

実際の問題では豫め熱拡散率 κ , 角柱の厚さ L , 及びすれちがひの速度 V が任意に興へられ, これから s 及び τ を適當に定めて計算するわけであるが, こゝでは簡単のため豫め s 及び τ を

$$s=0.4L, \tag{2}$$

$$\tau=\frac{L}{5V} \tag{3}$$

と取ることにする. 故に問題として興へらるべき κ, L , 及び V の間には, $s=\sqrt{6\sqrt{\kappa\tau}}$ により,

$$LV=\frac{15}{2}\kappa \tag{4}$$

なる関係がなくてはならない. 即ちこの計算例の結果は κ, L , 及び V の間に上記の関係がある場合のみ適用することが出来る. 例へば角柱が厚さ 10 cm の銅 ($\kappa=1.17$) であるとすれば, すれちがひの速度は 0.87 cm/sec となる.

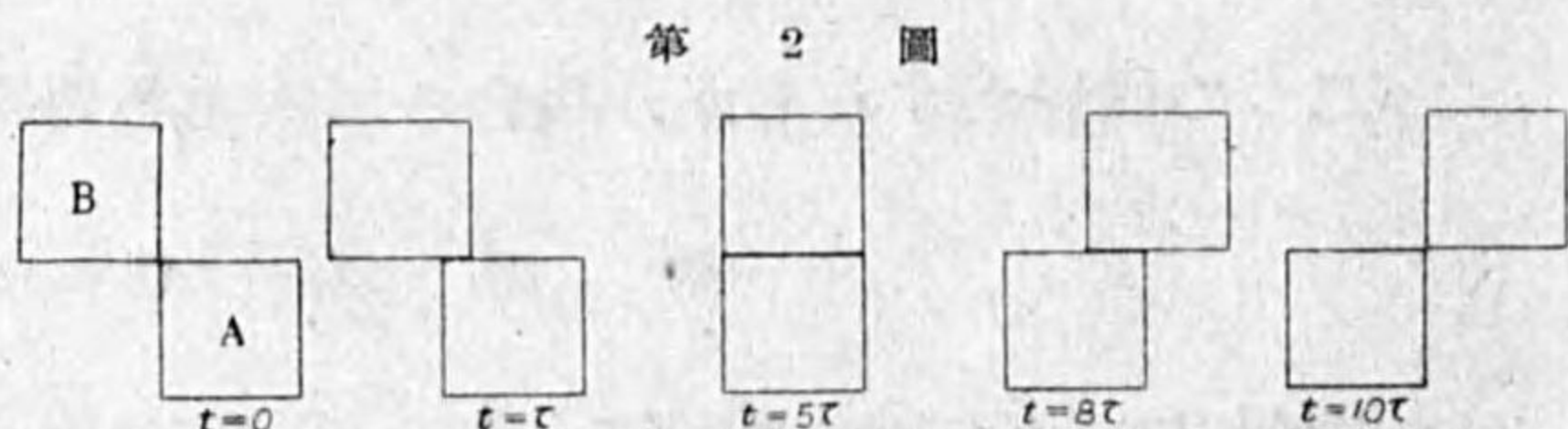
(5) (2) 式によれば角柱の

すれちがひ時間は 10τ となる.

第 2 圖は $t=0, \tau, 5\tau, 8\tau,$

10τ の各時刻に於ける角柱の

接觸位置を示したものである.



第 2 圖

(6) 二次元熱傳導の場合には, x 及び y 軸に夫々垂直に幾つかの断面を取り, 各断面の温度分布を計算して行かなければならない⁽¹⁾.

こゝでは s の長さ及び τ 時間毎の角柱の接觸位置とを考へ合せ, 次の各断面を取る. 即ち A 角柱の y 軸に垂直なる断面としては $x=0, L/10, 2L/10, \dots, 9L/10, L$ を取り, x 軸に垂直なる断面としては $y=0, L/10, 2L/10, \dots, 9L/10, L$ を取り, これ等を夫々 $X_0, X_1, X_2, \dots, X_9, X_{10}$, 及び $Y_0, Y_1, Y_2, \dots, Y_9, Y_{10}$ と名付ける. この中で X_0, X_{10} 及び Y_0, Y_{10} は角柱の表面に外ならない.

B 角柱にも同様な断面を取り, 同じ記號に ' を附して表すことにする.

(7) $t=0$ では X_0 と X'_0 とが一平面上にあり, $t=\tau$ では X_0 と X'_2, X_1 と X'_1, X_2 と X'_0 とが夫々一平面上にある. 従つて $t=0$ より τ までの平均位置としては X_0 と X'_1, X_1 と X'_0 とが夫々一平面上にある.

同様に $t=\tau$ より 2τ までの平均位置としては X_0 と X'_3, X_1 と X'_2, \dots とが夫々一平面上にあり, $t=2\tau$ より 3τ までの平均位置としては X_0 と X'_5, X_1 と X'_4, \dots とが夫々一平面上にある. 以下各時刻間の平均位置といふものを考へる.

(1) 文献 2, §1.

(8) 先づ $t=0$ より τ の温度分布を求めるには, 角柱をこの間の平均位置に置いて二次元の圖式解法を行ふ. 即ち X_0 と X'_1, X_1 と X'_0 とが夫々一平面上にある位置に角柱を置き, y 方向に一回, 續いて x 方向に一回移動平均を行ふ.

(9) この場合 A 角柱に就いて云へば, y 方向の熱の流れは面 X_1 で不連続となるから, この面は X_{1-} と X_{1+} とに分けて取扱はなければならない⁽¹⁾. x 方向の熱の流れには不連続な箇所はない.

(10) 次に $t=\tau$ より 2τ の温度分布を求めるには, 今求めた温度分布はそのまゝにして, 角柱をこの間の平均位置までずらし, この位置で y 方向に一回, 續いて x 方向に一回移動平均を行ふ.

この場合 y 方向の熱の流れは面 X_2 で不連続になるから, この面は X_{2-} と X_{2+} とに分けて取ふ. 併し X_1 は不連続面ではなくなる.

(11) この様な計算を逐次行ひ, 最後に角柱を $t=9\tau$ より 10τ までの平均位置に置いて, y 方向に一回, 續いて x 方向に一回移動平均した結果は $t=10\tau$, 即ち角柱がすれちがひ終つた瞬間の温度分布を大體表すことになる.

この場合には最後に x 方向の移動平均を行ふから, 温度の不連続な箇所はない.

(12) 次に移動平均の方向を x, y の順序で行ふ.

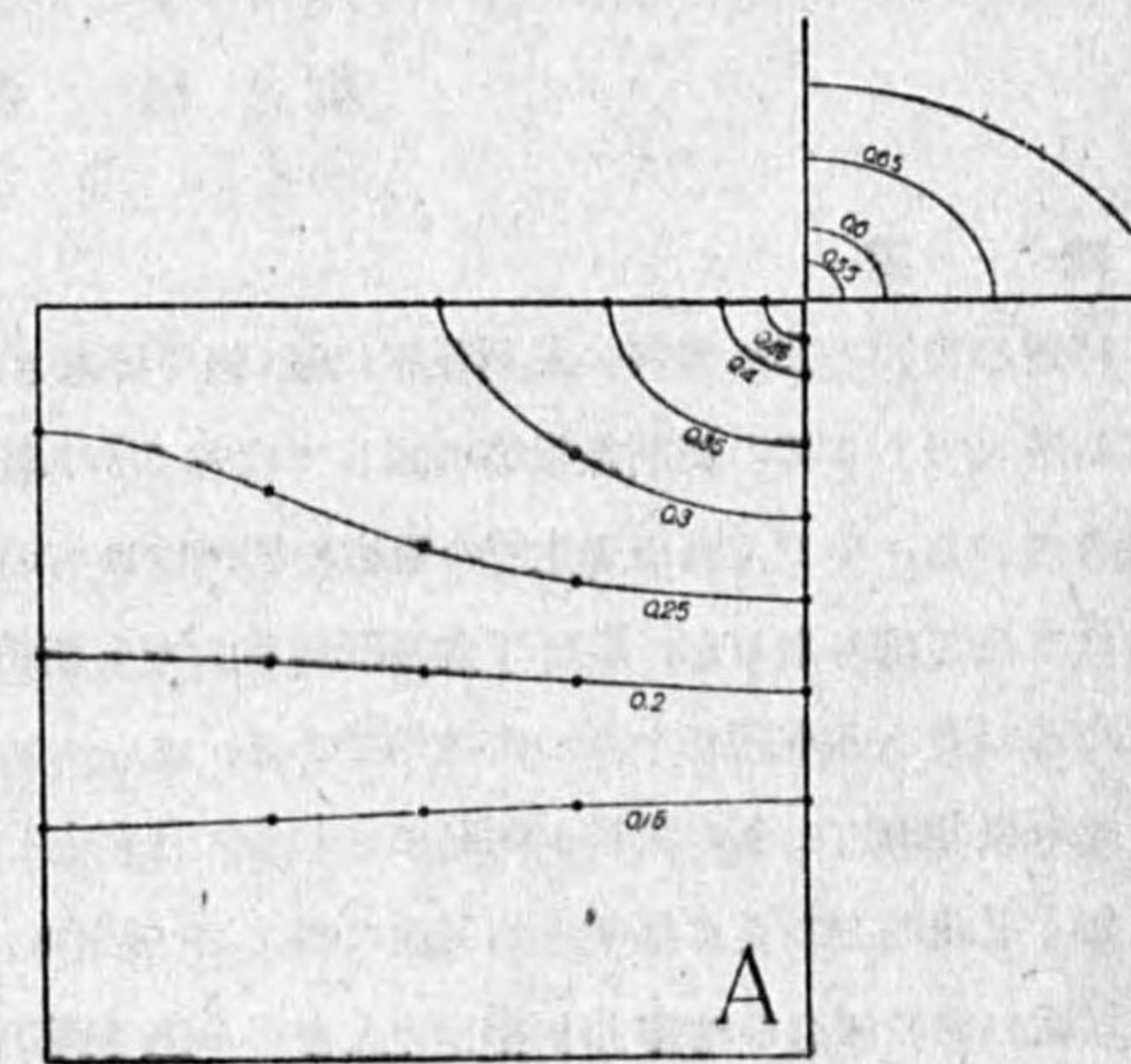
先づ $t=0$ より τ の温度分布を求めるには, 角柱をこの間の平均位置に置き, x 方向に一回, 續いて y 方向に一回移動平均する. 但し面 X_1 では温度が不連続になるが, これはそのまゝにして置く.

(13) 角柱の位置をずらしながら同様な計算を行へば, 最後に $t=10\tau$ の温度分布が得られる. この場合には最後に y 方向の移動平均を行ふから, 面 X_9 で温度が不連続になるが, X_{9-} と X_{9+} との平均温度をこの面の温度とし, この附近の温度分布は適當に滑かなものに直す.

(14) 併し実際には x, y の順序の計算はする必要がない. 何故ならば, y, x の順序の計算に於いて x 方向の移動平均をする前の温度分布が即ち x, y の順序の計算に於いて x, y 方向とも移動平均を済ませた後の温度分布になつてゐるからである.

(1) 文献 2, §2 の (2).

第 3 圖



- (15) 最も實際に近い温度分布として y, x 及び x, y の順序で夫々計算したものの平均を取る。
 (16) 第 3 圖は $t=10\tau$, 即ちすれちがひ終つた瞬間に於ける A 角柱の温度分布を等温線で表したものである。

B 角柱の等温線もこれと全く同じ形であるが、その温度は (1) 式の関係にある。

- (17) この計算では角柱がすれちがひ終つた瞬間の温度を求めるために、途中は可なり粗い計算をしてある。若し途中の温度を求めるならば、 τ をもつと小さく取つて細い計算をしなくてはならない。

- 文献 1. 高橋喜彦：渦動擴散及び熱傳導の圖式解法。氣象集誌，第 19 卷，321~327，昭和 16 年。
 2. 同 著：二次元熱傳導の圖式解法の一例。同上，418~425。

昭和 17 年 7 月 23 日

名古屋地方氣象臺に於いて

東北地方夏期気温と大氣透過率其の他との關係

——ヂョルダン・カンベル日照率の差が大氣透過率
 を表はす事より兩者の關係に及ぶ——

須 田 瀧 雄

總 論

時運の發展と共に氣候の長期豫報は益々強く要求されて來た。東北地方の夏期の氣候は其の影響する所大であり其の長期豫報等に関しては古くから種々の角度から多くの學者に依り研究され論ぜられて居る。中でも岡田先生⁽¹⁾の冷害の御研究は有名である。かくて已にこれ等に関しては説き盡されて居る感もあるが、戦時下食糧問題重大なる折柄、拙きながら長期豫報完成への一助ともなれば幸甚であると本調査を行つた次第である。

元來東北地方の夏の氣候が問題にされるのは主として気温に就てである。先に拙稿⁽²⁾にて調査した如く東北地方の夏は累年平均気温に於てさへ稲作に充分な高さでないのみならず其の變化度は内地附近の他の何れの地方より著しく大きい。全く岡田先生の言はれる如くこの地方にて稲作を行ふのは気温から見れば少々無理なのである。即ち稲作に對する適温の最低限界線附近を彷徨して居る東北地方に取つては其の持つ變化度が大なる爲に非常な冷害を蒙る事がありこの故に東北地方の夏

の氣候に於ては気温が最も重大なる要素である。抑、東北夏の気温が低いのは親潮が低温であるのが主原因であり、その親潮の低温は火山爆發等に依る空氣溼潤の爲其の年の各北方の気温が異常に低温である事に根本の原因を置く事は岡田先生の御研究で明かにされた事である。此の觀點からも又太陽が總ての大氣活動の源である點からも大氣の透明度は何等の形に於て地球上各地の氣候に影響する筈である。特に東北地方に於ては上記の如く已に其の關聯機構も明らかにされて居る。

然るに今迄大氣透明度と東北地方夏の気温との關係を直接論じたものは尠い。之は昭和 9 年頃より各地に於て日射觀測が施行されては居るが未だ調査に充分な數に達しない爲であらう。著者はヂョルダン及カンベル日照計に依る日照率の差が大氣透明度を表はす事を知つた。

第 1 部で之に就て論じ第 2 部に於てこの透明度及太陽黒點等と東北地方夏の気温との關係を調べて種々興味ある事實を得た事に就て述べる。

第 1 部

ヂョルダン及カンベル日照計の日照率の差が大氣透明度を表はす事に就て

緒 言

ヂョルダン式及カンベル式日照計は其の構造が異つて居る爲に種々な原因で日照時間が異つて來る。今その主なるものを擧げると

- (1) カンベル硝子球の性質、ヂョルダン薬品の相違、紙質の相違等に依り同式でも個々のもので差が出來て來る。併し之の差は同一地のものに就て調べる時は餘り考へなくても良いものである。(紙質が變らないものとすれば)

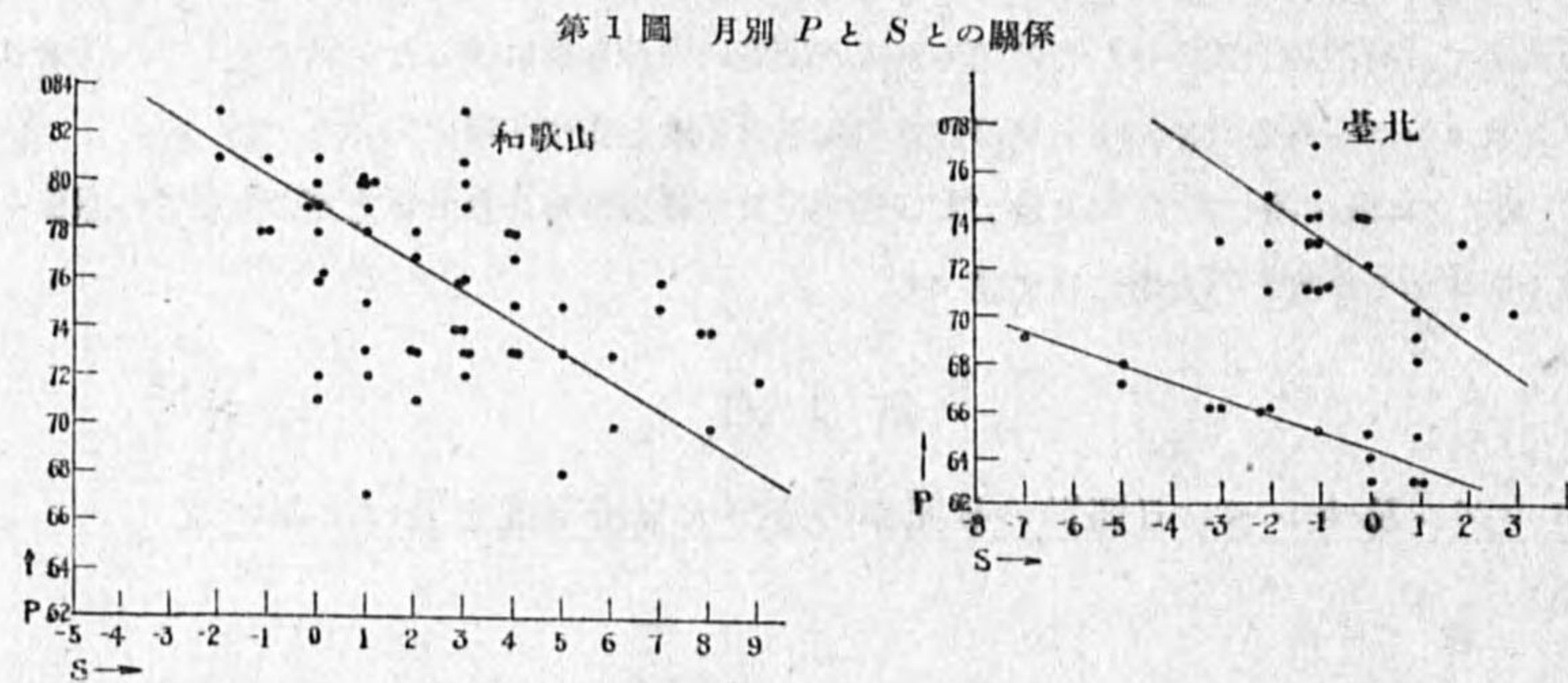
- (2) 薄曇等の際
 (3) 太陽高度低き際
 (4) 烟霧、黄砂其の他で大氣溼潤の際
 (5) 淡霧等の際

上記の際は何れも日射弱き爲にヂョルダンの方が日照時間が多くなる筈である。又上記の如き際でない時にはカンベルの方が長い事もある。兎に角ヂョルダンとカンベルで日照時間が異なる原因の中に第 (4) 項がある事はこの日照率差は大氣透過率の目安を與へる筈である。即ちこの差を S とすれば S は透過率 P と負の關係がある筈である。尤も日々の場合など前記 (4) 項以外の影響が大きいから S は充分には P を代表しないであらうが、月、年の平均に於ては S と P との關係は相當密接であるべきである。次に果して S は透過率を表はすか如何を調べて見る。材料は日照率に就ては伊吹山測候所より中央氣象臺初め各測候所への照會に對する回答を借用し、 P に就ては氣象要覽掲載の銀盤日射計の觀測を採用した。

§1. 月平均より求めたる S と P との関係

前記日照率材料中臺北, 和歌山, 札幌の三地から月別の値が報告された. この三地に就て昭和 9 年以來月別に S と P との値を第 1 表に掲げた (第 1 表省略).

(1) 月平均の S と P との関係 第 1 表より個々の月々の S と P とより兩者の関係を求める爲に第 1 圖を作成した 之より



(a) 臺北では S と透過率とは負の直線的関係があるのが明瞭に見られる. 兩者の關係は大體 $S = 50.2 - 70P$ 及 $S = 90.0 - 140P$ の二つの直線で綺麗に表現される. 斯くの如く二つの直線になるのは後に述べる如く一年の時期に依り緒言で述べた S に及ぼす各要素の影響が異なる爲と思はれる.

(b) 和歌山では S と P との關係は可なりバラ付くがそれでも大體直線關係を示し, 略、 $S = 66.4 - 84P$ で表はされる.

(c) 札幌では最もバラ付くが大體の傾向は矢張負の直線的關係を示し略、 $S = 51.5 - 67P$ で表はされる.

以上より土地に依つて常数は異なるが何れも S と P とは負の直線關係を示して居る.

只兩者の關係が割合バラ付いて居るのは時期に依り透明度以外の要素の S に及ぼす影響が異なるからであり, 各月別の關係はより密接であらう. 又直線式の常数が異なるのも土地に依り緒言記載の影響が異なる爲と日照計が異なる爲であらう.

(2) S 及 P の年變化 前項の結果を以つて直に S は P を代表するとは斷言出来ない. 何故ならば P が年變化をするのは已に知られて居るが之と獨立して S が年變化をなし偶然夫の年變化が平行する事も考へられるからである. 即ち P の小さい春に薄曇の天氣が多い爲に S が大きくなり, P の大きい秋にはこの事がないので S は小さいと言ふ様な事があるかも知れない. そこで S, P の年變化は如何なものかを調べて見る爲に第 1 表より S 及 P に就て各月の數年間の平均

を求め第 2 圖を得た. (圖には P の目盛を逆にしてある) 之より

(a) 臺北では S は 1 月に極小で之より急激に増大して 3 月に極大となり後次第に減少し 6 月, 7 月に第 2 の極小を示し再び上昇して 9 月, 10 月頃第 2 の極大を示して居る (12 月に S が大きいのは報告の誤かと考へられる.) P の變化は季節に依つて間隔は異なるが概して S と平行して居る (圖で平行即ち負の關係, 之の爲に前項で述べた直線式の常数が季節に依り異なる季節を考慮に入れない S と P との關係がバラ付くのである.)

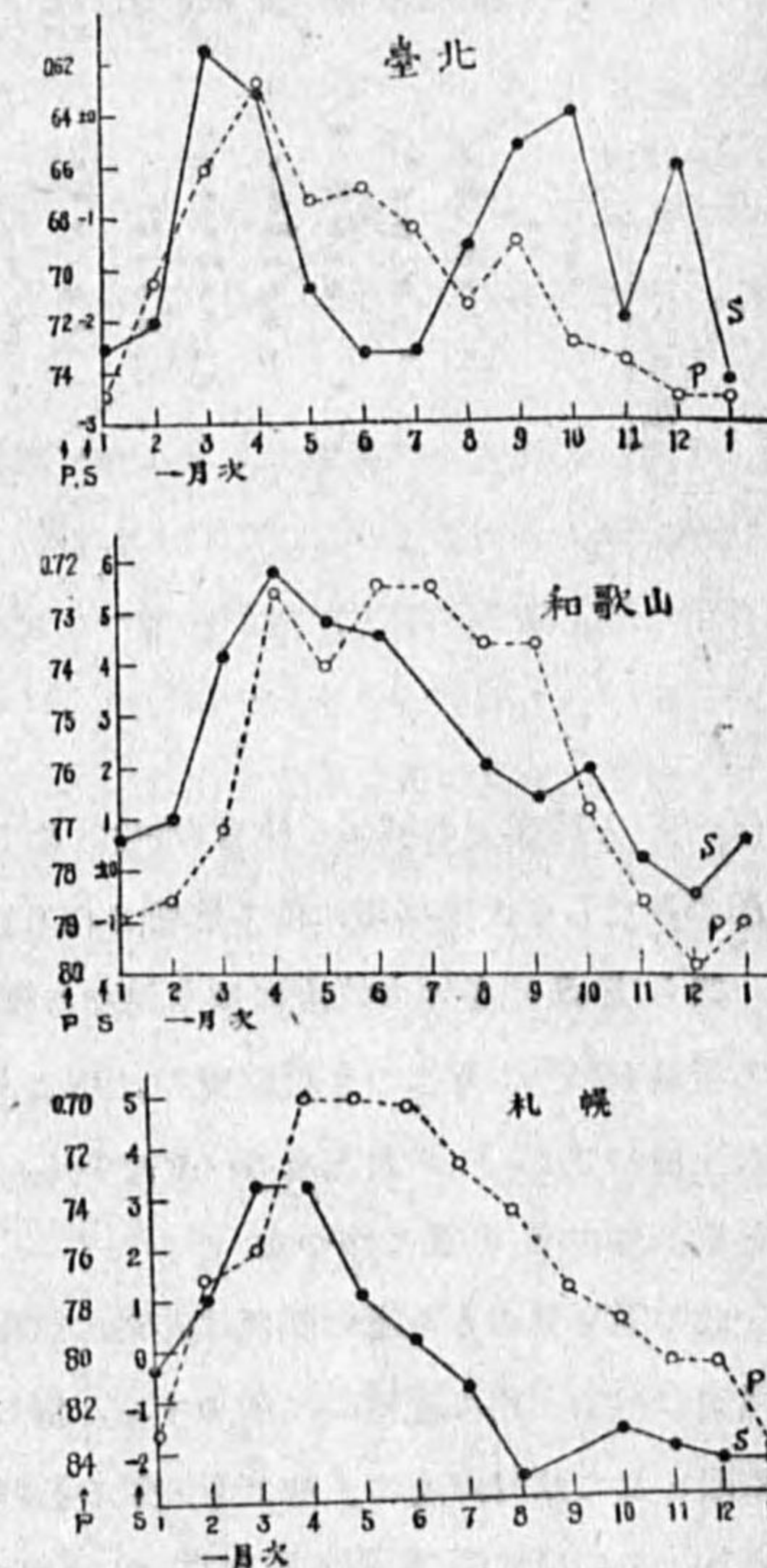
要するに臺北では S は春秋二季に極大を示し, 夏冬に極小を示して居り, P は之と逆になつて居る.

(b) 和歌山では S は 12 月に最小で 2 月頃迄徐々に増加してそれより以後夏秋に向つて減少して居り P も圖で之と殆ど平行して居る. 要するに和歌山では S は極大極小各 1 回で冬に最も小さく秋夏春の順に大きい. P は之と殆ど反對な變化を示す.

(c) 札幌では S は秋に極小で冬に向つて次第に増加し 3 月 4 月頃極大となりそれより次第に減少して居る. P も圖で大體之に平行して居る. 要するに札幌では S は極大極小各一回で 8 月から秋にかけて極小で春に極大となり P は略、之に反して居る.

(d) 以上より S と P とは各地共負の直線關係を示す事が判るが, 之の關係は前述の如く偶然の結果でないとは未だ斷言出来ない.

第 2 圖 S 及 P の年變化



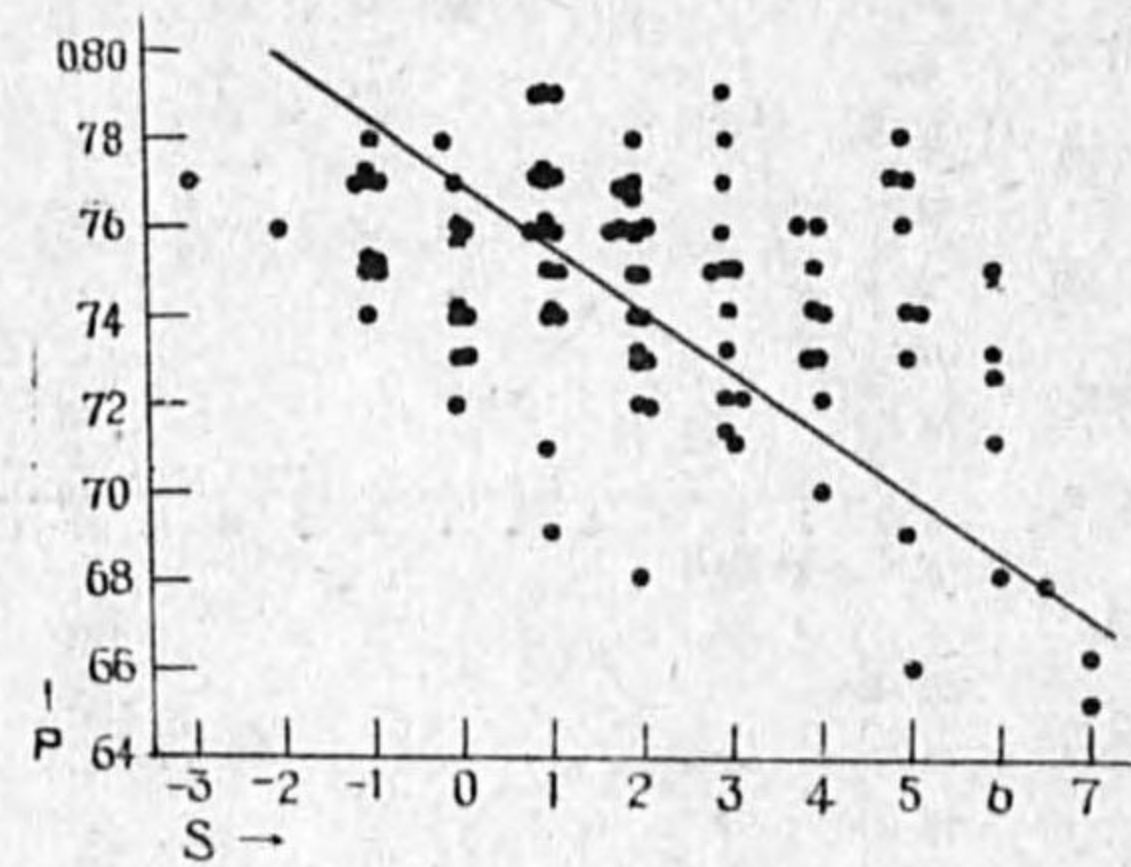
§2. 年平均より求めたる S と P との関係

S と P の年平均の間に密接な關係があれば最早 S と P とは偶然に密接な關係を示すのではないと考へてよからう.

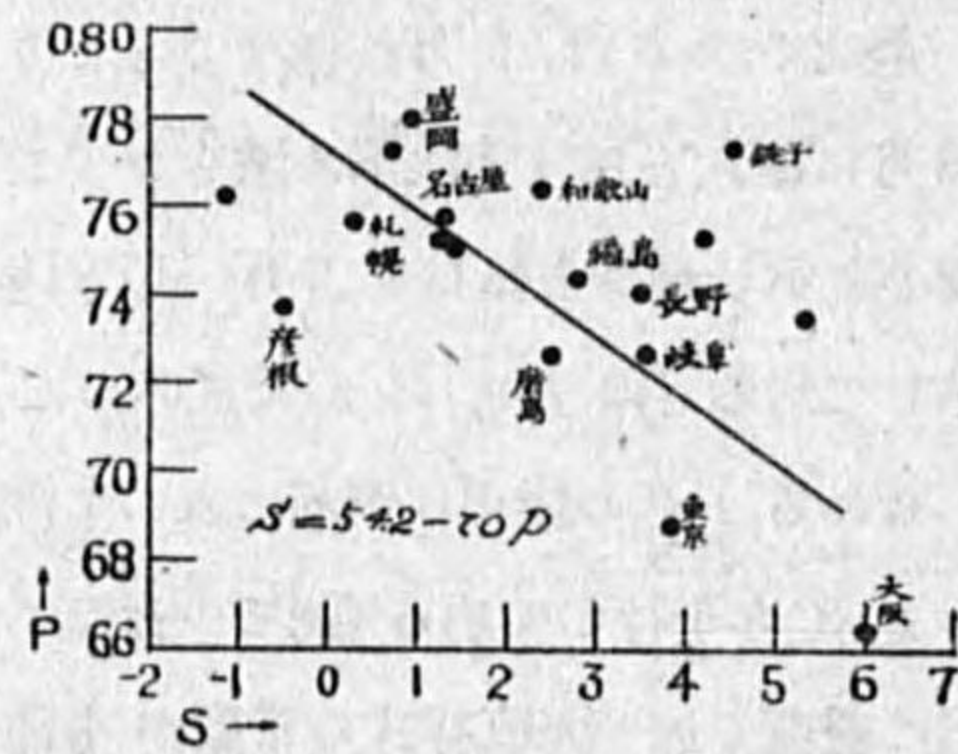
(1) 年別の S と P との關係 第 2 表に掲げた 14 個所の各年に於ける S と P とを第 3 圖に示し, 昭和 9 年から 14 年迄の各地平均の S と P との關係を第 4 圖に示した.

