

東北の農業気象

Agricultural Meteorology in Tohoku

Vol.64

Mar.2020

報 文

- 青森県における水稻密苗移植栽培の生育、収量および品質 木村利行 1
 2018 年 8 月に山形県庄内地域で発生した水稻の白穂被害
 横山克至・上野清・齋藤信弥・佐藤智浩 8

支部大会特別講演会要旨

- 三陸沿岸における園芸振興の取り組み 岡田益己 17
 身の丈に合った技術支援とは 松嶋卯月 21

支部大会研究発表要旨

- 宮城県における水稻湛水直播栽培の生育と予測 菅野博英・白土宏之 24
 Adoption of innovation and its diffusion among grape farmers – a case study: Takahata city, Yamagata prefecture, Japan
 Soliya Sopha・Komori Daisuke・Shinsuke Furuno・Eisuke Adachi・Noriko Kaneda 25
 Crop Yield Response to The Flood Hazard: An Insight from Remote Sensing and Hydrodynamic Model
 Vempi Satriya Adi Hendrawan・Daisuke Komori 27
 ホタテ貝殻の生物鉱化作用の解明とその再資源化
 皆川秀夫・前畑涼太・田丸重徳・田中勝千・大出亜矢子・土肥哲哉 29
 CO₂収支解析に基づくビニールハウス内リンゴ個体群の光合成速度の評価
 伊藤大雄・石神靖弘・石田祐宣 31
 可視分光と主成分分析による個葉の水分ストレス評価の可能性 石川大太郎 33
 寒締めホウレンソウ栽培のマルチ被覆が収量・品質に及ぼす影響 伊藤篤史 35
 石油暖房機を代替する寒冷地ヒートポンプ仕様の検討 伊藤篤史 37

支部だより

- 2019 年度支部大会報告 39

支部会案内

- 会則・規則 41
 投稿規程 47

日本農業気象学会東北支部

(〒020-0198 盛岡市下厨川赤平 4 東北農業研究センター内)

日本農業気象学会東北支部役員名簿（2019・2020 年度）

支 部 長	伊藤 大雄	弘前大学
理 事	長谷川利拡	東北農業研究センター
永年功労会員		
表彰審査委員	皆川 秀夫	北里大学
本部評議員	下野 裕之	岩手大学
	小森 大輔	東北大学
評 議 員	木村 利行	青森県産業技術センター農林総合研究所
	熊谷 悦史	東北農業研究センター
	小峰 正史	秋田県立大学
	石川 大太郎	福島大学
	横山 克至	山形県農業総合研究センター
	渡邊 明	福島大学
	永山 宏一	福島県農業総合センター
	吉田 龍平	福島大学
会計監査	松嶋 卯月	岩手大学
	町田 創	青森県産業技術センター野菜研究所
幹事（庶務）	川方 俊和	東北農業研究センター
幹事（会計）	熊谷 悦史	東北農業研究センター
幹事（編集）	中嶋 美幸	東北農業研究センター
顧問	皆川 秀夫	北里大学

青森県における水稻密苗移植栽培の生育、収量および品質

木村利行

青森県産業技術センター農林総合研究所

Growth, yield and quality of rice transplanting cultivation
using nursery for high-density seedling in Aomori prefecture.

Toshiyuki KIMURA

Agriculture Research Institute, Aomori Prefectural

Industrial Technology Research Center, Kuroishi 036-0522

水稻密苗移植栽培は、乾籾播種量を 250～300g/箱で育苗した稚苗を専用の田植機で小さく掻き取って移植し、単位面積当たりの必要苗箱数を削減する省力技術である。本報では、青森県における密苗移植栽培の適応性を評価した。試験は、2017～2019 年に青森県黒石市で「まっしぐら」を供試して行った。計 7 作期による試験事例の結果、密苗移植栽培は中苗移植栽培より移植苗の葉齢が 1 葉少なく、出穂期が 3 日ほど遅れたが、収量と品質が同等であった。良好な登熟条件を登熟気温で 20℃とし、これを確保する密苗移植栽培の移植晩限を算出した結果、津軽地域などの温暖な地点では、地域の田植え終期と同時期の 5 月末日が移植晩限となった。一方、県南地域などのヤマセの影響を受けやすい地点では、中苗移植栽培よりも早めに田植えを完了する必要があることが示唆された。

キーワード：移植栽培、移植晩限、まっしぐら、密苗

Keywords : High-density seedling, Limit for delaying transplant, Masshigura, Transplanting cultivation

