

東北の農業気象

Agricultural Meteorology in Tohoku

Vol. 44

Mar. 2000

巻頭言

50周年を迎えて	ト蔵建治	1
----------	------	---

論文

水稻の登熟中期における冠水が収量・品質に及ぼす影響	吉田 宏・小野寺郁夫・伊五沢正光・神山芳典	2
登熟期間の日照時間を基準とした水稻の刈取り時期	宮川英雄・児玉 徹	7
水稻生育診断システムの強化		
第2報 温度補正項を取り入れた乾物生産モデルによる水稻登熟の気象的評価法	大江 栄悦	11
水稻生育診断システムの強化		
第3報 温度補正項を取り入れた乾物生産モデルによる水稻品種特性の評価	大江 栄悦	15
ヤマセ対策の生長指標をめざした水稻の投影面積計測	皆川秀夫・谷口智洋・古山小幸・境谷栄二・中畑登示光	18
阿武隈地域における葉たばこの生育と気象との関係	一作期移動試験及びTGC試験による	
葉たばこの温度反応	野田正浩・吉岡邦雄	24
プラントキャノピーアナライザーによるソバの葉面積指数の推定	佐藤雄幸・井上一博・佐々木和則	28
養豚施設設計支援システムの開発	皆川秀夫・山口貴之・山内孝之・佐瀬三雄・赤沼功児	32

日本農業気象学会東北支部会 50周年記念講演

●変動気象との共存をめざして		
東北農業の新しい展望	ト蔵建治	37
やませと生きる	佐藤正昭	42
地球温暖化、CO ₂ 増加の影響：農業生産はどう変わるか？	一確度ある未来予測のために	
	岡田益己	46
●元気な現場から		
冬期無加温パイプハウスにおける葉菜類栽培	田村 晃	52
平成11年の気象と山形県鶴岡田川地域の水稻の生育	富樫一幸	58

東北風土記

逆さ富士	工藤敏雄	60
------	------	----

支部だより

平成10年度支部会報告		61
会員名簿		63

支部会案内

会則		66
日本農業気象学会東北支部編集委員会規程		67
投稿について		67
広告(明星, コーナ)		70
農業気象総目次(第55巻)		74
編集後記		76

日本農業気象学会東北支部

(〒020-0198 盛岡市下厨川赤平4 東北農業試験場内)

1999・2000 年度日本農業気象学会東北支部役員名簿

支部長	卜蔵 建治	弘前大学
理事	岡田 益己	東北農試
評議員	穴水 孝道	青森県農業試験場（永年功労会員表彰審査委員）
	◎皆川 秀夫	北里大学
	伊五沢正光	岩手県農業研究センター
	◎小沢 聖	東北農試（本部学会編集委員）
	◎佐々木忠勝	岩手県庁
	畠山 均	岩手県農業研究センター
	佐藤 雄幸	秋田県農業試験場
	児玉 徹	秋田県農業試験場
	大江 栄悦	山形県立農業試験場
	佐藤 晨一	山形県立農業試験場
	斉藤 満保	宮城農業短大
	日塔 明広	宮城県農業センター
	◎小林 弥一	福島県農業試験場
	渡辺 明	福島大学
会計監査	阿部 谷良	岩手県農政経済研究所
	高橋 康利	岩手県病害虫防除所
幹事	境谷 栄二	青森県農業試験場藤坂支場
（各県2名）	多田 久	青森県農業試験場
	一守 貴志	岩手県農業研究センター
	高橋 智宏	岩手県農業研究センター
	遠藤 貴司	宮城県農業センター農産部
	島津 裕雄	石巻地域農業改良普及センター
	宮川 英雄	秋田県農業試験場
	高山 真幸	秋田県農業試験場
	三浦 信利	山形県立農業大学校
	富樫 一幸	山形県農業研究研修センター
	本馬 昌直	福島県農業試験場冷害試験地
	荒井 義光	福島県農業試験場種芸部

◎がついている方は、支部選出本部学会評議員です。

50周年を迎えて

日本農業気象学会東北支部長

ト蔵建治

日本農業気象学会東北支部は、1999年3月を持ちまして支部設立50周年を迎えました。この会の50年の歴史には多大な難関、苦難があったことを諸先輩から聞かされて参りました。会誌を発行し始めて間もない頃、会誌に使用する用紙が無くて発行が危ぶまれる年があったことを聞くにつけ、大変な時代を乗り越えての50年だったと思います。ところが、近年、掲載論文の数が少なくなることが会誌の発行を危うくしていると言う声も聞かれます。ただ、これも私達の年代の学会誌＝論文集といった紙が十分に供給されない時代に育った人間の心配であるやに思えるフシもあります。学会誌も論文以外の多くの情報、ニュースの提供の場として新たな面が求められていると理解し、対応することで皆様の試験研究あるいは技術の普及と言った面でそれなりに価値のあるものとして受け入れられていくでしょう。

世間の人達が「良い」と思うことに応えること；評価に耐えうることの大切さを今日ほど痛切に感じることはありません。発足当時は紙が無くて会誌の発行が危ぶまれましたが、今日では紙は充分にあっても会員、世間の評価に耐えられなければ会誌の発行もなくなると考えられます。会誌の必要性の多くは若い研究者の求めにより支えられ発展して行くものです。研究発表の場であれ、情報交換の場であれ、この会に必要として求められるものは何かを十分に検討し、今後の発展に寄与すべく意を新たにす時期であると思います。

私もこの会に籍を置いて30年になりますが、この間に東北地方における「農業気象研究」を掲げる学会の根幹に関わる大きな問題がありました。それはまずこの地方の基幹産業である「米作り」に減反という変革が求められたこと、そして気候が人間の営みにより大きく変わる可能性（温暖化問題）の検討で、これらへの対応は外圧も強く避けては通れない大きな問題でした。さらに、この時期に本学会では「農業気象学会」と言う名称がこの世に存続するのにそぐわないのではないかと、何か良い名称はと言った検討が行われました。しかし、こうした騒動にも農業気象学会は耐えています。本部学会で学会の名称変更を検討する会は先日解散しました。皆さんの周辺でも機構改革で名称こそ変わったが農業気象学を基にした試験研究は依然として続き、以前に増して多忙で繁盛を極めていくことと思います。また本部学会ではこの10年にわたり、関係の深い生物環境調節学会、そして、農業施設学会や植物工場学会と共催で学会発表がもたれてきました。共催を始めた当初は、共催を進めて行く内に研究者に不都合な学会と評価されて縮小、消滅していく学会があるだろうと考えられていました。しかし、三学会共催は毎年盛会です。植物工場学会や生物環境調節学会と言う、農地とか圃場とか言った自然の気象環境を離れたフィールドでの研究に若い人が台頭してきていることは確かです。だが、農業の現場に根ざした研究も不滅です。むしろ、三学会共催の場を通じて、現実の農業の現場に根をおろした学問分野の存在がより明確になり、今後もこの現場に根ざした「農業気象研究」は維持され、更に発展するものと思います。

これこそが、東北支部会の求め、あるいは進んできた学会の姿そのものだとと言えるでしょう。今後もこの地方の基幹産業である農業のための気象学をめざして頑張りましょう。

最後になりましたが、本学会の発足以来学会の世話役、事務、雑用のいっさいを引き受けて孤軍奮闘いただいている東北農業試験場の気象関係の皆様方に心からお礼を言いたいと思います。また、今後ともよろしくご支援いただきますようお願いいたします。

水稻の登熟中期における冠水が収量・品質に及ぼす影響

吉田 宏・小野寺郁夫・伊五沢正光・神山芳典
岩手県農業研究センター 農産部

Influence of overhead flooding on yield and
quality of paddy rice in the middle of ripening stage
Hiroshi YOSHIDA, Ikuo ONODERA, Masamitsu IGOSAWA,
and Yoshinori KAMIYAMA
IWATE Agricultural Research Center, Kitakami 024-0003

平成10年8月末の大雨により、岩手県南部を中心に冠水等による農作物の被害が発生した。

今回の冠水時期は水稻の登熟中期に当たり、この時期の冠水による水稻への影響を調査した結果、収量については大きな減収は見られなかったが、玄米品質は冠水時間が長くなるほど大きく低下した。品質低下の内容は主として、心白・乳白等の白未熟であり、特に冠水時間が2日以上になると品質が大きく低下した。

キーワード：冠水害、水稻

Keywords : overhead-flooding-damage, paddy-rice

1. はじめに

平成10年8月末、東北地方に停滞した前線の活発化により大雨となり、8月27日から31日までに盛岡176mm、北上248mm、一関218mmの降水量を記録した。このため、北上川、砂鉄川等が氾濫し、岩手県南部を中心に水稻、畑作物等に、冠水や泥付着、土砂流入等による被害が発生した(図1)。県全体の被害面積は、水稻2,320ha、畑作物501haにのぼった。

気象災害による農作物被害が生じた場合、岩手県においては県をはじめ各市町村は、岩手県気象災害減収尺度に基づいて被害調査を行っている。しかし、この減収尺度では今回のような水稻登熟中期(出穂後約20~25日)の冠水被害については、収量的な減収は示してあるが、品質低下による被害は明らかにしていない。

一方、冠水による収量・品質の低下について

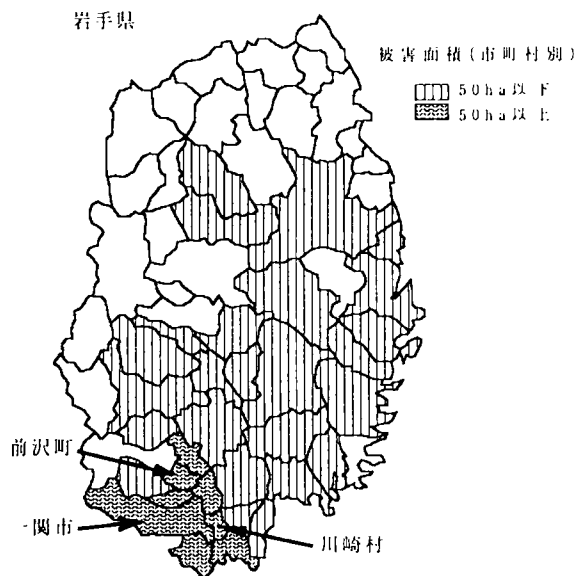


図1 水稻の冠水等の被害を受けた市町村
(平成10年8月27日からの大雨による被害)
地図中の一関市、前沢町、川崎村は調査地点

は夏作減収尺度（農水省経済局統計情報部）等で事例が報告されているが、減収率が事例によって大きく異なり、品質についての詳細な報告は少ない。また、岩手県において今回のような登熟中期での冠水害の調査事例は少なく、県の主要品種の一つである「ひとめぼれ」についての調査事例もない。そこで、この時期の冠水が水稻の収量・品質に及ぼす影響を明らかにするため、県南部の「ひとめぼれ」について調査を実施した。その結果を報告し、今後同様な災害が発生した場合に、収量・品質の低下を推測する上での参考に供したい。

2. 材料および方法

冠水被害をうけた地域の、前沢町（4地点）、一関市（8地点）、川崎村（7地点）の3市町村について調査を行った。各市町村ごとに、冠水程度（時間）別に圃場を選定した。品種は全地点「ひとめぼれ」である。

調査については、収量調査、登熟調査、玄米品質調査を行った。

また、サンプリングは、倒伏程度の著しいほ場や土砂流入・埋没ほ場は除外し、冠水時間が比較的明らかで稲が立毛状態にあるほ場からとした。

3. 結果

冠水期間における北上川（一関狐禅寺）の水温は、概ね19℃前後であった。（図2）

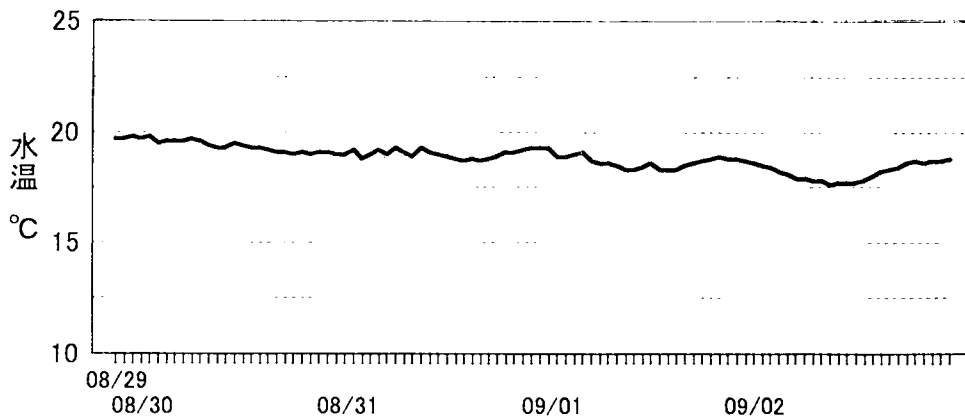


図2 平成10年8月30日～9月2日 北上川一関狐禅寺での水温の推移
（岩手工事事務所より）

冠水時間が72時間までは、玄米千粒重と登熟歩合は、冠水時間が長くなるとわずかに低下する傾向が見られた。ただし、84時間冠水した水田では、登熟歩合が73.4%と大きく低下した（表1）。この時期の冠水による収量への影響は、収量指数（無冠水圃場との比較）から見て冠水72時間までは軽微であった（図3）。

玄米の粒厚分布は、冠水時間が48時間以上になると、粒厚1.9mm以上の割合が無冠水と比較して5～10%減少し、粒厚が薄くなる傾向が見られた（図4）。

表1 収量調査結果

市町村	No.	冠水時間 (hr)	出穂期	m ² 籾数 (千粒)	収量 (1.7mm) (kg/10a)	千粒重 (g)	登熟歩合 (%)
前沢	①	12	8/12	22.2	530	24.2	94.6
	②	24	8/12	28.3	569	22.0	93.0
	③	48	8/10	29.1	571	21.5	91.1
	④	60	8/10	24.5	469	20.9	89.6
一関	①	0	8/ 4	26.4	533	21.2	95.2
	②	0	8/ 4	30.9	610	22.3	90.2
	③	24	8/ 8	27.0	546	21.1	94.0
	④	24	8/10	26.0	504	22.7	89.6
	⑤	48	8/ 7	25.1	505	20.9	91.7
	⑥	48	8/ 7	30.7	608	21.4	88.3
	⑦	72	8/ 7	19.5	347	20.9	93.6
	⑧	72	8/ 7	22.6	423	20.6	90.4
川崎	①	0	8/ 9	25.4	557	21.9	95.4
	②	36	8/ 9	28.8	598	21.3	90.5
	③	48	8/ 7	22.8	431	21.3	93.3
	④	50	8/ 9	20.5	426	22.3	90.5
	⑤	54	8/ 7	22.1	428	21.9	88.3
	⑥	60	8/ 7	21.6	443	22.2	90.8
	⑦	84	8/ 9	28.1	454	21.6	73.4

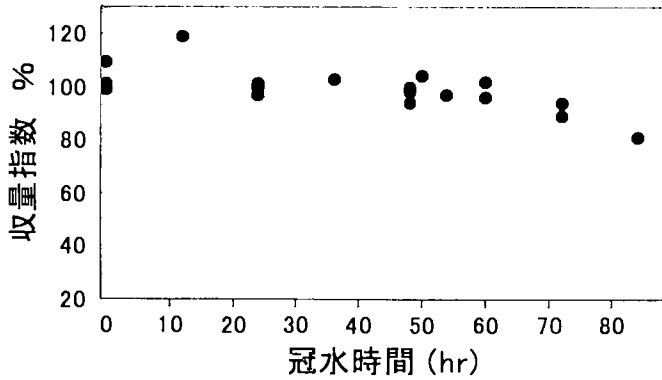


図3 冠水時間と収量指数の関係

収量指数：坪刈り収量／無冠水の場合の予想収量×100

無冠水の場合の予想収量＝各区の籾数×無冠水圃場の千粒重×無冠水圃場の登熟歩合

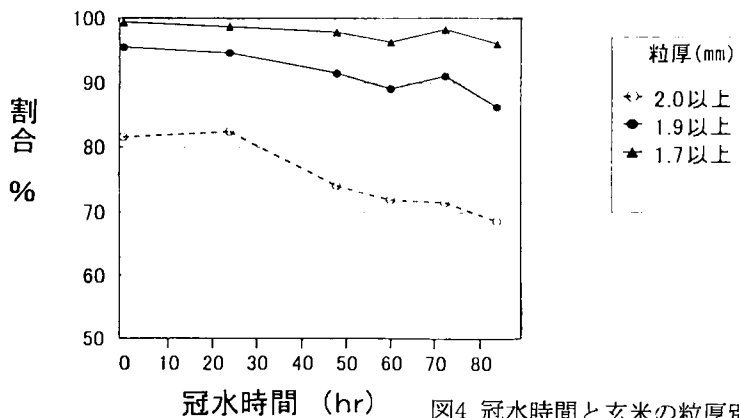


図4 冠水時間と玄米の粒厚別割合の関係

(粒厚割合は重量%、冠水時間毎の平均値)

検査等級は、冠水時間が長くなるほど低下し、特に冠水時間が48時間以上では3等や規格外の格付となった。一方、冠水時間が24時間までは1～2等であり、無冠水と同等であった（表2）。玄米品質は冠水時間の長期化に伴い、心白、乳白、腹白、背白、基部未熟等の白未熟粒が増加し、冠水が48時間を超えると整粒歩合は著しく低下した（図5）。また、奇形粒も冠水により増加する傾向が見られた。冠水による泥の付着程度も品質に大きな影響を与え、冠水時間が同等でも、茎葉や籾への泥の付着程度が多いと品質低下の度合いが大きくなる傾向が見られた。

表2 品質調査結果（粒数割合、1.7mm調整玄米を調査）

市町村	No.	冠水時間 (hr)	整粒	未熟粒				被害粒		死米	検査等級	泥の付着程度 (無・少・多)
				青未熟	心白・乳白	腹・背白 基部未熟	その他	奇形	その他			
前沢	①	12	96.0	0.5	1.7	0	0.1	0.9	0.7	0.1	1等中	無
	②	24	83.3	1.8	12.6	0.3	0	0.5	1.2	0.3	2等下	少
	③	48	29.5	3.5	27.3	30.2	2.8	3.9	1.9	0.8	規格外	多
	④	60	46.3	0.9	23.4	23.6	0.7	3.1	1.2	0.3	3等中	多
一関	①	0	93.8	0.3	2.4	0.4	0.2	1.0	1.6	0.3	1等中	無
	②	0	85.1	2.6	9.5	0.7	0	0.6	1.3	0.1	2等中	無
	③	24	90.1	1.7	4.8	0.8	0	1.7	1.0	0	1等下	少
	④	24	91.8	2.7	2.7	0.9	0	0.4	0.5	1.1	2等下	少
	⑤	48	66.9	0.4	20.1	9.0	1.8	1.4	0	0.5	3等中	少
	⑥	48	68.9	3.4	15.6	7.7	0.4	2.7	1.1	0.1	3等上	少
	⑦	72	8.1	1.6	48.7	31.9	0.3	7.0	0.8	1.6	規格外	多
	⑧	72	20.5	1.2	29.3	41.3	0.5	4.6	1.0	1.5	規格外	多
川崎	①	0	93.1	0.8	3.1	0.7	0.4	0.7	1.1	0	1等下	無
	②	36	75.3	4.1	11.6	3.1	1.1	0.9	3.3	0.6	3等下	少
	③	48	20.5	1.7	27.6	40.8	2.6	3.6	1.8	1.0	規格外	多
	④	50	29.8	3.0	48.2	12.8	2.0	3.1	0.8	0.3	規格外	多
	⑤	54	17.5	6.2	22.6	46.0	1.9	2.5	2.4	1.0	規格外	多
	⑥	60	15.4	3.5	35.3	35.1	2.2	2.1	5.8	0.7	規格外	多
	⑦	84	15.9	8.2	52.4	15.7	4.1	2.1	1.1	0.4	規格外	多

注) 泥の付着程度は、達観調査により3段階に区分。検査等級は食糧事務所検査。

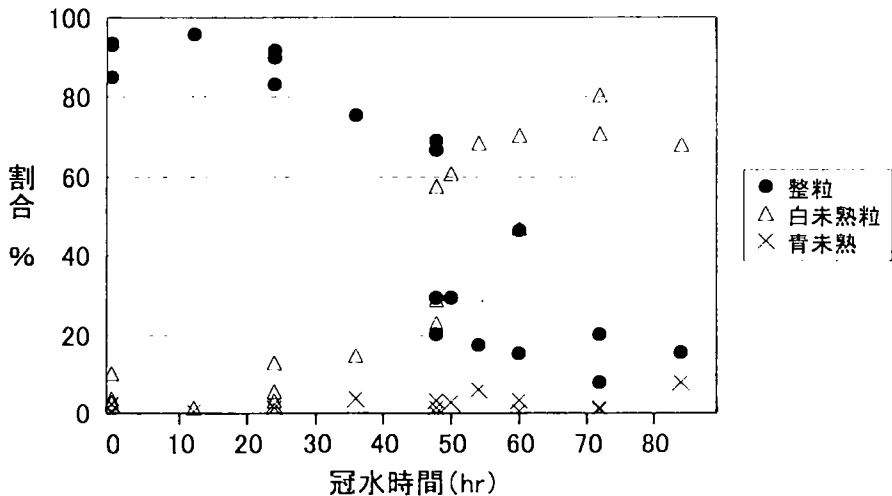


図5 冠水時間と整粒歩合の関係

(白未熟粒：乳白、心白、腹白、背白、基部未熟の合計)

4. 考察

岩手県では昭和62、63年に同じ地域で乳熟期（出穂後15日頃）に冠水を受けている。冠水による減収程度は、穂ばらみ期で大きく、ついで出穂期>乳熟期>糊熟期の順であるといわれている（1983 狩野ら）。今回の冠水は糊熟期（出穂後20～25日頃）で、登熟歩合、千粒重及び収量についてはわずかな低下にとどまり、冠水時期が乳熟期であった昭和62、63年より収量の低下が軽微であり、狩野ら（1983）の報告と同様な傾向であった。また、冠水による減収尺度（農林水産省経済局統計情報部）の被害歩合と比較しても収量の低下は軽微であった。

一方、玄米品質については、冠水時間の長期化にともない明らかに低下した。品質低下の要因は主に乳白・心白粒等の白未熟粒の増加によるものである。また、奇形粒の増加や光沢、透明度の低下が見られ、過去の調査事例と同様な傾向が見られた。

今回の冠水時期は、出穂後20～25日頃であり、胚乳の貯蔵容量はすでに決定されているものの、貯蔵細胞内へのでんぷんの蓄積はまだ完了していない時期にあたる。乳白・心白粒等が冠水時間の長期化にともない増加したのは、冠水により呼吸作用が著しく抑制され、稲体の炭水化物が急速に消費されたこと、さらに退水後も茎葉への泥の付着により光合成能力が十分ではなく、冠水以降の炭水化物の合成及び籾への転流が円滑にいかなかったためと考えられる。

以上のように、今回の冠水では収量的には大きな影響は見られなかったが、玄米品質は冠水時間が長くなるほど大きく低下した。

現在の米の流通では品質が重視されてきているため、米の販売においては品質低下は大きな問題となる。したがって、冠水後の対策として、速やかな排水や被害程度による刈り分けなど、品質向上に努めることが重要である。

なお、冠水したほ場毎の水の清濁や水温、退水後の泥の付着程度等、登熟に影響を及ぼすと考えられる詳細なデータの入手は困難であったことから、今回の結果の再現性については、後年の調査結果を待たなければならない。

引用文献

岩手県農政部、1996：主要農作物気象災害減収尺度

狩野幹夫・岡野博文、1983：1981年の小貝川水害による農作物被害とその対策(1) 水稻の被害、農業技術、38、346—350

高橋政夫・菅原浩視・島山 均、1990：乳熟期における冠水が水稻の収量・品質に及ぼす影響、東北の農業気象、35、94—98

農水省経済局統計情報部、1982：夏作減収推定尺度

星川清親、1975：玄米の発達、解剖図説「イネの生長」pp263—277. 農文協

登熟期間の日照時間を基準とした水稲の刈取り時期

宮川英雄・児玉 徹
秋田県農業試験場

The Harvesting Time of Paddy Rice Based on Sunshine Hours
during Seed Ripening Stage in Akita Prefecture.
Hideo MIYAKAWA and Tooru KODAMA
Akita Agricultural Experiment Station

1995年及び1998年は記録的な日照不足に見舞われたが、このような年次には平常年と比べて刈取り時期の判断が難しい。そこで、水稲品種「あきたこまち」の出穂翌日からの積算日照時間と収量の関係等について検討した。登熟期間の積算日照時間と玄米収量に相関関係が認められ、その関係から玄米収量に見合った積算日照時間を算出し、刈取り時期を推定する。単位面積当たり初数が推定できる場合には、玄米収量を計算し刈取り時期を判断する。日照時間が平年より少ない年次には収量水準毎に設定した日照時間の下限値に達した時期に刈取ることができる。

キーワード：水稲、刈取り時期、登熟期間の日照時間

Keywords : Paddy Rice, Harvesting Time, Sunshine Hours during Seed Ripening Stage

1. はじめに

1993年は低温と日照不足、1995年及び1998年は記録的な日照不足に見舞われたが、このような年次の成熟期や刈取り時期の判断は平年と比較して難しく、刈取り時期により収量水準に差が生じた事例が散見されたことは記憶に新しい。これらの経緯を踏まえ、水稲の出穂翌日からの積算日照時間と水稲収量の関係から刈取り時期を判断する方法について検討した。

2. 材料及び方法

- 1) 試験場所：秋田農試水田連作圃場
- 2) 試験年次：1985年～1998年
- 3) 供試品種：あきたこまち
- 4) 生育・収量データ：水稲の豊凶考照試験20例
- 5) 気象データ：秋田地方气象台発表の秋田市の平均気温、日照時間及び全天日射量
- 6) 耕種概要
 - ①育苗；播種量100g/箱，中苗畑トンネル式35日育苗
 - ②移植時期；5月15日
 - ③栽植密度；26株/m²

④基肥；6kg/10a (N, P₂O₅, K₂O 共通)

⑤窒素追肥；追肥時期は減数分裂期の追肥を基本に幼穂形成期追肥の有無を組み合わせた。1回の窒素追肥量は2kg/10aである。

3. 結果及び考察

1) 登熟期間の気象の年次間差

秋田で登熟期間の気象に特徴がある5カ年を選び、8月10日から起算した60日間の積算気温と積算日照時間の推移を比較した。図1の積算気温の推移をみると1994年が最も高く、1995年、1996年及び1998年が並、1993年が最も低い年次であった。図2の積算日照時間の推移をみると1996年が最も多く、1994年が並で、1993年、1995年及び1998年が少なく、1996年の40日間の積算日照時間が1993年、1995年及び1998年の60日間分に相当することがわかる。図3に示した5カ年の登熟期間の積算気温と積算日照時間の推移からみても、積算気温と積算日照時間の関係は多種多様で、一定しているとは言い難い。1993年は低温で日照時間が少ない年次、1994年は高温で日照時間が並の年次、1995年及び1998年は気温が並で日照が少ない年次、1996年は気温が並で日照時間が多い年次であると大きく分類できる。

2) 登熟期間の気象要素、籾数と玄米収量

出穂期と刈取り時期（成熟期と判定した時期）が明記された秋田の豊凶考照試験成績から20例を用いて、登熟期間の気象要素と玄米収量の関係、及び総籾数と玄米収量の関係について検討した。気象要素を説明変数（以後、 x という）、玄米収量を目的変数（以後、

