

東北の農業気象

第 25 号

昭和55年 7月 (1980)

〔 論 文 〕

1. 宮城県における水稻出穂期と登熟気温からみた冷害危険度 千葉文一 1
2. 大正2年の冷害気象と水稻被害について 宮部克己・工藤敏雄 4
3. 冷害気象と稲作技術の評価
 第8報 青森県の気象と収量からみた稲作地帯区分 永沼昌雄・前田 昇・穴水孝道 8
4. 稲作期間の低温出現の地域的特徴 内島立郎 12
5. 人工気象室利用による温度処理が、水稻の生育・収量におよぼす影響
 第3報 登熟気温と減収率 穴水孝道・永沼昌雄・前田 昇 16
6. 気象の日変化の分析と応用
 Ⅰ 盛岡における気温分析例 和田道宏 20
7. 気象の日変化の分析と応用
 Ⅱ 気温モデルを用いた生長量、階層別温度出現時間等の計算方法 和田道宏 24
8. 電算機利用による気象資料の整備解析について
 第1報 気象資料のファイル化とその概要 穴水孝道・永沼昌雄
 前田 昇・高橋晶子 28
9. タイの気候と農業への一考察
 — 海外紹介 — 野田健児 32
10. 冷害気象と稲作技術の評価
 第9報 明治35年と大正2年の冷害気象の特徴と水稻の生育・収量 和田純二・永沼昌雄・穴水孝道 37
11. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究
 第9報 田植から活着期の気象と初期生育 日野義一 41
12. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究
 第10報 早植試験期間の気象と生育、収量 日野義一 45
13. 韓国水稻品種（日印型遠縁交雑種）の育苗時の温度・光反応について
 — Indica 型因子による低温・少照下の立枯様症状の発現 — 寺中吉造・近藤和夫 49

〔 観 演 〕

- 東北における農業気象研究の歴史 小野清治 55
- 私の農業気象研究の遍歴 坪井八十二 65
- ◇ 支部記事 73
- ◇ 会員名簿 77
- ◇ 賛助会員名簿 86
- ◇ 「農業気象」第35巻総目次 裏表紙

54・55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

- 木 下 彰 (54. 4. 1 ~ 55. 4. 30)
- 本 庄 一 雄 (55. 5. 1 ~)
- 永 沼 昌 雄
- 小 野 清 治
- 本 庄 一 雄
- 工 藤 敏 雄
- 官 部 克 己
- 大 川 晶 策
- 谷 口 利 吉
- 寺 中 藤 清 郎 (54. 8. 1 ~)
- 安 山 六 郎 (54. 8. 1 ~)
- 石 山 金 英 治 (~~54. 4. 1 ~ 54. 7. 31~~)
- 鎌 田 金 英 治 (~~54. 4. 1 ~ 54. 7. 31~~)
- 松 本 文 一
- 千 重 榎 佐 平
- 八 重 沼 浩
- 大 吉 田 良 平
- 原 川 島 嘉 谷 内
- 菅 原 部 良 道
- 穴 水 孝 道
- 阿 部 孝 博 史
- 細 井 木 德 忠 夫
- 佐 木 藤 正 一 勝
- 齐 藤 崎 敏 一 雄
- 牛 崎 野 義 道 夫
- 日 菅 原 道 夫 尚
- 菅 原 部 貞 健 治 郎
- 阿 土 井 健 治 郎
- 高 橋 長 二
- 坪 井 八 十 二 (54. 4. 1 ~ 54. 11. 30)
- 伊 藤 宏
- 梅 田 三 郎
- 内 海 德 太 郎
- 輪 田 潔 助
- 八 山 利 助
- 山 本 義 一 (54. 4. 1 ~ 55. 2. 7)

- 東北農試
- 青森農試
- 〃 ・青森県庁
- 岩手大学・農学部
- 盛岡地方気象台
- 岩手農試
- 〃
- 東北農試
- 〃
- 秋田地方気象台
- 秋田農試
- 〃
- 東北農試
- 宮城農業センター
- 仙台管区気象台
- 山形農試・庄内支場
- 山形県庁
- 福島園試
- 福島農試
- 久慈農林事務所
- 東北農試
- 青森農試
- 東北農試
- 〃
- 岩手農試
- 秋田農試
- 秋田地方気象台
- 宮城農業センター
- 山形農試・庄内支場
- 福島農試
- 岩手県経済連
- 岩手農試
- 東北農試
- 仙台管区気象台
- 気象協会東北本部
- 〃
- 東北大・農学部
- 〃
- 東北大・理学部

監 査 幹 事

顧 問

(◎印 日本農業気象学会長)
(○印 本部評議員)

宮城県における水稲出穂期と登熟気温からみた冷害危険度

千葉文一（宮城県農業センター）

水稲の登熟が障害なく行われるためには、登熟期間の気象が好適条件で経過することがのぞまれる。そのためには水稲出穂期は登熟期間の気温が、登熟限界気温になる以前でなければならない。

そこで、安全稲作のため、平年気温における登熟気温（出穂後40日間の積算気温）からみた出穂期別の冷害危険度と安全出穂期の晩限について検討した。

（1）登熟気温と安全出穂期

水稲の登熟に影響をあたえる気象条件としては、気温、日照、湿度、雨量などがあり、それぞれ好適条件がある。しかし、ここでは登熟期間（出穂後40日間）の気温だけについて検討した。登熟期間の気温については、羽生ら¹⁾や青森農試²⁾の報告があるが、宮城県における水稲収量（作況指数）と登熟気温との関係を

図-1に示す。それによると、宮城県の水稲収量は、登熟期間（出穂後40日間）の積算気温が860℃以上で県平均作況指数は100以上となる。860℃以下の積算気温では、その値が少なくなるほど、作況指数は低下する。

800℃以下になると減収率は著しく、760℃では作況指数は70以下となる。これらから安全稲作のための基準と

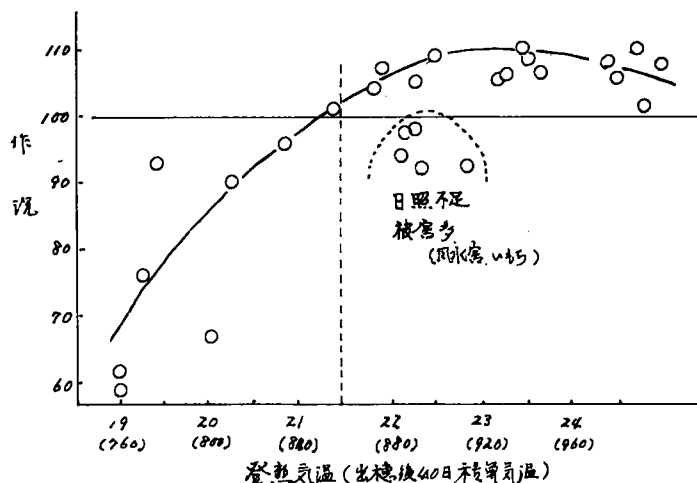


図-1 登熟気温と水稲作況（宮城県平均収量と仙台の気温）

なる出穂期は、次のようになり、これは平均気温の平年値から求められる。

- イ. 安全出穂期（好適出穂期）：出穂後40日間の積算気温が860℃以上になる期間
- ロ. 安全出穂期の晩限：出穂後40日間の積算気温が840～800℃になる起日、この期日以後の出穂では出穂後の気温が平年並に経過しても、平年収量を期待することはむづかしくなる。
- ハ. 限界出穂期：出穂後40日間の積算気温が760℃を得られる最後の日、それ以後の出穂は平年並の気温経過では、登熟障害が大きく減収が著しくなる。

（2）出穂期別の冷害危険度分布

出穂が遅れるにしたがって、登熟期間の気温は低下し、登熟障害の出る危険率は大きくなる。そこで出穂期を8月5日から9月9日まで5日毎にした場合、登熟期間（出穂後40日間）の積算気温

を昭和40～53年の13カ年間について算出し、登熟障害が大きくなる登熟期間の積算気温が760℃以下になる出現頻度を出穂期別に求めた。その出現頻度を出穂期別の冷害危険度とした。この出穂期別の冷害危険度分布を図-2に示す。

それによると宮城県では、8月15日出穂では、登熟気温による冷害危険度はほとんどない。8月20日になると西部高冷地では冷害危険度が20%以上になるが、平坦地ではまだ冷害危険度はない。それが8月25日になると南部海岸沿いの地域を除いて、ほとんどの地域で冷害の危険があり、山沿いでは50%以上の冷害危険度となる。さらに8月30日の出穂では、冷害危険度はかなり高くなり、平坦地でも30～50%、山間高冷地では70%以上となって、この時期の出穂では、登熟障害をさけることは極めて困難である。

(3) 限界出穂期分布

登熟期間の積算気温が860℃以上であれば、登熟は安全に行われる。そこで、安全稲作のための出穂は、登熟期間の積算気温が860℃以上を確保出来る期間以内でなければならない。出穂が遅れ、或る程度の減収は止むを得ないとしても、登熟期間の積算気温が760℃以下では、収穫は期待出来なくなる。それで最低760℃以上は確保される期間内の出穂が限界となり、760℃以上を得られる最後の日が、限界出穂期となる。これによって宮城県における平年の気温経過から見た限界出穂期の分布は図-3の通りになる。それによると、宮城県内の限界出穂期は県中部平坦地域で8月30日になるが西部山沿いでは8月25日以前となり、さらに標高の高い高冷地では8月20日頃が限界出穂期になる。

この限界出穂期と前述の出穂期別冷害危険度を対比してみると限界出穂期は冷害危険度が50%以上になる出穂期とよく一致した分布を示す。このことは、宮城県での水稻出穂期は、この限界出穂期より遅れれば、出穂後の気温が平年並に経過しても、冷害危険度は50%以上となり、水稻の収穫は期待出来なくなことを示している。

(4) 平年出穂期と冷害年の出穂期

宮城県内の水稻平年出穂期をみると、県南部で8月5～7日、県北部で8月13～15日の地域もあ

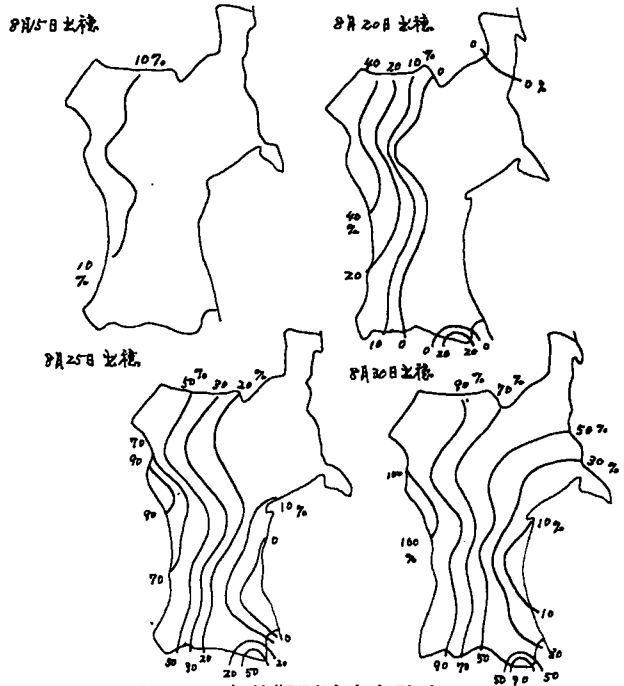


図-2 出穂期別冷害危険度 (登熟気温760℃以下の出現頻度)

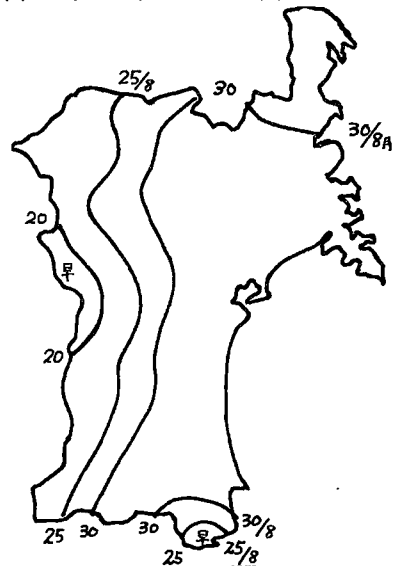


図-3 限界出穂期 (平年値)

るが、全体的にみれば、8月10日前後が大部分で、県平均の出穂最盛期は8月10日になっている。この平年の出穂期であれば、その後の気温が平年並に経過すれば宮城県内では、冷害の危険はまったくない。しかし、梅雨期の不順天候が続き、生育が遅延し、出穂期が8月後半になれば、その後の天候が平年並に経過しても登熟は順調に進まなくなる。実際の冷害年における出穂期の例として、昭和51年冷害の出穂期分布を図-4に示す。それによると県内全般に平年の出穂期よりかなりの遅れが見られる。県南平坦地では平年より5日位の遅れであるが、8月15日前後で安全出穂期の範囲内であったので平年並の収量を得られた。しかし、それ以外の地域では平年より10日以上遅れで、平坦地で8月20日、県北部海岸、西部山沿いでは8月25日以後となり、山間高冷地では8月25~30日で9月に入ってから出穂したところもあった。この年は出穂後の天候も不順であったので、平年の限界出穂期以前の出穂でも登熟障害がみられ、かなりの減収となった。

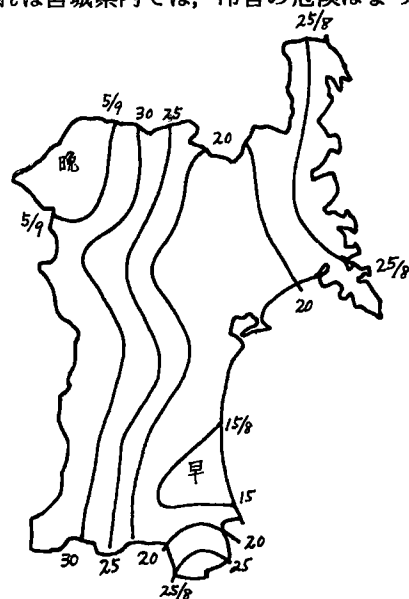


図-4 冷害年の出穂期（昭和51年）

(5) むすび

水稻の安全作期決定のため、登熟期間の気温から見た安全出穂期と限界出穂期を宮城県について検討した。その結果、宮城県での限界出穂期は平坦地で8月30日、西部山沿いで8月25日以前となり、この時期の出穂では、出穂後の気温が平年並に経過しても、冷害危険度は50%以上になる。

しかし、これらの値は、平年値を用いて求めたものであり、平年値の出現率は50%であるから、平年値以下の気温で経過する確率も50%となる。それを加味すれば、ここで得られた限界出穂期では冷害危険度はさらに強くなる。また、実際の冷害年では、出穂以前の低温による出穂遅延だけでなく、登熟期に早冷となることがしばしばある。このため冷害対応として安全稲作のための限界出穂期を決める場合には、登熟期の不順天候も考慮して、ここで得られた平年値による限界出穂期より、数日早めた方が、より安全度は高くなる。

参 考 文 献

- 1) 羽生, 内島, 菅原 (1966): 水稻生産量の農業気候的表示方法に関する研究, 1 水稻登熟量を表わす農業気候示数. 東北農試研報 34
- 2) 青森農試農業気象科 (1966): 青森県における農業気象環境の解明に関する研究. 青森農試研究報告 11

大正2年の冷害気象と水稻被害について

宮部 克己

工藤 敏雄

(岩手県農業試験場県南分場)

(盛岡地方気象台)

1 はじめに

明治、大正の大凶作年として明治2年、同35年、同38年、大正2年等があげられている。これらの年次には本県でも大きな被害をこうむっているが、大正2年についてみると北海道の減収歩合が93%、青森県で77%であるのに対し、岩手県では36%の値をしめしていることが問題と思われた。然しながら、従前、大正2年の実態について調査研究例が殆んどみあたらないので、当該年の気象条件を解析しながら水稻被害の地域性について検討を行ない、この年次の性格について吟味を行なった。

2 調査方法の概要

気温条件の解析については、盛岡地方気象台、宮古観測所、水沢緯度観測所および県内各観測所の観測値を用いて行なった。水稻被害の検討は、宮古、水沢を除き大正2年の旬別気象値が得られないので農業気象10年報の値を用い、宮古、水沢の平年気温と県内各地点の気温偏差を求めておき、大正2年の気温に偏差値を加えて修正する方法で各地点の気温を推定した。次に、この値を用いて移植時期は日平均気温13℃の日を起日と定め、早中晩生、育苗法別の移植から出穂までの積算気温を稚苗、早生が1640℃、稚苗、中晩生1800℃、中苗、早生1570℃、中苗、中晩生1730℃として早中晩生、育苗法別に各地点の出穂期を推定した。終りに、減収尺度(昭和36年、青森農試)の規準にてらして地点別の減収量を算出し地域区分を行った。

表1. 気象不良年の反当収量(*印は高温年の反当収量)

		北海道	青森	岩手	宮城	秋田	山形	福島
明治	17年	0.30 ⁵	0.56	0.86	0.88	0.86	1.05	1.03
	35	0.14	0.62	0.45	0.73	0.99	1.18	0.82
	38	0.82	0.96	0.39	0.18	1.01	1.22	0.34
	39	1.17	0.80	1.19	1.00	1.41	1.67	1.01
大正	2	0.08	0.31	0.92	0.75	1.05	1.55	0.77
	元	0.79	1.58	1.77	1.86	1.86	2.10	1.69
	6	0.56	0.97	1.66	1.84	1.63	1.98	1.68
	7	0.44	1.50	1.84	1.95	1.73	2.12	1.74
	9	0.91	0.87	0.85	1.19	1.44	1.20	1.26
	10	0.78	0.78	1.31	1.44	1.68	2.23	1.44
	16	0.77	1.00	1.31	1.33	2.05	2.17	1.60
20	0.69	0.81	1.20	1.28	1.44	1.82	1.57	
*明治	37	1.61	1.76	1.32	1.42	1.62	2.02	1.61
*昭和	8	1.67	2.07	2.22	2.30	2.10	2.45	2.30
*	30	2.27	2.87	2.78	2.83	2.74	3.05	2.83

(農業改良 第8号)

表2. 北海道、東北地方における主要冷害年次の減収率

冷害年	北海道	青森	岩手	宮城	秋田	山形	福島
明治 35年	89	52	59	50	16	24	42
	38	26	65	83	27	28	71
大正 2	93	77	36	49	28	15	44
	6	50	14	8	15	10	11
昭和	9	16	40	14	18	41	29
	10	42	51	22	22	増収7	増収7
	16	53	52	34	39	1	2
平均	54	48	40	38	15	16	35

(農業改良 第8号)

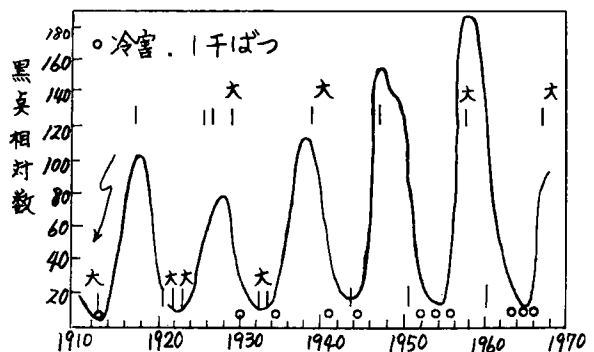


図1. 冷害、干ばつと太陽活動

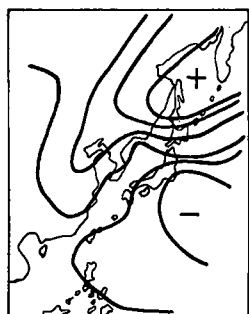


図2. 大正2年7月の気圧偏差図

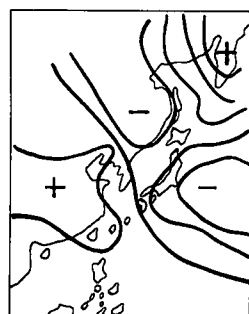


図3. 大正2年8月の気圧偏差図

表3. 東北地方における5～9月の月平均気温偏差(大正2年)

月	青森	秋田	宮古	石巻	山形	福島	小名浜	新潟
5月	-1.5	-1.7	-1.6	-1.7	-1.9	-1.9	-1.0	-1.7
6月	-1.6	-1.2	-1.6	-1.6	-0.8	-1.1	-0.6	-1.3
7月	-2.8	-1.8	-3.0	-2.4	-2.0	-2.2	-1.1	-2.4
8月	-2.4	-3.0	-2.4	-2.9	-3.2	-3.0	-1.8	-3.0
9月	-1.6	-2.4	-2.3	-2.0	-2.5	-2.5	-2.4	-2.3

表4. 冷害型と宮古における気温偏差(℃)

年	冷害型	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
明治 35年	併行型	-0.9	-0.7	-1.2	-3.4	-4.1	+0.1	+0.2
	障害型	-3.0	-0.2	-0.1	-1.3	-4.3	-0.4	0.0
大正 2	併行型	+1.2	-1.4	-1.4	-3.0	-3.4	-2.4	-1.5
昭和 9	障害型	-1.0	-0.8	+1.4	-2.2	-1.6	-1.3	-1.2
16	併行型	-0.8	-0.7	+0.7	-2.9	-2.7	-1.3	+0.4
平年値		8.6	13.0	16.0	20.3	22.5	18.7	12.9

3 気象の特異性

大正2年は太陽黒点の極小の年で、北日本は冷害、西日本は干ばつになった。一般に太陽活動が活発なときにあらわれる干ばつは、干ばつだけが単独であられるが極小期 - 太陽の活動が弱いときには、ある場所では干ばつになるが、ある場所では冷害になる複合型の形がみられる。(図. 1) 春期(4～5月)は4月の移動性高気圧の通過や、三陸沖から朝鮮に至る高圧帯の中に入る日の多かった気圧配置の大勢で高温に経過した。これに対し5月は、相次ぐ低気圧によって天気は安定せず、とくに中旬を中心に一時、西高東低の冬型となって寒気の南下があり気温は極端にさがった。その後、一時オホーツク海高気圧も弱まって気温も上昇した。梅雨現象の明りょうとなったのは6月8日頃からで、この後、オホーツク海高気圧は7月末まで東北地方をおおう形となった。(図. 2)

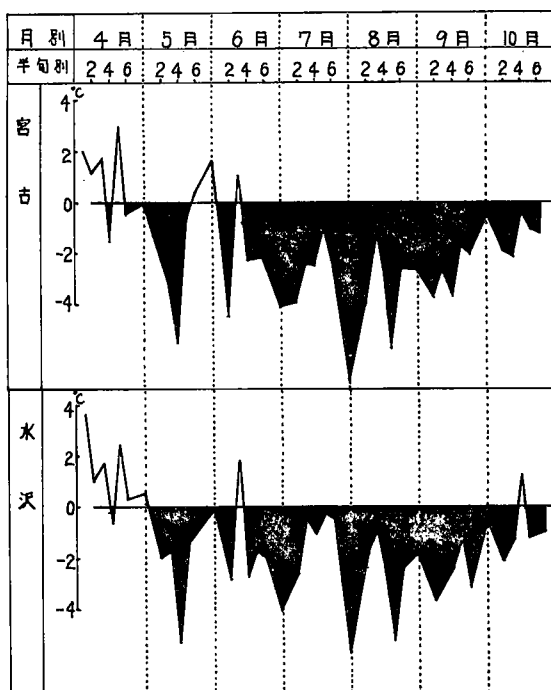


図4. 大正2年の宮古と水沢における半月別平均気温偏差図(℃)

8月に入ると大陸の寒気は相次いで北日本を通過し、6～7月に引続いて低温に経過した。(図. 3)

以上のことから、盛夏期の気圧配置の大勢を判定すると、6～7月は第1種の冷夏型、8月は第2種の冷夏の混合型であったとみられる。加えて、この年の凶冷不作の原因となったものに台風がある。台風は27日仙台湾から上陸して岩手県を北上縦断し、青森市附近にぬける最悪のコースをとって通過した。このため、県内では少ないところで100ミリ、大部分は150～200ミリの雨量とともに風が強まり、おりから開花中の稲に大きな被害をあたえた。

秋期(9～10月)になると、9月は本州附近に秋雨前線が停滞し大陸の高気圧が例年になく発達したので、早冷となり気温はひき続き低目で10月も大陸の高気圧が強まり後半には冬型となる日もあるなど県内の内陸地方も沿岸地方もともに5月から10月まで殆んど連続した低温に経過し水稻の被害のうけかたは併行型となった。図6, 7は7月の気温と降水量の県内分布をしめしている。やませの影響で低温度合は沿岸部と内陸の北上川流域が最もひどいことが知られる。北上川流域の低温は仙台平野から北上した冷氣流によるものと考えられる。一方、降水量はこれまた北上川流域が最も多い。このため、岩手県の水田地帯を中心に低温多雨の悪条件となり、7月の気象条件は冷害不作に決定的な要因となった。

4 水稻被害の地域性

大正2年の県内における冷害危険度の推定を行った結果が図8にしめされる。現行の機械移植栽培の中で中苗条件が稚苗条件に比べて減収率が低く安全性が大きいことをしめしている。このことは昭和5年の冷害年にも実証されたところである。また、品種の早中晩生と減収率の関係では早生品種の採用によりその度合いの減ることが明らかで品種効果の大きさをあらためて知らされる。然

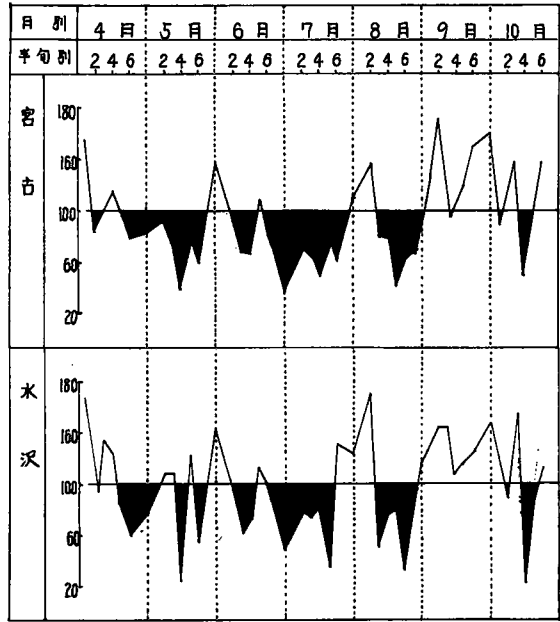


図5. 大正2年の宮古と水沢における半月別日照時間比率図(%)

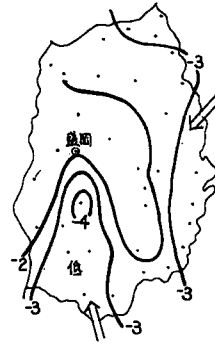


図6. 7月平均気温の平年偏差(大正2年)

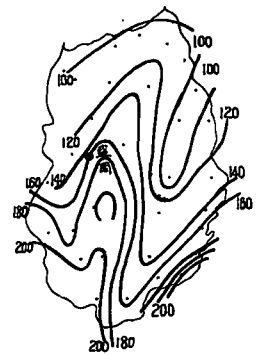


図7. 大正2年7月の降水量分布(mm)

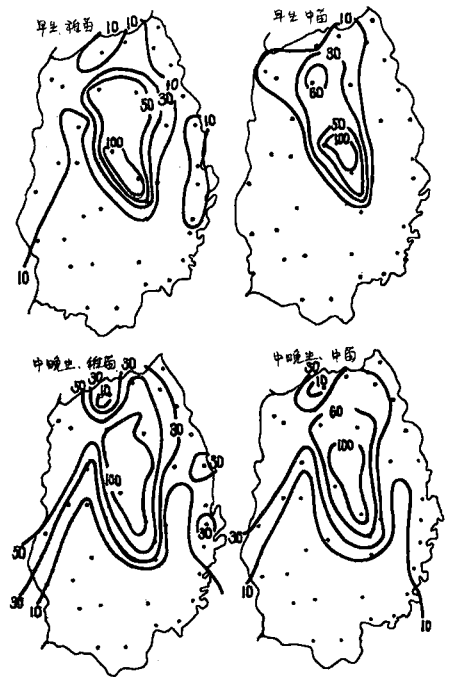
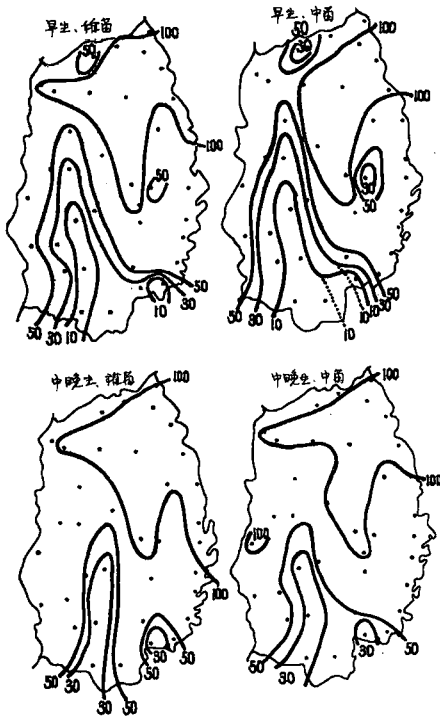


図 8. 遅延型冷害の危険度の推定（大正 2 年） 図 9. 遅延型冷害の危険度の推定（昭和 16 年）

しながら大正 2 年程度の気象条件下では現行技術でも全体として減収率が大きく早生品種を採用しても減収率 10% 以内の地域は県中南部の平坦地に限定されることが特徴的である。ちなみにこのことを昭和 16 年と比較してみると、その様相は大きくことなっていることが明らかで遅延型冷害という視点でとらえてみると大正 2 年の低温程度の大きさがうかがわれる。

5 まとめ

大正年間で冷害年次は大正 2 年のみであるが、この年には遅延型冷害のほかに 8 月末の台風による暴風雨で開花期障害も受けており被害様相は一様でない。また、気象パターンは 6、7 月と 8 月以降ではちがいがみられることが明らかで気温の推移からみた割に減収率が低くないのは、9 月が多照に経過したことが大きくかかわっていると推定され晴冷型であるが後期の日照時数が被害軽減に影響しているものとみられる。また、昭和初期の強冷害年である昭和 9 年と大正 2 年を比較してみると、稲作期間中の気象推移からみて昭和 9 年の方が大正 2 年より不良の度合いが少ないにもかかわらず減収率が高い。このように減収率が大きかったのは昭和 9 年が低温障害に加えて、苗質冷害、いもち冷害が重なりその程度を大きくしたと思われる。何れにせよ大正 2 年は気温低下の持続性とその大きさ、および水稻の被害様相からみて近年における強冷害年次として位置づけられるものと考えられるが盛夏期の気圧配置の大勢からみると 8 月が第 2 種の冷夏の混合型であったことと、当時の栽培法（作期等）が現在のそれと大きくことなっている等が関係し、県間の作柄指数にちがいをもたらしたものと考えられる。

冷害気象と稲作技術の評価

第8報 青森県の気象と収量からみた稲作地帯区分

永沼昌雄・前田 昇・穴水孝道

(青森農試)

1 はじめに

昭和51年から53年の3ケ年間、秋田県を主査県として実施された東北6県の共同研究「東北地域における最近の稲作冷害抵抗性程度の解明と応急技術の確立」試験のうち、「地帯別冷害危険度の推定」を行うための前段階として昭和51, 52年の2ケ年間、気象と収量からみた青森県内の稲作地帯区分を試みたのでその結果について報告する。

2 主な解析資料

解析に用いた主な資料は作物統計資料、水稻、畑作生育観測ほ資料、気象月報等で統計期間は昭和33~52年までである。(但し、地帯別冷害危険度の推定は51年まで)

3 結果と考察

(1) 青森県の稲作冷害地帯区分

県内の最近の平均出穂とこれに対する登熟気温及びその変動を求めた。また、最近の冷害年および低温不順年(昭和28, 29, 41, 51年)の平年収量比を市町村別に求めこの二つを用いて県内の稲作冷害危険地帯区分図を作成した。その結果は表-1, 図-1に示すとうりである。

危険度別の52年の県作付面積比率は、常習地帯1.9%, 準常習地帯3.8%, 危険地帯21.1%, 準危険地帯29.1%, 準安全地帯31.7%, 安全地帯12.5%となり、冷害常習・準常習地帯の合計作付面

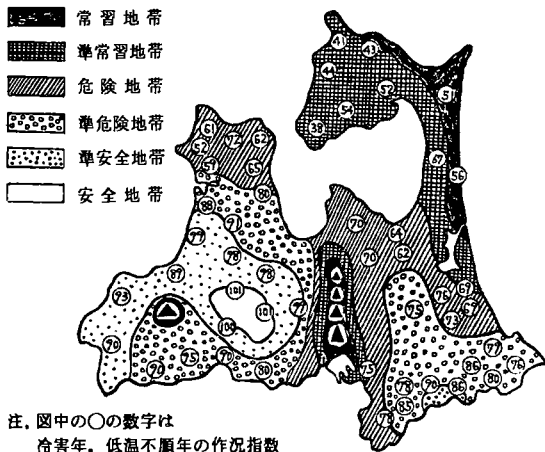


図-1 青森県の稲作冷害地帯区分図

積比率は5.7%もあり、地域別にみると下北半島と上北郡の海岸冷涼地帯に限定されている。危険地帯は津軽半島北部、南部平野の内陸部の一部、陸奥湾沿岸、三戸の山間部等とその分布範囲はかなり広い。準危険地帯は陸奥湾沿岸、津軽の西北部、南部の内陸部、三戸周辺、津軽の山間部の一部の町村に広く分布している。準安全地帯および安全地帯は津軽の西海岸と中弘南黒の平野部に限定されていることが分る。

