

東北の農業気象

第 19 号

昭和49年 8月 (1974)

[論 文]

1. 水稻機械移植栽培に関する生態的研究
第2報 青森県南部平野における稚苗移植の作季について
……………中堀登示光・本田勝雄・三本弘乗・佐藤尚雄…………… 1
2. 明治24年以降の中島農場稲作坪刈記録について
第1報 気象からみた解析について ……………和田細二・千葉順逸…………… 6
3. 稲作期間中の水田温度と露場気象との関係
(4) 本田期間の水田水温について ……………日野義一・千葉文一…………… 10
4. 稲の葉展開速度と環境 ……………細井徳夫…………… 15
5. 東北地方の水稻登熟期における異常低温の出現特性 ……………宮本硬一・日野義一…………… 19
6. 水稻の登熟に及ぼす気象条件の影響 特に登熟歩合と玄米千粒重について ……………本庄一雄…………… 23
7. 低温重粘地帯における暗きょ・施行田の透水性と水収支 ……………穴水孝道・鹿内武次・相馬駿春…………… 27
8. 簡易暗きょ(バイドレン)における水温と地温の変化について ……………大沼 濟・吉沢示雄…………… 31
9. 畑苗代における2～3被覆資材の利用について ……………寺中吉造…………… 34
10. 東北農試に新設された人工光・自然光グロースキャピネットの概要 ……………藤原 忠・寺中吉造・阿部博史…………… 38
11. ビニールハウスの環境抑制
— 換気方法によるハウス内部気象の変化 — ……………千葉文一・日野義一…………… 42
12. 主要畑作物の登熟期における降雹による被害解析について
……………佐々木邦年・佐藤忠士・高橋康利・大野康雄・神山芳典…………… 45
13. 北海道地方における昭和48年初夏の異常少雨について ……………内島一郎…………… 49
14. 東北地方における昭和48年6・7月の異常少雨の概況 ……………工藤敏雄…………… 53

[講 話]

1. 寒冷地における施設栽培の問題点……………中川行夫…………… 58
2. 気象条件と牧草の生育・生産について……………小原繁男…………… 62
- ◇ 支部記事 …………… 66
- ◇ 賛助会員名簿 …………… 68
- ◇ 「農業気象」第29巻総目次……………

日本農業気象学会東北支部

盛岡市下厨川赤平4・東北農試内

48・49年度農業気象学会東北支部役員・顧問名簿

(県別アルファベット順)

支 部 長 評 議 員	山 中 罔 利	秋田地方気象台
	永 沼 昌 雄	青森農試
	小 野 清 治	〃
	藤 原 忠 雄	東北農試
	本 庄 一 雄	岩手大・農学部
	光 野 一	盛岡地方気象台
	宮 部 克 己	岩手農試
	桜 井 清 蔵	東北農試
	関 塚 清 蔵	〃
	石 山 六 郎	秋田農試・大館分場
	熊 野 誠 一	東北農試・栽培第一部
	宮 本 硬 一	宮城農業センター
	工 藤 敏 雄	仙台管区気象台
	羽 根 田 栄 四 郎	山形大・農学部
	大 沼 濟	山形農試・庄内分場
	幹 事	渡 辺 正
前 田 昇 史		青森農試
阿 部 博 史		東北農試
細 井 徳 夫		〃
菅 原 俐		〃
神 山 芳 典		岩手農試
牛 崎 敏 雄		秋田地方気象台
斉 藤 正 一		秋田農試
千 葉 文 一		宮城農業センター
山 崎 栄 蔵		山形農試
顧 問	高 橋 昌 一	福島農試
	岩 崎 勝 直	
	加 藤 愛 雄	東北大・理学部
	菅 益 次 郎	東北農試
	黒 沢 順 平	岩手農試
	松 本 誠 一	仙台管区気象台
	梅 田 三 郎	気象協会東北本部
	内 海 徳 太 郎	
	輪 田 潔	東北大・農学部
	八 畝 利 助	
	山 本 義 一	東北大・理学部

水稲機械移植栽培に関する生態的研究

第2報 青森県南部平野地帯における稚苗移植栽培の作季についての一考察

中堀登示光・本田勝男・三本弘乗・佐藤尚雄

(青森農試藤坂支場)

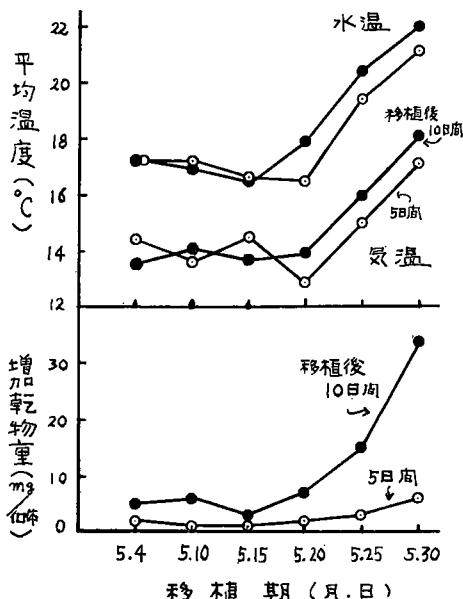
1 はじめに

稚苗の機械移植には葉令が2.5葉(完全葉)前後の若い苗が用いられているが、この稚苗は成苗に比べ出穂が3~7日おくれる。この出穂遅延は秋が早く、低温による登熟障害を受けやすい青森県南部平野では特に問題となる点である。この点を解決するための一方策として田植を早めることが考えられるが、早すぎると低温による活着障害を受ける危険がある。このようなことから、昭和47年に藤坂支場のほ場を用いて移植期をずらした試験を行ない、活着および出穂期の両面から稚苗移植の安全限界日を検討した。

2 試験方法

- (1) 供試品種, 「マツマエ」(極早生), 「シモキタ」(早生), 「レイメイ」(中生の早)
- (2) 育苗法, 稚苗はビニールハウスを利用した散播箱育苗, 25日苗。成苗はトンネル式畑苗代, 45日苗。
- (3) 本田施肥量; N・P・K各0.8・1.5・0.8kg/a
- (4) 移植期; 稚苗は5月4日, 10日, 15日, 20日, 25日, 30日。成苗は5月20日。

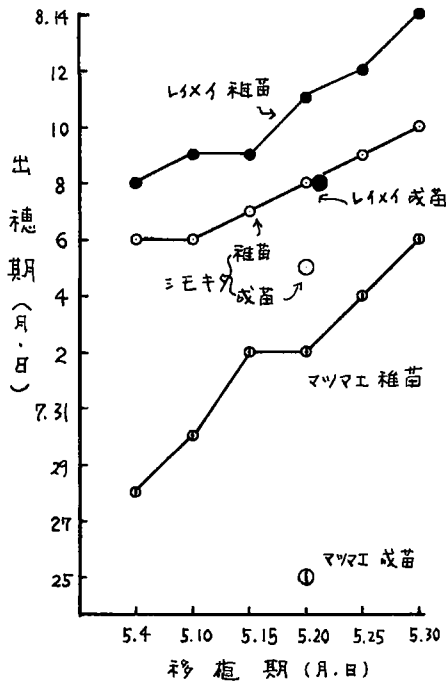
3 試験結果



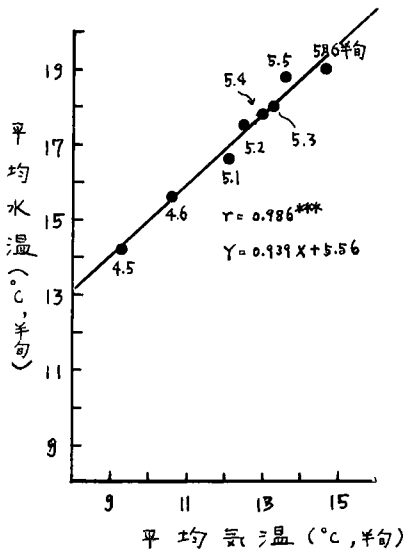
第1図 移植期と移植後5日, 10日間の平均気温, 水温および増加乾物重(稚苗)

第1図に移植期と移植後5・10日間の平均水温, 気温および増加乾物重(3品種平均)との関係を示したが、移植後10日間の平均水温および気温と個体当たり増加乾物重の間には密接な関係がみられる。5月4日~20日植までは平均水温が16.4~17.9℃(平均気温13.5~14.0℃)で増加乾物重は3~6gであるが、平均水温が18℃(平均気温14℃)を越えれば増加乾物重は急激に増加する傾向がみられ、5月25日植では14g, 30日植では34gとなった。なお、5月4日~20日植までは前述したように比較的低水(気)温であるが、代枯れ, 枯死個体等はみられず、葉令等も増加していることから、低水(気)温による活着障害は特になかったものと思われる。

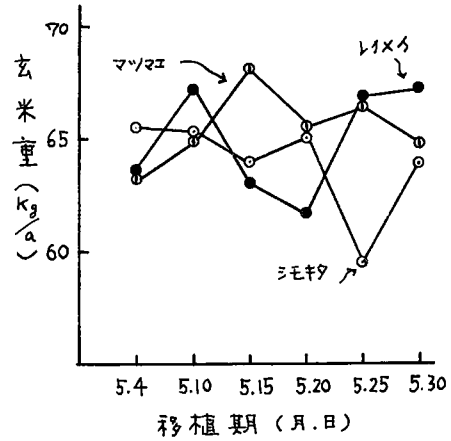
第2図には移植期と出穂期との関係を示したが、各品種とも晩植えほど遅く出穂する傾向がみられる。各移植期(5日間隔)ごとの出穂差は品種によって若干となるが、ほぼ0~2日程度で、また、5月20日に同時に移植した成苗と稚苗との出穂差は「マツマエ」で



第2図 移植期と出穂期の関係



第4図 気温と水温の関係 (昭和11~46年平均, 藤坂)



第3図 移植期と収量の関係(稚苗)

8日, 「シモキタ」・「レイメイ」で3日の出穂差がみられた。もっとも移植の早かった5月4日植の稚苗の出穂期を成苗に比べると, 「レイメイ」では差がみられないが, 「シモキタ」では1日, 「マツマエ」では3日遅く, このことから成苗(5月20日植)なみの出穂期を期待するならば5月4日かあるいはそれよりもさらに早く移植する必要があると思われる。

移植期と収量との関係は第3図に示したが, 品種によって傾向が大きく異なり, 一定の傾向はみだせない。しかし, もっとも出穂が遅い5月30日植「レイメイ」(出穂期8月14日)でも他移植期に比べ収量が低下していないことから, 少なくとも出穂の遅れは収量等に悪影響を及ぼさなかったものと思われる。これは昭和47年は登熟期が天候に恵まれ, 8月14日出穂でも登熟気温20℃(出穂後40日間平均)を確保できたことと, 日照等が多かったためであろう。

4 考察

移植期の早限については, まず活着限界温度を明らかにしなければならない。これについては, 水温で11~13℃であることが種々の試験から1), 2), 3),

4), 推定されている。しかし, これらの試験成績をみると11~13℃の水温では移植後10~15日間の葉令の進展はわずかに0.1~0.2葉程度でしかなく, これでは実際的な活着温度とは言えない。そこで第1図の5月4日植~20日植の移植後10日間の平均水温をみると16.4~17.9℃となっており, そのとき個体乾物重で3~6mg, 葉令で0.8~1.1葉の増加が認められることから, 実際的な活着には少な

くとも10日間の平均水温で16℃以上は必要あると思われる。なお、移植期頃の半旬別水田平均水温と平均気温との間には第4図に示すように密接な関係がみられ、平均水温は平均気温に比べ5℃程度高く、平均水温16℃は平均気温11℃に相当する。

第1表には藤坂における半旬別の平均水温および平均気温を示したが、5月1半旬の平均水温は16.7℃(気温12.1℃)となっており、一応5月1半旬に移植が可能であると思われる。ただし標準偏差が他半旬よりも大きく、年次による変動が大きい。ここで平均水温では15℃、平均気温では10℃以下を活着に対して好ましくない温度として、過去33~37年間の藤坂におけるその出現頻度は第2、3表でみると、5月1半旬は水温で34.3%(気温では29.7%)、2半旬は水温で11.4%(気温では16.2%)となっており、5月1半旬は2半旬に比べ明らかに出現頻度が高くなっている。しかし、当

第1表 半旬別平均水温、気温と標準偏差(藤坂)

半旬	平均水温	標準偏差	平均気温	標準偏差
4月5半旬	14.1℃	1.58℃	9.3℃	1.82℃
6	15.7	1.83	10.6	2.29
5月1半旬	16.7	2.24	12.1	2.65
2	17.6	2.05	12.5	2.13
3	17.9	1.63	13.3	2.37
4	17.6	1.92	12.9	2.37

注 平均水温は昭和12~47年平均
平均気温は昭和11~47年平均

南部地域では前述したように作季幅が狭まることができるだけ早植することが望ましい地帯であり、また5月1半旬には約3年に1回の割合で15℃以下の水温が出現する。また、活着限界水温(11~13℃)以下の出現頻度はきわめて少ないこと等を考えると、稚苗移植はその年々の天候の状況を見定めながら5月1半旬~2半旬に行なうことが望ましいと考えられる。

以上は活着からみた移植の早限であるが、晩限については出穂期および登熟気温から推定される。八柳氏⁵⁾によると出穂後45日間の積算気温が880

第2表 平均水温の階級別出現頻度(昭和12~47年²⁾, 藤坂)

平均水温 ℃	4月5半旬		4月6半旬		5月1半旬		5月2半旬		5月3半旬		5月4半旬	
	頻度	1) 比率	頻度	1) 比率	頻度	1) 比率	頻度	1) 比率	頻度	1) 比率	頻度	1) 比率
9.0~9.9	1	3.1		%	1	2.9		%		%		%
10.0~10.9	0	3.1	1	2.9	0	2.9	1	2.9				
11.0~11.9	2	9.4	0	2.9	0	2.9	0	2.9				
12.0~12.9	4	21.9	0	2.9	0	2.9	0	2.9				
13.0~13.9	9	50.0	3	11.8	2	8.6	1	5.7	1	2.9	1	2.9
14.0~14.9	7	71.9	6	29.4	4	20.0	1	8.6	0	2.9	3	11.4
15.0~15.9	5	87.5	10	58.8	5	34.3	1	11.4	1	5.7	5	25.7
16.0~16.9	3	96.9	6	76.5	7	54.3	7	31.4	7	25.7	2	31.4
17.0~17.9	1	100	4	88.2	3	62.9	8	54.3	9	51.4	7	51.4
18.0~18.9			4	100.0	9	88.6	9	80.0	7	71.4	9	77.1
19.0~19.9					3	97.1	5	94.3	7	91.4	5	91.4
20.0~20.9					0	97.1	1	97.1	3	100.0	3	100.0
21.0~21.9					1	100.0	1	100.0				

注 1) 比率(%)は累計比率で示す。

2) 4月5半旬3カ年欠測, 4月6半旬は2カ年欠測, 他は1カ年欠測

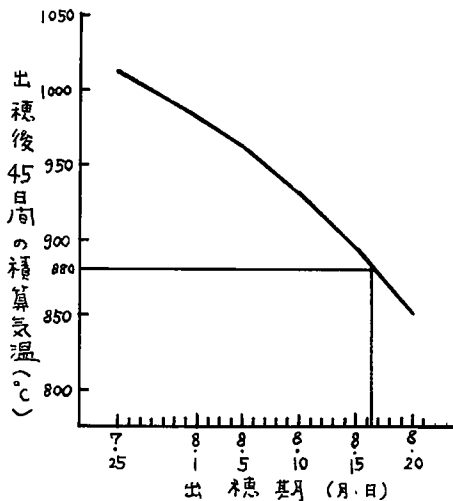
℃以上となる出穂期を完全登熟するための限界出穂期として、この限界出穂期を藤坂の昭和11~17年までの37年間の平年値から推定すると第5図のように8月16日となる。

ここで「中生の早」の品種(フジミノリ・レイメイ)を例にとって稚苗の移植期の晩限を検討してみる。まず「中生の早」の品種の畑苗成苗(5月20日移植)の出

第3表 平均気温の階級別出現頻度(昭和11~47年, 藤坂)

気温 ℃	4月5半旬		4月6半旬		5月1半旬		5月2半旬		5月3半旬		5月4半旬	
	頻度	比率	頻度	比率	頻度	比率	頻度	比率	頻度	比率	頻度	比率
5.0~5.9	1	2.7	1	2.7	1	2.7						
6.0~6.9	3	10.8	1	5.4	0	2.7	1	2.7				
7.0~7.9	2	16.2	1	8.1	2	8.1	0	2.7	1	2.7	1	2.7
8.0~8.9	10	43.2	3	16.2	1	10.8	0	2.7	0	2.7	3	10.8
9.0~9.9	6	59.5	9	40.5	3	18.9	2	8.1	2	8.1	1	13.5
10.0~10.9	6	75.7	8	62.1	4	29.7	3	16.2	2	13.5	2	18.9
11.0~11.9	7	94.6	4	73.0	5	43.2	10	43.2	6	29.7	10	27.0
12.0~12.9	1	97.3	4	83.8	6	59.5	6	59.5	5	43.2	6	43.2
13.0~13.9	1	100.0	2	89.2	6	75.7	6	75.7	6	59.5	5	56.8
14.0~14.9			3	97.3	3	83.8	3	83.8	7	78.4	11	86.5
15.0~15.9			1	100.0	4	94.6	5	97.3	4	89.2	3	94.6
16.0~16.9					1	97.3	1	100.0	2	94.6	1	97.3
17.0~17.9					1	100.0			1	97.3	1	100.0
18.0~18.9									1	100.0		

注 比率(%)は累計比率で示している。



第5図 出穂期と登熟気温の関係

の出穂期を期待するとすれば5月1半旬内に移植を終らせねばならないが、これは実際上不可能に近い。したがってできるだけ安全度を高めようとするならば、少なくとも5月15日までは移植を終了する必要がある。

5 まとめ

(1) 稚苗の実際的な活着水温(移植後10日間平均)を16℃とした場合に、青森県南部平野地帯においては、気温11℃前後を示す時期であり、それにほぼ近い温度が出現する時期は5月1半旬である。

穂期が年次(昭和13~47年)によってどの程度変動するかを第4表に示した(表中の昭13~15年までの出穂期は昭和36~47年までの水苗陸羽132号と畑苗フジミノリとの出穂期の関係から推定した)。つぎに成苗と稚苗の出穂期の関係について、この試験およびこれまでの試験結果から検討すると、5月20日植稚苗は5月20日植成苗に比べ出穂期が5日おくれ、

また、5月25日植稚苗はさらに2日おけると推定される。このようにして求めた33か年間の平均推定出穂期は5月20日植成苗で8月8日、20日植稚苗で8月13日、25日稚苗で8月15日となり(第4表)、一応5月25日植でも限界出穂日内に収穫させることができるように思われる。しかし、これは平年値であって年次によっては8月16日よりも遅く出穂する場合もあり、その比率を第5表に示した。この表から限界出穂日以降に収穫する比率は稚苗の5月25日植で29%、20日植で20%、これに対し20日植成苗はわずかに6%にすぎない。限界出穂日より遅く出穂すれば減収、米質不良に結びつく可能性が高く、3~5年に1回の割合でも危険であると判断される。前述したように成苗のみ

したがって5月1半旬の移植が可能である。しかし、1半旬は年次による水・気温の変動が大きいので、その年々の天

候状況を見定めて移植を行なう必要がある。

第4表 フジミノリ・レイメイの成苗、稚苗移植の推定出穂期

年次 (昭和)	推定出穂期 (月・日)			年次 (昭和)	推定出穂期 (月・日)			
	5月20日植 成 苗	5月20日植 稚 苗	5月25日植 稚 苗		5月20日植 成 苗	5月20日植 稚 苗	5月25日植 稚 苗	
(2) 「中生の早」	1 3	8. 6	8. 11	3 1	8. 11	8. 16	8. 18	
の品種の5月20日、	1 4	5	10	3 2	9	14	16	
25日植稚苗が限界	1 5	11	16	3 3	5	10	12	
出穂期(8月16日)	1 6	20	25	3 4	9	14	16	
よりも早く出穂す	1 7	7	12	3 5	8	13	15	
る比率は5月20日	1 8	3	8	3 6	7. 31	5	7	
植成苗よりも明ら	1 9	5	10	3 7	8. 4	9	11	
かに高く、できる	2 0	15	20	3 8	6	11	13	
だけ安全度を高め	2 1	5	10	3 9	8	13	15	
ようとすれば、南	2 2	9	14	4 0	13	18	20	
部地域においては	2 3	3	8	4 1	14	19	21	
少なくとも5月15	2 4	11	16	4 2	2	7	9	
日までに移植を終	2 5	1	6	4 3	9	14	16	
了する必要がある	2 6	9	14	4 4	15	20	22	
と思われる。	2 7	9	14	4 5	2	7	9	
	2 8	12	17	4 6	8	13	15	
	2 9	21	26	4 7	5	10	12	
	3 0	2	7	9	平均	8. 8	8. 13	8. 15

注 昭和13~35年の出穂期は、昭和36~47年までの水苗陸羽132号と畑苗成苗フジミノリとの出穂期の関から推定した。

参考文献

- 1) 斉藤準二・片岡孝義(1969)：水稻の稚苗移植栽培における低温活着性と地域適応性について、北農, 36, 12, 38~40
- 2) 上川農試(1969)：水稻の活着に及ぼす苗質の影響, 昭和44年度水稻栽培試験成績書, 34~41
- 3) 三本弘乗ほか(1973)：水稻機械移植栽培に関する生態的研究, 第1報, 移植期の温度条件について(1), 日作紀東北支部会報, 16, 25~27
- 4) 中堀登示光ほか(1974)：水稻機械移植栽培に関する生態的研究, 第3報, 移植期の温度条件について(2), 日作紀東北支部会報, 17, 15~16
- 5) 八柳三郎(1960)：東北地方における稲作の計画栽培について〔3〕, 農及園, 35, 8, 1248~1252

第5表 限界出穂期以降に出穂する頻度(昭和11~47年)

移 植 期	8月17日以 降に出穂す る年数	35か年間に 対する比率
5月25日植稚苗	10年	29%
20日植稚苗	7	20
20日植成苗	2	6

明治24年以降における中島農場の坪刈成績について

第1報 気象からみた解析について

和田純二・千葉順悦

(青森県農業試験場)

1 はじめに

青森県上北郡天間林村・中島勝次郎・信氏の親子二代にわたり記録された「中島農場坪刈表」は、明治24年から昭和21年まで、自作田・小作田の坪刈結果を記載しているものである。青森県南部地方の冷害克服の稲作史でも戦前の資料が乏しいので、この坪刈表はきわめて貴重な記録のひとつといえる。

本報ではこの坪刈表から青森県冷害地帯の稲作技術発達過程、とくに、耕種期日の変遷、品種の動向、収量の推移を、気象との関連で検討したものである。なお、南部地方の気象は昭和10年以降よりえられないので、青森气象台の観測資料を利用した。

私的資料であるが、発表を諒解された中島信氏のご好意と、取まとめにあたり、東北農試青木主任研究員官、青森農試藤坂支場浪岡主任研究員のご助言、ご協力によるところが大きく、ここに深甚なる謝意を表す。

2 中島農場および坪刈表の内容

中島農場は、いわゆる雇用労働力で経営する農場でなく、自作と小作あわせ水田10数haを所有した大農経営である。明治の近代農法の黎明を盛りあげていった原動力は民間の力によるところであり、その推進の中心は豪農・地主といわれ、小作料だけを頼っていたわけではなく、手作りも同時にやり、むしろ、手作経営に相当の力を入れていたといわれる。

中島家の水田経営の推移をみると、明治24年は自作面積は不明であるが、小作10.63ha、小作人23人。大正8年は自作4.99ha、小作12.03ha、小作人25人。昭和13年には自作3.71ha、小作11.64ha、小作22人となっている。

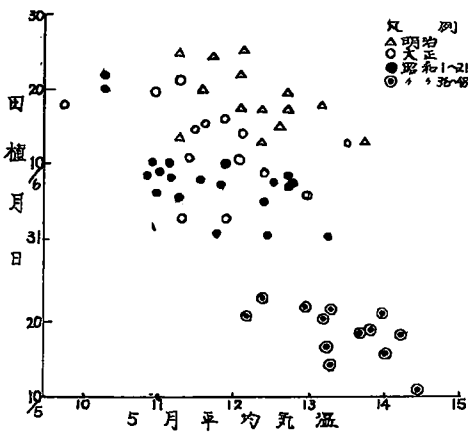
坪刈表に記載されている項目は年により若干異なるが、氏名・地名・番地・面積・品種名・坪当り株数・田植期・刈取期・坪当り主穀重等で、毎年50～70点の坪刈が行なわれた。

3 耕種期日の変遷

(1) 田植期

早播き早植は寒冷地稲作の鉄則であるが、水苗代では気象の制約を受け、苗代障害が大きくて実行できなかった。戦後保護苗代が普及されるまでは、5月はじめの八十八夜の播種、6月10日過ぎの入梅に植えはじめるのが慣行であった。大正年間に田植はわずかに早まり、大正10年、同14年は好天候に恵まれ6月はじめに田植えが終了している。さらに、昭和2年には「田植は一般に昨年より1週間以上も早く、入梅後に植えたるもの1～2名なりき」、全3年には「当農場では早い人で5月24日、遅い人で6月12日で終わったのは新記録で、目標の入梅前植付けを終ることに大体近づくことができた。」と記録されている。しかしながら、翌4年は苗代期低温のため、6月21日の田植期とおくれたことをみても、当時いかに苗代気象の影響が大きかったかをうかがうことができる。

5月平均気温と平均田植月日との間に負の関係が認められるが(第1図)、年代別では、明治は



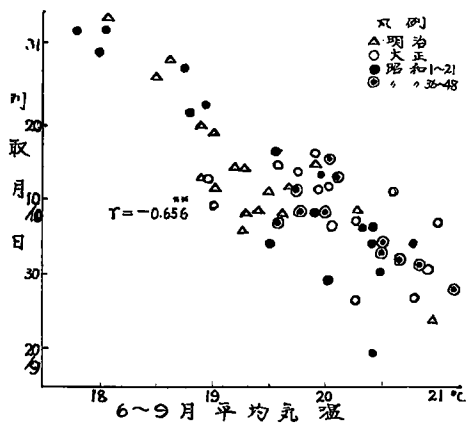
第1図 5月平均気温と田植月日との関係

の33年間に17カ年にわたり自作間での試作が続けられた。

(2) 稲刈期

6～9月平均気温と刈取期との関係は(第2図)、田植期の場合と同じく負の相関関係が認められる($r = -0.656^{***}$)。すなわち、平均気温 20°C 以上の高温年は9月末から10月10日頃まで、 $19\sim 20^{\circ}\text{C}$ では10月5日～15日、 19°C 以下の低温年では10月20日以後の刈取りとなる。また6～9月平均気温と刈取期は負の相関は田植期と気温との関係にみられたように年代の推移によりかわるという関係はみられない。

刈取期の早晚からみた気象と作況の関係を、年代別に刈取の早晚の代表各3カ年を比較してみた(第1表)。刈取りの早い年は6～9月の気温 $19.3\sim 21.3^{\circ}\text{C}$ と高く、作柄も平年並か以上で、刈取



第2図 6～9月平均気温と刈取月日との関係

11.5°C 、6月18.3日、大正は 11.7°C 、6月12.7日(各 $n = 15$ カ年)で、明治より5日早く、昭和年代は 11.7°C 、6月8.6日($n = 20$ カ年)となり大正年代より5～6日早まっている。

明治・大正年代は苗代障害が多く、とくに明治36年には、一部農家で前年の冷害種子を用いたためか、苗立ち悪く、苗不足のため6月9～17日に湛水直播きが行なわれた。その後大正2年、同9年にも苗不足のため直播を一部農家が行なっている。

中島家では、不安定な水苗代を解消すべくいろいろの試みがなされ、明治26年には外国播きと称する転田直播、寒中播き、また塩水選なども実施した。

とくに、湛水直播は明治36年から昭和10年まで

りのおそい年は $17.5\sim 19.7^{\circ}\text{C}$ と低く、作柄も不良である。とくに、8～10月の月別平均気温で検討してみると、刈取りの早い年は8月 23.6°C (遅い年より $+2.1^{\circ}\text{C}$)、9月 18.9°C (同じく $+0.8^{\circ}\text{C}$)、10月 12.3°C (同じく $+0.6$)で、出穂前後、登熟初期の8月の高温が、登熟の促進に大きく寄与する要因であることを示している。