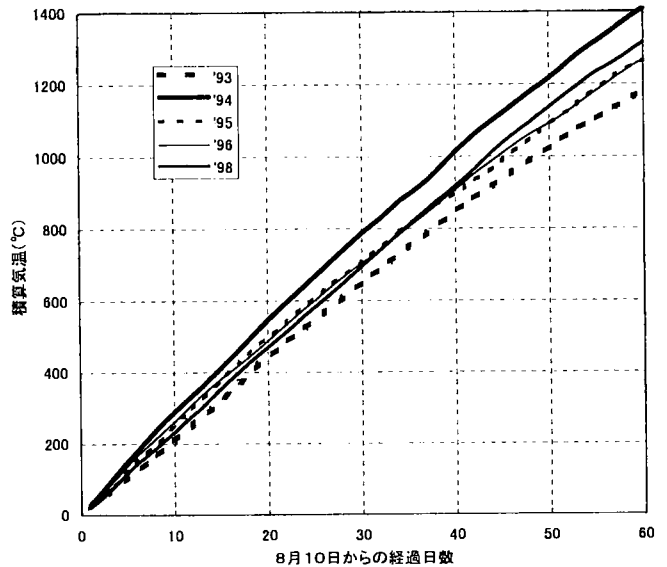


図1 8月10日を起算日とした積算気温の年次比較

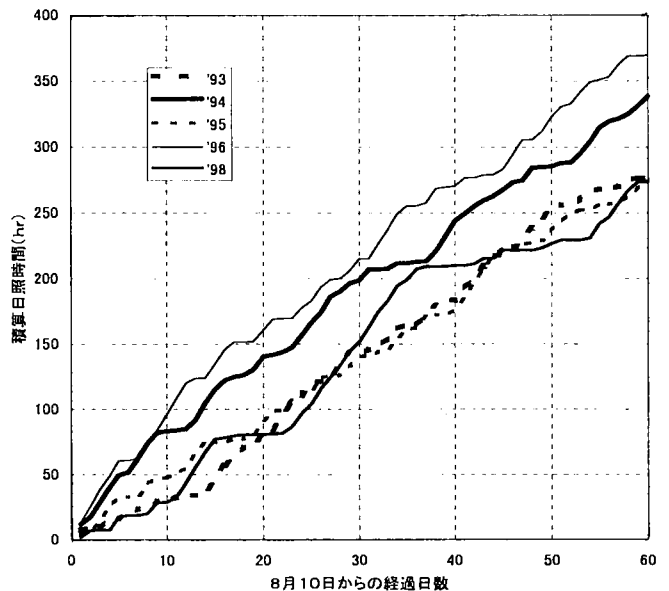


図2 8月10日を起算日とした積算日照時間

y という) として回帰分析を行った。その結果、相関係数 r は x が積算気温では $r=0.714^{***}$ 、 x が積算日照時間では $r=0.727^{***}$ 、 x が積算日射量では $r=0.729^{***}$ であり、いずれも有意な相関関係が認められた。同様にして、総籾数を x 、玄米収量を y として回帰分析を行った結果、 $r=0.833^{***}$ の有意な相関関係が認められた。以上のことから、水稻の玄米収量は登熟期間中の積算気温、積算日照時間、積算日射量のいずれの気象要素とも相関が高く、収量構成要素では単位面積当たり籾数に大きく依存していると考えられる。

西山¹⁾ はイネの収量は登熟期の光合成有効放射量と比例関係にあることを報告している。一般に登熟40日間の平均気温が20℃以上であれば登熟に支障がないとされ、この解析に用いた豊凶考照試験成績では登熟期間の平均気温が20℃を下回った年次はなかった。したがって、気温が登熟の制限因子とならない条件では、粗玄米収量は全天日射量（厳密には光合成有効放射量）と比例関係にあり、全天日射量から収量を推定することが妥当であると考えられる。

しかしながら、現実には全天日射量を観測している地点がほとんどないことから、アメダス観測項目となっている日照時間のデータを活用することを前提に、図4に示した登熟期間の積算日照時間と玄米収量の比例関係に着目した。その関係から玄米収量に見合った積算日照時間を算出し、刈取り時期を推定することができる。また、単位面積当たり籾数が推定できる場合には図5の総籾数と玄米収量の関係により玄米収量を推定することができる。す

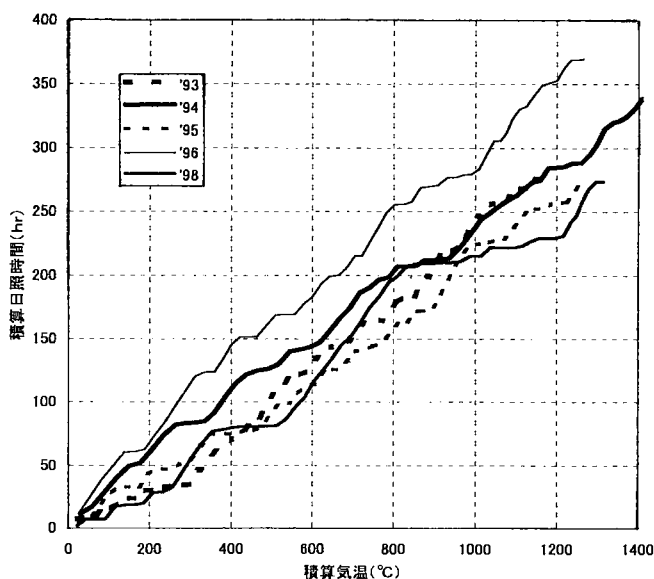


図3 8月10日を起算日とした積算気温と積算日照時間

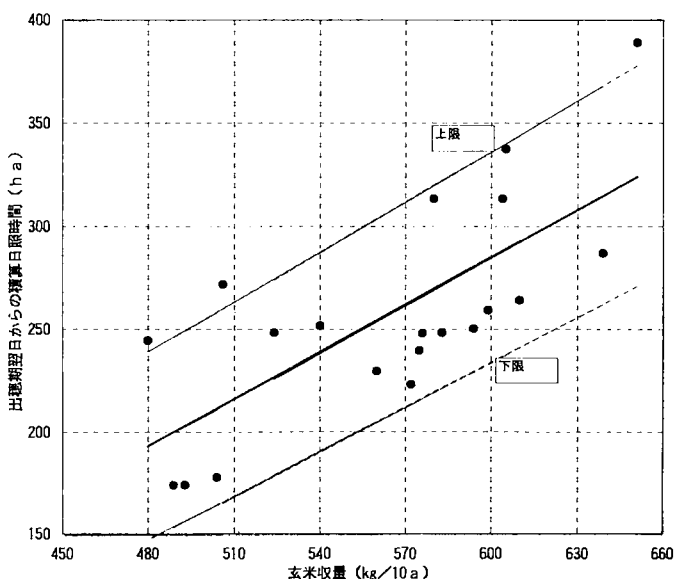


図4 玄米収量と出穂翌日から刈取りまでの積算日照時間の関係

なわち、 m^2 当たり総粒数が33千粒の場合には10 a 当たり玄米収量がおよそ600kgであることを示している。ただし、同じ粒数でも栽培条件により、収量に変動があるので注意が必要である。

3) 日照時間による刈取り時期の推定

現場の刈取り時期の指導に活用する場合を想定し、「あきたこまち」の収量水準と総粒数及び登熟期間の日照時間の目安を表1に提示したので、これを参考にする。同じ収量水準であっても積算日照時間の変動幅及び総粒数の変動はかなり大きく、それぞれに -20% の下限值と $+20\%$ の上限値を設定している。基本的に、下限値は日照時間が少ない年次に適用し、上限値は日照時間が多い年次に適用する。例として、 $600\text{kg}/10\text{a}$ の収量を得るための

日照時間は230~330時間の範囲にあり、登熟期間の日照時間が平年よりかなり少ない年次には、出穂期翌日からの積算日照時間が下限値の230時間に達した時期を目安に刈取る。

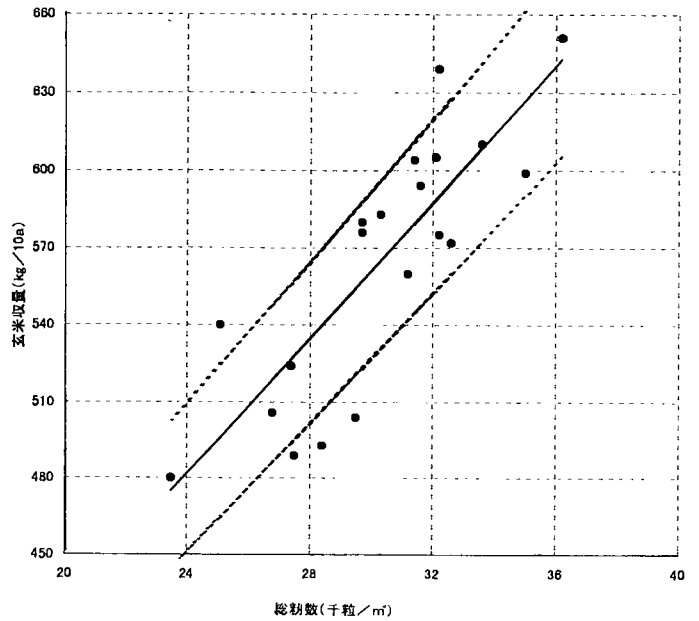


図5 総粒数と玄米収量の関係

表1 適期刈取りのための収量水準別日照時間の目安(品種 あきたこまち)

収量水準 (kg/10 a)	総粒数の目安 (千粒/ m^2)	出穂翌日から刈取りまでの積算日照時間の目安(hr)	
		日照時間が平年並か 多照の年次	日照時間が平年より 少ない年次
480	24	190 ~ 240	150 ~ 190
510	26	210 ~ 260	170 ~ 210
540	28	240 ~ 280	190 ~ 240
570	30	260 ~ 310	210 ~ 260
600	33	280 ~ 330	230 ~ 280
630	35	300 ~ 350	250 ~ 300
660	37	330 ~ 380	270 ~ 330

引用文献

- 1) 西山岩男, 1985: イネの収量と登熟期の光合成有効放射量との比例関係について, 日作紀事, 54(別1).

水稻生育診断システムの強化

第2報 温度補正項を採り入れた乾物生産モデルによる水稻登熟の気象的評価法

大江 栄悦
(山形県立農業試験場)

Reinforcement for examination and prediction system of paddy rice

2. Meteorological estimation for ripening of paddy rice
by dry matter production model adding thermal correct term

Eietsu OE

(Yamagata Prefectural Agricultural Experiment Station)

水稻作柄の異常性を検知する定性的な方法として、気象比較表を作成した。さらに、乾物生産モデルに気温による補正を加えた評価量で、登熟期間の気象条件を定量的に表そうと試みた。両者を併用することで作柄の推定精度が向上した。

また、評価に用いる日射量の実況値が入手困難な場合として、可照時間の季節変化と日照時間の実況値から日射量に変換を試みた。変換精度は、真夏の薄曇りのように日射があっても日照時間が観測されないような日が頻発すると低下した。

キーワード: 登熟診断, 乾物生産モデル, 温度補正

keywords : Ripening-examination, dry-matter-production-model, thermal correction

1. はじめに

作柄情報の的確な提供は、産地の信頼を高めるうえで重要である。そのためには、気象経過の異常性を見落とさないこと、安定的な評価尺度を策定すること等が必要である。

そこでまず、定性的な方法として、作柄の異常性を検知する気象比較表を作成した。

また、第1報では作柄解析の定量的な方法として、日照時間と日平均気温による登熟評価値¹⁾について報告したが、その後の検討でこの方法は1997年登熟初期の低温で日射量が多い条件では実態よりも過少に評価されること、さらに、日照時間が日射量と異なる傾向を示す場合には評価誤差が拡大することが明らかになった。そこで、乾物生産モデルに気温による補正を加えた評価量（以下MPMという）で、登熟期間の気象条件を定量的に表そうと試みた。これらについて、以下報告する。

2. 材料及び方法

(1) 作柄の異常性を定性的に検知する気象比較表の作成

1981年、1982年、1988年～1998年の山形地方気象台の日射量と平均気温の観測値を移植～出穂、出穂前19日～出穂、出穂前14日～10日、出穂～積算気温500℃、出穂後積算気温500℃～1000℃、出穂～積算

気温1000℃の各生育ステージ毎に積算または平均し、年次比較で特異値をマークした。

(2) MPMによる登熟の気象的評価

評価式MPMは、次のとおりである。

$$MPM = \Sigma (\Delta W \cdot T_c)$$

$$\Delta W = 1.2 \cdot S (1 - \text{Exp}(-0.588 \cdot LAI))$$

$$LAI = -0.003 \Sigma t + 5$$

$$T_c = -0.0002T_m^3 + 0.0097T_m^2 - 0.0732T_m + 0.1506$$

ただし、S：日射量、 Σt ：出穂後の日平均気温積算値、 T_m ：日平均気温

評価式の適合性を検討することは比較の対象が無いため困難であるが、温度補正項の意義を確認するため、1981年、1982年、1988年～1998年の山形地方気象台の観測値を用いて求めたMPM値を、温度補正項を用いない場合の試算値と比較しながら、統計上の作柄平年比(平年単収を一定にして求めた比≡作況指数)との相関で検討した。

また、地域的な適合性について酒田、みのりが丘(山形農試)の1993年～1998年の気象値を用い検討した。

(3) 変換日射量の作成とMPM値への利用

評価式に用いる日射量の観測地点は県内2カ所に限られ、気候的条件が異なる地域を網羅する密度には程遠い。また、実況値の入手は困難である。

そこで、日照時間最大値(≡可照時間)の季節変化と日照時間の実況値から日射量に変換を試みた。

変換式は2段階方式とした。1次変換は、酒田と山形の1993年と1994年の日照時間、日射量データから、日射量の変動幅を日照時間の実況値で案分し日照時間0時における平均的な日射量を定数に加えた。1次変換値は日射量の多い範囲で適合するが、日射量の少ない範囲で小さく推定されるため、実測値との近似式を2次変換式とし補正した。変換値のMPMへの利用は新庄と米沢で試みた。

式1 可照時間の季節変化と日照時間の実況値から求める変換日射量

$$\text{変換日射量 } S_2 = 0.0008 S_1^3 - 0.542 S_1^2 + 1.9311 S_1 - 2.0923$$

ただし、 S_1 は1次変換日射量 $S_1 = (R_{\max} - R_{\min}) D_s / D_{s_{\max}} + R_{\min}$

R_{\max} ：最大の日射量、 R_{\min} ：日照時間0における平均的な日射量

D_s ：日照時間、 $D_{s_{\max}}$ ：可照時間

3. 結果及び考察

(1) 作柄の異常性を定性的に検知するための気象比較表

表1に示すとおり、作柄が低下した年次は、低温、少照の特異性が極度であるか頻度が高い傾向にある。

また、一等米比率が低下した年次は、作柄同様、低温や少照の特異性が極度であるか頻度が高い場合や、登熟期間の高温の特異性が高い場合である。

この気象比較表は、作柄に影響を及ぼすと考えられる気象的傾向を年次比較から抽出するものである。したがって、一般論的で絶対値を論議するほどの精度は持ち得ないが、生育期間を網羅することによって異常性の見落としを回避できる方法と考える。また、立地条件や栽培条件が大きく違わなければ比較

的広域な範囲を代表できると考えられる。

表1 作柄の異常性を定性的に検知するための気象比較表

	山形または村山地域										移植盛期5/	出穂盛期8/	作柄平年比 (平年580 kg/10a)	一等米比率 %
	出穂前の日射量、平均気温				出穂後の日射量、平均気温									
	移植～出穂までの日射量	同左平均気温	出穂19日前～出穂の日射量	出穂前14日～前前10日の平均気温	0～500℃日射量	0～500℃平均気温	500～1000℃日射量	500～1000℃平均気温	0～1000℃日射量	0～1000℃平均気温				
1981	1380	21.0	374	28.1	357	22.9	361	16.7	719	19.3	22	12	94	83
1982	1506	20.0	292	23.6	297	24.6	295	18.4	592	21.1	19	12	94	83
1988	1361	20.2	333	22.1	292	24.6	263	19.7	555	21.9	19	12	91	74
1989	1339	20.9	345	27.1	352	24.5	203	22.1	554	23.3	20	8	97	80
1990	1413	22.0	387	25.1	333	26.1	249	23.1	582	24.5	19	6	100	88
1991	1238	21.6	275	25.6	417	23.1	264	22.0	681	22.6	19	5	94	85
1992	1362	20.6	333	27.2	315	25.1	357	20.2	672	22.4	21	10	98	69
1993	1274	19.8	240	19.7	292	21.8	339	16.5	631	18.7	22	20	78	79
1994	1295	22.7	389	26.4	341	26.4	291	24.5	632	26.3	21	2	109	54
1995	1235	21.0	368	27.6	335	25.3	344	19.0	679	21.7	20	11	92	87
1996	1330	21.7	376	28.1	370	23.6	341	19.6	711	21.5	23	9	102	91
1997	1336	21.4	372	26.0	388	23.8	213	20.2	601	21.8	19	9	103	92
1998	1385	21.3	335	26.5	306	23.5	305	22.2	611	22.8	17	6	103	81

：作柄・品質に影響を及ぼしたと推察される低温・少照

：作柄・品質に影響を及ぼしたと推察される高温

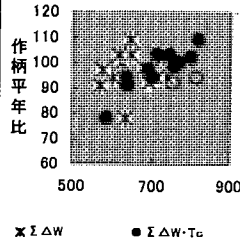
(2) MPMによる登熟の気象的評価

表2に示すように、MPMのモデルに温度補正項を採り入れることで作柄との相関が向上した。ただし、表1において移植～出穂の日射量が少ない年次では、登熟期のMPM値が高くては作柄が向上しにくい。これは、穂揃期までの乾物確保や蓄積炭水化物等の異常を示唆しており実測や表1の利用など複数にチェックすることで、信頼度を高めることが可能と考える。

表2 温度補正項を採り入れた乾物生産モデル (MPM) による登熟期間の気象的評価

	山形または村山地域						作柄平年比	添付図
	登熟前期(500℃まで)		登熟後期(500～1000℃)		登熟全期(0～1000℃まで)			
	$\Sigma \Delta W$	$\Sigma \Delta W \cdot T_c$	$\Sigma \Delta W$	$\Sigma \Delta W \cdot T_c$	$\Sigma \Delta W$	$\Sigma \Delta W \cdot T_c$		
1981	393	455	346	249	738	704	94	
1982	325	404	277	234	602	637	94	
1988	320	397	249	242	569	639	91	
1989	385	476	191	215	576	691	97	
1990	355	455	270	315	625	770	100	
1991	441	512	270	303	711	815	94	
1992	345	434	335	323	680	757	98	
1993	323	359	311	226	634	585	78	
1994	379	489	266	330	646	819	109	
1995	385	480	307	274	692	754	92	
1996	414	495	315	305	729	799	102	
1997	414	495	233	251	647	748	103	
1998	339	401	280	313	618	714	103	

×、○移植～出穂の日射量が少ない年次(表1)



なお、この補正は低温時や山間地における初期生育停滞や登熟停滞等の実態をモデルに反映させようとしたものである。したがって、これ以上の精度改善には実測による補足等が必要と考えられる。

一方、図1に示すように、この評価法は、酒田での適合性は山形と同様に高かったが、みのりが丘では傾向を異にした。この要因としては、みのりが丘の気象経過がこの地域(村山地域)の作柄と連動していないこと等が考えられた。

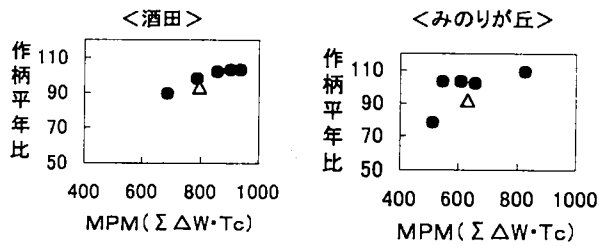


図1 MPMによる登熟期間の気象的評価の地域適合性

データは1993年～1998年

△移植～出穂の日射量が少ない年次(表1より1995年)

(3) 変換日射量の作成とMPM値への利用

図2に示すように、変換日射量を用いたMPM値の適合性は新庄・米沢とも比較的良い。しかし、変換法の性質上、変換日射量の精度は、日照時間が0で日射が多い日が頻発すると低下する。このリスクを回避するには、入手しやすい実測値での監視が必要である。

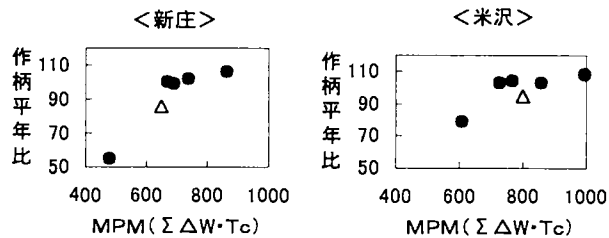


図2 変換日射量値を用いたMPMによる登熟期間の気象的評価の適合性

データは1993年～1998年

△移植～出穂の日射量が少ない年次(表1より1995年)

引用文献

- 1) 大江栄悦・加藤賢一(1999) 水稻生育診断・予測システムの強化 第1報 水稻登熟期間の気象的評価 東北の農業気象 Vol. 43

水稻生育診断システムの強化

第3報 温度補正項を採り入れた乾物生産モデルによる水稻品種特性の評価

大江 栄悦
(山形県立農業試験場)

Reinforcement for examination and prediction system of paddy rice

3. Estimation for varietal characteristics of paddy rice
by dry matter production model adding thermal correct term

Eietsu OE
(Yamagata Prefectural Agricultural Experiment Station)

はえぬきとササニシキの品種特性を表すパラメータとしては、乾物生産に直結するファクターである LAI の推移が適すると考えられた。

この LAI を第2報の評価法に当てはめると、日射量の時期的な過不足が品種特性の異なる「はえぬき」と「ササニシキ」の作柄への影響として、定量的に試算することができる。

また、登熟前半の日射不足が乾物生産に与える影響は登熟後半よりも大きいと推定された。

キーワード: 品種特性, はえぬき, ササニシキ, 乾物生産モデル

keywords : varietal-characteristics, HAENUKI, SASANISIKI, dry-matter-production-model

1. はじめに

山形県における1998年の水稻作柄は、「はえぬき」が例年並を確保したにもかかわらず、「ササニシキ」は質、量とも不良となった。このような品種特性は、一般に定性的にとらえられているため、その発現程度を推察することは、長年のデータ蓄積・解析と高度な判断力を要する。

そこで、本報では「はえぬき」と「ササニシキ」の登熟に関する品種特性を定量的に表す方法として、第2報のMPMの適用を試みた。

2. 材料及び方法

(1) 登熟に関する品種特性の把握

「はえぬき」と「ササニシキ」について、1998年の山形農試作況ほにおける、登熟期間の生葉数、乾物増加速度を比較し、品種特性を定量的に表すパラメータを絞り込んだ。なお、作柄は統計値で比較した。

表1 作柄の品種比較

	m ² 籾数 万粒	出穂期 月.日	成熟期 月.日	精玄米 重kg/a	千粒重 g	整粒歩合 %	1998年 作柄統計値	
はえぬき	3.2	8.02	9.18	63.4	22.2	88.2	62.1	(99)
	3.4	8.06	9.25	66.1	22.5	81.8		
ササニシキ	3.4	7.31	9.17	57.1	21.2	83.0	58.0	(96)
	3.7	8.05	9.24	60.6	21.6	70.3		

作柄統計値は精玄米重kg/a (前年比) である

(2) 品種特性の定量的評価

(1) で絞り込んだパラメータを第2報のMPMの式に当てはめ、日射量の時期的な過不足が作柄に影響する程度について試算した。ただし、登熟期間の光・乾物変換係数等の評価式のパラメータは、品種間及び経時的に一定とみなした。

なお、試算に当たっては、出穂後22日間を登熟前半、以降45日までを登熟後半とし、日射量の過不足で7つの気象条件を設定した。

3. 結果及び考察

(1) 品種特性の把握

1998年8月は、日照時間が平年の53%、日射量が同74%と少なく、ここ8カ年で最も少照であった。表2にあるように、この少照条件において、「はえぬき」の登熟速度は「ササニシキ」よりも登熟の後期まで低下しなかった。両品種の出穂期は接近しているので、登熟の気象的条件はほぼ同一と見なせる。したがって、登熟速度の違いは、表3により、「はえぬき」の葉の枯れ上がりが「ササニシキ」よりも小さく、生葉数・LAIが高く維持されることによると推察された。このことから、品種特性を定量的に表すパラメータとしては、乾物生産に直結するファクターであるLAIの推移が適すると考えられた。

表2 登熟速度の品種間差

期間(月.日)	籾数万粒/m ² 、1.9mm 以上精玄米増加量g/株					
	はえぬき				ササニシキ	
	2.7~2.9	3.0~3.3	3.4~3.6	3.7~3.9	3.4~3.6	3.7~3.9
8.28 ~ 9.04	1.0	1.5	12.8	17.3	2.6	8.0
9.04 ~ 9.11	3.0	3.9	13.3	4.3	3.6	5.0
9.11 ~ 9.18	1.0	1.2	1.8	3.4	0.3	3.4
9.18 ~ 9.25			3.3	3.4		1.7

8月28日は、はえぬきが出穂後積算気温500~600°C、ササニシキが520~650°Cである。
 成熟期は、籾数はえぬき3.3以下・ササニシキ3.6以下が9月18日、外は9月25日である。

表3 登熟期間における生葉数の品種間差

月.日	籾数万粒/m ² 、枚					
	はえぬき				ササニシキ	
	2.7~2.9	3.0~3.3	3.4~3.6	3.7~3.9	3.4~3.6	3.7~3.9
8.28	3.3	3.1	3.1	4.0	2.7	3.6
9.04	2.7	2.6	2.8	3.5	2.1	2.7
9.11	2.5	2.1	2.3	2.7	1.6	2.3
9.18	2.4	2.0 ¹⁾	2.0	2.3	1.6 ³⁾	1.8
9.25			1.8 ²⁾	2.2		1.5 ⁴⁾

¹⁾ LAI 2.1, ²⁾ LAI 2.2, ³⁾ LAI 1.3, ⁴⁾ LAI 1.1

8月28日は、はえぬきが出穂後積算気温500~600°C、ササニシキが520~650°Cである。
 成熟期は、籾数はえぬき3.3以下・ササニシキ3.6以下が9月18日、外は9月25日である。

(2) 品種特性の定量的評価

登熟期間のLAIの推移が、時期的な日射量の過不足との関係で作柄に及ぼす影響について表4、表5において試算した結果、次のことが明らかになった。

① 1998年を再現した日射条件において、最終LAI 1.0の差は、MPMに6%~10%影響する。この

影響度は、表1に表す「はえぬき」と「ササニシキ」の作柄の差と必ずしも一致しないが、品種間の作柄動向を反映していると考えられた。

- ② 表5の日射条件①と②、③と④の比較により、登熟前半の日射不足が乾物生産に与える影響は、登熟後半よりも大きいと推察された。

表4 LAIが登熟に及ぼす影響の試算(1998年再現気象)

最終LAI	MPM値	比較
3.0	590	106
2.0	556	100
1.0	502	90

試算は第2報のMPMを用いた。

比較は最終LAI 2.0を100とした。

LAIは、穂前期を4.5出穂45日後(最終)まで直線的に減少させた。

表5 LAIが登熟前・後期の日射条件によって登熟に及ぼす影響の試算

最終LAI	基準値	MPM値			
		① 前半110% 後半90%	② 前半90% 後半110%	③ 前半max 後半min	④ 前半min 後半max
3.0	623	638	609	614	587
2.0	596	612	580	590	556
1.0	554	573	536	554	508

試算は第2報のMPMを用いた。

比較は最終LAI 2.0を100とした。

LAIは、穂前期を4.5出穂45日後(最終)まで直線的に減少させた。

出穂後22日間を登熟前半とし出穂後23日～45日間を登熟後半とした。気温は出穂日を24℃、22日後を22℃、45日後を19℃の折れ線をあてた。日射の初期値は、出穂日を15MJ、22日後を13MJ、45日後を10MJとする折れ線をあてた。

また、日射条件は平成4年以降の農試観測地から、前半maxを初期値の110%(期間平均15.4MJ)、後半maxを同125%(同14.4MJ)、前半minを75%(期間平均10.5MJ)、後半minを80%(9.2MJ)とした。

4. まとめ

以上のことから、登熟期間の品種特性を定量的に表すバロメータとしては、LAIの推移が適当であり、MPMに当てはめることで品種間の作柄の動向を把握するに有効と考えられた。また、登熟期間の枯れ上がりを抑えることとそのための水管理の重要性が再認識された。

最後に、登熟後期まで枯れ上がりの少ない特性を有する「はえぬき」の作付け拡大は、本県の作柄安定に大きく貢献していると考えられた。

ヤマセ対策の生長指標を目指した水稻の投影面積計測

皆川秀夫*・谷口智洋*・古山小幸*・境谷栄二**・中堀登示光**

* 北里大学獣医畜産学部

** 青森県農業試験場藤坂支場

Projected Image Area Measurement of Rice Plant for Making a Growth Index
Measure against "Yamase" Weather

Hideo MINAGAWA*, Tomohiro TANIGUTI*, Koyuki KOYAMA*,
Eiji SAKAIYA**, and Toshimitu NAKABORI**

* Kitasato University, School of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Towada 034-8628.