表-1 地帯別冷害年、低温不順年の状況指数等

項目 地帯名	作付面 積比率	代表 地点名	登熟気温 $\bar{X} - S$	収量比 冷害年 — 平年 $\times 100$
常習地帯	1.9	小田野沢	18.6	51.4
準 "	3.8	むつ	18.5	52.1
危険地帯	21.1	野辺地	19.2	64.2
準 "	29.1	青森	20.1	89.2
		十和田	19.6	75.1
準安全地帯	31.7	黒石	20.7	98.9
		五所川原	20.6	97.5
安全地帯	12.5	弘前	21.4	100.4

(2) 収量とその変動からの地域区分

先に出穂期とそれに対応した登熟気温、冷害年、低温不順年の作況指数等から地帯区分を行ったが、ここでは昭和33年から52年の20ヶ年平均収量とその変動係数を求めその結果に基き県内を少収不安定、少収準安定、少収、準多収、多収準安定、多収安定地帯に6区分した。その結果は表-2 図-2 に示したとおりであるが、これは(1)で区分したものとほぼ合致しているようである。

各区分毎の昭和52年における作付面積比率および収穫量比率をみると、少収不安定地帯はそれぞれ2.9%、2.1%、少収準不安定地帯では1.4%、1.1%、少収地帯では5.0%、3.9%、準多収地帯では27.3%、26.4%、多収準安定地帯では34.3%、33.6%、多収安定地帯では29.1%、32.9%となり昭和52年における少収不安定～少収地帯の合計作付面積比率、収穫量比率はそれぞれ9.6%、7.1%となることが判明した。

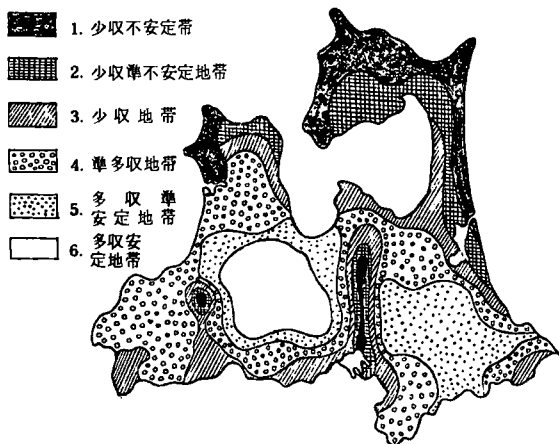


図-2 最近の収量とその変動からみた地帯区分図

表-2 地帯別収量、収穫量、面積比率等

項目 地帯名	収量 (g/10a)	変動 係数 (%)	収穫 量比 率(%)	作付面 積比率 (%)	主な該当 市町村
少収不安定 ①	360 以下	16.0 ~ 29.0	2.1	2.9	東通、六ヶ所 大間、佐井、 市浦他4町村
少収準 不安定 ②	361 400	13.0 ~ 15.0	1.1	1.4	むつ、川内、 三原、平館
少収 ③	401 ~ 450	10.0 ~ 17.0	3.9	5.0	横浜、野辺地 三沢、今別、 蟹田他2町村
準多収 ④	430 ~ 525	7.5 ~ 15.0	26.4	27.3	天間林、七戸 田子、平内、 金木他14町村
多収準 安定 ⑤	480 ~ 550	7.0 ~ 12.0	33.6	34.3	上代、下田、 十和田、八戸 青森他10町村
多収安 定 ⑥	551 以上	8.0 ~ 11.0	35.1	29.1	弘前、黒石、 五所川原、田 舎館他7町村

(3) 市町村別稲作技術の評価

(1)と(2)で気象および収量とその変異係数から地帯区分を行い、その両者から稲作技術の評価を試みた。表-1と表-2で分類された市町村を対比してみると気象条件が悪くて収量が少収不安定な町村を0、気象条件が比較的良好でも例えば準常習地帯で収量が少収不安定な町村を-1、等と評価してみたのが表-3である。この評価の方法については、単に20ヶ年の平均収量と変異係数からの評価であり、特異年次や最近の収量、品質の向上についての努力が評価されていない等問題が多くあるが敢えて行なった。

表-3から分るように、準常習地帯ではマイナス1の町村が多く、危険地帯ではプラス1~2の町村が多く、準危険地帯では0またはプラス1の町村が多い。また、準安全地帯ではプラスとマイナスの町村がほぼ同数となっており、安全地帯では全町村が0と評価された。

表-3 市町村別稲作技術の評価

気象からみた 地帯区分	市町村名	平均 収量	収量 変異 係数	収量 上の 区分	稲作技 術の評 価	気象からみ た地帯区分	市町村名	平均 収量	収量 変異 係数	収量 上の 区分	稲作技 術の評 価	
常習地帯	東 通	361	16.4	①	0	準危険地帯	十和田	507	7.7	⑤	+1	
	六ヶ所	335	20.2	①	0		五戸	492	8.4	⑤	+1	
準常習地帯	大 間	335	20.0	①	-1		八 戸	477	7.0	⑤	+1	
	風 間 浦	263	28.4	①	-1		倉 石	489	7.4	⑤	+1	
	佐 井	344	20.1	①	-1		新 郷	441	10.2	④	0	
	大 畑	315	18.9	①	-1		三 戸	475	9.5	④	0	
	脇 野 沢	320	24.6	①	-1		福 地	517	7.4	⑤	+1	
	む つ	399	14.4	②	0		南 郷	446	9.3	⑤	0	
三 沢	409	9.3	③	+1	階 上	410	10.6	③	-1			
危険地帯	三 原	373	12.4	②	-1	準安全地帯	稲 垣	519	12.6	④	-1	
	小 治	350	20.3	①	-2		木 造	543	11.3	⑤	0	
	市 浦	359	18.8	①	-2		五所川原	559	9.5	⑥	+1	
	今 別	432	11.0	③	0		森 田	549	10.6	⑤	0	
	蟹 田	443	10.0	③	0		柏	564	10.0	⑥	+1	
	平 館	382	13.4	②	-1		鶴 田	575	8.5	⑥	+1	
	蓬 田	494	9.5	④	+1		浪 岡	558	10.0	⑥	+1	
	平 内	464	8.9	④	+1		黒 石	569	9.1	⑥	+1	
	野 辺 地	429	10.0	③	0		平 賀	583	8.5	⑥	+1	
	横 浜	430	10.2	③	0		大 鰐	492	12.5	④	-1	
	天 間 林	463	9.8	④	+1		相 馬	516	10.7	④	-1	
	七 戸	468	9.0	④	+1		岩 木	546	8.1	⑤	0	
	上 北	505	7.3	⑤	+2		鯨ヶ沢	487	13.4	④	-1	
	六 戸	513	9.0	⑤	+2		深 浦	435	7.9	④	-1	
	下 田	487	8.0	⑤	+2		岩 崎	415	7.9	③	-2	
	百 石	451	8.3	④	+1		南 部	514	7.5	⑤	0	
	十和田湖	504	7.9	⑤	+2		名 川	487	7.8	⑤	0	
	田 子	460	9.5	④	+1		安全地帯	弘 前	562	8.7	⑥	0
	東 北	451	10.2	④	+1			尾 上	596	8.7	⑥	0
準危険地帯	車 力	508	14.1	④	0	田 舎 館		606	9.4	⑥	0	
	中 里	498	14.8	④	0	常 盤		594	9.9	⑥	0	
	金 木	524	12.9	④	0	藤 崎		591	9.1	⑥	0	
	青 森	516	7.9	⑤	+1	板 柳		580	8.0	⑥	0	
	碓ヶ関	442	16.6	③	-1							
西 目 屋	457	17.5	④	0								

表-3のうち、とくに稲作技術の評価がマイナスになった町村、即ち、気象条件が比較的良好に劣っている町村について、経営規模、土地条件等を検討した結果を表-4に示した。

表-4 稲作技術の改善を要すると評価された町村の経営、土地条件等

評価	町村名	経済地帯区分	戸耕地当面積(a)	規模別農家戸数(%)				水田化率(%)	湿田率(%)	就業者		農業粗生産額100万円	同左米の比率	農業所得(千円)		
				~30a	30~50	50~100	100以上			1位	農業者(%)			一戸当り	耕地10a当り	農従者当り
-1	大畑山	村	47.2	52.1	18.8	17.9	11.2	40.5	64.4	漁業	4.2	318	31.4	311	41	1,009
	大間	〃	47.9	42.4	22.6	23.8	11.2	23.0	36.4	〃	5.9	221	73.3	156	26	1,268
	風間浦	〃	21.4	77.8	12.4	9.4	9.8	34.1	-	〃	0.9	124	9.7	318	57	622
	佐井	〃	59.4	59.7	18.9	7.8	13.6	36.0	-	〃	16.4	126	36.5	174	29	360
	脇野沢	〃	31.1	57.4	26.1	14.3	6.2	30.2	24.1	建設	23.1	113	35.4	167	43	426
	平館	〃	42.7	60.7	12.2	14.9	12.2	64.2	100.0	漁業	20.3	252	72.2	322	73	773
	三厩	〃	19.2	90.0	3.4	2.7	3.9	21.4	28.1	建設	0.5	47	23.4	131	70	384
	鯉ヶ沢	〃	118.4	12.9	13.6	31.2	42.3	56.2	26.0	農業	42.8	4,949	38.5	1,898	113	2,280
	深浦	〃	67.4	24.4	22.0	34.6	19.0	73.1	33.5	〃	35.0	1,118	69.1	615	70	1,616
	稲垣	平地農村	172.2	1.8	5.1	19.5	73.6	97.3	100.0	〃	81.4	3,759	93.2	2,526	105	1,921
-2	相馬山	村	138.9	6.9	8.8	23.8	60.5	31.3	41.2	〃	73.8	2,097	22.1	2,269	179	1,179
	大鰐	農山村	86.3	19.6	16.5	32.3	31.6	35.5	16.8	〃	39.1	4,956	14.8	2,103	194	1,566
	碓ヶ関	山	80.0	20.9	21.4	24.3	33.4	38.9	-	〃	27.5	1,391	12.7	2,360	178	2,592
	市浦	〃	85.2	23.7	16.5	31.3	28.5	80.6	80.0	〃	39.3	804	77.5	1,022	60	1,385
-2	小泊	〃	34.9	58.9	15.3	21.5	4.3	65.9	70.0	漁業	4.5	82	54.9	278	64	496
	岩崎	〃	54.4	23.7	29.0	36.1	11.2	87.3	30.4	農業	42.6	404	77.0	643	66	890
	県平均		1,231	14.3	13.6	25.6	46.5	60.7	56.5	〃	29.2	290,978	41.4	1,795	117	1,483

これから分るように、評価がマイナスとなった町村は一部の例外を除いてそれらの地帯は経済地帯区分では山、漁村に属し、経営規模、水田化率ともに小さく、しかも水利の便が悪い町村と湿田が多く、基盤整備の遅れた町村が主で、今後これらの町村では土地基盤の整備と適品種の作付、健苗の育成、施肥、水管理の合理化を図り安定確収をめざすべきであろう。

4 むすび

地帯別冷害危険度の推定を行うため、出穂期、それに対する登熟気温、冷害年、低温不順年等の作況指数等から稲作冷害地帯区分図を作成した。また、昭和33~52年の20ヶ年町村別収量とその変異係数に基き、少収不安定~多収安定地帯と6区分し、冷害地帯区分図と対比し、市町村別に稲作技術の評価を行った。さらに、その評価がマイナスとなった町村について、社会、経済的、土地条件、農業粗生産に占める米の位置について検討を加えた。その結果、一部の例外を除いて、山、漁村で、経営規模、水田化率ともに小さく、また、水利の便が悪い町村や、湿田が多く、土地基盤整備の遅れた町村が多く、今後これらの町村では安定的に収量を確保するために、土地基盤整備を柱とした総合的な対策が必要である。

稲作期間の低温出現の地域的特徴

内 島 立 郎

(農業技術研究所)

1 まえがき

今後の稲作にとって異常気象にともなう冷害の対応策が重要とされているが、対策を進めてゆく上でどの程度の低温を想定するかが問題となる。そのためには、これまでの経験から冷害をもたらす低温の程度と、そのような低温が出現する頻度の地域性を明らかにしておくことが必要と考える。異常気象を前提とした寒冷気象条件の設定に関してはすでに研究が進められてきた¹⁾が、低温出現の地理的・季節的特徴については、なお検討すべき点が多いとおもわれる。そこで本報は、月平均気温を用いて低温の程度と冷害発生との関係、及び低温出現の地域性をみようとしたものである。

2 結果と考察

1) 低温の程度と冷害発生との関係

北海道及び東北について、月平均気温でみた場合の低温強度と冷害発生の関係を調べた。

1899～1976年の78年を対象とし、毎年の水稲収量（北海道平均、東北平均）について作柄指数（ Y_p ）を求め、 $Y_p \leq 95$ の年を冷害年とみなした。作柄指数は、 $Y_p = Y_i / Y_{ni} \times 100$ （ただし、 Y_i ：各年の収量、 Y_{ni} ：各年の標準収量）として求めた。 Y_{ni} は平年収量に相当するもので収量の経年変化を4次式で平滑化した曲線²⁾から求めた。従って、 Y_p はいわゆる作況指数に相当するものと言える。しかし両者は計算方法が異なるので同じものではない。作柄指数の低下は種々の原因によるものと考えられるが、北日本の場合は大部分が冷害によるものと考え上記の基準にした。

その結果、北海道の冷害年は22カ年あり、その中、作柄指数80以下は16カ年、50以下は6カ年であった。東北の冷害年は19ケ年あり、80以下は6ケ年、50以下の年は無かった。

気象条件は北海道は札幌と旭川の平均値、東北は青森と石巻の平均値を、それぞれの地方の値とした。

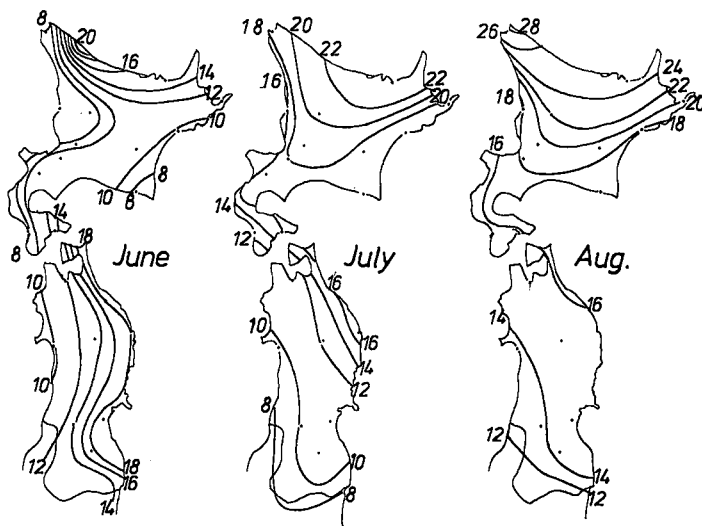
月平均気温と作柄指数の関係をみると、5～9月の各月とも、おおむね気温が低い年ほど作柄指

第1表 冷害発生頻度と月平均気温の平年偏差

地 域	月	冷 害 発 生 頻 度						平 年 値	標準偏差
		50%	60%	70%	80%	90%	100%		
北 海 道	6 月	-0.4℃	-0.8℃	-1.3℃	-1.6℃	-1.8℃	-2.0℃	15.6℃	1.06℃
	7 月	-0.3	-0.7	-1.2	-1.6	-2.1	-2.5	19.9	1.57
	8 月	-0.3	-0.7	-1.0	-1.3	-1.6	-2.0	21.0	1.41
東 北	6 月	-0.7	-0.9	-1.0	-1.1	-1.3	-1.5	16.9	1.04
	7 月	-1.0	-1.5	-1.8	-2.0	-2.3	-2.5	21.2	1.40
	8 月	-0.7	-0.9	-1.1	-1.3	-1.7	-2.5	23.2	1.15

数が低く、冷害年が多い傾向があるが、しかし北海道では5月平均気温と作柄指数、9月平均気温と作柄指数の関係は定かではない。

日照時間の場合は東北ではいずれの月についてみても、日照が平年値より多い場合は冷害頻度は明らかに少ないが、北海道では日照が平年より多い年でもかなりの冷害年がある。これは晴冷型の冷害が北海道では頻発する³⁾ことによるものと考えられる。



第1図 冷害発生が80%以上になる低温の出現頻度(%)

月平均気温と作柄指数の関係から、平年値(統計期間の平均値、以下同じ)以下の低温の強さに伴って現われる冷害年の累積頻度を求め、冷害発生頻度別に平年気温差の上限を求めたのが第1表である。6月平均気温で見ると、80%の年が冷害年になるような気温は北海道では平年差で -1.6°C であり標準偏差の1.5倍の値となる。東北では -1.1°C で標準偏差の1.1倍の値である。同様に7月気温で見ると北海道では平年差 -1.6°C で標準偏差の1.0倍、東北では -2.0°C で1.4倍、8月気温では両地方とも -1.3°C であるが、北海道では標準偏差より小さい値となる。この結果から考えると、北海道では7月または8月の低温による冷害が東北の場合より発生しやすいとみられるが、6月の低温による冷害は東北の方が発生しやすいことになる。

第1図は上記の80%以上の年が冷害となるような各月の低温の出現頻度を、35地点について求め得られた分布図である。7月及び8月の分布は北海道北東部が20%以上を示して最も大きく、緯度の低下とともに減少する気温分布に近い型がみられる。しかし、6月の分布は東北の太平洋側地方が北海道の大部分よりも冷害低温の頻度が高いという特徴的な分布を示す。基準とした温度が両地方とも2地点の平均であること、また、各月の気温にはそれぞれ相関があるのでひと月だけの特徴から冷害頻度を結論づけることはできないが、このような気温出現の特徴から考えると、東北地方太平洋側では6月の低温が冷害と結び付く可能性が大きく、従って初期生育遅延による危険度が他の地方より大きいものと考えておく必要がある。

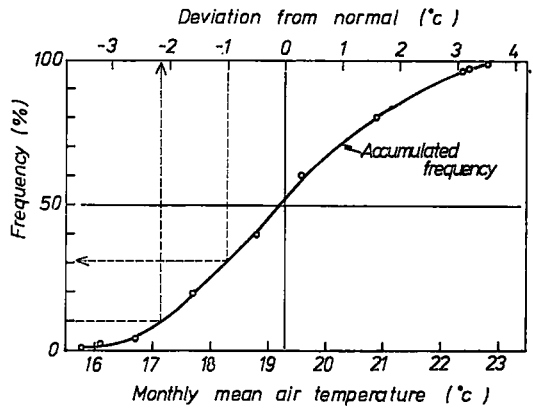
2) 低温出現の地理的分布

気温の年次変動の大きさが地域によって異なることが知られている⁴⁾から、5年あるいは10年に1回現われる頻度別の低温強度には当然地域差がある。ここではそのような低温強度の地域性を平年気温差で調べてみた。

長い統計期間についてある地点の月平均気温を調べると、各年の気温は平均値を中心にほぼ正規分布に近い形で分布している。いま、低温側から温度階層ごとの出現頻度を順次積算してゆくと、第2図のような累積頻度曲線が得られる。累積頻度曲線は毎年の気温から求められるほか、簡便法

として、対象とするデータを5個のグループに分けたときの境目に相当する値、すなわち5分位値と、最大値及び最少値から1, 2, 3位の値を用いて求めることができる⁵⁾

図は網走の8月平均気温の例であるが、累積頻度曲線を利用すると、例えば平年値より1℃以上低い気温が出現する頻度は約30%であることがわかり、逆に、頻度からみて10%以下の低温は平年差-2.2℃以上であることが知られ、低温強度とその出現頻度を同時に知ることができる⁶⁾。この研究では、気象資料⁶⁾から全国111地点について各月平均気温の累積頻度曲線を求め、頻度別低温強度の地理的分布を明らかにした。



第2図 月平均気温の累積頻度曲線
(網走, 8月の例)

第3図は結果の中から出現頻度10%に相当する低温の地理的分布を平年気温差で示したものである。過去の記録からみて10%の年はここに示した温度以下の低温が出現していることを意味している。ここで求めた頻度別気温は気温の長期間の周期変動を考えに入れていないから、そのまま正確な低温の出現確立を表わすものではないが、低温出現の地域的な特徴は判定できると考えられる。

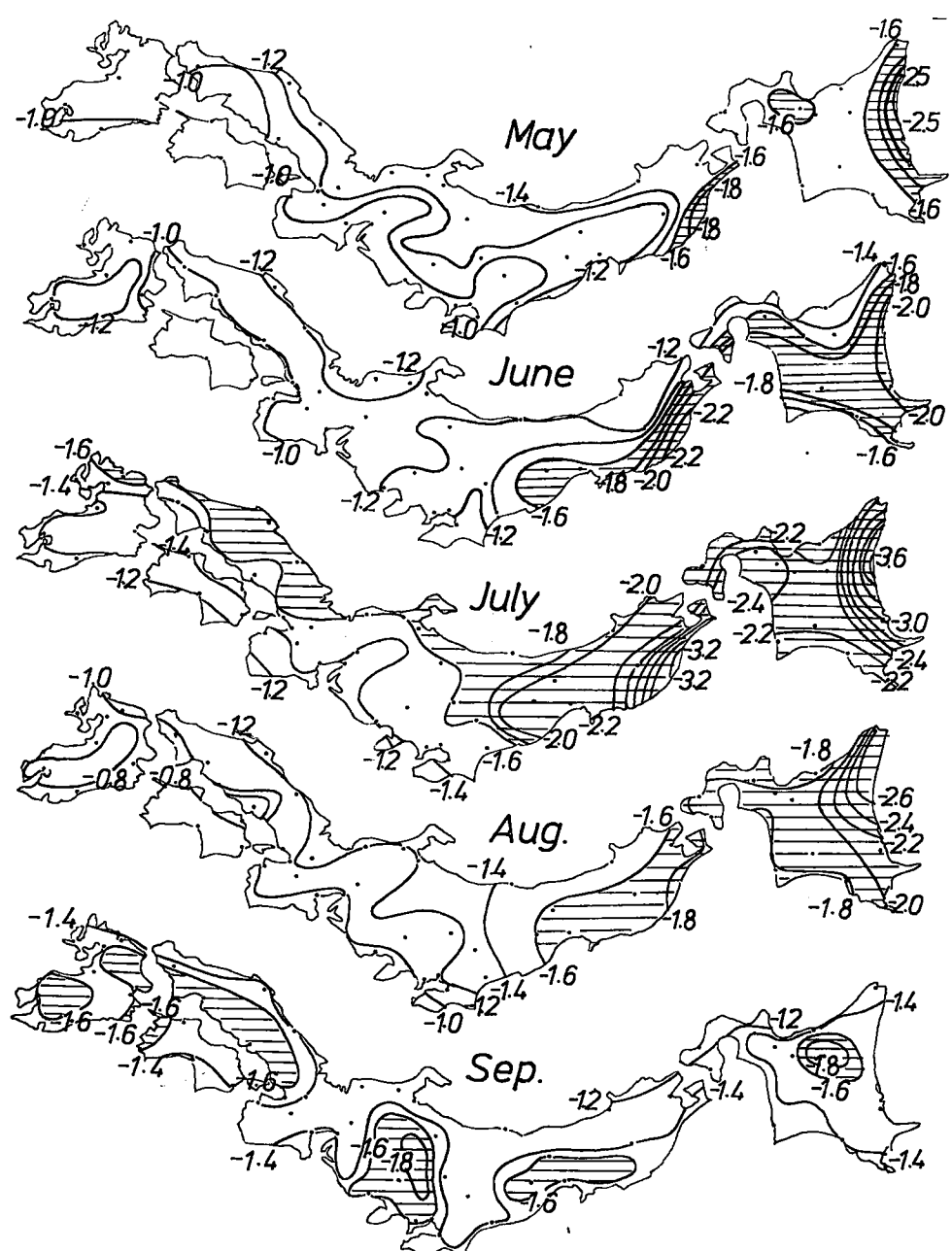
図には平年気温差-1.6℃以上の地域を斜線で示してあるが、低温の地域的な特徴をみると5~8月の間は、おおむね北海道北東部の低温の程度が最も著しく、南下するにしたがって低温の程度が小さくなるが、東北地方では太平洋側地方が、関東以西の地方では日本海側地方の方が低温強度が大きい傾向がみられる。しかし、関東以西の低温は平年気温差で-1.2℃を下まわるところが大部分であり、東北、北海道にくらべて低温の程度は小さく、また季節や地域による差も小さいことが知られる。

月別の特徴をみると、5月は東北南部の太平洋側地方に比較的低温強度の小さい地域がみられるが、これはこれまでも指摘されている⁷⁾ことである。7月は全国的に最も低温強度が大きく変動の大きい天候の季節と考えられるが、特に北日本ほどその傾向が著しい。東北北部の太平洋側地方、北海道北東部では平年気温差-3.0℃以上の値を示し、特徴的な低温域を示している。特に東北北部の太平洋側地方は、6月には北海道以上の低温強度となりやませ気象の影響が大きいことを現わしている。9月の場合には他の月と特徴が著しく異なっている。地域間の差はあまり大きくないが低温強度の大きい地域が全国に散在している。

平年気温差でみた低温強度は実際の出現気温の低温強度を表わすものではない。しかし、各地の栽培技術はその地方の平年気温に応じて組立てられているのが普通であるから、気温が高い地方でも平年気温差の大きいことは、それだけ栽培的に低温強度が大きいと考えるべきであろう。

3 要 約

1) 北海道、東北地方の水稲冷害と各月平均気温との関係を調べ、気温の平年差と冷害発生頻度との関係を示した。冷害をもたらす7月及び8月気温の低温頻度は北海道北東部が最も大きく、緯度とともに太平洋側から日本海側に向って小さくなる分布がみられたが、6月気温では東北地方太



第3図 出現頻度10%の低温(平年差)の分布(℃)

平洋側が特徴的に多いことが知られた。

2) 5~9月の各月平均気温について、過去の記録からみて出現頻度10%に相当する低温を各地についが求め、平年気温差で表わし分布図で地域の特徴を示した。

(参考文献) 1) 農林水産技会(1978):別枠研究「異常気象」中間報告, 2) 農技研気象科(1975):気象変化と作物生産, 3) 農林水産技会(1977):昭51年冷害調査報告, 4) 羽生ら(1972):北農試研報, 第102号 5) 気象庁(1970):観測技術資料第33号, 6) 内島(1968)東北農試研究速報第9号, 7) 日野(1977):東北の農業気象第22号

人工気象室利用による温度処理が、水稻の生育・収量におよぼす影響

第3報 登熟気温と減収率

穴水孝道・永沼昌雄・前田 昇

(青森農試)

1 まえがき

青森農試では、登熟気温と減収率の関係について1961年に「冷害危険度の推定と今後の研究上の問題点に関する調査研究」と題して調査研究を実施している。しかし、近年、地球の寒冷化が叫ばれるなかで、社会経済情勢の変化によって変貌を遂げた稲作技術、即ち、耐冷性の比較的強くない良質米品種の普及、田植機の開発による若令苗の移植、化学肥料依存による地力減退、米の生産過剰による生産調整と農家の兼業化による生産意欲の減退等を内在する稲作技術は、1961年当時のそれに比して、冷害を助長させる可能性をもつ技術であることは否めない。そこで筆者等は、現在の稲作技術下での登熟期間の冷害抵抗性程度を解明するため、1978年に人工気象室を用いて、登熟期間の温度条件と減収率の関係について試験を実施したので、その結果について報告する。

2 試験方法

(1) 試験場所：青森農試人工気象室（4機使用）

(2) 耕種概要：育苗方式、中苗（箱育苗、播種量100g/箱）、施肥量、N、P₂O₅、K₂Oとも基肥で0.5g/ポット、追肥を7月28日に硫安で0.2g/ポット。4月16日播種、5月23日移植（3～3.5葉、4本植）。供試品種、レイメイ（1/5,000アールポット、各区5ポット供試）。

(3) 処理時期と温度条件および試験区の構成

1) 処理温度の設定とその時刻別温度の求め方

人工気象室 No.	8月4日～8月13日				8月14日～8月23日			
	1	2	3	4	1	2	3	4
最高気温	26.4	25.0	23.6	22.3	25.1	23.7	-	21.0
最低気温	18.0	17.4	16.8	16.3	17.1	16.3	-	14.8
平均気温	22.2	21.2	20.2	19.3	21.1	20.0	-	17.9

人工気象室 No.	8月24日～9月2日				9月3日～9月12日			
	1	2	3	4	1	2	3	4
最高気温	23.6	22.3	21.1	19.8	21.9	20.8	19.7	18.6
最低気温	14.8	14.1	13.3	12.4	13.1	12.4	11.5	10.8
平均気温	19.2	18.2	17.2	16.1	17.5	16.6	15.6	14.7

出穂後40日間の登熟期間を10日毎の4期に分け、その期間の処理温度の設定は、青森農試藤坂支場の1936～1973年までの38年間の気温の平均値と標準偏差を用いて求め、またその時刻別温度は、求めた温度と同一の温度を示す日を登熟期である8～10月までの黒石における過去の気象データからそれぞれ数例拾

い出し、その該当する日の自記温度計用紙から、毎正時の温度、最高・最低気温の出現時刻、平均気温の出現時刻等を求めて、平滑カーブを作図し、それより毎正時の温度を設定し、温度プログラムを作成した。

2) 試験区の構成

出穂後40日間を10日毎に4期に分け、人工気象室4台を用いて、それぞれの温度制御室に交互に入れかえて、出穂後40日間の平均気温（以降登熟気温と云う）が、20℃以下（20.0～17.0℃ま

で0.5℃きざみ)の7段階で12区(各区5ポット)設定した。つまり、12区の設定は、登熟気温20℃は(1₁, 2₁, 3₁, 4₁)、登熟気温19.5℃は(1₁, 2₁, 3₂, 4₂)および(1₂, 2₂, 3₁, 4₁)、登熟気温19℃は(1₂, 2₂, 3₂, 4₂)および(1₁, 2₁, 3₃, 4₃)、登熟気温18.5℃は(1₂, 2₂, 3₃, 4₃)および(1₁, 2₁, 3₄, 4₄)さらに(1₄, 2₄, 3₁, 4₁)、登熟気温18℃は(1₂, 2₂, 3₄, 4₄)、(1₄, 2₄, 3₂, 4₂)、登熟気温17.5℃は(1₄, 2₄, 3₃, 4₃)、登熟気温17℃は(1₄, 2₄, 3₄, 4₄)という割りつけをした。なお、数字の1~4は登熟期10日間毎の4期、即ち1:8月4~13日、2:8月14~23日、3:8月24~9月2日、4:9月3~12日までのそれぞれ10日間を示し、添字の1~4は、前表の人工気象室の部屋番号を示す。

3) ポット管理上の留意点

根腐れ防止のため人工気象室で温度処理以前の移植から出穂までの期間は、畑土壌に埋設し、毎日午前9時に地下水位を灌水した。また、処理期間中は人工気象室内の温度ムラによる生育への影響を解消するため、2日毎にポットの位置を移動し、また直射日光による水温の急上昇を防止するため稲株以外の部分はアルミ箔でおおいをした。

3 試験結果の概要

(1) 成熟期の分解調査結果

各区に割りつけたポットの穂数は21±1本で、人工気象室へ搬入時点での出穂率は80%に到達したものをそれぞれ40日間温度処理し、各区とも3ポット刈取って、残り2ポットはその後12日間屋外に放置し52日目で刈取ったものについて後熟調査も行なった。各温度処理区に割りつけたポットの成熟期の稈長は65~69cm、穂長は15.5~17.4cm、穂数は20~22本でその有効茎歩合は50%前後であった。