1. はじめに

近年、青森県では「密苗」（澤本ら；2019）を利用した水稻移植栽培の取り組みが拡大しており、2016年に試作圃が散見される程度であったものが、2019年では作付面積が約3千haと急増している（青森県庁農産園芸課調べ）。密苗移植栽培では、苗箱当たりの乾籾播種量を250～300gとして育苗した稚苗を専用の田植機が小さく掻き取って移植する。その結果、単位面積当たりの必要苗箱数は、慣行の中苗より大幅に少なくなり、育苗に要する経費や労働時間が削減される。また、育苗施設を増設することなく作付面積を拡大できることから、稲作の大規模経営体にとって大きなメリットがある。

青森県では1984～1990年に「短期稚苗」と呼称された、苗箱当たりの乾籾播種量を250g程度、育苗期間を10日超とする乳苗移植栽培が検討されたが、生産現場への広域的な普及には至らなかった。当時の試験成績を振り返ると、問題点の一つに出穂期の遅れが指摘されており、その解決策として出穂促進技術の開発や早生品種の導入が挙げられている（青森県農業試験場；1986）。一方、青森県における稲作期間の平均気温は上昇傾向にあり、出穂期が前進する傾向がみられている（木村；2018）。密苗移植栽培は、青森県より温暖な石川県で開発されたが、近年の青森県における気象条件下では、中苗より葉齢が少ない稚苗を移植した場合であっても出穂遅延の影響が小さく、有効な省力技術として生産現場に定着する可能性がある。本報では、慣行の中苗と密苗を移植したときの生育および収量を比較し、青森県における密苗移植栽培の普及の可能性について検討した。

2. 材料および方法

試験は、2017～2019年に青森県産業技術センター農林総合研究所内の水田圃場（青森県黒石市）で行った。供試品種は、青森県の主力品種である「まっしぐら」を用いた。苗箱当たりの乾籾播種量は、中苗区を100～130g、密苗区を300gとした。移植日は、2017年を5月26日、2018年および2019年を5月10日、5月21日、5月31日とした。育苗日数は中苗区を30～36日、密苗区を18～25日とし、移植日から逆算して設定した。移植作業は、密苗専用の田植機および密苗キット（ヤンマーアグリジャパン株式会社製 YR8D、MN-YR8D）で行った。移植時における田植機の栽植株数の設定は、坪当たり70株（栽植密度で21.0～23.1株/m²）とした。施肥量は所内慣行に準じ、育苗では各年次ともに苗箱当たりでN:P₂O₅:K₂O=2.5:2.5:2.5g、本田では2017年は全量基肥体系としてa当たりでN:P₂O₅:K₂O=0.8:1.07:0.8kg、2018年及び2019年は追肥体系として基肥をa当たりでN:P₂O₅:K₂O=0.5:1.0:1.0kg、追肥をa当たりでN=3.0kg施用した。雑草および病虫害防除は、地域の慣行に準じた。

苗調査は、移植前日に中庸な生育の苗箱数枚からサンプリングした苗を無作為に50

個体取り出し、草丈と葉齢を測定した。生育ステージ調査は、幼穂形成期を幼穂長が1.5mmに達した日、出穂期を試験区の4～5割が出穂した日とした。収量調査は、坪刈り（4条で株間方向に連続した70株を刈り取り）した後、栽植密度を計測し単位面積当たりに換算した。収量は、1.9mmの篩い目で選別した。収量構成要素は、坪刈りした全穂を十分に攪拌してから約800gを取り出したサンプルを調査対象にして、m²当たり穂数、登熟歩合、千粒重を測定した。収量、千粒重は水分含量を15%に換算した。等級検査は、日本穀物検定協会東北支部青森出張所に依頼し、1等の上を1、3等の下を9として数値化した。気象データは、所内に設置されている黒石アメダスの観測値を用いた。育苗期は、密苗区と中苗区を同一の育苗ハウスで管理し、反復を設けなかった。本田期は、各作期を圃場毎に管理し、1筆内に密苗区と中苗区を3反復で配置し、試験区の面積を1区当たり約20m²とした。