** Aomori Prefecture Agricultural Experiment Station, Fujisaka Branch, Towada 034-0041.

ヤマセ対策の新しい生長指標として、ビデオカメラで計測した側方4方向の水稻の平均投影面積を提案し、従来の生長指標である草丈および茎数と比較して、ヤマセの影響をとらえる度合いを検討した。青森県農試藤坂支場の野外水田と隣接したビニールハウス内水田の2個所にポット栽培した供試水稻(品種:むつほまれ)を5株ずつ設置、1999年6月22日から8月10日まで実験した。生長因子は投影面積、草丈、茎数を7日毎に、気象因子は気温、日射量、水温を1分間毎に計測した。水稻の投影面積は草丈および茎数に比しヤマセの影響をとらえることができた。ヤマセ時、野外水田に比しビニールハウスで水稻の生長率の低下が著しかった。

キーワード: ヤマセ気象、水稻、生長指標、画像処理投影面積。

Keywords : Yamase Weather, Rice Plant, Growth Index, Image Analysis, Projected Area.

1. はじめに

東北地方の太平洋側では梅雨期から盛夏期にかけてオホーツク海高気圧の張り出しに伴う低温多湿な偏東風、すなわちヤマセが吹き、水稻の生長にしばしば大きな被害を与える。このヤマセによる水稻の冷害を軽減または回避するには、草丈や茎数を生長指標として計測し、低温時における生長の遅延を把握し、これより施肥や水管理を的確に行うことが有効とされる。

本研究では、新しいヤマセ対策の生長指標としてビデオカメラを用いた画像処理による水稻の投影面積を提案し(皆川・林、1997; 皆川・山田ら、1997; 皆川・小川ら、1999)、これと従来の生長指標である草丈および茎数と比較し、その有用性を検討した。

2. 材料および実験方法

青森県農業試験場藤坂支場の水田において、図1に示したように、大きさ7.2 m × 8.0 m の矩形の足場を架け、その一面の野外水田とそれに隣接する水田に設置したビニールハウス（間口1.35 m × 奥行1.85 m × 棟高1.80 m）との2つの異なる気象条件下において、ワグネルポット（1/5,000）で栽培した供試水稻（品種：むつほまれ）を5株ずつそれぞれ設置し、1999年6月22日から8月10日までの期間、水稻の生長計測実験を行った。ビニールハウスの周りには水の流動を防ぎハウスの保温効果を高めるため止水板（高さ15 cm、長さ7.0 m）を設けた。供試水稻の生長因子として投影面積と従来の生長指標である草丈および茎数の3因子を実験開始日より約7日毎に計測した。

投影面積は、図2に示したように、供試水稻を水田より取出し、野外で測定した。供試水稻の背後に稲体とのコントラストを得るため撮影用黒色板を置き、汎用のビデオカメラ（Victor, GR - EX7；カラー画像； CCD：57万画素； レンズ特性：F1.2, f=5.0~50 mm）1台を用い、比較的風速の弱い時間帯で、かつ日射が当たってもハレーションを起さずに稲体を側方90° ずつ回転して4方向から撮影できる適切な位置をそれぞれ選び、ビデオカメラを手に持ち、水平より20° ~30° 斜め下方向から稲体を撮影した。撮影後、水面から上部の稲体のカラー画像を、画素数512×480および白黒256階調の画像処理器（Edec, ED1611U）およびコンピュータ（NEC, PC - 9801BX）を用いて白黒画像に変換し、これに雑音処理や白黒2値化処理などの画像処理を施し、その投影面積の平均値を求めた。投影面積の算出は、撮影時に黒色板に面積既知の白色版を設置し、その単位画素当たりの面積を求め、これを稲体の投影面積域に対応する総画素数を乗じた（図3）。なお、稲体の平均投影面積は葉面積の約2倍の値を有する（皆川・林, 1997）。供試水稻の草丈は物差しで、茎数は直接手で、いずれも撮影時に計測した。

気象因子は野外水田では気温、水温、および日射量を、ビニールハウスでは気温および水温を、それぞれ1分間毎に計測した他、同試験場内のアメダス気象観測装置も利用した。さらにヤマセの原因となるオホーツク海高気圧の発生を確認するためにインターネットで気象庁の地上天気図および高層天気図を毎日受信し、記録した。

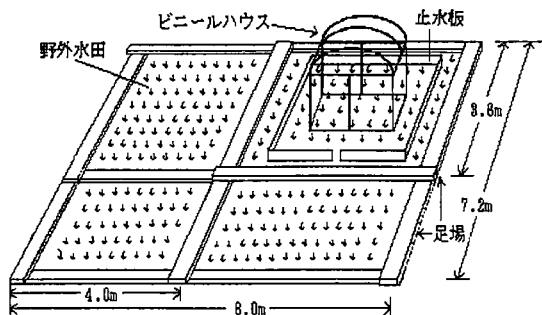


図1 野外水田とビニールハウス

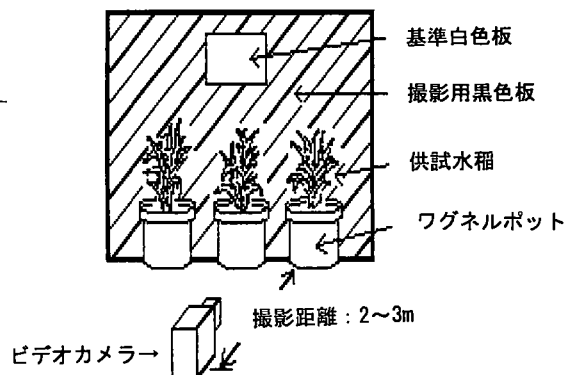
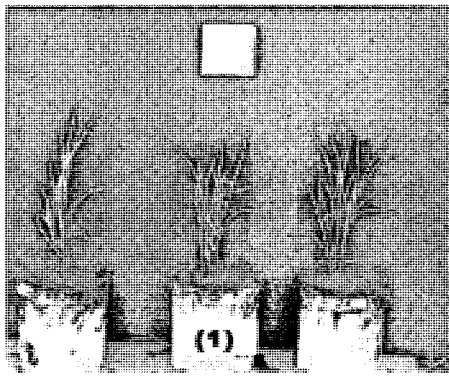
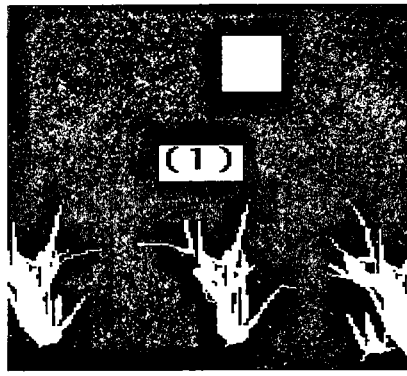


図2 供試水稻の撮影方法



原画像



画像処理後

原画像の基準白色板と中央の供試水稻(1)は、画像処理後それぞれ1,620画素、3,230画素と算出される。基準白色板の実面積は 100cm^2 なので供試水稻の投影面積は次の比例式で求められる。

$$\text{供試水稻の投影面積} : 100 = 3,230 : 1,620$$

$$\text{供試水稻の投影面積} = 199\text{cm}^2$$

図3 稲体の投影面積と画素との関係

3. 結果および考察

3.1 ヤマセの発生期間

実験期間中の野外水田およびビニールハウス内における日平均気温の変化を図4に示した。6月～7月中旬までビニールハウス内の気温が野外水田のそれより高く推移した。それ以降はビニールハウス内の気温が 25°C を越える高温になったため、ハウス内の換気を積極的に行った結果、両者の温度差は減少した。なお、測定期間中の日平均気温の平均値は野外水田が 21.9°C 、ビニールハウスでは 24.7°C となり、ビニールハウスが約 3°C 高い値となった。また同期間の水温の平均値は野外水田 23.7°C 、ビニールハウス 24.4°C となり、水温でもビニールハウスが約 1°C 上回った。

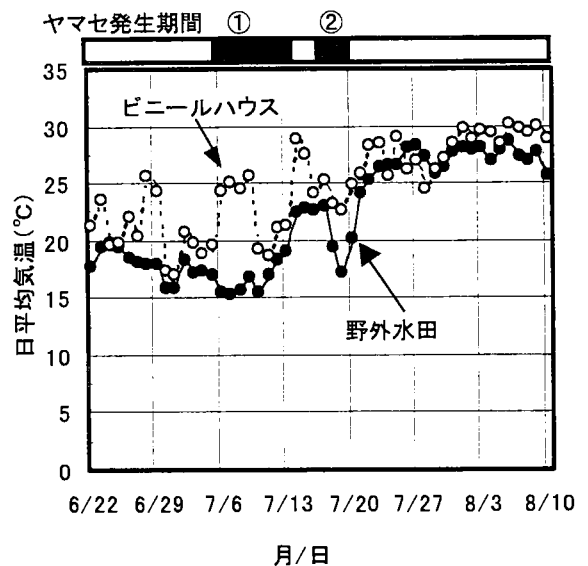


図4 野外水田およびビニールハウスにおける日平均気温の比較

実験期間中のヤマセの発生は、表1に示したように、数日間の短期ヤマセと1週間を超える長期ヤマセの計2回観測された。

しかし、いずれのヤマセも気温は平年に比べて高く、オホーツク海高気圧の張り出しに伴う本格的なヤマセではなく、大陸で発生した高気圧の移動による一時的なヤマセであった。なお、ヤマセの発生は地上天気図および高層天気図を利用しオホーツク海高気圧の存在を確認するとともに、青森県農業試験場の多田久氏の提言に従い、ヤマセ日を八戸の日最多風向がN～SSE、日平均気温が平年より1℃以上低い日とした。

表1. ヤマセ発生期間の気温、日射量、風速、および風向

ヤマセ発生期間	期間 (月/日)	日平均気温 (°C)	日平均日射量 (MJ/m ²)	日平均風速 (m/s)	日最大平均風向
1999年	② 7/17～7/20	17.2	15.8	2.2	E
	① 7/ 6～7/15	19.9	11.5	2.0	E

3.2 ヤマセが水稻の投影面積、草丈、および茎数に及ぼす影響

草丈、茎数、および投影面積の各生長量は互いに異なる単位をもつことから、比較を容易にするため、実験期間中の計測値の最小を0、最大を1として生長量を相対化し、野外水田とビニールハウスとにおける供試水稻の相対生長量の変化をそれぞれ図5および図6に示した。

野外水田では投影面積および草丈より茎数がヤマセ発生期間前後で著しい増加傾向を示した。ビニールハウスでは茎数および投影面積がヤマセ前後で増加傾向を示した。また草丈は7月27日の計測日以降の増加が著しかった。ヤマセ発生期間、野外水田で茎数に、ビニールハウスでは投影面積および茎数にそれぞれ影響を与えたと推定される。

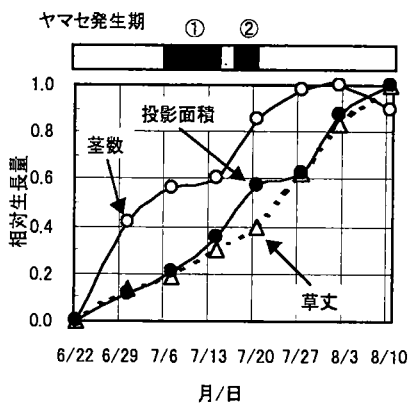


図5. 野外水田における草丈、茎数、および投影面積の相対生長量の比較

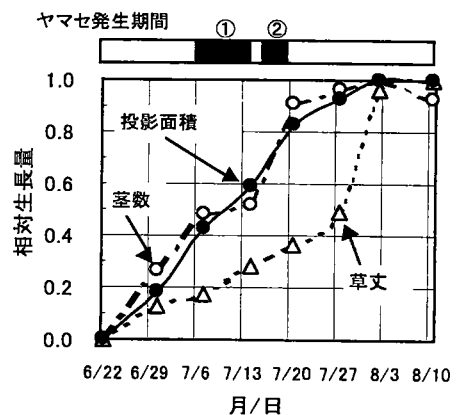


図6. ビニールハウスにおける草丈、茎数、および投影面積の相対生長量の比較

ヤマセの影響を更に詳しく分析するため、生長因子の約1週間毎の生長量を前週の測定値で除した生長率で表し、草丈、茎数、および投影面積の週間生長率を野外水田とビニールハウスとに分けそれぞれ図6、図7に示した。

野外水田では、①のヤマセが発生すると投影面積および茎数は約30%もの著しい低下を示した。しかし①および②のヤマセ発生期間中のそれらの変動は5%~10%と少なかった。草丈は①のヤマセに対して約10%低下したが、投影面積や茎数よりもその変動は小さかった。ビニールハウスでも投影面積および茎数の週間生長率の低下が著しかったが、その度合いは茎数より投影面積で、さらに投影面積の低下は野外水田のそれよりも大きかった。①および②のヤマセに対して投影面積は、茎数および草丈より、その影響を強く受けたと推定される。②のヤマセ発生以降であるにもかかわらず、野外水田およびビニールハウスでもともに7月27日の投影面積および茎数の週間生長率が低下したのは、日平均気温が27℃を超える日が続いたため稲が高温障害を受けたためと思われる。

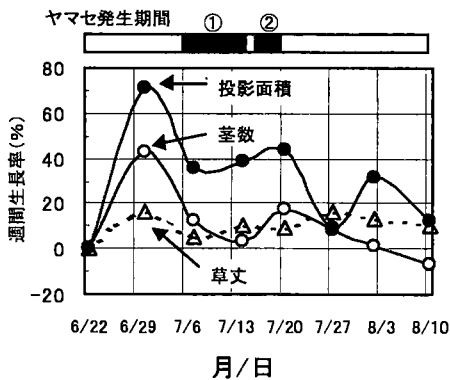


図7. 野外水田における草丈、茎数、および投影面積の週間生長率の比較

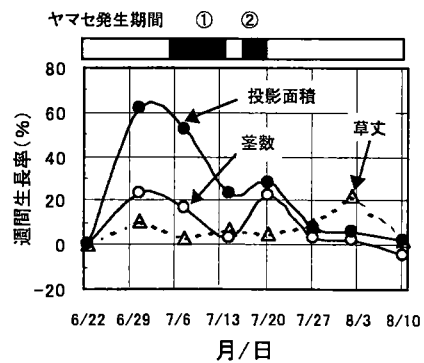


図8. ビニールハウスにおける草丈、茎数、および投影面積の週間生長率の比較

①のヤマセ発生時、野外水田より気温および水温高いビニールハウスで生長率の低下が著しかった原因を検討するため、野外水田およびビニールハウスにおける相対積算日平均気温が水稻の相対積算投影面積に及ぼす影響を図9に示した。なお気温、投影面積ともに最終計測日である8月10日までの積算値を1、計測開始日を0とした相対値で示し、両環境での比較を容易にした。

相対積算日平均気温が水稻の相対積算投影面積に及ぼす影響はビニールハウスより野外水田で大きかった。これはビニールハウスが被覆材により日射を抑制したためと推定される。

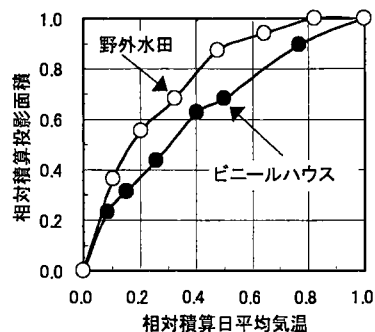


図9. 野外水田およびビニールハウスにおける相対投影面積と相対積算日平均気温との関係

4. 摘要

1) 1999年は2~3日の短期ヤマセが1回、1週間を超える長期ヤマセが1回、計2回観測された。

- 2) 水稲の投影面積は従来の生長指標である草丈、莖数に比べヤマセの影響をとらえることができた。
- 3) ヤマセ発生時、野外水田に比べ、ビニールハウスで水稲の生長率の低下が著しかった。
- 4) この原因としてビニールハウスの被覆材による日射量の抑制が考えられる。
- 5) 水田に足場を架けることにより、水稲の生長に影響を与えず、ビデオカメラで容易に水稲を撮影できた。

引用文献

- 皆川秀夫・林 行信、1997：ヤマセ気象の予測とそれが水稲の生長に及ぼす影響、東北の農業気象、41、5-8。
- 皆川秀夫・山田哲広・木野田憲久・穴水孝道、1997:ヤマセ気象が水稲の生長に及ぼす影響、東北の農業気象、42、7-10。
- 皆川秀夫・小川 玄・中林弘樹・境谷栄二・木野田憲久・小山田善三・穴水孝道、1999：ヤマセ気象が水稲の生長に及ぼす影響の解析～ビデオカメラを用いた水稲の投影面積計測～、東北の農業気象、43、16-20。

阿武隈地域における葉たばこの生育と気象との関係

— 作期移動試験及びTGC試験による葉たばこの温度反応 —

Relationship between tobacco growth and climatic factors in ABUKUMA area

— Growth response of tobacco to air temperature observed in the cropping season-shifting experiment and Temperature Gradient Chamber experiment —

野田 正浩 ・ 吉岡 邦雄

Masahiro NODA and Kunio YOSHIOKA

福島県たばこ試験場

Fukushima Tobacco Experimental Station, Funehiki 963-4312

阿武隈地域におけるタバコの生育予測モデルの開発を目的に、パーレー種みちのく1号を用いて花芽分化の時期と葉数、花芽分化と気温との関係を検討した。より広範な環境条件下での生育データを得るため、試験にはほ場での作期移動試験と温度勾配チャンバー（TGC）試験の2つの異なる手法を用い、さらに平成9年と10年の2回、試験を行った。その結果、平成9年において、作期移動試験では早植区が、TGC試験では気温の低い区ほど葉数が少なく、花芽分化期が早い傾向を示した。この結果は、葉数は花芽分化によって決定され、花芽分化は低温で促進されるとの従来知見で定性的にはよく説明できた。しかし、花芽分化まで日数と葉数との関係には年次間で差が見られ、今後低温遭遇量等について細部の検討が必要と考えられた。

キーワード：温度勾配チャンバー（TGC）、花芽分化、作期移動、タバコ、葉数

Keywords : Cropping season-shifting, Flower-bud differentiation, Leaf number,

Temperature Gradient Chamber (TGC), Tobacco

1. はじめに

本試験は、阿武隈地域において当地域の主力品種であるパーレー種みちのく1号を用い、作期移動とTGCという異なる実験環境下で得られた生育データを使用して、タバコの生育予測モデルを確立しようとするものである。タバコは葉を収穫対象とする作物で、葉数を把握することは栽培管理および収量の予測に大きな意味を持つ。先に村岡ら（1956）は、タバコの黄色種を用いた試験により、たばこの発育生理に関する研究を行い、花芽分化が低温で促進されることを明らかにした。そこで本報告では、花芽分化の時期と葉数との関係に移植後の気温経過が及ぼす影響について得られた結果を報告する。

2. 材料及び方法

試験 I : 作期移動試験

作期は移植時期別に早植区、標準区、遅植区の3区とし、平成9年と平成10年に試験を行った（表2を参照）。品種はバーレー種みちのく1号、栽植密度は120cm × 33cm とした。施肥量は N, P₂O₅, K₂O をそれぞれアール当たり2.0, 3.7, 4.9kg とした。葉数は、開花期に1区当たり10株（2反復）について子葉から第一花枝葉までの葉数を調査し、開花期葉数とした。花芽分化は、剥皮法により1調査当たり10株を調査し、そのうちの8割が分化した時期を花芽分化期とした。気象データは、場内に設置されているアメダスのデータを使用した。

試験Ⅱ：TGC 利用試験

平成9年と平成10年に福島県農業試験場内の温度勾配チャンパー（TGC）で実施した。TGCは、幅5.4m、高さ2.4m、長さ20mのパイプハウスで、ハウスの妻面の一方を有孔ボードで覆い外気の流入口とし、反対側の妻面には換気扇を6基設置し空気の流出口としたものである（本馬ら、1996）。試験材料には、バーレー種みちのく1号をたばこ試験場で慣行育苗したのち、2000分の1アールのワグネルポットにポット当たり1株を移植したものをを用いた。移植日は平成9年が5月14日、平成10年が5月11日とした。施肥量は N, P₂O₅, K₂O をそれぞれポット当たり9.0, 16.7, 21.9g とした。このポットを TGC の流入口から2m, 10m, 18m の位置に平成9年は各区3ポット、平成10年は各区5ポットずつ設置した。TGC 内の気温は、ポット位置上部に設置した温度センサー（通風あり）により測定した。生育調査法は、試験Ⅰに準じた。

3. 結果及び考察

(1) 作期移動試験

開花期の葉数は、年次、作期により差が認められ平成9年の早植区において29.1枚と少なかった（表1）。

タバコの葉数は、花芽分化の時点で決定され、花芽分化期は普通栽培した場合移植後30日前後となるが、13～18℃の低温条件下で促進され、20℃以上の高温条件下で遅延するといわれている（村岡ら、1956）。本試験の結果では、葉数が最も少なかった平成9年早植区の花芽分化期

表1 作期移動試験における開花期の葉数（枚）

区	平成9年	平成10年
早植区	29.1±0.97	31.8±1.97
標準区	31.3±1.07	31.2±1.10
遅植区	30.2±1.18	31.3±1.59

注) 標準偏差の値を平均値の後に±で示した

は移植後29日目、同一年次内では最も早かった（表2）。これは花芽分化が早いほど葉数が減少するという知見と一致する（村岡ら、1956）。しかし、平成9年の早植区と平成10年の標準区、遅植区の花芽分化期までの日数には差が見られなかったが、葉数は平成10年で多かった。一方、平成9年の標準区と平成10年の標準区、遅植区では、葉数は同じだが平成9年で花芽分化までの日数が大きかった。

表2 作期移動試験における花芽分化期

年次	区	移植日	花芽分化期	移植後日数	分化までの積算気温(℃)
平成9年	早植区	5/1	5/30	29日	448.1
	標準区	5/9	6/11	33日	513.1
	遅植区	5/16	6/16	31日	504.5
平成10年	早植区	4/23	5/28	35日	579.4
	標準区	5/6	6/3	28日	487.2
	遅植区	5/20	6/18	29日	509.2

そこで移植後の気象経過について検討した。平成9年の移植後の日平均気温は、5月20日から28日にかけて平成10年よりはるかに低く推移した（図1）。この低温期間が花芽分化に影響を及ぼしたと推察されるで、今後は移植後の低温に遭遇した生育ステージやその長さ、低温の程度による花芽分化の促進や、高温による花芽分化の抑制などを詳細に検討する必要がある。

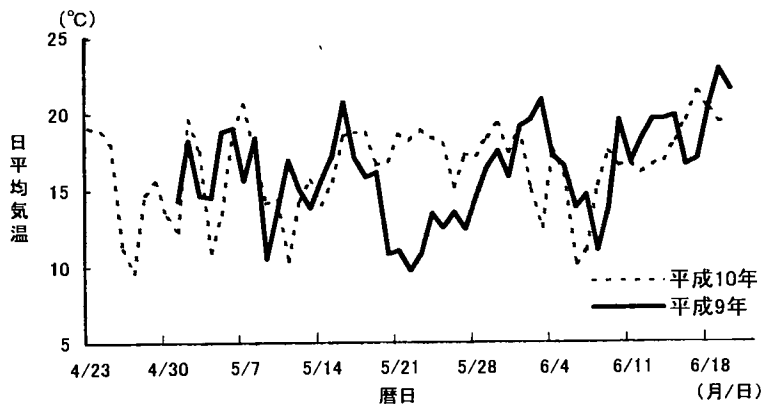


図1 作期移動試験における移植後の日平均気温の推移

(2) TGC利用試験

葉数は、平成9年において流入側で26.0枚と少なく、流出側で32.3枚と多かった。平成10年の結果では葉数に差は見られなかった（表3）。平成9年のTGC内日平均気温を見ると、TGC内の温度勾配により区間に温度差が認められ、この気温の差が花芽分化の遅速に影響したため、葉数が増減したと考えられた（図2）。しかし、平成10年と9年のTGCの流入側の気温を比較すると、平成10年は9年よりはるかに高く推移し、このため葉数に差が見られなかったものと考えられた（図3）。

また、作期移動試験との比較では、平成9年の早植区、標準区を除きTGC試験で葉数が多かった。これは高温による花芽分化の遅延が影響しているものと考えられた。

TGCにおける夜間の気温は区間に差がほとんどないこと（岡田ら、1992）と、タバコの花芽分化を促進する低温条件は明期に作用する（村岡ら、1957）という知見から、TGC内の日中の気温と花芽分化期及び葉数との関係についてさらに検討する必要がある。

表3 TGCにおける開花期の葉数（枚）

区	平成9年	平成10年
流入部	26.0±6.56	32.8±1.30
中央部	28.0±6.00	32.4±0.55
流出部	32.3±2.52	33.4±0.55

注) 標準偏差の値を平均値の後に±で示した

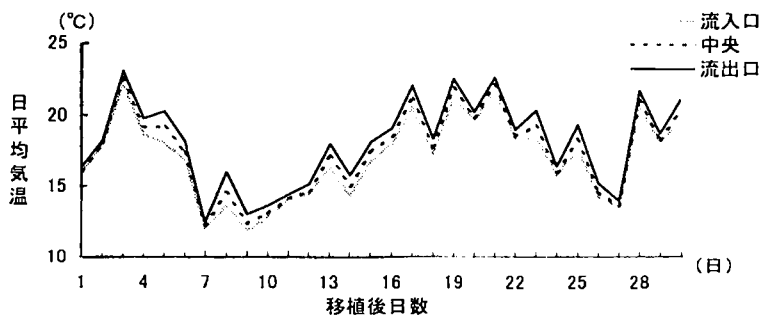


図2 TCG内における移植後30日間の日平均気温の推移(平成9年)

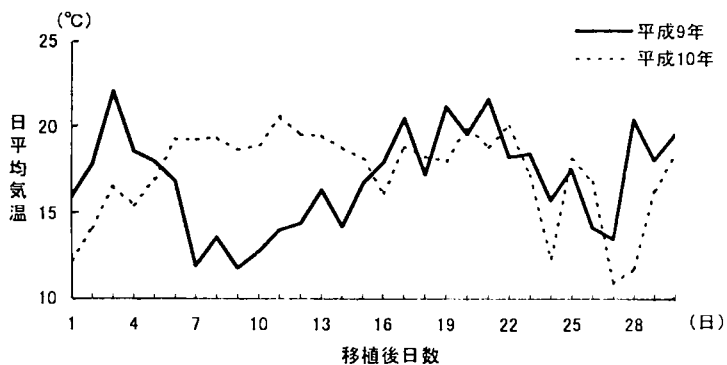


図3 TCG流入口側における移植後30日間の日平均気温の推移

引用文献

- 本馬昌直・荒川市郎, 1996: 水稻の温度反応研究のための TGC の利用, 福島県農業試験場研究報告, 33, 7-13.
- 村岡洋三・大堀和信・佐々木実, 1956: たばこの発育生理に関する研究 (I) 第1報 花芽分化に及ぼす温度の影響, 岡山たばこ試験場報告, 13, 2-7.
- 村岡洋三・大堀和信, 1957: たばこの発育生理に関する研究 (II) 第18報 明暗期の長さや温度を異にした場合のたばこの発育反応, 岡山たばこ試験場報告, 14, 55-62.
- 岡田益己・小沢聖・濱寄孝弘, 1992: 作物の温度反応解析のための TRC 利用, 東北の農業気象, 37, 23-25.

