

東北の農業気象

Agricultural Meteorology in Tohoku

Vol. 43

Mar. 1999

論 文

東北地方における1月の月最低気温とその総観場	千葉 晃	1
寒冷な北東気流の監視を目的とした東北地方と韓国東海沿岸地域における気象観測	林 陽生・鳥谷 均・後藤新吉・菅野洋光・鄭 英祥	9
ヤマセ気象が水稻の生長に及ぼす影響の解析 ～ビデオカメラを用いた水稻の投影面積計測～	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	16
無加温環境と加温環境とで飼育した採卵鶏の成長および生産の比較	皆川秀夫・古田泰基・吉田明美・石渡孝至・匂坂 茂	22
(短報)		
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	大江栄悦・加藤賢一	27

資 料

水稻の生育調査圃場における気温・水温観測の必要性およびその方法について	鮫島良次	31
-------------------------------------	------	----

東北風土記

北限・南限の多いくに	工藤敏雄	34
------------	------	----

進む研究

冬期の葉菜類栽培	田村 晃	35
----------	------	----

小 講 座

測定べからず集	濱寄孝弘	43
---------	------	----

トピックス

岩手県農業研究センターの紹介	伊五沢正光	48
----------------	-------	----

ぐるっと東北

秋田県農業試験場から	宮川英雄	50
------------	------	----

支部だより

平成10年度支部会報告		51
会員名簿		53

支部会案内

会 則		56
日本農業気象学会東北支部編集委員会規程		57
投稿について		57
農業気象総目次(第53巻, 第54巻)		64
編集後記		69

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	卜藏 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（学会賞審査委員）
	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。本来ならば、1997・1998 年度の役員名を掲載するのですが、新年度に近いこともあり、1999・2000 年度の役員名を掲載いたしました。また、新年度より、各県2名の幹事をお願いしております。

東北地方における1月の月最低気温とその総観場

千葉 晃

法政大学・大学院・地理

A Study of the Relationship between Monthly Minimum
Temperature in January and its Synoptic Pattern
in the Tohoku District, Northeastern Japan

Akira CHIBA

Graduate Student of Hosei University

本研究では1995年1月の東北地方におけるAMeDAS地点の日最低気温が、より低下する総観場を提示することを目的とした。その結果、太平洋側で月最低気温を記録した17日(P型)には500hPa面へ寒気が流入し、風速が弱い。一方で、同様に日本海側で月最低値を記録した21日(J型)には、季節風が弱まり冬型の気圧配置が崩れていた。これらの日には、日本付近の500hPa面に低気圧などの擾乱が無い。また、仙台における850hPa面の気温とAMeDAS各地点との相関係数の分布から、沿岸部でその値が高い反面、内陸で低いという結果を得た。これらの事実から内陸部では仙台の850hPa面の気温に左右されないということが示唆される。

キーワード : AMeDAS, 月最低気温, 1月, 東北地方, 総観場

Keywords : AMeDAS, monthly minimum temperature, January, Tohoku District,
synoptic pattern

1. はじめに

東北地方における冬季の日最低気温分布については、緯度が増すにつれて気温が低下するように見受けられがちであるが、実際は沿岸部の地域よりも内陸の盆地ほど低温になる傾向のあることや(小林, 1971, 近藤ほか, 1983), 同じ緯度でも奥羽の脊梁山脈を境として太平洋側が日本海側に比べて低温であることなどの特徴がある。最も低温を示す地域は岩手県内陸部と福島県会津地方の山間部に認められるものの、日本海側の沿岸部では緯度が増すにもかかわらずそれほど気温が低下しない(佐藤・浅見, 1988)。

また、日々の気温の変動に注目した場合、どのような総観場のもとで東北地方が相対的に低温になるのかを知る必要がある。しかしながらこの点については、未知な部分が多く、県単位また地点間で日最低気温の予測式を経験的手法から構築している程度にとどまり(角野, 1961など), いずれもメソ・スケール程度の地域的広がりをもつ分布論とその総観場に関して議論を加えていない。

筆者は先の研究(千葉, 1997)で、1月の月最低気温の発生起日の空間分布を示し、東北地方のすべての地点が同一の日に月最低気温を記録しているわけではないことを示した。加えて月最低気温を記録するような日の前夜には北海道上空まで寒気が流入し、かつ風速も弱くなっているという結果も得ている。

ところで、冬季に気温がより低下する日の総観場の条件として、①寒気流入の状況、②地表面付近で

の風速の大小, ③夜間の天候, ④積雪の有無などが想定される。しかしながら, これら個々の条件の吟味も必要であるが, まず総観場についての検討が先決となる。

そこで, 本研究では東北地方を中心とした地域で, 1995年1月に月最低気温を記録した日の総観場の特徴を把握するため, 以下の点を検討した。それらは①月最低気温の発生日分布の同時性と500hPa面の等温線の分布パターン, ②500hPa面での代表的な低気圧の移動経路, ③地上気温と対流圏下層の気温との関連性を解くねらいから, 仙台(09時JST)での850hPa面の気温と, 各地点の日最低気温との相関係数の分布などの比較である。

2. 資料と方法

解析対象地域は, 筆者の研究(千葉, 1997)と同様に, 新潟県を加えた北緯37度以北の東北地方とした。使用したデータは, 解析対象地域内に位置するAMeDAS地点169箇所の気温特別値で, 解析対象期間は1995年1月とした。その理由は, 1996年から1995年の東北地方の気象官署17地点における日最低気温の1月の平均値を検討した結果, 1995年1月の値が最近の5年間のなかで30年間の平均値にはほぼ近い値を示していたからである(図1)¹⁾。本研究では, 年々の変動に起因するノイズを除去するため, 複数年のデータを使用しなかった。また, 解析に際して最低気温を扱う性格上, 気温の値は高度補正を施さず使用した。

はじめに, 月最低気温を記録した地点数が多い日を解析対象日と設定し, その日に月最低気温を記録した地点の空間分布を示す。つづいて解析対象日の前日21時JSTの500hPa面高層天気図から, 便宜的に -42°C , -36°C , -30°C の各等温線を選び出し, その分布状況と低気圧の移動経路の総観場について解析した。最後に, 地上と対流圏下層の気温との関連性に注目してその地域差を明らかにする。

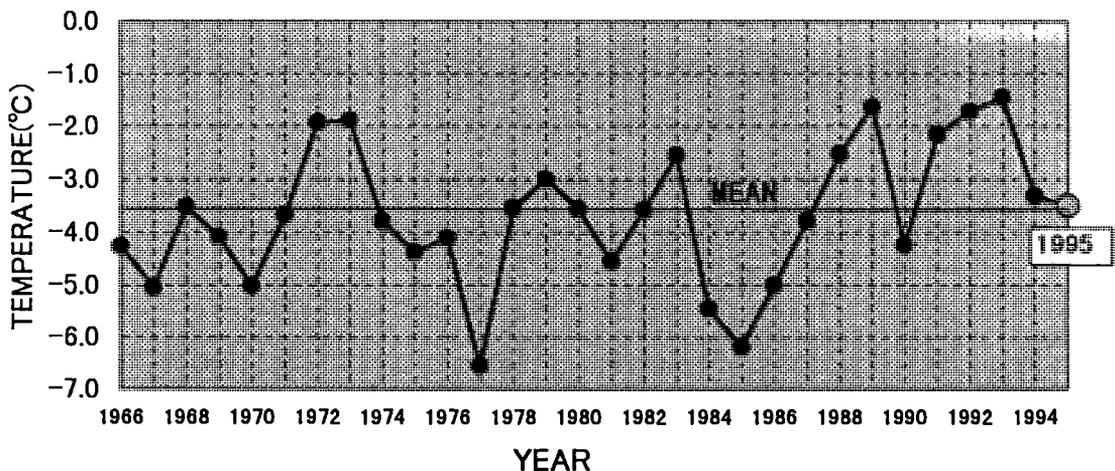


図1 東北地方における日最低気温月平均値の経年変化(東北地方の気象官署17地点の平均値)

3. 結果

最初に, 本研究で扱った1995年1月の日最低気温の月平均値の分布を図2に, 同月の月最低気温の分布を図3にそれぞれ示す。前者の月平均値の分布図の様相は, すでに仙台管区気象台(1957)が示した平年値の分布と大差がない。後者の月最低気温の分布も, おおよそ月平均値を表した気候図の様相と類

似している。しかしながら、より局地性を反映しているので、等温線の閉曲している箇所が内陸部に認められる。特に、この月に -14°C 以下を記録している区域は、小島(1973)が主成分分析を用いて示した東北地方の詳細な気候区分の「表日本内陸小雪寒冷地帯」とおおむね一致する。

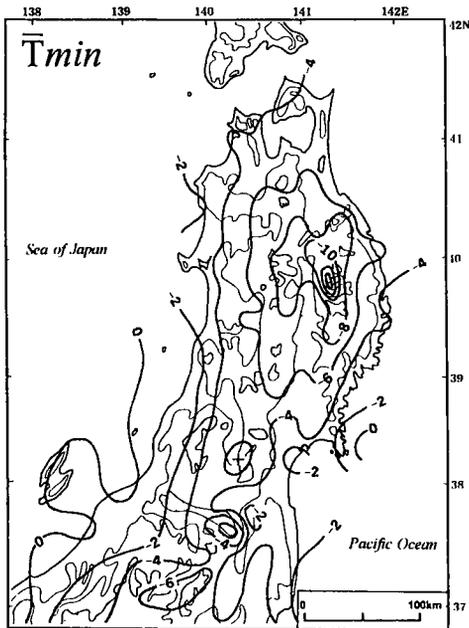


図2 日最低気温の月平均値分布(1995年1月)($^{\circ}\text{C}$)
(等高線は200、1000m、以下の図も同じ)

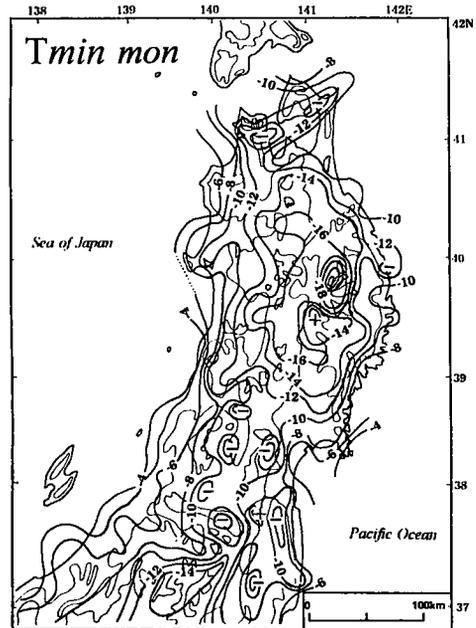


図3 月最低気温分布(1995年1月)($^{\circ}\text{C}$)

表1 1995年1月の月最低気温の順位

順位	地点名	県名	最低気温($^{\circ}\text{C}$)	高度(m)	起日(日)
1	藪川	岩手	-24.0	680	17
2	区界	岩手	-19.7	760	28
3	軽米	岩手	-18.9	153	17
4	江刺	岩手	-17.8	42	27
4	沢内	岩手	-17.8	327	21
6	雫石	岩手	-17.7	195	12
7	岩手松尾	岩手	-17.5	275	17
7	奥中山	岩手	-17.5	430	17
7	湯本	福島	-17.5	640	28
10	湯田	岩手	-17.3	250	21

表1に、月最低気温の値とその起日ならびに地点を、低いほうから10位までそれぞれ示した。最も低温な地点は岩手県岩手郡玉山村の藪川で、 -24.0°C を記録している。この藪川の気温がとりわけ低いことは菊地(1995)、近藤(1987)などの指摘を待つまでもなくよく知られている。藪川に次ぐ順位の地点は、 -19.7°C を示した岩手県下閉伊郡川井村の区界で、藪川との差は 4°C 以上もある。他の地点と比

較して相対的に低温である地点の多くは、岩手県内の内陸部に認められる。しかしながら、標高が1000 mを超えるような山岳の観測地点が、この10位の中に全く含まれていない事実も注目値する。

他方で、月最低気温の高い地点は主に沿岸部に位置しており、しかも太平洋側と比較して日本海側がより沿岸部から内陸に入ったところまで高温を示す傾向にある。その理由は北西の季節風とその雪雲の影響で、放射冷却現象が発現しにくいからであると推定される。なお、月最低気温の値が最も高い地点は佐渡島の相川（新潟県佐渡郡相川町）で -2.3°C であった。さらに日本海に浮かぶ飛島（山形県酒田市）や粟島（新潟県岩船郡粟島浦村）、あるいは太平洋女川沖の江ノ島（宮城県牡鹿郡女川町）などの島嶼部も相対的に高温である。

さて、千葉（1997）では、1995年1月において、月最低気温を記録した地点の多い日がいつであったかを調べている。その結果から、月最低気温を記録した地点数が全体の6%を超える²⁾1995年1月17日、18日、21日、27日、28日の5日間を典型例として、前日21時JSTの寒気流入の特徴を以下に述べる（図4）。太平洋側で相対的に低温になった17日（P型）の500hPa面では、北海道の南部まで -42°C 以下の寒気が舌状に南下した。一方で、日本海側の内陸で月最低気温を記録した地点の多かった21日（J型）は、 -42°C 以下の等温線がオホーツク海中部まで北上し、冬型が一時的に弱まっていた。このように日本海沿岸地域では、冬型の気圧配置に支配されると、降雪が認められるため放射冷却現象による気温の低下は期待できない。18日（N型）では、 -42°C 以下の地域はオホーツク海北部まで後退しており、冬型が弱まっている。同様に、27日（Ss型）、28日（Sn型）に月最低気温を記録した日の500hPa面の -30 、 -36 、 -42°C の等温線の進出状況も検討した。両日とも沿海州の南部から朝鮮半島北部にかけて -42°C 以下の寒気が存在が認められており、このようなパターンでは、新潟県や福島県の内陸部といった東北地方南部で低温を示す傾向がある。

次に、東北地方に影響を与える寒気の位置を表現するにあたって、その追跡が寒気を中心よりも容易に行なうことができる500hPa面の低気圧の動向に着目した³⁾。それに関して、1月中旬以降に日本付近を通過し、確実にその移動経路を識別することができる事例について、移動経路図を作成してその対応関係を考察した（図5）。それによれば、東北地方で相対的に低温になる日の500hPa面における低気圧は、日本海北部あるいは千島に位置し、北海道付近に擾乱は存在していない。500hPa面での低気圧の存在は、地上の風速に少なからず影響を及ぼすものと考えられる。したがって、このことが、地表面が静穏であるという条件の必要性を示唆していると筆者は考えた。

結果として、P型とJ型の共通点は500hPa面の低気圧が日本海北部に位置することであり、逆にそれらの相違点は、前者では極からの寒気が北海道南部まで舌状に南下していること、そして後者ではそれが認められないことである。N型とJ型はともに冬型が弱まっている際のパターンであり、S型は寒気を中心が朝鮮半島北部の日本海沿岸付近まで南下したときに発現する。以上から日本海側で相対的に低温となる日は、冬型の気圧配置が弱い時であると説明できる。

つづいて、1995年1月における寒気の消長の全体像を把握する意図から、仙台の850~400hPaにおける21時JSTの高層データの時系列を解析した（図6）。先で触れた5日間のうち21日を除いて、該当日の1~3日前の500hPa面に寒気が流入しており、かつ仙台の風速は下層ほど弱くなっていた。したがって、とくに太平洋岸で月最低気温を記録する地点が多くなる条件は、強い寒気が進出するとともに

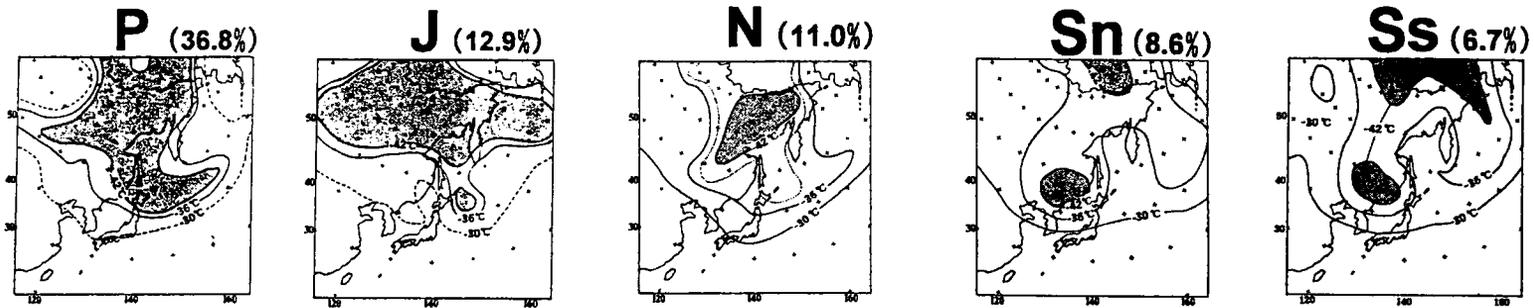


図4 各タイプ別 (P～Ss型) の500hPa面における -30°C 、 -36°C 、 -42°C の等温線分布図と該当日に月最低気温を記録した地点の分布 (タイプの右に示した数字は、当日に月最低気温を記録した地点数の全体に占める比率を表わす)

対流圏下層の風速が弱まるということであり、そこから放射冷却現象が促進される可能性の強いことが示唆される。しかもその際、500hPa面への寒気流入から2～3日のタイムラグを伴うことになる。

さらに、地上気温と標準気圧面の気温との相関係数の変化を図7に示した。日本海側と比較して大気が乾燥している⁴⁾ 仙台の21時JSTの地上気温と1000～200hPaまでの標準気圧面気温との相関係数の変化を1995年1月の毎日のデータから考察した。当然のことながら相関係数の値は、地上から上空へと距離的に遠くなるほど小さくなる傾向にあるものの、細かく見ると、800hPa面と700hPa面の間で若干の値の低下が見られる。さらに400hPa面以上ではその値が激減し、やがて300hPaと200hPaの各面では、負相関に転じている。

その結果から、500hPa面への寒気流入と地上気温との関連性がある程度明らかになったが、地点あるいは地域の個性を含めた関連性の大小は明らかではない。そこで、各地点の日最低気温と仙台の850hPa面(09時JST)の気温との相関係数分布を図8に示す^{5) 6)}。これによると、相関係数の値は太平洋側、日本海側を問わず島嶼部や海岸部で大きく、内陸部の地点ほどその値が低下する傾向にある。この図は各地点と仙台との相関関係を示しているので、仙台周辺でその係数が高い値を示していることは当然である。しかしながら、ここで筆者が注目した点は、仙台から距離的に遠い地点でもそ

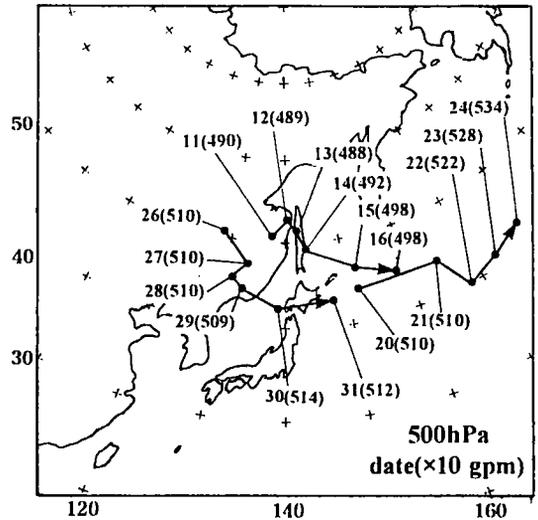


図5 1995年1月中・下旬の代表的な500hPa面低気圧経路(数値は、日付および高度(括弧内)を示す)

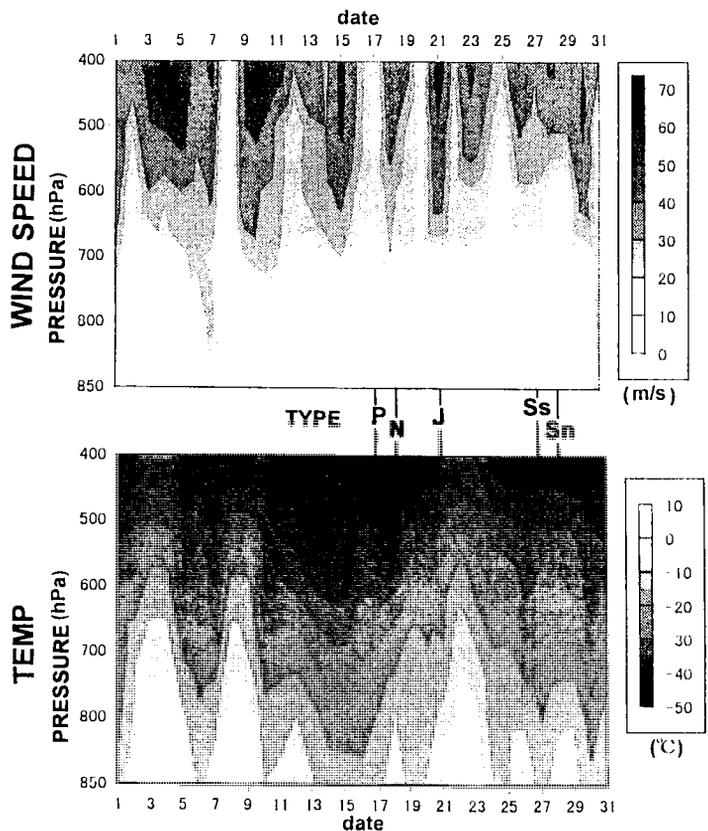


図6 1995年1月の仙台(09時JST)における各指定気圧面高度の気温と風速の変化

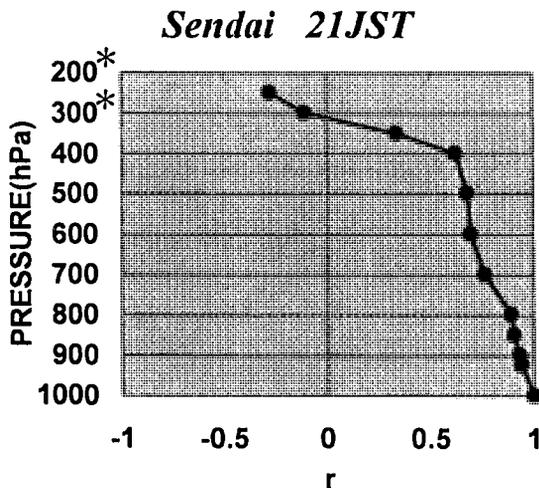


図7 仙台(21時JST)における地上気温と各標準気圧面の気温との相関関係(r)の高度変化(*は有意水準5%で有意ではないことを示す)

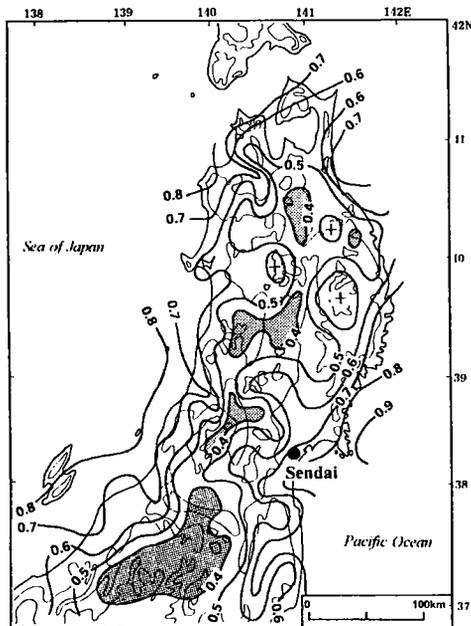


図8 仙台(09時JST)850hPa面の気温と各地点の日最低気温の相関関係(r)の分布(相関関係の値はすべて正、網掛け域は相関係数+0.4以下を表す)

の値が+0.8以上と大きい値を示している地域の存在である。たとえば、青森県深浦や新潟県佐渡島の日本海側沿岸部には+0.8以上、また青森県の今別、大間をはじめとした海岸部では+0.7以上を表す等値線が認められる。つまり仙台から遠方の地点であっても、沿岸部、それも日本海側の地点であるならば、仙台における850hPa面の気温との関係が深いという事実が示された。

その一方で、相関係数の値が+0.4以下を示す地点は、青森県南部の内陸部、岩手・秋田県境のJR北上線の谷沿いから横手盆地にかけて、新庄盆地と福島県会津地方から新潟県県境にかけての地域に認められた。しかも+0.5以下の等値線はしばしば、青森県や岩手県で脊梁山脈よりも東側へせり出している。仙台における850hPa面気温との相関が低いこれらの地点は、そのほとんどが内陸の盆地内に位置している。これらの地点では、一般風の影響をそれほど大きく受けずに独自の循環系を形成していると考えられる。

4. まとめ

1. 月最低気温の発生起日の分布は、東北地方のスケールで論じる場合、必ずしも同一の日に記録されているわけではない。解析を試みた1995年1月においては、17日には主として太平洋側で、21日には日本海側で、そして27、28日には東北地方南部から新潟県にかけての地域で、それぞれ月最低気温を記録した地点が分布している。