第1表 籾数、登熟歩合、玄米重等

(単位 粒, %, g) 1ポット当り

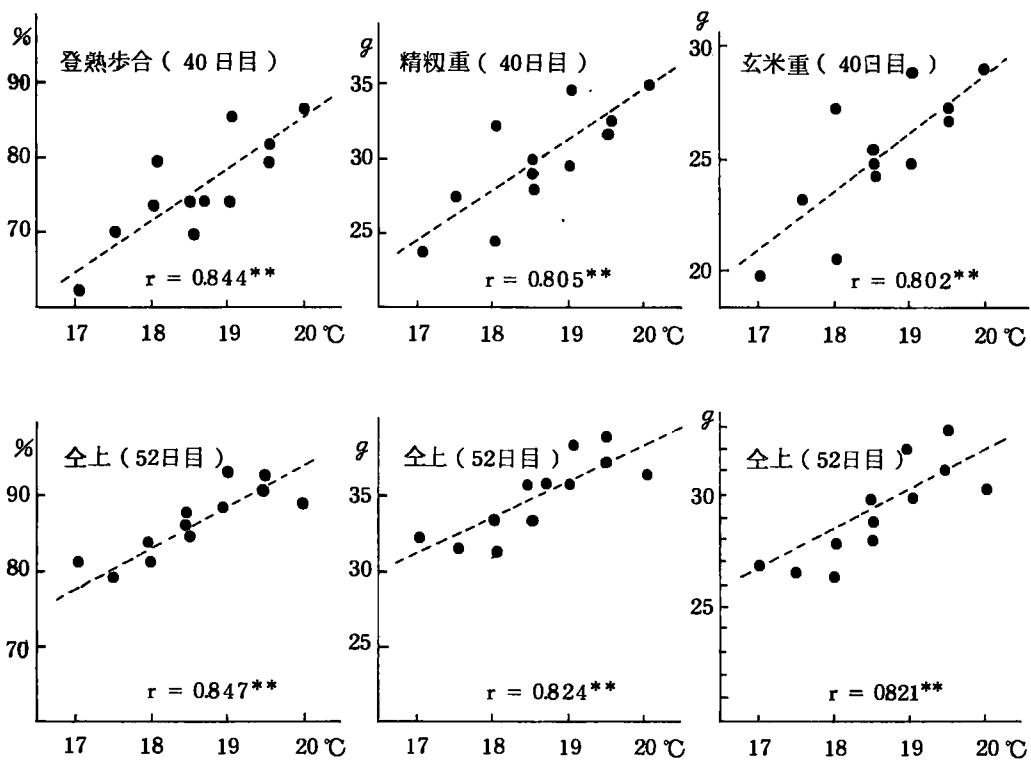
区 No	登熟 気温	総 籾 数		精 籾 数		登 熟 歩 合		精 籾 重		精 籾 千 粒 重		玄 米 重	
		40日	52日	40日	52日	40日	52日	40日	52日	40日	52日	40日	52日
1	20.0	1,351	1,462	1,168	1,305	86.5	89.2	32.0	35.4	27.4	27.1	26.4	29.4
2	19.0	1,427	1,476	1,214	1,376	85.1	93.2	33.5	37.8	27.6	27.5	27.7	31.6
3	17.0	1,459	1,448	904	1,164	62.0	80.4	23.6	31.2	26.1	26.8	19.4	26.0
4	19.5	1,438	1,492	1,170	1,360	81.3	91.2	31.5	37.3	27.3	27.4	26.3	31.1
5	19.0	1,486	1,463	1,099	1,299	74.0	88.8	29.8	34.9	27.1	26.8	24.6	29.2
6	18.5	1,476	1,394	1,089	1,200	73.8	86.1	29.7	33.2	27.3	27.7	24.7	26.9
7	19.5	1,440	1,377	1,139	1,278	79.1	92.8	31.1	35.8	27.3	28.0	26.3	30.3
8	18.5	1,450	1,435	1,078	1,256	74.2	87.5	28.9	34.1	27.0	27.1	24.5	28.5
9	18.0	1,486	1,424	1,184	1,194	79.2	83.9	32.4	31.7	27.3	26.5	27.2	26.5
10	18.5	1,412	1,467	1,048	1,234	74.2	84.1	27.4	32.6	26.1	26.4	22.9	27.4
11	18.0	1,473	1,327	1,024	1,076	69.5	81.1	24.4	27.9	26.8	26.4	20.4	23.4
12	17.5	1,437	1,425	999	1,137	69.5	79.8	26.6	30.2	26.9	26.5	22.3	25.2

各温度処理区の1ポット当りの総籾数は、No.1の40日刈と、No.6, 7, 11の52日刈で1,400粒以下で少なかったが、それ以外の区は1,400粒以上で、少ない区と多い区の総籾数の差は160粒程度であった。また40日刈と50日刈とでの総籾数の差は明瞭でなかったが、精籾数、登熟歩合、玄米収

量では、総粒数が少ないために52日刈が劣った区もあったが、全般に40日刈より52日刈が優っており、特に登熟気温が低い場合にその傾向が顕著であった。

(2) 登熟気温と登熟歩合、精粒重、玄米重との関係

登熟気温の高低と登熟歩合、精粒重、玄米重との間には、有意な高い正の相関が認められ40日刈より52日刈での相関が高い。しかし、前述したようにポット当たり（1株当たり）の総粒数が同一であることが望ましい。登熟歩合の高・低は、出穂後の気温の高・低に左右される面が大きいので前述の程度の粒数の差であれば得られた結果をそのまま利用しても問題ないであろうが、精粒重、玄米重については総粒数を同一にする必要がある。そこで、その方法として、厳密に考えると問題がないわけではないが、40日刈、52日刈で総粒数の最も多い区を1とした場合、それ以外の区の比率を求め、これを補正值として、精粒重、玄米重の実数にその補正值を乗じて、修正した精粒重、玄米重を求めた。そしてその得られた結果と登熟気温の関係について示したのが、第1図である。



第1図 登熟気温と登熟歩合、精粒重、玄米重との関係

登熟気温の高・低と登熟歩合、精粒重、玄米重（40日目3ポット平均、52日目2ポット平均）の間には $r = 0.802^{**} \sim 0.847^{**}$ （有意水準1%）の相関係数が得られ、修正以前の登熟気温と各形質との相関係数より僅かであるが向上した。（修正前のデータでは、40日目の精粒重で $r = 0.741^{**}$ 、玄米重で $r = 0.723^{**}$ また52日目の精粒重で $r = 0.783^{**}$ 、玄米重で $r = 0.823^{**}$ ）

(3) 登熟期間が低温な場合の遅刈の効果

人工気象室で温度処理40日で刈取ったものとその後12日間屋外に放置して（12日間の平均気温18.7℃）52日で刈取ったもの、各形質（但し、精粒重と玄米重については前述の方法で修正したもの）

の増収率について第2表に示した。各形質とも遅刈による増収効果は認められ、特に玄米重は40日刈に比べそれより12日遅い52日刈では、登熟気温19℃で14%、同18℃で19%、同17℃で29%の増収となり、登熟気温の低い場合は登熟期間の延長によって、登熟歩合や玄米重の向上が認められた。

第2表 登熟期間が低温な場合の遅刈の効果

登熟 気温	登熟歩合(%)				精 籾 重 (g)				玄 米 重 (g)			
	40日	52日	差	減収率	40日	52日	差	増収率	40日	52日	差	増収率
20.0	85.3	91.8	6.5	7.6	34.8	38.3	3.5	10.1	29.0	32.0	3.0	10.3
19.5	81.9	89.4	7.5	9.2	33.2	37.1	3.9	11.7	27.6	31.0	3.4	12.3
19.0	78.5	87.0	8.5	10.8	31.5	35.9	4.4	14.0	26.3	29.9	3.6	13.7
18.5	75.2	84.5	9.3	12.4	29.9	34.7	4.8	16.1	24.9	28.9	4.0	16.1
18.0	71.8	82.1	10.3	14.3	28.3	33.5	5.2	18.4	23.5	27.9	4.4	18.7
17.5	68.4	79.7	11.3	16.5	26.5	32.3	5.8	21.9	22.2	26.9	4.7	21.2
17.0	65.0	77.3	12.3	18.9	25.0	31.1	6.1	24.4	20.8	26.9	6.1	29.3

(4) 登熟気温と減収率の関係

第3表 登熟気温と減収率

登熟 気温 (℃)	登 熟 歩 合				玄 米 重			
	処理から刈取までの日数				処理から刈取までの日数			
	40日刈		52日刈		40日刈		52日刈	
	比 率	減収率	比 率	減収率	比 率	減収率	比 率	減収率
20.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0
19.5	96.0	4.0	97.5	2.5	95.4	4.6	96.8	3.2
19.0	92.1	7.9	95.0	5.0	90.7	9.3	93.7	6.3
18.5	88.1	11.9	92.5	7.5	86.1	13.9	90.5	9.5
18.0	84.1	15.9	90.0	10.0	81.4	18.6	87.5	12.6
17.5	80.2	19.8	87.5	12.5	76.8	23.2	84.2	15.8
17.0	76.2	23.8	84.9	15.1	72.1	27.9	81.0	19.0

田中(1951年)は、登熟気温20℃を実用的登熟限界気温とし、これより温度が低下すると、それにつれて水稻の収量は減収するとした。こゝでも登熟気温と登熟歩合および玄米重との関係式を求め、その関係式より算出した前述の結果を用いて、登熟気温20℃における登熟歩合および玄米重を基準として減収率を求め、その結果を第3表に示した。

登熟歩合、玄米重とも減収率が10%以上になる登熟気温は19℃以下、

遅刈(出穂52日後刈取)ではそれより0.5℃低い18.5℃であった。また、玄米収量の減収率が15%以上になる温度は、40日刈で18.5℃以下、52日刈ではそれより0.5℃低い17.5℃以下であった。

4 むすび

1961年に青森農試で行なった「登熟気温と減収率の関係」のデータと今回の調査結果を対比すると、出穂後40日刈との比較では、登熟気温18.5℃までは大差ないが、登熟気温18.0℃およびそれ以下では、1961年の減収率が登熟気温が低下すればするほど大きく、特に登熟気温17℃では、1961年の減収率が68%であるのに対し、今回の結果では28%の減収率で、その減収程度に大きな差が認められた。この原因としては、1961年の試験が自然条件下で行われた結果から求められたデータであるのに対して、今回の得られたデータは、ポットで且つ人工気象室で試験した結果であることが大きく関与しているものと考えられ、以上のことより、気温以外の気象条件(栽培条件含む)における検討と、得られた結果を自然条件下へどう結びつけるかの検討が今後に残されている。(文献省略)

気象の日変化の分析と応用

I 盛岡における気温分析例

和田道宏

(東北農業試験場)

1 はじめに

気象環境の生物に対する影響を計量的に扱うことは、生物学上の研究においてばかりでなく、農業生産を計画化し、合理化する上で、極めて大切である。従来、自然における気温と生物生長との関係を扱った研究は多いが、計量的な面では必ずしも十分ではない。1つの原因として、平均気温や日温度較差等の個々の温度表示では、気温変動を十分に表わせないことが考えられる。今後の詳細な研究のためには、気温の日変化を忠実に表現出来る、利用のし易いモデルを用いることも必要である。気温分析のモデルについては項数の多いフーリエ級数を用いることも多いが、比較的簡単なモデルとして羽生(1962)は sine 曲線をゆがめた S-曲線で一日の平均的気温変化を表わし、和田ら(1972)は sine 曲線の半周期を2ヶ用いて一日の気温変化を表わしている。

本論文は、修正項をつけ加えた sine 曲線の半周期を2ヶ又は1ヶ用いて、一日の気温変化を近似する新しいモデルを提案し、盛岡における気温分析を行なったものである。

2. 気温モデルの導出

フーリエ級数の第2項までの式を次のごとく表わす。

$$x = a_0 + a_1 \sin(\theta_1 + \frac{2\pi}{P}t) + a_2 \sin(\theta_2 + 2\frac{2\pi}{P}t)$$

ここで、位相常数 $\theta_{1,2} = -\pi/2$, 周期 $P = 2H$, 常数項 $a_0 = (A+B)/2 + k(B-A)/2$, 振巾 $a_1 = (B-A)/2$, $a_2 = k(B-A)/2$ とおくと

$$x = f(t, A, B, H, k) = (B-A) \sin^2(\frac{\pi t}{2H}) + A + k(B-A) \sin^2(\frac{\pi t}{H})$$

$$(|k| \leq 1/4) \quad (1)$$

この式を気温の日変化式として用いるに当たって、 x は気温、 t は時刻、 A は日最低気温、 B は日最高気温、 H は半周期で A から B までの所要時間、 k は sine 曲線に対する修正係数とする。

(1) 式は第1項の sine 項に、周期が半分で振巾が k 倍の第2項(修正項)をつけ加えたことを意味している。この修正された sine 曲線を今後 "修正 sine 曲線 (MS-curve)." と呼ぶことにする。

次に(1)式を t で微分する。

$$\frac{dx}{dt} = (B-A) \frac{\pi}{H} \cdot \frac{1}{2} \sin \frac{\pi t}{H} (1 + 4k \cos \frac{\pi t}{H})$$

$|k| \leq 1/4$ とすると $1 + 4k \cos(\pi t/H) \geq 0$, 故に x は $t = 0$ 又は H において極値をとる。即ち $|k| \leq 1/4$ のとき、 A と B は、 H の時間内で最小と最大値であり、 AB 間は単調であることを示している。

また、(1)式は、 $k = 0$ のとき気温が A から B にかけて sine 曲線に変化することを意味し、

$|k| \leq 1/4$ のときは、気温が $H/2$ の時点で sine 曲線から上下に $k(B-A)$ だけずれた S 字形の曲線に変化することを意味する。 k は百分率である。

次に、第1図のとおり修正sine曲線を用いた2つの気温日変化モデルを考える。

1) 2半周期モデル (two-half cycle model)

一日の気温変化を2つに分け、午前中の気温上昇コースを、 $x = f(t, A_1, B, H, k_1)$ の半周期で表わし、午後から翌朝にかけての下降を $x = f(24 - t, A_2, B, 24 - H, k_2)$ の半周期で表わす。

2) 1半周期モデル (one-half cycle model)

一日の平均的気温変化を

$$x = f(t, A, B, 24, k_m)$$

表わす仮想的なモデルである。

これらのモデルにおいて、 A_1 と A_2 は当日と翌朝の最低気温、 B は最高気温、 k_1 は $A_1 \sim B$ 間の修正係数、 k_2 は $B \sim A_2$ 間の修正係数、 k_m は k_1 と k_2 の平均で $k_m = \{k_1 H + k_2 (24 - H)\} / 24$ である。 k_m は一日の平均的修正係数を表わす。なお、図から明らかなように2半周期モデルが一日の詳細な気温コースを表わすのに反し、半周期モデルは一日の気温変化を時間経過通りには表わしていないが、一日の平均的気温要素や日単位の生長量を計算するには十分であり、計算も半減するので有用である。モデルの適合性および日平均気温との関係については和田(1980)がある。

3 sine 修正係数 k の計算のためのデータと精度の検討

モデル式のk値を計算する場合、データの種別および測定間隔が計算精度に影響を与えらるるのでこれについて検討した。

使用した気象資料は

(1)1976~77年の東京管区気象台地上気象観測日原簿、(2)1977年東北農試盛岡試験地において、百葉箱中に置かれた測温抵抗体 (Pt 100 Ω, 外径×長さ = 4.5 × 45mmステンレス管被覆) を用い平衡式記録計で記録した気温である。

k 値の計算は日最低、最高気温とその起時およびその間の1, 2, 3時間おきの気温を用い、(1)式から算小二乗法で計算した。 k_1 と k_2 は別々に計算した。

k 値の月平均値を比較した場合、いずれの測定時間々隔でも差は僅小であり、1時間と3時間々隔データとの偏差の平均は東京管区気象台データ

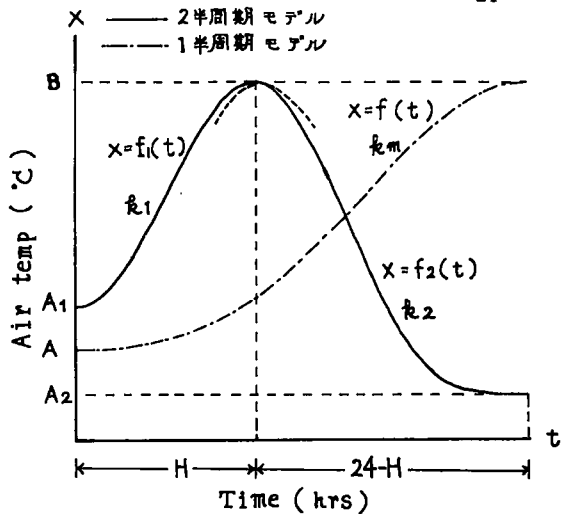


図1 気温日変化のモデル
最低気温 (A, A₁, A₂), 最高気温 (B), sine修正係数 (k₁, k₂, k_m), 半周期 (H), 最低・最高気温起時 (t_A, t_B)

表1 データの測定時間々隔と月平均k値 (東京管区気象台地上気象観測日原簿使用)

年 月	k 間 隔	k ₁		k ₂		
		1時間	3時間	1時間	3時間	
'75.	4	-0.0253	-0.0024	-0.1534	-0.1599	
	5	0.0290	0.0195	-0.1817	-0.1767	
	6	-0.1168	-0.1074	-0.1711	-0.1689	
	7	-0.0252	-0.0307	-0.2383	-0.2438	
	8	0.0177	0.0210	-0.2340	-0.2247	
	9	-0.0075	0.0045	-0.1614	-0.1644	
	10	-0.0494	-0.0428	-0.0744	-0.0752	
	11	-0.0508	-0.0404	-0.1464	-0.1349	
	12	0.0248	0.0279	-0.0800	-0.0819	
	'76.	1	-0.0330	-0.0339	-0.0709	-0.0752
		2	-0.0329	-0.0281	-0.0903	-0.0898
		3	-0.0156	-0.0001	-0.0631	-0.0589

の場合 $k_1 = 0.008$, $k_2 = 0.004$ であった。従って、月平均値を問題にする場合には通常使用している気象台の3時間々隔のデータで十分であることがわかった。同様に盛岡試験地データの場合 $k_1 = 0.013$, $k_2 = 0.006$ であり気象台データに準じて取扱かえる。表1には東京管区気象台データから計算した1時間と3時間々隔の k 値を示す。ただし、毎日の k 値を比較した場合には、1時間と3時間々隔データとの偏差の平均は東京管区気象台データの場合には $k_1 = 0.030$, $k_2 = 0.017$, 盛岡試験地データの場合には $k_1 = 0.044$, $k_2 = 0.023$ であった。それゆえ、毎日の k 値を問題にする場合、月平均値並みの精度を得るためには測定間隔が1~2時間のデータの使用が望ましいと思われる。

4 盛岡における気温分析例

盛岡における気温の日変化のコースを決定する k_1 , k_2 , k_m , H , $t_{A,B}$ (最低気温 A , 最高気温 B の起時) を月別平均値として求め、更に k 値の日変動, 月変動, 年変動を検討する。

使用した資料は1968~1977年の盛岡気象台地上気象観測日原簿における3時間おきの気温と日最低・最高気温, およびその出現時刻である。これら毎日の資料のうち、日最低気温が0.1~10時, 最高気温が10.1~20時に現われた日の資料のみを用いて分析した。

第2図に各係数の10年間の月平均値を示す。

k は夏季, 冬期に -0.01 , 春期, 秋期に 0.08 の値をとり, 1年2周期の変化をする。 k_2 は夏期, 秋期に -0.20 , 冬期に -0.10 の値をとる。 k_m は夏期に -0.13 , 冬期に -0.05 の値をとる。これらは気温が午前中はsine曲線よりも高く, 午後から翌朝にかけてsine曲線より低い経過を辿っていることを示し, また一日平均ではsine曲線を下廻ることを示している。 H は冬期の8.2時間から夏期の10時間まで変化する。 t_A は夏期の4.2時から冬期の5.5時まで変化する。 t_B は冬期の13.5時から夏期の14.3時まで変化する。

k 値の季節変化の理解のため, k の月平均値と日温度較差, 平均気温との相関を求めたところ, k_1 は日温度較差と正, k_2 は平均気温と負, k_m は平均気温の方に負の相関をもつ結果を示した。即ち, k_1 (日温度較差 $r = 0.557^{\Delta}$, 平均気温 $r = -0.442$), k_2 ($r = 0.097$, $r = -0.602^*$), k_m ($r = 0.395$, $r = -0.518^{\Delta}$) であった。これらの傾向は k_1 の季節値が日較差の大きい春と秋に極大値をとり, k_2 が冬期に高く, 夏期に低い傾向と符号している。

次に第2表に k 値の月平均値と月平均値の年変動(標準偏差), および日変動(標準偏差)を示す。また分析日数の割合と分析した k 値が $|k| \leq 1/4$ である日数を分析日数に対する割合で表わす。

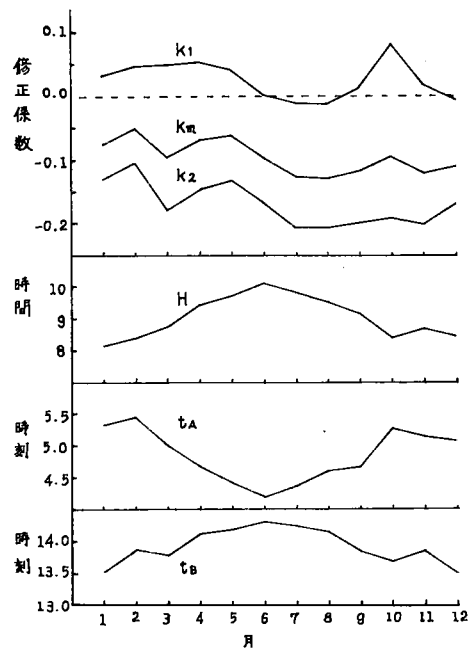


図2 k , H , t_A , t_B の季節変化
(盛岡, 1968 - 1977)

表2 sine修正係数kの分析例(盛岡, 1968 - 1977) *印 標準偏差

月	k_1					k_2					k_m	
	月平均 値 ($\times 0.01$)	月平均 の 年変動 ($''$)*	日変動 ($''$)*	分析日 数 %	$|k| \leq$ 0.25 日数 %	月平均 値 ($\times 0.01$)	月平均 の 年変動 ($''$)*	日変動 ($''$)*	分析日 数 %	$|k| \leq$ 0.25 日数 %	月平均 値 ($\times 0.01$)	月平均 の 年変動 ($''$)*
1	3.35	4.3	19.2	58	77	-13.02	7.6	16.7	58	76	-7.53	5.7
2	4.93	3.5	19.2	65	77	-10.28	5.8	15.5	65	76	-4.93	4.2
3	5.07	7.4	16.8	68	78	-17.86	4.7	13.5	66	72	-9.48	2.8
4	5.46	6.9	16.3	62	83	-14.69	4.0	11.0	61	80	-6.84	2.5
5	4.16	4.1	16.0	69	88	-13.12	4.0	10.4	65	84	-6.08	2.2
6	0.21	6.4	16.0	69	84	-16.69	2.7	12.5	69	75	-9.57	2.7
7	-1.05	3.8	17.6	74	83	-20.64	3.7	11.5	71	63	-12.61	2.4
8	-1.16	4.0	17.5	68	84	-20.63	5.5	11.8	65	59	-12.86	3.6
9	1.44	6.4	18.9	62	78	-19.88	2.9	12.9	62	62	-11.76	2.6
10	8.20	6.6	15.1	58	79	-19.10	2.5	10.8	57	73	-9.60	3.3
11	1.76	4.0	17.9	58	82	-20.15	4.0	14.1	54	56	-12.26	2.6
12	-0.49	6.3	20.1	54	76	-16.80	7.1	19.1	55	67	-11.03	4.8
平均	2.66	5.35	17.65	64.2	80.8	-16.90	4.59	13.32	62.7	70.3	-9.55	3.34
S.D	2.99	1.47	1.56	6.1	3.7	3.45	1.67	2.65	5.5	8.8	2.69	1.08

月平均値の年変動以外は1968~1977年の10年間における平均である。この結果は次のとおり。

- 1) 日変動は著しく大きく年平均で $k_1 = 0.176$, $k_2 = 0.133$ であった。
- 2) 月平均値の年変動は日変動の約1/3で比較的安定しており年平均は $k_1 = 0.054$, $k_2 = 0.046$ であった。従って、10年程度の分析では、平年値としては旬や月の単位で検討することが望ましい。
- 3) 月平均値の年変動、日変動をみた場合 $k_1 > k_2 > k_m$ の順に変動が大きい。
- 4) k の月間変動では $k_2 > k_1 > k_m$ の順に標準偏差 (S.D) が大きい。
- 5) 10年間のうち分析した日数は $k_1 = 64.2\%$, $k_2 = 62.7\%$ であり、これは気温資料が0~24時を日界として整理されているため、見掛け上日最低気温や最高気温が0時又は24時に現われるデータが除かれるためである。特に冬期間に日最低気温が24時に現われるデータが多い。
- 6) モデル式(1)は $|k| \leq 1/4$ の場合に成立するが、この範囲にある日数の分析日数に対する割合は $k_1 = 80.8\%$, $k_2 = 70.3\%$ であった。

5 摘要

- 1) “修正sine曲線”と名づけた気温の日変化のコースを表わすモデル式を提案した。
- 2) モデル式のsine修正係数の計算精度を知る必要からデータの種類(気象台の地上気象観測日原簿等)や時間々隔について検討した。
- 3) 気温モデルに基づき、1例として盛岡の日変化コースを分析し、モデル式の係数の季節変化と係数の日変動、年変動に関する基礎的資料を得た。

6 引用文献

- 1) 羽生寿郎, 1962: 本邦における夏季の気温日変化の型, 農業気象, 18, 105 - 108。
- 2) 和田道宏, 村上利男, 1972: 気温の日変化に関する研究, 東北の農業気象, 17, 34-36。
- 3) 和田道宏, 1980: 気温の日変化に関する研究, 1。日変化のモデル, 農業気象, 36, 19-24。

気象の日変化の分析と応用

II 気温モデルを用いた生長量、階層別温度出現時間等の計算方法

和田道宏

(東北農業試験場)

1 はじめに

気温の日変化を修正sine曲線 (MS-curve) を用いて表わしたが (和田 1980 a, b) この応用として、作物の生長量、階層別温度出現時間、積算温度 (デグリアワー) 等の計算、特に作物の生長計算を主としたデータ整理の方法について述べる。

作物生長を表わす場合、積算温度法は日較差が考慮されて居らず、また温度に対する生物反応が直線的でない場合が多いので必ずしも十分でない。もし日変化する気温がモデルによって表わされこのコースにそって、作物等の生長速度が時間積分できれば、比較的簡単に、上述の問題を考慮した生長量 (反応量) が計算できる。この計算の一方法として、羽生 (1962 a, b) は、S曲線で表わした日変化の気温から階層別温度出現時間を求め、これに出穂に関する重みを与えて有効積算気温を計算し、また黒岩 (1966) はsine曲線で表わした日射量を、光合成速度式と組合わせて積分式を導き、散光下の光合成量を計算した。この報告では、MS-curveを用いた生長量 (反応量) の計算方法を述べるが、実際の計算では、生長速度の実験値が必要であり、これについては他の報告にゆずる。

2 気温のモデル式と生長量

修正sine曲線 (MS-curve) ;

$$x = f(t, A, B, H, k) = (B - A) \sin^2\left(\frac{\pi t}{2H}\right) + A + k(B - A) \sin^2\left(\frac{\pi t}{H}\right) \quad (|k| \leq 1/4) \quad (1)$$

MS-curveの逆関数式 ;

$$t_x = f^{-1}(x, A, B, H, k) = \frac{H}{\pi} \cos^{-1} \left\{ -\frac{1}{4k} + \sqrt{-\frac{x-A}{k(B-A)} + \left(\frac{1}{4k} + 1\right)^2} \right\} \quad (k \neq 0) \quad (2a)$$

(この式において、 $0 < k \leq 1/4$ のとき +, $-1/4 \leq k < 0$ のとき - 記号をとる)

$$t_x = f^{-1}(x, A, B, H, k) = \frac{H}{\pi} \cos^{-1} \left\{ 1 - \frac{2(x-A)}{B-A} \right\} \quad (k = 0) \quad (2b)$$

(1)式を用いて、気温の日変化のモデルを2つ考える。

2半周期モデル (two-half cycle model) ;

一日の午前中の気温上昇コースを $x = f(t, A_1, B, H, k_1)$ の半周期で表わし、午後から翌朝にかけての下降を $x = f(24-t, A_2, B, 24-H, k_2)$ の半周期で表わす。

1半周期モデル (one-half cycle model) ;

一日の平均的気温変化を $x = f(t, A, B, 24, k_m)$ の半周期で表わす。

これらの式で、 A_1 と A_2 は当日と翌朝の最低気温、 B は最高気温、 k_1 と k_2 は $A_1 \sim B$ 間と、 $B \sim A_2$ 間の修正係数、 k_m は $k_m = \{ k_1 H + k_2 (24 - H) \} / 24$ を表わす。

生物の生長は、温度に強く支配されている場合、温度に対する生長速度と所要時間との積で表わす。

今、図1において温度がAからBまで時間と共に、MS-curveで変化しているとする。ここで $|k| \leq 1/4$ とすると、温度A B間の最小はA、最大値はBである。AからBまで任意の間隔の階層に分割すると、生長量は第*i*温度階層の代表温度 x_i の生長速度 $g(x_i)$ とその階層の持続時間 Δt_i との積の総和に等しい。即ち、A~B間の任意の時間 $t_p \sim t_q$ 間の生長量Yは

$$Y = \lim_{\Delta t_i \rightarrow 0} \sum_{i=n_p}^{n_q} g(x_i) \cdot \Delta t_i = \int_{t_p}^{t_q} g(x) \cdot dt \quad (3)$$

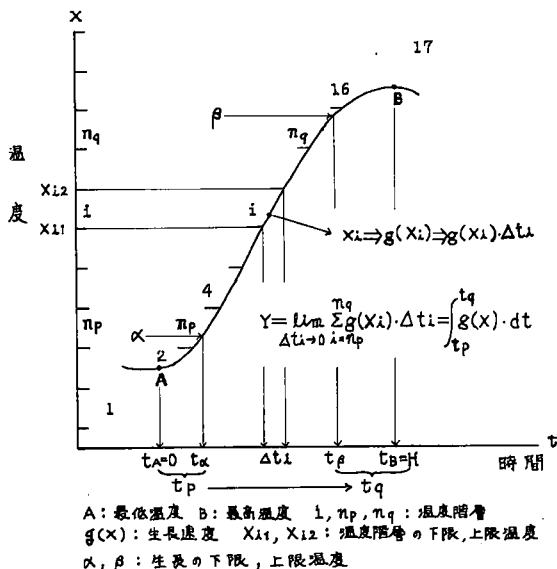
ここで n_p, n_q は t_p, t_q に対する温度階層である。

これらの式を計算するに当たっての現実的方法は(3)式の積算式と積分式に分かれる。

3 積算式による生長量

(3)式の無限式の代わりに、実際には近似式として、次の式が使われる。

$$Y \doteq \sum_{i=n_p}^{n_q} g(x_i) \cdot \Delta t_i \quad (4)$$



第1図 気温変化と生長量

ここで、 $g(x_i)$ は、実験等で得られる温度と生長速度との関係であり、数列でも、関係式でもよい。第*j*階層の下限、上限の気温を x_{i1}, x_{i2} とすると Δt_i は(2)式から次のようである。

$$\Delta t_i = f^{-1}(x_{i2}, A, B, H, k) - f^{-1}(x_{i1}, A, B, H, k) \quad (5)$$

従って、一日の階層別温度出現時間 Δt_{ai} は次のようである。

2半周期モデル；

$$\Delta t_{ai} = f^{-1}(x_{i2}, A_1, B, H, k_1) - f^{-1}(x_{i1}, A_1, B, H, k_1) + f^{-1}(x_{i2}, A_2, B, 24-H, k_2) - f^{-1}(x_{i1}, A_2, B, 24-H, k_2) \quad (6)$$

1半周期モデル；

$$\Delta t_{ai} = f^{-1}(x_{i2}, A, B, 24, k_m) - f^{-1}(x_{i1}, A, B, 24, k_m) \quad (7)$$

温度と生長速度の関係 $g(x)$ が変わらない限り、 $g(x_i)$ と Δt_i との積を一定期日積算することにより生長量が計算できる。なお、(4)式は $g(x)$ に生長気温当量を用いた羽生(1962b)の“有効積算気温”の計算式と同じである。

4 積分式による生長量

(3)式のうち積分式が使用できるのは、 $g(x)$ が函数で表わされ、しかも積分式が解ける場合である。この場合は前節の積算式のように Δt_i を計算する必要がないので計算が比較的容易である。

$g(x)$ が温度反応の実験式として実用度の高い直線や放物線のようなべき乗式、又は飽和型双曲線で表わされる場合には、(3)式の積分式が初等函数で表わし得るので、これについて述べる。なお、実験式としてよく用いられる指数式、対数式、logistic式については初等函数の範囲で求めるこ

とが出来ないので、先に述べた積算式から計算する必要がある。

1) 直線 $g(x) = ax + b \quad (a \neq 0)$ (8)

(1)式を(8)式に代入し、 $t_p \sim t_a$ 間を時間積分する。

$$Y = h(t_p, t_a, A, B, H, k) = \int_{t_p}^{t_a} g(x) dt$$

$$= a \left[-\frac{H}{4\pi}(B-A)k \sin \frac{2\pi t}{H} - \frac{H}{2\pi}(B-A) \sin \frac{\pi t}{H} + \frac{1}{2}(B-A)(k+1)t + \left(A + \frac{b}{a}\right)t \right]_{t_p}^{t_a} \quad (9)$$