プラントキャノピーアナライザーによる ソバの葉面積指数の推定

佐藤雄幸・井上一博・佐々木和則
秋田県農業試験場

Estimation of Leaf Area Index in Buckwheat
Canopy using Plant Canopy Analyzer
Yuko SATO, Kazuhiro INOUE and Kazunori SASAKI
Akita Agricultural Experiment Station

[要約]

ソバの生育量の把握のために、イネ及び大豆の葉面積指数の推定に用いられているプラントキャノピーアナライザー LAI-2000（以下、本装置）により、1997～1998年の夏作ソバにおいて葉面積指数の推定を行った結果、2年間の実測葉面積指数と LAI-2000での測定値には高い正の相関関係（相関係数0.95***）が認められた。LAI-2000での測定値と実測葉面積指数の関係は、 $Y=1.13X-0.81$ の直線回帰式として示され、散播したソバ群落においても本装置による葉面積指数の推定が有効であった。

キーワード：ソバ，葉面積指数，プラントキャノピーアナライザー

Keywords：Buckwheat, LAI, Plant canopy analyzer

1. はじめに

ソバは機能性を有する食品として注目され、地場産の需要は堅調で、主とする秋作（夏播き）の他に夏作（春播き）として最近栽培されはじめている。しかし、ソバの収量はイネや大豆等の主要作物に比較すると極めて低く不安定である。このためソバの生育診断指標要素として、葉面積指数を非破壊で迅速に推定する方法について検討した。近年、植物群落内の透過光を特殊な魚眼レンズで測定することにより、葉面積指数や葉身傾斜角を推定できる装置（プラントキャノピーアナライザー LAI-2000, LI-CO社製、以下、本装置と呼称）が開発され、既に山本（1995）は水稲及び大豆で、荒井（1998）は水稲でその有効性を確認している。ここでは、施肥水準や播種量の違いにより生育量差のあるソバ調査区において、本装置により葉面積指数の推定を行った結果、ソバの葉面積指数の推定に対しても有効であることを認めたので報告する。

2. 材料及び方法

1997年の4月23日及び1998年の4月26日に秋田農試圃場（細粒褐色低地土）にキタワセソバ（北海道農業試験場より分譲・千粒重 30.4 g）を散播した。播種量は、1997年が 5, 8, 10, 12kg/10a, 1998年が

8kg/10aである。施肥量は窒素成分で1997年が4（速効性化成肥料），8（速効性化成肥料），8（緩効性被覆窒素肥料を混合），12（速効性化成肥料）kg/10aの4水準，1998年が8（速効性化成肥料），8（緩効性被覆窒素肥料を混合），12（速効性化成肥料），12（基肥8+開花期追肥8）kg/10aの4水準，磷酸と加里は両年とも12kg/10a施用した。土づくり肥料として炭カルとBMようりんを両年とも60kg/10a施用した。

葉面積の測定は1997年は5月26日，6月13日，6月25日，1998年は5月26日，6月6日に実施した。測定時間帯は山本（1995）が指摘したように，散乱光が卓越する曇天日か晴天日の太陽高度が低い早朝及び夕方方に実施した。プラントキャノピーアナライザーにてソバ個体群落上の太陽の入射光を測定した後，ただちにソバ群落内の地上2cmの高さで4地点で測定した。測定地点は1処理当たり4辺方向から苗立数が平均値に近い箇所とした。センサーのレンズに45°のキャップを使用し，測定者の影の入射を避けた。実測葉面積は，代表5～10株の抜き取りによる切り抜き重量法によって求めた。また，生育調査として，1処理当たり30個体を抜き取り，20個体の草丈，葉色（ミノルタ SPAD502），地上部乾物重を測定した。ソバ生育期間の平均気温は秋田地方気象台発表の秋田市の平均気温を使用した。

3. 結果

3. 1 ソバの生育状況

1997年と1998年のソバの生育経過を示すために，両年に共通な播種量（8kg/a）で，施肥水準が同じ8，12kg/a処理区について両区を込みにしてその平均値で両年の違いを示した。ソバの㎡当たりの平均苗立数は1997年が163本，1998年が158本であった。生育ステージの到達時期を暦日で示すと着蕾期は2年とも5月26日，開花期は1997年が6月10日，1998年が6月5日，成熟期は1997年が7月10日，1998年は7月8日であった（表1）。時期別生育量は，着蕾期頃（5月下旬），開花期頃（6月上旬～中旬），登熟中期頃（6月下旬）の3時期とも1997年が1998年に比べ草丈が短く，葉色が淡く，㎡当たりの乾物重が小さかった（表2）。個体群生長速度は，1997年が開花期から登熟中期までの期間で高く，1998年は着蕾期から開花期の期間で高くなった。平均気温の経過は，1997年が1998年に比べ5月上旬，5月下旬から6月上旬にかけて低めに経過した（表3）。

表1 ソバの苗立数と生育ステージ

	苗立数* 本/㎡	着蕾期 月/日	開花期 月/日	成熟期 月/日
1997年	163±20	5/26	6/10	7/10
1998年	158±30	5/26	6/5	7/5

*. 平均±標準偏差

表2 ソバの生育量

調査区	着蕾期 ¹⁾			開花期頃 ²⁾			登熟中期 ³⁾			
	草丈 cm	葉色 SPAD502	乾物重 g/㎡	草丈 cm	葉色 SPAD502	乾物重 g/㎡	草丈 cm	葉色 SPAD502	乾物重 g/㎡	
1997年	平均	22	23.7	52	63	29.3	115	69	28.3	291
	最大	22	24.1	57	69	31.5	122	76	31.8	388
	最小	22	23.1	47	58	26.6	106	60	24.7	207
1998年	平均	37	29.5	90	73	31.2	280	85	32.9	408
	最大	39	31.5	103	76	32.8	316	91	34.3	453
	最小	36	27.8	83	70	30	234	79	30.4	371

注. 1)1997・1998/5月26日, 2)1997/6月13日, 1998/6月6日, 3)1997/6月25日, 1998/6月23日。

表3 ソバ個体群生長速度と平均気温の経過

	個体群生長速度		平均気温の経過(°C)					
	着蕾期～開花期頃	開花期頃～登熟中期	5月			6月		
	g/m ² /day	g/m ² /day	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
1997年	3.5	14.7	12.8	16.3	14.9	16.3	19.9	21.1
1998年	17.3	7.5	15.2	15.5	17.8	17.3	18.7	19.7

3. 2 実測葉面積指数とLAI-2000測定値の関係

1997年の実測葉面積指数と LAI-2000測定値の関係を散布図を示すと、実測葉面積指数と LAI-2000測定値には相関係数0.86***の正の相関関係が認められた (図1)。6月13日に比べ、6月25日の葉面積指数が小さいのは枯れ上がりが早く生葉数が減少したためである。1998年の実測葉面積と LAI-2000測定値には、相関係数0.98***の高い正の相関関係が認められた (図2)。2年間の実測葉面積指数と LAI-2000測定値には相関係数0.95*** の高い正の相関関係が認められ、2年間のLAI-2000測定値と実測葉面積指数は $Y=1.13X-0.81$ の回帰式で示された (図3)。

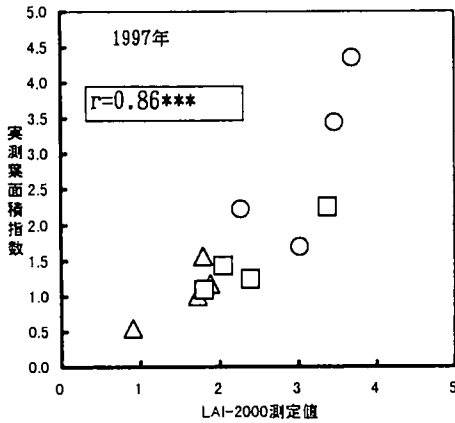


図1 葉面積指数の実測値とLAI2000測定値の関係
注. △ : 5/26, ○ : 6/13, □ : 6/25

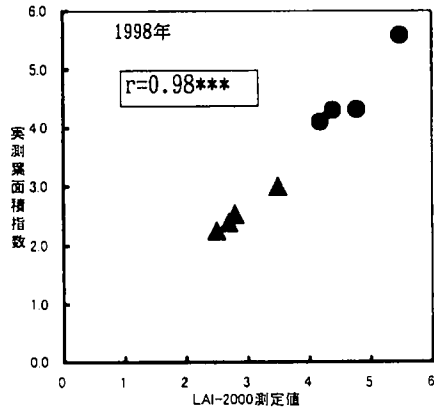
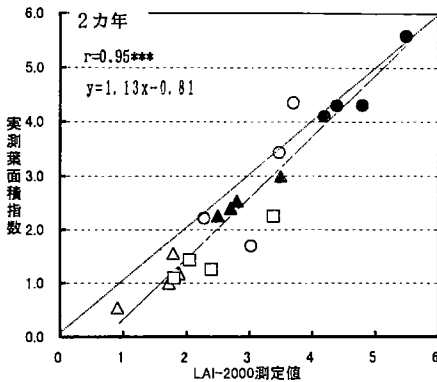


図2 葉面積指数の実測値とLAI2000測定値の関係
注. ▲ : 5/26, ● : 6/6



注. 図中の破線は1:1ライン
白1997年・△ : 5/26, ○ : 6/13, □ : 6/25
黒1998年・▲ : 5/26, ● : 6/6

図3 葉面積指数の実測値とLAI2000測定値の関係

4. 考察

これまで、本装置によって散播ソバの葉面積指数の推定を行った試験例は報告されていない。本試験では現地での利用等を想定して、散播したソバ群落における本装置の適用性を試みたものである。

測定に用いたソバは、1997年が1998年に比べ播種後の初期生育期間が低温で経過して、暦日の生育ステージ到達時期もやや遅れ、生育量が小さい群落となった。これに対して1998年は初期から生育が旺盛で、登熟中期には倒伏が多くなった。このため本装置による登熟中期の葉面積指数の推定は実施しなかった。

山本（1995）らはイネや大豆では実測葉面積指数と推定葉面積指数との間に極めて高い正の相関関係を認め、実測値と推定値の関係は1:1ライン上に分布すると報告している。本試験では、実測値と推定値には両年とも正の相関関係（1997年0.85***、1998年・0.98***）が認められたが、実測値と推定値の関係は1:1ラインに比べ、生育量が小さい場合に実測葉面積指数よりも測定値の誤差が大きくなった。これは1997年の調査でその傾向が大きかった。1997年は播種量水準を変えて試験したが、苗立ち数が増加するとソバが徒長して、着生する葉は小さくかつ群落上部に多くなる。また播種後の低温により生育量が小さく入射光を遮る器官として葉身よりも茎の割合が高かったものと推察され、そのために測定誤差が大きくなったものとみられた。したがって本装置の利用場面では、葉面積指数が小さい段階で誤差が大きいことから、散播ソバでは葉面積指数が高まる時期である開花期以降が適するとみられた。

引用文献

- 1) 荒井義光・佐藤博志, 1998: プラント・キャリパー・アナライザーによる水稻葉面積指数の推定, 東北農業, 51, 61-62.
- 2) 山本晴彦・鈴木義則・早川誠而, 1993: プラントキャリパー・アナライザーを用いた作物個体群の葉面積指数の推定, 日作紀64 (2), 333-335.

養豚施設設計支援システムの開発

皆川秀夫*・山口貴之*・山内季之**・佐瀬三雄**・赤沼功児***

* 北里大学獣医畜産学部

** (社)中央畜産会

*** (株)タイコー・システム・エンジニアリング(TSE)

Developing a Computer Aided Design System for Swine Buildings

Hideo MINAGAWA*, Takayuki YAMAGUTI*, Noriyuki YAMAUCHI**,
Mitsuo SASE**, and Koji AKANUMA***

* Kitasato University, School of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Towada 034-8628

** Central Association of Livestock Industry, Tokyo 105-001

*** Taiko System Engineering (TSE) Co. Ltd., Hachinohe 039-22

豚舎の過剰投資の防止や最新設備の提供を目的にコンピュータを利用した豚舎設計支援システムを開発した。母豚数を入力し分娩舎・種豚舎・育成豚舎・肥育豚舎の頭数、房数、床面積、糞尿量を算出、表示した。生理定数は参照、変更できる。設備は屋根・天井・ストール・除糞システム・給餌・換気・暖房・糞尿処理施設など14項目にわけ、各製品の画像・特徴・価格をデータベース化した。設備の選択を視覚的に検討でき、データベースを更新することで最新の設備情報が入手できる。さらに施設の投資金額を知り過剰投資を判断できる。

キーワード：コンピュータ支援システム、豚舎、設備情報、投資。

Keywords : Computer aided design system, Swine Building, Facility Information, Investment.

1. はじめに

わが国の畜産は営規模が拡大しつつあり（農水省統計情報部，1998）、かつ高能率生産を目指すため、畜舎や糞尿処理施設の大型化や重装備化が進められている。このとき畜産施設の建設には多額の投資を要し、設計ミスがあれば経営を圧迫する危険があり、設計段階での畜産施設の慎重な検討が必要不可欠なものとなる（干場・皆川ら，1999）。

本報では養豚農家を対象に豚舎や糞尿処理施設の設計規模や最新の設備情報を提供し、養豚施設の設計を支援するコンピュータソフトウェアを開発することを目的とした。

2. 材料および方法

1) 流れ図の作成

豚舎・糞尿処理施設の規模、養豚管理の要点を抽出し（Curtis, 1987 ; 立花, 1988）、養豚農家が容易に理解できる養豚施設設計の流れ図を作成した。

2) コンピュータ、OS、言語、およびデータベース

コンピュータとして画像処理の容易な32ビットパソコン、OS に Microsoft 社の Windows98、プログラミング言語として同社の Visual C++(Ver. 6.0)、ならびにデータベースとして同社の Access97をそれぞれ採用し、ソフトウェアの開発を行った。

3. 結果および考察

豚舎設計支援システムの流れ図を図1に示した。まず、起動画面（図2）を表示した後、母豚数を入力（図3）、これに必要な分娩舎、種豚舎、育成豚舎、肥育豚舎における豚の頭数、房数、床面積、および糞尿量（中央畜産会, 1993）を算出し、これら各豚舎の規模算出画面を図4に示した。これらの計算に必要な豚の生理定数は図3に示した定数変更画面で容易に参照でき、かつ定数を任意の値に変更できる。従来、豚舎の規模算出は複雑な計算を要し、一般に専門家にその計算を委ねる場合が多かったが、これをプログラム化することで養豚農家の労働数や生産技術に見合う母豚数や生理定数を入力でき、適切な豚舎の規模を容易に算出できるようになった。

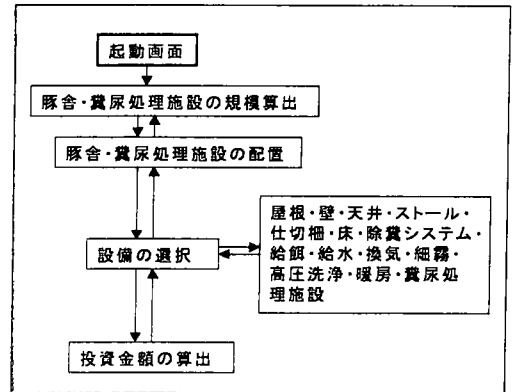


図1 豚舎設計支援システムの流れ図



図2 起動画面

1. 常時母豚数(50頭~2,000頭)		5. 更新母豚		8. 肥育豚	
1) 母豚数	250 頭	1) 更新母豚割合	33 %	1) 一腹当り肥育数	10.2 頭
2. 分娩豚		* 常時母豚数に対する割合		2) 収容期間	114 日
1) 年間分娩回数	2.35 回/年	2) 収容期間	85 日	3) 収容密度	15 頭/房
2) 収容期間	41 日	6. 種雄豚		9. 糞尿排泄量(1/年/頭)	
① 分娩前導入	7 日	1) 種雄豚割合	6 %	1) 分娩豚	3.20
② 授乳期間	21 日	* 常時母豚数の5%~7%		2) 種雄豚	2.90
③ 離乳育成	10 日	7. 育成豚		3) 母豚(その他)	2.80
④ 水洗消毒	3 日	1) 一腹当り離乳数	10.5 頭	4) 育成豚	1.00
3. 交配豚		2) 収容期間	45 日	5) 肥育豚	2.10
1) 収容期間	44 日	3) 収容密度	15 頭/房	モード切替	
4. 妊娠豚				<input type="checkbox"/> オールインオールアウト	
1) 収容期間	80 日			<input type="checkbox"/> 定数変更	
				印刷 <input type="button" value="次へ"/> 戻る	

図3 豚の生理定数変更画面

分娩舎		育成舎	
豚房数	66 房	豚房数	51 房
糞尿量	212 1/年	糞尿量	761 1/年
分娩豚数	66 頭	育成豚数	761 頭
面積	548 m ²	面積	279 m ²
種雄舎		肥育舎	
交配豚房数	71 房	豚房数	125 房
糞尿量	723 1/年	糞尿量	3831 1/年
交配豚数	71 頭	肥育豚数	1872 頭
妊娠ストール数	145 ストール	面積	1373 m ²
種雄豚房数	17 房		
種雄豚数	16 頭		
更新母豚房数	4 房		
更新母豚数	20 頭		
		印刷 <input type="button" value="次へ"/> 戻る	

図4 豚舎の規模算出画面

次に、算出した規模の豚舎や、糞尿処理施設を視覚的にとらえるため、豚舎の見取り図と敷地面積を表示した(図5)。敷地面積に不都合が生じる場合を考慮し、規模算出画面から再検討できる。この後、設備の検討に入る。設備は屋根・壁・天井・ストール・仕切柵・床・除糞システム・給餌・給水・換気・細霧・高圧洗浄・暖房・糞尿処理施設に大別され、それぞれに必要な設備情報は製造会社のカタログを収集、これらの画像、特徴、および価格(概算)についてデータベースを用いて作成した。設備選択画面の一例として分娩舎に設置する分娩ストールを図6に示した。これより設備の選択が視覚的に検討でき、さらにデータベースを保守、更新することで最新の情報が養豚農家に提供できる。

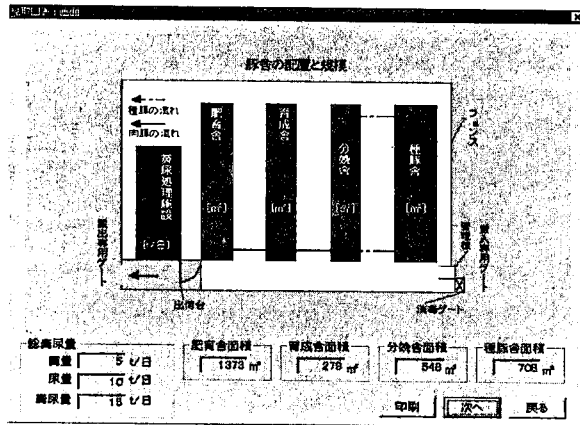


図5. 豚舎の見取り図

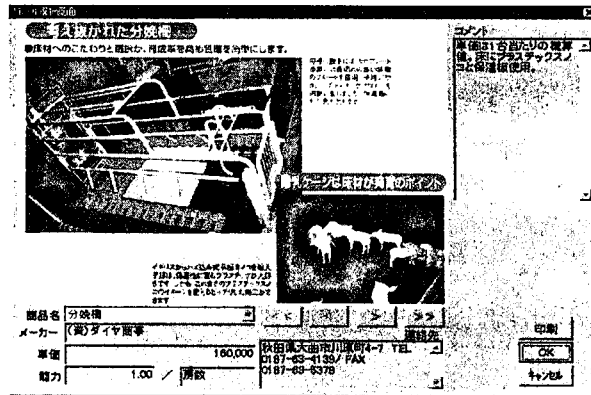


図6. 豚舎設備選択画面（分娩ストール）

以上の入力と選択をもとに豚舎施設の建設に必要な投資金額の概算を知ることができ（図7、図8）、豚舎施設が過剰投資になるかどうかを容易に判断できる。

品目	商品名	単価(円)	設置数	費用
屋根	アキレストリトン	5,000	548	2,740,000 円
壁	アキレスハイメタルバ	5,000	274	1,370,000 円
天井	ユーボード	5,000	548	2,740,000 円
ストール	アマケージ	200,000	68	13,200,000 円
仕切柵	プラスチックフェンス	2,000	548	1,096,000 円
床	電線用口ストンスノコ	3,000	548	1,644,000 円
除糞システム	ビッドクリーナー	7,000,000	1	7,000,000 円
給餌	トンフィーダー	13,000,000	1	13,000,000 円
給水	給水器	2,000	68	132,000 円
換気	畜舎用換気装置	70,000	6	420,000 円
給糞	簡易型自動噴霧システム	3,000	20	60,000 円
高圧洗浄	高温高圧洗浄機	750,000	1	750,000 円
暖房	パルヒーター	30,000	68	1,880,000 円
合計				48,132,000 円

図7. 設備選択と費用概算（分娩舎）

設備メニュー画面	
	費用
分娩舎	42,582,000 円
種豚舎	42,904,000 円
育成舎	35,502,000 円
肥育舎	61,355,000 円
糞尿処理施設	20,000,000 円
合計	202,343,000 円
印刷	戻る

図8. 豚舎施設の総投資金額

4. 摘要

豚舎の過剰投資の防止や最新設備の提供を目的としてコンピュータを利用して豚舎設計支援システムのソフトウェアを開発した。データベースを増やすことで養豚農家に適した豚舎設計指針を提供することが可能となった。残された課題は、当システムをインターネットを介して利用する方法の開発があげられる。なお、本コンピュータ支援システムは CD-ROM 化されており、(社) 中央畜産会 (<http://cali.lin.go.jp>) を通じて入手できる。

引用文献

- 1) 干場信司・皆川秀夫他11名, 1998: 低コスト畜舎設計システム (CD-ROM)、(社) 中央畜産会・(財) 日本畜産施設機会協会。
- 2) 農水省統計情報部、1998: 畜産統計、農林水産省経済局統計情報部 (編)、(財) 農林統計協会、169-250。
- 3) 立花一雄 (訳)、1988: MWPS-1畜産施設ハンドブック計画・環境編 (第1分冊)、農業施設学会、pp. 503。
- 4) Curtis, E. S., 1987: Environmental management in animal agriculture (2nd Ed.), Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa50010, U. S. A., pp. 409。
- 5) 中央畜産会、1993: 家畜尿汚水の処理利用技術と事例、(社) 中央畜産会、pp. 232。

東北農業の新しい展望

弘前大学農学生命科学部

ト蔵建治

東北地方の農業は主として単作であり、農作物が栽培できる期間が短いという特質がある。従って、この地方の農村の発展は一年の短い栽培期間をいかに完全に利用し、収穫された農作物の付加価値をいかに高めるかにかかっていると見えよう。従来より東北地方では、夏のヤマセ（低温）襲来により水稻栽培農家が多く被害を受けている。これは夏季の低温による収量の変動の大きい水稻をこの地方に栽培するための悲劇であり、米余り（減反政策）時代にあってはむしろ転作の奨励、促進により安定した農業経営に変わりつつある。ヤマセ地帯に、夏季の気温低下による収量変動の小さい葉菜類、根菜類（表1）を栽培すると、低温（ヤマセ）が襲来しても安定した収量が得られるのみならず、ヤマセの霧、下層雲による寡照条件により、繊維質が少なく柔らかくなるなど品質も向上する。そのため、減反初期から本格的にこうした野菜栽培に取り組んできたヤマセ地帯の農家は周辺の稲作農家より収益が安定しつつある。

表1 夏期(6-9月)の平均気温 (θ_m) 単収の変動係数 (Y_v) の関係式 (内島1983)

作物	関係式	作物	関係式
水稲	$Y_v = 218.2 - 10.35 \theta_m$	きやべつ	$Y_v = 18.3 - 0.20 \theta_m$
小麦	$= 47.2 - 1.69 \theta_m$	結球はくさい	$= 19.6 - 0.09 \theta_m$
裸麦	$= 37.2 - 1.34 \theta_m$	ほうれんそう	$= 20.0 - 0.26 \theta_m$
えん麦	$= 55.6 - 2.48 \theta_m$	ねぎ	$= 13.4 - 0.32 \theta_m$
ばれいしょ	$= 67.6 - 2.73 \theta_m$	玉ねぎ	$= 102.3 - 4.23 \theta_m$
とうもろこし	$= 122.0 - 5.52 \theta_m$	だいこん	$= 17.5 - 0.26 \theta_m$
そば	$= 63.4 - 2.65 \theta_m$	かぶ	$= 14.2 - 0.11 \theta_m$
ひえ	$= 57.6 - 2.35 \theta_m$	にんじん	$= 28.6 - 0.99 \theta_m$
大豆	$= 147.4 - 6.92 \theta_m$	ごぼう	$= 24.7 - 0.85 \theta_m$
小豆	$= 168.7 - 7.72 \theta_m$	未成熟とうもろこし	$= 83.8 - 3.66 \theta_m$
采豆	$= 120.0 - 5.50 \theta_m$	アスパラガス	$= 72.4 - 2.90 \theta_m$
えんどう	$= 60.8 - 2.32 \theta_m$	てんさい	$= 39.7 - 0.94 \theta_m$
きゅうり	$= 56.8 - 1.72 \theta_m$	青刈とうもろこし	$= 29.9 - 0.79 \theta_m$
かぼち	$= 79.8 - 3.61 \theta_m$	まめ科牧草	$= 40.7 - 1.31 \theta_m$
すいか	$= 219.6 - 9.47 \theta_m$	いね科牧草	$= 30.8 - 0.70 \theta_m$
なす	$= 52.4 - 1.60 \theta_m$	混播牧草	$= 48.9 - 1.54 \theta_m$
とまと	$= 28.9 - 0.05 \theta_m$		

しかし、こうした脱水稻農家にも限界が見えてきた。水田農家と異なり畑作を主体とした野菜生産には独自の問題があり、

- 1: 連作障害が必ず生じる
- 2: 畑作は労力が大きい
- 3: 需要が数年で大きく変わる

4: 出荷量よりも品質や出荷時期で収入が大きく変わる

5: 短期間に市場競争に勝ち抜くための情報収集が必要となる

などが挙げられよう。

これらの問題の解決策として農産物の循環、付加価値を高める地域複合農業経営を検討する必要がある。

戦後、小規模で自給自足の複合農家経営は大規模専業農家へと発展を遂げたが、農村における物資、エネルギーの損失は大きくなった。かつての日本の農村は米を作るだけでなく家畜を飼い、稲わらを肥料として農地に還元する循環系を確立していただけでなく、たとえば稲わらと言えども、縄、菰、筵、俵、草履、雪ぐつなどの生活必需品として付加価値のある製品に変えられていた。また、田の周りには味噌、醤油の原料とされる大豆が栽培され、畑では油の原料としての菜種、衣類の原料としての麻が栽培され、農家の生活は複合栽培形態をとる自給自足に近い経済活動の小さいものとされていた(図1)。

こうした農村の長所は農産物の地域還元システム形成していたことであり、現在言うところの「環境保全型の農業」を営んでいた。

しかし、昭和30年代後半の農業構造改善事業はこうした小規模複合農家を廃止し、大規模専業農家の育成を目標として進んできた。その結果、農家は単品を大消費地に出荷することだけを目指したため、農村における物質循環が断たれ、農作物残滓、廃棄物が農村環境の汚染を引き起こすなどの問題が生じてきた(図2)。

廃棄物が多量に出ること自体、生産された作物の利用効率が悪いことを物語っている。単に、利用効率が悪いだけでなく経済効率の悪さをも象徴しており、実際、農家経営に多くの問題を生じている。

これらを総括すると表2のようになり、その解決策として表3が考えられる。そのキーポイントとして農村工場または付加価値をつける場の新設、あるいは積極的な利活用が求められ、それによって図3のような地域複合型の農家経営が可能となる。

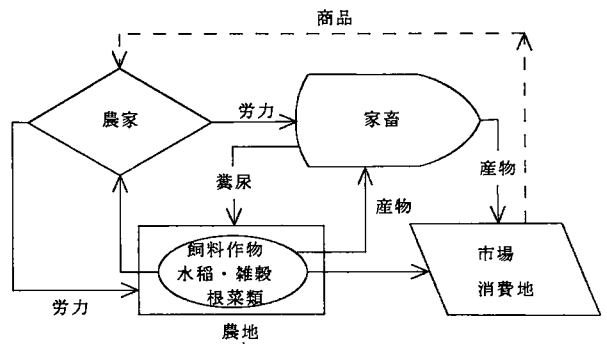


図1 自給自足型農家(1950年代の農家)

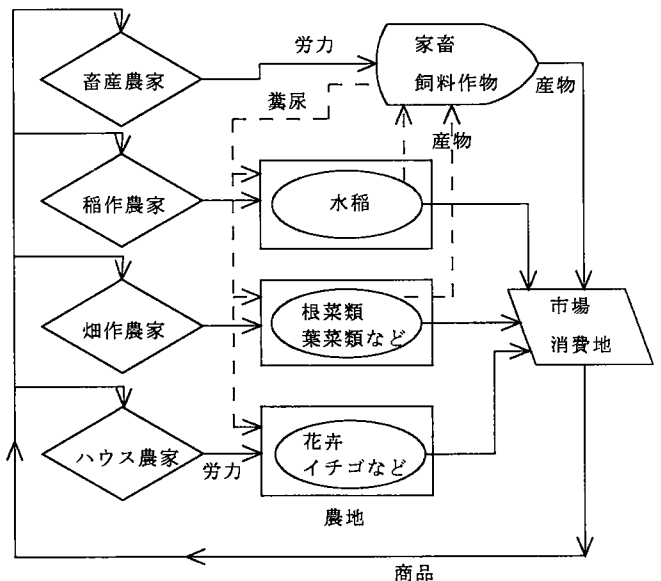


図2 限界の見えた大型専業農家(1960年代の農家)