2. 500hPa面の等温線分布に着目した場合、北極からの寒気が北海道付近まで南下している日には、太平洋側で月最低気温を記録し、冬型が緩み季節風が弱まった日には、雪雲が消失して日本海側で月最低気温が記録される。

3. 500hPa面での低気圧の移動経路に注目すると、北海道付近に低気圧が位置しない日に東北地方各地で月最低気温を記録する傾向にある。

4. 仙台の850hPa面の気温と各地点の月最低気温との相関係数の値は、沿岸部で大きく、内陸部で小さい傾向にある。相関係数の値が小さい地点は、寒気の影響を受けにくい地点であると考えられる。

【注記】

- 1) 月最低気温を記録した地点数が全体の6%以下の日は、その地点が散在して分布しているため、本研究では扱わなかった。
- 2) 東北地方の全気象官署における1月の日最低気温の30年間平年値は -3.7°C であった。1995年の1月の日最低気温の平均値は -3.5°C であり、平年値との差は 0.2°C である。
- 3) 500hPa面における21時JSTの高度は、仙台で5,344 m、秋田で5,296 mであり、同様に気温も仙台で -30.2°C 、秋田で -32.7°C であった（1995年1月の平均値）。
- 4) 850hPa面における21時JSTの相対湿度は、仙台で75.4%、秋田で80.6%であった（1995年1月の平均値）。
- 5) 解析に850hPa面の気温を使用した理由は、相関係数の値の範囲が広く、地域的な特徴がより明確に表現できたからである。
- 6) 有意水準5%で検定した結果、有意でない地点の多くは各県の内陸部に点在している。

【謝辞】

本報告は、1997年日本農業気象学会東北支部大会（青森県上北郡十和田湖町）の発表を骨子とし、それに同年10月の日本地理学会（愛知大学）にて発表した内容を追加したものである。本研究を進めるに際して法政大学地理学教室佐藤典人先生にご指導いただきました。農業環境技術研究所の山川修治先生、日本大学地理学教室の前島郁雄先生、山添 謙氏からは、本研究への有益なアドバイスを賜りました。本研究では気象庁提供のCD-ROMのAMeDAS観測日報と高層観測年報を使用しました。

【参考文献】

- 青山高義（1987）：東北日本の気候水文水収支について。地学雑誌，96，64-71。
加藤正通（1982）：東北地方における気温分布予測。研究時報，34，185-199。
菊地 立（1995）：厳冬の里かけ巡り。季刊地理学，47，144-147。
小島忠三郎（1973）：主成分分析による東北地方の詳細な気候区分。農業気象，29，165-172。
小林善博（1971）：東北地方における気温の地理的因子について。研究時報，23，329-338。
近藤純正（1982）：複雑地形における夜間冷却—研究の指針—。天気，29，935-949。
近藤純正（1987）：「身近な気象の科学」。pp40-47。東大出版会。
近藤純正・森 洋介（1982）：アメダス（地域気象観測所）データを用いた夜間冷却両の解析と最低気温予報式(1)。天気，29，1221-1233
近藤純正・山沢弘実（1983）：夜間の地表面放射冷却と積雪および日本各地の最低気温の極値について。天気，30，295-302。
佐藤典人・浅見邦彦（1988）：東北地方における日最低気温分布について。法政大学地理学集報，15，1-13。
鈴木力英・河村 武（1995）：日本上空300hPaまでの気温逆転層。地理学評論，68，779-791。
角野迪夫（1961）：宮城県の最低気温分布の推定について。天気，8，226-230。
仙台管区気象台（1957）：「東北地方の気候」，381p。
千葉 晃（1997）：東北地方における1月の最低気温と地理的因子との対応。法政大学大学院地理研究，4，15-20。

寒冷な北東気流の監視を目的とした 東北地方と韓国東海沿岸地域における気象観測

林 陽 生*・鳥 谷 均*・後 藤 慎 吉*・
菅 野 洋 光**・鄭 英 祥***

- * 農業環境技術研究所環境資源部
- ** 東北農業試験場地域基盤研究部
- *** 韓国江原大学校農業生命科学大学

Observation for weather watch on cold Northeasterly wind
in the Tohoku region and the east coast of Korea

Yousei HAYASHI*, Hitoshi TORITANI*, Shinkichi GOTO*,
Hiromitsu KANNO**, and Yeong-sang JUNG***

- * National Institute of Agro-Environmental Sciences, MAFF, Japan
- ** Tohoku National Agricultural Experiment Station, MAFF, Japan
- *** College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University, Korea

1 はじめに

1998年の地球上の平均気温は観測史上最高を記録した。これは地球規模での温暖化の進行を裏づけるものと考えられている。同時に、世界の各地域で異常気象の発現する頻度が増加している。実際に北東アジアでは、1980年と1993年に大規模な冷夏、1994年には猛暑となるなど年々の変動が著しい。これらの環境変動および人口増加、農耕地面積の減少などの変化が食糧生産へ及ぼす影響の解明は、従来にも増して重要となろう。

作物の生産量の年々変動を考える場合には、冷夏との関係解明が欠かせない。本報告は、日本と韓国で同時に発生する水稲収量変動と密接に関係する、オホーツク海高気圧から南下する寒冷な北東気流(東北地方ではヤマセ、韓国ではノプセー脊梁山脈の西側に発生するフェーンを伴う風-の発生源として位置づけられる)の特徴を知るために、両国に設置した気象ロボットの観測の初期的な解析結果について示す。

2. 観測を実施する背景

2-1. 近年の水稲収量変動と分布の実態

最近25年間における日本(県別)と韓国(道別)の水稲収量変動の標準偏差を求めると、その値は東北・北海道地方で際立って大きく、特に東北地方の太平洋側で1t/haに達する(両国のこの他の県・道では0.3t/ha~0.7t/ha)。このことは、日本と韓国の水稲収量変動を推定するに際して、東北地方の収量変動と気象の偏差との関係解明が大きな役割を果すことを意味している。

日本と韓国における、1969年～1996年の水稻収量の年々変動を図1に示す。平均収量は日本の方が若干多いが、特に1980年と1993年の冷夏年に両国とも収量が減少している。詳細を見ると、1980年には韓国が、1993年には日本がより収量減少となっている。この点に関して、冷害を受けやすい品種が広範に栽培されていたこととの関係が指摘されているが、詳細は別の機会に譲る。

両国ついて、最近10年間の平均収量をもとに1993年の水稻収量偏差を求め、その割合を分布図に示した結果を図2に示す。この図によると、韓国の日本海（東海）側に面した江原道で-26.0%（収量；2.97t/ha）、その南に隣接する慶北道で-22.7%（収量；3.37t/ha）と非常に減少した。これに対して、韓半島の西側の京畿道ではむしろ増加するなど東西のコントラストが明瞭に現れた。

一方、日本の東北地方でも、太平洋側の岩手県で-67.7%（収量；1.52t/ha）、また宮城県で-60.3%（収量；1.87t/ha）と極めて減少したが、日本海（東海）側の秋田県では-14.6%（収量；4.80t/ha）、山形県では-19.2%（収量；4.59t/ha）となり、韓国と相似の東西分布が現れた。

2-2. 総観スケールの気象

もう一つの重要な点は、東北・北海道地方で収量変動の標準偏差が大きくなる要因が、北東アジアにおける総観スケールの気候システムの消長と深く関係している点である。これに関する研究が工藤（1984）および木村（1995）によりおこなわれ、オホーツク海高気圧からの寒冷な気流がほぼ同時に東北地方の太平洋側と韓半島の東海（日本海）側に達する現象が明かになった。言うまでもなく、前者はヤマセであり、後者はノブセの発生源となる気流である（Choi et al., 1997）。

ト蔵（1998）は、1976年以降に発生した代表的な東北の冷害の実態を整理し、その中で1980年に被害が大きかったことを示している。この年に韓国でも大規模な被害が発生した。坪井（1981, 1983）は農作物の被害が主に韓半島東海（日本海）側の地帯に集中した実態をオホーツク高気圧の南限の低緯度への張り出しと関連付けて報告している。また、山川（1997）は、極東地域でブロッキング高気圧が発達しフィリピン北東沖の対流活動が弱い場合に、東北地方が寡照となりやすいことを示している。

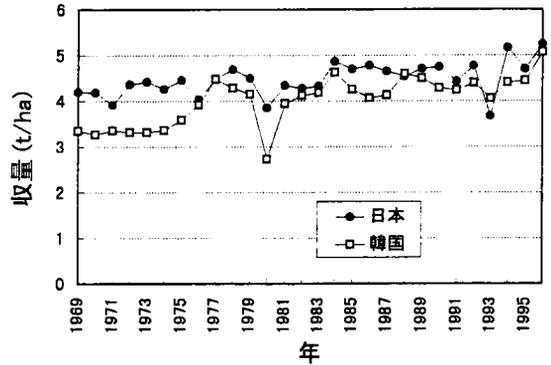


図1 日本と韓国における水稻収量の経年変化

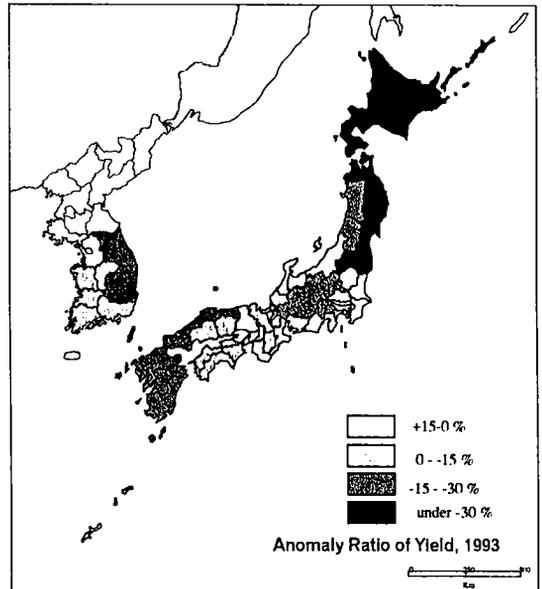


図2 日本と韓国における1993年の水稻収量偏差の割合の分布
濃い影の地域（日本は県，韓国は道）ほど、減収の割合が大きい

この他、典型的な冷夏となった1993年夏季の雲バンドの位置などの情報を考慮し、日本・韓国周辺地域における冷夏時の気象の特徴を図3に示す。これらの特徴に注目して、日本の東北地方と韓国の東海（日本海）側で詳細な気象の変化を観測することにより、寒冷な北東気流の発生の同時性とそれが水稻収量変動へ及ぼす影響が明らかになることが期待される。

3. 観測地点と研究方法

日本の東北地方の4地点（岩手県内の山口、霧畑、袖山および秋田県の大潟）、と韓国北部の東海（日本海）に面した江原道ヤンヤンにロボット気象観測装置を設置した。各点の位置の概略を図4に、地理的な特徴を表1に示す。日本国内の地点の観測は1998年7月中旬に開始した。韓国のヤンヤンでは、1997年に予備的な観測を始め、1998年4月から日本で予定された観測と同一装置を使い本格的に開始した。いずれの地点のデータも、電話回線を利用して研究室において定期的にデータを回収した。

観測要素は、風速、風向、気温、地温、相対湿度、日射量、降水量、格納ケース内温度、バッテリー電圧である。観測値は、国内4地点の場合は10分毎、ヤンヤンでは30分毎にデータロガーに収録した。いずれの地点も電源は太陽電池パネルと蓄電池の組み合わせで通年観測が可能である。

本報告では、東北地方の4地点のなかから、山口、大潟の2地点、それにヤンヤンを加えたの3地点の1998年7月11日～10月28日における観測値を解析した結果について示す。

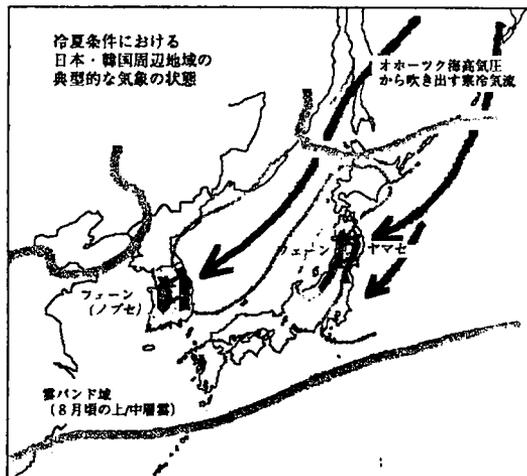


図3 日本と韓国周辺における冷夏の気象条件の概念図

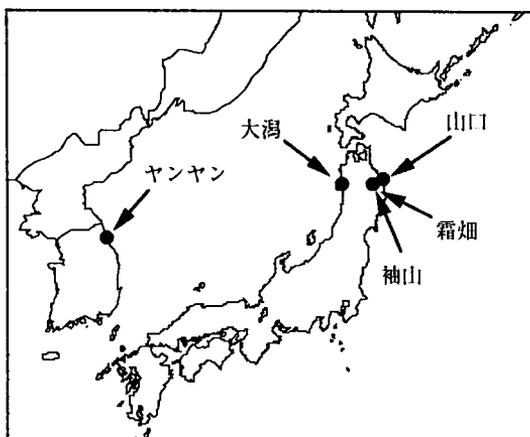


図4 観測地点の位置の概要

表1 気象観測地点の地理的位置と特徴

地点名	緯度/経度	標高	その他の特徴
山口	141°43′ 40°11′	25m	太平洋側に位置し、ヤマセ時に寒冷な北東気流に面した地点。
霧畑	141°43′ 40°07′	320m	山口から約20km 西南西に入った北上山地の東向き斜面に位置する。
袖山	141°32′ 40°01′	1130m	北上山地のほぼ最高標高地点。ヤマセが脊梁山脈を越えるか否かを判定する目的で設置。
大潟	139°58′ 40°01′	2m	日本海に面し、山口とは脊梁山脈を挟み反対側に位置する。
ヤンヤン	128°23′ 38°04′	1m	韓国の東海(日本海)に面した。北朝鮮との国境付近。ヤマセと類似の寒冷な北東気流に面した地点。

4. 観測結果

4-1. 日平均気温の変動

1998年7月11日～10月28日について、山口、大湊、ヤンヤンの3地点の日平均気温の比較を図5に示す。図には同時に菅野(1993)の定義によって判定したヤマセ日を日付の上の●で、またその前後の境界を実線で示してある。ここで、ヤマセ日とは、八戸における毎時風向が18回以上N～SSEであり、かつ日平均気温偏差が負になる日である。

図5によると、期間の始めから9月始めにかけてヤマセ日が頻繁に現われた。この期間のヤマセ日発現頻度は、冷害年に匹敵するほどである。山口と大湊の気温を比較すると、8月中旬ころまでは変動幅が大きいと同時に太平洋側に位置する山口の気温が東海(日本海)側の大湊より低い特徴が明瞭に現れている。8月中旬以降は、両地点の気温はほぼ等しく、ヤマセの影響がほとんど無くなっていることが推測される。

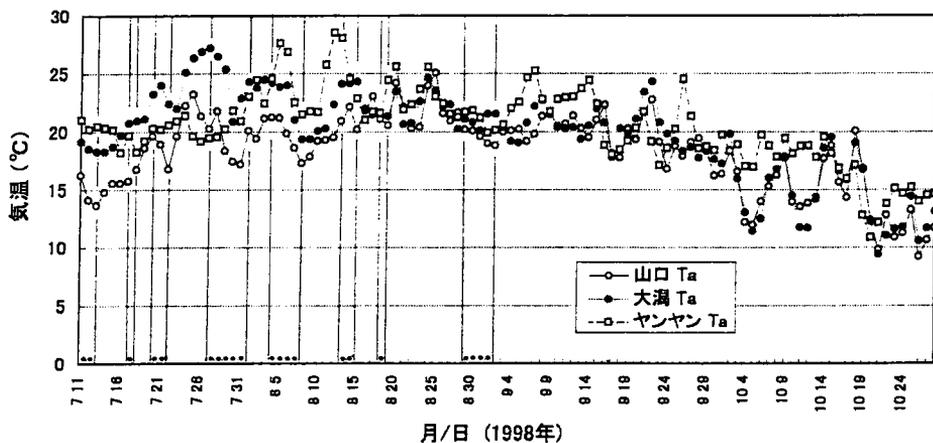


図5 山口、大湊、ヤンヤンの日平均気温の変化(7月11日～10月28日)

4-2. ヤマセ発生時の時別データの比較

解析期間中のヤマセ日のなかで、気温の年平偏差が最も低下した7月11日～13日の期間について、3地点(山口、大湊、ヤンヤン)の風向、風速、気温、日射量、相対湿度の30分毎の変化を図6、図7、図8、図9、図10に示す。

まず風向(図6)を見ると、最も典型的なヤマセ日と判定された7月12日の日中(6時～19時)には3地点とも北東～東(45°～90°)の範囲である。12日の日中の気温(図8)を見ると、海から吹く北東～東風に面した山口とヤンヤンでは気温上昇は非常に小さい。両地点では日射(図9)も少なく、相対湿度(図10)も高い状況が明かである。この時大湊では風速(図7)がかなり強くまた気温上昇が大きい。同時に日射量(図9)が多く、相対湿度(図10)は低下していることから、フェーンが発生していたと考えられる。

7月11日は、山口とヤンヤンでは降雨があったため、気温の変化は小さい。13日は大湊とヤンヤンでは晴れ～快晴となり、風向変化から明らかのように、両地点でそれぞれ海陸風が発達していたと考えられる。山口ではこの日も東北東の寒冷な気流が吹き込み日射量も少なく、前日に引き続いてヤマセが卓越していたことがわかる。

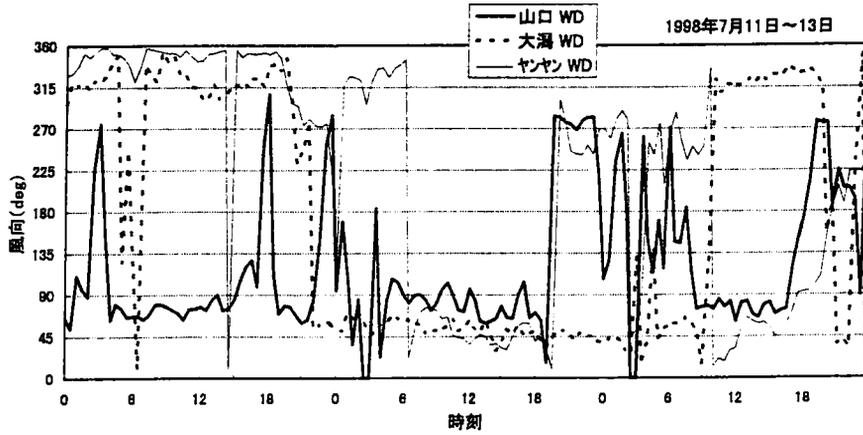


図6 山口, 大潟, ヤンヤンの風向の変化 (7月11日～13日)

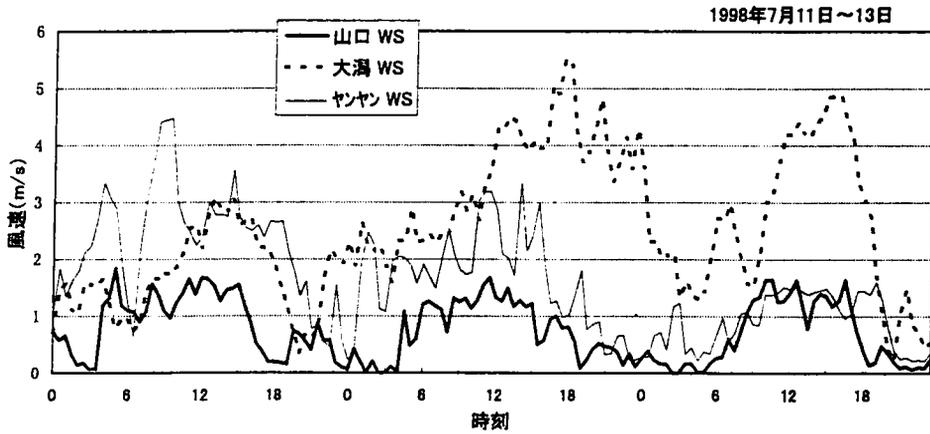


図7 山口, 大潟, ヤンヤンの風速の変化 (7月11日～13日)

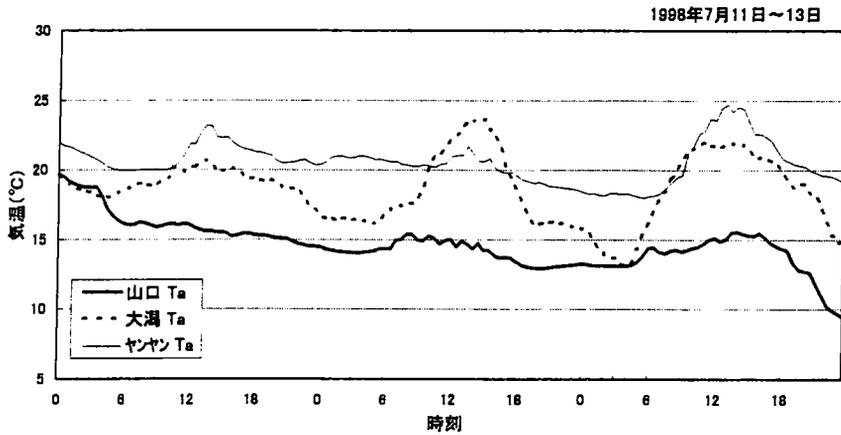


図8 山口, 大潟, ヤンヤンの気温の変化 (7月11日～13日)

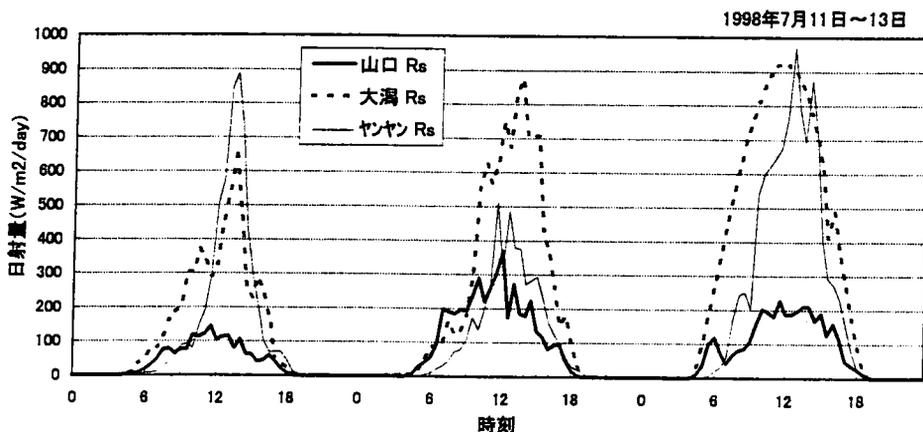


図9 山口，大湊，ヤンヤンの日射量の変化（7月11日～13日）

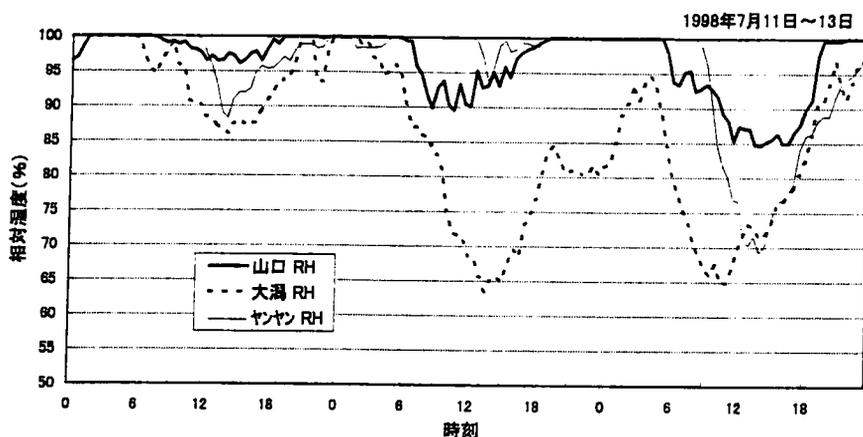


図10 山口，大湊，ヤンヤンの相対湿度の変化（7月11日～13日）

5. まとめ

オホーツク海高気圧から吹き出した寒冷な気流が、それぞれ別の経路を南下して東北地方の太平洋側と韓半島の東海（日本海）側に達することが知られている。この実態を明らかにするため、両地域を代表する地点にロケット気象観測装置を設置し、10分あるいは30分毎で各種気象要素を測定した。測定値は、電話回線を利用し農業環境技術研究所と東北農業試験場にて回収した。

初期的な解析をおこなった結果、東北地方の太平洋側で典型的なヤマセが発生すると、同時に韓国の東海（日本海）側でも類似の寒冷な北東気流が発生するなどの実態が明らかになった。

この観測を継続し解析をすすめることにより、冷害の地域性や同時性を解明するための基盤的情報が得られるだろう。

謝 辞

本研究は、農業環境技術研究所、東北農業試験場および韓国江原大学校農業生命科学大学の協力による「日韓における水稲収量変動の特性解明と純一次生産力評価モデルによる変動予測」(科学技術庁振興調整費国際研究, 平成8年～10年)の一部として実施した。

国内における観測に際し、東北農業試験場小沢 聖気象評価制御研究室長および秋田県農業試験場太田 健主任研究員に援助頂きました。また、韓国における観測装置の設置などに関し、クリマテック寄崎哲弘氏に援助頂きました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- Choi, S.S., Moon, S.E., 1997: Climatological characteristics of the Nopsae Wind. 韓国気象学会誌, 33, 88-97.
- 菅野洋光, 1993: 青森県八戸におけるヤマセと海風の気温・湿度の差異とその季節変化. 天気, 40, 751-757.
- 木村龍治, 1995: ヤマセの地球流体力学的側面. 気象研究ノート, 日本気象学会, 第183号, 91-105.
- 工藤泰子, 1984: 典型的なヤマセ時のオホーツク海気団の特性. 天気, 日本気象学会, 31, 411-419.
- 坪井八十二, 1981: 韓国の1980年冷害と今後の対策研究の方向. 農業気象, 37, 127-133.
- 坪井八十二, 1983: 韓国の稲作と異常気象. 天気, 27, 25-28.
- ト蔵健治, 1998: 東北地方における水稲の冷害対策の進展. 農業気象, 54, 267-274.
- 山川修治, 1997: 北日本における夏季天候の前兆を示す指標について. 日本気象学会1997年春季大会講演予稿集, 71, 117.