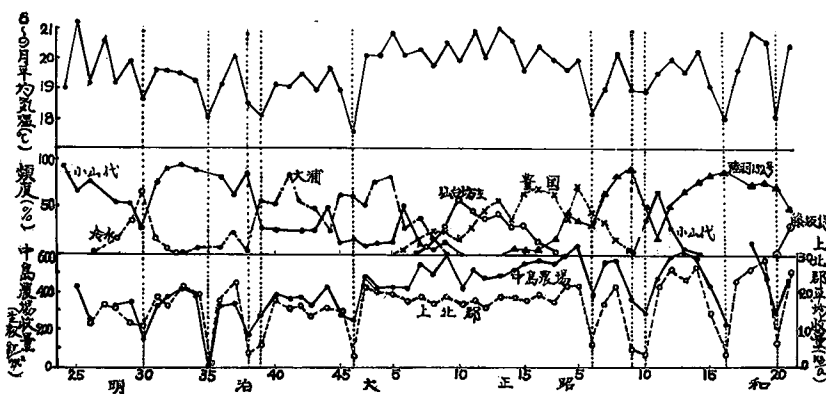
耕種期日のうち田植期は苗代気温が同じでも、明治から昭和へと年代を経るにしたがって田植期が促進されたが、刈取期は生育期間の気温と高い相関が認められ、しかも、田植期の場合と違い、年代の推移に関係がないという特性がみられている。

第1表 稲刈期の早晩の気温と収量

年次	刈取の早い年次				刈取のおそい年次				
	刈取 月日	6~9 月平均 気温 ℃	中島農 場収量 (g/m ²)	県作況 指数	年次	刈取 月日	6~9 月平均 気温 ℃	中島農 場収量 (g/m ²)	県作況 指数
明 25	9.25	21.2	420	115	明 30	10.29	18.8	148	88
" 32	10. 8	19.6	367	99	" 38	10.27	18.7	164	66
" 34	10. 9	19.3	397	104	" 39	11. 3	18.1	273	54
大 3	9.27	20.3	489	113	大 2	10.18	17.5	244	40
" 5	9.27	20.8	605	99	" 8	10.17	19.7	489	96
" 11	10. 1	20.9	529	99	" 15	10.15	19.6	552	89
昭 12	9.30	20.0	597	115	昭 6	11. 2	18.1	376	52
" 19	10. 1	20.5	476	98	" 16	11. 1	17.9	207	50
" 21	9.20	20.4	474	98	" 20	10.30	18.0	287	40

4 品種の変遷

藩制時代から明治に移り多くの制約がなくなり、全国的な品種の交流が活発となった。当時、地主でもあり、指導的な立場にあった中島勝次郎氏により各地の品種が導入試作され、農家に優良種が配布された。中島家で他所から取寄せた代表的品種名と導入年次、その後最も普及した年次（括弧内に示した）をあげれば次のとおりである。「冷水」明治24年（明治30年）。「大浦」明治32年（明治40年）。「亀の尾」大正6年（大正8年）。「仙台坊主」明治25年（大正10年）。「豊国」大正6年（昭和6年）。「陸羽132号」大正14年（昭和16年）。「農村1号」昭和8年（昭和13年）となり、一般農家より数年先から比較試作が行なわれ、普及制度がない時代の品種導入に果たした役割は大きい。



第3図 6~9月平均気温・普及品種・坪刈収量の推移(明24~昭21)

品種の消長をみると(第3図), 明治24年頃には90%台の「小山大代」が次第に減るとともに「冷水」が伸び、明治30年の大凶作には60%に達した。29年から3カ年の両品種の収量を比較すると、「冷水」がややまさるが、その後再び「小山大代」が台頭した。両品種

の交替の理由は明らかでない。明治31年から38年まで「小山代」が首位を占めたが、39年から大正4年まで「大浦時代」となっている。大正2年の大冷害では「大浦」「小山代」で75%を占めたが、翌3年には59%に低下、「北海道早生」、「北海道鎌」、「早稲」など早生種が41%に伸びた。しかし、これらの品種は収量が低く、わずか1年で消えていった。大正4年には再び「大浦」「小山代」が主力で、86%を占めたが、その後高温年が昭和5年まで17年間も続き、晩稲多収型の諸品種が覇を競った。

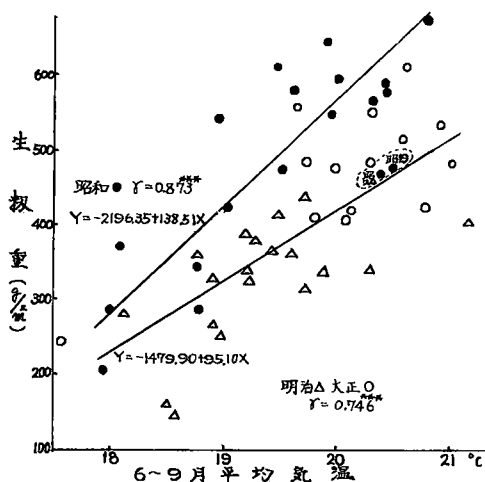
大正11年から首位の豊国が、昭和6年の冷害で衰退し、耐冷性・収量性のすぐれた陸羽132号が能力を発揮して急伸した。しかし、9年・10年の晩稲冷害では早生の「小山代」におとり、11年には首位をゆずった。が、しかし小山代が陸羽132号収量性の劣るところから「陸羽132号」が再登場した。戦後は冷害地の藤坂支場で育成された「藤坂1〜5号、トワダ、フジミノリ」など安全性・収量性のすぐれた品種の普及により、稲作の安定に寄与するところが大きかった。

5 収量の推移

第3図に中島農場の収量（ m^2 当り生籾重 g ）を示した。本図より冷害の頻発した明治と昭和年代の収量変動は大きく、大正年代は気温・収量とも安定している。中島信氏によれば、『明治25年は五風十雨の稲作に最高に恵まれた年で、明治年代では最高の収量をあげている。また、明治35年は、夏にな

っても蚊も出なく、蟬も鳴かないほどで、収穫は皆無、坪刈は行なわなかった。ワラは家畜用としたが、縄などのワラ加工用は、冷害の軽かった南の村からゆずり受けた』といわれる。

収量の推移は、明治時代は冷害年を除けば300〜400 g 、大正前半は400〜500 g 、後半は500〜600 g と上昇した。昭和は年次間の収量変動が大きく、また6〜9月平均気温 $19^{\circ}C$ 以下では減収が大きい、 $20^{\circ}C$ 以上になると600 g 台となる。6〜9月平均気温と坪刈収量との相関関係では、明治、大正年代と昭和年代とは系列が異なる（第4図）。ただし、昭和19年、21年は高温年であったが、戦時と戦後の労力不足、肥料不足のため少収になったものと思われる。



第4図 6〜9月平均気温と生籾重との関係

6 むすび

この坪刈表は私的な記録であるが、毎年50〜70点の調査が行なわれてきたこともあり、稲作技術のその年の特色や、年代推移がよく反映している。単に中島農場10数 ha 、20数戸の記録であるばかりでなく、広く冷涼地帯で冷害に悩み克服してきた歴史の歩みでもある。

最近はこの地方の10 a 当りの収量は500〜600 kg にも達しており、冷害は農業技術によって優和された感があるが、ここ20年近く安定した気象条件下でえられた成果ともいえる。明治後期や、昭和初期の程度の冷害気象に対してはなお不安を残しているため、安定性向上の努力が必要と考える。

稲作期間中における水田温度と露場気象に関する研究

第4報 本田期間中の水田水温について

日野義一・千葉文一

(宮城県農業センター)

1 はじめに

稲作期間中の水田温度と露場気象との関係については、すでに早期稚苗移植田の生育初期温度と露場気温、普通移植田における水田温度の時期的変化^{1), 2)}, 更に水深のちがいによる水田水温などについて報告してきた^{3), 4), 5)}, しかし水田水温は露場気温の変化に伴ってわかるが、さらに日照時間の多少によってかなり異なった値を示すので、今回は稲作期間中の水田水温を、主として日照時間のちがいからとりまとめた。

2 調査方法の概要

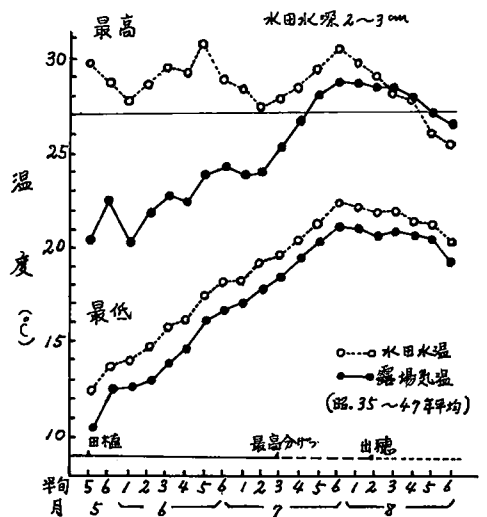
昭和35年から47年まで宮城県仙台市原町旧農試本場において、稲作期間中の水田水温を観測した結果を用いた。調査水田の概要は、田植が5月23~25日、落水が9月10~15日、供試品種は「ササシダレ」(昭和35~38年)、「ササニシキ」(昭和39~47年)を用い、水深は全期間約2.0~3.0 cmとした。水温の観測は5月25日から8月31日まで連続して行なった。更に、水稻の生育調査は各年次の最高分けつ期、出穂期について行なった。なお、本調査水田は埴土で、透水性が極めて悪く、浸透量は約0.2 mm/dayであった。

露場気象観測値は調査水田に近い(約100 m)百葉箱内気温および日照時間(ジョルダン)の観測値を用いた。

3 調査の結果と考察

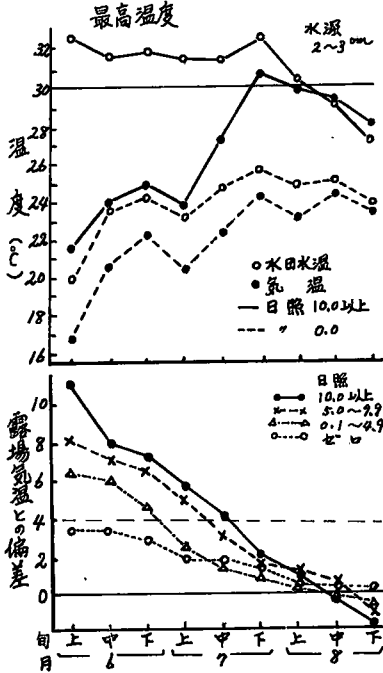
(1) 水田水温と露場気温の時期的経過

水田水温と露場気温との時期的な経過を第1図に示した。これによると水田水温は露場気温に比べてかなり異なった温度変化を示していることが認められた。水田水温の最高温度は露場気温の経過と異なり、気温が徐々に上昇して行くのに対して、全期間25.0℃~30.0℃の範囲であまり大きな変化はみられなかった。時期的な温度の比較では、田植期(5月6半旬)から出穂期(8月3半旬)までは露場気温より高く経過し、とくに初期ほどその差が大きく、5月中では約8.0~10.0℃とかなり温度差が大きくなっていったが、水稻の生育が進むにつれて、気温との差が縮まり、最高分けつ期頃(7月3半旬)から出穂期頃(8月2半旬)までは約1.0~3.0℃と極めて小さい温度差となっていた。ところが更に生育が進んだ出穂後では逆に露場気温より約1.0~2.0℃低目に経過していることが認められた。



第1図 水田水温と露場気温の比較(宮農試)

最低温度では全期間水田水温の方が露場気温より約1.0～2.0℃高目に経過し、全期間露場気温の時期的変化と同様な傾向で経過していることが認められ、最低水温には気温の変化が大きく影響を及ぼしているものと思われた。



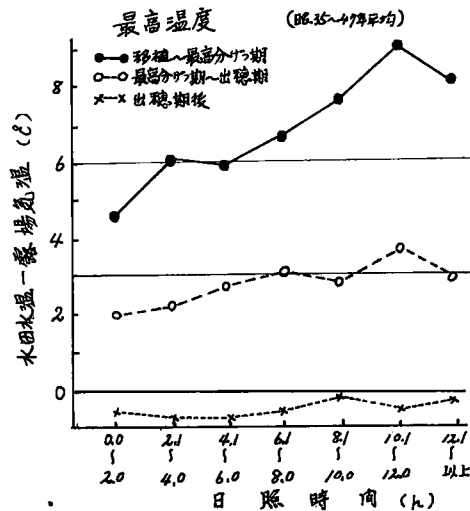
第2図 日照時間のちがいによる最高温度の時期的経過(昭35~47年平均)(官農試)

位の温度差となっていた。これは水稻の生育量が7月中旬(最高分けつ期)頃からかなり多くなり、更に8月に入ると穂が出て、水面直達日射量が極めて少なくなるために、日照時間の多少による差はあまり大きくあられれないものと思われる。なお出穂後の水田最高水温は日照ゼロを除いては露場最高気温よりやや低い結果となっていた。

(2) 水稻生育時期別の水温と気温との偏差と日照時間との関係

水田最高水温と露場最高気温との偏差を水稻の各生育期間に分け、それを日照時間別にみると第3図に示したとおりである。これによると各生育時期のちがいによって偏差が異なり、水稻生育前期の田植時期から最高分けつ期までの水田水温は気温との差が大きく、しかも日照時間のちがいによってかなり相違があらわれていた。すなわち日照0.0～2.0時間と12時間以上では、夫々約4.5℃、9.5℃の偏差となり、両者の間には5.0℃の差があった。ところが最高分けつ期から出穂期までの場合では、生育前期に比べて水温と気温との

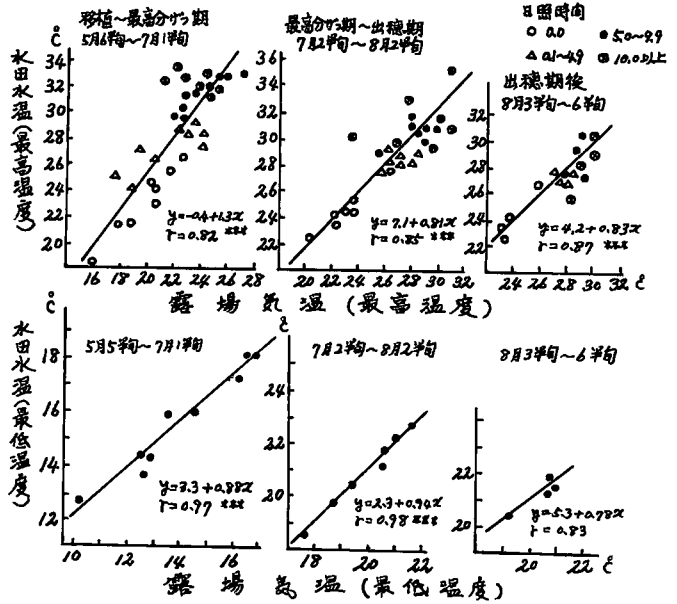
最高水温の時期的な変化を日照時間の極めて多いときとゼロの場合についてみると第2図に示したとおりである。すなわち日照10.0時間以上では、田植当初から出穂まで30.0～33.0℃とかなり高水温で経過し、時期的な変化はあまりみられない。露場気温との比較では田植期から7月上旬までは約8.0～10.0℃高くなっていたが、7月中旬以降では気温との差が急に小さくなり、出穂期頃の8月上旬では気温との差がなくなり、その後はむしろ水田水温は気温より低い結果を示した。一方日照ゼロの場合についてみると、全期間水温は気温より高く経過していたが、その差は極めて小さく、気温の温度変化と同様な傾向で、最低温度の場合と類似した結果を示した。なお、水温と気温との差は、田植時期から8月上旬の出穂期頃までは約2.0～3.0℃水温が高目となっていたが、その後はあまり差がみられなかった。つぎに日照時間のそれぞれ異なった場合の最高水温の露場最高気温との偏差をみると日照時間が多いほど水温と気温の差が大きく、しかもそれが7月中旬まで明らかに認められたが、その後は日照時間の多少による影響がみられず、ほとんど同じ



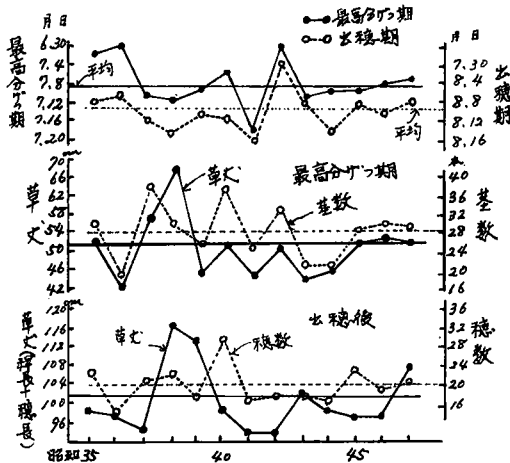
第3図 生育期別による水田水温と露場気温の偏差と日照時間との関係(官農試)

差は小さく、日照0.0～2.0時間と12.0時間以上では夫々約2.0℃、4.0℃で、その差は2.0℃となっていた。つぎに出穂後でみると水田水温は露場気温より低く、更に日照時間のちがいによる温度差はほとんどみられず、日照0.0～2.0時間と12.0時間以上では、夫々0.5℃、1.0℃の偏差となり、その間0.5℃のちがいとなって、出穂後は日照の多少による影響があまりあらわれていないことが認められた。なお、各時期別水温と気温との差に相違がみられたので、これを半月別平均値でその関係を見ると第4図のようになった。これによると水田水温と露場気温とのあいだには、いずれも、ある程度の相関係がみられた。とくに最低温度の方が最高温度に比べて

いずれもかなり高い相関を示していた。最高温度では生育前期(田植～最高分けつ期)はもっとも低い相関を示し($r=0.82$)、その後生育が進むにしたがって相関は高くなり、最高分けつ期～出穂期までは、 $r=0.85$ 、更に出穂期後では、 $r=0.89$ と最高温度では出穂後がもっとも高い相関を示した。このように水稻の生育前期に相関の低いのは、前述したように日照時間の多少が直接水田水温に及ぼす影響が生育初期ほど大きいためである。したがって露場の最高気温のみから水田の最高水温を高い精度で推定することはむづかしかつたが、これらの相関係から、およそその想定は出来るのではないかと考えられる。一方最低温度では出穂後を除いては、 $r=0.95$ 以上のかなり高い相関を示し、あらかじめ露場の最低気温から最低水温を推定することが可能であると思われる。



第4図 水稻生育期別の水田水温と露場気温との関係(昭35～47年) (宮農試)



第5図 水田水温観測時の水稻生育期および生育量の年次別比較(宮農試)

(3) 水田水温観測時の年次別水稻生育

水田水温は水稻の生育時期や生育量のちがいによって異なった温度を示すことは当然である。そこで水田水温観測時における年次別の生育時期および生育量についてみたのが第5図である。これによると、生育時期では各年次によって、それぞれ相違がみられ、昭和38、40、41年では分けつ期の不良天候で生育は全般におくれてみられ、それと反対に昭和42年は好天で生育はかなり進んだ年であることが認められる。しかしその他の年次は平均値に近くなっている。なお観測年の平均では、最高分けつ期：7月8

日、出穂期：8月10日となっていた。生育量についてみると、最高分けつ期では昭和38年が6月中旬以降の好天で草丈の伸長がもっとも優っていた。莖数では昭和37、40年がもっとも多く、昭和36年が少ない結果を示し、その他の年次ではあまり大きな相違はみられなかった。なお観測年の平均では、草丈：51cm、莖数：28本となっていた。出穂後の生育量をみると昭和38、39年の草丈（稈長+穂長）がもっとも伸長において優り、穂数では昭和40年がもっとも多い結果となり、その他の年次ではあまり大きな相違はみられなかった。なお出穂後の平均では、草丈（稈長+穂長）：102cm、穂数：20本となっていた。

4 まとめ

本田期間中の水田水温と露場気温との関係について調査した結果、水田水温は日照時間の多少や水稻生育のちがいでよって露場気温との間にかなり相違のあることが認められた。

調査年次13ヶ年（昭和35～47年）の平均における最高温度の水田水温は全期間25℃～30℃であまり温度変化がなく、露場気温のように徐々に上昇しているのに対してあまり左右されない温度経過を示していた。露場気温との比較では田植期から出穂期までは水田水温の方が気温より高く、しかも水稻の生育が進むにつれて水温と気温の差が縮まり、出穂後は反対に水田水温の方が気温より低目となる。最低温度では気温による影響が大きく、時期別変化はほとんど同じで気温より1.0～2.0℃水温の方が高目に経過している。

日照時間のちがいによる最高水温の時期別変化では多照の場合水温と気温の差は大きく、寡照時では差が小さい。しかし水稻の生育時期によっても異なり、生育が進むにつれて、日照時間の多少による温度差は縮まり、最高分けつ期以降ではあまり相違はみられず、更に出穂後では水面到達日射量が少ないため日照時間のちがいによる差はほとんどない。

生育時期別の水田水温と気温との関係では、いずれの時期においても相関がみられるが、最高温度では田植から最高分けつ期までの前期の相関が低く、徐々に高くなっている。また最高水温はどの時期も最低温度よりかなり低い相関を示していた。なお最低温度では出穂後を除いて $r=0.97\sim 0.98$ とかなり高い値を示し露場の最低気温から水田の最低水温を推定することが可能であると思われる。

水田水温観測年次の水稻生育状況では年次の気象条件によって水稻の生育に相違がみられ、昭和38、40、41年は分けつ期に不良天候で生育は全般におくれ、反対に昭和42年は好天で生育がかなり進んだ年であった。その他の年では大体平年並の生育を示した。

以上今回は水田水温について述べたが、今後は落水後の水田温度と露場気温との関係についても検討を加えて行きたい。

引用文献

- 1) 千葉文一・日野義一・宮本硬一(1971)：稲作期間中の水田温度と露場気象との関係、第1報、早期稚苗移植田の初期温度と露場気温、東北農業研究、第13号
- 2) 千葉文一・日野義一・宮本硬一(1972)：稲作期間中の水田温度と露場気象との関係、第2報、普通移植田の本田期間における水田温度の時期的変化、東北の農業気象、16号、38～41
- 3) 日野義一・千葉文一(1973)：稲作期間中における水田温度と露場気象に関する研究、第3報、稚苗移植田の水深のちがいによる水田水温と露場気温との関係、東北の農業気象、17号、47～50

- 4) 日野義一・千葉文一(1970)：早期稚苗移植田の水田温度について，一特に水深のちがいとOED使用効果一，東北の農業気象，15号，45～48
- 5) 日野義一・千葉文一・宮本硬一(1969)：水深のちがいと水田温度について，東北の農業気象，14号，1～5
- 6) 日野義一・千葉文一(1972)：異常低温時における水田温度と水稻の生育，東北の農業気象，17号，1～4

日本農業気象学会創立30周年記念出版

農業気象の実用技術

A5 上製 500 頁，図 265 版，定価 2,000 円，送料 170 円，発行所 養賢堂

本書は学会創立 30 周年を記念して，農業気象研究のこれまでの成果の中から，農業の生産に直接役立つものを選び，近代的農業を实践しようとする農家や技術普及に携わる人びとに広く紹介し，技術と経営の改善に役立てたいとの意図で編集された普及書である。

これからの日本農業は省力化，機械化，装置化への途を歩むものと考えられるが，こうした新しい農業では，気候・天候・気象の影響はこれまで以上に大きく直接的になるはずである。本書に説かれた実用技術の 25 項目は，農業気象の原理に基づき農業近代化への途を具体的に示し，その経済効果にまで及んでいる。

したがって本書は農家，普及員諸氏に直接役立つばかりでなく，農業高校の先生方，大学農学部 of 学生諸君，試験場の技術研究者にも好個の参考書となるであろう。

生育環境と水稻の出葉速度

細井徳夫

(東北農業試験場)

1 まえがき

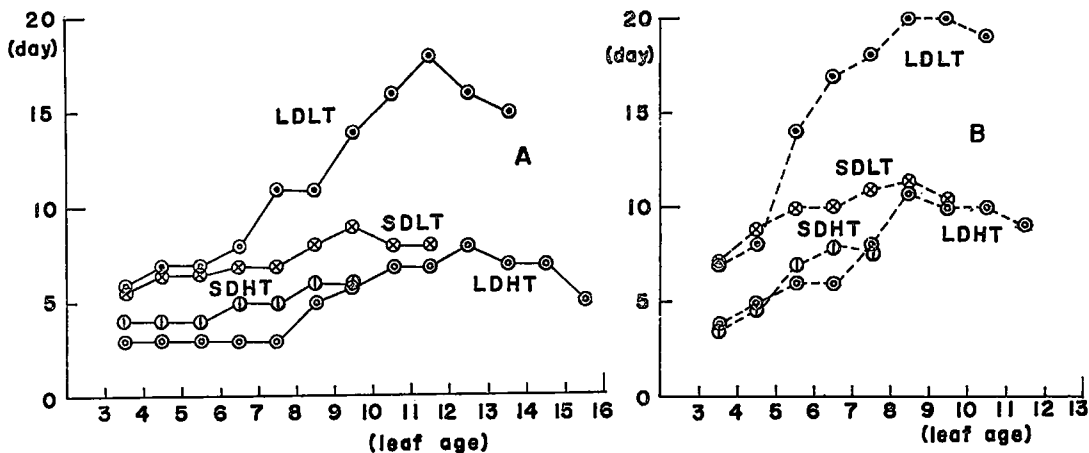
稲の主稈の出葉速度は、分けつ・出穂性など重要な栽培形質に関与しており、環境の変異と稲の出葉速度について多くの研究がなされてきた。^{1,2,3,4)} 出葉速度に影響をおよぼす環境要因は、地上部気象環境^{3,4)} および地下部土壤環境^{1,2)} に大別されている。しかし、これらの環境要因は自然条件下において出葉速度に対し個々に影響を与えるものでなく、常に相互に関連性をもって作用するものと考えられる。従来の見解はこれらの環境条件が必ずしも厳密に制御されていないため、^{1,2,3)} 出葉速度に対する環境要因の相互作用について解析することは困難であった。筆者は稲の出葉速度と環境要因の結びつきをさらに深く検討するため、地上部気象環境として日長と温度、地下部環境として培地窒素濃度をそれぞれ厳密に制御して実験を行った。その結果から、出葉速度に影響をおよぼす個々の環境要因の作用時期、およびそれらの相互作用を追求し、水稻の生育段階と環境要因の変化に伴う出葉反応について、二、三の見解を得たので報告する。

2 実験材料および方法

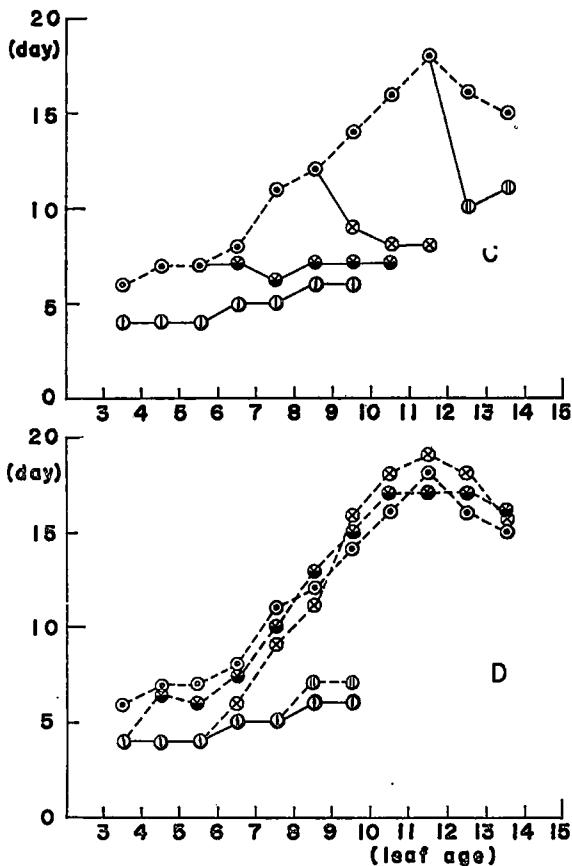
供試系統：稈長に関する突然変異系統である矮性稲(紫大黒)の出葉経過を中心に報告する。なお矮性稲は人工光の低照度下で、栽培稲が正常な形態を保ち得ぬほどの高温、さらに窒素高濃度条件下において、徒長や過繁茂度が少なく、小区内で多数の個体を取り扱うことが可能である。またこれらの矮性稲は自然条件下において、出穂期の等しい栽培稲とその出葉速度は特異的な差異が認められなかった。栽培法：種子消毒後、30℃の暗所で発芽させ、7×28cm木枠の網上に26粒を播種し、パーミキュライトで覆った。この木枠を大型水槽に入れて、播種より出穂まで人工光ファイトトロン内で水耕法によって栽培した。生育条件(実験条件)：日長および温度条件は人工光ファイトトロン(小糸K G特殊型12,000ルクス)を用い、短日を10時間、長日を14時間日長とし、高温を昼温30℃、夜温28℃、低温を昼温25℃、夜温を18℃と定め、それぞれを組み合わせた短日高温、長日高温、短日低温、長日低温区を相対的に設定した。培地条件(水耕法)は窒素を20ppmおよび2ppmに保つ二つの窒素処理区を設定した。その他の培地要素およびpHは常法によって管理した。湿度は75%±10%に保持した。調査法：葉数の調査は主茎に限った。調査区当りの個体数は26個体以上である。葉位は不完全葉(Primary leaf)を除いて表わした。従って第3葉期は本葉第3葉の葉身が本葉第2葉の葉鞘を完全に抜け出た日を示している。

