

東北の農業気象

Bulletin of the Agricultural Meteorology
of Tōhoku District of Japan

No. 4

1958

昭和35年3月

日本農業気象学会
東北支部

The Tōhoku-Branch of the Society
of Agricultural Meteorology of Japan

March 1960

☆ 目 次 ☆

I 特別講演

1. 最近の暖冬について……………仙台管区気象台技術部長 内海徳太郎 1頁

II 研究発表

2. 江合川の水質について……………小牛田農林高校 森 俊彦 5
3. 地温管理について……………宮城農業短大 遠藤 冲吉 13
4. 晩霜期の晴れた夜における裸地と草生地の気温比較観測
の一例……………福島地方気象台 梅田 三郎 14
5. 晩霜時期における最低気温分布の予想……………
……………福島地方気象台 小林 善博 23
6. 稲作期間の気温変化……………盛岡地方気象台 加藤 吉男 31
7. 水稻の収量構成と気象 (序報)…………… 36
……………新庄測候所 佐藤 義正 36
8. 防潮林伐採時に伴う周辺稻田の風速分布変化について……………
……………仙台管区気象台 高橋 正吾 54

III 学会記事

I 特 別 講 演

1. 最近の暖冬について

仙台管区気象台 内海徳太郎

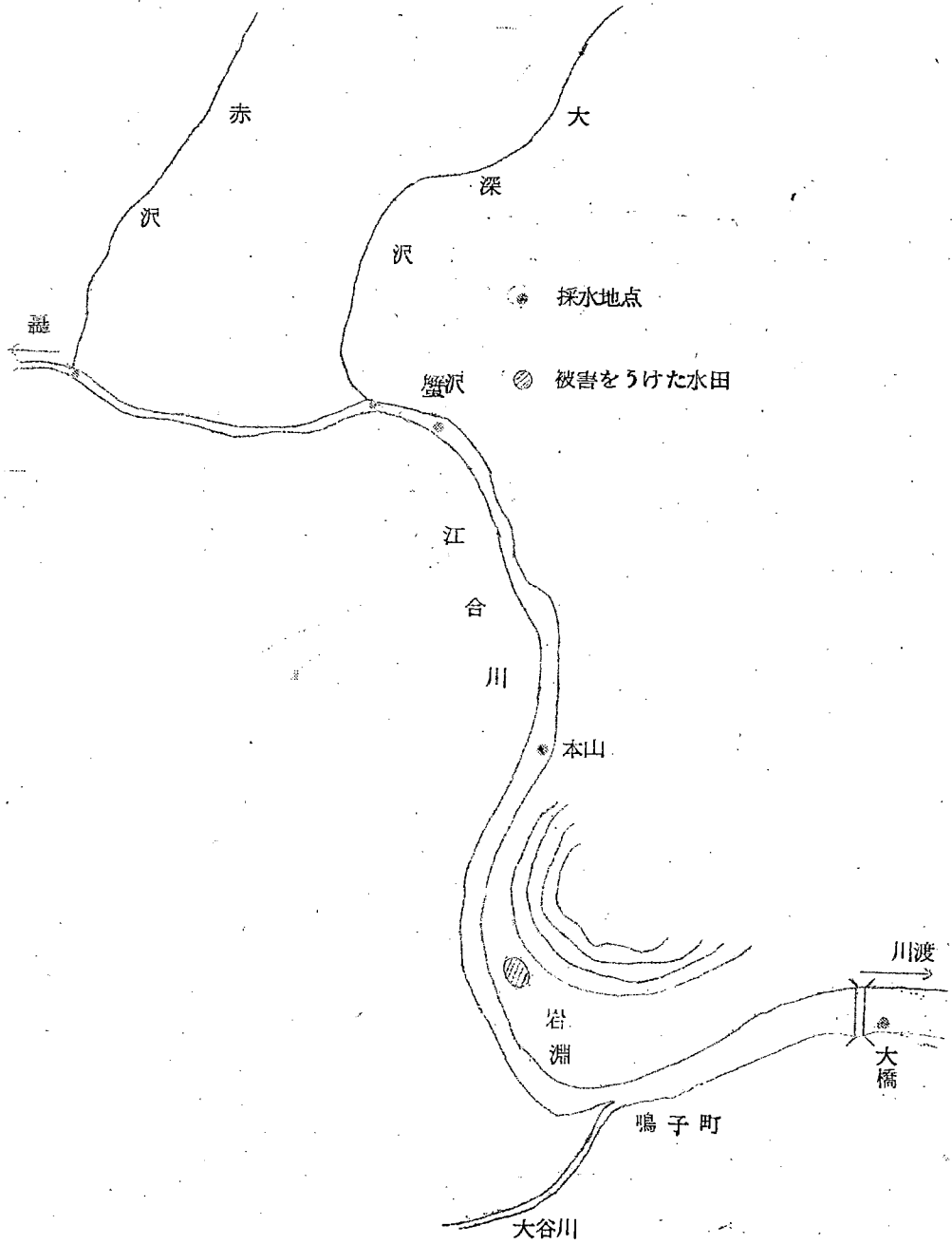
緒言 昭和23年以来毎冬高温かつづいて居り今後も暖冬がつゞくとすれば農業経営にも可なりの変改が起る可能性がある。東北地方も今世紀に入ってからずつと暖冬が続いて居り昭和20年前後一時寒冬が続いた。もつとも、こまかい変動に着目すると明治の末期と昭和12年~21年頃に寒冬があつたが、その他の期間は今日に至るまでずつと暖冬になつている。中谷去即教授によるとグリーンランドの氷冠も、ずつと溶けつゞけている相である。グリーンランドの面積は、日本全土の6倍もありその上を氷冠が蔽うているが、現在でも氷冠の厚さは平均で2200米あるというからずい分大きなものだ。Swedenのアールマン教授は、北極海の氷は今世紀になつて著しく薄くなつたと指摘している。1893~1896年にNansenがFram号で測定した結果では平均の厚さは365mであつたが、40年後の1937~1940年にソ聯のセドフ号が測定した時には平均218mの厚さに減少した。又アールマン教授はソレン区域内の氷海で、1924年から1944年まで100万平方料以上開水面が増加したと述べている。最近NorwayのHesselberg等が調べた結果北極海のSpitsbergen (80°Nに近い) では1917~1922の間に気温が急昇し平均気温で

| | |
|-------|----|
| 冬 期 | 7℃ |
| 春期、秋期 | 3℃ |
| 夏 期 | 2℃ |

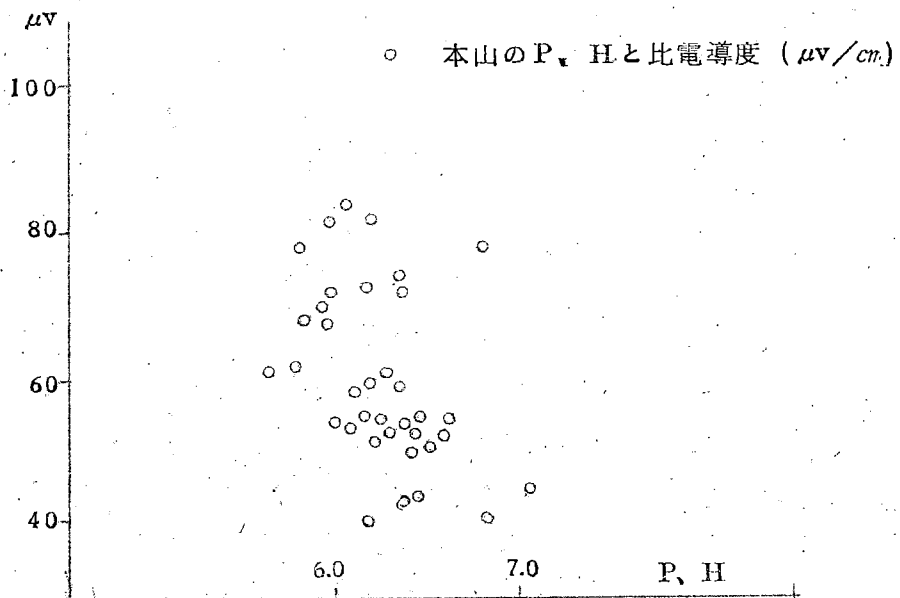
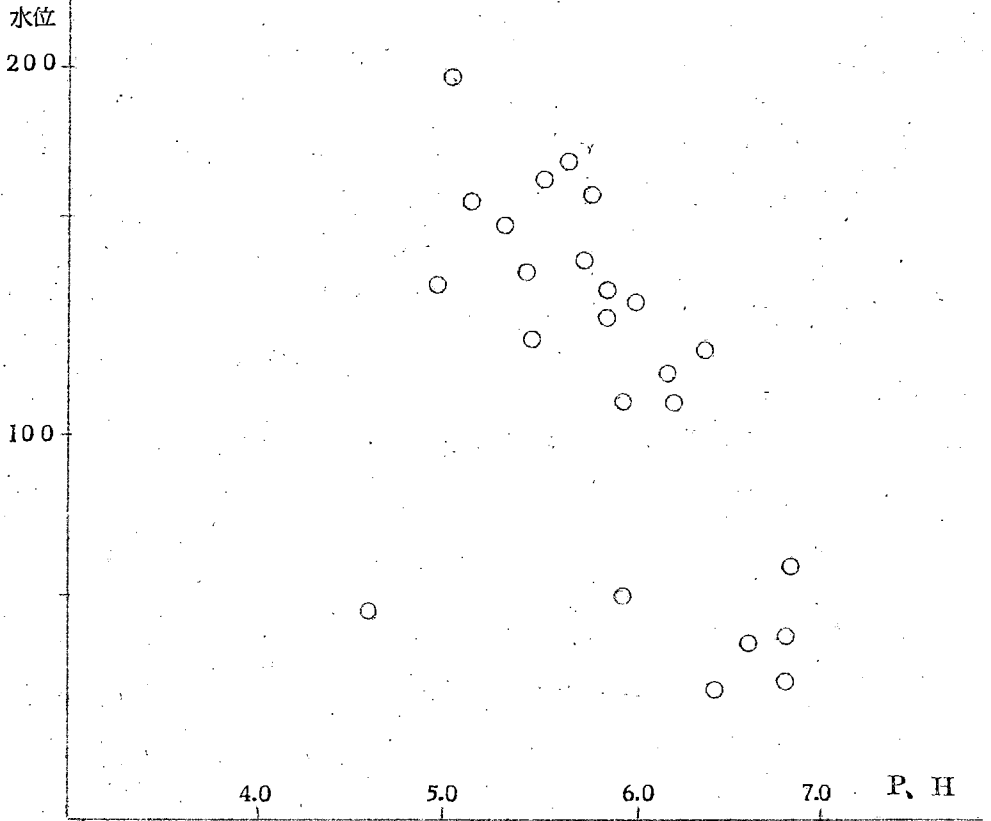
の昇温を見た。1922年以後も上昇をつゞけ第二次世界大戦までに1℃上昇したが、戦後は上昇がにぶり頂点に達した。氷河の後退其他の資料より、気候が変つたと考へられるのは1912年以前1870年に初まつた。一方英国の資料によると、英のHebrides諸島Lewis島のStornoway (58°N) では1931~1940年に至る期間が最暖期であり、南東方のKewでは1943~52年間に最暖期間であつた。両地では緯度で70前後へだつたつて居るが同じ英国内でも極大に達する時期がこの様に異なる。Spitsbergenの気温10年平均で見ると、極大の時期は1930~

1939年であるので、英国のずつと北部は北極海と同時期に気温最高が起つて居り、南部の方で約10年はかり遅れた事になる。東北地方の気温もKew等と同じ時期に極大期が起つて居り、現在の時期は暖冬ではあるが冷夏の时期的年平均気温としては頂点はすき降下の時期にある。Spitsbergenの気温は下つてはいるが下り方は非常にゆるやかであり、英国内でも下つては来たが急に寒冷気候かやつてくるとは考へられない。マンレイ教授によると気候の温暖化は18世紀の中頃から始まつて居り、局地的に逆転した所(Alaska, Norway, New Zealand等)もあるが、こゝ30年乃至40年間に急に顯著になつた。従つてこれは長期の気候変化であり、現在の気候変化は20世紀の現象である。

第1図 江合川上流図 (1/5万)



第2図 本山の水位とP、H



Ⅱ 研 究 発 表

2. 江合川の水質について 宮城県小牛田農林高等学校 森 俊彦

数年来江合川の調査を行つている中に、上流より流下する鉍物質の為に問題のある事が分つた。それについて昭和28年11月の本学会で一寸触れたがそれ以後の調査について報告する。

江合川は他の河川に比べても平水時には大した変化はない。硅酸は火山帯が上流の為多いがP、H、塩素、硫酸、硬度も普通であるが(1)鳴子から川渡の川魚が二年に一度位死んで浮き上る事がある。(2)鳴子で江合川より灌漑水をとつている水田では土壤が酸性化している。(3)蟹沢発電所の水取口のスクリーンは腐蝕甚だしく又この辺の水は黒味を帯びて居り酸味を程する。(4)以上の事がある為に流域の人々は江合川の水源が荒湯なのでこれ等の被害を「荒湯毒」と称し洪水の場合にはこの毒が流下して耕地に害を与えるといつている。

1. 上流の水質

江合川は鳴子より上流には野溪四十本と称されているが常時水のあるのは約二十本である。これ等野溪及び鬼首地区56ヶ所の湧水及び井水、本川に流入する温泉8ヶ所について調査すれば次の如くである。

(1) 上流の主野溪の調査 昭25年7月調査

| No. | 調査地名 | P、H | 水温 | 備 考 |
|-----|--------|-----|------|-------|
| 1 | 水源(荒湯) | 1.5 | 60℃ | |
| 2 | 鎌内沢 | 6.8 | 24.5 | |
| 3 | 保呂内沢 | 7.0 | 25.0 | |
| 4 | 尾ヶ沢 | 7.0 | 20.0 | |
| 5 | 仙北沢 | 7.0 | 19.0 | |
| 6 | 軍沢川 | 7.0 | 18.0 | |
| 7 | 大沢川 | 7.0 | 20.0 | |
| 8 | 新井山沢 | 7.0 | 23.5 | |
| 9 | 宮沢川 | 7.3 | 30.0 | 上流に温泉 |
| 10 | 吹上沢 | 7.4 | 31.0 | 上流に温泉 |

13 寒風沢 6.6 21.5

14 小深沢 7.0 21.5

(2) 鬼首地区の湧水調査 昭28年12月

| 種類 | P、H | 個数 | 計 |
|----|---------|----|----|
| 湧水 | 6.5以上 | 8 | |
| | 6.5~6.0 | 6 | |
| | 6.0以下 | 3 | 17 |
| 井水 | 6.5以上 | 6 | |
| | 6.5~6.0 | 0 | |
| | 6.0以下 | 7 | 14 |
| 流水 | 6.5以上 | 12 | |
| | 6.5~6.0 | 7 | |
| | 6.0以下 | 6 | 25 |

(3) 鬼首原附近温泉調査 昭29年8月

| No. | 調査地 | P、H | 温度 | 備考 |
|-----|-------|-----|-----|------|
| 1 | 宮沢湯元 | 7.4 | 47℃ | |
| 2 | 宮沢高龜 | 8.0 | 51 | |
| 3 | 宮沢大新館 | 8.6 | 86 | 湯口 |
| 4 | 宮沢大新館 | 7.8 | 42 | 湯 |
| 5 | 轟目の湯 | 6.8 | 41 | 川上 |
| 6 | 轟目の湯 | 7.3 | 51 | 川下 |
| 7 | 轟温泉 | 6.5 | 47 | |
| 8 | 寿荘 | 5.3 | — | 本川左岸 |

以上の結果を見ると水源は強酸性であるが流下につれて次第にうすまり温泉も弱アルカリが多く湧水も弱酸のみで下流に与える影響の大きいのは赤沢と大深沢の二つである事が分る。

2 赤沢と大深沢の水質

(1) 赤沢の水質

| 年月日 | P、H | 年月日 | P、H | 年月日 | P、H |
|--------|-----|-------|-----|------|-----|
| 昭25723 | 3.5 | 28822 | 2.8 | 2969 | 3.8 |
| 2842 | 3.8 | 926 | 4.3 | 78 | 3.6 |

| | | | | | |
|-----|------|--------|----|--------|----|
| 5 5 | 38 | 10 8 | 34 | 12 7 | 27 |
| 6 4 | 39 | 11 3 | 23 | 30 816 | 32 |
| 815 | (45) | 29 3 8 | 29 | | |
| 817 | (45) | 4 9 | 35 | | |

備考 () の P、H は降雨時である。

塩素イオン 134 mg/l

蒸発 査 1460 mg/l

赤沢は上流に男釜女釜から出ている。赤沢の水量は少くて視察によつても分るが本川との合流点直下の P、H は、合流前の本川 P、H と殆んど変らないし且つ又降雨時には赤沢の P、H が高くなるので本川の P、H に対する影響はごく僅かであろう。

(2) 大深沢の水質

| 年月日 | P、H | 年月日 | P、H |
|---------|------|-----------|------|
| 昭 25722 | 29 | 28 8 (18) | (28) |
| 27525 | 29 | 926 | 28 |
| 731 | 29 | 1029 | 28 |
| 284 2 | 30 | 11 3 | 26 |
| 6 4 | 29 | 29 816 | 26 |
| 815 | (28) | 31 115 | 26 |

塩素イオン 90.9 ~ 221.8 mg/l

硫酸イオン 247 ~ 264

固形物 1600 ~ 1900

蒸発残査 840 ~ 1870

大深沢の P、H は変動しない。塩素イオンよりも硫酸イオン多くその価は変動しない。その水色は時に濃淡あるが常に灰色を帯び本川合流点より 2.K 下流まで本川左岸の石に褐色の沈殿物を附着させている。大深沢の上流は火山作用により岩石の変化した片山峠より発する。

その水源には 7 ~ 8 個の硫黄泉が流入し硫黄臭強く湧出口及び流下する地点の底に多量の硫黄を沈殿させている。又硫黄の腐抗を通じて黒色をおびた流が一本流入し之等の P、H はすべて 2.8 ~ 3.4

の強酸性を示している。附近の土壤は白色の粘土化し極めてもろく土壤侵蝕の跡が著しい。この辺の土壤P、HはKu浸出で3.3~4.7でわずかに苔類を見るにすぎない。又硫黄採取のあとのズリ（鉱滓）も広範囲に放置されてある。それでこの地帯に降雨があれば酸性化した土壤もズリも共に流下して本川のP、Hを低下させるのもうなずけるのである。本川の含砂量の測定を行う為に水を蒸発させる場合、含有土砂が青黒く且つ又極めて強い硫黄臭を発する事を本山、鳴子及び鵜目の採水に於て経験した。これの降雨によるズリの混入をもの語る。一例をあげれば昭和28年7月18日片山峠に雷雨があり鳴子では18日18時P、H6.4ですんでいた水が19日7時に4.6.8時20分5.2を示し水色は灰色となり採水した水は青黒かつた。平水時に本川に及ぼす影響はどうであろう。それで大深沢合流による本川のP、Hの変化を見れば次の如くである。

| 年 月 日 | P、H | | | 流量 m ³ /秒 | | |
|---------|------|-----|-----|----------------------|------|------|
| | 轟 | 大深沢 | 蟹沢 | 轟 | 蟹沢 | 大深沢 |
| 27 4.14 | 6.9 | 2.9 | 6.0 | 2.7 | 3.35 | 5.0 |
| | 5.21 | 6.8 | 2.9 | 5.5 | 8.5 | 1.47 |
| | 7.30 | 6.8 | 2.9 | 4.6 | 9.8 | 1.44 |
| 28 4.2 | 6.7 | 3.0 | 5.6 | | 1.26 | |
| | 11.3 | 6.8 | 2.6 | 6.1 | 6.8 | 1.02 |
| 30 1.15 | 6.9 | 2.6 | 4.7 | | | 4.0 |

