

東北の農業気象

Agricultural Meteorology in Tohoku

Vol. 55

Mar. 2011

支部大会シンポジウム「東北農業の近未来」要旨

飼料イネの作出	
川村陽一	1
循環型畜産の実践	
嶋栄吉・小野泰	4
寒冷地対応型植物工場研究拠点	
鈴木千秋	7
温暖化と作物　－稲作の温暖化対策－	
岡田益己	9
畑作（大豆）の温暖化対策	
鮫島良次	11

支部大会研究発表要旨

非連系再生可能エネルギー利用住宅での電力需要特性	
土屋 幸男	13
根域冷却によるトマトの高糖度化	
岡田益己・齋藤照雄・畠山武士・長尾学・鈴木健策	15
イモグサレセンチュウのニンニクへの被害とその培養	
小野智士・井上航太・長谷部匠吾・皆川秀夫・田中勝千	17
水稻害虫フタオビコヤガの発生時期に及ぼす気温の影響について	
横山克至・中島具子・佐藤智浩	19
クロロフィル蛍光分析による飼料米の耐冷性	
吉岡翔・坂本雅子・武藤英士・岩崎悠・皆川秀夫・田中勝千	23

支部だより

2010年度支部大会報告	25
--------------------	----

日本農業気象学会東北支部

〒020-0198 盛岡市下厨川字赤平4 東北農業研究センター内

飼料イネの作出

川村 陽一・須藤 充

((地独) 青森県産業技術センター 農林総合研究所 藤坂稲作部)

1 はじめに

全国的に米の消費量が減少し生産過剰が問題化した 1970 年代において、青森県は主食用品種との識別性を有する大粒かつ多収な実取り用系統の選定、ハイブリッドライス開発のための組合せ能力検定、母本育成などの基礎研究を行った。1990 年代以降は、各地で育成された多収品種・系統について遺伝資源としての母本評価を行うとともに、各種用途向け多収品種を育成する中で収量性の向上にも取り組んでいる。2006 年以降、バイオエタノール生産原料として穀物の利用が拡大したことや、干ばつが続く穀物の輸出規制が行われたことで、穀物価格が国際的に上昇し、国内の濃厚飼料価格も高騰して畜産農家の経営がひっ迫した。一方、県の全水田面積の約 1 割は調整水田などの不作付地や耕作放棄地となっており、耕作放棄地は年々増加している。県は飼料自給生産拡大と水田有効利用の観点から、耕作放棄地を有効活用し畜産農家へ飼料を安定供給するため、耕畜連携による飼料用イネの作付け拡大を推進することとした。

2 青森県における飼料イネ普及の取組み

青森県は 2008 年、関係行政部署や農業者団体、試験研究機関などから構成される、飼料米等利用拡大プロジェクトチームを庁内に設置した。同チームの検討会における意見交換等を経て、飼料用稲の利用拡大に向けた推進方策を策定し、県の施策である「攻めの農林水産業」の次期推進計画における生産目標の設定に反映させた。米の生産調整に関する作物別誘導方針等の検討会において、非主食用米に係る生産振興の課題と対応方向を整理し、種子増殖体制について検討した。飼料イネ品種の種子についてはその取扱要領を定め、稲作農家の飼料イネ専用種子の希望を把握し、県や青森県農産物改良協会等が連携を図りながら、奨励品種を中心とした種子の供給体制を確立することとした。また、飼料用稲実証展示ほを設置し品種比較を行うとともに、直播による実証栽培を実施し経営評価を行った。品種の選定に当たっては、所内の育成試験や所内・現地の選定試験に加え、これらの試験の成績も合わせた総合的な検討が行われ、青森県飼料作物奨励品種選定協議会の諮問を経て、2008 年 2 月に「うしゆたか」が、2009 年 2 月に「みなゆたか」が県の飼料作物奨励品種に指定された。

3 発酵粗飼料用品種「うしゆたか」の育成

発酵粗飼料 (WCS) は、専用収穫機により収穫され、ロール状にラッピング、保管、発酵し、サイレージとなり、牛に給与される。稲作農家にとっての稲 WCS のメリットは、①排水不良田や未整備田でも作付けが可能であり、農地の有効利用を図ることができること、②田植えや水管理等は通常の稲作栽培体系と同じであること、③麦や大豆等の連作障害を回避できることなどである。一方、畜産農家のメリットは、①良好な栄養価を有し、牛の嗜好性も高いこと、②長期保存が可能で、年間又は冬期に安定した給与が可能なこと、③飼料増産のための労力をかけずに規模拡大が可能なことなどである。1998 年、青森農林総研の水稲育種部 (現 水稲品種開発部) で、耐倒伏性に優れた直播向け品種の育成を目標に、主食用品種「ゆめあかり」と耐転び型倒伏中間母本「つ系 995」(後の「関東 PL12」) の交配を行った。以後、世代促進栽培により雑種集団の固定を進め、稈質の強さなどに着目した選抜を繰り返してきた。「うしゆたか」はその後代から育成され、2008 年 2 月飼料作物奨励品種に指定された。WCS の収穫適期は、主食用の収穫時期より少し早い黄熟期と呼ばれる時期で、この時期に収穫することで、粗の消化性が良く、収穫時の脱粒ロスが少なく、TDN 収量も高くなる。「うしゆたか」の出穂期は「むつほまれ」並み、黄熟期は「むつほまれ」より 4 日程度早く、稈長は「むつほまれ」

より長く、稈は太くて剛く、耐倒伏性は「極強」である。畜産農家が潤沢に保有する堆肥を水田に還元することによる多肥条件での利用、また、コスト削減や作業の省力化を目指した直播栽培での利用が想定されることから、耐倒伏性「極強」は WCS 用品種にとって非常に有利な形質と考えられる。黄熟期の全重は、多肥条件で「むつほまれ」より、移植栽培で 5%、直播栽培で 7%多収であった。畜産研究所の飼料成分の分析によると、「うしゆたか」の TDN 含量は、「むつほまれ」と同等であった。また、粗繊維含量が低いため、消化性が良く、採食量の増加が期待された。更に、リン酸・石灰・苦土含量が高く、カルシウムとマグネシウムに対する、カリウムの当量比が低いため、無機成分組成が優れていた。「うしゆたか」は、いもち病真性抵抗性遺伝子「*Pib*」を保有するため、現在のいもち菌の分布条件下では発病しない。もしも、親和性のいもち菌が出現した場合の葉いもち圃場抵抗性は、「やや強」である。穂いもち圃場抵抗性は不明であるが、高度抵抗性遺伝子「*Pb1*」を保有している。この遺伝子を持つと、抵抗性が 1 ランクアップすることが実験結果で得られている。穂ばらみ期の障害型耐冷性は、むつほまれと同じ「中」で、不十分と考えているが、現有の専用品種の中では、最も強い部類である。これまで国内で開発された品種は、熟期が遅かったり、耐冷性が「弱」であるなど、夏期冷涼な本県では安定生産が困難であったことから、「うしゆたか」が WCS 用奨励品種に指定されることとなった。

4 飼料米用品種「みなゆたか」の育成

「うしゆたか」は、黄熟期の全重収量が高く、発酵粗飼料に適しているが、粗玄米収量はあまり大きくなく、障害型耐冷性もあまり強くないことから、「飼料米」には向いていなかった。そこで、飼料米に向けた、粗玄米収量が高く、障害型耐冷性が強い品種の選定を行った。飼料米には、稲作農家にとっては、農機具について新たな投資がいらぬこと、畜産農家にとっては、輸入トウモロコシの代替として、配合飼料の原料に利用が可能なこと、などのメリットがある。1998 年、青森農林総研の藤坂稲作研究部（現 藤坂稲作部）で、耐冷性に優れた良質・良食味品種の育成を目標に、「青系 135 号」（後の「ふゆげしき」と「ふ系 186 号」の交配を行った。以後、世代促進栽培により、雑種集団の固定を進め、耐冷性、いもち病抵抗性、食味、品質、収量に着目した選抜を繰り返してきた。家畜に給与する「飼料米」の場合、食味や品質が良いことは必要なく、むしろ、主食用品種との識別性を確保するため、これらは悪い方がいいとさえ言われている。そこで、主食用としては、食味や品質が不十分とされた系統の中から、多収で耐冷性の強い系統を、飼料米向けとして検討した。「みなゆたか」は、先の雑種後代から育成され、2009 年 2 月に飼料作物奨励品種に指定された。「みなゆたか」の出穂期と成熟期は、ともに「むつほまれ」並みである。稈質は、「うしゆたか」ほどは強くなく、稈長がやや長めなこともあり、耐倒伏性は「むつほまれ」並の「強」である。冷害年を除いた平常年における「みなゆたか」の粗玄米収量は、黒石市の多肥区と十和田市の標肥区・多肥区において、「むつほまれ」より約 4%多収であった。10 a 当たり粗玄米重は、黒石市の多肥区で 840kg であった。「みなゆたか」の粗玄米重は平常年でも大きい、障害型耐冷性が非常に強いことから、冷害年では不稔の発生が少ないため、「むつほまれ」との収量差が、より大きくなる。畜産研究所の飼料成分の分析によると、「みなゆたか」は、粗タンパク質含有率がやや低いものの、TDN 含有率はほぼ同じであり、粗玄米の飼料成分は、標準飼料成分とほぼ同等であった。また、飼料用米については、鶏に給与することで、卵の脂肪酸が日本人の適正摂取値に近づくことが分かり、飼料用米の普及につながると期待されている。「米」を利用する「飼料米」にとって、耐冷性は「米」を安定生産するために特に重要な特性である。「みなゆたか」は多収品種「むつほまれ」に比べ粗玄米収量が多く、耐冷性が 3 ランク強いことから、飼料米用奨励品種に指定された。

5 今後の課題

「攻めの農林水産業」推進計画における 2013 年の生産目標は、WCS が 500ha、飼料米が 2,500ha

であり、県は米粉用米の約 1,500ha と合わせ、耕作放棄地の解消を目指している。当初は達成が困難と思われた目標値であったが、新規需要米対策などの政府支援策の後押しもあり、作付けが着実に伸びている。今後の課題は、収量性の更なる向上、耐冷性や耐倒伏性の強化、低温苗立ち性や識別性の付与などである。現在、これらを解決するため、北海道・北東北知事サミットにおける北東北三県知事の合意事項に基づき、非主食用多収品種の共同研究を進めている。品種共同育成の実施によって品種開発の効率化を図るとともに、県間連携による効率化的な種子生産について検討するための試験を 2010 年度から実施中である。

循環型畜産の実践

嶋 栄吉¹・小野 泰²

(1 北里大学獣医学部 循環型畜産研究会、2 附属フィールドサイエンスセンター八雲牧場)

I. はじめに

近年、国内外に限らず様々地域で食の安全・安心などの食料問題と環境問題への対策が求められている。

本報告では、畜産を含む農業地域における資源循環の立場より、わが国の農業が抱える課題について整理し、東北農業の近未来の方向性を議論するための基礎資料を提供する。循環型畜産の実践例として、北里大学獣医学部の循環型畜産研究会の活動と附属フィールドサイエンスセンター (FSC) での取り組みを紹介する。

II. 畜産を巡る諸問題と循環型畜産の必要性

畜産を巡る諸問題は、食の安全・安心と環境、そして食料自給率の3つに大別される。

1. 食の安全・安心：昨今、畜産では牛海綿状脳症 (BSE) や口蹄疫、そして鳥インフルエンザなどの問題が発生し、その結果、我が国の食料生産に大きな影響を及ぼしている。安全な畜産物を得るためには、安全な家畜飼料の確保と防疫体制が急務である。