3 実験結果

①温度および日長条件と出葉速度。第1図はそれぞれの環境条件下の各葉位における出葉日数を示す。窒素が十分に供与されている培地窒素20ppm区を基準に温度と日長要因の出葉におよぼす影響を検討する。短日条件下において高温区の出葉日数は低温区より少ない。さらに両温度区とも葉位の進行に伴う出葉日数の変動は比較的少ない。長日条件下においては栄養生長の初期から温度処理区間の葉が短日条件よりやや強く認められ、さらに7~8葉期にわたる長日条件下の両温度区の出葉日数は、短日条件下の対応する温度区に比べ多くなる。とくに長日低温区では著しい出葉回数増加が認められ、長日条件下の温度処理区間の出葉日数の差はさらに大きくなる。



第1図 水稻主稈における各单位の出葉日数におよぼす日長と温度の効果 A(窒素20 ppm) B(窒素2 ppm), SDHT(短日高温), LDHT(長日高温), SDLT(短日低温), LDLT(長日低温)

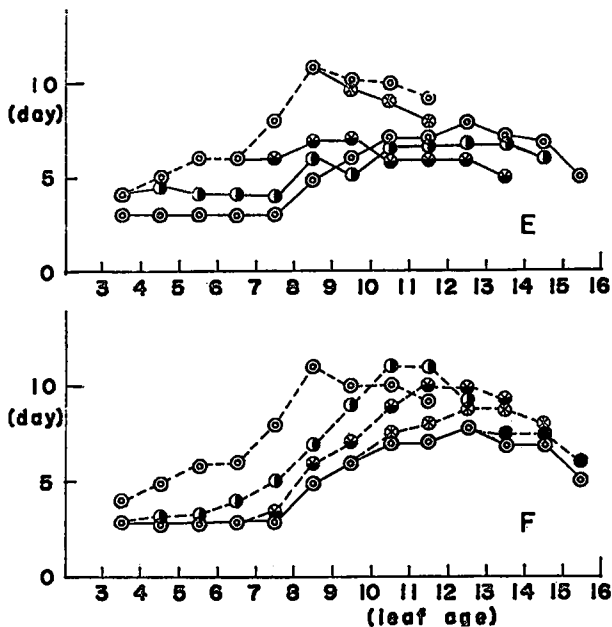


第2図 葉位を変えて短日高温と長日低温間での生育条件の相互交換処理が各葉位の従来日数におよぼす影響 実線(短日高温) 点線(長日高温) C(長日低温→短日高温) D(短日高温→長日低温)

高温条件下において、長日区と短日区の出葉日数を比較すると、栄養生長の初期では長日区が短日区より小さい。しかし、長日区では7～8葉期にいたると出葉日数は増加し、幼穂分化期における出葉日数は長日区が短日区より多い。低温条件下において栄養生長の初期は長日区と短日区の出葉日数に差はないが、7葉期以後長日区は短日区に比べ著しい出葉日数の増加を示す。

第2図は温度と日長要因の影響を生育段階別に検討するため、長日低温から短日高温にそれぞれの葉位に移行した場合(上図)および短日高温から低温へ移行した場合の出葉日数(下図)を示す。長日低温から短日高温へ移行した場合、栄養生長の初期における変換区ではその効果が顕著でない。しかし葉位の進んだ変換区では短日高温の出葉促進効果が著しい。また処理からその効果が現われるまでの期間は、生育段階が進むほど速かに現われる。短日高温から長日低温に移行すると、長日低温の出葉抑制効果が栄養生長期に生殖生長期より比較的強く現われる。しかし、効果が現れるまでの期間は、従来促進効果より遅い。

②培地窒素条件と出葉速度、各葉位の出葉月



第3図 葉位を変えて培地窒素20ppmと2ppm間の相互交換処理が各葉位の出葉日数におよぼす影響 実線20ppm 点線2ppm
E(2ppm→20ppm) F(20ppm→2ppm)

数について培地窒素濃度の効果を検討するため、第1図Aの窒素20ppm区とBの2ppm区を対比すると、短日条件下において両温度区とも生育段階(葉位)が進むに従い20ppm区に比し2ppm区の出葉日数は著しく多くなる。また長日条件下における窒素2ppm区の出葉日数の増加は20ppm区に比べ若い葉位から両温度区に認められ、とくに長日低温区の出葉日数は幼穂分仕期において2ppm区では20日に達す。

第3図は長日高温下において各葉期に窒素2ppm区から20ppm区へ変換した処理区(E図)および20ppm区から2ppm区へ変換した処理区(F図)の出葉日数を示す。窒素2ppm区から20ppm区に変換した場合の出葉日数の変化は、幼穂分化期の2~3葉前の区が比較的大きく、生殖生長期がこれに次ぐ。窒素20ppm区から2ppm区に変換した窒素欠如の出葉日数におよぼす効果は、栄養生長の初期ほど強く、生殖生長転換以後の処理効果はほとんど認められない。

4 考 察

自然条件下における水稻の各葉位の出葉日数について、片山²⁾は出葉日数と葉位の関係が止葉の分化以前と以後の2本の直線で表わされるとした。しかし、永井³⁾は幼穂分化以後に出葉する各葉位の出葉日数が、曲線的に減少することを認めた。本実験において短日条件下では各葉位の出葉日数に関する片山が記した2直線の交点は観察されず、一本の直線として葉位との関係を表わすことができた。長日条件下では栄養生長の7葉期まではそれらの関係が直線で表わされ、それ以後は幼穂分化期を頂点とする曲線関係を示した(第1図A・B)。このように栄養生長の7葉期より出穂分化期にかけて出葉日数の著しい増加が長日条件下において認められ、短日条件下では観察されないことから、この現象が長日の影響によって生じ、長日がこれらの葉位において出葉を抑制することが推察される。

葉位の推移と温度と日長要因の作用性については、栄養生長の7葉期までは日長要因より温度要因の効果が顕著であり、出葉は主として温度条件によって制御されることが各温度および日長条件下の出葉曲線より推察された。さらに7葉期以後は温度および日長要因がともに影響をおよぼし、短日と高温が出率を促進し、長日と低温は抑制する。とくに長日でかつ低温であると両要因の効果が相対的に増加し、出葉を強く抑制する。この現象は7葉期以後において、長日と低温が出葉に対し相互作用性をもつことを示唆している(第1図)。

長日低温と短日高温条件を一定の葉位で相互に変換した実験から(第2図)、長日低温より短日高温に変換した区において、短日高温の出葉促進効果は葉位が進むほど速かに顕著に現われる。逆に長日低温の出葉抑制効果は生育初期ほど明確にかつ速かに現われる特徴を示し、幼穂分化後はほとんど出葉に影響を与えなかった。

7葉期を境界としてそれ以前は温度要因、その後は温度と日長要因によって出葉が強く影響される

ことを示す第1図の結果と各葉期に環境条件を変換した第2図の実験結果を対比することによって、栄養生長の初期の高温、7葉期以後の短日と高温の出葉促進効果は比較的速かに作用をおよぼすが、長日と低温の出葉抑制効果は累積的に作用することが推察された。

培地窒素濃度の出葉に対する影響について、窒素濃度が低い区は高い区に比べ温度と日長条件にかかわらず各葉位の出葉日数および幼穂分化期の出葉日数も多い(第1図)。この事実は栄養生長期と生殖生長期において、培地窒素濃度の出葉に対する作用性が基本的に変化しないことを示す。また日長および温度要因の稲の出葉速度におよぼす作用性に対し、培地窒素要因は何らの変更を加えないことが第1図の各窒素区における出葉曲線の相似性から推察される。すなわち気象要因と培地窒素要因の間に稲の出葉現象に関し相互作用性は認められない。

窒素 20 ppm区と 2 ppm区を一定の葉位で相互に変換した実験から(第3図)、出葉に影響する窒素欠如の効果は処理後の葉期が進むに従い徐々に現われる。逆に窒素供与の効果は直ちに出現した。また窒素の出葉に対する効果は生長の盛んな栄養生長期に比較的強く影響した。このように本実験の窒素の出葉におよぼす効果は従来の結果とほぼ類似する。しかし、自然条件下の出葉観察は多くはポットで遂行されているので、培地窒素量は稲が生育するに従い減少する。従って生育後期の出葉日数は、多少とも窒素欠如の影響を受け、出葉が遅延する傾向にあると考えられる。このことは従来のごとく報告で観察された生育後期における出葉日数の増加が本実験より大きい一つの原因と推察される。

以上のごとく稲の出葉経過は、環境制御下の出穂日数の推移から判断すると、従来のごとく単純な直線や曲線で表わされるものでなく、あくまでも生育条件と対応したものであり、その出葉日数は、栄養生長初期には温度、7葉期以後は日長と温度によってかなり変動することを示唆する。

5 まとめ

稲の出葉に影響をおよぼす日長、温度、培地窒素の作用性、作用時期およびこれら環境要因の出葉に関する相互作用性を矮性稲(紫大黒)を用い環境を制御して追求し、次の結果を得た。

- 1) 紫大黒の出葉日数は短日条件下では葉位が進むに従い増加した。長日条件下では3葉から7葉期まで出葉日数は変わらず、その後幼穂分化期まで増加を示したのち減少する。
- 2) 稲の出葉に対し温度は比較的栄養生長期に影響をおよぼし、高温は出葉を速かに促進し、低温は徐々に遅延させた。日長は稲の出葉に対し7葉期までその効果は弱い。しかし7葉期以後強に影響を出葉におよぼし、長日は出葉を累積的に抑制し、短日は直ちに促進する。
- 3) 出葉に関する温度と日長の相互作用性は7～8葉期以後観察され、長日と低温要因は出葉を相乗的に強く抑制した。
- 4) 培地窒素濃度は稲の生長の盛んな栄養生長期の出葉に比較的影響をおよぼし、培地窒素の供与は稲の出葉を直ちに促進し、欠如は出葉を除々に遅延させた。しかし出葉に関し気象要因との間に窒素要因の相互作用性は観察されなかった。

引用文献

- 1) 長谷川 浩 (1959) 農園 Vo1, 34 : 1759 ~ 1769
- 2) 片山 佃 (1951) 稲麦の分けつ研究 養賢堂 東京
- 3) 永井 衛 (1961) 日作紀 Vo1, 35 : 228 ~ 233
- 4) 佐藤 庚 (1957) 日作紀 Vo1, 31 : 1 ~ 5

東北地方の水稻登熟期における異常低温の出現特性

宮本 硬一・日野 義一

(宮城県農業センター)

1 はじめに

過去10か年の、東北地方における水稻の作況をみると、昭和38年のいもち病の大発生による減収のほか、39年・41年・46年・47年など、その作況が平年を3%も下まわった県が、それぞれ2~5県に及んで、2年に1回の割合で不作となった。こうした事実は、昭和37年以来、色々な形で発生している異常気象と決して無縁ではないように思われる。

筆者の1人は、先に、東北地方における苗代期の異常低温について、その出現特性を報告したが³⁾、ここでは、その場合と同じ研究方法によって、水稻登熟期を対象に、異常低温の発現性を解析した。すなわち、資料は東北6県の気象公署で観測が行なわれた。1891~1972(82か年)における登熟期(8月中旬~9月中旬)の旬別平均気温を用いた。また、異常性の判定は、登熟期の平均気温の標準偏差を用い、連続2旬の平均気温の平年偏差が、その時の標準偏差より大きく低下した場合、および、連続3旬の平均気温が、標準偏差の70%以上の大ききで低下した場合を、それぞれ異常低温とした。

2 異常低温の年代別出現性

異常低温の発生を程度別によって、各県ごとに、年次別で示すと図1のようになる。それによると異常低温は、

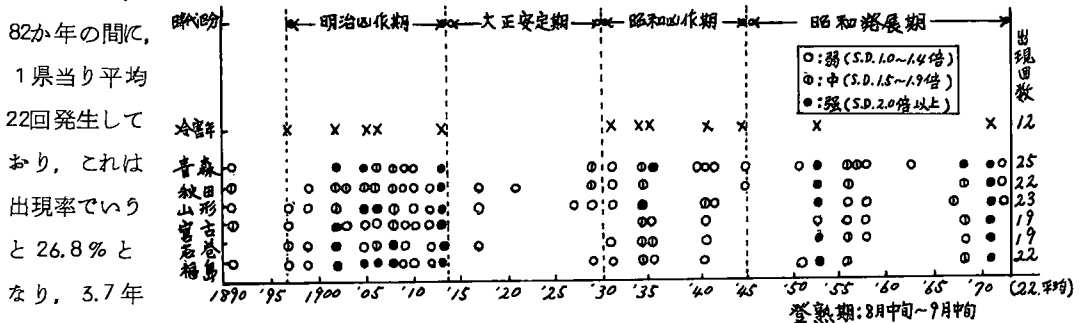


図1 水稻登熟期における異常低温の年次別出現状況

82か年の間に、1県当たり平均22回発生しており、これは出現率でいうと26.8%となり、3.7年ごとにそれが発生したことになる。また、

明治以来の出現状況を概観すると、東北全体としては、明治凶作期(明30~大2)、昭和凶作期(昭6~20)、ならびに昭和発展期(昭21~47)に多く、大正安定期(大3~昭5)ではきわめて少なかったことが認められる。

表1 東北地方における時代区分別異常低温の出現性

そうした特徴を、まとめて表1に示した。すなわち、異常低温の出現頻度は明治凶作期が最大で、1.8年に1回の割合で出現した。それに対して、大正安定期では、最も少なく10年に1回しか出現しなかった。しかし、昭和凶作期にはかなりの出現をみており、それは3.6年ごとに出現したことに

異常低温	明治凶作期(17年)	大正安定期(17年)	昭和凶作期(15年)	昭和発展期(27年)	観測開始以来(82年)
低温発生年数	9.2	1.7	4.2	5.7	21.7
低温発生間隔	1.8年	10.0	3.6	4.7	3.7
低温頻発期間	15.5年	3.7	6.2	12.2	37.9
全上比率	94%	2.2	4.1	4.5	4.6

注 異常低温の時期: 8月中旬~9月中旬(); 各期年数
 統計年次: 1891~1972, 数値東北6県平均
 低温頻発期間: 低温出現率20%以上の期間
 比率: 低温頻発期間/各期年数

なる。さらに戦後の発展期においても4.7年ごとに出現しており、昭和26~33年と、43~47年に特に多発した。

こうした歴史的にみた低温の出現状況を各県ごとに表2に示した。これは、観測期間を20年ごとに区分して、異常低温の出現数を、県ごとに示したもので、最初の20年間、すなわち、1891~1910(明24~43)では東北地方の5県において、異常低温の出現頻度がそれ以降の、どの20年間の場合より多いことが著しい特徴である。これは先にもふれた明治凶作期の大半がその期間に含まれているからである。

表2 年代別異常低温の出現性

期間	地美	青森	秋田	山形	宮古	石巻	福島	計	平均	標準
1891~1910	7	9	8	9	7	9	49	8.2	4	
1911~1930	2	5	5	2	3	4	21	3.5	1	
1931~1950	7	3	4	3	4	4	25	4.2	5	
1951~1970	9	5	6	5	5	5	35	5.8	2	
1891~1970	25	22	23	19	19	22	130	2.17	1.2	
1951以降の20年	8.00	2.3	2.6	2.6	2.6	2.3	2.7	2.7	1.7	

ところが、その次に低温(以後、異常低温の意味)の出現頻度が高い期間は近年20年間の場合で、特に青森では、この期間に低温の出現頻度が最大であった。また、1931~1950でも青森の低温出現頻度は他の5県より大幅に多く、昭和凶作期と昭和発展期においては、青森における多発が特に顕著であった。こうした現象については、北海道における低温出現性との関連や、本邦付近の気圧配置などの面から解析する必要がある。

次に、登熟期の平均気温について、長期的な変動性をみると、図2のようになる。これは、登熟期の

気温を、各県別に、観測開始以来の毎年の値で示したもので、明治凶作期には各県とも共通して、平年より大幅に低下していたことが明瞭に認められる。しかも各県における、観測以来の低温極値はすべてこの期間に出現しており、この時代の低温が非常に大きかったことが示されている。

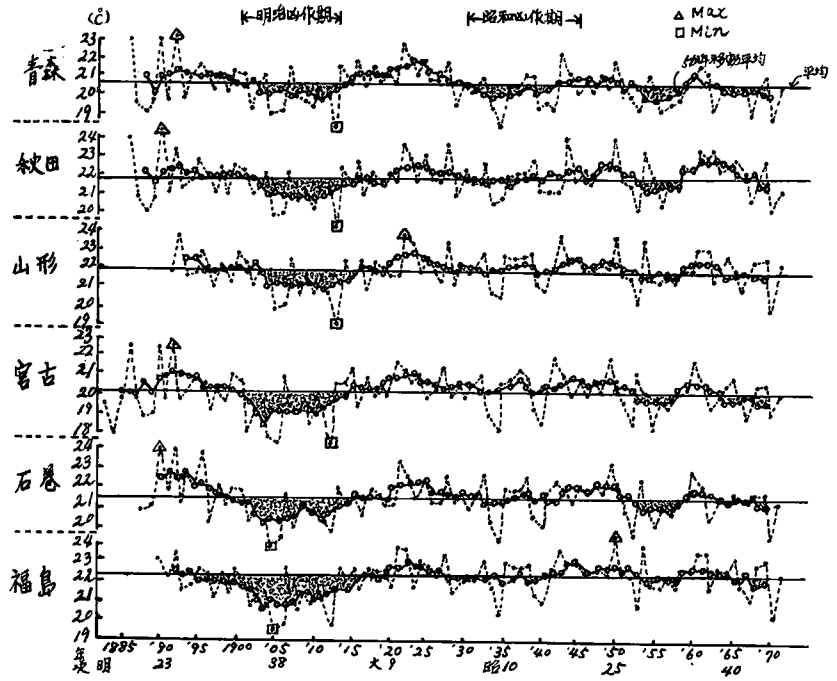


図2 水稻登熟期における平均気温の永年変化

気温高低の周期的な大勢は大体東北全体に共通的であり、ここで特に問題とし

たいのは、近年の気温の下降傾向である。しかも、そうした傾向が比較的はっきりしている青森では、既に10年位前から平年を下まわっており、他の5県でも、数年来、気温低下の傾向がでておる。これはきわめて注目する現象であろう。

2 異常低温の地域分布

(1) 平年の気温分布

登熟期における平均気温の地域分布は図3に示した通りである。それによると東北地方の北部が南部より低いというのは当然の事であるが、日本海側が太平洋側より高いのが目立っている。また、気温の変動性は標準偏差の分布からみると、東北地方の中部から南部にかけての地域において最も大きく、±1.6℃を示しており、さらに岩手県中部に変動の大きな地域の存在することは、8月における気温変化率の分布と気温の変動性は類似の傾向を示している。¹⁾

なお、平均気温19℃を登熟の限界気温とすれば、東北地域内で最も気温の低い青森県東部と岩手県北部においても、標準偏差の変動範囲では、マイナス側の場合でも19℃以上であることから、東北地方における登熟期の気温は全般的に、限界気温以内で変動する人が多いものと判断される。

(2) 異常低温の分布

表3は、地域の広狭別に、低温の出現頻度をみたものである。すなわち、東北地方の全体が低温となった年次の出現頻度は27%であり、4～5県に、同時に低温が発生した年次の出現頻度は39%にも及んで、両者を合すれば66%になる。このように、東北地方の大部分で、同時に低温が出現する頻度は全出現数の3分の2を占め、登熟期の低温は東北地方の広い地域で同時に出現する確率のきわめて高い事が示されている。

また、登熟期に低温となった年に冷害となる確率も高く、特に、東北全体が低温に襲われるような年では、78%の比率で、冷害年と低温年が一致した。これも注意しておかなければならない点である。

次に、図4に、低温出現頻度の地域分布を示す。それによると、低温の出現頻度は日本海側と北部ほど大きく、その出現率は50%に及んで、3.3年ごとに出現した。それに対し

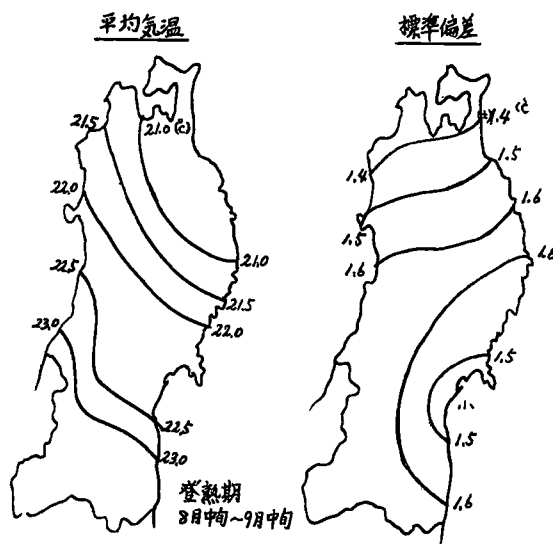


図3 水稻登熟期における気温の地域分布

表3 東北地方における地域の広狭別異常低温の出現頻度と冷害との関連性

	低温の出現頻度		低温年と冷害年の同時年	
	年数	比率(%)	年数	冷害年低温年
6県	9	27	7	0.78
4～5	13	39	4	0.31
3	1	4	—	—
1～2	10	30	1	0.10
計	33	100	12	0.36

異常低温の出現頻度 低温頻度:50(σD.0.10-49倍) 低温頻度:55(σD.0.15倍以上)

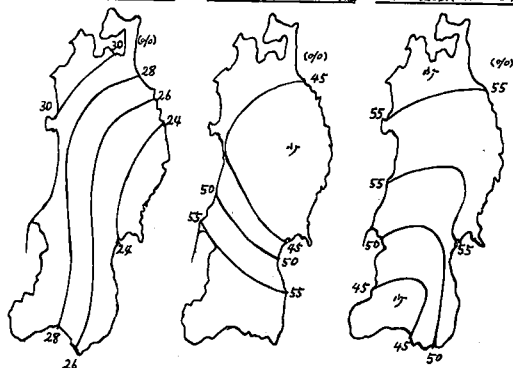


図4 水稻登熟期における低温出現頻度の地域分布

て、岩手県から宮城県にかけての南三陸沿岸地方では、その頻度が小さく、24%であった。

また、低温の程度を区分して地域分布をみると、低温の程度が弱い場合、つまり、標準偏差1.0～1.4倍の大きさの低温（気温偏差が -2.2σ 位まで）となった年の出現頻度は東北地方の南部で大きく、北部より約10%も多かった。それに対して、低温の程度が強い場合、すなわち、標準偏差で1.5倍以上の大きさで低下した時の分布は、北部が南部より10%大きいという、弱い場合と反対の分布になった。

低温程度による低温出現の地域分布の差異については、これを十分説明するに足るところの気圧配置からの解析はされていないので、その根拠を示すことは出来ないが、低温出現頻度の全体的な地域分布については、高指数型冷夏の気圧配置に基づくものではないかと推測される。²⁾

4 むすび

8月中旬から9月にかけての、水稻登熟期における異常低温は、冷害の群発した明治凶作期や昭和凶作期に多く出現し、この時期の低温は、冷害と密接に関連していることが改めて指摘できると思う。また、昭和25年以降に低温が多発していたことや、極方面の寒冷化が強まって異常気象が世界的に頻発するようになった昭和38年ごろからの低温、さらに長期変動における、近年の気温低下の傾向などは、注意が必要である。しかも、東北地方の北部、とりわけ青森県の低温出現の頻度は、他の諸県に比べて群を抜いて近年多くなっている。これは十分注目しておくべきである。

さらに、登熟期の低温は、日照不足を伴うことが多く、早冷は秋霖と重なることもしばしばであるから、この期の日照時間の動向についても、その異常性が検討されなければならない。

ともあれ、東北地方の稲作にとって、登熟期の異常気象は、登熟障害・病害虫の多発、倒伏と穂発芽など、対策の困難な多くの障害をもたらす原因となる恐れが多分にあるので、さらに各般にわたる異常気象の解析が必要であろう。

引 用 文 献

- 1) 大 後 美 保 (1945) : 日本作物気象の研究 朝倉書店, 13～14 P
- 2) 松 倉 秀 夫 (1973) : 北日本の冷夏とその予報 季節予報指針 下 325～356 P
- 3) 宮 本 硬 一 (1973) : 東北地方における苗代期異常低温の特性, (1.2) 農業および園芸, 48(6.7), 785～788, 915～918 P

水稻の登熟に及ぼす気象条件の影響

特に登熟歩合と玄米千粒重について

本庄 一雄

(岩手大学農学部)

水稻の生育、収量に関する気温、水温の影響は古くから研究され、それぞれの生育時期によって適気温、適水温が存在するといわれている。最近の研究では気温について長戸、松島ら、水温について角田のすぐれた研究があり、水稻の生育時期別の温度反応について報告している。著者はこれらの研究に基き、特に出穂後の気象条件と登熟について同一材料を用い、同一時期に気温、水温、光条件をかえて処理を行ない登熟に及ぼす影響について実験を行なった。ここでは出穂後に収量を支配する登熟歩合および玄米千粒重について報告する。

1 実験材料および方法

実験は岩手大学農学部において1969、1970年の2カ年にわたって行なった。水稻フジミノリを用い、畑苗代に4月中旬に播種、5月下旬に1/5000 アールポットに1鉢2株、1株1本植として移植した。肥料は硫酸、過石、塩加を用い、各要素ともポット当たり0.7gを全量基肥として施した。穂揃期まで戸外で栽培したのち次のような処理を行なった。

試験区およびその内容は第1表および第2表の如くである。気温処理は自然光利用のグロースキャビネットを用い、水温処理は恒温水槽にポットを浸漬し地下部のみ温度処理した。遮光は白色寒冷紗を張った枠内にポットを搬入して行ない、照度として20%減および40%減の遮光とした。所定の処理を終了したものは戸外で栽培した。実験設備の関係上供試株数は8~10個体である。ただし多数のポット中より生育の揃ったものを選び出して供試したため穂数および穎花数については差が少なかった。

実験期間中の平均気温は次のようであった。1969年の穂揃後10日毎の平均気温は戸外(標準区)で23.8℃、23.3℃、22.8℃、19.2℃(平均22.2℃)であり、ガラス室区は26.2℃、25.9℃、25.7℃、24.3℃(平均25.5℃)であった。また1970年の穂揃後10日毎の平均気温は戸外で22.2℃、25.9℃、21.8℃、19.3℃(平均22.3℃)であった。この実験で登熟粒とは比重1.06以上の籾をさし、玄米千粒重は登熟粒について測定した。

2 実験結果

実験成績は第1表および第2表に示した。

1 登熟歩合に及ぼす影響

(1) 気温と登熟歩合

1969年の実験は昼27℃一夜17℃(平均22℃、以後27-17℃と略記)、昼夜とも22℃およびガラス室の3区を設け、穂揃直後40日間の処理を行なった。この3区内で登熟歩合のよいのは27-17℃区であるが、標準区とくらべほとんど差がない。昼夜とも22℃区、ガラス室区は区間の差はみられず標準区よりも2%程劣る。

1970年は昼32℃一夜22℃(平均27℃、以後32-22℃と略記)、昼夜とも25℃、ビニールハウスの3区を設け、それぞれの区について穂揃直後より15日間、30日間、45日間の3段階の処理を行なった。32-22℃区では処理期間の長くなるに従って登熟歩合が低下し、穂揃直後15日間の処理によって66%

と著しく低下するが、その後は処理期間が長くなっても低下度は少なく30日処理で63%、45日処理で60%である。25℃区をみると15日間処理では32—22℃区よりも登熟歩合が高いが、処理期間の長くなるに従って低下し、30日、45日間処理では32—22℃区とほぼ同様となる。ビニールハウス区では標準区よりも2%程低いが、処理期間の長短による登熟歩合の変化はない。

(2) 水温と登熟歩合

1969年の実験をみると水温17℃区、水温30℃区およびそれらの処理時期のちがいによる影響はほとんどあられず、いずれも標準区との差はみられない。

1970年の実験では水温32℃区、25℃区の区間の差およびそれら水温と処理期間の長短による傾向的な差は全くみられず、何れも標準区より僅かによい。水温17℃区も処理期間の長短による差はないが、標準区よりも2%程低下している。

(3) 遮光と登熟歩合

1969年の実験では穂揃直後から収穫期まで処理した場合には約3%低下するが、そのほかの処理は10日間遮光であったため標準区とほとんど変わらない。

1970年の実験では40%遮光区、20%遮光区とも穂揃直後の15日間処理では標準区と変わらない。しかし処理期間が長くなるにつれて低下を示し、その程度は遮光の強いほど大きい。

2 玄米千粒重に及ぼす影響

気温の影響をみると、1969年の実験では22℃区は標準区と同じであり、27—17℃区、ガラス室区では幾分増加した。1970年の実験では各区とも標準区より粒重が小さくなり、32—22℃区、25℃区では4—7%、ビニールハウス区で約3%減少した。各区とも処理期間による差は明瞭でない。

水温の影響では1969年の場合は30℃区、17℃区とも標準区と変わらなく、水温のちがいおよび処理時期による差はあらわれていない。1970年の実験では標準区にくらべ水温30℃区約4%、25℃区約3%、17℃区約6%の減少を示した。