ここに大深沢の流量は、合流による本川P、Hの変化と本川の流量とから計算したもので立/秒で示したもので平均本川流量の1/500位である。この為平水では影響のあるのは分流点下流5Kの本山あたりまでである。

3 出水時の各地のP、

(1) 本 山

昭和30年までのdateを表示する。これを第二図に示してあるがP、Hは水位が高くなると低下する。併し出水前の水位の低い場合と高い場合又増水期と減水期とで異なる。このP、Hの低下は片山峠より酸の流入による事は、その比電導度を測定して見るとP、Hの低下

と比電導度の増加がともなっている事からも知られる。尙本山の最低 P、Hは3.6でありこの位では川魚の浮き上る事も当然考えられる事である。

本山の水位と P、H

| 年月日 | 水位 | P、H | 年月日 | 水位 | P、H |
|---------|------|-----|---------|-----|-----|
| 28 7 19 | 52 | 4.6 | 30 3 0 | 171 | 5.6 |
| 8 14 | 140 | 5.8 | 30 | 150 | 5.7 |
| 11 8 | — | 3.6 | 30 | 134 | 5.8 |
| 29 6 7 | 164 | 5.1 | 30 5 30 | 126 | 6.1 |
| | 159 | 5.3 | 6 26 | 240 | 6.2 |
| 30 5 25 | 166 | 5.8 | 26 | 180 | 6.3 |
| | 5 25 | 110 | 26 | 166 | 6.4 |
| | 5 29 | 146 | 26 | 147 | 6.4 |
| | 5 30 | 173 | 26 | 137 | 6.0 |

本山の P、H と比電導度 ($\mu\text{v}/\text{cm}$)

| 月日時 | P、H | $\mu\text{v}/\text{cm}$ | 月日時 | P、H | $\mu\text{v}/\text{cm}$ |
|---------|-----|-------------------------|----------|-----|-------------------------|
| 6 25 12 | 5.8 | 6.1 | 9 | 6.3 | 6.1 |
| 20 | 6.8 | 7.7 | 10 | 6.1 | 5.4 |
| 23 | 6.4 | 5.2 | 11 | 6.3 | 5.4 |
| 26 1 | 7.1 | 4.7 | 7 6 14 | 6.0 | 8.2 |
| 2 | 6.2 | 4.5 | 19 9 30 | 6.5 | 14.2 |
| 4 | 6.2 | 5.2 | 10 20 10 | 6.7 | 6.5 |
| 6 26 5 | 6.4 | 5.2 | 10 29 9 | 6.4 | 5.8 |
| 7 | 6.5 | 5.2 | 29 12 | 6.4 | 7.3 |
| 8 | 6.2 | 8.2 | | | |

(2) 鳴子

本山より下流5K鳴子車湯に於けるP、H水位比電導度の表を示す。之等の関係はやはりP、Hの低下は水位の上昇にともなつて起り又比電導度の増加をともなうが本山よりもバラツキが大きい。これは大谷川が流入する事と本川右岸の温泉群よりの鉱物質の流入であろう。平

水時であつてもこのP、Hは弱アルカリ (P、H < 0 以下) を示す事がある。

(3) 江合川中流部

鳴子から下流涌谷までの間にある鵜目、岩出山、古川、小牛田に於ても水位が高くなればP、Hが低下する。以下にその例を示す。

鵜目の水位とP、H

| 年月日 | 水位 | P、H | 年月日 | 水位 | P、H |
|-------|-----|-----|-------|-----|-----|
| 28814 | 146 | 46 | 530 | 163 | 54 |
| 925 | 143 | 56 | 530 | 130 | 55 |
| 30530 | 176 | 54 | 626 | 181 | 58 |
| 30 | 178 | 54 | 30626 | 160 | 61 |
| 30530 | 181 | 56 | | 124 | 60 |

岩出山の水位とP、H 古川の水位とP、H

| 年月日 | 水位 | P、H | 年月日 | 水位 | P、H |
|-------|-----|-----|-------|-----|-----|
| 27717 | 165 | 58 | 27717 | 350 | 59 |
| 718 | 160 | 62 | | 320 | 59 |
| | 80 | 64 | 718 | 270 | 65 |
| | 60 | 66 | | 230 | 66 |

(4) 涌 谷

涌谷に於けるP、Hはやはり水位が上れば低下するが比電導度はこれにともなわずに水位が上れば減らする。これは涌谷に於ては出水によつて水素イオンは増加するが溶解物質の濃度はうすまる事を示している。

4 水質の耕地に与える影響

鳴子上岩淵に於ては本川より水をひき灌漑水としているが土壤の酸性化が起つている。耕作者はいつでも荒雄硫黄鉱山の硫酸の流入によるものとしているが、土壤の酸性化は耕地一面でなく水取口附近に於て放射状に起つている点から見て出水時に本川に混入した硫黄が水取口附近で流速の減少に伴つて沈澱しこれが硫酸となつて土壤を酸性化したものであろう。土壤P、HはKu 浸出で36、稻の生育は極めて悪く26年8月末一般の水稻の草丈110 cmに比し僅か30~40に数個の穂をつけ

るにすぎなかつた。尙既往の大洪水で下流に冠水した場合、他河川と江合川では江合川の方が被害が多くそれは鉱毒の故だとする向もあり又昭和25年8月上旬の大雨で涌谷が破堤した場合にもそれが言われたが実際どんなものか調査していない。

5. 鳴子ダム完成後の涌谷の水質

昭和32年4月鳴子ダムが完成し約5000万トンの水が湛えられ適時に下流に放流される。これについて下流涌谷で調査して見ると。

- (A) 水位が上昇してもP、Hは63以下に下らない事
- (B) 比電導度が同一水位でもダム完成前よりも少なくなっている事であつてこの事はダムによる貯水の為に濃度の薄まつている事を示すものである。

6. 要 約

以上をまとめれば次の如くである。

- (1) 江合川の上流は火山地帯の為に出水時に酸の流下があり、この為流域には川魚や耕地等に問題が起つている。
- (2) 酸の流出源としては赤沢及び大深沢である。赤沢はP、H2.7~4.5流出量が少いので本川に与える影響は少いが大深沢は影響が大きい。
- (3) 大深沢はP、H2.7 Cl⁻ 100~200 mg So₄ 240 mg位であり平水の流量は本川の約1/500位であるが出水時には硫黄廃抗水や鉱滓等を流下し本川のP、Hを低下させる。
- (4) 本川のP、Hは大深沢の為に平水では本山附近までであるが出水時には大深沢合流点下流で水位が高まればP、Hが低下しこの影響は下流の涌谷にまで及ぶ。
- (5) 鳴子ダム完成により放流される水中の溶解物の濃度は少くなり且つ下流のP、Hの低下も見られない。

涌谷の水位 (H) と P、H、比電導度 (μv/cm)

| 昭和30年 | | | | 昭和31年 | | | | 昭和31年 | | | | | | | | |
|-------|---|----|-----|-------|----|-----|----|-------|-----|----|-------|---|-----|-----|----|----|
| 月 | 日 | 時 | H | μv/cm | P | H | 月 | 日 | 時 | H | μv/cm | P | H | | | |
| 5 | 4 | 18 | 135 | 82 | 64 | 321 | 10 | 240 | 142 | 70 | 423 | 7 | 215 | 77 | 65 | |
| | 5 | 6 | 240 | 61 | 66 | 419 | 19 | 260 | 82 | 68 | 29 | 7 | 250 | 73 | 67 | |
| | 5 | 13 | 200 | 72 | 60 | 420 | 19 | 253 | 77 | 68 | 5 | 3 | 7 | 220 | 78 | 67 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|
| 517 | 245 | 85 | 60 | 21 | 6 | 250 | 68 | 69 | 6 | 7 | 240 | 90 | 67 | | |
| 518 | 19 | 130 | 325 | 60 | 5 | 3 | 6 | 180 | 77 | 66 | 10 | 7 | 220 | 135 | 66 |
| 19 | 7 | 210 | 220 | 62 | 19 | 170 | 77 | 68 | 15 | 7 | 225 | 160 | 64 | | |
| 1919 | 150 | 205 | 66 | 4 | 6 | 170 | 77 | 69 | 27 | 7 | 112 | 175 | 63 | | |
| 2019 | 150 | 220 | 64 | 61 | 30 | 170 | 58 | 68 | 6 | 6 | 7 | 150 | 142 | 64 | |
| 1910 | 250 | 125 | 64 | 61 | 3 | 160 | 42 | 68 | 11 | 7 | 120 | 190 | 63 | | |
| 1913 | 240 | 105 | 64 | 7 | 7 | 150 | 68 | 68 | 71 | 6 | 7 | 105 | 190 | 63 | |
| 3013 | 465 | 68 | 64 | 28 | 10 | 90 | 142 | 69 | 21 | 7 | 98 | 190 | 64 | | |
| 3014 | 470 | 68 | 60 | 61 | 51 | 30 | 130 | 150 | 69 | 1 | 7 | 90 | 95 | 64 | |
| 61619 | 170 | 135 | 67 | 18 | 18 | 270 | 105 | 66 | 6 | 7 | 110 | 220 | 64 | | |
| 17 | 7 | 150 | 125 | 66 | 21 | 16 | 30 | 140 | 115 | 64 | 2 | 7 | 150 | 142 | 63 |
| 62519 | 250 | 180 | 69 | 62 | 2 | 7 | 140 | 95 | 66 | 26 | 7 | 120 | 115 | 62 | |
| 2610 | 320 | 64 | 58 | | | | | | 31 | 7 | 30 | 205 | 64 | | |

鴨子の水位 (H) と P、H 比電導度 ($\mu v/cm$)

数量が多いので昭和30年のみとする。

| 月日時 | H | P, H | $\mu v/cm$ | 月日時 | H | P, H | $\mu v/cm$ | | | | |
|------|----|------|------------|-----|-----|------|------------|-----|-----|-----|----|
| 2.28 | 6 | 85 | 60 | 120 | 19 | 6 | 100 | 68 | 95 | | |
| | 17 | 120 | 59 | 92 | 25 | 17 | 145 | 60 | 115 | | |
| 3 | 1 | 6 | 100 | 64 | 94 | 26 | 6 | 90 | 68 | 125 | |
| | 2 | 6 | 80 | 64 | 105 | 30 | 6 | 150 | 74 | 95 | |
| 4 | 3 | 6 | 90 | 64 | 67 | | 7 | 150 | 66 | 65 | |
| | 4 | 6 | 80 | 58 | 58 | | 18 | 105 | 71 | 65 | |
| 11 | 18 | 125 | 62 | 58 | 6 | 16 | 6 | 90 | 58 | 360 | |
| 12 | 6 | 105 | 67 | 43 | 6 | 26 | 6 | 160 | 64 | 61 | |
| 13 | 6 | 110 | 68 | 62 | | 18 | 110 | 58 | 82 | | |
| 14 | 6 | 120 | 67 | 63 | | 27 | 6 | 100 | 58 | 95 | |
| | 17 | 6 | 110 | 63 | 59 | | 18 | 100 | 66 | 85 | |
| 5 | 4 | 6 | 80 | 63 | 120 | | 28 | 6 | 95 | 62 | 90 |
| | 18 | 140 | 58 | 57 | | 18 | 95 | 58 | 73 | | |
| | 21 | 130 | 60 | 85 | | 25 | 18 | 100 | 62 | 100 | |
| | 22 | 120 | 63 | 50 | | 29 | 6 | 85 | 59 | 100 | |

7 7 6 110 62 100
613 110 59 85

3. 地温管理について

宮城農業短大 遠藤 沖吉

育苗及移植時に温湯を利用することは、ときとして意外な良い効果を生ずる。小面積の地温管理で大面積の作物の成育促進をはかることは寒冷地の農業にとり重要なことであつて、是はレーベルの原理と考えられる。三月下旬及十一月下旬は作物の根の成長の限界地象を示す。即ち昼間に7~8℃から10℃前後に地温が上昇し夜間の降下4~5℃で止まる場合には地下の代謝能力は停滞していないが夜間に地下3寸前後の層が2~3℃に降る場合は根の成育は停止し急激に挽回することは困難である。その後の暖冬期間(毎年1月2月には必ず見られる)に根の緩慢な発育が見られるが晩植したものでは地下発育の層は3寸以上にあるので3月上旬を待つて伸長を図るより方法がない。私は3月中下旬及11月下旬に風呂場の温湯(50℃~55℃)を少量利用して南瓜、胡瓜の初期発育を速め又11月下旬から12月の作物移植時に成育を促進せしめている。昼間の温度が5℃以下の気象では効果が見られないが、これが10℃近くに上昇して夜間の地温が2~3℃或は0℃近になるような降霜時には特に作物幼苗の発育中断を防ぐことが出来る。地温の限界時期(3月及11月下旬)の較差については現在のところ地域別に数字で示されたものがない。おそらく地温係数(作物の地下呼吸熱及堆肥の量による保温係数)とゆうものがあつて気温から推測出来るものと思れるが未だ広く調査をされていないようである。例えば小麦の場合を例にとれば密生したものでは昼間8℃、夜間2℃の場合50℃の温湯(1米につき2立)をかけた場合1.5℃~2℃の差を生ずる(午前3時~4時、12月上旬)これは一寸意外な事であつて午前4時頃には対照と同温度に降下すると思われたが翌日依然として1~2℃の差を見せている。おそらく呼吸熱の惰性に依るものであろう。若し対照が3℃の場合には温湯利用で5℃迄保温管理出来る。堆肥の量にもよるが小面積の場合には可能である。一般に1~2℃の地温差とゆうものをあまり重視していないが3℃前後の場合は根に対しては僅な地温でも敏感であり特に暖冬後の地温低下は成育中断に大きく影響する。(酸化酵素活性による)

1 2月の作物の移植時には較差の大小に依らず3日間位は温湯に依る地温管理が重要である。特に私は鶏糞を温湯に溶かして移植前後に与えている。成育の促進にかなりの顕著な効果があり春季になつてこじけるものが少い。もともと稲作も小面積の地温管理を利用したものであつてレーベルの原理に叶つた技術であり畑作についてもこの事は心得ておくべきであろう。

4. 晩霜期の晴れた夜における裸地と草生地上の気温。

比較観測の一例

福島地方气象台 梅田 三郎

§ 1 はしがき

果樹園の堆厩肥の増設による土壤改良や土壤流失防止等の見地から所謂草生栽培が奨励され漸次その面積が増加しているが、草生栽培地程凍霜害を受け易いことが最近問題にされるようになった。

はたして実際にそのようになっていのかどうかは現地について調査すべきものと考えられるが、霜夜における接地冷却気塊は移動するので⁽¹⁾、草生栽培のために凍霜害を受け易くなつたものかどうかの決定は実際の場合に当つては困難であらうと思われる。

そこで接地冷却気塊の移動の起らないと考えられる平坦地において裸地及び草生地上の気温が如何なる下降の経過を示すものか。簡単な観測を実施したので、その状況を報告する。なお観測の一部実施については当台、三瓶技官及観測係の、援助を得た。

§ 2 草生地上気温が低温である事実についての論議

草生地の場合の夜間輻射の第一の輻射面は草葉の表面であり裸地の場合は裸地面そのものが輻射を放出して冷却する。裸地面の場合には地中海中から直接熱の伝導による補給があるが草葉面に対しては更に草の莖葉を通じて行われることとなる。

然るに草の莖は相当よい熱の絶縁体なので裸地面及び草面からの輻射が同一であるとしても草面に対する地中からの熱の補給は考えられないから草面の方が低温となるべきである。従つてこれ以外の特殊な条件が加わらない限り草面の気温は裸地上よりも低温となる筈である。(結露、結霜がある場合はその影響が加わり両地の温度差を少くする点は一応念

頭に置く必要がある。又露点以上においては生葉による蒸散作用のための温度降下を考慮するを要する)

これを裏付ける観測事実は既に Cornford・C・R' によつて示されており「地表植物の有無ならびに種類はその上面の気温に著しい違いを生ずる。例えば裸地と草地とでは9夜間平均において 6.2°F も前者が高温を示した。高度の差より植物の違いが凍害にとつて決定的な要素となることもあり得るのである」と述べられている。(2)

実際の凍霜害を調査した報告にもこれは時々見られるのであつて昭和28年5月25日の凍霜害を調査した愛知県の報告書(3)には「同作物を作付している茶園では被害が一般に大きく、中でも麦は幼木茶園においても被害が甚しいようであつた」とあり、土壌面からの地熱の放射を重視し、応急技術対策として「5月上旬まで敷草は株元だけ施し土壌面よりの夜間における放熱を助長させる」を取り上げている。

併し総ての凍霜害についての調査報告に同様にこのような事実が認められている訳ではなく、むしろ反対のものさえ認められる。

例えば同じく昭和28年の凍霜害を調査した岐阜県の報告書(4)の中の特種調査結果の考察中には「園の地面を青草で被覆したものは被害を少くしているから草生栽培は被害を少くする」と述べられている。

これは柿の凍霜害についてのもので「2尺位の雑草の繁茂した園は被害は稍軽い」などから推論されたものようである。

草地や耕作されたところ敷藁をした所のように地中からの熱の伝導を遮つた所では霜害がひどく、裸地や土壌の密な所では霜害は少いと云うのが定説(5)であるにも関わらず、果樹等の凍霜害報告の中にはつきりした結論が出されていないのは何故であろうか。

§ 3 比較観測の結果

福島地方気象台構内にはテニスコートがあり、その周囲は広い草地となつている。観測点の裸地としてはテニスコートの中央を草生地としてはその東側の草地の中央を選んだ。

測器はアルコール最低寒暖計で支柱によつて地面上2、10、50、100 cmの高さに水平に据付け球部には何の装置も施さず露出のままとした。観測は霜の具念される快晴で風の弱いことの予想される日を選ん

で行い昭和33年4月28～29日、5月5～6日、5月18～19日に草生地及裸地の温度の垂直分布の比較観測を5月13日には草生地裸地の境界附近の地表面近くの温度の比較観測を行った。