2. 環境問題：我が国の畜産は、これまで家畜の餌である飼料を輸入し、肉や乳製品を生産する加工型畜産を行ってきた (図1)。この結果、食料・飼料の輸入国では、土壌に養分蓄積され、地下水や河川、湖沼の汚染が進み、富栄養化などの問題を引き起こしている。一方、食料・飼料の輸出国では、畑草地での養分の収奪と灌漑水を地下水に頼っている場合は地下水の枯渇などが起こり、塩類集積や砂漠化が進行している。

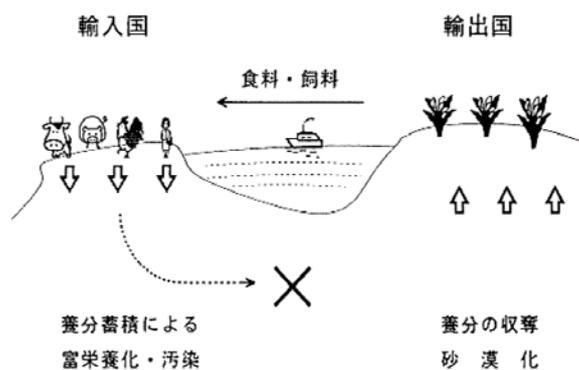


図1 物質循環の破綻 (千秋より¹⁾)

3 食料自給率：食料自給率は、欧米諸国のフランスが 122%、ドイツが 84%、イギリスが 70%、アメリカが 128%と高いに比べ、日本が 41%と低く、食料安全保障の観点から食料自給率の向上が求められている。東北地方の食料自給率は、青森 121%、岩手 106%、宮城 76%、秋田 176%、山形

133%，福島 85%と全国平均に比べ高いのが特徴である。

東北地方は、豊かな自然と広い農地を有しており、安全・安心で、環境問題にも配慮した食料基地として展開が期待されている。

III. 北里大学循環型畜産研究会の活動

循環型畜産研究会は、平成 11 年に発足し、獣医学科，動物資源科学科，生物環境科学科，フィールドサイエンスセンター（FSC），動物病院の 3 学科 2 附属施設の 15 研究室，32 名の教職員により組織され，学部共同プロジェクト研究が推進されている（図 2）。

現在，循環型畜産の実証と技術構築に向けて，附属八雲牧場と青森県の横浜牧場において，21 課題のテーマの試験研究を行っている。また，地域への社会貢献として，「あおり県民政策ネットワーク」での活動や公開勉強会・シンポジウム・フォーラムなどを開催し，学識経験者による最新情報の提供や循環型農業の普及活動を行っている。

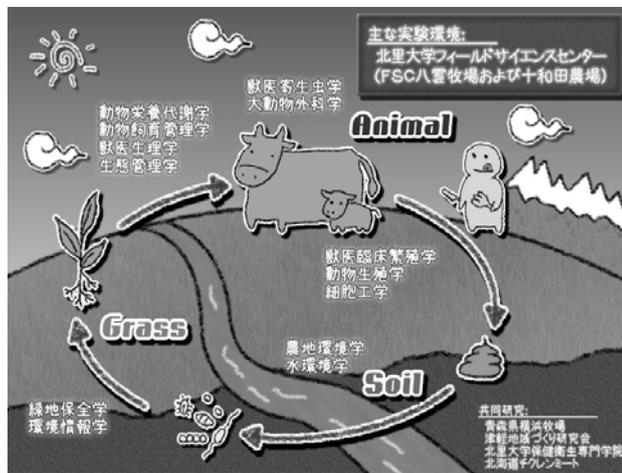


図 2 循環型畜産研究会の研究体制²⁾

IV. 北里大学八雲牧場の取組み

1. 八雲牧場の概要

北里大学獣医学部附属フィールドサイエンスセンター（FSC）八雲牧場は，北海道の函館から北へ約 80 km の八雲町に位置し，年間降水が 1500mm，年間平均気温が 7.5℃と寒冷積雪地域である。牧場は 1976 年に開設され，敷地面積は 350ha で，うち採草地が 90ha、放牧地が 70ha および林野地が 190ha となっている。家畜の飼養形態は，夏山冬里方式が取られ，夏期に昼夜放牧が，冬期に舎飼いで貯蔵自給飼料の給餌が行われている。

2. 八雲牧場の変遷

1) 前期（1994～2004 年）：草地管理として，放牧草地へ堆肥および化学肥料が施用され，高エネルギー飼料としてデントコーンの作付け、除草剤利用による雑草防除が行われていた。牧場で生産される牛肉は，生協ヘナナチュラルビーフと命名し販売された。

2) 中期（2005～2009 年）：草地への化学肥料の散布を中止し，窒素堆肥の不足分を補うために，マメ科牧草の窒素固定の利用を促進し，肥料費を 90%の削減し，水産加工副産物を利用した有機質肥料の開発を行った。デントコーンの栽培は，収量が不安定であること，土壌流亡や遺伝子組み換え種

子の混入が懸念されるため中止された。雑草抑制として、強害雑草の除草剤利用による抑圧から生態的雑草防除法の開発が進められた。牛肉は、ナチュラルビーフから商標登録により「北里八雲牛」へと改名し、有機畜産物生産行程管理者として認定され、「有機畜産物 JAS 認証」を取得し、「放牧畜産実践牧場」「放牧子牛生産基準」「放牧肥育牛生産基準」「放牧牛肉生産基準」の認証を受けた。さらに、地域酪農家における北里八雲牛の生産と普及推進を図り、また農業生産地球温暖化対策事業へ参画した。

3) 現在～今後 (2010～これからの八雲牧場)

八雲牧場では、有機質資料の作製やマメ科牧草根粒菌の窒素固定による窒素供給を目的に、化学肥料無施用草地 (N-0 草地) の生産力の解明 (図3) などに取り組んでいる。これらの成果により図4に示したような物質循環が成立している。

今後は、循環型畜産システムの改良、実践技術の科学的検証、循環型畜産の地域普及、そして、農医連携の推進が課題である。

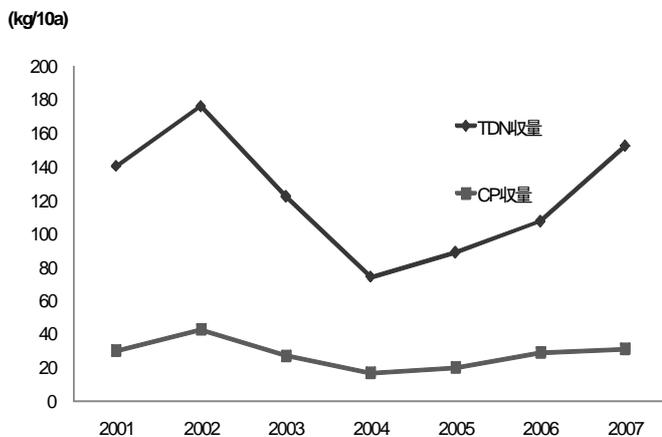


図3 TDNおよびCP収量の経年変化(小野ら³⁾)

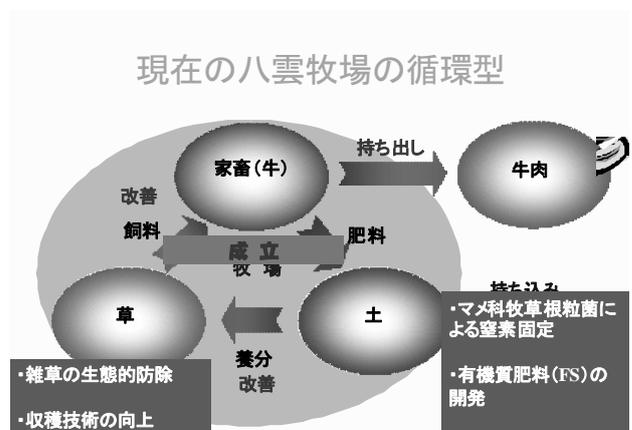


図4 八雲牧場における循環型畜産の実践

V. おわりに

北里大学での循環型畜産研究会と附属フィールドサイエンスセンター (FSC) 八雲牧場での取組みについて述べてきた。

循環型畜産における東北農業の近未来を考えた場合、食の安全・安心、環境保全、食料自給率向上の3つが大きな課題である。それらを解決するために、家畜ふん尿の処理と利用、耕畜連携を考えた土地利用計画の実施、稲わらと堆肥、食物残渣などを利用できる物質の流通の改善など地域資源の活用が肝要である。

参考・引用文献

- 1) 千秋達道：環境保全と自給飼料 - 草地農業による物質循環 - ，日本草地学会公開シンポジウム講演要旨，33-45，2001
- 2) 北里大学獣医学部循環型畜産研究会 HP：<http://www2.vmas.kitasato-u.ac.jp/circulation/>
- 3) 小野 泰，庄司勝義，松本英典，畔柳 正，萬田富治：N-0草地（化学窒素肥料無施用草地）の生産力の解明，平成21年度循環型畜産研究会報告書，32-33，2010

寒冷地対応型植物工場研究拠点

鈴木千秋

(地独) 青森県産業技術センター 農林総合研究所

1 はじめに

植物工場とは、作物の生育状況に応じて、光や温度、湿度、二酸化炭素、養分、水分などの栽培環境を高度に制御することにより、季節や天候に左右されずに野菜などを計画的に周年生産できる施設である。地方独立行政法人青森産業技術センターでは「寒冷地対応型植物工場研究拠点」として施設整備を行った。当施設では、北国あおもりの立地条件を活かして、風力や太陽光、雪冷熱、地中熱、りんご剪定枝などのバイオマスが発する熱エネルギーをもフルに活用し、北国に合った植物工場の開発と実証を行っていくこととしている。そこで施設や研究の概要について紹介する。

2 寒冷地型植物工場研究拠点の施設概要

(1) 完全人工光利用型実験施設兼集中管理エリア

完全人工光利用型実験施設エリアには、LED照射システムや人工光苗生産システムなどを備えた管理実験棟のほか、風力発電システムや太陽光発電システムなどが設置されている。

太陽光発電システムは5kwのパネルの設置角度が90度と、45度の2通りになっており、発電効率が比較できるようになっている。夏場は45度の方が90度よりも発電量が多いが、冬場はパネルに雪が積もりにくく、地面に積もった雪からの反射光を利用できる90度の方が発電量が多いと考えられるので、年間を通して発電量がどう変化するかを比較・検証することとしている。

風力発電システムは、高さが17m、発電能力は10kw級で、風速2～3mで回り始め、風速13.5mで5kwの電力が得られる仕組みになっている。

研究管理・実験棟には、赤・青・緑の3原色で波長調整が可能なLED照射システムや、太陽光を使わない閉鎖型の人工光苗生産システムや、発電状況をモニターする太陽光・風力監視システム、ハウス内の温度や明るさなどを遠隔操作し、生育状況を監視するユビキタス環境制御監視システムなどが設置されている。

(2) 太陽光・人工光併用型実験施設エリア

太陽光・人工光併用型エリアには、地中熱システムや、雪の冷熱を取り出すための雪の堆積場、堆肥熱交換システムが設置されている。ハウスには3つのタイプがあり、自然エネルギーをフルに使う「自然エネルギー活用二重被覆ハウス」、石油や系統電力を使う「二重被覆ハウス」、一般に普及している「一重被覆ハウス」がある。各ハウスに共通の装備としては、温風

