根ノ影響ヲ絕緣シ B ハコレヲ自然ノ儘トナセリ且 A 及 B ニハ人工的ニ注水セズ C ノミ時々人工的ニ注水シテ兎モ角モ全生長期間ヲ通ジテ水分ノ欠乏ニ苦シムガ如キコトナカラシメタリ若シ Fricke 氏ノ所說ノ如クナリトスレバ外部ヨリノ根ノ影響ヲ絕緣シ而モ人工的ニ注水セル C ニアリテハ稚苗ノ生長生育殊ニ佳良ニシテ外部ヨリノ根ノ影響ヲ絕緣セズ而モ人工的ニ注水モセザル B ニアリテハ稚苗ノ生長生育ハ極メテ不良ナラザル可カラザルノ理ナリ然ルニ六月(四月二一日ニ稚苗ヲ植栽セリ)ニ於ケル生長ノ狀況ハ三者ニ於テ格段ノ相異ヲ認ムルコト能ハズ七及八月ニ至リテハ A, B, C 共ニ何レノ樹種モ勢力頓ニ不良トナリ漸次枯凋ニ瀕スルニ至レリコレニ因ツテ見レバ全日光ノ二二分ノ一ノ光度ノ下ニアリテハ樹種ノ陰陽ヲ問ハズ又土壤ノ濕度ノ如何ヲ問ハズ最早其生長ヲ持續ス

(1) Cieslar, Licht und Schattenholzarten. Lichtgenuss und Bodenfeuchtigkeit. (Centralblatt für das gesammte Forstwesen. 1909)

ルコト能ハザルヲ知ル可シ同氏ハ又コレト同時ニ全日光ノ凡ソ七分ノ一ノ光度ヲ有スル二一年生ノ Weissföhre ノ鬱閉ノ下ニ於テ前記ト同樣ノ區劃 A, B, C ヲ設定シ B ハコレヲ自然ノ儘トナシ A ハ其四周ヲ厚板ニテ絶緣シ各種ノ陰樹 (Nordmannstanne, Douglasfichte, Fichte) 及陽樹 (Weissföhre, Schwarzföhre) ノ一年生ノ稚苗ヲ栽植シ以テ其生育及生長ノ狀況ヲ檢シタルノ結果ハ同年(一九〇六年)ノ六月(四月二十二日ニ播種並ニ稚苗ノ栽植ヲ行ヘリ)ノ終リマデハ總テノ樹種ハ A 及 B ノ何レニ於テモ可也ニヨク發育シ殆ド生長上ノ區別ヲ認ムルコト能ハザリシモ九月ニ入ルヤ陰陽兩樹種ノ稚苗ハ頓ニ生長上ノ相異ヲ實現シ來リ陰樹ノ稚苗殊ニ Nordmannstanne, Douglasfichte ハナホ依然トシテ可良ノ生長ヲ持續セルモ陽樹ノ稚苗ハ漸次枯凋ノ傾向ヲ現出セリ只 Fichte ハ A 及 B 共ニ半數ノ枯凋ヲ見タリ然レドモ A 及 B ノ兩者ニ於ケル生長上ノ區別ハ殆ドコレヲ認ムルコト能ハズ翌年即一九〇七年ノ五月中旬即八ケ月ヲ經過シタル後ニ於テハ陰樹ノ稚苗ハ總テ新芽ノ崩出ヲ見タルモ陽樹ノ稚苗ハ其勢力甚ダ微弱ニシテ殆ド生育ヲ持續シウルノ見込ナキニ至レリ九月ニ入ルニ及ンデヤ陰樹ノ稚苗殊ニ Nordmannstanne, Douglasfichte ハ A 及 B 共ニ尙依然トシテ健全ナル濃綠ノ外觀ヲ持續セルモ陽樹ノ稚苗ハ A ニアリテハ全ク枯死シ B ニアリテハ僅カニ數本ヲ殘存セルモ殆ド瀕死ノ外觀ヲ呈シ其翌年即一九〇八年ニ至リテ全部枯死セリ又一九〇七年乃至一九〇八年ニ於ケル各樹種ノ生長ノ狀況ヲ檢スルニ Douglasfichte ハ B ヨリモ A ニ於テ生長大ニシテ Nordmannstanne ハ兩者ニ於ケル生長略相等シク Fichte ハ寧ロ A ヨリモ B ニ於テ生長ノ大ナルヲ見タリ故ニ概シテ云ヘバ A 及 B ニ於ケル生長上ノ相違ハ殆ドコレナシト云フモ可ナリ又兩者ニ於ケル土壤ノ濕度ヲ檢スル上木ノ根ノ影響ヲ絶緣セル A ハコレヲ絶緣セザル B ヨリモ其濕度大ナルコト Fricke 氏ノ所說ノ如クニシテ即 A ハ 23.2, B ハ 16.2 ノ重量含水率ヲ有スルヲ見タリト但濕度ノ檢査ハ一九〇七年一〇月一七日ニ行ヒタルモノニシテ同月ノ一一日以後全ク降雨ナカリシト云フ

上記ノ實驗ノ結果ヲ約言スレバ上木ノ根ノ影響ヲ絶緣スルト否トハ稚苗ノ生長ニ影響ヲ及ボスコト微少ニシテ只光度ガ全日光ノ七分ノ一ノトコロニアリテハ陰樹ノ稚苗ハナホヨク其生長ヲ持續スルモ陽樹ノ稚苗ハ最早コレニ耐エザルノ關係ヲ示セルモノナリ假リニ Fricke 氏ノ所說ヲ眞ナリトセバ何レノ樹種モ A ニ於テ佳良ノ生長ヲナシ B ニ於テハ枯凋ニ瀕セザル可カラザルノ理ナリ然ルニ Cieslar 氏ノ上記ノ實驗ニヨレバ陰樹ハ A 及 B ノ何レニ於テモ佳良ノ生長生育ヲ持續シ陽樹ハ A 及 B ノ何レニ於テモ漸次枯凋ニ瀕スルニ到レルノ事實ニ據リテ見レバ全日光ノ七分ノ一ノ光度ノ下ニアリテハ土壤ノ濕度ノ如何ヲ問ハズ陽樹ノ稚苗ハ到底其生存ヲ持續スルコト能ハサルヲ知ル可シ故ニ土壤ノ濕度ハ樹木ノ耐陰力ヲ左右スル有力ナル因子ナルヤ疑ナシト雖而モ其

左右スル範圍ハアル限度アリテ存シコノ限度ヲ超エテ無限ニ其耐陰力ヲ左右シウルモノニアラズ故ニ樹木ノ耐陰性ハコレヲ類別スル價値ナシトセル Fricke氏ノ所説ハ假リニ同氏ノ實驗成績ヲ承認スルトスルモ未ダ俄カニ左祖ス可カラズ況ヤ Cieslar 氏ノ實驗成績ハ同氏ノソレト根本的ニ相乖離スルコト上述ノ如クナルニ於テオヤ

其三　林內光度ノ間接計量法並ニ天然更新法ニ對スル其應用ニ就テ

Über die indirekten Lichtmessungsmethoden im Walde und deren Anwendung für die natürliche Verjüngung.

§ 93. 稚苗ノ耐陰性ニ關スル研究ハ林內ノ上木即母樹ノ下ニ新林ヲ養成スルアラユル作業法ニ於テソノ應用ヲ見ルト雖就中上方天然下種更新法殊ニ傘伐更新法ニ於テ其應用ノ廣キヲ見ル傘伐更新法ニアリテハ更新ニ着手シテコレヲ終了スル迄ノ期間即更新期間ハ當初完全ニ鬱閉ヲ爲セル合理的母林ヲ前提シ便宜上豫備,下種,後伐ノ三時代ニ分劃スルヲ通例トス而シテ其豫備時代ニアリテハ當該母林ノ鬱閉ヲ裂開シ强ク陽光ヲ與ヘ母樹ノ結實力ヲ促進シ兼テ林地ノ腐植質物ヲ分解セシメ將來ノ下種ニ對スル適當ナル發芽床ヲ準備センガタメニ稍强度ノ選伐ヲ施スモノニシテコノ時代ニアリテハ伐採ノ程度ト稚苗ノ生長力トノ關係ニ就テハナホ未ダ注意ヲ拂フノ要ナク只母樹ノ結實力ヲ促進シ腐植質物ヲ分解セシムルノ程度ニ於テ適度ノ伐採ヲ施行スルノミニシテコノ場合ニアリテハ林內ノ光度ハナホ未ダ稚苗ノ最小限界光度ニ達セザルモ可ナリカクテ結實年度到來スレバ種子ハ盛ニ地下ニ落下スルヲ以テコノ落下セル種子ヲシテ適良ノ發芽ト生長トヲナサシメンガタメニ更ニ母林ノ一部ヲ選伐シテ林內ニ適良ノ光線ヲ導カザルベカラズ所謂下種伐ト稱スルモノコレナリコノ場合ニ於ケル伐採ノ程度ハ更新上最注意ヲ要スベキモノニシテ若シ其程度ニシテ過小ナランカ林內ノ光度ハ稚苗ノ最小限界光度以上ニ達スル能ハズシテ折角發芽セル稚苗モ啻ニ可良ノ發育ヲナサザルノミナラズ其生存ヲスラ持續スルコト能ハザルニ至リ早晩枯死スルノ運命ニ逢着スベシ若シ又其程度ニシテ過大

ナランカ林内ニ射入スル光量アマリニ大トナリ各種ノ有害ナル雜草相繼デ發生シ而モソノ生長力ノ旺盛ナルヤ啻ニ稚苗ヲ被壓シテ其生長力ヲ減殺スルノミナラズ遂ニハコレヲ枯死セシメザレバ止マザルニ至ル故ニ下種伐ニ於ケル伐採ノ程度ハ伐採後林内ノ光度ガ稚苗ノ最小限界光度以上ニシテ而モ多量ノ雜草ヲ簇生セシメザル程度ノ光度ニ止メザルベカラズ林内光度ノコノ理論上ノ範圍ヲ現實ノ母林ニ於テ實現スルハ至難ノ業ナリト雖可及的コレニ近キヲ期スルハ實ニ技術家ノ任務ニシテ更新事業ノ可否ハ一ニ懸リテコレニ存セリト謂ハザルベカラズ

彼ノ青森大林區署管内津輕半島一帶ノあすなろ林ニ於テ結實年度ニ際シ老林ノ下ニ多數稚苗ノ簇生ヲ見ルモ數年ヲ出デズシテ消失シ終ニ其眞跡ヲモ止メザルニ至ルハ其原因必ズシモ一ニシテ足ラザル可シト雖恐ラクハ其密ナル樹冠ノ庇陰ニヨリテ該林内ノ光度ガ尙未ダ稚苗ノ最小限界光度ニ達セザルニ由來スルモノアリト想像セラル而モ林内ノ光度ガ稚苗ノ最小限界光度以上ニ達セリヤ否ヤハ單ニ明暗ニ對スル吾人ノ目測ニヨリテコレヲ識別スベカラズシテ實際ニ光度計ニヨリテ其光度ヲ測定スルカ若シクハアル適良ノ標準ニ基キテ間接ニコレヲ計量スルノ方法ニ據ラザルベカラズ凡ソ天然ノ光度ニ對スル吾人ノ目測ハ極メテ粗笨ニシテ吾人ハ夜間室内ニ百燭光ノ電燈ヲ點ズルトキハ殆ド日中ノ照度ニ匹敵スルノ照明ヲ感ズト雖爲ゾ知ランコノ照度ハ日中ノ直射光線ノ照度ニ比スレバ僅カニ其凡ソ百分ノ一ニ過ギザルコトヲ且又密林ノ樹冠ノ間隙ヲ漏レテ射入スル直射光線ガ地上ニ印スル楕圓形ノ照明 (Sonnenbild) ハ陰暗ナル林内ニ於テコレヲ見レバ光輝赫灼トシテ野外ノ地上ニ投射スル照明ト殆ド異ナラザルガ如キモ著者ガ光度計ヲ使用シテ仔細ニコレヲ觀測シタル結果ニヨレバ前者ハ實ニ後者ノ數分ノ一ニ過ギザルヲ知レリ斯クノ如ク日光ノ照度ニ對スル吾人ノ眼球ノ識別力ハ殆ド無能力ト云フモ不可ナクコノ無能力ナル識別眼ヲ以テ獨斷的ニ判定セル從來造林上ノ知見ガ往々根據薄弱ニシテ確固ナラズ同一現象ニ對スル甲乙二者ノ見解ガ屢乎離衝突スルノ奇態ヲ見ルハ毫モ怪ムニ足ラズ要ハ只各自ノ異ナレル眼球ヲ以テ個人的獨斷的ノ觀察ヲ逞フシ各其見ルトコロヲ以テ立論ノ根據トナスニ因ラズンバアラズ例ヘバ一樹ノ樹高ヲ測定スルニ當リテモ各自異ナル目盛ノ度ヲ以テ之ヲ測定スレバ各異ナル値ヲ得ルハ當然ニシテコノ場合ニ只自己ノ測定値ノ精確ヲ主張シテ他ノ測定値ヲ一蹴シ去ラントスルモノアラバ何人カコレヲ嗤ハザランヤ斯クノ如キ測定ハ如何ニ多數ノ人ガコレヲ繰返ストスルモ到底一致スル機會アルベキノ理ナシ林木ト光度トノ關係又然リ異ナレル眼球ヲ以テ光度ヲ目測シ因テ以テ林木ト光度トノ關係ヲ判定スレバ幾年ヲ費スモ見解ノ一致ハ到底望ム可カラズ學術ノ進歩ハ終ニ閉塞スルノ止ムナキニ至ラン故ニ稚苗ノ最小限界光度並ニ林内光度測定ノ方法ヲ明カニシ因テ以テ兩者ノ關係ヲ學理的ニ歸納スルハ從來既ニ其進歩ノ道程ヲ閉塞セラレツツアル更新方法ノ學術的研究並ニ技術的應用ニ一新生面ヲ開クモノニアラザルヲ得ン