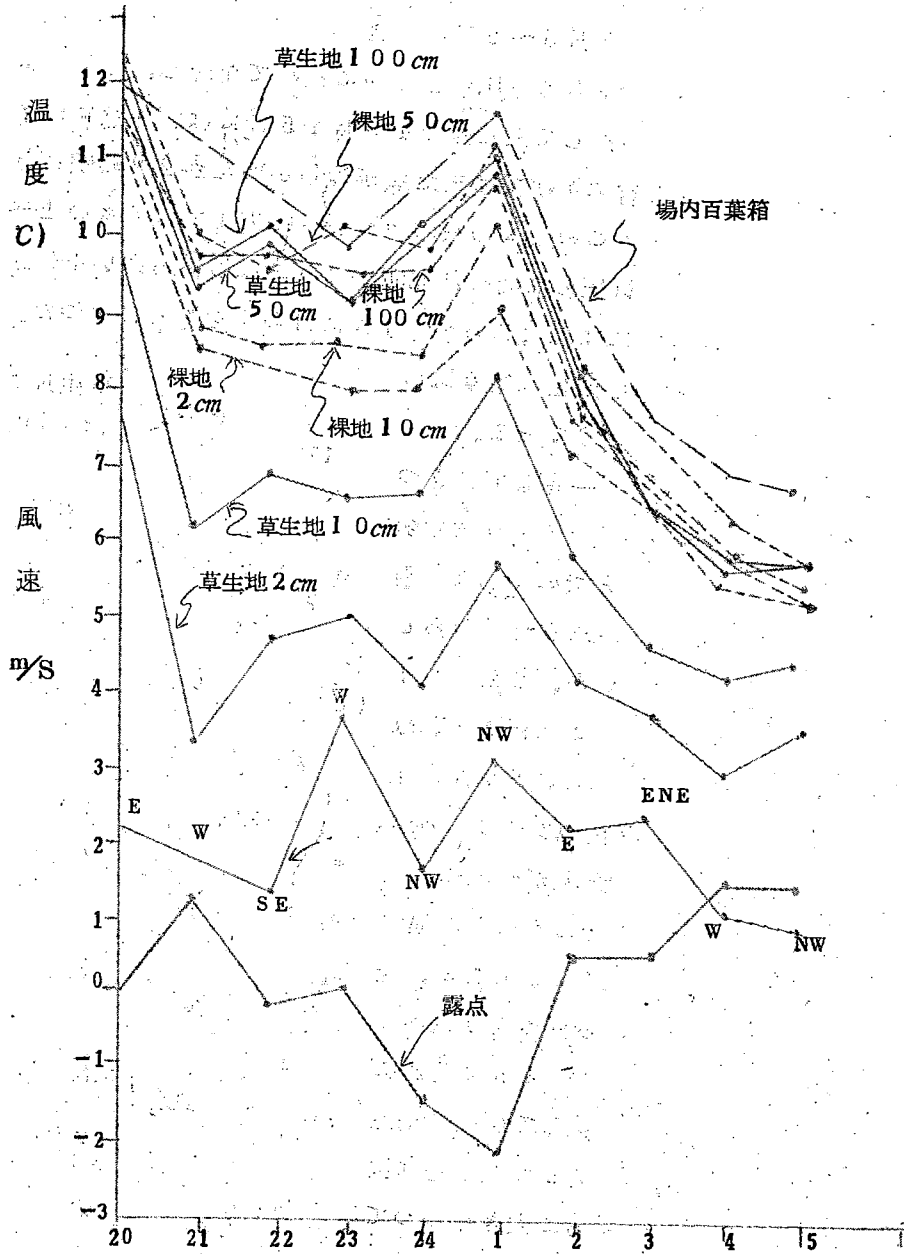
(A) 4月28日～29日の観測

27日本県附近を低気圧が通過し三陸沖に抜け千島中部で非常に発達した場合で、移動性高気圧は揚子江方面より東進し来り本県もその圏内に入った場合で28日16時には霜注意報を発令した。所が上旬風はかなり強く地上でも風が全く収まるには至らなかつた。

このような条件で行つた観測で得られた結果の時間的変化は第一図のとおりである。図から明らかなようにこの場合は単純な輻射冷却と見ることは出来ないが、草生地上10 cmまでのものは裸地に較べ甚しく低いこと、風の変化につれて草生地の接地層の温度が変化していることが判る。草生地上の温度は裸地上に較べ接地温(地表上2 cm)で1.7～5.4℃、平均3℃内外、10 cm高の所で0.8～2.6℃、平均2℃内外低温を示している。50 cm高の所でも0.5℃内外低い100 cm高の所では略々同一である。既に草生地上の温度は裸地よりかなり低い大きな差のあるのは地表面に極く近い範囲に限られる。

他の観測結果と異なる所は裸地上の温度も2、10 cm高のものは5.0、100 cm高のものと相当ちがつていることである。これは恐らく風のために草生地上の冷氣塊が多分に流れ込んでいるためと考えられる。

第 1 図



昭和 33、IV 28th ~ 29th

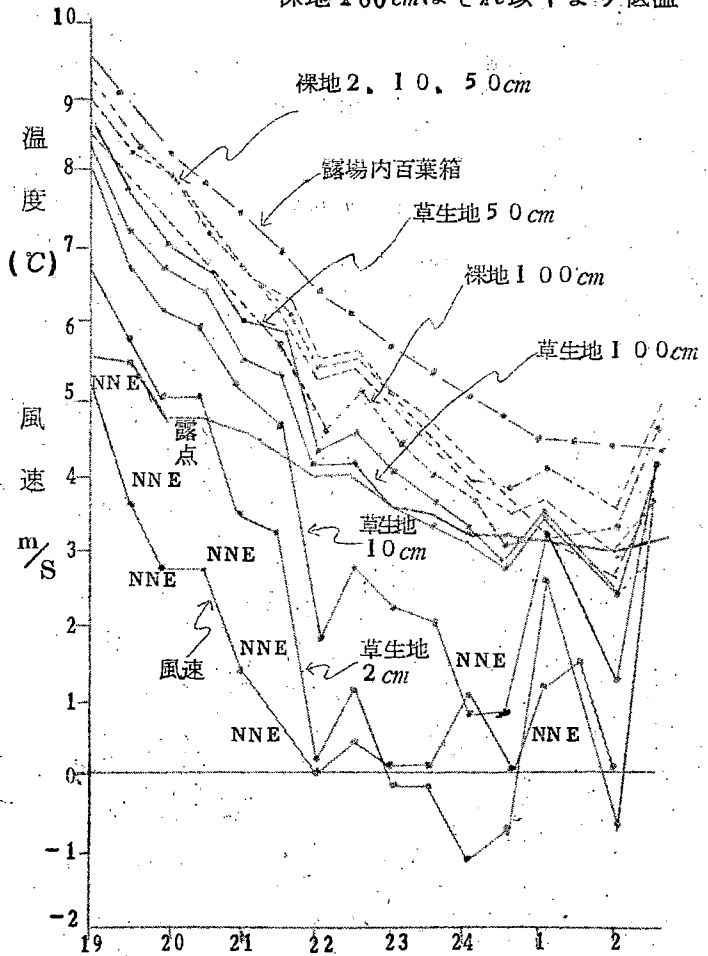
(B) 5月5～6日の観測

南海低気圧が三陸沖に抜けて発達し、移動性高気圧が朝鮮中部から東進して来た際に15時15分には霜注意報が発令された。夕刻から宵にかけては未だ風が稍強かつたが22時頃には全く静穏となった。

このまゝの快晴静穏が明け方まで続くものと予想されたが移動性高気圧の前面には北海道より南にのびる弱い不連続線があり、6P1時には曇はじめ2時すぎには俄雨を見るに至つた。得られた結果の時間的変化は第2図の通りである。

一見して目立っている点は夜半頃まで理想的な輻射冷却を続けたらしいが、22～24時の状況とそれ以前において草上接地竝に10cm高、気温が格段に裸地上のものと相違することである。既に夜に入り風が弱まると共にそれに依じて裸地と草生地との温度差は次第に大きくなっているが21時半頃までの状況に見られるように接地温でも温度差は2～3℃、10cm高で15℃内外である

第2図 (草生地50cmに高温域あり
裸地100cmはそれ以下より低温)



昭和33 V5th~6th

が静穏となつた22時から24時までは接地温で5℃前後、10cm高で3℃内外の差に達している。

風以外の気象要素は殆んど変化していないので、このような相異は全く風に原因するものと考えられる。

6日1時において差が小さくなつたのは風が出て来たこと及び曇りはじめたことで説明される。その後2時には風が収まると共に一時晴れたために差が大きくなり、2時半には再び雲を増し、35分には雨が降り出し差は殆んど見られなくなつた。

50~100cm高においては温度差は0.5~1.0℃で風の強弱による変化は顕著ではないが風の弱い時の方が僅か乍ら大きいようである。

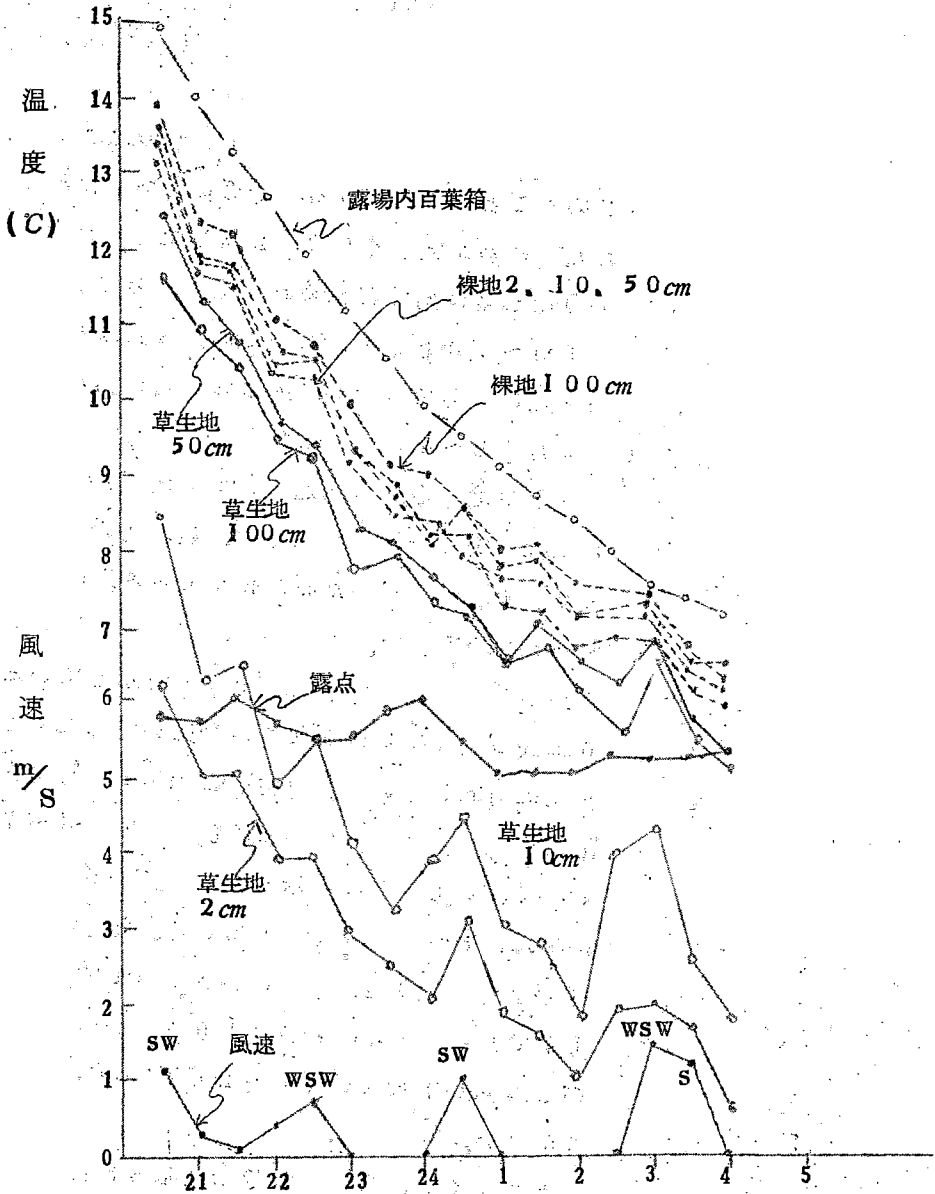
(C) 5月18~19日の観測

18日北海道附近を通つた低気圧があり、移動性高気圧は西日本から本邦南方海上を通つた際で、当地方がその北方に拡がつた高圧部に入り静穏快晴となつた時の観測である。観測結果の時間的経過は第3図のとおりで、理想的な輻射冷却型を示している。

即ち温度は各層共順調な下り方を示しているが草生地の接地層及10cm高の所の温度はかなりの変化を示しておりこの変化は風の僅かな変化に対応している。草生地と裸地との温度差は終夜殆んど大きな変化なく、接地層では夜半前は草地の方が6~7℃位、夜半後は5~6℃低く、甚しい低温を示している。10cm高でも前半には5~6℃、後半には3~5℃低くなつている。50cm高では0~1℃と甚しく小さくなつており地面からの高さが少し増すと差が甚だ小さくなるものようである。只この場合は100cm高の温度差がむしろ50cm高のものより僅か乍ら大きく1~2℃となつており、何に原因するか説明がつかない。

とにかくこの日の観測成績は略々5日の静穏時の観測結果と同様であつて、快晴静穏時には草生地上の温度は裸地上のものより5~6℃も低い、その冷気塊の高さは余り高くないことを物語っている。

第 3 図



昭和 33 V 18 th ~ 19 th

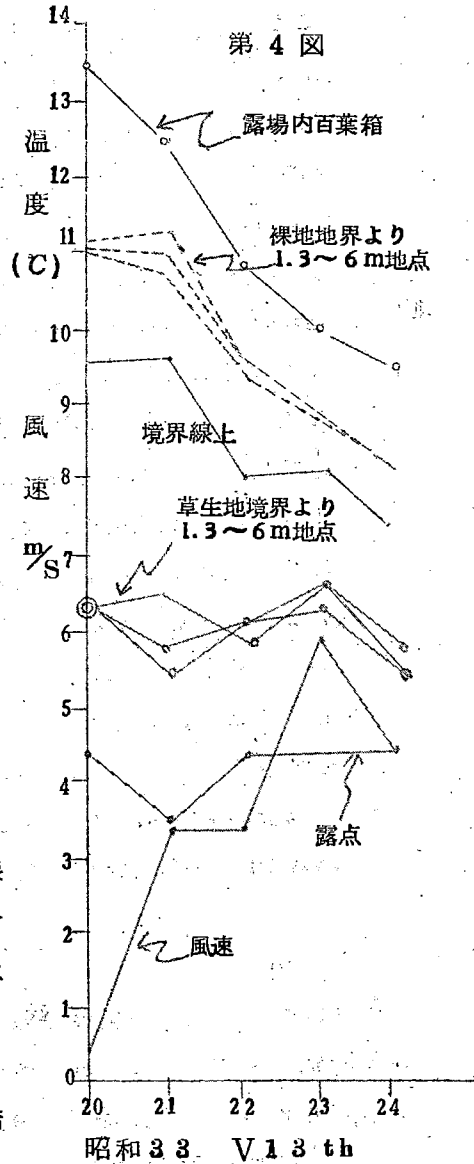
(D) 5月13日の観測

-草生地上の温度が裸地上のものと甚しい相違を示すので、その草生

地のえいさようが水平方向にどの程度まで及ぶものを調べる目的で草生地と裸地の境目及び境界から1、3、6米はなれた地上2 cmにおける温度の比較観測を行つた。当日は低気圧が三陸沖からアリューシャンに抜けて発達し、本邦中部は東西に広がる高圧帯の範囲内に入り快晴となつた時で13日14時40分には霜注意報を発令した。この日には樺太附近に発達した低気圧があり、本県附近でも気圧傾度が稍急となつていたため風が収まらずこの観測は、理想的な霜夜の条件下のものではなかつた。

観測結果を時間的に示せば第4図のとおりである。一見して判るように裸地と草生地の温度は全くちがつており境界より1 mも離れるともう草生地の影響のなくなることは1、3、6 m地点における温度が殆んど区別出来ない程同一の値を示すことによつて知ることができる。百葉箱内気温及裸地上の温度は略々理想的な降下を示しているに關らず草生地上の温度はこの4時間の間、殆んど変つていないことが注目される。これは恐らく風速が20時の静穏から次第に強くなり、上下の寒暖気塊の混合が次第に盛んになつたことに原因するものと考えられる。

若し風がなければ草生地上でも裸地上と略々同様に降下するものと考えてよいであろう。この推定は静穏時の20時の温度差が約5℃かなり風の強かつた23~24時の差が2~3℃であることと(A)(B)(C)の観測結果を照合すれば當を得たものである



ことが判る。従つて静穏快晴の際には草生地上の接地温度は裸地上のものより5℃以上の低温を示すと考へてよくこの低温の気塊は平坦地においては殆んど動かず裸地上のものに影響する範囲は非常に狭いと見てよいであろう。

§ 4 草生栽培と凍霜害について

従来の観測例や以上の観測結果から見て草生地上の気温は快晴静穏の夜には裸地に較べかなりの低温を示すが接地冷氣塊の高さは非常に低いことが判る。50 cm以上もの高さにおいても勿論草生地上の温度は低いがその差は僅かである。従つて凍霜害の相違が判然と現われるのは比較的丈の低い植物の場合である筈である。丈の高い梨園等では草生地のためであるかどうかの判定はむずかしいであろう。

併し接地冷却気塊は地面の傾斜に沿ひ斜面風として沈降するのでこの沈降冷気流を滞溜せしめるような地形の場所においては、斜面畑の草生地増加によつてより一層低温気塊が蓄積されるので被害を受けることが多くなることは当然考へられる。この場合冷気流滞溜の場所が裸地であっても従来より凍霜害を受け易くなることは明らかであり、そこが草生地であれば尙更である。即ち冷気流の滞溜する所では草生地にしなくとも周囲の草生地増加によつて被害を受け易くなることがあり、斜面畑では草生栽培にしても冷気の高さは低いので特に被害を生じ易くはないこともある筈である。兎に角草生地上の温度はかなり低く、冷氣塊の高さは低いが常習霜害地があるような場合にはその常習地を草生栽培としなくとも、周囲の斜面畑で草生栽培が多くなれば霜害は多く起ると考へられる。

以上は観測事実に基いて定性的に結論しただけであつて定量的にその影響を算定するには適当な地域を選び綿密な調査を行う必要がある。

む す び

斜面畑の土壤流失防止のためには勿論のこと土壤改良のための堆厩肥の原料や緑肥を得るため果樹園等の草生栽培は是非必要なものであろう。併しこれには霜夜における接地気層の温度低下と言う凍霜害防止の面から見た損失を伴う。はたしてどの程度の影響を及ぼすかは地形により又栽培面積により

異なる筈なので根本的な方針樹立のための今後詳細な観測調査を行うべきである。今回は簡単な観測結果によつて草生地上の温度が甚しい低温となることを指摘し、凍霜害発生との関係を定性的に記述するに止める。

文 献

- (1) 梅田三郎：降霜日の細域の温度分布の特性、昭和31、32年度防霜対策報告書、福島県農業気象対策本部
- (2) Cornford C.E：Joar Pom Hort Science 16、4 Quart Joara Roy met Society 64、558 (凍害の分布に影響ある二、三の気象について、農業気象第1巻第1号)
- (3) 愛知県：凍霜害に関する調査報告書、昭和29年5月
- (4) 岐阜県農林部、同農事試験場：岐阜県における凍霜害の実態とその防止対策に関する調査書 昭和29年3月
- (5) 鈴木清太郎：農業気象学 1951養賢堂

5. 晩霜時における最低気温分布の予想について (第2報)

福島地方気象台防霜研究グループ 小林 善博

§ 1. はしき

防霜対策の実施に当り県内の最低気温分布を迅速且つ適確に予想することが最も重要である。本調査は従来よく用いられている基準点法⁽¹⁾によつた。以下は数年来福島県で実施されてきた基準点11ヶ所における最低気温の予想法と各基準点の適用範囲即ち予報区を決定し且つ予報区内の基準点と観測点との温度差を求め県内の最低気温分布を求めようとするものである。之に用いた資料は福島県が主体となつて行つている防霜観測資料及び県内各測候所、各区内観測所の昭和31、32、33年の晩霜期の観測資料である。