之等に依ると兩者の關係は可なりバラ付くがそれでも大體 $S = 54.2 - 70P$ の如き直線にて表は

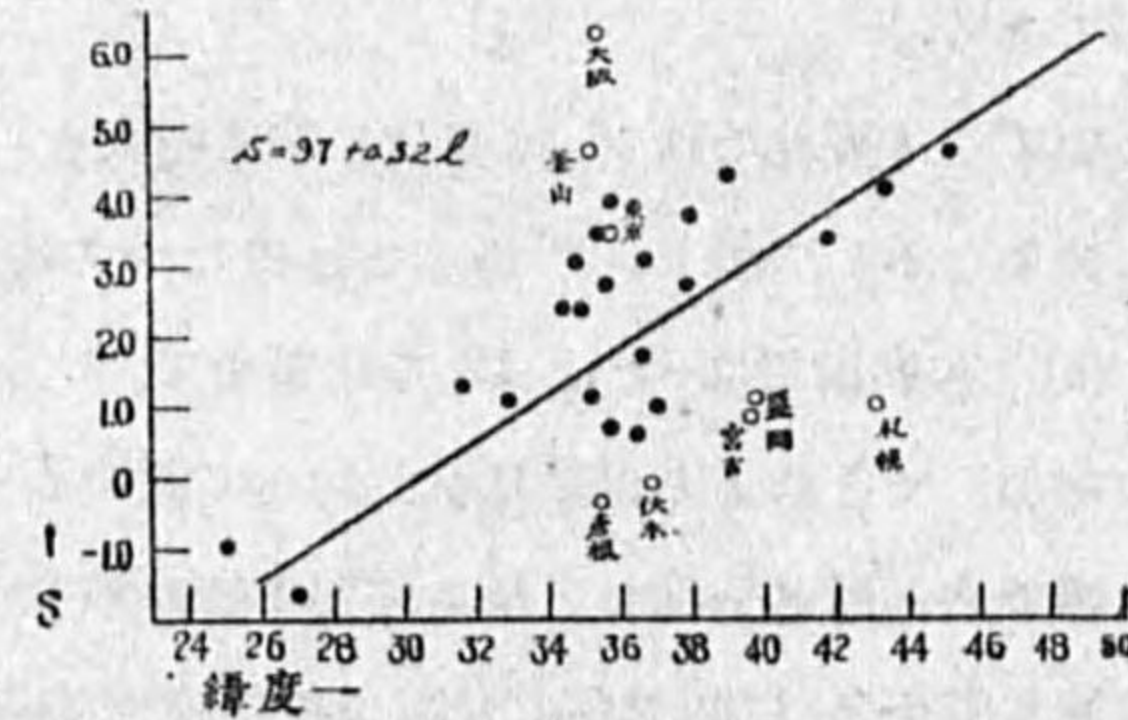
第3圖 各地 P と S との関係 (昭和9年-14年別)



第4圖 各地 P と S との関係 (昭和9-14年平均)



第5圖 S と緯度との関係



される。

(2) S と緯度との関係 緒言に於て S は大氣の潤濁のみならず太陽高度に依り影響される旨を述べた。然らば S は各地の緯度に依り異なる筈である。即ち透過率 P は同じでも低緯度の土地よりも高緯度の土地の方が S が大となるべきである。之の關係を見る爲に第5圖に作つた。

今此の圖を見ると兩者の關係は非常に密接で $S = 0.32l - 9.7$ の如き直線式で示される。即ち S は緯度の増加と共に直線的に増加する。併しこの關係に於ても可成りの偏倚を示す土地がある。之の原因としては同緯度の土地でも大氣の透明度が異なる爲に前項で述べた如く S が異つて來るのであり、この事は第5圖でも東京、大阪等の都市は何れも同緯度の他の土地より S が大となつて居り特に煙の都大阪では異常に大きい。他に透明度以外に依り偏倚を示す所がある。之等は個々の日照計に依りカンベルの硝子球の物質が異なり或は記象紙讀取の際極く淡い部分に對しては個人的誤差も入つて來る爲であらう。

結 語

以上各章で述べた事により S は大氣透過率、緯度、天候(年中に於ける時期)等種々の要素の函數であり、特に各地に於ける個々の日照計に依る好ましからざる誤差の導入もあり、この故に S と P との關係は同一地でも年の時期に依り異なり、又同一の透明度に對しても土地に依り異つては來るがそれでも尙且つ S と P、S と緯度とは前述の如く密接な直線關係を示し之は $S = a - bP + cl$ の如き式で殆ど完全に表現出來る。兎に角或決つた一つの地點又は地域を考へる時は S は完全に透過率 P を代表すると言へやう。著者はこの S に假に大氣の潤濁度なる名稱を與へる。

第 2 部

東北地方夏期の氣温と大氣透過率其の他との關係に就て

緒 言

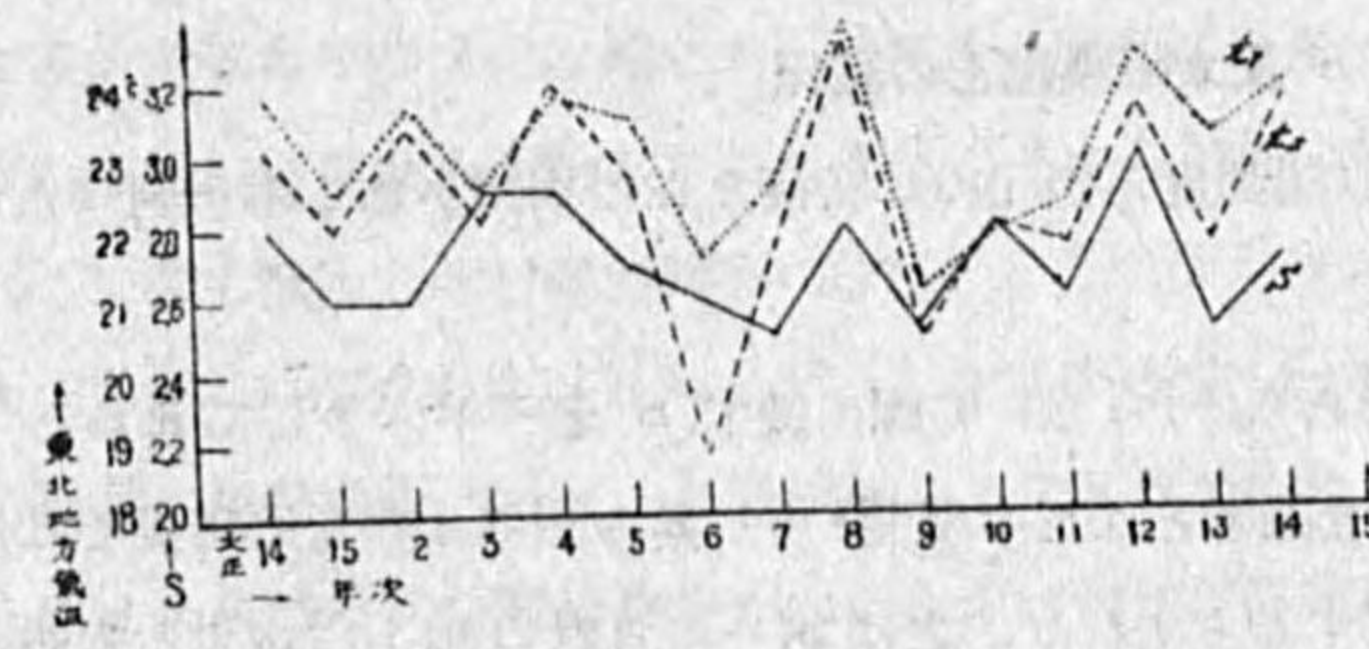
今迄材料不足の爲表題の調査は尠かつた點は已に述べた。著者は第1部に於て S が大氣透過率を表はす事を知つたので之を用ひて表題の調査を少しく行ひ、尙其れに關聯して太陽黑點等との關係をも調査して見た。

元來岡田先生の御説に依ると其の前冬の北方地方の大氣の潤濁が東北冷害の主要原因であると述べられて居るが、今前年の潤濁度との關係を調べて見る。それには東北、北海道方面の大氣潤濁度 S を求めて之と氣温との關係を調べれば好い譯である。所が S は一個所や二個所では透過率以外の種々なる影響が入つて來る事は前に述べた通りであるから止むを得ず大正14年以來各年毎に内地附近14個所の S の平均を求めて第3表に示した。従つて之は勿論北方方面の大氣潤濁度ではあり得ないで其の年の内地附近の潤濁度を表はす事になるが、今の場合大氣の潤濁は可なり廣範圍に及ぶ事から斯くして求めた S は北方地方の潤濁の程度をも示すものとして取扱つた。氣温の材料は累年氣象表、氣象要覽等より採用した。

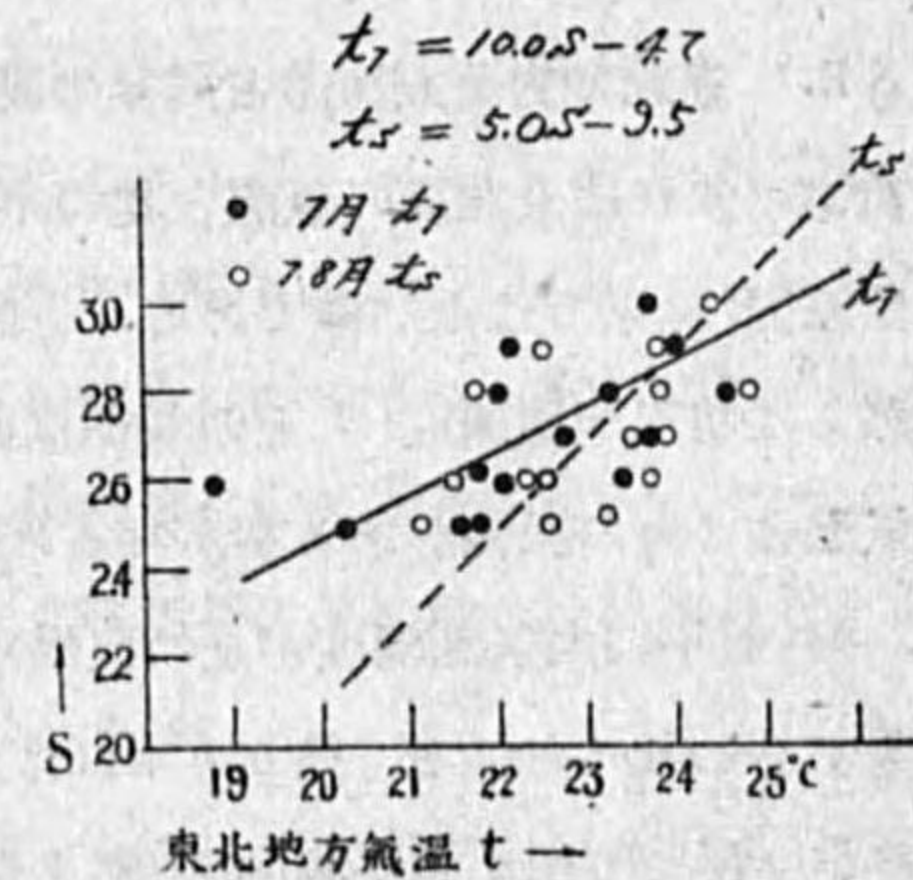
§1. 東北地方夏期氣温と其の年の潤濁度 S との關係

第3表より東北地方(福島,山形,秋田,宮古,青森の平均)の7月及7月,8月平均氣温及潤濁

第6圖 東北地方7月並に7,8月氣温及 S の累年變化



第7圖 東北地方7月並に7,8月氣温と其の年の S との關係

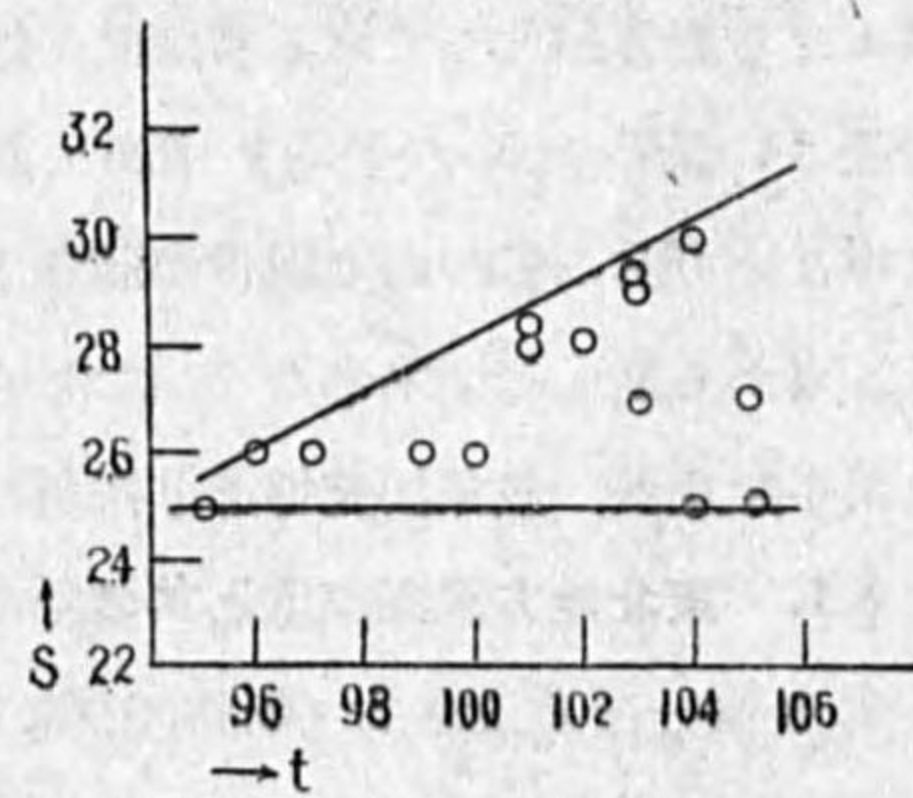


度 S の累年變化を第6圖に示した。

この圖を見ると S と氣温とは昭和2,3年を除いて非常に良く平行して居るのが判る。これは7月の氣温も7,8月平均氣温も同様である。今之の關係を明瞭にする爲に第7圖を作つた。之より見て東北の夏の氣温は其の年の潤濁度が大きい程高くなつて居るのが明瞭に見られ兩者の關係は直線式にて示され非常に密接である。今兩者の相關係數を求めると、7月の氣温との關係は $+0.71 \pm 0.13$ 、7,8月平均氣温とは $+0.49 \pm 0.13$ の大きになつて居る大體 $t_1 = 10.0S - 4.7$ 、 $t_2 = 5.0S - 9.5$ で表はされる。即ち東北地方夏の氣温は潤濁度の大き

い(透明度透過率の小さい)年に高い事を示して居る。之は一見非常に矛盾した現象の様に見えるが岡田先生の御説でも其の前冬の**大気透過率の大小が夏の気温に影響すると述べられて居り必ずしも其の年の透過率と気温とが正の関係を示さなくとも奇異ではない**。勿論夏期の日照率そのものと気温との関係は正の関係を示すべきであるが、この場合の S は日照率には関係しないのである。従つて以上の結果は常識からも矛盾した事ではない。然らばこの結果を如何に説明すべきか。元來大気透過率が氣團に依つて異なるのは視程が氣團に依つて異なるのを見ても判り、黄砂期を除いて小笠原氣團に於いては大陸氣團より視程が悪いのが經驗される。著者は⁽¹⁾兩氣團中では雨雲の高さへも異なる事を知つた。之の事より上記の結果は次の様に説明されやう。即ち透過率の悪い氣團が卓越する年の東北夏の気温は高く之に反する氣團が卓越する年の気温は低い。それならば當然 S と年平均気温とも正の相関がある筈である。試みに宮古に於ける年平均気温と S との関係を圖示すると第 8 圖の如く豫想通り正の相関を示して居る。小笠原氣團の卓越する年は東北に限らず気温が高い筈でそれに伴つて透過率は小さく従つて透過率と気温とは負の相関を示す事になる。即ちこの場合透過率の大小は東北夏の気温に何等直接の影響を與へないで、兩者の関係は間接的なものと言へる。

第 8 圖 S と(當年の)宮古年平均気温との関係



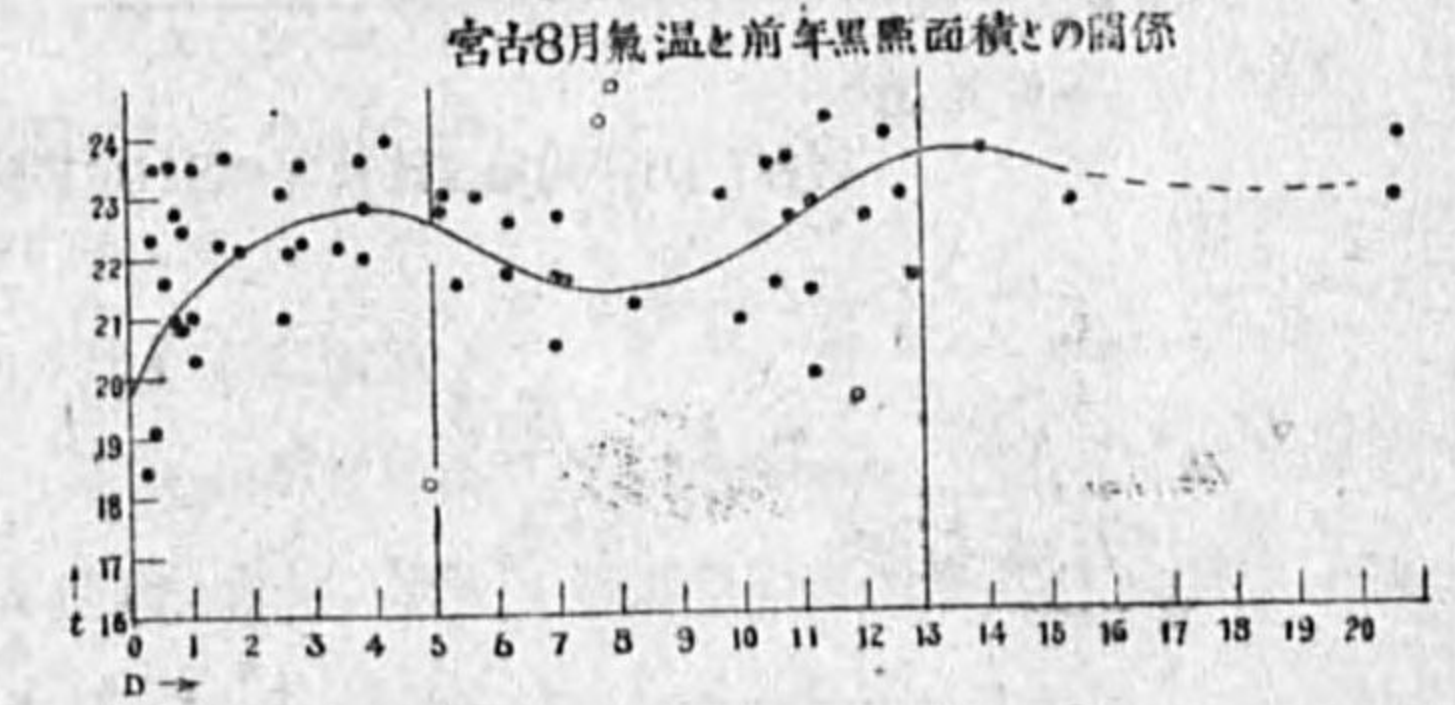
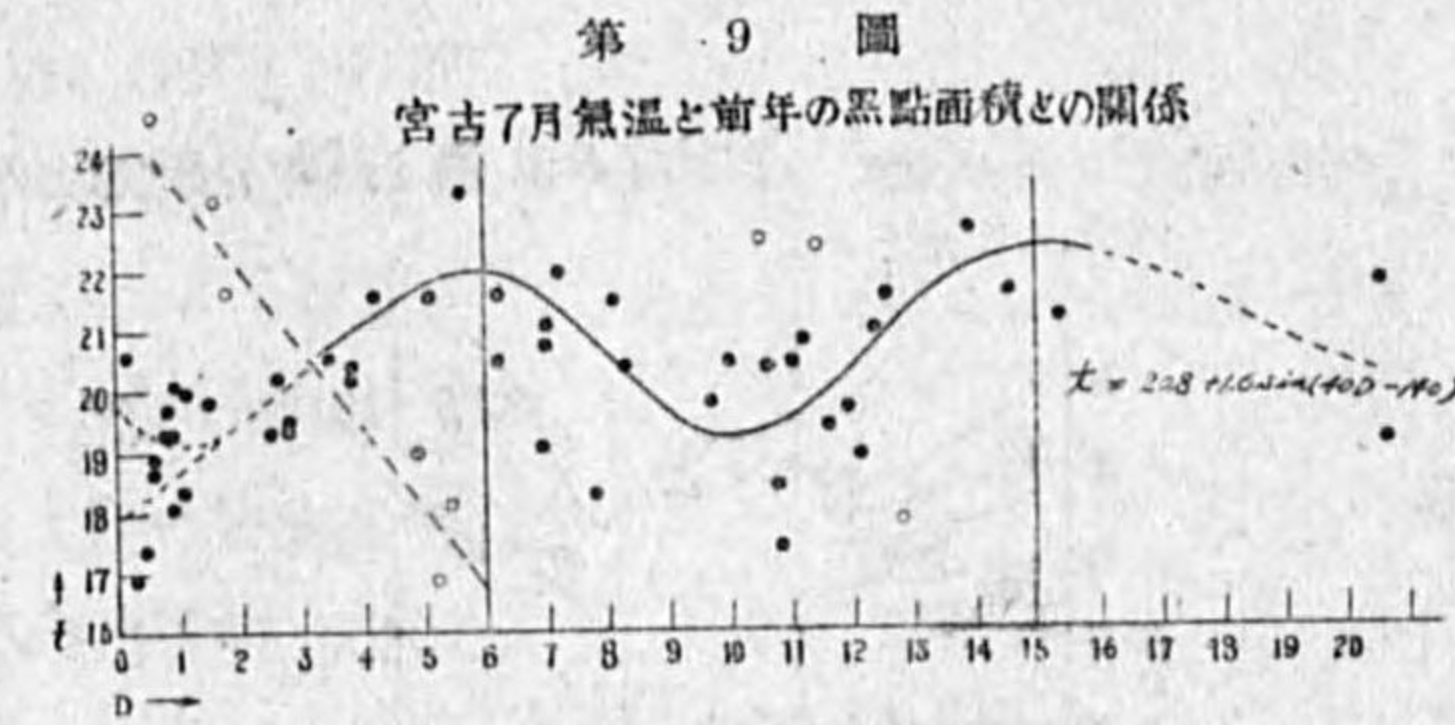
§ 2. 東北地方夏期気温と前年の潤濁度 S 及太陽黒點との関係

前章に依れば東北夏の気温と其の年の大気潤濁度との間には密接な正の相関がある事が判つたが之は原因、結果ではない様である。

然らば前年の潤濁度 S との関係は如何であらうか。第 6 圖に於て S を一年ズラして見ると S と気温とは負の関係がある事が判る。(即ち透過率とは正の相関)併し其の関係は非常に密接ではない。抑、前年の大気潤濁度が夏の気温に影響するとすれば、之は第一に日射の地上に達する強弱が影響すると考へられる。然りとすれば太陽活動の指標である黒點も気温に大きく影響しなくてはならない。従つて單に前年潤濁度 S と気温との関係を調べた丈では兩者は密接でなくなるのであらう。依つて東北夏の気温は前年の太陽黒點と如何なる関係を示すか調べて見た。

(1) 東北地方夏期気温と前年の黒點面積との関係 材料としては黒點數を欲したが手許に得られなかつたので止むを得ず理科年表より明治 16 年以後昭和 14 年に至る黒點面積(表の 100 分の 1 を單位として用ふ)を求め之と東北地方の気温の代表として宮古の翌年の 7 月及 8 月の気温との関係を第 9 圖に示した。今 7 月の場合を見ると面積 6 以下では気温は黒點面積の増加と共に

急激に上昇して居り、6 の邊で極大となり、10 の邊で第 2 の極小を示し 15 の邊で第 2 の極大を示して居る。之の**関係は大略 $t = 20.8 + 1.6 \sin(40D - 140)$ の様な正弦曲線で表はされる**。之の曲線より非常に偏倚して居るのは圖中○印の 8 個のみである。(尤も圖中點線で示した関係もある様である)之より見て太陽黒點面積が小さい程翌年東北夏の気温は低く、黒點極小の頃冷害が起きるのを語つて居る。唯兩者の関係は一次的でなく即ち黒點の増加と共に気温は何處迄も上昇すると言ふ様な



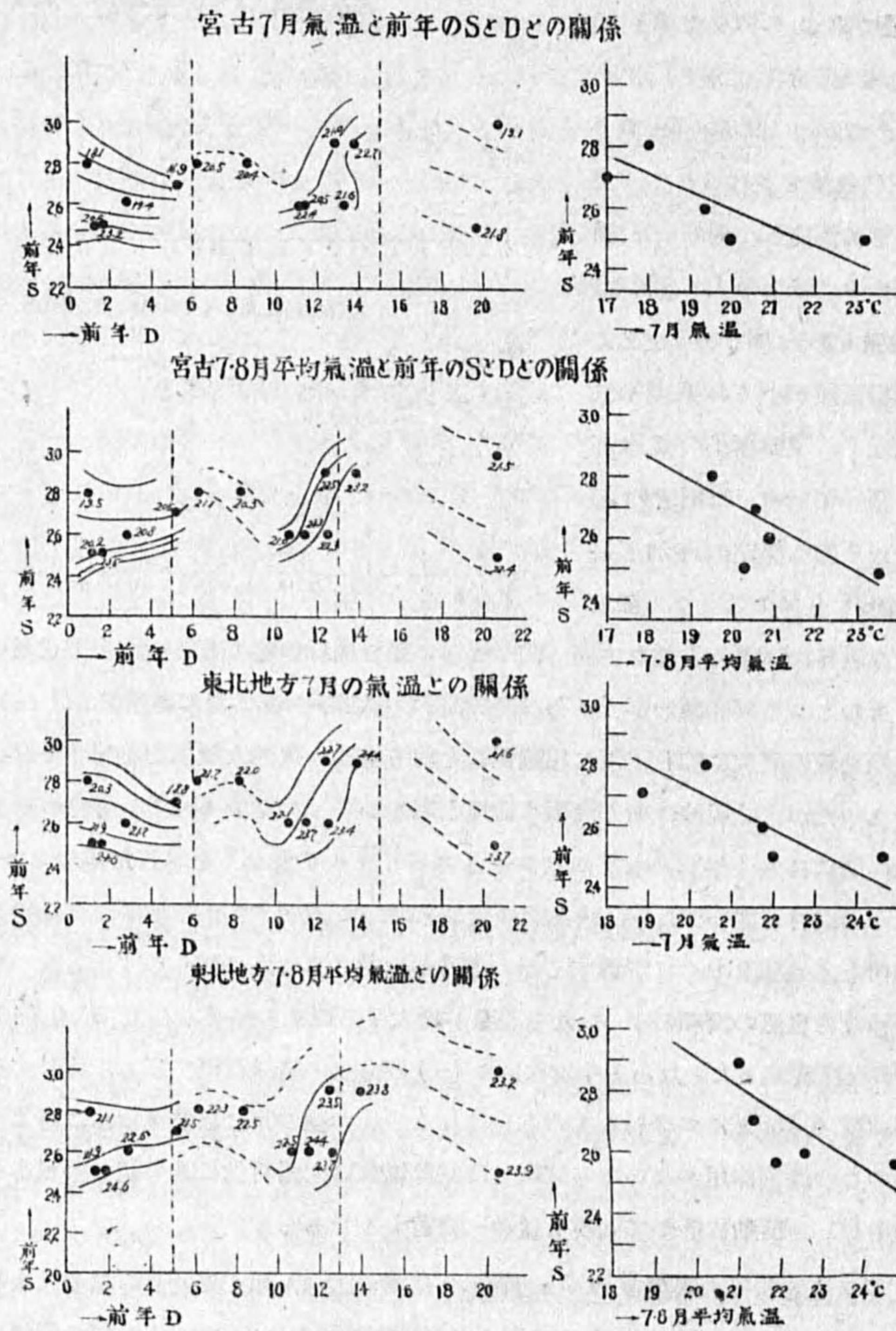
事なく黒點が或限界に達すると逆な方向に向つて居り正弦曲線の様になるのは自然現象の複雑さを物語つて居るものとして興味深い事である。黒點に関する之等の事は已に藤原先生⁽⁴⁾も説かれて居る。我々は長期豫報の研究に際して直に相関係數を取る等の一次的な関係を利用する事のみ頭を支配され勝であつたが自然現象は斯く簡単に處理出来ない一つの證である⁽⁵⁾。著者が曾つて調査した二氣象要素の間には五十年間の永きに亘り一見スパイラルの関係⁽⁶⁾を示したのもあつた(之の物理的意味は今の處付け難いが)。兎に角上記の結果を如何に説明するかは前年の黒點の多少が東北夏の気温に如何なる過程を取つて影響するか機構が知悉される迄は難しい。併し次の事は考へられる。即ち微妙なる自然の調和の下 A なる現象が増大する程その結果として B も (+) の方へ増大するが A が或程度以上大となると今度は逆に (-) の方への結果が出て来る。そしてこの場合この限界が黒點面積 6, 15 となつて居るものと思はれる。この種の事は自然現象には尠くない。

兎に角自然のこの調節作用がないならば例へば氣象現象は太陽活動に其の總ての根本を置くが故に黒點其の他の烈しい變動に伴つて氣候も猛烈に變動するであらう。

(2) 東北夏期気温と前年の潤濁度 S との関係 前項で述べた如く東北夏の気温は太陽黒點に影響される事が大きいから單に潤濁度 S と気温とのみの関係を調べたのでは兩者の関係は判然としない。そこで第 3 表から第 10 圖の如く縦軸に S 、横軸に黒點面積 D を取り其の交點に翌年夏の気温を記入して等温線を畫いて見た。宮古及東北の 7 月及 7, 8 月平均気温とに就て何れも同傾向を示して居る。

圖より黒點が如何なる場合も気温は S が大きい程即ち潤濁度が大きい程低くなつて居て殆例外

第 10 圖



がないのが見られる。併し S の気温に対する影響は黒点面積に依つて濃淡があり、例を東北 7 月のものに取れば、黒点面積 6 以下では気温は S の増加と共に急激に低下して居るが 6 以上ではそれ程でもない。これは黒点面積の小さい時には太陽活動も弱いから大気湿度の僅かな増大もその影響する所大となると考へて説明される。(尙本圖は大正 14 年以後の材料であるが第 9 圖同様氣

温と黒点との関係は略、正弦曲線となつて居るのが見られる)。

斯くて黒点を考へに入れない S と気温との関係は明瞭でないが今試に第 10 圖より面積 6 以下の場合の S と気温との関係を示すと同圖右端の如くなり何れも兩者の関係は密接な負の関係を示して居る。この場合には三者の関係は $t = a + bS + cD$ の如き式で略、表はされる様であり例を東北 7 月の場合に取りれば $t = 25.0 - 10(S - 2.4) - 0.5D$ となり、之より計算した値と實測値との関係は第 11 圖の如くで兩者の相関係数は数が少いから餘り意味はないが $+0.76$ になつて居る。(尤も第 10 圖右端のものからも判る如く黒点面積 6 以下では大小を考慮に入れなくとも気温と S とは相當密接である)。第 1 部で述べた如く S は可なりよく透過率を表はすがそれでも完全とは言へない。若しも透過率の實測値を用ひたならばもつと好い結果を得るものと思はれる。

兎に角第 10 圖は整然たる関係であるから之から東北夏の気温は 1 月中に豫想出来る譯である。

(3) 東北夏期気温と前年の透過率 P との関係

東北夏の気温と前年の湿度 S との関係は前項の如く密接であるがそれでは實測せる透過率 P との関係はより密接な管であるが、果して如何か。材料は少いが第 3 表より宮古 7 月の気温と P との関係は第 12 圖の如くなり、この場合黒点は考慮に入れなかつたにも關はず兩者は正の関係を示して居る。即ち前年の透過率が大きい程東北夏の気温は高くなつて居り、此の事は前項 S と気温との関係の誤でない事を示して居る。(P は表に示す地點の平均である)