ボイラー、ヒートポンプ、温湯機、

チラー（冷水機）、炭酸ガス発生装置、ナトリウムランプ、ユ

ビキタス環境制御システムがあり、「自然エネルギー活用二重被覆ハウス」には、木質ペレット温風機や、地中熱ヒートポンプ、堆肥熱利用温湯機、雪冷熱利用チラー、雪・堆肥熱交換システ



完全人工光利用型実験施設エリア



ハウス内部

ムが装備されている。それぞれのハウスのエネルギー消費などを比較・検証することにより、北国に合った最適なシステムを見出していくことにしている。

3 主な研究課題

(1) 自然エネルギーの活用等によるエネルギーコストの節減

風力や太陽光などの自然エネルギーは、基本的にランニングコストはかからないものの、風任せ・太陽任せで供給が不安定なことから、系統電力などの既存エネルギーと組み合わせてハイブリット利用し、栽培に要する化石燃料消費量の削減を目指していく。また、地域に豊富に存在する地中熱や木質バイオマス、堆肥熱、雪等をフルに活用して、光熱費を30%以上削減し、植物工場における自然エネルギー利用の有効性を証明するとともに、二酸化炭素排出量削減の取組みにも貢献する。

(2) 生育に応じた光制御による高品質・高付加価値・安定生産技術の確立

野菜の生育や内部品質、機能性の発現に必要な光の波長、つまり色や、光量の解析を行い、パルス光や、光の中断、低照度栽培などによる低コスト化・効率化を検討し、成果を太陽光利用型植物工場の補光栽培に応用する。これにより照射コストの30%削減と、品目毎の光制御条件のマニュアル化、良食味・高機能性野菜の生産などを旨す。

(3) 低コスト養液栽培システムの開発

オリジナルの低コスト養液栽培システムの開発と、もみ殻などの地域の農林水産廃棄物を有効利用して生産コストの低減を図り、栽培に係るコストの30%以上削減を目指す。

(4) ユビキタス環境制御等による生育環境制御技術の開発

この研究の目的は自律分散型の環境制御によって、低コストで効率的なシステムを構築することである。具体的には、自然エネルギーなどの新規制御機器ノードの開発、栽培条件のデータベース化、データ管理と総合監視・制御ソフトウェアの開発などに取り組む。これによって、環境制御システムの設置コストの30%削減と、非熟練者でも操作できる自動環境制御システムの構築、栽培条件のデータベース化による低コスト栽培技術の確立を目指す。

(5) 寒冷地に適した高付加価値品目の選定と栽培法のマニュアル化

寒冷地に適した低温性で付加価値の高い野菜の品目を選定し、周年栽培のマニュアルづくりを進める。夏場が端境期になる寒冷地向き野菜の周年栽培を目指して、四季成り性品種によるイチゴの周年栽培、夏場は栽培が難しいハウレンソウの栽培、光制御で抽だいを調節できるシソやバジルなどのLEDなどを用いた補光栽培に取り組む。また、植物の部分冷却や部分加温、部分照射・光中断等により、エネルギーの効率的な利用を進め、低コスト化を図る。

5 おわりに

この植物工場研究拠点では、北国に適した植物工場に必要な課題の解決に取り組むほか、企業や大学との共同研究による新技術の開発、植物工場の設置・運営に携わる技術者の指導や人材育成など、総合的に取り組むこととしている。そして、「採算性のとれる寒冷地向け植物工場」のビジネスモデルを構築し、植物工場の普及拡大を図っていきたい。

温暖化と作物 — 稲作の温暖化対策 —

岡田益己
(岩手大学農学部)

短期的視点 : 現在から 10, 20 年程度

近年、頻発する異常気象は、地球温暖化の影響とも考えられており、今後とも変動の大きい気象が続くことを想定する必要がある。全国の気象官署における過去 70 年間の気温は、温暖化と都市化の影響を受けて上昇しているが、北日本の夏期に限ると、この 70 年間に気温はほとんど上昇していない(下野, 2008)。一方、1980 年以降、夏期には異常高温と異常低温の発生頻度が高まっている。高温対策だけではなく低温対策も重要な課題である。

高温の影響ではないかと見られる現象が、しばしば農作物や生態系に観察されるが、これを温暖化の兆候と見るのは早計である。例えば、高温で発生する胴割れ米は、食味重視の減肥や収穫作業のための早期落水によって助長される(長田ら, 2006)。近年の栽培慣行や作型の変化が、高温に脆弱な仕組みを作っていることに留意しなければならない。

中長期的視点 : 30 年~100 年後の気候を想定

①大気 CO₂濃度上昇の影響

大気 CO₂濃度を人為的に 200ppm 高めた水田 FACE 実験(Okada ら, 2000)から、水稻および水田生態系に及ぼす高濃度 CO₂の作用が明らかになった(Kobayashi ら, 2006 など)。それらのいくつかを紹介すると、CO₂濃度上昇で

- (1)水稻の収量は 5~15%増加するが、施肥窒素量が少ないと増加割合が減少する(Kim ら, 2003)。
- (2)低温による穂ばらみ期障害不稔が増加し、低温年では増収効果が低下する(Shimono ら, 2008)。
- (3)気孔閉鎖によって群落温度が高まり、高温障害を助長する(Yoshimoto ら, 2005)。
- (4)イネの病害感受性が変化して、いもち病や紋枯病の被害が増大する(Kobayashi ら, 2006)。
- (5)水田からのメタン放出量が増加する(Inubushi ら, 2003)。

以上から、将来の高濃度 CO₂下で安定・高収量を得るために、品種においては CO₂応答性、高温・低温耐性や病害抵抗性などの増強、また栽培管理法においては窒素の効率的な利用など、新しい技術の開発が必要である。

②温度上昇の影響 — 適地が北上するか —

水稻生産においては、温度が上昇すると生育期間が短縮するので、収量が減少すると予測されている。これに対して、晩生品種を導入すれば減収を防げる、あるいは増収すると考えられている。こうしたシミュレーションモデルの予測を検証するために、同一品種を用いて、水温を 2℃ 上昇させた実験を行ったところ、出穂期は早まったものの成熟期はむしろ遅れる結果となり、さらに増収となった。水温上昇で地温も高まったため、地力窒素がより多く発現したことが原因と考えられる。

また水稻の晩生品種は日長感応性が大きい。北国で温度が上昇したとしても、日長が変わらないので、温度上昇の割には出穂が早まらない。このため現行の晩生品種を単純に移植するというアイデアの成否は疑わしい。以上のようにモデルによる予測は、必ずしも現実を的確に再現しているとは言えない。これらの予測結果を、実験によって検証していくことが、これからの重要な課題である。

③水田からのメタン放出の抑制

水田は温室効果ガスメタンの主要発生源であり、その抑制が地球温暖化軽減策として重要視されている。仮に水田で作ったコメからバイオエタノールを製造して、化石燃料由来の CO₂ を削減したとしても、このときに水田から発生するメタンの温室効果は、CO₂ の削減効果をキャンセルするくらいに大きい。ワラ持ちだし (Yagi ら, 1990), 間断灌漑 (Yagi ら, 1996), 田畑輪換などによる軽減効果が認められているが、それらを農業現場で積極的に実施できるような仕組み作りが重要である。

【参考文献】

- 下野裕之(2008). 日作紀, 77, 489-497.
- 長田健二ら(2006). 平成 18 年度東北農業研究成果情報.
- Okada, M. et al. (2001). *New Phytologist*, 150, 251-260.
- Kobayashi, K. et al. (2006). In: *Managed Ecosystems and CO₂: Case Studies, Processes, and Perspectives*. pp 87-104. Springer, New York.
- Kim, H.Y. et al. (2003). *Field Crops Research*, 83, 261-270.
- Shimono, H. et al. (2008). *Global Change Biology*, 14, 276-284.
- Yoshimoto, M. et al. (2005). *Journal of Agricultural Meteorology*, 60, 597-600.
- Kobayashi, T. et al. (2006). *Phytopathology*, 96, 425-431.
- Inubushi, K. et al. (2003). *Global Change Biology*, 9, 1458-1464.
- Yagi, K. et al. (1990). *Soil Science and Plant Nutrition*, 36, 599-610.
- Yagi, K. et al. (1996). *Global Biochemical Cycles*, 10, 255-267.

畑作（大豆）の温暖化対策

鮫島良次

（東北農業研究センター）

大気のコ₂濃度増大や温暖化、あるいは近年の大きな気候の年々変動による猛暑や干ばつが、大豆の生育・収量にどう影響しているかについて、（1）将来どうなるか、（2）現在、何が起きているか、（3）これまでの累年栽培データに何がみられるか、の3点から考えてみた。

1. 将来どうなるか（チャンバー実験、FACE実験、シミュレーション）

CO₂濃度増大や温暖化の影響が、チャンバー実験やFACE実験（被覆資材を用いずに圃場条件でCO₂濃度を高める実験）から調べられ、次のような結果が得られている。

CO₂濃度増大の影響

- [増大] 光合成速度、気孔抵抗、葉面積、莢数、収量
- [減少] 比葉面積、収穫係数（全乾物重に占める子実重の割合）
- [増減小さい] 発育速度、粒重
- [相反する結果が見られる] 蒸散速度

気温上昇の影響

- [増大] 発育速度、蒸散速度
- [相反する結果が見られる] 光合成速度、葉面積

これまでに多くの実験が行われ、Kimball(1983)は過去64年間の文献70報（各種作物37種430例）から、収量はおよそ33%増加すると報告している。Ainsworth(2002)は、文献111報（80～90年代）から、光合成、収量、莢数が39%、24%、19%増大、収穫係数は9%低下すると報告している。Morgan(2005)によると、FACE実験（CO₂濃度は550ppm）による収量増大はこれよりも小さく、15%であった。

いろいろな条件を設定してのシミュレーションも行われた。温暖化すると生育期間が短縮するが（品種の変更により変化せずと仮定する研究もある）、CO₂濃度増大により光合成速度が増大するため、収量が増加するという結果が見られる。

2. 現在、何が起きているか（気候変動、高温・干ばつによる障害とその対策）

温暖化や気候変動の影響で、次のような現象が起きている（農林水産省、2009、2010等）。

東北地方から中・四国地方までの全域において、高温・干ばつ（とくに開花期以降）により、落花・落莢し、落葉の遅れと莢先熟が発生。これにより青立ち株が増加し、汚損粒発生および莢先熟による裂莢と減収が発生。対策は、うね間かん水。適切なかん水時期を判定する技術も開発されている（黒瀬、2009）。

関東・北陸地方では、8月の高温・干ばつにより、子実の肥大が不足して小粒になり減収。高温により作物体が消耗し、しわ粒の多発による品質低下も見られる。

中国・四国地方では、高温・乾燥により裂皮粒が発生し、外観品質が低下。

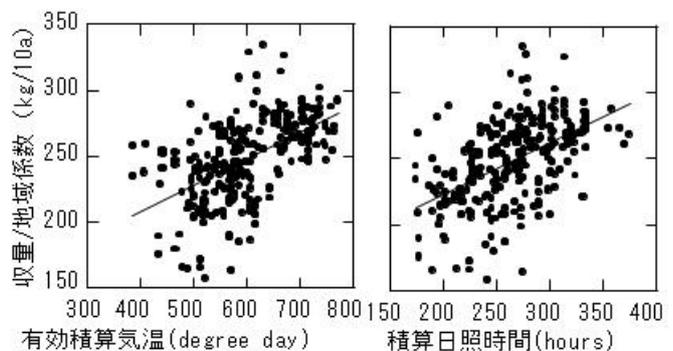


図1. 気温、日照時間と収量(全地点込み)