ヤ

下種伐ニ於テ林内ノ光度ヲ適當ナラシメ發芽セル稚苗ノ保育ニ努力スルニ於テハ稚苗ハ漸ク其生長ノ大ナルヲ致シ寒熱ノ脅威モ多クコレヲ感ゼザルニ至ル斯クシテ後伐ノ時期ニ入レバ生長セル稚樹ハ從來ヨリモ更ニ多大ノ光度ヲ要求スルニ至ルヲ以テ漸次ソノ上木ヲ選伐シテ徐々ニ光線ノ照度ヲ大ナラシメザル可カラズ然レドモコノ時代ニアリテハ稚樹ハ最早獨立ニ其生存ヲ持續スル可能力ヲ有スルヲ以テ伐採ノ程度ノ巧拙ハ直接更新事業ノ成否ニ關スル所大ナラズ只時ニヨリ場合ニ應ジ經驗ニ基キテ適宜ニ伐採ノ程度ヲ定ムレバ可ナリ蓋シ人間ノ死亡率ハ嬰兒及幼兒ノ時代ニ於テ最大ナリトス林木ノ場合モ亦コレト同ジク其稚苗ノ時代ニアリテハ各種ノ危害ニ感ジ易ク枯損率又大ナルヲ以テコノ時代ニ於テコレヲ適良ニ保育スルハ天然更新ヲ達成スルノ要諦ニシテ而モコハ獨リ鬱閉ノ疎開ニヨリ林内ニ適良ノ光線ヲ導入スルニヨリテ達成セラルルヲ知ラバ伐採ノ程度ヲ學術的ニ研究スルノ必要ナルハ必ズシモ智者ヲ俟ツテ後知ル可キニアラズ

是ニ由ツテ見レバ更新期間ニ於テ伐木ノ程度ニ最愼重ヲ要スルハ實ニ下種伐ノ時代ナリト謂ハザルベカラズ故ニコノ時代若シクハ少クトモコノ時代ノ前後ニ於ケル林内光度ト稚苗ノ耐陰力トノ關係ニ關スル研究ハ實ニ傘伐更新實行上ノ羅針盤ト云フモ敢テ不可ナキガ如シ各樹種ノ稚苗ガ幾何ノ光度ニ耐エ且又幾何ノ光度ヲ最適トシテ要求スルカ或ハコノ中間ノ光度ニアリテハ幾何ノ生長ヲ可能トスルヤヲ究ムルノ法ハ既ニ本論文其一ニ於テ詳述セリ故ニ玆ニハ只與ヘラレタル林分ガ其林冠即樹冠ノ集團ニヨリテ幾何ノ光度ヲ林外ニ反射シ若シクハコレヲ吸收スルカ換言スレバ其林冠ヲ通過シ來ル林内光度ハ果シテ幾何ナリヤヲ測定スル方法ヲ究ムレバ足レリトス

A. 林内光度ノ測定

§ 94. 玆ニ林内平均關係的光度トハ今假リニ林内ノ平均光度ヲ L_1 ト

シ林外ノ光度ヲL_aトスレバL_i/L_aヲ以テ表ハシ得ベキ言葉ニシテ例ヘバ今林外ノ光度ヲ實測シテ0.85ヲ得タリトシ林内ノ各所ニ於ケル光度ヲ實測シテ其平均値0.02ヲ得タリトスレバ林内平均關係的光度ハ0.02/0.85=0.0235ナリト云フガ如シ

林冠ヲ通過シテ林内ニ射入スル陽光ノ强度即林内光度ハ林冠ノ密度及性質即樹種,森林仕立法,立地ノ性質,林齡ノ老幼,林木本數ニヨリ千差萬別ニシテ其實際ノ光度ハ直接光度計ヲ使用シテ一々實測スル外ニ方法ナシ然レモ林内平均關係的光度ハタトヘ精密ナル光度計アリトスルモコレヲ測定スルハ決シテ容易ノ業ニアラズソハ實ニ次ニ述ブルガ如キ有力ナル理由アルニ因レバナリ

I. 林内平均關係的光度測定ノ困難ナル理由

1. 林内平均關係的光度ハ常數ニアラズ

§ 95. 林内外ノ絶對的光度ハ時ニヨリ場合ニヨリ絶エズ著シキ變遷ヲナスモ同一林内ノ同一地點ニ於ケル關係的光度ハ一定數ナルカ若シクハ殆ド一定數ニ近シトナスハ從來ノ學者ガ殆ド假定的ニ認メタルトコロナリ換言スレバ林外ノ光度ニ幾何ノ增減アルモ林内ノ光度ハコレト正比例シテ增減シ兩者ノ比率ハ常ニ略一定數ヲ維持スルモノニシテ式ヲ以テコレヲ示セバ$\frac{L_i}{L_a}\fallingdotseq K$(但Kハ常數)ナリト云フニアリ果シテ然ラバ林内ノ光度ヲ常ニ關係的光度ヲ以テ表ハストセバ林内ノ光度ハ假リニ林冠ノ狀態ニ變化ナキモノトスレバ年内ノ如何ナル任意ノ日ニコレヲ實測スルモ常ニ略一定數ヲ與ヘザルベカラズ例ヘバ或林内ノ或地點ニ於ケル關係的光度ヲ或日ノ或時刻ニ測定シテ0.02ヲ得タリトスレバ他ノ日ノ他ノ時刻ニ測定スルモ亦略同一ノ値ヲ得ベク而モ又林冠ノ狀態ニ變化ナキモノトスレバ其後如何ナル日ノ如何ナル時刻ニ測定スルモ常ニ略同一ノ値ヲ得ザル可カラズ若シコノ假說ヲ眞ナリトスレバ假リニ精密ナル光度計ヲ使用スルニ於テハ林内光度ノ測定ハ必ズシモ難事ニアラズ何ントナレバ林内ノ或地點ニ於ケル光度ハ年内ノ任意ノ日ニコレヲ實測スレバ足ル可ク其後林冠ノ狀態ニ著シキ變化ナキ限リハ

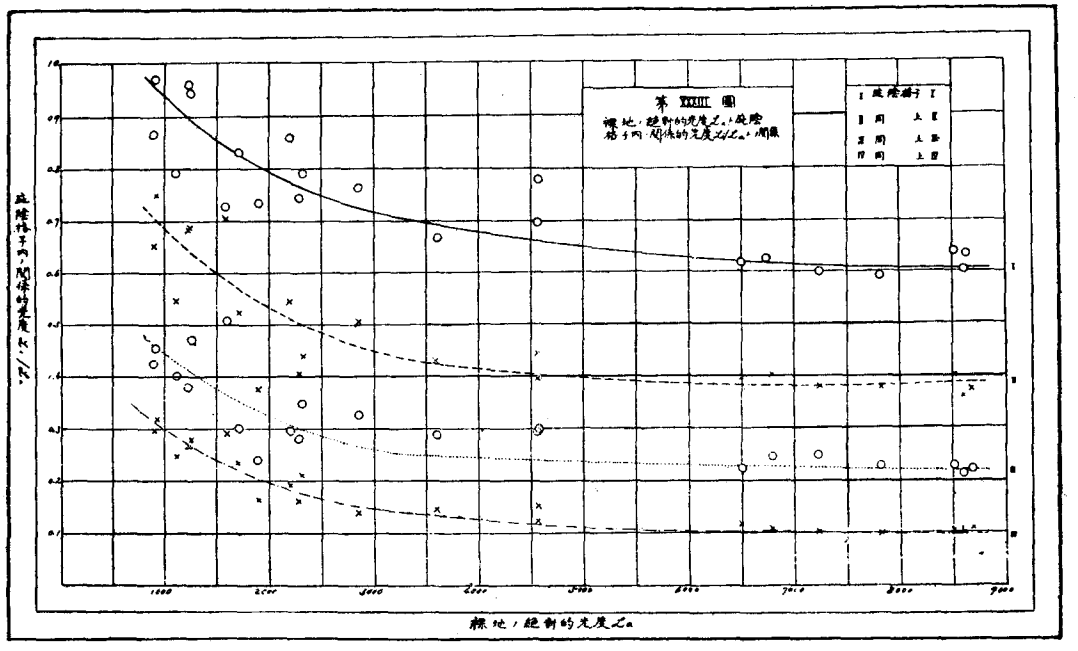
該地點ノ光度ハ常ニコノ實測光度ト略等量ナリト斷定シ得ベケレバナリ然レドモ從來ノ學者ガ關係的光度ヲ一定數又ハ一定數ニ近シト云フハ其實概略的ノ假說ニシテ數學的ニハ到底嚴密ニ一定數ナリト謂フ可カラザルガ如シ

今著者ガ感光電池ヲ使用シテ粗密種々ナル庇陰格子內ニ於テ行ヘル光度測定ノ實驗成績ニ基キ各庇陰格子內ノ關係的光度ヲ計算スルニ實ニ第 LXIII 表ニ示スガ如キ結果ヲ得タリ

第 LXIII 表

裸地ノ光度 L_a	庇陰格子番號							
	I		II		III		IV	
	光度 L_1'	關係的光度 L_1'/L_a	光度 L_1''	關係的光度 L_1''/L_a	光度 L_1'''	關係的光度 L_1'''/L_a	光度 L_1''''	關係的光度 L_1''''/L_a
8630	5320	0.617	3200	0.371	1910	0.222	930	0.108
8600	5180	0.602	3060	0.356	1800	0.210	860	0.100
8520	5270	0.619	3400	0.399	1930	0.227	880	0.103
7830	4620	0.590	2920	0.373	1770	0.220	760	0.097
7230	4320	0.598	2720	0.376	1780	0.246	720	0.100
6740	4210	0.625	2710	0.402	1640	0.243	720	0.107
6500	4010	0.617	2500	0.394	1440	0.221	750	0.115
4570	3550	0.777	2030	0.444	1360	0.298	700	0.153
4560	3170	0.695	1790	0.393	1330	0.292	560	0.123
3600	2390	0.664	1550	0.431	1030	0.286	520	0.145
2850	2170	0.762	1430	0.502	930	0.327	400	0.140
2310	1830	0.789	1202	0.440	810	0.349	490	0.211
2280	1690	0.742	920	0.404	640	0.281	370	0.162
2200	1890	0.859	1200	0.545	650	0.295	420	0.191
1890	1390	0.735	710	0.376	450	0.239	310	0.164
1710	1420	0.831	890	0.521	510	0.298	400	0.234
1580	1150	0.728	1110	0.703	800	0.507	460	0.291
1250	1180	0.944	860	0.688	590	0.472	350	0.280
1240	1190	0.959	850	0.686	470	0.379	330	0.266
1100	870	0.791	600	0.546	440	0.400	270	0.246
920	890	0.968	690	0.750	420	0.457	290	0.316
890	770	0.866	580	0.652	380	0.427	260	0.293

倘上表ニ基キテ裸地ノ光度ヲ橫軸ニトリ關係的光度ヲ縱軸ニトリテ兩者ノ關係ヲ曲線圖ニ示ストキハ第 XXXIII 圖ノ如シ



若シ關係的光度L_i/L_aガ裸地ノ光度L_aノ如何ナル値ニ對シテモ一定値若シクハ近似的ニ一定値即前出ノ關係$\frac{L_i}{L_a}\doteqdot K$ナリトスレバ裸地ノ光度ト關係的光度トノ關係ヲ表ハス曲線ハL_a軸ニ對シテ平行ナルカ若シクハ近似的ニ平行ナラザル可カラズ然ルニ第XXXIII圖ノ示ストコロニヨレバ裸地ノ光度ノ或範圍內ニ於テハ稍近似的ニ平行關係ヲ有セリト雖曲線ノ全部ヲ通ジテコレヲ熟覽スレバ略双曲線ニ近キ關係ヲ有スルヲ見ル可ク即關係的光度ハ大略的ニL_aノ增大ニ從ツテ漸次遞減シ行ク關係ニアルヲ知ル可シコレニヨツテ見レバ從來ノ學者ガ關係的光度ハ裸地ノ光度ニ幾何ノ變遷アリトスレモ常ニ一定値若シクハ近似的ニ一定値ヲ保持スルトナセルハ竟畢裸地ノ光度ノアル範圍內ニ於ケル言說ニシテコレヲ數學的ニ解說スレバ關係的光度ハ實ニL_aノ函數ニシテ而モL_aノ增大ニ從ツテ次第ニ遞減シ行クノ函數換言スレバ双曲線的ノ關係ニアリトナサザルベカラズ例ヘバ裸地ノ光度ガ8600呎燭光ノ場合ニアリテハ庇陰格子IIノ內部ノ光度ハ3060呎燭光ニシテ其關係的光度ハ0.356ナリト雖裸地ノ光度遞減シテ1580呎燭光トナルトキハ庇陰格子IIノ內部ノ光度ハ前ト同一ノ割合ニ遞減スルコトナクシテ1110呎燭光ヲ