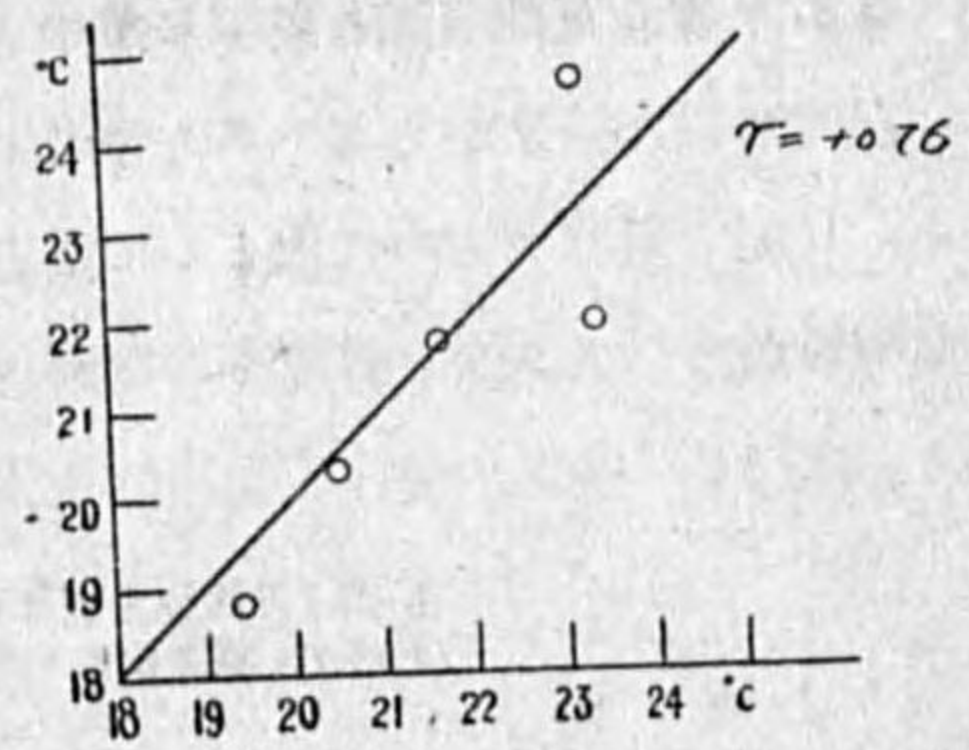
(4) 結局

東北地方夏期気温は透過率と密接な正の相関がある事が判つた。又當年の透過率 (S との関係から) とは密接な負の相関があるが之は見掛けのものらしい事も判つた。

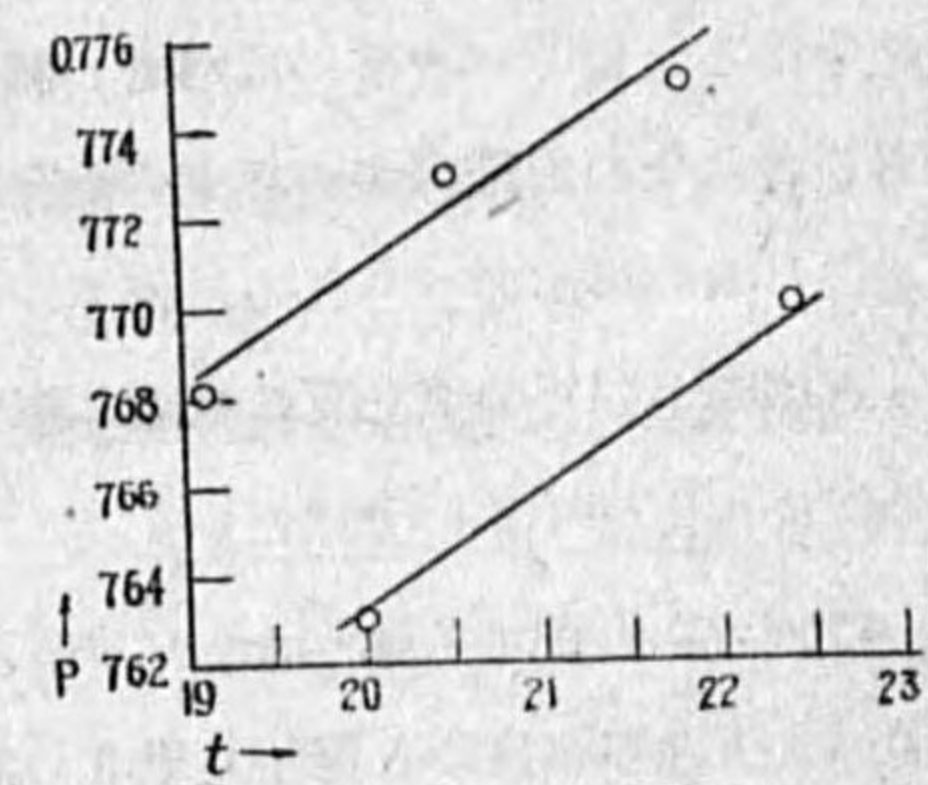
岡田先生が火山の爆發が冷害の原因となつた實例として天明 3 年、天明 5 年、天保 6 年、明治 16 年、明治 45 年、昭和 5 年、昭和 8 年の火山爆發を擧げられて居るが何れも爆發の翌年に冷害が起きて居て當年の事は明治 35 年に 1 回しかない。之は大気湿度は當年よりも翌年の気温に影響すると言ふ本文の結果を裏書して居る。

尤も降灰甚しく恰も雲霧の如く東北地方の空を掩ふ様な時は之は直接日射を遮るから別な機構で

第 11 圖 東北地方 7 月気温實測と計算比較
 $t = 25.0 - 10(S - 2.4) - 0.5D (D < 6.0)$



第 12 圖 前年の P と宮古 7 月の気温との関係

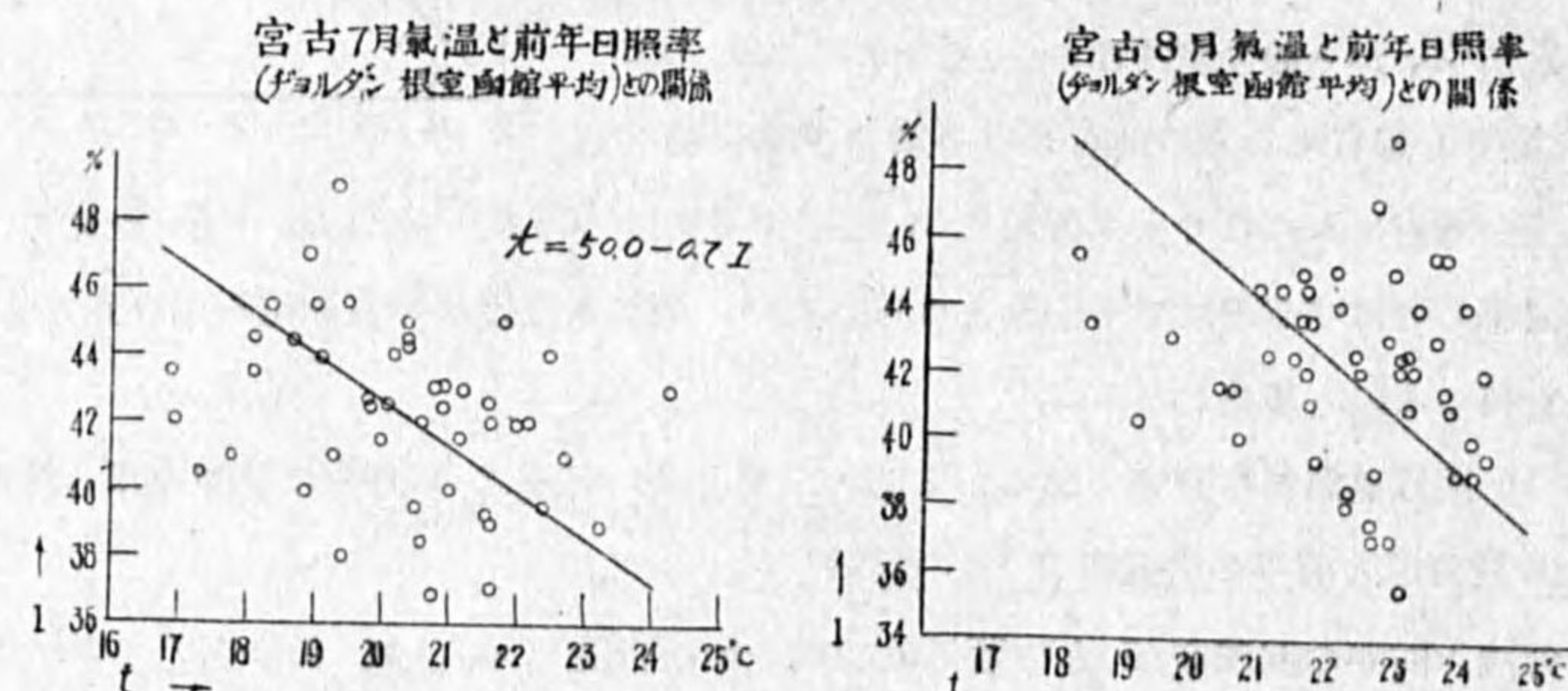


冷害が起きる譯であるが之は特に猛烈な爆發の際のみであるから實際問題としては少く、本文の結果の如く大氣潤濁の爲翌年の氣壓配置に影響して冷害を起す機構が冷害の大部分を占めるものと思はれる。尙大氣透明度が悪いのは火山爆發のみに依らないから原因は唯一ではない。

§3. 東北夏期氣温と前年日照率との關係

前章に得た結果から考へると東北夏の氣温と前年の日照率とは一應正の相關がある事が豫想される。其處で東北地方の代表として宮古7月及8月の氣温を取り、日照率に就ては永年の値を欲した關係からチヨルダン日照率の根室、函館の平均を取つた。兩者の關係を示したのが第13圖である。

第 13 圖



之を見ると驚くべき事には兩者の關係は豫想に反して負の相關を示して居る。之に對して残念ながら著者は今の處證明すべき充分な論據を有たない。

併し次の事が考へられる。即ち

透過率が翌年の東北夏の氣温に影響する過程は透過率が其の年の氣温に影響して其の結果翌年夏の氣温に影響するのではない。

§1の第8圖でも述べた如く S と其の年の氣温とは正の相關がある(即ち透過率とは負の相關)従つて透過率が良くと翌年夏東北の氣温が高いとの前章の結果は透過率が良くと其の年の氣温が高く其の結果翌年の夏の氣温が高いと言ふ過程でなく反つて逆とも思はれる。依つて本章の結果火山の爆發等の特別な原因に依る大氣潤濁がない際は日照の多い即ち天氣の良い年に卓越する氣團は透過率が悪く、其の様な年の翌年には氣温の低い氣團が卓越する。と言ふ様に考へられる。岡田先生は前冬の透過率が悪いと北方の低温が起り之が冷害の原因になると述べられたが、今の調査は前冬でなく前年であるのでこの場合の前冬の透過率の場合とは別な機構で即ち火山の爆發の有無、卓越する氣團の種類に依り其の年の透過率の良否を生じ之の爲太陽輻射に強弱を起させるのは勿論であるが之が直接北方の氣温に影響すると言ふよりも氣壓配置其他に影響し、大氣循環に變化を生

じ延ひては翌年の東北地方夏の氣温に影響するものと考へられる。併し之等に関しては充分なる研究を要するものと思はれるが要するに前年の透過率の良否が翌年夏の東北の氣温に影響する過程は唯單に局部的に考へてはならないで透過率が太陽輻射等を通じて大氣の大循環に變化を起させる結果である事は間違ひないと思はれる。それにも拘はず本項の結果は岡田先生の火山の爆發が東北凶冷の原因であると御説は支持して居る。

結 語

以上第2部では東北地方の氣温は前年の透過率と密接な相關があり、特に之に太陽黒點を導入する時は兩者の關係は非常に密接となる事が判つた。他に東北夏の氣温と前年の黒點、日照率との間にも興味ある種々の事實ある點を指摘した。

結 論

初めに本稿に於て調査した事項の概要及得られた結果を列記する。

(1) 第1部に於てはチヨルダン及カンベル日照計に依る日照率の差 S が大氣透過率 P を表はす事に就て種々な角度から調べた。

そして次の結果を得た。

- (a) S は緯度の増すに従つて直線的に増大する。
- (b) S は整然たる四季變化をする。
- (c) S と透過率 P との關係は土地に依り、緯度に依り異なるが同一地點に於ては負の直線關係を示す。即ち S は透過率を表はす。

(2) 第2部に於ては東北地方夏期氣温と S 及太陽黒點並日照率との關係を求めて次の結果を得た。

- (a) 東北地方夏の氣温(以下單に氣温と言ふ)は前年の S と負の相關がある(即ち前年の透過率と正の相關がある)
- (b) 氣温と前年の太陽黒點とは密接な相關があり兩者は略々 Sin curve をなす。
- (c) (b)の事實を考慮に入れた際の(a)の關係は特に整然となる。
- (d) 氣温は當年の S とは密接な正の直線關係を示す(即ち透過率とは負)
- (e) 氣温は前年の日照率と負の相關を來す。

(3) 以上の結果に對する考察を種々な角度から行つた。

(4) 併し黒點に關する事柄、氣温と透過率、氣團と透過率等種々興味ある事實を指摘するに留めて其の究明は將來の問題とした事も多い。

(5) 以上の如く S の様な間接の透過率を用ひてもこの結果を得た事を考へると實測の透過率の充分な數があるならば尙重要な結果を得られるものと思はれ、日射觀測のより以上の集積を願つ

て止まない。又以上の結果から黒點、透過率、日照率を知る事に依り東北地方の夏の気温は第 10 圖等より其の年の 1 月中に長期豫報が出来、從來のものに稍、確度を加へた様に思はれるが之に關しては之を主として調べて見たいと思つて居る。

終りに岡田先生、藤原先生には常に御指導下され、特に藤原先生には激務御多忙の中に御閲讀を賜り、又畏友櫻庭信一君は代讀の勞を取られ激勵する處あつた。記して深謝する次第である。又伊吹山測候所の照會に對して御多忙中早速御通報下さつた各測候所及其の受付整理に盡力された尾木美代子嬢に感謝する。(昭和 16 年 7 月於伊吹山測候所)

附記 昭和 16 年夏の東北地方の気温は相當に低かつた。従つて本調査の結果より考へれば昭和 15 年の潤濁度 S は大であるべきであるが實際には相當に小さい。之に關しては尙突込んで調査の要があるが、此處に考へられる事は最近用紙不足の爲日照計用紙の紙質が變化した事である。元來日照計記象紙讀取の際淡い部分に對しては相當デリケートであるので此の様に紙質の變化も大きく影響して來るものと思はれる。此の意味に於て本編の S を取るよりも實際の透過率 P を用ひる方が好い事は勿論である。併し本編では材料を多くする爲に S を代用した。昭和 15 年中の P に就ては今の處資料不足にて検討して見ない

文 献

- (1) 岡田武松：東北地方凶冷の原因 天氣と氣候 第 1 卷 8 號。
- (2) 北澤貞男：東北地方に於ける 8 月気温の早期豫想に就て 氣象集誌 第 16 卷 9 號。
須田瀧雄：夏期月平均気温の不同(變化度)に就て 測候時報 第 11 卷 5 號
- (3) 未發表
- (4) 藤原吹平：氣象と人生 p. 98-104.
- (5) 拙稿：氣候の遅れ進みに就て(天氣と氣候, 第 4 卷 3 號, 4 號)にても之等に關して少しく述べた。
- (6) 前項の調査に當つて經驗されたが不發表。

大氣の擾亂の研究(第八報)

正 野 重 方

第十四章 前線帯に於ける水平安定度の吟味とその應用

(i) はしがき

前節に於ては前線帯に於ける水平安定度の問題を取扱ひ、前線帯に於ける安定度の規準を求め、簡単な吟味を行つた。その結果に依れば前線帯は普通漠然と不安定域の様に考へて居るが實は水平方向に對して可成りの強度の貫入的安定度を持つことが判つた。

本章に於ては前述の安定度の規準に對して更に詳しく吟味を行ひ、その規準の應用例の若干に就て論じようと思ふ。

(ii) 規準式の吟味

前章(13-23)は次の如くなる：

$$\frac{K_s}{T} \left\{ \frac{\partial T}{\partial s} + \Gamma_{ks} \right\} + 2\omega \sin \varphi \left\{ \frac{\partial v'}{\partial s} + \left(\frac{v'}{r} \cos \beta + 2\omega \cos \varphi \right) \tan \varphi \cos^2 \beta \right\} \geq 0 \quad (13-23)$$

但し

$$ds = -rd\varphi, \quad K_s = -2\omega \sin \varphi v', \quad \Gamma_{ks} = \frac{k-1}{k} \frac{K_s}{R}$$

之は簡単にすれば次の様になる：

$$-\frac{v'}{T} \left(\frac{\partial T}{\partial s} - \frac{k-1}{k} \frac{2\omega \sin \varphi v'}{R} \right) + \left\{ \frac{\partial v'}{\partial s} + \left(\frac{v'}{r} \cos \beta + 2\omega \cos \varphi \right) \tan \varphi \cos^2 \beta \right\} \geq 0 \quad (14-1)$$

上式に於て第一項と第二項の大きさを比較して見よう。

$$T = 300, \quad k = \gamma, \quad \varphi = 30^\circ, \quad \tan \varphi = \frac{1}{\sqrt{3}}, \quad \cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad \sin \varphi = \frac{1}{2}$$

$$2\omega = 1.46 \times 10^{-4} \text{ C.G.S.}, \quad g = 980 \text{ C.G.S.}, \quad r = 6350 \text{ 浬} = 635 \times 10^6 \text{ cm}$$

以上の値は假定とは云ふものの可成り一般性のある値である。

$v' = 3.2 \text{ m/sec}$ と採れば $\frac{v'}{T} = n \text{ C.G.S.}$ になる.

$$\frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{2\omega \sin \varphi v'}{R} = \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{g}{R} \frac{2\omega \sin \varphi v'}{g} = 2.2 \times 10^{-6} \text{ 0/100 m} = 2.2n \times 10^{-3} \text{ 0/100 km}$$

従つて

$$\frac{\partial T}{\partial s} = m \text{ 0/100 km の場合}$$

$$-\frac{v'}{T} \left(\frac{\partial T}{\partial s} - \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{2\omega \sin \varphi v'}{R} \right) = -n(m - 2.2n \times 10^{-3}) \times 10^{-7} \text{ C.G.S.}$$

茲に n, m は共に 10 以内の量である事に注意しなければならない.

前線域に於ては

$$\frac{\partial v'}{\partial s} \approx l \text{ m/sec/100 km} \approx l \times 10^{-5} \text{ cm/sec/1 cm}$$

但し l は 10 以内の量である.

更に

$$\frac{v'}{r} \cos \beta = \frac{3n}{635} \times 10^{-4} \cos \beta \text{ C.G.S.} = 4.72n \times 10^{-7} \cos \beta \text{ C.G.S.}$$

$$2\omega \cos \varphi = \sqrt{3} \times 7.3 \times 10^{-5} = 1.03 \times 10^{-4} \text{ C.G.S.}$$

従つて $\frac{v'}{r} \cos \beta$ は $2\omega \cos \varphi$ に比べて省略出来る. $\varphi = 60^\circ$ に於ても $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 倍になるだけであるから, 省略出来る.

従つて第二項は

$$\frac{\partial v'}{\partial s} + \omega \cos^2 \beta = (l + 7.3) 10^{-5} \text{ C.G.S.}$$

になる.

結局緯度 30° に於て水平安定規準の方程式は次式で與へられる:

$$-n(m - 2.2n \times 10^{-3}) \times 10^{-2} + (l + 7.3 \cos^2 \beta) \geq 0 \quad (14.2)$$

前線帯に於て考へられる最大値 $m = n = 10$ の場合に於ても第一項は最大値 1 であり, 第二項の 7 分の 1 以下であり, 普通は遙かに小さく, 第一項は第二項に比べて省略出来る.

従つて規準式としては

$$l + 7.3 \cos^2 \beta \geq 0 \quad \begin{matrix} \text{安定} \\ \text{不安定} \end{matrix} \quad (14.3)$$

を得る.

第二項は常に正であるから, 安定化項である. 此の安定化項は $\beta \rightarrow 90^\circ$ 即ち不連続線が南北に近づく程小さくなる.

l は正の場合に安定化項であり, 負の場合には不安定化項になる.

(14.3) が零になる l の値は次表の如くなる.

β°	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$-l \text{ m/sec/100 km}$	7.3	7.08	6.45	5.48	4.29	3.02	1.83	0.85	0.22	0

此の値の場合水平方向に中立であるといふ譯ではない. 何故なら此の値の附近では省略した温度分布に関する項が大きくなり, 中立状態は此の値よりずれる. 厳密には (14.1) 又は (14.2) に於て吟味しなければならない.

不連続線の走向が南北の場合安定項がなくなるから省略した第一項も考慮しなければならない.

以上は緯度 30° に於て吟味したのであるが他の緯度に就て吟味しよう.

緯度 30° では $2 \sin \varphi = 1, 2 \cos \varphi = \sqrt{3}$ とあるから, 之を注意すれば容易に次の結果を得る.

$$\frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{2\omega \sin \varphi v'}{R} = 4.6n \sin \varphi \times 10^{-3} \text{ 0/100 km}$$

従つて

$$-\frac{v'}{T} \left(\frac{\partial T}{\partial s} - \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{2\omega \sin \varphi v'}{R} \right) = -n(m - 4.6n \sin \varphi \times 10^{-3}) \times 10^{-7} \text{ C.G.S.}$$

更に

$$\frac{v'}{r} \cos \beta = 4.72n \times 10^{-7} \cos \beta$$

に對して

$$2\omega \cos \varphi = 14.6 \cos \varphi \times 10^{-5} = 1.46 \times 10^{-4} \cos \varphi \text{ C.G.S.}$$

であるから,

$$\cos \varphi = \frac{4.72}{1.46} n \times 10^{-3} \leq 3.2 \times 10^{-2}$$

即ち

$$\varphi > 88^\circ$$

以上に於て同程度になるのであり, 然も此の値は $n = 10$ といふ非常に大きい値に就いて採つたものであるから, 普通の場合 $\frac{v'}{r} \cos \beta$ は $2\omega \cos \varphi$ に比べて省略して差支へがない.

結果 (14.2) の代りに次式を得る.

$$-n(m - 4.6n \sin \varphi \times 10^{-3}) \times 10^{-2} + (l + 14.6 \sin \varphi \cos^2 \beta) \geq 0 \quad (14.4)$$

を得る, 更に上式は

$$-nm \times 10^{-2} + l + 14.6 \sin \varphi \cos^2 \beta \geq 0 \quad (14.5)$$

又は

$$l + 14.6 \sin \varphi \cos^2 \beta \geq 0 \quad (14.6)$$

m, n は 10 になる事は殆んどなく普通高々此の半分位であるから大體に於て (14.5) の代りに (14.6) を用ひても差支へがない.

(14.5) 又は (14.6) に於て著しい事は安定化項 $14.6 \sin \varphi \cos^2 \beta$ は高緯度に於て著しく大きい事

である。第 1 表は此の安定化項の大きさを示すものである。単位は m/sec/100 km である。

第 1 表

β	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2.5	2.4	2.2	1.9	1.5	1.1	0.6	0.3	0.1	0
20	5.0	4.9	4.4	3.8	2.9	2.1	1.3	0.6	0.2	0
30	7.3	7.1	6.5	5.5	4.3	3.0	1.8	0.9	0.2	0
40	9.4	9.1	8.3	7.1	5.5	3.9	2.4	1.1	0.3	0
50	11.2	10.9	9.9	8.4	6.6	4.6	2.8	1.3	0.4	0
60	12.6	12.2	11.1	9.5	7.4	5.2	3.2	1.5	0.4	0
70	13.7	13.3	12.1	10.3	8.0	5.7	3.4	1.6	0.4	0
80	14.4	14.0	12.7	10.8	8.5	6.0	3.6	1.7	0.4	0
90	14.6	14.2	12.9	11.0	8.6	6.1	3.7	1.7	0.4	0

上表に依ると例へば $\beta=0$ の場合 30° と 60° とでは 1.7 倍位の安定度の差異がある。

高緯度に於ける不連続線は可成りに鋭いものであるが、それが低緯度に來ると非常にぼやけて來る。特に熱帯地方では此の事は一層顯著である。此の事實は本論文講演の際藤原先生より特に注意されたる重要な事柄である。理由は今の所決定的になつて居ないがその理由の大きいもの一つとしては上述の如く安定項の緯度變化に歸すると好都合の様に考へられる。即ち同じ様な氣流の收態 l が同じでも緯度が高くなる程 $14.6 \sin \varphi \cos \beta$ が大きくなり、従つて安定度が大きくなり、前線の法線方向の交換が小さくなり同様な氣流状態に對しても兩氣塊が密に接觸して鋭い前線帯又は不連続線が生じる様に考へると都合がよい。決定的な説明は實例により改めて行ひ度と思ふ。

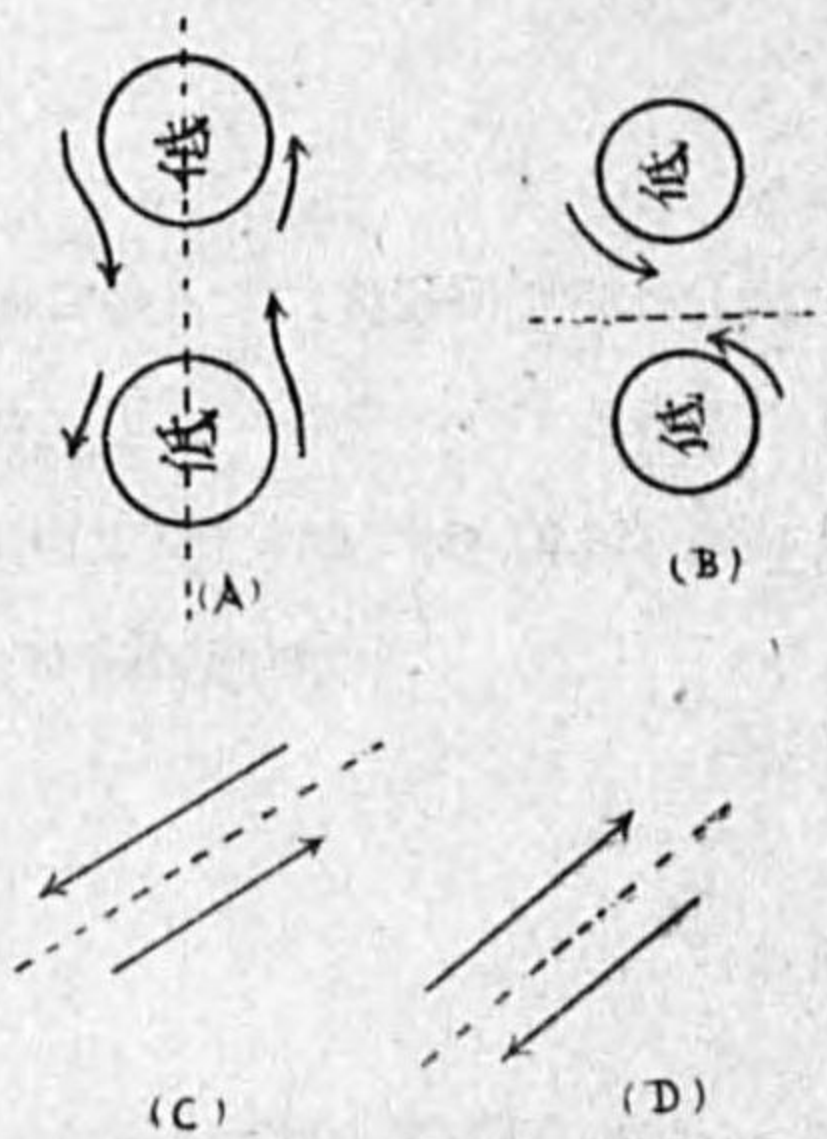
(iii) 二つの低氣壓間に發生する二次的不連続線の安定度

二つの低氣壓間に二次的に發生する不連続線の安定度就て論じて見る。

例へば二つの低氣壓の間隔が次第に近づいてゆくとき、或程度迄近づくと之等の中心間を結ぶ不連続線が天氣圖上に於て描かれる。此の場合 A 型のものが普通に現れるのであるが B 型のもは殆ど見掛けない。此の理由は何であらうか？

二つの低氣壓の中心を結ぶ線に沿つて氣壓の谷が形成されてしまつた後であれば勿論氣流が A 型になるのは當然であるが、二つの獨立した低氣壓が近づく場合先づ第一に氣壓の谷が之等の中心を結ぶとは考へられず A 型の氣流型が出來てから、氣壓の谷が出來ると考へた方が力學的に妥當の様に考へられる⁽¹⁾。

第 1 圖



(1) 大規模の前線帯(上層迄及ぶ)があり、之に従つて低氣壓が發生するといふ場合の問題とは違ふ事に注意する必要がある。

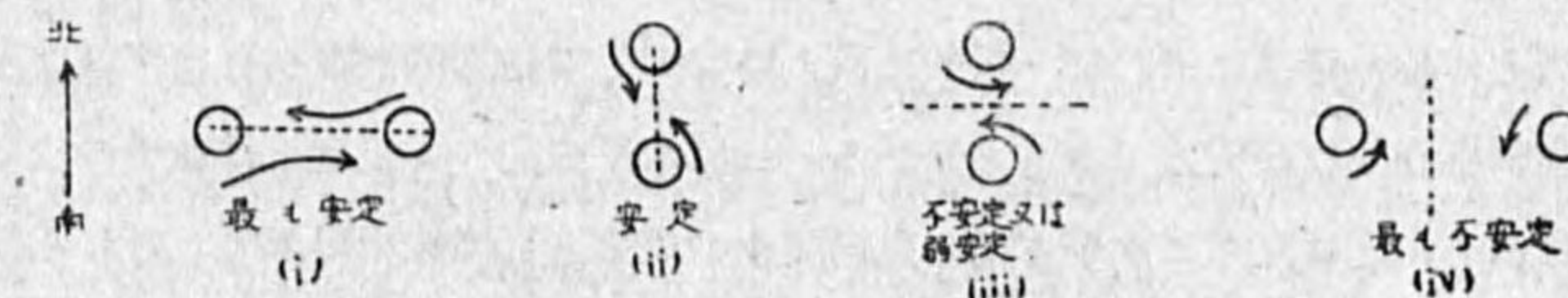
さう考へると氣流が A 型になるか B 型になるかは別の方より定めなければならないのである。此處では此の問題を取扱ふことを目的とするのである。上と同様の問題に屬するのであるが C 型の不連続線は普通に見掛ける所であるが、D 型は殆ど現れない。此の事も同一論法で論じられるのである。

(14.5) に於て $l < 0$ の場合此の項は不安定項となり、此の項の絶対値が第二項に比べて大きい場合にはその構造は不安定になる。前章第 4 圖の座標の定義と比較すると本章第 1 圖 A, C では $l > 0$, B 及 D では $l < 0$ になることが容易に判る。従つて第 1 表で與へた値より l が大きく負の場合大體に於て構造は不安定になる。従つて B 及 D では小さい水平擾亂(初期擾亂の發生原因は地形の不整が主要要素となるのであらうと考へられる。)があれば直ちに構造が崩壊してしまふのである。

安定項 $14.6 \sin \varphi \cos \beta$ は緯度が高くなる程大きくなり、その事と高緯度に於ける前線帯が著しく鋭く、緯度が低くなる程鋭さが鈍つてゆく事とが關係のあることは前節に述べた處である。今緯度を一定にすれば $\beta=0$ 即ち前線帯が東西に走る場合最も大きくなり、 $\beta=\frac{\pi}{2}$ の場合即ち前線帯が南北に走る場合に最小になる。

以上の説明により次の如き關係が概略的に成立する事が判る。

第 2 圖



(i) 型は梅雨型の氣壓配置に屢々現れるもので此の型は非常に安定である。此の様な構造では冷氣塊と暖氣塊が接觸する場合でも水平の混合が非常に起り難い。

(ii) 型は移動性の低氣壓に於てよく現れるもので普通は (i) と (ii) の中間の場合がよく現れる。

(iii) 型は時々現れるが壽命は短い。 $(\partial v / \partial s)$ の大きさにより安定にも不安定にもなるが何れにしても弱い安定又は不安定である。

低氣壓間に於て混合霧が發生することがあるが多分此の様な型の場合に多く現れるのではなからうかと推察される。如何なる型の場合に霧が發生するかは特に實際に就て研究する價値のある重要な問題である。

以上の様に低氣壓間に發生する不連続線に關して述べた事と同様の事が次の如き場合にも成立する。

第 3 圖



(iv) 水平安定度と水平交換係數

水平交換といふ概念は Schmidt の垂直交換の概念の擴張として Defant に依り採り上げられ、大氣の大循環に對して高低氣壓が微渦の役割を果すものとしてその係數も 5×10^7 C.G.S. 程度の値を得た。猶此の思想に従ひ R. Hillebrand⁽¹⁾ は中歐地方に於ける氣候學的問題に關する研究を行つた。然し一方 Douglas は大氣大循環の偏西風に對して高低氣壓を微渦の作用として導入し交換の計算を行つたのでは餘り大き過ぎ、實際と合はない事といふより、高低氣壓は所謂交換現象に於ける微渦の作用をするのではないといふ結論を得て居る。兎に角水平交換の問題には未だ相當基礎的の方面に問題が残つて居る様である。茲に述べようとする事は水平交換の根本問題に完全なる解答を與へようとするものではないが水平交換現象に關して從來考へて居なかつた重要な特徴に就いて述べて見度いと思ふのである。

前節又は前章の結果より水平方向の安定度に主な項は風向の變化であつて密度差は比較的に第二義的である。又その時の結果に依れば一般的に或る點の附近で逆施的渦度が存在すれば不安定であり、順施的渦度が存在すれば安定であると云へる。茲に水平方向の安定度とは粒子の位置交換に關するものであるから、之は直ちに水平方向の亂渦發生の規準として採用出来る。むしろ元來此の意味に於ける安定だと考へた方が却つて眞に近いかも知れない。

Richardson や Prandtl, 荒川博士等の見解に従へば亂渦性歪力により消費されるエネルギーが安定度を破り變位するためのエネルギーより大きければ亂渦は發生するといふ事である。彼等の結果によれば前者に關する項は速度傾度の二乗で常に正であり、安定度に関する方は安定又は不安定に従ひ正又は負になるから、不安定の場合は常に亂渦は發達するといふ結果になつてゐる。彼等の結果は垂直方向の安定度に関する議論であるが荒川博士は水平方向の亂渦發生に就て論じられた形式が少し違ふので此の様なことが云へるか否かは判らないが物理的の意味から云へば同様の事が云へなければならぬ筈である。兎に角安定の場合には水平方向の交換は激しくなる事は確かである。

扱て交換により移動する運動量は從來の形式に従へば

(1) Veröff. Geophys. Inst. Univ. Leip. 11, 312-392 (1939).