3. 結果

3. 1 気象経過

育苗期（4月上旬～5月下旬）の気象は、2017年及び2019年が平年より高温・多照傾向で、2018年は平均気温がやや高く、日照時間が平年並みであった（図1）。分けつ期（6月上旬～7月中旬）は、各旬による変動が大きかったが、概して2017年は6月が低温傾向で、7月が高温傾向、2018年は全般に高温・少照傾向、2019年は多照傾向であった。登熟期（8月上旬～10月上旬）は、2017年が低温傾向、2018年が8月上～中旬が低温で、それ以降が高温傾向、2019年が全般に高温傾向であった。

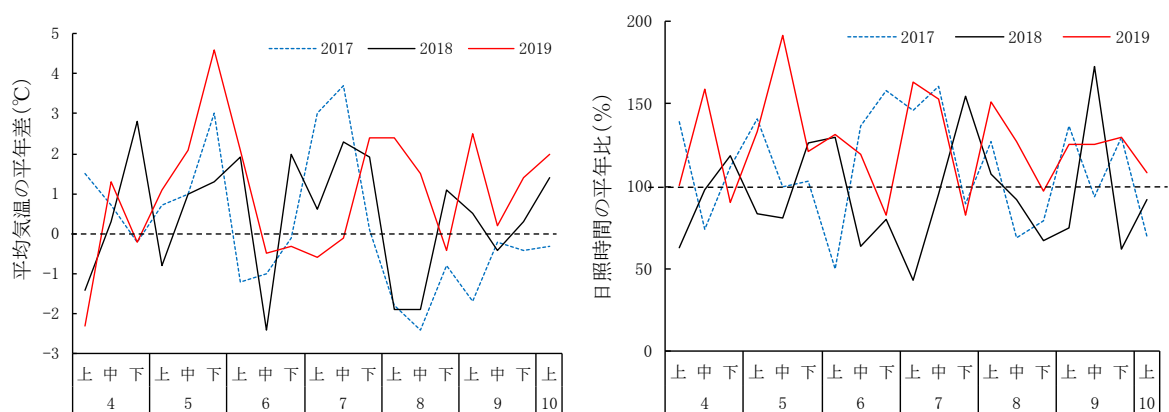


図1 気象経過

黒石アメダスの観測値を用いた。

3. 2 育苗及び本田での生育

密苗区における移植苗の生育は、7事例の平均値でみると草丈が中苗区より約4cm短く、葉齢が約1葉少なかった（表1）。密苗区における幼穂形成期は中苗区に比べて3～4日（7事例の平均では3.7日）遅く、出穂期では1～4日（同2.3日）遅かった。なお、両区ともに育苗時のマット形成は良好で、移植時の苗継ぎ作業に支障はなかった。

表1 移植苗の草丈および幼齢と各生育ステージ到達日

年次	移植日	草丈 (cm)		葉齢 (葉)		幼穂形成期 (月日)		出穂期 (月日)	
		密苗	中苗	密苗	中苗	密苗	中苗	密苗	中苗
2017年	5月26日	17.1	20.6	2.0	3.1	7/18	7/14	8/12	8/9
2018年	5月10日	13.7	16.0	2.1	3.1	7/12	7/8	8/1	7/31
	5月21日	13.1	19.8	2.0	2.9	7/16	7/12	8/7	8/4
	5月31日	14.5	20.3	2.0	2.6	7/23	7/20	8/15	8/14
2019年	5月10日	10.9	13.9	2.2	2.9	7/10	7/7	8/1	7/31
	5月21日	14.3	18.7	2.1	3.1	7/16	7/12	8/7	8/3
	5月31日	15.8	19.3	2.2	3.1	7/22	7/18	8/12	8/9
7事例の平均値		14.2	18.4	2.1	3.0	7/17	7/13	8/8	8/6
		***		***		***		**	

対応のあるt検定の結果、**、*** はそれぞれ1%、0.1%水準で有意であることを示す。

3. 3 収量と玄米品質

収量、 m^2 当たり粒数、登熟歩合、千粒重には、苗質間による有意差が認められなかった（表2）。密苗と中苗を込みにしたときの登熟気温（出穂後40日の平均気温）と登熟歩合との間には、1%水準で有意な正の相関関係が認められた（図2）。検査等級には苗質間で有意差が認められたが、7事例の平均値は密苗区が2.1（1等の中～1等の下）、中苗区が1.9（1等の上～1等の中）であり、ともに1等米の範囲であった（表2）。ただし、2017年は密苗区が1等の下～2等の上、中苗区が1等の中～2等の上に格付けされ、2等米での落等要因は白未熟粒の混入過多であった。