第1表 登熟に関する成績 (1969)

遮光の影響をみると、

試験区	処理期間	穂重 (株当り g)	平均1穂当り			玄米 1000粒 重 g	
			総粒 数	登熟 粒数	登熟 歩合 %		
気 温	昼27—夜17℃	穂揃直後40日間	20.1	64.4	61.4	95.3	21.21
	昼夜22℃	"	19.8	62.7	57.6	91.9	20.75
	ガラス室	"	20.2	64.9	59.7	92.0	21.53
水 温	30℃	穂揃直後10日間	20.2	64.8	61.0	94.1	20.75
	"	"11日目より10日間	19.5	62.8	58.6	93.3	20.64
	17℃	穂揃直後10日間	15.9	59.5	56.5	95.0	20.81
	"	"11日目より10日間	17.0	61.1	58.2	95.3	20.62
遮 光	20%	穂揃直後～収穫期	20.6	64.4	58.8	91.3	20.31
	"	"11日目より収穫期	21.2	62.8	59.6	94.9	20.77
	"	"10日間	20.7	62.1	58.2	93.7	20.55
	"	"11日目より10日間	19.8	63.0	59.3	94.1	20.70
標準区(戸外)			21.6	62.6	58.9	94.1	20.73

1970年の実験では穂揃直後から収穫期まで処理した場合幾分の低下をみたが、他の処理期間ではほとんど影響がみられない。1970年の実験では40%、20%遮光区とも処理期間の長いものほど粒重が小さく、40%遮光区で5—7%、20%遮光区で4—6%の減少である。

3 考察

登熟歩合に及ぼす気温の影響をみると、32-27℃および昼夜とも25℃のような登熟期間の平均気温が戸外の平均気温より高い場合には明らかに低下する。32-27℃の場合をみると穂揃直後15日間の処理によって著しく低下し、30日あるいは45日と処理期間が長くなっても低下する度は少ない。このことから登熟初期の高温が登熟歩合の低下に強く影響し、高温による登熟歩合の低下はこの時期に決定されるものと思われる。25℃区では初期の15日間処理で約80%、30日間処理で約60%と処理日数の長くなるに従って登熟歩合が低下している。これに対し1969年の実験にみられるように、27-17℃または昼夜22℃の気温であると僅かに後者が劣る程度であった。ちなみに1969年度の登熟期間の平均気温は22℃であって前二者の処理温度とほとんど同じであり、この程度の気温の場合は登熟歩合の低下はみられないが、1970年の実験のように32-22℃区、25℃区のような高い気温になると明らかに悪影響がみられる。しかし高温の場合でも1969年のガラス室区にみられるように平均気温が25.5℃であるにもかかわらず登熟歩合はほとんど低下しない場合もある。また1970年のビニールハウス区においても外気温よりも高温であり、しかも日照が少ないにもかかわらず僅かに低下したのみである。この原因については夜間の高温と湿度の問題が

第2表 登熟に関する成績(1970)

試験区	処理期間(穂揃後日数)	玄米重(株当g)	平均1穂当り			玄米1000粒重g		
			総粒数	登熟粒数	登熟歩合%			
気	昼32-夜22℃	15	11.3	59.7	39.7	66.6	19.43	
		30	10.8	60.4	38.1	63.1	19.55	
		45	10.2	58.5	35.6	60.8	20.18	
	昼夜25℃	15	13.5	64.9	51.4	79.1	19.68	
		30	11.0	62.6	39.0	62.3	19.55	
		45	10.7	64.6	38.5	59.5	19.63	
温	ビニールハウス	15	14.8	64.7	57.2	88.4	20.35	
		30	14.1	64.4	56.5	87.7	20.35	
		45	14.8	65.3	57.7	88.3	20.08	
水	32℃	15	17.4	63.8	59.3	92.9	20.18	
		30	17.7	62.1	57.3	92.2	20.43	
		45	17.8	66.6	61.2	91.8	20.02	
	25℃	15	16.8	61.1	55.2	90.3	20.32	
		30	17.3	62.0	57.9	93.3	20.29	
		45	17.0	62.1	57.5	92.5	20.10	
温	17℃	15	17.0	61.6	54.3	88.1	19.73	
		30	16.1	62.3	54.5	87.4	19.89	
		45	16.6	62.6	55.1	88.0	19.70	
遮	40%	15	16.8	58.1	52.3	90.0	19.86	
		30	15.1	60.3	51.3	85.0	19.68	
		45	15.0	57.5	46.9	81.5	19.50	
	光	20%	15	17.1	65.7	59.3	90.2	20.10
			30	16.5	66.9	59.7	89.2	19.89
			45	15.8	62.3	53.2	85.3	19.80
標準区			17.1	62.8	56.5	90.0	21.00	

考えられよう。通気の良いガラス室であっても昼間は外気より高温となるが、夜間は外気温と同程度に低下しかなりの周年較差がみられ、このような場合には平均気温は25.5℃であっても登熟歩合は低下しない。登熟には温度較差特に夜温の低いことが有効に働らくことを物語る。この点に関し松島らも25℃の一定温による登熟歩合の低下を報告し、その原因を夜の高温であるとしている。また温度処理をしたグロースキャピネットは加温装置がないため乾燥気味であり、登熟期の平均湿度よりもかなり低いことが影響してあることも考えられ、あながち高温のみの障害と断ずる訳にはいかない。

水温の高低および処理期間の長短が登熟歩合に及ぼす影響についてみると、水温32℃、25℃区では水温および処理期間のちがいによる登熟歩合への悪影響は全くみられず、むしろ幾分向上の傾向にある。水温17℃では処理期間によるちがいはほとんどなく、戸外の標準区よりわずかに低下しているが、その差は約2%であって登熟期では低水温の悪影響は非常に小さい。このことは角田も出穂後の低水温の影響は極めて小さいと指摘してい

ることと一致している。

遮光と登熟歩合の関係は40%遮光の場合穂揃直後15日間処理では影響がなく、また20%遮光では30日間処理でも戸外とほとんど変わらないが、それ以上長く処理すると低下がみられた。40%遮光では収穫期まで処理した場合に戸外よりも10%程度低下する。遮光によって光が制限されているにもかかわらず登熟歩合の低下が意外に少ないのは、遮光の程度が20%と40%であり、20%遮光では光の強い場合は光飽和点以上の強さであったことが考えられ、他方ポット植であるため圃場のような群落ではなく、葉の重なりも少ないし周囲の散光も受けられる状態であったためと思われる。圃場の場合にはこの実験以上の低下が考えられる。

千粒重に及ぼす気温の影響をみると、登熟期の気温処理が戸外の自然温とほぼ同様であった1969年の実験では増減はみられないが、1970年の実験にみられるように平均気温が高い場合には3~7%の減少を示した。この場合処理期間の長短による差は小さく、穂揃直後の短期間処理でも、長期間処理でもほぼ同様であって、出穂後千粒重に及ぼす影響は登熟の初期に決定されることを物語る。玄米の大きさは内外穎の大小と、胚乳発育の良否により決定されるものであり、登熟初期の高温が玄米の発育を不良にしたものであろう。長戸らは特に夜間高温の場合に成熟速度は早いですが、粒重はむしろ小さくなることを報告しており、これと一致する。しかしながら1969年のガラス室区の場合はその成績を異にし平均気温が25.5℃であっても千粒重は戸外の標準区よりも大きい。これは登熟歩合の場合と同様に夜間温度の低下が好結果をもたらしたものであろう。

千粒重と水温の影響についてみると、1969年の実験は水温および処理期間による差がほとんどあられず標準区と同様であり、1970年の実験では水温の高低にかかわらず何れの区も標準区より減少している。1969年の場合は処理期間が短期間であったことも原因の一つであろうし、それぞれの年の登熟期の気象条件の影響も考えられる。水温32℃あるいは17℃のような高低両端の場合をみても水温間の差は小さい。このことは千粒重に対しては登熟期の水温の影響は非常に小さいとみてよいであろう。

遮光は千粒重に及ぼす影響は遮光の程度と時期およびその長短によって決まることは論を待たないが、この実験程度の遮光の場合には影響は小さく、40%遮光で収穫期まで処理した場合でも約7%の低下であった。ポット植であるため株間の競合がないのもその原因の一つであろう。群落状態の場合にはもっと強い影響が考えられる。

4 摘 要

1969, 1970年の2カ年にわたり、出穂後の気温、水温、遮光のちがいが水稻の登熟に及ぼす影響について実験を行なった。

- (1) 登熟歩合に及ぼす気温の影響をみると、登熟期の平均気温22℃前後では戸外の標準区と変わらないが、32—22℃(平均27℃)、昼夜25℃のような高温の場合は低下度が極めて大きい。
- (2) 登熟歩合と水温の関係は高温、中水温により幾分向上し、低水温によりわずかに低下する。処理期間のちがいによる差はほとんど認められない。
- (3) 登熟歩合と遮光の関係は、短期間では影響なく、長期処理では低下する。
- (4) 玄米千粒重に及ぼす影響をみると、高気温によって4~7%低下し、22℃では標準区と変わらない。水温では処理水温間にみるべき差はなく影響は小さい。短期間遮光の影響がなく、長期間遮光によって低下する。

低湿重粘地帯における暗きよ施工田の透水性と水収支

穴水孝道・鹿内武次・相馬駛春

(青森県農業試験場)

1 緒言

青森県の水田の約40%は重粘土壤でしかも低湿で地下水位が高い。従ってこのような地帯では地耐力が弱いため、小型バインダーによる刈取り作業ですら円滑に進行しないのが現状である。

筆者らはこのような低湿重粘土壤の水田を対象に各種の暗きよを施工し、それらによる排水を行なって水田の乾田化を計り、機械導入を容易にするとともに水田の高度利用をも計ることを目的として試験を行なった結果、排水の効果が認められ乾田化の方向に向っている¹⁾ことが判明した。

本報はこのような水田における各種暗きよ施工田の土壤の透水性と水収支について若干の考察を加えたので、その結果を報告する。なおこの試験を遂行するにあたり農業土木試験場、根岸室長、ならびに青森農試、島田見雄次長、小野清治栽培部長に御指導と御協力をいただいた。記してここに深謝の意を表する次第である。

2 試験方法

(1) 試験場所

青森県五所川原市前苑

(2) 土壤条件

河成沖積の平坦地で強グライ土壤の強粘土還元型、また土壤の透水係数は作土層を除いて 10^{-7} cm/sec以下

(3) 試験区の構成

試験区は、弾丸暗きよを圃場の長辺に3 m間隔で深さ40 cmのところ3本施工した弾丸区(供試面積12 a)、バイドレン暗きよを5 m間隔で弾丸区と同じようにして施工したバイドレン区(供試面積17 a)、さらにカマボコ型暗きよを長辺の畦畔の両側から4 mのところへ1 mの深さでそれぞれ2本施工した本暗区(供試面積18 a)、また暗きよを全く施工しない対照区(供試面積12 a)の4区を設けた。しかし初年目の結果では暗きよ排水の効果が認められなかったので翌年には弾丸および本暗区の圃場の短辺に5 mの間隔で17本の弾丸暗きよを、またバイドレン区には短辺の畦畔から25 m地点に2本のカマボコ型の暗きよを、深さ40 cmのところ試験初年目に施工した暗きよと連結させて施工した。そしてこれ等各暗きよからの排水は各区ともカマボコ型暗きよを長辺の畦畔と平行にかつ短辺に入れたそれぞれの暗きよと連結させて施工し水閘を設けて行なった。

(4) 調査項目

- イ 地下水位、湛水深、減水深の測定
- ロ 暗きよからの排水量
- ハ 暗きよ埋設個所の土壤の経年変化

3 試験結果の概要

(1) 地下水位の変化

地下水位の高低は水田の湛水深と用排水位の高低、降水量の多寡によって変化する²⁾が低湿で土壤

の透水性が劣悪な水田では暗きよによる地下水位の排除や強度の中干し等によらなければ地下水位を急激に低下させることはできない。本調査での湛水期間中における対照区の地下水位は20cm前後であり、無湛水時でも地表面下35cm前後であった。一方暗きよを施工した区の地下水位は湛水期間中でも25cm以下で特に本暗区は40~50cmで最も低く無湛水時では54cmまで低下した。

第1表 各年次の生育時期別地下水位(単位cm) 次) 各区の生育時期別地下水位の変化について示

区名	年次	生育期 分けつ 期	出穂期	登熟期	成熟期
対 照 区	昭45年	15.5	20.0	27.8	39.8
	46年	0.8	-4.0	2.7	55.0
	47年	17.1	21.2	21.3	35.3
バ レ ン 区	昭45年	36.7	37.4	46.8	47.5
	46年	35.6	34.4	39.0	58.3
	47年	19.8	28.2	30.9	38.2
弾 丸 区	昭45年	14.9	18.2	31.5	43.7
	46年	30.0	39.8	46.7	59.8
	47年	26.7	13.5	14.7	35.5
本 暗 区	昭45年	21.6	29.5	45.0	54.2
	46年	37.5	32.2	39.0	50.8
	47年	52.5	43.4	39.6	54.1

したのが第1表である。地下水位の季節変化についてみると昭和45年では各区とも分けつ期の地下水位が最も高く、生育が進むにつれて低下し成熟期の地下水位が最も低くなっている。

これに対して暗きよ施工の手直しをした昭和46年と47年では、対照区以外は出穂期の地下水位が最も高く、分けつ期、登熟期、成熟期の順に低くなる傾向が認められた。出穂期の地下水位が高くなったことについては、強度の中干しによって土壌に亀裂が入り田面水がそれを通して浸透し、不透水層の部分

に潜流水として停滞し、その結果地下水位が上昇したものと推察される。

また地下水位の年変化についてみると対象区では一定の関係は認めたいが、弾丸区は暗きよ施工の手直しを加えた46年の地下水位は特別低くなり、バイドレン区は年次が降るにつれて逆に上昇している。しかし本暗区だけは年次を経るにつれて地下水位は低下しはじめていた。以上の結果、本暗区だけは地下水位を低下させるための暗きよの効果が認められるが、バイドレン区については今後さらに地下水位の年次変化の追跡が必要であり、弾丸区は弾丸暗きよのセン孔部分が施工1作後は明瞭な円形を留めていたが、3作後は完全にもの形態を残しておらず、施工後2年目もしくは3年目では地下水位を低下させるための暗きよの効果は認められなくなるものと推察される。

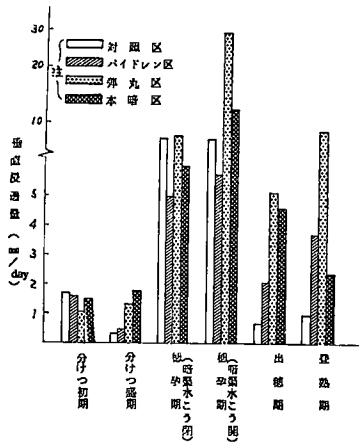
(2) 土壌の透水性の変化

水稻の生育期の適正減水深は20~25mm/dayと云われているが、低湿でしかも土壌の透水係数が 10^{-7} cm/secであるような土壌では蒸発数量一日減水深というような時期もあると予想され、確かに試験を実施したこの水田の分けつ期頃の減水深は5mm/day前後で著しく少なかった。しかし中干し後の出穂期や登熟期の日減水深は対照区が5mm/day前後であるのに対し、暗きよ施工区では10mm/day前後に増加し特に弾丸区と本暗区では15mm/dayまで増加した。

土壌の透水性と暗きよ排水の効果を把握する目安として、垂直浸透量の多少でもってとらえるのも1つの方法であると考えられるので各区の垂直浸透量について第1図に示した。

分けつ初期と中干し終り後の穂ばらみ期は暗きよ施工の有無、暗きよ施工区間における垂直浸透量の差は明瞭でなかったが、それ以外の時期では対照区の垂直浸透量が1mm/day以内であったのに対し暗きよ施工区では出穂期頃から5mm/day前後に増加し、その増加傾向は弾丸区と本暗区で顕著であった。これは中干しによって土壌中に多数の亀裂が入ったことと、暗きよによる排水によって土壌の透水性が増加したものと判断される。

次に生育時期別垂直浸透量の暗きよ施工後の年次変化についてみると、中干し後では対照区を除い



第1図 各区の垂直浸透量

しかし中干し後では、中干しによって田面に亀裂が発生し、代かき時同様暗きよの水間に栓をしなければ湛水できないほどの多量の水が排水された。特に暗きよ施工後3年目である昭和47年は19日間の強度な中干しを行なったので、各区とも田面に幅3cm、深さ30~40cmの亀裂が多数発生し、なかでも本暗区と弾丸区でその現象が著しかった。そこで灌水1週間後の亀裂が減少したところに水間の栓を取り払って排水量を測定した結果、バイドレン区では23.5 ton/day(減水深で13.5mm)、弾丸区は44.6 ton/day(減水深34.3mm)、また本暗区は2段がまえて排水した地表面下1mに埋設した暗きよからの排水ポンプが、多量の排水量のためモータが焼損し正確な量が把握できなかったが、暗きよ水間からの排水量は8.2 ton/day(減水深4.7mm)であった。さらに中干し後で暗きよ水間開放後の日数と排水量の推移についてみると、バイドレン区の1日後では40%、10日後32%、15日後26%に、また弾丸区では1日後42%、10日後10%、15日後8.5%にそれぞれ減少した。排水量の年次比較では、中干し以前の排水量はいずれの年次とも大差ないが、中干し後では暗きよ施工後3年目である47年の排水量は著しく多く、しかも落水後は前2ケ年とも暗きよ水間からの排水量が0であったのに、47年は刈取り後まで排水がみられ、暗きよ施工後3年目にして土壌構造の変化の兆があらわれ、暗きよまでの「水ミチ」が形成されたものと推察される。

(4) 植付から落水までの総用水量の年変化

低湿重粘地帯の水田が暗きよ施工等によって乾田化されるとその地帯の水田用水量は以前より増大するものと推察される。その結果、水田用水が豊富な地帯は別としてややもすれば用水不足が懸念されるような地帯では、より一層それを助長することになる。実際この試験を実施した地帯でも低湿重粘地帯であるにもかかわらず寡雨年にはしばしば用水不足が問題とされる地帯である。そこで暗きよ施工後2年目である昭和46年と3年目の47年の日減水深の調査データをもとに植付から落水までの総用水量の推移について推定したのが第2表である。

水田および葉面からの蒸発散量は気象条件と水稻の生育量によって若干異なるが、2ケ年の調査では450 ton/dayぐらいで大差なかった。また横浸透量も圃場条件、特に畦畔の強弱によって異なるため、年次や暗きよ施工の有無によっての増減を論ずることは困難である。これに対して垂直浸透量は暗きよ施工によって、土壌の透水性が増大するのでその分だけ用水量も多く必要となる。

て各暗きよ施工区とも年々増大し、特に暗きよ施工後3年目である47年の弾丸区の出穂期と登熟期の垂直浸透量は、暗きよ施工初年目である45年よりも4.5~6.4 mm/day、46年よりは3.1~3.8 mm/dayそれぞれ多くなっている。しかし暗きよを施工しない対照区の垂直浸透量は、3ケ年の各生育期とも1 mm/day以下であって、施工後の年次経過と垂直浸透量の増減についての関係は明瞭でなかった。

(3) 暗きよ水間からの排水量

耕起によって土壌が攪乱されるため灌水直後の代かき時は多量の水が暗きよの水間から排水されるが土壌がおちつくとそれからの排水量は少なくなる。従って中干し以前ではいづれの調査日でも日減水深にして1 mm/day前後であった。し

第2表 移植から落水までの各区の用水量

(ton / 10 a)

	46年			47年		
	横浸透量	垂直浸透量	総用水量	横浸透量	垂直浸透量	総用水量
対 照 区	276.0(100)	89.0(100)	839.5(100)	164.6(100)	259.4(100)	881.4(100)
バイドレン区	228.0(83)	156.2(176)	858.5(102)	89.0(54)	228.7(88)	775.1(88)
弾 丸 区	139.3(50)	292.0(328)	905.8(108)	646.4(393)	430.2(166)	1,534.0(174)
本 暗 区	326.5(118)	201.1(226)	1,002.1(119)	262.7(160)	328.9(127)	1,049.0(119)

注 () 数字は対照区に対する比率

暗きよ施工後2年目である46年の垂直浸透量は対照区より各暗きよ施工区は多く、特に本暗区と弾丸区は対照区より2〜3倍も多い。しかし総用水量は対照区の横浸透量が著しく大きかったこともあって対照区と暗きよ施工区との差はその割合に大きくなかった。また暗きよ施工後3年目である47年の垂直浸透量は、バイドレン区以外の暗きよ施工区は27〜66%、対照区より増大し、その結果総用水量も19〜74%多く要した。さらに暗きよ施工後の垂直浸透量の経年変化についてみると、暗きよ施工後2年目よりも3年目の47年は40〜60%増大し、その結果総用水量は、対照区が881 / 10 aであるのに対し、最も多く要した弾丸区は1,534 ton / 10 aであった。

4 むすび

土壌の透水係数が 10^{-4} cm/sec以下の低湿重粘土壌の水田に3種類の暗きよを施工して土壌の透水性の増大を計った結果、次の事柄が判明した。

(1) 地下水位を低下させるためにはカマボコ型暗きよに弾丸暗きよを組合せた上・下2段の組合せ暗きよの施工法をすれば、最も効果的である。

(2) 垂直浸透量は各暗きよ施工区とも年次が経るにつれて増大し特に中干し後にその傾向は顕著である。また各暗きよ施工区の比較では弾丸区の垂直浸透量が最も多くついで本暗区、バイドレン区の順になっているが、弾丸暗きよのセン孔部分は施工後3作目では完全に元の形態を残しておらず暗きよそのものの耐用年数の関係もあるので、その持続性については今後検討を要する。

(3) 各暗きよとも水間からの排水量は、中干し以前では少なかったが、中干しすると増大し、暗きよ施工後3年目では、前2ケ年では全くなかった落水後においても認められ、強度の中干しと暗きよ排水によって水ミチが形成され、乾田化の方向へ動いている。

(4) 日減水深の調査データから総用水量を推定した結果、このような低湿重粘地帯に暗きよ施工して乾田化すると、従来の用水量よりも約50%は多くなる。

参 考 文 献

- 1) 青森農試に水田高度利用促進のための基盤改善に関する研究成績書、1971年・1972年
- 2) 小野清治ほか2名1967年：青森県における大区画水田地帯の灌漑法の確立に関する研究（青森農試・研究報告 1612）

簡易暗渠（バイドレン）における水温と地温の変化について

大沼 済・吉沢示雄

（山形県農業試験場・庄内分場）

1 まえがき

稲作をとりまく情勢の変化は、年を追って大きく、米どころと言われる山形県そして良質銘柄米の産地である庄内地方でも、色々の動きがみられ、農家の対応も多様化している。

例えば、昭和48年現在で機械田植は庄内3.6万haの70%に普及し、機械で収穫される面積は85%に達しており、省力による生産費の節減と生産性の向上を図ってきている。

このような動きの中で、現在の機械移植体系では、ある程度の目的には添うとしても、早晚限皆に達するとして、山形県では去る昭和46年から県農政の一方策として庄内地方における新しい稲作を、装置化された大規模ほ場において大型機械化一貫作業による乾田直播栽培の実証に求めようとして事業を進めている。

その具体的到達目標は、昭和51年にha当り労働時間100時間、収量5.5tであるが、これを年次段階的に接近することになっており、庄内平野北部の遊佐町漆曾根部落内で実験を行っている。

ここで、この実験を行う前提となるほ場基盤造成において、装置化ほ場の条件である簡易暗渠について、用排水管理とともに変化する水温・地温の動きについて、昭和47年、同48年の2ケ年に亘って調査し、とりまとめたので、この機会に報告し参考に供したい。

なお、この簡易暗渠に用いた資材は内径5cmの合成樹脂製で、管の周りに5mmの孔があいている所謂バイドレンと呼ばれるものである。

2 調査に用いた装置化ほ場と簡易暗渠の概要

この実験と調査に用いたほ場は、昭和47年（1年次）は20aほ場2枚、昭和48年（2年次）は2.4ha1枚であるが、その配置状況ならびに簡易暗渠設置の状況については第1図のとおりである。

なお、昭和49年度以降は、ほ場区画は1筆1.2haとし、営農規模を15haとして、67PSトラクターを中心に実証しようとするものであり、そのための地耐力を獲得する上で簡易暗渠はバイドレンを5mピッチ（延長100m）で、トレンチャー（昭47）およびドレンマスター（昭48）によって埋設し、疎水材をモミガラとして、最大排水能力を毎分100m当り15.6ℓ、地下灌漑を一昼夜100m当り6,500～6,600ℓのものを設置した。（第1図）

ここでは、簡易暗渠バイドレンについて、主として水温（一部地温）の経時変化を2ケ年に亘って調査したので、その中から用排水管理に関連する部分についてとりまとめて報告する。

3 簡易暗渠バイドレンの水温の変化について

この調査は、2ケ年（昭和47・48年）に亘って調査したものであり、第1表のとおりであるが、年次別に摘記すると次のようである。

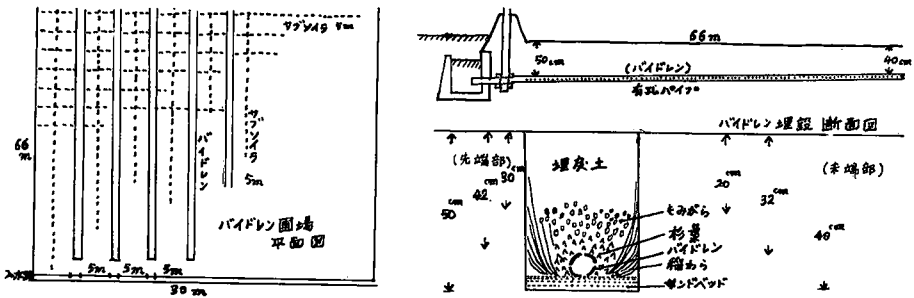
(1) 昭47（7月18日～19日：◎～○）

第1表に示すように、第1回の調査は昭和47年7月18日と19日に行ない、水温・地温はサーミスタ温度計を用いて測定した。

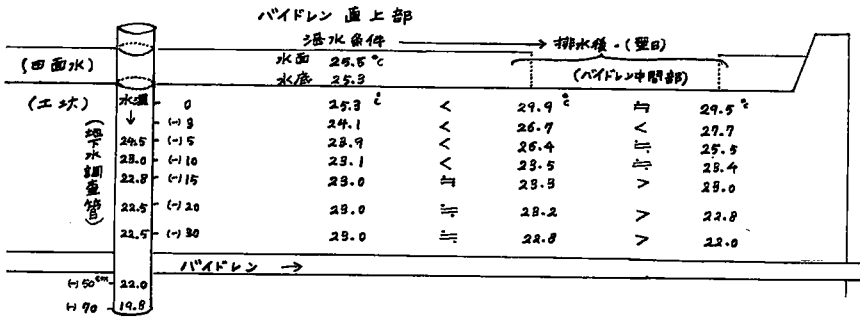
すなわち、バイドレンの排水温について、経時変化を測定した結果、(1) 排水温は概ね21℃～22

第1表 簡易暗渠(バイドレン)水温の変化

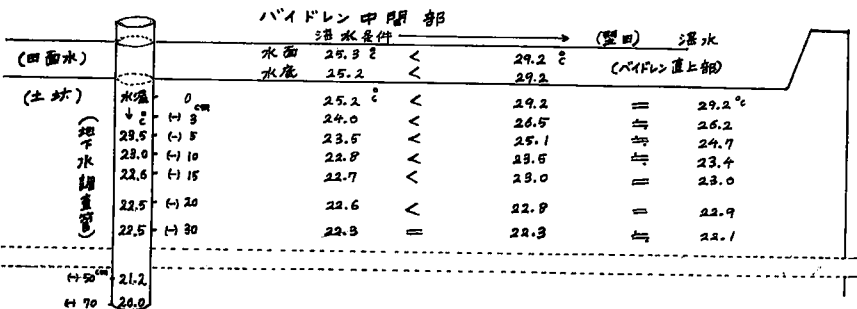
区分	調査	年 昭47.7.18	→ 昭47.7.19	昭48.7.20	→ 昭48.7.21
		次 ◎西風2 (水地温)10.30AM~11.00AM (バイドレン)11.30AM	○ 風2 10.10AM~12.00AM	○ (水地温)10.10AM~ Max 31.0℃	○ 10.00AM~ 32.0℃
バイドレン水温	放水始		21.0℃		22.5
	(10分後)管水終		21.5		22.8
	地中水始				22.8
	15分後		21.6		22.2
	30分後		21.6		23.4
	2時間後		21.6		
	3時間後		22.2		23.8
	5時間後		22.0		24.0
24時間後				24.3	
水路水温		7月18日	18.5℃	7月20日	29.4℃
		19日	21.0		



第1図 簡易暗渠(バイドレン)施設の概況



第2図 バイドレン直上部における水温・地温調査



第3図 バイドレン中間部における水温・地温調査

℃であり、地温よりも凡そ2～3℃低く、排水始から5時間経過したあとでもなお、1℃程度の昇温に止っていて、予想よりも経時変化は少なかった。

(2) 昭48(7月20日～21日：○～○)