ヤマセ気象が水稻の生長に及ぼす影響の解析 ～ビデオカメラを用いた水稻の投影面積計測～

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***

(*北里大学獣医畜産学部, 青森県十和田市 034 - 8628, **青森県農業試験場藤坂支場,
青森県十和田市 034 - 0041, ***青森県農業試験場, 青森県黒石市 036 - 0389)

Analysis of Yamase weather effects on rice growth
～Measurement of projected image area of rice plant using a video camera～

Hideo MINAGAWA*, Makoto OGAWA*, Hiroki NAKABAYASHI*, Eiji SAKAIYA**,
Norihisa KINOTA*, ZENZO OYAMADA**, and Kodo ANAMIZU***

(* School of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Kitasato University, Towada
Aomori 034 - 8628, ** Fujisaka Branch, Aomori Agricultural Experiment Station
Towada, Aomori 034 - 0041, *** Aomori Agricultural Experiment Station, Kuroishi
Aomori 036 - 0389, Japan)

ビデオカメラを用いてヤマセが水稻の生長に及ぼす影響を調べた。青森県農業試験場藤坂支場の水田で1996年7～9月と1997年6～7月の2年にわたり実験を行った。1996年の実験ではビデオカメラで水稻を4方向から撮影するため水田に足場を2本設け、その間の水稻3株を実験に供した。水稻の生長指標として、水稻の映像を画像処理して求めた投影面積、莖数、葉数の3種を選び、これらを7日毎に測定した。気象要素として気温および水平面日射量を測定した。水稻を収穫した後、収量調査も行った。1997年の実験では水田に足場を4本設け、水田に入らず水稻6株を撮影できるように改善した。1996年は2～4日の短期のヤマセが3回、1週間前後の中期のヤマセが1回、計4回観測された。1997年は短期のヤマセが1回、中期のヤマセが2回、計3回観測された。ヤマセ発生時に投影面積の増加は鈍く、水稻の生長はヤマセにより抑制されたと推定される。日射量より気温が水稻の生長に及ぼす影響は大であった。水田に4本の足場を設けることにより、水稻に影響を与えず、ビデオカメラで容易に水稻を撮影できることがわかった。

キーワード：ヤマセ気象, 水稻, 生長指標, 投影面積, 画像処理。

Keywords: Yamase weather, Rice, Growth indicator, Projected image area, Image analysis.

1. はじめに

北東北地方の太平洋沿岸には春から夏にかけてヤマセと呼ばれる冷涼かつ湿潤な偏東風が吹く。この気象は低温と日照不足をもたらす、水稻に甚大な被害を与える。このようなヤマセによる水稻の被害を

軽減する有効な対策として施肥や深水の管理の徹底が指摘される。そしてこの管理の基本は水稻の生育を常時、定量化して把握することにある。本研究は、水稻の生長指標としてビデオカメラを用いた水稻の投影面積に注目し(皆川・林, 1997; 皆川・山田ら, 1997), これを用いてヤマセが水稻の生長に及ぼす影響を調べた。

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を使用し、1996年7月～8月と、1997年6月～8月の2年にわたり実験を行った。

1996年の実験では、図1に示したように、水稻をビデオカメラで撮影するため、水田に幅45cm、長さ3.6mの足場を2本架け、その間の水稻(品種:むつほまれ)3株を供した。水稻の生長指標として投影面積、葉数、茎数の3種を選んだ。投影面積は、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; CCD:57万画素, レンズ:F1.2, f=5.0～50mm)1台を用いて、比較的風速の弱い時間帯、ならびに日射が当たっても稲体を側方4方向から撮影できる位置4箇所をそれぞれ選び、ビデオカメラを手に持ち水平よりやや斜め上から稲体を撮影した(図1)。

撮影後、水面から上部の稲体の映像を、画素数512×480および白黒256階調の画像処理器(Edec, ED1611U)と16ピットのコンピュータ(NEC, PC-9801DX)とを用いて画像処理し、その投影面積の平均値を求めた。投影面積の算出は、撮影前後、黒色板に面積が既知の白色板を設置し、その画素と面積との関係を求め、これをもとに行った。なお稲体の投影面積は茎葉の表面積を意味し、この値は葉面積の約1/2に近い(皆川・林, 1997)。投影面積、葉数、茎数の測定は7日毎に行った。気象要素として気温、湿度、および水平面日射量を測定した。さらに水稻の収穫後、周囲の水稻との収量を比較するために収量調査を行った。供試水稻3株とその周辺にある水稻4株に計7株について全重、わら重、精籾重、粗玄米重をそれぞれ調べた。

1997年の実験では水田に架ける足場を4本に増やし、水田に入らずに水稻を撮影できるように改善した。供試水稻(品種:むつほまれ)は6株とし、計測項目および方法は1996年と同様である。

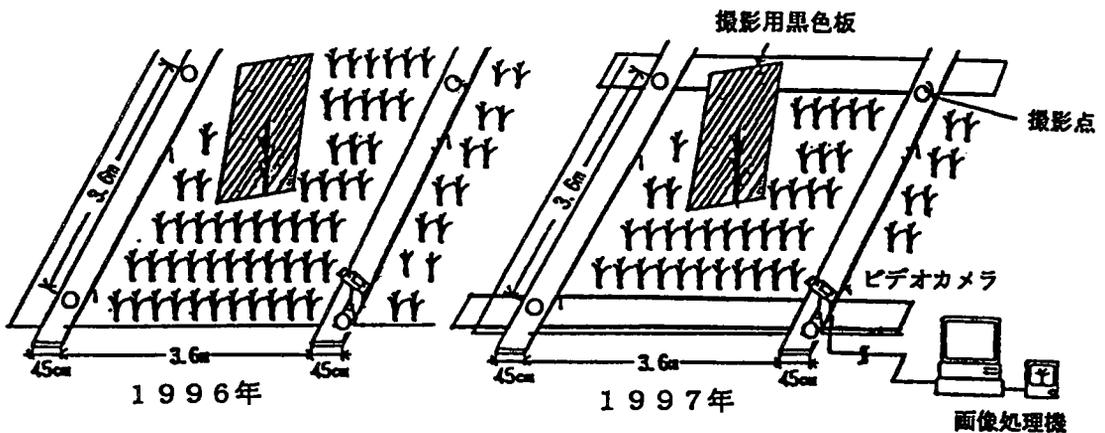


図1 水稻の投影面積撮影法

3. 結果および考察

3.1 ヤマセの発生期間

1996年と1997年にヤマセが発生した期間とそのときの日平均気温および日平均水平面日射量を表1に示した。1996年は2～4日の短期のヤマセ3回(①, ③, ④), 1週間前後の中期のヤマセ1回(②), 計4回観測された。1997年は短期のヤマセが1回(②), 中期のヤマセが2回(①, ③), 計3回が観測された。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 ヤマセ発生期間と気温・日射量

	期 間 (月 / 日)	日 平 均 気 温 (℃)	日 平 均 水 平 面 日 射 量 (MJ/m ²)
1996 年	① 6/11 ～ 6/12	12.3	3.7
	② 6/21 ～ 6/26	14.7	6.1
	③ 7/ 7 ～ 7/10	14.2	4.7
	④ 7/20 ～ 7/23	18.8	5.8
1997 年	① 6/ 1 ～ 6/ 9	11.7	9.6
	② 6/11 ～ 6/13	14.7	9.7
	③ 8/11 ～ 8/18	18.5	8.6

3.2 ヤマセが水稻の投影面積, 莖数, および葉数に及ぼす影響

1997年における水稻の投影面積の変化を図2に示した。投影面積の測定は定植後, 根の活着を確認してから行った。ヤマセ発生時には投影面積の増加が鈍く, 水稻の生長はヤマセにより抑制されたと推定され, とくに①のヤマセでその影響は著しかった。

ヤマセの影響をさらに詳しく分析するため, 前週の投影面積を基準に1週間毎の投影面積の増加割合を調べ, これを生長度合として図3に示した。①と②ヤマセ期間の生長度合は25%～57%と抑制されたが, 次の週には174%と急激な増加を示した。その後, 生長は鈍ったものの, 7月初旬まで

100%前後の高い生長度合を示した。このヤマセ発生のない期間の生長度合より判断して, ①および②のヤマセ発生期間直後の急激な増加にはヤマセの影響が関与したと推定される。7月中旬より供試水稻は穂ばらみ期に入り, 8月初旬に出穂した。このため穂ばらみ期および出穂期の生長度合は, それ以前

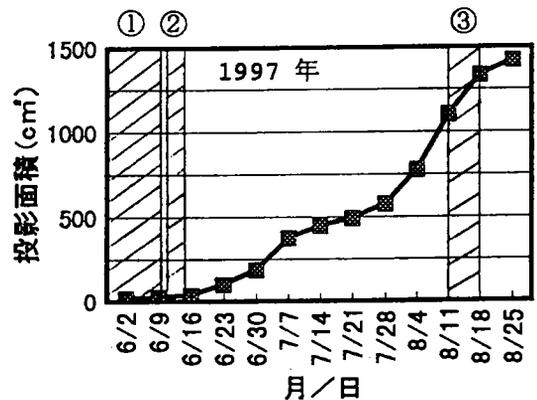


図2 水稻の投影面積の変化

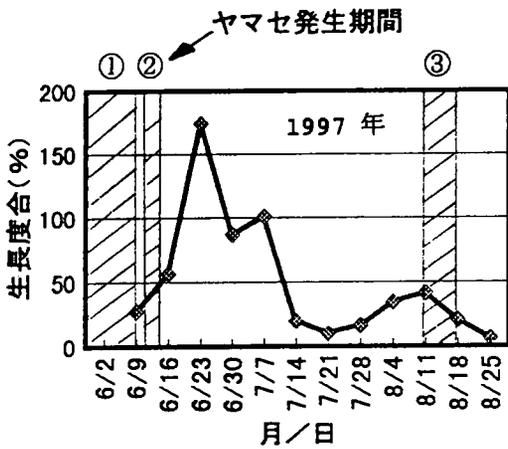


図3 水稻の投影面積の1週間毎の生長度合

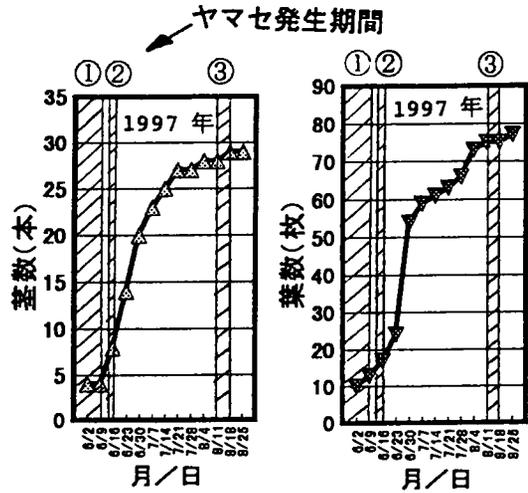


図4 茎数の変化

図5 葉数の変化

の分けつ期に比し著しく低下し50%以下となった。8月中旬に生長度合が増加したのは稲穂の発達によるものと推定される。このため③のヤマセ影響は少ないと判断された。

1997年における茎数および葉数の変化を図4および図5にそれぞれ示した。図2に示した投影面積の変化と比較すると、茎数は①のヤマセの影響を受けたと推定されるが、葉数についてはその影響は少ない。茎数、葉数とも7月よりその増大が減少し勾配が鈍る傾向が認められた。

3. 3 気温および日射量が水稻の投影面積に及ぼす影響

気象要素と水稻の投影面積との関係を知るため、1997年6月2日を基準として、積算気温および積算日射量と投影面積との関係を図6に示した。なお積算気温、積算日射量、および投影面積は、比較を容易にするため、それらの最大値を100、最小値を0とした相対値で表示した。なお①、②、および③ヤマセの発生期間はそれらの範囲が相対積算気温と相対積算日射量とで異なるが、その差は僅少であるため、図6には相対積算気温におけるヤマセ発生期間の範囲を示した。

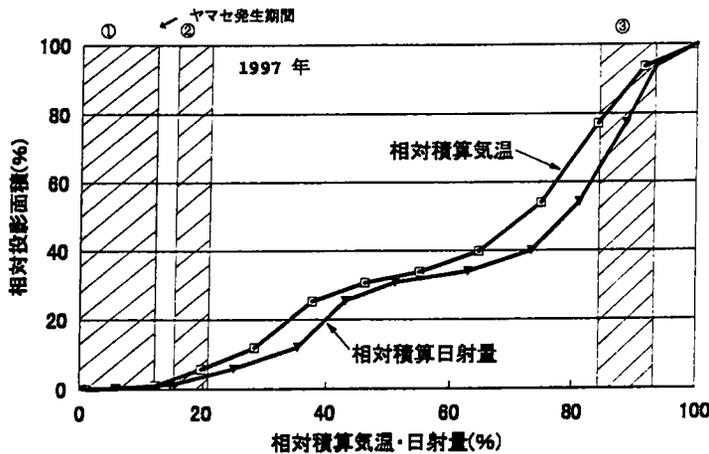


図6 水稻の投影面積の相対生長量と相対積算気温および相対積算日射量との関係

投影面積と気温との関係は、日射量との関係に比し、その差に変動があるものの、常にこれを上回った。このことは日射量より気温が水稻の生長に強く影響を与えたことを意味する。藤原(1972)は、水稻の登熟歩合に及ぼす日平均気温および月平均日照時間の影響を重回帰分析で検討し、気温が日照より大きい場合と、その逆の結果があり、結論はでなかったと報告している。今回の実験では日照の代わりに日射量を用いたが、水稻の生長に及ぼす気温の重要性の指摘は、皆川・山田ら(1997)の結果を再確認することになり、さらにヤマセ地帯では深水管理、すなわち稲体の保温が冷害対策として有効であることを強く支持するものとなった。

3. 4 水稻の収量

1997年の収量を1996年と比較して表2に示した。1996年の実験では供試水稻は周辺水稻に比べ収量の全項目について半減した。これは、水稻をビデオカメラで4方向から撮影する際、撮影位置によって人が水田に入る必要が生じ、このとき供試水稻の根を阻害したことが減収の原因と考えられる。このため1997年の実験では、水田の足場を2本から4本に増やし、水田に入らずどの位置からも水稻を撮影できるように改善した。その結果、供試水稻と周辺水稻との収量に大差は認められなかった。足場を4本設けることによりビデオカメラで容易に水稻を撮影できることがわかった。

表2 水稻の収量

(1997年)	全量 (g)	わら重 (g)	精籾重 (g)	粗玄米重 (g)
供試水稻1	61	21	40	33
供試水稻2	77	25	51	42
供試水稻3	55	20	35	29
供試水稻4	69	26	44	36
供試水稻5	75	28	46	38
供試水稻6	57	21	36	29
平均	66	24	42	35
標準偏差	±9	±3	±7	±5
供試水稻周辺1	55	23	32	26
供試水稻周辺2	48	17	31	25
供試水稻周辺3	53	19	33	27
供試水稻周辺4	69	25	45	37
供試水稻周辺5	60	22	38	31
供試水稻周辺6	53	19	34	28
平均	56	21	36	29
標準偏差	±7	±3	±5	±4
(1996年)	全量 (g)	わら重 (g)	精籾重 (g)	粗玄米重 (g)
供試水稻1	89	52	36	28
供試水稻2	100	50	44	35
供試水稻3	101	54	42	33
平均	96	52	41	32
標準偏差	±10	±3	±4	±9
供試水稻周辺1	175	80	86	66
供試水稻周辺2	166	75	84	66
供試水稻周辺3	182	83	91	71
供試水稻周辺4	169	78	86	63
平均	173	79	87	67
標準偏差	±15	±6	±6	±24

4. おわりに

- 1) 1996年は2～4日の短期のヤマセ3回(①, ③, ④), 1週間前後の中期のヤマセ1回(②), 計4回観測された。1997年は短期のヤマセが1回, 中期のヤマセが2回, 計3回観測された。
- 2) 水稻の投影面積の変化を調べた結果, ヤマセ発生時に投影面積の増加が鈍く, 水稻の生長はヤマセにより抑制されたと推定される。日射量よりも気温が水稻の生長に大きな影響を与えた。
- 3) 水田に足場を設けることにより, 水稻の収量に影響を与えず, ビデオカメラで容易に水稻を撮影できた。

引用文献

藤原 忠, 1972: 8・9月の気温・日照と登熟歩合との重回帰分析のころみ, 東北の農業気象, 17, 5-8.

皆川秀夫・林 行信, 1997: ヤマセ気象の予測とそれが水稻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: ヤマセ気象が水稻の生長に及ぼす影響, 東北の農業気象, 42, 7-10.

無加温環境と加温環境とで飼育した採卵鶏の成長および生産の比較

皆川秀夫・古田泰基・吉田明美・石渡孝至・匂坂 茂
(北里大学獣医畜産学部, 青森県十和田市 034-8628)

Comparison of Growth and Production of Layers Raised
in the Controlled and Non-controlled Thermal Environments
Hideo MINAGAWA, Hiroki FURUTA, Akemi YOSHIDA, Takashi ISHIWATA,
and Shigeru SAGISAKA

(School of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Kitasato University,
Towada, Aomori 034-8628, Japan)

採卵鶏を対象に経済的最適環境制御アルゴリズムの基礎となる成長モデルを構築するため、鶏を飼育し熱環境と生産との関係を検討した。室内で雨や風のみを防いだ無加温環境と、室内で気温を制御した加温環境の2種を設定した。採卵鶏(白色レグホン)を無加温環境、加温環境の単飼ケージにそれぞれ5羽ずつ飼育し、1995年10月26日(17週齢)から1996年5月29日(47週齢)まで計31週間(約7ヶ月間)実験に供した。気温、湿度、飼料摂取量、飲水量、糞尿排泄量、体重、産卵数、産卵重をそれぞれ測定した。

無加温環境の気温および相対湿度の平均値と標準偏差はそれぞれ $-5^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $68\% \pm 5\%$ 、加温環境のそれは $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $42\% \pm 6\%$ の範囲にあり、加温環境の気温は快適気温範囲 $18^{\circ}\text{C} \sim 24^{\circ}\text{C}$ よりやや低い値となった。19~47週齢において、両環境の供試鶏で飼料摂取量に有意差は無かったものの、飲水量、産卵重、糞尿排泄量、および体重については加温環境の供試鶏が無加温環境のそれよりいずれも大きく、有意差が認められた。飼料要求率は25~47週齢の平均値で無加温環境が2.04、加温環境が1.97となり、生産性は加温環境が3.4%と僅かに上回った。両環境で生産性の差が僅少であった理由は、加温環境の供試鶏が飼料エネルギーの一部を産卵のみならず増体にも比較的多く使ったためと推定される。両環境とも飼料要求率は気温と負の直線的相関を示し、湿度との相関は認められなかった。

キーワード: 採卵鶏, 熱環境, 成長, 生産, 経済的最適化

Keywords: Layer, Thermal Environment, Growth, Production, Economic Optimization.

1. はじめに

ウインドウレス畜舎のような高能率生産施設をより効率的に利用するには家畜の生理や環境に加え、栄養、経済(飼料価格、暖冷房経費、肉卵価など)の各因子を有機的に関連付け、収益を評価関数とする経済的最適環境制御アルゴリズムの確立、およびそのシステム開発が必須である(Timmons and Gates, 1986)。本研究では採卵鶏を対象に経済的最適環境制御アルゴリズムの基礎となる成長モデルを構築するため鶏を飼育し、熱環境と生産との関係を検討した。

2. 材料および方法

無加温、加温の2種類の環境を設定した。図1に示したように北里大学付属農場の簡易畜舎内に5羽単飼用成鶏ケージ1台を設置し、これを無加温環境とした。加温環境として、同ケージに隣接して厚さ20mmの断熱材と角材を用い人工気象室を作り、この中にケージ1台を設置した。そして換気扇、電気ヒータ(400W, 800Wの2段切替え)、気温制御装置を用いて気温を制御した。無加温環境、加温環境の両ケージには飲水槽、飼槽、糞尿受箱をそれぞれ試作、設置した。光環境として両環境には白熱灯を用いて14時間点灯、10時間消灯の日明暗周期を設定した。

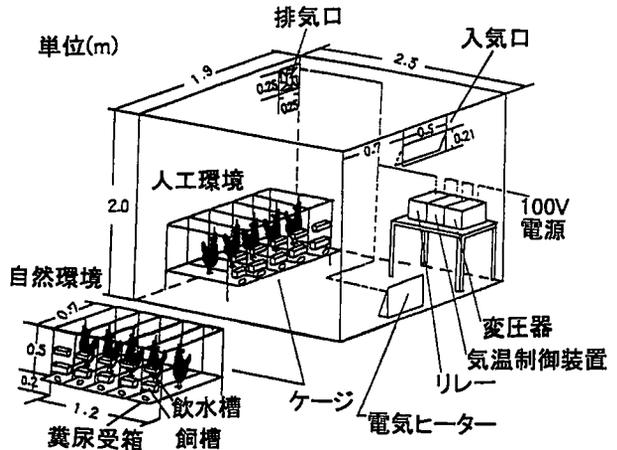


図1. 供試鶏の飼育装置

採卵用成鶏(品種: 白色レグホン, 銘柄: マリア)を無加温環境、加温環境にそれぞれ5羽ずつ計10羽飼育し、1995年10月26日(17週齢)から1996年5月29日(47週齢)までの計31週間(約7ヶ月間)実験に供した。

熱環境因子として日平均気温と日平均湿度、生理因子として日飼料摂取量、日飲水量、週糞尿排泄量、週体重、日産卵数、日産卵重をそれぞれ測定した。なお、日飼料摂取量は毎日、一定量の配合飼料(ME=2,850 kcal/kg以上)を飼槽に入れ、翌日の残量を差引いた量とした。日飲水量は、飲水槽の1日の減水深より求めた。

3. 結果および考察

3.1 熱環境

週別日平均の気温および湿度の変化を図2に示した。気温および湿度の範囲(平均値±標準偏差)はそれぞれ無加温環境で $-1^{\circ}\text{C} \sim 16^{\circ}\text{C}$ ($5^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$), $56\% \sim 77\%$ ($68\% \pm 5\%$), 加温環境では $11^{\circ}\text{C} \sim 19^{\circ}\text{C}$ ($15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), $34\% \sim 65\%$ ($42\% \pm 6\%$)であった。加温環境の気温は、採卵鶏の快適気温範囲 $18^{\circ}\text{C} \sim 24^{\circ}\text{C}$ (Esmay and Dixon, 1986)よりやや低い値となった。また加温環境の湿度が低いのは電気ヒータで室内を顕熱加熱したことによる。