§ 2. 温度分布の予想法

明朝霜の降りる心配のある気象状態のとき気圧場又は温度場の分布型に関係なく前日の資料から最低気温分布が予想出来ることが望ましいので、この方法について考えて見た。尙現在まで最低気温分布についてな

された調査及び本調査を纏めて見ると次の如くである。

(1) 気圧場からの予想法

気圧配置による分類 (E型、O型、W型、N型、S型、D型)

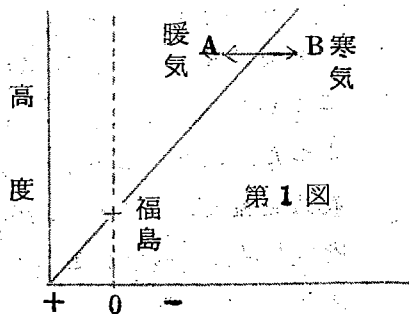
(2) 温度場からの予想法

(A) 気温水平偏差分布による分類 (E型、O、E型、O型)

(B) 気塊区分による分類 (寒気、暖気)

こゝで気圧配置による分類法で県全体について最低気温の地域差を明らかに調査されたものはE型及びW型⁽²⁾のみで外の型についてはまだはつきりしていない。又この外に高気圧の種類⁽³⁾ (即ち寒冷型、温暖型、前面寒冷、後面温暖型) があり、之と気圧配置別による差違を考慮する必要があるように思われる。之はまだ調査していないので省略することにした。次に気温水平偏差分布による分類についても、まだ外に多くの型があり調査不十分である。以上のように型に分類して予想する方法では日常の予報作業を実施する際に不十分な点が多く支障を来たす現況である。そこで気塊区分による方法を考えて見た。福島を蔽う気塊を基準気塊として一定の通減率で下げた上に他の気塊が福島より低温であるか温暖であるかを前日18時及び21時の気温から判別しようと試みた。

第1図から明らかな如く現在まで実施された観測値を用いて福島と他の基準点の前日18時及び21時の気温差を取つて見るとその分布はA、Bの如くなる。A Bを2分し中心より低温側を低温気塊温暖側を温暖気塊であると区分して夫々の関係を求めて見た。



§3 基準点11ヶ所の最低気温の予想

基準点11ヶ所の中には福島、若松、小名浜、白河、及び今年度から新たに郡山気象通報所が新設され合計5気象官署となり、その他、中村、船引、飯館、荒海、大野、塙の県関係機関及び果樹団体から構成される6ヶ所がある。前記気象官署中には既に自己の官署において最低気温の予想調査⁽¹⁾⁽⁴⁾を完了した処もあるが府県予報官署として一応基準点にお

ける最低気温の予想が出来る態勢にあることが必要なので併せて調査した。先づ福島における前日18時又は21時の気象資料から翌朝の最低気温が予想される。次に前記方法にて他の基準点と福島との、最低気温の関係図を作り、寒気、暖気の区別を行つた。この結果を第2図(A、B、C、D)に示した。又福島と他の基準点の最低気温の関係は、福島が盆地内にあることから他の基準点が盆地であれば直線となり海岸や山岳にある基準点と対応させれば曲線となり海岸や山岳では気温が下らない方に曲がるようである。之は海岸附近では海水より熱の補給があり山岳では風が強いためであろう。之から福島の最低気温が判れば他の基準点10ヶ所の最低気温が求められる。

§ 4 各基準点の予報区の決定

基準点の適用範囲決定について既に県内気象官署(福島、若松、白河、小名浜)4ヶ所における相関図で明らかにされているが、その他の基準点については、まだ調査されていない。重複するが資料及び算定方法が違つると結果も多少異つてくるので今回は前記4ヶ所を含めて基準点11ヶ所全部について次の様な方法で求めて見た。即ち現在まで晩霜期における36回にわたる区内観測所の最低気温を用いて各基準点とその近傍にある観測所との偏差が±2℃以内に入る回数と全回数36との比率で表わし、比率が夫々0.8、0.9、1.0である地域の等値線を引いた。その結果を第3図A、Bに示した。此の図から明らかな如く海岸及び山岳地帯では代表地域が小さく、平地で大きくなつている。次に前記比率が0.8以上の地域を適用可能地域と考え、その結果を第4図に示した。尚斜線域は何れの基準点にも適用出来ない地域であるが果樹園及び桑園等もないことから余り重視しなくてもよいようである。然し県内の温度分布を完全に把握するためには之等の地域の温度予想の可能な新しい基準点を設ける必要があるのではなからうか。尚第4図には各予報区内の基準点と観測点との温度差を附記しておいた。

§ 5 予想結果について

一例として昭和33年4月20日における前記要領による予想結果を第1表に示す。

第1表 気圧配置S型における各基準点の最低気温予想値と実測値

| | 福島 | 若松 | 白河 | 小名浜 | 郡山 | 中村 | 大野 | 飯館 | 船引 | 塙 | 荒海 |
|------------------------|-----|------|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|
| T ₁₈ からの予想値 | 1.2 | 0.9 | 1.4 | 0.9 | -2.4 | 0.6 | -1.1 | -1.5 | -0.9 | -0.4 | -0.9 |
| T ₂₁ からの予想値 | 1.2 | -0.6 | 1.4 | 0.9 | -2.4 | 0.6 | -1.1 | -2.7 | -2.9 | -2.9 | -2.4 |
| T _{Min} の実測値 | 1.2 | -1.4 | 1.0 | 0.7 | 0.8 | 0.4 | -1.8 | -3.2 | -1.0 | -3.2 | -2.5 |

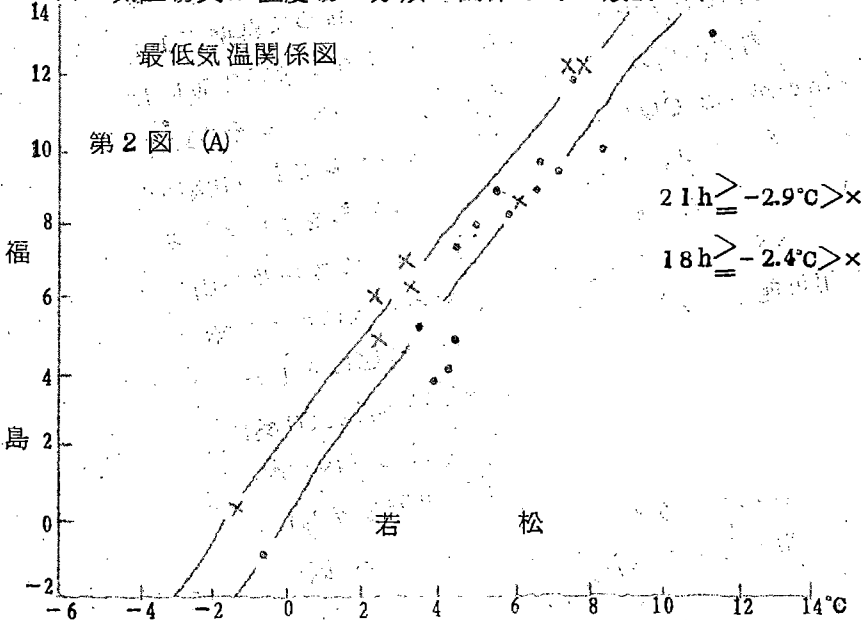
次に基準点11ヶ所における前日18時及び21時の予想値から各予報区内40ヶ所における温度予想をしたときの最低気温の実測値と予想値との時刻別偏差の分布を第5図に示した。之によると18時から予想したものは余り予想精度がよくないが21時のものは、かなり精度がよくなっている。

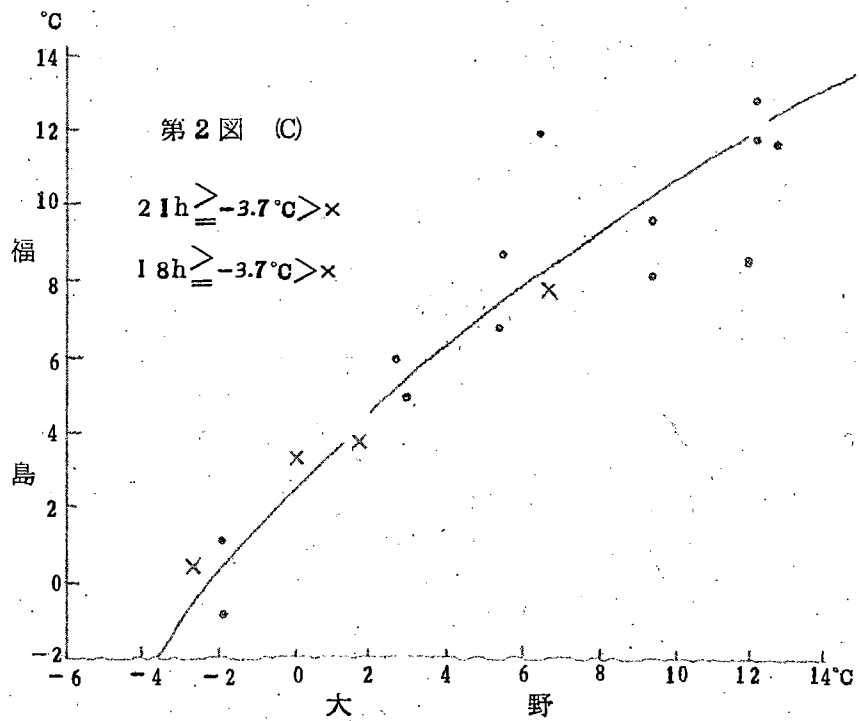
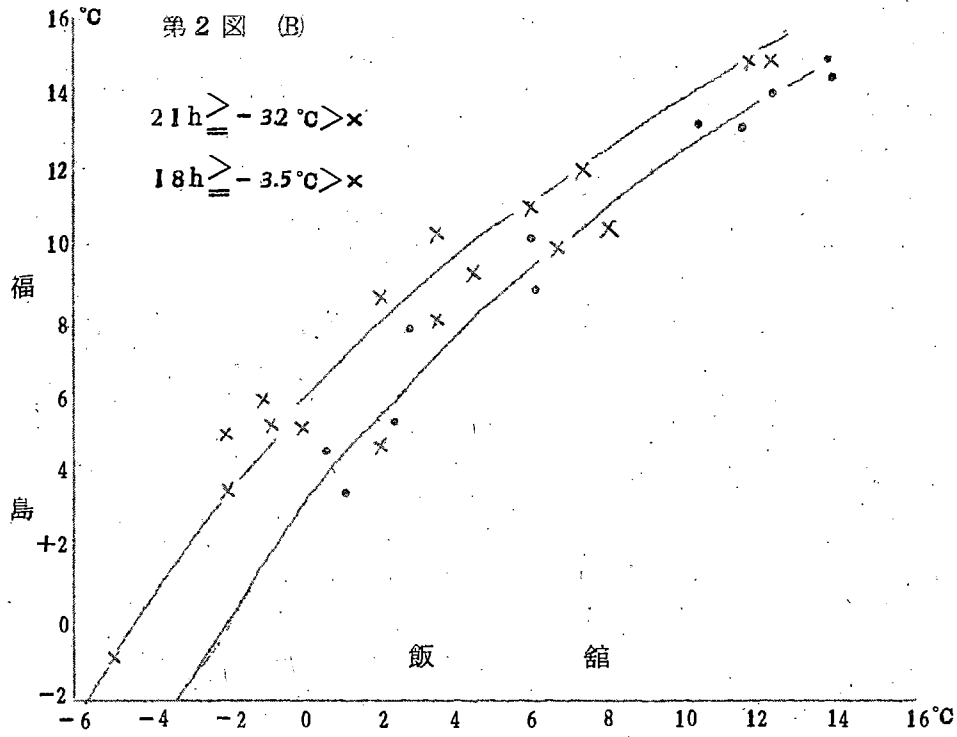
§6 結 語

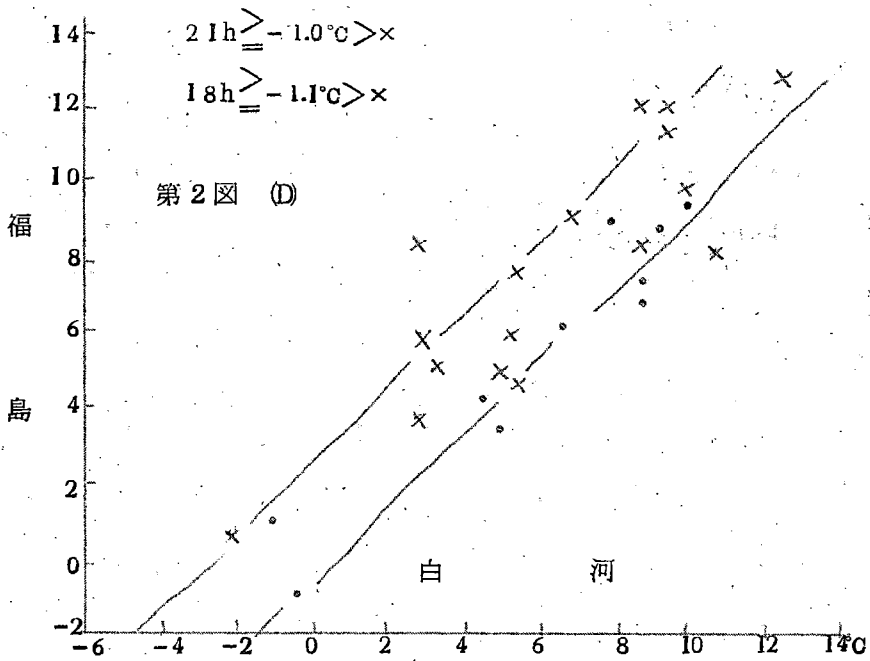
本予想法はまだ資料不足でまだ2、3、検討を要する点も考えられるが、次のような利点があり予報作業に幾らかでも役立つのではないかと考えられる。

- (1) 最低気温分布予想が簡単迅速に求められること。
- (2) 基準点11ヶ所の、前日18時及び21時の資料から県内の最低気温分布が求められること。

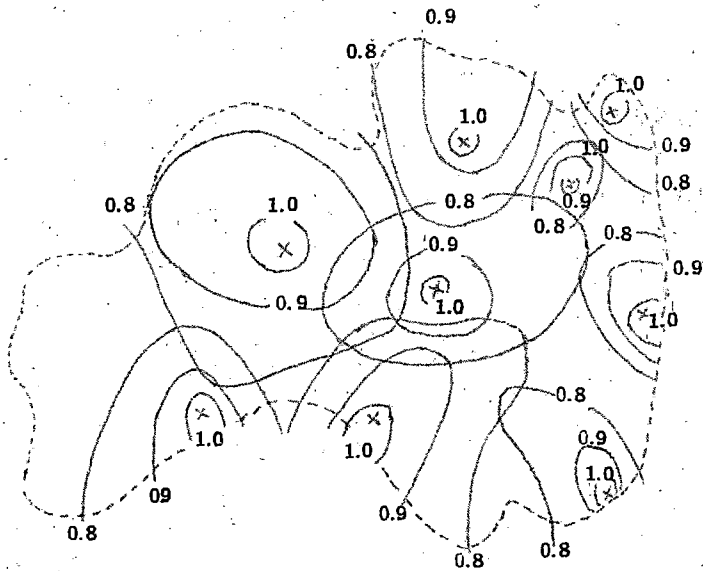
(3) 気圧場又は温度場の分類に関係なく一般的に求められること。





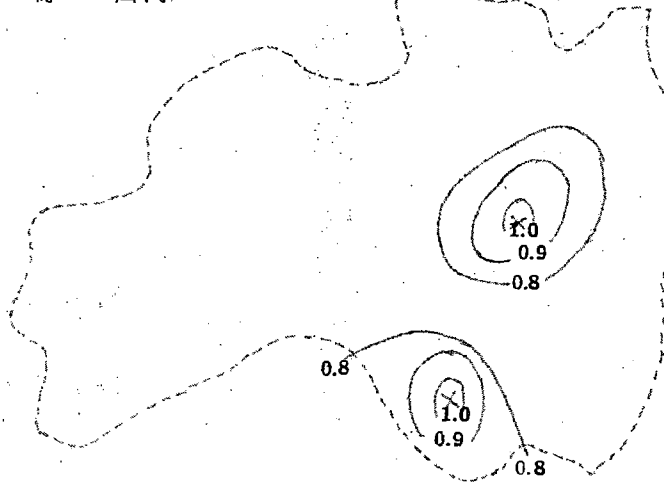


第3図 (A) 各基準点の相関図 (出現確率)



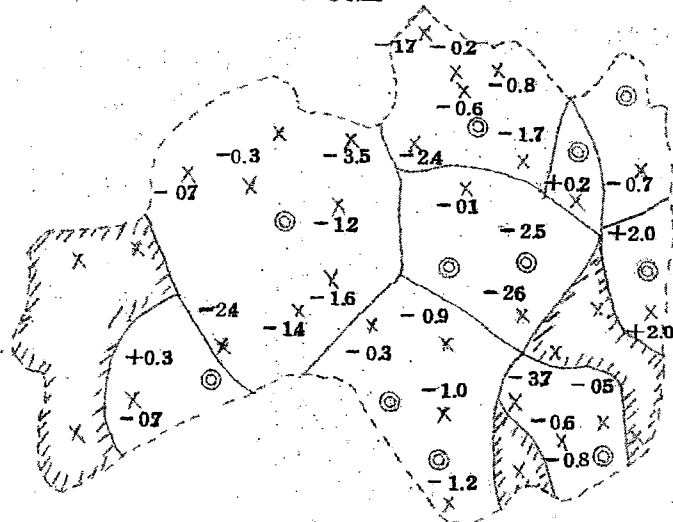
第 3 図 (B)

(註) 船引 → 郡山
 塙 → 白河にて代用出来る。

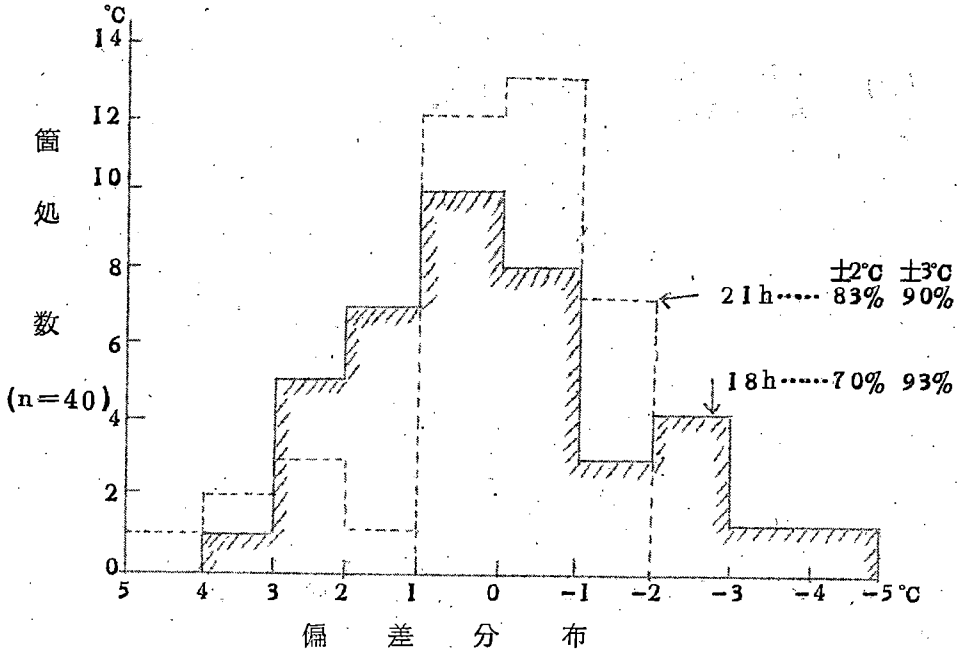


第 4 図 各基準点の予報区

(註) 数字は基準点と観測点との温度差



第5図 実測値と予想値の偏差分布



※ 参 考 文 献

- (1) 佐藤義正、池田正治
「晩霜時における湿度分布の予報産気調報」20巻 1号
- (2) 梅田三郎
「降霜有無の地域差予報調査」昭31、32年度防霜対策報告書
福島県農業気象対策本部
- (3) 毛利圭太郎編
「旬日予報の立場からみたベースの転換、予報解析検討資料」
第32号
- (4) 橋本公司
「若松における晩霜時の最低気温について」
昭和31、32年度 防霜対策報告書
福島県農業気象対策本部