2) 放物線 $g(x) = ax^2 + bx + c \quad (a \neq 0)$ (10)

$$Y = h(t_p, t_a, A, B, H, k)$$

$$= a \left[\frac{H}{32}(B-A)^2 k^2 \sin \frac{4\pi t}{H} + \frac{H}{12\pi}(B-A)^2 k \sin \frac{3\pi t}{H} \right.$$

$$+ \frac{H}{4\pi}(B-A) \left\{ -(B-A)k^2 - \left(A + B + \frac{b}{a}\right)k + \frac{1}{4}(B-A) \right\} \sin \frac{2\pi t}{H}$$

$$+ \frac{H}{2\pi}(B-A) \left\{ -\frac{1}{2}(B-A)k - \left(A + B + \frac{b}{a}\right) \right\} \sin \frac{\pi t}{H}$$

$$\left. + \frac{1}{2}(B-A) \left\{ \frac{3}{4}(B-A)k^2 + \left(A + B + \frac{b}{a}\right)k + 2A + \frac{b}{a} + \frac{3}{4}(B-A) \right\} t + \left[A^2 + \frac{b}{a}A + \frac{c}{a} \right] t \right]_{t_p}^{t_a} \quad (11)$$

3) 飽和型双曲線 $g(x) = a(x-c) / \{ b + (x-c) \} \quad (a > 0, b \neq 0)$ (12)

$$Y = h(t_p, t_a, A, B, H, k)$$

$$= \frac{2aH}{\pi} \left[\tan^{-1} z - \frac{b}{B'} \left(\frac{r}{2} \log |z^2 + uz + v| + \frac{2s-ur}{2} \ln + \frac{r'}{2} \log |z^2 + u'z + v'| \right) \right.$$

$$\left. + \frac{2s' - u'r'}{2} \ln' \right]_{t_p}^{t_a} \quad (13)$$

1) $D > 0$

$$u = u' = 0, \quad v = \left(\frac{C'}{B'} + \sqrt{\left(\frac{C'}{B'}\right)^2 - \frac{4A'}{B'}} \right) / 2, \quad v' = \left(\frac{C'}{B'} - \sqrt{\left(\frac{C'}{B'}\right)^2 - \frac{4A'}{B'}} \right) / 2$$

$$r = r' = 0, \quad s = (1-v) / (v'-v), \quad s' = 1-s$$

2) $D \leq 0$

$$u = -\sqrt{2 \left(\sqrt{\frac{A'}{B'}} - \frac{C'}{2B'} \right)}, \quad u' = -u, \quad v = v' = \sqrt{\frac{A'}{B'}}$$

$$r = -(v-1) / 2uv, \quad r' = -r, \quad s = s' = 1/2v$$

ただし

$$\begin{cases} B' = B + b - c \\ A' = A + b - c \\ C' = 4k(B' - A') + A' + B' \\ D = C'^2 - 4A'B' \\ z = \tan(\pi t / 2H) \end{cases} \quad \ln \begin{cases} u^2 > 4v \rightarrow \frac{1}{\sqrt{u^2 - 4v}} \log \left| \frac{2z + u - \sqrt{u^2 - 4v}}{2z + u + \sqrt{u^2 - 4v}} \right| \\ u^2 < 4v \rightarrow \frac{2}{\sqrt{4v - u^2}} \tan^{-1} \frac{2z + u}{\sqrt{4v - u^2}} \\ u^2 = 4v \rightarrow \frac{-2}{2z + u} \end{cases}$$

なお、(13)式は $B' \neq 0$ で、 $A' \neq 0$ 又は $C' \neq 0$ のとき成立する。

5 一日の生長量の計算

生長速度 $g(x)$ が (8), (10), (12) 式によって与えられているとき, x 軸 (温度軸) を切断する場合がある。この x 切片の値は生長の限界温度を意味する。従って $t_p \sim t_q$ 間を時間積分する場合, 限界温度の出現時間を十分に考慮する必要がある。図 1 のとおり, 温度 A, B が生長の下限温度 α , 上限温度 β をそれぞれ越えたときは, α, β を (2) 式に代入して求めた下限温度出現時刻 t_α , 上限温度出現時刻 t_β をそれぞれ t_p, t_q の代わりに用いて計算すればよい。

結局, 一日の生長量 Y_{day} は (9), (11), (13) 式を用いて, 次のように表わされる。

2 半周期モデル ;

$$Y_{day} = h(t_p, t_q, A_1, B, H, k_1) - h(t_{p'}, t_{q'}, A_2, B, 24 - H, k_2) \quad (14)$$

1 半周期モデル ;

$$Y_{day} = h(t_p, t_q, A, B, 24, k_m) \quad (15)$$

以上のことから, 生長の限界温度を考慮に入れれば, 直接一日の任意の時間 $t_p \sim t_q$ における生長量を計算出来る。例えば夜間と昼間で $g(x)$ の値が異なる場合でも昼夜別々の計算が可能である。

6 あとがき

1) 計算式から求まる生長量 Y の単位の問題であるが, この論文では $g(x)$ を生長速度の単位にとっているため, 時間積分により求まるのは cm や g (生長量として開花までの日数や不稔歩合等を対象とした場合は%) 等で表わされる実際的な生長量である。 $g(x)$ を羽生 (1962 b) の提唱した生長気温当量 (θ^*) の単位にとれば有効積算気温が求まる。羽生は生長速度 (v) を常数 (r) と生長気温当量 (θ^*) の積で表わしたので, “有効積算気温” はこの報告の “生長量” と比例関係にある。なお, (9) 式において $g(x)$ を温度 ($^{\circ}C$) 単位にとり $a = 1$ 又は -1 とした場合, 気温の一定温度 (b) 以上又は以下の, 気温の日変化を考慮したデグリアワー (積算気温) が求まる。これは生物反応を含まない純気象的な値であり, 内島 (1976) は夜間気温又は日平均気温から計算したデグリアワー (冷却量) が水稻の不稔と関係していることを述べている。

2) この報告における全ての式は, 日最低気温 A , 最高気温 B , 半周期 H , 修正係数 k の函数である (生長速度 $g(x)$ の値は必須であるが)。もし毎日の H, k の値が不明の場合には, 平年値で代用し, A, B だけで計算すればよい。気温モデルのうち, 1 半周期モデルは, 2 半周期モデルに比べて計算が半分で済み, 数日間以上の計算では精度も変わらない。2 半周期モデルは数日以内の計算や, より精確な計算に使用すべきである。

3) 生長式を導くに当たり, MS -curve を $|k| \leq 1/4$ の場合だけに限定した。實際上, 全国各地の月別 k 値はこの範囲にあり実用上問題はない。もし $|k| > 1/4$ とすると温度 AB 間は単調でなくなり, 温度と時間が 1 対 1 に対応しないので, Δt_1 や t_x の計算が複雑になる。

7 引用文献

- 1) 黒岩澄雄, 1966; 現代の生物学, 9 巻, 82 P, 岩波書店
- 2) 羽生寿郎, 1962 a, 農業気象, 18, 105 - 108
- 3) 羽生寿郎, 内島立郎, 1962 b, 農業気象, 18, 109 - 117
- 4) 内島立郎, 1976, 農業気象, 31, 199 - 201
- 5) 和田道宏, 1980 a, 農業気象, 36, 19-24.
- 6) 和田道宏, 1980 b, 東北の農業気象, 25

電算機利用による気象資料の整備解析について

第1報 気象資料のファイル化とその概要

穴水孝道・永沼昌雄・前田 昇・高橋晶子

1 まえがき

青森県は、本州の最北端に位置し、しかも地形が複雑で気象の地域性および年次変動が大きい。しかしこの気象特徴の正確な解明と分析には多くの労力を要するため、今までは短期間の平年値のみで対応して来たので十分な成果は得られなかった。そこで本研究に対する電算機の利用開発を考えていたが、このたび昭和52年から、「電子計算組織利用による農業試験研究資料の統計的解析とシステム開発に関する研究」という研究課題のもとに青森県庁総務部電子計算課と青森県農業試験場とでプロジェクトチームを編成し「青森県の気象環境の解明試験」の一部として本研究を開始した。この研究は現在のところ完成されていないが、青森県の日本海側と太平洋側の代表地点である黒石、藤坂について一応の成果が得られたので、今回はこの2地点の主要気象要素についてファイル化ならびに統計解析した結果の概要を報告する。

2 気象データの入出力とその概要

気象観測地点の位置、観測開始年次、入力開始年次及び観測時刻については第1表に示した。又観測計器については、気象庁検定付のもの、あるいは気象庁規格のものを使用している。

表-1

項目	地点	黒	石	藤	坂
位	地	N 40° 36.2' E 140° 15.1' 標高 40		N 40° 35.5' E 141° 15.1' 標高 42	
観測開始年次		大正2年1月1日		昭和11年1月1日	
入力開始年次		昭和元年(大正15年)1月1日		昭和11年1月1日	
観測時刻		昭和28年1月1日より午前9時、それ以前は午前10時、それぞれ1回観測			

(1) 処理方法

- 1) 過去30ヶ年のデータに対する日別、半旬別、旬別、月別平均値(平年値 \bar{X})、標準偏差(S・D)、変動係数(C・V)の算出。なお半旬、旬、月別の標準偏差はそれぞれの期間の毎日の数値から算出したもので、個々の年次の半旬、旬、月の平均値又は合計値から算出したものではない。
- 2) 極値(第1位~20位)およびその出現年月日を日、半旬、旬、月毎に最大値から20位までと、最小値から20位までとを黒石・藤坂とも入力した全データを対象に算出。ただし日照時間、降水量、降・積雪量の日別の最小値については算出しなかった。又それぞれのデータの中で最大、最小値とも20位の中に同じ数値が1個以上あった場合は、最も当該年(昭和53年)に近い年次を示した。

3) 度数分布表を半旬毎に、日別と半旬別のデータを対象に求め分布の様相を検出した。

4) 平年値の統計期間は黒石・藤坂とも昭和24年から昭和53年までの30ヶ年である。今後この平年値は30ヶ年移動平均として算出とした。

又、昭和24年以降測定開始の要素はその測定開始年から昭和53年までの期間で算出した。

5) 順位表と度数分布表の統計期間は黒石・藤坂とも入力または測定開始年から昭和53年までの全期間とした。

3 処理結果の概要

第2～4表に、黒石の最高気温を例にとって、平年値、極値（半旬別最大極値）、度数分布表を示した。他の気象要素および藤坂の資料についても同様の形式で処理されている。

表-2 平年気象表

.....				
1 カツ				2 カツ				
1	2	3	4	1	2	3	4	
平年値	極値	CV	平年値	極値	CV	平年値	極値	
1.7	3.2	187.7	0.6	3.6	626.4	1.5	3.4	225.6
1.2	3.5	286.7	1.5	3.4	225.6	1.5	3.3	214.5
1.3	3.3	261.5	2.3	2.8	122.2	1.5	3.1	208.5
1.5	4.0	298.4	1.5	3.3	219.8	1.9	2.8	149.3
0.8	3.2	414.4	2.1	2.2	108.6	1.5	2.8	185.5
1.3	3.6	271.3	2.2	2.9	133.8	2.0	3.7	185.7
0.0	2.8	8177.2	2.0	2.9	150.6	1.7	3.1	181.1
0.3	2.9	849.8	1.9	2.9	150.6			
0.8	3.2	413.8						
1.7	2.7	154.1						
1.4	2.9	205.4						
0.9	2.9	345.1						
1.1	3.2	302.0						

表-3 半旬別最大値順位表

..... 1 カツ			
1	2	3	4
順位	平年値	極値	順位
1	7.26(S24)	5.30(S 7)	5.12(S .)
2	6.34(S51)	4.94(S 8)	4.91(S ;)
3	6.22(S12)	4.92(S 2)	4.83(S24)
4	5.32(S 2)	4.52(S16)	4.43(S16)
5	4.72(S23)	4.22(S33)	4.14(S 8)

表-4 日別度数分布表

- (イ) ... クロイシ
- (ロ) ... ワイコフ キオン
- (ハ) ... 8 カツ

(4) ... タイ 4 ハンシ"ン

LIMITS	イカ	カラ	マテ"	コ入
22.2	(5)	.....	.....	.....
23.2	(3)	.....	.....	.....
24.2	(9)	.....	.....	.....
25.2	(12)	.....	.....	.....
26.2	(18)	.....	.....	.....
27.2	(29)	.....	.....	.....
28.2	(33)	.....	.....	.....
28.2	(28)	.....	.....	.....
29.2	(30)	.....	.....	.....
30.2	(26)	.....	.....	.....
31.2	(39)	.....	.....	.....
32.2	(15)	.....	.....	.....
33.2	(9)	.....	.....	.....
34.2	(4)	.....	.....	.....

4 結果の考察

ファイル化ならびに統計処理の結果得られたデータについては今後第2報以下で詳細に解析検討を加えるが、今回得られた結果についての紹介と若干の考察を試みた。

(1) 平年値と標準偏差

第5表に平均気温13℃、15℃、20℃における温度の出現日と退行日を示した。13℃は水稻の活着の限界気温、15℃は登熟がなされるための限界気温、20℃は穂ばらみ期の障害不稔が発生する限界気温であるとみなされている温度であるが、これ等の温度の出現日と退行日は平均値(\bar{X})であって、統計的にはこれ等の期日以内(出現日~退行日)でも、この温度(13℃、15℃、20℃)以上になる可能性は50%で、残りの50%は逆に前述の温度以下になる可能性もあるということを示している。又、 $\bar{X} + S$ (平年値+標準偏差)では一定温度以下になる可能性は84%、 $\bar{X} - S$ (平年値-標準偏差)では16%である。つまり13℃を例にとると $\bar{X} - S$ から得られた期間(5月の第6半句から9月の第6半句まで)に平均気温が13℃以下になるのは100年に16回だけということになる。

表-5 一定温度の出現日と退行日(月、半句)

地点	平均気温	\bar{X}		$\bar{X} + S$		$\bar{X} - S$	
		始	終	始	終	始	終
黒石	13℃	5月第2半句	10. 3	4. 6	10. 6	5. 6	9. 6
	15℃	5. 6	9. 6	5. 1	10. 3	6. 4	9. 5
	20℃	7. 2	9. 2	6. 4	9. 4	7. 5	8. 6
藤坂	13℃	5. 3	10. 1	4. 6	10. 5	6. 3	9. 6
	15℃	5. 6	9. 6	5. 2	10. 3	6. 6	9. 4
	20℃	7. 3	9. 1	6. 4	9. 4	7. 6	8. 4

(2) 順位表

表-6 8月日降水量の再現期間 (黒石 昭1~53年)

順位	年月日	降水量	R・P	順位	年月日	降水量	R・P
1	S 50. 8. 5	157.5	104.0	11	5. 8.25	68.7	5.0
2	52. 8. 5	154.6	34.7	12	43. 8.20	67.1	4.5
3	10. 8.21	128.2	20.8	13	43. 8.11	66.0	4.2
4	52. 8. 4	120.8	14.9	14	23. 8.13	64.4	3.9
5	10. 8.22	112.1	11.6	15	43. 8.29	63.8	3.6
6	7. 8. 4	94.2	9.5	16	50. 8.23	63.5	3.4
7	35. 8. 2	87.9	8.0	17	10. 8.23	62.4	3.2
8	44. 8.23	78.3	6.9	18	21. 8.24	61.0	3.0
9	14. 8.16	74.4	6.1	19	27. 8.24	59.1	2.8
10	53. 8.14	70.7	5.5	20	38. 8.12	57.7	2.7

注 $R \cdot P = 2n / i i - 1$ $n =$ 標本数 $i =$ 順位

順位表を利用してリターンベリオド(再現期間)を得ることができる。そこで得られた順位表の結果を用いて8月の日降水量のリターンベリオドを第6表と図-1に示した。これによると、150ミリ以上の雨は100年に1回くらいしか降ら

ないが60ミリ程度の雨になると3年に1回は降るという結果が得られた。

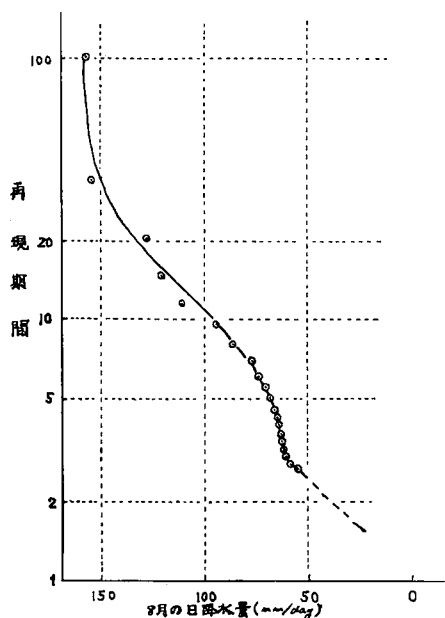


図-1 8月日降水量の再現期間
(黒石, 統計期間 昭1~53)

(3) 度数分布

度数分布については、季節及び気象要素によって分布の様相が違って来る。気温の場合真夏や真冬は比率的正規分布を示す(表-4参照)が、日照は正規分布にならずモードが2つある分布を示す傾向があり、また降水量は雨の降らない日、0ミリ以下の日が多いため片側正規分布を示す。なお度数分布の様相については得られた結果を用いて更に詳細に検討する必要がある。

5 あとがき

以上、結果の概要について報告したが、今後これらの得られた結果にさらに解析検討を加え、各気象要素の統計解析を行なうと共に、気象の年次的特徴等についてもより正確に解明する必要がある。なお残されている作業を列記すると次のとおりである。

- (1) 半旬値, 旬値, 月値に対する標準偏差(S・D), 変動係数(C・V)を算出するプログラム開発
- (2) 霜雪季節および長期積雪期間を算出するプログラム開発
- (3) 順位表で同値をも表示するプログラム及び、日照時間, 降水量における半旬値, 旬値, 月値の0値の順位への組み入れプログラム開発
- (4) 一定期間内の各要素の積算値ならびに有効温度を算出するプログラム開発
- (5) 半旬, 旬, 月の各年次の平均値または合計値の度数分布表の作成
- (6) 県内气象台関係の主要地点残り17地点と県農試委託観測地点6地点, 合計23地点についても同様の処理を行なう。

タイの気候と農業への一考察

- 海外紹介 -

野田 健児

(東北農業試験場)

まえがき

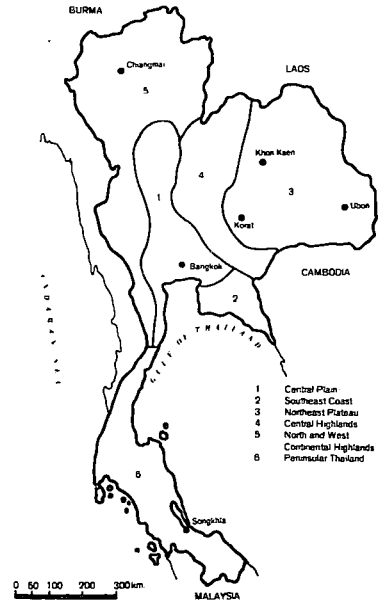
タイは北緯6°から20°の熱帯に位置し、面積51.4万km²、人口4,500万人といわれる。最近数次の5カ年計画によって農業に比して製造業、鉱工業の伸びが著しいといいながら人口の65%は農業人口であり、農業を主体とする発展途上国として位置付けられている。熱帯に位置し、年高温と雨、乾期に区別されるモンスーン地帯の国として考えられがちであるが、大陸部と半島部、また大陸部でも地形のいかんによって気候条件は必ずしも同じでなく、地域的な差異が顕著にみられる。農業を支配するものは気候条件、土壌条件、その他の社会経済条件と大別されるが、ここでは、1977、1979年とタイの調査を行ない、調査結果及び入手資料などによってタイの気候条件を中心とした農業の現状、将来への方向などについて若干の考察を試みた。この様な考え方が、わが国の農業のあり方へも間接的に貢献することがあれば幸と考へ紹介する次第である。

1 地形・地勢

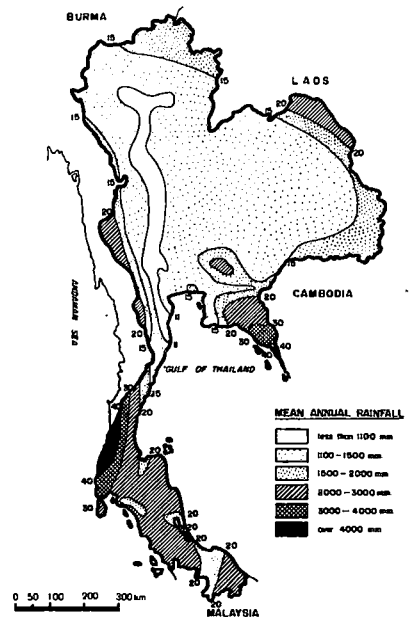
タイは農業地帯的には4区別、中央、北部、東北、南部と4区分されているが、気候、気象条件に密接に関係すると考えられる地形・地勢については第1図の様に6区分されている。西側にはビルマと境し、比較的高い山脈が位置し、降雨などの地域的差をもたらしており、東北部は広大な河川テラス地帯で、東部のラオスやカンボジアと境している。南部の半島部では東、西にアンダマン湾、タイ湾をひかえ、湾上を渡る季節風の影響が降雨や気温に影響をもたらしている。タイの土壌の詳細については省略するが、詳細な土壌型が調査されており、14種の土壌種類、農業との関係で9型の区別がなされている。

2 気象・気候

1) 降雨：タイの農業を支配する最も大きな要素は水、従って気象条件としては降雨量、降雨の時期、種類などである。大別して、5月から9月の雨期、11月から2月の乾

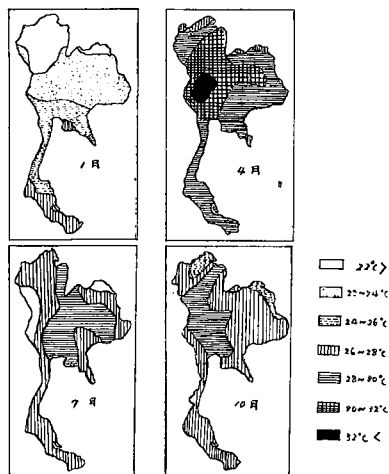


第1図 タイの地理的区分



第2図 等降雨帯地図

期に分けられる。また、雨期はインド洋からの南西モンスーンの影響により、タイに多雨をもたらすが、10月は雨期から乾期への移行期として3季に分ける場合もある。すなわち、東北モンスーンの影響季であるが降雨は極めて少なくなり、南西モンスーン季の雨期と乾期の移行期として区別する。また、3・4月は前モンスーン期として多雨、高温の一季節とし4季に分ける場合もある。半島部は以上のモンスーンの影響に、海の影響が相対的に大きく周年多雨であり、乾・雨期の区別がうすれる。従って、タイ全国を見ると、地域により1,000 mm以下ぐらいから4,000 mm以上と差異が著しい。とくに、ビルマとの境にちかいい細長い地帯は極めて少雨であり、農業的には水が最大の制限要素となり、問題をもたらしている。又、雨期には平坦中央平原では集中的な多雨が排水の不備から洪水をもたらす。第2図はタイの降雨の年間の降雨量の地域的差異を示した。



第3図 平均気温の地域的比較

2) 気温：年平均気温は25℃及至28℃，最高気温は31℃及至33℃，最低気温は20℃及至25℃であり，場所による差は温帯に比較すると少ない。しかし，高緯度地方では年間の温度差はかなり大きい。乾季の月平均最低気温は8～13℃位になることが度々であり，記録的最低気温としては，1955年1月13日 Roi Et で0.1℃，1955年1月11日 Nakon Pat honom で1.8℃などがみられる。また，最高気温は夏季の4月にみられ，1941年4月25日 Nakon Sawan で43.7℃を記録したといわれる。

第3図は主要月の平均気温であり，4月に最高気温期がみられる。

3) 農業気候：農業生産の適不適は気候，土壌，管理などの社会条件によって支配され，それらの要素は干渉し合って成立する。農業気候は気象条件が極端な場合には作物生産力は完全にそれによって決定されると考えてよい。この農業気候は湿度系 (Moisture regime) と温度系 (Temperature regime) によって支配されるがタイの場合温度系の支配よりも湿度系としての Humid months, すなわち降雨にのみによって作物生育に十分な土壤水分のある連続した月数で示す。次の4階級，すなわち(A)Equatorial 8.0～11.0 Humid m. (B)Monsoon 6.5～8.0 Humid m. (C)Monsoon 5.5～6.5 Humid m. (D)Monsoon 4.5～5.5 Humid m. があり，さらにこの各階級は総年降雨量，降雨の分布，降雨の変動性，乾季の長さ，5月の最多雨期などによって第4図のように農業気候帯図が画かれている。図中の記号は次の様な条件によって細区別されている。すなわち，

A : A₁, 長いS Wモンスーン季節の間極多雨。

A₂, 長いS Wモンスーン季節の間多雨。

A₃, NEモンスーン季節の間多雨。

A₄, 乾季短く，NEモンスーン季に極多雨。

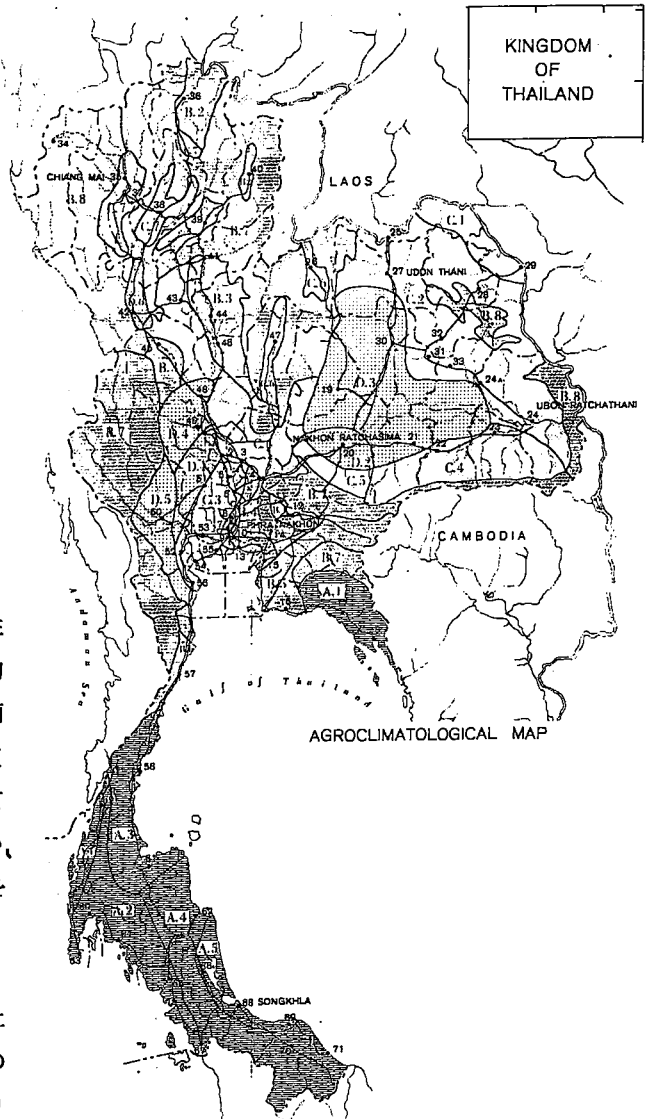
A₅, 乾季極短，NEモンスーン季は極多雨，S Wモンスーン季は比較的少雨。

- B : B₁, 多雨, 海洋性
- B₂, 中-多雨, 冷涼な乾季
- B₃, 中位降雨, 移行型
- B₄, 中位降雨, 海洋型
- B₅, 中位降雨, 短い乾季, 海洋型
- B₆, 小雨, 短い乾季, 海洋型
- B₇, 山岳気候, 峡谷では中-短乾季
- B₈, 山岳気候, 峡谷では長乾季
- C : C₁, 多雨, 長乾季
- C₂, 中-多雨, 中-長乾季
- C₃, 少雨, 移行型, 2 雨期
- C₄, 少雨, 冷涼な乾季, 2 雨期
- C₇, 少雨, 冷涼な乾季
- D : D₁, 少雨, 海洋性
- D₂, 少雨, 移行型, 2 雨期
- D₃, 少雨, 移行型
- D₄, 少雨, 長乾季
- D₅, 極少雨, 海洋性
- D₆, 極少雨, 長乾季

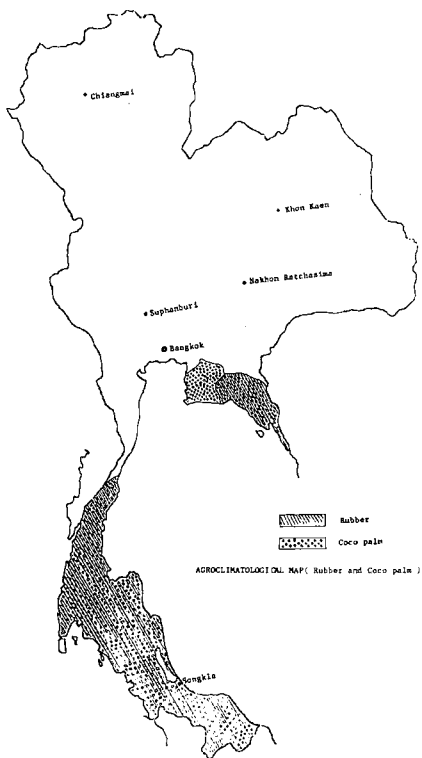
これらの農業気候帯には作物の生態的特性に基づいて、適地帯が設けられ、主要作物が作付されている場合がかなり多いが、前にのべた土壤条件や社会経済的条件にも支配され、これら農業気候帯と全く一致しているとは限らない場合もある。タイについて調査された作物の農業気候帯の若干例を示すと第5図のようである。

3 農業生産・施設

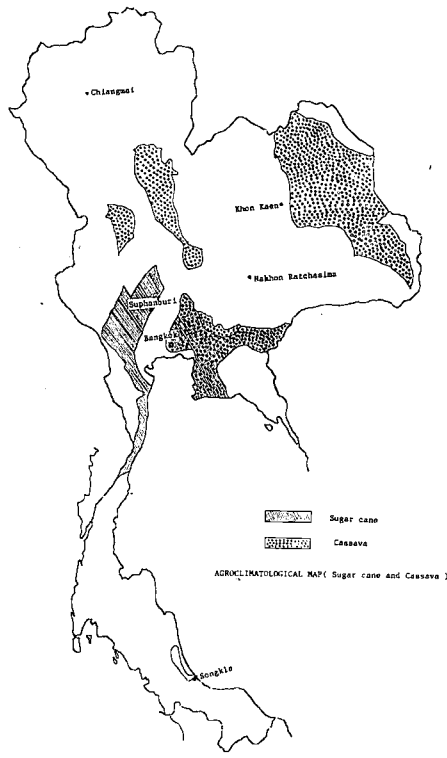
タイにおける作物生産は気候、土壌、社会経済条件によって支配される。1977年の総作付面積 81,767,000 Rai (1,308 万 ha) 1960年に比して1.8倍となっている。主要作物はいね、ゴム、とうもろこし、キャッサバ、さとうきび、りょくとう、大豆などが上げられる。さらに、落花生、タバコ、桑、果樹、ココナツ、パイナップル、とうがらし、ひまなども地域的に主要な作物



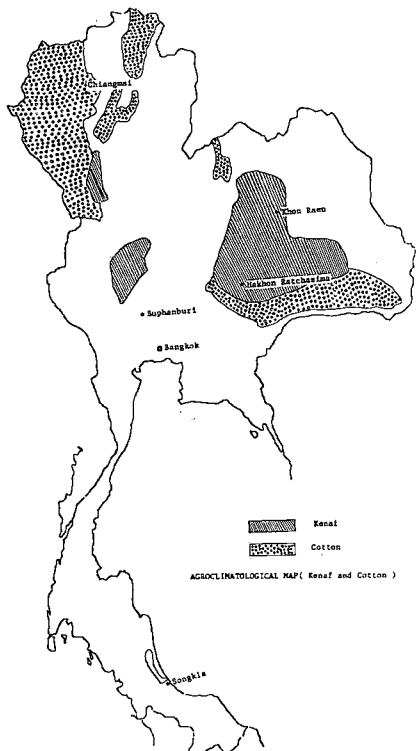
第4図 農業気候帯



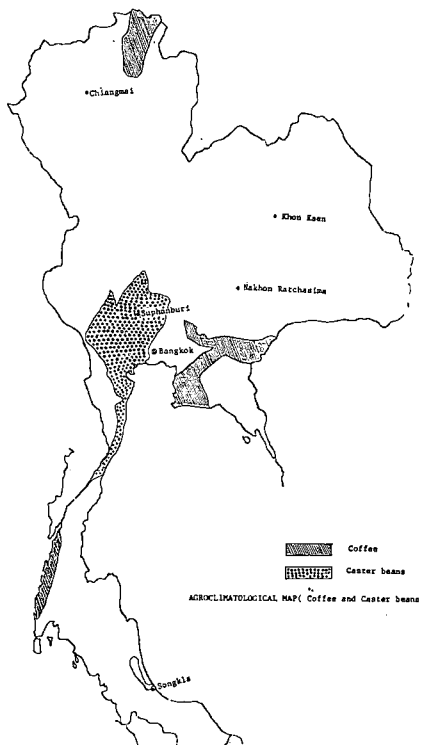
第5図-1 タイの農業気候と作物



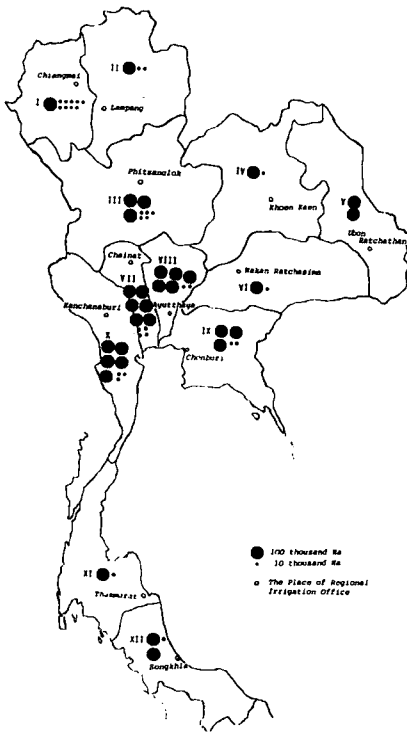
第5図-2



第5図-3



第5図-4



第6図 地区ごとの灌漑可能面積

農業振興のための大きな施策・施設としては、先づ大切なことは水制御、すなわち保水、灌漑、洪水防止、ポンピング、土地整備、水力施設など一連のものが考えられるが、1977年(全国)を12地区に分けて、農業に最も密接な灌漑可能面積を示すと第6図のようである。中央平原地帯が最も量的に多い。

水の制御が進むと共に、他方農業に比べて他産業の生長率の相対的な高上昇は機械化を促進し、また、高収品種の導入、施肥、合理的な病虫害雑草防除などの施用の素地、必要性が生じて来つつある。農業気候を基礎とし他の進んだ人為的技術の導入を計り、適地適作が今後の健全な農業の振興の方向と考えられる。

主要参考文献

- 1) Division of Agri.Regulatory, MOAC: Poisonous articles brought in or imported, 1976-1977, pp55.
- 2) Division of Agri.Eco., MOAC: Selected economic indicators regulating to agriculture, No. 84(3), pp48.
- 3) Eelaat A. L. J. van den: Climate and crops in Thailand, Soil Survey Div., Rep., pp27.
- 4) JETRO: タイの経済概況 1978, pp223.
- 5) Royal Irri., Dep., MOAC: Table showing water resources development in Thailand completed to the end of 1977 and under construction in 1978, pp62.