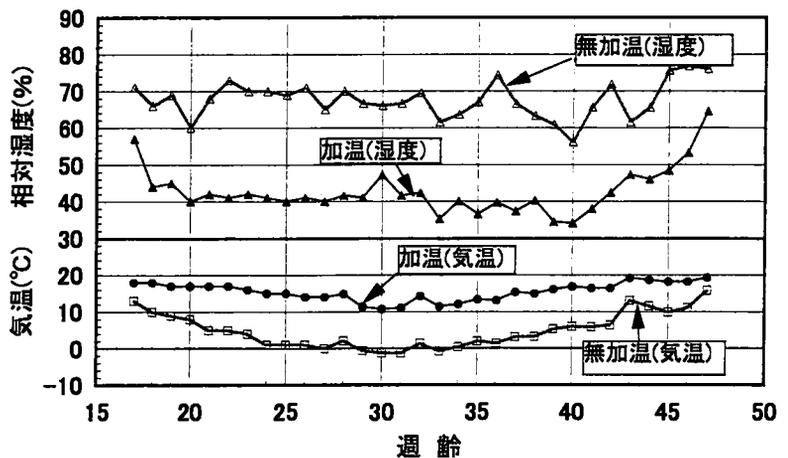


図2. 週別の日平均気温および日平均湿度

3.2 飼料摂取量および飲水量

週別日平均の飼料摂取量および飲水量の変化を図3に示した。日飼料摂取量は無加温環境、加温環境ともに17~25週齢までは著しく増加したが、その後は比較的安定した。実験開始後2週間を除く19~47週齢の測定期間(29週間)における加温環境の日飼料摂取量の週平均値は、加温環境で99.9g ± 11.5g(平均値±標準偏差)で、無加温環境のそれ(98.6g ± 7.7g)より平均値で1.3g(1.3%)上回ったものの、有意差は認められなかった。

日飲水量は飼育初期を除き、無加温環境よりも加温環境が常に上回り、平均値で40%も増大した。これは加温環境が低湿度で推移したためと考えられる。

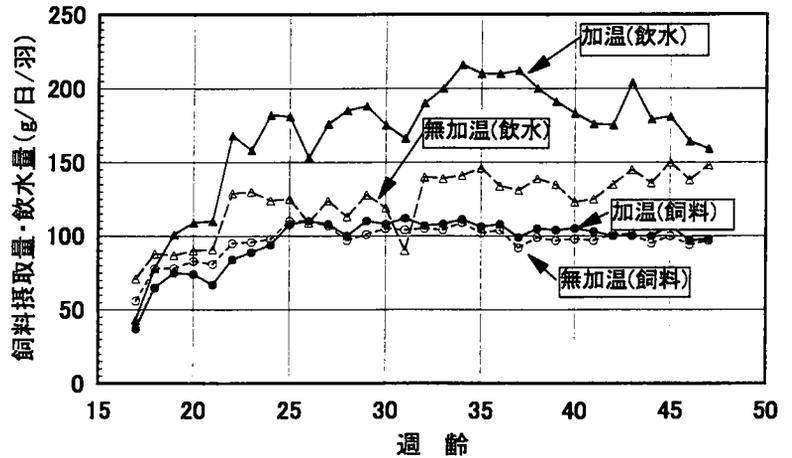


図3. 飼料摂取量と飲水量の変化

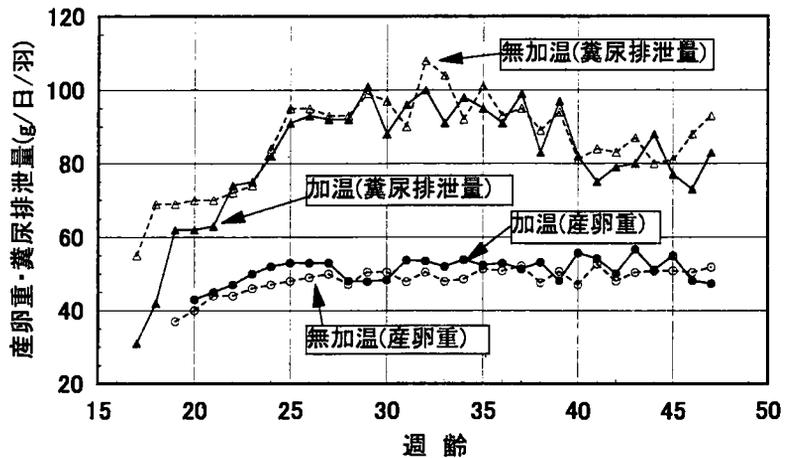


図4. 産卵重と糞尿排泄量の変化

3.3 糞尿排泄量, 体重, および産卵重

週別日平均の糞尿排泄量および産卵重の変化を図4に、ならびに供試鶏の平均体重の変化を図5にそれぞれ示した。

日産卵重は両環境とも27週齢まではゆるやかに増加し、その後は減少に転じ、変動も大きくなった。測定期間の日産卵重の平均値(±標準偏差)は無加温環境が48.4g(±3.5g)、加温環境が51.0g

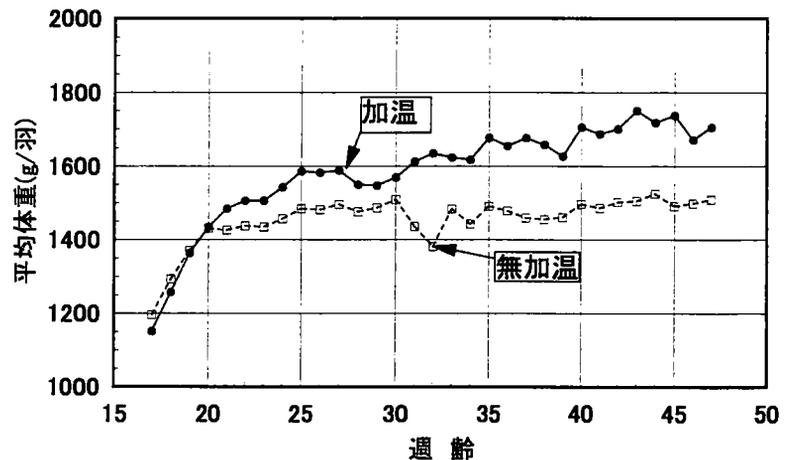


図5. 供試鶏の体重の変化

(± 3.3g) となり、加温環境が平均値で 2.6 g (5.1%) と有意 (P=0.01) に多かった。

供試鶏の体重は無加温環境、加温環境ともに 25 週齢までは著しく増加し、その後、変動が認められるものの、加温環境ではゆるやかな増加、無加温環境では横ばいに転じた。これより、無加温環境の供試鶏は、飼料エネルギーの大半を体重の増加にではなく、卵の生産に利用しているものと推定される。測定期間における供試鶏の体重の平均値 (± 標準偏差) は無加温環境で 1470g (± 40g)、加温環境が 1610g (± 90g) となり、加温環境の供試鶏の体重は無加温環境のそれより 140 g (10%) も上回り、大差が認められた。加温環境で供試鶏の体重が大きい理由として、快適気温付近では低温環境に比し体熱放散が少なく、摂取したエネルギーに余裕があり、この余分なエネルギーが蓄積エネルギーとして使われたものと推定される。

3.4 生産性と熱環境との関係

生産性の指標である日飼料摂取量を日産卵重で除した飼料要求率を算出し、その変化を図 6 に示した。

無加温環境では 25 週齢に最大値 2.29 となり、その後は変動するものの減少傾向を示した。加温環境では 29 週齢に最大値 2.30 となり、以後減少に転じた。測定期間の飼料要求率の平均値 (± 標準偏差) は無加温環境が 2.04 (± 0.13)、加温環境が 1.97 (± 0.16) となり、生産性は加温環境が有意 (P=0.1) に高く、その差は 3.4% となった。

17～24 週齢までは日飼料摂取量、日飲水量、日糞尿排泄量、平均体重に急激な変化が認められ、鶏は成熟途中にあると判断された。この期間を除き、供試鶏が生理的に安定した 25～47 週齢において、週別日平均の気温および相対湿度が飼料要求率に及ぼす影響を図 7 と図 8 とに示した。

両環境とも飼料要求率は気温と負の直線的相関を示した (Bridges et al., 1995)。無加温環境より

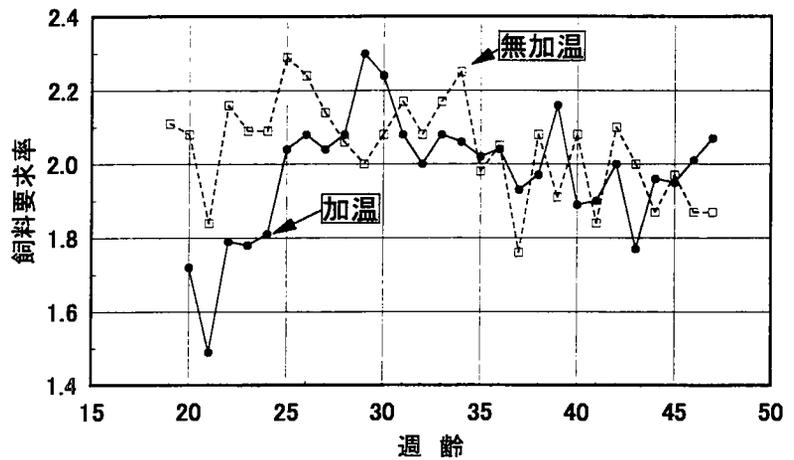


図 6. 飼料要求率の変化

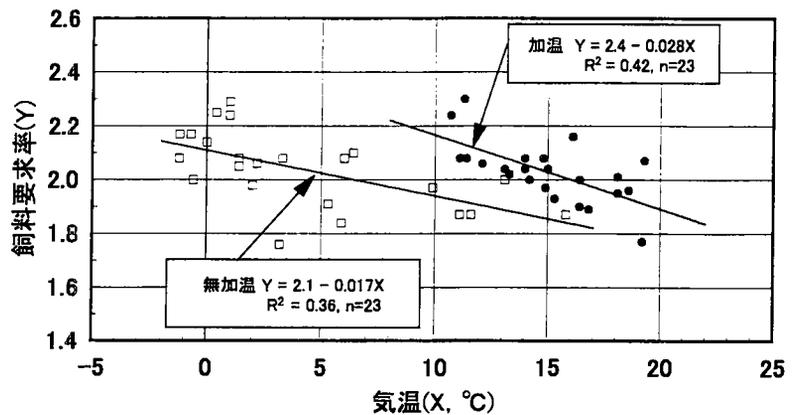


図 7. 気温が飼料要求率に及ぼす影響

も加温環境の方が回帰直線の勾配は60%も大きかった。このことは、快適気温付近にあれば、採卵鶏の生産性は気温の影響を受けやすいことを意味している。一方、無加温環境の鶏は、低温により脂肪の蓄積や羽毛の発達が促進、このため気温の影響を受けにくい体質になったと推定される。相対湿度が生産性に及ぼす影響は認められなかった。

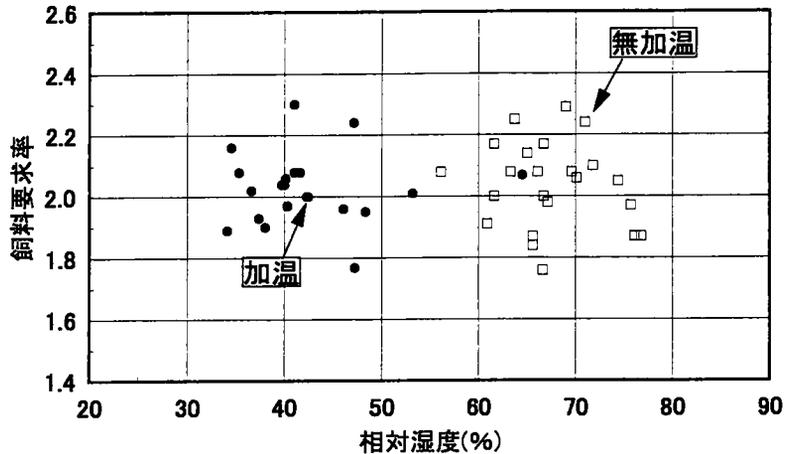


図8. 湿度が飼料要求率に及ぼす影響

4. まとめ

風雨のみを防いだ無加温環境と、舎内気温を制御した加温環境の2種類の環境条件下で採卵鶏（白色レグホン）を単飼ケージにそれぞれ5羽ずつ飼育し、1995年10月26日（17週齢）から1996年5月29日（47週齢）まで計31週間（約7ヶ月間）飼育した。得られた結果は次のようである。

- 1) 無加温環境の気温および相対湿度の平均値と標準偏差はそれぞれ $5^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, $68\% \pm 5\%$, 加温環境のそれは $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, $42\% \pm 6\%$ の範囲にあり、加温環境の気温は採卵鶏の快適気温範囲 $18^{\circ}\text{C} \sim 24^{\circ}\text{C}$ よりやや低い値となった。
- 2) 19～47週齢において、両環境の供試鶏で飼料摂取量に有意差はなかったものの、飲水量、産卵重、糞尿排泄量、および体重については加温環境の供試鶏が無加温環境のそれよりいずれも大きく、有意差が認められた。
- 3) 飼料要求率は、比較的安定して推移した25～47週齢の平均値で無加温環境が2.04、加温環境が1.97となり、生産性は加温環境が3.4%と僅かに高かった。
- 4) 両環境で生産性の差が僅少であった理由は、加温環境の供試鶏が飼料エネルギーの一部を産卵のみならず増体にも比較的多く使ったためと推定される。
- 5) 両環境とも飼料要求率は気温と負の直線的相関を示し、湿度との相関は認められなかった。

引用文献

- Bridges, T.C., Gates, R.S., Chao, K.L., Turner, L.W., and Minagawa, H., 1995: Techniques for development of swine performance response surfaces. Trans. ASAE, 38(5), 1505-1511.
- Esmay, M.L, and Dixon, J.E., 1986: Poultry environment systems, In Environmental control for agricultural buildings, AVI Pub., Connecticut 06881, USA, 213-230.
- Timmons, M.B., and Gates, R.S., 1986: Economic optimization of Broiler production, Trans. ASAE, 29(5), 1373-1378, 1384.

水稻生育診断・予測システムの強化

策1報 水稻登熟期間の気象的評価

大江栄悦・加藤賢一
(山形県立農業試験場)

Reinforcement for examination and prediction system of paddy rice

1. Meteorological estimation for ripening period of paddy rice

Eietsu O_E and Kenichi K_{ATOHI}

(Yamagata Agricultural Experiment station)

羽生らの気候登熟量示数を改良し、山形県内4地域の登熟期間の気象条件を量的に評価する手法(登熟評価値)を開発した。

登熟評価値は、日評価値 $R = S(4.14 - 0.13(TS - t)^2)$ を出穂後45日間について積算し、 $\sum R$ で求めた。ただし、 S は日照時間、 TS は出穂日27℃、20日後26℃、30日後20℃、45日後18℃とする折れ線で求める登熟適温、 t は日平均気温である。

作柄との適合性は登熟量示数よりも高いが、登熟の良否を推定する際には穂揃期の稲体栄養や温度較差等からの評価を考慮することが重要である。

キーワード：生育診断，診断予測，水稻，登熟診断，登熟予測

Keywords : Examination, Examination-prediction, paddy-rice, Ripening-examination, Ripening-prediction

1. はじめに

水稻の生育予測・診断は、目標とする収量・品質・食味を得るために、生育をナビゲートする技術である。

山形県の代表例としては、谷藤らの水稻生育の逐次予測法(1989)や窒素吸収パターンに基づく施肥法(1994)がある。これらは、水稻生育診断システムの中核技術として、「ササニシキ」の倒伏防止や県産米全般にわたる高品質と収量性確保のために重要な役割を担ってきた。

一方、コシヒカリ並に粘る食味の品種嗜好や高水準で安定した品質へのニーズによって、本県においても「ササニシキ」から「はえぬき」への主役交替と「どまんなか」、「はなの舞」、「ひとめぼれ」、「あきたこまち」、「コシヒカリ」を加えた多品種化が急速に進んだ。

これら状況変化に応じ、生育予測・診断の信頼を維持するには、調査箇所を拡大するよりも効率的な手法を補足しシステムを強化することが望まれる。

本研究では、象を登熟好適条件と比較し数量化することで、マクロな視点で経時的に登熟状況を診断する技術の開発を目指した。従来法に比べ適合性が向上し、登熟途上でも評価できるよう適用時期を拡大したので以下報告する。

2. 材料および方法

(1) 供試データ

1986年, 1991～1996年アメダス気象データ

1986年, 1991～1996年県内4地域の作況標本調査収量

(2) 登熟評価法の検討

羽生ら(1966)の気候登熟量示数 Y_r に次の視点で改良を加えた。

$$Y_r = S(4.14 - 0.13(21.4 - \theta_m)^2)$$

ただし, S: 出穂後40日間の合計日照時数

θ_m : 同平均気温である。

①登熟の途中で活用できること。

②本県の登熟適温、登熟期間に適合すること。

3. 結果及び考察

(1) 評価式の改良結果と適合度

日評価値Rを $-S(4.14 - 0.13(TS - t)^2)$ とし, 最終的な登熟評価値を出穂後45日間の積算値 ΣR とした。

ここでSは日当たり日照時間, TSは本県がとりまとめた(1988)「昭和62年異常気象による産米品質低下の実態と解析」において, 稲体の炭水化物代謝を裏付ける気温評価で用いた, 出穂日を27℃, 20日後を26℃, 30日後を20℃, 45日後18℃とする折れ線によって求めた登熟適温, tは日平均気温とした。

ただし, マイナスのR値は積算から除外した。

適合性は, 表1, 図1, 2により, 農林水産統計の作況標本調査収量(以下「統計値」という。)と比較し検討した。

表1 登熟期間の気象的評価法の検討

単位: 8 / 、kg/10a、℃、hr

地域	年	出穂 最盛期	作況標本 調査収量	作況 指数	出穂後40日間の日照時数		登熟量 示数	登熟評 価値	出穂前期の気温			出穂後前期の気温			出穂後中期の気温			出穂後後期の気温			出穂後の気温		
					平均気温	日照時数			最高	最低	較差	最高	最低	較差	最高	最低	較差	最高	最低	較差	最高	最低	較差
村山 (山形)	86	13	614	105	20.3	209	795	928	28.9	20.8	8.1	31.6	21.7	9.9	27.3	17.9	9.4	24.1	15.1	9.0	27.4	18.2	9.2
	91	5	552	93	23.0	210	796	577	28.0	20.5	7.5	29.4	20.3	9.1	28.9	18.7	10.2	24.7	18.6	6.1	27.2	19.0	8.2
	92	10	570	97	23.1	208	784	914	29.3	20.9	8.3	31.7	22.1	9.6	27.8	19.3	8.5	24.0	13.5	10.5	27.6	18.2	9.4
	93	20	491	78	20.3	160	637	456	27.0	19.3	7.7	27.8	19.3	8.5	24.3	16.4	7.9	21.1	12.3	8.8	24.2	15.9	8.3
	94	2	646	108	26.2	290	331	715	34.2	23.3	10.9	35.4	24.1	11.3	31.6	21.4	10.2	27.4	18.7	8.7	31.1	21.2	9.9
	95	11	540	91	22.2	211	857	827	30.5	21.3	9.2	31.8	21.7	10.1	25.4	16.2	9.2	22.2	13.8	8.4	26.6	17.4	9.2
	96	9	605	102	21.9	237	971	866	30.8	20.3	10.5	30.4	20.0	10.4	26.7	16.8	9.9	23.4	15.3	8.1	26.6	17.3	9.3
	96	14	586	109	22.2	206	835	783	28.1	20.3	7.8	31.1	21.3	9.8	25.5	17.2	8.3	22.7	14.2	8.5	26.4	17.5	8.9
最北 (新庄)	91	4	497	89	22.4	226	908	593	26.7	19.9	6.8	28.9	20.1	8.8	27.7	16.4	11.3	25.0	17.6	7.4	26.8	18.0	8.8
	92	7	557	100	22.8	187	726	722	28.0	19.6	8.4	30.4	22.0	8.4	28.0	20.3	7.7	22.3	13.4	8.9	26.5	18.3	8.2
	93	21	321	56	19.3	161	576	296	25.9	18.6	7.3	27.1	18.0	9.1	23.3	14.7	8.6	20.0	11.4	8.6	23.3	14.6	8.7
	94	1	608	107	25.3	258	556	854	32.5	22.4	10.1	34.1	23.6	10.5	30.2	20.8	9.4	26.3	18.1	8.2	29.9	20.6	9.3
	95	9	494	88	21.4	158	654	586	28.6	20.6	8.0	30.3	21.6	8.7	24.4	16.6	7.8	21.8	12.7	9.1	25.4	17.0	8.4
	96	9	585	104	21.5	218	900	715	29.5	19.8	9.7	28.4	19.6	8.8	25.9	16.7	9.2	23.4	15.0	8.4	25.9	17.0	8.9
	86	13	623	105	22.5	199	792	838	28.6	20.4	8.2	31.3	21.2	10.1	26.1	17.0	9.1	23.5	14.4	9.1	26.8	17.5	9.3
	91	4	571	95	22.9	230	894	595	27.7	20.5	7.2	28.9	20.2	8.7	28.3	17.1	11.2	25.3	18.9	6.4	27.0	18.7	8.3
置賜 (米沢)	92	11	591	100	22.7	234	915	1000	29.0	19.6	9.4	31.5	21.7	9.8	26.7	18.6	8.1	24.0	13.0	11.0	27.3	17.7	9.6
	93	19	477	79	20.3	151	603	431	26.6	19.1	7.5	28.3	19.3	9.0	23.6	16.5	7.1	20.8	12.5	8.3	24.1	16.0	8.1
	94	1	637	107	26.0	308	444	816	33.2	23.0	10.2	35.0	24.2	10.8	30.4	20.6	9.8	27.0	18.5	8.5	30.6	20.9	9.7
	95	9	551	94	22.1	211	861	867	29.8	21.0	8.8	31.5	21.7	9.8	25.4	17.1	8.3	21.7	12.8	8.9	26.2	17.3	8.9
	96	7	606	103	21.7	264	1087	934	30.2	20.1	10.1	30.2	19.4	10.8	25.9	17.3	8.6	23.6	14.1	9.5	26.4	16.8	9.6
	86	15	613	104	23.3	235	860	1037	28.4	21.5	6.9	30.7	22.7	8.0	25.5	18.1	7.4	23.9	16.0	7.9	26.6	18.9	7.7
	91	3	578	95	23.7	269	928	794	27.1	21.5	5.6	29.0	21.8	7.2	27.3	18.6	8.7	25.8	19.1	6.7	27.0	19.7	7.3
	92	7	599	99	23.8	228	730	900	28.2	21.0	7.2	30.9	23.2	7.7	28.5	21.6	6.9	23.6	15.8	7.8	27.2	19.9	7.3
庄内 (酒田)	93	19	537	88	20.9	214	879	575	26.0	20.1	5.9	27.7	19.7	8.0	23.6	17.6	6.0	21.5	13.5	8.0	24.1	16.7	7.4
	94	2	632	102	26.6	299	169	727	32.0	24.4	7.6	33.6	25.5	8.1	30.8	22.7	8.1	27.4	19.4	8.0	30.2	22.3	7.9
	95	10	553	92	22.9	209	807	911	28.6	22.3	6.3	30.5	22.7	7.8	24.7	18.2	6.5	22.8	14.9	7.9	26.1	18.6	7.5
	96	9	624	102	23.0	276	1053	1001	29.7	21.3	7.9	29.7	21.6	8.1	26.4	18.6	7.8	24.3	17.0	7.3	26.5	18.9	7.6

注)

- 登熟量示数 $=S(4.14 - 0.13(21.4 - R)^2)$ S: 出穂後40日間の合計日照時数、R: 同平均気温
- 登熟評価値 $=\Sigma R$ 、 $R = S(4.14 - 0.13(Ts - t)^2)$ 、S: 日日照時間、t: 日平均気温、Rは一値を評価せず出穂後45日間について積算した。
Ts: 出穂日を27℃、20日後を26℃、30日後を20℃、45日後を18℃とする折れ線を用いた。
- 出穂前期: 出穂前9日～0日
- 出穂後前期: 出穂後1日～20日、同中期: 出穂後21日～30日、同後期: 出穂後31日～45日

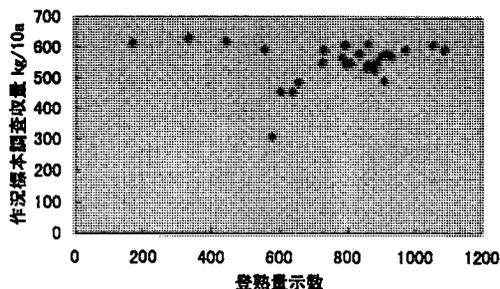


図1 登熟量示数と作況標準調査収量との適合性

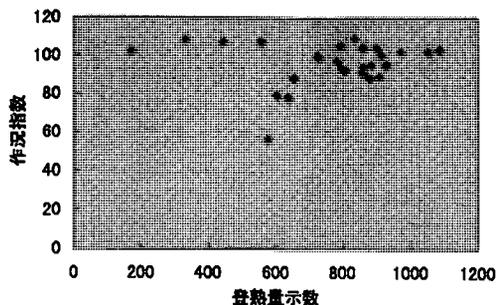


図3 登熟量示数と作況指数との適合性

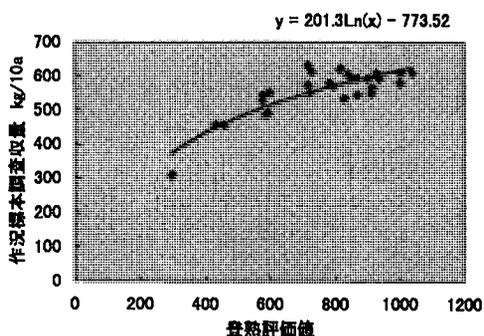


図2 登熟評価値と作況標準調査収量との適合性

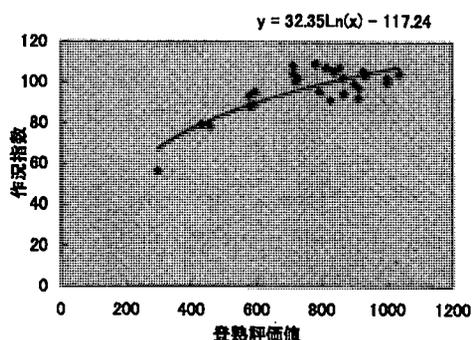


図4 登熟評価値と作況指数との適合性

その結果、登熟量示数が平成5年の冷害年次に統計値より高く、平成6年の高温登熟年次に統計値より低くなるのに対し、登熟評価値は統計値と同調し作柄との適合度は比較的安定した。