6. 稲作期間の気温について

盛岡地方気象台 加藤吉男、多田匡臣、新関鏡三

§ 1 稲作期間（4月20日～9月30日）の毎日平均気温の標準偏差

稲作期間の半旬気温の標準偏差（ a ）はこれまで数氏によつて計算された。筆者らは特異日の摘出の目的を含めて毎日の平均気温についての a を求めた。池田緯度観測所長は先に岩手県の稲の収量と水沢の半旬気温との相関係数を求めたが、同所須川気象課長はその後の資料を加えて再計算した（須川相関）。これらを第1図に示したがこの2曲線を対比しつつ検討した。

4月下旬から5月中旬までは変動の大きい期間である。その間4月22日の3、2を極大とする4月下旬と、5月1日を極大とする5月上旬前半に a の山がある。4月22日は東北地方気温急降の特異日として栗原氏によつて指摘され又5月1日は気温急昇の特異日となつている。これら2つの山にはさまれて4月25日にはじまる約5日間の極小期間がある。この頃は苗の発根期にあたり須川相関は0.36と小さいながら第1の山を作る。なお4月25日の a は2.5℃の極小を示すがこの日は気温急昇の特異日となつている。その後10日位の周期で極小があらわれて5月末から6月にかけての変動の少ない期間に入る。その間5月7日の極小日は気温急昇の特異日となつている。5月27日に急降した a の値は6月4日にかけて割合安定する。その後小さな極大があつて6月18日から月末に及ぶ極小期間えと続く。この期間は須川相関の値は小さく稲作にとつては差程重要ではない。

7月に入ると a の値は急昇して7月24日頃までは稲作期間中気温変動の最も大きい時期となる。特に7月13日と18日の a の値は3、4℃で稲作期間中で最大を示し5日周期で a の極大があらわれる。一方須川相関の0.5以上の重要時期の中最初の2半旬位がこの変動の多い部分の後半に入り幼穂分化期を含んでいることは注目される。7月25日以後は夏となつて割合安定し9月にかけて変動の少ない期間に入る。8月中の a は8日周期で極小があらわれ8月5日の1.6℃は稲作期間中の最小値を示す。稲作の重要期間である幼穂形成期から出穂期にかけての大部分がこの期間に入ることは都合がよい。岩手県では8月10日頃に出

穂期をもつてゆこうとしていることは意味がある。しかし、品種改良、耕種体系統等の改良を考えるとなく早植のみを強調することは、この重要期間が7月の気温変動の極大期に一致する不安があり考えなければならぬ。

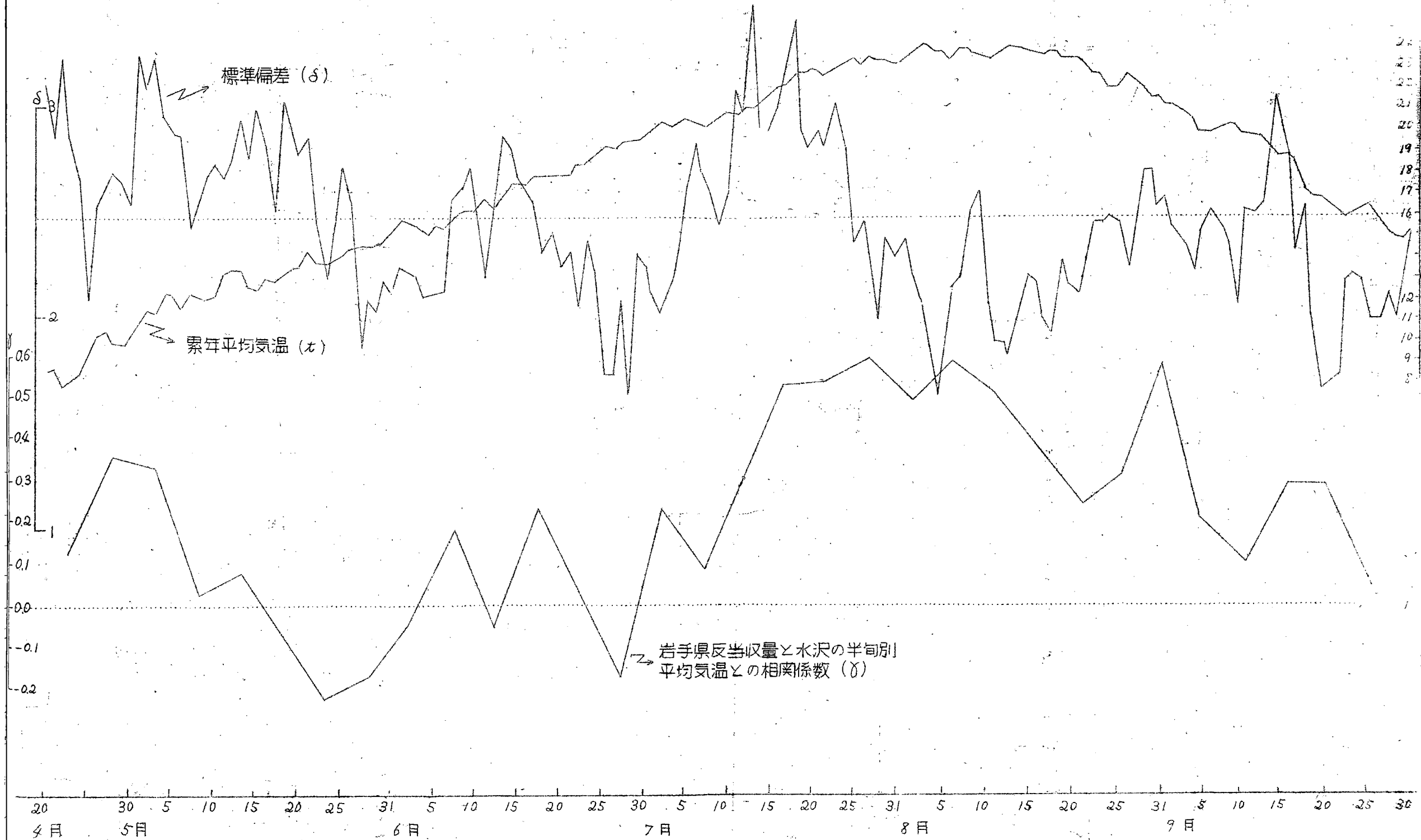
§ 2 豊凶年の気温変化

須川相関の値は7月15日から8月13日まで0.5をこす。筆者らはこの期間の気温変化を、豊凶年について2曲線として求めて平滑化しその特徴をみようとした。求められた2次式は第2図に示してある。

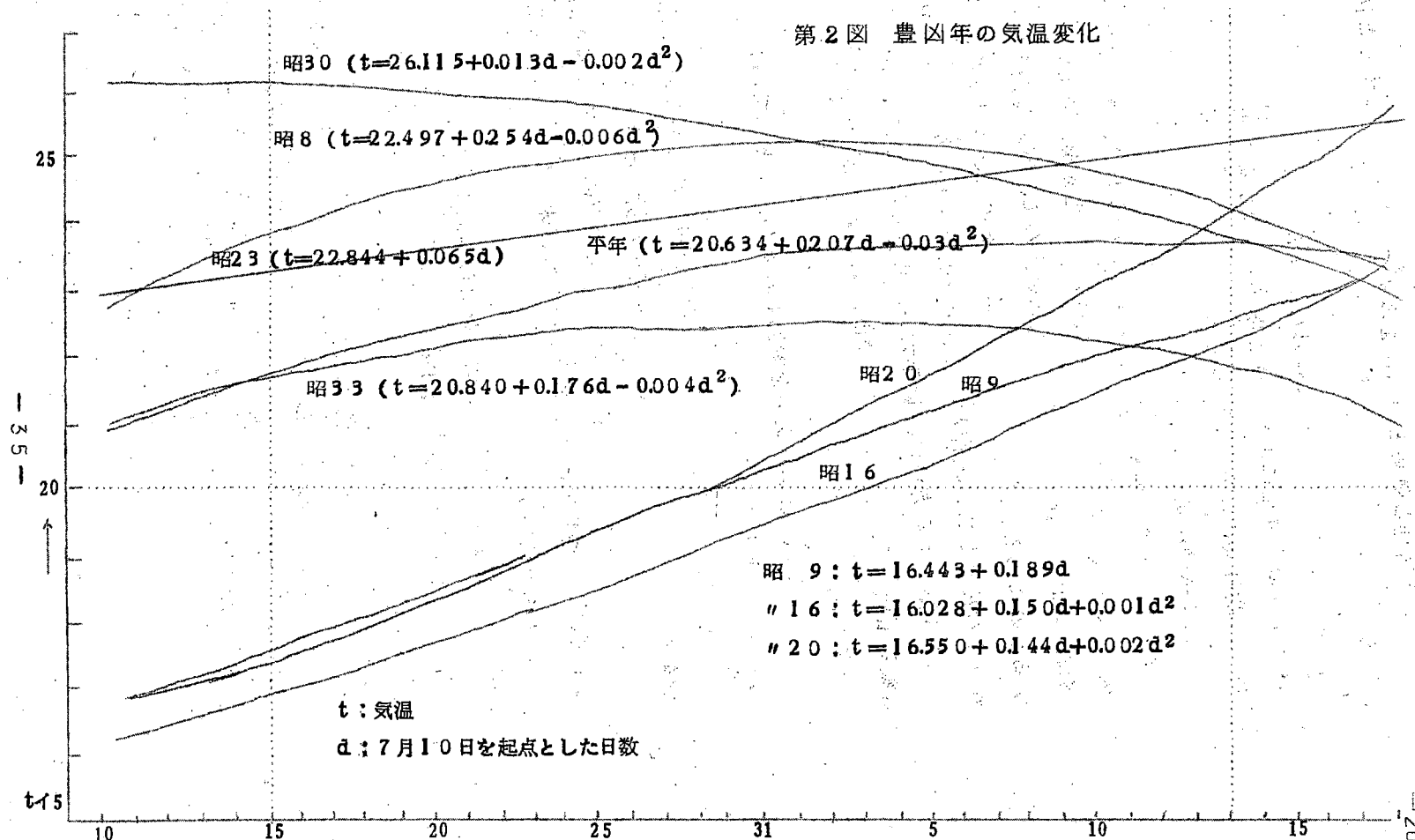
凶作と気温との関係については、7、8月の何れかの平均気温が20℃以下となつた年におこつていることは既に指摘されている所であり、20℃を危険温度とした。盛岡の場合平均気温は7月が21.9℃、8月が23.1℃であるから危険温度との差はそれぞれ1.9℃、3.1℃となる。一方aは7月が2.0℃、8月が1.1℃であるから、7月の場合、危険温度との差が標準偏差の中に入り20.0℃は異常現象とは見られず凶冷のおこる公算が大となると考えてよい。8月の場合、危険温度との差は、標準偏差の約3倍となり、20.0℃はしばしばおこるとは考えられない。第2図に示した昭和の凶冷年はいずれも7月が20.0℃以下に経過するが8月には20.0℃をこし特に中旬以降は豊年なみの高温を示す。8月の気温も20.0℃をわるような年は、例えば明治35年(宮古184)、大正2年(宮古191)のような大凶冷となる。

| 豊凶年 | 反当収量 (参照 試験) | 変化型 | 自7月15日 至8月13日 の気温 (須川相関0.5以上) | 記 事 |
|--------|--------------------|----------------|--|--|
| 豊 年 | 昭 8 | 3.020 | 対 称 型 (上に凸) | 24℃< |
| | " 23 | 3.039 | 上 昇 型 (直 線) | 23℃< |
| | " 30 | 3.145 | 下 降 型 (上に凸) | 24℃< |
| 平 年 | | 上 昇 型 (上に凸) | 22℃< | |
| 凶 年 | 昭 9 | 2.409 | 上 昇 型 (直 線) | |
| | " 16 | 2.285 | 上 昇 型 (上に凹) | 7月20.0℃以下 8月20.0℃以上 8月中旬以降は豊年 |
| | " 20 | 1.917 | 上 昇 型 (上に凸) | な み |
| 昭 33 | | 対 照 型 (上に凸) | | 平年よりも条件が悪いが全期間にわたつて21℃をこし少くも凶作型ではない。7月の雨量338糎は昭19の388糎につぐ2位8月の日照129糎は昭16の123糎につぐ寡照 |

才一図 稲作期間(自4月20日 至9月30日)中の平均気温の標準偏差(δ)と須川相関



第2図 豊凶年の気温変化



7. 水稻収量の構成と気象（序報）

新庄測候所 佐藤 義正

1. はしがき

およそ稲作と気象との関係を取扱った方法を分類すると次のようになる。

- (1) 稲作の遅れ進みを一定と見なす方法⁽¹⁾
- (2) 稲作の生育相によつて対応時期を考慮する方法⁽²⁾
- (3) 温度目盛により区分する方法⁽³⁾
- (4) 人工試験による観察法⁽⁴⁾

即ち、従来の大半の研究は、第1の方法であり、稲作の年々の遅れ進みに関係なく、固定した暦日を尺度として相関を求めている。第2の方法は、これに生育相に順応した期間を撰んで、感応時期を探索しようとするものである。又、第3の方法は、第2の方法とは逆に、季節のおくれ進みを勘案して、稲作との対応を見出そうという方法である。第4の実験的観察による方法は、近年大いに発展した方法で、前3者の自然的観察と相俟つて、相互の生理生態的因果関係を解明する有力な手段となりつつある。

この報告では、第4の成果を参照しながら、主として第2、第3の方法を試みようとしたものである。

尚 一般に最終の収獲高と気象等に対応せしめる従来の手法によらず、収量を構成する各要素ごとに、気象相関を分析する手段をとつた。

序報においては、とりあえず山形県最上地方における豊凶考照試験による生育期に基づいて、予備調査を行つた結果について報告する。

なお、気象の立場からは

(A) 予報の対象とすべき重要期間を明らかにすること

(B) 気象環境の改善対策に資すること

が主なる目的である。

調査に當つて、豊凶試験資料については、山形県農業試験場本場ならびに各分場地を煩はし文献については、農業技術研究所松島省三氏、千葉大学中原孫吉氏、農業総合研究所積雪地方支所長稲葉泰三氏、鎌形勲氏、新庄統計調査事務所長井沢千万雄氏、より便宜をいただいた。又、

仙台管区気象台技術部長内海徳太郎氏外各位の指導を受け、特に山形県農試最上分場長金田次郎氏外職員各位には平素懇切な指導と討論を賜つた。各位に対し深く謝意を表する次第である。

2. 稲作生育相の区分

(5)

すでに多くの研究者によつて知られている通り、水稻の気象感応の度合は、生育相によつて大いに異つている。稲の生涯を通じてみると、先づ初期の栄養生長期において、天候の如何によつて生長量が異なり、ひいては遂次この生育ステージの遅速が、なかんづく最も外界の条件に対して敏感な時期を前後に伸縮させ乍ら、出穂し、開花し、成熟するという段階を経て進んでいる。例えば、同じ6月1日に田植えを行つたものでも、梅雨期の如何によつて、早い場合は8月早々に出穂するのに対し、遅い年は8月下旬末に至つて漸やく穂を見るという具合である。

この間2旬の開きがある。そこで、何をもつて、生長進度の基点とするか問題であるが、試み上、栽培慣行と水稻生態の観察の容易なことを目安として、次の要領で稲作期間を大別することとした。

即ち、基準として、水稻の平均伸長曲線(第1図)を勘案し、従来の研究から、特に出穂期前後に高い相関のあることを考慮して、出穂期日を稲作発育進度の枢要な目安として選んだ。水稻生理の立場からは、その都度、葉令指数などによつて発育段階を表示することがより適切であろうが、過去の詳しい資料が求め得ないうらみがあるので、一般的に観察が容易な、従つて資料の揃つた時期を求めたわけである。

このような観点から、栽培期間を概観すると、重要な時期は、およそ次のようになると考えられる。(第1表、稲作期間区分表を併せ参照されたい)

- (1) 苗代末期(本田移植直前)の状態
- (2) 有効分けつ限界期における状態
- (3) 出穂期日前の特定期間における状態
- (4) 同じく 出穂期日後の特定期間における状態

なお、(1)と(2)の間には、活着期と呼ばれる、いわば不連続な移行期が存在する。稲作管理上は、できるだけこの不連続を避け、田植後直ちに活着して、分けつ伸長に移ることが望ましいのは云う迄もない。実際

解析に当つては、(1)の苗代期の状態としては、莖葉の生体重を用い、(2)の有効分けつ限界期の指標としては、7月5日における草丈および莖葉を採ることとした。尤とも後者はすでに年々による多少の期日の変動があるので決定的なものではないが、例年およそ、この頃の生育相が有効分けつの大勢を表わすと考えられているからである。第3の出穂期日に関しても取扱上問題がないわけではないが、考照試験の慣例に従つた。最上地方における中生種についての概略を表示すると第1表のようになる。

第1表 稲作期間の区分表

(出穂前日数の概略)

| | | | |
|-------|-----|------------|-----|
| 栄養生長期 | 苗代期 | | |
| | | 活着期 | -70 |
| | | 分けつ期 | -60 |
| | | 有効分けつ限界期 | -35 |
| | | 最高分けつ期 | -20 |
| 生殖生長期 | 伸長期 | 幼穂分化期 | -30 |
| | | 幼穂形成期 | -24 |
| | | 花粉母細胞減数分裂期 | -12 |
| | | 出穂期 | 0 |
| | 結実期 | +40 | |