となっている。

タイの農業地帯は4地域に分けられ、各地域の作物生産の特徴は、中央部ではいね、以外にとうもろこし、さとうきび、ケナフ、ゴム、パインアップル、熱帯果樹などが多く、農薬や肥料も最も多く使用される。北部では水利が好適であり、いね(90%もち)。裏作などにタバコ、茶、そさい類の栽培が旺盛である。東北部ではいね、ケナフ、養蚕などが旺盛である。南部ではゴム、ココヤシ、カボック、パインアップル、水・陸稲などがみられる。

これらのうち、主要な作物の作付面積は、1977年 水稻820万ha、ゴム55万ha、とうもろこし130万ha、キャッサバ82万ha、さとうきび54万ha、ケナフ46万ha、大豆17万ha、豆37万haなどであるが、最近数次の5ヶ年計画により森林地を開墾して耕地に変え、作物面積は各作物とも何倍から十数倍に達しているものがあるが、農業生産上の大きな問題は、これらの作物の単位面積当りの収量が低下、又作物によっては減少しているものもあり、進んだ生産技術の導入が遅れていることを示している。

冷害気象と稲作技術の評価

第9報 明治35年と大正2年の冷害気象の特徴と水稻の生育・収量

和田純二, 永沼昌雄, 穴水孝道

(青森県農業試験場)

1 まえがき

青森県において明治中期以降の代表的冷害としては、明治35年と大正2年があげられ、作況指数と10a当り収量は、明治35年44, 93.5kg, 大正2年19, 45.9kgであった。明治35年の南部地方は収穫皆無に近く、津軽地方は比較的軽かったが、これと対照的に大正2年は全県的に減収したが、南部地方は明治35年より冷害が軽いという特徴が見られる。大正2年は冷害実態報告書『大正2年青森県凶作救済誌-青森県』などの公刊資料があるが、明治35年の冷害関係記録のとばしいのが現状である。最近、青森県上北郡七戸町にある農林水産省奥羽種畜牧場(明治29年創立、元奥羽種馬牧場)より明治中期以降の気象観測資料を収集したので、これと既往の資料などから明治35年と大正2年の冷害気象の特徴と水稻の生育・収量に及ぼした影響について検討した結果を報告する。

2 結果と考察

(1) 両冷害年の気象経過の比較

青森気象台の気象経過は表-1で、月別平均気温は、明治35年は大正2年に比べ4~8月はおおむね低く、9月以降は高く経過している。日照時数は、4~5月は両年に大差がなく、6, 7, 10月は明治35年が、8, 9月は大正2年がそれぞれ多照となっている。降水量は明治35年が7, 8月が平年並、全般に少雨に経過し、大正2年は6, 8, 10月が多雨で、6月末には津軽地方1万haの水田に冠水、また、8月28日に暴風雨が南部地方を出穂時に直撃し、河川が氾濫し、冠水被害を受けた。

表-1 明治35年, 大正2年の気象経過

		4月	5	6	7	8	9	10
平均気温 ℃	明 35	6.0	10.9	15.2	17.7	19.7	19.3	12.5
	大 2	8.0	11.5	15.0	18.1	20.2	16.5	11.3
	平 年	6.9	11.8	16.2	20.8	22.8	18.4	12.0
降 水 量 mm	明 35	64.3	67.8	31.3	137.1	110.9	69.1	61.0
	大 2	75.1	71.0	208.9	84.7	151.4	73.1	151.4
	平 年	69.1	72.8	81.0	133.9	117.5	144.8	115.9
日照時数 hr	明 35	200.5	197.6	257.6	134.4	182.2	155.1	186.9
	大 2	198.5	208.7	171.1	120.0	240.6	220.6	137.3
	平 年	198.5	210.3	201.2	179.9	210.5	169.4	160.0

(青森気象台)

両冷害年の日別平均気温の推移を奥羽種馬牧場と青森気象台の資料から図示したのが、図-1である。前者は午前6時、午後2時、午後10時の3回の平均値とし、明治35年~大正4年の10ヶ年(明治36, 38, 43, 44年は欠)を平均値とし、後者は午前、午後とも2, 6, 10時の6回の平均値を用い、平年値は昭和16~45年の30ヶ年の平均値とした。厳密には両地点の比較はできないが、気温の推移の傾向をうかがうことができると考えられる。明治35年の青森の気象は、5月下旬~6月上旬に平年より高温の日もあるが、5月から8月中旬まで低温が続いた。これに対し奥羽種馬牧場では、5月から7月はじめまで高温の日が多く、7月中旬から8月にかけて異常低温が襲来した。し

かし、両地点とも9月以降は高温に経過している。

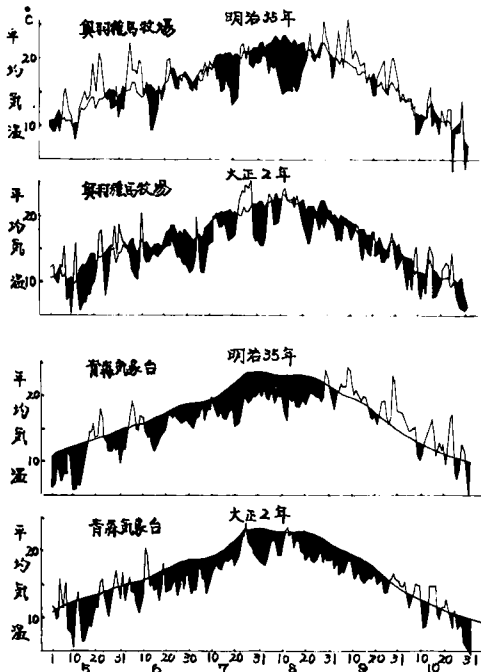


図-1 明治35年、大正2年の日別平均気温の推移

でなく、特に7～8月中心の強度の低温により被害を受けた事によるものと推定される。

(2) 作況の地域性

東北六県郡別の明治35年と大正2年の水稻減収率を、東北全域としてまとめて作図したのが図-2である。明治35年～大正4年の平均収量を100とした場合、明治35年の東北は40%の減収で、青森県東半部と岩手県は最も惨憺たる状況を呈し、日本海側の秋田・山形県は20～30%の減収であった。これに対し大正2年の冷害は全国では4%の増収であったが、東北六県では32%の減収となり青森県全部、なかでも東半部は最も冷害が著しく、下北郡は皆無作に近く、岩手県海岸まで及んだが南下するにしたがい影響は薄らいでいる。当時この年の凶作の中心は津軽海峡附近、あるいはその以北にありと指摘している。

冷害の地域性について松倉らは、東北地域の冷害年の収量比率分布が年次によって大きな差が認められるところから、全域型、北東型、東部型、北海道型の5型の地域型を設定している。明治35年の冷害は北東部型で、概して出穂直前から登熟期の8～9月の低温に特徴づけているが、青森県ではこの年の9月以降は高温に経過しているため、前述のように7～8月の低温が中心となる。また、大正2年の冷害は全域型に属し、北部型の様相も加わっており、全域型は長期にわたる低温が特徴的である。松倉によれば、明治35年は6～7月に低温の中心があり、9月以降は高温が出易い型であり前半低温型、大正2年は、盛夏期一時高温であるが、6～7月、8～9月低温がある変動

明治35年奥羽種馬牧場事業総説にこの年の気象経過を次のように記録している。「4月16日ヨリ6月10日マデー粒の降雨ダニナイ。早天に耕土乾燥、平常湿地モ水分モ含マザルニ至ル。剩へ数回暴風被害甚大。6月10日梅雨、天漸ク曇り、6月24日初メテ小雨、是以後湿润天候を以テシ、雨天ニアラザレハ濃霧ナリ。入梅後日照時間極小ナリ終日快晴ハ7月22日・8月15日ノ両日。半曇、半晴ハ6月下旬以来10日ヲ越エズ。梅雨以降8月下旬マデ80度(26.7℃、以下括弧内℃)ニ達セシハ8月2日、3日ノミ。其ノ他60～75度(15.6～23.9℃)、最モ低キハ60度(15.5℃)ニ達セザルコトアリ」と厳しいこの地方の気象経過を述べ、さらに「本年ハ春以来新秋に至ル迄、或ハ乾燥ニ失シ、或ハ陰霖に偏シ温度ハ低ク、一般地方ノ農況頗ル不良ニシテ遂ニ凶歉ニ終リ、農民皆非常ノ窮況ニ伸吟シ、悲惨ノ光景見ルニ忍ビザルモノアリ」と深刻な凶冷の様相を伝えている。このように明治35年と南部地方の皆無作に近かった冷害気象は、

大正2年の春期以来の長期にわたる低温の冷害型

型と称している。これらは東北全域からみた場合を指しており、明治35年の青森県は6～7月でなく、7～8月の低温が中心となっているので、地域を細分してみると少し期間の違いがみられる。

さらに青森県の両冷害年を郡別に10a収量と、作況指数を比較したものが表-3である。明治35年の南部地方は収穫皆無に等しかったが、津軽地方、とくに県内でも気象・土壌環境の最も良好な津軽南部中央地帯は154～178kg/10a、作況指数70～83であった。大正2年の冷害は全县被害をうけ、南部地方は10～21kg/10a、作況指数は7～13であったが、これでも明治35年より被害が軽かった。津軽地方4郡は、明治35年に比べて減収が大きく44～110kg/10a、作況指数20～39と、明治中期以降最大の冷害となっている。なお、青森市が含まれる東津軽郡は、津軽と南部の気象の地域を含むためもあり、作況もほぼ中間的である。

(3) 両冷害の水稲の生育・収量の比較

当時の青森県農事試験場の試験成績、農場・農家等の記録から水稲の生育・収量を検討した。表-3は農試における豊凶両年における種類(品種)試験成績を示したものである。農試は明治末期まで青森市にあり、大正2年に黒石市に移転しているので、両冷害年の比較は環境が異なり直接の比較には問題がある。供試品種は各年次とも共通の13品種で、その平均値で示している。田植期は両冷害年とも豊作年に

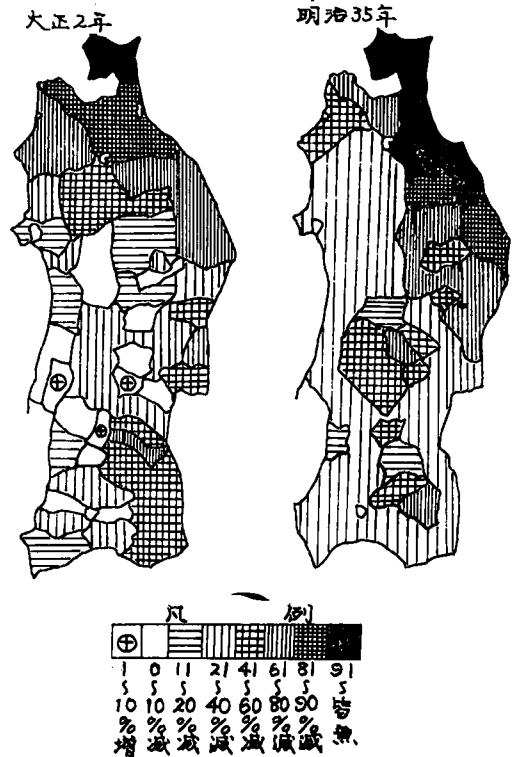


図-2 明治35年、大正2年の減収率分布

表-2 青森県における明治35年、大正2年の郡別収量と作況指数

項目	年次	津 軽 地 方			南 部 地 方				
		東	西	中	南	北	上北	下北	三戸
収 量 kg/10a	明 35	65	71	154	178	113	1	0	8
	大 2	27	60	110	77	44	21	10	18
作況指数	明 35	31	37	73	70	59	1	0	5
	大 2	11	24	39	25	20	13	7	10

表-3 豊凶両年における種類試験成績(青森県農事試験場)

	田植期	出穂期	成熟期	収 量 kg/10a	同比率	品 位	6～9月 平均気温 ℃	備 考
	月日	月日	月日					
明34(豊)	6. 9	8. 21	10. 1	279	100	3. 2	19. 3	場所 青森市
明35(凶)	6. 17	9. 5	10. 26	141	50	3. 8	17. 8	品位 1～5等
大 3(豊)	6. 5	8. 11	9. 26	357	100	2. 1	20. 3	場所 黒石市
大 2(凶)	6. 10	8. 29	10. 27	207	58	2. 9	17. 5	品位 1～4等

注) 種類は13種類(品種)4ヶ年共通。

比べて5～8日の遅れとなっており、これは苗代期の5月の気温が、豊作年に比べ1.7～1.8℃も低温であり苗生育が不振のため田植が遅れたものと見られる。出穂期も8月末から9月はじめとなり、豊作年に比べ8～14日の遅れとなっている。成熟期も10月末となり、一般農家では11月まで稲刈が行なわれたという記録があり、このことを裏付けている。収量も豊作年に比べて50～58%と約半作となり、一般農家の作況はさらに劣ったことは表-2でも示されているとおりである。明治

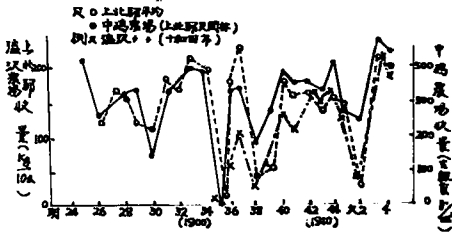


図-3 上北郡、渋沢農場、中嶋農場の収量推移

34・35年の農試の栽培試験成績によると、明治35年は、排水試験では通年かん水区、収穫期落水区などかん水期間の長いほど減収が少なく、水の保温効果があらわれ、育苗試験では育苗日数の長いほど収量が高く、これらの傾向は高温年の明治34年の試験結果では明らかでなかった。また除草回数試験も35年は、3回以上の除草区で減収したが、34年ではこの関係が認められなかった。以上のよ

うに明治35年の試験結果のかん水の保温効果、早播熟苗健苗、除草の早期切上などの試験結果は、現在の冷害防止対策技術にも通ずる成果をあげている。

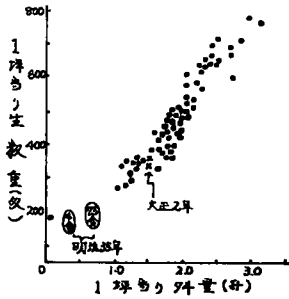


図-4 1坪当り升量と生籾重との関係

図-4は青森県南部地方の明治中期からの収量推移を郡、農場別に示したものである。明治35年は大正2年に比べて減収率が大きい事が示されている。図-5は上北郡旧藤坂村（現十和田市）の農家、竹ヶ原助八が明治末期から大正はじめの自家坪刈記録より坪当り升量と生籾重の関係を作図したもので、明治35年は坪刈は2点のみでしかも、升量のみで生籾重は測定されなかったが、大正2年に比べてさらに減収した事が明らかである。

る。

3 むすび

青森県の代表的冷害の明治35年と大正2年の作況指数はそれぞれ44と19である。前者は津軽と南部の被害差が大きく、後者は全県的な冷害という特徴がある。とくに最近の「冷害危険度の推定」の研究課題には、大正2年が関係資料が得られ易い事もあり冷害モデル年として取り上げられている。明治35年の南部地方は皆無作に等しい被害を受けたが、解析資料が乏しかったところ、このたびの奥羽種馬牧場資料や農家記録の収集により、この年の南部地方は7・8月を中心とした強度の低温が主因であること、大正2年の長期低温の冷害型と異なること等が明らかにされた。明治35年の津軽地方の冷害関係資料がほとんどなく、今後これら資料を収集し当時の全県的な実態を解明し、予想される異常気象の対応技術確立のため参考に供したい。

参考資料

- 1) 農商務省農務局(1916): 東北地方ノ稲作ノ豊凶ト海流トノ関係
- 2) 松本顕・野田健児(1978): 東北地域の冷害に関する一考察, 日作東北支部報 No 20
- 3) 松倉秀夫(1972): 北日本の冷夏とその予報, 東北地方暖候期天候対策研究会

宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究

第9報 田植から活着期の気象と初期生育

日野 義一

(宮城県農業センター)

1. はじめに

筆者は、宮城県における、4、5月の多照条件を効果的に利用するためには、従来の標準田植時より、20日も早い田植について検討して来たので、ここでは、田植活着期の気象条件と本田における水稲の初期生育について報告する。

2. 試験の方法

1) 試験場所と年次

宮城県名取市、宮城県農業センター圃場で、昭和50～54年において、それぞれ、4～10月まで行った。

2) 試験区と耕種条件

試験区の構成および各区の耕種条件は、第1表に示したとおりである。

播種量は、1箱当り、乾燥粳200gを4月20日植のものは、3月20日に浸漬し、他の区は、その後10日おきに行ない、稚苗の播種は3月31日から10日目ごとに行ない、各区とも育苗日数を同一にして行った。

第1表 試験区の構成

育苗法	田植時期	品 種	栽 植 様 式	1 株 本 数
稚 苗	4月20日	ササニシキ	30×15	5
稚 苗	5月1日	ササニシキ	30×15	5
稚 苗	5月10日	ササニシキ	30×15	5

注) 4月20日：早植， 5月10日：標準植

本田の施肥量は、各区いずれも、成分量(10a当り)で、N：6.0，P：12.0，K：6.0(kg)とし、追肥は田植後15日目に、Nをそれぞれ、1.0kgを施し、7月10日と出穂前にNとKをそれぞれ、1.3kgを施用した。

なお、水管理は、初期10日間は、毎月9時～10時に、約1.5～2.5cmの水深に調節した。

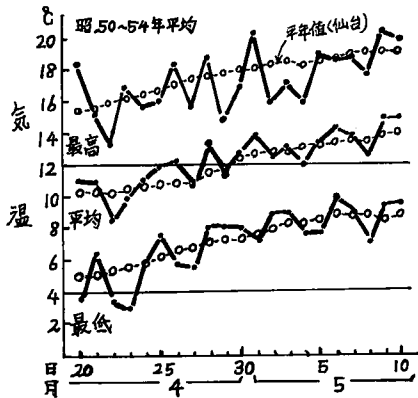
3) 測定項目と調査の方法

- 水田温度：田植日から9月までを電子管式自記記録温度計によって、水田の地表温を測定した。
- 露場気象：試験水田に隣接する露場において、通常的气象観測を行なった。なお、平年値は、仙台管区気象台の資料を用いた。
- 水稲の初期生育：田植初期(4、5月)における、草丈、葉数、乾物生産量について調査を行った。

3. 試験結果と考察

1) 初期の気温と日照：試験期間(昭・50～54年の平均)における、4月20日から5月10日までの日別気温および日照時間の経過は、第1、2図に示したとおりである。これによると、日別に

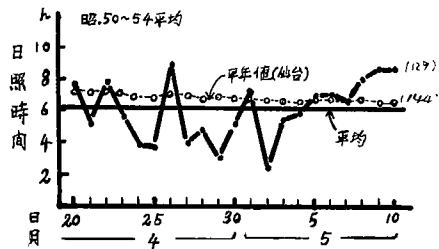
よって、かなり相違があらわれ、最高気温で見ると、約13~20℃の値を示している。この日中の気温によっては、低温障害を示す温度となっていない。なお平年値との比較で見ると、試験期間中は、平年値より、低い場合が多い結果を示しているが、5月5日ごろから10日までが平年並で経過していた。つぎに最低気温で見ると、約3~9℃の値で経過し、4℃以下の降霜の危険性を含む低温は、4月25日まであらわれている。なお、平年値(仙台)では、約5~8℃となって、4℃以上の値を示している。したがって、試験期間中の4月20日から28日ごろでは、平年値より低い場合が多くなっている。平均気温の経過を見ると、約8~15℃で、4月20日から4月30日ごろまでは、試験年、平年値とも12℃以下で、稚苗の活着限界気温以下の温度となっているが、5月に入ると、い



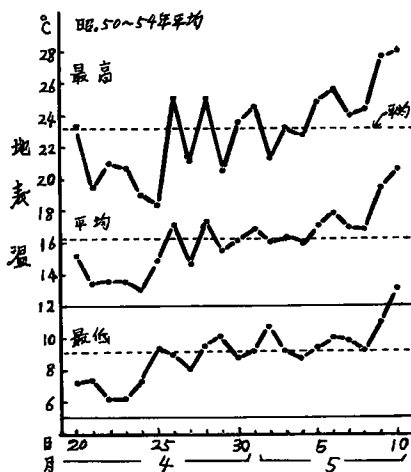
第1図 田植時期における気温の日別経過
(宮城県農業センター)
間であった。一方平年値についてみると、これは、約6~7時間で、日別経過では、4月20日から5月10日まで除々に少なくなっている。全期間の平均では6.9時間で、試験期間中の平均日照は

れも12℃以上の値で経過している。これらのことから、気温で見ると、4月末までは、活着限界温度以下を示していた。

つぎに日照時間の経過を見ると、日別によってかなり相違があり、試験期間中では、約2~9時間の範囲でしかも、4月20, 22, 26日が約8時間ぐらいたなり4月末から5月初めは、比較的少ない値で経過し、5月5日以降は6時間以上となって経過していた。なお全期間の平均は、6.1時



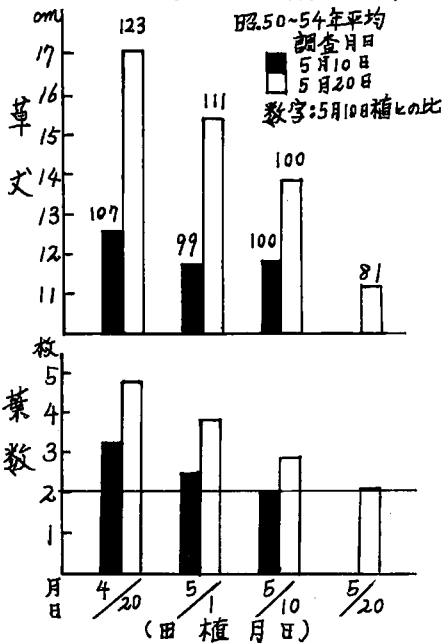
第2図 田植時期における日照時間の日別経過
(宮城県農業センター)
はと同じ値を示している。いずれにしても、4月20日から標準田植日の5月10日までの積算日照は、試験年次129時間、平年144時間となって、かなり多いことがわかる。



第3図 田植時期における水田温度の日別経過
(宮城県農業センター)間の平均は、約23.5℃で、水田の日中の温度で

2) 水田温度(地表温): 初期における日別水田内地表温度の経過を見ると、第3図に示したとおりである。これによると、最高温度は、約18~28℃となり、4月20日から25日ごろには、20℃以下の日があったが、その後は20℃以上で、とくに5月5日以降は25℃以上に達し、全期

は、低温障害を示す温度はみられない。最低温度についてみると、この時期は、約6~13℃までの範囲となり、気温でみられた。4℃以下の降霜危険温度までには、低下していないので、水田内は、夜間気温より高温であることが認められた。日別では、4月20日から25日までは、10℃以下の日が連日みられたが、その後は急に高温となり、5月に入ると10℃以上の日もあらわれている。なお、全期間の平均では約9.2℃となって、気温より、約2~3℃高い値で経過した。平均温度でみると、約13~20℃の値で変化し、活着限界温度といわれる12℃以下の日は、試験年次の平均値ではみられない。なお日別特徴では、4月20日から25日ごろまでは、もっとも低い13℃内外の日が多



第4図 田植初期における草丈、葉数の比較 (宮城県農業センター)

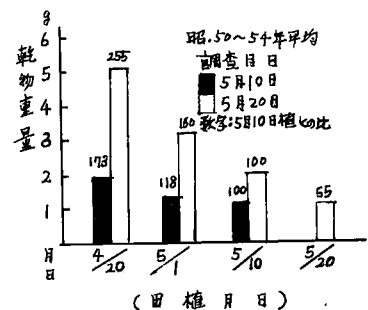
くあらわれているが、その後は15℃以上となって経過した。全期間の平均では、約16.2℃を示し、田植初期における水田地表温はかなり高温で、水稻の稚苗に低温障害を大きく示す温度となっていないことが認められた。

3) 初期生育の状態：標準田植日(5月10日)とそれより10日過ぎた5月20日の生育について、各田植時期別で調査した結果は、第4、5図にあげた。草丈、葉数についてみると、標準田植日の時点における草丈の伸長は、育苗時の苗のちがいに左右されて、田植時期別のちがいによる差はみられないが、早植(4月20日)では、標準植より伸長がまさっていたが、その差は7%程度であった。ところが5月20日の状態でみると、この期間では、かなり田植時期別による差が大きくなり、標準田植日に比べて早植(4月20日)では123%、5月1日植で111%とこの時期になると草丈に差があらわれ、もっともおくれた5月20日植は標準植の81%となっていた。一方、葉数の増加についてみると、これも標準田植日の5月10日の調査では、田植時期のちがいによる差は大きくないが、早植(4月20日)は標準植より、葉数で1枚の増加がみられた。また、5月20日でみると、この時期になると、更に葉数の増加が進み、早植は標準植より約2枚の増加となった。なお、5月1日植では標準植より約1枚多くなり、早植の初期で葉数が多くなっていることが認められた。

つぎに初期乾物生産量についてみると、第5図にみられるように、初期において乾物重量に大きなちがいがあり、田植時期の早い場合に多い結果となっている。すなわち、5月10日の標準田植時でみると、5月10日の苗に比べて、10日早い5月1日植が118%、20日早い4月20日植で173%となっていた。なお5月20日の調査でみると、この時期になると、更に差が大きくなり、標準田植日(5月10日植)に比べて、5月1日植は160%、早植の4月20日植は255%となっており、この時期の生育量の増加速度が早植程まさっていることが認められた。

くあらわれているが、その後は15℃以上となって経過した。全期間の平均では、約16.2℃を示し、田植初期における水田地表温はかなり高温で、水稻の稚苗に低温障害を大きく示す温度となっていないことが認められた。

3) 初期生育の状態：標準田植日(5月10日)とそれより10日過ぎた5月20日の生育について、各田植時期別で調査した結果は、第4、5図にあげた。草丈、葉数についてみると、標準田植日の時点における草丈の伸長は、育苗時の苗のちがいに左右されて、田植時期別のちがいによる差はみられないが、早植(4月20日)では、標準植より伸長がまさっていたが、その差は7%程度であった。ところが5月20日の状態でみると、この期間では、かなり田植時期別による差が大きくなり、標準田植日に比べて早植(4月20日)では123%、5月1日植で111%とこの時期になると草丈に差があらわれ、もっともおくれた5月20日植は標準植の81%となっていた。一方、葉数の増加についてみると、これも標準田植日の5月10日の調査では、田植時期のちがいによる差は大きくないが、早植(4月20日)は標準植より、葉数で1枚の増加がみられた。また、5月20日でみると、この時期になると、更に葉数の増加が進み、早植は標準植より約2枚の増加となった。なお、5月1日植では標準植より約1枚多くなり、早植の初期で葉数が多くなっていることが認められた。



第5図 田植初期における乾物生産量の比較 (宮城県農業センター)

4. 要 約

宮城県の水稲栽培で従来の標準田植日（5月10日）より早い田植について、栽培試験を、昭和50～54年に行ない、田植から活着期の気象条件および初期生育について検討した結果は、次のとおりである。

初期の気象（4月20日から5月10日まで）：最高気温は約13℃～20℃の範囲で低温障害を示すような値を示していない。最低気温は、約3～9℃で4℃以下の降霜危険温度は、4月25日までみられる。平均気温では、8～15℃で4月20日から28日ごろまでは、12℃以下の活着限界温度以下を示し、これは平年値においても、ほぼ同様で気温からみると、4月下旬は低温の危険性はみられる。日照時間は約2～9時間の範囲で日別変化が大きい、早植時（4月20日）から標準植（5月10日）までの積算値では、129時間、平年値で144時間となって、いずれも宮城県の標準田植日までは、100時間以上の日照が確保できる。

水田温度（地表温）の最高温度は、18～28℃で経過し、日中はかなり日照の影響を受けて高温となる。最低温度は6～13℃で4℃以下の降霜危険温度を示さない。平均温度は、13～20℃で12℃以下の活着限界温度は示さない。これらのことから、4月下旬の気温でみるかぎり低温障害温度がしばしばあらわれるが、水田温度ではあまりみられない。

初期生育：草丈、葉数、地上乾物生産量をみると、標準田植日（5月10日）の草丈では、田植時期別による差はなく、この時期は育苗時の苗に左右される。しかし5月20日の値では田植時期別の差が大きく、早植田植ほど伸長がまさっている。葉数、乾物生産量では、早植の方がかなり多く、とくに、乾物重量は、5月20日には早植（4月20日）は標準植（5月10日）の約2.5倍になって、早植栽培では従来の標準田植時期までには、生育量の増加が明らかに認められた。

参考文献

- 1) 日野義一・千葉文一（1975）：宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究。
第1報、初期の気象と水稲生育について、東北農業研究，第18号。
- 2) 日野義一・千葉文一（1976）：宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究。
第2報、本田期間中の生育時期別気象の特徴、東北農業研究，第19号。
- 3) 日野義一（1977）：宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究。
第3報、田植期間中の日別日照時間の変動性について、東北の農業気象，第22号。
- 4) 日野義一（1977）：宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究。
第4報、田植期間中の日別気温の変動性について、東北の農業気象，第22号。
- 5) 日野義一（1978）：宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究。
第5報、田植期間中の日別風向、風速について、東北の農業気象，第23号。
- 6) 日野義一（1978）：宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究。
第6報、減数分裂時期の日別気温の変動性について、東北の農業気象，第23号。
- 7) 日野義一（1979）：宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究。
第7報、登熟期間中の日別日照時間の変動性について、東北の農業気象，第24号。
- 8) 日野義一（1979）：宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究。
第8報、登熟期間中の日別気温の変動性について、東北の農業気象，第24号。

宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究

第10報 早植試験期間の気象と生育、収量

日野 義一

(宮城県農業センター)

1. はじめに

かなり早い時期に田植することは、前報のように、初期の気象、生育が従来の田植時期に比べて異なり、更に、その後に遭遇する気象や生育経過もかわって来るので、本報では、本田期間における気象と生育、収量についての概要を報告する。

2. 試験の方法

1) 試験場所と年次

宮城県名取市、宮城県農業センター圃場で、昭和50～54年において、それぞれ、4～10月まで行なった。

2) 試験区と耕種条件

試験区の構成および耕種概要は、前期(第9報)において示したことから、本報では省略する。

3) 測定項目と調査の方法

a. 水田温度、露場気象については、前報と同じ方法で観測を行った。

b. 水稻の生育、収量：本田期間中の草丈、茎数および穂数を調査し、収量は坪刈りによって調査した。

3. 試験結果と考察

1) 試験年の気象経過：昭和50年から55年までの平均による稲作期間の気温、日照時間の経過を平年値との比較でみると、第1図に示したとおりである。これによると最高気温の場合では、5月の1半旬に平年より約5℃低い値を示したが、その後7月3半旬ごろまでは、ほぼ平年並の値で経過している。ところが、7月4半旬から9月6半旬までは、平年に比べて、かなり変動が大きかった。