有スルヲ見ルベク即其關係的光度ハ0.703ニシテ前者ノ殆ド二倍ニ垂ントスル値ヲ示ス所ナリ

上記ノ關係ハ陽光ガ庇陰格子ヲ通過スル場合ニ起リ來ル現象ナリト雖コレヲ現實林ノ場合ニ就テ考察センニ野外ノ光度ヲ 1.0 トシテノ林內ノ光度即關係的光度ハ鬱閉密ナル場合ニ於テ次第ニ遞減シ行クハ論ナシト雖而モ等一ノ鬱閉ノ場合ニアリテモ林內ノ關係的光度ハ決シテ常數ニアラズシテ測定ノ時ヲ異ニスルニ從ツテ常ニ若干ノ變異アルモノトナサザル可カラズ換言スレバ野外ノ絕對的光度異ナルニ從ツテ又異ナルノ値ヲトリ而モ其値ハ野外ノ絕對的光度大ナルニ從ツテ次第ニ遞減シ行クノ關係ニアリトナサザル可カラズ更ニ換言スレバ野外ノ光度ヲ 1.0 トシテノ林內ノ光度ハコレヲ晴,曇ノ兩日ニ觀測スレバ決シテ等一ノ數値ヲ得ルコトナクシテ前者ノ觀測値ハ後者ノ觀測値ノアル分數ナルヲ常トス可ス

林內ノ關係的光度ガ必ズシモ一定値ニアラザルコト上述ノ如クナリトセバ林內ノ關係的光度ハ只任意ノ日ノ任意ノ時刻ニ觀測シタル値ヲ以テシテハ尙不充分ナリト謂ハザル可カラズ何ントナレバ該測定値ハ實ニ其格段ノ日,格段ノ時刻ニ於ケル關係的光度ニシテ他ノ日,他ノ時刻ニ於テ測定スレバ又コレト異ナルノ關係的光度ヲ得ルヤ疑ナケレバナリコレ實ニ林內ノ關係的光度ヲ測定スルニ當リテ逢着スル一ツノ障碍ニシテ而モ實驗ヲ行ハザル何人ト雖殆ド豫想シ得ザルトコロニ屬セリ著者ハ庇陰格子內ノ關係的光度測定ノ場合ニアリテハ特ニ晴,曇ノ兩日ニ於ケル一日間ノ總受光量ヲ光積法ニヨリテ求メ更ニ一生長期間內ノ日照時數ヲ考察ノ下ニ入レテ該期間內ノ總受光量ヲ近似的ニ計量シ以テ稚苗ノ一生長期間ノ受光量ト其生長量トノ關係ヲ歸納スルノ用ニ供シタルハ本論文其一§46ニ於テ詳述セルトコロノ如シ林內ノ關係的光度測定ノ場合ニアリテモ該方法ヲ應用スレバ或ハ近似的ニ一生長期間ニ於ケル林內ノ平均關係的光度ヲ測定シ得ベキニ似タリ然レドモ現實林ノ場合ニアリテハ林冠ハ絕エズ生長ト枯落トヲ繰返シツツアルヲ以

テ一生長期間ヲ通ジテ該林冠ガ光線ヲ遮斷スル割合ハ決シテ一定ナリト考フルヲ得ズ從ツテ光線遮斷ノ割合常ニ一定ナル庇陰格子ノ場合ト同一ニ考察ス可カラズ假リニ一生長期間ヲ通ジテ多數ノ觀測ヲ行ヒ以テ其平均値ヲ求ムレバ或ハ近似的ニ林內ノ平均關係的光度ヲ求ムルコト難カラズト雖斯クノ如キハ極メテ煩雜ナル手數ヲ要スルモノニシテ學術上ノ研究ニハ或ハコレヲ厭ハズトセンモ實用上林內ノ關係的光度ヲ簡易ニ計量セントスル目的ニ對シテハモトヨリ論ズルノ價値ナシト云フ可シ斯クノ如ク考察シ來ルトキハ林內ノ平均關係的光度ハ到底コレヲ簡易ニ精密ニ測定スルノ途ナキニ至ルコレ林內平均關係的光度測定ノ困難ナル第一ノ理由ナリ

2. 林內外ノ光度ハ同時觀測ヲ容サズ

§ 96. 林內ノ關係的光度$\frac{L_1}{L_a}$ヲ求メントスレバ先ヅ裸地ニ於ケル光度L_aヲ測定シ然ル後林內ノ光度L_1ヲ測定セザル可カラズ而モ嚴密ニ云ヘバ兩者ノ觀測ハ全ク同時ニコレヲ行ハザル可カラズ然レドモ實際ニアリテハ裸地ニ於テ光度ヲ觀測シ次ニ林內ニ入リテ光度ヲ觀測スル迄ノ間ニハ必ズ若干ノ時間ヲ要スルヲ以テ假リニ該時間內ニ天候ノ變化ニヨリ裸地ノ光度ニ若干ノ變化アリトスレバコノ場合ニ於ケル$\frac{L_1}{L_a}$ハ最早嚴密ナル意味ニ於ケル關係的光度ニアラズ且又該時間內ニ天候ノ變化ナシトスルモ裸地ノ光度ハ時ノ經過ニ伴ヒテ絕エズ變遷スルヲ以テ兩者ノ光度即L_a及L_1ヲ同時ニ觀測セザル限リニ於テハ到底精密ナル關係的光度ヲ求ムベキニアラズコレ林內平均關係的光度測定ノ困難ナル第二ノ理由ナリ

3. 同一林內ノ光度ハ隨所ニ著大ノ相異アリ

§ 97. 鬱閉ノ狀態法正ナル森林ト雖林冠ニ多少ノ裂開アルハ免レズ且又林冠ノ密度及形狀モ林分ノ隨所ニ於テ若干ノ相違アルヲ常トスルヲ以テ林內ノ各部ニ於ケル光度ハ常ニ著大ノ相違アルヲ免レズ況ヤ鬱閉ノ狀況不規則ナル森林ニアリテハコレヲ肉眼的ニ識別スルモ明瞭ノ狀態常ナラズシテ或地點ハ全ク林冠ニ遮斷セラレザル直光ノ照射ヲ受

ケ又或地點ハ林冠ニヨリテ上射光線ノ全部ヲ遮斷セラレ只僅カニ側方ヨリ微弱ナル側射光線(陰光)ヲ受クルニ過ギザルノ狀態ヲ呈セリ斯クノ如キ場合ニアリテハ兩者ノ光度ノ差ハ吾人ガ想像スル以上ニ著大ニシテ吾人ハ殆ド其何レノ地點ノ光度ヲ以テ該林分ノ平均光度トナス可キヤニ就テ適從スル所ヲ知ラザルニ至ル即コノ場合ニアリテハ只林分ノ任意ノ一二箇所ニ於テ觀測セル光度ハモトヨリ該林分ノ平均光度ヲ代表スルモノニアラズ故ニ實際ニアリテハ多數ノ地點ニ於テ觀測ヲ行ヒ以テ其平均値ヲ求メザル可カラズコレ林內平均關係的光度測定ノ困難ナル第三ノ理由ナリ

II. 林內平均關係的光度測定ニ對スル著者ノ意見

§ 98. 上述ノ如ク考察シ來ルトキハ林內平均關係的光度ヲ精密ニ測定スルハ殆ド不可能ニシテタトヘ稚苗ノ最小限界光度ヲ知リ得タリトスルモコレヲ現實林ニ的確ニ應用スルノ途ナキガ如シ然レドモ著者ハコノ理由ニヨリテ直チニ該研究ハ實用上ノ價値ナシトシテコレヲ放棄セントスルモノニアラズ蓋シ計量法ニ對スル實用上ノ價値ハ必ズシモ其精度ニアラズシテ寧ロ速成ニアリ其精度ハ實用ニ供シ得ルノ範圍內ニアレバ即足レリ然ラバ林內平均關係的光度モコノ意味ノ精度ニ於テ測定スルハ敢テ難事ナリトス可カラズ第一ノ場合即林內ノ關係的光度ハ時ニヨリ場合ニヨリ必ズシモ一定ナラザルコト上述ノ如クナリト雖裸地ノ光度ノアル範圍內例ヘバ黑漆紙ヲ以テ一定ノ割合ニ弱メタル日中ノ光度二五〇〇乃至八五〇〇呎燭光(本論文其一§45參照)ノ間ニアリテハ關係的光度ハ近似的ニ一定ナリト假定スルモ妨ゲナキヲ以テ裸地ノ光度ノコノ値ノ場合ニ於テ林內光度ヲ測定スレバ如何ナル日如何ナル時刻ニ觀測ヲ行フモ關係的光度ハ常ニ略一定ナリト考フルヲ得ベシ而シテ感光電池ニ射入スル光度ヲ黑漆紙ヲ以テ一定ノ割合ニ弱メタル場合ニアリテハ晴天ニ於ケル晝間(午前八時ヨリ午後四時マデ)ノ光度ハ一生長期間ヲ通ジテ略上記光度(二五〇〇乃至八五〇〇呎燭光)ノ間ヲ往復スルヲ常トスルヲ以テ常ニ晴天ヲ利用シテ林內外ノ光度ヲ測定シ

以テ關係的光度ヲ求ムルニ於テハ如何ナル日如何ナル時刻ニ測定スルモ著大ノ誤差アリト考フ可カラズ又第二ノ場合即L_a及L_iノ觀測ヲ同時ニ行フ能ハザルガタメニ生ズル誤差モ晴天ノ正午前後(午前九時ヨリ午後三時マデノ間)ニコレヲ測定スレバ極メテ小ナラシムルヲ得ベシ何ントナレバコノ時刻ノ前後ニアリテハ太陽ノ運行ノ速度ハ極メテ遲々タルヲ以テ裸地ノ光度即L_aノ値ニ變化少ク從ツテ林内外ノ光度ノ觀測ニ多少ノ時間ノ相違アリトスルモ其間ニ於ケル林外ノ光度ハ近似的ニ常ニ一定ナリシモノト假定スルヲ得ベケレバナリ又第三ノ場合ハ既述セルトコロノ如ク一林分ノ各地點ニ於テ多數ノ觀測ヲ行ヒ以テ其平均値ヲ求ムルニ於テハ或程度マデ精密ニ該林分ノ平均關係的光度ヲ算出スルコト難カラズ

§ 99. 要スルニ林内平均關係的光度ハコレヲ精密ニ測定スルハ實際不可能ノコトニ屬スレドモアル程度ノ誤差ヲ豫メ覺悟シテ近似的ニコレガ觀測ヲ行ハントスルハ必ズシモ難事ニアラズ又假リニ多大ノ誤差アリトスルモコレヲ目測スルノ粗笨ナルニ比スレバ殆ド同日ノ論ニアラズ只林内ノ光度ヲ實測スベキ簡易ニシテ精密ナル光度計ハ今日マデ尙未ダ發明セラルルニ至ラズWiesner氏ノ光度計ハ簡易ニシテ使用法ノ便ナル點ニ於テハ優レリト雖其精度ニ至リテハ多ク云フニ足ラズ又飯盛里安氏ノ感光電池ハ其精度ニ於テハ明カニ前者ニ優レリト雖携帶ニ不便ニシテ使用法ノ複雜ナル點ニ於テ實用上ノ價値乏シキ憾アリ只學術上ノ研究ニアリテハ其精度ノ優越ヲ主眼トシ使用法ノ煩勞ハアル程度マデハ必ズシモ厭フ所ナラザルヲ以テコノ意味ノ使用ニ對シテノミWiesner氏ノソレニ優レルヲ見ル斯クノ如ク今日マデ發明セラレタル光度計ニ在リテハ精度大ナルモノハ使用法複雜ニシテ使用法簡單ナルモノハ精度小ナルヲ以テ林内光度ヲ學術上ノ目的ニ對シテ測定セントスル場合ハ暫ク措キテ問ハズコレヲ天然更新ノ實行ニ當リ伐採ノ程度ヲ定ムル一方法トシテ林内光度ヲ簡易ニ的確ニ測定セントスル目的ニ對シテハ殆ド其用ヲナサザルガ如シ故ニ著者ハ實際家ガ天然更新ノ實