地域係数(収量レベルの地点差を補正するため使用) = ある地点の平均収量 / 全体の平均収量

北海道を除く全国で、多雨による播種作業遅延、発芽不良、さらに収穫作業が遅延し、収量が低下。対策として、排水溝や浅耕密播の導入や地下かんがいシステム (FOEAS) が挙げられる。

夏期高温により害虫 (ハスモンヨトウ、カメムシ類等) の発生が増加し、整粒減少、品質低下 (吸汁による青立ちもあり)、ウイルス病の伝搬が見られる。また、高温による難防除雑草が蔓延化も生じている。

3. 過去の栽培・収量データに何がみられるか

過去のデータから、近年の大豆収量と気象条件の関係を調べた。北海道農林水産統計年報 (農林水産省北海道統計情報事務所) に記載される 19 市町村の 1990 年から 2003 年までの大豆収量と、近傍アメダス地点における気温と日照時間データを使用した。いくつかの積算期間について、積算気温および積算日照時間と収量の関係を調べた。5 月 20 日から 8 月 10 日 (期間 I と略称) までの有効積算気温 (基準温度は 10°C)、および 7 月 15 日から 9 月 15 日まで (期間 II) の積算日照時間と、収量の相関関係が高かった (図 1)。期間 I は播種から葉面積拡大の完了頃まで、期間 II は開花・着莢から子実肥大の完了頃に相当する。葉面積拡大に気温が、子実生産に日射が影響を及ぼした事を反映したと推察される。寒冷地においては、生育前半が高温条件だと収量が増大する可能性が示唆された。

一方、東北地方の数地点の過去 20 数年間の栽培試験のデータを使用してについて同様の解析を実施したところ、収量の累年増加傾向、および生育前半の気温が収量に影響する傾向が見られたが、日照の影響は認められなかった。

4. まとめ

温暖化 (CO₂ 濃度増大、気温上昇) が大豆の生育に及ぼす影響が調べられ、光合成速度、収量の増大が報告されているが、実験手法により増加程度は異なる。北日本における過去の栽培データから、気温と収量の間には正の関係が見られる。これらから、温暖化による気温の上昇 (30 年先においても 1°C 未満ではあるが) を活用した増収も期待できそうである。一方、気候の年々変動の拡大による猛暑や干ばつによる障害は既に現れており、その対策技術が必要である。かん水による対策のみならず、高温・干ばつによる障害リスクの少ない栽培計画 (品種、作期) についての研究が必要である。

引用文献

- Ainsworth, E. et al, A meta-analysis of elevated [CO₂] effects on soybean (*Glycine max*) physiology, growth and yield. *Global Change Biology*, 8, 695-709, 2002.
- Kimball, B. A., Carbon dioxide and agricultural yield: An assemblage and analysis of 430 prior observations. *Agron. J.*, 75, 779-788, 1983.
- 黒瀬義孝ら, 簡易土壌水分計によるかん水時期判定技術, 近畿中国四国農業研究成果情報, <http://www.naro.affrc.go.jp/top/seika/2009/12wenarc/wenarc09-03.html>, 2009.
- Morgan, P. B. et al., Smaller than predicted increase in aboveground net primary production and yield of field-grown soybean under fully open-air [CO₂] elevation. *Global Change Biology*, 11, 1856-1865, 2005.
- 農林水産省生産局、平成 19 年夏季高温障害対策レポート
<http://www.maff.go.jp/j/press/seisan/engei/pdf/080418-02.pdf>, 2010.
- 農林水産省生産局、品目別地球温暖化適応策レポート,
http://www.maff.go.jp/j/seisan/kanky/ondanka/pdf/ondanka_tekio_report.pdf, 2009.

非連系再生可能エネルギー利用住宅での電力需要特性

土屋 幸男（八戸工業高等専門学校）

1. はじめに

地球温暖化防止のために、CO₂ 排出量削減を目指す技術が世界中で求められている。この中で再生可能エネルギーの利活用の技術は CO₂ 排出量削減に有効とされる。そこで削減の程度や地域気象の影響を調査するために、太陽光発電と風力発電で必要とする需要電力をまかないつつ、補助エネルギー源として LPG と薪を使用する研究用住宅を 2008 年 8 月に青森県五戸町上市川に建築した。本報告では各週の日負荷電力量、および日負荷電力量と出力余剰電力量の関係について調査した。これら両者にはやませなど地域特有の気象が反映されることを示す。

2. システムの基本構成

研究用住宅の電気系統の電源は DC24V 系である。インバータを使い AC100V とし、電気機器に接続する。単線結線図を図 1. に示す。

発電は太陽電池 (PV) 4 組、風力発電機 (WG) 2 台でなされ、太陽電池に最大出力点追跡装置 (MPPT) を接続して鉛蓄電池を充電する。4 組の PV の合計出力は 4.5[kW]、風力発電機出力合計は 2[kW] (定格 12.5[m/s].) である。

蓄電系は蓄電池とキャパシタを並列接続している。蓄電池の合計容量は 1.35[kAh]、キャパシタ (EDLC) の合計容量は 0.64[kF] である。

負荷系は Load 1~4 である。ここで Load 1~2

の主要な負荷は換気扇と照明である。日常生活に主に関係するところは Load 3 の母屋、Load 4 の井戸水電動ポンプである。

3. 発電特性と負荷特性

再生可能エネルギーを利用するシステムではその発電性能は気象の影響を受け、これが制約となる。負荷となる電気機器はこの制約下で投入されるものと、制約から独立して投入されるものの 2 つがある。まず前者については主に太陽光発電が期待できるため、洗濯機や TV などの耐久消費財の稼働は夜間から昼間にシフトすることになる。後者については例えば冷凍冷蔵庫や凍結防止ヒータ、井戸水電動ポンプ、常時投入の換気扇ならびに夜間照明があり、これらの負荷投入は気象の影響を直接受けるものもあるがシフトは生じない。

ここで電力の均衡が (発電) < (負荷) の時は停電に至り、逆に太陽光や風力が充分得られ (発電) > (負荷) の時は出力余剰が発生する。しかし、実際のシステムでは前者においては蓄電系がこれを回避し、後者では出力余剰対策の負荷を接続しエネルギー利用を図っている。

4. 各週の日負荷電力量

本研究では Load 1~4 の負荷電力量 ([kWh]) を毎週計測している。図 2. の縦軸は Load 1~4 の合成の日負荷電力量、横軸は週の通し番号であり、08 年 9 月~10 年 7 月の 99 週に相当する。◆記号は各週の日負荷電力量 (平均値) を示し、これらは 3.3~10.6[kWh] に分布している。およその傾向を把握するために実線で 2 区間移動平均を同図に示す。

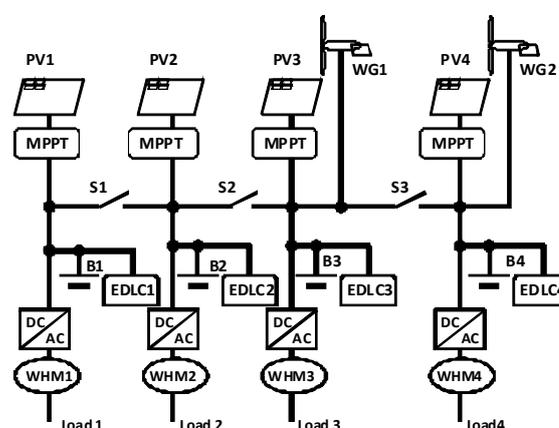


図 1. 電力系統の単線結線図

本図からは第20週までは平均が約5 [kWh]であり、それ以降では約7[kWh]であることが分かる。前者は研究立ち上げ時期で、出力余剰対策が無いため低い値を示している。第20週以降では3カ所、日負荷電力量が4[kWh]を下回る時期が見られる。まず第40~44週(①)にかけて低下傾向が見られる。これは09年のやませの時期のことである。第63~66週(②)も低めに推移しているがこの時期は09年11月中旬~12月初旬で冬季の日射時間の減少や弱風によるものである。さらに第89週

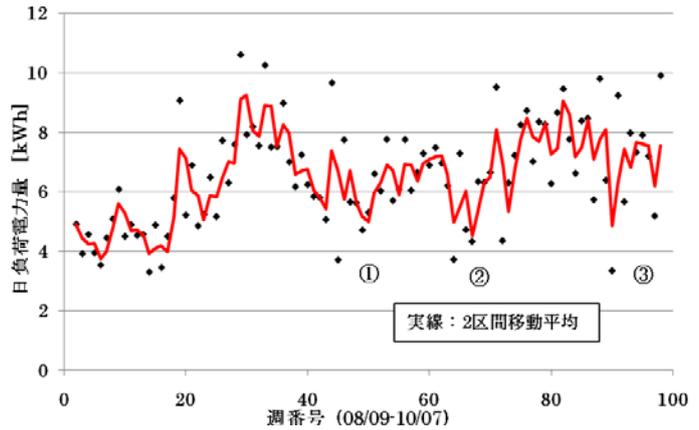


図2. 各週の日負荷電力量, 単位[kWh]

(③)では3.34[kWh]が記録され、これも同じく10年のやませの時期である。このように五戸町上市川地区ではやませ及び立冬から2週間の頃が、太陽光と風力に関わる再生可能エネルギーの取得が困難である。

5. 日負荷電力量と出力余剰電力量

図3.はLoad 3.の10年1月~7月の日負荷電力量と出力余剰電力の関係を示す。本システムでは出力余剰はオイルヒータ(500[W])で消費している。この図の横軸は日負荷電力量、縦軸は出力余剰電力量である。このように定義すると、横軸のある値を境にして右上向き破線の右下側部分に全てのデータをプロットできる。ここで出力余剰電力が発生する最低の日電力量は約2[kWh]である。また洗濯機、電子レンジ

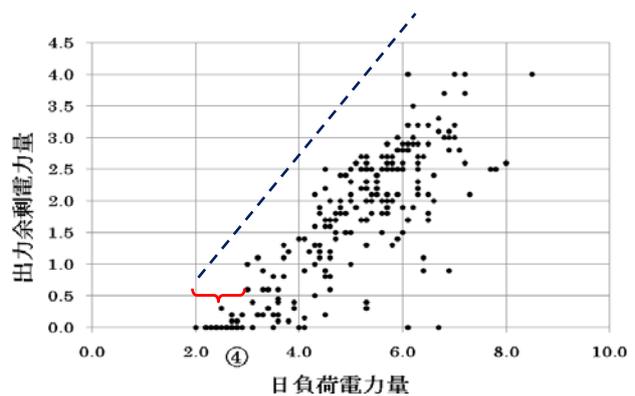


図3. 日負荷電力量と出力余剰電力量, 単位[kWh]

ジ及びアイロン等の耐久消費財の需要電力量は右上向き破線の右側水平方向距離に相当し0~5 [kWh]に分布している。一方の出力余剰電力量は0~4 [kWh]に分布している。出力余剰がゼロで日負荷電力量が3[kWh]以下の領域(④)は電力不足気味となり、図2.の③の時期に対応させると延べで12日あり、やませの時期はシステム運用に注意が必要である。

6. まとめ

青森県五戸町上市川地区に再生可能エネルギー利用住宅を建て、各週の日負荷電力量および日負荷電力量と出力余剰電力量の関係、いわゆる電力需要特性について調査した。これら両者から、やませの時期と立冬からほぼ2週間は、太陽光と風力に関わる再生可能エネルギーの取得が通年で最低レベルになることを確認した。

文献

土屋幸男：低電圧直流連系の住宅用太陽光／風力発電システム、日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会、79、pp. 341-344. (2009).
 土屋幸男：再生可能エネルギー利用住宅での低炭素排出型ライフスタイルへの移行、エネルギー・資源学会第26回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集、9-5、pp. 1-4. (2010).