昭47の傾向は、48年においても同様の傾向が認められ、この場合は1昼夜(24時間)当りで1.8℃程度の变化(昇温)であった。

4 乾田直播ほ場における地温ならびに水温の変化について

実際の乾田直播ほ場における地温を、バイドレンの直上部・中間部について、地表から30cm程度までの垂直分布を、湛水条件・排水条件に分けて操作および管理して経時変化を調査した結果、第3図および第4図の如く24時間後では晴天が続いたためもあって、前日より翌日に、排水・湛水とも1～3℃程度の高温を示したが、(1)排水が湛水よりも0.5℃～1.0℃上がり、(2)排水条件の中ではバイドレン中間よりも直上の深層部(地下20～30cm部分)の地温がやゝ上昇の傾向がみられた。

(3)しかし、湛水条件下のバイドレン位置別にみると殆んど変化がなかった。

これらから、(1)バイドレン排水後の水温変化は予想より小さいこと、(2)バイドレンを通じて排水することによる地温の変化は殆んど認められないが、地表水の排水と同時にバイドレンの排水も行なう場合には、或程度の地温(20～30cm部分)の上昇が期待されるようである。

5 まとめ

昭和47年から山形県遊佐町添曾根部落で大規模ほ場における乾田直播の機械化栽培を実行しているが、その成立の条件となる基盤整備には地耐力をつけ、同時に土壤水分調節をも兼ねるバイドレン(簡易暗渠)を施設した。

この簡易暗渠において水管理をする時に、指標となる地下水の水温および水温と直接関係する地温について調査を行った。

この結果、ほ場土壤内部における水温の変化は極めて小さく、少なくとも地表より40cm～50cm下における水温の変化は非常に緩慢であること、そして晴天下で地表水を排除し、その上で地下排水を行なう場合は、その管理を適切に行なえば、地水温の或程度の上昇効果が期待されていることが示唆された。

畑苗代における2, 3被覆資材の利用について

寺中吉造

(東北農業試験場)

ビニールトンネル苗代は好天時の過高温になり易く、畑様式では床土の過乾燥により苗焼けをおこす。とくに箱育成苗は培地が制限されているので甚しい。しかも一度除覆すれば、頻繁な灌水、昼間の換気、夕方の被覆作業が必要となる。夜間の保温や出芽時の保温、保湿のために、ビニールの他に別の資材を加えた二重被覆がおこなわれる。

適度の透光性による昼間の昇温性、すぐれた断熱性附与による夜間の保温性および保湿性を具備した被覆資材が求められれば、被覆期間が延長でき、育苗管理も省力になる。既にビニール+寒冷紗の二重被覆や有孔二重ポリなどが実用化されている。

本報告は、畑苗代育苗の簡易化、省力化の一助として、ビニールに替わる2, 3の単一被覆資材利用を検討したものである。なお、被覆資材の透光率測定には川上雄三技官より、また取纏めについて藤原忠室長より、夫々有益な助言を頂いた事を深謝します。

1 実験材料および方法

(1) 供試被覆資材 下記の4種類のフィルムとした。

- ①透明ビニール 厚さ0.075 mm, 有滴, (Vと略記する。以下同じ)。
- ②金属蒸着ビニール 厚さ0.1 mm, Al蒸着, ビアレスタB型, (P)。
- ③ポリスチレン 厚さ2 mm, 発泡ポリスチレンに片面ポリエチレンを接着補強, (S)。
- ④気泡封入ポリエチレン 気泡孔径10mm, 孔の高さ4 mm, 平滑面を表側として使用。(C)

(2) 圃場試験 供試苗代は、縦2.7 m×横1.2 m×高さ0.4 mの鉄製トンネル框を作り、縦方向を南中させて畑苗代床上におき、上記被覆資材を設定した。苗は水稻品種フジミノリの機械移植用稚苗(苗紐方式)をもちい、出芽器内で32℃・2日間出芽揃後に、各トンネル框の中央に箱のまま置床した。1973年の4月16日から5月1日の2週間被覆し、その間透明ビニール区の床土が乾燥したので、3回各区に灌水し、5月11日に移植した。調査は被覆時の床内気温(床上20cm)、床内地温(箱内床土表面より2cm)をサーミスタ温度計で測定し、床内受光量(被覆資材の透光率)は飯尾製波長別輻射エネルギー計で測定した。苗の調査は除覆時および移植時の苗生育および移植後の初期生育についておこなった。なお、(C)については供試フィルムの幅が足りず縦方向に粘着テープで継ぎ合せたが、部分的に修復を要したため密閉度は他資材にくらべ劣った。

(3) 人工気象室試験 水稻品種フジミノリとササニシキをもちい、出芽器で32℃・2日に出芽揃にした稚苗を、当場の人工光環境調節装置をもちい、高温(28℃)および低温(18℃)の定温下で、照射光量450 $\text{ly} \cdot \text{day}^{-1}$ とし、(V)、(P)および(S)の透過光下で、1973年7月16日より育成し、12日後の生育を調査した。また、戸外ガラス室(縦1 m×横1 m×高さ1.5 m)3基をもちい、外側を供試資材で被覆し、室内においた育苗箱内の床土の乾燥推移を重量法で測定した。

2 実験結果および考察

(1) 供試被覆資材の特性

① 温度

被覆期間中の床内気温、箱内床土地温の平均値を第1表にしめした。床内気温は各区共、外気温よ

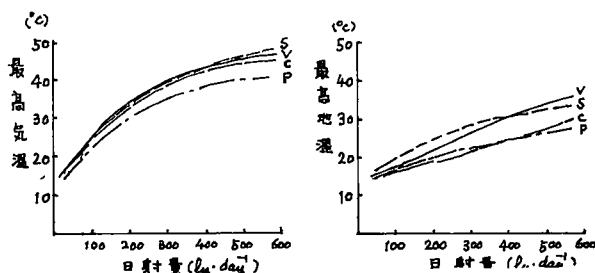
第1表 被覆資材による床内温度(°C)

区	地 温			気 温		
	min	max	mean	min	max	mean
V	12.1	25.5	18.8	6.2	35.2	20.7
P	10.7	21.4	16.1	5.3	32.5	18.9
S	11.4	26.2	18.8	7.0	36.7	21.9
C	11.7	23.5	17.6	5.5	35.5	20.5

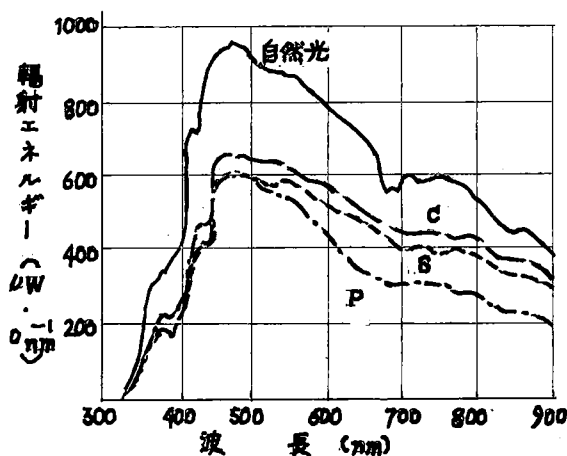
注 期間中外気温 min 4.9, max 15.2, mean 10.0 °C, 日射量 250 ly·day⁻¹

最高気温で6~10°C, 最低気温で6~7°C高く経過した。最低地温の区間差は気温と同じく小さかった。平均地温では外気温より6~8°C高くなった。区間では、床内気温と同様に、昇温効果は(S)が最も大きく、(P)が最も小さかった。

供試被覆資材の保温効果の差は少なく昇温効果の差は大きく、(S)が(V)なみの昇温をみたことおよび(P)が(V)よりかなり劣ることが明らかになった。



第1図 床内最高温と日射量との関係



第2図 被覆資材の波長別透過率

64, (S) 60, (P) 55の順に小さかった。Vは測定しなかったが、400nm以上では80~90であるから、供試被覆資材はいずれも(V)よりも減光された。

波長別にみると、400nm前後の青~近紫外域で(P)が(C), (S)よりも透過率が大きく、

り最高気温では20°C高いが、最低気温で1~2°C高いにすぎなかった。したがって最高と最低の平均気温で10°C位高かった。

いま昼間の温度上昇効果を最高温で、夜間の保温効果を最低温でみると、区間では(S)がもっとも昇温・保温効果が大きく、(P)がもっとも小さかった。床内地温は各区共、外気温より

第1図は各測定日の日射量と対応する最高気温との関係をみたもので、(P)以外は同じような曲線上にのっており、両者の区間差は日射量の増大とともに明らかになった。また日射量と対応する最高地温では、(P),(C)が(V),(S)より昇温度が少ないことが明らかであった。また、低日射量では(S)がむしろ(V)よりも昇温が大きい傾向がみられるが、この原因については今後の検討にまきたい。最高温と日射量との対応に曲線関係がえられ、昇温特性の表示法になると考えられたが、保温特性として最低温と外気温との関係は、数値の分散が大きく曲線で表わせなかった。

② 光

第2図に被覆資材の波長別透過率をしめした。300~900nmの範囲の平均透過率は自然光を100として、(C)

64, (S) 60, (P) 55の順に小さかった。Vは測定しなかったが、400nm以上では80~90であるから、供試被覆資材はいずれも(V)よりも減光された。

波長別にみると、400nm前後の青~近紫外域で(P)が(C), (S)よりも透過率が大きく、

500 nm ~ 赤外線域で透過率が小さくなっているため、(P)の熱線透過率は他よりも少なく、このことは昇温効果の小さいことと一致した。(C)の透過率は割合よいが、著者の別な実験でも同様な結果をえ、かつ気泡の大きい(31 mm径, 11 mm高さ)ものより小さいものの透過率が大きい結果を得ている。

③ 保湿性

第2表 被覆資材と床土の乾燥(重量比数)

区	経過日数					
	0	2	4	9	11	13
V	100	89	83	79	71	69
P	100	94	91	79	77	75
S	100	91	86	74	72	70

注 9月6日 75%含水比で開始, 期間中外気温 min 13.4, max 22.7, mean 18.1 °C, 日射量 235 ly·day⁻¹

この傾向は、圃場試験の観察による傾向と一致した。しかし、保湿性は前述の昇温性と逆な関係があるとすれば、(S)の土壤水分低下は最も大きくてよい筈である。このことは保湿性が、透過光量、光質による昇温度だけでなく断熱性、密封性や表面水滴の附着性などに関連するためと考えられるので今後の検討を要する。

(2) 苗代育成苗の生育

① 除覆時および移植時

苗の生育は第4表に示した。除覆時には(S)の生育が最もすまみ、葉数、草丈、茎葉重が大きかった。(P)は葉数がすまむ方であるが、生育量はむしろ(C)が大きかった。(V)は葉数、生育量とも最低で生育が抑制された。移植時も同様であるが、(S)、(C)群と(P)、(V)群と明瞭にわかれ、(S)、(C)群の生育の増大が著しくなった。

第3表 苗代時の生育

区	除 覆 時				移 植 時			
	草丈(cm)	葉 数	茎葉重(g)	根 重(g)	草丈(cm)	葉 数	茎葉重(g)	根 重(g)
V	5.0	1.4	0.496	0.163	8.7	1.8	0.803	0.340
P	6.0	1.6	0.573	0.196	9.0	1.9	0.846	0.373
S	7.9	1.8	0.603	0.276	13.0	2.1	1.136	0.506
C	6.2	1.5	0.620	0.346	9.9	2.0	1.183	0.376

第4表 本田の初期生育

区	14日後		42日後			
	草丈(cm)	葉 数	草丈(cm)	莖 数	茎葉重(g)	根 重(g)
V	12.5	3.1	36.9	10.4	1.10	0.36
P	14.2	3.0	41.9	8.8	1.72	0.56
S	14.5	3.6	42.1	12.8	2.40	0.94
C	12.7	3.3	41.2	13.0	2.42	0.68

② 本田初期生育

初期生育は第4表に示した。移植後14日の葉数の傾向は除覆時と同様であるが、(P)の草丈の伸長は明らかで、(S)なみとなった。移植後42日の傾向も

床土土壤水分に対する影響を保湿性ということにすると、第2表のようである。

これは供試苗代容積に近似したガラス室に各資材を被覆し、その中にいた苗箱土壤水分の推移をみたものである。秋季寡照時の実験であるが、(P)が最も床土が乾きにくく、(V)が最も乾き易く、(S)は中間であった。

14日と同様であり、移植時の苗生育の傾向と同様に(S)、(C)群が(P)、(V)群より優れた。

以上の生育反応は、(V)は換気操作を殆どしない悪条件下においたので、生育の抑制は大きい。一方透過光量が自然光の60%でも、保温・保湿性にすぐれている(S)の苗生育が最も良くハウス利用普通苗と大差なく、(P)は保温力が小さいなりに生育が抑制されたものと考えられる。そこで環境調節施設内で温度を一定にし、土壌水分も灌水により過乾を防いで光要因のみの影響をみた。

(3) 環境調節装置での苗生育

第5表によると、低温、高温条件にかかわらず、苗生育は(V)が最も良く、(P)が最も劣り、(S)が両者の中間となった。このことは、温度、土壌水分を光と別個に規制すれば、苗生育は透過率の大きい被覆資材が良く、全く透過光量に依存する結果であった。

第5表 温度制御下の被覆材の苗生育に及ぼす影響

区	品種	18℃				28℃			
		草丈(cm)	根長(cm)	茎葉重(g)	根重(g)	草丈(cm)	根長(cm)	茎葉重(g)	根重(g)
V	Fu	21.7	7.3	1.275	0.265	27.9	6.1	1.635	0.295
	Sa	17.7	5.1	1.155	0.315	20.9	5.5	1.305	0.370
P	Fu	22.9	6.2	1.015	0.165	25.8	7.6	1.255	0.260
	Sa	18.0	4.5	0.945	0.190	19.6	6.4	0.885	0.220
S	Fu	19.6	5.6	1.150	0.250	24.7	6.5	1.405	0.230
	Sa	16.2	6.3	1.070	0.245	20.7	5.0	1.195	0.250

注 1) Fu: フジミノリ, Sa: ササニンキ 2) 茎葉重, 根重は100本の乾重

(4) 供試被覆資材の利用性について

育苗前期の換気、灌水の省略する見地からは、(V)は床土が乾き易く、当然単独利用は困難である。寒冷紗1枚(400#)被覆でも日中降温、夜間保温の効果は少なかった。(C)は気泡の凹凸のある面を内側にした場合の面の重ね合せがむずかしく、戸外でのトンネルにおける利用は操作性に難があり、ハウス内の二重被覆により適している。(P)は葉色の濃いがかちりした苗であるが、保温力よりみると低温時の使用に難点があり、高温・多照時の利用が適当であろうと思われる。(S)は保温・保湿性よりみて目的に近い資材である。

畑苗代における育苗前期の40%程度の減光は苗生育に大きな支障はなかった。本実験の育苗期間は平年より日照時間で23%少なく、平均気温でむしろ1℃位高かったことよりみれば、光量そのものは現時点では、相対的に大きな阻害要因ではなからう。

3 まとめ

トンネル畑苗代稚苗育苗の簡易化のため、2, 3の単一被覆資材の利用を、出芽揃10日余りの被覆下で比較検討した。

1. 供試被覆資材の床内温度、光に対する特性をしらべ、床土に対する保湿性におよんだ。
2. 苗の生育、本田初期生育は保温性、保湿性にすぐれた被覆資材がよかった。
3. 育苗前期の40%程度の減光は苗生育に大きな支障はなかった。
4. 供試被覆資材の利用性を検討した。

引用文献 (略)

東北農試に新設された自然光および人工光グロースキャビネットの概要

藤原 忠・寺中吉造・阿部博史

(東北農業試験場)

1 はじめに

本施設は、東北農試の整備計画の一環として、昭和46年度春季に総合温室に隣接して新設された。その後調整期間を経て試験に供試され2年を経過したが、今迄の経過を振りかえって、故障の起き易かった点を含めてその概要を報告し、本施設の利用やこの種施設を導入する場合の参考に供したい。

2 施設の概要

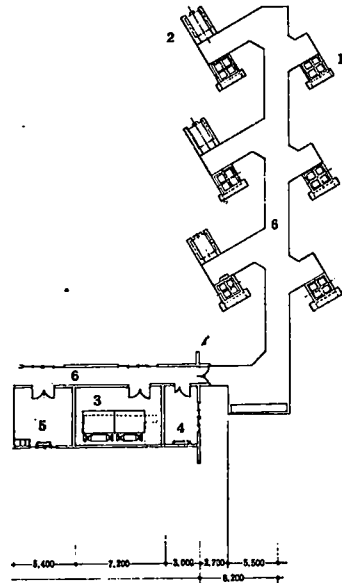
この種施設が国内の試験機関に導入され始めてから10年前後の歳月を経過しているが、東北地域では青森県農試藤坂支場が最も早く導入しており、特に真新しいものではない。東北農試の場合は設計当時に共同利用を意図したこともあって、性能も多目的な使用に耐え得ることが要求され、機器の構成とその組み合わせはやや複雑とならざるを得なかったように考える。

(1) 構成

第1図に示すような配置となっており、自然光グロースキャビネット6台(屋外)と人工光グロースキャビネット2台(屋内)および制御室と準備室から本施設は構成されている。自然光グロースキャビネットは、短日装置を含めて相互に日影の影響を受けることのないように間隔を取り真南に向けて配置した。

(2) 性能と特徴

性能は第1表に示すように、7～35℃の間で自由に処理温度を設定できるように設計したが、盛夏期には10℃前後の低温を維持するのは困難である。当初5℃前後までの処理を可能にすることが要望されたが、そのためには特殊な仕様となるので予算的にも困難であった。予算が許すならば低温専用のキャビネットも1台導入しておくことで試験の効率を上げる上に極めて有効である。特徴としては、自然光グロースキャビネットについては、日長と地温の調節装置を付設した点があげられ、短日装置は上家移動式とした。また、冷凍機は水冷式にするとクーリングタワーから各キャビネットへの配管がかなり長くなるため、冬期間に凍結害によるバルブ等の損傷が予想されるので効率は低下するが空冷式とした。人工光グロースキャビネットについては、収容室を暗室条件で換気可能としたほか、必要に応じて光量や温度の処理ムラを消去できるようターンテーブルを付設した。また、キャビネット内の空調は気流の流れが比較的自然条件に近い側面吹き出し側面吸い込み方式とした。光源は陽光ランプを主体に水銀燈と蛍光燈を組み合わせたが、波長別エネルギー分布



第1図 キャビネットの配置状況

- 1. 自然光キャビネット
- 2. 短日装置
- 3. 人工光キャビネット
- 4. 監視制御室
- 5. 準備室
- 6. 通路

第1表 環境調節実験装置設計条件

名 称	温度条件	湿度条件	備 考
人工光グロース キャビネット	7~35℃ ±1℃	50~85%±10%	設置台数1台(2室で1台) 照度条件35,000 x (光源より1,000%にて) プログラムコントロール付、1台は外気温度差 制御(外気温度±15℃)可能 風速0.3m/sec以下(吹出吸込口より200%にて) 有効寸法 1,700×1,700×1,800% ターンテーブル1,400φ、360°/min高低調節可能 温湿度記録計(各3点)、日射記録計(6点)付
自然光グロース キャビネット	7~35℃ ±1℃	50~85%±10%	設置台数6台 プログラムコントロール付、3台は外気温度差 制御(外気温度±15℃)可能 温度条件は外気との最大温度差25℃、日射量 1.3cal/cm ² minとする。 地温制御7~35℃±1℃(プログラムコントロ ール付) 風速0.4m/sec以下(吹出、吸込口より200%にて) 日長装置、補光装置、短日装置(3台のみ)付 温湿度記録計(各3点)2台、温度記録計(12点) 1台、日射記録計(6点)1台付

注 新鮮空気量5回/hr以下、自然光キャビネット寸法2,000×2,000×1,800%
H

の測定結果からは、とくに生育に支障をきたすような波長特性は認められない。

(3) 今迄故障の起き易かった箇所

自然光グロースキャビネットについては、標準型のキャビネットよりやや大型としたのに対し、ドアは標準タイプのものが使用されているため、その構造やストッパーが堅固でないため、強風の場合風にあおられドアのガラスが破損したケースが多く、強風の日ドアの開閉には特に注意が必要である。この点は施行時に十分留意すべきことの一つである。実験遂行上一番支障の多かったのは、サーボアクチュエーターとステップコントローラーの連動性の不調による処理精度の低下である。サーボアクチュエーターは、キャビネット内の温度とセットした処理温度との差を検知し、設定温度になるように冷凍機やヒーターを作動させる指令をステップコントローラーに発信する計器であり、ステップコントローラーはその指令をうけて可動し、冷凍機関係は3台を3段階で、ヒーター関係は4段階でカム式で順次入れたり切ったりする機器である。従って、この両者は温度制御の中核系統であるから、その組み合わせについては、機種・精度・耐久性の面から十分な検討が必要である。この問題については、メーカー側の検討により一応解消されている。その他細かな点については一般の温室と異なり、精度の高い処理能力を要求される施設であるから、使用する側でも保守管理面からの対策と工夫が必要であることは言うまでもない。

3 あとがき

以上で東北農試に新設された標題の施設についてのつたない紹介を終るが、この種施設は大型のフ

ファイトロンに比較して小型のため、保守管理等についてはとかく軽視され勝である。しかし、小型であっても大型のファイトロンと構成されている機器は全く同様であり、むしろ小型のためコンパクトに組み込まれて居り敏感であり、故障も起こし易い。この点の認識がこの種施設を活用する場合の前提条件であることを付記したい。また、設計時には予算の制約があるから、施設の性能は重点的に考え、何より故障による処理の攪乱を回避することを優先すべきであることも痛感させられた点である。なお、この施設は導入以来ずっとオペレーターなしで、使用研究員によって運転されて来ていることも付記したい。また参考までに機器の仕様については付表1~2に示した。

文献 省略

付表1 各人工光グロースキャビネット機器仕様

区分	名 称	台数	仕 様
空 気 調 和 機 関 係	冷 凍 機	1	全密閉型水冷式 200V 3Ø 0.75KW R-22
	"	2	全密閉型水冷式 200V 3Ø 1.5KW R-22
	冷 却 コ イ ル	1	直接膨脹式プレートフィンコイル 6列14段
	電 気 ヒ ー タ ー	1	エロフィンヒーター(防湿型) 200V 1Ø 0.4KW×7段
	送 風 機 モ ー タ ー	1	全閉外扇型 200V 3Ø 0.75KW 4極
	送 風 機	1	両吸収シロッコファン #1 $\frac{3}{4}$ 61ml/min SP22%
	加 湿 器	2	遠心噴霧式 100V 1Ø 45W 加湿能力 0.8l/h
照 明 関 係	陽 光 ラ ン プ	9	一般型 400W 全光束 → 20,000lm
	バラストレス水銀灯	6	反射型 700W 全光束 → 16,800lm
	螢 光 灯	12	200V 40W 全光束 → 3,200lm
	換 気 扇	1	圧力扇 200V 1Ø 200W
制 御 器	プログラムコントローラー	1	P.I.D式 カム型 目盛0~50℃
	同上用測温体	1	白金 PT 100Ω at 0℃
	サーボアクチュエーター	1	1~5mA DC 1KΩ
	ステップコントローラー	1	100V 1KΩ
	湿 度 調 節 器	1	毛髪式 2位動作 目盛 20~80%
	タイムスイッチ	4	24時間周期 電動型 停電補償付
付 属 機	サ ー モ	2	ランプハウス用、温風機用 液膨脹式 2位動作
	タ ー ン テ ー プ ル	1	テーブル寸法 1,400mmφ 耐荷重 100kg(max) 組立式 回転数 1RPM 3φ 200V 200W

付表2 各自然光グロースキャビネットの機器仕様(地温調節6台, 短日装置3台)

区分	名称	台数	仕様	
空気調和機関係	冷凍機 1	2	全密閉型空冷式 200V 3Ø 1.5KW R-22	
	〃 2	1	同上 2.25KW R-22	
	冷却コイル	1	直接膨脹式プレートフィンコイル 4列2段×2系統	
	電気ヒーター	1	ニクロム線ヒーター 200V 1Ø 1KW×8段	
	送風機	2	圧力扇 200V 1Ø 100W 35cm	
	加湿器	2	遠心噴霧式 100V 1Ø 45W 加湿能力 0.8ℓ/h	
	加湿ヒーター	1	シーズ線ヒーター 200V 3Ø 3KW	
制御器	外気温度差調節器	※1	電子式 目盛 -15~+15℃(S型2台に付1台)	
	同上用測温体	※2	白金 PT100Ω AT 0℃(1本は外気用)	
	プログラムコントローラー	1	PID式 カム型 目盛0~50℃	
	同上用測温体	1	白金 PT100Ω AT 0℃	
	サーボアクチュエーター	1	1~5mA DC 1KΩ	
	湿度調節器	1	毛髪式 2位置動作 目盛 20~80%	
附属機器	タイムスイッチ	2	24時間周期 電動型 停電補償付	
	日長用蛍光灯	1	防湿型 100V 40W	
地温調節装置	補光用蛍光灯	4	同上	
	水温調節器関係	冷凍機	1	全密閉型空冷式 200V 3Ø 0.75KW R-22
		熱交換槽	2	鉄管製 パッキン部ネオブレンゴム
		冷却コイル	2	直膨式 ローフィンチューブ
		ヒーター	2	シーズ線ヒーター 200V 3Ø 1.5KW
		ポンプ	2	電動機 100V 1Ø 80W 流量1.3ℓ/min 全揚程12m
	制御器	プログラムコントローラー	2	電子式 3位動作 カム式 目盛0~50℃
同上測温体		2	白金 PT100Ω AT 0℃	
短日装置	ギヤモートル	1	全閉外扇形 200V 3Ø 0.4KW 減速比1:30 50RPM	
	タイムスイッチ	1	24時間型 電動型 停電補償付	

ビニールハウスの環境制御 換気方法によるハウス内部気象の変化

千葉文一・日野義一
(宮城県農業センター)

ハウスの大型化にともない夜間の保温化は大きくなるが、日中は高温、多温となり、その制御が問題となる。日中の昇温制御には種々の方法があり、一般的には換気による温度制御が行われている。そこで、換気方法を変えた場合のハウス内気象の変化について試験を実施した。

1 試験方法の概要

試験は昭和47年5月に、単棟6型(45m×11m)、単棟ZM-180型(55m×18m)ビニールハウスを供試して行った。試験のための換気方法は次の通りに行った。

単棟6型 (作物:キュウリ, 植列:棟方向に直角, 試験時の草面高:160cm)

自然換気 天窓, 出入口, サイドビニール開放

強制換気 1)片妻ファン(風量315 m^3/min)2台回転排気, 反対妻吸気, 天窓, サイド閉じ。

2)両妻ファン, 4台回転排気, 天窓開放吸気, サイド閉じ。

単棟ZM-180 (作物:キュウリ, 植列:棟方向に平行, 試験時の草面高:200cm)

自然換気 天窓, 出入口開放

強制換気 1)サイドファン(風量300 m^3/min)6台回転排気, 反対側サイド吸気口(50×50cm)14開

2)ダクト換気, 片妻ファン3台回転排気, ダクト吸気。

3)サイド, 妻ファン9台回転換気, 天窓, 出入口, 吸気口全開。

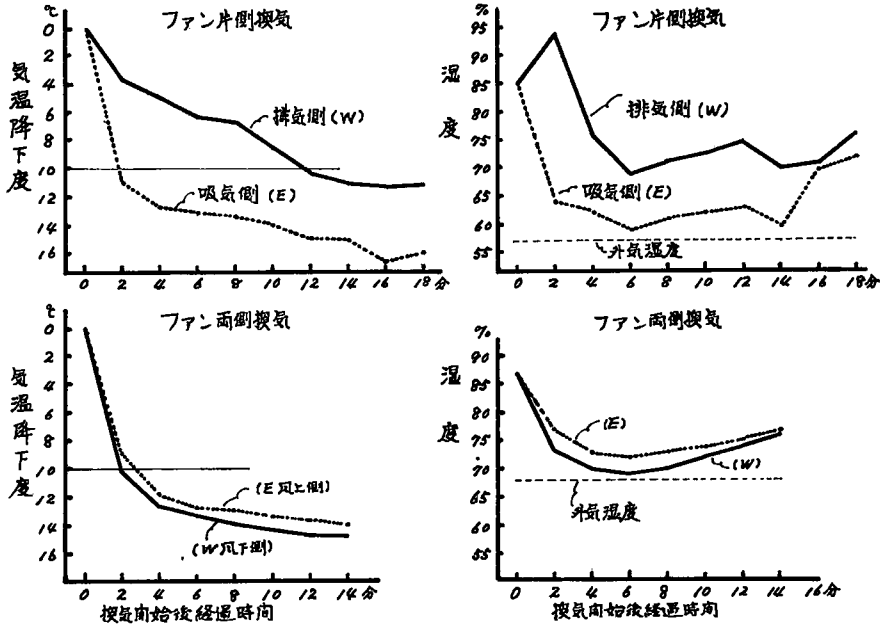
内部気象の変化は、電子管式通風温湿度記録計、抵抗温度計、アスマン通風温湿度計を使用して、ベット上120cmの気温、湿度を測定した。