行ニ當リテ上木伐採ノ程度ヲ定ムル補助法トシテ林內平均關係的光度ヲ知ラントスルノ目的ニ對シテハ直接光度計ヲ使用シテコレヲ觀測スルノ方法ニ依ラズ寧ロ林木ノ本數ト平均直徑若シクハ翳蓋比 (Beschirmungsverhältnis) 等ノ測定ニヨリテ間接ニ林內平均關係的光度ヲ算出スルヲ便ナリト思考シ夙ニコレガ研究ニ着手セルノ結果兩者ノ相關ヲ表ハス可キ理論式ヲ誘導シコレヲ現實林ニ適用シテヨク實用ニ供スルノ價値アルヲ認ムルニ至レリ今コレガ說明ヲナスニ先立チ林內平均關係的光度測定ニ對シテ從來ノ林學者ガ行ヘル主要ナル一二ノ實例ヲ說明セントス

B. 林內平均關係的光度ノ定量的測定ニ關スル一二ノ從來ノ方法

§ 100. 林內光度ヲ定量的ニ測定セント企テタルハ著者ノ知ル範圍ニ於テハ Th. Hartig 氏ヲ嚆矢トス

同氏ノ測定ニ使用セル光度計ハ要スルニ只普通ノ感光紙ヲ鱗片狀ニ重ネ合セタル 1, 2, 3, ..n 層ノ**パラフキン**紙ニテ被覆シコレヲ單位時間光度ヲ測定セントスル陽光ノ下ニ曝露シ其幾層目マデ感光セルヤヲ點檢シテ大略的ニ光度ノ大小ヲ測定セントスルモノニシテ其精度頗ル低ク光度ヲ數字的ニ測定スルノ計器トシテハ全ク實用ニ供スルニ足ラザルモノナリ

又 Kunze 氏ハ Actinophotometer ヲ使用シテ Buche ノ間伐試驗林ニ於ケル各分地ノ庇陰率 (Beschattungsverhältnis) ヲ測定セリ

該光度計ハ元來寫眞師ガ撮影ノ際晒光時間ヲ測定スルノ用ニ供シタルモノニシテ其主要部ハ只螺旋ニヨリテ遊動セシメ得ル一ツノ青色(或ハ褐色)楔形**グラス**ニ外ナラズシテ其原理トスルトコロハ要スルニ該**グラス**ニヨリテ吸收セラルル光線ノ量ヲ測定セントスルニアリコレヲ使用シテ與ヘラレタル物體ヲ照射スル光度ヲ測定センニハ該**グラス**ヲ通シテ物體ヲ見透シ該物體ガ辛フジテ眼ニヨリテ認識セラルルニ至ルマデ螺旋ヲ回轉シテ**グラス**ヲ遊動セシメ其遊動シタル大サハコレニ沿フテ取付ケタル目盛ニヨリテ採讀スル裝置ナリ同氏ガコレヲ使用シテ林內ノ光度ヲ測定セル法ハ先ヅ一枚ノ白色紙ヲ光度ヲ測定セントスル林內ノ任意ノ樹幹ノ目通リノ高サニ貼付シソレヨリ五米ヲ距ツル地點ニ立チ陽光ヲ背ニシテ見透シヲ行ヒ白色紙ガ完全ニ見エザルニ至ルマデ楔形**グラス**ヲ遊動シタル大サヲ採讀シテ光度ノ大小ヲ知ルモノニシテ同氏ハ特ニ第一回ハ青色接眼鏡ヲ第二回ハ白色接眼鏡ヲ透シテ觀測ヲ行ヒ二回ノ觀測ヲ平均シテ該林內ノ該樹幹ノ附近ニ於ケル平均ノ光度ヲ求メコレ等ノ觀測ヲ一林內ノ數箇所ニ於テ繰返シコレヲ算術的ニ平均シテ

該林分ノ平均光度ヲ算出セリ只上記ノ觀測ヲナスニ當リテ測者ノ位置ハ必ズ間伐度ノ性質ヲ判然區別シ得ルノ位置ニ選ベリト云フカクテ同氏ガ一九〇九年九月二日午前九時ヨリ一〇時四五分ノ間ニ於テ間伐度異ナル三箇ノ林分ニ就テ觀測ヲ行ヒタル結果ハ實ニ第LXIV表ノ如クナリシト云フ

第 LXIV 表

Buche ノ間伐試驗林ニ於ケル間伐度ト林內光度トノ關係

間伐度	林齡	一ヘクタール當リ林木本數	平均直徑（糎）	樹高（米）	林內光度 %
弱度 a	99	1201	18.4	21.19	89.7
中庸度 b	93	540	22.7	21.71	94.9
强度 c	93	463	23.9	22.59	100.0

同氏ガ使用セル光度計ハ樹幹ニ貼付セル白色紙ガ肉眼ヲ以テ正ニ見エザルニ至ルノ限界點ヲ以テ光度ノ大小ヲ計量セントスルモノニシテ伸縮常ナキ瞳孔ヲ以テ光度ヲ觀測スル結果ハ恰モ異種ノ尺度ヲ以テ同一物體ヲ丈量スルニ異ナラズ每回ノ觀測ノ結果ハ恐ラクハ多大ノ誤差ヲ招致スベク光度ヲ數字的ニ觀測スル計器トシテハ到底不精密ナルヲ免レズ況ヤ楔形ノ**グラス**ガ光度ヲ遮斷スル度ハ**グラス**ノ厚度ニ正比例シテ增大スルモノナリヤ否ヤハ尙未ダ斷定ヲ下ス可キニアラザルニ於チヲヤ

Cieslar[1] 氏ハ Wiesner 氏ノ光度計ヲ使用シテ Weisstanne, Rotbuche, Schwarzföhre 等ノ間伐及受光伐試驗林ニ於テ數年ヲ費シテ林內光度ノ實測ヲ行ヒ各種ノ有益ナル結論ニ到達シ汎ク學界ノ注目ヲ惹ケリ

氏ハ該光度計ヲ使用シテ先ヅ林外ノ光度ヲ觀測シ次ニ試驗林中林木ノ密度最疎ナル分區ヨリ始メ順次密ナル分區ニ入リテ平均光度ヲ代表スト認ムベキ地點ニ於テ光度ノ觀測ヲ行ヒ更ニ再ビ林外ノ原地點ニ歸リ來リテ同一ノ觀測ヲ繰返セリ勿論コノ場合ニ林外ニ於テ行フ二回ノ觀測値ハ同一値ニアラザルヲ以テ挿入法 (Interpo'ation) ニヨリ各地點ノ觀測値ニ若干ノ修正ヲ加フルモノトス蓋シ天然ノ全日光ノ强度ハ時ノ函數ニシテ黎明ヨリ正午ニ至ルマデハ漸次上昇シ正午ニ於テ最大ニ達シソレヨリ漸次下降シテ黃昏ニ至ルヲ以テ林外ニ於テ時ヲ異ニシテ行ヘル二回ノ觀測値ニ若干ノ偏差アルハ當然ニシテコノ偏差ヲ可及的小ナラシメンガタメニハ林外ニ於テ觀測シ林內ヲ通過シテ再ビ林外ノ原地點

(1) Cieslar, Die Rolle des Lichtes im Walde. 1907.

ニ復歸スルマデノ時間ヲ可及的小ナラシメザル可カラズ同氏ハ最大トシテコレヲ一時間ニ限定シ且光度ノ觀測ハ陽光ノ強度ニ變化少キ晴天ノ日ニ行フヲ原則トセリ

間伐試驗林ノ各分區ノ林內光度ハ上記ノ方法ニヨリテ觀測セル林外ノ光度ノ算術平均値ヲ 1.0 トシテ比例値ニヨル方法即關係的光度ヲ以テ表ハセリ

Cieslar 氏ガ行ヘル林內光度測定ノ方法ハ晴天ノ日ニ行フヲ原則トシ而モ一回ノ觀測系ヲ一時間以內ニ終了スルニ勗メタルヲ以テ觀測ノ途中ニ於ケル林外ノ光度ノ變化ニ伴フテ生ズル誤差並ニ關係的光度ガ林外ノ光度ノ變化ニ伴フテ變化スルガタメニ生ズル誤差ハ可及的消去セラレタリト云フベク林內光度測定ノ方法トシテハ殆ド間然スルトコロナシト雖只各分區ノ林內ノ平均光度ヲ代表スト認ム可キ地點ハ如何ニシテコレヲ選定シ而モ斯クノ如キ地點ハ同一分區ノ林內ニ於テ單位面積ニ對シテ果シテ幾何ヲ選ビタルヤ詳カナラズ林內ノ光度ハ鬱閉ノ狀態一見シテ略均一ト認メラルル森林ノ場合ニアリテモ隨所ニ著シキ相違アルヲ以テ平均ノ光度ヲ有スト認ム可キ地點ノ選定ハ林內光度測定ニ當リテ注意スベキ最大ノ要件ニ屬セリ而モコノ選定ハ唯一ノ目測ヲ以テスルハ危險極マリナキヲ以テ可及的多數ノ地點ニ於テ實測ヲ行ヒ以テ其平均値ヲ求メザル可カラズ若シコノ點ニ於テ不用意ナリトセンカ該測定値ハ殆ド一顧ノ價値ナシト斷ズルモ可ナリ同氏ガコレニ就テ充分ノ說明ヲ與ヘザルハ著者ノ了解ニ苦シムトコロナリ假リニ一步ヲ讓リ同氏ハコレニ就テ充分ノ注意ヲ拂ヘリトスルモ同氏ノ使用セル Wiesner 氏ノ光度計ハ其精度甚ダ疑ハシキコト前節述ブルトコロノ如クナルヲ以テ同氏ノ觀測値ニ對シテハ著者ハ尙未ダ充分ノ權威ヲ認ムルコト能ハズ然レドモ著者ノ知ル限リニ於テハ同氏以後ニ於テ同氏ノ如ク林內光度ノ定量的測定ニ就テ精緻ノ觀測ヲ爲セルモノアルヲ見ズ今同氏ガ Buche ノ間伐試驗林ニ就テ行ヘル林內光度觀測値ノ一例ヲ摘記スレバ第LXV表ノ如シ

第 LXV 表

Bucheノ間伐試驗林ニ於ケル間伐林ト林內平均關係的光度トノ關係

間伐度	一ヘクタール當リ林木本數	平均直徑(糎)	林內平均關係的光度
弱度	2208	14.5	3.2
中庸度	1216	17.3	3.8
强度	876	18.3	5.9

林齡60年, 1900年實測

§ 101. 上述ノ如ク林內ノ平均關係的光度ヲ實測スルハ種々ノ困難ナル事情アルヲ以テ學術上ノ研究ノ場合ハ暫ク措キ實際家ガ更新上ノ伐採ヲ實行スルニ當リテ林內ノ平均關係的光度ヲ實測シ因ツテ以テ伐採ノ程度ヲ加減スルハ理論上云フ可クシテ實際ニ行ハレ難ク强テコレヲ實行スルニ於テハ時ニ或ハ意外ノ誤差ヲ招來シテ收拾ス可カラザル失態ヲ招クノ恐レナキヲ保セズ故ニ實際ノ技術ニ從事スルモノハ直接林內ノ光度ヲ測定スルノ煩勞ニ從ハンヨリモ寧ロ一町步ニ對スル林木本數及平均直徑若シクハ翳蓋面積等容易ニ的確ニ計量シ得ベキ因子ニ基キ間接ニ林內光度ヲ算出スルノ方法ニヨルヲ便ナリトス然ラバ其方法ハ如何乞フ暫ク次ノ研究ニ見ヨ

C. 林木本數及平均樹幹直徑ト林內平均關係的光度トノ關係

I. 理論的考察

§ 102. 今同一ノ立地ニ同一ノ作業法ニヨリテ經營スル同齡同一樹種ノ森林アリトセバ陽光ガ其林冠ヲ通過スル割合即林內ノ關係的光度ハ林木疎立スルニ從ヒテ愈大ナルハ明カニシテ換言スレバ林木本數ノ增大ニ逆比例スルノ關係ニアリ然レドモ陽光ガ林冠ヲ通過スル割合ハ啻ニ林木ノ本數ノミニ關スルニアラズシテ實ニ各單木ノ樹冠ノ大サニ關セリ然ルニ樹冠ノ大サハ樹幹ノ胸高斷面即又胸高直徑ニ比例スルノ關係ヲ有スルヲ以テ陽光ガ樹冠ヲ通過スル割合ハ假リニ林木本數同一

ナリトセバ林木ノ平均直徑ニ逆比例スルノ關係ヲ有セリ然レドモ林木ノ本數ト其平均直徑トハ又相互ニ函數的ノ關係ヲ有シ林木ノ平均直徑ノ增大ニ伴フテ林木ノ本數ハ次第ニ遞減シ行ク事情アルヲ以テ林內光度ト林木本數並ニ平均直徑トノ關係ハ相互ニ直線的ノ關係ニアリト攷フ可カラズ今假リニ一町步當リノ林木本數ヲ n, 平均直徑ヲ d, 林內ノ平均關係的光度ヲ l ヲ以テ表ハストセバコレ等ノ間ニハ恐ラクハ次式ニ示スガ如キ關係アリト思考セラル

$$l=\frac{k}{n^{\alpha}\cdot d^{\beta}} \qquad (1)$$

(1)式ニ於テ k, α, β ハ樹種,作業法,林齡,立地ノ性質其他種々ノ事情ニヨリテ異ナルノ常數ニシテ林內ノ關係的光度 l ハ林木本數ノ α 冪ニ又平均直徑ノ β 冪ニ逆比例スルノ關係ヲ示セリ