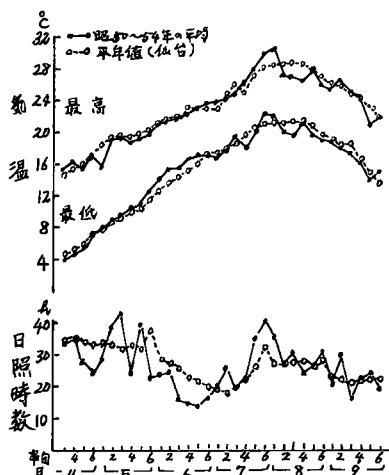
すなわち、7月末は4～5℃高温となり、その後9月初めまでは、反対に試験年次は低く経過した。

しかし9月半ばの登熟後期は平年並であった。

つぎに最低気温についてみると、4月、5月の試験年次は、ほぼ平年に近い値で経過して、水稻の初期生育時には、極端な高温、低温を示さないことになる。なお、試験年の6月は平年より2～3℃高い。

7月は変動が大きく、平年より高温を示したり、低温となったりした。しかし8月半ばから9月末にかけては、2～3℃低目に経過し、登熟期間中は低い結果を示していた。

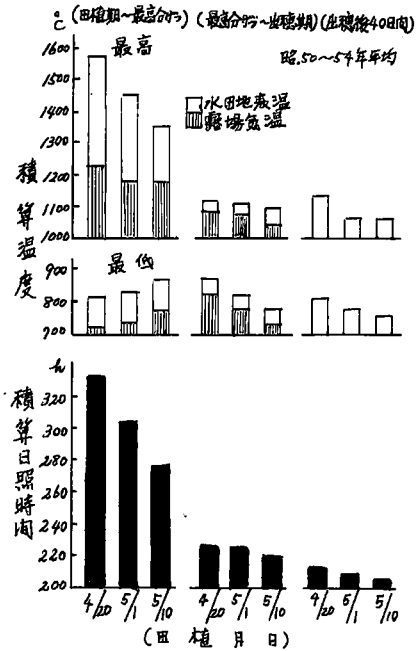
一方日照時間の経過をみると、これは平年値とかなり異なっている。すなわち試験年の4月は、平年より少ない値を示していたが、5月初めは平年より



第1図 稲作期間における気温、日照の経過 (宮城県農業センター)

多照となった。なお5月末から6月末までは、平年日照時間に比べて、かなり寡照であったが、7月に入ると急に多照となっていた。ところが8、9月の登熟期間中は、平年より多くなったり、少なくなったり、この時期は平均的にみれば平年並の日照と言える。

2) 試験期間の水稲生育時期別気象の特徴：田植時期別による、生育時期ごとの気温、水田温度、日照時間をそれぞれの積算値でみたのが、第2図である。これによると、田植日から最高分げつ期（10葉出葉日）までの最高気温では、早植（4月20日）が標準植（5月10日）よりやゝ多い積算となったが、5月1日植では、ほとんど差がなかった。一方最低気温でみると、田植の早いほど少ない値となり、早植ほど低温に遭遇していることが明らかである。つぎに、水田温度（地表温）についてみると、この時期は、気温と異なり、最高気温は早植ほど積算温度がかなり多くなって、早植は標準植より約230℃も多くなった。これは後でも述べるが、日中の日照が大きく影響したものと判断される。ところが、最低温度では、気温と同様田植の早い時期ほど少ない結果となった。



第2図 生育時期別気温水田温度、日照の積算値 (宮城県農業センター)

日照時間についてみると、これは田植時期の早い場合の積算が多くなって、早植（4月20日）は標準植（5月10日）より約20%多い値を示した。この様に早植の多照は、前述の日中における水田温度に大きく影響を与えたものと思われる。

ところで、最高分げつ期（10葉出葉日）から出穂期（出穂率60%）の場合をみると、この時期における最高気温の積算値では、田植時期別による差はほとんどなく、やゝ早植で多いと言う程度である。また最低気温でも、早植の方が多くなっている。つぎに日照時間でみると、田植時期別による差はあまりみられず、やゝ早植の方が多い結果であった。すなわち、この時期では、気温、水田温度、日照時間いずれも、あまり差がなかったのは、丁度梅雨期がその間に含まれていることゝ、更に水田温度の場合では、水稲の生育量増加も重なって、あまり差がみられないと思われる。

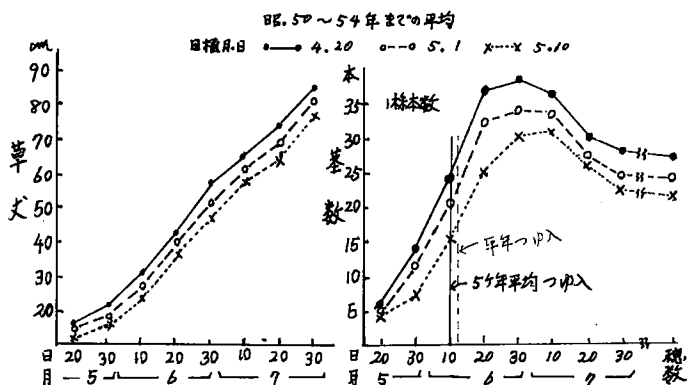
出穂期後40日間の最高気温でみると、この時期は、早植がもっとも多いが、標準植とそれより早い5月1日植では、ほとんど同じ積算値を示していた。一方最低気温でみると、これも田植の早い時期で多い積算となり、更に、日照時間でも絶対値ではあまり差がないが、早植ほど多くなっていた。したがって、登熟期中は、早植栽培で高温、多照を示した。

以上のことから、稲作期間中の総積算値では、気温、水田温度、日照時間も早植の場合多くなっていることが認められた。

3) 生育経過および収量：田植時期別の生育経過を草丈、茎数、更に穂数についてみると、第3図に示したとおりである。これによると、草丈の伸長状態は、田植時期の早いほどまきり、早植（4月20日）では、標準植（5月10日）に比べて、初期の5月中は、あまり大きな相違がみられない

が、6月から7月は、ほぼ10cm内外伸長において、まさって経過した。

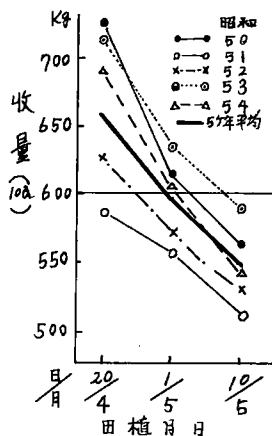
一方茎数の推移をみると、5月20日の調査では、田植時期別によるちがいがあまりみられないが、5月30日で見ると、かなり差が大きくなり、早植（4月20日）は、すでに、標準植（5月10日）の約2.5倍を示し、5月1日植において



第3図 田植時期別における草丈、茎数（穂数）の比較
(宮城県農業センター)

もほぼ2倍に達していた。なお、最高分けつ時期をみると、早植は6月30日ごろ、標準植7月10日ごろとなって、早植の茎数早期確保が認められた。穂数についてみると、これは早植で多く、標準植に比べて約5本、5月1日植で約3本の増加となって、1株穂数にちがいのあることが認められた。なお、この穂数は、茎数の推移からみると、いずれの田植時期も、つゆ期間の初期までに出来上った茎で、つゆ入り前の茎数は、すべて穂数となっていることが認められる。なお、梅雨最盛期にあらわれた茎数は、本試験場の栽培法では、穂にならなかった。

収量調査の結果は、第4図に示したとおりである。これによると、田植時期のちがいによって、収量にかなり相違があり、田植の早い時期で高い値となっている。それを試験年次別で見ると、昭和50年（豊作年）で早植はかなり高く、10a当り700kg以上となり、5月1日植でも600kgを越しているが、標準植では、564kgの低収量となった。なお昭和51年は、東北地方全域が冷害となり、山間高冷地では青立現象もあらわれた。そうした年次における田植時期別収量をみると、この年は作況が平年を下回ったが、早植の効果が大きく、絶対値が各年次でもっとも低位を示したが、4月20日の早植で、580kg、5月1日植が563kg、標準植505kgの順となった。なお、試験年次の平均では、早植（4月20日）：667kg、5月1日植：598kg、標準植（5月10日）：564kgとなり、早植は標準値の約22%増収となった。



第4図 田植時期別収量
(宮城県農業センター)

以上のことから、水稻稚苗の田植時期は、初期に大きな障害を与えない限り、早植で高収量を示すことが認められた。

要約

宮城県の水稲栽培で作期別による気象の特徴と栽培試験を、昭和50～54年に行なった結果は、次のとおりである。

試験年における稲作期間の気象経過：最高気温は、15～30℃で経過し、日中は低温を示す値とならない。時期別では、5月初旬に平年より約5℃低温となったがその後7月半ばまでは、平年並であった。7月末から8月初めは約3℃内外高温度で、

その後の登熟期間中は低目であった。最低気温の4, 5月は平年並で, 6月は2~3℃高目となり7月以降は1~2℃低く経過した。日照時間は, 4月末から6月末までが平年より少なく経過しており, 7月, 8月初めは多照でその後多少変動があったが平年に近い日照となっていた。生育時間別の気象で, 田植日から最高分げつ期までの積算値でみると, 気温では田植時期別による差はあまりないが, 水田温度では, 日中の場合早植ほど多い積算で, 夜間は気温と同様あまり差がない。なお日照時間は早植ほど多く, 4月20日植では5月10日の標準植より約20%多照となった。最高分げつ期から出穂期までは, 気温, 水田温度, 日照いずれも田植時期別による差はみられない。これは, 梅雨期が含まれていることも影響しているものと思われる。なお, 出穂期後40日間の積算では, 気温, 水田温度, 日照いずれも早植ほど多い値で登熟期間の気象は有利であった。

生育の経過および収量は, 早植ほど草丈, 莖数, 穂数がまさり, 4月20日の早植した場合の収量は, 試験年次いずれも, 多い値で, 昭和51年の冷害時を除いて600kg以上となり, 標準植(5月10日)に比べて, 約22%の増収となった。

参考文献

- 1) 日野義一・千葉文一(1975):宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。
第1報, 初期の気象と水稻生育について, 東北農業研究, 第18号。
- 2) 日野義一・千葉文一(1976):宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。
第2報, 本田期間中の生育時期別気象の特徴, 東北農業研究, 第19号。
- 3) 日野義一(1977):宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。
第3報, 田植期間中の日別日照時間の変動性について, 東北の農業気象, 第22号。
- 4) 日野義一(1977):宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。
第4報, 田植期間中の日別気温の変動性について, 東北の農業気象, 第22号。
- 5) 日野義一(1978):宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。
第5報, 田植期間中の日別風向, 風速について, 東北の農業気象, 第23号。
- 6) 日野義一(1978):宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。
第6報, 減数分裂時期の日別気温の変動性について, 東北の農業気象, 第23号。
- 7) 日野義一(1979):宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。
第7報, 登熟期間中の日別日照時間の変動性について, 東北の農業気象, 第24号。
- 8) 日野義一(1979):宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。
第8報, 登熟期間中の日別気温の変動性について, 東北の農業気象, 第24号。

韓国水稲品種（日印型遠縁交雑種）の育苗時の温度・光反応について

— Indica 型因子による低温・少照下の立枯様症状の発現 —

寺中吉造・近藤和夫

（東北農業試験場）

1 はじめに

寒冷地の機械植稲作は、遅延型冷害に対し稚苗よりも安定な、中苗、成苗が望ましく、現にこれらの比率はます傾向である。中、成苗は稚苗よりも苗箱など資材や、育苗日数を多く要するから、普及上、育苗方式の一層の省資材・省力・省エネルギー化が望まれる。近年、韓国の統一系水稲品種がその多収性のため本邦へ導入され、飼料用水稲の役割が検討されているが、この場合は一層苗代経済性の高いことが必要である。いずれの場合も、育苗の簡易化の普及の過程で省略化が併なうと低温に遭遇する機会も多くなる。著者らは、不良環境に対する育苗の安定化の見地から、韓国品種を含め品種の温度・光反応の研究の過程で、低温抵抗性につき2、3の知見をえたので報告する。実験にあたり、韓国品種を分譲頂いた北陸農試田中孝幸室長、本邦品種を分譲頂いた北見農試、上川農試、北海道農試、青森農試藤坂支場、山形農試尾花沢分場、福井農試、農事試、九州農試の関係者の方々、および東北地域品種の選定に御教示頂いた農事試佐藤尚雄室長に対し、深く感謝の意を表します。

2 実験材料および方法

1) 第1実験 ① 材料の養成 播種量は90g/箱とし、浸種催芽0.5mm, 加温(32℃・48hr), 出芽0.5cm, 施肥量は基肥として3要素N-P₂O₅-K₂Oを1.5-2.0-2.0g/箱, 追肥としてN1gを2、3葉期に施した。床土は盛岡沖積土(pH4.5)をもちい、タチガレン6g/箱を床土に混合し、1979年4月9日に播種した。② 処理 a) 品種 韓国品種として水原262号, 水原258号, 密陽23号, 本邦品種として農林33号(北見農試); イシカリ, 北海242号(北海道農試); ササニシキ; 日本晴(農事試); レイホウ(九州農試); ミズホ(大分農試); 台中65号(沖縄農試)をもちいた。b) 気温 15, 18, 21, 24および27℃の昼夜定温とした。c) 日射 自然光, そのまゝおよびまになるよう黒色寒冷紗で被覆した。気温, 日射の処理は出芽揃時に1日寒冷紗の遮光下で予備緑化後, 自然光人工気象室で設定した。d) 調査 播種後22, 32日の苗生育および立枯様症状の発生率の測定等をおこなった。処理期間中の平均日射量は289, 325 μ yであった。2) 第2実験 材料の養成は, 播種期を11月26日としたほか第1実験に同じ。処理は, 気温, 日射を第1実験の結果から, 気温を15, 18℃, 日射は自然光およびそのまのみとし, 品種は北東北地域を対象とし, ふ系108号, ふ系111号(ハマアサヒ), 奥羽301号(アキユタカ), 奥羽302, 奥羽303号, 奥羽305号, ササニシキおよび水原262号をもちいた。調査は, 播種後10, 22日の観察のほか, ササニシキ, 水原262号の自然光育成苗の低温発根力検定を加えた。3) 第3実験 材料の養成, 処理は, 播種期を11月28日とし, 品種を南東北対象としてフクホナミ, ヤマヒカリ, ヤマユタカ(福井農試); やまてにしき, はなひかり(山形農試尾花沢分場)とし, シモキタ, ササニシキを加えた他は第2実験と同じ。調査は播種後10, 28日目の苗生育の観察とした。第2~3実験の期間中の平均日射量は120, 140 μ y程度であった。4) 第4実験 材料の養成および処理温度, 日射は,

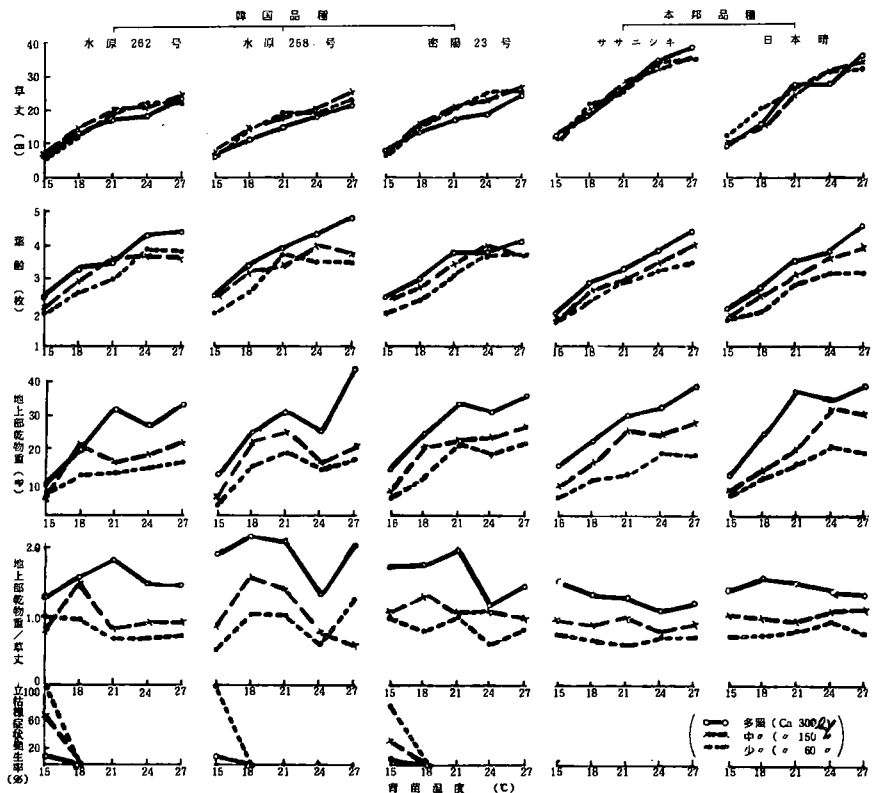
3月23日に播種した他同じ。品種は、北日本を対象として、イシカリ、フジヒカリ、ハマアサヒ、ササニシキ、日本晴とした。調査は播種後32日の苗生育と立枯様症状の観察をおこなった。期間中の平均日射量は274 byであった。なお、本報告の葉齢の測定には不完全葉を除いた。

3 実験結果

1) 韓国水稲品種（日印型遠縁交雑種）の温度・光反応特性

第1図

に第1実験で行なった結果をしめした。韓国品種の水原262号、水原258号、密陽23号と同一緯度に普及している本邦品種のササニシキ、日本晴とを比較した。韓国品種は、本邦品種と比べ、



第1図 韓国水稲品種（日・印型交雑種）の育苗時の温度・光反応（32日苗）

草丈は15~27°Cの全温度域にわたり短かかったが、高温（21~27°C）の少照（自然光量の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ ）下に限ると、多照時（自然光量）にくらべ草丈は伸長しており、また葉数は、高温下の少照時においてその増加が低下した。さらに15°Cにおいてのみ葉の褪色（黄褐色化）が播種後10日頃に既に認められ、その後顕著になり、20日頃当初の2葉を中心に1葉も赤枯状になり、その後全葉にわたり褐色、30日頃には赤枯の立枯様症状を示すに至った。さらに、この傾向は日射量が少ないほど甚だしかった。立枯様症状は18~27°Cには、全くみられなかったことや、本邦水稲では温度、日射のいかににかかわらず殆どみられなかったことより、供

第1表 低温少照下の発根力¹⁾

品種	气温(°C)		日射量(by)	
	12.2 ± 0.8	15.0 ± 2.5	42	147
	地温(°C)			
	12.7	12.7	15.1	15.9
ササニシキ	1.7	4.2	28.1	56.2
水原262号	0	0	0	10.6

注 1) 陽光定温器内に移植7日後の剪根苗の発根数×発根長(mm)

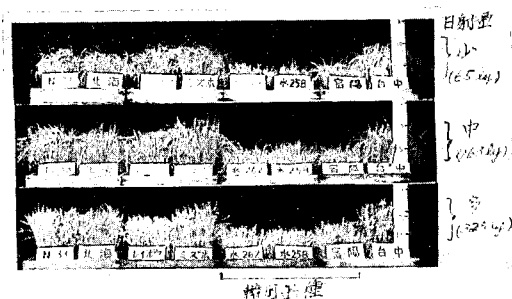
試した韓国水稲の低温における生育反応の特性と考えられた。第1表は15℃の低温で多照下で育成された苗の発根力を低温・少照の不良環境下で検定したもので、韓国品種がとくに発根力が劣り、苗質として不良であることを示している。

第1図には、日本晴、ササニシキのみを図示したが、本邦の全域一すなわち北海道の極早生種の農林33号から沖縄の台中65号に至るまで、各地域を代表する日本水稲品種にはこのような症状は殆んどみられなかった（第2図）。低温・少照による立枯様症状の発生と高温・少照において徒長および出葉速度減退にみられる韓国水稲の特性は、育成過程で導入されたIndica型因子によると考えられた。そうであれば、現在開発普及されている日本水稲の中で、耐病性等を賦与のためIndica型因子が育成過程に導入されたものがあるので、この点の耐性を確かめるため、系適段階にあるものを含め、現在東北地域を中心に、北日本の水稲品種につき、立枯様症状のみられた15℃と、みられなかった18℃の2温度につき、それぞれに多照、少照条件をもうけ、ササニシキ、水原262号を指標品種として、各品種の立枯様症状発生の有無を、ひきつづき次に検討した。

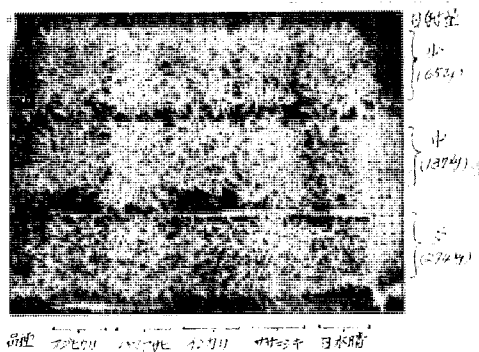
2) 東北地域の日本水稲(日印型遠縁交雑種を含む)の低温少照による立枯様症状等に対する耐性

第2～4実験を通じ、供試各品種ともササニシキに比べて、15℃で2葉の褐色が目立ち、少照でその程度が多くなった。観察による徴候は、葉身の下垂・捩れ→葉身の褪色→立枯様症状の発生の順に進行し被害程度が甚しくなった。各品種を被害の小さいものから順位をつけると、第2実験では、ササニシキ<アキユタカ*、奥羽302号、奥羽303号、ふ系108号<奥羽305号<<ハマアサヒ*<水原262号*となった。第3実験では、ササニシキ<シモキタ*、ヤマユタカ*<はなひかり*、やまひかり*<フクホナミ*、やまてにしき*となった。第4実験では、ハマアサヒ*のみが15℃の少照下(135 μ y以下の日射量)でのみ葉の褪色(白化)が著しく、多照(274 μ y)下で白化はみられなかった。またササニシキ、フジヒカリ、イシカリ、日本晴ではどの温度、日射量でも褪色は認められなかった(第3図)。文中の品種名の*印は日印型遠縁交雑種¹⁰⁾である。ここでハマアサヒは障害不稔に対する耐冷性が強い品種であるので品種の耐冷性が生育段階で異なることを示しているといえる。

以上の4回の実験を通じて、ササニシキが供試品種間で幼苗期の低温少照不良環境下で最も抵抗性があること、韓国品種の抵抗性が最小であり、立枯様症状(赤枯)が発生することおよびハマアサヒにも立枯様症状(白化)をみるのが知られた。ハマアサヒの褪色は黄白色であり、韓国品種



第2図 韓国品種の低温によるdiscolorationへの日射量の影響(15℃・35日苗)



第3図 日本品種の低温によるdiscolorationへの日射量の影響(15℃・32日苗)

のそれと色相が異なるほか、葉身の水分が多く、2葉のみ褪色するので、葉身が全く枯れて1、2葉とも褪色した韓国品種よりも耐性がある。また第3、4図の日射量と立枯様症状の関係から、韓国品種よりも低い日射量でのみ立枯様症状をみるので、少照に対する許容度も大きい。これらの点から、低温少照の不良環境に対する抵抗性は、ハマアサヒが韓国品種より強いと判断された。

その他の日本品種（日印遠縁交雑種を含め）の褪色は著しくはないが、すべて低温少照下の抵抗性がササニシキより小さかった。しかし、アキユタカのようにササニシキより劣るが、他の日本型品種よりも強いものがあり、日印型遠縁交雑種の日本品種が必ず弱いとはいえなかった。本実験は、出芽揃から20~30日にわたる低温少照の厳しい不良育苗管理に相当するから、普通の育苗環境では、ハマアサヒの症状抑制は可能であろう。

以上、韓国品種とハマアサヒの結果から、低温（15℃）少照処理による葉身の褪色は、10日目から明らかになり、20日目頃から立枯様症状が日印型遠縁交雑種に認められた。韓国品種とハマアサヒの間では、同一低温下でも症状の発生をみる少照程度や褪色の様相がことなつた。

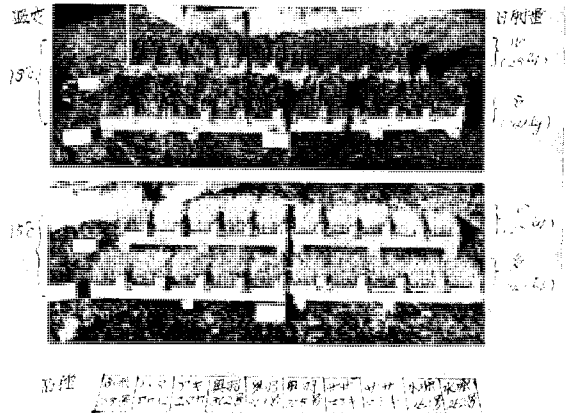
4 考察

1) 韓国品種（日印型遠縁交雑種）の温度・光による生育反応

許・田中('77)は韓国品種統一の幼苗期、分けつ最盛期の乾物生産能力、光合成速度は、日本型品種振興と比べ、低温域ではおとるが、高温域では優れる²⁾と報じている。本報告の幼苗時の乾物生産能力は、韓国品種がとくに日本品種よりすぐれていないようである。すなわち、韓国品種の少照による草丈、葉数、乾物重の高温域での停滞が、日本品種と比べ比較的低温域ではじまることや、乾物重/草丈、葉数、立枯様症状の光量による変動が大きいため、韓国品種の少照に対する抵抗性は、低温域のみならず、高温域でも日本品種より小さいと考えられる。本報告における韓国品種の草丈は、温度・日射量にかかわらず、日本型の日本品種より小さい点は、両氏の報告と同様である。草丈が小さいため乾物重/草丈は、21℃以上の比較的高温・多照条件で、また葉数は15~18℃の低温域で、それぞれ日本品種より大きい傾向がみられた。本報告と両氏の報告との違いは、生育段階・処理条件の違いであろう。日印型や印度型の少照反応特性の、今後の究明が必要である。

2) 韓国品種などの葉身の褪色（discoloration）

朴・田中('77)は低温によるdiscolorationの最も発現し易い条件は気温昼夜16℃、水温昼：夜18℃：16℃であり、密陽23号が日本型と同程度の低温抵抗性をもつこと、水温昼：夜16℃：16℃区で処理7日目に葉身の萎凋現象はdiscolorationと同様に印度型が日本型よりも大きい³⁾と報じ、朴('77)はこのdiscolorationの型式に形成阻害型と分解促進型があり、葉齢の小きなときに分解促進型はみられず、同化異常型は光量の低下するに従い減少し、上記の条件で2~2.5葉苗（本葉）の8~14日間処理で両型とも良く発現したと報告した。高橋ら('77, '78, '79)はアジアの典型的な



第4図 韓国品種、日本品種の低温によるdiscolorationへの温度と日射量の影響（22日苗）

6 生態型を含む40数系統の稲をもち、低温のクロロシスの原因として低温による葉緑素の前駆物質の形成阻害、低温強光下の葉緑素の形成阻害および低温強光下の葉緑素の光分解をあげている。日本品種について、稚苗育苗の緑化時の葉身の黄白化現象について、草薙ら('70, '71)は低温・強光によるためとし、光障害型、温度障害型にわけ、また予備緑化が被害を軽減すると報じ、寺中ら('71a, '71b)、水高ら('72)は出芽加温日数あるいは緑化時生育程度により抑制できると報じた。

本報告での褪色の著しい品種は、処理直後において自然光区にのみ褪色が一時的にみられたが、間もなく遮光区の褪色が自然光区よりもすゝみ、以降この傾向は変らなかつた。したがって、播種後ある日数をへてからは、既報のように強光による褪色が増大するのではなく、弱光により発現が増大する点異なる。著者らは、浸種、加温出芽を稚苗育苗に準じ適正に一定し、処理前に50%遮光による予備緑化を1日行なっているため、通常の日本品種では白化は出なかつた。症状の出た品種は、葉緑素の形成が一応行なわれたが、低温少照の不良環境下で同化作用等基礎的な代謝が維持できなくなり、褪色から立枯様症状を呈すると考えられる。李('78)は密陽23号が日本品種と比べ、胚乳養分の消費速度がおそいと報じているが、このことは持続的な低温環境に対応するに不利な一面をしめすといえよう。少照も低温と共に同化作用に不利に働くものと考え、どの程度から症状発現に影響するかは、今後光水準を拡大して検討したい。なお、ハマアサヒについては、韓国品種とは褪色～立枯様症状の色相などが異なること、他の日本品種の日印遠縁交雑種では発現しないことから、高橋ら('77)の指摘する低温クロロシス抵抗性の印度型水稻における生態型の違い、あるいは品種育成過程の違いによる差と考えられる。しかし、水高ら('72)の報告では、白化苗の品種間差は、外国稲を含めあまり大きくはないようであるが、これらの点は今後の検討にまちたい。

以上、低温育苗(出芽揃以降)における日印型遠縁交雑種の葉身のdiscoloration発現に、従来報告されていなかった少照が影響する場合があります、恐らく印度型因子によるものと考えられる。

5 まとめ

韓国品種(日印型遠縁交雑種)の育苗時(出芽揃～30日間)の温度・光反応を日本品種と比べた。

- (1) 韓国品種は日本品種に比べ、草丈短かく、地上部乾物重/草丈が大きかつた。しかし高温少照時の草丈の伸長は大きく、葉数の増加も小さかつた。
- (2) 韓国品種は低温(15℃)で葉身の褪色著しく、立枯様症状(赤枯)を呈し、少照になるほどこの症状が助長された。
- (3) 日本型の代表的日本品種では15℃による葉身の褪色もみられず、韓国品種よりも低温少照不良の不良育苗環境に対する抵抗性は明らかに強かつた。
- (4) しかし、日本品種でも日印型遠縁交雑種は、低温(15℃)で少照(150 μ y以下)ほど葉身の褪色(白化)が著しく、立枯様症状を呈する品種があつたが、韓国品種よりも被害程度は軽く、様相も異なつた。
- (5) これらの日印型遠縁交雑品種の低温・少照による褪色、立枯様症状は育成過程中の印度型因子によると考えられた。

引用文献

- 1) 水高・鷺尾('72)日作紀41,別(2) 141-142 2) 許・田中('78)日作紀47,別(1) 251-252 3) 草薙・鷺尾('76)日作紀39,別(2) 21-22 4) ——('71)日作紀40,別(2) 5-6 5) 李('78)九州農試土肥2研刊P.32 6) 朴・田中('77)日作紀46,別(2) 205-206 7) 高橋・貝守('78)日作東北支報20, 44-47 8) 寺中・杉本('71)日作東北支報13, 5-6 9) ——・原城('71)日作東北支報13, 7-8 10) 和田・寺中('79)東北の農業気象24, 83-86

創立 30 周年記念講演集

東北における農業気象研究の歴史

日本農業気象学会 評議員

小野 清 治 (青森県農業試験場)

農業気象学会東北支部は昭和24年3月14日、九州支部、近畿支部に次いで全国第3番目の支部として誕生して以来、今年で満30年を迎えることになった。私が農業気象の試験に関係して以来東北で農業気象学会の記念行事が行われるのは、昭和37年の本部設立20周年記念特別講演会と今回の2回である。本部学会20周年記念特別講演は、青森県農試で開かれ盛大であった。今回は北日本水稻冷害研究会議、東北6県共同の「最近の稲作冷害抵抗性程度の解明と応急技術の確立に関する試験」の合同成績検討会の後を引き継いで開かれることになったが、農業気象に関係深い研究会議、成績検討会を済ませた上での記念大会であるだけに、これまたまことに意義深いものがある。

ここに東北における農業気象研究30年の足跡と研究成果の概要を紹介する。

I 東北の農業気象学会の誕生とその足跡

(1) 東北の農業気象研究誕生から現在まで

農業気象東北支部の設立動機については私は良く知らないが、支部会誌や先輩各位の言によると、戦後旅行が思うように出来ないため、本部の研究発表会に参加することがままならなかったのに加え当時各県に災害に対処するための気象対策連絡会が作られ、盛んに活動を開始しようとしている時期でもあって、支部設立の体制が整っていたことが設立の動機ではないかと梅田氏が指摘している。本部学会は別として支部学会が30年の長い間継続されていると云うことは、会員はもとより支部を支援して呉れた多くの方々の努力によるもので、今後ともより充実した支部会にすべく決意を新たにせざるを得ない。とくに農業気象研究は作物や病虫害、土壤肥料等の試験研究に較べると歴史も浅く、しかも農業気象の試験研究機関も研究員も少ないことを考えると、30周年の歴史には一層の重みを感じる。設定当時の東北の農業気象研究は、東北農試、宮城農試、青森農試に研究員も配置され、研究を進めてきたが、他の東北の各県には機構上では研究室はあっても研究員の配置はなかった。また、東北地域の各大学では理学部や農学部で研究が行われていたが、農業気象専門の教室はなかったように記憶している。

東北の農業気象の経過を阿部氏の分類に従うと、研究発表会は開いたが会誌発行までに至らなかった創設期「東北の農業気象」第1号が発行されるようになった充実期、そして事務局が東北農試に移転し一般の農業気象に対する認識も高まり会員の増加が著しくなった発展期と続いてきた。