2 試験結果と考察

(1) 換気開始後の気温、湿度の経時変化

ハウスを密閉状態から換気方法を変えて、気温、湿度の経時変化を測定した。第1図はファン換気による気温、湿度の経時変化を示したものである。それによると、ハウス内の気温、湿度ともに換気開始と同時に急激に降下するが、数分後でその変化はゆるやかになる。これを換気方法別にみると、内部気温の変化は、片妻のファン換気では吸気口側(吸気口から5m位内側)の気温降下が早く、換気開始後2分で10℃以上も降下し、その後は温度の下り方はゆるやかになり次第に外気温に近づき、14～16分でほぼ平衡状態に達する。これに対し排気側は気温の急激な降下は見られず、じょじょに低下し、その降下度は吸気側より小さく、気温のほぼ平衡に達した状態では吸気側より6～7℃位高温になっている。両妻のファン換気の場合は、どの場所もほぼ一様に降下し、換気開始後の降下度は片妻ファン換気の吸気側とほぼ同じであるが、天窓からの吸気であるため、片妻換気の吸気側より若干小さい。また同一排気量のファンでもE側とW側で多少温度差があるが、これは測定時に棟方向と平行のE寄り1.5～2 m^3/s の風が吹いていたので、風力換気も加わり前報で示したように、風上側のE側が風下側のW側よりやや高めになったものと思われる。

また、自然換気の場合は図示してないが、換気開始直後から急に気温の下ることは、ファン換気と同様であるが、気温降下度はファン換気の場合より小さい。平衡状態での気温はファン換気の場合より高く、外気温との差も大きい。また全面開放のため、場所による温度変化の差は小さい。



第1図 換気開始後の気温、湿度経時変化(昭47, 仙台, 単棟6型)

つぎに、ハウス内湿度の変化をみると、換気開始後4~6分で湿度は急に低下し、外部湿度とほぼ同じ値になる。しかしその後はほとんど変化せず気温が平衡状態に達する頃からは、むしろ反対に湿度は増加する傾向を示しており、これは自然換気の場合になお明らかである。片妻換気では、排気側は換気開始直後は一時湿度が高くなり、その後低下し始める。しかし気温と同様に吸気側より湿度は高く、その差は10%位ある。気温が平衡状態になってからは、吸気側の湿度はやや増加するので、排気側と吸気側の湿度差は小さくなる。

(2) 換気方法のちがいによるハウス内気温分布とハウス内外気温、湿度の差

換気開始後内部気温の変化がほぼ平衡状態になった換気中のハウス内気温分布は第2図の通りで、換気方法によって気温分布のちがいがみられ、場所によって内外の温度差はかなり違っている。

また、内部全体の平均気温、湿度と外部気温、湿度との差を第1表に示す。

単棟6型の自然換気は、天窗、出入口開放、サイドビニールのたくし上げで行った。この場合の開放部分はハウス表面積の約30%位になり、通風換気は毎秒約2m/秒の風もあって、かなり良く行われハウス内の温度分布むらは小さく、一部通風の悪い部分を除いては外気温との差は1℃前後であった。

天窗、サイドビニールを閉めた片妻のファン換気では、吸気側と排気側でかなり大きな温度差があり、吸気側ではほぼ外気温に近づいているが、排気側では外気温より5℃以上も高くなっている。この場合の換気回数は19回で、内部平均気温は外気温より2℃以上高く、自然換気の場合より、やや高目になっている。

天窗吸気の両妻ファン換気では、換気回数が片妻換気の2倍になり、温度分布むら、内外気温差は片妻換気、自然換気よりも小さくなる。

単棟ZM-180の試験でも換気方法による違い、吸気側と排気側の温度差が明らかに認められる。

サイドファン換気では、吸気口から排気口までの距離が短かく、換気方向と植列方向が直角である

ため、吸気側でも植列内では、外気温との差は3℃内外あり、吸気側と排気側の温度差もそれほど大きくない。

ダクト換気では、気温分布むらは大きくないが、換気回数が15回と少ないため全体的に気温は高く、吸気側でも5℃前後外気温より高い。

天窓開放、サイド、妻ファン全回転による換気では、換気回数が50回近くなり、かなり換気は良く行われ温度分布むらは少なくなり、外気温とかなり近い気温にまで下る。

ハウス内湿度は、表で見られるように換気回数が多いほど内外の湿度差は小さくなる。しかし作物栽培中では、これまでの試験によるとほぼ70~80%内外で経過しており、外気湿度が40%以下とかなり乾燥しても、ハウス内湿度は50%以下に下ることはほとんどなかった。また湿度分布は場所によって高湿、低湿の差は大きいところで10%位あり、高湿部は通風の良くない気温の高い部分とほぼ一致している。

3 まとめ

ハウス内の気温、湿度は換気方法によって変化し、換気回数が多いほど気温、湿度の分布むらは少

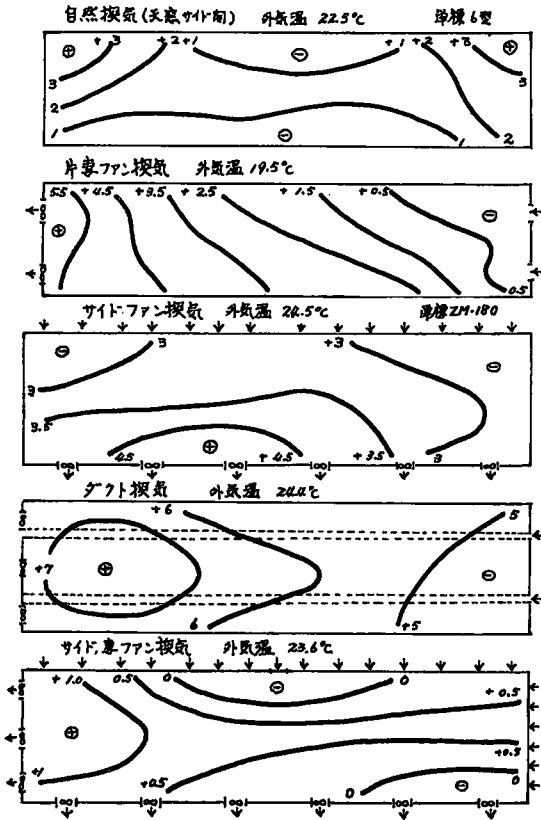
表 ハウス内外の気温、湿度比較 (昭47.5 宮城)

単棟6型 (495 m²)

換気方法	換気回数	気 温 (℃)			湿 度 (%)		
		外	内	内外差	外	内	内外差
自然換気		22.5	24.4	+ 1.9	67	75	+ 8
片妻ファン	19	19.5	21.9	+ 2.4	57	70	+ 13
両妻ファン	39	21.5	21.6	+ 0.1	68	73	+ 5

単棟ZM-180 (990 m²)

サイドファン	25	24.2	27.7	+ 3.5	37	62	+ 25
妻ダクト	15	24.4	30.1	+ 5.7	40	73	+ 33
サイド、妻ファン	47	23.8	24.1	+ 0.3	40	55	+ 15



第2図 換気方法によるハウス内気温分布 (外気温との差) 昭47.5 (宮城)

なく、全体の平均気温、湿度は、外気との差が小さくなる。また換気回数が同じでも、換気の方法、植列方向、栽培作物の極被量によって変化することも認められる。したがってハウス内の温度環境調節にはそれぞれの管理目標の温度によって換気方向、換気回数を決め合理的温度管理を行わなければならない。

主要畑作物の登熟期における降雹の被害解析について

佐々木邦年・佐藤忠士・大野康雄・高橋康利

神山芳典

(岩手県農業試験場)

1 まえがき

1972年9月12日岩手農試中心とも言うべき降雹が、幅4km、長さ10kmにわたり、親指大の雹が40分も降り、一時は10cmも積り、畑一面が真白な状態となった。これらのことはすでに1972年第18回の当学会において、気象概況なり、水稻の被害解析は、工藤、大川らによって報告されており、今回は主要畑作物の被害状況について報告する。

2 主要畑作物の収量と品質に及ぼした影響

(1) 畑いね

降雹前の生育は、出穂が例年より2~3日早く、穂揃よくきわめて良好に経過し、降雹時には早生種の「新雪」はすでに成熟期に入り、中生種の「ふ系85号」が成熟直前、晩生種の「シモキタ」が登熟後半にあった。被害の様相は、葉身の裂傷が甚しく、さらに枝梗の折損、および著しい籾の脱粒がみられ、収量は激減した。第1表は、これらの被害を例年との比較でみたものである。a当たりわら

第1表 畑いね累年収量と被害年の比較

品種名	年次	出穂期 (月日)	a 当たり収量 (kg)				精玄米 干粒重 (g)
			わら重	精糶重	もみ わら比	精玄米 重	
新雪	44~46平均	8.2	33.2	41.3	126	34.3	19.9
	47年	7.31	31.9	27.1	85	21.9	19.1
	比較 (%)	-2	96	66	67	64	96
ふ系85号	44~46平均	8.6	42.0	51.6	123	42.6	21.6
	47年	8.5	51.3	43.3	84	35.6	21.3
	比較 (%)	-1	122	84	68	84	99
シモキタ	44~46平均	8.13	51.2	53.9	106	43.8	19.5
	47年	8.9	50.7	46.2	91	37.8	20.5
	比較 (%)	-4	99	86	86	86	105

重が各品種とも例年と大差なく、なかでもふ系85号はむしろ多いことは例年に劣らない生育量であったことがうかがわれる。しかし、a当たり精糶重は、「新雪」で35%、「ふ系85号」、「シモキタ」で14~16%の減収であり、従って、もみ/わら比は例年100以上であったものが60~80程度となったことは如何に降雹の被害による脱粒の激

しかったかがうかがわれる。a当たり精玄米重は精糶重と同様で、籾摺歩合等には影響がみられていない。

玄米干粒重は、新雪でやや劣ったほかは大差がみられなかった。とくに畑いねにあっては、「新雪」そのものが脱粒性の高い品種ではあるが、熟期と被害の関係が大きく、成熟間もない品種が被害率が高かった。第2表は、品種別玄米についてその被害粒を調査した結果である。被害粒のうち、とくに降雹の衝撃により発生した褐点

第2表 降雹による被害粒の品種間差

品種名	出穂期 (月日)	a 当り 玄米重 (kg)	玄米粒数歩合 (%)			a 当り 落籾 下数 (千粒)	概算 被害率 (%)
			整粒	褐点粒	青未熟粒		
新雪	7.31	21.9	74.5	5.1	1.4	3.2	(22)
マツマエ	8.2	31.0	80.1	4.4	3.0	—	(9)
シモキタ	8.9	36.8	70.7	2.4	6.0	1.5	(7)
レイメイ	8.12	35.9	53.7	13.0	11.7	—	—

粒は、登熟がおそく、粒にまだ青味のみられる品種に多かった。しかし、熟期的に「イレメイ」より2〜3日しか早くないが、「シモキタ」の発生が少なかった。このことは「シモキタ」は登熟が早く、また、穀殻の固さ等も関係しているものと思われる。なお、褐点粒は玄米の表面に褐点を生じ品質を著しく阻害し、検査等級では等外となった。青未熟粒は当然登熟のおそい品種に多く、なかでも「レイメイ」が多いが、このことは褐点粒の発生にも基因しているものと考えられる。これらの関係から整粒歩合は、熟期が早く、褐点粒、青未熟粒の発生が少なかった「新雪」、「マツマエ」が高かったが、これらの品種は被害による減収率も高かった。一方、被害が比較的少なく減収率の低かった「シモキタ」、「レイメイ」の場合は、整粒歩合が劣り、品質が劣悪となり、結果的に畑いねにおよぼした降雹の被害はきわめて甚大であった。

(2) ひ え

最近、飼料用として再びひえがみなおされつつあるが、元来脱粒性が問題となる作物で、とくに台風等で収穫皆無となることもある。当場では2年ほど前から奨励品種決定調査を実施しているが、降雹時すでに成熟期に入り収穫の終わったもの、成熟直前にあったもの等があり、収穫の終わったものでもそのまま圃場に残されてあったので、被害前後の関係を調査した。(第3表)

この結果、各品種の減収率は30〜90%と幅が広く、殆んど降雹の衝撃による脱粒によるもので、被害の著しい品種は、草ぼうきの如く立っている状態であった。品種による減収率の差は、品種本来の脱粒性の難易に基因するようで畑いねのように熟期との関係はあまりはっきりしなかった。被害の大きかった品種は、在来種「農林」、「ニギリ」、「ヤリコ」等の白ひえで比較的品質の良い、きゃしゃな様相の品種であった。

第3表 ひえの降雹被害による品種間差

品 種	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈 長 (cm)	降雹前 子実重 (kg)	降雹後 秋重(kg)	減収率 (%)
1. 与市早生(標)	8. 7	8. 26	165	32.2	25.1	22
2. 水 来 粘	〃 2	〃 28	119	35.1	30.5	13
3. 在来種(農林)	〃 10	9. 1	147	32.6	9.2	72
4. ヤ リ コ	〃 9	8. 29	152	36.5	25.0	32
5. ニ ギ リ	〃 10	〃 31	150	33.9	14.0	59
6.* 朝 鮮	〃 14	9. 16	150	41.0	35.7	13
7.* 二 子 糲	〃 15	〃 20	153	41.3	36.8	11

(注) 6,7については降雹前にも収穫した。

(3) 大 豆

第4表 大豆累年収量と被害年の比較

品 種 名	年 次	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	茎 長 (cm)	a. 当たり収量(kg)		子実百 粒重(g)
					全 重	子実重	
白目長葉	45〜46平均	7. 28	10. 5	77	76.0	30.7	29.4
	47年	〃 27	〃 7	62	57.0	25.7	26.9
	比較(%)	-1	+2	81	75	84	91
ライデン	45〜46平均	7. 31	(10. 14)	75	69.9	28.9	27.5
	47年	〃 30	10. 11	72	56.4	22.2	22.4
	比較(%)	-1	-3	96	81	77	81
山白玉	45〜46平均	8. 10	(10. 14)	71	70.4	24.5	29.7
	47年	〃 5	10. 18	70	56.9	17.1	28.8
	比較(%)	-5	+4	99	81	70	97

開花が例年より2〜3日早く、良好な生育を示しておったが、降雹時には熟期の早いものは黄葉期にあたり落葉が早められた。また、黄葉期前にあったものは裂葉が著しく、葉柄、茎、若莢には衝撃による白斑を生じ、徒長性の品種は倒伏をみた。第4表は、累年収量と被害年を比較したものであるが、開花は例年より早かったが、成熟は「ライ

デン」を除いて一般におくれた。収量については、a 当たり子実重で熟期の早い「白目長葉」で84%、熟期中の「ライデン」で77%、熟期のおそい「山白玉」で70%と結実の早い品種ほど被害が少なかった。子実百粒重は、「ライデン」、「白目長葉」で明らかに減少がみられたが、「山白玉」では着莢数の関係もあって減少が少ない。

第5表は、同一品種でも被害程度の差異によって、その後の回復状況なり、被害解析のため、被害程度別に無処理区と剪葉区をもうけ調査した結果である。被害程度「大」は葉の損傷面積割合が70%、「中」が40%、「小」が20~30%とし、各区とも20株について調査した。

この結果、株当たり総粒重で被害程度大の無処理区と剪葉区では、剪葉区が20%程度の減収がみられたが、被害程度中

では剪葉区が40%近くも減収し、この時期にあっても明らかに同化器管の欠除が収量に及ぼす影響が大きく、当然ながら結実の初期ほど、また、被害の少ない場合ほど差が大きくなる。子実百粒重に及ぼす影響も同様の傾向であった。(しかし、被害程度小の場合は調査場所が異なり、播種期もおかれているので調査結果は参考にとどめる。)

(4) 小豆

降雹前の生育は、大豆と同様に順調な生育をたどり、極早生種の2~3の品種はすでに収穫が終っていた。しかし、大部分の品種は、降雹時成熟ま近にあり、とくに成熟期に近い品種ほど、裂莢が著しく、畦間一帯が脱粒のため真赤な状態となった。第6表は、降雹による被害の品種間差異を調査した結果であるが、降雹時すでに成熟期にあったもの、成熟期に2~3日早いもの、これらより10日ほどおそいもの等について、その被害をみると、明らかに成熟期ま近にあった品種が、落下粒重が多く被害を大きくうけている。減収率は多いもので40%から中のもので10%程度で、熟期のおそいものは、裂莢による落下がみられなく、葉の損傷がみられる程度であった。以上のように、小豆の場合は、降雹時いかなる熟期で遭遇したかと云うことが、被害率を高める結果となり、さらに大豆と異なり裂莢性が高いことが被害をます原因ともなっている。

第5表 被害程度と粒重との関係

被害程度	品種名	処 理	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	株 当 たり			子 実 100粒 重 (g)	同 花 比 率 (%)
					総粒数 (粒)	総粒量 (g)	比 率 (%)		
1	大	無処理	8. 6	10. 20	52	9. 8	100	22. 5	100
2		剪 葉	〃	〃	42	8. 0	82	22. 0	98
3	中	無処理	8. 5	10. 18	83	22. 4	100	29. 2	100
4		剪 葉	〃	〃	70	14. 2	63	22. 9	78
5	小	無処理	8. 8	10. 17	69	15. 5	100	26. 5	100
6		剪 葉	〃	〃	59	13. 3	86	24. 0	91

(注) 5~6小は参考にとどめる。

第6表 小豆降雹被害の品種間差

品 種 名	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	株 当 たり 収 量 (g)			
			残 存 子実重	落 下 子実重	計	落 下 歩合(%)
1大館2号	7. 22	9. 11	12. 3	8. 1	20. 4	39
2高橋早生	〃 20	〃 14	13. 7	5. 6	19. 3	29
3岩手大納言	8. 1	〃 14	24. 6	3. 0	27. 6	11
4大納言	〃 8	〃 23	18. 8	0	18. 8	0
5大館1号	〃 7	〃 23	17. 8	0	17. 8	0

以上のように、小豆の場合は、降雹時いかなる熟期で遭遇したかと云うことが、被害率を高める結果となり、さらに大豆と異なり裂莢性が高いことが被害をます原因ともなっている。

3 摘 要

- (1) 畑いね 降雹時成熟期に近い品種ほど減収をみたが、熟期のおそかった品種は、被害粒(褐点粒)をまし、品質を著しく阻害した。
- (2) ひ え 熟期との関係よりも品種本来の脱粒性の難易に基因し、在来種「農林」、「ニギリ」、「ヤリコ」等が減収率が高い。
- (3) 大 豆 降雹時黄葉期にあった品種よりも、これよりおそかった品種の方が、衝撃による葉柄、茎、若莢等に白斑を生じ、被害粒も多く減収をきたした。
- (4) 小 豆 成熟期にあっては大豆より裂莢しやすいため、成熟期に近い品種ほど被害率が高く、品種本来の脱粒性は明らかでなかった。

日本農業気象学会創立30周年記念英文出版

Agricultural Meteorology of Japan

A4版215頁、定価5,000円(学会員頒布価格3,000円)、送料150円

発行所 東京大学出版会

大変永い間お待たせしましたが、上記の英文書が完成し出版されました。わが国における農業気象の研究成果を外国に広く披露すべく、第1章を農業気象研究の背景と歴史とし、以下6章を農業気候、耕地微気象、作物と気象、気象災害、人工気象、気象改良と分け、それぞれの分野の概説と重点的記述を行い、巻末には30年間の農業気象学会誌の全論文題目を集録しました。

既に海外からの注文も多数きておりますが、本書の内容は本学会員の方々にも役立つ面が多いと思われれます。

東大出版会の販売は一部5,000円ですが、学会員が学会事務局(農技研 齊藤隆幸)を通して購入する場合、3,150円(送料込)です。ただし学会事務局を通して購入する場合、販売部数及び申込期日に制限がありますので、御希望の会員は現金書留にて至急申込みください。

30周年記念英文出版部会

北海道における昭和48年初夏の異常少雨と畑地水収支について

内島立郎・桜谷哲夫・石黒忠之

(北海道農業試験場)

1 まえがき

昭和48年は全国的に空ツウに終り、7月の降水量は著しく少なく、近年には稀な天候経過であった。北海道でも石狩地方を中心として異常少雨の天候が続き、牧草や畑作物の生育に大きな影響をもたらした。このような異常天候を記録しておくために、札幌の資料を中心に異常少雨の程度を調査し、あわせて、畑地水収支の変化について若干の考察を行った。

2 異常少雨について

(1) 気象経過

第1図に示されるように、札幌の気象経過を半月別にみると、5月以降、降水量が平年値を上まわったのは5月6半月のみで、その他の半月はいずれも平年値に達しなかった。

* 本報は北海道支部会誌1625(昭49)にも発表した。

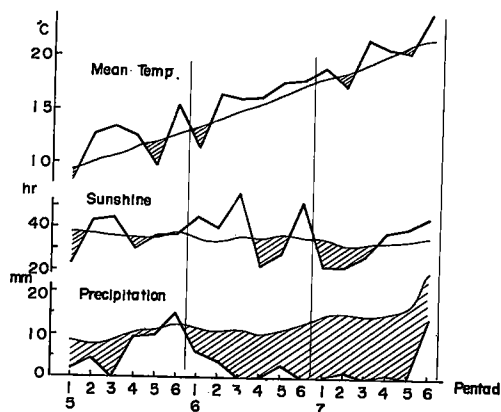
とくに6月1半月から7月5半月にかけては雨らしい雨がほとんどみられなかった。8月上旬に至り、ようやく、平年を著しく上まわる降水量がみられた。この間の気温は、おおむね高めに経過したとみられよう。

第2図は降水量の地理的分布であるが、6、7月降水量は石狩地方がもっとも少なく、40mm以下、平年比20%以下であった。道東地方では100mmを越えたところも多かったが、平年比では、なお40~70%であった。

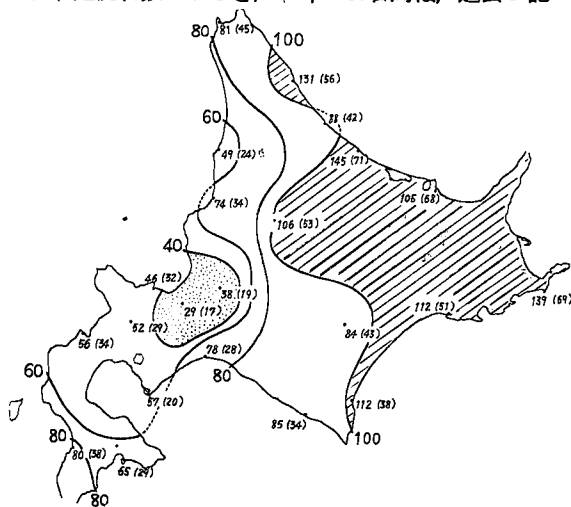
(2) 少雨記録

既存の資料から、札幌の6、7月降水量に関する少雨記録を比較すると第1表、第2表のとおりである。1889(明22)年以降、6月の13.0mmは史上第2位、7月の16.0mmは史上第1位、6~7月合計の29.0mmはこれまでの記録の半分にも満たない異常少雨記録となった。

これを無降雨(3.0mm/日以下も無降雨とみなす)連続日数でみると、48年の50日間は、過去の記



第1図 48年半旬別気象経過(札幌)



第2図 48年6~7月合計降水量(mm)

第1表 6, 7月降水量の過去の少雨記録との比較(札幌)(1889~1973)

順位	1 位	2 位	3 位	83年平均	S d	C.V
6 月	12.1(明24) ^{mm}	13.0(昭48) ^{mm}	23.7(昭2) ^{mm}	66.7 ^{mm}	34.4 ^{mm}	51.6 %
7 月	16.0(昭48)	28.0(昭24)	29.5(昭47)	92.0	50.2	54.6
6~7月	29.0(昭48)	59.4(昭24)	60.2(明39)	158.5	60.7	38.2

第2表 6~7月の無降雨(3.0mm/日以下)連続日数(札幌)(1889~1973)

順位	年次	日数	期 間		6~7月合計降水量 ^{mm}
			月 日	月 日	
1	昭 4 8	5 0	6. 11	~ 7. 30	29
2	昭 4	3 0	6. 23	~ 7. 22	70
3	明 2 2	3 0	6. 11	~ 7. 10	109
4	明 2 4	3 0	6. 1	~ 6. 30	210
5	明 3 9	2 9	6. 7	~ 7. 5	60
6	昭 2 9	2 9	7. 2	~ 7. 30	103

録30日間の1.7倍に達し、例のない干天が続いた。

さらに、6~7月合計降水量について少雨の再現期間(リターンペリオド)を表わしたのが第3図である。6~7月合計降水量の累年平均値は第1表にあるように159mmであるが、第3図によれば過去の記録からみて100mmの少雨が現われるのは、およそ5年の再現期間を考えればよいことになる。同様に50mmの少雨の場合は約100年の再現期間を要する。しかるに、48年のように29mmの少雨の再現性は、前年までの記録のみを限り、数100年の単位で考えなければならないことになり、48年の少雨は極めて異常な記録であったといえよう。

3 畑地水収支について

前記のような天候経過で5月以降は畑地への水分供給が少ないため、耕地は著しく乾燥し、畑作物は生育停滞し、1番刈後の牧草地では2番草の再生伸長が数週間にわたりほとんど停止した。測定値がないので土壌水分の実際の経過は追跡できないが、気候学的手法^{3) 6)}で畑地の水収支について考察してみる。

畑地のある深さまでの根圏土層について、ある期間の平均の水収支を近似的に考えると、透過量の変化を無視すれば次のように表わされる⁵⁾。

$$W_i = W_{i-1} - E_t + P - K \dots \dots \dots (1)$$

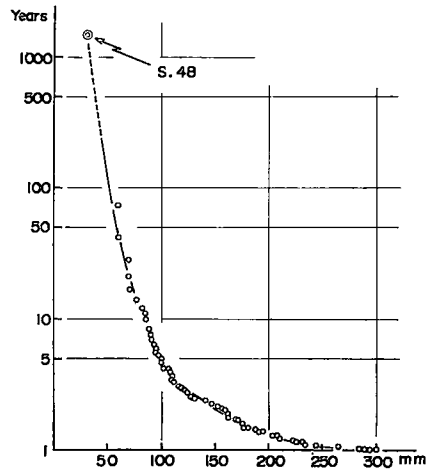
ここで、 W_i : ある月の土層の有効水分量

W_{i-1} : 前月の土層の有効水分量

E_t : 蒸発散量

P : 降水量

K : 表面流去その他の量(過剰量)



第3図 6~7月合計降水量、少雨の再現期間(札幌:1889~1972年)

蒸発散量は実測値がないのでPenmanの公式¹⁾から算出した最大可能蒸発散量 (E_p) を用いる。いま、各種植物の根圏域として、地表から100cmまでの土層を考えると、この土層中に含まれる有効水分の飽和量は100mm前後といわれる^{4),7)}。有効水分の飽和量については測定例が非常に少なく、また土壌の構造によって異なるので、上述の値の一般化にはなお問題が残されている。最近、木下²⁾は北海道内の各種土壌について、土層30cmおよび50cm当りの易有効水分 ($pF 1.8 \sim 3.8$) の容量を明らかにしているが、それによれば洪積土と火山灰土では後者が3倍以上の容量があり、土壌の種類によって著しく異なることを示している。しかし、ここでは、簡単に上記の値で考える。

そこで、 W_i の飽和量を100mmとし、100mmを越える水分供給量を K として、札幌の気象値から月

第3表 札幌の月別水収支(平年) -mm-

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
蒸発散量*	0	0	0	72	88	94	108	113	81	28	14	0
降水量	118	83	75	64	59	73	90	112	150	104	104	111
土壌水分変化量	0	0	0	-8	-29	-21	-18	-1	69	8	0	0
土壌水分量	100	100	100	92	63	42	24	23	92	100	100	100
実際の蒸発散量	0	0	0	72	88	94	108	113	81	28	14	0
水分不足量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水分過剰量	118	83	75	0	0	0	0	0	0	0	90	111

第4表 札幌の月別水収支(48年) -mm-

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
蒸発散量*	0	0	0	82	94	103	112	105	67	36		
降水量	88	69	89	47	41	13	16	277	197	178		
土壌水分変化量	0	0	0	-35	-53	-12	0	100	0	0		
土壌水分量	100	100	100	65	12	0	0	100	100	100		
実際の蒸発散量	0	0	0	82	94	25	16	105	67	36		
水分不足量	0	0	0	0	0	78	96	0	0	0		
水分過剰量	88	69	89	0	0	0	0	72	130	142		