(1)式ノ對數ヲトレバ

$$\log l=\log k-\alpha\cdot\log n-\beta\cdot\log d \qquad (2)$$

今(2)式ヲ簡單ニスルタメ $\log l=L$, $\log k=K$, $\log n=N$, $\log d=D$ ヲ以テ表ハストキハ

$$L=K-\alpha\cdot N-\beta\cdot D \qquad (3)$$

II. 實驗ノ方法及其成績

§ 103. 假リニ前節(3)式ニ示シタル關係ガ成立スルモノトセバ與ヘラレタル林分ノ林木本數ト其平均直徑トヲ知レバ該林分ノ林內平均關係的光度ハ計算上コレヲ求メ得ルヤ明カナリ然レドモ實驗ノ成績ニ徵シテ K, α, β 等ノ常數ヲ求メンガタメニハ同一ノ立地ニ生立スル同齡同樹種ノ森林ニ於テ而モ其本數及平均直徑ノ相同ジカラザルモノ例ヘバ間伐試驗林ノ如キモノニ就テコレガ實測ヲ行ハザル可カラズ且又斯クノ如キ研究ハ主トシテ天然下種更新法殊ニ上方天然下種更新法ニ於テ上木ノ伐採ノ程度ヲ定ムル補助法トシテ應用セラルベキモノナルヲ以テコレヲ實用ノ目的ニ供セントスレバ上方天然下種更新法ノ最多ク行ハルル樹種例ヘバ北海道ニアリテハゐぞまつ,とゞまつニ就テコレガ研

究ヲ進ムルヲ至當トス然レドモ𪜈ぞまつ,とゞまつニ就テハ尙未ダ研究ノ資料トス可キ合理的間伐試驗林コレナキヲ以テ著者ハ假リニ北海道帝國大學附屬苫小牧演習林所在からまつ生長試驗林ニ就テ上式ノ關係ガ成立スルヤ否ヤヲ試ミントセリ該試驗林ハ苫小牧海岸ヲ距ル西南ノ方約一里東南ニ面シテ緩慢ナル傾斜ヲナセル丘陵地ニアリ土壤ノ大部分ハ火山灰ヨリナリ地味肥沃ナラズ明治四二年新植セル森林ニシテ全面積約四町歩林內ニ一五間平方ノ試驗分地五箇ヲ設定シ各分地ハ更ニ其內部ヲ一〇間平方ニ區分シテ間伐度ヲ種々異ナラシメ以テ生長ノ相違ヲ檢セントセリ各分地ノ四周巾二間半ハ只自然ノ枯枝ヲ剪除セルノ外別ニ間伐ヲ行ハズ生長試驗ノ方法並ニ其成績ニ就テハ他日公表ノ機會アルヲ以テココニハ只本研究ニ關係アル數字ノミヲ報告スルニ止メントス

大正一〇年一〇月各分地ニ現存セル林木本數及平均直徑並ニ平均樹高及平均枝下高ハ第 LXVI 表ニ示スガ如シ

第 LXVI 表

試驗分地番號	一町歩當リ林木本數	平均樹高 (尺)	平均枝下高 (尺)	平均直徑 (寸)
I	2250	32.63	13.95	3.48
II	1860	33.08	12.71	3.81
III	1620	34.23	13.22	4.11
IV	1350	32.44	12.47	3.81
V	1080	31.51	10.32	3.92

同年一〇月一五日着葉樹冠下ニ於テ感光電池ヲ使用シテ林內平均關係的光度ノ實測ヲ行ヘリ即先ヅ林外ニ一箇所林內ノ各分地ニ各五箇所ノ光度ヲ測定スルニ適當ナル地點ヲ選定シ豫メ各地點ニ水平ノ架臺ヲ設備シ光度測定ニ當リテミリ電壓計ヲ容易ニ迅速ニ据付ケ得ベキ準備ヲナセリ但林外ノ光度測定地點ハ嚴密ニ云ヘバ絕對的裸地ヲ必要トスルモコハ到底其附近ニ求ムルコト能ハサリシヲ以テ可及的地物ノ遮影ナキ箇所ヲ選定スルニ止メタリ又各分地ノ林內光度ヲ測定ス可キ地點

ハコレガ選定極メテ困難ナリト雖大體目測ニヨリ各分地ノ平均光度ヲ代表スト認ム可キ地點ヲ各分地ニ就テ各五箇所宛選定シ夫レ夫レNr.1, Nr. 2, Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5 ノ番號ヲ付セリ光度測定ノ方法ハ先ヅ林外ノ豫メ選定シ置キタル地點ニ於テ光度ノ觀測ヲ行ヒ次ニ林內ノ各分地ニ就テ測定地點Nr. 1ニ於ケル光度ヲ順次ニ觀測シ再ビ林外ノ原地點ニ復歸シテ觀測ヲ行ヒ更ニ再ビ林內ニ入リテ各分地測定地點Nr. 2ニ於ケル光度ヲ順次ニ觀測シ追ツテ斯クノ如クシテ五組ノ往復觀測ヲ行ヒコレヲ算術的ニ平均シテ林外及林內ノ各分地ノ平均光度ヲ算出セリ

觀測當日ハ全然快晴ニアラザリシモ少クトモ觀測時中ハ太陽雲翳ノ遮斷ヲ受ケズ觀測ハ午前一〇時三〇分ニ始メ午後四時〇分ニ終了セリ觀測成績ハ第LXVII表ニ列記スルガ如シ

第 LXVII 表

林內光度觀測地點番號	林外	林內 第I分地	林內 第II分地	林內 第III分地	林內 第IV分地	林內 第V分地	觀測刻時
	絕對的光度（呎燭光）						
1	6900	520	430	620	600	850	午前 10.30—11.00
2	7800	750	520	740	920	1300	午後 11.40—0.30
3	6500	370	410	620	780	890	0.30—1.20
4	5200	340	300	390	650	700	1.20—3.10
5	3500	200	190	320	430	360	3.10—4.00
合計	29900	2180	1850	2690	3380	4100	
平均	5980	436	370	538	676	820	
%	100	7.3	6.2	9.0	11.3	13.7	

故ニ上記ノからまつ生長試驗林ニアリテハ林外ノ光度ヲ 100 トスレバI, II, III, IV, V分地ノ林內平均關係的光度ハ夫レ夫レ 7.3 : 6.2 : 9.0 : 11.3 : 13.7 ナルヲ知ル

III. 實驗成績ノ考査

§ 104. 故ニ今上記ノからまつ生長試驗林ニ就テ各分地ノ林木本數n, 平均直徑d, 林內平均關係的光度l並ニコレガ對數ヲ併記シテ一表ニ纏ムルトキハ第LXVIII表ノ如シ

第 LXVIII 表

試驗分地番號	一町歩當リ林木本數 n	平均直徑 d (寸)	林內平均關係的光度 l	log l=L	log d=D	log n=N
I	2250	3.48	7.3	0.86332	0.54158	3.35218
II	1860	3.81	6.2	0.79239	0.58033	3.26951
III	1620	4.11	9.0	0.95424	0.61384	3.20952
IV	1350	3.81	11.3	1.05308	0.58033	3.13033
V	1080	3.92	13.7	1.13672	0.59329	3.03342

上表ノ實驗成績ヲ式

$$\log l = k - \alpha \cdot \log n - \beta \cdot \log d$$

或ハ $L = K - \alpha \cdot N - \beta \cdot D$

ニ適用シテ最小二乘法ニヨリ常數 k, α, β ヲ求ムルトキハ

$$\log l = 5.316 - 1.184 \cdot \log n - 0.977 \cdot \log d$$

或ハ $L = 5.316 - 1.184 \cdot N - 0.977 \cdot D$

上表ニ示セル n 及 d ノ一雙ノ値ヲ上記ノ實驗式ニ適用シテ l ノ價ヲ計算シ實測値 l ニ對スル偏差ヲ求ムレバ第 LXIX 表ノ如シ

第 LXIX 表

試驗分地番號	n	d	實測値 l	計算値 l	偏差
I	2250	3.48	7.3	6.6	− 0.7
II	1860	3.81	6.2	7.5	+ 1.3
III	1620	4.11	9.0	8.2	− 0.8
IV	1350	3.81	11.3	11.1	− 0.2
V	1080	3.92	13.7	14.0	+ 0.3

即表ノ示ス如ク實測値ト計算値トノ偏差ハ可也ニ大ナリト雖モ偏差ノ分配不良ナラズ林內光度ノ目測ガ一般ニ粗笨ニシテ誤差ノ著大ナルニ比スレバ上式ニヨリ林內平均關係的光度ヲ求ムルノ法ハ充分實用ニ供スルノ價値アリト云フ可シ

上式ハ林齡一五年ノからまつ林ニ於ケル林內平均關係的光度 l ト林木本數 n 並ニ平均直徑 d トノ關係ヲ表示スル實驗式ニシテ l, n, d ノ因

子ノ中何レカ二ツノ因子ノ値ヲ知レバ他ノ因子ノ値ハ計算上コレヲ求ムルヲ得ベシ

IV. 林木本數及平均直徑ト林内平均關係的光度トノ相關圖表

§ 105. 今試ニ上式ニ基キテ與ヘラレタル林木本數及平均直徑ニ相當スル林内平均關係的光度ヲ計算スレバ第 LXX 表ノ如ク又コレヲ一ツノ圖表ニ示シタルモノハ第 XXXIV 圖ノ如シ著者ハ該圖ヲ林木本數及平均直徑ト林内平均關係的光度トノ相關圖表ト名ヅケントス

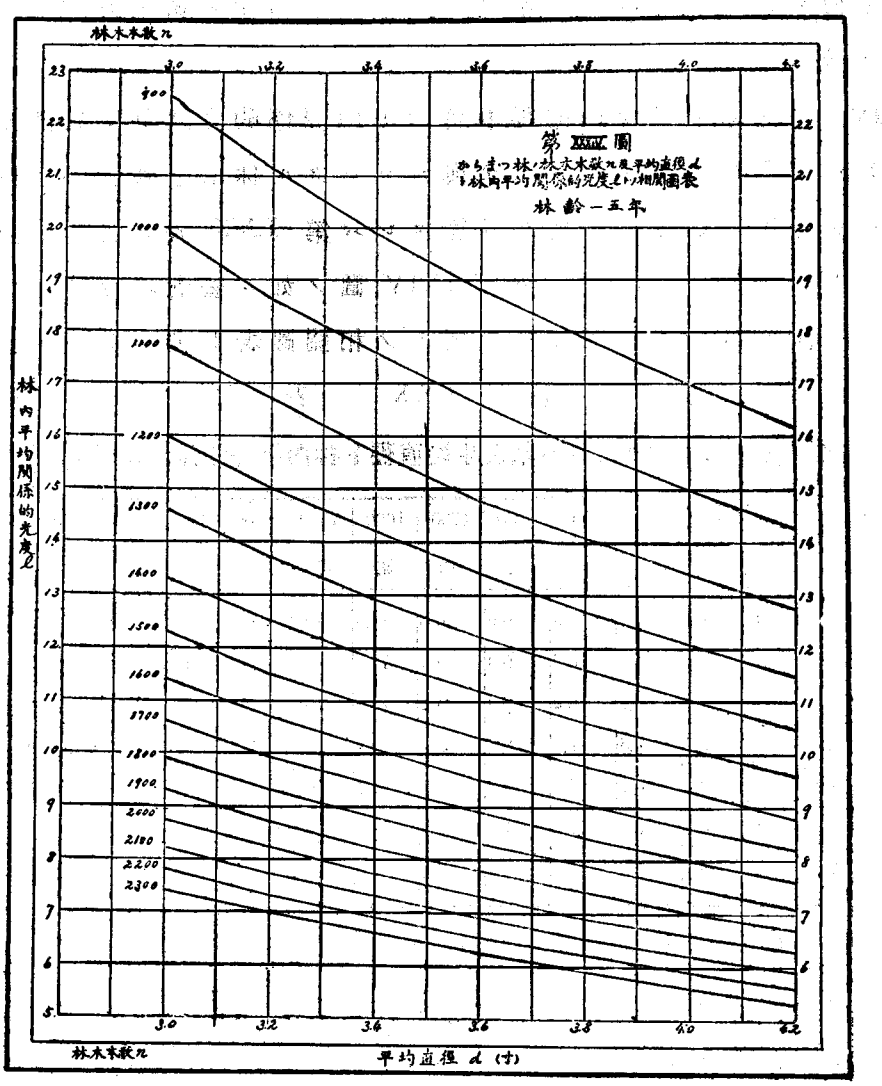
第 LXX 表

一五年生からまつノ林木本數及平均直徑ト林内平均關係的光度トノ關係

林木本數 / 平均直徑	2300	2200	2100	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900
	林内平均關係的光度														
3.0	7.4	7.8	8.2	8.7	9.3	9.9	10.6	11.4	12.3	13.3	14.6	16.0	17.7	19.9	22.5
3.2	7.0	7.3	7.7	8.2	8.7	9.3	9.9	10.7	11.5	12.5	13.7	15.0	16.7	18.6	21.1
3.4	6.6	6.9	7.3	7.7	8.2	8.8	9.4	10.1	10.9	11.8	12.9	14.2	15.7	17.6	19.9
3.6	6.2	6.5	6.9	7.3	7.8	8.3	8.9	9.5	10.3	11.2	12.2	13.4	14.8	16.6	18.8
3.8	5.9	6.2	6.5	6.9	7.4	7.9	8.4	9.1	9.8	10.6	11.6	12.7	14.1	15.8	17.9
4.0	5.6	5.9	6.2	6.6	7.0	7.5	8.0	8.6	9.3	10.1	11.0	12.1	13.4	15.0	17.0
4.2	5.3	5.6	5.9	6.3	6.7	7.1	7.6	8.2	8.8	9.6	10.5	11.5	12.8	14.3	16.2