表2 大型專業農家の問題点

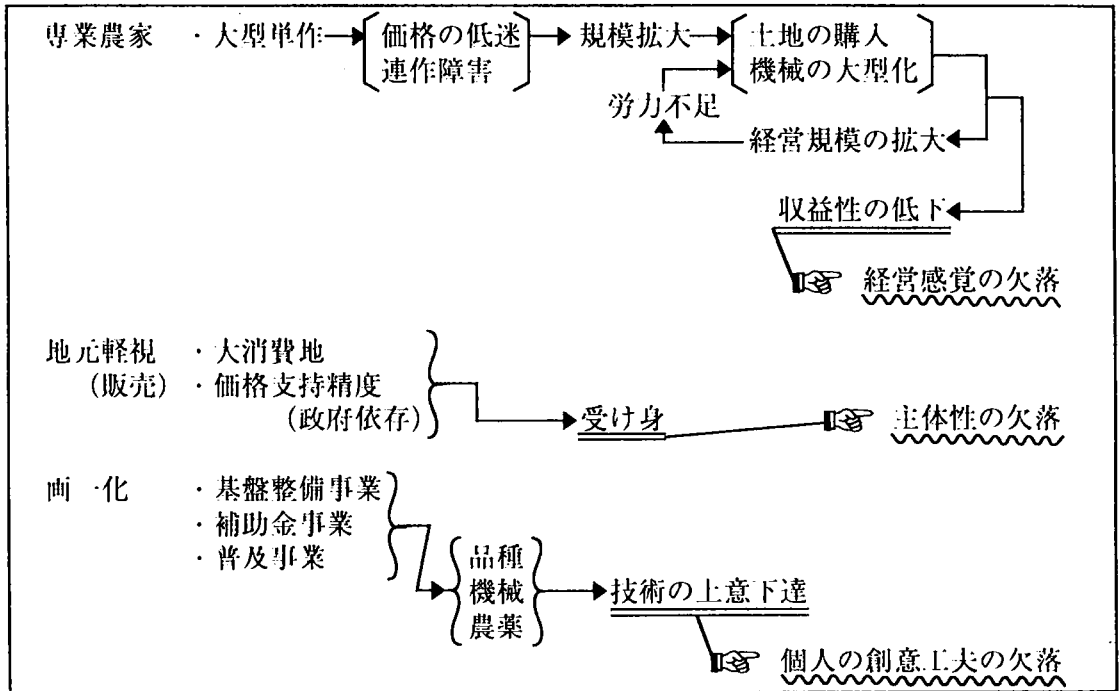
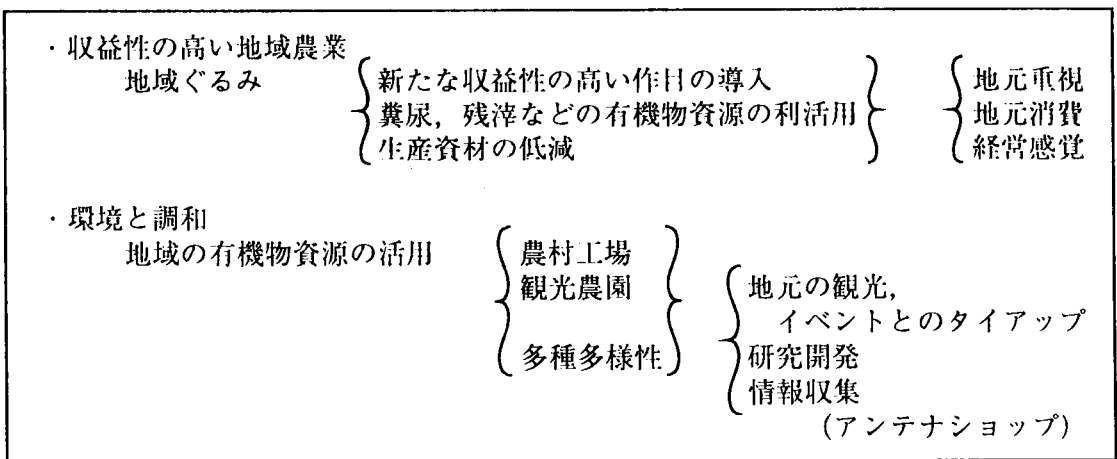


表3 問題点の改善，対策の具体化



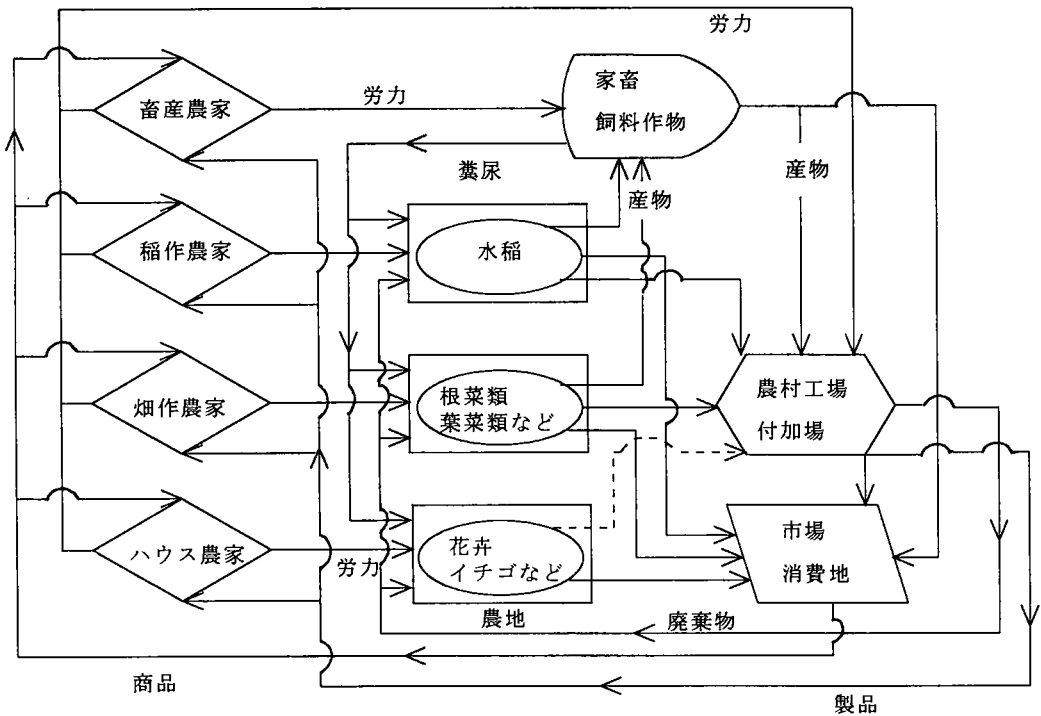
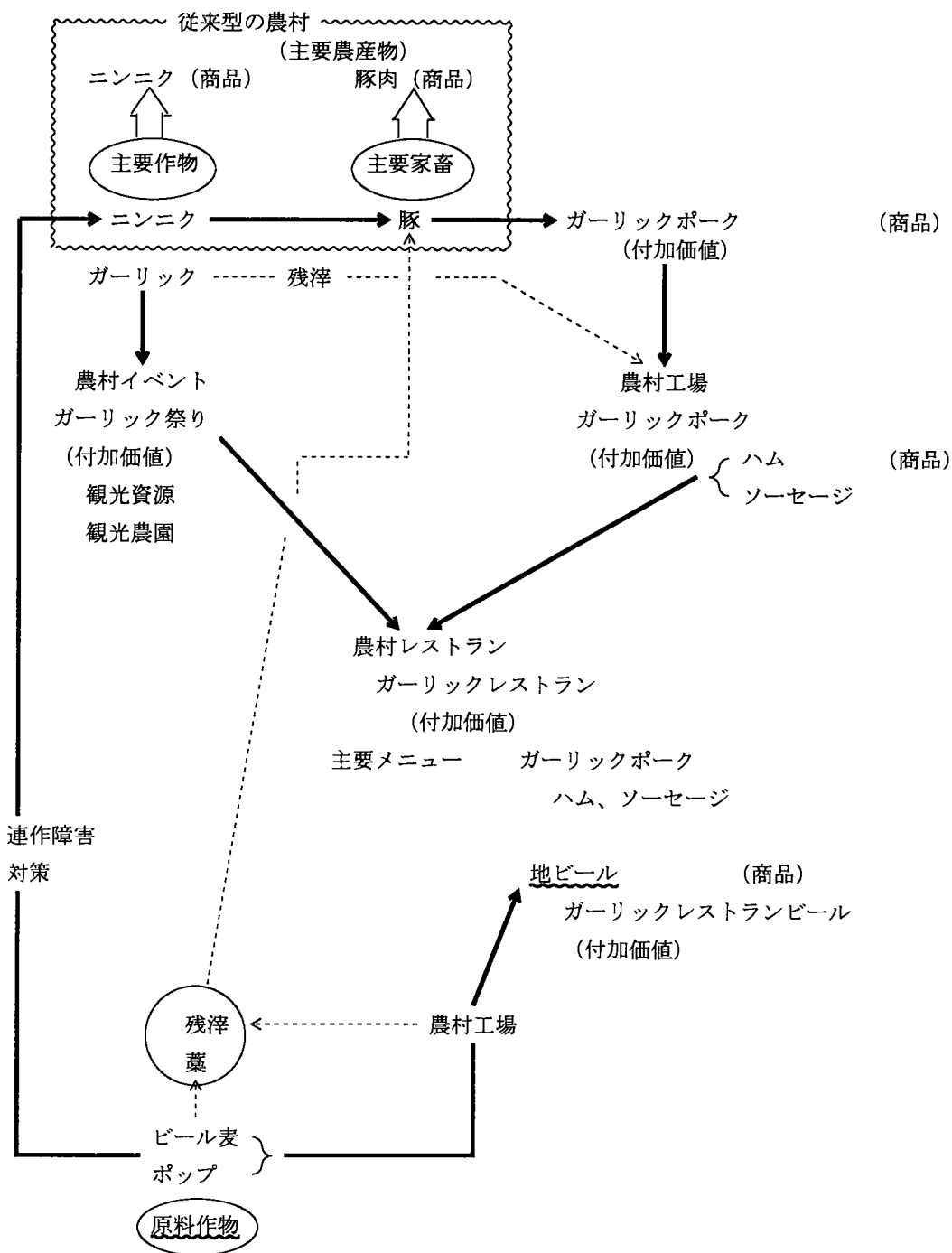


図3 地域複合型農家 (今後の農家)

さらに、図3をノンフィクション、フィクションを加えて具体化したのが図4である。従来型の農村(図2)では、ニンニク、養豚農家が別々に独自の生産物(ニンニク、豚)を出荷しており地域でのつながりは少ない。ところが、ニンニクの規格外のものを養豚農家が飼料として利用したところが、一般の飼料だけで飼育した豚より上質な豚肉(ガーリックポーク)が生産された。肉が上質だけでなく豚の健康状態も良いなど養豚農家には少なからぬメリットが生じた。この肉は商品として出荷されるだけでなく、さらに農村工場ではハム、ソーセージにも加工され付加価値を着けることができる(ガーリックポーク、ハム、ソーセージ)。このハム、ソーセージの加工の工程でニンニクの葉や皮が薫蒸用に、規格外のニンニクが調味料に使われればニンニク栽培での廃棄物は減り、ニンニクの選別も進み経営の安定につながる。ニンニク栽培農家が集まってガーリック祭り(農村イベント)を開催することにより、地場産品の宣伝をするだけでなく、地元で多くの人を集めることができる。当然、その人達の食事の場にはアンテナショップとして使われている農村レストランがあり、ガーリックポークハム、ソーセージがメインに出される。さらに、地域の連作障害防止のために輪作体型の一環として栽培されているビール麦、ホップからつくられた地ビール(農村工場)がだされる。こういったような、農村内での人、物、エネルギーのつながりが強化されるような地域活動を高じていく上で、農業気象学の出番、役割は無いかを真剣に考えよう。勿論、こうした立場に立てば、研究面での横のつながり、情報交換も活発になるだろう。



気候風土

図4 農村工場、付加価値の場を備えた農村地域

やませと生きる

佐藤正昭

岩手県農業研究センター農業研究所

1. はじめに

岩手県の沿岸部で農業を営むものにとって「やませ」は避けて通れない問題である。このやませは、海岸寄りでは低温とともに、多くは海霧を伴い、沿岸から内陸に向かって侵入してくる。やませの強い日には、日中でも自動車のヘッドライトを点灯しないと危険なほどである。そのため、これらの地帯では冷温、少日照、多湿となり、農作物の生育が遅れ、病気の発生要因ともなり、収量低下の要因となっている。昭和55年の冷害（久慈地方の米の作況指数は1）はまさにこのやませが元凶であった。ゆえに、その地域に携わる農業者および農業関係者は、従来よりやませ気象を克服し、安定した農業生産、農業経営を目指し、水稻の耐冷性品種の開発等に見られる農業の技術革新を続けてきた。

一方、昭和55年の大冷害を期に、やませ常習地帯には多くの雨よけハウスが導入され、ハウレンソウを中心に生産の安定が図られ、施設園芸を起爆剤とした農業生産の質的変化が急速に進んでいる。その一環として、花き園芸の生産振興が図られ、トルコギキョウも一部に導入されている。

ここでは、従来のやませ気象を何とか克服しようとして研究を続けてきたものから、逆に、やませ気象を味方につけ、有効に利用できる一つの例としてトルコギキョウの抑制（秋だし）作型について知見が得られたので紹介する。

2. 現地実証試験を行った背景

トルコギキョウは一般に、1月～3月に播種し、7月から9月に収穫出荷する作型が作りやすく、年間を通じた流通販売量が最も多くなっている。これは、久慈地方のトルコギキョウの作型も例外ではない。しかし、全国的に出荷量が多い7月～9月出荷では、お盆を挟んでいるにもかかわらず平均単価が70～80円と安い傾向にある。また、全国的に作りやすい時期であるため、高品質の切り花を生産しても市場供給量があふれ、単価が急落することしばしば見受けられる。

そこで、市場への供給量が少なく有利販売が期待できる、5月播種10～11月収穫作型を実証し普及させるべく、現地の農家、普及センター、専門技術員、当研究所が協力して4年間にわたり試験を行った。

3. トルコギキョウのロゼット性について

トルコギキョウは、播種から定植するまでの約2ヶ月の育苗期間に、高温条件に遭遇するとロゼット化することが知られている。この場合の高温は昼温28～30℃、夜温20～23℃であるが、特に昼温が30～35℃の高温でも夜温が15～17℃であればロゼット化しないとされている。また、ロゼットに対する感応温度は品種によっても異なる。

トルコギキョウのロゼット状態とは、茎が垂直方向に伸長抽苔せず、節間が詰まり、葉が横方向に地這いする症状を示し、生育がストップすることにより年内の収穫は見込めず、これを打破するには一定期間の低温が必要となる。また、軽いロゼット症状にかかった場合は、草丈が短くなり、花の輪数の少ない貧弱な切り花となる。

トルコギキョウは、播種から収穫するまでに、品種の早晚性で期間は変わるが、およそ5ヶ月必要となる。10月～11月に収穫する場合には、5月以降の播種となるが、育苗段階が高温に遭遇する、特に西南暖地ではトルコギキョウの秋だし作型は適さず、品薄状態となり、単価が10月から11月になるにつれて100円～130円と上昇してくる。しかし、最近ではクーラー設備を導入した冷房育苗や夜冷育苗技術が開発され、秋だし栽培も行われてはいるが、いずれにせよ施設やランニングコストが高くつくことには変わりなく、不利な条件は否めない。

4. 材料及び方法

久慈市宇部町の農家圃場（標高20m）と軽米町の県北農業研究所（標高240m）圃場において、トルコギキョウの5月播種（5月1日、5月15日）、10～11月出荷の現地適応性試験を行った。久慈市宇部町は海岸から1km以内のいわゆるやませの影響を強く受ける地域であり、軽米町は岩手県でも県北部に位置はするが内陸性の気候であり、やませの影響はそれほど強く受けない地域である。

試験区は、久慈市はパイプハウスでの通常管理育苗（夜間の補助暖房と日中のサイドビニールの開け閉め）の1区、軽米町は環境制御温室における通常管理区（最低温度15℃）と、さらに16：30から翌朝7：30までの夜冷育苗（短日処理・最高温度15℃の冷房管理）区の2区を設けた。育苗には、200穴の合成樹脂製セルトレイ、育苗培土はメトロミックス360を単用した。

定植は両試験場所ともパイプハウス内に行い、栽培様式は、床幅100cm、通路60cm、条間12cm × 株間12cm で8条植え用マルチの3及び6列目を抜いた6条植えとし、マルチは白黒サマーマルチの白面を上へに施用した。施肥はN、P、Kそれぞれ10kg / 10aとし、定植2週間目以降およそ週1回の液肥による追肥を行った。

苗の活着促進と早期・短径開花防止のため、定植後1ヶ月程度シルバータフベル（50%）でハウスを外部遮光した。

自然温度が低下してくる9月以降ハウス内温度を15℃に加温し、また、有効花蕾数増加と品質向上のため、9月上旬～中旬まで深夜2時間、9月下旬から深夜4時間電照して暗期中断を行った。

5. 試験の結果及び考察

トルコギキョウの5月上旬、中旬播種では、久慈市で育苗・定植はロゼットの発生は見られず、目標とする10月下旬から11月の切り花収穫が可能であった。それに対し、軽米町で育苗・定植したものは、5月15日播種で品種によりロゼット株の発生が見られ、開花も約10日から1ヶ月程度前進した（表1）。

5月15日播種のあずまの粧で切り花品質を比較すると、軽米町の自然育苗区に比べ久慈市の品質は、切り花長、切り花重、茎径で優り、それは同時期に行った軽米町の夜冷育苗区に比較しても上回る傾向を示した（図1）。

表1 は種時期別採花盛期及びロゼット株率(平成10年)

品 種 名	は種時期 (月・日)	調 査 場 所					
		久 慈 市			軽 米 町		
		定植時期 (月・日)	採花盛期 (月・日)	ロゼット株率 (%)	定植時期 (月・日)	採花盛期 (月・日)	ロゼット株率 (%)
あずまの粧 (早生)	5・1	7・13	10・22	0.0	6・25	9・28	0.0
あずまの小春 (早生)	5・1	7・13	10・30	0.0	6・25	9・30	0.0
はまの雪 (早生)	5・1	7・14	10・31	0.0	6・25	10・11	0.0
あすかの粧 (中生)	5・1	7・14	10・27	0.0	6・25	10・10	0.0
あすかの小桜 (中生)	5・1	7・14	11・09	0.0	6・25	10・24	0.0
あずまの粧 (早生)	5・15	7・14	11・04	0.0	7・17	10・24	10.0
あずまの小春 (早生)	5・15	7・14	11・18	0.0	7・17	10・21	0.0
はまの雪 (早生)	5・15	欠 品 種			7・17	11・09	7.5
あすかの波 (早生)	5・15	7・14	10・25	0.0	欠 品 種		
あすかの粧 (中生)	5・15	7・18	11・15	0.0	7・17	11・03	15.0
あすかの小桜 (中生)	5・15	7・14	12・02	0.0	7・17	11・17	2.5

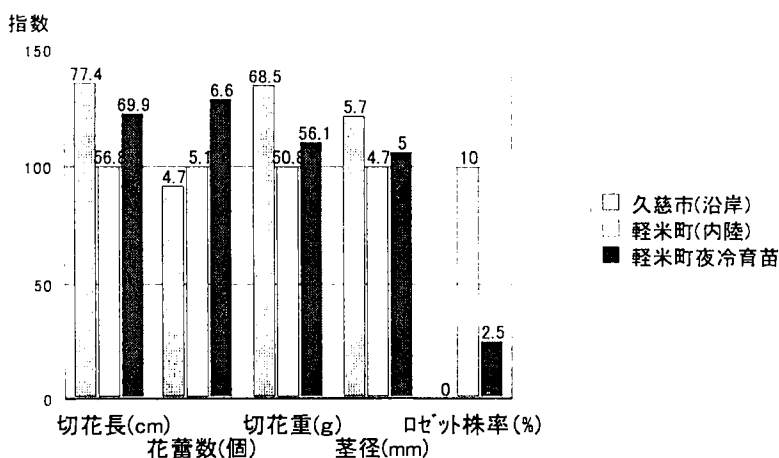


図1 栽培場所及び育苗方法別切り花品質 (平成10年5月15日は種：あずまの粧)

※グラフは軽米町(内陸)を100としたときの指数を表す。棒上の数字は実数

また、やませ地帯である久慈市で育苗したものをそのまま現地に定植したものと、軽米町に移動して定植したものを比較したところ、その後の生育に差が見られ、特に切り花重、茎径で久慈市に定植したものが大きく上回る傾向を示した(図2)。

このように、やませ地帯でロゼット株の発生が見られない要因として、播種から育苗期間の気象の違いが大きいと考えられる。やませ地帯の久慈市と内陸性気象の軽米町の気象経過では、育苗期間中の6月上旬および定植後の7月中旬で、最高気温の平年値において約3℃ほど久慈市が低いことが分かる。このことが、育苗期間中および定植後の高温条件によるロゼット化並びに短径化に影響しているものと考えられる。

しかし、開花数及び蕾長1.5cm以上の蕾の数を合計した花蕾数では、やませの影響を受け、日照量が

少ない久慈市でやや少ない傾向が見られ、通常8月いっぱい行われているハウスの遮光幕（シルバータフベル）を外すタイミングが今後の課題として残っている（図3）。

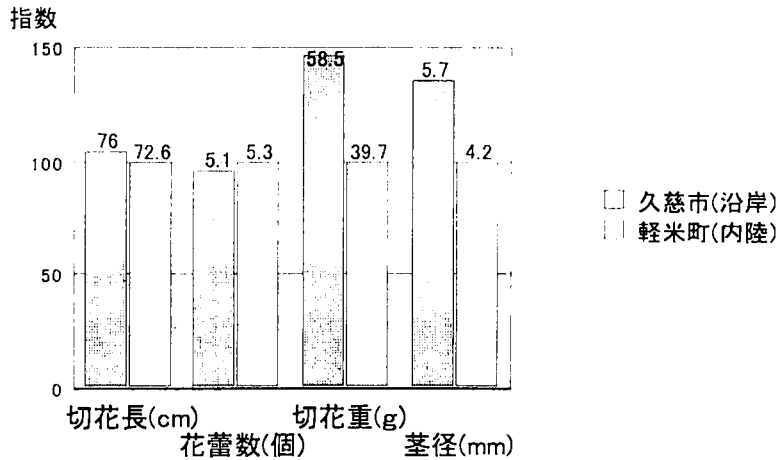


図2 やませ地帯育苗の定植地の違いによる差（平成10年5月1日は種：あずまの粧）

※グラフは軽米町（内陸）を100としたときの指数を表す。

※※試験地(久慈市)は、8～9月に大雨のため、3回のハウス冠水を受け花蕾数の減少が見られた。

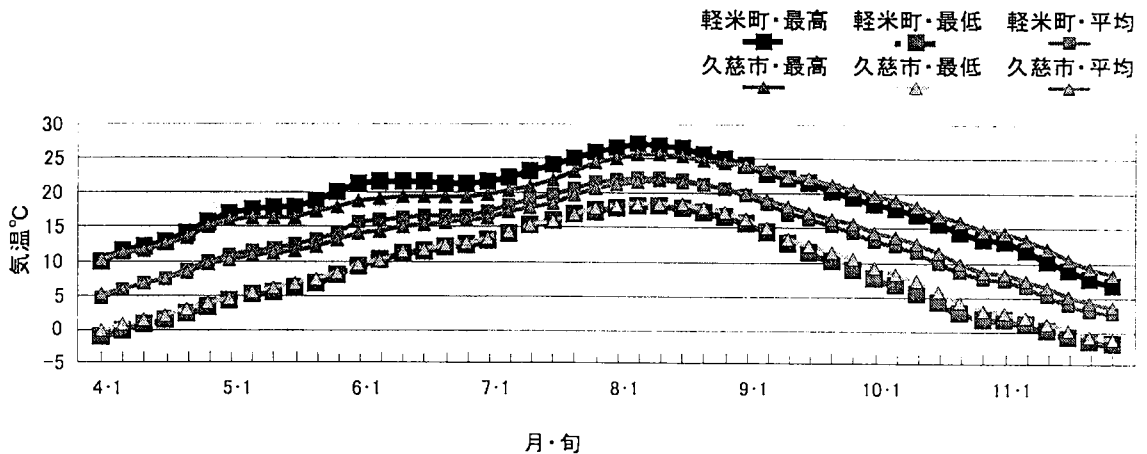


図3 久慈市・軽米町の気象経過図（アメダスデータより）

6. まとめ

岩手県北沿岸地域（やませ地帯）におけるトルコギキョウの秋だし作型を実証する過程において、トルコギキョウの秋だし作型で一番問題となるロゼットの障害が、やませ地帯での通常の育苗管理条件下で発生しないことが明らかとなった。このことは、今後の秋だしトルコギキョウの産地化に向けて有利な材料と思われ、冷房装置を使用しなくても良質な苗が生産できることで、低コストの苗生産団地が生まれる可能性もあると考えている。

以上、トルコギキョウの秋だし（10月～11月出荷）作型について、育苗期におけるやませ気象を逆手に利用した事例を紹介したが、さらに県北沿岸部に適した作目について研究を続けていきたいと考える。

地球温暖化、CO₂増加の影響：農業生産はどう変わるか？ — 確度のある未来予測のために —

岡田益己（東北農業試験場）

1. はじめに

地球は温暖化するのか、それとも寒冷化するのか、一昔前は気象学者の間で大きな議論となった。化石燃料の使用で排出される二酸化炭素が、地球を保温して温暖化が進むという予測に対して、火山爆発や人間活動によるエアロゾルの増加が、日射を遮って寒冷化するとの見解もあった。現在の大方の研究者は、温暖化それも今後半世紀の間に2-3℃あるいはそれ以上の気温上昇を予測している。最近では地球平均温度が年々増加しているとの報告も相次ぎ、温暖化は“実証されつつある現象”となった。

一方、温暖化の主因となる大気中の二酸化炭素濃度の増加は、人類が化石燃料の使用や森林伐採などを止めない限り、“今後、間違いなく起こる現象”である。二酸化炭素濃度は、過去1千万年の間に約3分の1に減少し、300ppm程度となった。それがわずか数百年で、元の濃度に戻ろうとしている。

この急激な気候や大気組成の変化が、生物界に影響をもたらすことは必至である。実は生物界に変化が起これば、それが環境に再び作用するので、気候—生物界—気候という終わりのないループが生まれる。気候シナリオの精度を高めるには、生態系の変化を的確に把握しなければならず、また的確な生態系変化の予測には、信頼性の高い気候シナリオが必要となる。このため専門分野を越えて世界的なネットワークで研究が進められている。

一方、地球人口の爆発的な増加を考えると、地球環境の変化なくとも食糧需給は大きな課題である。人類は、地球環境変化+食糧問題という二重苦に直面しているが、地球規模の環境変動とその影響評価の研究は、まだ緒に付いたばかりで、予測には不確かな部分が多い。ここでは、予測の現状とその精度を高めるための研究について、身近な例を紹介したい。

2. 温暖化と水稲生産

(1) 生育モデルによる温暖化影響の予測

温暖化が作物生産に及ぼす影響を予測するために、生育モデルが使われる。ここでは、東北の水稲を対象に試みられたシミュレーションの結果（Okada, 1991）を紹介する。