* : PENMAN式による最大可能蒸発散量

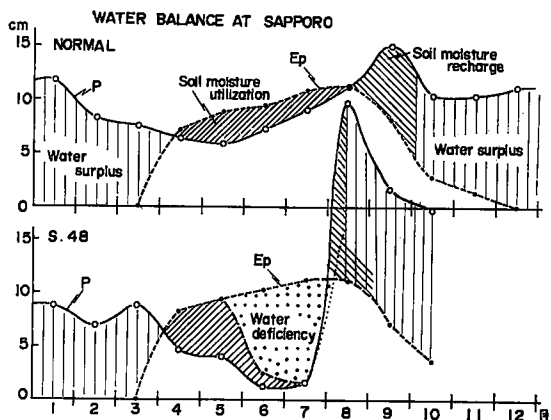
別の水収支を計算したのが第3表、第4表、模式的に図化したのが第4図である。これらによれば、平年気候下では4月から8月までの各月は蒸発散量に比べて降水量が不足しているが、その差は地中の水分保持量の範囲内なので、実際には畑地水分の不足は生じないであろう。そして8月までに消費された地中の水分は、9月の多雨によっておおむね補給されるものと考えられる。これに対して48年の場合は、降水量の不足が4月にすでに35mm、5月には53mmあり、それまでに地中の水分の大部分を消費している。6月は蒸発散量が103mmに対して、水分供給量は降水量と地中水分を合わせても25mmにすぎず、水分不足量は78mmに達する。7月は地中からの水分供給がないので、蒸発散量と降水量の差96mmが不足量になる。8月は数回の大雨で平年の2.5倍の降水量があり、乾燥した土層に十分に水

を供給して、なお72mmの水分過剰となった。9、10月も多雨が続き水分過剰が平年より著しかった。このように水収支からみても、48年6、7月は明らかに畑地の水不足を来し、例年にない干ばつ条件であったことが知られた。

4 むすび

48年6、7月の少雨は、過去83年の記録からみてもきわめて異常な現象であり、畑地では強度の水不足を来したと考えられる。

水収支式による畑地水分の過不足は、土層の有効水分量の評価によって異なる。すなわち、有効水分飽和量は対象とする土層の厚さや構造で異なるから、根圏の浅い作物や、水分容量の小さい保水性の劣る土壌の場合には、水不足は上記以上に大きいと考えられる。



第4図 畑地水収支比較（札幌）

参 考 文 献

- 1) 北海道農地開拓部(1962)：要水量と気候要素，畑地かんがい計画設計資料№1
 - 2) 木下 彰(1973)：土壌の水分特性と水管理，北農試研究資料№1
 - 3) 日下部正雄(1956)：蒸発散位よりみた福岡の干ばつ，農気，12(2)
 - 4) 日下部正雄(1957)：蒸発散位よりみた大和田の土壌水分，農気，12(3)
 - 5) 農技研微細気象研究室，果樹試気象研究室，草地試草地生態研究室(1973)：気候からみた干ばつ危険度区分法に関する研究。
 - 6) 関口 武(1962)：水収支，現代地理学体系I，第2巻気候学(所載)
 - 7) 高谷 悟(1962)：果樹園の干ばつ推定の試み，研究時報，14(1)
- 資料：札幌管区气象台(1973)：改訂版北海道の気候，北海道の気象17(1～10)，北海道気象旬報，気象庁(1972)：日本気候表その2，その4

昭和48年暖候期における東北地方の異常小雨について

(昭和48年6月下旬から9月上旬までの長期にわたる干ばつについて)

工藤 敏雄

(仙台管区気象台)

1 はじめに

昭和48年の干ばつは、全国的な規模でおきており、東北地方は暖冬により山岳の積雪は平年よりかなり少なく、5月に入っても少雨傾向が続き、6月になっても雨量は少なく、この頃には一部で被害が出はじめた。7月に入っても依然として雨量は少なく、特に内陸では平年の10%に達しないところもあり、水不足による影響は深刻なものとなった。この期間は大体、東北地方北部の県で被害が顕著であった。7月30日から8月14日までの一連の降雨により、北部の干ばつは一応解消したものの、南部は8月に入っても雨量は少なく、仙台、福島では6、7、8月の合計雨量は観測開始以来の少雨となり、また、そのうえ、南部の地方では観測開始以来の猛暑の日が続いたところもあって、記録的な長期間にわたる規模の大きい干ばつとなった。9月に入り一連の降雨があったので、南部地方でもやっと水不足を解消したが、この間、河川の水位の低下と、ダムの中絶による給水の制限、水力発電所の発電停止など、各種産業部門に及び、特に農業部門に与えた被害は大きく、全国的にみても東北地方は最も大きくなっている。

今回は、その原因を気象的な面から解析したので報告する。

2 異常気象の総観解析

(1) 冬の気象経過の特徴

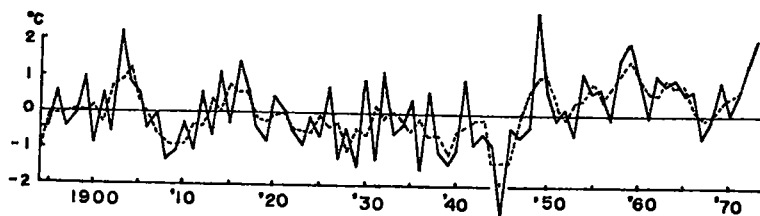
1972年12月は、中旬を中心に冬型の気圧配置となり、季節風が強まったものの、その前後は季節風が弱く、さらに1973年1月と2月は冬型の季節配置となっても長続きせず、大陸の高気圧は移動性となって日本附近を蔽うことが多かった。12月～2月の3カ月平均500 mb高度および偏差図によると、日本附近の谷が例年より弱く、50°N以南の大陸と、西太平洋域の中緯度は正偏差におおわれた。このため、1972～73年の冬は、その前の冬に引きつぎ異常な暖冬寡雨となった。東北地方平均(青森・秋田・宮古・山形・石巻および福島の6地点

平均)の冬期平均(前年12～2月の3カ月平均)気温は、1972～73年の冬は2.3℃(平年偏差+1.8℃)で、18

91年以降についてみる

と、1948～49年の冬(

3.0℃、+2.5℃)、1902年～03年の冬(2.4℃、+1.9℃)に次ぐ第3位の暖冬年であった(第1図)。第1図点線の3年移動平均曲線で示されている長期傾向からわかるように、戦後は暖冬年が頻発しているが、1972～73年の冬の高温は特に顕著なものであった。

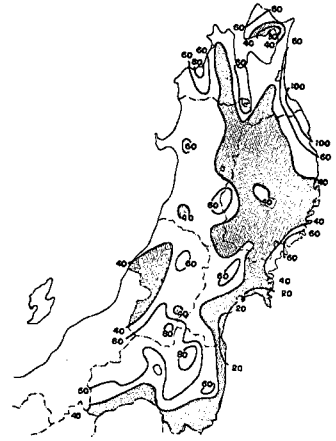


第1図 東北地方の冬季 平均気温偏差の長期傾向
(点線は3年移動平均)

このように暖冬で季節風が弱かったため、東北地方では前冬ほどではなかったものの、降雪量・積雪量とも例年よりかなり少なく（第2図）、水源地である奥羽山系沿いでは、多い所でも平年の80%ぐらいの積雪であった。これは、地下水量や雪どけ水によるダム等の貯水量にも影響しており、また、青森、岩手両県では40%の地域は、干ばつ被害発生の地域とほぼ一致するところから、その遠因をなしているものと考えられる。

(2) 春の気象経過の特徴

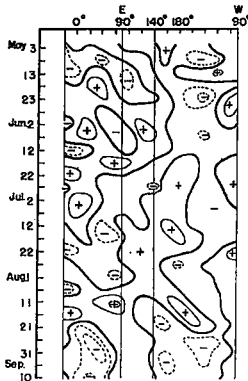
4月は北半球全体では弱い低指数であった（東西指数偏差-7m）が、極東域では東西指数偏差が+72mと1969年（+105m）以来の高指数型循環を示した。このため、東北地方はかなりの高温となり、降水量は盛岡・山形および小名浜など、一部の地域で平年を多少上廻ったものの、一般に少なめの所が多かった。また5月は、周期的な天気変化で寒暖の変動がきわめて大きかったが、低気圧の強い発達もなく、移動性高気圧圏内のことが多かったので、降水量は山形県の内陸地方を除いて平年よりかなり少なく、特に太平洋側と北部では50%以下の所もあった。青森、岩手両県では、この5月の少雨が6~7月の干ばつにつながって、東北地方南部より早く干害が現われ始めたとみられる。



第2図 1972~73年の冬の最深積雪の平年比率分布図（単位%、陰影部は40%以下の部分）

(3) 夏の気圧配置の特徴

6~8月の3カ月を平均した夏季平均の500mb高度およびその偏差図（第3図）からみると、高緯度ではシベリヤの尾根と、それに伴う正偏差域、中緯度の40~30°N帯では日本附近の尾根と160°Eおよび115°E附近の谷が特徴的である。しかし、これは各月についてみると多少趣を異にしており、6月はオホーツク海北西方の尾根とカムチャッカ半島南東方から日本附近にのびる谷による東西型、7月はオホーツク海北方と日本海に強い正偏差域の中心を持ち、130°E線にそってほぼ南北に連なる優勢な尾根、さらに8月は日本とその南東方に中心をもつ高気圧の支配下にあった。60°Nと40°Nに沿う半月平均500mb高度偏差から、これらの時間的変化をさらに詳しくみると、60°Nでは、例年6月ごろはオホーツク海北西方が尾根、ベーリング海中部が深い谷になるが、1973年の場合は5月下旬から6月中旬にかけ110°~160°Eの地域では高度正偏差域が続き、特に6月上旬には+100m以上の正偏差を伴った顕著な尾根が形成されて、北日本の上層では連日北西風が卓越して好天をもたらした。次いで、7月中旬から8月上旬にかけては持続的に日本附近は広い正偏差域におおわれ、その後9月上旬にかけて再び東谷傾向になったことが特徴的である。一方40°Nでは6月ごろまでは15~20日の間隔で日本附近の谷が深まり、北日本には寒気が入りやすく、東北地方の太平洋側から本州中部



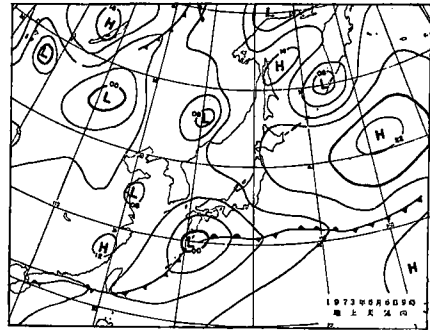
第3図 60°Nに沿う半月平均500mb高度偏差の連続図

にかけては6月は平年に比べて1~2℃低温となった。さらに7月から8月にかけては、7月末から8月初めの一時期を除いて、110°~115°E附近が+50m以上の優勢な高圧部におおわれた。これが東北地方の北部に続いて南部にも大干ばつをひき起した直接的な要因である。

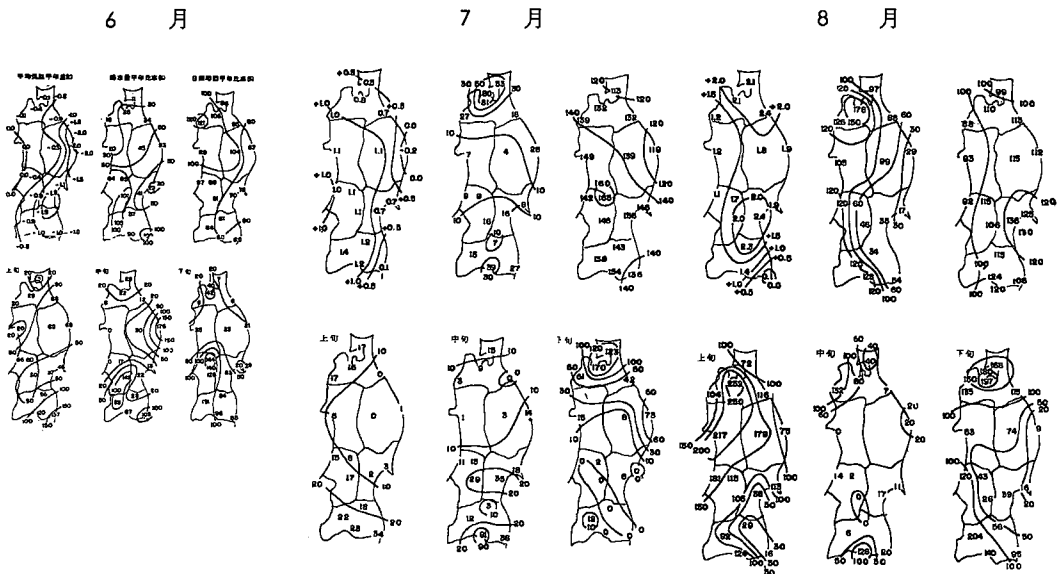
3 月別の気象経過

6月：オホーツク海方面には高気圧がしばしば現われたが、梅雨前線はいつもの年より南偏したので、太平洋側では気温は低目、日本海側では平年並みとなったものの、雨量は全般に少なく経過した。すな

わち、月はじめの発達した低気圧が千島方面に去ったあと、北日本に寒気が入った。結局、この寒気は上旬の天気を支配し、東北各地の気温は近年にない低温となり、5日から6日にかけて梅雨前線が北上し、東北地方は全般に「梅雨入り」となった(第5図)。しかし、中旬に入って日本海の高気圧におされて梅雨前線は再び南下し、前線上をつぎつぎに低気圧が東進したため、東北南部の雨量はやや多かったものの、そのほかは全般に少なく、太平洋側や南部では低温・寡照に終わった。下旬に入ると、しばらく中休み状態であったつゆも、25日に揚子江流域からの低気圧の東進にともない、前線が北上して前線活動も活発となった。しかし、雨域は東北地方北部まで広がらず、わずかに南部で27



第5図 東北地方の梅雨入りごろの地上天気図



第6図 東北地方の6, 7, 8月の平均気温平年差, 降水量および日照時数平年比率分布図(上段)と旬別の降水量平年比率分布図(下段)

～28日に雨が降ったにとどまり、月を通して雨量の少なかったことが特記され、一部では水不足による被害が出はじめた。一方、気温は前半は平年よりかなり低く、後半は高目の日もあったが、地域的には太平洋側と南部では月を通してかなり低温であった。日照は、上旬は全般に平年並かやや少な目で、中旬と下旬は太平洋側が平年の50%前後のところが多かった(第6図)。

7月：月を通して本州附近は高気圧におおわれることが多く、梅雨前線は日本の南海上にあって衰弱する形となったので、東北地方は全般に7月13日に「梅雨明け」となった。すなわち、上旬と中旬は日本附近に中心をもつ上層高気圧や小笠原高気圧におおわれ、下旬にはオホーツク海から三陸沖に南下した高気圧が天気を支配する型となった。このため、東北各地は中旬までは高温に、下旬は低温に経過したが、雨量は全般に少なく、6月に引き続き近年に稀な小雨で干ばつとなった。地域的には東北北部の青森、秋田、岩手の三県がひどく、特に青森、岩手両県での干ばつ被害は、時期的に畑作物が中心となり、農業を主としてその影響は深刻さをましてきた。結局この月は、気温では三陸沿岸で平年並のほかは全般に1℃前後高目となり、日照は平年の150%のところが多かったのに加え、降水量は10%前後のところが大半で、高温・多照・少雨とともに典型的な干ばつ型の天候となった(第6図)。

8月：夏型の気圧配置が持続し、各地とも異常な高温が続き、真夏日の継続日数としては過去の記録を更新したところが多い。一方、雨量は東北北部と日本海側では月初めと下旬に前線の影響でかなり雨が降ったので、これらの地方では一応干ばつは解消した。なお、青森、秋田の両県では水害にみまわれたところもあって、両極端の現象が相次いでおこるめまぐるしさであった。そのほかの各地では、台風の接近や雷雨の発生もなかったので雨量はひきつづき少なく経過した(第6図)。

以上のように干ばつは、6～7月は東北北部が中心となったが、7月末から8月初めにかけての前線南下の影響もあって、これらの地方では干ばつは解消したものの、月を通じてにわかあめ程度しか降らなかった東南北部が中心となった。なかでも、宮城・福島両県がひどく、水道の使用制限や農作物の被害は増大した。これらの地方では、雨量が少なかったのに加え、気温も近年ではめずらしく高温となったのも見逃すことはできない。すなわち、仙台市における最高気温30℃以上の日数は、7～8月を通じて33日間となり、めずらしく多くなったのに加え、30℃以上の連続日数は、8月6日から20日まで15日間を数えた。これは累年第1位のものであり、同じく福島市における30℃以上の連続日数は7月25日から8月23日までの30日間で、これまた累年第2位となっている。時期的に猛暑と少雨による干ばつとなり、この点では東北北部のそれとは内容的に相違すると考察される。

これらの気象現象は水不足に拍車をかけ、農作物の水稻には稔実不良等に結びつく結果となった。

4 台風の発生状況

1973年の場合は6月末までは台風の発生は全くなく、7月2日になってようやく第1号が発生した。1940年以降でみると、6月末までに台風の発生が皆無だった年はなく、少発生年の1949年と1954年でも6月末までに2個発生している。7月には平年より多く発生し、8月と10月にもほぼ平年並の発生をみたが、結局年間の発生数は21個で、1969年に次いでこの34年間第2位となった。

5 干ばつに関する各種気象要素の記録

以上のような気象状況により、各種気象要素にもその極値更新が現われた。干ばつの原因には、冬季に積雪量が少なかったことなど、遠因となるものもあるが、ここでは直接の被害の出はじめ

第1表 6, 7, 8月の合計雨量の小さい値の累年順位

地名	順位	6・7・8月の合計雨量	年	統計年
福島	1	128.5 mm	1973	1890~1973
	2	146.5	1970	
	3	201.1	1942	
山形	1	158.5	1929	1891~1973
	2	181.6	1928	
	3	184.5	1918	
	4	195.0	1975	
仙台	1	141.5	1973	1926~1973
	2	161.6	1929	
	3	216.2	1943	
盛岡	1	115.5	1924	1924~1973
	2	201.0	1929	
	3	202.0	1973	
秋田	1	182.7	1909	1886~1973
	2	201.0	1970	
	3	204.5	1924	
	4	210.5	1973	
宮城	1	178.0	1950	1940~1973
	2	200.5	1949	
	3	250.4	1943	
	4	
	5	372.5	1973	

第2表 月降水量の小さい値 ※印は更新した値 1973年

月	官署名	1位	2位	3位	
		値年	値年	値年	
6	青森	原 310 73	407 40	426 57	
	むつ	原 130 73	362 37	400 68	
	深谷	原 185 73	338 57	484 49	
	八戸	原 38.5 75	423 58	439 65	
	石巻	308 94	原 370 75	433 97	
	秋田	210 37	229 27	原 270 73	
	大船渡	原 670 73			
	7	盛岡	154 43	原 580 75	384 54
	八戸	原 210 73	257 62	309 43	
	盛岡	42 43	原 65 73	142 29	
石巻	28 43	原 10.0 73	166 24		
仙台	185 43	262 29	原 270 73		
秋田	14 43	原 145 75	262 29		
酒田	09 43	原 180 73	702 59		
山形	187 43	180 15	原 280 75		
新庄	215 73	640 70	1020 68		
福島	原 115 73	115 15	222 42		
白河	660 70	原 765 73	866 49		
新巻	原 315 73	565 68	835 55		
大船渡	原 85 73				
8	石巻	126 25	153 66	原 195 73	
	酒田	316 23	412 54	原 425 73	
	大船渡	原 350 73			

た6月から8月までの気象要素のうち、降水量についての記録を掲載する(第1, 2表)。

6 むすび

ここにのべた異常気象の原因とその特性を要約すると次のようになる。

- (1) 1972年~73年の冬は、その前の冬に続いて記録的な暖冬寡雪であって、雪どけによる水量が例年より少なかった。
- (2) 4月は高温で降水量は一般に少なく、5月は変動が大きかったが天気の良い日が多く、引続き雨量は少なく、太平洋側と北部では雨量が50%以下のところもあった。
- (3) 6月は、東北地方の北部は高気圧圏内にあつて天気よく、また梅雨前線もいつもの年より南偏して不活発だったため、東北南部でも雨量は少なかった。
- (4) 7月にはいると、日本海に中心をもつ上層高気圧が発達して晴天少雨が続き、東北北部はこの7月の寡雨によって干ばつの被害が決定的なものとなった。
- (5) 東北北部では、8月はじめに雨が降ったのをはじめとして、水不足は一応解消したが、9月はじめごろまでは、まだ日本上空の高気圧がつよく、気圧配置は夏型で気温が高く、中部以南の渇水は深刻であった。
- (6) 台風の発生は6月で全くなく、年間の発生数も21個と平年を下廻った。とくに、台風の発生は南支那海方面に発生することが多く、日本附近に近づいた台風も上層の高気圧に妨げられて、東北地方にはほとんど降雨をもたらさなかった。

〔講 話〕 寒冷地における施設栽培の問題点

中 川 行 夫
(農林省果樹試験場)

1 はじめに

従来、寒冷地における冬季の食生活は新鮮な野菜が不足しがちのために、健康維持のうえからみて大いに問題があった。最近、寒冷地にも施設栽培が普及するようになったことは、食生活の向上という見地からもきわめて有意義なことである。しかし、冬季の低温、日照不足、降雪など寒冷地における施設栽培の円滑な普及をはばむいくつかの障壁がある。これらの点を克服し、安定した施設栽培を営むためには、多大の工夫と努力が不可欠と考えられる。この報告が、寒冷地における施設栽培の発展に少しでも役立つことがあれば幸である。

2 暖 房

石油不足は一応解消されたかのように見えるが、値上がりという副産物を残した。西南暖地に比較して多くの燃料を必要とする寒冷地の施設栽培の受ける衝撃は大きい。この危機に対処するためには、①ハウスの保温構造を上げて暖房費を節約する。②適正な容量の暖房機を選定する。③作季を後退させるなどが考えられる。

(1) ハウスの保温構造

暖房中のハウスから逃げる熱には図1のような種類がある。ハウスから逃げる熱をなるべく減らし、ハウスに入ってくる熱(地熱)をできるだけ増すように工夫すれば、暖房機から出す熱が少なくてすむわけである。すき間からの熱損失はすき間をへらすようにすればよい。ガラス室では目張り、ハウスでは破損箇所の修理が大切である。放射による熱損失には2通りあり、フィルム外面からその温度の4乗に比例した放射熱が天空に向って失われるものと、ハウス内の地面や作物表面からフィルムを素通りして天空に失われる放射熱とがある。しかし、暖房中のハウスのフィルム内面には露が一面に付着している状態が多いので、素通りする放射熱は非常に小さくなり、前者のフィルム外面からの放射熱だけと考えるとよい。この放射熱をへらすには、ハウス屋根部のフィルム温度をなるべく低く維持することが大切

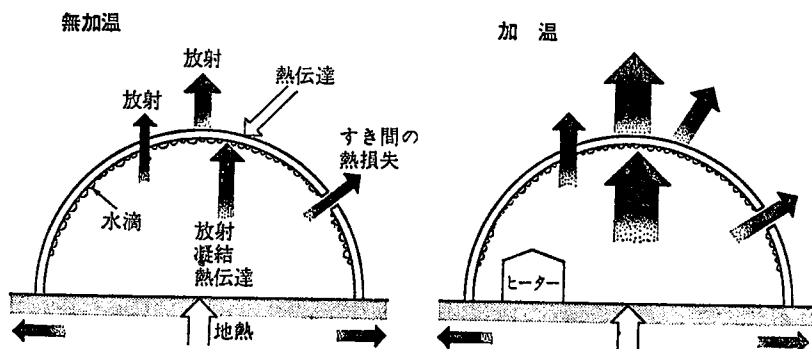


図1 夜間のハウスの熱の出入り(中川)

白い矢は、はいる熱、黒い矢は失われる熱

熱伝達による熱損失は、ハウスを吹きわたる風速に比例して大きくなるので、ハウス周辺、とくに冬季の常風の方向に防風垣を設備し

することが大切で、このためには二重カーテンを張るか、フィルムを二重張りにするのがよい。なお、二重カーテンや二重張りになるとすき間からの熱損失も明らかに減少する。

てハウスに当たる風を弱くする工夫が必要である。

ハウスに流入する地熱を多くするには、土壌を適度に湿らせておくと、日中に地中内部へ熱がよく入りこみ、一方、夜間になると日中に地中内部へ貯えられた地熱が盛んに地表からハウスへ流入する。ハウス内の地表面に黒色や汚れたプラスチックフィルムを敷いたり、敷わらの状態では日中に貯えられる熱がきわめて少なくなり、したがって夜間の地表面からの放熱量も減少する。図1から認められるように、地熱が横方向に逃げるので、この熱損失をへらすにはハウス周辺に適当な深さまで断熱材を設置するのも一案である。

ハウスの保温構造をまとめると、すき間の目張り、フィルムの二重張り、二重カーテン、防風垣、床面に被覆をしないかあるいは透明フィルムで被覆する、適度な土壌水分、ハウス周辺の断熱材ということになる。このほか、定植後日数の経過しない期間はトンネル被覆を行なうことはいりまでもない。

(2) 適正な暖房機容量の選定

ハウスの暖房に必要な熱量は、ハウスの大きさ、構造、作型(栽培時期、作物の種類、ハウス内維持温度)および栽培する地域などによって大きく違うものである。したがって、この暖房必要熱量をあらかじめかなりの精度で推定しないかぎり、準備すべき暖房機の容量の見当がつかない。暖房必要熱量を根拠なしに見積もると、過じよう投資になることもあり、あるいは逆に暖房機の容量が小さくなり過ぎてハウス内気温を計画通りに維持することができない。暖房必要熱量は次式で計算するのがよい。

$$\text{暖房必要熱量 (Kcal/hr)} = \text{ハウス表面積 (m}^2\text{)} \times \text{暖房負荷係数} \times (\text{暖房によって維持するハウス内気温} - \text{外気温})$$

上式で暖房負荷係数はハウスの構造(すき間、カーテンの有無)、ハウス内外の気象条件(地熱の大小、ハウス外の風速や天気)、暖房様式などでその値が左右される。今までに多くの研究者によって測定された値をまとめたのが、表1である。

表1 暖房負荷係数の測定値

被覆状態	暖房負荷係数 (Cal/m ² .hr.°C)	観測者
ガラス一重	5.1 (無風)	Hart (1945)
"	5.6 (風あり)	"
"	5.5	Gray (1954)
"	4.8~5.7	Whittle, Lawrence(1960)
"	5.5	Vogel, Heisner(1961)
"	3.6 + 0.55 W	Morris (1962)
"	5.7 + 0.38 W	Takakura, Okada(1972)
ポリエチレン一重	5.9	Vogel, Heisner(1961)
CABフィルム一重	5.5	Sheldrake, Langhaus(1962)
塩ビ一重	5.0 + 0.29 W	Nakagawa(1973)
CAB+ポリエチレン	3.4	Sheldrake, Langhaus(1962)
塩ビ+ポリエチレン	3.9 + 0.08 W	Nakagawa (1973)

注) Wは、地上10mの風速

暖房負荷係数の値についてはまだ統一的な見解を得る段階に至っていないので、ここではガラスやプラスチックフィルム一重の場合に 5.0～6.0、カーテンを掛けたり、二重張りのハウスでは 4.0～4.5 を採用することにしてしよう。外気温としては、栽培期間中の最寒月の低温記録に 5℃ を加えた値を採用してよいと考えられる。

八戸を例にとって暖房必要熱量を計算しよう。八戸で 3 月定植のトマト栽培で、ハウス表面積が 1,000 m²、二重カーテン使用とすれば、八戸の 3 月の低温記録は -12.0℃ であるから、外気温として -7.0℃、ハウス内気温 -10.0℃ をとることとする。したがって暖房必要熱量として

$$\text{暖房必要熱量} = 1,000 \times 4.5 \times [-10 - (-7)] = 76,500 \text{ Kcal/hr}$$

が求められ、この出力に見合う暖房機が必要となる。

(3) 温湯暖房のパイプの長さの決定

温湯パイプの長さは次式から計算される。

$$\text{パイプの長さ (m)} = \frac{\text{暖房必要熱量}}{[\text{パイプ放熱率} \times (\text{パイプ温} - \text{ハウス内気温}) \times \text{パイプの周囲長}]}$$

計算例として、暖房必要熱量が 76,500 Kcal/hr、パイプ温 (温湯の温度) が 80℃、ハウス内気温が 10℃、100 mm 直径のパイプでは周囲長が 0.31 m となる。パイプ放熱率は図 2 の hr + hc の 100 mm φ の曲線とパイプ温 80℃ の交わる点を横にのびすと 12 が得られる。したがって、

$$\text{パイプ長さ} = 76,500 / [12 \times (80 - 10) \times 0.31] = 294 \text{ (m)}$$

が求められる。

(4) 各地の暖房による燃料消費量の比較

の比較

表 2 おもな施設栽培地の燃料消費量

地名	燃料消費量の比数*
戸塚 (神奈川)	168
一宮 (千葉)	132
清水 (静岡)	111
西尾 (愛知)	145
安芸 (高知)	117
須崎 (")	118
八代 (熊本)	100
伊達 (北海道)	262
八戸 (青森)	217
平 (福島)	174