今林木本數 2200 本ニシテ假リニ其平均直徑 3.4 寸ナルからまつ一五年生ノ森林アリトスレバ該林内ノ平均關係的光度ハ上表ニヨリ直チニ 6.9ナルヲ知ルベク換言スレバ林外ノ絶對的光度ヲ 100 トスレバ該林内ノ絶對的光度ハ 6.9 ニシテ 100−6.9=93.1 ハ當該林冠ニヨリテ林外ニ反射若シクハ吸收セラレタル光線ノ量ナルヲ知ル可シ

實驗ニ供シタルからまつ生長試驗林ハ設定後僅カニ一年ヲ閲シタルニ過ギズ從ツテ林木本數ト其直徑ノ割合ナホ未ダ自然ノ森林ノ如クナラズ故ニ上式ノ關係ヲ推究スベキ實驗林トシテハモトヨリ不充分ナルヲ免レズシテコレニヨツテ得タル實驗式ガ決シテ絶對的ノモノニアラザルハ著者モ亦自認スルトコロナリト雖只大略的ニ上式ノ如キ關係ガ現實林ニ於テ成立シ得ルヤ否ヤヲ確ムル一資料トシテハ參考ノ價値ア



ルヲ信ズルモノナリ

尙上記ノ實驗成績ト對照センガタメニCieslar氏ガBucheノ間伐試驗林ニ就テ行ヘル林内平均關係的光度測定試驗ノ成績ヲ引用スレバ第LXXI表ノ如シ

第 LXXI 表

Buche ノ間伐試驗林(林齡60年, 1900年實測)

間伐度	一ヘクタール當リ林木本數 n	平均直徑 d (糎)	林內平均關係的光度 l	log n = N	log d = D	log l = L
弱度	2208	14.5	3.2	3.34399	1.16136	0.50515
中庸度	1216	17.3	3.8	3.08493	1.23805	0.57978
強度	876	18.3	5.9	2.94250	1.26245	0.77085

Cieslar 氏ノ實驗ハ上式ノ關係ヲ推究センガタメニ行ヘルモノニアラザルヲ以テ實驗材料ノ數ニ乏シク上式ノ關係ガ成立スルヤ否ヤヲ明明スルニ適セズト雖假リニ上表ノ成績ニ基キテ只代表的ニ上式ノ常數 k, α, β ノ値ヲ求ムルトキハ

$$\log l = 19.639 - 2.788 \cdot \log n - 8.446 \cdot \log d$$

或ハ

$$L = 19.639 - 2.788 \cdot N - 8.446 \cdot D$$

上式ハ即林齡六〇年ノ Buche 森林ニ於ケル林內平均關係的光度ト林木本數並ニ平均直徑トノ關係ヲ表示スル實驗式ニシテ今コレニ基キテ與ヘラレタル林木本數及平均直徑ニ相當スル林內平均關係的光度ヲ計算スレハ第LXXII表ノ如シ

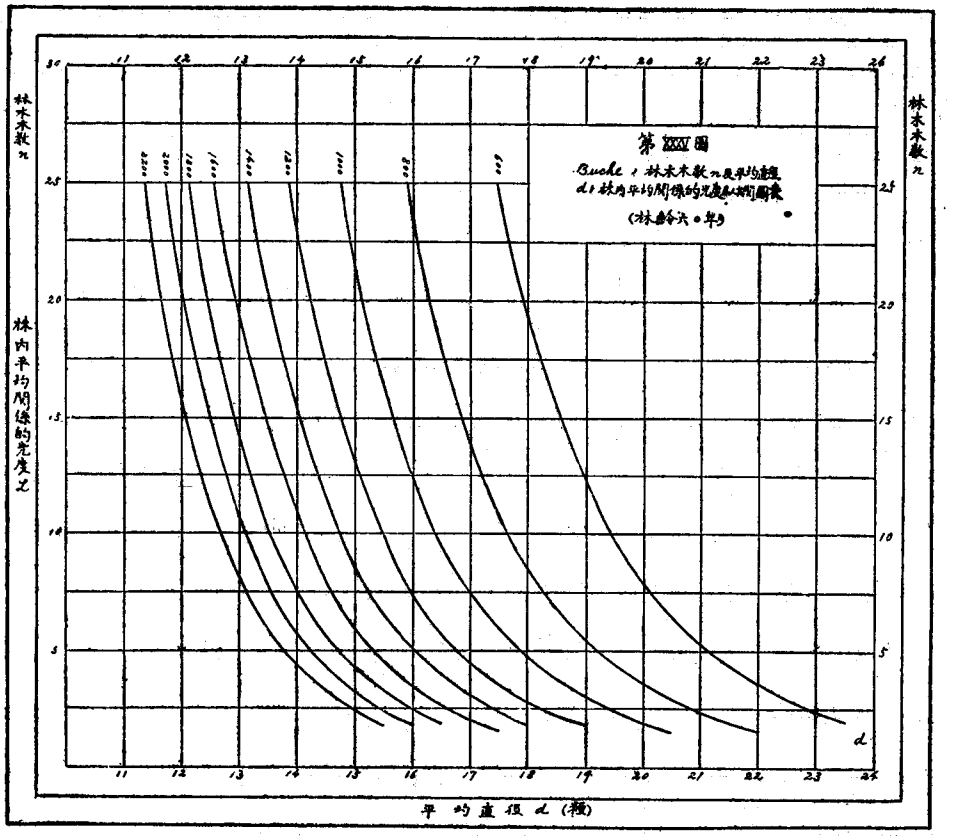
第 LXXVII 表

六〇年生 Buche ノ林木本數及平均直徑ト林內平均關係的光度トノ關係

平均直徑(糎) ＼ 林木本數	2200	2100	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600
	林內平均關係的光度																
11.5	22.9	26.1	29.9														
12.0	16.0	18.2	20.8	24.0	27.9												
12.5	11.3	12.9	14.8	17.0	19.8	23.2	27.5										
13.0	8.2	9.3	10.6	12.2	14.2	16.6	19.8	23.7	28.7								
13.5	5.9	6.7	7.7	8.9	10.3	12.1	14.4	17.2	20.8	25.3							
14.0	4.3	5.0	5.7	6.5	7.6	8.9	10.6	12.6	15.3	18.6	23.2	29.6					
14.5	3.2	3.7	4.2	4.8	5.6	6.6	7.9	9.4	11.4	13.8	17.2	22.0	28.7				
15.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.2	5.0	5.9	7.1	8.6	10.4	12.9	16.5	21.6	28.9			
15.5	1.8	2.1	2.4	2.8	3.2	3.8	4.5	5.4	6.5	7.9	9.8	12.5	16.3	21.9			
16.0		1.6	1.8	2.1	2.5	2.9	3.4	4.1	5.0	6.0	7.5	9.6	12.5	16.8	23.3		
16.5					1.9	2.2	2.6	3.2	3.8	4.6	5.8	7.4	9.6	12.9	18.0	16.1	
17.0						1.7	2.0	2.5	3.0	3.6	4.5	5.7	7.5	10.1	14.0	20.4	
17.5							1.6	1.9	2.3	2.8	3.5	4.5	5.9	7.9	10.9	15.9	24.4
18.0								1.5	1.8	2.2	2.8	3.5	4.6	6.2	8.6	12.5	19.2
18.5										1.8	2.2	2.9	3.7	5.0	6.9	10.1	15.5
19.0											1.8	2.3	3.0	4.0	5.5	8.0	12.3
19.5												1.8	2.4	3.2	4.4	6.4	9.9
20.0												1.5	1.9	2.6	3.6	5.2	8.0
20.5													1.6	2.1	2.9	4.2	6.5
21.0														1.7	2.4	3.4	5.3
21.5															2.0	2.8	4.3
22.0															1.6	2.3	3.6
22.5																1.9	3.0
23.0																1.6	2.5
23.5																	2.0

今例ヲ以テ上表ヲ說明スレバ林木本數 2200 本其平均直徑 14.5 糎ナル林齡六〇年前後ノ Buche ノ森林アリトスレバ該林內ノ平均關係的光度ハ表ニヨリテ直チニ 3.2 ナルヲ知ル可ク又本數ハ同一ニシテ只平均直徑ガ 12.5 糎ニ減ゼリトセバ該林內ノ平均關係的光度ハ增大シテ 11.3 ナルヲ知ル可シコレ等ノ關係ヲ表示スル相關圖表ハ第 XXXV 圖ノ如シ

若シ $L=K-\alpha\cdot N-\beta\cdot D$ ガ林木本數及其平均直徑並ニ林內平均關係的光



度トノ相關ヲ表示スルノ式ナリトセバ各種ノ立地,各異ノ樹種及林齢ニ就ヲコレガ實驗式ヲ誘導シコレニ基キテ林木本數,平均直徑及林内平均關係的光度ノ相關圖表ヲ作製スルトキハ上方天然下種更新法ノ實行ニ當リ伐採ノ程度ヲ定ムル基本的標準トシテ有力ナル參考資料ナリト思考セラル何ントナレバ林木ノ本數及平均直徑ハ容易ニ的確ニコレヲ測定スルヲ得ベクコレニヨリヲ林内平均關係的光度ヲ直チニ相關圖表上ニ求ムルヲ得バ何等ノ煩勞ナクシテ現實林ニ於ケル林内平均關係的光度ノ大サヲ數字的ニ知得スルヲ得ベク假リニ更新セラルベキ稚苗ノ最小限界光度ニシテ既ニ知ルヲ得タリトセバ伐採ノ程度ヲ定ムルノ標準ハ既ニ半バ定メラレタリト云フモ敢テ不可ナケレバナリ

林齢＼地位	I	II	III
60	—	—	—
80	—	—	—
100	—	—	—
120	—	—	—

實驗式ニ誘導スルニ當リ實驗ニ供スベキ現實林ノ立地ハ I, II, III ノ三階級ニテ充分ナル可ク且又林齡ハ樹種ニヨリ50年以上 150 年位迄ノ間ニ於テ各20年毎ニコレヲ調製スレバ大過ナキヲ得ベシ例ヘバとどまつニ就テハ右記雛形ノ如キ12個ノ現實林ニ就キ各上記ノ如キ實驗式ヲ誘導シ以テ相當圖表ヲ作製スルニ於テハ實用上ノ便益ハ蓋シ多大ナル可ク上方天然下種更新法ノ技術ニ更ニ一段ノ確信ヲ加フルニ至ル可キヲ信ス

D. 林分ノ翳蓋比ト林內平均關係的光度トノ關係

I. 理論的考察

§ 106. 林內平均關係的光度ハ又林分ノ翳蓋比ト一定ノ相關ヲ有スルモノノ如シ但ココニ林分ノ翳蓋比トハ林學者ガ屢林分鬱閉ノ程度ヲ表示スルタメニ使用スル術語ニシテ林分ノ占領面積ト林冠ノ翳蓋面積トノ比値ニ外ナラズ例ヘバ林分ノ占領面積ヲ 1 トシ林冠ノ翳蓋面積ヲ其 1/n ナリトセバ翳蓋比 S ハ次式ニヨリテ算出セラル

$$S=\frac{1}{n}$$

故ニ今林分ノ翳蓋面積ガ林分面積ノ 1/3 ナリトスレバ

$$S=\frac{1}{3}=0.333$$

但實際ノ場合ニアリテハ翳蓋面積ハ必ズシモ林分面積ノ分數ニ限ラズシテ林木密立シテ樹冠相重疊スルトキハ前者ガ却ツテ後者ノ倍數ナルコトナキニアラズ例ヘバ林分ノ翳蓋面積ハ林分面積ノ 3/2 ナリトスレバ

$$S=\frac{3}{2}=1.5$$

翳蓋比大ナルニ從ヒ林內平均關係的光度ガ急進的ニ遞減シ行クハ明カニシテ假リニ翳蓋比ヲ S ヲテ表ハシ林內平均關係的光度ヲ L ヲ以テ表ハストセバ兩者ノ關係ハ恐ラク次式ノ如クナル可シ

$$L=\frac{A}{S^n}$$

(但 A 及 n ハ樹種,林齡,立地等ニヨリテ異ナル常數)