3 水稻収量の構成について、構成要素相互間の相関

収量(重量)は一般に次のように表わされる。

$$Y = n \times G \times R \times \omega^{(6)}$$

ここに、Y収量・n穂数・G-穂平均粒数・R稈実歩合・ ω 1.00(粒重)である。最上地方について、是等各項の大きさを例示すると第2表のようになる。

即ち比較的大きな変動を示す要素は稈実歩合と粒数であり、玄米1.00粒重は年々の変動は極く僅かである。以下この報告では ω (1.00粒重)は恆数とみなしている。

第2表 収量構成要素の変動割合

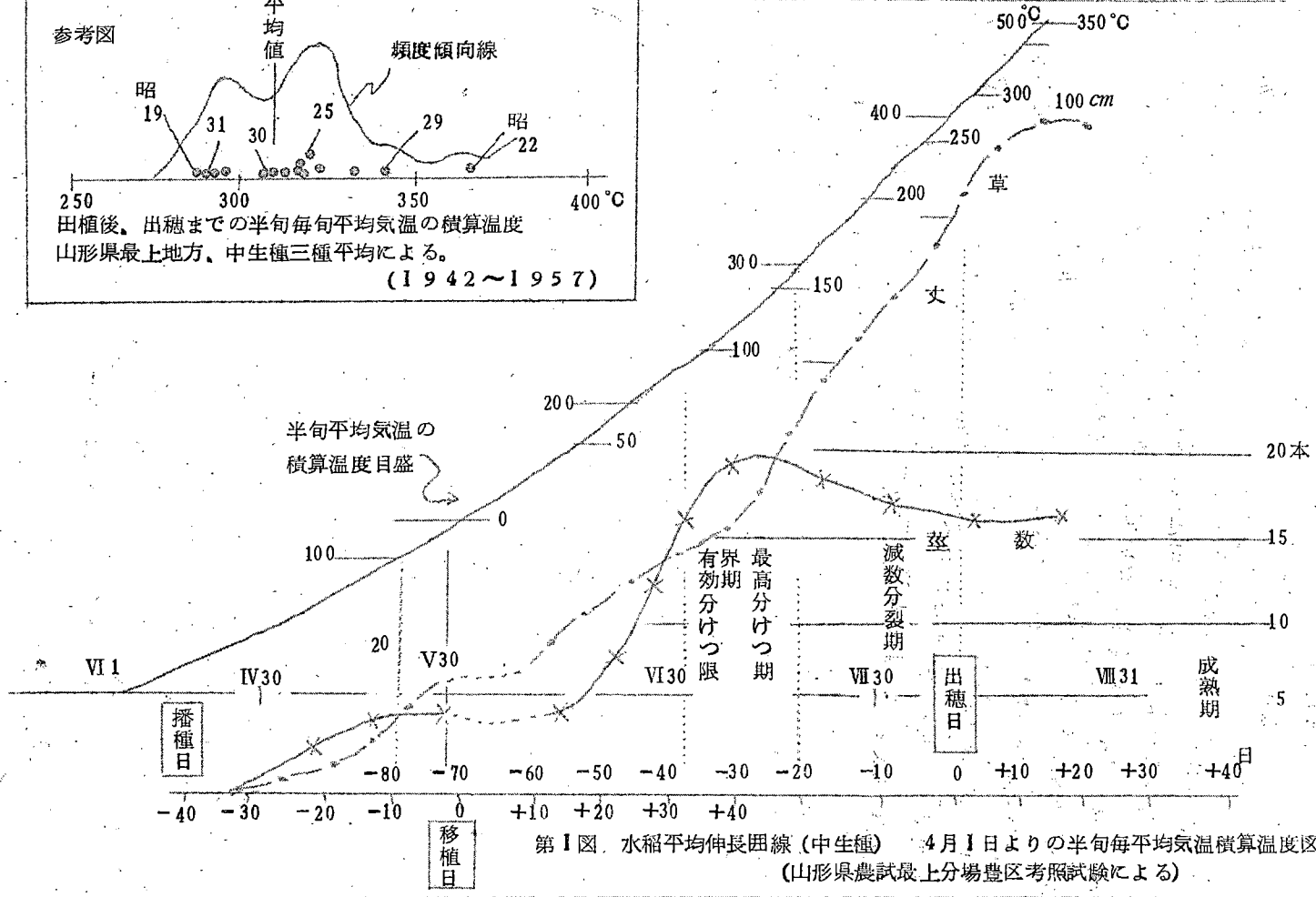
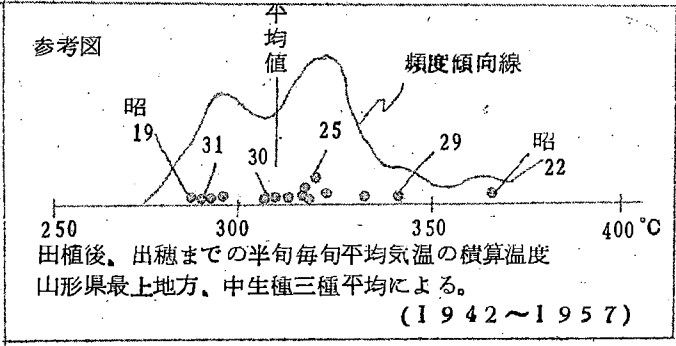
(最上地方1942-1957)

| | 穂 数 | 平均粒数 | 稔実歩合 | 玄 米 1,000粒重 | 反当収量 |
|-----|------|------|-------|----------------|--------|
| 最 大 | 187本 | 859個 | 93.2% | 25.5gr | 3,115石 |
| 最 小 | 137 | 595 | 69.0 | 22.1 | 1,951 |
| 差 | 50 | 264 | 24.2 | 2.4 | 1,164 |

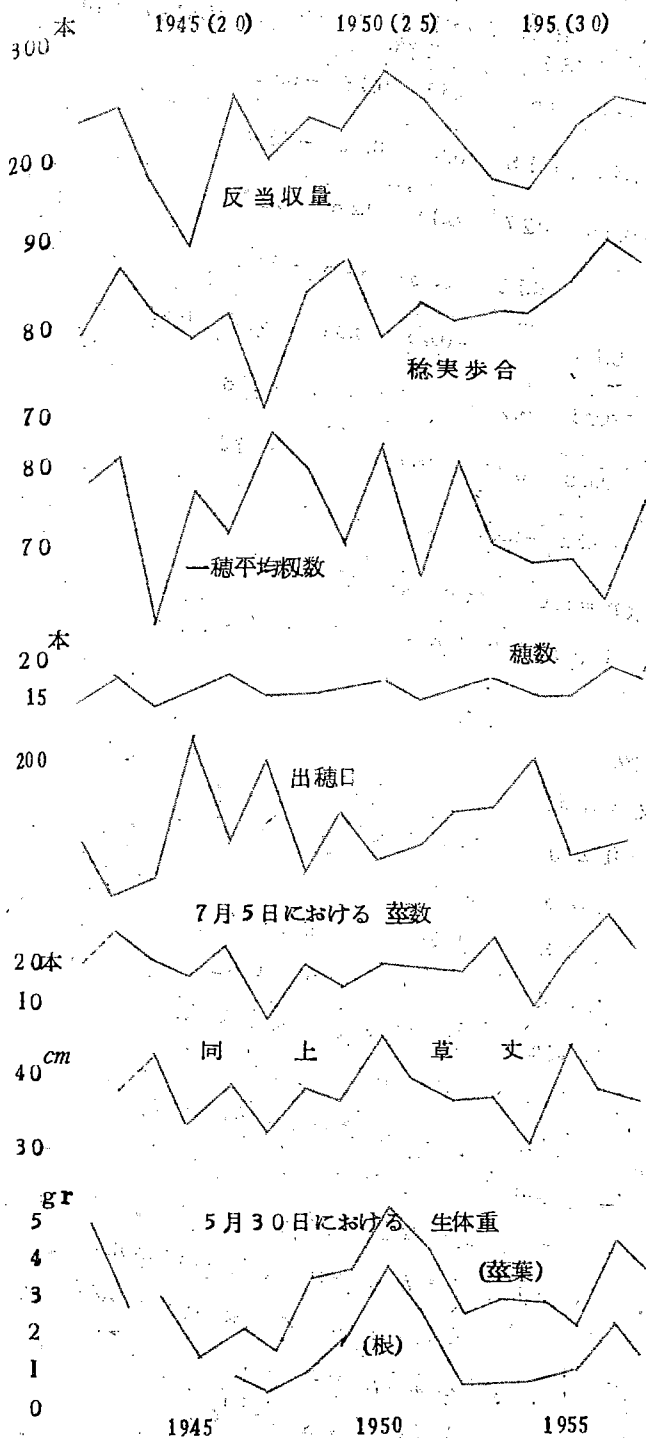
さて、これら収量を構成する各要素相互間にどのような関係があるかを先づ当つてみよう。この事項については調査の結末において再言する予定であるが、分析途上において、何が主要な因子であるかを認識しながら調査を進めるのが妥当と考えられるからである。

各要素の経年変化を図示すると第2～4図のとおりである。

いま、代表品種として、中生種をとり、各要素間の相関を調べてみると第3表のように表示される又第3表に基づいて収量に対する各要素の偏相関係数を計算すると第4表のようになる。



第1図 水稻平均伸長回線(中生種) 4月1日よりの半旬毎平均気温積算温度図
(山形県農試最上分場豊区参照試験による)



(備考)

最上地方においては一般的には稈実の最もよいのが早生、次いで中晩の順。粒数の大いさは、この逆順位

収量と正相関近年漸増安定の傾向は何か。病虫害防除の故か。

稈実歩合と逆位相の変化明瞭、この傾向は早中晩種ともに認められる。

粒数は年々の変動は割合少ない、品種間の差異も平均1~2本程度

収量との対応に注目されたい。

栄養生長から生殖生長に移る時期において“高き草、多からざる莖数”をうることが東北稲作の秘訣（鎌形）

草丈は出穂日とよい負の相関を示す。

苗の良否と、収量との対応に留意されたい。

第2図 水稻収量の構成要素、栄養生長量等の経年変化図（十生種三種平均）
（山形県農業試験場最上分場量区考照試験による）

第3図 同上（早生種） 第4図 同上（晩生種） （省略）

第3表 収量構成要素、生育相の指標等相互間の相関表

| | 反当収量 | 穂数 | 粃数 | 稔実歩合 | 苗代期 生体重 | 7月5日 草丈 | 7月5日 莖数 | 出穂期 | 4月気温 | 5月気温 |
|------------|-------|-------|-------|-------|------------|------------|------------|-------|------|------|
| 反当収量 | | 0.48 | 0.10 | 0.45 | 0.61 | 0.52 | 0.46 | -0.66 | | |
| 穂数 | 0.48 | | 0.13 | 0.48 | -0.18 | 0.0 | 0.50 | -0.19 | | |
| 粃数 | 0.10 | 0.13 | | -0.41 | 0.27 | 0.19 | -0.28 | 0.17 | | |
| 稔実歩合 | 0.45 | 0.48 | -0.41 | | 0.13 | 0.33 | 0.68 | -0.52 | | |
| 苗代期 生体重 | 0.61 | -0.18 | 0.27 | 0.13 | | -0.45 | 0.31 | -0.47 | 0.52 | 0.67 |
| 7月5日 草丈 | 0.52 | 0.0 | 0.19 | 0.33 | 0.45 | | 0.56 | -0.78 | | |
| 7月5日 莖数 | 0.46 | 0.50 | -0.28 | 0.68 | 0.31 | 0.56 | | -0.70 | | |
| 出穂期 | -0.66 | -0.19 | 0.17 | -0.52 | -0.47 | -0.78 | -0.70 | | | |

(註) 資料 1942~1957 (n=16) 最上地方中生種

相関係数の有意水準値、10%で0.426 5%で0.497

1%で0.623

第4表 同上偏相関係数

| | 反当収量 | |
|------|-------|-------------|
| 穂数 | 0.20 | 稔実歩合の影響を除いた |
| 粃数 | 0.35 | 同上 |
| 稔実歩合 | 0.33 | 穂数の影響を除いた |
| 同上 | 0.54 | 粃数の影響を除いた |
| 生体重 | 0.44 | 出穂期の影響を除いた |
| 草丈 | 0.0 | 同上 |
| 莖数 | 0.23 | 稔実歩合の影響を除いた |
| 出穂期 | -0.56 | 同上 |

即ち、収量に寄与する度合は、主要な三要素（穂数、粃数、稔実）のうちでは、稔実歩合が最も有力なことが知られる。穂数は単相関では割合大きいが、実は稔実歩合を介して関係している見掛上のものの如く、偏相関を採ると極く少なくなってしまう。粃数は年々の変動がかなり大きいのに抱らず、収量を支配していないのが、むしろ意外である。これ

は1穂平均粒数と稔実歩合とは互に相補作用があるためとも考えられるが、尙検討を要するところである。

次に、主なる生長量ないしは生育相との関係であるか、最上地方の中生種に関する限り、出穂期日の早晚が収量の多寡に強く関与していることがうかがわれる。この事由は相関表をみると、稔実の良否に掛つているように思われる。又、いわゆる苗代半作という言葉をよく耳にするが、やはり苗代末期における苗の充実の良否が、収量に響いている模様がある。この因果関係は、健苗の育成は、あらゆる稲作技術の基本であるから、当然であるといえは、それ迄であるが、相関表から推量すれば、先づ健苗は、続いて本田において栄養生長量の増大をもたらし、次いで出穂期を早め、稔実を良くすることになると見るべきであろうか。

出穂が早まれば、何故に稔実がよくなるか。稔実は何に支配されるか等は、おのづから調査の焦点となるものと考えられる。

4. 水稻の生長段階

さて改めて、水稻の生長過程をふり返つて眺めると第1図に掲げた平均伸長曲線によれば、草丈の伸長は活着後（6月10～20日頃）の急伸と、最高分けつ期頃の一時的減退を経て、再び出穂期前後にかけての急激な伸長（いわゆる伸長期）が注目される。

又、莖数については、有効分けつ限界期前2～3半旬位の急増時期が著しい。いづれにしても、急速な伸長ないしは飛躍的な形態の変化などが営まれる期間が、生理上、外界の影響を敏感に受け易い状態にあることは想像するに難くない。前記の草丈急伸期は幼穂形成期から花粉母細胞減数分裂期のころに当ることをみても察知される。

次に収量の構成要素ごとに、気象条件との対応を調べる前に、先づそれらの生態的成立のあらましを質してみよう。近年試験圃場の状態や水稻目体に直接人工を加えて水稻の内部ないしは外界の影響を実験的に取扱う研究が⁽⁷⁾大いに成果を挙げている。概要を摘録すると次の通りである。

- (1) 先づ穂数の成立は、当然有効分けつ数によるもので、おそくも最高分けつ期までに決定される。従つて平年の気象状態においては、稲作の中期以前、最上地方については、7月上旬中には目鼻がつくことになる。なお栽培試験の結果では、同時に同一耕種条件の下に、植

えられた水稻は、品種、栽培法の如何に拘らず、最高分けつ期は常に略同時であると言われるので、大抵の場合早中晩種共に、ほぼ同じ日(暦日)ころに穂数が決定されるとみて差支えないと思われる。

(2) 次に一穂粒数の成立であるが、最も強い影響を受ける時期は花粉母細胞減数分裂期であると云われ、水稻の一生のうちでは最も敏感な時期に当たっている。およそ出穂前16～6日頃と目される。又第1苞(穂首)分化期、出穂前およそ34～24日の環境の良否も粒数の多寡に関係するがいつれにしても一穂粒数は、出穂期以前に決定をみる要素と考えられていることは、前述の穂数と同様である。

(3) 第3に、稔実歩合であるが、これは収量を支配する重要な要素で、大勢からみれば、穂の出る数日前ころから以降、結実までの稲作の後半は、掛つて稔実の如何にあるとみてよい。作物試験の結果では(a)出穂前30日間の影響と、(b)出穂後30日間の影響の2つの期間が関係するが、特に減数分裂期における環境変化が甚だしく稔実に関係していると見られる。又、出穂後14日頃(乳熟期)における日射の影響が注目されるし、実入りを低下させる原因として暴風害が挙げられている。

(以上、各要素の変化の概略を図示すると第5図のようになる)

本調査の一面は、以上概要をのべたような実験的研究の結果を自然状態における成績から分離し確認する意義をもつものと考えている。

5. 苗代期における気象相関

近年は、いわゆる保温折衷苗代などによつて人工気候を造り所望の勝れた苗を育成する方法が広く行われるようになったが、ここで対象とするのは、豊凶考照試験のために設けられた普通水苗代における成績で、播種は毎年4月20日、挿秧は6月1日と定められるものである。苗の生長量としては、2～3検討の結果、20個体の地上部新鮮重(生体重を指示量として撰んだ。

そこで、4月1日以降半旬毎、ならびに移動2半旬ごとの平均気温と5月30日における苗の生体重との相関系列を計算してみると、第6図上段左のようになる。(但し 中生種)

移動2半旬平均気温を併せ考慮した理由は、半旬程度の短時日では偶

然に支配されて植物体に対する影響が殊更に抹殺されはしまいかと懸念したためである。

即ち、図から判断されることは、播種直後から直ちに影響が現われ、5月20日頃までのおよそ1カ月間が大切な期間と見做されること。なかでも5月中旬ごろが最も相関が大きいこと、そして意外にも苗代末期の旬日間は比較的、苗の重量増加に寄与していないこと等である。

なお、苗の成育の良否は、当然4～5月の気温に関連している。4～5月の好天は苗の充実を齎らすと同時に、又本田における、いわゆる乾土効果（肥料効果）を高めることになるので、二重の効果が期待されるといわれている。苗代半作の意義は深い。これ等はおつて別に検討する予定である。

6 栄養生長期における気象相関

栄養生長期の指示量としては、有効分けつ現界期に達した頃の草丈および莖数を採用したが、有効分けつ限界期が年々多少変動しているので、便宜上7月5日における値を代用している。そこで前項の例に倣い、移植後7月4日までの期間との相関を示すと第6図上段のようになる。

（同前、中生種の例）

即ち、草丈については、6月中、下旬の高温が好都合であり、特に20日前後の天候が最も影響しているように思われる。そして、活着期の気温は余り関係していないらしいこと、又6月末から7月初め頃にかけても、それ以前に較べて、草丈伸長に關与する度合が、かえつて低下する傾向が見受けられる。諸家の多くの相関調査の結果においても、移植直後活着期の相関は果してないのかとの疑問を提示しているところであり、又6月～7月期の相関極少期が認められている。前者は、田植どきの高温旱天はかえつて苗の植え痛みを助長し、活着を阻害する故であろうか。又後者は、おそらく、この頃の気温が栄養生長の進み方に余り関係がないからと考えられる。例えば第7図の宮城県(8)の米収量と仙台半旬気温相関図を併せて参照されたい。

即ち、この原因は、栄養生長から生殖生長に移る前後の境界附近に当るので、稲自体の生理に基づくと解すべきであろうか。總体的に相関の推移をみると、ここで1つの谷があつて、次の生殖生長期のピークを迎

えるという経過をたどるものと考えたい。

次に、直接収量に関係してくる穂数の大本となるべき分けつ莖数の場合であるが、相関図からは目立つた特徴は見出せない。強いて云えば、概してこの間の前半に関係が深く、後半に漸減する傾向がうかがえる。これらの動きは、活着後、草丈、莖数共に直ちに急増に移る性質を物語るものであろう。