根域冷却によるトマトの高糖度化

○岡田益己（岩手大学）・齋藤照雄・畠山武士（賢治の土）・長尾学・鈴木健策（東北農業研究センター）

はじめに

灌水制限や高塩濃度によって水ストレスを与える栽培法が、高糖度トマトの生産に広く利用されている。植物根の吸水力は、根の温度が低下すると抑制される。従って根を冷却することで水ストレスを与えて、トマトの糖度や品質を高めることができる。本研究では、岩手山麓で湧出する10～11℃の冷水を利用して根域を冷却し、高品質トマトの栽培を試みた。水耕養液の冷却に必要な熱交換装置の容量を決定し、実用規模の水耕装置に導入した。果実の収量や糖度を計測するとともに、サンプルを試験販売して市場の評価を調査した。

材料と方法

- 1) 間口9m, 奥行き27mのパイプハウス内に長さ10mのNFT水耕ベッドを12台設けた。ベッド(内寸:17.5cm幅×9cm高)を3cm厚のスタイロフォームで製作した。ベッド6台ごとに1.2トンの養液タンクを用意した。夏作では、トマト品種桃太郎8を4月1日に72セルのトレイに播種し、5月15日に12台の水耕ベッドに株間15cmで定植した。定植後の約10日間はECを1.2 mS/cm前後に維持し、その後2.0 mS/cm前後に、さらに第1花房の着果以降は3.0 mS/cm前後に管理した。冬作では、品種桃太郎ヨークを8月31日に定植、また品種桃太郎Jを10月1日に定植した。他の管理は夏作とほぼ同様である。
- 2) 市販のフラワースタンドに水道管接続用のフレキシブルステンレス管(呼び径13×10mm)を巻いて安価な熱交換器を製作した。この熱交換器の効率を測定し37W/m℃の数値を得た。水耕ベッドを循環する養液の受熱量を推定し、養液を12.5℃以下に維持するのに必要な熱交換パイプ長を、タンク1槽当たり80m長と試算した。この容量の熱交換器を設置し、毎分14～15Lの湧水を流した。夏作では、第1花房の着果確認後の5月31日に根域冷却を開始した。冬作の根域冷却は、桃太郎ヨークで9月21日、桃太郎Jで10月23日に開始した。
- 3) 各作とも第3段花房まで収穫を続けた。週に2～3回収穫し、収穫量と果実糖度(10サンプル)、糖成分含量などを測定した。また収穫物を首都圏と盛岡市内のスーパー、デパート、産直店にサンプル出荷し、店頭での販売状況や担当者の評価を調査した。

結果と考察

- 1) 導入した冷却装置の仕様で、盛夏晴天日にタンク内水温を日最高で12.5℃程度に、

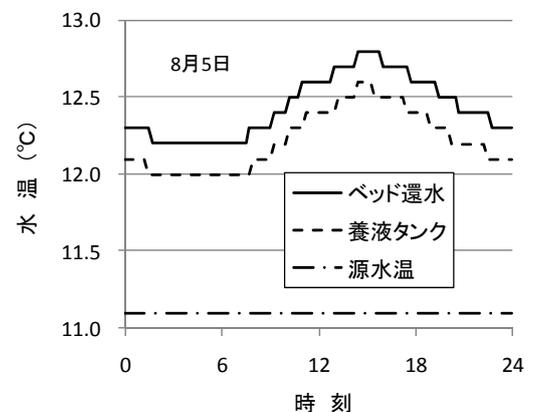


図1. 晴天日(8月5日)における水温変化

またベッドからタンクに戻る水温も 13℃以下に制御できることを確認した (図1)。

- 2) 夏期2ヶ月余の間の総収量は1.6トンであった(温室実栽培面積から10aあたりに換算すると約7.4トン)。平均糖度(Brix)は6.4度であった(図2)。糖成分では、市販品の大玉系トマトに比べてグルコースとスクロースが高い傾向にあった。中玉のフルーツ系トマトと比べると、3成分とも同程度かやや低かった(図3)。
- 3) 市場出荷では、一般品が軟化・過熟化しやすい高温期に、緻密な果肉とそれに由来する日持ちの良さが高く評価された。また緻密な果肉に特有の食感と甘さとのほどよいバランスが、根域冷却トマトの特徴であると高く評価された。なお酸味については、通常品並みかやや弱いという評価であった。
- 4) 冬作では、桃太郎ヨークの糖度が生育中期まで低く経過し、終期になって目標の10度近い糖度に達した。これに対して遅い作の桃太郎Jは生育初期から高い糖度を示したが、収量が極端に低かった(図4)。
- 5) 桃太郎ヨークは第1花房開花期から根域冷却を開始したが、このときすでに根が十分に発達し、草勢が強くなっていた。この強い草勢を抑えるために桃太郎Jでは、開花期の2週間ほど前から根域冷却を開始した。この結果、根の張りが小さく、冷却によるストレスを強く受けたと考える。
- 6) 以上から、収量と糖度のバランスを保ちながら、安定した生産を行うには、苗の生長にあわせた冷却開始のタイミングが重要だと判明した。

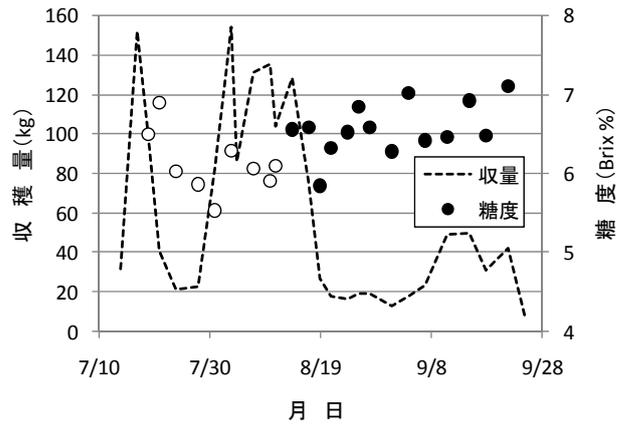


図2. 夏作の収量と糖度の推移

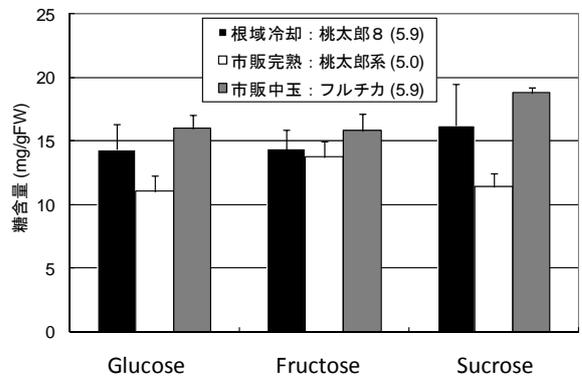


図3. 糖成分含量の比較. () 内の数字は糖度 (Brix %)

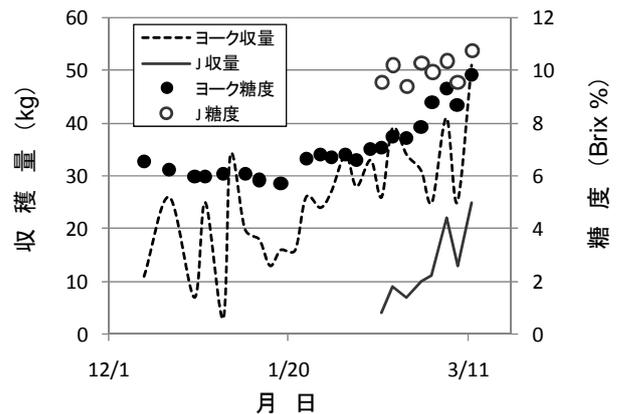


図4. 冬作の収量と糖度の推移

イモグサレセンチュウのニンニクへの被害とその培養

○小野智士・井上航太・長谷部匠悟・皆川秀夫・田中勝千
(北里大学獣医学部)

【背景・目的】 青森県十和田市では、ニンニクの栽培が盛んに行われている。しかし、1990年頃から青森県ではニンニクに寄生するイモグサレセンチュウによる被害が報告された。イモグサレセンチュウはニンニクに特に強い寄生性を示し、一度圃場に侵入すれば完全に排除することは困難であり、寄生されたニンニクは商品にならなくなり、種として植えることも出来ない。当初、ニンニクの連作によって段階的に被害を出すものと考えられていたが、種ニンニクが寄生されている事で他のニンニクへ急速に寄生していることが近年の調査で徐々にわかってきた。

本研究では、ニンニク栽培農家と JA 十和田おいらせとを訪ね、イモグサレセンチュウ被害の現状を把握するとともに、ニンニクの外見のみからの線虫の有無の判別ができるのか、線虫を培養してどのようなエサが適しているのかを調べ、線虫が特定のエサを好んで発生するのか、他の作物への影響を予想する。そして安定した培養方法を確立することを目的とする。

【方法】 1) ニンニクの外見の観察： 圃場から収穫したニンニクを水で洗い土を落とした。ニンニクの根の付け根が褐色に変色していないか、又その部分の根に欠損は無いかを目視で観察した。以上の基準に従いニンニクを線虫による寄生の有無で分類した。両者から同じ数のニンニクを水を張ったシャーレに入れて光学顕微鏡で実際の線虫の有無を観察した。

2) 線虫の同定： 形態を観察し易くする為に線虫を固定・透過処理した。10%希釈ホルマリンを温め、線虫を温めたホルマリンに入れた。24時間静置後、4倍希釈、2倍希釈、原液のラクトフェノールに一日ずつ順に線虫を入れた。透過した線虫を光学顕微鏡で観察した。

3) 線虫の培養： 水 300mL、寒天粉末 1.5g を三角フラスコに入れ、オートクレーブで 121℃、15分滅菌し、安全キャビネットの無菌状態でシャーレに分注した。寒天が固まった後に線虫 2 体を入れ、ニンニク片約 0.5g をシャーレの中央に置き、インキュベータ温度約 25℃、湿度約 80%でシャーレを保存した。寒天は水分を保つことができ、透過性が高いので観察がしやすくなる。シャーレを 3 枚作り、1 週間ごとに数量のデータを取った。また、ニンニクの代わりにタマネギ、長ネギ、ジャガイモを使用し同様の操作をした。

4) 殺線虫剤の評価： JA とわだおいらせが行った線虫被害畑での殺線虫剤の評価試験の結果を入手、検討した。本試験で使われた殺線虫剤を以下に記す。

分類：土壌薰蒸剤

- ・クロロピクリン剤 (クロロピクリン錠剤)

科学名 : クロロピクリン、トリクロロニトロメタン

化学式 : $C Cl_3 NO_2$

- ・キルパー (カーバナトリウム塩液剤)

化学名 : カーバムナトリウム塩

化学式 : $C_2 H_4 N Na S_2$

【結果・考察】 1) ニンニクの外見の観察： シャーレに取って観察したニンニクに関しては、おおよそ外見から判別した予想と実際のニンニク鱗片への寄生の有無は一致していた。

2) 線虫の同定： 培養した線虫を形態観察したところ、体色は無色、側帯 6 本、尾は丸みを帯びていて、大長の口針があった。このことから、今回培養した線虫はイモグサレセンチ