これは、経時的な登熟適温を評価式に取り入れたことで、登熟の進捗に応じた評価ができたことによるとと思われる。

ただし、本法は日照時間よりも温度に対する感度が高いので、登熟期間を45日に固定していることや日照時間と温度のバランスが大きく異なる場合の適合性、適温の理論的裏付け等、検討の余地が残されている。

したがって、登熟の良否を判断する際には、登熟期間の温度較差や穂橋期の稲体栄養等、登熟との関連が想定されるその他の視点から総合的に評価を加えることが重要である。

(2) その他の活用法

任意の時期における登熟評価値を過去の同時期や最終値と比較することで、登熟の進捗と良否を推定する指標の一つとして用いることができる。

また、登熟評価値が温度変化に敏感なことを利用し、品質への影響解析に活用できる可能性もある。

(3) 1996年稲の登熟期間の気象的評価

1996年の登熟評価値は、表1に示すように、過去5カ年では1992年に次いで高く、作柄や品質の実態と一致する。

また、最低気温が全般に低くかつ日較差が大きかったことから、良品質で豊作であった1986年ほぼ匹敵する程、好適な登熟気象条件であったと言える。

引用文献

- 1) Juro HANYU, Tatsuro UCHIJIMA and Satoshi SUGAWARA (1966) : Studies on the Agro-climatological Method for Expressing the paddy Rice products. 東北農業試験場研究報告 第34号
- 2) 谷藤雄二(1989):水稻生育の逐次予測法の開発と情報化に関する実証的研究 山形県立農業試験場特別研究報告 第15号
- 3) 上野正夫 (1994) : 山形県における良質米(水稻ササニシキ)の安定生産のための生育と窒素吸収パターン並びに地力窒素を生かした窒素施肥報の開発 山形県立農業試験場 特別研究報告 第22号
- 4) 山形県 (1988) : 昭和62年異常気象による産米品質低下の実態と解析

資料

水稻の生育調査圃場における気温・水温観測の必要性およびその方法について

鮫島良次（東北農業試験場）

はじめに

近年、高精度な気象情報が得られるようになっており、これと作物生育モデルを併用した冷害予測手法が模索されている⁽⁶⁾。この手法を発展させるには、「気象情報」、「作物生育モデル」の双方についての研究を深化させる必要がある。

水稻の発育モデルについて、「モデルをどう使うか」ではなく、それ以前の問題である「どうすれば使えるモデルが得られるか」を考えてみた。水稻の発育モデルの作成・使用方法について既往の研究を調べると、モデルの形やパラメーターの求め方に注目した研究が多く行われ、それらを基礎とした「発育モデル作成パソコンプログラム」も開発・公開されており、それらの有用性は高く、使用例も多い。しかし、同一品種のモデルがA県とB県で全然違う、という事も起きている。同一品種のイネの発育速度の気温反応性や日長反応性が県により異なるとは考え難く、これら「ローカルモデル」の中には気象要因に対するイネの反応性を正しく定量化していないものもあると考えられる。この種のローカルモデルは「普通の年は精度良好だが、冷害年には使えないモデル」である危険性があり、これでは困る。また、苦労して開発した2要素（気温と日長時間）非線形モデルと、単純な有効積算温度法の推定精度が同等ということも見られるが、そうであるならば、実用上は取扱簡便な有効積算温度法に軍配が上がるようにも思える。

以上は、せっかく発育モデルを使用しても、その有効性が発揮できていない例である。その背景・原因として「モデリング手法は開発されたが、モデリングに使用するデータについての検討が十分でない」あるいは「モデリングで考慮されない環境要因の影響が大きい」などが挙げられるだろう。具体的には以下の問題点が考えられる。

- (1) 地理的に狭い範囲からデータ収集すると、温度範囲が狭くなる。しかも気温と日長時間の間の相関が存在し、両者の効果の分離が困難である。
- (2) 気温データの精度の問題。生育調査圃場と近傍のアメダス等観測地点とでは通常気温差が生じているが、僅かな気温差も発育に影響する⁽⁷⁾。この問題に対して、アメダス観測値を1km²メッシュ化した気象値の使用も考えられるが、山間地が多い場合、月平均0.4℃程度の誤差が生じる⁽⁹⁾。ヤマセ吹走時を対象とした最新の手法を用いても若干の誤差が残る⁽³⁾。
- (3) モデルに水温の影響が考慮されていない。
- (4) 土壌・施肥管理条件の相違の影響がモデリング作業において考慮されていない。

著者は上記(1)~(4)を回避したいと考え、南北240kmの広範囲に調査圃場を設定し(図1)、耕種条件を同一にするポットを各調査圃場の水田に埋設設置し⁽¹⁾、生育調査と併せて圃場内で気温と水温を観測している(写真1)。本論ではこの研究の一部、気温と水温の観測について述べたい。

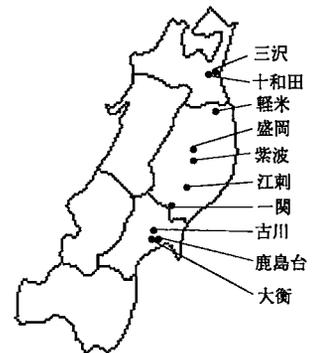


図1.生育調査圃場

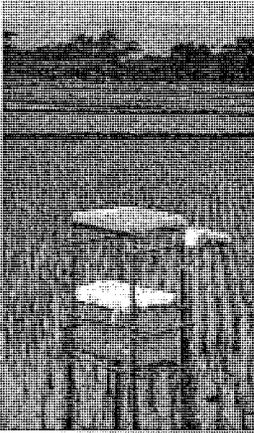


写真1. 観測風景

気温観測について

商業電源の得られない地点で気温観測を行う場合、その方法で頭を悩ますことになる。簡易な自然通風型の放射よけでは誤差が大きい⁽²⁾⁽⁸⁾。市販の自然通風シェルターも弱風時に誤差が生じるようである⁽⁸⁾。

本研究では図2に示す測器を使用した。これによる測定値とアスマン通風乾湿計の乾球温度を比較したところ、快晴の真夏の昼でも±0.1℃程度の差で精度良好であった。熱線風速計により通風筒の先端部の風速を計ったところ0.1Aファンを使用した場合で2.5m・sec⁻¹、0.16Aのファンだと5m・sec⁻¹程度の通風速度が得られたので、湿球温度の測定も可能であろう。この測器を使用して毎時データを記録する場合、3ヵ月位であれば電池交換やデータ吸い上げ等のメンテナンスが不要である。ただし、観測地点によっては多数の蚊が通風筒内に詰まり通風速度が低下する

トラブルが発生した。定期的な巡回は必要である。

図1に示す地点の圃場と最寄りのアメダス地点の気温差は、6月上旬から8月末までの3ヵ月の平均で約0.5℃であった。ただしアメダス観測地点が観測圃場敷地内にある古川においては気温差は0.1℃以内であり、この平均から除外してある。圃場と最寄りのアメダス地点の気温の比較例を図3に示した。生育調査圃場と近傍アメダス観測地点の気温差は、値の変動はあるものの一貫して正あるいは負の値を示す傾向があった。

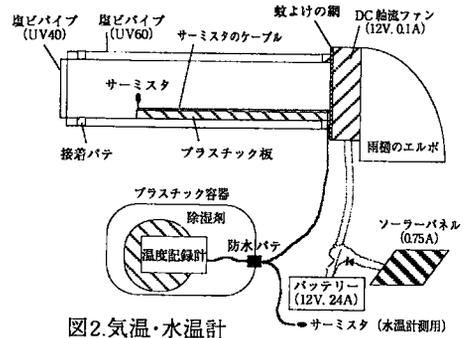


図2. 気温・水温計

水温観測について

発育モデルの精度を向上させるためには水温も考慮する必要があるが⁽⁵⁾、一般にはモデリングにおいては水温は扱われない。この場合、暗黙のうちに、生育調査地点における気温と水温の相関関係がモデル内で使用されていることになる。気温と水温の関係は、図4に示すようにある地点においては相関が高いが、地点が異なるとその関係も違うものになる。このことがモデルを「ローカルな」ものにしてしている一因と考えられる。

また、異常気象年には平年的な気温と水温の相関関係は成立しないと予測されるが、これが冷害年におけるモデルの予測精度低下の一因であろう。

考察

発育モデルを応用する際、入力する気象データが高精度なものであっても、モデルの精度がそれに見合うものでなければ期待した結果は得られない筈である。モデルの精度を上げるためには、ここで概説した事項を考慮する必要があるだろう。また、今後はモデルにおける水温の扱いを工夫する必要もある。

精度の良い測器を用いて気象観測を行っている生育調査圃場は少ないと思われるが、図2に示した測器を設置すれば信頼で

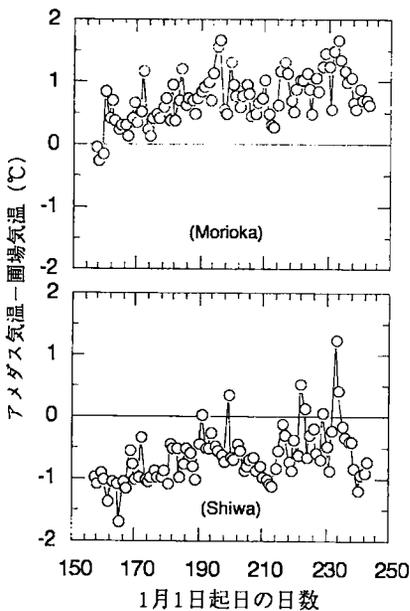


図3 調査圃場と最寄りのアメダス地点の気温差

きるデータを収集できる。ただし、この測器は通風ファンを連続運転し、かつバッテリー容量に余裕を持たせたため、若干大きく高価となっている（と言ってもデータロガー*込みの一式で6万円程度）。タイマースイッチを使用して観測インターバルの前数分間のみファン作動させるようにすれば⁽¹⁾、さらに安価で小型にできる。ただし、バッテリーを省略して小型ソーラーパネルとファンを直結した簡易通風温度計では誤差が避けられない⁽¹⁰⁾。

なお、生育調査圃場とアメダス観測地点間の気温差が平均0.5℃程度であったことから、放射よけのみをセンサー上部に設置したような誤差が0.5℃以上と考えられる測器ならば、現地圃場で観測するよりは、最寄りのアメダス観測値の利用を選択した方が良好な精度が期待できるであろう。

ところで、「はじめに」で指摘した問題点の(1)について、図1に示した程度の範囲からデータ収集すれば十分なのだろうか？ 図1に示した生育調査地点の南北両端に位置する大衡と三沢における気温と日長時間の対応関係の傾向を知るために、本年6月5日から8月31日までの積算気温と日長時間の関係を見たところ、似通った曲線に対応づけられてしまった（図5）。この対応関係を暗黙のうちに使用しないように、モデリングにおいて両者の効果を正当に分離しておく必要がある。そのためには図5と大きく離れた関係を示す地点、例えば山間地等を生育調査地点に加えないものである。

以上をまとめると、適用範囲の広い发育モデルを開発するには、

- (1)空間的に広い範囲に生育調査圃場を設定する。
- (2)生育調査圃場において気温・水温観測を実施する。

が必要である。適用範囲の広いモデルであれば、高温年であろうが低温年であろうが推定精度が悪化しないので、異常気象年における生育予測・評価に使用できる。このような使い道こそ、有効積算気温法など伝統的手法に対する、新しいスタイルの发育モデルの持つ優位性と考えられる。

謝辞

この研究は地域総合研究「早期警戒システムを基幹とする冷害克服型営農技術」および一般別枠研究「増殖情報ベース」の一部として行われている。圃場の使用を許可を頂いた農家、各県の関係部、農業試験場、農業改良普及所および東北農試の関係者の方々に多大のご協力を得ており感謝します。

引用文献、注

- (1)阿部亥三ら, 1960, 農業気象, 16, 99-105(第1報)~1962, 18, 52-57(第10報).
- (2)細野達夫ら, 1988, 農業気象, 44, 215-218.
- (3)菅野洋光, 1997, 農業気象, 53, 11-19.
- (4)柏木良明ら, 1989, 農業気象, 45, 173-175.
- (5)川方俊和・矢島正晴, 1993, 農業気象, 49, 3-9.
- (6)農林水産技術会議事務局, 1998, 気象・作物・土壌解析による冷害予測手法の開発 pp50.
- (7)岡田益己・小松正孝, 1990, 農業気象学会年度大会講要, 104-105.
- (8)佐々木華織ら, 1996, 農業気象学会1996年度大会講要, 288-289.
- (9)清野裕, 1993, 農業気象, 48, 379-383.
- (10)植山秀紀・大原源二, 1998, 農業気象全国大会講要178-179.

*カ イエバック, キーロコダーRT-10、あるいはティ7ンドイ, おんどとりTR-71

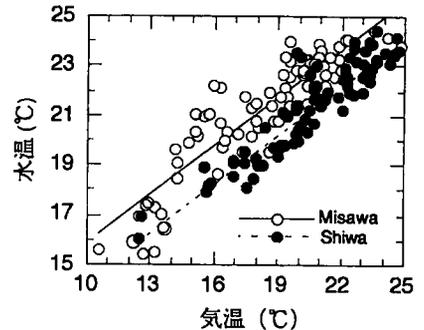


図4.気温と水温

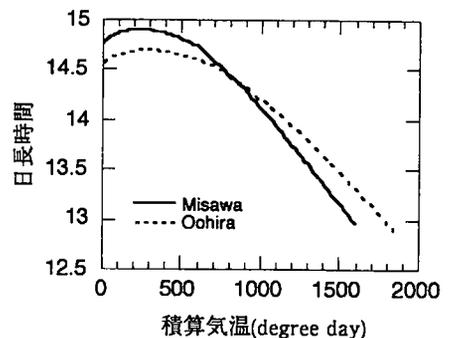


図5.気温と日長時間

北限・南限の多いくに

工藤敏雄

「岩手はどんなところ？」とよく聞かれる。いささかヒガミ根性を先にすれば、「寒さのきびしいところ」との答えを期待しての質問のような場合もある。事実、私がかつての職場にいたとき、この種の問い合わせが多かったことを思い出す。確かに盛岡は本州の県庁所在地では、冬の気温が一番低いところだが、人が凍え死ぬようなところではないのである。

もともと岩手県は南部藩と伊達藩の一緒になったところ。従って歴史に現在でもその違いが消えていない。言葉、食べ物の違い、そして「祝歌さんさしぐれ」の聞こえるところは伊達藩だったということになる。

前置きが長くなったが、表題の説明にはいる。本学会会員諸兄は、博学多識な人が多いので、里芋の北限は岩手県であることは御存知だと思う。従って俗にいう「イモ煮会」は青森県にはない。この里芋をはじめとして、北限ものでは椿、孟宗竹、太平洋側の北限として気仙茶、南限としてエゾアカマツなどがある。

一方、自然現象として三陸沖の親潮と黒潮の合流点や、平成5年の冷害は別として、普通の年のヤマセは宮古周辺が南限となる。そして梅雨現象も気候学的には岩手・秋田を結ぶ線が北限で、梅雨最盛期の梅雨前線の南北振動による影響も青森県までとどくことは少ない。青森県は梅雨明けの際、梅雨前線の通過点と考えればよい。これを裏付ける資料として平均の梅雨量が、仙台244ミリ、盛岡247ミリに対して、青森が162ミリである。これは北緯39～40度帯が夏の冷涼な中緯度気候帯と亜熱帯気候との境界になる場合が多いことによる。

さて、岩手の里の美しさは、詩人石川啄木や農民文学者の宮沢賢治が大部分を紹介しているので省略するが、ふるさとの山はありがたきかなと啄木の歌った岩手山は、いま噴火の様相をみせ、入山を全面的に禁止している。

日本百名山に加えられている岩手山の、その名山たるゆえんは、東方に流れる線の美しさなどによる容姿端麗の美もさることながら、四町村にもわたる広大な裾野にあると思う。

その麓にある小岩井農場、そしてその麓で行われる「チャグチャグ馬コ」の行事は、いまや全国的に有名になった。一方、眼を県南に向けると平泉がある。ここは京都・奈良は別として、鎌倉と並んで日本でも何番目かのすばらしい古跡がある。海には遠いが、北上川を控えての眺めは非凡で、金色堂の壮麗さや鎌倉仏の雄渾豪華さは見事。これらを見ながら、もしここに義経さんがこなかったら平泉はまた別の歴史をたどったろうに・・・などに思いを馳せるのも一興。

ところで、広い岩手なので、その方言も色とりどり。同じ県内でもものの名称が違うなどはざら。内陸の盛岡以北を南部弁とすれば、水沢周辺から南は仙台弁、それに沿岸に行くと宮古を中心の上方面まりの入った方言。そして土地のお医者さんが全国的に有名にしてくれた大船渡周辺の「気仙語」などがある。

食べ物の話をしよう。私は平成8年全国食文化大会が盛岡で開催されたとき、偶々料理の鉄人道場六三郎さんとお話をする機会があった。彼の言によれば、食べ物の素材が豊富なところには名物料理が育たないという。なるほどと思った。東に世界三大漁場を持って魚の種類は豊富、北上山地を中心とする酪農は日本一、そして高原野菜も日本一とくれば食材は豊富。これを当たりまえと思っている。

一般に岩手には見せるもの、食べさせるもの、聞かせるものが豊富である。それなのに宣伝、紹介が下手である。いわゆるハツタリのない控えめな生活習慣が災いして、他県に一步その名をゆずっている。いいものいいんだと大手を振り、大声を上げて岩手を売り込むことが望まれる。

さて、紙面もつきるので恒例の美人論でしめくくる。東京方面から来た人が「盛岡は美人が多いな」とお世辞をいうが、純朴でしとやかな女性が多いことをいっているのであろう。もともと南部美人というのは文化発展の過程から見ても南方系と北方系のハーフであることが想像できる。南部藩時代に関西から多くの京都商人・近江商人がきて永住している。南部美人は日本の北と南の混血が本当かもしれない。

最後に一言：前後6回にわたったこのシリーズもこれで終わる。調べも充分でなく、地元の各県の方々には不平不満もあったかと思うがお許しいただきたい。いろいろありがとうございました。

進む研究

冬期の葉菜類栽培

1. はじめに

○稲作が主体の秋田県農業

10月の稲刈りを終えると、秋田の農業の一年はおおかた終了する。11月に初雪が降り、12月から2月中旬までほとんど晴れることがなく、地域全体が真っ白になる日本海側は、つい最近まで教科書に「裏日本」と記載されていた。

秋田は藩幕時代から稲作が広く行われ、畑作は未熟で、当時から米の単作地帯であった³⁾。また、所得倍増計画の一環として行われた米価政策により、秋田県農業における稲作の地位は揺らぎのないものとなった。水田総合利用対策が始まった昭和51年(1976)と、20年を経た平成8年(1996)を比べてみても、秋田県の稲作依存度が両年ともに東北の他県と比べ、著しく高いことが分かる(図1)。野菜の生産額は伸びているものの、秋田県の稲作主体の農業体質は、生産調整の始まった昭和50年代以降も基本的に変わっていない。

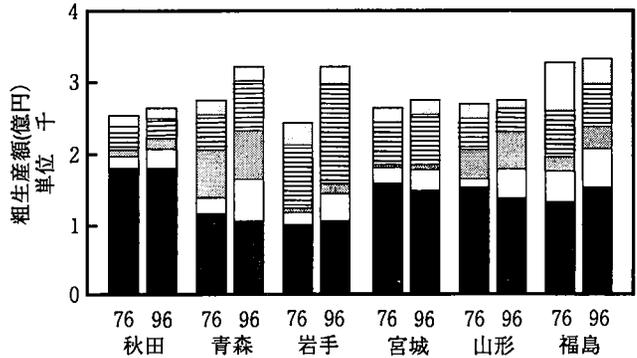


図1 東北各県の部門別農業粗生産
昭和51年(1976) 平成8年(1996)
生産農業所得統計(農水省)より作成
グラフは下から米、野菜、果実、畜産、その他の順

○秋田の冬の気象

秋田と盛岡および宮古市は、共に北緯40度に位置している。平均気温は秋田市と宮古市はほぼ同様で、盛岡市が最も低い(図2)。しかし、日本海側と太平洋側の冬の気象の最も大きな違いは、日射量の多少にある。宮古市の日射量は11月から3月まで東京と同程度で非常に豊富である。また、盛岡市の日射量は12月はやや少ないものの、最寒月である1月には多くなる。しかし、秋田市は11月から2月まで日射量が非常に少ない(図3)。このことから、日本海側の冬の気象の特徴は、低温、多雪に

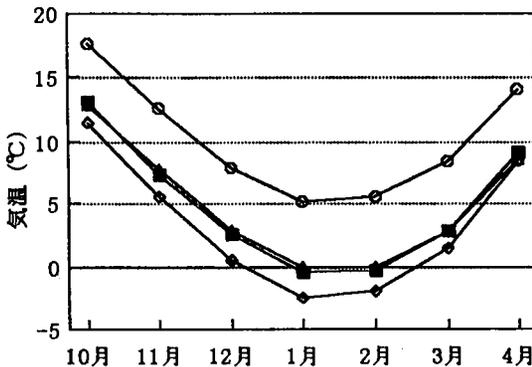


図2 秋田、盛岡、宮古、東京の平均気温
■秋田 ◇盛岡 △宮古 ○東京
日本気候表(気象庁)より作成

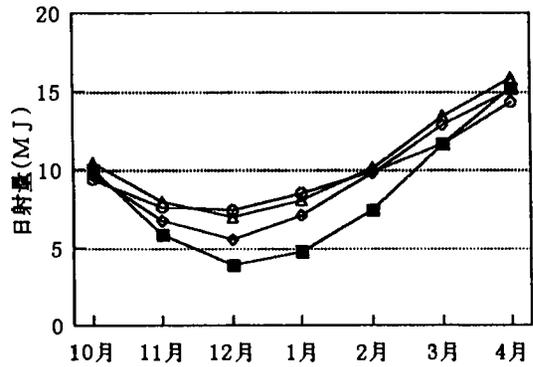


図3 秋田、盛岡、宮古、東京の日射量
■秋田 ◇盛岡 △宮古 ○東京
日本気候表(気象庁)より作成

加え、日射量が著しく少ないことにあるといえる。

○秋田の冬期野菜

前述した歴史的背景に気象的な制約が加わり、秋田県における冬期間の野菜生産は著しく少ない。11月～4月までの半年間は「出稼ぎ」の時代が長く続き、京浜、関西方面に働き手は出かけた。農家の労働力は古くから労働力プールとして温存され、好況時は引き手あまたであるが、不況時には全く切り捨てられる。労働力クッションとしては必要なのだろうが、当事者としては非常に不安定なことである。農業試験場における研究テーマの主軸が「農家が農業で生活するための技術開発」であることは将来も変わることはない。そのため、通年農業は重要なテーマの一つである。夏場は稲作、畜産、畑作、果樹、野菜等、農家の選択肢は豊富にある。しかし、冬場は畜産を除いて、農家の選択肢は非常に少ない。このため、農家は出稼ぎや季節的な在宅他産業就労を余儀なくされている。

図4に年間野菜生産額と冬期間（12～3月）の野菜生産額を示した。12月から3月までの年間の25%の期間内に、生産額は5%程度である。しかし、遅まきながら、昭和60年（1985）頃から秋田県にも夏秋野菜用のパイプハウスが普及し始めた（図5）。これを期に、冬期に野菜を生産する動きがでてきた。

秋田県で初めて冬期野菜の試験を提唱したのは、当時専門技術員であった須田雄悦氏である。それ以前は、個人的な取り組みはあったかもしれないが、農業試験場や農業改良普及センターでは組織的には取り上げてこなかった。昭和58年（1983）に角館、昭和、鹿角の3農業改良普及所に展示ハウスを設け、試験が始まった。当時、生産現場では山ウド、シドケ、タラノメ、コゴミ等の山菜やアスパラガスの軟化栽培が、先進的な農家の間で始まっていた。展示ハウスにおいても、山菜や野菜の軟化栽培を取り上げ、技術確立、普及に取り組んだ。私も昭和59年（1984）に農業試験場から角館農業改良普及所配属となり、2年間試験に参加した。