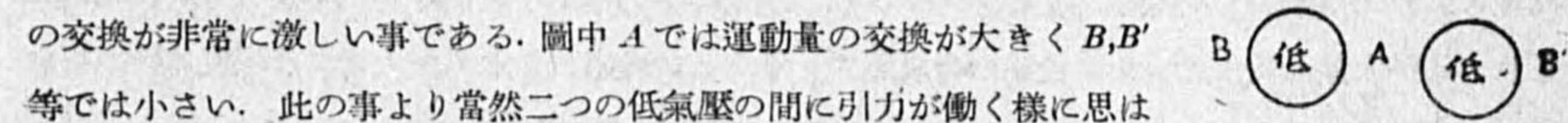
$$-A \frac{\partial m}{\partial y}$$

になる。例へば Prandtl 流の混合距離に關する理論に従へば

$$A = \overline{\rho v' l'}$$

になる。茲に v' は y 方向の亂渦速度、 l' は混合距離である。之は或る點に於ける粒子が v' なる流れに直角の速度擾亂を受けて l' だけ直角に動き周囲の氣流と混合するといふ考へで導いたものであるが安定度を考慮する時には之等の量は如何に考へるべきであらうか。此の場合に於ても決して A が定義出来ないとは限らないが不安定の場合には擾亂が次第に發達し構造が崩壊してしまふ様な場合には勿論全然意味がなくなる。水平方向の安定度は速度分布によるから、結局氣壓配置に關係するといふことになる。従つて A の値が定義出来る様な場合でも場所により又方向により A の値が著しく異つてゐるのである。即ち A は異方性、非一様性なものである。この事より注意される事柄は二つの低氣壓の間では不安定の構造になつて居る。即ち運動量

第 4 圖



の交換が非常に激しい事である。圖中 A では運動量の交換が大きく B, B' 等では小さい。此の事より當然二つの低氣壓の間に引力が働か様に思はれる。未だ數式的に此の事柄の表現式が完全に得られてないが岡田の法則は此の様な考へより證明出來さうである事を示唆して置き度い。

(v) 物理的説明

安定度に關する規準の示してゐる事柄は要するに北半球に於ては東に動く粒子は南へ轉向力を受ける。即ち一般に運動する流體は右にそれるといふ簡単な事柄により理解される。更に前線帯の走向と安定度との關係に就いては子午線面の赤道への投射は面積零であり、従つて子午線内の運動はその断面の經度が變つても變化しないので、そのための影響を受けないが地軸に垂直な断面では緯度が變れば赤道面への投射面積が變るといふ事を考へれば理解出来る。之等の事柄により前線帯の水平安定度の規準の意味を容易に理解する事が出来る。

以上の様に前線帯は安定なものであるが之にはノールウエー學派の所謂 Shearing instability に關する項が考慮されて居ないからである。之に就いては一層詳細な吟味を行ひ度いと思つてゐる。

四季、濠洲大陸に収斂（又は發散）する空氣の總量

崎田千春，藤井 茂，藤沼 育
星野 保，荒川秀俊

我々は濠洲大陸に流入する氣流の總量，又は流出する氣流の總量を求め，以て濠洲大陸の氣候を判斷する一助とすることにした。

材料は米國水路局發行の“パイロット・チャート”印度洋の部，正しくは

Pilot Chart of the Indian Ocean, Hydrographic Office, Washington D. C., 1940.

に載つて居るものを用ひた。このパイロット・チャートには濠洲大陸を包む經度線，緯度線 5 度毎の水域に於ける風配圖（各風向の頻度のみならず，各風向の平均風力をも與へてある）が擧げてある。それで濠洲大陸に最も近い各區域毎の合成風力（風向及び風速）を求めた。これは相當に骨の折れる仕事であるから，1 月と 4 月と 7 月と 10 月との 4 箇月に限ることとした。

但しパイロット・チャートに擧げてある各風向の頻度と靜穩頻度とを合算すると當然 100% 又はそれに近い數値になる筈である。大體はさうであるが，しかし往々過誤であると思はれる場合もあつた。我々はいくらかの場合には一定の係數を乗じて各風向の頻度と靜穩頻度との和が丁度 100 になるやうに補正して計算した。

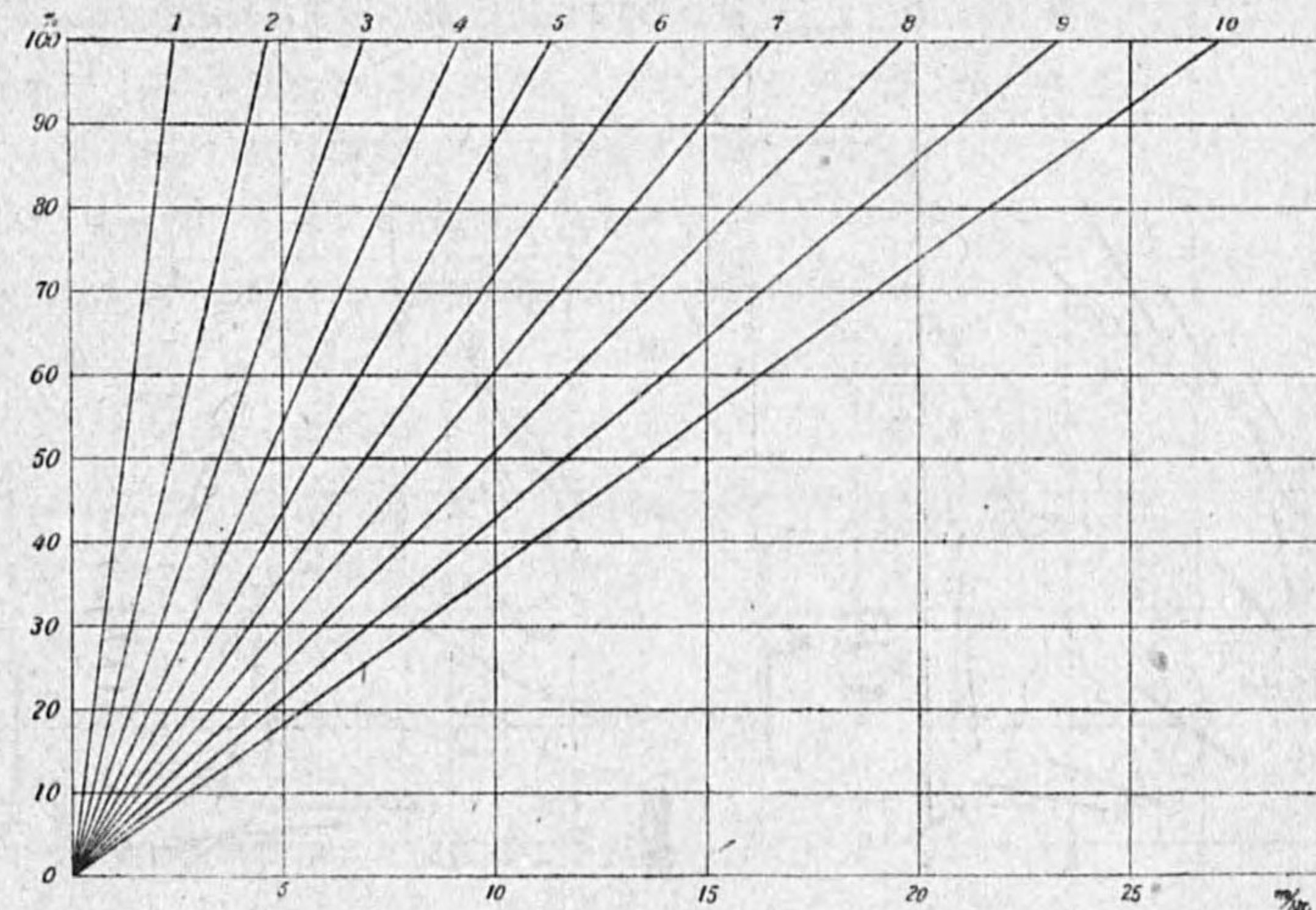
風力はアメリカ式であるから，次のやうな値を假りに相當せしめた。

ビューフォルト風級に對する平均風速

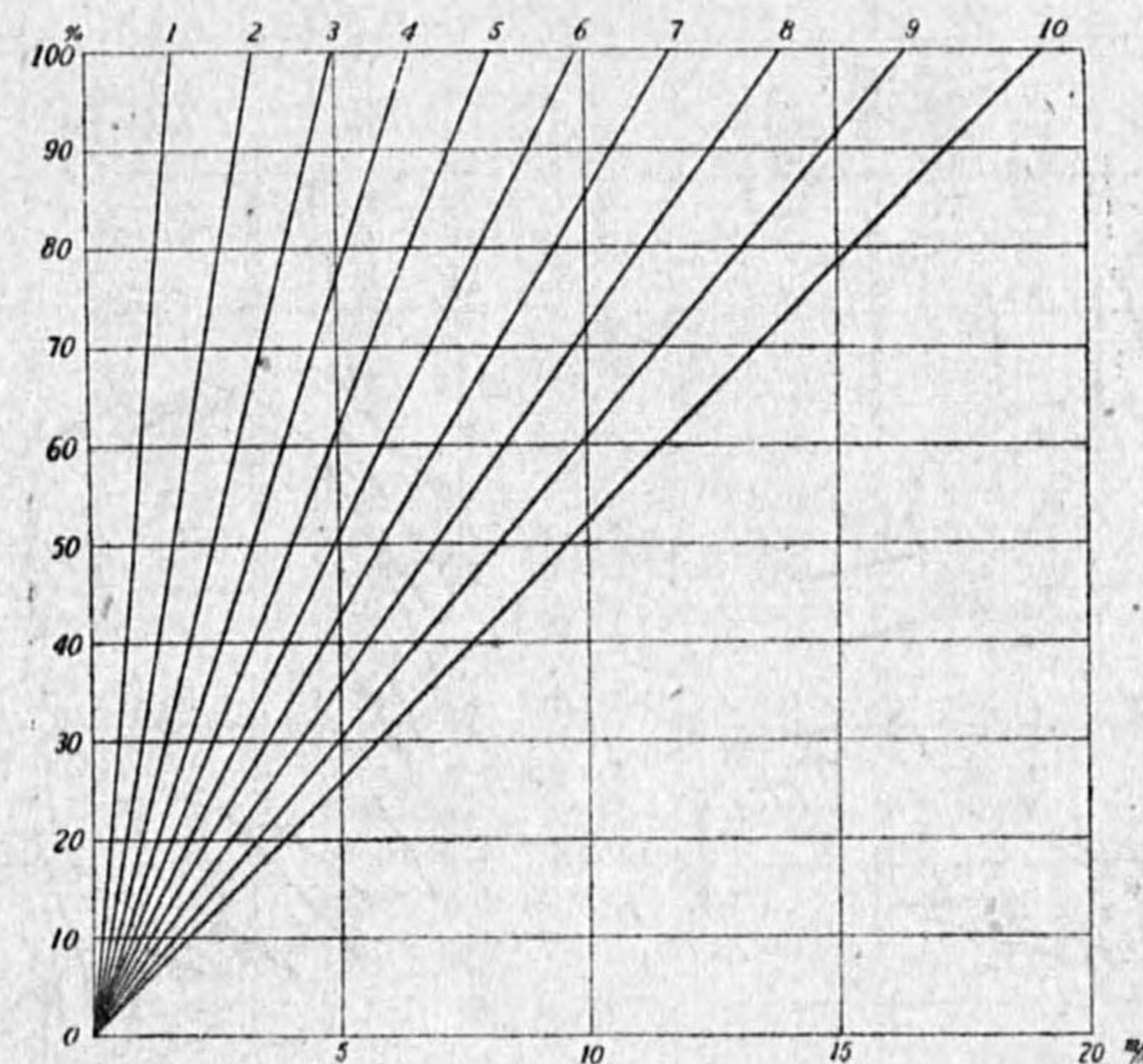
風 級	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
相當風速(米/秒)	2.46	4.69	6.93	9.16	11.40	13.86	16.54	19.67	23.24	27.04

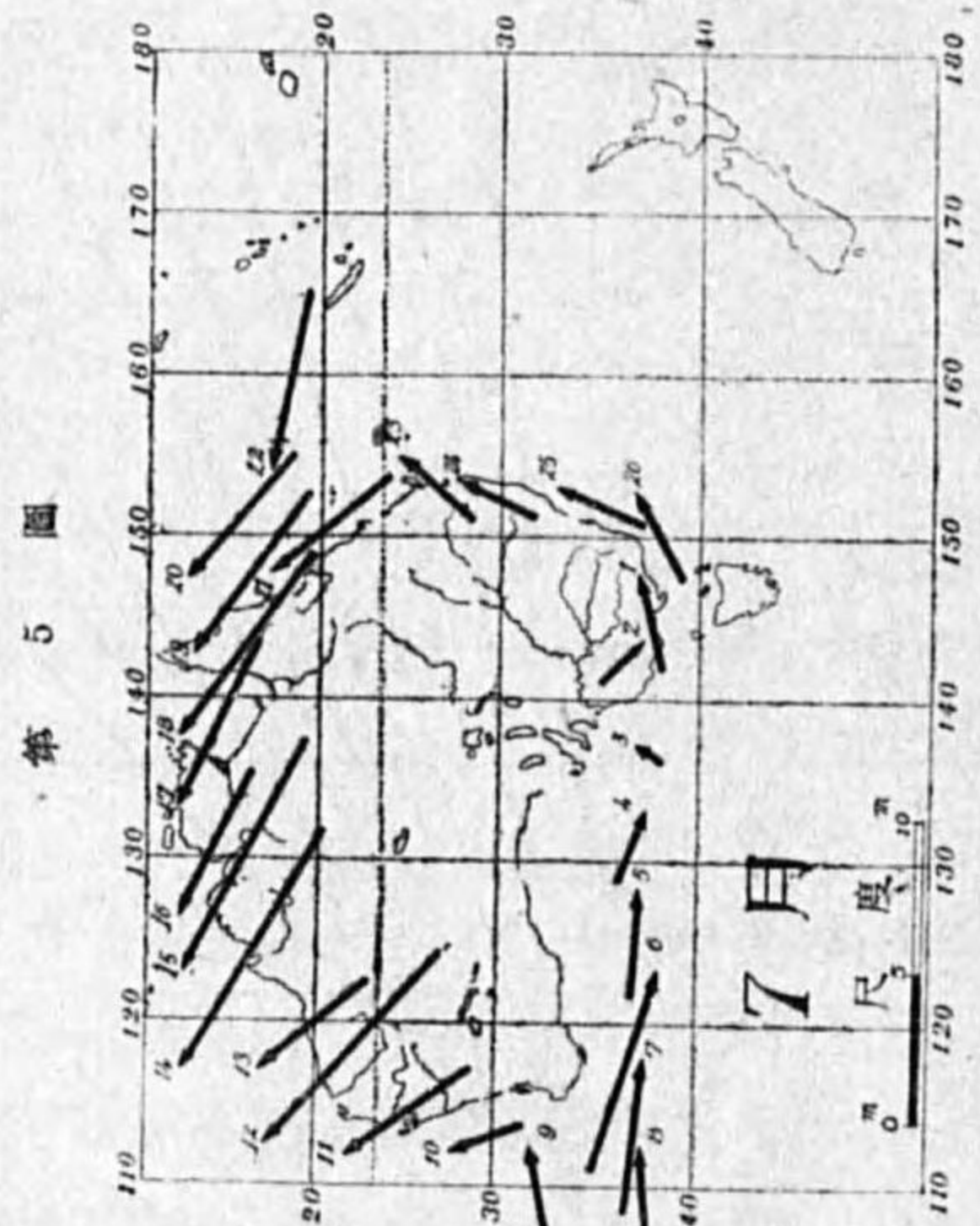
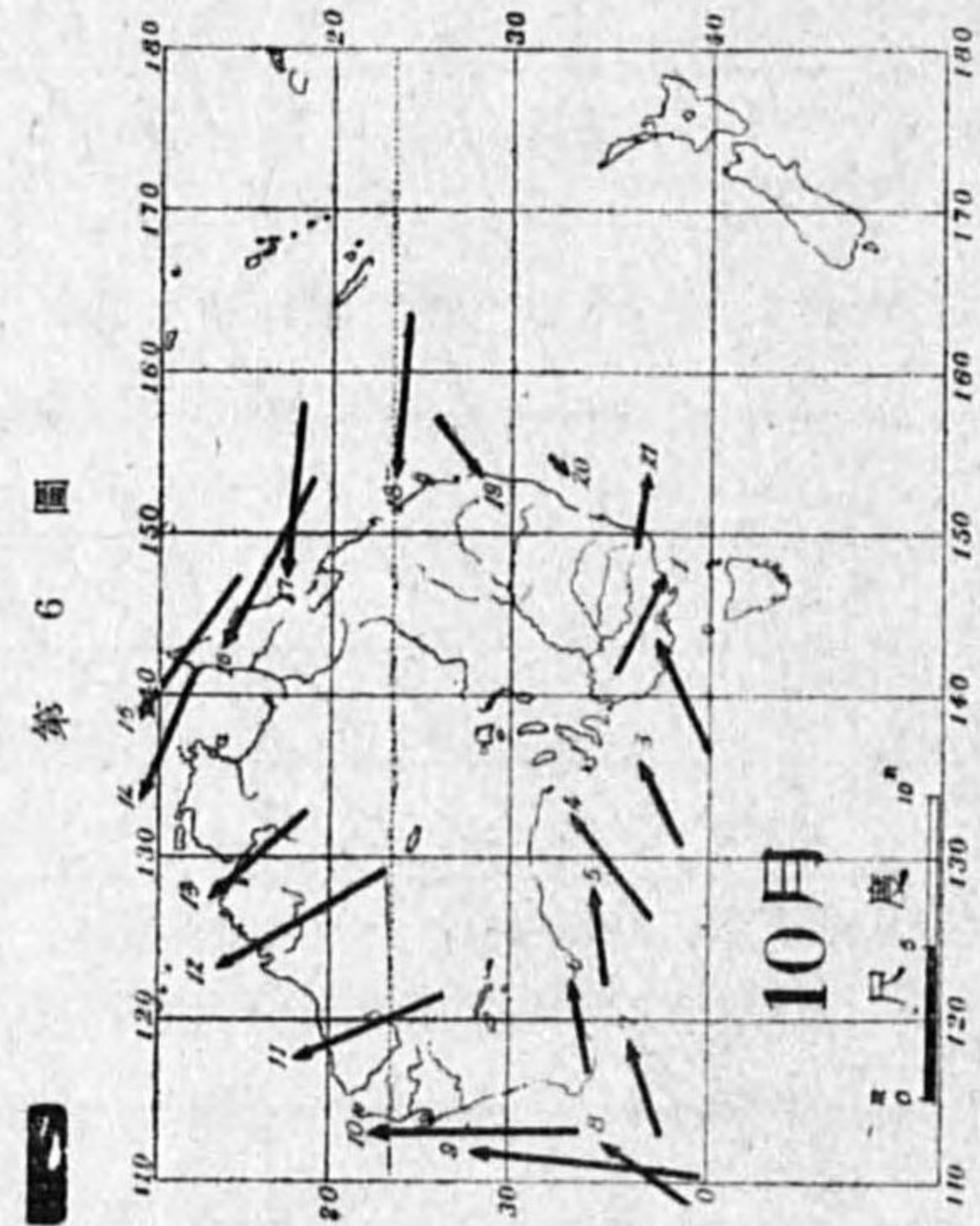
風配圖は 8 方位式を採用して居るから，北分及び東分をとるとき，東，南，西，北の 4 方位はそのまゝで宜しい。しかし，北東，南東，南西，北西の北分及び東分を求めるには $\cos 45^\circ$ を乗ずる必要がある。その上，各方位の頻度も乗ずる必要がある。この二つの手續きを節約する爲めに，次の二つのグラフを利用した。第 1 圖は東，南，西，北の 4 方位の北分及び東分を見付ける爲めに用ひたグラフで，例へば風力 3 で頻度 30% のときは圖から直ちに 2.1 米/秒なることが讀みとれる。第 2 圖は北東，南東，南西，北西の 4 方位の北及び東成分を求める爲めに用ひたグラフである。例へば風力 3 で，頻度 30% の北東風の北分も東分も共に 1.5 米/秒であることが直ちに讀みとれる。

第 1 圖 風速と風力（東風，南風，西風及び北風用）



第 2 圖 風速と風力（北東，南東，南西及び北西風用）





かくて(第一)パイロット・チャートより各地区毎に各風向の頻度と平均風力を讀みとる。(第二)

各風向の氣流の北分及び東分を第1,2圖を利用して簡單に求める。(第三)各風向の氣流の北分及び東方を代數的に加へ合はせる。(第四)北分 N 及び東分 E を用ひて、合成風力 V 及び合成風向 α を求める。

合成風力及び合成風向は第1表に擧げてある。合成風力は勿論

$$V = \sqrt{N^2 + E^2}$$

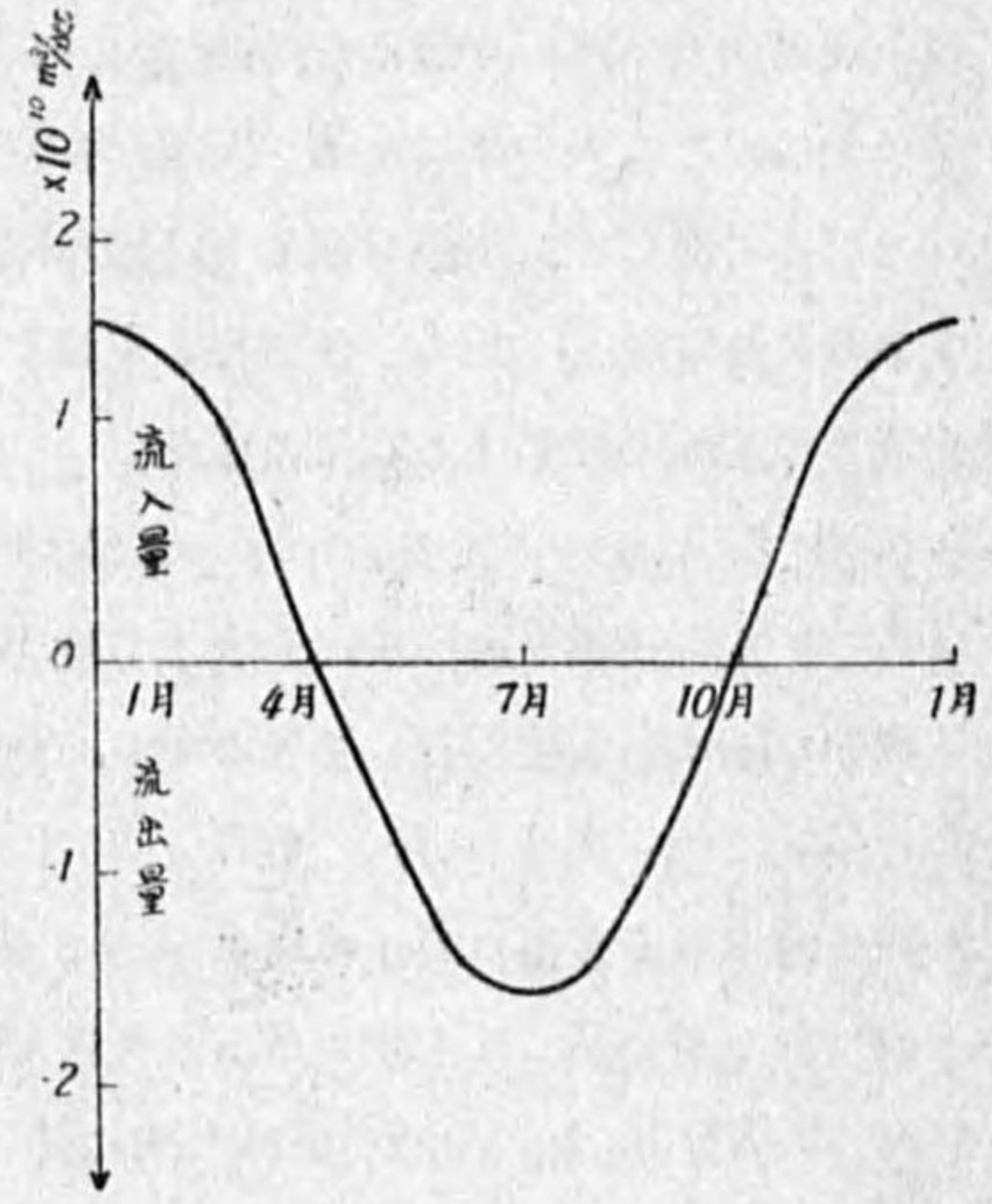
合成風向 α は北を 0° 又は 360° , 東を 90° , 南を 180° , 西を 270° とする方式を採用した。依て

$$\text{tg } \alpha = E/N$$

但し α の象限は北分及び東分の正負の符號から判断した。

第1表に擧げた地點名は4箇共同じてないから、

第7圖



第1表

地點 番 號	7月(冬)		10月(春)		1月(夏)		4月(秋)	
	v m/sec	α	v	α	v	α	v	α
1	3.34	256°52'	3.87	295°34'	1.53	258°40'	2.10	222°27'
2	1.99	315 39	4.21	244 32	4.27	190 50	1.39	236 50
3	1.01	213 10	3.24	242 48	3.06	191 10	1.69	257 45
4	2.54	291 15	4.42	233 11	1.70	229 50	5.13	264 24
5	3.48	272 18	3.35	265 23	1.80	109 20	5.55	277 00
6	6.95	286 36	3.28	259 49	1.83	262 00	1.93	251 16
7	4.93	278 9	3.27	253 27	4.90	181 10	0.29	257 35
8	3.49	267 16	4.09	214 56	6.83	162 10	3.71	211 40
9	3.43	260 33	7.62	185 30	7.90	166 10	2.24	179 14
10	2.35	159 40	0.75	180 00	3.49	309 10	6.24	169 53
11	4.92	144 10	5.45	156 12	3.53	225 00	6.39	158 14
12	8.91	132 16	6.39	148 42	4.34	269 10	6.12	140 06
13	4.76	139 16	4.41	136 06	2.89	284 10	1.94	185 52
14	9.18	118 15	4.51	111 20	1.90	360 00	5.15	127 50
15	8.78	116 37	5.38	122 29	4.03	119 50	5.09	99 00
16	5.46	115 36	6.44	115 17	5.20	90 00	5.15	112 20
17	6.24	113 55	5.84	94 25	5.19	105 40	4.56	116 10
18	7.49	123 17	5.41	93 17	3.20	88 40	6.69	119 07
19	6.68	124 12	2.48	50 25	4.21	93 50	7.32	117 42
20	6.45	127 56	0.75	46 05			4.70	128 23
21	5.28	138 30					1.11	153 54
22	6.15	101 20					1.17	246 56
23	2.89	134 35						
24	2.76	221 6						
25	3.21	205 40						
26	3.49	240 50						

第1表に基いて畫いた第3,4,5,6圖に夫々1月,4月,7月,10月の分で採用した地點番號を説明してある。濠洲大陸にどれだけの空氣が流入するかを知るために,第3,4,5,6圖には各地區の合成風向及び風速を圖示しておいた。矢線の長さは合成風速に比例するやうにとり,合成風向を示す矢の向きの矢先きに今述べた地點番號が記してある。

先づ各地區別に海岸線を通じて濠洲大陸へ流入(正に數へる)又は大陸から流出(負に數へる)する數量を計算して見る。海岸線が正確に子午線に沿ふて居て,緯度の差が 5° で,高さ1杆の海岸線を通過して流入する空氣の數量は

$$v \times 555,000 \times \sin \alpha \times 10^9 \text{ m}^3/\text{sec}$$

である。更に複雑な海岸線についても略同じ手續きをとり計算した。

濠洲大陸は略四邊形をして居るから,海岸線を假りに地點番號1,2,3,4,5,……,1で連絡したものと見立てた。尤も1月と4月と7月と10月とで地點の擇び方が違ふから,假想された濠洲大陸の海岸線も月毎に異つて居る。第2表の最終段には各月の海岸線の全長が記入してある。

扱て各地區を通して大陸に流入(又は大陸から流出)する量を代數的に加へ合はせると,1月,4月,7月,10月に於ける濠洲大陸に流入する總量が得られる。正確には濠洲大陸の北と南とでは空氣の密度が異なるから,濠洲大陸に流入する空氣の容積にあらずして,空氣の質量を求むべきであらう。しかし問題の性質上,觀測材料がそれ程正確であるとは考へられぬから,その補正は取り止めて置いた。

地上と同じ風が高さ1杆に互り均等に吹いて居ると假定して求めた第2表によると,南半球の夏たる1月には濠洲大陸に毎秒 $16 \times 10^9 \text{ m}^3$ の空氣が流入し,秋の4月と春の10月には夫々毎秒 $0.86 \times 10^9 \text{ m}^3$, $0.64 \times 10^9 \text{ m}^3$ の空氣が流入することになる。南半球の冬たる7月には $16 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{sec}$ もの莫しい空氣が流出する。

第2表 濠洲大陸に流入する空氣の總量

	1月	4月	7月	10月
全流入量	21.05×10^9	10.84×10^9	8.78×10^9	16.96×10^9
全流出量	4.96×10^9	9.98×10^9	24.84×10^9	16.32×10^9
差引 (m^3/sec)	16.09×10^9 (流入)	0.86×10^9 (流入)	16.06×10^9 (流出)	0.64×10^9 (流入)
全海岸線長 (km)	9777	12127	13382	12351

勿論下層で流入しただけの空氣は上層のどこかで發散して居るであらう。しかしその際,空氣が海上から流入すれば,濕つた空氣が大陸上で上昇し,雲を生じ,雨を降らすであらう。しかも7月の頃のやうに大陸から空氣が發散するならば,どうしても大陸上で下降氣流を生じ,好晴をもたらすに相違ない。それで今海岸から濕つた(又は乾いた)空氣の出入するのは,地上1杆限りとし,毎立方メートルの空氣が海上から假りに10瓦の水蒸氣を含んで来る(これは大に失するが)とすれば,

濠洲大陸に流入する空氣が海上から運んで来る水蒸氣の量は

$$1 \text{ 月 } \quad 16 \times 10^{10} \text{ g/sec} \quad \text{即ち} \quad 1 \text{ 月の流入總量 } 4.3 \times 10^{17} \text{ g}$$

$$4 \text{ 月 } \quad 0.86 \times 10^{10} \text{ g/sec} \quad \text{即ち} \quad 4 \text{ 月の流入總量 } 0.22 \times 10^{17} \text{ g}$$

$$7 \text{ 月 } \quad \text{—}$$

$$10 \text{ 月 } \quad 0.64 \times 10^{10} \text{ g/sec} \quad \text{即ち} \quad 10 \text{ 月の流入總量 } 0.17 \times 10^{17} \text{ g}$$

になる。これだけの水蒸氣が濠洲全部に均等に雨となつて降つたとしても,濠洲の面積は $763.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ であるから,水の密度を1として1月には56耗,4月には3耗,7月には零耗,10月には2耗しか降らぬことになる。勿論雨は海上から吹き込んだ空氣中の水蒸氣が凝結して降るだけでない。全體として收斂,流入しないでも,局部的に海上から風が吹きつけても雨が降るし,水蒸氣は内陸の地上からも蒸發し,これが雨を降らせる一助とならう。従つて以上は濠洲大陸に降る雨の原因の第1近似値を求めたことになる。