今兩者ノ關係ガ上式ノ如クナル所以ヲ考フルニ翳蓋比 S ノ大ナルニ

從ツテLノ減少スル割合$\frac{dL}{dS}$ハ翳蓋比大ナルニ從ツテ次第ニ減少シ行ク關係ニアリ何ントナレバ翳蓋比S小ナレバ各單木ノ樹冠ハヨク其水平投影面積ニ相當シテ外部ヨリノ光線ヲ遮斷スルモS次第ニ大トナルヤ各單木ノ樹冠ハ相互ニ庇陰ヲナシ或ハ互ニ重疊シテ其翳蓋面積ニ相當スル丈ケノ光量ヲ遮斷シ得ザルニ至リSノ增大ニ從ツテ$\frac{dL}{dS}$ハ漸減スルノ關係ヲ有スレバナリ故ニ若シ$\frac{dL}{dS}$ガSノβ冪ニ反比例シテ漸減スルモノト假定シコノ關係ヲ式ヲ以テ表示スレバ

$$\frac{dL}{dS}=a\cdot S^{-\beta}$$

或ハ上式ヲ積分シテ變形スレバ即

$$L=\frac{A}{S^{n}}$$

ナリ

林內平均關係的光度ガ翳蓋比ノ增大ニ比例シテ遞減スル割合ハ實ニ主トシテ樹冠ノ密度ニ關セリ何ントナレバ同一翳蓋面積ニ對スル林內平均關係的光度ハ樹冠密ナルニ從ツテ愈小ナルヲ以テナリ故ニコノ割合ヲ示スSノ冪數nハ樹冠ノ密度大ナル樹種ニ於テ愈大ナラザル可カラズ且又同一ノ樹種ト雖立地良好ナルニ從ツテ樹冠ノ密度大ナルヲ常トスルヲ以テnハ又同一ノ樹種ニアリテモ立地ノ良好ナルニ從ツテ愈大ナル關係ヲ有セリ而モ亦同一ノ樹種,同一ノ立地ノ場合ニアリテモ樹齡異ナレバ樹冠ノ密度必ズシモ相同ジカラズ樹冠着生ノ位置又異ナルニ至ルヲ以テnハ又樹齡ニヨリテ異ナラザル可カラズ一般ニ耐陰性ニ富ムノ樹種ハ樹冠ノ密度大ナルヲ常トスルヲ以テ同一條件ノ下ニ生育スル多クノ樹種ニ就テnノ値ヲ比較計量スレバ或ハ間接ニ樹性ノ陰陽ヲ數字的ニ比較シ得ルノ尺度ヲ求メウルヤモ知ル可カラズ

II. 實驗ノ方法及其成績

§ 109. 著者ハ前記からまつ生長試驗林ニ於テ翳蓋比ト林內平均關係的光度トノ間ニ上式ノ關係ガ成立スルヤ否ヤヲ實驗シ大略的ニコノ關係ガ成立シ得ルノ事實ヲ究ムルヲ得タリ今其實驗ノ方法並ニ其成績

ノ梗概ヲ叙述セン

樹冠ノ翳蓋比ノ測定ハ事實上甚ダ困難ニシテ嚴密ニ云ヘバ樹冠ノ水平投影ヲ各單木ニ就テ一々測量シ以テコレヲ合計スルノ要アリト雖數百本ノ樹木ニ就テコレヲ繰返スハ到底其煩勞ニ耐エズ Karl Böhmerle[1] 氏ハ目測ニヨリテ樹冠ノ水平投影圖ヲ圖示スル方法ヲ說ケリト雖其効果ハ到底其煩勞ニ酬ユ可クモアラズ故ニ著者ハ各單木ニ就テ其樹冠ノ水平投影ヲ東西及南北ノ二方向ニ其長サヲ測定シコノ二方向ノ長サノ平均ヲ對角線トシテ有スル正方形ノ面積ヲ以テ該樹冠ノ翳蓋面積トナセリ或ハコレヲ直徑トスル圓面積ヲ以テスル方法ナキニアラズト雖著者ガ敢テ前者ヲ採用セル所以ノモノハ實驗ニ供シタルからまつ林ノ場合ニアリテハ後者ハ寧ロ過大ニシテ前者ガ實際ノ面積ニ近シト認メタレバナリ然レドモコレガ換算ハ容易ニシテ即樹冠ノ横斷面積ヲ圓形ト見タル場合ヲ1トスレバコレヲ正方形ト見タル場合ノ面積ハ實ニ其凡0.637ニ當レリ

各分地ニ於ケル林分ノ翳蓋比ト林內關係的光度ノ實測成績ハ次表ニ掲グルガ如シ

第 LXXIII 表

試驗分地番號	林內ノ翳蓋比 S	林內平均關係的光度 L	log S	log L
I	1.04	7.3	0.0170	0.8633
II	1.26	6.2	0.1004	0.7924
III	0.96	9.0	— 0.0177	0.9542
IV	0.86	11.3	— 0.0655	1.0531
V	0.76	13.7	— 0.1192	1.1367

III. 實驗成績ノ考査

§ 108. 第LXXIII表ノ實驗成績ヲ式

$$L=\frac{A}{S^n}$$

(1) K. Böhmerle, Bisherige Erfahrungen aus einigen Durchforstungs- und Lichtungsversuchsflächen der K. K. forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn. (Centralblatt f. d. ges. Forstwesen 1900)

即　　$\log L = \log A - n \cdot \log S$

ニ適用シテ最小二乘法ニヨリテ常數ノ値ヲ求ムルトキハ

$$\log L = 0.9321 - 1.6415 \cdot \log S$$

或ハ　　$L = 8.5526\, S^{-1.6415}$

上式ハ實ニからまつ一五年生ノ翳蓋比Sト林內ノ關係的光度Lトノ關係ヲ表ハス可キ實驗式ニシテ今コレニ基キ上表ノSノ値ニ對スルLノ値ヲ計算シ實測値Lニ對スル偏差ヲ求ムレバ第LXXIV表ノ如シ

第　LXXIV　表

試驗分地番號	林分翳蓋比 (S)	林內平均關係的光度(L)		偏差
		實測値	計算値	
I	1.04	7.3	8.2	+ 0.9
II	1.26	6.2	5.9	− 0.3
III	0.96	9.0	9.1	+ 0.1
IV	0.86	11.3	11.0	− 0.3
V	0.76	13.7	13.4	− 0.3

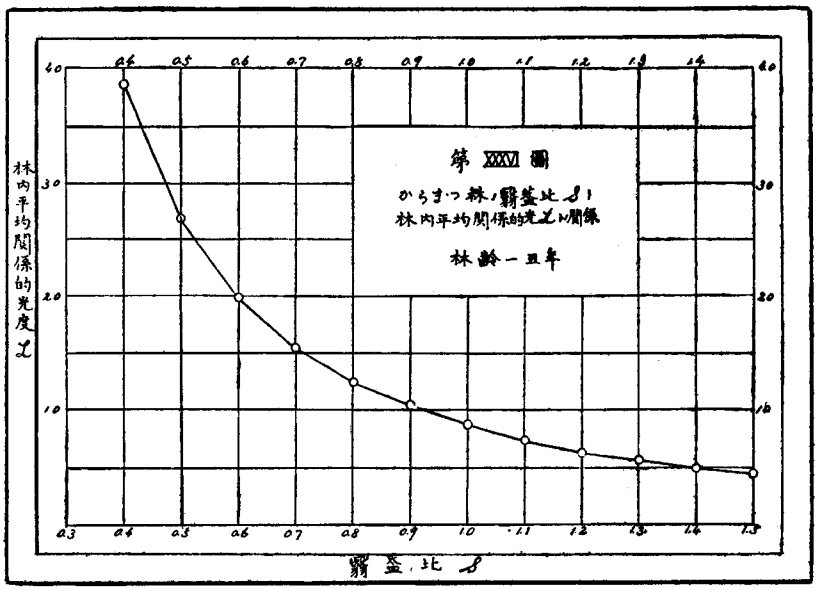
コレニヨツテ見レバ實測値ト計算値トノ偏差ハ比較的小ニシテ林分ノ翳蓋比ト林內關係的光度トノ間ニハ恐ラクハ上式ノ如キ關係ノ成立スルヲ推定シ得ベシ

今上記ノ實驗式ニ基キテ各種ノSニ對スルLノ値ヲ計算スルトキハ第LXXV表ノ如シ

第　LXXV　表

翳蓋比 S	林內平均關係的光度 L	翳蓋比 S	林內平均關係的光度 L
0.4	38.5	1.0	8.6
0.5	26.7	1.1	7.3
0.6	19.8	1.2	6.3
0.7	15.4	1.3	5.6
0.8	12.3	1.4	4.9
0.9	10.2	1.5	4.4

次ニ上表ノ關係ヲ曲線圖ニ表示スレバ第 XXXVI 圖ノ如ク即略双曲



線ノ形態ヲトル詳言スレバ翳蓋比小ナル間ハ其僅少ノ增加スラ林内關係的光度ニ急激ノ變化(減少)ヲ與フルモ翳蓋比大トナルヤ其僅少ノ增加ハ最早林内關係的光度ニ著シキ變化ヲ與フルニ至ラズ例ヘバ翳蓋比ガ 0.4 ヨリ 0.5 ニ增大スレバ林内關係的光度ハ 38.5 ヨリ 26.7 ニ減退シ其差ハ 11.8 ノ多キニ及ブト雖翳蓋比ガ 1.3 ヨリ 1.4 ニ增大スル場合ニアリテハ林内關係的光度ハ 5.6 ヨリ 4.9 ニ減退シ其差ハ僅カニ 0.7 過ギザルヲ見ルカクテ翳蓋比ガアル大サニ達スレバソレ以上翳蓋比ハ增加スルモ林内關係的光度ハ殆ド減少スルコトナクシテ略一定値ヲ維持スルニ至ル而モ翳蓋比ニモ或限度アリテ無限ニ其大サヲ增大スルモノニアラズ何ントナレバ翳蓋比ガ 1.0 以上ニ達スト云フハ樹冠ガ相互ニ重疊スルヲ意味スルモノニシテ其重疊センガ爲ニハ一ツノ樹冠ハ他ノ樹冠ニヨリ其下方ニ被壓セラレサル可カラズ枝葉ガヨク其庇陰ニ耐ユルノ樹種即陰樹ハ或程度マデハ樹冠ノ重疊ヲ可能ナラシムルモ而モ其可能力ニハ或限度アリテ他ノ樹冠ノ庇陰ノ下ニ無限ニ其枝葉ヲ擴張シ得ルモノニアラズ既ニ翳蓋比ノ大サニ限度アリトセバコレト相關的關係ニアル林内平均關係的光度ニモ或限度アルハ明カニシテ換言スレバ林木如何ニ密立スルモ林内平均關係的光度ガ零即絶對暗黑ナル場合ハコレ

ヲ想像ス可カラズ林内平均關係的光度ノコノ限界値ハ同一ノ立地同一ノ林齢ノ場合ニアリテハ樹種ニヨリテ恐ラクハ一定ナル可ク耐陰性ヲ增加スルニ從ツテ愈小ナル可キノ理ナリ故ニ同一條件ノ下ニ生育スル衆多ノ樹種ノ密林ニ就テ林内平均關係的光度ノ最小値ヲ測定スレバコハ或ハ樹性ノ陰陽ヲ數字的ニ計量スル一資料トシテノ價値アルヲ得ンカ

E. 二式ニ對スル實用上ノ價値ノ吟味

§ 109.

$$\log l = K - \alpha \cdot \log n - \beta \cdot \log d \qquad \text{A 式}$$

$$L = A \cdot S^{-n} \qquad \text{B 式}$$

A式ハ林木本數及其平均直徑ニ基キテ林内平均關係的光度ヲ算出スルノ式ナリト雖仔細ニコレヲ考察スレバ兩者ノ間ニハ決シテ嚴密ナル意味ノ相關ノ存在ヲ許ス可キニアラズ何ントナレバ假リニ同齢同一ノ樹種ガ同一ノ立地ニ生育シ而モ林木本數並ニ平均直徑ガ等一ナル場合ト雖林分ニ於ケル單木ノ配置等一ナラザル限リハ林内平均關係的光度ハ決シテ等量ナリト考フ可カラズ蓋シ現實林ニ於ケル單木ノ配置ハ千差萬別ニシテ或箇所ニ於テハ林木密立スルモ他ノ箇所ニ於テハ比較的ニ疎立シ或ハ風倒ノ害,昆蟲菌類ノ害其他種々ナル外界ノ影響ノタメニ林分ノ一部ヲ破開セラレ所謂欝閉ノ穴ヲ釀成スルトコロモアリテタトヘ本數及平均直徑ハ等一ナリトスルモ欝閉ノ態樣ニハ必ズ若干ノ相異アルヲ常トス故ニA式ニ基キテ假リニ實驗ノ結果一ツノ實驗式ヲ誘導スルトスルモ該式ヲ應用シ得ベキ範圍ハ嚴密ニ云ヘバ供試林分ト略等一ノ單木ノ配置ヲ有スル森林ニノミ限定セラル換言スレバ假リニ實驗式ガ單木ノ配置平等ナル林分ニ於ケル實驗成績ニヨリテ誘導セラレタリトセバ該實驗式ハ單木ノ配置不平等ナル森林ノ林内平均關係的光度ノ計算ニ適用ス可カラズ强イテコレヲ適用スルニ於テハ計算上求メタル林内平均關係的光度ハ必ズヤ該森林ノ實際ノ林内平均關係的光度ト