創設期の研究発表は、純気象的なものから、圃場試験の伴わない資料解析的な研究発表が多く、それはそれなりに有効であり、圃場実験への下地の醸成に大いに役立っている。

昭和31年に会誌「東北の農業気象」第1号が刊行され、いよいよ充実した支部に生長し、試験研究の内容も圃場試験の伴ったものが見られるようになった。また、29年からの10カ年は霜害や稲の登熟障害、不稔発生等の年次も多く、これらを対象とした実態調査や、シンポジウムが開かれ、次第に

農業と気象との関連研究が目立ってきた。

(2) 歴代支部長と事務局の移転

支部事務局が仙台管区気象台にあったことから支部長は、東北大学と仙台管区気象台が中心となって就任してきた。

初代の支部長は東北大理学部に加藤愛雄教授で、加藤先生には4代目、6代目と3回支部長を務められ、創設期の会運営に御苦労された。2代目は東北大理学部の山本義一教授で、満2カ年程就任、その後任に仙台管区気象台の野間浩台長が4カ年間就任された。農業試験場長から支部長に最初に就任されたのは菊池武直夫宮城農試場長で、菊池場長は就任間もなく弘大教授に転任されたので、東北大の加藤先生が後を引き継ぎ、32年から39年2月まで支部長になられた。39年2月に事務局が東北農試に移転したこともあって、東北農試場長が支部長に就任され、岩崎場長、八柳場長、城下場長、武藤場長と続いた。48年4月～52年3月までの4カ年間は秋田気象台の中山圀利台長が支部長に就任したが、50年6月に坪井八十二氏が四国から東北農試場長に転任されていたので、その後を受けて第12代目の支部長に就任された。しかし、坪井場長は52、53年度の本部学会の会長に選任されたので52年秋の総会で宮城古川農試の宮本硬一場長が52年11月から53年2月まで支部長を務められたが、53年1月に香川大学に転任されたので、その後任として東北農試環境部の木下部長が就任し現在に至っている。

事務局は創設から昭和39年2月まで仙台管区気象台の調査課にあったが、吉田作松さんが20周年記念号に述べているように①会員の増加のための各方面への働きかけ、②賛助会員の獲得などの都合等から、管区気象台から農業機関へ移すべきであるとの結論に達し、仙台在住の古い会員の方々及び宮城農試の宮本さん、東北農試の羽生さん、内島さん、青森農試の阿部さん達と御相談された後に東北農試へ移転することになった。阿部さんが述べているように仙台管区気象台当時が東北支部の創設期とすれば、東北農試が充実期、発展期の過程であり、しかも東北農試主催の農業気象ブロック会議には、機構上では農業気象研究室及び研究員がない県でも必ず関係者が出席し、6県そろって農業気象研究の成績検討を行なっている。こうしたことから考えると、吉田さんが考えられたように事務局が東北農試に移転したことは支部発展に大きな影響を与えたと云っても過言ではない。

(3) 30年間の研究発表

① 発表課題数と課題の分類

設立3年目の昭和26年の発表課題の内容と課題数が不明であるが29年間の課題と課題の分類をしてみるとおおよそ次のようになっている。

発表課題（発表課題数と会誌掲載課題数と若干異なる）の総数は353課題で、このうち、稲作に関連した課題としては生育・収量に関するものが123課題、気象災害に関するものが49課題、それに水地温及び水温上昇に関連するものが22課題、用水量、かんがい法の関連課題が24課題で合計218課題、全体の61.8%を占めている。水稻の課題数の多いのに比べて、畑作物の関連課題は22課題で全体の6.2%、野菜や林業等に関連するものが6課題で少なく、施設気象（14課題）や農業資材の利用関連課題が12課題で、東北の農業気象は稲作気象の研究に全力投球してきたと云える。（付表

内容についてみると、44年頃から機械移植栽培に関連した課題が現われ、46年以降は異常気象に対応した研究や施設気象に関連した課題が見られ、時代の要請に対応した研究が行われていることを物語っている。

ユニークな課題としては、天気予報の利用についてのアンケート調査の結果や予報的中率について取纏めた課題及び近年盛んに使用されている用語の不快指数についても支部会で発表されている。

② 特別講演及びシンポジウム

特別講演の課題数は28課題に及び(付表-2)、内容も広範に亘って行われている。昭和33年までは純気象的な講演や、農業気候的な講演が多かったが、昭和37年の本部学会20周年記念講演会には、冷害の特別講演と云われる位、内容の充実した講演会が開かれた。40年以降は異常気象に関する講演や農業機械、園芸、畜産等幅広い講演がなされ会員のみならず、気象に関係の少ない会員外の方々からも好評を博した。

シンポジウムは、6回行われた(付表-2)が、稲作の冷害に関連したものが多かった。とくに51年の冷害は29年以來22年ぶり、かつ田植機の導入もあって関心をよんだ。また、農業生産を図るため、気象を農業にどのように利用したらいいのか、或いは、霜害防止として古タイヤの燃焼効果について現場で実施した結果等についても報告され、それぞれの立場から発言討論がなされた。支部発表会には参加者も、多くて100名位で、作物学会のように多人数でないこともあって、発表者と質問者とが充分意見を述べあうのが本支部学会の特色でもあり長所でもあるように感じている。

II 主要な研究成果の要旨

30年間の研究成果を簡単に紹介することはむずかしいが、ここではほんの主要なものの要旨だけを述べることにする。

(1) 現行稲作技術の評価

この研究は稲作技術が進歩し30年の大豊作の後で、もう稲作冷害の研究は必要ないという風潮が一般は勿論農林省内にもあった。本当に研究が必要かどうかを当時気象災害の研究担当であった坪井企画官(現東北農試場長)の責任で、1道7県の協力により調査することとし、現行の技術で過去の大冷害の気象に遭遇した場合、どの程度の減収が見込まれるかを過去の資料を基に36年に長野県を加えた1道7県で行ったものである。

この研究の結果はかなり反響が大きかった。色んな方面に利用され、稲作研究の見直しがなされたのもこの研究に負う面が大きかった。

しかし、当時の稲作技術の普及程度が反映されていなかったこと、解析に使用された資料も各県バラバラで、しかも減収尺度を藤坂支場の資料を主体とした青森方式を採用したことによって、必ずしも各県の実情にそぐわない結果も得られ、東北地方を統一して表示した等値線図を作成するまでには至らなかった。

その後10年を経た東北の稲作は、機械移植栽培が年毎に普及し、異常気象も頻繁に現われるようになった。成苗手植に較べて機械移植栽培は冷害抵抗性が劣ると云われているものの、移植時期、品種

の改良、新しい農業資材の出現もあって、どの程度の冷害抵抗性になっているかは予想は出来ても数字的に明確でなかった。また、米が過剰となり、生産調整の必要が生じている反面、気象学者によるかなり大規模の異常気象の出現が予測されている中で、稲作の潜在生産力についての見直しも必要となってきた。こうした背景のもと、農林省総合助成試験事業として昭和51年から東北6県の共同研究として、昭和36年に実施された結果を参考にしながら、現在の稲作技術の低温抵抗性の評価と冷害対応技術の確立試験を3カ年に亘って実施した。この試験の一つの柱として、36年に作成することの出来なかつた、東北地方全体の冷害年次の出穂期や減収量の等値線図の作成に主力が注がれた。気象資料も稲作関係資料も東北6県共通のものを用い、秋田農試を中心に東北6県の作物関係者と宮城の農業気象科、青森の気象科、東北農試の農業気象研究室が協力した。この試験は、気象関係者だけでも出来るものではなく、作物関係者との共同によって行ったことに意義があり、得られた成果は今後の東北地域の稲作栽培に大きく役立つものと信じている。

(2) 水稲出穂期の推定と安全作期

水稲の出穂期を推定することは、収量予測から病害虫防除を始めとして各種の作業計画の樹立の上で極めて重要となる。

出穂期の推定には稲の生態的面から行う場合と温度条件から推定する場合とがあるが、稲の生態調査は手数がかかることと、調査点数に限度があること等から、得られた成果はかなり精度は高いが多分に点になりやすい。その点、温度条件から予測する場合は或る期間の温度条件を用いて確率の高い推定が可能となり、しかも面でとらえることが出来る。東北は稲が主要農作物であるため、農業も稲に合わせて行われるきらいがあり、稲の出穂期を推定することは稲ばかりでなく、他の農作物の管理作業にも大きく影響する。

初期の出穂期の推定には、積算気温を用いた例が多かつたが、その後東北農試で稲の生育にプラスとなる有効温度を導入し、コンピューターを利用してかなり精度の高い出穂期予測が可能となったことと、気象資料の整理と、コンピューターの導入によってこれまでより多くの要素を組み入れた出穂予想が出来るようになった。また、出穂期を中心に好適な稲作作期を求め、これにもとづいた計画的稲作栽培が各地で行われるようになり、機械移植栽培の稲作安定大いに貢献している。また、好適条件を積極的に利用しようと、宮城では従来の稲作作期を大巾に変えるような試験も現在進められ、稲の生育に合わせて水管理を始めとした諸管理を行うのではなく、好適気象条件に合わせた稲作栽培が行われるようになるのもそう遠いことではない。

(3) 冷水かんがい田の水温水量と稲の被害

東北の水田は冷水かんがい田が多く、冷害年次には冷水害も加わって一層被害を大きくしている。こうした冷水被害を防止するため、本部学会との共同で冷水かんがい田の水温水量と稲の被害に関する調査を昭和32年から4カ年間行なった。調査地域は東北では宮城県と青森県が対象となり、調査は宮城、青森の気象科が担当した。この調査研究の成果は「冷水かんがい田の水温水量と稲の被害に関する調査研究」に詳細に載せられているが、この調査研究により、冷水のかんがい水温と水温上昇の関係、稲の被害量との関係等が明確にされた。これらの成果はその後の水温上昇施設の建設を始め、水管理技術の基礎となっている。

(4) かんがい法、用水量と稲の生育

「青田から飯になるまで水加減」と云われる位、稲作りと水管理は切っても切れない極めて密接な関係にあることは、この諺によく表現されている。かんがい法、用水量に関連した研究は、46課題を数え、全体の13%を占めている。それらの中で、かんがい法に関連した研究としては、減数分裂期頃の低温に対する対策や、米の品質向上を図るための試験も行なわれ、水管理法によって充分良質米の生産が期待出来ることを明らかにしている。また、宮城農試で試験した地下水位のかんがいによる青立防止対策として、時間差かんがい等も山間冷涼地帯の冷水田に適応出来、冷水地帯の稲作栽培の安定化を図るために大いに貢献している。

水田気象についても、水深と水温の関係や、水田気象と露場気象との関係も明確にしたことにより、水田気象の測定値のない場所でも露場気象から推定が出来、適正な管理技術の普及指導上極めて有効になったことは云うまでもない。

用水量の試験研究も多かったが、水利用の効率化と云う観点から極めて重要な研究で、これらの成果は用排水計画や代かき時の計画的な地域割り等の面で充分利用されている。

以上主要なもののみを概略述べたが、これ以外の試験研究の成果も地道な研究が多いだけに、表面的に現われるものは少ないが、東北農業の発展に大いに寄与している。

Ⅲ 30年の反省と今後の研究

東北の農業気象20周年記念号で、宮城農試の宮本さんが述べているように、東北の農業気象研究は「東北の稲作気象」の研究であると言っている。東北の農業は稲作が主体で、その稲作も生育期のどこかに低温の影響を受け、時として大被害をもたらすことから、農業気象の研究も稲作気象に片寄り過ぎたことは至仕方ないことである。とくに20周年からのこの10カ年は、稲作も大きく変転し、機械移植栽培の急激な普及、収穫の機械化等、農業気象分野でも新たな研究の必要が生じ、更には米の恒常的な過剰基調に伴なって稲以外の作物の栽培に当って農業気象的な研究も要請されてきた。しかし、東北の農業気象はこの10カ年間も稲作主体の試験研究が多かった。また46年から頻繁に起る異常気象に対して、その現象解析と対策等についての研究も行われてきた。51年から東北6県の共同研究として進められた「最近の稲作冷害抵抗性程度の解明と応急技術の確立」に関する試験が3カ年実施され53年で完了したが、現行の稲作技術でも、過去の大冷害のような気象に遭遇するとかなり減収することが確認され「東北の稲作気象」の研究は創設以来続いてきたものの、新たな面の研究が残されている。

東北農業も米の過剰によって、稲作主体でなく従来の畑作物や牧草等の飼料作物の作付も水田の一部に余儀なくされることから、農業気象の研究も水文気象や地象の研究の必要性も年々高まってきている。

一方、エネルギーの効率的利用の面からの研究も、施設野菜を始めエネルギーの大量消費の大型施設が建立されている現在、熱利用の新しい研究も必要となる。世界有数の雨量国にあって、水不足が深刻になりつつある現在、水収支や利用面でも従来と違った観点からの研究も必要となってきている。

東北は栽培果樹の種類も多く、その反面気象災害の発生場面も異なるが、稲作同様に栽培果樹の安定化を図るため農業気象学的研究も今後に残されている。とは云っても、少ない研究機関と少ない研究員で総てを一挙に解決することは至難で、これまで同様に地道に長い研究の道を歩むことになる。これから先

の10カ年の新たな研究に期待したいものである。

Ⅳ 印象に残る思い出

(1) 会誌の発行

設立当時の事務局は仙台管区気象台にあって、学会の事務は主として佐藤焯さんが担当していた。当時の支部会費は50円でしかも会員が少ないので、少ない予算をやりくりしながら、研究発表会や学会誌の発行を行ない、評議員会には茶菓子を出す等大変苦勞されたことと思われる。また或る時は、各県の気象関係担当者会議を開催し、引き続き支部研究発表会を開き学会参会者の人集めまで行なって支部発展に努力されている。会誌の表紙に英文が入ったのは第1号から7号までで、当時の支部会誌としてはモダンな表紙であったと記憶している。少ない会費で会誌を発行するための苦勞は、会誌の広告を見てもうかがい知ることが出来る。

39年から事務局が東北農試に移り、会誌も色表紙と変わったが、現在のウグイス色の表紙に定着するまでには緑、黄緑、ウグイス色と3回変わった。唯一のスポンサーである賛助会員は第1号刊行当時は4社であったが、現在は9社と増えはしたものの、その増え方はきわめて少なく、地味な農業気象研究の一面を物語っている。

(2) 学会出席会員の思い出

毎年1回開かれる研究発表会で私の印象に残る人は梅田三郎さんと内海徳太郎さんの御両人があげられる。

梅田さんと云えば霜と直ぐ思い出されるように霜に関連した研究では、東北で最も多く発表されている。支部会に発表された梅田さんの課題数は11課題で、そのうち霜に関連したものは7課題ある。シンポジウムの一課題を入れると12課題中8課題が霜の課題であって如何に霜に関連した研究を行ってきたかを知らされる。発表の時は、何時も微笑が絶えることがなく、しかもゆっくりとした口調で若い会員に諭すような発表の仕方は、誠に好感がもたれ、何時の発表でも私の記憶に残るようなものばかりであった。しかも梅田さんは34年度の発表会からは、1番目か2番目の発表が多く、ニコニコゆっくりで、若い発表者の緊張をほぐして呉れる等、発表会を盛り上げる原動力となっていたようにも思われる。梅田さんの研究発表を聴くことによって、お陰様で降霜の原理から防霜法に至るまでなんとか理解することが出来、現在の仕事を行う上で大きく役立っている。

内海さんは、梅田さんと相似た点もあったが、きびしい面もあって、発表会には最前列か2列目の席に陣取り発表内容は勿論、図表も良く見られる方で、私の様に自信のない発表をする者にとっては、全く苦手な人でありました。どうしても自信のない箇所は、声を低くしたり、図表の説明も簡単にし、余り質問の出ないようにしているのに、内海さんはその弱点を質問し、回答するのに汗をかいたのも二度、三度あった。したがって、発表会の会場で先ず最初に目で追うのは、内海さんの顔を捜すことから始まる。内海さんの顔が見られない時は、ホットする反面なんか物足りないような感じもする。内海さんの物知りには全くお手上げで、ほ場で調査し自信をもって発表した内容でも、逆に内海さんからお教えられることはしばしばであった。その内海さんも35年以降、発表がなくなり、淋しさを感じているのは私1人ではないようだ。

(3) 本部学会20周年記念特別講演会

日本農業気象学会創立20周年記念特別講演会は、昭和37年12月5日青森県農試講堂で開かれた。講演者は青森県に関係深い方々4人でありましたので聴講者も多く、極めて盛大であった。とくに青森県は冷害による被害も多く、しばしば冷水害に悩まされているので、田中総場長からは「水稻の冷害とその防止法について」また、青森県農試元農業気象科長の羽生さんは「冷水かんがい田の水温水量と稲の被害」について、藤坂支場や浅瀬石川上流地域で試験した結果等をおりまぜて冷水害等防止について講演された。坪井会長（当時は農技研）からは、昭和36年に行なった「水稻冷害危険度の推定について」、主として青森県を例にとって講演され、当時の稲作技術程度では冷害防止は充分でなく、今後も冷害研究の手抜きは出来ないと強調された。最後は和田英夫さん（当時仙台管区気象台）から「東北地方の冷害と長期変動」について、津軽べんを混じえて理解しやすいように講演され、最近にない充実した支部会を開くことが出来た。下働きをしていた私にとっては、どの支部会よりも印象に残った支部発表会であった。

(4) 現地研修会

他の学会や会議には現地研修会があって、当番県がその県の研修にふさわしい場所を選定し案内して呉れる。東北の支部会で現地研修会を開いたのは48年8月28～29日にかけて青森農試にて行なわれた研究発表会の後、青森県りんご試験場、津軽平野の稲作を見学したのが最初のものである。私の記憶には51年10月25～26に行われた宮城県古川市での研究発表会と現地研修会が残っている。御承知のように51年は昭和29年以来の冷害年で、シンポジウム課題も「冷害気象と水稻生育」であった。参会者も多く盛会であった。当日の宿泊は鳴子町を経由し、荒雄岳山麓の鬼首温泉に宿を取った。10月も下旬でとっぷり日が暮れ、宿に着き素朴な丸太木の多い宿で懇親会を開き、冷気の漂う湯ぶねにつかって夜遅くまで農業気象研究を語り合った。忘れ得ない現地研修会であった。翌日は好天に恵まれ、岩出山城址（有備館及庭園）を見学した後、古川農試圃場、鳴瀬、根古施設野菜団地、野菜低温倉庫等を見学し、最後に天下の絶景松島を車窓から眺めて仙台駅解散となったが、学会発表、新施設見学、観光と充実した現地研修であった。

V まとめ

農業気象学会東北支部も設立以来満30年を迎えることになった。戦後の米不足時代から、米が過剰となった現在まで、東北の農業気象研究は主食である稲に関連した研究がその主体をなし、その成果は東北稲作の発展に大いに貢献してきた。また、稲以外についても、基礎研究から応用研究まで幅広い研究が行われ、これらの成果についても広く利活用されてきた。今後とも東北の農業気象研究は農業生産に直接、間接に関連する研究が多くなると推察されるが、近年最も緊急を要するものは、自然エネルギーの作物生産への利用研究ではないだろうか。日本農業は石油農業であるとさえ云われている現在、農家所得に占める農業所得の最も多い東北は、第2次石油の消費節減によって、これまでの農業生産方式では対応がむずかしくなることは容易に予想される場所である。農業へ自然エネルギーの利用拡大を図ることは、農業気象研究者に与えられた重大な使命ではないかと思われる。そうした意味からすると東北の農業気象研究は新たな研究時代に突入したと云えよう。

附表-1 「東北の農業気象」発表課題の分類

項 目		発表課題数		発表総数に 対する比率 (%)	
一 般 気 象		55		15.6	
農 業 気 象 全 般		26		7.4	
稲	生育・収量	全 般	48	123	13.6
		活着, 分蘖	30		8.5
		出穂開花	7		2.0
		登 熟	20		5.7
		収 量	18		5.1
	気象災害	冷 害	18		5.1
		霜 害	12		3.4
		風 害	8		2.3
		水 害	4		1.1
		雹 害	2		0.5
		雪 害	2		0.5
		干 害	1		0.3
		病 害	2		0.5
畑 作 物		22		6.2	
そさい, 林業, その他		6		1.7	
水地温, 水温上昇		22		6.2	
かんがい法, 用水量		24		6.8	
施 設 気 象		14		4.0	
農 業 資 材 の 利 用		12		3.4	
計		353		100	

附表- 2

年度	会誌 番号	掲 載 論文数	特別講演題名	講演者	シンポジウム 題 名	研究発表 開催 日	発表会場
昭 24	-	9				24年 3月14日	仙台管区気 象台
25	-	8	輻射の二・三の問題 農業気候区分につ いての一例	山本 義一 大後 美保		25年11月20日	全 上
26	-	-					
27	-	7				27年12月12日	全 上
28	-	7				28年11月27日	全 上
29	-	14				29年12月 3日	宮城県農試
30	1	10	農業気象災害推定 について ※	大後 美保		31年 1月19日	仙台管区気 象台
31	2	5	植物病害発生に及 ぼす環境因子の影響 東北地方の農業気 候学的区分	坂本 正幸 永井 政次	今夏期の早生種 の不稔現象について	31年12月19日	岩手大学農 学部
32	3	6	昭和32年度水稲の倒 伏を省みて	山本 健吉	防霜対策について	33年 1月22日	福島県自治 会館
33	4	7	最近の暖冬について	内海徳太郎		33年12月 5日	仙台管区気 象台
34	5	12				35年 1月22日	全 上
35	6	7				35年12月22日	山形県天童 市出羽路荘
36	7	13				37年 2月 2日	仙台管区気 象台
37	8	9	水稲の冷害とその 防止に関する研究※ 冷水かんがい田の水 温水量と稲の被害※ 水稲の冷害危険度 の推定について ※ 東北地方の冷害と 気候の長期変動 ※	田中 稔 羽生 寿郎 坪井八十二 和田 英夫	(本部学会設立20周 年記念特別講演)	37年12月 4日	青森県農試
38	9	9				39年 1月31日	仙台管区気 象台
39	10	13				40年 1月21日	岩手県自治 会館
40	11	13	昭和40年の異常気 象について 秋田県における昭 和40年の異常気象と 稲作	小林 一雄 山口 邦夫	昭和40年の気象と 稲作	41年 1月27 ~28日	秋田県農試

年度	会誌 番号	掲 載 論文数	特別講演題名	講演者	シンポジウム 題 名	研究発表 開催 日	発表会場
昭 41	12	14			東北地方における稲の 霜害と防霜の可能性	42年 1月27 ～28日	岩手県自治 会館
42	13	15			「気象を農業にとり 入れて増産を図るに は」 ※	43年 1月25 ～26日	仙台管区気 象台
43	14	15				43年12月20 ～21日	山形県天童 市天童農協 会館
44	15	15	農業の機械化と農 業気象研究について	岩崎 勝直		45年 1月22 ～23日	仙台管区気 象台
45	16	14	施設内気象の制御 今後の気象-安全 確取技術のすすめ- (17号)	谷 信輝 木村 耕三		45年12月18 ～19日	東北農試
46	17	11	昭和46年の異常気象 と長期予報 園芸における農業気 象的問題について※	松倉 秀夫 山根 一郎		46年10月22 ～23日	福島県園試
47	18	19	気象条件と牧草の 生育生産について (19号) 最近の気候変動に ついて	小原 繁男 和田 英夫		47年10月19 ～20日	盛岡市自治 会館
48	19	14	寒冷地における施 設栽培の問題点 異常気象と営農対 策について ※	中川 行夫 坪井八十二		48年 8月28 ～29日	青森県農試 (現地見学:青 森りんご試験 場,津軽平野 の稲作)
49	20	18	世界と日本の食糧 危機と異常気象 東北における異常 気象対応技術	大後 美保 本谷 耕一		49年 9月12 ～13日	秋田県農試
50	21	16	秋田県の近年の米 収と冷害	山中 罔利		50年 8月26 ～27日	山形大学農 学部(現地 見学庄内平 野)
51	22	19			昭和51年度の冷害 気象と水稻生育	51年10月25 ～26日	宮城県古川 農試(現地 見学根古施 設野菜団地)
52	23	14	福島県の園芸作物に おける農業気象的問題 地域的気候の違い と農業生産	原田 良平 坪井八十二		52年11月21日 ～22日	福島県郡山 市
53	24	19	農民哲学への試論	石川 武男		53年10月27日 ～28日	岩手大学農 学部

注) ① 昭和24～29年までは研究発表などは行なわれたが会誌は発行されていない。

② ※は会誌に登載されていないものを示す。

③ ()数字は登載されている会誌の号を示す。

私の農業気象研究の遍歴

—私にとっての農業気象—

日本農業気象学会 会長

坪井 八十二 (東北農業試験場)

1 農業気象との出会い

1) 郷土の特産物

私の郷里は岡山県南部、イグサ・ハッカ・除虫菊の栽培が盛んであった。これら特産物の倍数体作成を卒業論文とし、ハッカの倍数体作成に成功し、岡山産日本ハッカの染色体数を確定した。卒業論文の一部が印刷公表された。これが私の活字になった最初の研究論文であった(坪井八十二:コルヒチンに依る薄荷倍数体の作成, 植物及動物, 10(5), 1942)。ハッカと私の関係はもう少し古く, 昭和12年旧制高校(六高)の3年のとき, ハッカの指定試験地主任福島要一氏に会ったときからである。昭和16年3月大学を卒業し華北交通に入社し, 北京に赴任したとき, 福島氏は一足先に興亜院に出向, 北京におられてここでもお世話になった。

2) 航空気象から農業気象へ

卒業後兵隊検査は甲種合格, 1年余たって九州の航空教育隊に入隊, 幹部候補生として東京高円寺の陸軍気象部で教育。毎日朝夕2枚極東天気図を書かされ, 等圧線図の書方に習熟, 後々役立つこととなる。卒業後見習士官となり満州新京の第2気象連隊で転科将校の気象観測の教官, 半年後に陸軍気象部に呼戻され乙種幹部候補生の教官, 気象教育隊として独立後は少年飛行兵の区隊長を務めた。

そのうち敗戦, 浪人となる。そのころ福島氏は北京から帰られ農事試験場の農業気象部長として, 部の拡大に努力されていた。このようにして鴻巣に新設された微細気象研究室に入れていた。育種に進みたいと農学科に入ったのが, 戦争のいたずらで農業気象の道を進むこととなった。航空気象から農業気象へと進んだともいえよう。考えようによっては福島要一氏との早い時点での出会いが, 私を農業気象へと運命付けていたのかも知れない。

2 微細気象と私

1) 微細気象研究室

私は福島部長の命により微細気象研究室に配属され, 微細気象の研究を始めることとなった。当時の室長は泉清一氏であったが, 水田微細気象については誰も全くの素人。福島部長の企画で電氣的遠隔測定を取入れるため電気試験所大阪支所の岡田喜義氏・佐土根範次氏の指導を受けた。室長の泉氏は微細気象と水稲の生育を, 私は測器・測定法を主として分担した。熱電対による遠隔測定法をシステム化できたとし, 農試電試型日射計・管型日射計が電気試験所の指導検定によって作成された。また測定を普及するには既存の温度計の改善も必要と考え, 私は岡田氏の伝熱誤差の理論を入れた最高最低曲管温度計を考案, また水田の水温・地温を観測するためU字型(シックス)最高最低気温計を改造した水温用と地温用のU字型最高最低温度計を考案し, これらを太田計器で試作した。これらは実際にも市販され, 各方面で使用された。

間もなく室長の交替があり、私が室長になってからは場内での測定経験を生かして、各種の耕地微気象の特性解明に乗出すこととした。静岡県御殿場の冷水かんがい田での測定、山梨県果樹試験場や東京都農業試験場でのブドウ園の微気象の観測などがそれである。

2) 局地気象への関心

鴻巣の畑圃場は北面の緩傾斜地である。隣接地の桑畑が霜害にかかったことがある。被害程度は低地が激しく高地が軽く、地形により被害が左右されていること教科書通りであった。この現象に強い興味を持ち場内畑圃場で冬の気温分布を研究室あげて観測した。こうした地形と霜害の興味ある事実から研究室では微細気象と同時に局地気象の研究を重要課題とすることとした。研究室の西ヶ原移転後も霜害被害地の調査や地形と気温分布の観測などを続けた。当時研究室にいた小沢行雄氏の長野県青木村の局地気候調査はこのころの成果である。

霜害と同様にミカンの寒害もしばしば発生した。被害程度がこれまた地形と密接な関係にあった。また反対に地形により温暖帯が形成され、局所的なミカン栽培地が各地にあることを知った。こうした現地に行き気象の調査をした。この成果は後述のように「果樹適地調査事業」に組入れられた。

以上のほかに鴻巣時代に季節風による麦の風害の研究、アイオン台風後の水稻白穂の調査および実験なども行った。こうしたことと後に本格的に取り組む風害の研究と無関係ではない。

3 作物気象と私

1) 作物の気象反応

作物の生育・収量は年々の天候に大きく左右されるし、作物の栽培地がまた気候に大きく制約されている。したがって年により場所によって違う天候・気候に応じ、作物の配置、品種の選択、好適作季の選定など生産計画を策定すること、作物の生育の安定、収量、品質の向上のための技術の改善をはかること、作物の生育状況、収量を天候経過から予測すること、さらには異常気象による被害度を推定すること、これらの要請に答えることが大切である。これらの課題に対応するためには、作物の気象反応知見がその基礎として極めて重要と考える。私はこのような研究分野を作物気象の研究と知っている。

作物気象の研究は極めて古い歴史がある。しかし戦前の研究は作物の生育・収量と気象条件との間の相関係数を求め、両者の関係式を作成するというものが多かった。この方法で気象条件を与えれば生育状態・収量が推定できるのであるが、収量と気象条件との生理・生態的因果関係にかかわりなく、相関係数の高い条件を数学的に求めて行くというやり方は、方法論として私の受け入れられるところではなかったし、この方法からは生産発展への具体策は生れないものと考えた。

農事試験場では国でも県でも古くから豊凶考照試験が行われて来たり、戦後は気象感応試験あるいは作況試験として発展的に継続された。私はこうした試験的事業の必要性を認めるし、そのえられた莫大な資料を高く評価するものである。事実これらの資料を活用し水稻を中心とする作物の気象反応知見が整理され、栽培法改善に役立った。戦後この分野の試験事業は統計調査部で行っていたが、昭和44年10月、国立の地域農試駐在の作況研究室が試験研究機関に移管されることとなった。作況研究室受入れの全国のお世話の窓口を、当時農事試験場の作物部長をしていた私が担当した。

当時地域農試には農業気象研究室のあるところとないところがあった。東海・近畿農試、中国農試、四国農試には研究室がなかったので、そこに駐在していた作況研究室は農業気象研究室となった（まもなく

東海・近畿農試は野菜試験場となる)。これで全国の農試にすべて農業気象研究室が設置されたことになったが、作況試験が実質的に縮小され、全国的取まとめ組織をなくしたことは残念なことである。

2) 作物気象の新しい道

農学研究の中で作物生態学的視点からの研究が貧弱であり、農業生産と結び付いた作物生態学の研究が極めて遅れていることを私は前々から遺憾に思っていた。戦後は作物の生理研究が発達したが、その成果が生態学を通して現場の生産計画や生産予測に生かされていない。こうした生産目的をもった作物生態学を私は生産生態学と呼んでいるが、わが国の試験研究機関とくに具体的な研究対象としての現場を持つ地域農試では、この分野の研究を積極的に取り入れるべきと考え、できればこの研究を担当する専門研究室の設置を念願していた。幸、私の勤務した地域農試ではこの研究を担当する研究室を新設することができた。すなわち中国農試作物部に「作物の生態立地に関する試験研究を行う研究室（作物第6研究室）」と、四国農試土地利用部に「傾斜地帯における作目立地に関する試験研究を行う研究室（作目立地研究室）」などがこれである。

作物の生理・生態知見に基づく生産計画や生産予測の問題は、地域気象、地区気象さらには局地気象との関連で、生産現場では今後ますます重視されるべき研究分野であり、農業気象研究の一つの重要な専門分野として発展すべきであると私は考える。そこで私は昭和48年度の農業気象学会大会において「立地計画や生産予測のための作物気象研究に関する研究集合（作物気象研究集合）」についてシンポジウムを持ち、今後3カ年の検討を続ける申合せをした。当時すでに農技研の宇田川・内嶋・堀江の諸氏が中心となり新しい収量予測法の研究に着手しており、今後の発展が期待される。

4 気象災害と私

1) 風害との闘い

私の風害の研究はまず「麦の風害」から始められた。当時北西季節風で耕土が飛散・堆積することにより麦の生育が害されていた。群馬県・埼玉県・栃木県などの常習地の実態調査をすると共に、場内では耕土の飛散・堆積と麦の生育の実験も行った。また昭和23年にはアイオン台風により場内の品種保存水田の稲に沢山の白穂が発生したので、水稲研究室と共同で被害程度の品種間差違を明かにすると共に、私は農機具部の小型乾燥機を借りて白穂発生実験を行なった。