濠洲大陸全體の平均年總降水量は福井技師の調査によると460耗⁽¹⁾位であると言ふが,そのうち180耗位は海洋上から運ばれて來た水蒸氣が凝結して降るのであると見てよく,大陸内から蒸發した水蒸氣が再び雨となつて降る量も大きな役割を演じて居ることを知る。その他全體として收斂しなくとも,洋上から吹きつける風によつて,局部的に降る雨の量も無視することは出来ない。

本報告は氣象技術官養成所の卒業論文であつて,荒川が専ら指導に當り,生徒4名が計算に當つた。この仕事の一部は文部省科學研究費(南方氣候の比較研究)によつて遂行された。

世界各地の日出沒時刻推算圖表⁽¹⁾

川畑幸夫, 内海 誠, 川崎 弘, 石山耕一

§1. 序 日出沒時の推算圖を作るには種々な方法が考へられる。滿洲國中央觀象臺で神田清技師が作製せられて居る様に地圖上に等時線を記入する方法は,天文曆を地圖上に記入するだけで非常に手軽に出来るし,又實際上非常に便利であつて極めて良い方法の一つであらう。又太陽赤緯と

(1) 福井英一郎: 本邦及び世界各國の平均雨量に就いて,地理第2巻第3號(昭和14年)。

(1)' 本圖表は著者等の一人(川畑)が學術研究會議委託研究(南方に於ける日本人の生活に關する科學的研究)に於ける太陽輻射線の比較研究)を着手するに當り,先づ太陽の科學編曆の要あり,其の道程中の一部分をなすものである。主要なる計算及び原圖の作製は内海技師を煩はし,實計算は川崎技師,製圖は石山技師の手になるものである。

地球上の緯度φを引数とせる圖表も、誰しも最初に想達する便利な方法であり、そのやうなものも作製せられてゐると聞いて居る。陸軍氣象部では又便利な表を作つて居られる。

吾々が茲に作つた圖表は、何もそれらに較べて優れたものではないが、神田氏の方法は廣い地域に亙る場合は地圖の歪などの爲に等時刻線が曲率を有し、従つて作製が困難となる。又δとφを用ひる二重表或は圖は天文學に習熟されぬ方にとつては實際上使用が多少困難に見受けられた。

最近東亞共榮圏のみならず全世界の日出没時の問合せが頻繁になつて來たので、測候部内の方々に極めて手軽に、殆ど計算を要せずして大體の時刻(精度2分以内)を圖の読みとりだけで求めて戴き度いと思つて此の圖を作つた次第である。たゞ各月1日、11日、15日、21日のものだけであるから其の間は挿入で求められ度い。

§2. 圖の作製 此處に作製せる圖表は緯度南北夫々60°の兩圓内に於ける日出没時刻を地方平均太陽時で與へたものである(第1圖—第8圖)。即ち日出没時刻を知らんとする地點の緯度を横軸に、日出没時刻の地方平均太陽時を縦軸にとる。此の圖から読みとれる時刻に任意の標準子午線との經度差を修正すれば該標準子午線を基準とせる標準時が得られる。§2に東經135°日本標準子午線に對する修正圖表を掲げる。是を修正すれば時刻はすべて日本標準時となる。

計算の原理は至極簡單である。日出没時を知らんとする地點の緯度をφ、太陽の高度をh、赤緯及び時角を夫々δ、tとすれば一般に

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

となるが、茲に地平氣差を34′、太陽視半徑を16′としてh=-50′と置き、又δは年々多少の變化はあるけれども其れは大したものでなく且つ平潤年一期即ち4ケ年を周期とするものであるから、吾々は相連続せる8ケ年のδの値を平均して使用した。上式を微分してδの最大變化Δδに因る計算誤差を求めて見ると大體±25″となり、圖表に書く場合の製圖誤差を考慮に入れると大體±2分程度の確度を有する。

圖は毎日のものを全部作れば本來完全であるが、通常は要求はそれ程精密を要しないので茲には毎月1日、11日、21日に就いて作り、曲線の混雜を防ぐ爲に1-6月、7-12月を夫々別葉にして置く。尙ほ需要者の要求を参照し毎月の半ば即ち15日に對するものをも添付しておいた。

§3. 經度の修正圖 時刻を凡て中央標準時で與へるためには該地點と東經135°の經度差を加減しなければならぬこと前述の如くであり、それを附表としておく。

然し計算は簡單でも直接地圖上の點に照合して直ちに修正値を知る方が寧ろ便利であるから經度(東經)を引数とせる補正圖(第9圖)を直接使用するゝ事をおすゝめする。

太陽は東から西へ廻るから該地點が東經135°より東にあれば日出没時刻は共に第1圖—第8圖

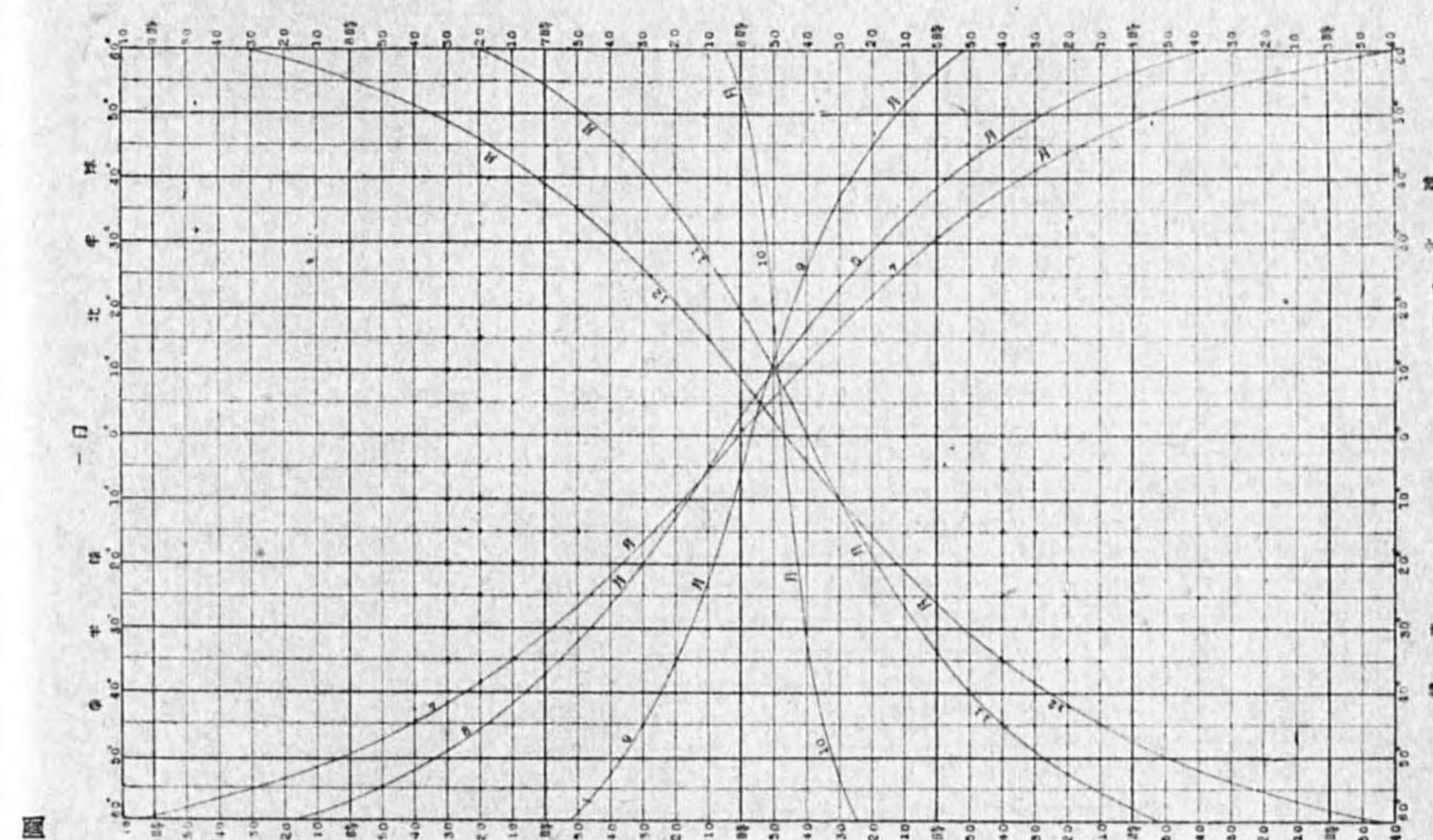


圖 1 日出 (h = -50')

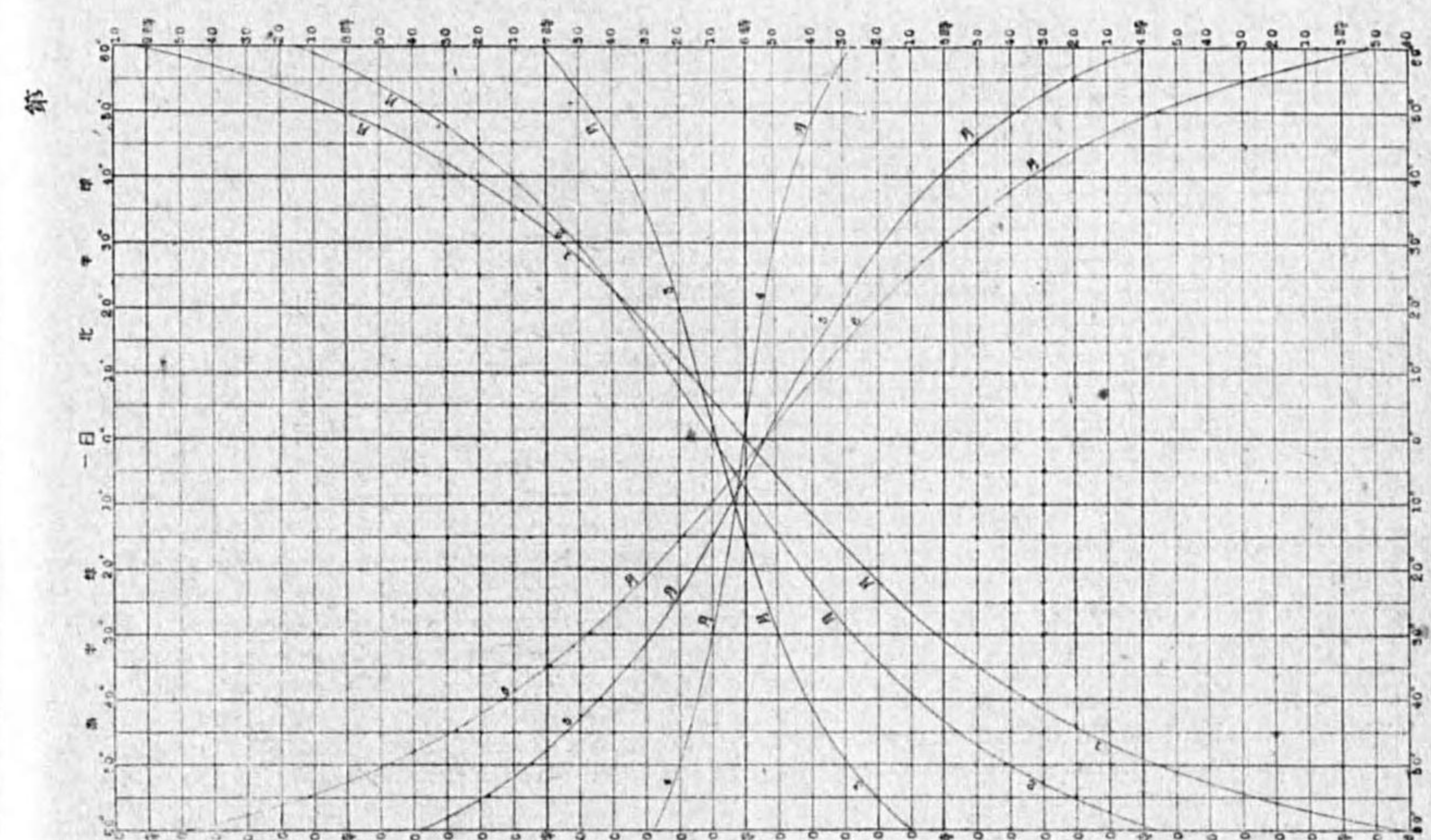
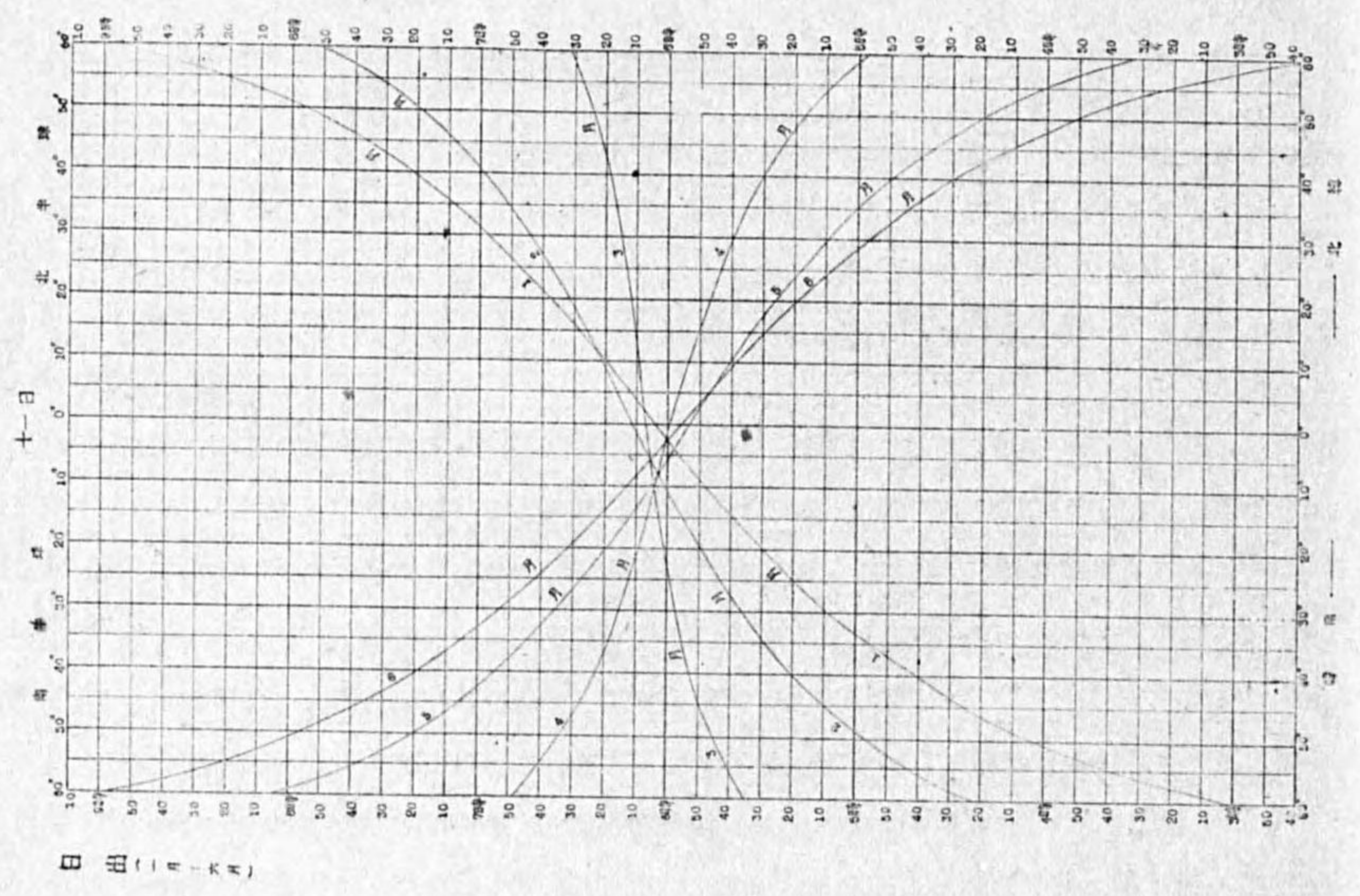
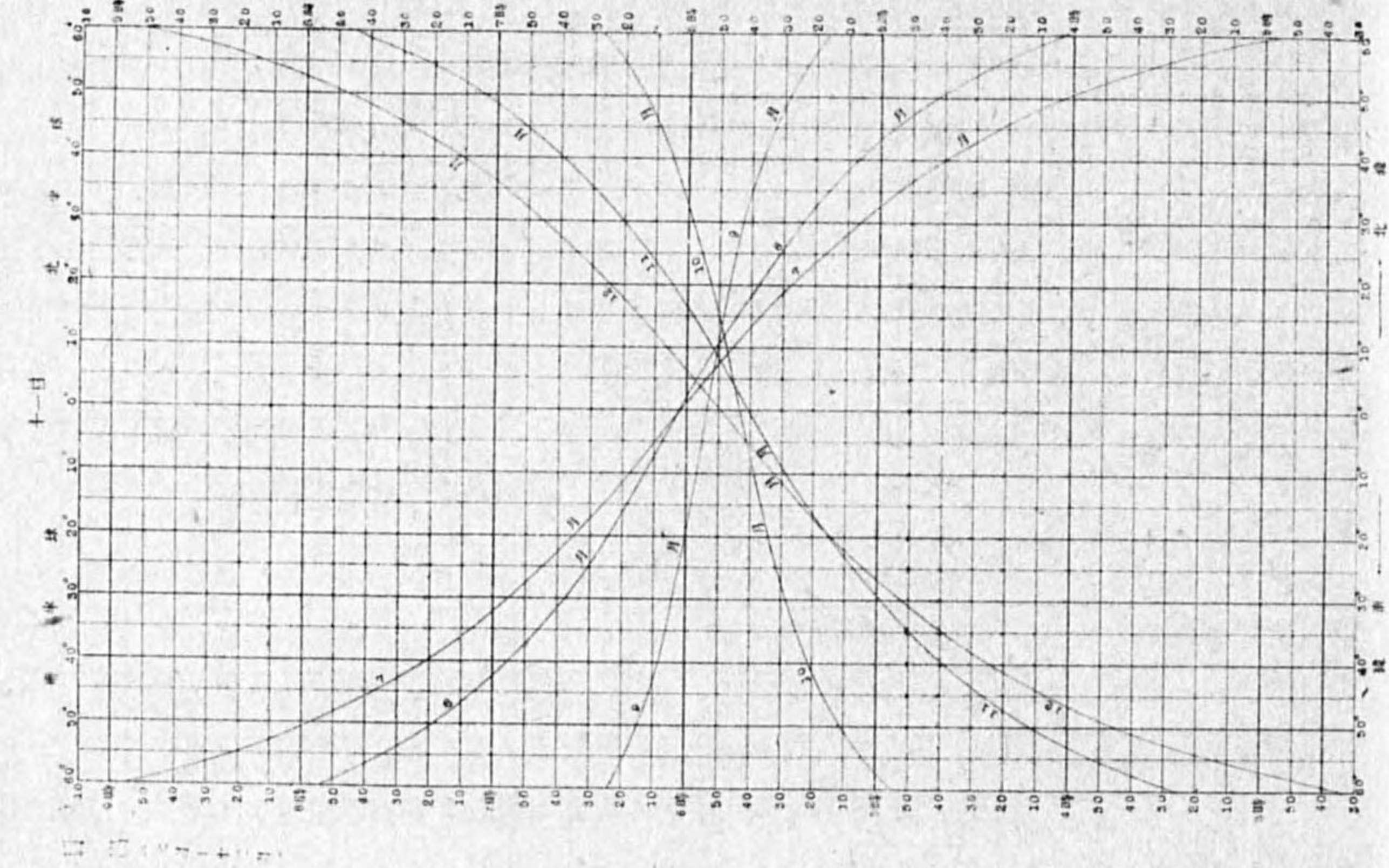


圖 2 日出 (h = -50')

圖

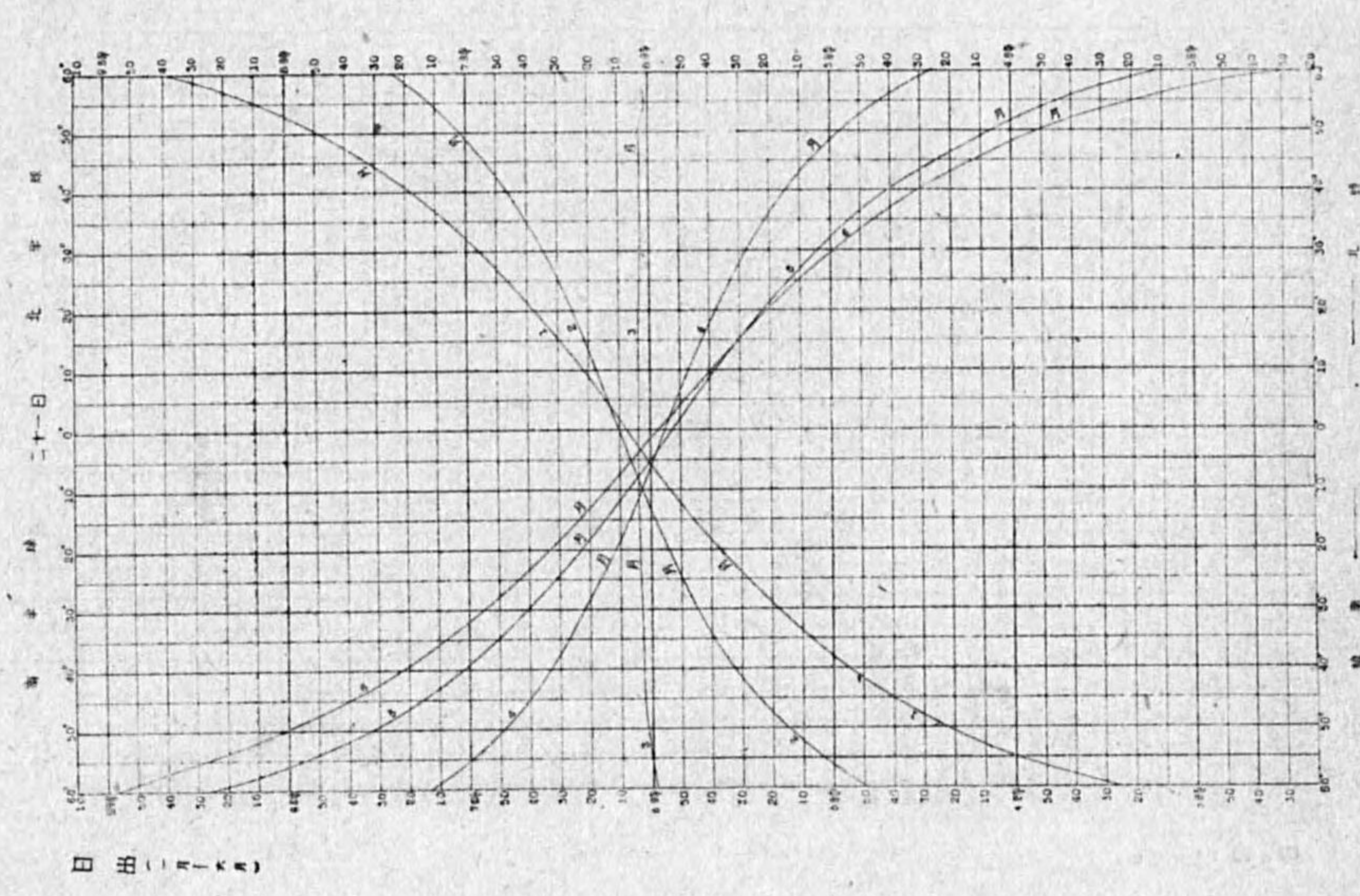
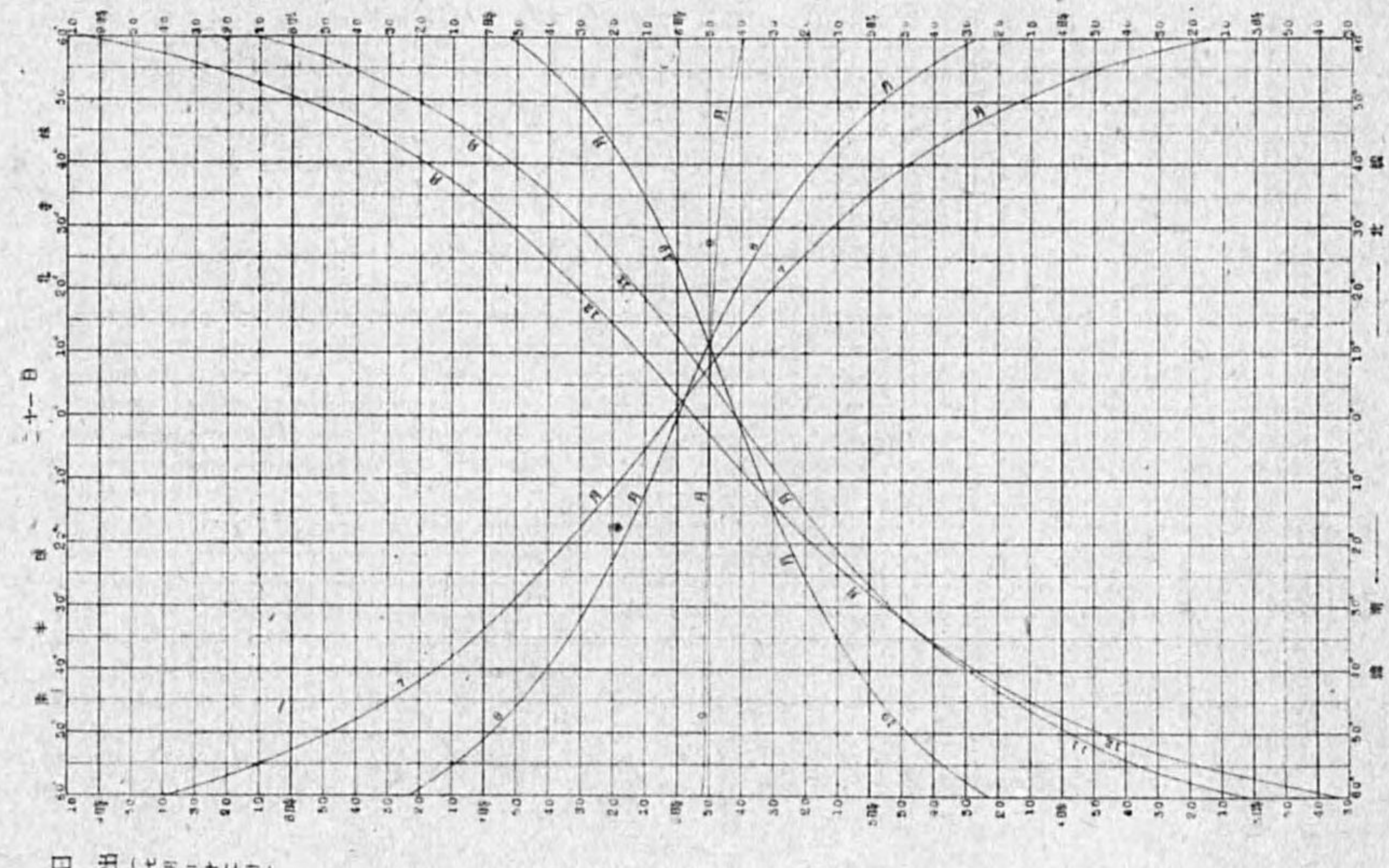
第 2