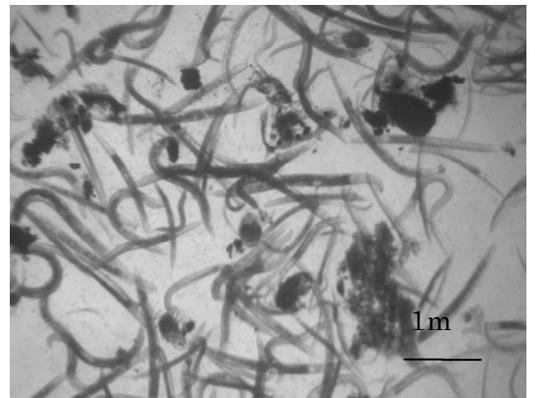


図1. ニンニク 1 リン片から抽出したイモグサレセンチュウ(200 頭以上/1 リン片)

ユウ (*Ditylenchus destructor* Thorne) であることがわかった (図 1)。

3) 線虫の培養:

培養の結果を表 1 に示した。ニンニクはどのシャーレでも線虫の増加がみられた。今回の実験では培養してから 1 週間以降でなければ線虫の数が増えなかった。原因として考えられるのは、1 週間以内に線虫が増殖してはいたが、発見することができなかった、寒天に線虫に影響する原因があった、の 2 点が指摘される。

タマネギでの培養はシャーレ 1・2 では線虫は増えなかった。しかしシャーレ 3 のみ線虫数が増加した。このことから、線虫にとってタマネギはニンニクよりエサとして適さない、タマネギには線虫の発生を抑制・遅らせる物質が含まれる、の 2 点が考えられる。

長ネギはニンニクと同じような増殖傾向であり、ジャガイモでは 3 週間後から増殖がみられた。イモグサレセンチュウのエサの好みを判別するため、培養の結果から指数近似曲線を出し (図 2)、増加率を求めた (表 2)。この結果から、イモグサレセンチュウはニンニクを好み、長ネギとジャガイモはエサとなるが、タマネギはあまり好まず、エサには適さないと考えられる。

4) 殺戦中剤の評価: JA 十和田おいらせから線虫被害農家での殺線虫剤の評価試験の結果を入手、その効果を表 3 に示した。クロルピクリンを使用した場合、どの圃場でも非常に高い殺線虫効果が得られた。一方でキルパーはマルチを使用しても線虫の防除効果は変わらず、一本松、川尻では殺線虫効果は得られていない。夏間木では高い殺線虫効果を発揮している。キルパーは線虫密度が高くなると効果を発揮しないと考えられる。

無処理区では上記の圃場で全てのニンニクが汚染され、イモグサレセンチュウの寄生性が非常に高いことがわかった。

【まとめ】 収穫直後のニンニクの外見から線虫の寄生の有無は、根の欠損と付け根の変色からある程度の判別をすることは可能であったが、別の確実な判断が必要といえる。イモグサレセンチュウを培養した結果、ニンニクが最も被害が起きやすく、次いで長ネギ、ジャガイモ、タマネギであると考えられた。クロルピクリン、キルパーのどちらも線虫による汚染を完全には防いでいない。

イモグサレセンチュウ被害の回避には、収穫前時期の試し掘りから線虫がいらないかを判断し、被害が見つければ圃場全体の土壌洗浄を種子の更新をしなければならぬのがニンニク栽培の現状である。今後の課題としては種ニンニクにおけるイモグサレセンチュウの駆除があげられる。

表1. エサによるイモグサレセンチュウの増加数(頭)

		1週間後	2週間後	3週間後	4週間後
ニンニク	平均	2	32	130	316
	標準偏差	0	6	23	38
タマネギ	平均	2	2	2	12
	標準偏差	0	0	0	17
長ネギ	平均	2	36	80	146
	標準偏差	0	18	46	59
ジャガイモ	平均	2	2	33	86
	標準偏差	0	0	31	66
寒天のみ	平均	2	2	2	2
	標準偏差	0	0	0	0

表2. エサによるイモグサレセンチュウの増加率(頭/週)

	1週間後	2週間後	3週間後	4週間後	平均
ニンニク	3	18	92	485	150
タマネギ	1	2	4	7	4
長ネギ	4	15	60	235	79
ジャガイモ	1	5	21	85	28

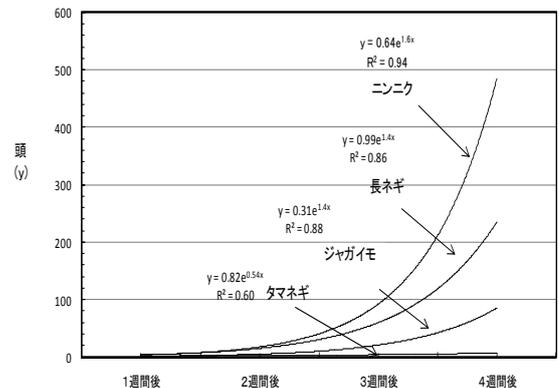


図 2. イモグサレセンチュウの

表3. イモグサレセンチュウに対する農薬の効果 (2010 JA十和田おいらせ)

	一本松	川尻	夏間木
CP	7/20	3/20	0/19
K	20/20	18/21	0/20
K2	20/20	18/21	5/20
C	20/20	20/20	10/10

(イモグサレセンチュウの見つかったニンニク/ニンニク)

CP: クロルピクリン

K: キルパー

K2: キルパー(マルチ無し)

C: コントロール(土壌洗浄せず、汚染種を使用)

水稻害虫フタオビコヤガの発生時期に及ぼす気温の影響について

° 横山克至・中島具子（山形農総セ）・佐藤智浩（山形防除所庄内）

1. 要旨

近年、山形県では水稻害虫フタオビコヤガの発生が拡大しており、特に平坦部での拡大が顕著である。本種は山形県内では古くから知られる食葉性の害虫で、年間に3～4世代経過することが確認されており、早い世代ほど発生密度に対する被害は大きい。また、防除適期は若令幼虫期であるため一般の農家では時期を把握することが難しい。

そこで、岸野・佐藤（1975）による本種の発育零点および発育所要温度について、山形県庄内地域における適合性を検討したところ、概ね適合し、本種の発生時期はほぼ気温の影響によることが示唆され、気温データにより一定程度の防除時期の推定が可能であると考えられた。また、メッシュ気象データ（東北農研センター提供）を用い、現地圃場についても適合性について検討し、水平距離が近い地域でも標高の違いによって防除時期が異なることが示唆された。

2. 方法

（1）フタオビコヤガの発育零点および発育所要温度の適合性について

フェロモントラップ調査によるフタオビコヤガの発消長

2008、2009年にフェロモントラップを山形県水田農業試験場（鶴岡市藤島）および現地圃場（鶴岡市中川代、鶴岡市海谷森）に設置し、フタオビコヤガ雄成虫の捕獲虫数を調査した。なお、水田農業試験場は標高10m程度の平坦部、中川代は標高約210m、海谷森は標高約310mの中山間に位置する。

発育零点・発育所要温度（岸野・佐藤，1975）による有効積算温度の算出

2008、2009年の水田農業試験場内観測の1時間毎の気温データを用い、表1の発育零点・発育所要温度による発育段階の推定を行った。なお、越冬後の蛹については表1中の非休眠の蛹の数値、卵の第3世代は第2世代の数値、幼虫の各世代は第1世代の数値をそれぞれ用いた。また、併せて発育零点を10.2に固定した発育段階全期間の有効積算温度についても算出し比較を行った。

また、WEB上で東北農業研究センターが提供している「東北地方1kmメッシュ気温データ」を用い、2008、2009年の鶴岡市中川代、鶴岡市海谷森のフェロモントラップ調査地点のメッシュ気温データを抜き出し、「三角法」（坂神・是永，1981）による同様の発育段階の推定および有効積算温度の算出を行った。また、1時間毎の気温データと「三角法」による有効積算温度の誤差を確認するため2008、2009年の水田農業試験場の観測データを用いてそれぞれ算出し比較した。

適合性の検討

フェロモントラップ調査の結果と発育段階の推定値を比較し、適合性について検討した。

表1 フタオビコヤガ発育諸態の発育所要温度(岸野・佐藤(1975)より)

発育段階	世代	回帰式	発育零点 ()	発育所要温度 (日度)
卵	1	$Y=0.0219x-0.2526$	11.5	46
卵	2	$Y=0.0166x-0.1690$	10.2	58
幼虫期	1	$Y=0.00429x-0.0375$	8.8	233
蛹(非休眠)	1	$Y=0.01508x-0.1807$	12.0	66
全期間	1	$Y=0.00296x-0.0303$	10.2	341

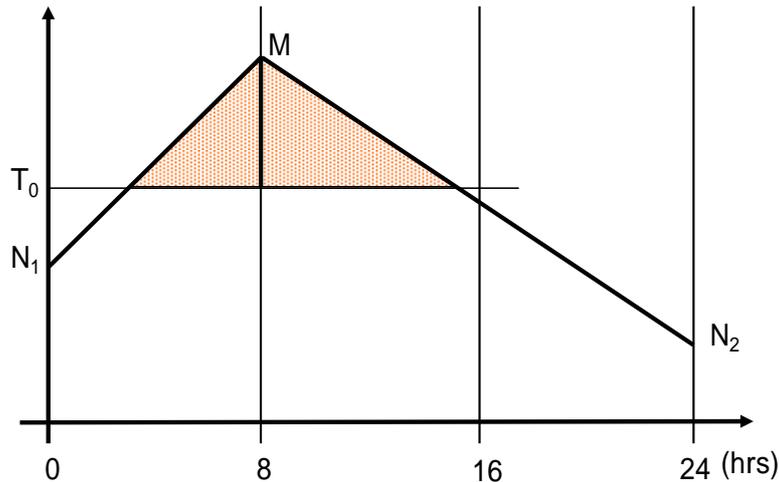


図1 「三角法」による有効積算温度の模式図(坂神ら、1981より作図)
M:最高気温 N₁:最低気温 N₂:最低気温 T₀:発育限界温度

3. 結果および考察

1 時間毎の気温データにより有効積算温度を算出し、各世代の成虫発生推定時期とフェロモントラップ調査での雄成虫発生盛期を比較した結果、2008年の鶴岡市藤島では越冬世代成虫は一致したが世代が進むにともない誤差が大きくなり、第2世代成虫では約6日の差が見られた。2009年の藤島ではフェロモントラップ調査で確認された第2世代成虫まで一致が見られた。

2008、2009年の藤島の最高気温、最低気温データを用いて「三角法」による有効積算温度を算出し、1時間毎の気温データによる各世代の成虫発生推定時期との誤差を比較した結果、2008年は第3世代で3日、2009年は第3世代で1日となった。

2008、2009年の鶴岡市中川代、鶴岡市海谷森の1kmメッシュ気温データの最高気温、最低気温データを用いて「三角法」による有効積算温度を算出し、各世代の成虫発生推定時期とフェロモントラップ調査での雄成虫発生盛期を比較した結果、各年次、両地点ともほぼ一致した。

以上より、フタオビコヤガの発生時期は気温による影響が大きく、気温データにより一定程度の発生時期、防除時期の推定が可能であると考えられた。

中川代と海谷森は直線距離で約2.5kmだが標高差が約100mあり、フタオビコヤガの発生時期の差が比較的大きかった。このことから無人ヘリ等での同一防除組織の地域内でもフタオビコヤガを対象とする防除は別々に対応する必要があることが示唆された。