風害との闘いという表題にしたのは、こんなことではなく西ヶ原に移ってから、ようやくできた風洞を利用して、水稲の台風被害の研究をやれといわれ、以後長らく苦しい研究生活が続いたことの表現である。風洞そのものの風の調節とくに乱れを自然風に近づける工夫、水稲の風処理の位置、時間など全く始めての農業用風洞の使用法で苦勞した。と同時に均一に生育した沢山の水稲群を作成するにも長い経験と細心の注意を必要とした。しかし一方、これまでは台風来襲後の実態調査からえられた推定も混えた被害機構についての知見を、処理条件の明らかな実験により次々と確認あるいは修正して行くことができ、研究の喜びを味わうことができた。実験の進展につれ風速のみでなく風の温度・湿度の影響を明らかにする必要が生じ、大型風洞とは別に温湿度調節可能な小型の循環型風洞が新設され、研究は一層進展した。

成果の紹介はここでは省略するが、水稲暴風被害の研究で農学博士になることができたし、農業気象学会賞、農学会賞を受賞することができた。直接協力をいただいた研究室の諸君はもちろん当時の関係者に更めて感謝の意を表したい。

この農研の風洞は防風垣や地形と風当りなどの物理実験のほか、多くの作物実験が行われた。研究室の久保祐雄氏はミカンの寒風害、水高信雄氏は水稻の倒伏の研究で立派な成果をあげられたことは、これまた私のよろこびとするところである。

私は水稻風害の研究を進めながら、風の功罪ということが頭から離れなかった。被害発生の下限風速はこの研究で明らかにすることはできたが、弱風・微風の効果を確めることはできなかった。近年これについての詳細な研究が矢吹万寿氏により進められ、気温・湿度・日射などの組合せの中で風の功罪を明かにされた。この研究で矢吹氏は昨年農学会賞を受賞されたが、この新知見により私は全国各地にみられる局地風を常に悪風ときめ付けないで、その良い面に注意を払うべきことを提唱している。

2) 霜害・寒害の予防

昭和20年代は気象災害の多い時代であった。後述の冷害も28年29年と続いたし、台風被害も大きく、霜害・寒害・雹害などもしばしば発生した。これらの災害対策は事後対策も大切であるが、私の関心は予防対策にあった。

霜害の予防法については被覆法・燃焼法・送風法・煙霧法・散水氷結法など考えられるあらゆる方法を試験し効果をあげる条件、実施法の改善を明確にした。被覆法では各種被覆資材の効果、効果的被覆法を、燃焼法では炭火・薪・タイヤのほか重油の燃焼効果を果樹園内での火点配置、点火時刻、火勢管理などとの関連で研究した。重油燃焼の場合は容器・燃焼器が問題になるが、各種燃焼器の比較試験も行った。当時アメリカで普及している完全燃焼器レターンスタックの効果試験も行ない、わが国果樹園ではこれは大型に過ぎるので1/2に小型化して実用化することとした。すでに重油の煤煙が問題になっていたので、簡易燃焼器の普及をはかると共に、小型レターンスタックを農林省の補助事業に取り入れた。これらの試験研究は最初梶浦実氏の指導により、当時農研の組織内にあった園芸部と物理統計部の協同研究として取上げ、次の氷結法と共に平塚の果樹園で試験し、見通しを付けて県の果樹試験場での試験に協力、指導するというやり方をとった。協同研究者は間もなく故人となった畏友森田義彦氏で部をあげての協力で今でも感謝しているし、なつかしい思い出として私の心に強く残ることとなった。こうした関係を底地に園芸部に気象研究室が新設されたと今でも信じている。

私の研究室では霜害の発生しやすい長野県桔梗原支場と防霜法について協同研究を進め、燃焼法・送風法・氷結法の実験で桔梗原に度々出掛けた。送風法は農家が工夫したプロペラ型送風器の効果を、単独および重油燃焼法と組合せるなどして試験した。静岡県ではアメリカから大型送風機を2基購入し、生産現場に設置した。県の柑橘試の行なう効果試験に協力、助言した。

戦前、アメリカでのイチゴの氷結法の効果が紹介されているが、留意されなかったらしい。戦後鈴木清太郎氏がドイツの氷結法を紹介され、草花で小実験をされ効果を確認された。果樹園でこの氷結法を実際に行ったのは私達がわが国では始めてである。前述のように最初平塚の果樹園でまず散水量と温度効果を中心に、次いで桔梗原の果樹園で実用試験を行った。スプリンクラーによる散水密度の分布、効果のある散水間隔、散水量などを明らかにした。当時私は農林省研究部の研究企画官を兼務していたので、応用研究として数県の協力をうることにした。こうした成果をふまえ実際の農家でも取入れられるようになった。例えば長野県松本市では霜害防止を意識したスプリンクラー散水施設をリンゴ園に導入した。しかし当時はまだスプリンクラー導入が多額の経費を要することから、氷結法が広く普及するには到らなかった。

煙霧法も応用研究で取上げられ、共立農機の試作発煙機でその効果がテストされた。神奈川県二宮盆地で大規模の発煙実験を行なった。朝の列車を通行不能にして文句をくったことなど思い出である。この方

法は盆地のようなところでないと風で煙が流れ効果があがらないことを確めた程度で終わった。その後三原氏は煙にOEDを入れることで効果を上げられたと聞いている。

地形と霜害のことについては最初に述べたように極めて興味ある現象で、各地の霜穴・霜道の調査をした。当時ドイツで霜害常習地の詳細な調査が事業として進められていること、地形から霜害の危険地、安全地を推定する方法などが吉野正敏氏により紹介された。この方法の適否の検定とわが国に適用する方法の樹立を同氏に研究依頼し、長野県伊那谷での調査に協力した。

霜害と同様にミカンの寒害による被害程度が地形と密接な関連のあることから、ミカン栽培の適地・不適地を判定するための局地気象調査を茨城県筑波山のミカン地帯、千葉県房総半島のミカン地帯などで調査し、ミカン栽培地は局所的に高温で不栽培地は明瞭に低温になることを確認した。

このような霜害と寒害についての長年の局地気象の成果をふまえ、園芸局の千野知長課長の要請に答えて、ミカン栽培の不適地・危険地を現地の局地気象を調べることで判定する方法を案出した（坪井八十二：寒害からみた柑橘栽培の不適地判定法の一試案、農業気象、10(4)、1964）。この方法を骨子として農林省では昭和37年度から西日本のミカン生産県で「果樹栽培適地調査事業」を実施した。たまたま38年冬は北越豪雪の年であり、西日本に大寒波が来襲した年であった。当時ミカンの新植ブームの時代で、寒害の危険地におかまいなしに新植が進められていた。こうした背景の下で上記調査事業が始められたのであるが、幸にも大寒波来襲時にはこの事業による調査が始められており、被害と同時に同じ場所の最低気温の分布図がえられることとなった。珍しいミカンの大寒害の発生以前に、この調査事業を始めていた農林省の先見的施策が各県から高く評価されると共に、実際の被害状態と調査結果を照合して、調査方法の適切なことを実証することにもなった。

なお雹害については、雹害常習地の果樹園に防雹網を張る予防策を私が案出し、群馬県果樹試験場のリンゴ園、栃木県の常習地のナン園で実用化試験を行ない効果を認めた。栃木県の農家は本格的な網による防雹施設をしているのを最近拝見し感慨深いものがあつた。

3) 冷害と共に

私の冷害へのかかわりは昭和28年からである。御承知のように28年の冷害は戦後ではじめての本格的冷害で、いもち病も多発したことから被害地は中部地方の高冷地はもちろん北陸および関東北部に及んだ。食糧不足時代であったため格別大きい社会問題、政治問題となった。農林省では早速、冷害実態調査委員会を設置し、東北6県に14の調査班を派遣した。その調査結果は「昭和28年冷害実態調査報告書」となつて残っている。私は委員会の幹事の1人として岩手県・秋田県を調査した。その時秋田県農政課長として我々に対応してくれた大河原太一郎氏のことを思い出す。

28年冷害を機に冷害研究企画委員会が編成され、今後の冷害研究の具体的進め方について検討取まとめた。その一つとして改良局研究部に農業気象の研究企画官を置くこととされ、私は29年度から兼務で農業気象研究の全国的企画調整役を務めることとなった。この任務は農林水産技術会議事務局が活動を始める昭和36年まで続いた。

ところが昭和30年は大豊作となり、31年に一部北海道に冷害はあつたが続く32、33年と収量水準が飛躍的に上昇した。そのころから農林省内にすら、「もう水稲冷害の研究は続ける必要はない」というような意見、ムードが出はじめることとなった。気象災害の研究推進に責任を持っていた私は、「冷害研究を止めることは良くない。冷害研究が必要か否かを現在の稲作技術の冷害抵抗力を調査した後まで待つて欲しい」ということで、昭和35年度は当時平塚英吉氏が主査で実施中の「寒冷地稲作の技術水準に関する研究」の一部に割込まれていたとき、「寒冷地における冷害危険度の推定」についての意見を、北海道、東北6

県および長野県から求めた。昭和36年度は個別に予算を付けてもらい、35年度調査を改善、拡大して「冷害危険度の推定と今後の研究上の問題点」として同じ道県に調査を依頼した（坪井八十二：冷害の危険度を推定する，農業技術，18（7），1963）。

この結果は明治末期から大正始のような大冷夏の場合は大不作になる可能性がある。それほど激しい冷夏でなくても、北海道はなおしばしばかなりの被害が予想される，ということになり，冷害研究を止めるのではなく，北海道の研究を強化しようということになった。

その後40年代の刈取機，田植機の実用化時代に入る。とくに田植機が稚苗を使用することから，これまで冷害対策の支柱の1つである熟苗健苗技術を大きく変更することとなった。また米の品質とくに食味が重視され銘柄米や自主流通米の制度ができてから，耐冷性の低い品種の不適地への作付が拡大した。さらに米の過剰対策としての生産調整により農家の生産意欲は低下した。これらの状況から北日本稲作の冷害抵抗力は以前よりかえって低下したことが心配された。

1972～73年（昭和47～48年）には世界的な異常気象で不作凶作となり，食糧需給は逼迫した。その上気象技術者は今後なおしばらくは異常気象が多発すると警告していた。私はこうした背景の下に冷害被害度の増大を心配し，北日本の稲作技術の建直しを早くからしばしば指摘した（昭和48年8月28日，農気学会東北支部大会における特別講演，異常気象と営農対策について，青森県農試。49年12月9日，49年度農林業研究成果発表会，気象変動と米の収量，農業技術，30（3），1976）。四国の暖地において「寒冷地の稲作技術は崩れている」という表現が東北の稲作技術者の反感を買ったようであるが，私は50年6月東北農試に転任になるに及び，これまで軽視の風潮の中にあつた稲作技術の研究に活を入れ，長年心配している冷害対策としての稲作技術の崩れを建直すことに意を用いた。

その1つが総合助成による6県の共同研究「東北地域における稲作の冷害抵抗性程度の解明と応急技術の確立に関する研究」の企画と実施であつた。昭和50年の豊作の中で予算要求が行われたことと，国立の試験研究機関で進められていた，異常気象の別枠研究の予算要求と重複したことで，総合助成の予算化は困難にみえたが，結局この総合助成と別枠研究が昭和51年度から同時発足ということになった。

冷害研究をはじめたこの年に久しぶりの冷害が発生した。総合助成では各県とも県内に数ヶ所の現地試験田を計画的に設置していたので，冷害発生後の実態調査と違って，苗の条件，田植日，施肥量など水稲側の条件が予め設定されており，また気象条件，水地温の条件など環境条件も測定していたことなどで，従来の実態調査にみられない詳細，正確な調査ができた。51年冷害の野外実験ができたといえよう。実際の災害直前にこうした予算化ができ調査網が張られていたというのは，先に述べたミカンの適地調査と今回の冷害研究ぐらいで珍しいことであり，農林省の事業としては出色の措置であつた。両者いずれも直接関与していた私としては忘れえぬ研究上のよろこびであつた。

冷害の翌年，農業気象学会の全国大会が盛岡市（岩手大学農学部）で，52年6月11～13日の3日間開かれ当時は副会長であつた私はこの大会の委員長を務めることができた。この大会では「51年水稲冷害と今後の対策技術」についての公開シンポジウムを持ち，その記録として当学会の本部から「水稲冷害の対策技術」を発行できたことも良い思い出となつた。

試験場としても，技術会議事務局へ提出する調査報告とは別に，6県の積極的協力をえて「51年冷害の記録」（東北地域における昭和51年異常気象による水稲，畑作物被害の実態と解析，53年1月）という380頁に及ぶ詳細な報告書を発行できたことは，私のよろこびとするところである。多数の関係者の御努力によるものであるが，とくに浅川企画室長の積極的な配慮と熱意によるところが大きい。厚く感謝したい。

私はこの記録を作るに当り、若いころ体験した28年冷害とその記録を常に思い出していた。

5 私にとっての農業気象

1) 30余年は何であったか

偶然のことからこの道へ入って30余年が経過した。現在東北農試の場長であり、また農業気象学会の会長を務めている。この秋には退官を予定しているが、これまでの30余年をふり返り感慨無量なものがある。室員、室長としての18年、部長、場長として15年半、直接研究実施した期間が長いことになる。この間農林本省で研究企画に関与した期間が重なるのであるが、この全国的な農業気象の研究推進の役目も含め、私にとって一番充実していた時代は昭和30年代の前半のようである。このころは水稻の風害研究を博士論文にまとめたころであり、農林省では省内はもちろん県や大学に依頼する研究の企画や予算作りにもっとも忙しく活動したころである。今から考えると不思議なほど充実した生活であった。私が多忙ならそれだけ研究室はもちろん気象科全員が協力してくれ、ありがたかったと感謝している。

私の生活が充実していただけではない。当時農研にはたまたま16年3月卒の三原・井上・坪井の3人がおり、この3人を軸に気象科がもっていた時代でもある。3研究室がそれぞれの分野で、また協力しつつ、極めて幅広く農業気象研究を展開した時代で、若い研究者の積極的な力を結集して多くの輝かしい成果をあげた時代であった。当時は農業気象として開拓すべき分野や事項が沢山あった恵れた時代であったのかも知れない。

そうした中で私が研究以外に力を入れたことは、研究組織の強化、拡充と農業気象知識の普及への努力であった。研究組織の強化、拡充というのは、農林省の試験研究機関内における農業気象研究組織の強化と拡充で、端的にいえば気象研究室の新設である。

研究室の新設は一部については、既に触れたが、直接関与したものが8、間接関与が1である。当初農林省の試験場に気象研究室のあったのは農研、北海道、東北、九州農試に計6研究室であった。この他蚕糸、林業試験場に防災研究室が各1あった。私が企画官をしているとき、北陸農試に総研新庄支所から移管して1研究室新設（昭和35年）、九州農試に畑作部ができるとき気象災害の研究室を新設（35年）。また実現はしばらく遅れたが園芸試験場に1研究室を新設した（39年、現在の果樹試に引継ぐ）。

農事試験場の作物部長をしていたとき、統計調査部の作況研究室を受け入れた（44年10月）。その時点で気象研究室を持たない試験場には新設することになった。それが中国、四国農試の農業気象研究室である。農事試験場では農業気象に改名しないで作況研究室のままであるが、作物気象研究室とでもいうべき仕事をしている。これですべての地域農試、専門場所の大部分に農業気象研究室が整備できた。さらに中国農試、四国農試に作物の生態立地関係の研究室を新設したことは先に述べた通りである。

2) 技術化と普及への努力

私は農業気象研究は理論研究に止まらず一歩進めて生産技術にまで持って行く必要のあることを常に強調して来た。そして生産現場で活用されるためには、その土地の風土に適応した技術に組立てられるよう地域性に基づく条件を明確にすることの重要性を提言して来た。試験場という点における成果を普及するためには、成果の面積的拡張が必要であり、普及を前提とした技術の面積化までは試験研究機関の責任だというのが私の主張である。

技術化されたものの普及だけではない。農業生産に当って重要な農業気象の知識について、私は折にふれ雑誌や成書によって普及に努力した。対象は農家はもちろん現場担当の普及員ときには試験研究担当の技術者をも含めたものであった。私には農業気象学の教科書になるような著書はない。しかし農家、普及員対象の小著はかなりある。「農家の気象-変え方と使い方-」（昭31年、農文協）、「農業気象のとら

え方」(昭31年, 農業改良局), 「霜害の予防法」(昭34年, 地球出版), 「気象災害防除のくふう」(昭37年, 家の光), 「ミカン気象学入門」(昭40年, 静柑連)などはこの種の小著である。その他最近では一般国民を対象とした小著に, 「気候変動で農業はどうなるか」(昭51年, 講談社)がある。その時代時代の私の努力の跡であり, それぞれ思い出が多い。

技術者, 研究者を対象とした専門的編著書もあるが, 研究企画官時代の農林省振興局研究部35年度の農業技術年刊として発行した「農業気象ハンドブック」(昭36年, 養賢堂)と, 農業気象学会30周年記念出版の「農業気象の実用技術」(昭47年, 養賢堂)は, 編集責任者として多忙を買って出たようなことであったが, その時点での農業気象研究の成果を世に問うたものとして良い思い出となった。

3) 学会発展の道

農業気象学の定議とか研究分野などについては, 古くから多くの提案と議論がある。目的や分野を明確にすることは大切なことであるが, 議論のための議論では意味がない。私も参加した最近のグループ検討の結果を紹介しておこう。「農業気象の研究は, 農業生産と気象環境のかかわり合いの仕組みを明らかにして, 具体的な気候区における作物, 家畜など生産主体の選択とその配置ならびに生産予測に役立てると共に, 生産気象条件の調節により, 計画的に生産を拡大, 安定化するために行なわれる基礎分野から応用分野にわたる幅広い多様な研究である(新編農業気象ハンドブックの序)」

農業気象の発展方向として「気象改良の理論化と技術化」と「気象と作物との関係についての理論化と技術化」の2つに大別できよう。前者の研究は最近急速な発展をとげ盛んであるが, 後者の研究は停滞気味である。この研究の対象は開放耕地の農業であり, いわゆる土地利用型農業である。しかもこの農業が農業生産の主流であり, 気象の影響のしかたも直接的であり深刻である。農業気象研究の対象もこの型の農業が中心であり, 将来ともそうあらねばならない。この分野の研究の発展のためには, 常に生産現場を重視し, 研究はそこでの現象, そこで生産に従事する人の経験から教えられ, あるいは積極的に汲み取るようにし, 研究の成果は現場にかえし, そこでの評価を受けるという風にして行くことが大切と思う(昭和52年6月12日, 学会長就任のあいさつ, 農業気象 33(3))。

いい変えと, 農業気象研究の発展は, その成果が生産現場で活用され, 実際に農業生産の向上, 安定に役立つことを生産担当の農家, 生産組織に認められることから始まる。学会の発展も生産現場に多数の支持者をうることによって始めて促進される(関東支部だより第2号)。学会である以上, 世界の学者から尊敬されることが大切, と同時にわが国の農民からも信頼されることが重要であるといいたいのである。

この30余年をふり返り, 研究面でも学会活動でもやりたくてもできなかったこと, やりっぱなしで取りまとめないままになったことなどいろいろある。申訳けないことだと思う。間もなく農林水産省を退職することになる。以後学会とも農業気象ともお別れということではなく, まだまだ意欲十分である。やれなかったことをじっくりとするのも1つ。気象災害例えば冷害の技術発達史はまとめられないか, 農業気象研究の成果を農家にわかりやすく役立つようにほん訳した月刊誌「農業と気象」を学会活動の一環として発行できないか, などなど考えているこの頃である。

支 部 記 事

1 54年度支部会について

(1) 記念講演会，研究発表会

- 昭和54年度の支部会は支部創立30周年にあたるため記念大会とし，8月23日に東北農業試験場にて記念講演会（小野清治・青森農試稲作部長，坪井八十二・東北農試場長）を開催し，8月24日には岩手大学農学部にて研究発表会と総会を行なった。
- 記念講演会には北海道支部の小沢行雄氏，関東支部の内島立郎氏から祝辞を，また，中・四国支部長の武智修氏と宮本硬一氏（元東北支部長）から祝電を頂戴しました。厚くお礼を申しあげます。
- 8月23日夜は記念祝賀会を盛岡グランドホテルで行ないましたが，会員，賛助会員など多数ご参加下さいまして盛会裡に終ることができました。
- 岩手大学農学部には52年の全国大会開催以来連続3ケ年にわたって会場の提供，その他多大のご支援ご協力を賜りました。ここに厚くお礼を申しあげます。

(2) 「東北の農業気象」抄録集1の刊行

30周年記念事業の一環として「東北の農業気象」の1号～24号までの抄録集を刊行した。会員の方々の御協力によりまして所期の目的を果すことができました。

また，抄録集の原本（東北の農業気象9号～24号）は東北6県の農業試験場等に配付しています。また近く東北の農業気象の1～8号も配付する予定にしていますので，ご利用下さい。

(3) 阿部謄写堂に感謝状と記念品の贈呈

昭和39年以来「東北の農業気象」の印刷，製本にご尽力を賜わっていることに對し，感謝の気持を表わしました。

2 人事について

(1) 支部長の交代

木下彰支部長が昭和55年5月1日付にて，北海道農試に転出が決まりましたので，4月21日に急拠在盛幹事会を開催し，支部会則第8条により，岩手大学農学部の本庄一雄氏に支部長を引き受けていただきました。（任期は前支部長の残任期間の55年5月1日～56年3月31日まで）

(2) 坪井八十二顧問のご退官

日本農業気象学会の会長であり，また東北農業試験場長でありました坪井八十二氏は12月1日付にて農水省をご退官になり東北を去られました。

昭和50年6月に東北にこられました，52年6月には日本農業気象学会全国大会の大会委員長を，また，シンポジウム「51年水稻冷害と今後の対策技術」では座長をされ，ともに会の成功に多大の貢献をされました。東北支部会におきましてもしばしば特別講演などを気安く引受けて下さり，農業気象の発展に多大のご尽力を賜りました。

ここに心より深く感謝すると共に御多幸をお祈り申しあげたいと思います。

現在，坪井氏は日韓農業技術協力のため団長として下記に滞在中です。

大韓民国水原市西屯洞 農村振興庁内 韓日農業共同研究団

(3) 木下彰支部長のご転出

昭和50年に東北に赴任されて以来、農業気象に深いご理解を賜わっていましたが、昭和52年の日本農業気象学会全国大会には実行委員長として東北6県を廻るなど大会成功のために多大のご尽力をされました。52年以降は支部長としてご活躍され、とくに54年度の支部30周年の記念大会を大成功に導いて下さいました。

農業気象の発展のために多大のお力添え賜わったことに対し厚くお礼申しあげるとともに今後のご多幸をお祈り申し上げます。

木下前支部長に感謝のしるしとして記念品を贈呈致しました。

札幌市豊平区羊ヶ丘一 北海道農業試験場 農業化学部 〒061-01

(4) 評議員の交代

秋田県選出の評議員松本頭氏が東京に転出しましたので次点の石山六郎氏に後任をお願いしました。

3 55年度支部総会研究発表会のお知らせ

昭和55年度の支部会は青森県農業試験場と弘前大学のご協力によりまして、次の日程にて開催します。会員多数のご参加をお願いします。

記

日時 8月4日(月) 13.00～17.15 研究発表会 8月5日現地研修会。

場所 弘前大学学生会館

現地研修は砂丘地の開発状況、砂丘地分場見学、平館の防風林、津軽の稲作等

役員会 8月4日 12.00～12.50 総会 8月4日 17.20～17.40

懇親会 8月4日 18.00～19.30

4 山本義一先生御逝去

本支部顧問の山本義一先生は昭和55年2月7日に逝去されました。先生は2代目支部長として創設期の会運営にご尽力下さいまして東北支部の基礎を固めて下さいました。その後は長年にわたり顧問として支部発展のためにご尽力下さいました。

ここに先生御生前の功績を偲び謹んで哀悼の意を表します。

5 桜井清先生御逝去

桜井清氏は昭和54年11月15日に逝去されました。元東北農試環境部長で支部会の評議員(48～49年)をつとめられ、支部発展にご尽力下さいました。

ここに生前の功績を偲び謹んで哀悼の意を表します。なお支部よりご香料を差上げました。

6 青森県、秋田県より会友の推挙を受けました。

- 石田 末太郎 青森県東津軽郡蟹田町下小国
- 金沢峰太郎 " 青森市大字内真部
- 加藤 正一 秋田県雄勝郡稲川町三梨

◎寄贈図書

- 農業気象第35巻1-4号 ○北海道支部会誌(北海道の農業気象)第30・31号
- 北陸支部会誌第5号 ○関東支部だより第20・21号 ○東海支部会誌第36・37号
- 九州支部(九州の農業気象)第16号

昭和54年度 会計決算報告

55. 3. 31

収 入			支 出		
項 目	予 算	決 算	項 目	予 算	決 算
前 期 繰 越	0円	3,748円	通 信 費	30,000円	26,500円
個 人 会 費	310,500	255,000	振 替 費	3,000	3,535
賛 助 会 費	50,000	35,000	事 務 費	10,000	5,200
雑 収	60,000	95,000	旅 費	20,000	9,800
			印 刷 費	250,000	260,000
			会 議 費	50,000	50,000
			雑 費	7,500	8,700
			予 備 費	50,000	25,000
合 計	420,500	388,748	合 計	420,500	388,735

次年度繰越金 $388,748 - 388,735 = \underline{\underline{13}}$ 円

昭和55年度 会計予算

54. 8. 24

収 入		支 出	
項 目	予 算	項 目	予 算
前 期 繰 越	20,000円	通 信 費	28,000円
個 人 会 費	300,000	振 替 費	3,000
賛 助 会 費	50,000	事 務 費	8,000
雑 費	50,000	旅 費	30,000
		印 刷 費	280,000
		会 議 費	30,000
		雑 費	20,000
		予 備 費	21,000
合 計	420,000	合 計	420,000

日本農業気象学会東北支部歴代支部長名簿

年度	氏名	勤務先	年度	氏名	勤務先
昭和24年	加藤 愛雄	東北大学理学部	昭和46年	武藤 三雄 (11月~)	東北農業試験場
25	山本 義一	"	47	武藤 三雄	"
26	"	"	48	山中 圀利	秋田地方气象台
27	野間 浩	仙台管区气象台	49	"	"
28	"	"	50	"	"
29	"	"	51	"	"
30	"	"	52	坪井 八十二	東北農業試験場
31	加藤 愛雄	東北大学理学部	52	宮本 硬一 (11月~2)	古川農業試験場
32	"	"	53	木下 彰 (4月~)	東北農業試験場
32	菊池 武直夫	宮城県農業試験場	54	"	"
33	加藤 愛雄	東北大学理学部	55	"	"
34	"	"	55	本庄 一雄 (5月~)	岩手大学農学部
35	"	"			
36	"	"			
37	"	"	(事務局 昭和24~39年 3月	仙台管区气象台	
38	"	"		技術部調査課	
39	岩崎 勝直	東北農業試験場	昭和39年 4月~	東北農業試験場	
40	"	"		環境部	
41	八柳 三郎	"		農業気象研究室)	
42	"	"			
43	城下 強	"			
44	"	"			
45	"	"			
46	"	"			

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
気象協会秋田支部	秋田市八橋字八橋 78 - 4	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
三機商事株式会社	盛岡市本町通三丁目 16 - 9	計測機器販売
美和電気工業株式会社	仙台市一番町一丁目 4 - 14	計測機器販売
八戸科学社	八戸市内丸 14	理化学器機械販売
(株) 旭商会仙台店	仙台市上杉一丁目 9 - 38	計測機器販売

あらゆる 気象観測, 用計測器

各種 温度, の検出端, 測定機器

PH, 濁度, 他 水質, 監視用計器

指示記録, から データ処理, まで

業界のトップレベルの機器を駆使してお客様にご満足いただける
計測器・計測システムをお届けさせていただきます。

お問合せは当社セールスサービスネットワークをご利用下さい。

横河電機・横河ヒューレット・パッカード・中浅測器

東北・北海道地区代理店

美和電気工業株式会社

東北地区支店. 出張所

仙台支店: 〒980 仙台市一番町一丁目4-15 ☎(0222)21-5466
盛岡出張所: 〒020 盛岡市夕顔瀬町22-28 ☎(0196)51-9000
秋田出張所: 〒010 秋田市大町3-4-39(大町3丁目ビル1階) ☎(0188)63-6081
山形出張所: 〒099 山形市松波1丁目16-9 ☎(0236)32-0221
郡山出張所: 〒963 郡山市山崎213 ☎(0249)33-8732
いわき出張所: 〒974 いわき市植田町南町1-5-11(古川ビル) ☎(02466)3-2059

北海道地区支店. 出張所

札幌支店: 〒060 札幌市中央区南二条西1丁目(宮本ビル) ☎(011)261-2401
苫小牧出張所: 〒053 苫小牧市字明野9-223 ☎(0144)55-5860
旭川出張所: 〒070 旭川市南一条22丁目左一号 ☎(0166)32-5022
釧路出張所: 〒087 釧路市川上町4丁目1(野口ビル4階2) ☎(0154)23-6496
本社: 東京都新宿区新宿2丁目8番1号(新宿セブンビル7階) ☎(03) 341-2101

東北の農業気象 第25号

昭和55年7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
TEL (0196) 47-2145
郵便番号020-01

印刷所 盛岡市本町通二丁目8-37
(株)阿部膳写堂

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 同
昭和49年 9月13日 同
昭和53年10月28日 同

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）：農林水産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 則

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4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 1,500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。

農業気象 第35巻 総目次

論 文

1. 気象環境とイネの物質生産に関する研究 II. 葉面ガス拡散抵抗, 光合成および蒸散に及ぼす大気湿度と気・水温の影響 (英文) .....堀江 武	1
2. 温室の保温に関する研究 (1) カーテンの有無および種類と温室の熱貫流率.....三原義秋・林 真紀夫	13
3. 栽培ポットの微気象.....鈴木晴雄・三田俊次・宮本硬一	21
4. 環境制御装置内植物のNO ₂ およびO ₃ 吸着速度の同時測定法について.....大政謙次・安保文彰・相賀一郎	31
5. 植物による大気汚染質の吸着に関する研究 II. NO ₂ , O ₃ あるいはNO ₂ +O ₃ 暴露下における吸着について.....大政謙次・安保文彰・名取俊樹・戸塚 績	77
6. 平衡蒸発散に及ぼす温度とその鉛直勾配との間の相関の影響 (英文) .....磯部誠之	
7. テオシントおよびソルゴー群落における風の乱れの垂直分布.....真木太一	133
8. 温度自記記録を用いる小気候指数の研究 (1) 陸地度と冷え込み度の提案.....小林哲夫・坂上 務	145
9. 風速と光合成に関する研究 (8) 乱流中で自由振動する時の葉面境界層抵抗値.....原園芳信・矢吹万寿	153
10. 簡単な凍霜害発生箱.....羽生寿郎・佐野誠一・山中捷一郎・五十嵐大造・杉山茂久	165
11. 気象環境とイネの物質生産に関する研究 III. 個葉の光合成, 蒸散および葉温のシミュレーションモデルとその妥当性の検証 (英文) .....堀江 武	201
12. ハウス内耕土層への水分移動.....中山敬一・羽生寿郎・山中捷一郎・小沢 聖・尾形光造	215
13. 植物群落上の風速分布とその空気力学的特徴量について.....古藤田一雄・林 陽生	221
14. 宮城県における水稻早植えの効果について.....日野義一	229
15. 温室の暖房負荷に関する研究 (1) 暖房用放熱管の配管位置と被覆内面の対流熱伝達係数との関係 (英文) .....岡田益己	235

要 報

1. 気象官署のデータからの都市気候効果の消去	
-------------------------	--

の試み.....小元敬男・鯉谷 憲	93
2. 温室の複合制御用マイクロコンピュータシステムの試作.....高倉 直・岡田益己・島地英夫・奈良 誠	97
3. 水稻のフェーン害に関する研究 第1報 穂からの出水について.....村松謙生・鴨田福也	173
4. 畦面被覆の微気象に関する研究 IV. 寒冷紗の遮蔽と黒色ポリエチレンフィルムの被覆による地温効果.....鈴木晴雄・桜井英二・宮本硬一	243

学会賞受賞記念講演要旨

1. 植物群落の光環境と光合成に関する微細気象学的研究.....黒岩澄雄	41
2. 地中熱交換ハウスに関する研究.....山本雄二郎	47

講 座

1. 果樹や材木における風倒被害対策について.....山本良三	177
2. イネ冷害の機構と栽培的対策.....佐竹徹夫	251

シンポジウム報告

昭和54年度全国大会シンポジウム「霜害と夜間の気流」要旨	103
------------------------------	-----

国際会議報告

温室環境制御へのコンピューター利用に関する国際ワーキング・パーティー.....古在豊樹	263
---	-----

海 外 報 告

1. フロリダの柑橘栽培と寒害.....真木太一	51
2. 中国の施設園芸を訪ねて.....岡田益己	113
3. ハノーファー大学.....蔵田憲次	189

書 評	20, 46, 84, 112, 152, 172, 214, 249
新刊紹介	119, 120, 143, 188, 267
抄 録	30, 59, 121, 250, 268
支部だより	60, 122, 194, 270
本会記事	64, 124, 197, 272
お知らせ	63, 68, 127, 192, 262, 269, 273
会員移動	69, 129, 198, 279
編集投稿規定	71
賛助会員名簿	74, 131, 199, 280
謝 辞	272