日出二月十六日

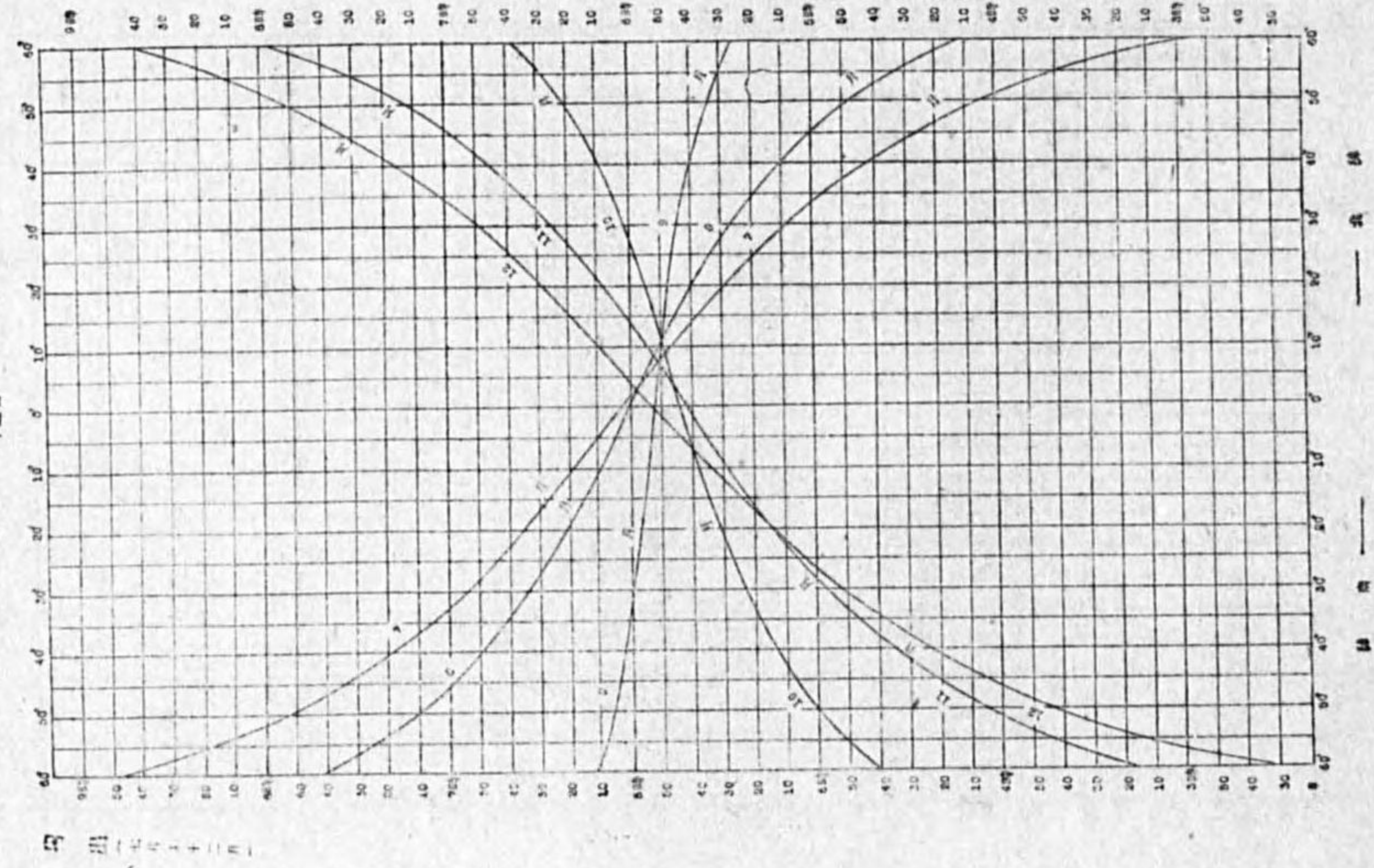
圖

第 3

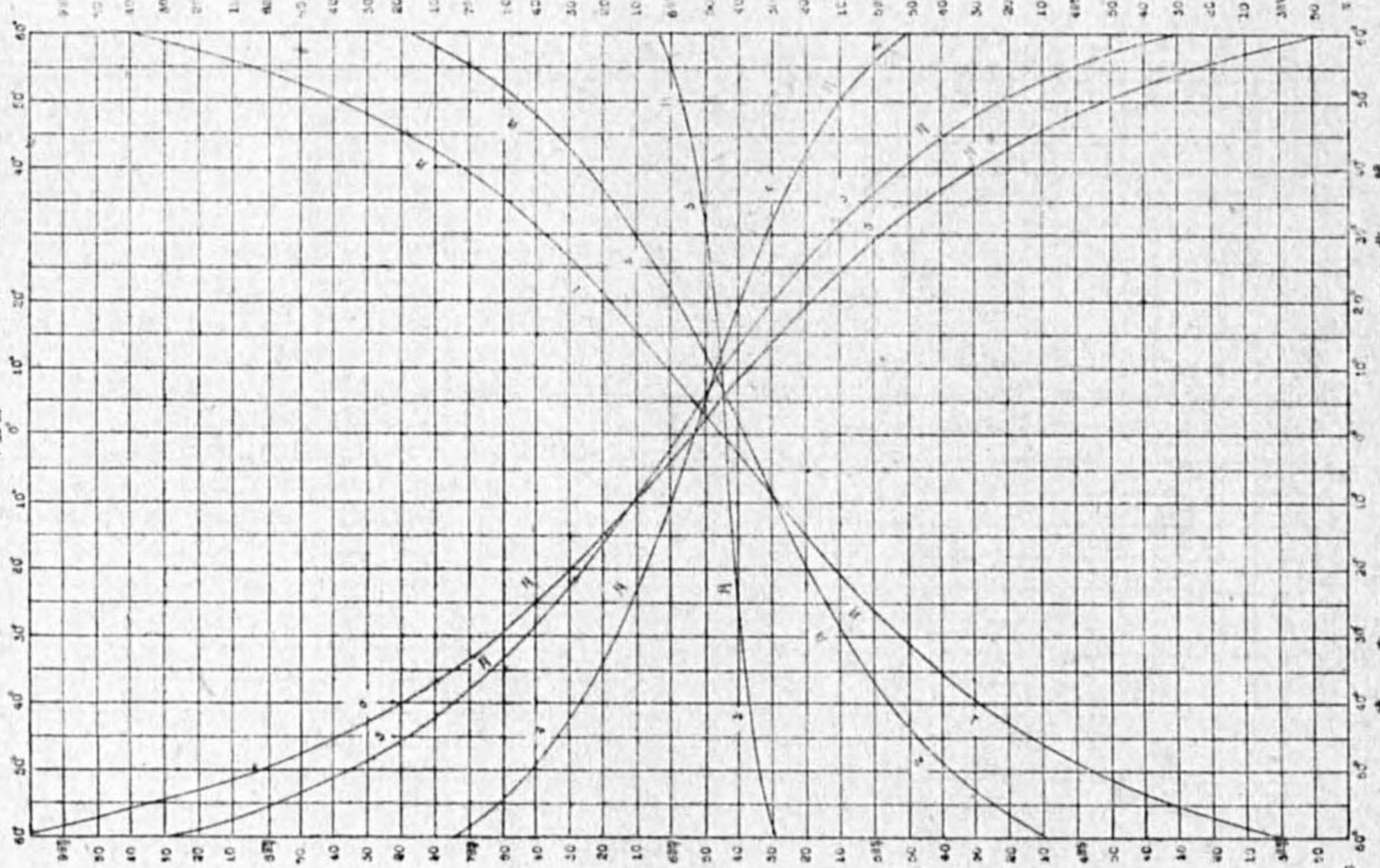


日出二月十二日

第 4 圖

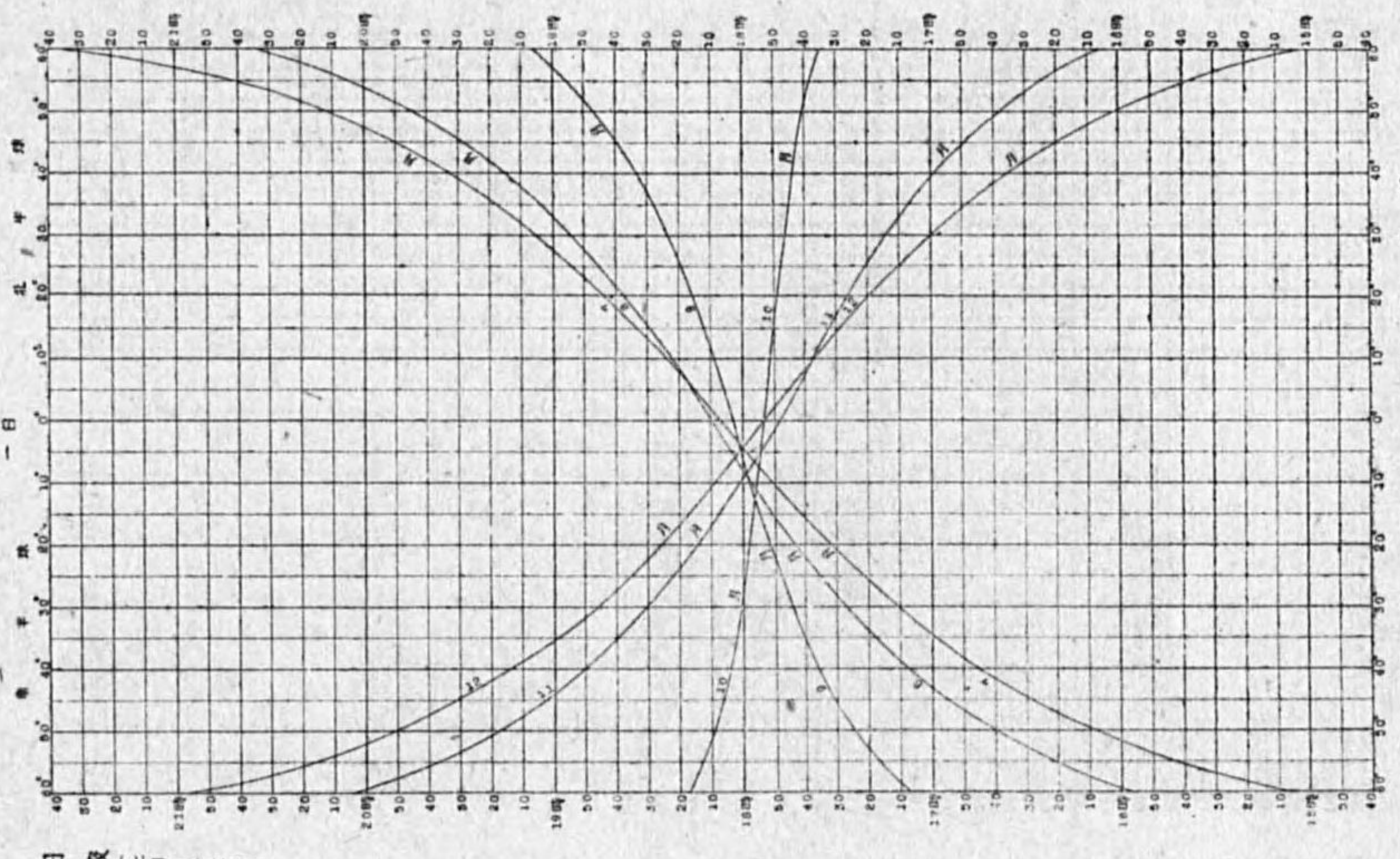


日 出 一 月 一 日

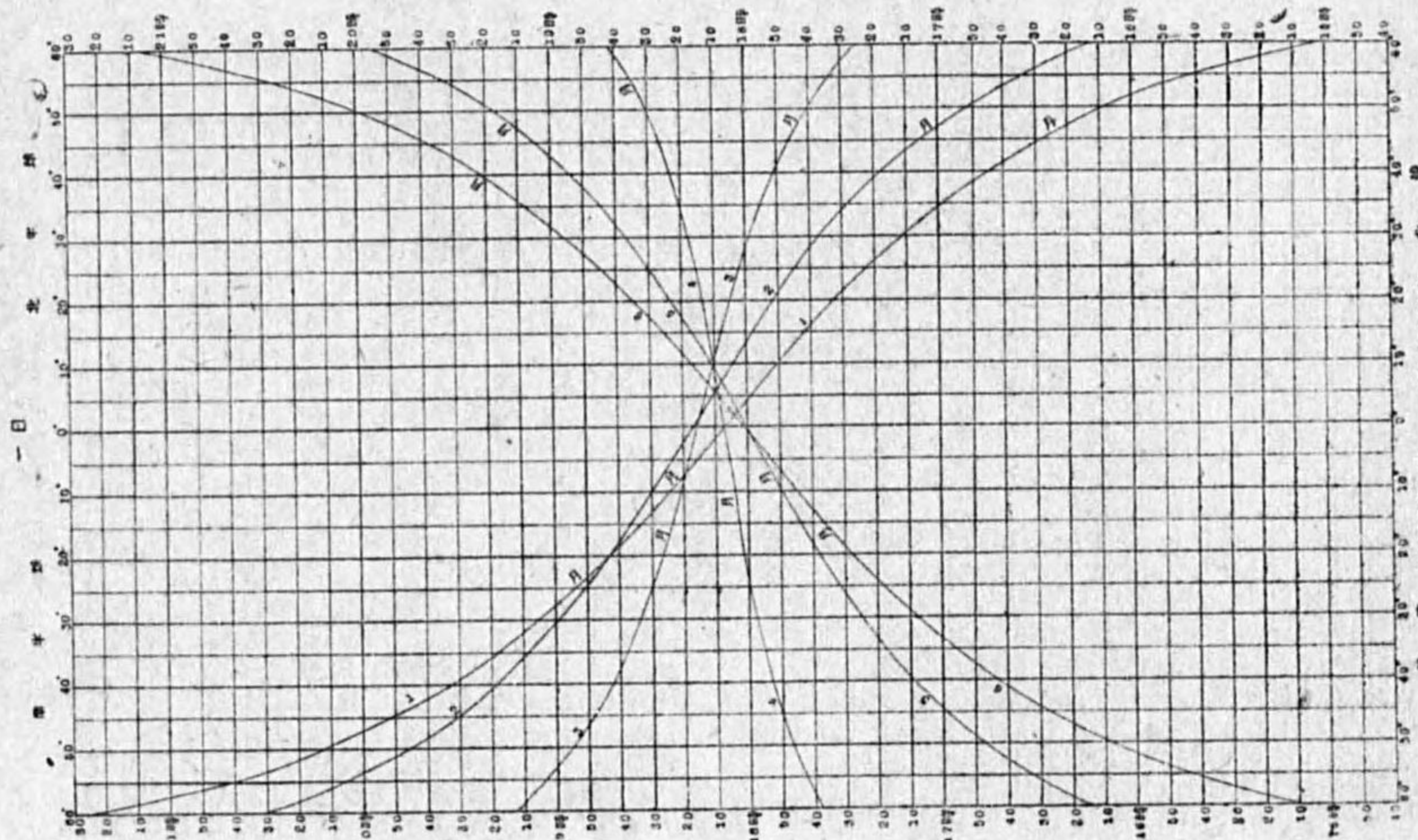


日 出 一 月 一 日

第 5 圖

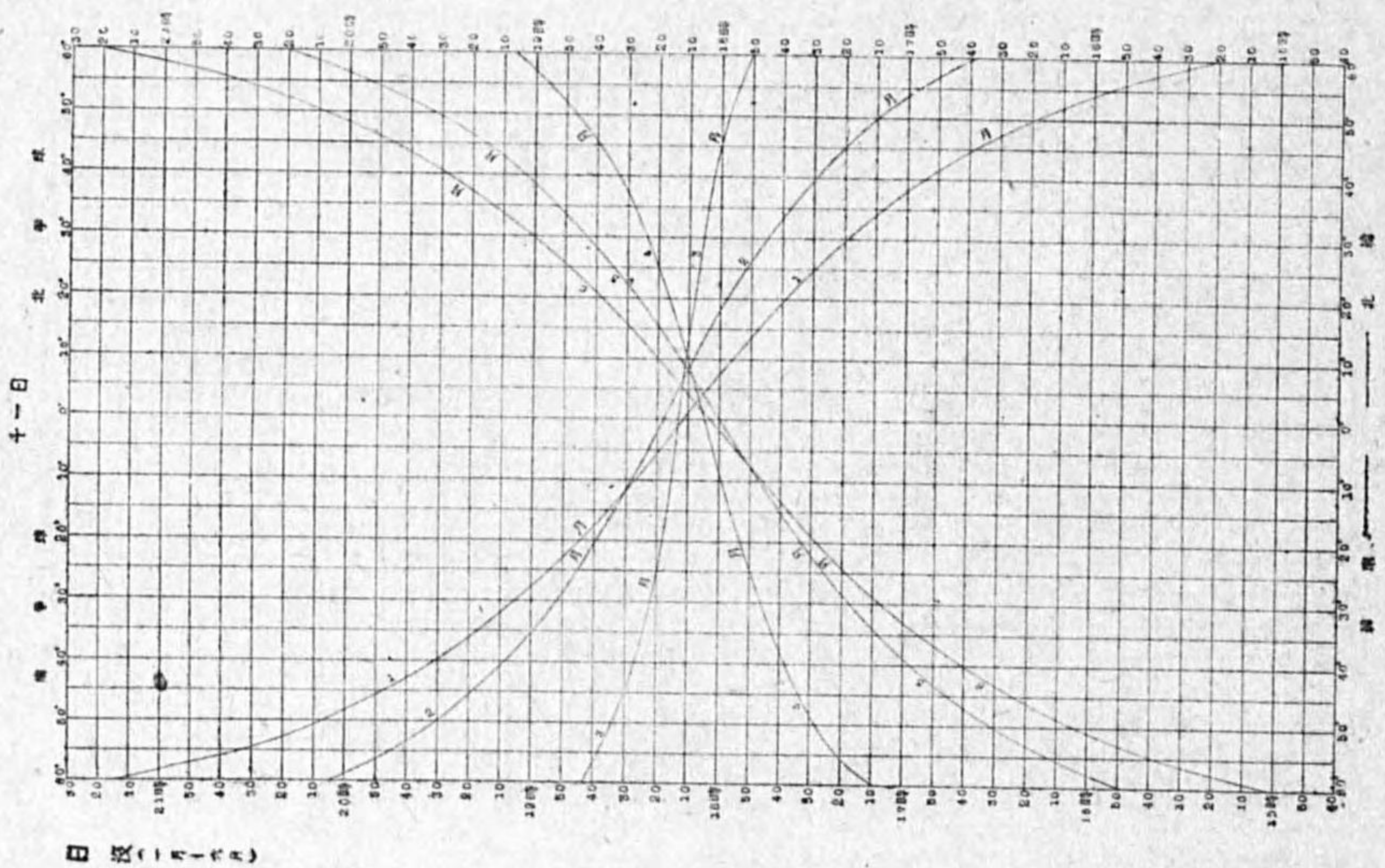
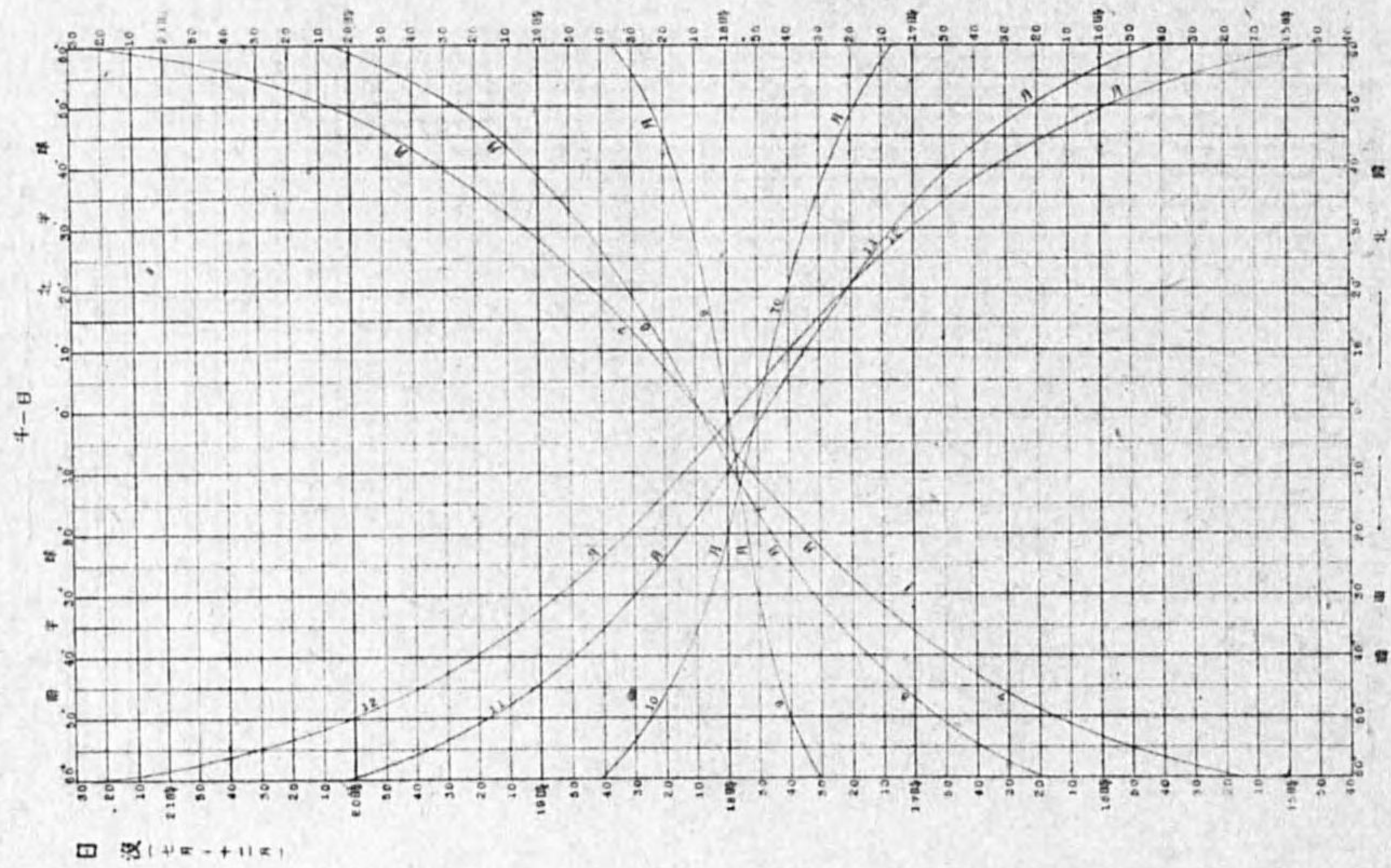


日 沒 一 月 一 日

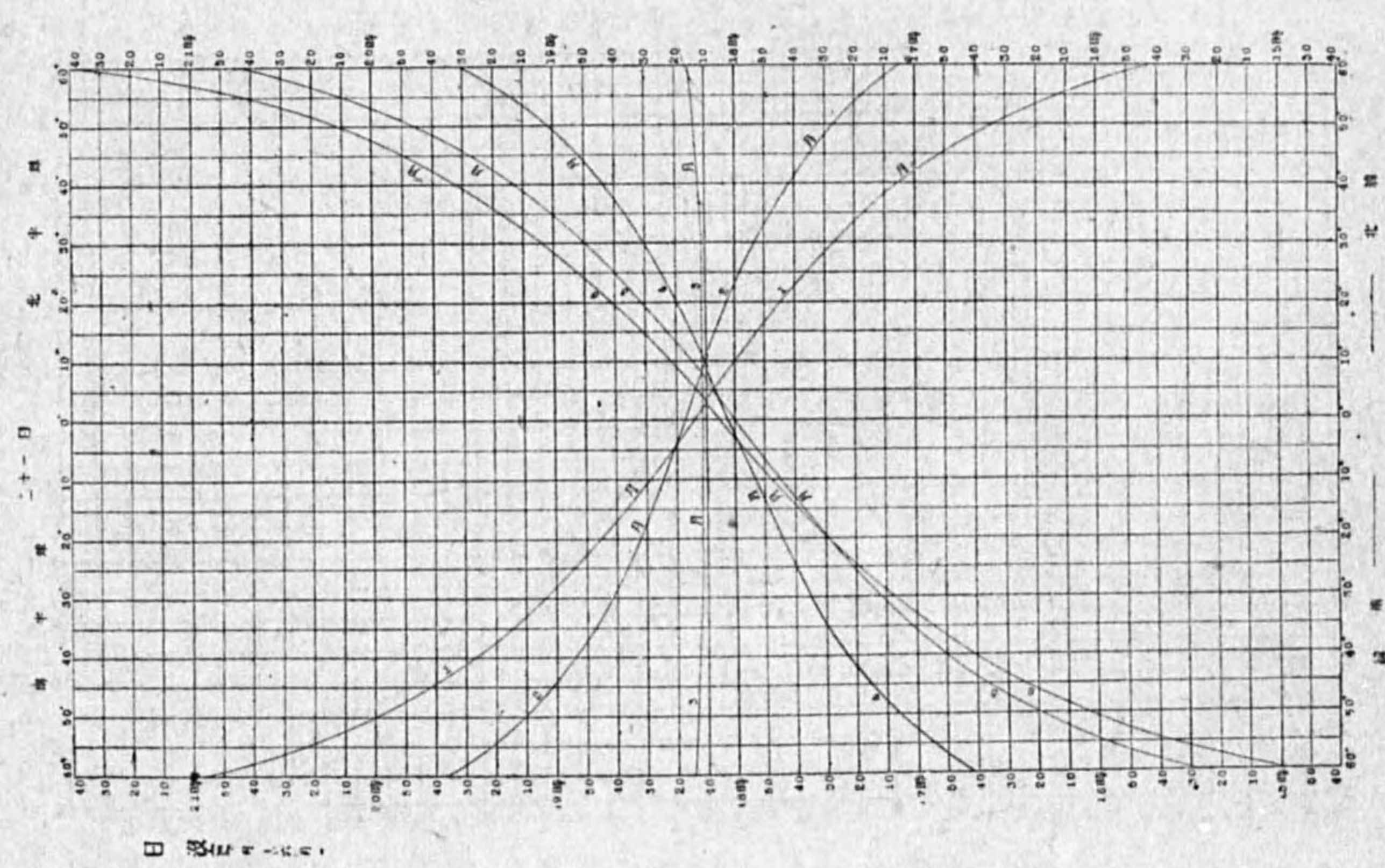
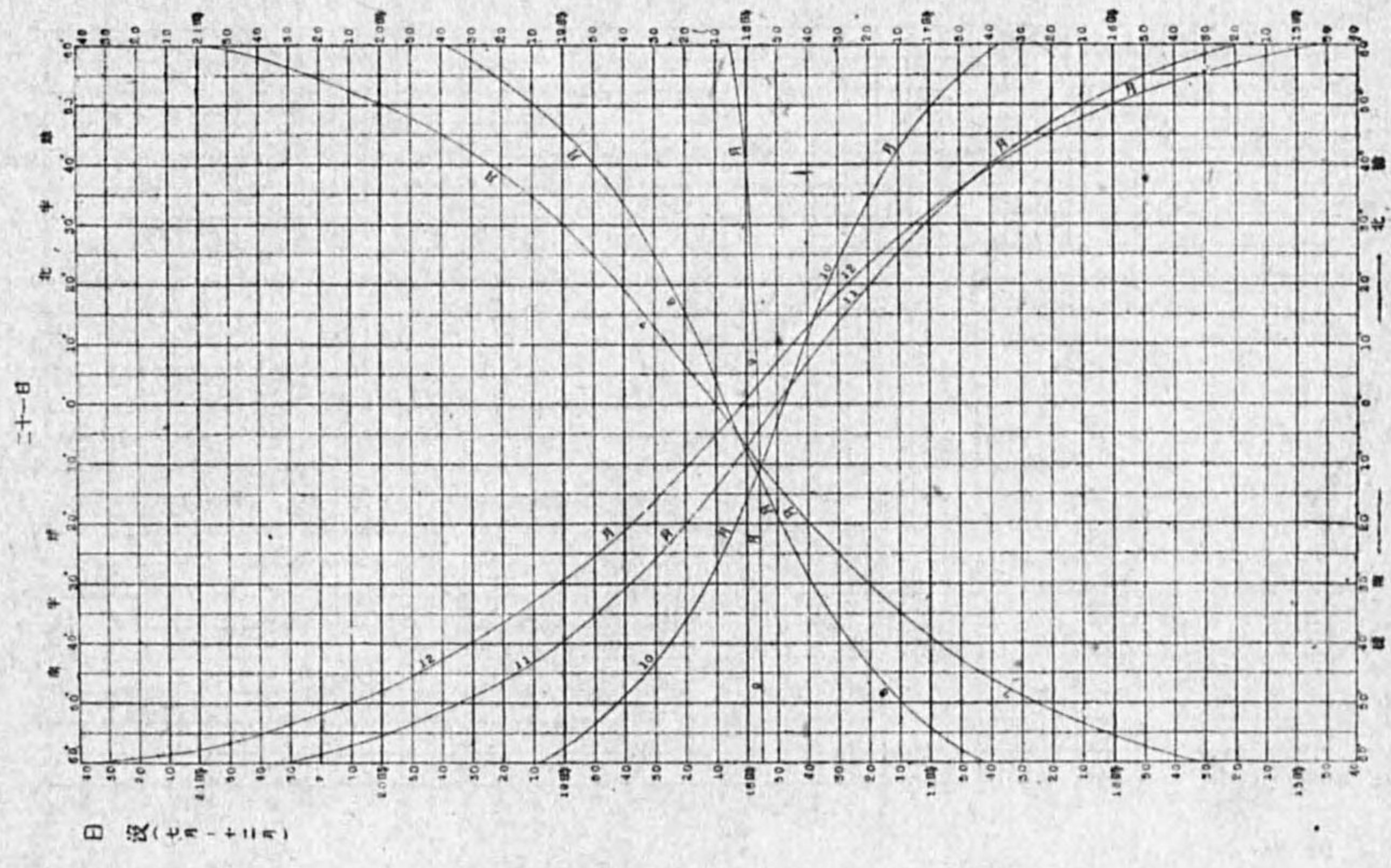


日 沒 一 月 一 日

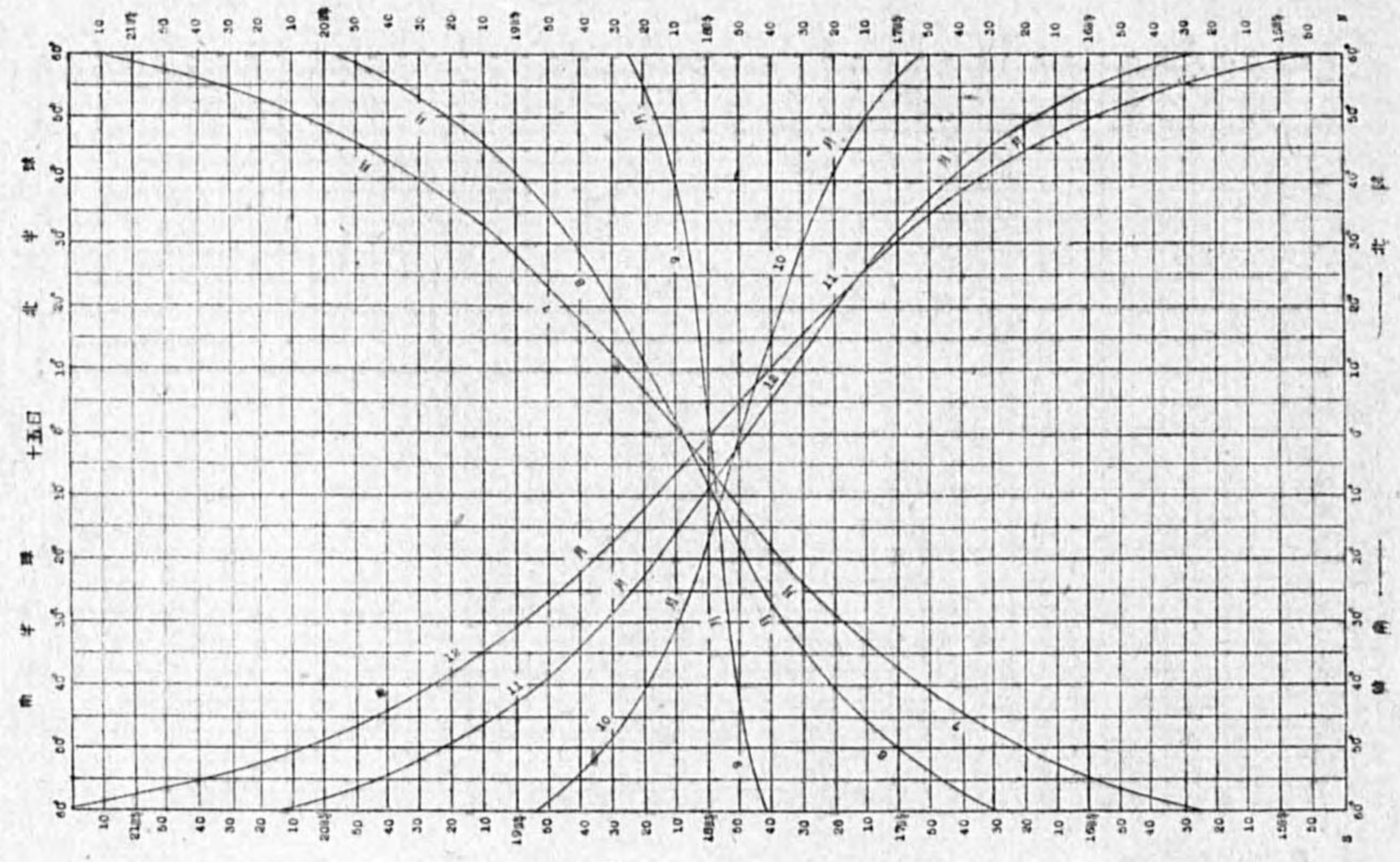
第 6 圖



第 7 圖

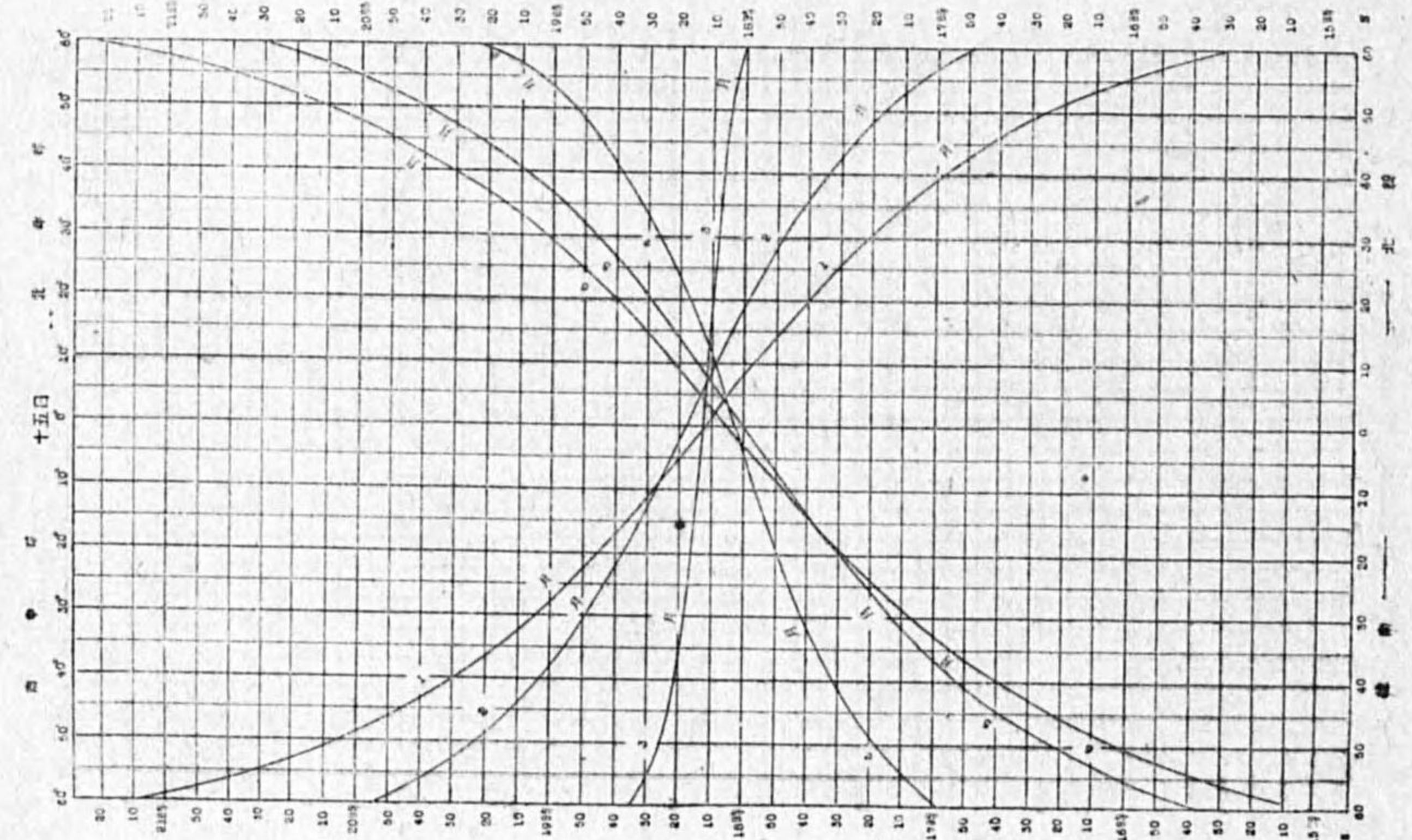


第 8 圖



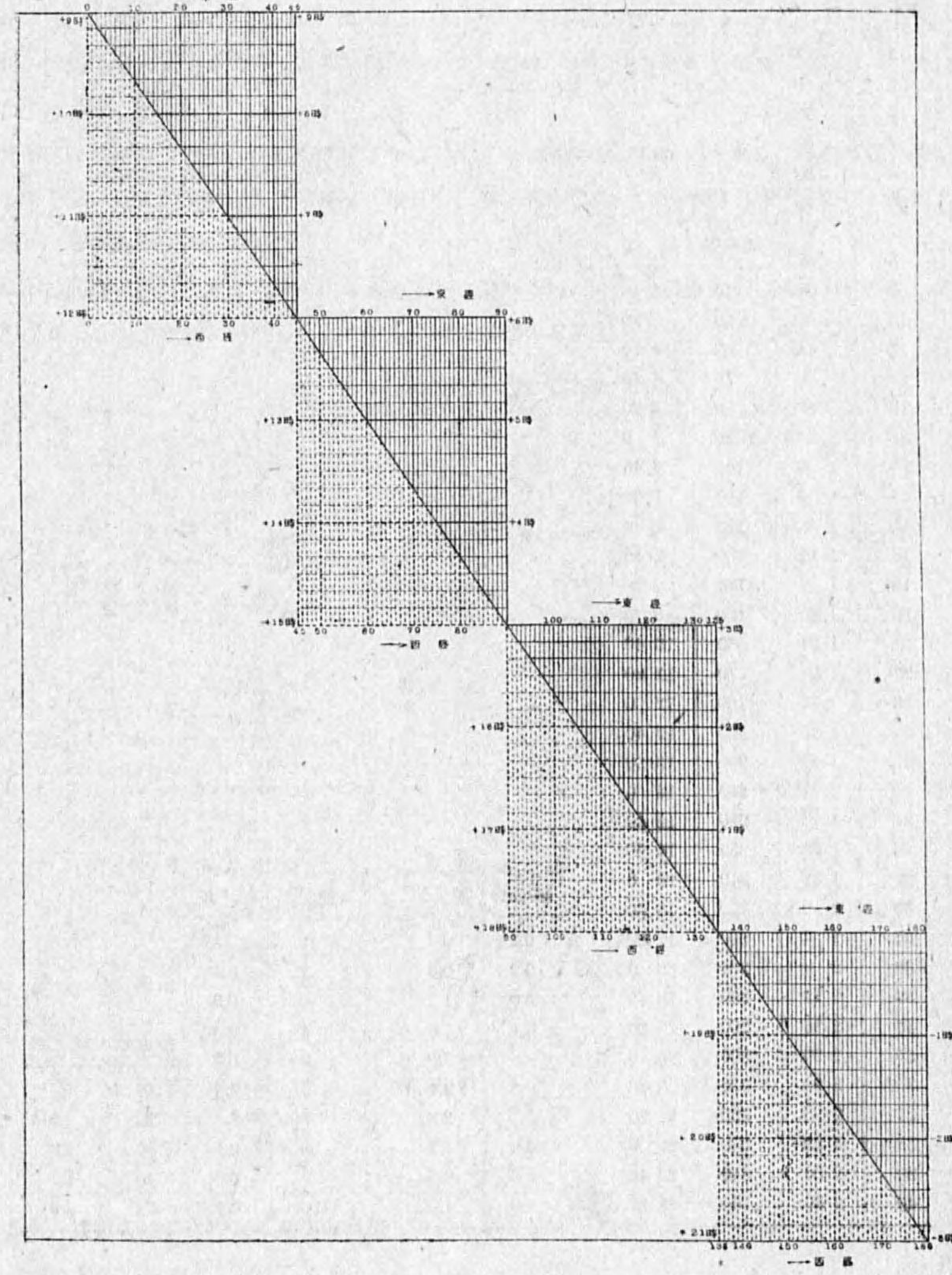
日 波 (一 二 三 四 五 六 七 八 九 十 十一 十二)