秋田県における冬期の野菜生産は、現在も軟化

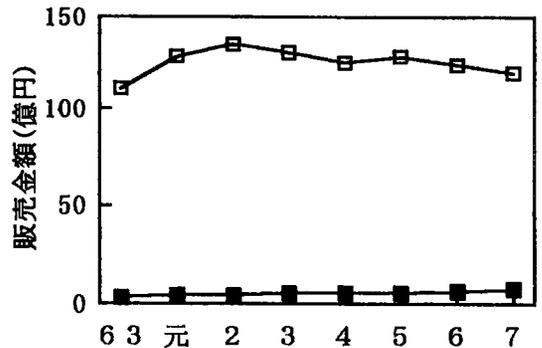


図4 秋田県の年間および冬期野菜生産額
□年間 ■冬期（12月～3月）
秋田県資料より作成

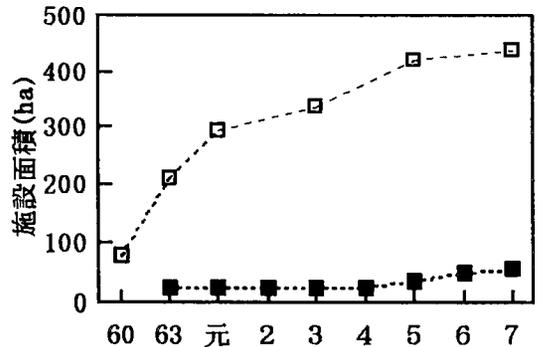


図5 ハウス面積と冬期の利用状況の推移
□施設面積 ■冬期間の利用面積
秋田県資料より作成

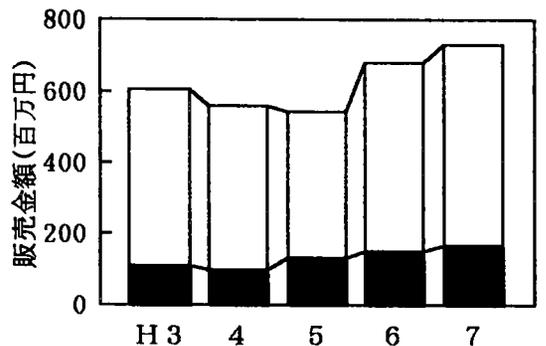


図6 冬期野菜(12月～3月)の生産状況
□加温栽培 ■無加温栽培
秋田県資料より作成

栽培が主体で、販売額全体の80%を占めている(図6)。しかし、加温施設への設備投資やランニングコストは、栽培したことのない農家には「暖房費がかかって儲けられない」との先入観が先にたち、取り組むのに二の足を踏む事例が多い。また、軟化栽培は夏場に露地圃場で株養成をし、冬場にハウス内へ伏せ込む集約的な栽培方法なため、利用するハウス面積は少なくすむ。これらのことから、夏秋野菜栽培に利用されているパイプハウスのほとんどは冬期間に遊休化し、雪に埋もれている(図5)。そこで、この遊休化しているパイプハウスを有効に利用し、コストのかからない葉菜類の無加温栽培の試験に取り組んだ。

2. 葉菜類の無加温栽培(ナバナ‘オータムポエム’に関する試験)

ナバナは主茎を摘心すると、順次分枝が伸びてくる。この分枝を収穫するので、冬期間に継続して収穫できるメリットがある。ナバナ‘オータムポエム’は平成2年(1990)にサカタ種苗で発表した。このオータムポエムを中心に、平成3年(1991)から試験に取り組んだ。

1) 播種期と収量

オータムポエムをいつ播けば、どのような生育をし、いつ収穫できるのかを明らかにするため、4月から12月まで段播きする試験を実施した⁵⁾。いずれの時期もセルトレイに播種した後、20~30日間育苗し、本葉2.5~3枚時に定植した。4月から6月播種は生育量が少なく、また、7月播種は生育量は旺盛であるが、分枝の発生が悪く、経済的な栽培は無理だと判断した。また、11月以降の播種は育苗期間中に出蕾し、収穫が困難とみられた。8月から10月の播種の結果を表1に示した。結論を以下に示す。①8月播種は降雪前までの露地栽培に適する。②パイプハウスを使用し、冬期間に継続して収穫するための播種適期は9月中旬である。③9月下旬以降の播種は早春に収穫ピークとなる。

表1 播種期と収穫開始時期の生育および収量(kg/a)

播種期	収穫開始期	葉面積 (cm ² /個体)	生体重 (g/個体)	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	合計
8/5	9/30	7,600	790	9.4	144.2	79.4	8.1					241.1
9/10	10/30	2,300	237		0.1	54.3	45.4	48.5	39.4	19.9		207.6
9/21	11/20	2,200	217			1.3	26.2	39.0	42.5	83.7	10.4	203.1
9/30	12/8	950	84				4.5	28.7	62.4	64.4	23.8	183.7
10/12	1/19	500	52					3.8	18.6	85.3	12.3	120.0

この試験の結果は、農家が自分の作付けローテーションに合わせて、どの時期にオータムポエムを取り入れるのかを判断する時の参考になると考える。

2) 花芽分化について

播種期試験を実施し、オータムポエムの花芽分化に興味をもった。当時、東北農試ではナバナ‘はるの輝き’を系統適応性検定試験にかけており、秋田農試でも実施した。対照品種は‘農林16号’である。また、‘三陸つぼみ菜’が渡辺採種場からすでに発表されていた。この3品種のナバナとオータムポエムの花芽分化とは大きな違いがみられた。前述の3品種は一般的な越年生作物と同様、低温に遭遇しないと花芽分化しない。しかし、オータムポエムの花芽分化は、8月に播種しても9月から抽だいし、低温遭遇とは無関係のように思われた。そこで、温度が生育や花芽分化にどのような影響をもたらすのかを調査した⁶⁾。試験は1/5000のワグネルポットにオータムポエムを播種し、グロースチャンパーを使用し、12時間日長、昼夜一定温度で実施した。調査は7日間隔で行った(表2)。結論を以下に示す。①冷温条件(15℃)では個体の生育量、分化葉数が少ないうちに花芽分化する。②

表2 花芽分化に及ぼす温度の影響

処理温度	花芽の発育状況(播種後日数)						花芽分化期の葉数			生体重(播種後49日目) (g/個体)	
	21日	28日	35日	42日	49日	56日	63日	展開葉数(葉)	未展開葉数(葉)		合計(葉)
15℃	未分化	花芽分化		花柄伸長		主茎開花		2.2	9.5	11.7	18
20℃		未分化	花芽分化		花柄伸長		主茎開花	6.3	12.5	18.8	50
25℃				未分化	花芽分化		花柄伸長	9.9	15.5	27.4	21
30℃						未分化		-	-	-	12

20℃では個体の生育が旺盛で、かつ、十分に主茎葉が確保されてから花芽分化する。③25℃では分化葉数は十分に確保されてから花芽分化するが、生育量が少ない。④高温(30℃)では花芽分化しない。⑤このことから、花芽分化期までは20℃程度と比較的高温で管理し、出蕾したら通常管理(寒さに与えたほうが)良いと考えた。

このことは、播種期試験の生育状況や収量とも良く一致する。すなわち、8月播種は生育量が大きくなってから花芽分化し、個体当たりの収量は多くなる。また、9月中旬播種もある程度生育量が確保されてから

花芽分化し、多収となる。しかし、9月下旬以降は、株が小さいうちに花芽分化し、個体当たりの収量は減少する。8月から9月中旬までの播種では生育量が確保されてから花芽分化するので、分枝も太く、200kg/a程度の収量が期待できる。しかし、9月下旬以降の播種では個体が小さいうちに花芽分化するので、分枝が細く、密植するだけでは収量が得られない。そこで、9月下旬以降の播種では、播種期から主茎の出蕾期までビニル被覆をして保温を図り、生育量、主茎の分化葉数を確保するよう努め、出蕾期以降は被覆を除去し、通常管理することで収量を向上させることができる⁷⁾。

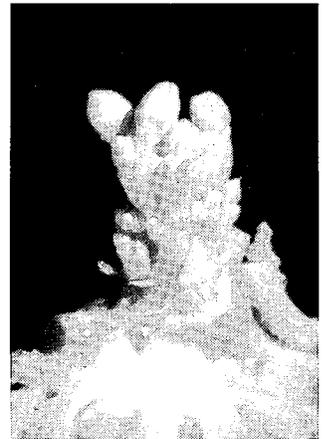
3) ハウスの塩類除去について

オータムポエムは収量が200kg/a程度となる。これに収穫部分以外を加えると、栽培期間中の積算生体重は約400kg/aに達し、乾物でみると40kg/a程度となる。また、植物体の窒素濃度は約4%(DW)である。これだけの生育量を確保するに足る無機成分が土壌から作物体に供給されている。このことは、ハウス土壌の塩類除去にも寄与するのではないかと考え、窒素吸収量(表3)と作付け前後の土壌の状態(表4)を調査した⁸⁾。

窒素吸収量の調査は施肥窒素の利用率を明らかにするため、以下の方法で行った。まず、縦30cm、横30cm、深さ15cmの無底木枠をオータムポエムを栽培している畝に埋め込み、基肥として重窒素入り硫酸(7.1atom%)を20g/m²相当量枠内に施用し、1株定植した。区制は3連制で実施した。燐酸、加里は窒素と同量、また、ようりん、苦土石灰、堆肥をそれぞれ60、100、2000g/m²施用した。結論を以下に示す(表3)。①全窒素吸収量は22.2g/m²である。②施肥に由来する窒素吸収量は10.9g/m²である。③全窒素吸収量から施肥窒素吸収量を差し引いた窒素吸収量(土壌由来と堆肥由来を加えた



花芽分化期



花柄伸長期

写真 花芽分化の様子

吸収量)は11.4g/m²である。④施肥窒素の利用率は54%である。このことから、オータムポエムは冬期の低温条件下でも膨大な窒素を吸収していることが明らかとなった。

作付け前後の土壌の状態を表4に示したが、ECが作付け前に比べ、作付け後は大きく低下した。このことは、硝酸態窒素がハウス土壌から多く持ち出されたことを示している。また、窒素以外の成分も持ち出されたと推測される。

農家はたいていの場合、作物が吸収する量よりも多めに肥料を施用している。また、堆肥は土壌改良資材として考えられ、多くの農家は窒素成分としては考慮していない。

しかし、腐熟した稲ワラ堆肥の窒素濃度は約0.5% (FW)である。厩肥はさらに窒素濃度が高い。堆肥は分解され、やがて無機肥料分となる。したがって、堆肥は「緩効性肥料」としての働きもあることを考慮しなくてはならない。

冬期にビニルをはずし、雪下にすると、春には肥料分が除去されると考える農家が多い。確かに春の栽培開始前に土壌のECを測定すると肥料分がほとんどないようにみられる。そこで、標準量の肥料を施用することになる。しかし、ハウス内土壌の肥料分は上下移動するが、暗渠排水がきちんと整備された圃場を除くと水平移動は少ない。ビニルを張って、しばらくすると、雪解けにより下に移動した肥料分が、再び作土層に上昇してくる。したがって、土壌を雪の下にしても化学性はさほど改善されない。

投入された肥料は作物に吸収させない限り、大部分はハウス内に蓄積される。その結果、ハウス内は作付け回数が増すにつれ、塩類過剰となる。農家の度重なる肥料の多投は、自分のお金を出して、自分のハウス土壌を悪くしているようなものである。適切な時期にpH、EC測定することで、土壌の状態を推定し、無用な出費を省き、健全な土壌の化学性保持を心がける必要がある。

オータムポエムを冬期に栽培することは、ハウス内の過剰な塩類の除去にも効果がある。多雪地域の秋田では、冬期にハウスを1棟おきに使用し、ビニルをはずしたハウスの所に排雪するのが良いと考える。そして、翌年の冬は前年にビニルをはずしたハウスで栽培する。このことにより、冬期の除塩と除雪対策がうまくかみ合うと思われる。

3. 付加価値の高い葉菜類の生産技術

1) ハウス内気温とナバナのBrix示度の変化

オータムポエムは生で食べても甘い感じがする。晩秋のものよりも、厳寒期のものがより甘く感じられる。そこで、ハウス内気温とBrix示度の変化を調査した⁵⁾(図7)。Brix示度は11月から12月にかけて、ハウス内気温が低下するにしたがって徐々に高まり、1月から2月の最も気温が低下した時期にピークとなった。また、3月に気温が上昇するとBrix示度は低下した。Brix示度は11月には3%であったが、厳寒期には6%まで上昇している。Brixは測定が簡易なので、メロンやスイカ等の甘さの指標として用いられているが、糖濃度そのものを示すものではない。しかし、表5に示すよう

表3 由来別窒素吸収量と施肥窒素の利用率

施肥量	施肥窒素 の利用率 (%)	A (g/m ²)	B (g/m ²)	C (g/m ²)	施由来率 (B×100/A)
20g/m ²	54.4	22.2	10.9	11.4	49

注) A: 全窒素吸収量

B: 施肥由来窒素吸収量

C: 土壌(堆肥由来含む)由来窒素吸収量

表4 作付け前後の土壌の状態

	層位	pH(H ₂ O)	EC(mS/cm)
作付前	1層(5~15cm)	5.9	0.51
	2層(15~25cm)	6.1	0.21
	3層(25~35cm)	6.4	0.13
作付後	1層(5~15cm)	6.2	0.33
	2層(15~25cm)	6.7	0.12
	3層(25~35cm)	6.9	0.07

に、液体の濃度を正確に反映している。したがって、Brix示度は汁液の様々な物質の濃度の総和とみることができる。

厳寒期にBrix示度が高まることは、作物体内の汁液の濃度が増すことを示している。植物が低温に馴化して、氷点下の低温に耐えるようになるにつれ、糖含有率が高まることが知られている。この場合も、糖含有率が上昇していると推測される。しかし、糖だけでなく、他の有用成分も上昇しているのではないかと期待がもたれた。

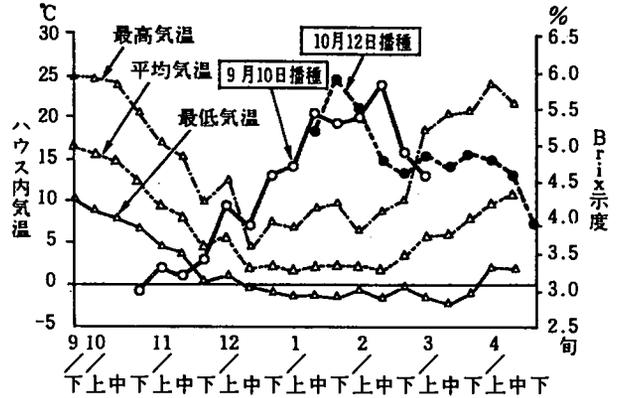


図7 ハウス内気温とBrix示度

表5 各種成分とBrix示度 (1992. 田村. 未発表)

溶液濃度	ショ糖	ブドウ糖	可溶性デンプン	可溶性タンパク質	塩化カルウム	塩化カルシウム	アスコルビン酸
10.0%	9.0	9.0	8.0	10.0	8.4	13.8	9.9
5.0%	4.6	4.4	4.0	5.0	4.2	7.2	5.0
2.5%	2.2	2.2	1.9	.2.4	2.1	3.6	2.4

2) 寡日射下においても低温が葉菜類の栄養価を向上させる

加藤ら²⁾はハウレンソウ栽培のハウス内に冷たい外気を導入することにより、糖や各種ビタミン類の含有率が高まることを報告している。この内容は、北東北の冬に葉菜類栽培をしようとする者にとって、朗報であった。葉菜類の糖やビタミンC含有率と日射量に関する報告は近年多い^{1), 4)}。それによると、寡日射条件は上記成分を低下させるという。日本海側は太平洋側と異なり冬期に寡日射条件となる。そこで、寡日射下の低温条件で上記成分が上昇するかどうか調査した⁹⁾。図8に結果を示した。

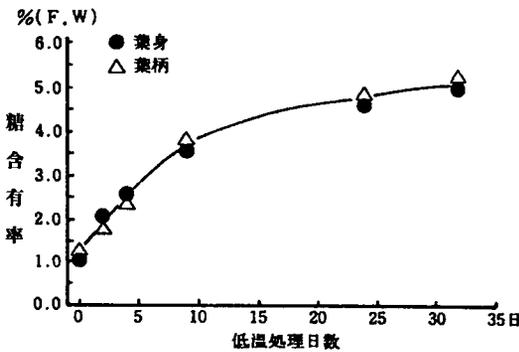


図8-1 低温処理後の糖含有率の推移

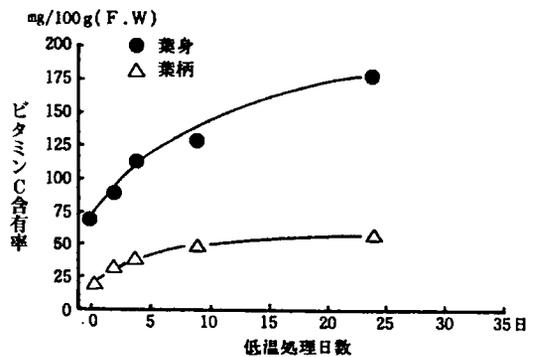


図8-2 低温処理後のビタミンC含有率の推移

平成7年11月6日に播種し、加温して18℃で生育させた。収穫期に達した12月18日に加温を中止し、低温処理を開始した。低温処理後は平均気温が2～4℃となり、夜間の最低気温は-2～1℃となった。栽培期間の日射量は、3～4MJ程度と非常に少ない条件で推移した。

コマツナの糖，ビタミンC含有率は寡日射下においても，低温処理により，急激に上昇した。このことにより，日本海側においても低温条件でこれら成分が上昇し，栄養価の高い葉菜類生産が可能であると判断された。

4. 移植栽培を取り入れて，夏作と冬作の効率の良いハウスローテーション

秋田県内においても，徐々にパイプハウスが普及してきている。しかし，前述したが，そのほとんどが冬期には遊休化している。メロン栽培等，夏作が10月上旬以前に終了する場合は，冬作として10月から11月初旬にハウレンソウやコマツナを播種したり，オータムポエムを10月上中旬に定植することで，冬期の葉菜類栽培が可能である。しかし，トマト，キュウリ等の果菜類では収穫期が11月上旬まで延長し，春の定植は4月から始まる。秋田では，11月中旬以降にハウレンソウやコマツナを播種した場合，収穫期は3月以降となり，低温を活かした高栄養価の付加価値の高い葉菜類生産はできない。オータムポエムも11月中旬以降に定植すると，収穫期は3～4月となる。そこで，ハウレンソウやコマツナの移植栽培により，冬期の栽培期間の大幅な短縮を図り，効率的にハウス利用できないか検討した¹⁰⁾。結果を図9に示した。

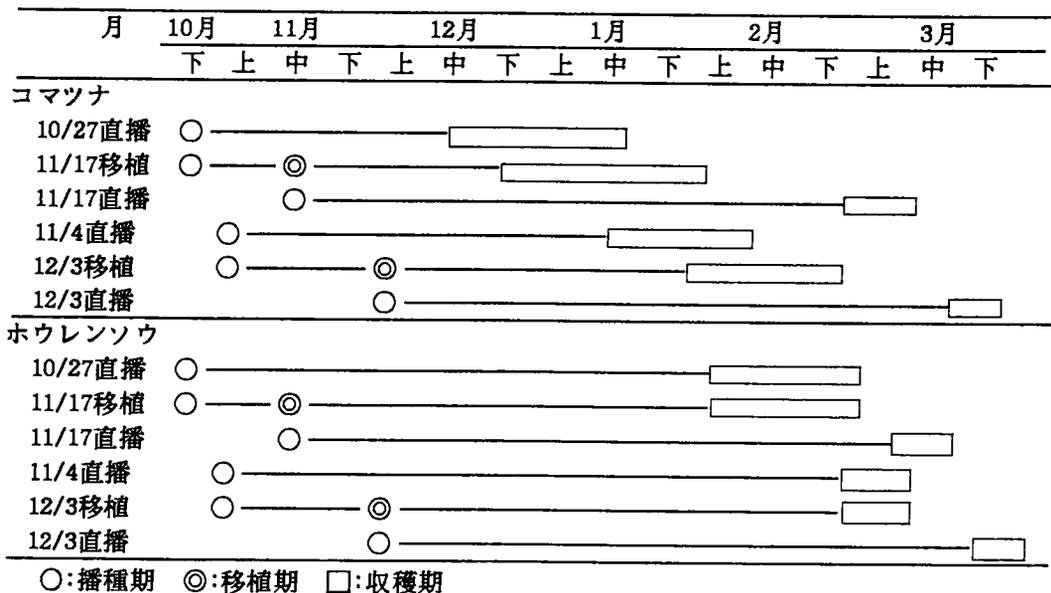


図9 播種，移植期と収穫期

コマツナの厳寒期までに収穫期に達するための播種適期は，直播栽培では10月下旬～11月上旬である。しかし，移植栽培では10月下旬から11月上旬に連結ポットに播種し，11月中旬から12月上旬に移植することで，厳寒期までに収穫期にもちこむことが可能になる。ハウレンソウでは，直播栽培では10月中下旬に播種しなくては厳寒期までに収穫期に達しないが，移植栽培では10月下旬播種，11月中旬移植で可能になる。したがって，11月上旬まで収穫を継続する夏場の果菜類の後作には，移植栽培を導入することにより，高栄養価の付加価値の高い葉菜類生産が可能になる。

このことから，夏秋期の栽培作物の種類に応じて，ナバナ，あるいはコマツナ，ハウレンソウの直播栽培と移植栽培を組み合わせることにより，パイプハウスの効率的な通年利用ができるとともに，冬期の低温を活かした高付加価値の葉菜類生産が可能になる。

5. 今後の方向

農家の冬に葉菜類を取り組む気持ちを喚起するためには、そのメリットと同時に、不安材料を取り除かなくてはならない。不安材料の一つは、無加温で大丈夫か？ということである。冬の寒い日には、葉菜類はカチンカチンに凍結する。凍結すると死んでしまうのではないかと考えている人が、実は多い。それに分かりやすい回答を出すことが必要である。二つ目は、ハウスを開放しても大丈夫か？、ということである。ハウスが強風で損壊しないか？、作物が風で痛まないか？、死なないか？。これについての回答が未だに十分になされていない。三つ目は、多雪地域における除雪対策である。

さらに、付加価値の高い葉菜類を生産したとしても、その良さを上手に消費者にアピールし、農家の所得を増やすための工夫がなくてはもともこもない。

まだまだ課題は山積している。その解決には、興味を持つ農家とより多く接触し、生の意見を聞き、解決すべき問題の焦点を明確にあぶり出さなくてはならない。自分の「ひやみこき」を最も警戒して、今後の仕事を続けたい。

秋田県の誇る偉大な農業指導者に石川理紀之助がいる。その人に「寝ていて人を起こすなかれ」という言葉がある。なかなか実践できることではないが、小指の先ほどは先人の教訓を生かせればと考えている。

引用文献

- 1) 亀野 貞ら. 1990. ホウレンソウの栽培条件及び品種と品質関連成分の変動. 中国農研報. 6 : 157-178.
- 2) 加藤忠司ら. 1995. 冬期ハウス栽培ホ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) 新野直吉. 1982. 秋田の歴史. 211-224. 秋田魁新報社.
- 4) 篠原 温. 1987. 野菜の栽培条件と品質. 筑波大農林学研. 3 : 110-148.
- 5) 田村 晃ら. 1993. 寒冷地の無加温ハウスにおけるナバナの生育に及ぼす播種期の影響. 園学雑. 62別2 : 280-281.
- 6) 田村 晃ら. 1995. 生育, 花芽分化に及ぼす温度の影響. 東北農研. 48 : 229-230.
- 7) 田村 晃ら. 1995. 播種期から主茎開花気までの保温方法. 東北農研. 48 : 231-232.
- 8) 田村 晃ら. 1996. 窒素吸収量と施肥窒素の利用率. 東北農研. 49 : 203-204.
- 9) 田村 晃ら. 1996. コマツナの糖, アスコルビン酸含量に及ぼす低温処理の影響. 園学要旨. 平8東北支部 : 59-60.
- 10) 田村 晃ら. 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.