7 穂数の成立と気象

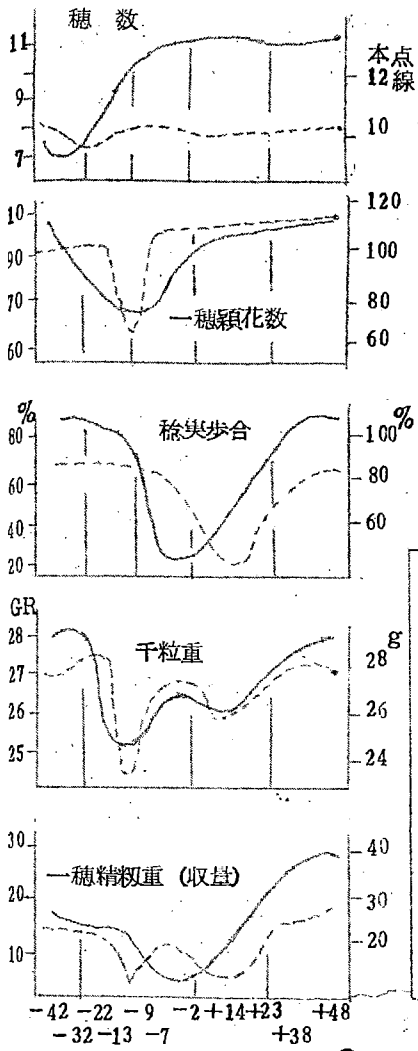
穂数の多少は当然分けつ数の多少に関係している。従つて穂数は、有効莖数の関係する期間と等しい感応時期を持つと考えられる。この意味から、田植期日を基点とした相関を調べたのが第6図中段のとおりである。但しここでは計算の便宜から、級間の数を2とした場合の簡易算出法⁽⁹⁾に拠つた

又他方、出穂期日を基準とした半旬気温の系列を採つて穂数との相関を調べ、同じ図に並べて示した。即ち、上図の移植日からの相関では、前にのべた莖数に対する相関の推移と同様の経過が明瞭に現われており、前高後低の傾向がある。然し、分けつ最盛期に相関の山が期待されるのに、かえつて、その頃低い結果が出ている。

一方、出穂期日からの相関系列の図をみると、相関の山が有効分けつ限界期直前に近づいている。何れが正当であるかは、いつれ他品種や他地域の趨勢を確めて、結論したいが、生理上は後者の場合が説明し易い。すなわち、穂数の成立は、有効分けつ限界期前の2～3半旬が最も影響が深いとみるべきであらう。

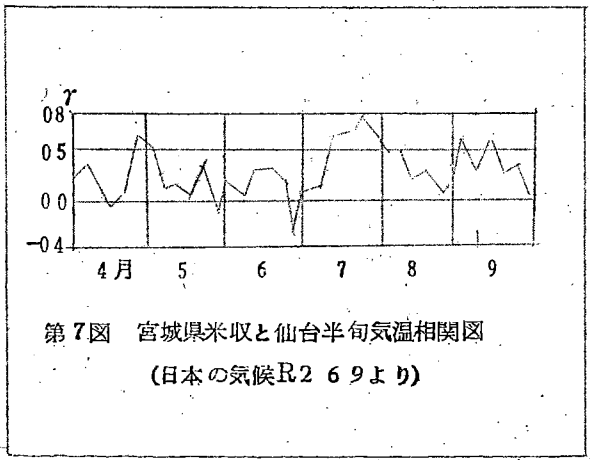
尚 相関図を検すると、出穂前20日頃にも1つの山が認められ、さらに、これらは5半旬前後の間隔を置いた波状を呈しているのに気付く。穂数の成り立ちが、最高分けつ期を過ぎて尚且つ定まらなると云うことは、水稻の生態上からは考え難い処であるので、一応、気温の週期性に基づく見かけ上の相関とみなしたい。試みに、出穂日前45日と、同じく20日を中心とした半旬平均気温相互の自己相関をとつてみると、およそ0.7という値($n=16$)を得た。これは、この期間の値としては、かなり高い値であり、季節の階段推移⁽¹⁰⁾によく見られるような20～25日程度の週期に対応するものと考えられる。

第5図 剪葉処理 (実線)、遮光処理 (点線) による収量、収量構成要素の変化図の概略を示す。
(松島原図より)



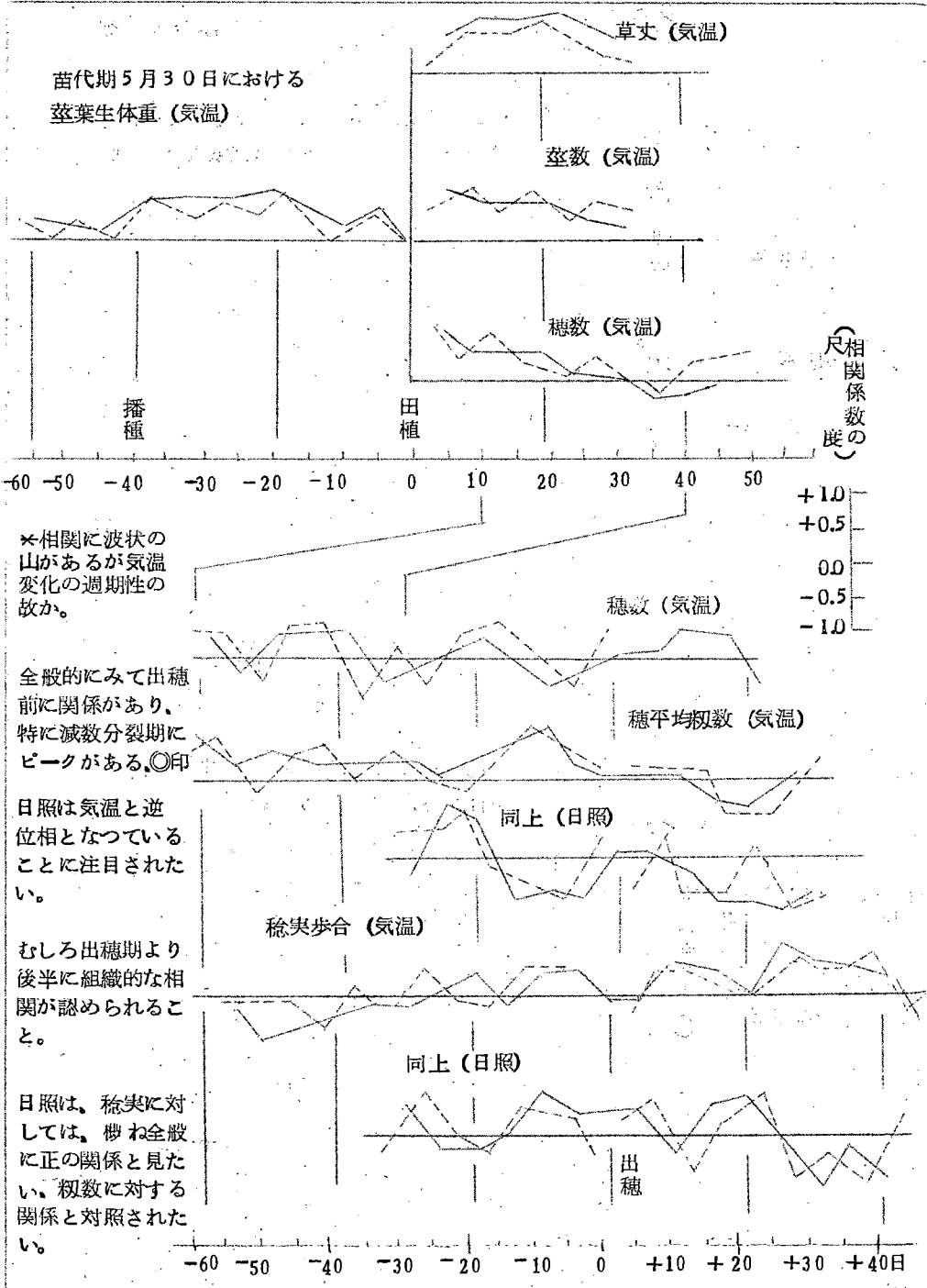
本点 12線 * 本田活着後2~5日おきに葉身を全部切り取った試験
 * 本田活着後10日間つつ麻布で日射を順次遮断処理をした試験 詳細は文献(7)参照

出穂期からの日数
(試験圃場の処理区分)
(無処理区)



第6図 米養生長量 収量構成要素等の気象相関図

注：点線、半月平均：実線、移動2半月平均：上図、移植日基準：下図、出穂日基準を示す



8 一穂平均粒数の成立と気象

粒数の成立について、穂数と同じように、出穂期日を基準とした相関をとつてみると第6図中段下のようになる。総じて、出穂期以前に関係していることが明らかであるが、顕著な相関の山が出穂前10日前後の処に集中的に現われるのが特筆される。この山は、正しく花粉母細胞減数分裂期に相当するものようである。この点は、実験的に確かめられた事実とも符合している。生態実験の結果からは、更に出穂前30日内外の処にも正相関が期待されるのであるが、必ずしも明瞭ではない。(尤とも、次にのべる日照時数との関係図には25日前後の処に山がある) 又出穂期より後の方には関係の少い模様を図の動きから察知される。

又、同期間の日照時数合計との関係を見ると、気温とは全く、正負反対の効果が出現した。念のため、この期間の気温と日照との間に逆の関係があるためかどうかを当つて見たが、そうではないので、粒数成立に対する減数分裂期ごろの気温と日照との作用の違い方は、その理由は何んであるかよくわからない。さきに、一穂粒数と稔実歩合の相補性について言及したが、後述するように稔実歩合の成立に対しては、日照は減数分裂期においては正の働きがあるので、両要素(粒数と稔実)間の相反的性格は気象の感応特性の相違に、その1つの要因があるのではあるまいかと思われるが尙検討が必要である。

なお、一穂平均粒数の多い少いは、穂の数と相俟つてその年次における最大可能収獲量ともいふべき数量を定める因子である筈であるが、実収量に対しては、余り響かないことは先にも触れた通りである。

因みに、第3表に示した水稻の生長、生殖に関連した諸要素相互間の相関表をよくみると、お互に相互関係の割合深い要素が2~3個宛見当るのであるが、粒数については、只一つ、稔実歩合と負の相関があるだけで、他は有意性がごく小さいことである。つまり、粒数の成立は、何か極く短期間の特殊条件に強く左右されているのではないかとの推論を抱かせる。第6図の相関図が単峯の比較的鋭いピークを示したのは偶然ではあるまい。尤とも、生理実験の教える処によれば、このピークは、粒数を積極的に増大させる時間ではなく、すでに粒として成立すべく育かれたえい花の減少を防止するのに役立つ期間とされている。恐らく

この時期の冷旱害、病虫害、管理不良などに敏感に支配されているものと考えられる。

9 稔実歩合の成立と気象

次に稔実歩合との相関はどうか。出穂期日を基準とした半旬平均と移動2半旬平均気温、ならびに同じ要領で採った日照時間合計数との相関系列を図示したのが第6図下段である。

即ち、先づ気温との関係をみると、全体として、出穂期すこし前頃から始まり、尻上りに相関の度を増している傾向がある。この点、一穂収数とは相対的に、感応時期を出穂期の前後にふり分けている感がある。試みに、相関のとり方を分けつ期まで前に延長してみると、一穂収数や穂数とは逆の関係が認められる。これは、分けつ期の好天は莖数、収数の増殖を来たし、ために稲自体の環境を自ら悪くして稔実の歩止りを低下させるように作用している故であろうか。(この辺の事情は蛇足ではあるが、増産を目指す稲作の実際家にとって、肥培管理上微妙なところであろうと推測され、或る程度、莖数や収数を抑制するような管理のしかたによつて、実収を高める手段があるのではあまるまいか。)

尙 最後の結実期に至るまで、比較的組織的な正相関を維持しているのは、偶々この例による最上地方の中生種のみに見られる特徴であるかどうか詳らかではない。

有名な池田氏の相関図にも9月13日から22日(登熟期)に1つの山があり、須川氏も特にこの問題を保留されている。強いていえば、20日程度の気温変動の結果とも採れないこともない。出穂期5日前後の半旬平均気温と、出穂後15日頃および35日後頃の半旬平均気温との間には、いずれも0.5~0.6程度の自己相関が認められるからである。但し、この場合は、出穂期日という不特定な日を基準とした時系列について認められる週期性であり、池田・須川・両氏の云われる固定日次に基づく相関系列とは、おのづから異つているから、同日には論ずるわけにゆかない。

次に同様に、日照時間との関係をみると、出穂期日を中間にして前後10~15日間の相関と、出穂後20日頃の山に意味があるように思われる。また登熟期の間近くに逆相関があるらしいが、因果関係がよくわ

からない。出穂期以後だけについて、気象と日照の半旬毎の相関係列を眺めると、はじめの2旬程度を除き、登熟期まで両者は逆位相の変化をたどっている。8月末から9月のころは、天気がよくて日照の多い時は、すでに秋口に入るので爽やかな涼しい日となることを指しているためと解される。他品種、他地域の傾向をも充分吟味すべき処であるが、第5表の半旬気温、日照相互関係表に示したような相反傾向を加味すれば、前に記した収数に対する減数分裂期における気温と日照の感応のような矛盾はない。

第5表 登熟期頃の半旬・日照相互間の相関

| | | | | | | | |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 出穂後の日数 | 15日 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 相関係数 (n = 16) | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.0 | 0.3 | -0.4 | -0.8 |

(註) 山形県最上地方：出穂後30日頃から後は、負の相関になる。
 (※) 仙台の例にも見られる事実である。

(※) 日本の気候、初版、東京堂1958・P269

10. むすび (中間報告)

以上、山形県最上地方における水稻中生種について苗代期より収穫期に至るまでの生育相を追って、生長量・生殖量などの伸長充実が、気象要因に關係する過程を概観した。引き続き、他品種他地域の状況に関して調査中であるので、結果を詳述する迄には至らないが、中間報告を要約すると次のとおりである。

- (1) 苗代期から栄養生長期に対する気象相関は移植日6月1日を基準として、従って従来の方法どおり、暦日系列によつて相関を求めたが、生殖生長期に対しては、出穂期日を基点とする相関係列を採用した。これは、生殖生長の時期が年々甚だしく前後することを考慮して、水稻生態の変化に順応した期間の相関を見出さんとしたためである。
- (2) 苗代末期および有効分けつ限界期における栄養生長量、ならびに出穂期日を水稻生涯における主なる指標と考え、又収量を構成する主要な要素として、穂数、1穂平均収数、および稔実歩合をとつた。これら諸量、指標相互間の關係を例示すると第3表、第4表のようになる。最上地方の中生種の例では、収量の多寡は稔実の良否にかかっていると考えられる。

(3) 苗代期の良否は、見掛上、収量構成要素に寄与する割合は少ないが、実収量に対する影響は意想外に大きい。

健苗の効果は、悪天候の際に威力を発揮しているを見たい。いわゆる苗代半作を裏書する。又苗代期の良否は当然春季の好天は本田の乾土効果を高めることに与つて力のあることを物語るものであろうか。

(4) 稔実の良否は出穂期日の早晩に支配されている。然し稔実歩合が気象に感応する時期は、むしろ出穂期を含めて後の方に尾を引いている事から考えて、登熟期間をなるべく長く保つことが、季節の推移から考えて、稲作上必要であることを意味しよう。

(5) 苗代期は播種と同時に正相関が始まり、その後約1カ月が最も大切な時期と目される。

(6) 活着期の相関は従来意外に少なく疑問にされている筈であるが、分けつ莖数、穂数に対しては、夫々正の対応が認められる。但し、草丈伸長量に対しては、反応がごく少ない。

(7) 穂数の成立は、6月から7月前半にある。

(8) 一穂平均粒数と稔実歩合とは、成立の時期が出穂期を狭んで、前と後に展開している。

粒数にとって最も肝心な時期は、花粉母細胞分裂期であることは否めない。尙検討を要するが、この頃の最上地方の中生種に関する限り、気温と日照とは粒数の成立に対して相反効果を与えているふしがある。

1.1. 今後の問題点

今後問題となる点は次のとおりである。

- (1) 他品種、他地域に亘つて比較検討を進めること。
- (2) 各要因の組合せに基づく実収量との結び付きを明らかにすること。
- (3) 稲作進度の区分、従つて相関を求める時系列がこれでよいかどうか。
- (4) 風水害、水温効果、肥料効果などをいかに取入れるべきか。(健苗効果・乾土効果)
- (5) 温度目盛による区分の問題、季節の消長に関連し、生長、生殖各期における臨界温度、較差などの条件をどう加味するか。(冷害問題)
- (6) 一般に応用する場合の取扱いをどうするか。

以上、水稻の気象に対する感応について、実験的成果の一部を自然圃

場における成績から或程度実証し得たものと考えられるが、今後なお充分検証が必要と思われる。とりあえず、結果を報告して大方の御指導をお願いする次第である。

参 照 文 献

- (1) 個々の文献は数が多いので省略し集録的な文献を挙げる。
日本農業気象学会編（1955）：水稻冷害の文献的研究
須川力（1957）：岩手県における農業気象研究の回顧と展望・東北の農業気象No.2.2～1.6
稲葉泰三編（1958）：最近における東北農業の展開・農業総合研究所刊
- (2) 中原孫吉・三寺光雄：豊凶考照試験の因子分析について、農業気象VOL 7 No.3～4、同VOL 8 No.3～4、同VOL 13 No.3
- (3) 蔵重一彦（1952）：東北地方稲作半旬気温相関の解析、農業気象VOL 6 No.3～4
佐藤義正（1959）：昭和28年の稲作期の気象について 昭和28年冷害気象調査報告 農業技術協会刊 昭和29年3月
柳谷喜太郎（1957）：昭和32年気象と稲作、特に局部不稔障害について、青森、秋田地区気象研究会発表
- (4) 松島省三（1957）：稲の収量は、いつどうして決定されるか、農林省統計調査事務所 山口県農業協同組合中央会刊・昭和31年1月
- (5) 内海徳太郎（1953）：宮城県の稲作収量と気象との関係、宮城県気象対策連絡会農業部会誌・昭和28年第1号
大久保 章（1948）：宮城県における稲作と気象との関係、東北地方気象研究会報VOL 2 No.2
中田良雄（1957）：新潟県の水稲反収と気象、研究時報VOL 9、No.6 379～393その他文献(1)に集録されている多数の研究がある。
- (6) 農業気象新典（1954）：第1版、養賢堂・P 215

- (7) 文献(4)と同じ 次の文献に要約されている。
松島省三 (1954) : 作柄を早く知るには、農業気象新典、第1版、
養賢堂 215~223
- (8) 日本の気候 (1958) : 初版・東京堂、東北地方の気候 P 268~272
- (9) 友田 好文 (1954) : 級間の数を2として、簡単に相関係数を求める方法、科学VOL 24
- (10) 松倉 秀夫 (1952) : 季節の階段状変化と上層気温より見たる季節の遅速について
研究時報VOL 4 No. 7

8. 防潮林伐採前後における周辺稻田上の風速分布の変化について

高橋正吾外5名^{*}

§ 1 本調査の目的

航空自衛隊松島基地における滑走路の新設により、航空障害となる防潮林を伐採した場合、これによつて周辺農家(主として稲作)は将来如何なる損害を受ける様になるか。そしてこれに対する補償費を如何様に算出したらいいか、これが最終目的であるが吾々はここまでは触れないことにし、防潮林伐採前後において稲作に最も影響を及ぼすと考えられる海風の侵入状況がどのように変つて来るかそれだけを算出することにした。

§ 2 風速水平分布の観測結果

観測点は別図のように配置し、別表(各欄の上段数字)の結果を得た。なお当日(昭和3、8、22、13~16h)はSSWの風で、当基地における夏季海風主風向(SSE)より多少西偏した傾向であつた。このため防潮林東端の風下側における風速の減速域がNNEの方向に稍顕著に現われ、又風速分布の等値線方向はSSW風に直角をなすような傾向が見られた。