第 9 圖



日 波 (一 二 三 四 五 六 七 八 九 十 十一 十二)

第 9 圖



日 波

任意の標準子午線に對する經度差補正表

經度差	補正
1	4
2	8
3	12
4	16
5	20
6	24
7	28
8	32
9	36
10	40
11	44
12	48
13	52
14	56
15	1 0
16	1 4
17	1 8
18	1 12
19	1 16
20	1 20
21	1 24
22	1 28
23	1 32
24	1 36
25	1 40
26	1 44
27	1 48
28	1 52
29	1 56
30	2 0
31	2 4
32	2 8
33	2 12
34	2 16
35	2 20
36	2 24
37	2 28
38	2 32
39	2 36
40	2 40

經度差	補正
0.1	0.4
0.2	0.8
0.3	1.2
0.4	1.6
0.5	2.0
0.6	2.4
0.7	2.8
0.8	3.2
0.9	3.6
1.0	4.0

經度差	補正
1	0.1
2	0.1
3	0.2
4	0.3
5	0.3
6	0.4
7	0.5
8	0.5
9	0.6
10	0.7

で求めたものより早く、従つて補正は負となり、反對に東經 135° より西にあれば補正は正である。

補正圖は補正直線の右上側が經度 0° (グリーンニッチ) より東經 180° (太平洋の中央で略ぼ日附變更線附近) まで、補正直線の左下側 (點線で示せる部分) は同様グリーンニッチから大西洋亞米利加方面の西經地域に對するものである。尚ほ求めた時刻が 24 時間を超える場合には單に 24 時間を減じておけばよい。

日本中央標準時でなく、任意の標準子午線に對する標準時を求め度いときは、其の地點の經度と標準子午線の經度差を附表により時間に換算し、修正せられ度い。該地點が標準子午線の東にあれば減じ、西にあれば加へる。

日附の問題に疑問を有せらるゝ向きもあるかと考へるが、本圖表の精度内に於ては問題にならない。或日を日本の曆面で考へられようとも、或は米國の日附で考へられようとも任意である。

例題 (補正值は出沒時とも共通である)

	(1) 東京	(2) 新京	(3) 昆明
	期日 4月15日	期日 1月11日	期日 8月11日
	$\varphi=35.7^{\circ}N, \lambda=139.8^{\circ}E$	$\varphi=43.9^{\circ}N, \lambda=125.3^{\circ}E$	$\varphi=25.1^{\circ}N, \lambda=102.8^{\circ}E$
出	第4圖 補正圖 5 27 - 20 5 7	第2圖 補正圖 7 32 + 40 8 13	第2圖 補正圖 5 31 + 2 09 7 40
沒	第8圖 補正圖 18 34 - 20 18 14	第6圖 補正圖 16 42 + 0 40 17 22	第6圖 補正圖 18 38 + 2 09 20 47

	(4) サンフランシスコ (米)	(5) ポートダーウィン (濠)	(6) 喜望峯 (南阿)
	期日 5月21日	期日 9月21日	期日 12月1日
	$\varphi=37.6^{\circ}N, \lambda=122.5^{\circ}W$	$\varphi=12.8^{\circ}S, \lambda=130.7^{\circ}E$	$\varphi=32.0^{\circ}S, \lambda=24^{\circ}E$
出	第3圖 補正圖 4 47 +17 10 21 57	第3圖 補正圖 5 51 + 18 6 9	第1圖 補正圖 4 47 + 7 24 12 11
沒	第7圖 補正圖 19 06 +17 10 36 16 -24 16 12 16	第7圖 補正圖 17 56 + 18 18 14	第5圖 補正圖 18 50 + 7 24 26 14 -24 2 14

§4. 世界各地の月中央の日出沒時刻 本法に依り世界中の主な都市の日出沒時を一括して次表に示す。上段は出で、下段は沒である。

北米地方

附表 世界各地の日出没時刻表(中央標準時)

Table with columns for location (場所), month (月), and days 1-12. Rows include Halifax, Ottawa, Washington, St. Louis, Chicago, New Orleans, Winnipeg, Montreal, San Francisco, Los Angeles, Vancouver, Fairbanks, Dutch Harbor, and Bethel.

中南米地方

Table with columns for location (場所), month (月), and days 1-12. Rows include Mexico, Panama, Havana, Santo Domingo, Bogota, Caracas, Santiago, Venezuela, and Rio de Janeiro.

ハワイ太平洋地方

Table with columns for location (場所), month (月), and days 1-12. Rows include Honolulu, Suva, Wellington, Melbourne, Brisbane, Nauru, Townsville, Port Darwin, Paris, Rarotonga, Port Moresby, Manokwari, Menafé, Makassar, Derry, Suva, Batavia, Palembang, Medan, Palau, Taueo, Miri, and Tachin.

マレー、フィリピン、印度、近東方面

Table with columns for '場所' (Location), '月' (Month), and days 1-12. Rows include locations like 昭南特別市, ダウアオ, ビナン, ランゲーン, マンダレー, カルカタ, コロンボ, ボンバイ, カラチ, デリー (印度), カブール, テヘラン, アンカラ, カイロ, アデン.

アフリカ、ヨーロッパ方面

Table with columns for '場所' (Location) and days 1-12. Rows include locations like アヂスアベバ, ザンジバル, ローレンソマルケス, ケープタウン, ボマ, フリータウン, モロッコ, チュニス.

Table with columns for '場所' (Location), '月' (Month), and days 1-12. Rows include locations like オムスク, サマラ, モスコ, レニングラード, アルハンゲルスク, ムルマンスク, ナルヴィク, ストックホルム, オスロ, ヴルソー, ブタペスト, ベルリン, ローマ, バリー, バルセロナ, マドリード, リスボン, ロンドン, グラスゴー.

高倍率自記晴雨計の試作

矢 龜 紀 一

緒言 氣象學の進歩に伴つて氣壓の測定値にもより高い精度が要求される様になり、氣壓の微細な變化を知る爲に自記晴雨計も感度の良いものの要求が多くなつた。極く特別な目的を除けば、1 mm の氣壓變化を 10 耗位に記録する程度を要求される事が多いので、一般に用ひられる自記空盒晴雨計の倍率が高々 2 倍 (1 mm の氣壓變化に對するペンの動きが 2 耗) であるの對して、倍率が 10 倍位のものが高倍率と呼ぶ事にする。

現在用ひられてゐる自記晴雨計で、上に述べた高倍率の部類に入るものに Sprung の自記水銀晴雨計があり、之は倍率 10 倍で殆ど完全な器械であるが未だ我國に於ては製作されて居らず、又移動觀測用には適當でない。次に Richard 會社のスタトスコープは元來倍率 25 倍であつたが、最近我國に於て倍率 10 倍のものが多數製作される様になり、之は手頃な器械であるが温度影響が著しく大きい爲自記晴雨計として用ひる事は出來ず、其の時計も 1 回轉が 1 時間足らずとなつてゐる様に氣壓の短週期の變化を見るのに用ひられるに過ぎない。

感度の良い自記晴雨計を作るには、其の温度影響を簡單にとる事が出來ればスタトスコープの如く空盒内外の僅かな壓力差によつて働く構造による方が容易である。Suekstorff⁽¹⁾ は地中の温度變化の小さいのを利用して、地下に空盒に比べて非常に大きな定温空氣槽を作つて温度影響を除いて居り、之は Lambrecht 商會より商品化されてゐる。此の方法は簡單で旨い方法であるが移動觀測用には不便である。此の他に眞空空盒の動きを光學的に擴大して寫眞に記録する方法⁽²⁾、又氣壓の變化量を測る爲には小さな風車の振れを光學的に記録する方法⁽³⁾若くは電磁的の方法⁽⁴⁾等があるが試験的に用ひられたに過ぎない様である。

取扱ひが簡單であつて移動觀測用にも便利な高倍率自記晴雨計の要求は近時殊に多くなつた。著者は之が製作を思ひ立ち、初めにスタトスコープに温度補正を試みた。併し乍ら此の方法は後に述べる様に期待した程結果が良くなかつた。次に普通の自記空盒晴雨計の如く眞空の空盒を用ひ、倍率を大きくする爲空盒の數を増したが、此の方法で満足な結果を得たので先づ之に就て述べる。

高倍率自記空盒晴雨計 從來の大型自記空盒晴雨計は倍率が 2 倍である。空盒の表面積を大きく

(1) G. A. Suekstorff: ZS. f. Geophysik 12, 245 (1936).

(2) 長岡半太郎: 文獻不詳, C. A. Pfeiffer: Met. ZS. 57, 177 (1940).

(3) H. Benndorf and W. Zimmermann: Met. ZS. 55, 273 (1938).

(4) H. Benioff and B. Guttenberg: Bul. Amer. Met. Soc. 20, 421 (1939).

すれば空盒の伸縮の力が強くなり、従つて倍率を大きくする事が出来る筈である。

著者は小笠原製の大型自記晴雨計に於て、普通に取付けられてゐるペロア製空盒と同様なもの 3 個を並べて取付け、空盒の表面積を大きくして倍率を 10 倍迄高めた。大型自記晴雨計の倍率が 2 倍であるから空盒の數を 3 倍にして倍率を 10 倍にするのは少し無理の様であつたが、摩擦を成る可く小さくしたり、又可動部分を軽く作れば満足にゆく事がわかつた。尙温度影響は眞真空空盒であるから小さいので、之迄自記晴雨計に於て行つてゐた方法で完全に補正する事が出来る。

作つた器械を寫眞 1 に示す。A はペロア製空盒で 3 個が夫々等距離に配置され、それ等の上端は寫眞に示す如く中心より放射狀の腕をもつ 3 又リンク B の腕の端にピンにより止められ、B の中心は横杆 C の一端に連結される。これからは普通の自記晴雨計の如く横杆 D、ペン横 E により空盒の動きは擴大されて記録される。F は空盒の温度補正用バイメタルで各空盒に 1 個宛取付けられ、その固定位置 G を移動する事によりバイメタルの効果は任意に調節出来るものにして、各空盒毎に温度影響を殆ど生ぜぬ様に G の位置を調節し、更に全體として温度影響を生じない様に嚴密に調節する。ネジ H は之を廻す事によつて横杆 C の軸の高さを空盒に對して自由に變へる事が出来るので、ペンを自記紙上任意の目盛に移す事が出来る。之は此の器械の目盛の範圍が狭いので特に必要な装置である。

此の試作器械は前述の如く倍率を 10 倍にしたのであるが、試験の結果は良好で温度係數も 0.01 mm/deg 以下にする事が出來た。空盒の動きに對するペンの動きは 360 倍餘りとなつた。自然の氣壓變化の記録の模様はスタトスコープ程微細な變化を鋭敏に書かないが、可なり良好である。前述の注意により摩擦を減らせれば、更に一層良く記録する様になると思ふ。從來の大型自記晴雨計の自記紙を用ひれば、その目盛の 5 mm を 1 mm として其儘用ひる事が出來、目盛の範圍は 15 mm あるから特別な日以外は途中でペンの示度をずらす必要の起る事は少ない。自記紙は氣壓値を印刷しないものを用ひる豫定である。

此の器械は大型自記晴雨計と同じ大いさに納り、その取扱も全く同様に簡便で、他の方法に依る時は此の様に小型にする事は難しいであらう。

スタトスコープへの温度補正 之は比較的容易に行ふ事が出來て高倍率自記晴雨計への近道と思はれたのでこの研究の當初に試みた。先づスタトスコープの温度影響を考へる。空盒内の初めの温度と壓力とを夫々 T_0, P_0 とし、温度が ΔT 増した場合の空盒内の壓力の増加を ΔP とすれば次式が得られる:

$$\Delta P = P_0 \frac{\Delta T}{T_0}$$

ΔP の符號を變へれば示度の變化の量となるが、實際の空盒内の壓力の變化は、空盒の變形の爲松

本氏⁽¹⁾の調べられた如く約 $\frac{3.6}{5}\Delta P$ である。上式より知られる如く温度影響の量は温度変化に比例するが、始めの壓力と温度にも関係がある。上式よりスタトスコープでは $T_0=288^\circ$, $P_0=760$ mm の場合に空盒の温度が 1°C 昇れば氣壓は全々變らないでも示度は 2.6 mm も低くなる事となる。

此の温度影響の補正の方法は第1圖に就て明らか如く、空盒 D により動かされる腕の軸 X に螺線形に曲げたバイメタル B を取り付け、兩者の温度効果が互に打消し合つて示度に温度影響が現れぬ様にする。即ちバイメタルの温度は空盒の温度と等しいとしてその温度効果を $-\frac{P_0}{T_0}\Delta T$ とすればよいので、此の事はバイメタルの性質から P_0/T_0 が常數と認められる場合には殆ど満足される。 $T_0=288^\circ$, $P_0=760$ mm の場合に上の関係が満足される如くすれば、温度が 20°C 違ふ處では元來の温度影響の 7%、氣壓が 30 mm 違ふ場合には元來の温度影響の 4% の温度誤差を生じる事となるが實際には之が考慮を要する場合は少い。

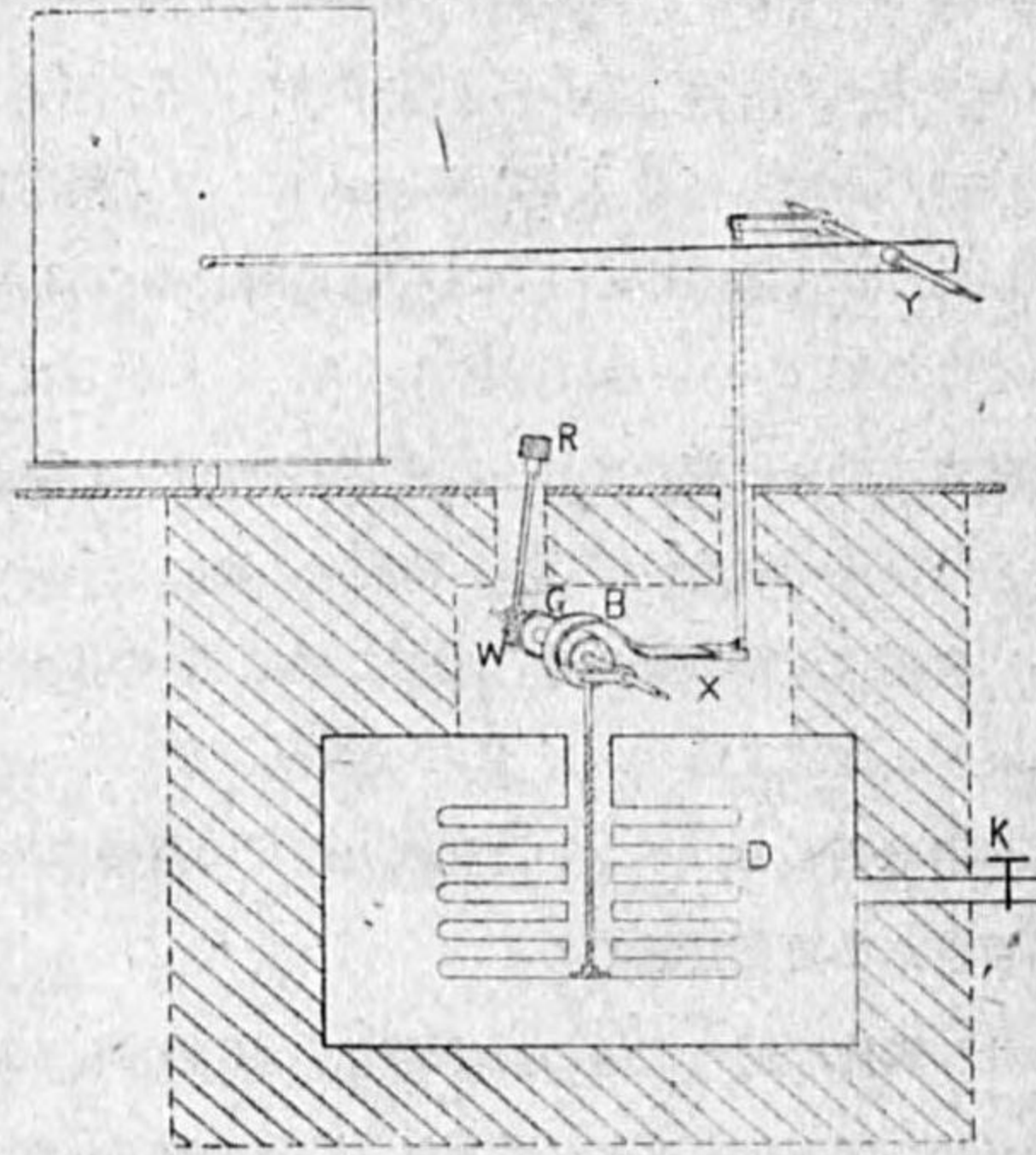
バイメタルをスタトスコープに實際に取付けた模様は寫眞 2 に示す。バイメタルの動きを大きくする爲此の様に螺線形に捲いたのであるが、第1圖にも示す如く此のバイメタルは摘み R を廻す事によりウォーム、齒車により軸 X に對して任意に回轉せしめる事が出来る。之に依つて栓 K を開いてからペンの示度を零點若は任意の目盛に合す事が出来る。普通のスタトスコープの目盛の範圍では摘み R は僅か傾くのみである。寫眞 3 は温度補正を施した器械の外観で本來のスタトスコープと殆ど變り無い。

バイメタルは鐵と眞鍮を張り合せたもので初めは厚さ 0.5 耗、幅 10 耗で 2 捲の螺線形に作つて取付けたが温度効果が小さ過ぎたので、寫眞 2 の如く厚さ 0.2 耗、幅 30 耗で 5 捲の螺線形にして漸く目的を達した。此の様に鋭敏なバイメタルを取付けたので示度は非常に不安定となり、インキによる自記は不適當であつたので煤紙に記録せしめる事とした。それでも尙倍率を 10 倍にしては無理であつたので 5 倍にして用ひた。

此の器械の温度補正が充分である事は次の如くして確められる。栓 K を閉じた時の始めの示度を p_1 、又其時の氣壓を B_1 とし、後に示度が p_2 、氣壓が B_2 となつたとする、尙此の時栓 K を

(1) 氣象集誌, 19, 327 (昭和 16 年)。

第 1 圖



開いて示度が p_0 に戻つたとすれば温度補正が完全な場合には次式が成立つ：

$$p_0 - p_1 = p_0 - p_2 + (B_2 - B_1).$$

左邊はバイメタルの温度効果で右邊は空盒の温度影響である。

スタトスコープの温度影響は上述の様に大きいので、空盒とバイメタルの部分との間の僅かな温度差も示度に影響する。 0.1°C の温度差があつても誤差は 0.3 mm にもなるので之等を出來るだけ接近せしめ、尙それ等を共に保温物を以つて蔽つた。此の様にしても尙此の器械は温度變化の非常に小さな室内におく事が必要である。此の様にして略々満足な結果を得たが、本來のスタトスコープの如く微細な氣壓の變化をも記録せしめるには、バイメタルの幅を廣くして力を強くすればよい。又力を強くすれば倍率を高める事が出来る。

尙此の種の器械で注意しなければならないのは、栓 K を開いた場合の空氣の斷熱變化による温度影響である。即ち栓 K を開いて示度を零點に歸した直後に再び栓を閉じると、空氣の斷熱變化により一時的に温度が變つた空氣が周圍と熱の交換をしてその温度が又次第に變化する爲示度が變つてくる。この量は空氣の場合は $h=0.29h_0$ ⁽¹⁾ で表はされる。 h_0 は初めの空盒内の壓力と外部の壓力との差で、 h は斷熱變化後に於ける空盒内の壓力と外壓との差である。即ちスタトスコープに於て示度が例へば 5 mm を示してゐる場合に、栓を開いて示度を零點に歸した。直後再び栓を閉じれば示度は 1.5 耗迄再び昇り得る(始めの示度が一ならば下る)事を示す。實際にスタトスコープに就て試みた處では、栓を開いてゐた時間が 1 秒位の場合には上の式の係數は 0.2 位迄になるが、1 分間も栓を開いた後閉ぢればこの影響は殆ど無い事がわかつた。即ち此の種の器械では栓を開いておく時間に関して此種の注意が必要ではあるが、空氣の熱量は小さいので之が爲に空盒とバイメタルとの間に問題になる様な温度差を生じる事は無いと考へられる。

結 言 上述の如く二種類の携帯にも便利な高倍率自記晴雨計を試作して見たが眞空空盒式の方が結果は遙かによかつた。之は試作の結果から更に部分的に多少改良して引續き數個製造する事となつてゐる。

以上の試作は中央氣象臺工作課に於て行はれたもので、本試作に當つて御指導と御便宜とを賜つた藤原臺長先生並びに岡田先生及び倉石先生、工作課塚本技師他諸氏に厚く御禮申上げる。

(昭和 17 年 9 月)

(1) 芝 龜吉：物理學概説 II (熱學), 182.

大麥の收量と氣象との關係(第2報)

日本主要農作物の收量と氣象との關係に関する研究 第11號

大 後 美 保

§I. 緒言 著者は曩に“第1報”⁽²⁾に於て我國の各府縣に於ける大麥の反當收量と栽培期間各月別の各種氣象要素との相關係數を求め、其等の相關係數より收量と最も密接な關係にある氣象要素の種類及び時期の大體の傾向を明かにすることを得た。本報に於ては“第1報”の結果を充分考察して道府縣別に各種氣象要素より反當收量を求める豫想數式を“水稻の收量と氣象との關係(第2報)”⁽³⁾に於て述べた方法と同一の方法で求めて見た。

§II. 道府縣別大麥反當收量の豫想數式 道府縣別に求めた反當收量(升)の趨勢直線及び豫想相對反當收量を算出する數式は次に示す通りである。但し反當收量趨勢直線中の t は明治35年を2として起算した年次で、又豫想數式中の T, P, S は夫々月平均氣温、月降水總量、月日照總時數を示し、 T, P, S に附記してある數字は月を示す。尙數字が二つ附記してあるものは氣温では其等の二つの數字が示す月の間の月平均を意味し、降水量及び日照時數に於ては其等の二つの數字が示す月の間の總量を意味する。又 ϵ は各豫想數式を用ひて各種氣象要素より求めた各年の理論的收量と實際の收量との差の平均、即ち平均誤差%である。

北 海 道

反當收量趨勢直線 明治35年(2562)-昭和12年(2597)..... $Y=106.00$

$$Y_F = \begin{cases} <110 \text{ mm} \\ 0.05P_6 + 22.37 \\ >110 \text{ mm} \\ >27.98 \end{cases} - 0.05P_4 - 0.05P_7 - 0.05S_6 + 91.45$$

$\epsilon=9.6$

青 森 縣

反當收量趨勢直線 明治35年(2562)-昭和12年(2597)..... $Y=1.17t+100.79$

$$Y_F = -0.04P_{6.7} + 0.06S_{6.7} + 0.05S_7 + 82.46$$

$\epsilon=8.9$

岩 手 縣

反當收量趨勢直線 { 明治35年(2562)-明治44年(2571)..... $Y=88.00$
明治45年(2572)-大正8年(2579)..... $Y=12.75t-52.25$
大正9年(2581)-昭和12年(2597)..... $Y=191.00$

$$Y_F = \begin{cases} <16.8^\circ\text{C} \\ 0.01T_4 + 24.61 \\ >16.8^\circ\text{C} \\ -4.84T_4 + 127.16 \end{cases} - 0.10P_4 + 0.18S_4 + 32.39$$

$\epsilon=9.8$

宮 城 縣

反當收量趨勢直線 { 明治35年(2562)-大正14年(2585)..... $Y=9.5t+87.2$
大正15年(2586)-昭和12年(2597)..... $Y=0.6t+221.0$

$$Y_F = -0.04P_{12.3} - 0.06P_4 - 0.06P_6 - 0.03P_{6.7} + 126.07$$

$\epsilon=10.6$

秋 田 縣

反當收量趨勢直線 { 明治35年(2562)-大正14年(2585)..... $Y=-0.75t+91.50$
大正15年(2586)-昭和12年(2597)..... $Y=2.44t+11.80$

$$Y_F = \begin{cases} <8.4^\circ\text{C} \\ 3.63T_4 - 2.98 \\ >8.4^\circ\text{C} \\ -2.38T_4 + 47.55 \end{cases} + \begin{cases} <782 \text{ mm} \\ -0.01P_{9.11} + 30.95 \\ >782 \text{ mm} \\ -0.02P_{9.11} + 41.68 \end{cases} + \begin{cases} <240\% \\ 0.03S_6 + 18.84 \\ >240\% \\ -0.06S_6 + 40.99 \end{cases} - 0.01P_{12.3} + 29.75$$

$\epsilon=7.8$

山 形 縣

反當收量趨勢直線 { 明治35年(2562)-大正15年(2586)..... $Y=109.00$
大正16年(2586)-昭和12年(2597)..... $Y=3.76t+10.70$

$$Y_F = -3.07T_{9.11} + 2.66T_{12.3} - 0.05P_{12.3} + 156.61$$

$\epsilon=7.6$

福 島 縣

反當收量趨勢直線 { 明治35年(2562)-明治43年(2570)..... $Y=3.75t+111.50$
明治44年(2571)-大正10年(2581)..... $Y=149.00$
大正11年(2582)-昭和12年(2597)..... $Y=4.20t+60.80$

$$Y_F = 3.10T_{12.3} - 0.04P_4 - 0.05S_6 - 0.03S_8 + 112.73$$

$\epsilon=6.5$

茨 城 縣

反當收量趨勢直線 { 明治35年(2562)-明治45年(2572)..... $Y=3.95t+150.50$
大正2年(2573)-昭和4年(2589)..... $Y=0.70t+189.00$
昭和5年(2590)-昭和12年(2597)..... $Y=5.66t+45.40$

$$Y_F = \begin{cases} <523.3h \\ -0.03S_{12.2} + 39.98 \\ >523.3h \\ 0.01S_{12.2} + 19.96 \end{cases} - 0.02P_{3.5} - 0.03P_6 + 0.04S_6 + 81.49$$

$\epsilon=5.5$

栃 木 縣

反當收量趨勢直線 $\left\{ \begin{array}{l} \text{明治 35 年 (2562) - 明治 45 年 (2572)} \cdots \cdots Y = 3.23t + 156.54 \\ \text{大正 2 年 (2573) - 昭和 3 年 (2598)} \cdots \cdots Y = 195.00 \\ \text{昭和 4 年 (2589) - 昭和 12 年 (2597)} \cdots \cdots Y = 5.00t + 55.00 \end{array} \right.$

$$Y_F = \begin{cases} < 190 \text{ mm} \\ 0.04P_{4-5} + 49.62 \\ > 190 \text{ mm} \\ -0.03P_{4-5} + 64.68 \end{cases} + 0.05S_{5-6} + 29.21$$

$\epsilon = 5.1$

群 馬 縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) $\cdots \cdots Y = 2.0t + 157.5$

$$Y_F = \begin{cases} < 111 \text{ mm} \\ 0.09P_5 + 53.10 \\ > 111 \text{ mm} \\ -0.06P_5 + 71.92 \end{cases} + 0.08S_6 + 28.00$$

$\epsilon = 4.8$

埼 玉 縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) $\cdots \cdots Y = 2.5t + 179.3$

$$Y_F = -0.03P_{3-4} + 0.05S_{3-4} + 0.05S_{5-6} + 65.60$$

$\epsilon = 6.0$

千 葉 縣

反當收量趨勢直線 $\left\{ \begin{array}{l} \text{明治 35 年 (2562) - 大正 3 年 (2574)} \cdots \cdots Y = 4.13t + 119.24 \\ \text{大正 4 年 (2575) - 昭和 12 年 (2597)} \cdots \cdots Y = 1.42t + 156.4 \end{array} \right.$

$$Y_F = 0.11S_{5-6} + 0.06S_{5-6} + 60.89$$

$\epsilon = 7.2$

東 京 府

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) $\cdots \cdots Y = 1.43t + 167.94$

$$Y_F = 0.09S_5 + 0.05S_{5-6} - 0.04P_{3-4} + 73.06$$

$\epsilon = 6.5$

神 奈 川 縣

反當收量趨勢直線 $\left\{ \begin{array}{l} \text{明治 35 年 (2562) - 大正 6 年 (2577)} \cdots \cdots Y = 3.40t + 138.00 \\ \text{大正 7 年 (2578) - 昭和 12 年 (2597)} \cdots \cdots Y = 1.62t + 169.50 \end{array} \right.$

$$Y_F = -7.73T_3 + 5.19T_{10-11} + 0.12S_{3-4} + 116.45$$

$\epsilon = 9.5$

新 潟 縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) $\cdots \cdots Y = 1.06t + 75.70$

$$Y_F = 3.65T_4 + 0.15S_{10-11} + 0.15S_4 + 0.90$$

$\epsilon = 8.6$

富 山 縣

反當收量趨勢直線 $\left\{ \begin{array}{l} \text{明治 35 年 (2562) - 明治 42 年 (2569)} \cdots \cdots Y = 3.3t + 109.4 \\ \text{明治 43 年 (2570) - 昭和 12 年 (2597)} \cdots \cdots Y = 139.0 \end{array} \right.$

$$Y_F = 5.90T_4 + 4.89T_{12-2} - 0.03P_{12-2} + 47.39$$

$\epsilon = 9.3$

石 川 縣

反當收量趨勢直線 $\left\{ \begin{array}{l} \text{明治 35 年 (2562) - 明治 43 年 (2570)} \cdots \cdots Y = 2.13t + 116.14 \\ \text{明治 44 年 (2571) - 昭和 12 年 (2597)} \cdots \cdots Y = 137.00 \end{array} \right.$

$$Y_F = \begin{cases} < 3.0^\circ\text{C} \\ 12.91T_{12-2} + 22.49 \\ > 3.0^\circ\text{C} \\ 0.46T_{12-2} + 59.83 \end{cases} + \begin{cases} < 4.8^\circ\text{C} \\ 2.97T_3 + 28.09 \\ > 4.8^\circ\text{C} \\ 0.09T_3 + 41.91 \end{cases}$$