測定「べからず」集

濱寄 孝弘

(東北農業試験場)

1. はじめに

これまで39号～41号の「小講座」で、気象要素のうち作物生育に直接関係し、測定する必要度が高そうな温度・湿度・光の測定法について紹介してきた。しかし「小講座」内ではいかにもきちんと測定しているような口振りの筆者も、実はいつも測定ミスばかりをしていて、満足にデータが取れたことの方が少ないというのが正直なところである。そこで今回は、筆者がこれまでこれら測定中に犯したミスの内、致命的なものをお披露目したい。なお、あくまで筆者の経験に基づくもののみなので、内容は測定上の問題点の全てを網羅するものではないことをご了承いただきたい。みなさんの測定ミス回避のための悪い手本としてお役に立てたら幸いである。また、これまでの「小講座」と重複する点があるが、どうかご容赦いただきたい。

2. 「きれいな温度分布」と思いきや・・・測器自身の温度むら

熱電対の検定をするため、多チャンネル式のデータロガーに30本のセンサーをつないで温度を測定した。その結果、ほぼ同じ温度を出力するはずなのになぜか図1の様な温度分布(?)を示した。原因は、窓から差し込んだ西日がロガーの入力端子板に当たっていたことだった(図2)。

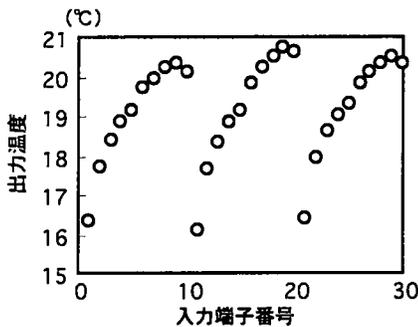


図1. 入力端子による出力温度のむら
(30点全て同じ20°Cの水槽に入れて検定)

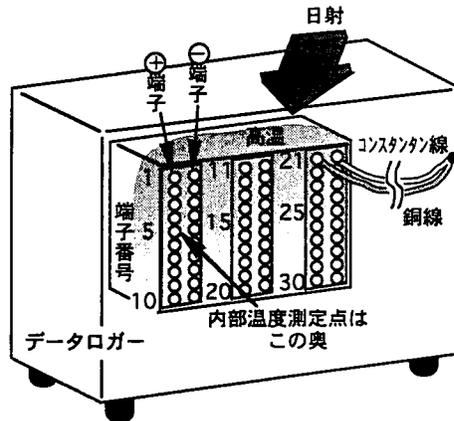


図2. 温度ムラを起こしたときの測定状況
概略(実際には30点全てに熱電対を繋いだ)

熱電対は、基本的には冷接点と測定点の温度差に従って発生する電圧(起電力)を電圧計で測定するが(図3)、データロガーによっては、冷接点を設けずに熱電対を入力端子に直接つなげば温度(°C)が出力される便利なものがある。その仕組みは、データロガー内に温度計が組み込まれて

おり、データロガー本体の温度を測定し、それを冷接点とみなして測定点の温度を算出している（図4）。しかし、たいていの場合、抵抗温度計は入力端子板の中央付近1点のみしか測定していないため、端子板に温度むらが出来ると、内蔵の抵抗温度計と、その入力端子との温度差に見合った分、測定値がずれてしまう。

幸いにもこのときは温度計の検定だったためミスに気付いたが、試験上での測定だった場合、「きれいな温度分布を示した」とぬか喜びをしかねない。

端子板に日射を当ててしまうなど言語道断であり、カバーを着けた上、ロガー自体を温度変化の少ない様に囲っておく必要がある。そして出来るだけ熱電対の直接入力は避け、基本的な電圧出力を取る方がいい。



図3. 熱電対による温度測定原理

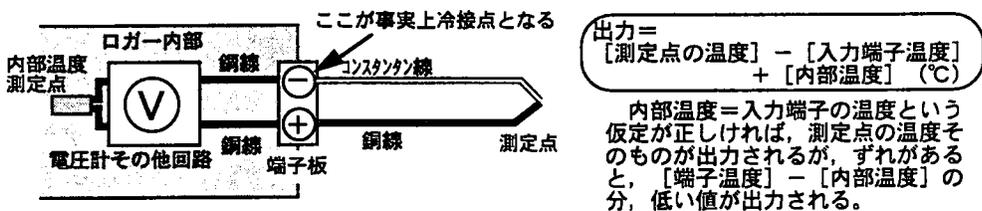


図4. 熱電対直接接続式のデータロガーの測定原理

3. 切れたコード、おかしな日射データ・・・小動物の害

圃場で測定をする場合、思いも寄らぬ「じゃま」をされることがある。東北農試の場合特に注意すべきはタヌキである。センサー類のケーブルを噛み切るのである。どうやらタヌキの足が引っかかる程度に地面から浮いていると切断されることが多いようである。ケーブル類は浅くても良いから土をかぶせておくか、もしくはいっそのこと腰の高さ以上に中空を張り渡すかのどちらかにしなければならない。

タヌキと同じくらい悪戯好きなのはカラスで、正味放射計のポリエチレンドームを破いたり、蒸発計のパンで行水したりする。細い針金やテグスで障害物を作るしか手がないようである。

その他にもいろいろといるが、びっくりさせられたのはトンボの害である。日射計に止まって光を遮るのである（図5）。被害に遭ったのは、ドーム式のものではなく半導体式の小型の「光量子センサ」だった。これも複数台のセンサーを検定しようとしていて気付いた。6台のセンサーをアームの上に並べて出力をみたところ、特定のセンサーが日中

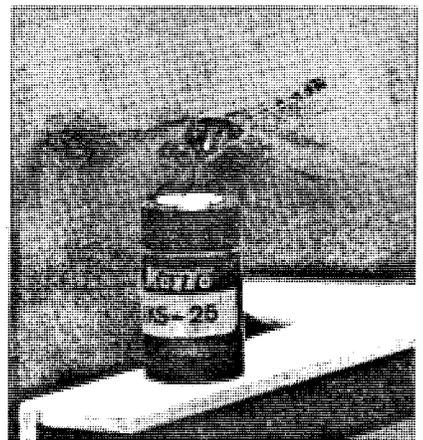


図5. トンボが止まっている様子

2～3時間にわたって異常に出力が低かった（図6：典型的なセンサのみ）。不思議に思って圃場のセンサーを確認したところ、トンボがとまっていたのだ。よくみると、明らかにセンサを選んで止まっている。飛び出した形状が目をはひくのかと、中央に穴の開けた円盤をかぶせ、「出っ張った」形状を改善したが、わざわざ円盤中央に見えるセンサを選んで止まる。どうやら黒地に白のコントラストが目立つらしい。それなら、とセンサ以外に止まり場を設けてやったが、トンボが少ない内は良かったが、大群で押し寄せる時期になると、全く効果がなくなってしまった。結局、細いテグスでセンサを覆うことで何とかしのいでる（図7）。

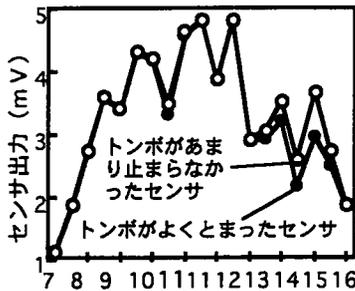


図5. トンボの日射遮断による測定値のずれ

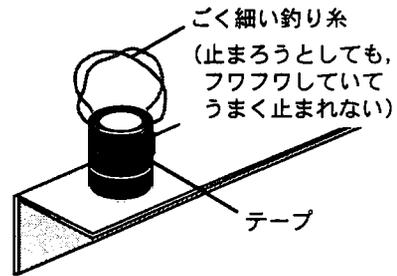


図7. トンボよけの例

4. 測定値が暴れてどうしようもない・・・ノイズ

特に熱電対など微小な電位差を測定するとき問題となるのは「ノイズ」である。ペンレコーダーや打点記録計だと、繋いだその場でノイズの有無が一目で分かるが、数値表示のみのデータロガーで、しかも測定間隔を長く設定してあると、その場ではデータの「ぶれ」がわかりにくいのでノイズを見逃し、解析の段になってデータが使いものにならないことに気付いたりすることがある。

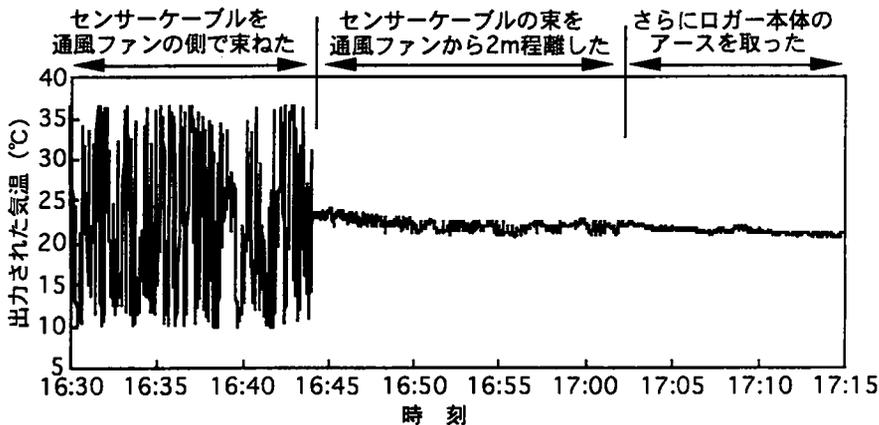


図8. ノイズ発生とその解決例

ノイズの発生源は様々であり、筆者の経験では近辺にある機械類（モーターやリレー等）や電源系統であり、特に電源は供給電源の不足・不安定も測定エラーの原因となる。以前、熱電対で気温を測定していたとき、自作の通風筒のファンのモーターがノイズ源となっていたことがあった。ど

うやらセンサーケーブルをファンのすぐそばに巻いて束ねていたのと、データロガーのすぐそばから電源を引いていたのが原因だったらしい。このときは、センサーケーブルをロガー側に束ねなおし、かつ、電源を別ルートで配線し、さらにロガー本体をアースして対処した（図8：再現データ）。

もちろん、熱電対以外のセンサーでも、ノイズが大きいと正しい測定が出来ない。大型の人工気象室が複数で動いている施設内で白金抵抗温度計の検定をしようとして、ノイズがひどく、往生しているのをみたことがある。

ノイズの対策としては、ベストはノイズ源を取り除くことであるが、完全に除去するのは難しいことが多い。それでもたいていの場合はロガーのアースを取ることで解決する。ごく小型のロガーなどを除き、多くのロガーにはアース端子がついているので、手近にアースがあればそこに繋げ、

なければ鉄パイプなどを使い、被覆を剥いだコードを地中に打ち込めばよい。ただし、センサーが地面に漏電している場合、地面を介してアースとショートし、測定値が異常となることがあるので注意が必要である。例えば地温・水温を測るセンサーの被覆がはがれている部分や、自作の熱電対では先端の絶縁不足の場合に起こる。

アースをとってもノイズが入る場合、残念ながら筆者は対処法を知らない。ノイズによる測定値のずれが全くランダムに起きるような場合は、測定間隔を出来る限り短くし、出来るだけ多くのデータを平均すれば（例えば5秒毎の測定の30分平均値を1データとするなど）、便宜的に使えるデータがとれる。ただし、ノイズによるずれが方向性を持つ場合、この方法は使えないので、予めノイズの性質を確認しておかなければならない（図9）。

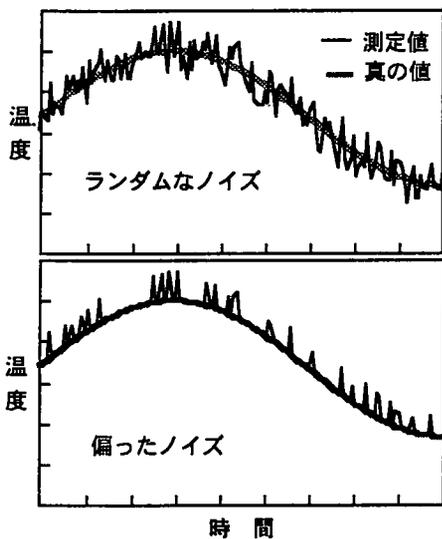


図9. ランダムなノイズと偏ったノイズの模式図

5. データロガーの行水・・・防水失敗

圃場での測定で、データロガーを発泡スチロールの箱にしまい、ふたをしていたのに、しばらくして開けてびっくり、データロガーはすっかり水没していた。どうやら雨水がセンサーケーブルを伝って少しずつ入っていたらしい（図10）。結局、ロガーは内部回路を全て交換で、もちろんデータは救うべくもなかった。

測定項目や場所、使うロガーの種類によって一概には言えないが、現在では以下の方法で対処している。

(1)ケーブル類が濡れても、水滴が伝わって落ちてこないようにケーブルは下から立ち上げて箱に入れる。

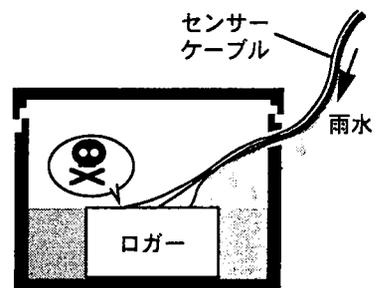


図10. 不適切な設置法によるデータロガーの浸水例

(2)箱の上にカバー（できれば日除けも兼ねてミラーマットなど、断熱性のあるもの）をすっぽりと被せる。

(3)ロガーをできるだけ箱の底から浮かすようにし、また、箱の底に穴を明け、万一水が入っても速やかに抜けるようにする（更に「湿気」対策に除湿剤を入れておいた方がいい）。

(4)箱の下に角材等を敷いて、水があがってこないようにする。

とりあえずこれだけやっておけば大丈夫だろう（図11）。

上に述べたのは、ある程度大型の多チャンネル式のデータロガーであるが、タバコの箱程度の小型のロガーの場合、本体を二回りくらい大きいタッパーウェアに除湿剤と一緒に入れ、地面に立てた支柱に固定し、カバーを被せて使用している（図12）。この方法で、今のところはトラブルはない。

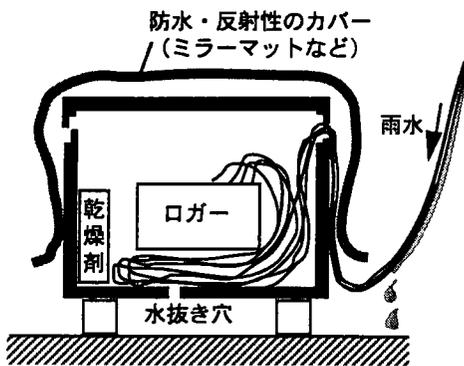


図11. 圃場におけるロガー設置法の例

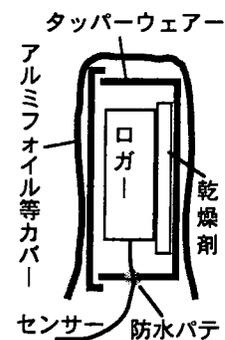


図12. 小型のロガーの設置法

6. おわりに

以上、思いつくままの文字どおり雑文になってしまったが、屋外での測定は、室内では考えもつかないような様々なトラブルが生じる。強い自戒も含めて言うと、結局、測定ミスを防ぐ基本は、ごく当たり前のことであるが、本番の測定に入る前に現場でテスト測定を行うことと、何よりも測定中はこまめに測器の様子と測定値を確認することである。



岩手県農業研究センターの紹介

伊五沢 正 光

(岩手県農業研究センター農産部水田作研究室)

はじめに

岩手県農業研究センターは、平成9年4月にこれまでの農業試験場・園芸試験場・蚕業試験場・畜産試験場の専門別試験研究機関を統合し、新たに農業に関わる総合的研究施設として発足した。

農業研究センターは所長および副所長の下に、5部2研究所体制で運営されている。センター本部は北上市（旧園芸試験場）に所在し、総務部・企画経営情報部・農産部・園芸畑作部・生産環境部及び専門技術員室で構成しており、滝沢村には畜産研究所、軽米町には県北農業研究所がある。

職員数は、事務職員19名、研究職員138名、技能員等56名の総員213名である。

センター本部の建物の中には、病害虫防除所が配置され、また、県北農業研究所の施設には二戸農業改良普及センター軽米地域普及所・県北専門技術員室及び病害虫防除所の駐在が併設されるなど、関係機関との連携にも配慮されている。

施設の概要

本部の総面積は、旧園芸試験場用地と併せて101ha。うち、圃場面積は65ha（水田26ha、畑18ha、果樹園17ha、桑園4ha）、敷地は36haである。水田では3ha圃場などの大区画圃場が、また、畑では県内の代表的な土壌を用いたマイクロプロットなどが整備されている。また、敷地内には平成10年6月に開園した「農業ふれあい公園」があり、農業科学博物館や農産物加工指導施設・植物見本園がある。なお、江刺市には銘柄米開発、陸前高田市には園芸品目に関する研究施設を設置している。

畜産研究所は研究基盤の特殊性から、旧畜産試験場及び旧農業試験場用地を活用できる（129ha）滝沢村に設置し、平成10年6月に研究本館が完成した。また、玉山村外山および住田町と江刺市に跨る種山にも研究施設がある。

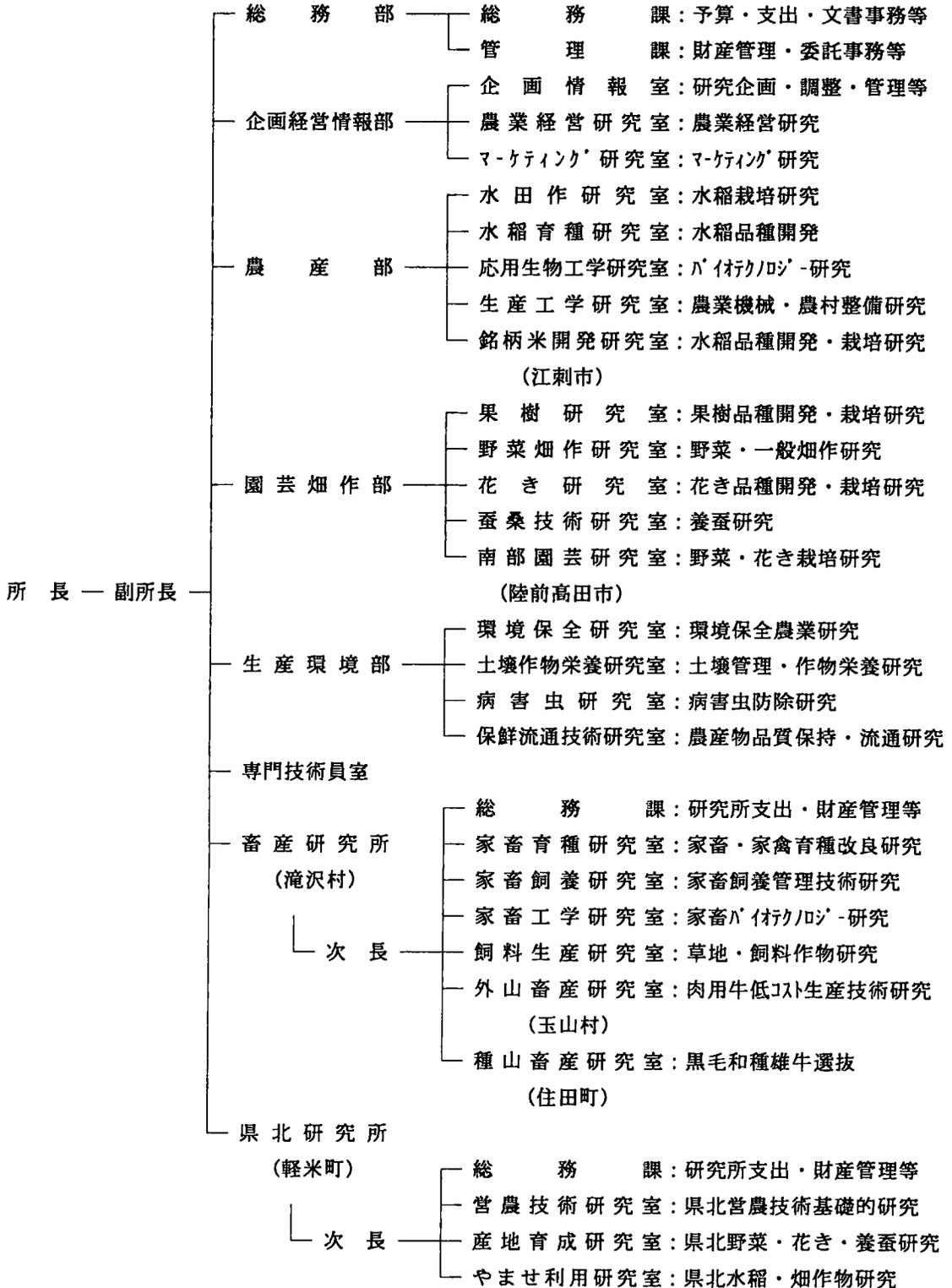
県北農業研究所は、県北畑作地帯・やませ地帯及び高標高地帯における農業研究の拠点として、旧農業試験場県北分場・旧園芸試験場高冷地開発センター及び旧蚕業試験場一戸分場を統合して、設置された。面積は21ha余りで、圃場12haの中に傾斜8度及び5度の畑地も整備されてある。

農業気象研究体制

農業気象に関する研究は、これまでと同様に作目の担当研究分野がそれぞれ行うこととなっているが、本部の気象観測・データ整備及び気象全体の窓口は本部生産環境部環境保全研究室が担当している。

また、アメダスデータ・天候予報や本県のリアルタイムメッシュ気象情報システムにおけるメッシュ気象データは、各研究室・研究所がLANを通じて本部に設置された総合農業情報システムのホストコンピュータからリアルタイムに入手可能となっており、農業気象研究を行うためのこの面での環境が整ってきている。

岩手県農業研究センターの研究体制





秋田県農業試験場から

秋田県農業試験場 宮川 英雄

秋田県農業試験場は明治24年に秋田市上中城町に創設されてから、過去4回にわたる移転を行い、すでに100年以上の長い歴史を経て現在に至っている。平成3年には農業試験場創設100周年記念式典を挙行している。

現在の農業試験場は昭和38年秋田市仁井田に移転してからすでに30数年が経過し、施設が老朽化していることから、新しい農業試験場への移転が決定している。現在、平成12年4月のオープンに向けて着々と準備が進んでいるので、その概要について紹介する。

新しい農業試験場は秋田市の南に隣接する川辺郡雄和町に位置し、立地は出羽丘陵につながる雄物川流域の低地段丘面と流域下流の蛇行部にある低地部分があり、新しい農業試験場はその両方にまたがっている。総敷地面積は56haで現試験場の2倍の規模となり、田畑を合計した圃場面積は現行の約15haから26haに増える。

本館は4階建てで、外部に解放する実験室として「オープンラボ」が2部屋ある。JAの営農指導員や市町村の農業担当者及び一般農業者は試験場研究員の指導を受け、土壌分析・作物栄養分析など自ら分析を行うことができる施設である。

新農業試験場では組織改編も行い、現行の5部体制を5部1室1研究所体制に改める。新設するのは、野菜・花き研究所、プロジェクト推進室、技術普及部で、「秋田の地域特性を生かした先導的農業技術の開発」、「集中的研究体制の整備による総合的技術の開発」、「試験研究への要請に対する迅速な対応と試験研究成果の普及強化」をねらいとし、試験研究を効率的に進めることを目的としている。

最近、秋田県では土地改良事業により圃場の大区画化が進む一方、生産現場からは基盤整備後に生じる様々な問題が試験研究に対する要望事項として提出されている。これらの要望事項を解決するため、新しい農業試験場では早急に研究課題化するとともに、1ha規模の水田大区画圃場を4枚設けて対応することになっている。

新農業試験場への移転構想は平成4年から始まったが、紆余曲折を経て平成12年度のオープンとなるが、「21世紀を展望した農業技術開発の拠点」として期待が大きい。

現在、秋田県農業試験場では農業気象研究を担当するセクションはなく、稲作部の水稻栽培担当が窓口となって対応している。新しい農業試験場では作物開発部栽培生理研究と名称変更され、研究課題も新規一転する予定です。ただし、農業試験研究計画の研究課題の一つに「気象変動に対応した農業生産の安定化技術の開発」があるように、農業気象研究がやはりメイン・テーマであることは変わらないと考えています。

◇◇◇ 支 部 だ よ り ◇◇◇

1. 平成10年度支部大会

平成10年度日本農業気象学会東北支部大会が秋田県大潟村「八郎潟ハイツ」において、平成10年8月19日に開催された。今年度より農業気象研究会と併せての開催となり、農業気象学会の前日が農業気象研究会にあてられた。農業気象学会では、午前中に研究発表3課題と総会が、また午後には生物資源総合利用センターと大潟村の視察を主な内容とするエクスカージョンが行われ、JR秋田駅にて解散となった。

当支部大会の開催に際し、秋田県農業試験場関係各位に多大なご尽力をいただき、厚くお礼を申し上げます。

2. 会員動静

〔入会者〕 菊池晴志（青森県農業試験場藤坂支場）

〔退会者〕 鈴木源蔵、藤原 忠、村田孝雄

なお、上記3名の会員の他に、26名の方が支部会費未納により自然退会となっております。1999年3月1日現在の会員数は、名誉会員2名、会友1名、会員173名です。

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11年の功労賞受賞候補者をご推薦下さい。締切は平成11年6月15日です。推薦書（定型書式はありません）に以下の事項をご記入下さい：推薦者と被推薦者の氏名と所属機関、400字以内の推薦理由、被推薦者の役員歴。