水稲生育モデル（PRISM）には、日々の気温と日射量が入力値として必要である。一方、将来の温暖化シナリオは、現在の気候に対して何℃上昇するかを予測するので、“現在”の気候を定めなければならない。これまでの長期にわたる気温観測によると、20年程度の周期で年々の変動が大きい期間と小さい期間が交互に現れる。昭和30-40年代は年々の気温偏差が小さく、気候の安定期といえる。一方、昭和50年以降は、冷害の頻発に象徴されるように不安定期である。このような気候の安定—不安定の違いは、東北地方の太平洋側でとくに顕著である（岡田、1995）。シミュレーションでは、1957-1974年を安定期、1975-1988年を不安定期として、各年次ごとの毎日の気温と日射量をベースラインシナリオとした。

移植から収穫期まですべての期間について、毎日の気温が $-1\sim+3^{\circ}\text{C}$ 上昇したと仮定して、気温アノーマリの影響を評価した。なお、日射量については変化させていない。このモデル計算によって、次のことが予想できる。

- 1) 盛岡では低温の影響が大なので、ベースラインよりも 1°C 気温が低下すると、収量が激減する。とくに不安定期のシナリオでは年々変動が大幅に拡大する(図1左、図2左)。
- 2) 一方、秋田では、 1°C の気温の低下がむしろ収量を増加する(図1右)。
- 3) ベースラインからの気温の上昇に伴い、盛岡でも秋田でも収量は漸減する(図1)。
- 4) 盛岡では不安定期のシナリオが、安定期に比べて常に低収となるが、秋田ではシナリオの違いが明らかでない(図1)。

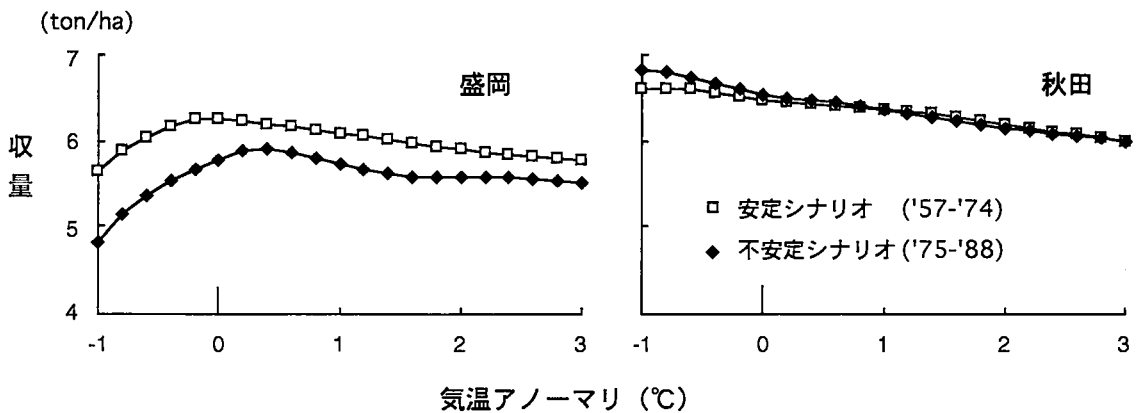


図1. 気温アノーマリが水稲の収量に及ぼす影響 (Okada, 1991)

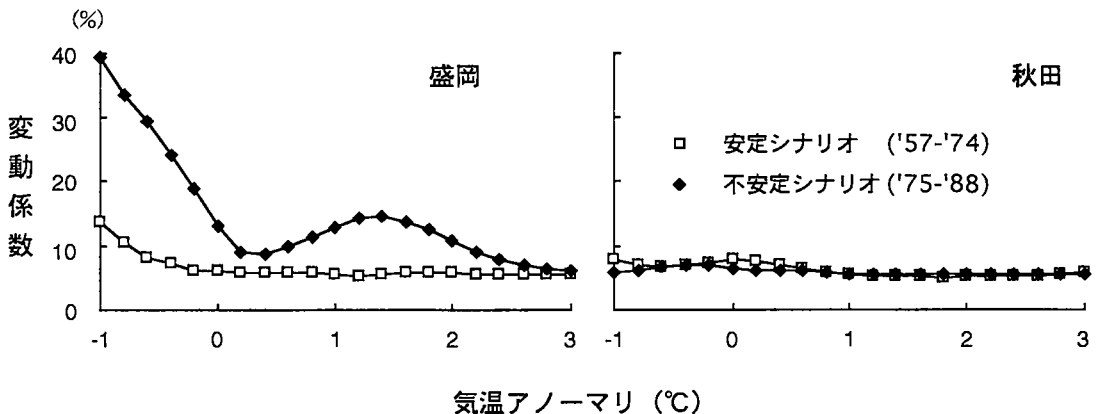


図2. 気温アノーマリが水稲収量の変動に及ぼす影響 (Okada, 1991)

これらの結果から、温暖化すると冷害の危険性は軽減されるが、総じて収量の減少が予想される。これは気温上昇に伴って、生育期間が短縮するためであり、一般的には晩生品種の導入で解決可能とされる。上の2)の結果は、秋田では現行品種がすでに早生過ぎることも示唆している。

表1. 東北各地における水稲収量の及ぼす温暖化影響の評価 (Okada, 1991)

気温 アノーマリ	盛岡		仙台		秋田		山形	
	S	U	S	U	S	U	S	U
-1°C	5.7±0.8	4.8±1.9	5.9±0.4	5.5±1.7	6.6±0.5	6.8±0.4	6.4±0.4	6.4±0.5
0°C	6.3±0.4	5.8±0.8	5.8±0.4	5.7±0.7	6.5±0.5	6.6±0.4	6.2±0.3	6.3±0.6
+1°C	6.1±0.3	5.8±0.7	5.6±0.4	5.5±0.9	6.4±0.3	6.4±0.4	6.0±0.3	6.2±0.5
GCM	5.7±0.4	5.4±0.5	5.1±0.5	5.3±0.6	6.0±0.3	6.0±0.3	5.7±0.3	5.7±0.4

S: 安定シナリオ, U: 不安定シナリオ, GCM: OSUシナリオ
 数値は、平均値±年々の標準偏差

オハイオ州立大学 (OSU) の GCM (大気大循環モデル) による2030年頃の気温アノーマリの予測値は、山形市に近い北緯38度東経140度で、5月2.4°C、6月6.4°C、7月2.6°C、8月1.2°C、9月2.2°C、10月2.9°Cである。このアノーマリを想定したシミュレーション結果は、表1の通りである。品種を変更しない場合、いずれの地域でも現行に比べて、1割以上の収量減が予想される。

(2) モデル改良のためのチャンパー試験

モデルを利用した温暖化の影響予測には、モデルの確かさが必要なことは言うまでもない。今のところ、生育反応を完全に再現できるモデルはない。いずれのモデルにも不確かな部分があり、熱帯のイネの生長をうまくトレースできても、温帯ではイネが生長しないモデルもある。上で使用した PRISM は低温による登熟不良を十分にシミュレートできないため、現状では晩生品種への適用を控えている。

モデルに組み込む各種のプロセスとそのパラメータを決定するには、実験が必須である。温暖化影響のプロセス同定は、後で述べる各種の制約があるにもかかわらず、チャンパー試験に頼らざるを得ない。チャンパーには、人工気象室のようにほぼ閉鎖されたタイプと、オープントップチャンパーや温度勾配チャンパーのように半開放系のタイプがある。いずれにしても外気+数°Cの範囲であれば、温度制御は容易である。

温度制御のために用意したチャンパーだが、実は温度 (気温) 以外の気象要素を大きく改変することに留意しなければならない。チャンパー内の光強度が屋外よりも低下すること、風が不自然なこと、気温だけを上昇すれば湿度が低下することなどは、容易に想像できよう。さらに最近の研究では、気温と地温あるいは作物体温の平衡関係がチャンパー内でシフトすることも明らかになっている (図3)。このため気温が屋外と同じであっても、チャンパー内の作物の反応は屋外と異なってしまう。このような作用を chamber effect と呼ぶ。chamber effect ができるだけ小さいチャンパー、できればオープンフィールドで気温だけを上昇できる方式など、温暖化影響研究に必須の

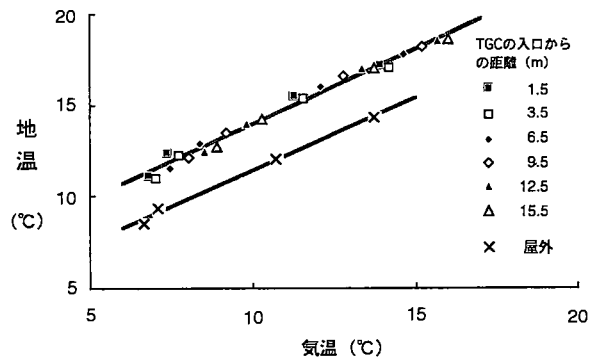


図3. チャンパー内と屋外で異なる気温と地温の平衡関係 (Okadaら、1995)

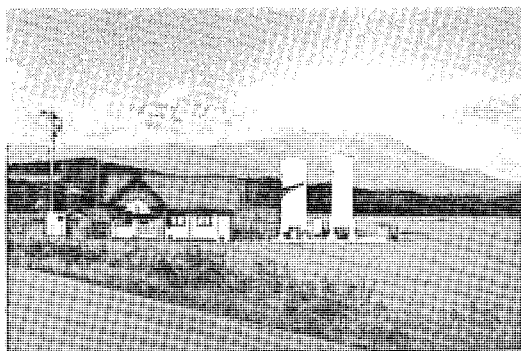
実験装置の開発が待たれる。

3. CO₂ 増加が水稻生産に及ぼす影響解明

(1) FACE のアイデアと雫石 FACE

オープンフィールドで CO₂ 濃度を上昇することは、気温を上昇するよりも比較的容易という考えから開発されたのが、FACE (Free-Air CO₂ Enrichment ; 開放系大気 CO₂ 上昇) 装置である。実際に作物を栽培する畑や水田に装置を設置するので、土壌条件や雑草、病害虫等の生物的環境も、通常の屋外と大きく変わらない。世界で最初に米国で開発された装置は、直径25m の円形圃場を取り囲むように、高さ約2m のパイプが32本直立するタイプである。32本のパイプは太いダクトで接続され、ダクト内には大気と混合して数百倍に希釈された CO₂ ガスが供給される。風上側の数本のパイプから CO₂ が放出され、中央で検知した CO₂ 濃度に応じて、ガス供給量が制御される。

希釈ガスを半強制的にリング中央に向けて放出するという方式は、制御性に優れる反面、強制的な気流による不自然な風場を作るという短所がある。パイプ放出口での風速は10–20m/sec にも及ぶため、防霜ファンに似た作用が生じ、対照区では降霜したのに対し、FACE 区では霜が降りなかった事例もある。これを blower effect と呼ぶ。chamber effect を回避するために駆使したアイデアが、皮肉なことに別の effect を招いてしまった。



FACE観測施設と総量25トンの液化炭酸ガス貯蔵タンク(左)

FACE実験リング(右) ; パイプに吊した黒チューブからCO₂ が放出される

水田を対象としたFACEとして世界初となる雫石FACEでは、この blower effect を軽減するために、純 CO₂ ガス放出方式を試みた。野菜畑の灌水に利用するプラスチックチューブから CO₂ ガスを放出すると、周囲の大気と素早く混合することが分かった。1辺5m のチューブを八角形に配置して、直径12m の円に相当する圃場を囲み、風上側3辺のチューブから純 CO₂ ガスを放出する新しい方式で、雫石FACEを運転している。この方式は、米国型に比べて制御性は劣る(とくに無風時)が、blower effect がほと

んどないこと、軽量で簡易な装置という特長がある。リング中央での CO₂ 濃度の制御例を図4に示した。

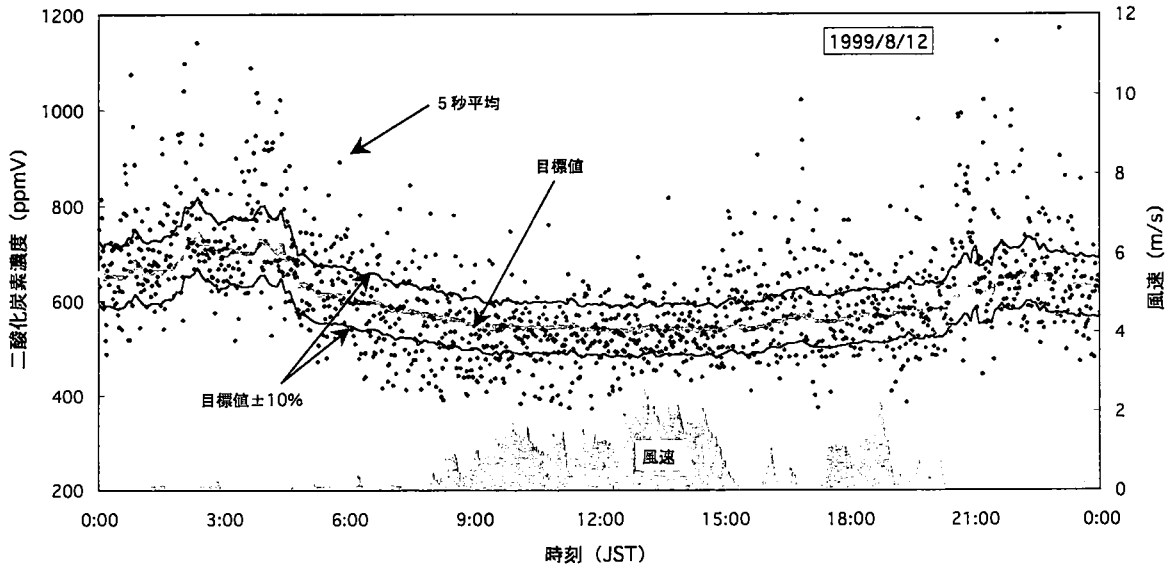


図4. FACEのCO₂ 濃度制御の例

(2) 雫石 FACE プロジェクトの概要と1998年度結果

世界初の水稲と水田生態系を対象とする通称「Rice FACE プロジェクト」は、科学技術振興事業団の戦略的基礎研究の1テーマ (CO₂ 倍増時の生態系のFACE 実験とモデリング) として実施されている。研究代表者は農業環境技術研究所の小林和彦氏、雫石 FACE (装置と試験圃場) の管理・運転は筆者をリーダーとする東北農試グループのもとに、約20グループ40名強の研究者が参画している。

以下では、1998年度の結果に見られる「高 CO₂ 環境が水稲と水田生態系に及ぼす影響」を探ってみたい。より確度の高い結果を得るには、少なくとも現プロジェクトが終了する平成12年度までの計3年間のデータの蓄積、できればそれ以降の FACE 実験が必要なことは言うまでもない。

1) 高 CO₂ 区では、総乾物重、粗粒重、精玄米重、籾数、茎重、根重などに顕著な増加が認められ、最終的な収量は対照区に比べて約15%増となった (図5)。

2) 登熟歩合、精粒歩合、葉面積、葉重などに

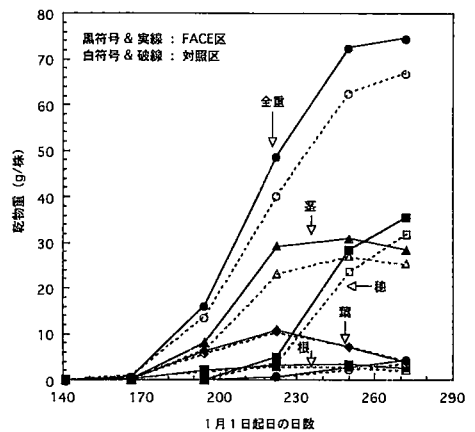


図5. 部位別乾物重の推移(1998年度)

(金ら、未発表)

は高 CO₂ の効果がないか、わずか。

- 3) 高 CO₂ 区で茎数と稈の太さの増加により、挫屈抵抗が増加。
- 4) 高 CO₂ 区で米のタンパク含量と粘度の増加が認められたが、食味感応試験では有意差なし。
- 5) 高 CO₂ 区でイモチ病に対する罹病性が高まる傾向があり、それを裏付けるように葉のケイ酸含有率が低下。

1998年のより詳しいデータは、以下のホームページで参照できる。

http://ws234.niaes.affrc.go.jp/riceface/Introduction_to_RiceFACE/English/sld001.htm

4. おわりに

温度が上昇すれば冷害がなくなる。二酸化炭素濃度が上昇すれば、光合成が盛んになり、作物の収量が増えると安易に考えてはならない。これまで1回で済んだ病害虫の防除を2回、3回とやらなければならないかも知れない。施肥の基準やタイミングも変わるだろう。“コシヒカリなんかまずくて食えない”、“こんなのも雑草になるのか”という時代が来るかも知れない。地球環境の変化は対象となる作物だけに及ぶのではなく、その周囲にある生態系のありとあらゆる部分にも影響する。現状とくに日本では生態系レベルの研究が遅れているように思える。

今、地球規模で起こっている気候変化は、その原因が人為ゆえに、過去の歴史を遡っても解決の糸口はない。さらに大事なことは、現在の世界の主要な食糧生産地域は、以前は貧困か不毛に苛まれた地帯だと言うことだ。北東北が、現在の日本では有数の水稲産地であり、世界的にも優れていることを、50年前に想像できただろうか。最近数十年の飛躍的な技術革新が、高収地帯を支えているのだが、皮肉なことにその技術も地球温暖化の一因となっている。この生産力をこれからも維持・発展させるだけでなく、環境負荷の低減を図ることも私たちに与えられた重要な課題だ。

参考文献

- Okada, M. (1991). Variations of climate and rice production in northern Japan. Proc. Climatic Variations and Change: Implications for Agriculture in the Pacific Rim, UC Davis, 169-176.
- 岡田益己 (1995) . 日本農学会シンポジウム「わが国の食糧と日本農学(1)ーイネを中心としてー、変動の大きい気象と農業技術」、農業及び園芸 70(7), 743-748.
- Okada, M., Hamasaki, T. and Hayashi, T. (1995). Temperature gradient chambers for research on global environment change. 1. Thermal environment in a large chamber. Biotronics, 24 85-97.

冬期無加温パイプハウスにおける葉菜類栽培

秋田農試 田村 晃

はじめに

秋田県の稲作主体の農業生産構造、野菜の生産状況、さらに冬期間の野菜生産状況については先に述べた⁶⁾。すなわち、農業粗生産額の70%を稲作に依存しており、野菜粗生産額は10%にすぎない。また、冬期間（12～3月）の野菜生産額は年間野菜生産額の5%で、その80%は山菜等を主体にした加温栽培である。しかも、加温栽培に取り組んだことのない農家には加温施設への設備投資やランニングコスト等の不安が先に立ち、導入にあたって二の足を踏む事例が多い。一方、近年本県においてもパイプハウスを主体としたハウス栽培が普及しつつある。しかし、これらのハウスは冬期にはほとんど遊休化しており、その利用面積は全体の約10%にとどまっている。

周年農業生産を実現するために、冬期に遊休化しているハウスを有効に利用した低コストな葉菜類の無加温栽培は、その一翼を担いうる有力な手段である。

そうは言っても、実は、生産を担う農家の冬期間の過ごし方には様々な考え方がある。

秋田市四ツ小屋は戦前からの都市近郊野菜産地であり、現在はキャベツ、レタス、ホウレンソウ、ネギ、チンゲンサイ等を中心に野菜栽培が行われている。四ツ小屋の農家は2月中旬のキャベツ、レタスの育苗から、12月のネギの出荷まで非常に忙しく働く。そこで、1～2月上旬は気のあった3～4戸のグループで冬期間は決まって長期の湯治に出かける。「夏に一生懸命働くから、冬はゆっくり休もう」というわけである。これは立派な考え方である。四ツ小屋には経営感覚に優れた農家が沢山おり、中にはレタス御殿と呼ばれる程の家を建てた農家もいる。その内のひとは、現在、秋田県の指導農業士会長を務めている。

大規模経営のモデル農村として発足した大瀧村は、色々な意味で全国的に有名である。ここではスキーのインストラクターが非常に多い。田沢湖のスキー場に都会から来る若い子や、修学旅行の中高校生の黄色い声を相手に、楽しそうに教えているインストラクターの中に、沢山の沢山の若手・中堅農家がいるのは意外と思う人も多いが、実は有名である。「楽しみながら収入を得る」これもまた上手な考え方である。

秋田県は雪が多いので、冬期間の道路の除雪は生活に欠かすことができない。吹雪で先が見えない状況でも、ガードレールや縁石すれすれにきれいに除雪できるのはどうしてしてだろうと、私は不思議に思っているが、この除雪の達人の多くは地域の中堅農家である。この達人たちは稼働日数に応じて、あるいは市町村との期間契約等によって収入を得ている。

一方、冬期間も農業で頑張っている農家も多い。畜産農家は当然のことながら周年農業を行っている。また、果樹農家も2月には剪定作業が始まる。さらに、稲作と山菜等の軟化栽培を組み合わせ、周年農業体系を確立している農家も多い。

しかし、冬期間も農業で収入を得たいと思っても、有効な手段を持ち合わせていない農家が非常

に多いことは周知のことである。そこで、このような方々に朗報たるべき情報を提供することを目的に、秋田農試では1991年から無加温パイプハウスにおける葉菜類栽培の試験に取り組んでいる。

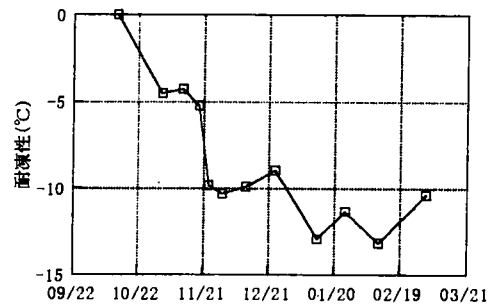
1. 冬期葉菜類栽培の試験

1) 葉菜類の耐凍性の変化

冬期に無加温パイプハウスで葉菜類を栽培する場合、厳寒期における作物の凍結は避けることができない。農家にとって、冬期に栽培することの不安のひとつは、凍結による作物の致死、あるいは栽培継続が困難になるような凍結障害がおこるのではないかという点にある。そこで、コマツナの耐凍性の時期的な変化を調査し、結果を第1図に示した。耐凍性の測定に供試した試料は、1998年度に秋田農試内のパイプハウスで栽培したコマツナで、品種は「せいせん7号」である。なお、耐凍性は電気伝導度法で測定した⁷⁾。耐凍性は10月から1月中旬にかけて次第に増大し、厳寒期には $-12\sim-13^{\circ}\text{C}$ 程度の凍結に耐えるようになり、ハウス内気温が上昇する3月には減少する傾向にあった。また、図示しなかったが、ハウレンソウも概ね同様の傾向であった。なお、試験期間中のハウス内の最低気温の極値は -7°C であった。また、詳しくは後述するが、1998年度には秋田県鹿角市で現地試験を行った。この試験期間中のハウス内気温の最低気温の極値は -17°C であったが、コマツナ、ハウレンソウともに凍結障害はみられなかった。耐凍性は低温馴化の程度を強めると、より増大することが知られている¹⁾。このことから、冬期間比較的温暖な沿岸部の秋田市では厳寒期の耐凍性は $-12\sim-13^{\circ}\text{C}$ 程度であるが、より低温になる内陸部の鹿角市ではさらに耐凍性が増大するとみられる。

以上のことから、コマツナやハウレンソウは凍結に耐え、厳寒期の低温を十分に乗り切ることができる。

農業気象図表

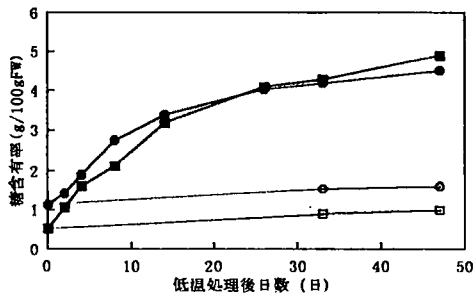


第1図 コマツナの耐凍性の時期的な変化

2) 低温が糖とビタミンC含有率に及ぼす影響

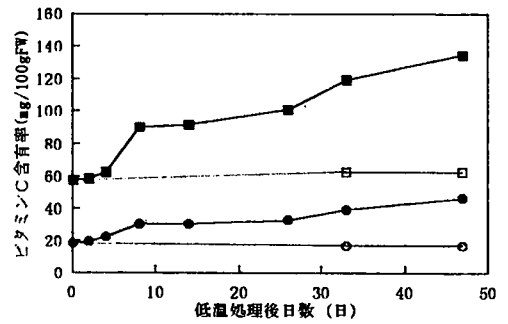
加藤らは太平洋側の日射量の豊富な条件下($4\sim 8\text{MJ}$)で試験し、冬期の低温条件がハウレンソウの各種ビタミン類含有率を高めるのに有効であることを報告している²⁾。そこで、筆者は寡日射下においても低温条件が糖およびビタミンC含有率を高めるのに有効かどうかを検討した⁵⁾。試験は秋田農試内で実施した。日平均気温を $13\sim 15^{\circ}\text{C}$ に保ったハウス内に土壌を充填したコンテナを設置し、コマツナを播種し、肥培管理した。草丈が約 20cm になった時点(1996年12月25日)で無加温パイプハウスにコンテナを移動し、低温処理区(ハウス内の日平均気温は $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ で推移)とした。また、 $13\sim 15^{\circ}\text{C}$ に保ったハウス内で肥培管理を継続したものを冷温処理区とした。なお、試験期間中の日射量は $2\sim 4\text{MJ}$ であった。第2、3図に糖およびビタミンC含有率の変化を示した。糖含有率は低温処理区で葉身、葉柄ともに急激に高まった。また、葉身のビタミンC含有率は低温処理区で急激に高まり、葉柄では徐々に高まった。一方、冷温処理区では糖とビタミンC含有率は葉身、葉柄ともに変化がなかった。

このことから、寡日射条件下においても、低温条件は糖およびビタミンC含有率を高めるのに有効であることが明らかとなった。



第2図 低温処理とコマツナの糖含有量の変化

低温処理 (■: 葉身 ●: 葉柄) 冷温処理 (□: 葉身 ○: 葉柄)



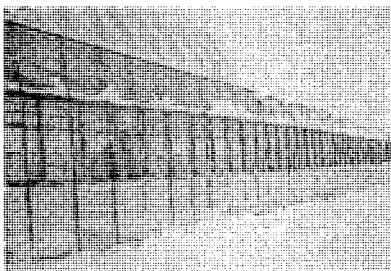
第3図 低温処理とコマツナのビタミンC含有率の変化

図中の印は第2図と同様

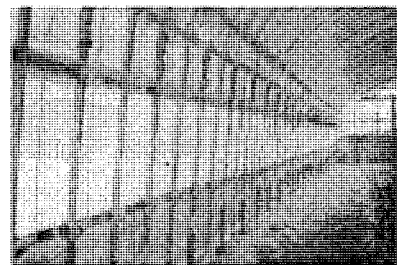
3) ハウス内への外気導入の方法

1997~1998年度に秋田農試内のパイプハウスで冬期間にハウス内に外気を導入する試験を実施した。秋田県の冬は北西の風が強く、少々の吹雪の日でも風速が20m/sec. 程度になる。ハウス内に強風が入り込むと、作物が傷むので、ハウス内に外気を導入する際、防風ネットが必要である(第4図)。防風ネットはビニル製の目合い1~0.6mmのものが良い。防風ネットはハウスの内側にハウスパッカーで簡易にとめることができる(第5図)。しかし、防風ネットのみでは吹雪の日にはハウス内に雪が入り込むので(第6図)、ハウス内にビニルフェンスを設置すると良い(第7図)。

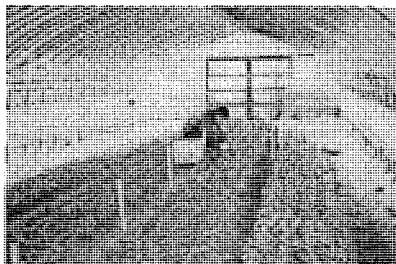
ハウレンソウやコマツナが収穫期に達したらハウスのサイドを開放し、外気を導入すると糖やビタミンC含有率が高まり、栄養価が高まることを確認している³⁾。