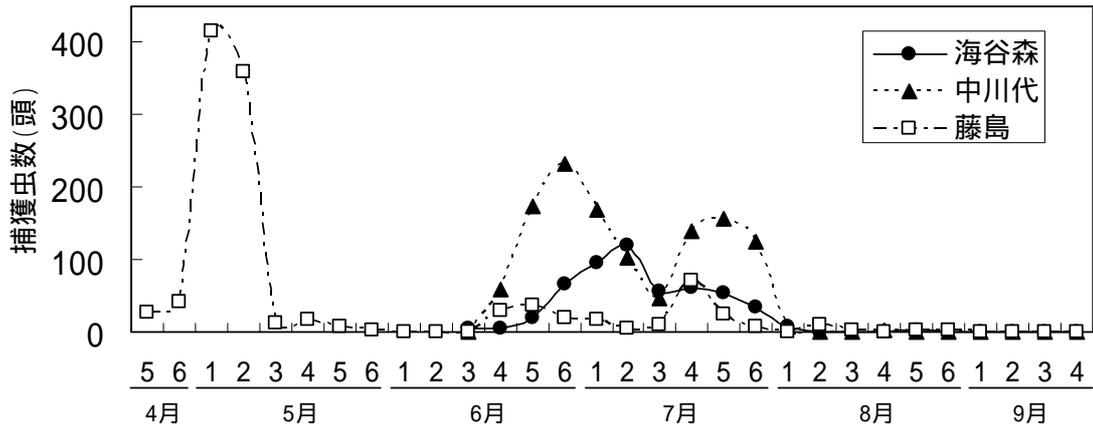


図2 フタオビコヤガフェロモントラップ調査結果(2008年)
(調査データは半月別に変換して作図。)

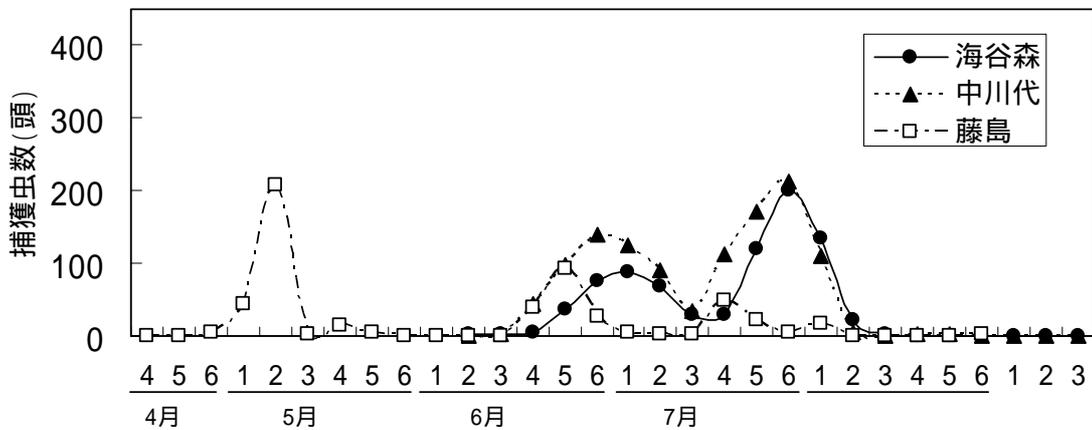


図3 フタオビコヤガフェロモントラップ調査結果(2009年)

表2 有効積算温度によるフタオビコヤガ成虫の推定発生時期(鶴岡市藤島)

		越冬世代	第1世代	第2世代	第3世代
2008年	1時間毎気温データによる推定発生盛期	5月2日	6月15日	7月11日	8月2日
	三角法による推定発生盛期	5月2日	6月18日	7月13日	8月5日
	フェロモントラップ調査による発生盛期	5月1～9日	6月19～25日	7月16～22日	8月8～11日
2009年	1時間毎気温データによる推定発生盛期	5月7日	6月21日	7月17日	8月10日
	三角法による推定発生盛期	5月7日	6月20日	7月17日	8月11日
	フェロモントラップ調査による発生盛期	5月8日	6月20～25日	7月15～17日	-

注1. 1時間毎気温データによる推定発生盛期は、山形水田農試観測のデータを用いて算出。
注2. 三角法による推定発生盛期は、山形水田農試観測の最高気温、最低気温を用いて算出。

表3 有効積算温度によるフタオビコヤガ成虫の推定発生時期(鶴岡市中川代、鶴岡市海谷森)

年次	地点		越冬世代	第1世代	第2世代	第3世代
2008年	鶴岡市中川代	有効積算温度による推定発生盛期	5月12日	6月30日	7月28日	8月24日
		フェロモントラップ調査による発生盛期	-	6月25日 ~7月3日	7月17~29日	-
	鶴岡市海谷森	有効積算温度による推定発生盛期	5月18日	7月5日	8月2日	8月29日
		フェロモントラップ調査による発生盛期	-	7月4~9日	-	-
2009年	鶴岡市中川代	有効積算温度による推定発生盛期	5月11日	6月27日	7月26日	8月22日
		フェロモントラップ調査による発生盛期	-	6月24~30日	7月22~28日	-
	鶴岡市海谷森	有効積算温度による推定発生盛期	5月16日	6月30日	7月30日	8月27日
		フェロモントラップ調査による発生盛期	-	7月1~6日	7月22日 ~8月3日	-

注1. 有効積算温度による推定発生盛期は、1kmメッシュ気温データ(東北農研センター提供)の最高気温、最低気温を用い、三角法により算出。

クロロフィル蛍光分析による水稻の耐冷性評価

○吉岡翔・坂本雅子・武藤英士・岩崎悠・皆川秀夫・田中勝千

(北里大学獣医学部)

【背景・目的】 全国的に農地が減少している。609万 ha(1961)あった農地は461万 ha(2009)に減った。これは、農地の約1/3が減少したことを示し、そのうち耕作放棄水田は22万 ha(2005)を占めている。この防止策として耕作放棄水田に飼料米を作る事が推奨されている。しかし、飼料米の生理特性や栽培方法が不明である。本研究では、飼料米と食用米とを同一環境で栽培し、食用米に対する飼料米の生理特性を比較した。

【材料・方法】

- 1) 供試土壌・水管理：黒ボク土を採取し排水、小石の排除、木屑排除の観点から4.75mmで振るい分けをした。単位面積当たりの収穫率を計測するためポット栽培とし、ワグネルポット 1/5000a (約3.8L)を採用、その中に2.8Lずつ供試土壌を入れた。給水は毎朝1回行うほか、表土が乾燥していると判断される場合はその都度、補給した。肥料はN:P:K=4:7:4 (g/2.8L)とし、そのうちの70%を基肥、残りの30%を追肥とした。農薬は使用しなかった。ポットを北里大学の環境情報学実習棟の脇に設置した。
- 2) 供試水稻：飼料米として『うしゆたか』(6ポット)、『みなゆたか』(6ポット)、食用米として『まっしぐら』(6ポット)、『むつほまれ』(6ポット)の計4品種、24ポットを供試し、2010年4月15日より栽培実験を開始した。苗は青森県産業技術センター藤坂研究所より入手した。
- 3) 生理特性因子・収量調査：生殖生長期から登熟期である7月1日～9月14日の75日間について毎週1回クロロフィル蛍光の測定を行った。実験には光合成蒸散測定装置(Li-6400、Li-Cor社)を用いた。1ポット4株から1葉ずつ選抜し、その蛍光収率から得られる光合成指標(F_v/F_m 、 F_v'/F_m' 、 qP)を測定した。2011年9月23日に水稻を刈取り後、米の千粒重として測定した。

【結果及び考察】

- 1) 収量の比較：表1に千粒重を示した。正常な粳の千粒重は『うしゆたか』が同じ飼料米の『みなゆたか』より28%、食用米とは39%の差を生じた。『みなゆたか』と食用米とでは9%の差が認められた。飼料米は食用米に比し一般に収量が多いことが知られているが、『うしゆたか』のみ顕著な値を示した。
- 2) 活性度の比較：飼料米と食用米の生理特性を比較するため図1～3に F_v/F_m の変化を示した。 F_v/F_m は、吸収された光エネルギーのうち光化学反応に利用できる最大割合(最大量子収率)を示す指標である。全期間の F_v/F_m (図1)および穂ばらみ期の F_v/F_m (図2)を見ると『まっしぐら』のみ早く最大値を迎えているが、期間平均値(図3)で比較すると品種の差は非常に少ない事がわかった。飼料米と食用米の F_v/F_m の期間平均値に有意な差はなかった。
- 3) 特定の光に対する活性度の比較：『うしゆたか』は他種に比し F_v'/F_m' (図4～5)の値が高く、図5の F_v'/F_m' の平均値について『うしゆたか』に対し『まっしぐら』は6%、『むつほまれ』では5%も有意に大きな値となった。『うしゆたか』の千粒重が他種に比し顕著に増大した理由は、この F_v'/F_m' の増大したためと推察される。 F_v'/F_m' はその生理機構として熱放散に関係する。その直接的指標である qP の総平均値(図6)を見ると、『うしゆたか』だけは顕著に低いことがわかった。これは、『うしゆたか』が光化学系IIの熱放散(qP)で失う熱エネルギーが少ないこと、すなわち効率的な光合成活性を示していることを示唆する。

表1. 飼料米と食用米の1ポットあたりの籾の千粒重(g)と不稔率

		籾の千粒重平均(g)	正常の籾の千粒重(g)	不稔籾の千粒重(g)	不稔率(%)
飼料米	うしゆたか	31.5±2.0	38.2±3.3	8.6±1.0	18.4
	みなゆたか	27.9±1.9	29.9±2.1	6.2±0.9	11.1
食用米	まっしぐら	24.2±1.4	27.6±1.6	5.7±0.5	15.1
	むつほまれ	25.1±0.6	27.3±0.9	8.7±5.4	10.7