5. 平成11年度支部大会のお知らせ

平成11年度大会は50周年記念大会と併せて岩手県にて盛大に行う予定です。多数のご参加をお待ちしています。

5. 決算報告及び予算

(1)平成9年度決算報告

a 収支決算

(平成10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	522,500円	442,000円	印刷費	400,000円	400,000円
支部補助費	50,000	51,000	通信費	40,000	46,330
雑 収	150,000	210,071	事務費	70,000	67,395
繰 入 金	208,862	208,862	大会費	50,000	50,000
			雑 費	20,000	28,676
			予 備 費	351,362	0
合 計	931,362円	911,933円	合 計	931,362円	592,401円

b 余剰金の算出

収 入	911,933円
支 出	592,401円
余 剰 金	319,532円

(2)平成10年度予算

収 入		支 出	
項 目	予 算	項 目	予 算
個人会員会費	442,000円	印刷費	400,000円
支部補助費	50,000	通信費	50,000
雑 収	210,000	事務費	70,000
繰 越 金	319,532	大会費	50,000
		雑 費	30,000
		予 備 費	421,532
合 計	1,021,532円	合 計	1,021,532円

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) 1 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みの推薦書に記入し、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と一緒に、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サイズの用紙を縦おき、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サイズ縦おき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字づめ原稿用紙を用いる。
- 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月末日まで受付け、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)、これまでの研究の大要との関係、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じる米の粒厚は、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行つつスペースをとる。

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トでA 4サイズ上質紙にうちだしたものでよい。

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、上下各1行つ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。

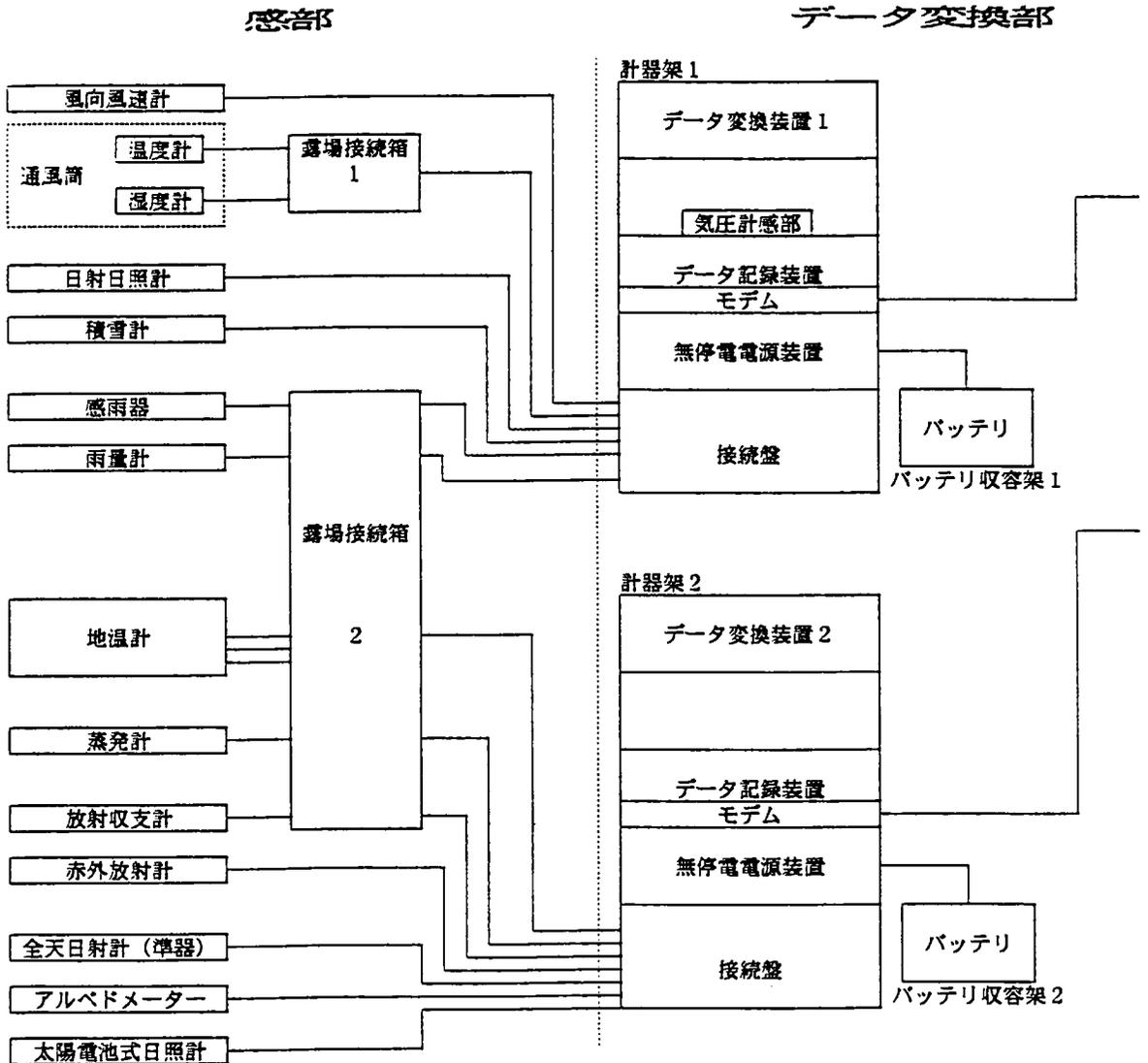
6. 別刷

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

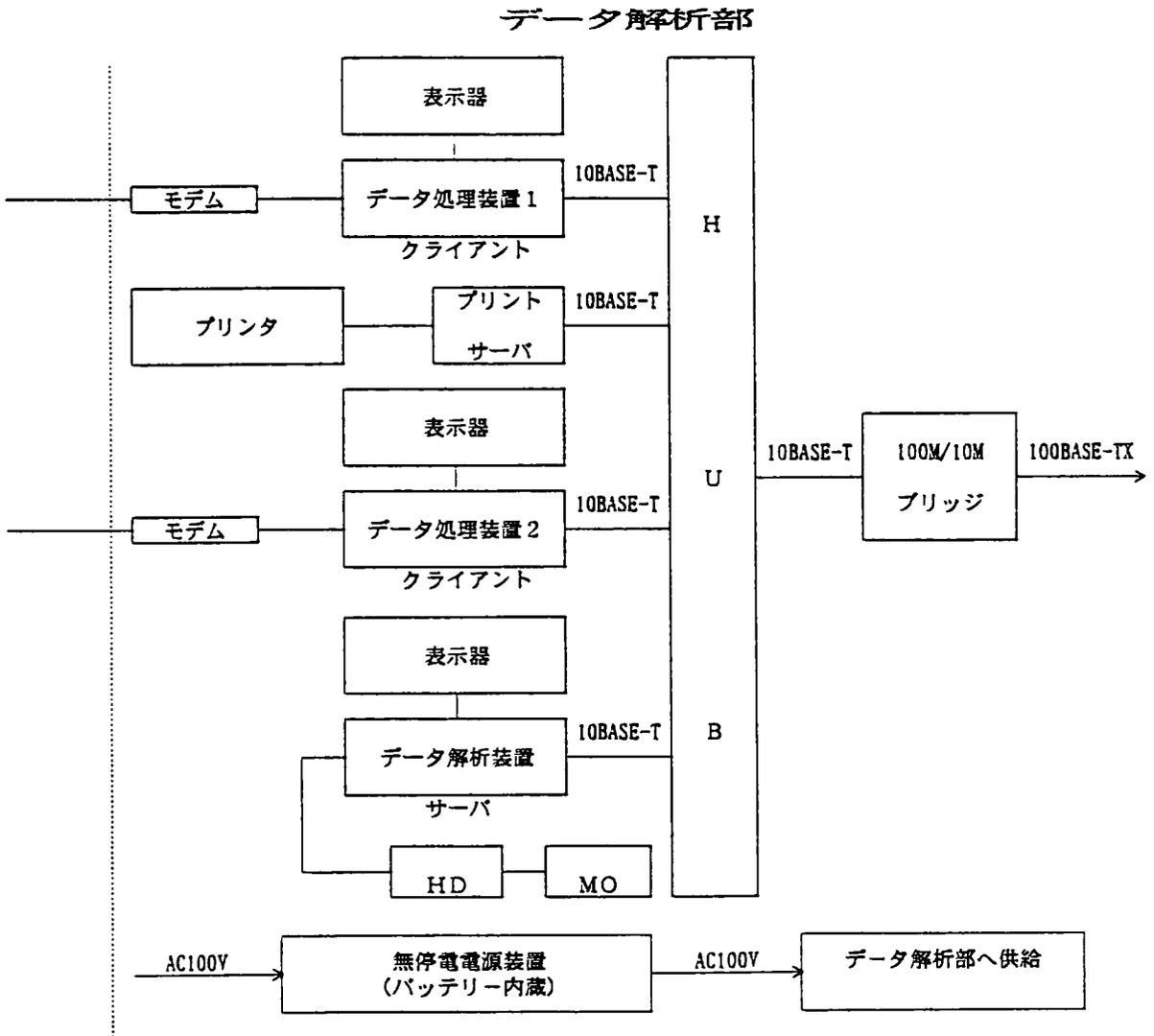
明星電気株式会社は、気象庁で展開しているアメダス、地上気象観測装置、航空気象観測装置等
 いただいております。本農業総合気象観測装置についても、これらの実績を充分考慮したものであ
 配信等最新の技術を駆使したシステムです。



- (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



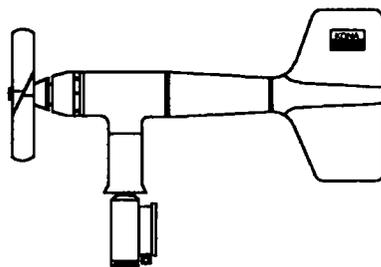
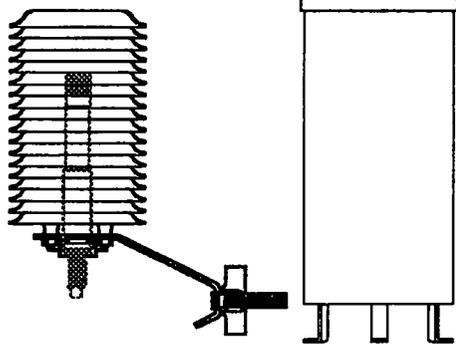
Meisei

こころをつたえる確かな技術

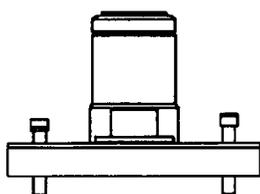
明星電気株式会社

本社/☎112-8511 東京都文京区小石川2-5-7
電子応用営業本部気象機器営業部
気象防災課 TEL 03(3814)5123

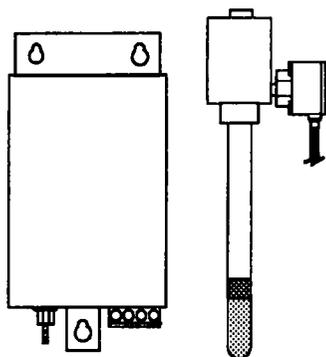
KADEC-UM



NEWバッテリー型マルチロガー



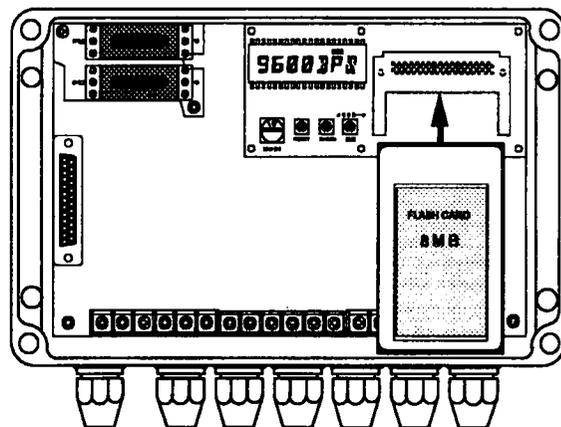
- ・各種センサー直結可能
- ・バッテリー駆動
- ・ICカード（フラッシュメモリ）対応
- ・ $-25^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ で動作可能



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

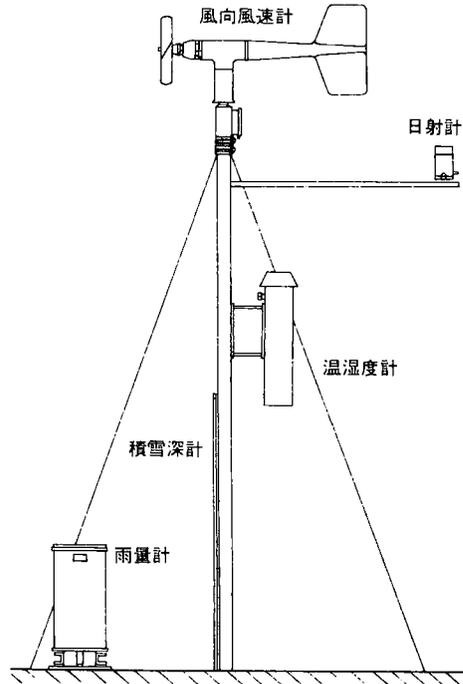
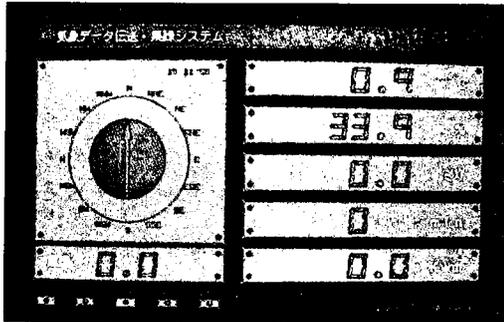
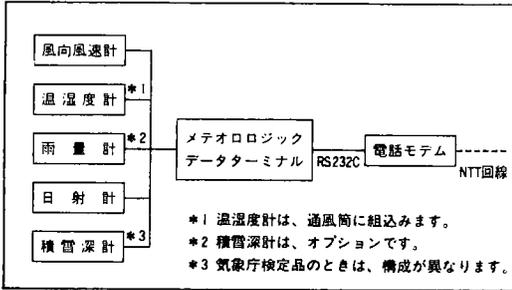
札幌営業部 〒004-0015 札幌市厚別区下野幌テクノパーク1丁目2番11号
 東京支店 〒171-0014 東京都豊島区池袋2丁目5番13号 合田ビル
 福岡営業所 〒814-0006 福岡市早良区百道2丁目17番21号ア'グ'森百道202

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% ²	0.1% ²	起動風速 1.0% ²
温度湿度計	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	0~2kwm ⁻²	0.01kwm ⁻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ミリパルス	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1C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

コーナシステム株式会社

開発・製造元

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

アラスカ州ブルドーベイの北極域ツンドラにおける盛夏期のCO₂収支に及ぼす微気象の影響
 … 吉本真由美・原蘭芳信・Walter C.Oechel 1
 ヤマセ吹走時におけるメッシュ日平均気温の推定
 ……………… 菅野洋光 11
 三陸沿岸に侵入する海霧の雲物理特性
 ……………… 井上君夫・吉本真由美・阿部博史 21
 作物畝方位による群落透過日射量, アルベド及び純放射量の比較(英文)
 ……………… Md.Abdul Baten・今 久 29
 沿岸傾斜地ミカン果樹園における散乱日射の波長特性に及ぼす海面からの反射日射の影響
 ……………… 脳山恭行・大場和彦 111
 落葉期の林床における蒸発とバルク係数(英文)
 ……………… 田中夕美子 119
 砂丘砂ソルガム圃場におけるバルク輸送係数と蒸発効率の推定 ……………… 木村玲二・近藤純正
 大槻恭一・神近牧男 131
 フィルム附着水がハウス内の日射透過, 温湿度環境に及ぼす影響
 ……………… 原蘭芳信・陳 青雲・吉本真由美 175
 夜間の砂丘における地表面土壌水分の推定
 ……………… 阿部靖志・大槻恭一・神近牧男 185
 赤外線放射测温によるトマトの水ストレス反応の検出—高精度トマト栽培における低土壌水分管理への応用— ……………… 中原正一・井上吉雄 191
 低湿地での土壌畝内への稲藁, 麦藁および籾殻の投入がサツマイモの生育, 形態および収量に及ぼす影響(英文)
 …… A.F.M.Saiful Islam・北宅善昭・平井宏明
 築瀬雅則・森 源次郎・清田 信 201
 桑園における土壌呼吸速度の周年変化(英文)
 ……………… 伊藤大雄・高橋恭一 209
 局地気候モデルによる斜面温暖帯の数値シミュレーション ……………… 上口弘晃・高橋俊二
 伍 培明・八木正允 217
 防風林周辺の風の流れと温度分布に関する数値シミュレーション ……………… 佐藤隆光・高橋英紀 275
 ニホンナシの自発休眠覚醒と温度の関係解明およびそのモデル化 ……………… 杉浦俊彦・本條 均 285

ダイズ畑の2つの畝方位によって影響される水分と熱収支成分の比較(英文)
 …… Md.Abdul Baten・今 久・松岡延浩 291
 大気微量気体フラックス測定用小型係留気球ゾーンの開発(英文) ……………… 鱧谷 憲・山本秀明
 文字信貴・宮田 明 301
 潜熱輸送に対する葉面バルク係数のモデル化と芝生圃場への適用 ……………… 木村玲二・近藤純正
 大槻恭一・木原康孝 307

短 報

ヒートパルス法と蒸熱収支法によるリンゴ樹の根, 幹および枝条の蒸散流測定(英文)
 ……………… 桜谷哲夫・Brent E.Clothier
 Steven R.Green 141
 北海道千歳市における防風林による農耕地の温度改良効果 …… 佐藤隆光・宮畑信吾・高橋英紀 315

総 説

農業気象情報の今後 ……………… 高倉 直 227

資 料

わが国における気温と降水量の長期変動の実態
 ……………… 岩切 敏 41
 中国における乾燥農業限界地の気象改良
 ……………… 真木太一・鈴木義則・早川誠而 47
 1996(平成8)年の日本の天候の特徴 …… 垣花和夫 147

国際会議報告

国際シンポジウム「閉鎖生態系における植物生産」報告 ……………… 荆木康臣・本條 毅 55
 第29回大気汚染ワークショップ参加報告
 ……………… 金 元植 233

シンポジウム報告

1996年合同大会シンポジウム「21世紀の食糧生産と農業環境」 ……………… 155
 1997年合同シンポジウム「熱帯アジアにおける気候資源と生物生産の接点を求めて」 ……………… 321

学会賞受賞記念講演要旨

農地生態系における物資・エネルギーの動態解明と温室効果ガス測定法の確立 ……………… 原蘭芳信 237

園芸施設における環境調節機器の開発と普及 関山哲雄 243	支部だより 64, 332
	会員の声 62
	本会記事 76, 158, 250, 330
研究会報告	関連研究会の予定 54, 154, 216, 348
第12回局地気象研究会 局地気象研究会 59	お知らせ 58, 160, 258, 334
シンポジウム「耕地環境における新しい計測・解 析手法—耕地における環境計測と生体情報の計 測—」 耕地気象改善研究会 247	農業気象投稿論文等の審査に関する指針 96
シンポジウム「耕地環境における新しい計測・解 析手法—耕地における微気象観測の計測法—」 耕地気象改善研究会 325	投稿規定 98
第13回局地気象研究会研究会 局地風(2)冷気 の流れ 局地気象研究会 327	原稿作製要領 99
	投稿前のチェックをどうぞ 174
	雑誌名の新しい略記法 226
学会長就任の挨拶 173	日本農業気象学会 1997・1998 年度役員名簿 269
新刊紹介 20, 40, 46, 130, 146, 184, 200, 208, 284, 320	正誤表 54
	会員異動 105, 166, 265, 347
	賛助会員名簿 107, 169, 271, 349
	編集後記 110, 172, 274, 352

農業気象 第54巻 総目次

論 文

ランドサットTMデータによる夏季・冬季の都市熱収支分布の評価(英文) 張 曉川・青野靖之・文字信貴	1
愛媛県大州に発生する盆地霧の気候学的な特徴 黒瀬義孝・深石一夫 林 陽生・大場和彦	13
フィルムマルチ施用畑の雨水と土壌水分の挙動 鈴木 純	23
アラスカ北極域ツンドラにおける熱収支解析 近藤純正	31
ニューラルネットワークによるメッシュ気候値の推定 本條 毅	43
樹幹熱伝導の計算手法に関する考察 渡辺 力・大谷義一	47
リモートセンシングによる霧層の厚さの推定と湿度の測定 井上君夫・阿部博史	55
ザンベジ川氾濫原の水収支と水田の純用水量の推定 岩本 彰・浦野慎一・新垣雅裕	125
地形および衛星データによる中国・寧夏の気温分布の推定 石郷岡康史・町村 尚・楊 桂清	133
衛星データを用いた生駒山地における森林熱収支の季節変化の評価 青野靖之・工藤友美・文字信貴	143
ワックス量の異なる同質遺伝子系統オオムギ葉の濡れ特性におよぼす降雨処理の影響(英文) 田中丸重美・竹花稔彦・木村和義	155
水稲田上におけるシンチロメータ法の利用(英文) Alan Edwin Green・林 陽生	225
CO ₂ 濃度および温度が変化した条件における日本の水稲収量のメッシュ気候値を用いた推定 米村正一郎・矢島正晴 酒井英光・諸隈正裕	235
平衡水温モデルによる異常気象年の水田水温の推定 丸山篤志・大場和彦・黒瀬義孝	247
ジャガラモガラ風穴・盆地の地形、気象および植物の特徴 真木太一	255
細線熱電対乾湿計を用いた渦相関法による降雨時の顕熱・潜熱フラックス測定 町村 尚	315
都市緑地が周囲に及ぼす影響の微気象観測 本條 毅・水谷敦司・高倉 直	323

水田からのメタンフラックスの日変化と地温との関連 細野達夫・野内 勇	329
---	-----

短 報

Weibull 分布を用いた積雪の長期継続期間とその初日、終日の解析 山田一茂・広田知良・城岡竜一	63
結露によるべたかけ用不織布の間隙率と長波放射特性の変化(英文) 毛 光伶・蔵田憲次	161
中国トルファンにおけるオアシス内外の温湿度分布 黒瀬義孝・唐 立松・大場和彦 丸山篤志・真木太一	337

総 説

東北地方における水稲の冷害対策の進展 卜蔵建治	267
----------------------------------	-----

資 料

中国における暖候期のポテンシャル蒸発量と気候湿度度の年々変動 近藤純正	71
中国における施設園芸の現状 邱 国玉・佐瀬勘紀 五十部誠一郎・奥島里美	167
1997(平成9)年の日本の天候の特徴 植田 亨	171
IPCC報告(1996)をめぐって一 気候変化影響研究部会解説一 清野 裕・甲斐啓子・太田俊二 菅野洋光・山川修治	179
ENWATBAL モデルによる蒸発と蒸散の分離推定(英文) 邱 国玉・榎井和朗 矢野友久・佐瀬勘紀	275
気象情報農業高度利用システムの概要 高谷 悟・能登正之	283

学会賞受賞記念講演要旨

植物組織培養器内環境の基礎的研究 富士原和宏	345
家畜体重の遠隔測定及び畜舎の熱環境の改善と普及 皆川秀夫	353

		本会記事	93, 191, 288, 362
		支部だより	79
		お知らせ	96, 178, 193, 366
		関連研究会の予定	62, 178, 310, 352
		農業気象投稿論文などの審査に関する指針	109
		投稿規定	111, 379
		原稿作成要領	112, 380
		投稿前のチェックをどうぞ	70
		雑誌名の新しい略記法	132
		正誤表	120
		会員異動	118, 218, 309, 386
		賛助会員名簿	121, 221, 311, 387
		編集後記	124, 224, 314, 390
研究部会報告			
シンポジウム「耕地環境における新しい計測・解析手法—耕地における環境計測法の開発—」	76	耕地気象改善研究部会	
シンポジウム「気象情報の新しい提供と利活用—農業現場への応用を考えて—」	187	耕地気象改善研究部会	
シンポジウム「エルニーニョ—そのメカニズムと諸影響」 「北海道における気候変動と農業へのインパクト」	359	気候変化影響研究部会	
会員の声	12, 22, 344		
新刊紹介	30, 42, 246, 308, 352		

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	二	山形県庁
〃	鈴 木 光	喜	秋田県農業試験場
〃	庄 野 浩	資	岩手大学
〃	濱 崙 孝	弘	東北農業試験場

編集後記

昨秋の長期予報で「冬らしい冬」といわれていましたが、ふたを明ければ結局暖冬気味……。エルニーニョのあと発生したラニーニャの影響や如何に？

さて、編集連絡の不手際からなかなか論文が集まらず、発行が遅れに遅れ、一年半遅れの発行と相成りました。早くから原稿を頂いていた方にこの場を借りてお詫び申し上げますとともに、次号以降、皆様の活発なご投稿をお願い申し上げます。

東北の農業気象 第43号

1999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 020-0198

印刷所 盛岡市本町通二丁目8-37

(株) 阿 部 騰 写 堂

TEL (019)623-2361