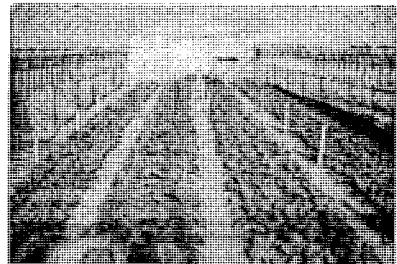
第4図 防風ネットを張り、ハウスのサイドを開放している様子



第5図 防風ネットをハウスパッカーでハウスのサイドにとめている様子



第6図 ハウス内に雪が入り込んでいる様子



第7図 ハウスの中にビニルフェンスを設置している様子

2. 現地試験の実施と冬期葉菜類栽培への取り組み

秋田市は沿岸部に位置するため、冬期は県内では比較的温暖であり、また、積雪も少ない。冬期は県内でも沿岸部、県北内陸部、県南内陸部で気象が大きく異なる。そこで、県内に広く普及しうる技術を確認するため、県北で最も気温の低下する鹿角市、また、県南の多雪地帯である大森町で現地試験（ホウレンソウ、コマツナ）を実施した。

1) 鹿角市における現地試験

1997～1998年度にかけて鹿角市において現地試験を実施した。主な試験内容は、冬期間の気温低下の著しい鹿角市において、凍結障害が発生しないかどうかを確認すること、また、播種期と収穫期の関係を明らかにすることである。

最初に凍結障害について述べる。試験期間中(1997年10月～1999年3月)の最低気温の極値は1999年1月の-17℃であった。試験期間中をとおして、個体が致死するような凍結障害はホウレンソウ、コマツナともに全くみられなかった。また、商品価値を損なうような凍結障害も観察されなかった。しかし、商品価値を損なうような凍結障害ではないが、コマツナでは葉柄表皮の剥離や裂皮が若干観察された。葉柄表皮の剥離や裂皮は、表皮と柔組織との間で細胞外凍結して形成された氷晶が生長してひき起される。また、厳寒期にまれに葉身においてスポット状(φ1～2mm)の白化がみられることがあった。これは低温下での光合成による光阻害なのか原因は不明である。また、凍結障害ではないが、葉身の部分的な白化も観察された。これは、葉身に強光が当たった場合、蒸散量にみあうだけの水分が補給されない時に発生し、太陽に直角に面した葉身部分に発生が多い。この現象は夏場や10～11月、3月に観察され、厳寒期はみられない。厳寒期は葉身のク

チクラ層が発達するので、蒸散が抑制されるため、発生しにくいのではないかと考えられる。

次に、播種期と収穫期との関係であるが、結果を第8図に示した。例えば、

12月下旬から出荷する計画を立てた場合、12月中旬までに収穫できるように生育量を確保し、10日間位ハウスを開放して寒さに当ててから出荷を開始することが望ましいと考えられる。図中に太い実線で示した収穫期はハウスを密閉して管理した場合、破線はハウスを開放して外気を導入した場合の収穫期である。ハウスを開放した場合、草丈がほとんど伸びず、出荷期間が長期にわたることを確認している³⁾。鹿角市は秋田市とは播種期と収穫期との関係が大きく異なる。秋田市では12月中旬に収穫期に達するための播種適期

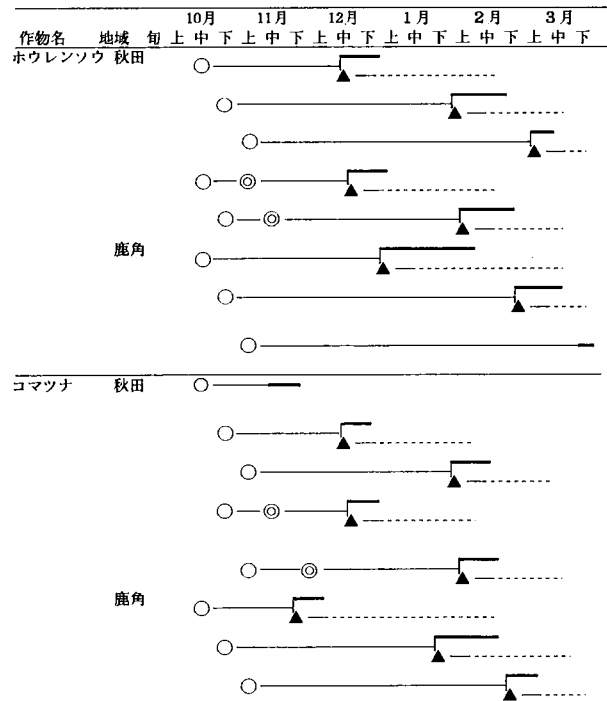


図8 ホウレンソウとコマツナの播種期と収穫期

○：播種期 ◎：移植期 —：収穫期(ハウス密閉)

はハウレンソウで10月20日頃、コマツナで10月25日頃である。しかし、鹿角市ではハウレンソウで10月10日頃、コマツナで10月20日頃である。古くから葉菜類栽培の篤農家は「秋の播種では、播種が1日遅れると収穫期は3～4日の遅れになる」ことを身をもって知っていた。この時期の播種期は収穫期を決定する上で、非常にデリケートである。

また、鹿角市では夏秋トマトとキュウリ栽培が盛んである。トマト、キュウリともに収穫期終期は10月下旬である。したがって、栽培を終了したトマト、キュウリの後片づけをしてからハウレンソウ、コマツナを播種すると、収穫期は3月以降になり、冬期の継続出荷は不可能である。このような場合は、移植栽培を導入すると良い。秋田市においても鹿角市においても直播と移植栽培では収穫期、収量ともに大差がないことを確認している⁴⁾。鹿角市において、移植栽培のコマツナでは生育や商品価値には影響がないが、胚軸が割れる場合のあることを観察しているので付記する。

以上のことから、現地試験を行った結果、県内で最も気温の低下する鹿角市においても、無加温パイプハウスにおける冬期葉菜類栽培が可能ながことが明かとなった。

2) 現地試験圃場における栽培講習会と試食会

1998年度にはハウス2棟にコマツナとハウレンソウを播種し、収穫期に達した1999年2月下旬から一方のハウスのサイドを開放して外気を導入し、他方のハウスは密閉のまま管理する試験を実施した。ハウスサイドの開放は前述の方法と同様である。そして、3月下旬に農家の方々に試験圃場に集まってもらい、講習会と試食会を開催した。

講習会と試食会は鹿角地域農業改良普及センターと農試が共催し、市役所、農協、農家、県北スーパーのバイヤーが参集した。講習会は栽培経過、播種期と収穫期との関係を簡単に述べ、鹿角市においても冬期にハウレンソウ、コマツナ栽培が十分に可能であることを確信してもらうことに重点をおいた。また、ハウスで生のハウレンソウ、コマツナをムシャムシャ食べてもらい、密閉したハウスのものに比べ、サイドを開放したハウスのものは甘く、美味しいことを実感してもらった。試食会は農業改良普及センターの生活改善担当の方々から「おひたし」を準備してもらい、みんなで食べ、サイドを開放したハウスのハウレンソウ、コマツナの良さを確認してもらった。

結論として、1999年度から栽培を開始することに決定し、田植えが終わって、稲作が一段落したら栽培開始に向けて話しの話し合いをしようということになった。

3) 生産開始時には問題噴出

7月下旬に関係者から集ってもらい、10月から栽培が始まるハウレンソウ、コマツナ栽培に向けての話し合いが鹿角地域農業改良普及センターの主催で開催された。話し合いでは問題が噴出した。

まず第一に、どうも農協がピリットしない。これは、3月に開催した現地試験圃場における栽培講習会と試食会の時に、農協を参加してもらう立場におき、主催者側に引き込まなかった我々の手順ミスによる所が大きい。鹿角市農協はトマト、キュウリ栽培に力を入れ、主導してきた自信と誇りがあるので、急に降ってわいたこの話に色々な意味で戸惑いとわだかまりがあったと思われる。しかし、農家が乗り気なので、無視するわけにはいかない。そこで、販売の主体を担うことで冬期葉菜類栽培の指導側に仲間入りしてもらった。

次に、農家の中には農協取引と業者取引、さらに個人販売の農家がいる。しかし、この栽培を始めるに当たっては、それぞれが分離して別々の体制になることは好ましくない。業者取引、個人販売の農家

をどうして農協が面倒見なければいけないのかという反発が農協にある。業者取引、個人販売の農家も農協の面倒になりたくない面がある。そこで、この栽培に関しては、口座を農協に持ち、販売は農協に一任することで両者が合意した。

さらに、集出荷体制の問題（集荷と出荷方法、出荷量の調整、販売単価の折り合い等）、技術的な問題（ハウスの夏作や稲刈りと関連したハウレンソウとコマツナの播種期、ハウスの開放時期、夏作の施肥方法等）が様々出された。

4) 解決しようと思えば解決できる。しかし、「ひやみこき」になると解決できない。

新しいことを始める場合、農家ひとり一人で問題が異なり、また、人数が多くなると、感情や人間関係の問題もでてくる。さらに、組織間でも意識のズレはある。このような問題を解決するには、根気強い話し合い以外に手段はない。指導側、農家間の信頼関係が重要である。生産開始に向けた合意をもとに、ともにねばり強さを持って問題解決を図らなくてはならない。

秋田弁でものぐさ、億劫がりのことを「ひやみこき」と言う。「ひやみこき」は楽であり、また、時には大事である。しかし、新しいことを進めるには都合が悪い。ねばり強い話し合いは自らの中にある「ひやみこき」との戦いであると思う。

ある先輩が実に的確な比喩をしている。というのは、新しいことを始める場合、我々には次の三つのとりうる態度がある。秋田弁で言うならば、一つは、「オレもやるがら、オメもやれ」、二つは「オレはやらねども、まずオメはやれ」、三つは「オレもやらねがら、オメもやるな」と言うことである。標準語で言うならば、一つは「私もやるから、君もやろう」という積極姿勢。二つは「私はやらないけれども、君はまずやってみろ。君が成功したら私も一緒にやる」という積極派のシンパサイザー。三つは「私もやらないから、君もやるな」という現状維持派である。秋田県気質としては、圧倒的に三つ目の現状維持派が多い。現状を維持し、堅実に歩むことは非常に大切なことではある。農業経営を一気にジャンプさせると、技術や労働力が伴わず、失敗する事例がこれまでも多かった。しかし、一気にジャンプするのではなく、少し背伸びをして手の届く所に目標を持ち、経営を改善する気概は必要である。その意味でも、今回の雪の下に埋もれているハウスを有効に利用して、冬期間も農業収入を得ていく姿勢は重要である。関係者でこの姿勢を確認し、小さな失敗はあるかもしれないが、大きな失敗をしないよう、慎重に冬期葉菜類栽培を鹿角地域で展開しつつある。

引用文献

- 1) 酒井昭. 1982. 植物の耐凍性と寒冷適応. p19-126. 学会出版センター. 東京.
- 2) 加藤忠司・青木和彦・山西弘恭. 1995. 冬期ハウス栽培ハウレンソウのビタミンC, β -カロテン, α -トコフェロールおよびシュウ酸含有量に対する外気低温の影響. 土肥誌. 66:563-565.
- 3) 田村晃・田口多喜子. 1998. 冬期無加温ハウスにおけるコマツナ、ハウレンソウの糖およびビタミンC含有率に及ぼす外気導入処理の影響. 園芸学会東北支部研究発表要旨. 35-36.
- 4) 田村晃・田口多喜子. 1998. 冬期葉菜類の移植と直播栽培の組合せによるハウス利用の効率化. 東北農研. 51:183-184.
- 5) 田村晃. 1999. 寡日射条件における低温処理がコマツナの糖およびアスコルビン酸含有率に及ぼす影響. 園学雑. 68:409-413.
- 6) 田村晃. 1999. 冬期の葉菜類栽培. 日本農業気象学会東北支部会誌. 43:35-42.
- 7) 田村晃. 印刷中. コマツナとハウレンソウの個体レベルでの耐凍性の評価. 園学雑.

「平成11年の気象と山形県鶴岡田川地域の水稲の生育」

山形県鶴岡田川農業改良普及センター

富樫一幸

水稲の生育概況

(1) 育苗期

育苗期間は、高温でやや少照に経過したため、草丈がやや長く乾物重がやや軽い徒長気味の苗となった。草丈の伸長が早まったため移植時期は、3日程度早まった。

(2) 活着期～分けつ期

移植後、日照時間が多くやや高温に経過したため活着は良好であったが、活着後の5月下旬の強風の影響で初期分けつ発生が抑制された。

(3) 分けつ中期

6月に入ると高温に経過したため、葉数の展開が促進され生育進度は2～3日早めとなった。さらに、分けつの発生が旺盛となり、有効茎数は6月20日頃までに確保された。

(4) 分けつ後期

7月に入ると、気温は平年並となり、葉数の展開がやや鈍化した。茎数は依然やや多く経過し、葉色は順調に低下していった。この時点で、幼穂の検鏡から出穂期は2日程度早まると予想された。また、梅雨が本格化し日照時間が一時的にやや少なくなったことから、葉いもちの発生が懸念された。

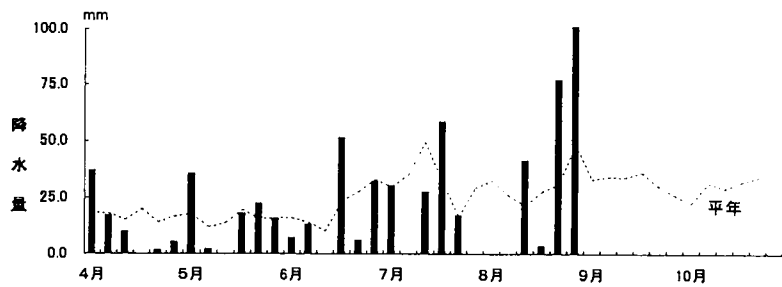
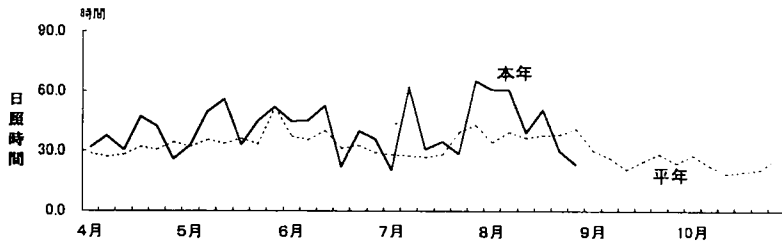
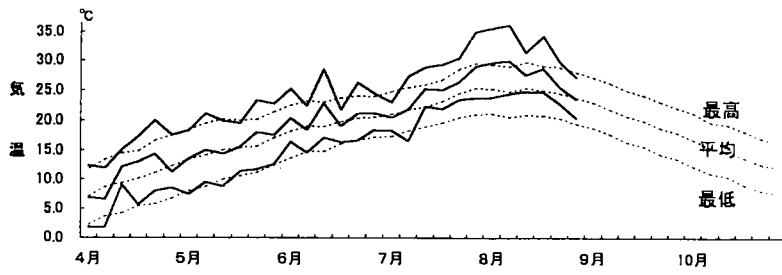
(5) 幼穂形成期～出穂期

梅雨明け後、高温多照となり葉数の展開及び幼穂の発育が早まった。このため、出穂期は全般的に平年より5日程度早まり、はえぬきの出穂期は、偏東風の影響が少ない管内平坦南部で8月2～3日、管内北部平坦で8月4～5日頃となった。

以上から、これまでの水稲の生育は、移植後強風の影響でやや分けつ発生が抑制された以外は、順調に生育が進み理想的な経過となった。また、 m^2 当り穎花数もやや多く出穂前の炭水化物の蓄積も多いとみられるので、作柄が期待される。

以上が、発表時点での状況であった。しかし、梅雨明け後からの高温(特に高夜温)の影響により、呼吸による稲体の消耗から玄米の心白粒や乳白粒が多発し、品質低下が著しくなった。このため、一等米比率は近年にない低率となった。

平成11年度水稻生育期間の気象



農業試験場庄内支場観測

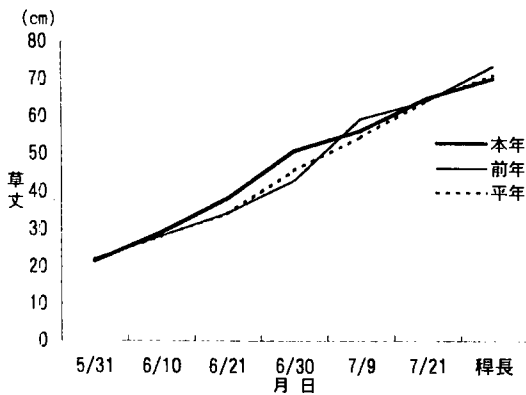


図1 草丈の推移 (鶴岡市中野京田、はえぬき)

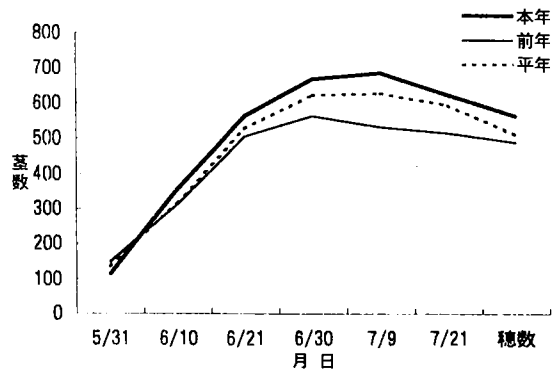


図2 茎数の推移 (鶴岡市中野京田、はえぬき)

逆さ富士

工藤敏雄

盛岡市下厨川の東北農業試験場は、岩手県の誇れる国の機関の一つである。そのなかでも構内にある自然の景観には、他に類例のない美しいもの、長い歴史の重みを感じさせるものがある。

正門からの桜並木は、市内では花見の行われぬ唯一の桜の名所。そのほか南部赤松やナナカマドの並木、またその時期が来れば菜の花畑とヒマワリ畑が美しい。その中で時間的には瞬時ではあるが、今回の主題「逆さ富士」の景観が見られる。

これは岩手山の美しい姿が、広い鏡のような水稻の実験田に、対称的に逆さにうつるものを言う。元来この「逆さ富士」なる名称は、富士山の姿が、太陽をバックにして、広いすそ野に影をうつす場合の山岳気象観測用語で、またの名を「影富士」とも言っている。

私が岩手山測候所に勤務したときは、春から秋にかけての天気の良い夕刻に、岩手山の影が西日を受けて北上平野にその影を落とした。季節によって変わる太陽の位置により、川口周辺から盛岡周辺までの幅があった。また雲海にその影をうつす場合もあって、その大きな岩手山の姿を現在でも思い出すことがある。一方、この試験場の実験水田の周囲には、勢いよく流れる用水路がある。この水は玉山村の岩洞ダムから引いているもので、広い岩手山麓一帯を潤すための一部である。この用水路の水を持ってくるのに、最も困難とされたのは、北上川をどうやって渡すか、であった。これを解決したのが、岩手大学の考案した「逆サイフォン方式」である。

北上川の東側にある調整用水槽に水をため、下方水面近くの導水管に送って、その勢いで川の反対側の小高い丘に押し上げるという方法で、ポンプなどを全く使わないのが特徴。世にこれを「岩大工法」といい、地元岩手大学が戦後の岩手山麓開拓建設事業に協力した研究で生まれたものである。「岩大工法」はその後、同じ様な条件の全国各地で取り入れられ、日本本土の戦後の復興に一役を買った。

この写真は平成10年5月11日に撮影したものだが、東北農業試験場の試験田に岩手山が美しい影をうつしていた。しかし、心なしか、この時期にしては山の雪もまばらで、少ないように感じられた。暖冬暖春のためか、地熱の影響か、気になった。

岩手山の遠望は美しい。名著「日本百名山」にも、これほどふもとの住民に力強く、そしてやさしくせまる山はないという。岩手山は平成10年3月17日から噴火活動の様相を示し、現在も続いている。この美しい山容が噴火によって変形することのないよう祈るとともに、来年もまた美しい「逆さ富士」を見せて欲しいと願っている。



◇◇◇ 支 部 だ よ り ◇◇◇

1. 平成11年度支部大会

平成11年度日本農業気象学会東北支部大会が岩手県盛岡市「東北農業試験場」において、平成11年8月30日に開催された。今年度は東北支部50周年にあたり、記念シンポジウム「変動気象環境下における東北農業の新しい展望」が開かれた他、一般研究発表でも13課題の研究発表があり、活発な討論が繰り広げられた。

2. 会員動静

〔入会者〕新妻和敏、野田正浩、田村 晃、鈴木 哲

〔退会者〕石井正典、佐々木由勝、石川格司、松本 肇、工藤 肇、佐藤 隆、丹治芳廣、吉原雅彦、桜庭 守、立田久善、工藤龍一、谷藤雄二

2000年3月1日現在の会員数：名誉会員2名、会友1名、会員161名

3. 寄贈図書

日本農業気象学会本部及び各支部より会誌の寄贈がありました。ご利用の節は当支部事務局へご連絡ください。

4. 平成11年度功労賞受賞候補者推薦のお願い

日本農業気象学会東北支部功労賞規定に基づき、平成12年の功労賞受賞候補者をご推薦下さい。締切は平成12年6月15日です。評議員会にて審査・承認の後、受賞者には賞状と日本農業気象学会東北支部謹製の賞牌が贈呈されます。受賞にふさわしい方がおられましたら、推薦書（特に定型書式はありません）に以下の事項を記入し、事務局宛ご送付下さい。①推薦者と被推薦者の氏名、②所属機関、③400字以内の推薦理由、④被推薦者の役員歴。

なお、これまでに功労賞を受賞されたのは以下の方々です（順不同、敬称略）。

1990年（平成2年）：阿部貞尚、吉田 浩、小野清治、寺中吉造、大沼 洵、千葉文一、川島喜内、宮部克己、工藤敏雄、日野義一、石山六郎

1991年（平成3年）：本庄一雄、菅原並夫、関 寛三、斉藤正一、鎌田金英治、内島立郎

1992年（平成4年）：菅原人利、細井徳夫

1993年（平成5年）：阿部谷良、永沼昌雄

1995年（平成7年）：佐藤忠士、橋本 晃

1996年（平成8年）：井上君夫、嶽石 進

1999年（平成12年）：前田 昇、石田末広、阿部博史、浜名光衛

（1994年、1997年、1998年については、推薦がありませんでした）

5. 決算報告及び予算

(1)平成10年度決算報告

a 収支決算

(平成11年 3月31日)

収 入			支 出		
項 目	予 算	決 算	項 目	予 算	決 算
個人会員会費	442,000円	117,500円	印 刷 費	400,000円	350,000円
支部補助費	50,000	50,000	通 信 費	50,000	71,845
雑 収	210,000	74	事 務 費	70,000	38,859
繰 越 金	319,532	319,532	大 会 費	50,000	50,000
			雑 費	30,000	7,267
			予 備 費	421,532	0
合 計	1,021,532円	487,106円	合 計	1,021,362円	517,971円

b 余剰金の算出	収 入	487,106円
	支 出	517,971円
	余 剰 金	△ 30,865円*

(2)特別会計決算 103,912円

(3)平成11年度予算

収 入		支 出	
項 目	予 算	項 目	予 算
個人会員会費	712,500円	印 刷 費	400,000円
支部補助費	50,000	通 信 費	70,000
雑 収	420,000	事 務 費	70,000
繰 越 金	△30,865	大 会 費	50,000
		雑 費	10,000
		予 備 費	551,635
合 計	1,151,635円	合 計	1,151,635円

*) 平成10年度は支部会誌の発行が3月となり、平成10年度会計をしめたあとで会費の大部分が納入されたことにより、見かけ上赤字決済になっていますが、平成12年3月1日現在の余剰金は約250,000円で実際には黒字です。

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
昭和59年	9月27日	同
平成2年	8月28日	同
平成8年	10月7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気象評価制御研究室におく。
- 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に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7章 会 計

- 第14条 (会計年度)：本会の会計年度は事業年度と同じである。
- 第15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16条 (会費)：支部年会費は次のとおり前納とする。
- | | |
|-----|--------|
| 正会員 | 2,500円 |
|-----|--------|
- 賛助会員については別に定める。
- 第17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18条 その他は本部会則に従う。
- 第19条 (会則の改正)：この会則の改正は総会の決議により行う。

日本農業気象学会東北支部功労賞規程

(平成2年4月1日制定)

1. 会則第2章第4条(3)に基づき本規程を設ける。
2. 功労賞は支部の活動、運営等に永年貢献のあった会員に贈る。
3. 功労賞受賞者には賞状と賞牌を贈る。
4. 功労賞は原則として毎年贈る。
5. 功労賞受賞者を次の手続きで決定する。
 - (1) 功労賞受賞候補者の推薦は会員が行う。推薦者は5名以上の推薦人(役員1名以上を含む)と推薦理由を本会誌閉じ込めの推薦書に記入し、事務局へ届け出る。
 - (2) 推薦書の届けは事業年度内に開催される東北支部会の2ヶ月前までとする。
 - (3) 支部長は受賞候補者を評議員会にはかり受賞者を決定する。
6. 受賞式は総会でを行う。
7. 功労賞受賞者の資格は次のとおりとする。
 - (1) 15年以上の会員で、原則として役員を努めた会員。
 - (2) 支部長がとくに功績を認め推薦した会員。(付則) 本規程は平成2年度から適用する。

日本農業気象学会東北支部編集委員会規程

当編集委員会は、以下の手順で「東北の農業気象」の編集作業にあたる。この作業は、投稿論文の内容を読者に理解しやすくすることを目的とする。

1. 大会で口頭発表されたすべての課題の投稿を依頼する。
2. 編集委員会は、投稿規程に基づいて投稿された原稿を審査する。
3. 編集幹事は、投稿原稿の内容に応じて編集委員1名に査読を依頼する。
4. 適切な査読者が編集委員にいない場合、編集委員以外に査読を依頼できる。
5. 査読者は、査読表に従って査読結果を編集幹事に報告する。
6. 査読結果を吟味したうえで、編集幹事は投稿者に原稿の修正を依頼することもある。
7. 「進む研究」、「ぐるっと東北」、「研究レビュー」、「トピックス」、「小講座」などの記事を企画し、評議委員会の承諾をえて、編集にあたる。

会誌「東北の農業気象」投稿規程

1. 投稿

- 1.1 著者は、必要事項を記入した投稿票と原稿を一緒に、原本1部とコピー2部を編集幹事に送付する。
- 1.2 ワープロを用いた投稿には、A4サイズの内紙を縦向き、横書きに使い、24字22行とし、行間を十分に開けて原稿を作成する。積極的に再生紙を利用し、両面印刷する。これらの原稿4枚で、A4サイズ縦向き2段組の刷上がり1ページになる。手書きの場合、市販のA4サイズ400字づつ原稿用紙を用いる。
- 1.3 原稿本文の右肩に、1, 2, 3, 4と通し番号を記す。図表は同様に、和文の場合は、図1, 図2, 図3および表1, 表2, 表3と、英文の場合はFig.1, Fig.2, Fig.3, Table1, Table2, Table3とする。
- 1.4 投稿原稿は大会の終了日から2月末日まで受付、受理日は編集幹事が原稿を受理した日とする。

2. 投稿の種類

- 2.1 「論文」、「短報」の他に「進む研究」などの記事を設ける。
- 2.2 「論文」は比較的完成度の高い研究結果を報告するもので、刷上りを原則として6ページ以内とする。
- 2.3 「短報」は有益な研究結果を速報するもので、刷上りを原則として4ページ以内とする。
- 2.4 「論文」、「短報」は、他の雑誌に掲載したもの（投稿中も含む）と同一であってはならない。すでに掲載された内容を一部重複して投稿する場合には、投稿原稿の40%以下に重複内容を圧縮する。
- 2.5 「進む研究」は実用に近づきつつある研究成果を紹介するもので、刷上りを4ページ以内とする。
- 2.6 このほか、著者は「資料」「解説」など、投稿内容に相応しいジャンルの設置を、編集幹事に要請できる。

3. 「論文」、「短報」の執筆要領

3.1 投稿票

- 3.1.1 機関誌に綴じ込まれた投稿票に以下の例にしたがって、表題・著者名・所属を和文と英文で書く。表題は内容を的確かつ簡潔に表現するものとし、副題はできるだけ避ける。所属は研究の主たる部分を遂行した場所とし、現在の所属が異なる場合は脚注に現所属を記す。

(例) 水温と地温が水稻の生育に及ぼす影響

佐藤忠士*・工藤敏雄**

*岩手県農業試験場

**岩手大学農学部

Effect of water and soil temperature on paddy rice growth

Tadashi SATOH* and Toshio KUDOH**

*Iwate Agricultural Experiment Station, Takizawa 020-01

**Iwate University, Faculty of Agriculture, Morioka 020

*現在：佐藤農場（株）

*Present address : The Satoh Farm

3.2 本文

3.2.1 本文には数字で見出しをつけて、「1. はじめに」、「2. 材料および方法」などと
する。これらを細分するには1.1, 1.2を, さらに細分するには1.1.1, 1.1.2を用いる。
ただし, 要約, 謝辞には見出しはつけない。