相距ルコト遠キヲ見ル可シカクノ如ク考察スルトキハ林木本數及平均直徑ニヨリテ林內平均關係的光度ヲ求ムルノ法ハ同齡同一ノ樹種ガ同一ノ立地ニ生育スル場合ヲ必要條件トスルノミナラズ更ニ又林分ニ於ケル單木ノ配置等一ナルヲ前提トセザル可カラズシテ其關係スル因子ノ複雜ナルヤ殆ド實用ニ供スルノ價値ナキガ如シ然レドモ翻ツテ考フルニ吾人ガ傘伐更新法ニ於テ上木(母樹)ヲ選伐シテ鬱閉ヲ疎開スルニ當リ殘存母樹ノ配置ヲ平等ナラシムルハ更新法上ノ一原則ニシテ而モコハ既ニ豫備伐ノ當初ヨリ技術者ガ特ニ注意ヲ拂ハザル可カラザルトコロニ屬セリ故ニ下種伐ノ時代ニアリテハ殘存木ノ配置ハ實際ニ於テ略平等ナラザル可カラズシテ或箇所ニ於テハ殘存木密集シ又他ノ箇所ニ於テハ疎立スルガ如キ事態ハ實際ニ於テコレアル可カラズ故ニ同一ノ立地ニ生育スル同齡同一ノ樹種ニアリテハ林木本數及平均直徑等一ナレバ鬱閉ノ狀態モ亦大體ニ於テ等一ナリト假定シ得ベキ理由ヲ有セリ故ニ上述ノ意味ニ於テハA式ハ尙實用上ノ價値ヲ失ヘリト云フ可カラズ然レドモ仔細ニ推究スルニ從來過密ナリシ森林ヲ疎開シタル場合ト疎開シテ既ニ數年ヲ經過セル場合トハタトヘ林木本數及平均直徑等一ナリトスルモ兩者ノ鬱閉度ハ決シテ等一ナリト考フ可カラズ何ントナレバ林分ニ於ケル各單木ノ樹冠擴張ノ度ハ實ニ林木密度ニ反比例スルモノニシテ既ニ疎開シテ數年ヲ經過セルモノハ樹冠擴張ノ最大限度ニ達セリト雖疎開セラレタル當時ニアリテハ單木ハ只從來ノ過密ナル時代ノ占領面積ニ相當スル樹冠ヲ着生スルニ過ギザルヲ以テタトヘ林木本數及平均直徑ハ等一ナリトスルモ兩者ノ鬱閉度ハ決シテ相同ジカラズ從ツテ林內光度ニ著シキ相異アルハ實測ヲ俟タズシテ明カナリコレ實ニA式ニ於ケル兩側ノ因子ノ相關ヲ攪亂スル有力ナル障碍ニシテA式ノ實用上ノ價値又コレガ爲ニ著シク減殺セラルルモノト思考セラル然レドモ又更ニ翻ツテ考フルニ更新齡ニ達セル森林ハ實際ニアリテハ既ニ疎立ノ狀態ニアリテ豫備伐若シクハ豫備伐ノ以前ヨリ既ニ屢選伐ヲ繰リ返サレ下種伐ノ時代ニアリテハ各單木ノ樹冠ハ殆ド其擴張ノ限

度ニ達シ而モ林木ノ既ニ老齢ナルヤ假リニ下種伐ニヨリテ其一部ヲ疎開スルモ樹冠擴張ノ速度ハ極メテ遲緩ニシテコレガ爲ニ枝葉ガ頓ニ其發達ヲ增進スルモノト考フ可カラズ故ニ下種伐ニヨリテ疏開セルモノト同一ノ割合ニ疎開シテ既ニ數年ヲ經過セルモノトハ林木本數及平均直徑等一ナル場合ニ於テ林內光度ニ若干ノ相異アリトスルモ其相異ハ或ハ比較的小ナルヤモ知ル可カラズ然レドモ上記ノ事實ハ或程度マデA式ノ實用上ノ價値ヲ減殺スルヤ疑ナクコノ點ニ於テA式ニヨル林內平均關係的光度算出ノ方法ハ明カニ一ツノ短所ヲ有セリト云フ可シ要スルニA式ニヨル林內平均關係的光度算出ノ方法ハ決シテコレヲ一般ノ現實林ニ應用ス可カラズト雖少クトモ傘伐更新法ニ於ケル更新期間殊ニ下種伐前後ノ森林ニ對シテハ大略的ニ林內平均關係的光度ヲ算出スルノ一方法トシテ尙實用上ノ價値アルヲ信ズ

B式ハ林分ノ林內平均關係的光度ト直接ノ關係ヲ有スル林分ノ實際ノ翳蓋面積ニ基キテ林內平均關係的光度ヲ算出スル法ナルヲ以テA式ニ比スレバ理論上精確ナルハ論ナシト雖而モ又林分ニ於ケル單木ノ配置狀態ガ供試林分ト現實林ニ於テ等一ナラザル可カラザル點ニ於テハA式ノ場合ト異ナラズ何ントナレバ翳蓋比ハ全ク等一ナリトスルモ箇樹ノ配置ニシテ等一ナラザランカ欝閉ノ態樣又同ジカラズ從ツテ又林內平均關係的光度モ等量ナラザルニ至ルハ實驗ヲ俟タズシテ自明ノ理ナレバナリ然レドモ傘伐更新ニアリテハ上木箇樹ノ配置ハ可及的均一ナルヲ原則トスルコト上述ノ如クナルヲ以テB式ヲ下種伐ヲ實行ス可キ森林ノ林內平均關係的光度算出ノ用ニ供スル限リニ於テハ上記ノ關係ハB式ノ實用上ノ價値ヲ著シク減殺スルモノニアラズ故ニ林內平均關係的光度ヲ數式的ニ求ムルノ法ハA式ヨリモB式ニ於テ其精度大ナルノ理ニシテ前記ノ實驗成績モ實測値ト計算値トノ偏差ハB式ニ於テ著シク小ナルヲ見ル然レドモ他ノ一面ヨリコレヲ觀察スレバ林分ノ翳蓋比ハコレヲ現實林ニ於テ實測スルハ極メテ繁雜ナル手數ヲ要シ林木本數及平均直徑ヲ求ムルノ容易ナルニ比スレバ殆ド同日ノ論ニアラズ

故ニ實用上ノ價値ニ至リテハ未ダ容易ニ其何レニモ左袒ス可カラズ尙幾多ノ實驗ヲ繰返スノ要アリト云フ可シ

§ 110. 上記二式ノ實用上ノ價値ニ就テハ尙攷究ヲ要ス可キ一ツノ問題ヲ殘セリ上記二式ニ基キテ誘導シタル實驗式ハ同一ノ樹種同一ノ林齡ノ場合ニアリテハ實驗ニ供シタル森林ト同一ノ地方同一ノ地位ニ生立スル森林ニ對シテハコレヲ適用シ得ルトナセルハ既述スルトコロノ如シ然レドモ嚴密ニ云ヘバコノ解釋ハ尙未ダ正シカラズ何ントナレバ同一ノ地方ト雖土地ノ方位及傾斜並ニコレヲ圍繞スル四周ノ狀況ニヨリテコレニ投射スル光線ノ强度ハ必ズシモ相同ジカラズ從ツテタトヘ實驗式ニヨリテ求メタル林內平均關係的光度ハ等一ナリトスルモ林內ノ絕對的光度ハ必ズシモ等一ナリト云フ可カラズ例ヘバ今孤立セル山岳ノ南北ノ兩側面ニ就テ攷ヘンニ兩地面ノ單位面積上ニ生立スル林木本數及平均直徑等一ナリトシ(A式)或ハ又其翳蓋比等一ナリトスレバ(B式) 兩地面ノ林內平均關係的光度ハ計算上等一ノ値ヲ得ルハ明カナリト雖而モ南面ハ北面ニ比シテ絕對的受光量ノ大ナルハ明カナルヲ以テコノ場合ニハタトヘ兩地面ノ林內平均關係的光度ハ等一ナリトスルモ林內ノ絕對的光度ニハ必ズ若干ノ相異アルハ明カナリ而モコノ相異ハ兩地面ノ傾斜ノ度大ナルニ從ツテ愈大ナル可シ稚苗ガ天然ノ全日光ノ 1/n ノ光度ニ耐ユルト云フハ或地方ノ地平面ニ投射スル天然ノ全日光ノ 1/n ノ光度ニ耐ユルヲ意味スルモノニシテ而モ地平面ニ投射スル全日光ノ强度ハ同一ノ地方ニアリテハ何レノ地點ニアリテモ大略的ニ一定ナリト假定シウルノ理アルヲ以テ今假リニコレヲKヲ以テ表ハストスレバ 1/n ノ光度ニ耐ユルト云フハ實ハ $K\cdot\frac{1}{n}$ ナル絕對的光度ニ耐ユルヲ意味スルモノナリ更ニ具體的ニコレヲ說明スレバ或樹種ノ稚苗ガ一生長期間ノ平均光度二〇〇呎燭光ノ光度ニ耐ユルモノトシ該地方ノ地平面ニ投射スル天然ノ全日光ノ平均光度ガ四〇〇〇呎燭光ナリトセバ該稚苗ハ 200/4000=1/20 即 1/20 ノ光度ニ耐ユルモノニシテコノ 1/20 ナリト云フハ實ハ四〇〇〇呎燭光ノ 1/20 即二〇〇呎燭光ノ絕對的光度

ニ耐ユルヲ意味スルモノナリ然ルニ上述ノ場合ニ於テ南北ノ兩面ニ於テ林内平均關係的光度ガ等一ナリト云フハ各其林外ノ光度ヲ 100 トシテノ比較數ガ等一ナルノ謂ニシテ北面ノ林外ノ光度ガ假リニ南面ノ林外ノ光度ノ 2/3 ナリトスレバ兩地面ノ林内平均關係的光度ガ等一ナリト云フモソハ絶對値ガ等一ナルノ謂ニアラズシテ其絶對値ハ若シ南面ヲ 1.0 トスレバ北面ハ實ニ其 2/3 ニ相當スルモノトナサザル可カラズ故ニ或林内ノ關係的光度ガ例ヘバ 1/5=0.2(或ハ 1/5×100=20.0)ナリト云フモ該林内ニ 1/5=0.2 ノ耐陰力ヲ有スル稚苗ガ何レノ場合ニモヨク其生存ヲ持續シ得ルモノト速斷スルコト能ハズ該森林ガ何レノ方位ニ面シ而モ幾何ノ傾斜ヲ有スル地面ニ存立スルヤニヨリテコノ關係ハ著シク變異スルモノナルコトヲ知ラザル可カラズ

上述ノ如ク上記二式ニヨリテ求ム可キ林内平均關係的光度ハ林内ノ絶對的光度ヲ表ハスモノニアラザルヲ以テコレヲ稚苗ノ實際ノ耐陰力ト關係シテ實用ニ供センガ爲ニハ嚴密ニ云ヘバ該森林ガ存立スル地面ハ東西南北ノ何レノ方位ニ面シ而モ幾何ノ傾斜ヲナセルヤヲ知ラザル可カラズ從ツテ又一生長期間ニ於テ東西南北ニ或角度ヲナシテ傾斜スル地面ニ投射スル全日光ノ總量ハ地平面ニ投射スル全日光ノ總量ニ比シテ幾何ノ比率ヲ有スルヤヲ知ラザル可カラズコノ比率ガ幾何ナリヤハ既ニ本論文其二§88 ニ於テ詳論セルトコロノ如シ只山岳及丘陵殊ニ懸崖地ノ中間ニ介在スル地點ニ實際射入スル陰光及直光ノ總量ガ地平面ノソレト果シテ幾何ノ比率ヲ有スルヤハ時ニヨリ所ニヨリ其關係スルトコロ極メテ複雜ニシテ到底コレヲ數理的ニ歸納スルコト能ハズ從ツテ一般的ノ原則ハコレナキヲ以テ本論文其二§88 ニ詳論セル土地ノ方位及傾斜ニヨル太陽照度ノ變遷ノ數字的關係ヲ咀嚼吟味シテ時ニ應ジ所ニヨリテ適宜ニ推理考察スルノ外ニ途ナキガ如シ