$\epsilon = 4.3$

福 井 縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) $\cdots \cdots Y = 116.0$

$$Y_F = \begin{cases} < 240\text{l} \\ 0.08S_{12-2} + 19.33 \\ > 240\text{l} \\ 0.02S_{12-2} + 34.38 \end{cases} + 5.71T_{12-2} + 0.13S_4 + 22.24$$

$\epsilon = 7.4$

山 梨 縣

反當收量趨勢直線 $\left\{ \begin{array}{l} \text{明治 35 年 (2562) - 明治 43 年 (2570)} \cdots \cdots Y = 8.1t + 88.0 \\ \text{明治 44 年 (2571) - 昭和 12 年 (2597)} \cdots \cdots Y = 1.2t + 155.0 \end{array} \right.$

$$Y_F = -2.70T_3 - 0.08P_{12-3} + 156.47$$

$\epsilon = 5.8$

長 野 縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) $\cdots \cdots Y = 1.63t + 157.74$

$$Y_F = -2.43T_{10-11} + 1.96T_{12-3} - 0.04P_{10-11} + 0.08S_4 + 112.75$$

$\epsilon = 5.3$

岐 阜 縣

反當收量趨勢直線 $\left\{ \begin{array}{l} \text{明治 35 年 (2562) - 明治 45 年 (2572)} \cdots \cdots Y = 3.43t + 108.94 \\ \text{大正 2 年 (2573) - 昭和 12 年 (2597)} \cdots \cdots Y = 152.00 \end{array} \right.$

$$Y_F = -0.02P_6 + 0.11S_5 + 0.05S_{5-6} + 58.46$$

$\epsilon = 5.9$

靜 岡 縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) $\cdots \cdots Y = 1.38t + 119.24$

$$Y_F = -3.29T_4 + 0.05S_{3-4} + 0.05S_{5-6} + 119.32$$

$\epsilon = 5.9$

愛知縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 1.3t + 146.4$

$$Y_F = -0.04P_3 + 0.08S_3 + 0.05S_{6-n} + 71.01$$

 $\varepsilon = 6.7$

三重縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 0.9t + 121.4$

$$Y_F = -3.03T_3 - 0.02P_3 + 0.05S_{1-4} + 0.03S_{3-6} + 123.98$$

 $\varepsilon = 6.5$

滋賀縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 1.2t + 129.8$

$$Y_F = \begin{cases} < 5.4^\circ\text{C} \\ 1.76T_3 + 23.92 \\ > 5.4^\circ\text{C} \\ -1.16T_3 + 39.72 \end{cases} - 0.01P_{12-2} + 0.04S_4 + 0.02S_{3-6} + 57.19$$

 $\varepsilon = 3.6$

京都府

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 1.5t + 98.5$

$$Y_F = \begin{cases} < 42.9^\circ\text{C} \\ 1.72T_{12-2} + 29.05 \\ > 42.9^\circ\text{C} \\ -3.11T_{12-2} + 49.80 \end{cases} - 0.07P_3 - 0.04P_3 + 78.59$$

 $\varepsilon = 6.2$

大阪府

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 192.0$

$$Y_F = -14.89T_{4-5} - 0.07P_3 + 339.60$$

 $\varepsilon = 10.3$

兵庫縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 1.82t + 97.36$

$$Y_F = \begin{cases} < 5.9^\circ\text{C} \\ 3.90T_{12-2} + 19.11 \\ > 5.9^\circ\text{C} \\ 4.37T_{12-2} + 6.79 \end{cases} + 0.09S_4 + 0.07S_6 + 30.40$$

 $\varepsilon = 6.1$

奈良縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 1.5t + 130.0$

$$Y_F = -0.01P_3 - 0.02P_6 + 0.10S_4 + 87.26$$

 $\varepsilon = 8.3$

和歌山縣

反當收量趨勢直線 { 明治 35 年 (2562) - 大正 3 年 (2574) ····· $Y = 2.90t + 63.00$
大正 4 年 (2575) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 4.24t + 44.40$

$$Y_F = -0.07P_{3-4} + 0.14S_3 - 0.10S_4 + 110.46$$

 $\varepsilon = 10.8$

鳥取縣

反當收量趨勢直線 { 明治 35 年 (2562) - 明治 44 年 (2571) ····· $Y = 3.92t + 78.16$
明治 45 年 (2572) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 0.48t + 115.80$

$$Y_F = 2.46T_{12-2} - 0.04P_{10-11} + 98.32$$

 $\varepsilon = 4.6$

島根縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 1.03t + 93.74$

$$Y_F = 2.64T_3 - 0.02P_3 - 0.02S_{10-11} + 54.72$$

 $\varepsilon = 5.1$

岡山縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 2.0t + 113.8$

$$Y_F = 3.30T_3 - 0.06P_3 + 33.95$$

 $\varepsilon = 6.2$

廣島縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 1.73t + 100.04$

$$Y_F = \begin{cases} < 170 \text{ mm} \\ 0.04P_3 + 21.86 \\ > 170 \text{ mm} \\ -0.09P_3 + 43.04 \end{cases} + 2.48T_{12-2} - 0.02P_3 + 0.05S_3 + 53.76$$

 $\varepsilon = 5.9$

山口縣

反當收量趨勢直線 { 明治 35 年 (2562) - 大正 7 年 (2578) ····· $Y = 95.00$
大正 8 年 (2579) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 3.48t + 33.40$

$$Y_F = \begin{cases} < 185.5 \text{ mm} \\ -0.04P_3 + 40.11 \\ > 185.5 \text{ mm} \\ 0.10P_3 + 13.98 \end{cases} - 0.02P_{12-2} + 0.06S_3 + 54.69$$

 $\varepsilon = 5.6$

德島縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597) ····· $Y = 112.0$

$$Y_F = \begin{cases} < 8.7^\circ\text{C} \\ 2.11T_3 + 23.59 \\ > 8.7^\circ\text{C} \\ -5.11T_3 + 86.19 \end{cases} + 0.08S_3 + 0.10S_6 + 26.94$$

 $\varepsilon = 7.8$

香 川 縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597)..... $Y = 3.72t + 87.56$

$$Y_F = \begin{cases} < 95 \text{ mm} \\ 0.19P_4 + 21.50 \\ > 95 \text{ mm} \\ -0.16P_4 + 55.48 \end{cases} - 5.61T_{10-11} - 0.06P_5 + 154.57$$

$\epsilon = 12.6$

愛 媛 縣

反當收量趨勢直線 { 明治 35 年 (2562) - 大正 2 年 (2573)..... $Y = 1.70t + 82.60$
大正 3 年 (2574) - 昭和 12 年 (2597)..... $Y = 2.88t + 67.00$

$$Y_F = -0.02P_{3-4} + 0.02S_{12-2} + 0.05S_{5-6} + 77.10$$

$\epsilon = 7.8$

高 知 縣

反當收量趨勢直線 { 明治 35 年 (2562) - 大正 4 年 (2575)..... $Y = 3.0t + 94.4$
大正 5 年 (2576) - 昭和 12 年 (2597)..... $Y = 0.64t + 130.2$

$$Y_F = \begin{cases} < 235 \text{ mm} \\ -0.01P_3 + 39.85 \\ > 235 \text{ mm} \\ -0.03P_3 + 44.70 \end{cases} + 0.08S_3 + 0.06S_4 + 35.77$$

$\epsilon = 5.7$

福 岡 縣

反當收量趨勢直線 { 明治 35 年 (2562) - 大正 6 年 (2577)..... $Y = 1.28t + 71.34$
大正 7 年 (2578) - 昭和 12 年 (2597)..... $Y = 2.76t + 46.00$

$$Y_F = \begin{cases} < 320h \\ 0.07S_{12-2} + 13.07 \\ > 320h \\ 0.01S_{12-2} + 32.47 \end{cases} - 0.04P_{12-2} + 0.08S_3 + 63.49$$

$\epsilon = 7.3$

佐 賀 縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597)..... $Y = 2.03t + 83.34$

$$Y_F = -3.41T_4 - 0.02P_4 + 0.09S_4 + 136.15$$

$\epsilon = 9.8$

長 崎 縣

反當收量趨勢直線 { 明治 35 年 (2562) - 大正 13 年 (2584)..... $Y = 131.0$
大正 14 年 (2585) - 昭和 12 年 (2597)..... $Y = 7.1t - 39.5$

$$Y_F = \begin{cases} < 5.1^\circ\text{C} \\ 6.48T_{12-2} + 9.63 \\ > 5.1^\circ\text{C} \\ -5.99T_{12-2} + 73.43 \end{cases} - 5.55T_{5-6} + 0.15S_4 + 148.20$$

$\epsilon = 8.3$

熊 本 縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597)..... $Y = 1.5t + 71.0$

$$Y_F = 0.07S_3 - 0.03P_{4-5} - 3.29T_{12-2} + 114.55$$

$\epsilon = 7.0$

大 分 縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597)..... $Y = 2.2t + 65.8$

$$Y_F = \begin{cases} < 5.2^\circ\text{C} \\ 3.98T_{12-2} + 7.34 \\ > 5.2^\circ\text{C} \\ -2.83T_{12-2} + 42.33 \end{cases} + \begin{cases} < 450 \text{ mm} \\ -0.02P_{6-6} + 19.75 \\ > 450 \text{ mm} \\ -0.02P_{6-6} + 39.54 \end{cases} - 0.02P_{12-2} + 0.04S_{12-2} + 33.93$$

$\epsilon = 7.3$

宮 崎 縣

反當收量趨勢直線 { 明治 35 年 (2562) - 明治 44 年 (2571)..... $Y = 8.2t + 87.8$
明治 45 年 (2572) - 大正 13 年 (2584)..... $Y = -1.5t + 195.0$
大正 14 年 (2585) - 昭和 12 年 (2597)..... $Y = 161.0$

$$Y_F = -3.40T_{12-2} - 0.02P_{6-7} + 0.03S_{6-7} + 128.37$$

$\epsilon = 7.9$

鹿 兒 島 縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597)..... $Y = 0.98t + 62.54$

$$Y_F = -0.02P_4 - 0.02P_5 + 0.05S_{12-2} + 0.03S_8 + 69.58$$

$\epsilon = 10.6$

沖 繩 縣

反當收量趨勢直線 明治 35 年 (2562) - 昭和 12 年 (2597)..... $Y = 0.75t + 29.50$

$$Y_F = -3.68T_2 - 0.03P_4 + 0.09S_4 + 148.59$$

$\epsilon = 7.8$

§ III. 考 察 收量の豫想數式に於ては誤差の大小が最も重要な問題であるから之に就いて次に簡単な考察を試みる。

上記各豫想數式から求めた平均誤差の地理的分布は第 1 圖に示す通りである。

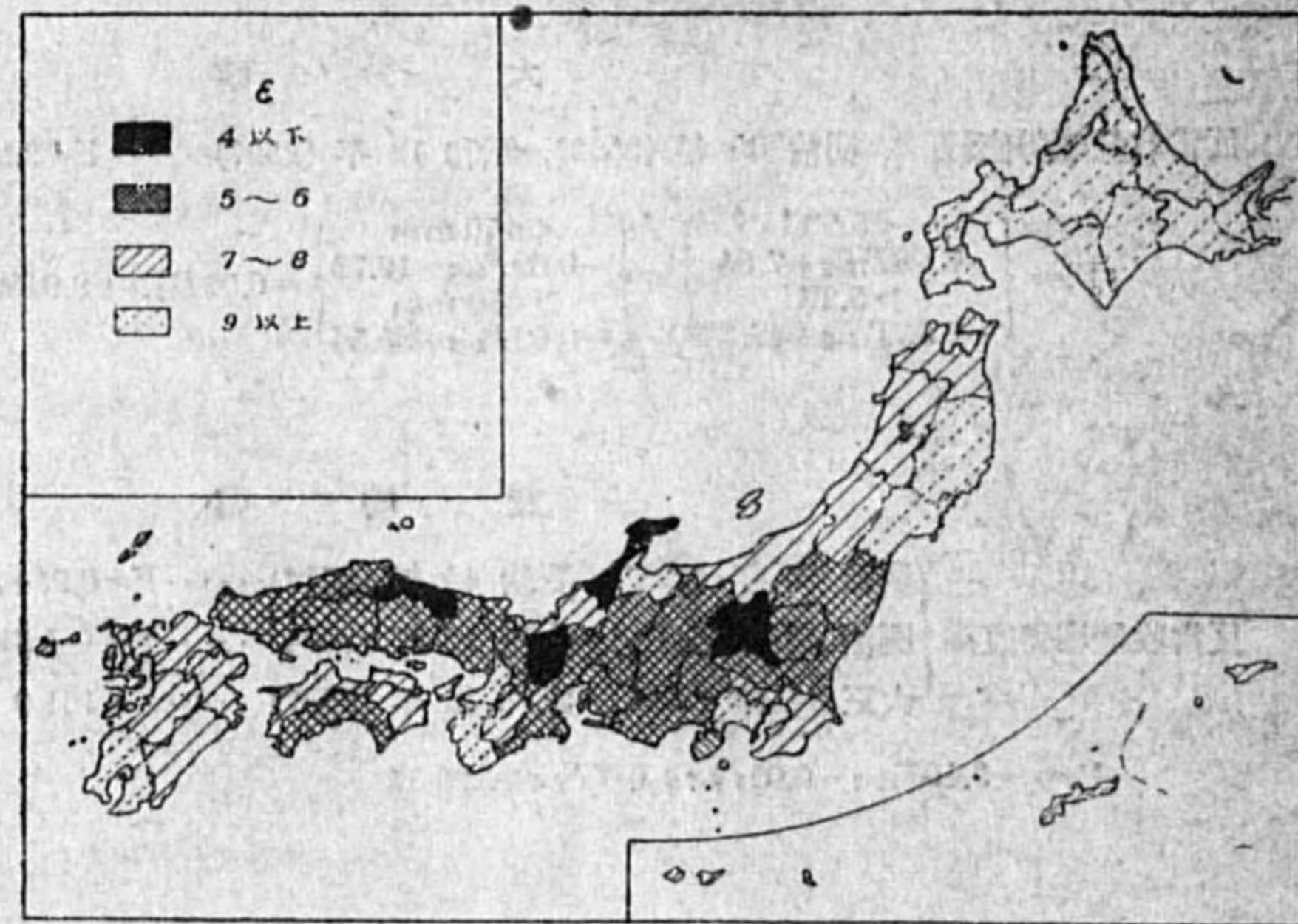
第 1 圖を見ると北海道、東北地方、北陸地方、九州地方及び近畿地方の西南部は誤差大きく、關東地方、北陸以外の中中部地方、中國地方は誤差が小さい。

特に誤差が大きく平均誤差 10% 以上に達するのは宮城、大阪、和歌山、香川、鹿兒島の各府縣で、中でも香川は最も大きく 12.6% であり、一方特に誤差の小さい地方は群馬、石川、滋賀、鳥取の各縣で何れも平均誤差 5% 以下で、特に滋賀縣の如きは 3.6% に過ぎない。

以上の如く地方により誤差に大小の生ずる理由には色々あるが其の最も大きな原因の一つとして

栽培面積の大小が考へられる。上述の誤差の小さい地方は概して大麥の作付面積の多い地方であり、誤差の大きい地方は作付面積の少ない地方である。作付面積の少ない地方に於ける反當收量豫想數式の算出基礎として用ひる

反當收量は氣象と關係付ける上に統計的に多くの缺陷があり、之が數式の誤差を大きくする最も大きな原因となるもの様である。誤差の全國平均は7.3%で決して小さくない。併し此の誤差より實際は可成小さくすることが出来る。それは此處で算出した誤差は凡ての年の特性を全然考慮しないで豫想數式より機械的に



算出した誤差であるからである。此處に示した豫想數式は收量と各種氣象要素との關係を示す多くの方程式を一つに纏め上げたもので、各年の特性に應じて、採用すべき方程式を取捨撰擇すれば誤差を更に小さくすることが出来ることは云ふ迄もない。

以上は研究結果のみを報告したもので、詳細に就いては追て別に發表する豫定である。

最後に本研究を行ふに當り多大の手數を煩した鈴木雄次君に深謝する。

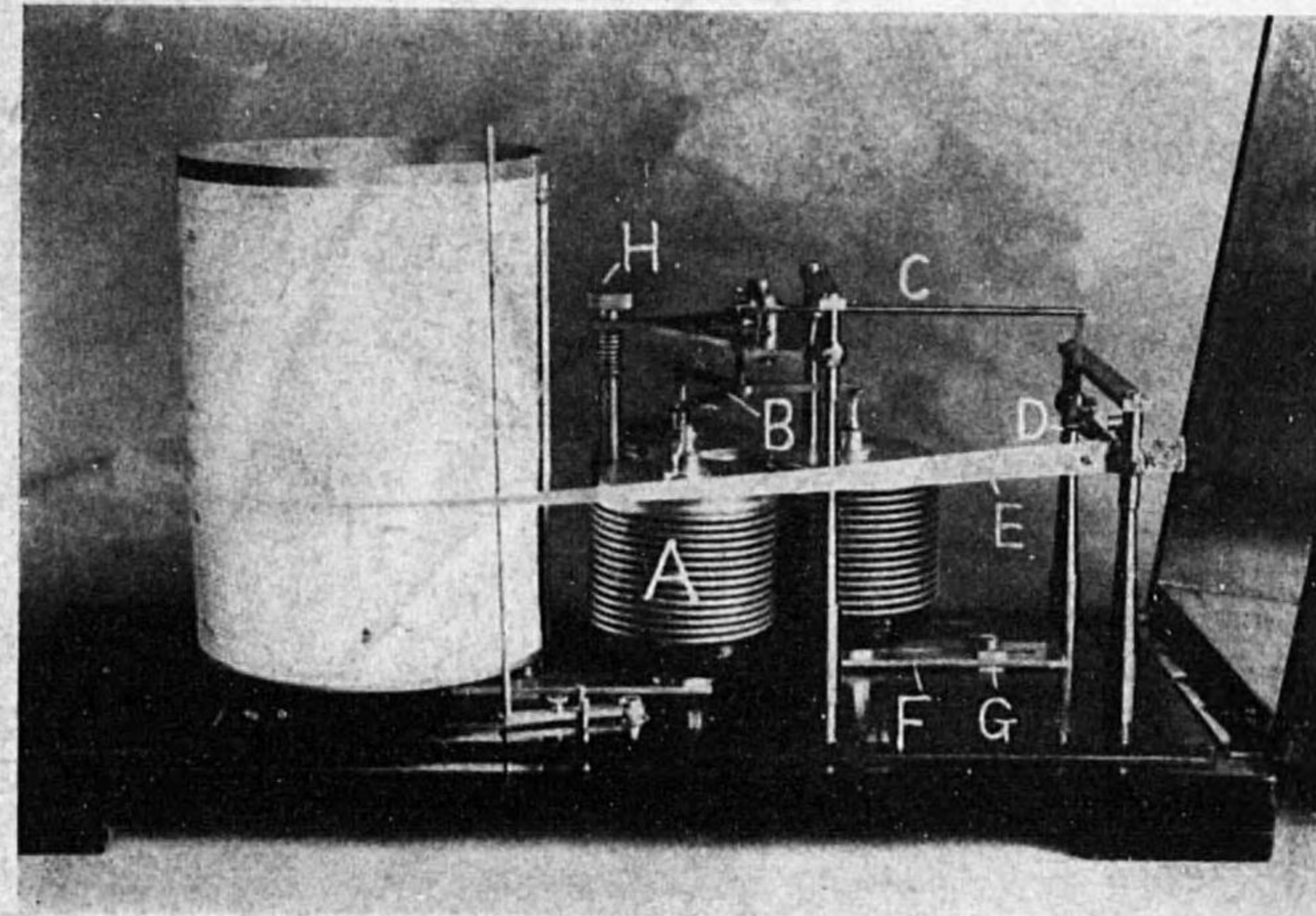
昭和 17 年 9 月 於中央氣象臺

文 獻

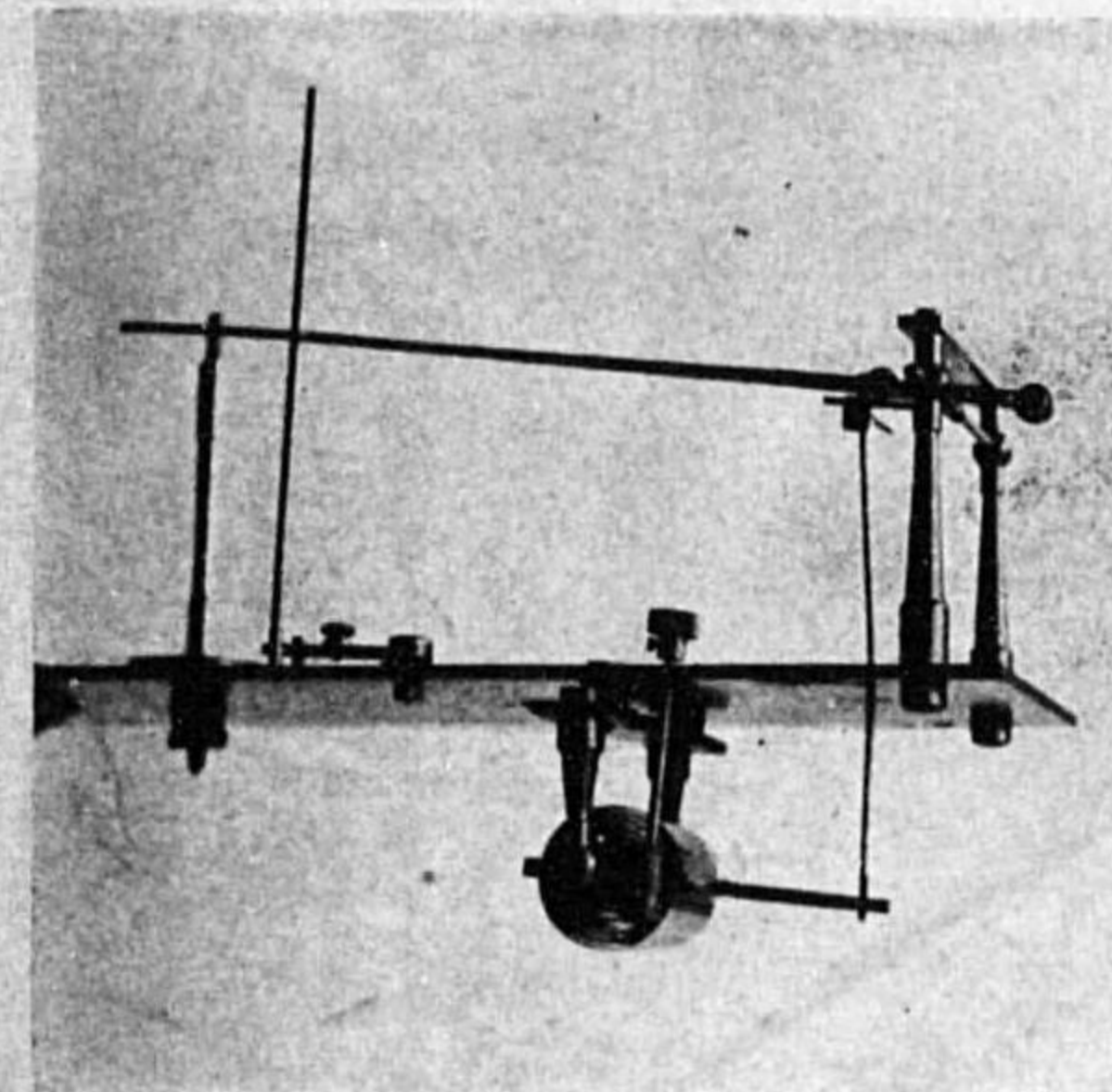
- (1) 大後美保：豊凶序論，日本主要農作物の豊凶に關する研究（第 1 報）産業氣象調査報告，7，138-152. (2600).
- (2) 大後美保：大麥の收量と氣象との關係（第 1 報）日本主要農作物の收量と氣象との關係に關する研究（第 8 號）氣象集誌，19，28-33 (2601).
- (3) 大後美保：水稻の收量と氣象との關係（第 2 報）日本主要農作物の收量と氣象との關係に關する研究（第 2 號）氣象集誌，19，301-313 (2601).

圖版第七

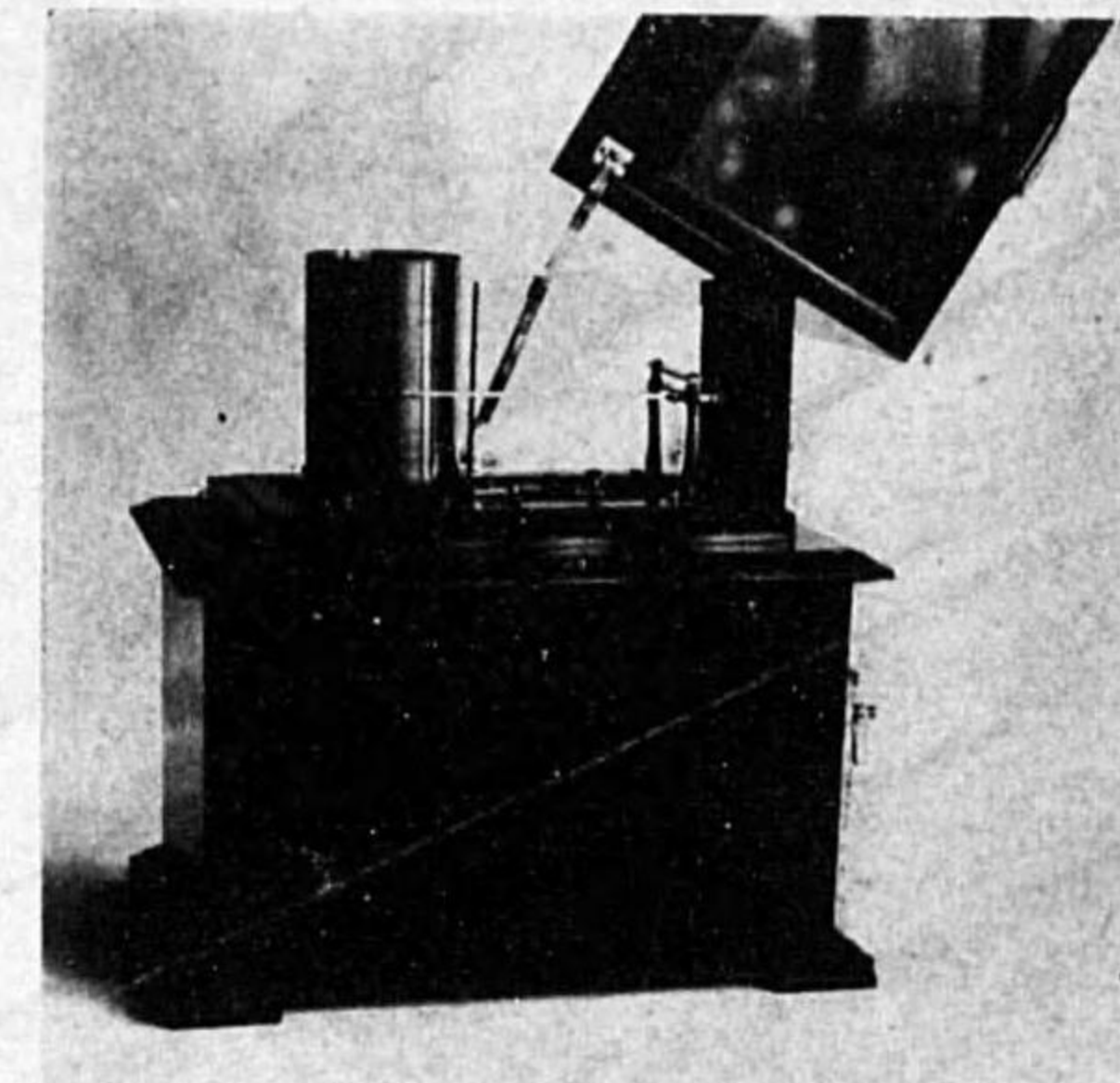
寫 眞 1



寫 眞 2



寫 眞 3



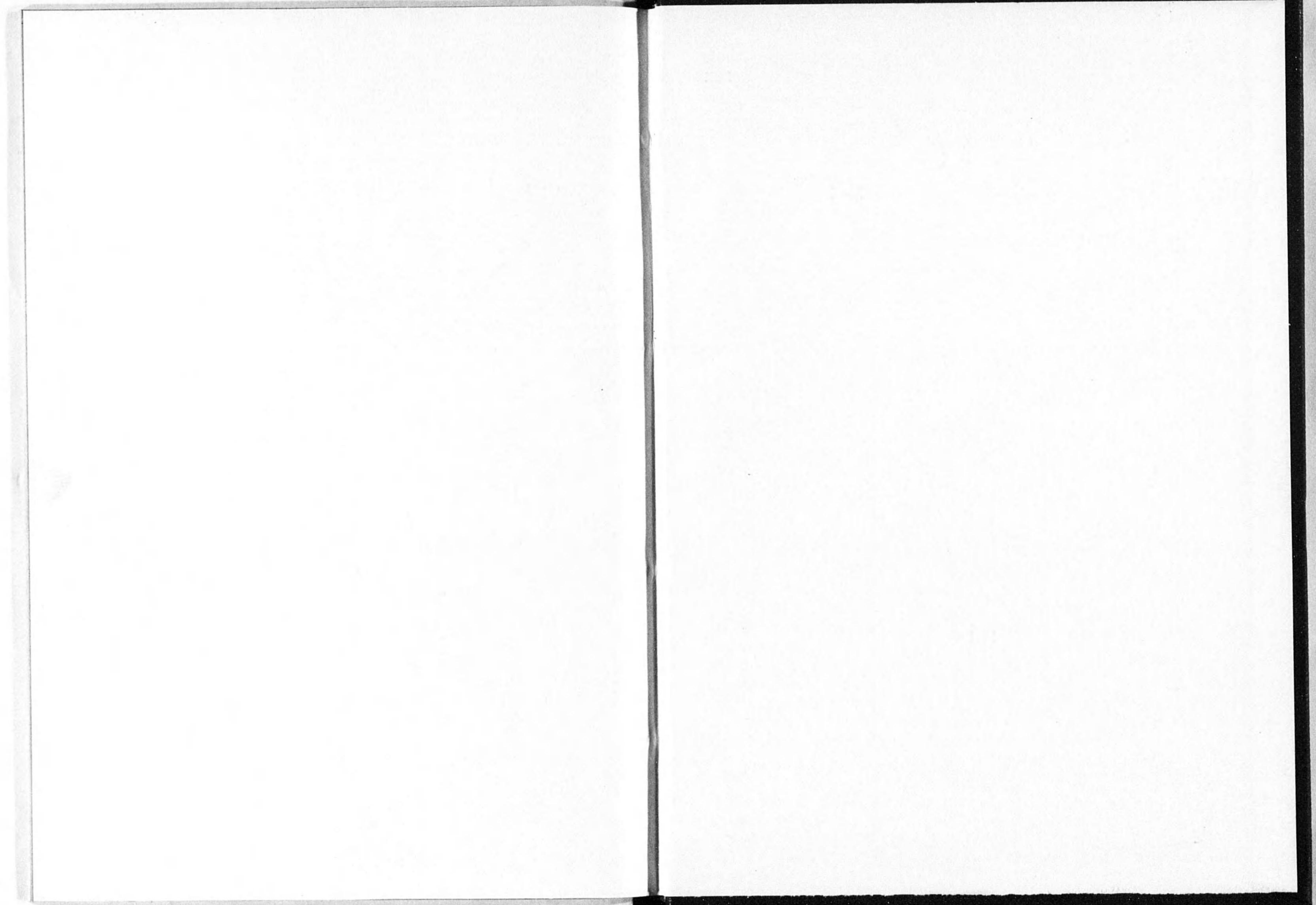
矢龜：「高倍率自記晴雨計の試作」附圖

昭和十八年八月二十五日印刷
昭和十八年八月三十日發行

編輯兼發行者 中央氣象臺

印刷者 (東京35) 高木外史
東京都神田區美土代町十六番地

印刷所 株式會社三秀舍
東京都神田區美土代町十六番地



14.6二-338



1200600228774

14.6二

338

終