3.2.2 本文は原則として以下の順に構成する。

要 約

本論の内容を簡潔にわかりやすく, 和文か英文で書く。和文は350字以内, 英文は150語
以内とする。文頭に「要約」とせず, 直接書き始める。末尾に改行して和英キーワード5
語程度を, それぞれ五十音順, アルファベット順につける(例参照)。

(例) 畜産廃棄物の中でも特に廃棄処理にコストがかかる豚尿を, 培養液として利用し,
サラダナ, コマツナ, セルリの生育に及ぼす影響を解析した。その結果, サラダナ,
コマツナで生育は劣ったものの, セルリの生育に市販の培養液との差は認められな
かった。このことから, 作物の種類によっては, 豚尿を浄化しながら作物生産に利用す
る水耕栽培システムの開発が可能といえた。

キーワード：浄化, 水耕栽培, セルリ, 豚尿

Keywords : Celery, Pig-urine, Purify, Solution-culture,

はじめに(緒言, まえがき)

研究の背景(問題の性質, 範囲), これまでの研究の概要との関係, 研究を開始した動機,
研究の目的・意義などを説明する。特に, 著者自身の過去の成果を踏まえて進めた研究の
場合, これまでに解明した点と未解明の点を整理した, 研究に至った経緯等を説明する。

材料および方法

実験や測定に使った作物や機材, 処理方法・測定方法や分析方法を説明する。

結 果

実験結果を, 主観的判断を交えずに, 図表を用いて忠実に表現する。考察の材料となる
結果の説明は省かない。逆に, 考察材料にならない結果には, 特別な理由がないかぎり,
ふれない方が望ましい。

考 察

実験結果を, 引用文献などを用いて, 様々な角度から理論的に解析する。また, この最
後に「実験結果から何がいえるのか」を結論づける。

まとめ(摘要)

要約で英文を書く場合のみ必要(和文で書く)。研究の背景等を簡単に書き, 結果と考
察を簡条書きにする(例参照)。

(例) 米の粒厚が食味に及ぼす影響はこれまでに明らかにされていない。そこで, 収穫1
ヶ月後の1992年産と1993年産ササニシキを用いて, 粒厚別の食味官能試験を実施した。
なお, 1992年は豊作, 1993年は凶作であった。

(1) 1992年産米の粒厚は平均2.09mm, 標準偏差0.14mmであった。また, 1993年産米の
粒厚は平均1.79mm, 標準偏差0.26mmであった。

(2) 1992年産では, 粒厚が1.65mm以下に低下すると食味が急激に低下した。一方,
1993年産では, 粒厚の低下に伴い食味は直接的に低下した。

(3) 1993年産の食味は1992年産に比べて著しく低く, 50%以上の人がまずいと感ずる
米の粒厚は, 1992年産で1.52mm以下, 1993年産で1.71mm以下であった。

(4) これらのことから、粒厚の低下により食味が低下することが明らかになった。しかし、同じ粒厚でも、1993年産が1992年産の食味より劣ったことから、凶作だった1993年産米の食味の悪さは、粒の小ささだけでは説明できないといえた。

謝 辞

必要に応じて書く。

3.2.3 和文は平仮名まじりとし、数式の上下には1行づつスペースをとる。

3.2.4 文章中の式は、 a/b 、 $\exp(t/r)$ のように書く。

3.2.5 単位は統一して使用する限り、S I単位、C G S単位、M K H単位のどれでもよい。

3.3 図表

3.3.1 図・表は、要約に合わせて和文か英文にする。写真は図として扱い、図1、Fig. 1のように表現する。

3.3.2 図・表の説明は、要約に合わせて和文か英文にする。本文中での引用は「図1、表1によれば」あるいは「Fig. 1、Table 1によれば」とする。

3.3.3 図は原則としてA 4サイズのトレース用紙に墨書きとする。鮮明であれば、コンピュータのプリンタやプロッタでA 4サイズ上質紙にうちだしたのもよい。

3.3.4 原図の大きさは、原則としてA 4サイズ以下で、刷上りの2倍とする。特に、図中の文字や数字の大きさは縮小を考慮して記入する。刷上りの図の幅が、1段分か、2段分かを考慮する。

3.3.5 表は、本文とは別のA 4サイズの紙に書く。刷上りの表の幅が、1段分か、2段分かを考慮する。複数の表を同じ用紙に記入してもよい。

3.3.6 迅速に理解できない表は使わない。複雑な表は、簡略化あるいは図形化に努める。例えば、考察に利用しない数値は、その数値自体が特別な意味を持たないかぎり削除する。

3.3.7 本文中の図・表の挿入箇所に、上下各1行づつスペースをあけて説明文を記入し、これを朱で囲む。

3.4 引用文献

3.4.1 著者名のA B C順に論文の末尾に一括する。

3.4.2 「著者、年：題目名、誌名(略)、巻、ページ。」の順に例に従って書く。

(例) ト蔵建治, 1991: 冷害と宮沢賢治「グスコブドリの伝記」の背景, 農業気象, 35, 35-41.

小林和彦, 1994: 影響評価モデル. 日本農業気象学会編「新しい農業気象・環境の科学」pp190-206. 養賢堂.

3.4.3 本文中での引用は番号でなく、「菅野(1994)によれば」、「これらの報告は多い(井上; 1994).」などとする。

4. 「進む研究」などの記事の執筆要領

4.1 機関誌に綴じ込まれた投稿票に「論文」と同様に、表題・著者名・所属を和文で書く。投稿を希望するジャンルを選択または記述する。英文で併記してもよい。

4.2 本文の構成は著者の自由とする。内容に適した理解しやすい構成をとること。

4.3 仮名使い、数式の記述、単位、図表の書き方は、「論文」、「短報」の執筆要領に従う。

4.4 「引用文献」と「参考文献」の使い分けを明確にし、書き方は、「論文」、「短報」の執筆要領に従う。

5. 著者校正

5.1 著者は初稿を校正する。再校以後は事務局で校正する。校正の際の加除筆は原則として認めない。

6. 別刷

6.1 別刷の必要部数は投稿票に記入する。

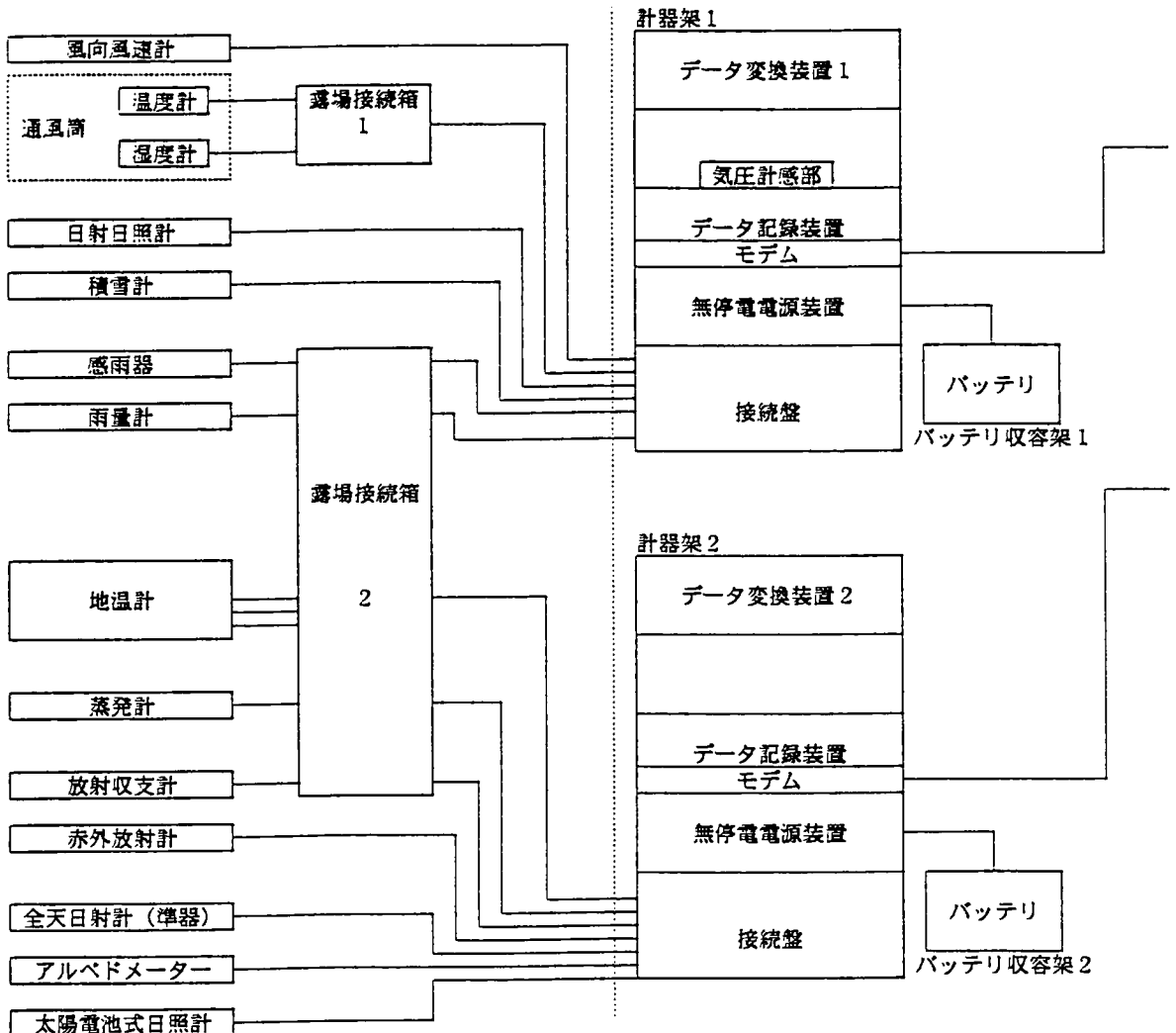
6.2 依頼原稿以外の別刷代はすべて実費とする。

農 業 総 合 気

明星電気株式会社は、気象庁で展開しているアメダス、地上気象観測装置、航空気象観測装置等
 いただいております。本農業総合気象観測装置についても、これらの実績を充分考慮したものであ
 配信等最新の技術を駆使したシステムです。

感部

データ交換部



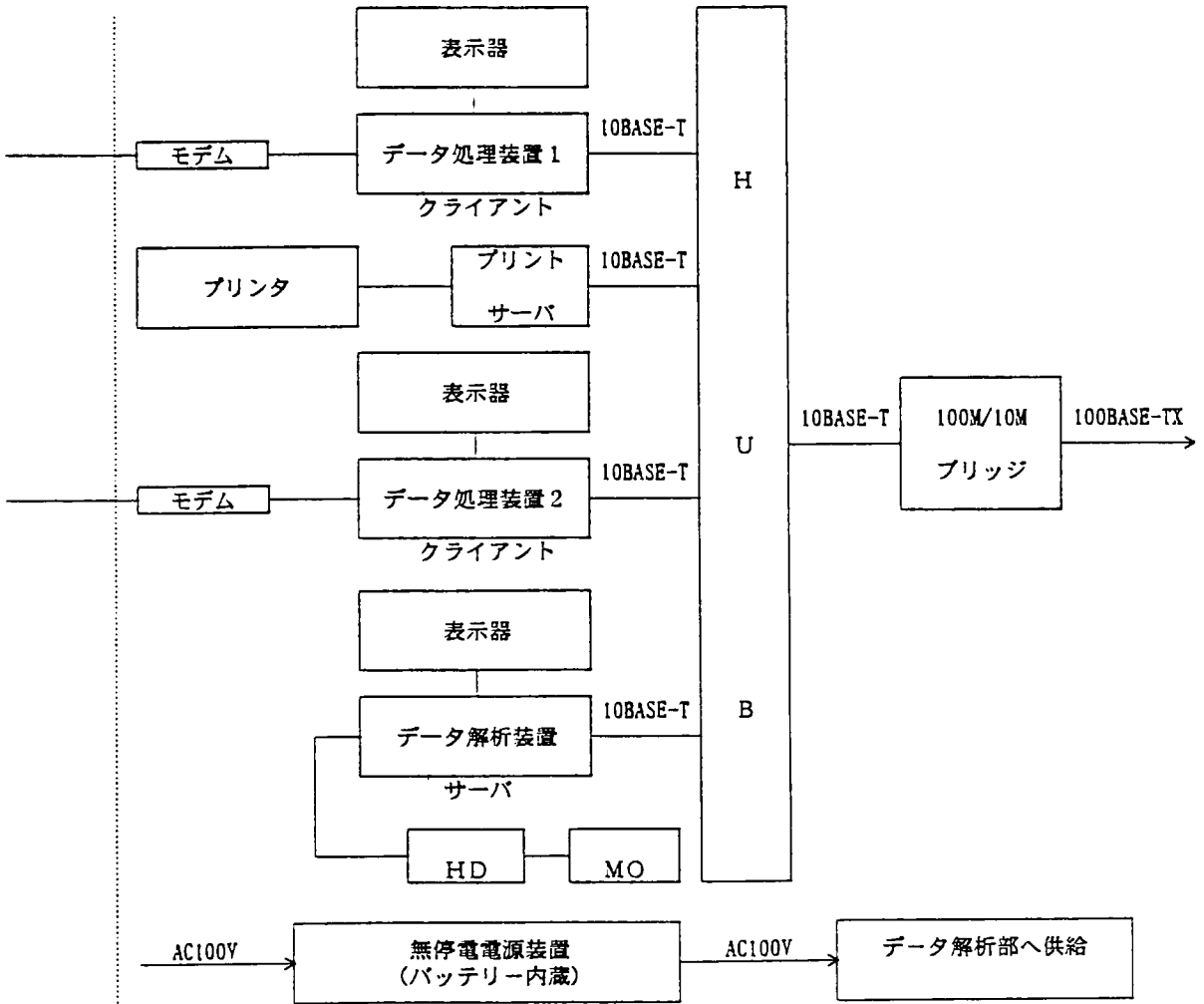
(主な製品)

- 計測震度計
- ウィンドプロファイラー
- 気象観測装置 (WINS)
- 航空気象観測装置

象 観 測 装 置

で培った技術を基盤に開発された、品質、信頼性、操作性に富んだ気象観測機材を提供させて
り、各センサは、気象庁検定を受けたものを用い各部の状態監視、無停電化、自動処理、自動

データ解析部



Meisei

こころをつえる確かな技術

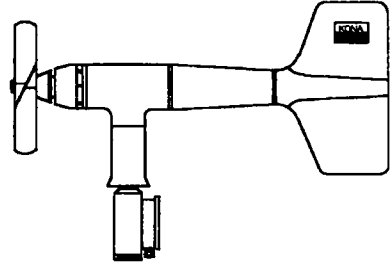
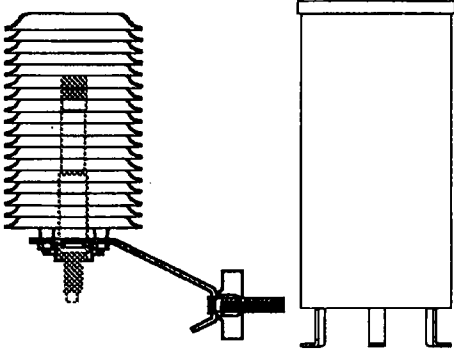
明星電気株式会社

本社/☎112-8511 東京都文京区小石川2-5-7

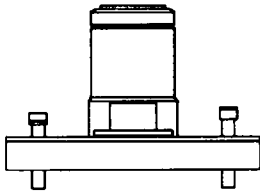
気象機器営業部

TEL 03(3814)5123

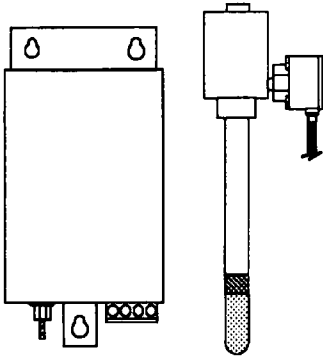
KADEC-UM



NEWバッテリー型マルチロガー



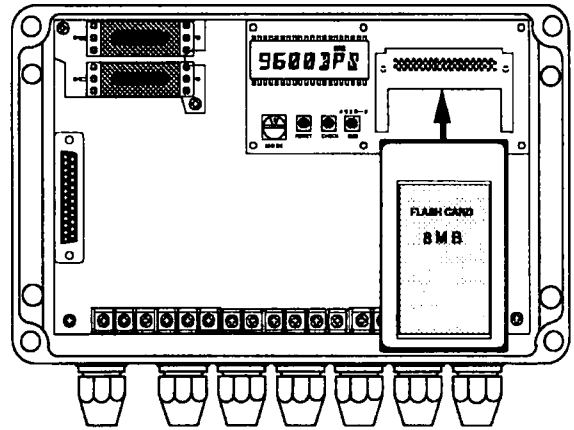
- ・各種センサー直結可能
- ・バッテリー駆動
- ・ICカード（フラッシュメモリ）対応
- ・ $-25^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ で動作可能



対応センサー

風向・風速
雨量計
気圧計
その他

温度・湿度
日射計
土壌水分計



●お問い合わせは下記までご連絡ください。

コーナシステム株式会社

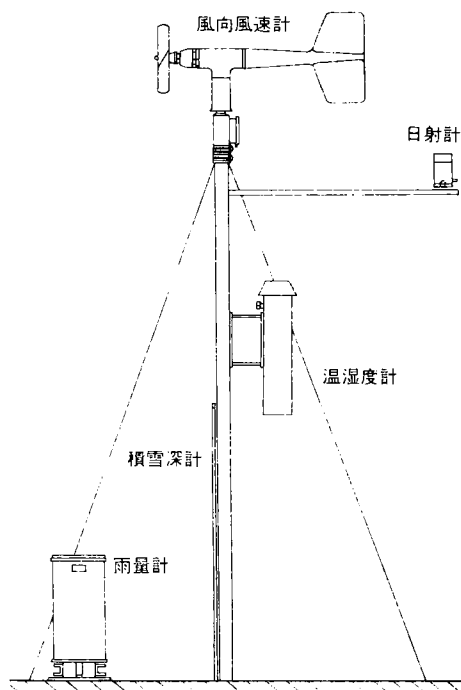
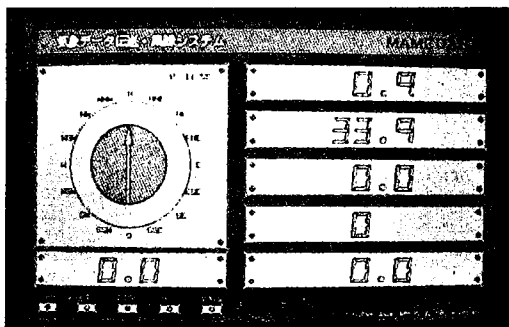
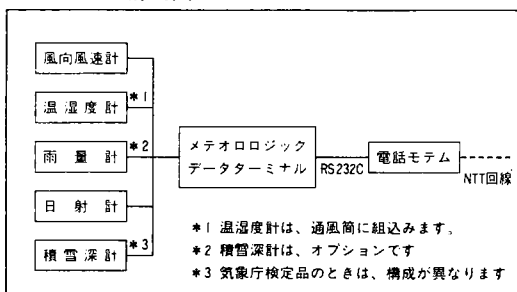
札幌営業部 〒004-0015 札幌市厚別区下野幌テクノパーク1丁目2番11号
 東京支店 〒171-0014 東京都豊島区池袋2丁目55番13号 合田ビル
 福岡営業所 〒814-0006 福岡市早良区百道2丁目17番21号 アゲノ木百道202

TEL:011(897)8000 FAX:011(897)8001
 TEL:03(3983)8297 FAX:03(3983)8298
 TEL:092(844)6371 FAX:092(844)6372

気象データ伝送・集録システム(マメダス)

気象データ伝送・集録システム(マメダス)は、総合気象観測ステーションとして、風向・風速・気温・湿度・日照・日射・雨量・積雪深の各データを集録し、電話回線(一般回線)を利用して遠隔地にデータを伝送し、集中処理するシステムです。

●マメダス構成図



●各センサの仕様

センサ/測定項目	検出方法	測定範囲	測定分解能	その他	
風向風速計	風向	ポテンシオメータ	16方位	1方位	精度: 5°
	風速	発信方式	0~60%	0.1%	起動風速 1.0m/s
温湿度計	温度	白金測温抵抗	-50~+50℃	0.1℃	精度: 0.5℃
	湿度	静電容量	0~100%RH	0.1%RH	精度: 3%
日射計	日射	フォトダイオード	0~2kw/m ²	0.01kw/m ²	応答時間 500μs
	日照	フォトダイオード	0~60min	1min	日射量から算出
雨量計	転倒ます	0.5ミリバルス	0.5ミリ	受水口径 200mm	
積雪深計	雪面反射光	128cm/ユニット	1cm	最大増設 640cm	

■一般電話回線で気象ネットワークができる

■1ヵ月分データ保存

本装置が測定したデータはICメモリに1ヵ月分記憶しておくことができます。また、メモリは内部電池でバックアップされていますので、AC100V電源がダウンしたときでもデータは守られます。

■入力変換ソフトが必要ない

■操作方法が簡単

■特別な変換器が不必要

■更に16ch増設可能

価格 ¥1,800,000 一式(各種センサー・データターミナル・モデム・処理ソフト)

企画・発売元

開発・製造元

コーナシステム株式会社

リンクシステム株式会社

本社・営業部 〒004 札幌市厚別区下野幌テクノパーク1丁目2番11号

TEL(011)897-8000 FAX(011)897-8001

東京支店 〒171 東京都豊島区池袋2丁目55番13号 合田ビル

TEL(03)3983-8297 FAX(03)3983-8298

福岡営業所 〒814 福岡市早良区百道2丁目17番21号 デグネス百道202

TEL(092)844-6371 FAX(092)844-6372

論文

中国松遠平原におけるトウモロコシに対する干害危険度の評価と区分に関する研究 (英文)
 ……張 繼權・早川誠而 1

ソルガムおよびアルファルファ群落における地面修正量と粗度長の関係 (英文)
 ……木村玲二・大槻恭一・神近牧男 15

クリの冬・春季の枝水分及び木部圧の経時的变化と凍害の関係 ……堀本宗清・荒木 斉 25

低温環境下で生じる熱影像温度計の測定誤差と温度補正に関する考察 ……宮下晃一・米谷俊彦 33

地気熱交換蒸留による回収水量推定に関する研究
 ……阿部靖志・大槻恭一・神近牧男 101

低消費電力で稼働する一次元超音波風速温度計 (英文) ……鱧谷 憲・文字信喜 109

予想される気候の揺らぎのもとでの日本・韓国地域の水稻生産量変動の予測
 ……林 陽生・鳥谷 均・後藤慎吉・菅野洋光・鄭 英祥・黄 水鎮・金 海東 117

湛水直播水田用の自動水管理システム
 ……井上君夫・中園 江・菅野洋光 127

静穏晴天夜間に裸地面直上で観測された大気の放射加熱について ……桑 南平・小林哲夫 137

正味光合成速度実測値からの作物葉同化細胞層側CO₂移動係数の解析的推算法
 ……小森友明・池本良子 145

水ストレスをあたえたインゲン (*Phaseolus vulgaris* L.) の葉におけるクロロフィル蛍光パラメータの葉齢依存性 (英文)
 ……戸部和夫・大政謙次 155

土壤中に進入する日射に対する野菜種子の発芽反応 (英文) ……浜本 浩 165

霜害発生予察のための50mメッシュ地形情報を用いた局地的冷却現象の解析
 ……高山 成・早川誠而・河村宏明 235

複雑地形上の渦相関測定における座標変換の効果
 ……文字信貴・鱧谷 憲・安藤純二 247

湿グローブ温度計の開発とその都市熱環境研究への適用
 ……鳥山 敦・文字信貴・菅野靖之・鱧谷 憲 253

中国北西部祁連山脈の麓における冷気流出の観測
 ……水間満郎 307

数値地図50mメッシュを用いたポテンシャルな日射量分布の推定
 ……黒瀬義孝・長田健二・大場和彦・丸山篤志 315

高温条件下におけるオオムギ品種の表面温度の比較 ……宮下晃一・米谷俊彦・武田和義 323

吸水抑制処理がクリ樹の凍害に及ぼす影響
 ……堀本宗清・荒木 斉 329

短 報

¹³CO₂を用いた培養植物体ガス交換量測定システムの開発 (英文) ……岡村ナンシー・後藤英司・高倉 直・蔵田憲次 41

WWW公開型の微気象・フラックスデータベースの開発 ……原蘭芳信・小峰正史・高木健太郎・小室浩一 173

ポリエチレンフィルムによる地表面被覆が気温と湿度に及ぼす影響
 ……椎名幹郎・今 久・松岡延浩 261

総 説

水田からの水稻を介したメタンの放出
 ……野内 勇・細野達夫・青木一幸 267

資 料

1998年(平成10年)の日本の気候の特徴
 ……植田 亨 179

岡山県南・県北における水稻作況指数変動に対する気象要素の影響 ……木村和義・田中丸重美 187

海外報告

中国“九五”国家科学技術重点プロジェクト「農業気象災害防止と制御技術に関する研究」の紹介
 ……中山敬一・于 貴瑞 289

ロシア沿海州における気象と農業に関する調査報告 ……菅野洋光・小沢 聖 337

国際会議報告

第23回アメリカ気象学会 農業・森林気象国際会議報告 ……原蘭芳信・宮田 明・桑形恒男・濱壽孝弘 47

韓国農林気象学会の設立とその後の状況
 ……原蘭芳信・林 陽生 345

第3回 GEWEX 国際会議 (第4回 GEWEX/ GAME 国際研究集会との共催) 参加報告……………	347	訃 報 名誉会員坪井八十二博士のご逝去を 悼む ……………	231
シンポジウム報告		学会長就任の挨拶 ……………	233
三学会シンポジウム「植物生産システムにおける 情報科学の利用」 ……………	351	新刊紹介……………14, 46, 116, 126, 136, 260, 354, 358	
研究会報告		抄 録……………	53
第14回局地気象研究会「雪と局地気象」 ……………局地気象研究会	55	本会記事……………	58, 196, 359
耕地気象改善研究会第17回研究会「耕地環境に おける新しい計測・解析手法」—植生からの遮 断蒸発・損失の観測に関する最近の進展— ……………耕地気象改善研究会	193	支部だより ……………	60, 369
シンポジウム「畑地の土壌水分研究の展望」 ……………耕地気象改善研究会	293	お知らせ ……………	73, 199, 296, 372
第15回局地気象研究会「50mメッシュ気 候値情報と農業生産」 ……………局地気象研究会	355	関連研究会の予定 ……………	72, 192, 266, 371
		投稿規程……………	86
		和文原稿作成要領 ……………	87, 387
		農業気象投稿論文等の審査に関する指針……………	93
		会員異動 ……………	95, 223, 300, 386
		投稿前のチェックをどうぞ ……………	144
		雑誌名の新しい略記法について……………	154, 292
		正 誤 表……………	96
		賛助会員名簿 ……………	97, 226, 303, 388
		編集後記……………	100, 229, 306, 391

編 集 委 員 会

編集委員長	小 沢	聖	東北農業試験場
編集委員	多 田	久	青森県農業試験場
〃	佐々木 忠	勝	岩手県立農業試験場
〃	田 中	良	宮城県農業センター
〃	谷 藤	雄	山形県庁
〃	鈴 木	光	秋田県農業試験場
〃	庄 野	浩	岩手大学
〃	濱 寄	孝 弘	東北農業試験場

編集後記

当支部会も日出たく50周年を迎え、1999年8月30日には記念大会を成功裏に開催することができました。会を支えてくださった皆様にこの場を借りて厚く感謝申し上げます。

巻頭言にもありました様に、今後とも本誌が「現場に根ざした農業気象」情報の交換の場として東北の農業に貢献できるよう努力して参りたいと思います。とともに、皆様にさらなる情報の提供をお願い申し上げます。

東北の農業気象 第44号

2000年3月発行

編集・発行 日本農業気象学会 東北支部

振替口座 02270-7-4882

盛岡市下厨川字赤平4 東北農試内

TEL(019)643-3461

郵便番号 020-01

印刷所 盛岡市本町通二丁目8-37

(株)阿部 騰 写 堂

TEL(019)623-2361