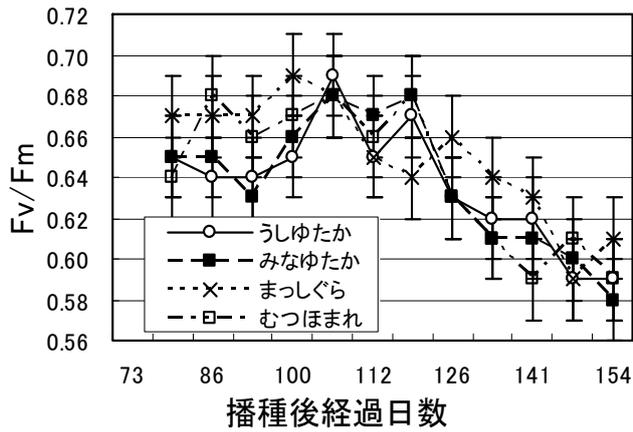


図1 種別のFv/Fm比較

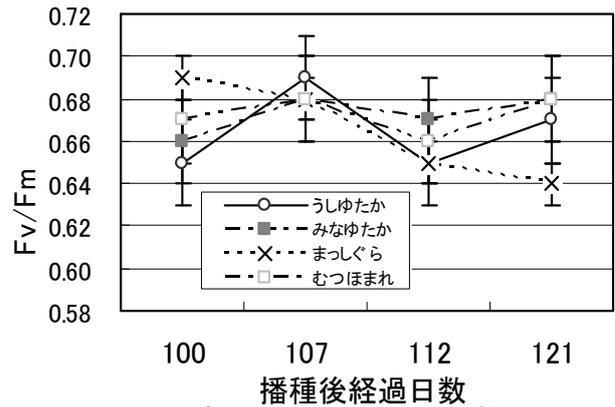


図2 穂ばらみ期におけるFv/Fm比較

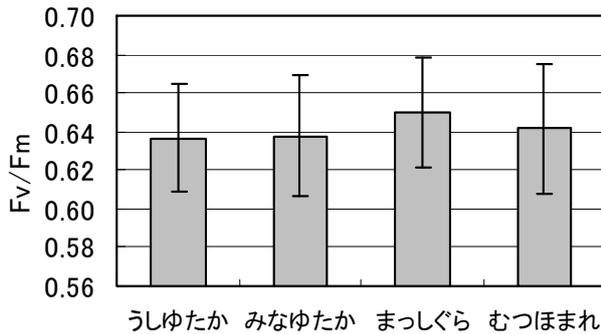


図3 種別のFv/Fm75日間平均

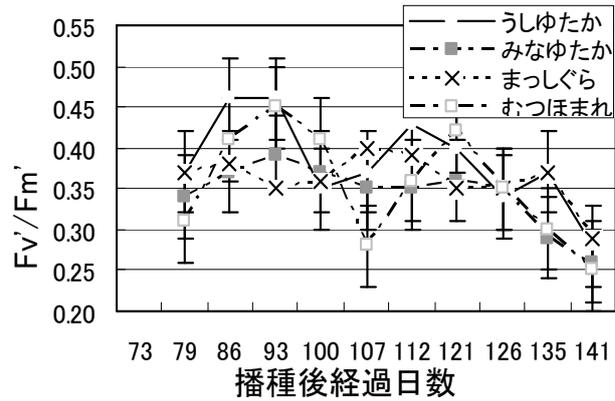


図4 種別のFv'/Fm'比較

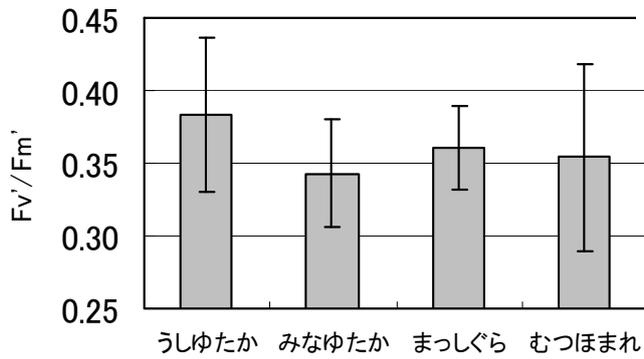


図5 種別のFv'/Fm'75日間平均

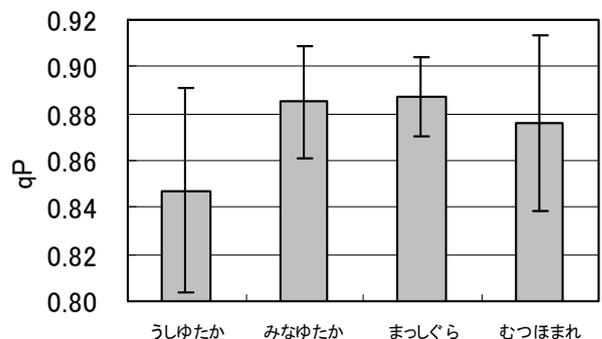


図6 種別のqP75日間平均

【まとめ】飼料米のうち『うしゆたか』は、他の飼料米および食用米に比し、同一環境であっても千粒重が10~40%も大きかった。この理由として『うしゆたか』は光合成における熱放散エネルギーが少ないことが考察された。

>>>支部だより<<<

1. 2010（平22）年度支部大会

2010年度支部大会は北里大学獣医学部（十和田）において、8月19、20日に開催されました。19日には「東北農業の近未来」と題してシンポジウムが行われ、5氏による講演と討議が行われました。20日の一般研究発表会では7題の発表があり、活発な討議が行われました。今号には大会シンポジウム・研究発表の要旨を掲載しました。

20日の総会において、会則第9条(2)の改定案が事務局より提案され了承されました。これにより支部評議員の県別定数が各県の会員数に応じて決まることになりました。

本年は支部評議員改選の年にあたり、過日の評議員選挙と続く本部役員選挙の結果、巻末の役員名簿のとおり、皆川支部長以下新役員の方々が選出されました。任期は2年間で、2012年度末までです。よろしくお願いいたします。

2. 会員動静

[入会] 伊藤篤史

[退会] 平野貢、内島立郎、木村晶子、前田昇、上村豊和、小林弥一、木野田憲久

2011年1月31日現在の会員数：140

名誉会員：1名

会友：0名

会員：124名（支部のみ69）

図書館等15：（支部のみ4、本部購読会員9、本部賛助会員2）

3. 寄贈図書

日本農業気象学会本部および各支部から会誌の寄贈がありました。ご利用の節は支部事務局までご連絡下さい。

4. 2011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、2011年度の候補者をご推薦ください。〆切りは2011年8月15日です。手続きの詳細については事務局までお問い合わせください。

5. 2010年度奨励賞受賞候補者推薦のお願い

日本農業気象学会東北支部奨励賞規定に基づき、2011年度の候補者をご推薦ください。〆切りは2011年8月15日です。手続きの詳細については事務局までお問い合わせください。

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
平成12年	7月	27日	同
平成14年	7月	31日	同
平成19年	11月	8日	改 正
平成22年	8月	20日	改 正

第1章 総 則

第1条（名称）：本会は、日本農業気象学会会則（以下、本部会則）第3章第7条に基づき、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進歩、知識の向上並びに農業気象学を活用した農林水産業の振興と発展をはかることを目的とする。

第3条（事務局）：独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センターやませ気象変動研究チーム内におく。

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日に終わる。

第3章 会 員

第6条（会員）：本会の会員は、本部会則に基づき東北支部に所属する日本農業気象学会会員（以下、本部会員）ならびに支部会員、賛助会員、名誉会員とする。

- (1) 支部会員は本会の趣旨に賛同し、入会した者。
- (2) 賛助会員は本会の目的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会が推薦し総会が承認した者を名誉会員とする。

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。

- (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) 評議員は本部会員ならびに東北地方在住の支部会員のうちから選挙により各県ごとに決める。東北地方に在住しない支部会員は評議員選挙権および被選挙権を有しない。各県ごとの評議員定数は、選挙年の前年度末における各県の会員数に依り、以下のとおりとする。

- 1) 会員10名未満：定数1
- 2) 会員10名以上20名未満：定数2
- 3) 会員20名以上30名未満：定数3
- 4) 会員30名以上：定数4

選出された評議員のうちから本部会則に基づく本部理事ならびに本部評議員を互選する。

- (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の中から委嘱する。

第10条（任期）：役員任期は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）：本会の経費は支部補助費（本部経費）、支部会員ならびに賛助会員の会費および寄付金などによる。

第16条（会費）：本部に所属しない会員の会費は次のとおりとし、前納とする。

支部会員 1,500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や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。

（付則）本会則は平成22年度から適用する。

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. 授賞式は総会で行う。
 - (1) 15年以上の会員で、原則として役員を務めた会員。
 - (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奨励賞規程

平成15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. 奨励賞は原則として前年度の支部会誌に論文を表し、東北の農業気象研究の進展に功績のあった会員若干名に贈る。
 3. 奨励賞受賞者には賞状と金一封を贈る。
 4. 奨励賞は原則として毎年贈る。
 5. 奨励賞受賞者を次の手続きで決定する。
 - (1) 奨励賞受賞候補者の推薦は評議員および幹事が行う。
 - (2) 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. 授与式は総会で行う。
- (付則) 本規程は平成15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得て、編集にあたる。

日本農業気象学会東北支部 Web ジャーナル 「東北の農業気象」利用規程

平成21年4月1日制定

1. 日本農業気象学会東北支部会誌「東北の農業気象」はPDFファイルによって刊行する。
2. 支部会員への配布は、日本農業気象学会東北支部ホームページ上において、各会員が会誌PDFファイルを閲覧あるいは保存することを基本とする。但し、ホームページを参照できない会員や、特別に求めのある会員については、会誌PDFファイルの電子メールによる送付、もしくは印刷物の郵送を行うものとする。
3. 日本農業気象学会東北支部ホームページは一般にも公開し、会誌PDFファイルを閲覧および保存可能とする。ファイルの取り扱いについては、次のような権限付与によって、支部会員（本部会員および支部単体会員）と非支部会員とに差を設ける。
 - (1) 支部会員についてはパスワードを配布し、閲覧、保存および印刷可能とする。図表およびテキストのコピーは不可とする。
 - (2) 非支部会員についてはパスワード不要で、ホームページでの閲覧および保存のみ可能とする。印刷、図表およびテキストのコピーは不可とする。
4. 図書館等は、支部会員と同等の扱いとし、支部会費は徴収しない。図書資料の保存を目的とする場合に限り、刊行物の全部を印刷、または媒体に複写することができる。また利用者の求めに応じ、調査研究のため、刊行物の一部を印刷することができる。他図書館から求めがあった場合、刊行物の一部を印刷して提供することができる。

(付則) 本規程は平成21年4月1日から施行する。

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 ワード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サイズの縦向き2段組の刷りあがり1ページになる。手書きの場合、市販のA4サイズ400字詰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 H K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、Table1によれば」とする。

3.3.3 図は原則としてA4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A4サイズ上質紙にうちだしたものでもよい。

3.3.4 原図の大きさは、原則としてA4サイズ以下で、刷上がりの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。刷上がりの図の幅が、1段分か、2段分かを考慮する。

3.3.5 表は、本文とは別のA4サイズの紙に書く。刷上がりの表の幅が、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。」の順に従って書く。

(例)

ト蔵建治，1991：冷害と宮沢賢治「グスコーブドリの伝記」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。

日本農業気象学会東北支部役員名簿 (2011・2012 年度)

支 部 長	皆川 秀夫	北里大学
理 事	菅野 洋光	東北農業研究センター
永年功労会員		
表彰審査委員	伊藤 大雄	弘前大学
本部評議員	皆川 秀夫	北里大学
	鮫島 良次	東北農業研究センター
評 議 員	菊池 晴志	青森県産業技術センター農林総合研究所
	清藤 文仁	青森県産業技術センター農林総合研究所
	臼井 智彦	岩手県農業研究センター
	岡田 益己	岩手大学
	小峰 正史	秋田県立大学
	五十鈴川寛司	山形県農林水産部
	横山 克至	山形県農業総合研究センター
	斎藤 満保	宮城大学
	日塔 明広	宮城県登米農業改良普及センター
	鈴木 幸雄	福島県農業総合センター
	手代木昌弘	福島県農業総合センター
	渡邊 明	福島大学
会計監査	伊五澤 正光	岩手県農産物改良種苗センター
	庄野 浩資	岩手大学
幹 事	木村 利行	青森県産業技術センター農林総合研究所
	沼田 芳宏	岩手県農林水産部
	島津 裕雄	本吉農業改良普及センター
	高山 真幸	秋田県農林水産技術センター農業試験場
	三浦 信利	山形県庁生産技術課
	永山 宏一	福島県農業総合センター
	鈴木 幸雄	福島県農業総合センター

東北の農業気象 第55号

2011年3月発行

編集・発行 日本農業気象学会東北支部
〒020-0198 盛岡市下厨川字赤平4
東北農業研究センター内
電話 019-643-3408
振替口座 02270-7-4882