従つて最後において、基準となる風速の水平分布図を画く際には上記の傾向を消し、主風向であるSSE風の場合にモデル的に修正するようにした。又風速分布の水平傾度については、当基地における最多頻度の

風力(2~5 m/s)に相当したものを基準とする必要があるので、別表の観測で得られた減殺効果の特性(防潮林より離れるに従って水平頻度が急速に弱まる)を活かし(1)基準となる水平分布図を求めた。

× 本調査は 高橋正吾(企画、観測指揮、総括)、安藤清(観測方法、測器整備、観測分担)、小林勉(観測分担、データ整理、特に風速鉛直分布の解析と水平分布に対する補正法)、佐藤煌(観測分担)、荒勝(観測分担)、難波信吉(観測分担)

§ 3 風速鉛直分布の観測結果

当日(昭33、8、29、11h27mより12h44mまで)は、寒冷前線通過後のNW風で、防潮林による海風の減速効果の観測には不適當な風向ではあつたが、沈降気団で安定度が中立に近いため対数法則の理論式

$$U = \frac{U \times}{k} \log_e \frac{Z-d}{Z_0}$$

or

$$U = C_1 \log_e (Z-d) + C_2$$

を追試するためには寧ろ好適の氣象条件であつた。

本観測で得られた諸係数は

(イ) 基準面変位量 d (cm)

A点では0 cm、即ち飛行場では地面を0として測つた高度と風速の關係が対数法則を示す。B点では95 cm、即ち草丈平均80 cmの稲田では稲穂面上15 cmのところを0として測つた高度と風速の關係が対数法則を示す。

(ロ) 粗度の長さ Z_0 (cm)

A点での第1回目及びB点での第1、第2回目観測は殆んど同程度の強さの風(基準面高度3 mで何れも5.9 m/s)であつたが、A点での第2回目観測のときは稍強目の風(基準面高度3 mで7.1 m/s)が観測され、 Z_0 が風速によつて変る割合が次式のように求められた。

$$Z_0 = 1.15 - 1.75 u_3$$

(但し $Z_0 > 0$ 、 u_3 は基準面高度3 mにおける風速 m/s)

上式を杉の苗畑で観測されたこの種観測結果(2)と併せ考察すると、

杉の苗畑や稲田のような粗度の大きい地表植生でもある程度以上の強さの風（この場合は基準面高度 3 m で凡そ 6 ~ 7 m / s）になつて来るとこれらの植生は何れも流線に平行し粗度が著しく小さい植となり整地面と変りない結果になることを示しているものと思われる。

(イ) 摩擦速度 u_* (cm/sec)

A 点では 2 回とも 4.6 cm/sec

となり、これらの値は何れも教科書⁽³⁾に示されているものと大体一致し、本観測が適正であつたことが判る。

B 点では 2 回とも 4.1 cm/sec

と判る。

(ロ) 水平分布観測の補正方法

結局 今回の観測により対数法則分布式

$$U = C_1 \log_e (Z - d) + C_2$$

について、次のような実験式が得られた。

A 点の第 1 回目では

$$U = 11.4 \log_e Z - 6.1$$

第 2 回目では

$$U = 11.4 \log_e Z + 6.0$$

B 点では 2 回目とも

$$U = 10.3 \log_e (Z - 9.5) + 2$$

そして C_1 は飛行場及び稲田においてそれぞれ一定値であるから平面分布観測における個々の値から C_2 を求め、所要の一定基準高度の風速が求められるわけだが、これよりは図的に座標軸の平行移動を行つて求める方が簡便で能率的である。以上によつて飛行場、稲田毎に同一高度への補正が出来るわけであるが、いくらの高度に補正したらよいかは利用者が撰択すべきもので、本調査ではその一例として基準面高度 2 m に補正したものを採用した。

参 考 文 献

- (1) 岩手県 (1958) : 防風冷林調査報告書 P 33
- (2) 岡上正夫 (1958) : スギの苗畑における風速の垂直分布と粗度係数, 農業気象 Vol 14 No 1 P 30
- (3) 正野重方 (1958) : 気象学総論 P 188
鈴木清太郎 (1951) : 農業気象学 P 239

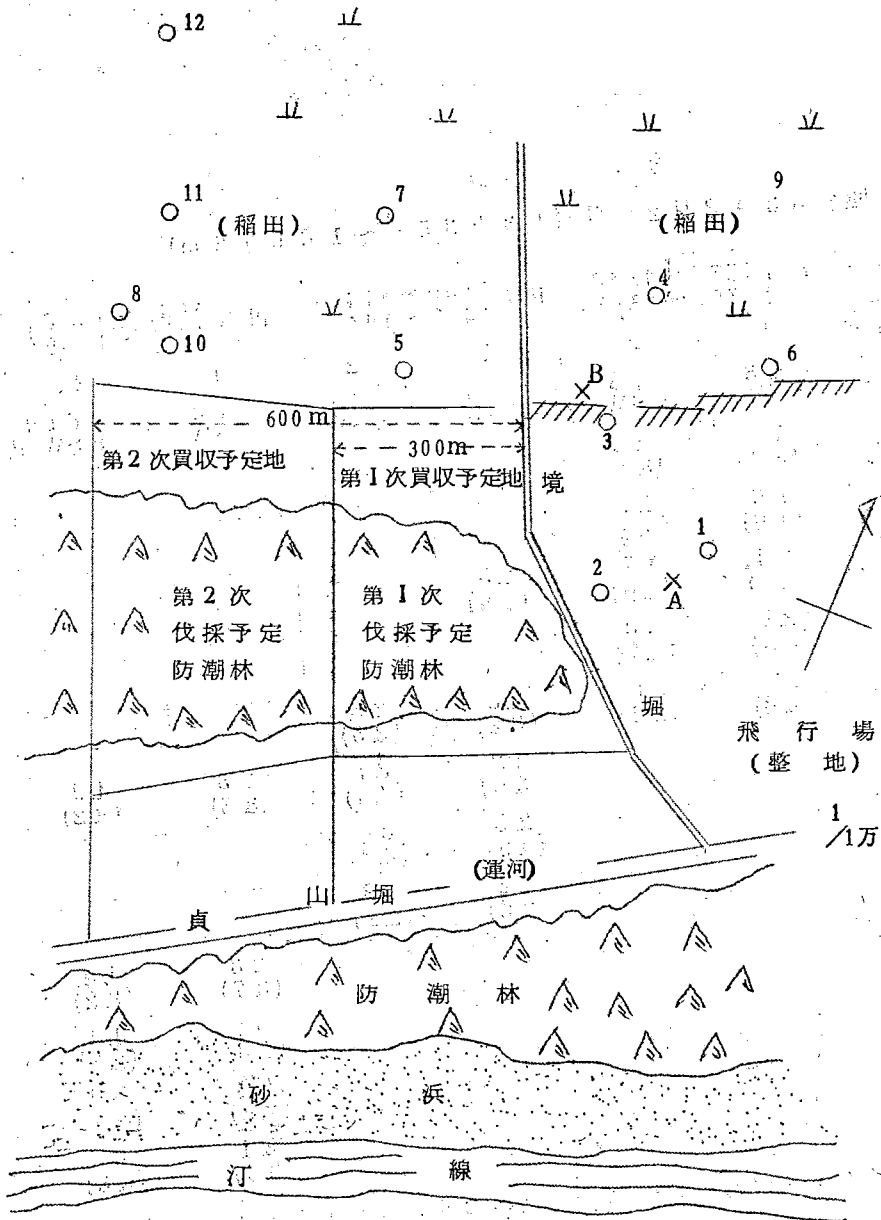
別 表

昭和33年8月22日 (13h35m~16h05m)

| 観測地点別 | I (1335~1340 1350~1355) | | II (1440~1445 1455~1460) | | III (1545~1550 1600~1605) | |
|--------|----------------------------|------------|-----------------------------|------------|------------------------------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 指令塔 | 73 SSW | 73 SSW | 69 SSW | 69 SSW | 73 SW | 61 ^m SSW P |
| No. 1 | 32 (34) | 28 (30) | | | | |
| No. 2 | 16 (18) | 16 (18) | | | | |
| No. 3 | 24 (27) | 17 (20) | 25 (28) | | | |
| No. 4 | 21 (35) | 13 (27) | | | | |
| No. 5 | 19 (28) | 15 (24) | 23 (32) | 26 (35) | | |
| No. 6 | | | 22 (35) | 31 (44) | 23 (36) | 19 (32) |
| No. 7 | | | 25 (39) | 30 (44) | | |
| No. 8 | | | 22 (26) | 28 (22) | | |
| No. 9 | | | | | 23 (37) | 18 (32) |
| No. 10 | | | | | 04 (13) | 14 (23) |
| No. 11 | | | | | 18 (28) | 20 (30) |
| No. 12 | | | | | 24 (39) | 18 (33) |

(注) イタリック数字は、基準面高度2mに補正したもの

別 図 風速水平分布観測点配置図
 (×印は鉛直分布観測点)



0 100 200 300 400 500m

Ⅲ 学 会 記 事

(自昭和33 122)
至" 3312 5)

- 1 機関誌「東北の農業気象」No3の原稿整理中
- 2 昭和33年度の総会と研究発表を昭和33年12月5日(金)仙台市鉄砲町1(仙台管区気象台会議室)にて開催

顧問 鷲尾久蔵氏 宮城県立農業短期大学長辞任離仙のため退任
役員異動

新評議員 新任 羽生寿郎

" " 輪田 潔

幹 事 " 佐藤 庚

" " 内島立郎

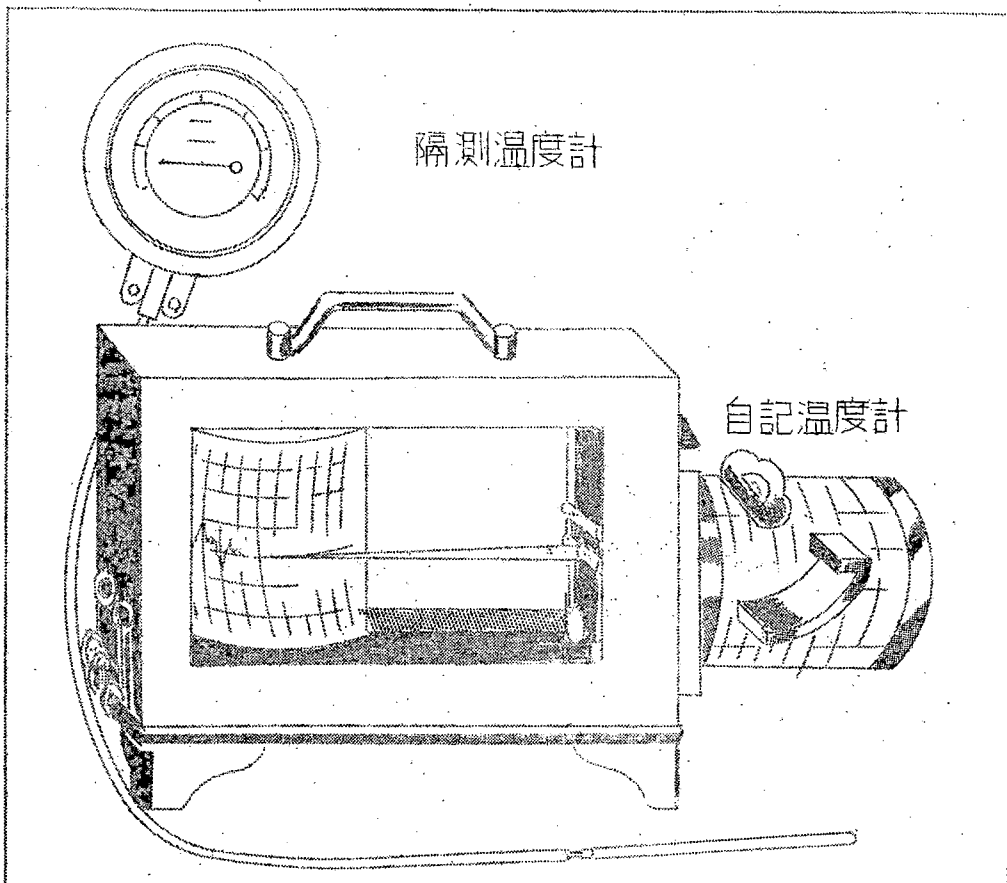
" 退任 清水正照 宮城統計調査事務所作況課長より、山梨県統計調査事務所長に転任のため

進前の印刷寫膳

版タイプ
寫印刷
各種印刷

膳 写 時 代
千 葉 得 造

仙 台 市 泉 町 本 通 1 の 22
電 話 仙 台 (2) 6781



隔測溫度計

自記溫度計

氣象・測量・光学器械

仙台市元寺小路76 (広瀬通)

株式
会社

佐々木計量器店

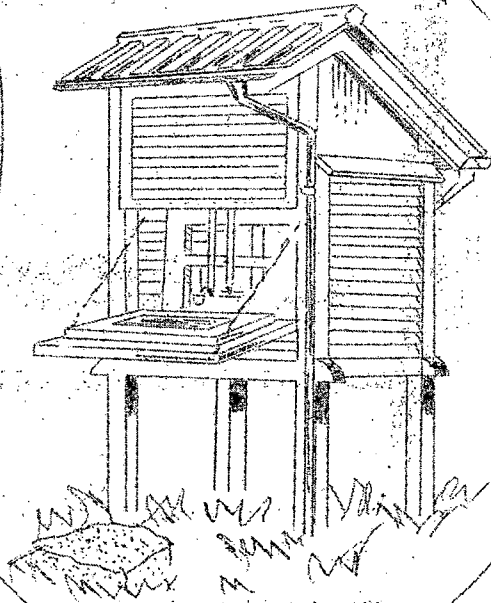
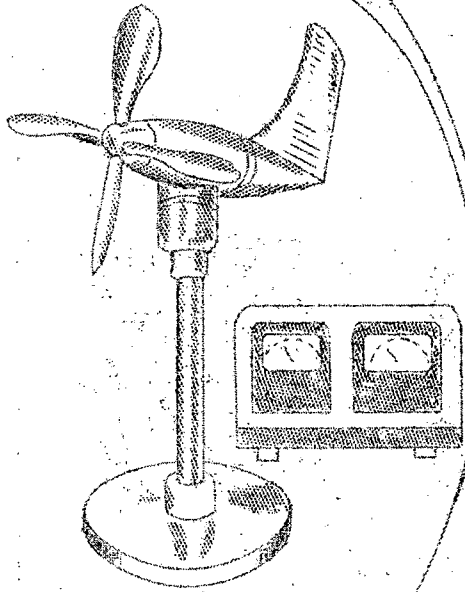
電話 (2) 5952 (3) 1594

振替口座 仙台 626番

取引銀行 七十七銀行東一番丁支店

正しい観測は
気象庁検定付の

よい測器から



— 営業品目 —
一般気象器械
特殊気象測器

測量機械・計量器全般
器械修理・毒写真・換気器具

特約代理

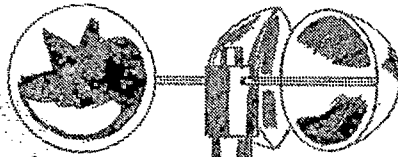
明星電気 K.K.
中浅測器 K.K.
服部時計店救械部
松下通信工業 K.K.
日本光学工業 K.K.
東京光学機械 K.K.

仙台市大町5丁目20

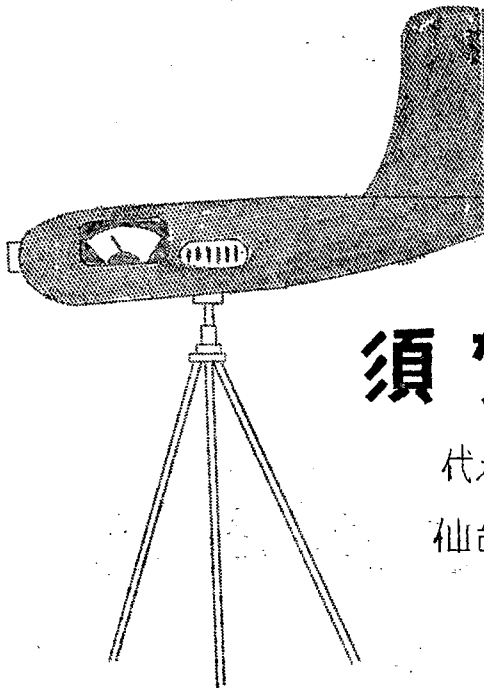
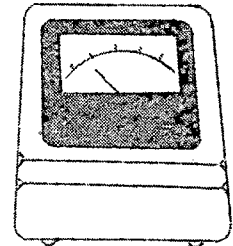
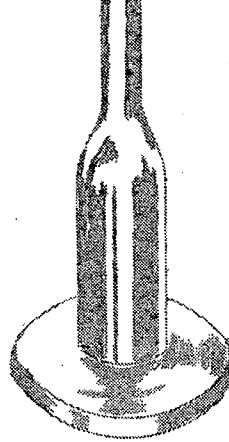
株式会社 **仙台測器社**

TEL (3) 6106 ~ 08

市外線用 143



気象器械は
検定付を
信用ある専門店から



気象器械 測量器械

通商産業大臣許可

角度計(トランジットその他)

製造並に修理

須賀製作所

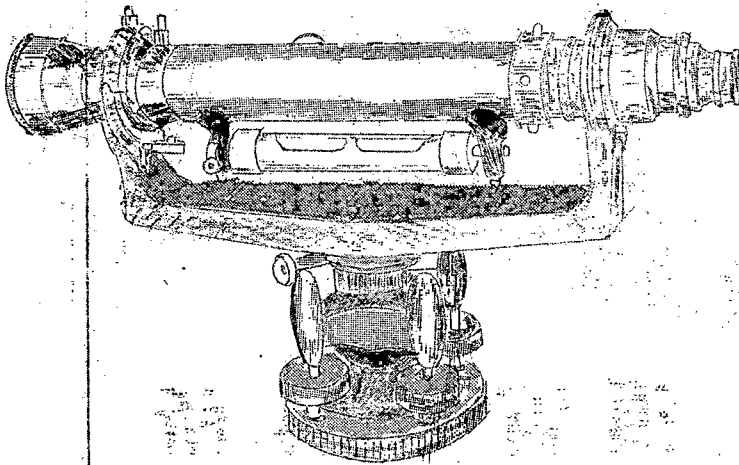
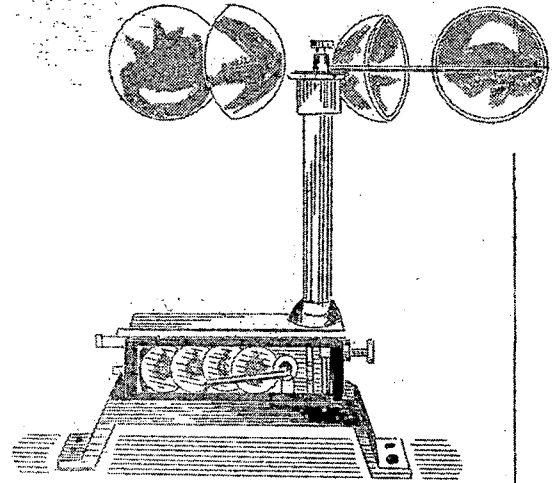
代表者 須賀 常太郎

仙台市田町65番地

(3) 7444 }
電話 (3) 8855 }
(3) 8877 }

測量 気象

観測器械



株式
会社

ヤマ測器店

仙台市東一番丁
電話 (2) 4829 (3) 0811