注) 1～3月までハウス内を10℃に暖房した場合、八代を100とした比数

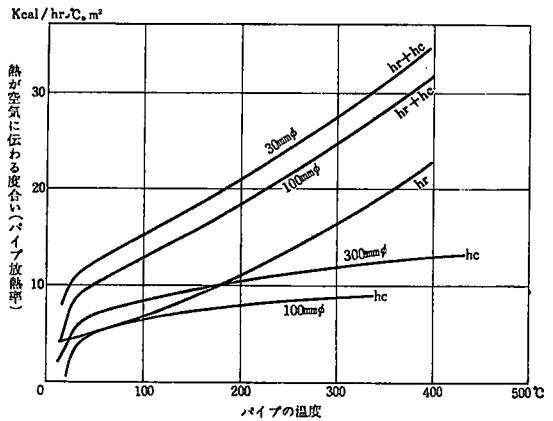


図 2 パイプから放散される熱とパイプ温度との関係 (BUSINGER 1963)

hr ……放射で伝えられる熱
hc ……熱伝達で伝えられる熱

3 換 気

矢吹によると、ハウス内外の温度差を $\theta_i - \theta_o$ に保つために必要な換気量は次式で表わされるといふ。

$$Q = A_f \cdot S_o (\alpha - \beta) / 0.3 (\theta_i - \theta_o)$$

ただし Q : 換気量 (m^3/min), A_f : ハウス床面積 (m^2), S_o : ハウス内の純放射量 (夏 8~10 Kcal/ $m^2 \cdot min$, 春秋 5~7), α : 受光係数 (1.3 くらい), β : 作物の繁茂時には 0.5~0.6, 植栽のないときには 0.2~0.3, θ_i, θ_o : ハウス内気温と外気温

計算例として、床面積 300 m^2 で作物の繁茂しているハウス内気温を春秋の時期に外気温よりも 5 $^{\circ}C$ 高く抑えるためには

$$Q = 300 \times 6 \times (1.3 - 0.55) / (0.3 \times 5) = 900 (m^3/min)$$

の換気量が必要となる。寒冷地では日中の外気温が西南暖地に比べて低く経過するので、換気効率が高い。側窓と天窓を組み合わせた窓換気でも単棟の場合には十分な換気のできる場合が多いが、連棟では換気扇と窓換気の併用がすぐれている。換気回数 50~70 回の換気扇を施設し、あるいは天窓、側窓を完備しても、ハウス内が 30~35 $^{\circ}C$ 以上にあがる季節には栽培を休んだほうがよい。

4 ハウスの台風構造

図 3 A のように、台風時にはガラス室やハウスに大きな風圧がかかる結果、風下側架構には大きな曲げモーメントが、また風下側の柱脚部には引っ張り、すなわち空中に浮く力がかかるようになるので、部材の緊結が悪い場合には、けた、

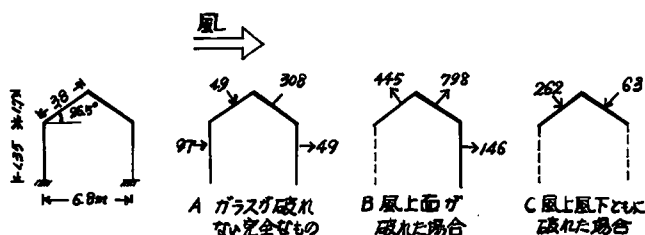


図 3 温室の 1 架構にかかる風圧 (風速 60 m/s のとき, 図中の数字は K_g , 山本 1964)

柱がはずれてつひにはガラス室が倒壊する。

台風時に風上前面のガラス (ハウスのフィルム) が破壊すると、図 3 の B のように風上および風下側の屋根面に急に著しい夏の風圧がかかる。したがって、両脚には非常に大きな引っ張りの力がかかるので、柱脚と土台、基礎の連結が不十分なときにはガラス室全体が空中に飛散する結果をもたらす。伊勢湾台風の際には、この力で温室全体が飛散した例が多く見られた。台風対策としては、風上前面のガラスが破れないように台風来襲前にコモなどで被覆するのがよい。また、部材相互の連結が緊密なように点検、補強しておくことがきわめて大切である。曲げモーメントによるハウスの変形および浮き上がり防止がハウスでも最大の対策となるが、ハウスでは基礎ぐい (角材) を直接地面に打ちこんで、これに鋼材の柱材をボルトで固定するものが多いので浮き上がりやすく注意を要する。

小 原 繁 男

(岩手県畜産試験場)

1 牧草の気象感応試験の背景と経過

牧草には「冷害がない」などといわれてきた。たしかに実をとる作物とちがい、牧草は冷害の年だからといって、極端に減収となるものではない。むしろ主要な草種は、冷涼・湿潤な気象条件を好むので、夏涼しく雨が多いと、この時期の収量が高まることが予想できる。

こうした意味では、冷害がないという言葉あながち「誤り」ではないとおもう。しかし問題は、こうした観念が支配的となって、牧草の生育や収量には、地域性とか、年による豊凶の差があまりないのだと考えられてきた嫌いがあるということである。

比較的新しい例では、昭和40年岩手県下一円をおそった春の豪雪により、融雪期がおくれ、西和賀地方では5月に入ってもなお雪があるという状態で、青草の季節になっても草はなく、冬の貯蔵粗飼料も底をつき、大変ろうばいしたことを思い出す。昨年はまた稀にみる早魃に見舞われるなど、気象災害は容赦なく牧草にも大きく影響を与えるものであることを、身をもって体験した。

また牧草地の栽培面積が急に伸び、1戸当たり飼養頭数が多くなるにつれて、牧草収量の多い少ないが、じかにしかもきびしく経営に影響することから、牧草の豊凶への感心と認識の度が次第に高まり、地域性についても少なからずきもんを抱くようになってきたことは事実である。

そこで本県では、昭和41年東北農業試験場と協議の上、県畜産試験場本場(岩手郡滝沢村)に牧草に関する気象感応試験を設定し今日に至っている。当初は本場において、毎年同じ栽培条件で試験を行ない、年次による収量変動を求めることでスタートしたのであるが、さらに地域性を確めるため、昭和44年から北上山系のほぼ中央にある外山(標高約700m)・北部海岸の久慈・本場を含む3ヶ所を結び、土壌交換によって地域差を求めることになったのである。

2 牧草の年次による収量変動

試験区の構成は、昭和41年以来毎年同じ条件(種子だけ5年区切)で、オーチャードグラス・ラジノクロバ夫々単播・採草型・放牧型夫々混播の4区を設け、毎年同じ日に調査してきたものである。

内容全部を掲げることができないので、オーチャードグラス・ラジノクロバの単播について述べることにする。

昭和42年から48年までの収量推移については表1~2および図-1に示したとおりであるが、試験年数が浅く、同じ条件で比較できるの

表1 オーチャードグラス単播(Kg/10 a)

年次 利用年数	昭和42年	43年	44年	45年	46年	47年	48年
1年草地区	3,978	5,490	4,181	4,761	5,141	6,530	5,385
2年 "		5,567	4,280	4,949	5,321	6,027	5,873
3年 "			4,627	4,984	4,902	4,970	5,371
4年 "				5,128	5,178	5,121	4,628
5年 "					4,516	5,077	5,423
6年 "						4,946	5,350
7年 "							4,938
平均	3,978	5,579	4,353	4,853	5,272	5,452	5,599
指数	79	111	87	99	105	109	111

注 指数は7年の平均を100としたもの

表2 ラジノクロバ(Kg/10 a)

年次 利用年数	昭和42年	43年	44年	45年	46年	47年	48年
1年草地区	7,812	6,792	4,691	5,715	3,438	4,729	5,797
2年 "		5,684	4,455	3,845	3,978	5,058	2,848
3年 "			5,793	5,281	3,621	4,695	1,917
4年 "				5,176	4,954	4,636	3,628
5年 "					4,622	5,690	1,532
6年 "						5,225	2,761
7年 "							2,871
平均	7,812	6,738	4,982	5,008	4,122	5,229	3,050
指数	148	128	94	95	78	99	58

注 指数は7年の平均を100としたもの

は、最大7年で、しかも利用1年目(1年生)草地のみということになる。したがって比較や見方がいろいろあるとおもわれるが、利用1年目草地についてみるとオーチャードグラス単播の場合収量順位および指数は次のとおりである。

42年(74) < 44(77) < 45(89) < 43(102) < 46(115) < 48(119) < 47(124) この場合の10a平均生草収量および標準偏差はKgで 5,362.0 ± 1,082.0 であった。

ラジノクローバでは、46年(62) < 44(84) < 47(85) < 45(103) < 48(104) < 43(122) < 42(140) 5,566.0 ± 1,451.0 と両草種の間では、大方おもむきが異っている。

次に草地の利用年数にかかわりなく、全体をこみにした見方をすればオーチャードグラスでは42年(79) < 44(87) < 45(99) < 46(105) < 47(109) < 43(111) < 48(111)。他方ラジノクローバは48年(58) < 46(78) < 44(94) < 45(95) < 47(99) < 43(128) < 42(148) いずれも()内は全体平均を100とする指数である。(表-1~2・図-1) 両草種間の相関系数は $r = -0.527$ である。この2草種を比較してみるとおおむねオーチャードグラスでは47年、48年が豊作、42年不作、ラジノクローバについては42年が豊作年で、46年は不作の年であったといえる。しかも豊・凶年の差は1年草地で10a当たりオーチャードグラスで2,600 Kg強、ラジノクローバ4,300 Kg強と、いずれも生草であるが、非常に大きいということを、われわれは認識しなければならないとおもう。

3 草地の利用年数(年令)と収量の関係

最も例数を多くとれる48年で、同じ気象条件のもとでみられる草地の利用年数と、生草収量の関係は、一般的には経年とともに下降傾向を示している。ただしラジノクローバでは、3年草地までは急カーブで下降がみられ、4年草地で1時上昇したが、5年草地で再びおち込みが著しく、6~7年草地において2年草地並の回復がみられるなど、W型の変化に富んだ推移がみられた。(図-2)

4 牧草収量の地域差について

本場と外山・本場と久慈を結び土壌交換を行ない、地域による牧草収量の差を求めた結果、図-3のとおり、全体として予想に反し、標高の高い外山と本場の差よりも、本場と久慈間の差がはるかに大きいこと。

また地域差のうち、土壌に基づく差よりも、場所による差、つまり主として気象要因に基づく差の方が非常に大きいこと。そして当然のことながら、土壌間の差は土壌改良を行なうことによって縮小されること等が明かになった。(図-3)

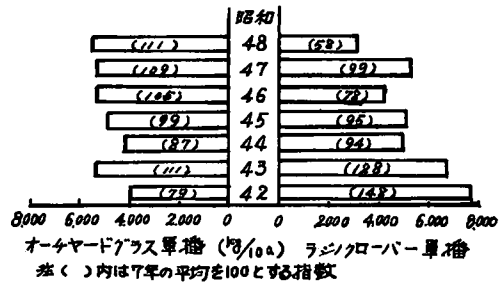


図-1 全体をこみにした牧草収量の年次別変動

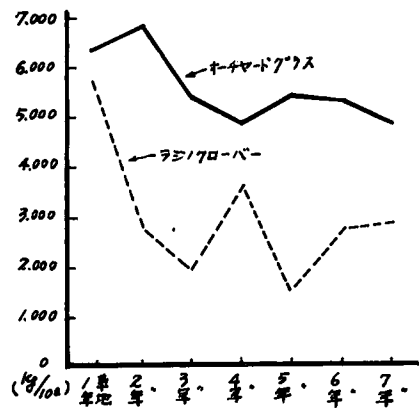


図-2 48年における草地の利用年数と生草収量

以上のとおり地域による牧草収量の差が非常に大きく、しかもその大半が気象要因に基づくものであることが明かとなったが、一口に気象要因といっても、それは決して単純なものでないということに注意しなければならない。本場（滝沢）で豊作の年は、他の地域でも豊作であるとは限らない。このことを裏付けるよい例は、昭和48年度の試験結果である。

昭和48年は忘れもせぬ、稀にみる早魃の年であったと同時に47年から48年にかけての冬は、これまた稀なる雪の少ない年でもあった。こうした異常な気象現象は、牧草の生育・収量にいろいろ影響を与えたことは事実である。

内陸部の代表地点としての本場についてみると、冬期間雪が少なかったため、一般に暖冬とはいいなながらも、土壤凍結がみられ、一時は春の生育遅延をけんねんしたのであるが、恵まれたその後の気象条件により、生育が順調に進んだため、オーチャードグラスでは、1番草の収量は結果的には、平年値をはるかに凌駕する好成績を示し、2番草はほぼ平年並に経過した。その後及び6月中旬以降8月上旬にかけてほとんど有効な降雨がなく、つい稀にみる早魃を招いたわけだが、そのため3番草の減収が著しく、図-4にみられるとおり、平年に対する指数38を記録したのである。

しかしその後は、牧草の生育、収量に好適した気象条件となり、3～4番草で再び増収がみられたため、最終的には前述のとおり指数111と豊作年として記録をとどめるに至ったのである。

これに反シクローバはおもむきを異にし、春1番草は、土壤凍結によるおもわれる生育遅延現象・続いての早魃、その後も完全な回復に至らず終始平年を下まっただため、かつてない凶作年に終わった。（図-4）

このように草種間の差も著しいし、表-1～2からもうかがえるように、草地の利用年数による差もみられる。

傾向的ではあるが、古い草地は早魃の影響を受ける度合が大きいとみなされる。

次は高冷な外山と内陸の本場における気象感応の違いについて検討してみると、48年は表-3のとおりであった。

併用した草地は前の試験と異なり、オーチャードグラスを主体とする採草型混播草地で、刈取条件も外山の生育にあわせてため異なったが、いづれ本場の1番草は平年並かあるいは若干上まわったのに対して、外山では1番草の時点で平年に遠く及ばず30%もの減収がみられた。これは主として、冬

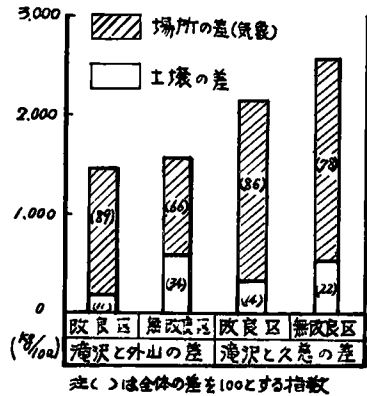


図-3 牧草収量の地域差（3ヶ年平均）

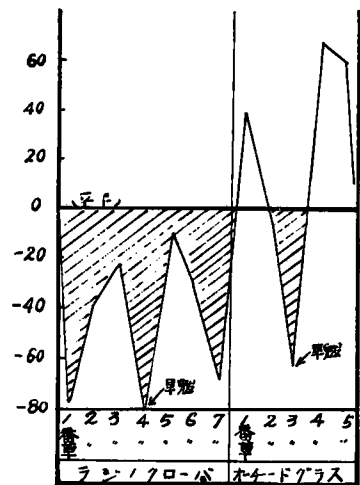


図-4 番草別収量の平年値に対する48年度の比較（本場）

期間雪がなかったことにより、高冷地ほど土壤凍結が著しく、牧草の生育遅延現象のあらわれではないかと推察される。

その後及び早魃、さらに早冷という相つづき気象的制約により、刈取回数も例年より1回少なく最終的には指数66と34%の減収に終わった。

このように、その年々により、また地域によって豊凶の差が著しいということを知らなければならないと同時に、人的要因に基づく豊・凶についても重視しなければならない。

そのよ例は、48年の気象感応試験では

本場の場合、最終的に平年並か、あるいは平年を上まわる結果を得たにもかかわらず、内陸平坦部で例年のない不作であったとつたえる人々が多くあったことは事実であり、それがすべて早魃による気象災害のせいであるかのように受けとめられている嫌があった。こうした試験結果とのくい違いの主な原因として、考えられることは、1つには収量調査を実施していないことから、的確な収量の把握にもとづいた判断でないこと、第2は人為的要因によるものであるという見方ができること、つまり気象感応試験では、収量目標を10 a当たり生草 5,000 ~ 6,000 Kgにおき、収量に見合った施肥と、刈取調査も適期とみなされる時期および間隔で実施しているものである。施肥量ははじめ、刈取時期、回数が適切でなかったり草が古いか、⁴³まめ利率の高い草地であれば気象感応試験におけるオーチャードグラスおよびオーチャードグラスを主とする採草型混播の試験結果と一致しないことは、容易に想像できるからである。春の追肥がおくれたり、1番草が刈りおくれるなど、悪条件のもとで管理された草地にあっては、1番草で既に減収し、2番草は早魃、その後あるていどの回復があったにしても、このことが決定的減収要因となったことは、容易に想像できるのである。

5 今後の問題点

以上が牧草に関する気象感応試験の経過および結果と、それにまつわるいくつかの問題、事例等について想像をまじえながら報告した次第である。われわれが、今後とりくまなければならない問題が沢山ある。その1つは年により、あるいは地域によって、牧草収量に大きな変動のあることが明かになったことにより、今後さらに調査地点を多く設け、網の目を細かにする必要があることを、痛感している。現に47年には県北、県南に夫々1点づつ試験地を増設した。

第2には今までの試験は、単なる現象の把握に過ぎなかった。豊凶を左右するのは、土壤よりも気象的要因がはるかに大きいことが明かになったので、今後は気象要因の解析が必要であること。

第3はデータの活用方法である。既にわれわれは、その年々において、調査期毎に平年値に対する指数を求め、異常な場合は対策を附し、情報として行政や指導機関に提供してきたところである。

また既に筆者等も試みたことがあるが、東北農業試験場でも、1番草収量と積算温度、同じく日照、あるいは、雨量等の中で相関を求めている。

$$1 \text{ 番草収量と積算温度 } r = 0.972 \text{ ***}$$

今後はさらにデータの集積により、要因解

$$1 \text{ 番草収量と日照 } r = 0.038$$

析を可能ならしめると共に、気象データや予

$$1 \text{ 番草収量と降水量 } r = 0.460$$

報をもとに収量予想にまで役立てたい所存であり、関係各位の御協力、御指導を賜りたくお願い申し上げる次第である。

表-3 平年値と48年の番草収量の地域差(外山→滝沢)

場所 年次 番草	外 山			滝 沢		
	昭48	平 年	指 数	昭48	平 年	指 数
1 番草	1,053	1,527	69	2,648	1,952	138
2 "	456	857	53	722	954	76
3 "	638	961	66	873	1,074	81
4 "	480	293	164	1,091	652	167
5 "	—	313	—	—	656	—
合 計	2,627	3,951		5,334	5,288	101

注 指数は $\frac{48\text{年}}{\text{平年}} \times 100$ 単位 Kg/10 a

支 部 記 事

◎ 昭和48年度総会並びに研究発表会

48年8月28・29日の両日にわたり、青森県農業試験場において開催しました。研究発表は13題で、特別講演は2題であり、参加者は100名近く盛会裡に終了しました。

特別講演は、農業技術研究所坪井八十二部長（現四国農試場長）から「異常気象と営農対策について」、果樹試験場中川行夫室長から「寒冷地における施設栽培の問題点について」それぞれ有意義な講演をいただいた。また、会場の青森県農業試験場には万端のお世話になりましたこと厚くお礼申し上げます。

なお、総会では50年度分学会費より値上げすることが承認され（現行500円）、値上げ幅については49年度の総会で検討することになった。従って、本年度の総会で値上げ幅を決めさせていただきますので、何卒諸物価上昇の折ご諒承お願い致します。

◎ 本会誌に講話2篇を掲載しましたが、いずれも47、48年度の当支部学会の際特別講演をいただいたもので、お忙しいなかをご寄稿いただいたお二方に厚くお礼申し上げます。

◎ 昭和49年度支部学会の案内

49年9月12～13日（木・金）の両日にわたり、秋田県農業試験場（秋田市仁井田）において開催致しますので、お誘い合せの上多数ご参加下さいますようお願い致します。

◎ 支部学会講演要旨の本部学会誌への掲載について

49年度より、支部学会で発表の講演要旨を本部学会誌に掲載することになりました。従って、9月に秋田県農試で研究発表された方は、題目、研究者名、所属と講演要旨を含めて、250字以内にまとめ、9月末日まで支部事務局（東北農試）までお届け下さるようお願い致します。（学会当日でも結構です）。

◎ 50年度本部大会は札幌で

本年度の本部学会総会で50年度大会は札幌で北海道支部の協力で開催することになりました。開催期日は6月下旬と思います。（詳細は本部会誌で案内）開催地が隣接の支部ですので支部在住本部会員の方の参加をおすすめします。

昭和48年度会計決算報告

収 入		支 出	
項 目	決 算	項 目	決 算
前 期 繰 越	16,808	通 信 費	10,655
個 人 会 員 会 費	79,500	振 替 費	250
賛 助 会 員 会 費	70,000	事 務 費	500
雑 収	7,600	旅 費	22,600
		印 刷 費	119,500
		会 議 費	9,500
		雑 費	8,000
		予 備 費	0
合 計	173,908	合 計	171,005

次期繰越 173,908円 - 171,005円 = 2,903円

昭和49年度 会計予算

収 入		支 出	
項 目	決 予 算	項 目	決 予 算
前 期 繰 越	2,903	通 信 費	13,000
個 人 会 員 会 費	112,500	振 替 費	500
賛 助 会 員 会 費	50,000	事 務 費	1,000
雑 収	6,000	旅 費	20,000
		印 刷 費	115,000
		会 議 費	15,000
		雑 費	2,000
		予 備 費	4,903
合 計	171,403	合 計	171,403

賛 助 会 員 名 簿

会 員 名	住 所	主たる事業
東北電力株式会社	仙台市東二番町 70	電力の開発, 販売
気象協会盛岡支部	盛岡市山王町	気象調査等
佐川屋器械店	盛岡市駅前通り 9 の 5	理化学器機械販売
東北化学薬品株式会社	弘前市茂森町 126	化学薬品販売
成瀬理化商会	盛岡市上田 3	理化学器械販売
三機商事株式会社	盛岡市本町通 3 丁目 16 ~ 9	計測機器販売
美和電気工業株式会社	仙台市一番町 1 丁目 4 - 14	計測機器販売
八戸科学社	八戸市内丸 1 4	理化学器械販売
(株)旭商会仙台店	仙台市上杉 1 丁目 9 - 38	計測機器販売

東北の農業象気 第 1 9 号

昭和 49 年 8 月発行

編集・発行 日本農業気象学会 東北支部
 振替口座(仙台) 4882 番
 盛岡市下厨川赤平 4 東北農試内
 郵便番号 020-01
 印刷所 盛岡市中央通り 1 丁目 13 番
 (株)阿部謄写堂

日本農業気象学会東北支部会則

昭和30年 4月 1日 実施
昭和31年 12月 19日 一部改正
昭和35年 12月 22日 同
昭和37年 12月 4日 同
昭和39年 1月 31日 改正
昭和42年 1月 27日 一部改正
昭和45年 12月 19日 一部改正

第1章 総 則

第1条 (名称)：本会は日本農業気象学会東北支部とする。

第2条 (目的)：本会は日本農業気象学会の趣旨に則り東北における農業気象学の振興をはかることを目的とする。

第3条 (事務局)：農林省東北農業試験場農業気象研究室におく。

第2章 事 業

第4条 (事業)：本会は第2条の目的を達成するために次の事業を行う。

- (1) 農業気象についての研究発表会、講演会、談話会などの開催。
- (2) 機関誌「東北の農業気象」の発行。
- (3) その他必要と認める事業

第5条 (事業年度)：本会の事業年度は毎年4月1日に始まり翌年3月31日に終る。

第3章 会 員

第6条 (会員)：本会の会員は正会員、賛助会員、名誉会員とする。

- (1) 正会員は本会の趣旨に賛同し、入会を申込んだ者。
- (2) 賛助会員は本会の目的事業に賛同する個人または団体で別に定めるところによる。
- (3) 本会の発展に著しい貢献をした者のうち評議員が推薦し総会が承認したものを名誉会員とする。

第4章 役 員

第7条 (役員)：本会に次の役員をおく。

支部長1名 評議員若干名 監査2名
幹事若干名

第8条 (任務)：

- (1) 支部長は支部の会務を総理し支部を代表する。支部長事故あるときまたは欠けたときは支部長があらかじめ指名した評議員がその職務を代行する。
- (2) 評議員は評議員会を構成し重要な会務を評議決定する。
- (3) 監査は本会の会計を監査する。
- (4) 幹事は支部長の命を受け本会の事務を執行する。

第9条 (選出)：

- (1) 支部長は評議員会が選出し、総会に報告する。
- (2) i 評議員は東北地方在住の会員のうちから選挙により決める。うち3名を本部評議員として互選する。
ii 支部長は自動的に本部ならびに支部評議員の資格をもつ。
- (3) 監査は支部長が会員の中から2名を委嘱する。
- (4) 幹事は支部長が会員中から委嘱する。

第10条 (任期)：役職の任期は2年とし、重任を妨げない。

第11条 (解任)：役員または顧問が東北地方を離れ、またはその職場を退いた場合には自然解任となる。

第5章 顧 問

第12条 (顧問)：本会に顧問をおくことができる。顧問は支部長が委嘱する。

第6章 会 議

第13条 (会議)：本会には総会と評議員会をおく。

- (1) (総会)：年1回開催し支部長が招集する。但し臨時に招集することができる。
- (2) (評議員会)：必要に応じ支部長が招集する。幹事は評議員会に出席し発言することができる。

第14条 (会の成立)：総会は会員の5分の1以上、評議員会は評議員の2分の1以上の出席により成立する。

第7章 会 計

第15条 (会計年度)：本会の会計年度は事業年度と同じである。

第16条 (経費)：本会の経費は会員の会費および寄付金などによる。

第17条 (会費)：支部年会費は次のとおり前納とする。

正会員 500円

賛助会員については別に定める。

第18条 (決算)：会計の決算は会計年度終了後速かに監査を経てその後最初に行われる総会に報告しなければならない。

第19条 その他は本部会則に従う。

第20条 (会則の改正)：この会則の改正は総会の決議により行う。

論 文

1. 強制対流による葉形湿面からの蒸発——
気流に対する面の傾きが葉面水蒸気輸送
に及ぼす効果—— 長谷場徹也…… 1
2. 地中熱交換ハウスの温度環境および熱特
性 山本雄二郎……11
3. 数種の蔬菜の光合成と光質との関係
矢吹万寿・高 博……17
4. モデル群落内の風による葉形湿面の水蒸
気輸送係数 長谷場徹也……25
5. 畑地における土壌水分の動態
鈴木義則・谷口利策……93
6. 短根エンジン の収量と気象条件に関する
重回帰分析 北村一男… 103
7. 標高の高いカンキツ栽培予定地における
局地気象と不適地判定の一例
小中原実・鈴木 誠… 157
8. 主成分分析による東北地方の詳細な気区
分 小島忠三郎… 165
9. 風速と光合成に関する研究 (3)
葉面境界層の気流の構造 矢吹万寿・西岡通男…173
10. 温室の光透過に関する数値実験(1) 古在豊樹… 179
11. 蒸散に関する研究 (5)
蒸散に及ぼす日射量と気温の影響
長谷場徹也… 189
12. 葉の光学的特性および解剖学的特性がそ
の光質・光合成関係に及ぼす影響 (1)
——葉の表裏両面から照射したときの光
合成と光質との関係—— 高 博・矢吹万寿… 229
13. 温室の光透過率に関する数値実験 (2)
古在豊樹… 239

要 報

1. 大三島浦戸における塩田跡地みかん園の
冷気湖 吉野正敏・村上節太郎… 109
2. 暖地型牧草の秋播における播種限界につ
いて 佐野 洋… 113
3. 水稻の品質・収量の地域性に関する農業

- 気象的考察 阿部亥三・奥山富子… 117
4. 道路の新設に伴う最低気温分布の変化
中川行夫… 121
 5. 暖房ハウスにおける作物体温について
山本雄三郎… 123
 6. ハウス野菜における水管理の実態 森田純行… 199

学会賞受賞記念講演要旨

1. 温室の温度環境成立機構に関する研究
高倉 直……35
2. カンキツの潮風害防止技術 小笠原佐代市……41

シンポジウム報告

1. 施設園芸に関する研究集合について
三原義秋… 127
2. 作物気象に関する研究集合概要報告
坪井八十二… 133

総 説

1. 土壌の熱伝導機構に関する諸問題 粕淵辰昭… 201

海外研究紹介

1. ヨーロッパにおける環境調節及び施設園
芸 (1) 高倉 直… 249

そ の 他

- 日本農業気象学会会員名簿ならびに会則……61
投稿および編集規定……55
本会記事…… 47, 102, 108, 178, 188, 259
会員移動…… 53, 139, 213, 262
支部だより…… 24, 120, 211, 255
書 評…… 10, 16, 208
抄 録…… 248
お知らせ…46, 132, 139, 145, 198, 217, 218, 238, 248
賛助会員名簿…… 58, 143, 215, 265
大会予告…… 131
大会講演募集…… 209
大会プログラム…… 267
寄贈図書……141, 210