表2 生育ステージと収量及び玄米品質

年次	移植日	収量 (kg/a)		粒数 (100粒/㎡)		登熟歩合 (%)		千粒重 (g)		検査等級 (1-9)	
		密苗	中苗	密苗	中苗	密苗	中苗	密苗	中苗	密苗	中苗
2017年	5月26日	68.4	73.7	378	385	77	81	23.6	23.8	3.7	3.0
		ns		ns		ns		ns		ns	
2018年	5月10日	64.7	63.0	339	325	83	84	23.0	22.9	2.0	1.7
		ns		ns		ns		ns		ns	
	5月21日	64.7	67.9	334	364	83	81	23.3	23.1	2.0	2.0
		ns		ns		ns		ns		ns	
	5月31日	55.4	55.1	308	306	78	79	22.9	22.7	2.0	2.0
		ns		ns		ns		ns		ns	
2019年	5月10日	67.8	67.4	352	357	86	85	22.3	22.3	1.3	1.3
		ns		ns		ns		ns		ns	
	5月21日	58.0	64.9	322	355	80	83	22.4	22.4	2.0	1.7
		ns		ns		ns		ns		ns	
	5月31日	56.7	57.7	277	285	87	87	23.6	23.4	1.7	1.3
		ns		ns		ns		ns		ns	
7事例の平均値		62.2	64.2	330	340	82	83	23.0	22.9	2.1	1.9
		ns		ns		ns		ns		*	

検査等級は1を1等の上、9を3等の下として数値化した。各移植日における密苗区と中苗区の比較は対応のないt検定、7事例の平均値は対応のあるt検定による。表中の* はそれぞれ5%水準で有意であることを示し、nsは有意でないことを示す。

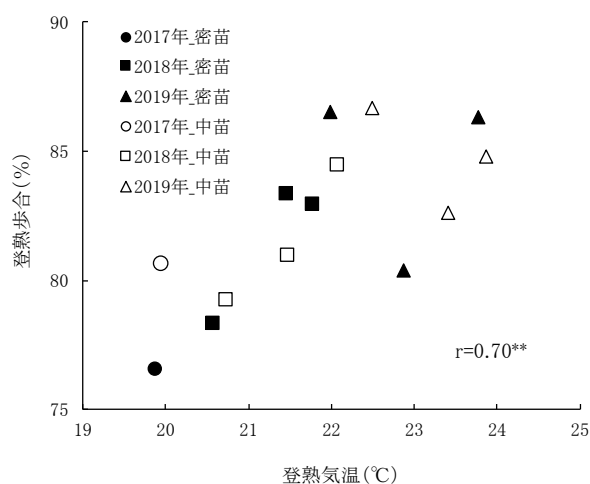


図2 登熟気温と登熟歩合との関係

** は1%水準で有意であることを示す。

4. 考察

寒冷地である青森県において、密苗移植栽培と慣行の中苗移植栽培の生育、収量および品質を比較した結果、密苗区では中苗区より移植苗の葉齢が1枚程度少なく（表1）、幼穂形成期が4日、出穂期が3日程度遅かったが、収量および品質がほぼ同等であり（表2）、密苗区での田植え作業性にも支障はなかった。しかし、登熟気温と登熟歩合との間には有意な正の相関関係が認められ（図2）、出穂後が低温傾向で m^2 当たり粒数が多かった2017年における検査等級は、中苗区に比べて密苗区で白未熟粒過多による落等の程度が大きい傾向であった（表2）。このように、中苗移植栽培よりも出穂期の遅い密苗移植栽培では登熟気温が低下しやすく、登熟不良を来すリスクが高くなることから、作付可能地域の選定や移植晩限に特段の留意が必要と考えられる。

そこで、良好な登熟条件を登熟気温（出穂後40日の平均気温）で 20°C とし（阿部ら；1964）、これを確保し得る移植晩限を1km四方メッシュ（メッシュ農業気象情報システム：農研機構）の日平均気温の平年値と水稻生育予測式（木村；2012）から算出した（図3）。その結果、移植晩限が設定される密苗移植栽培が可能な地域は、青森県北部の下北地域などを除いた広範囲で認められた。また、青森県日本海側の比較的温暖な津軽地域などでは、密苗と中苗の移植晩限は地域の田植え終期と同時期に当たる5月末日となったが、太平洋側でヤマセの影響を受けやすい県南地域などでの密苗移植栽培は、中苗移植栽培よりも早め

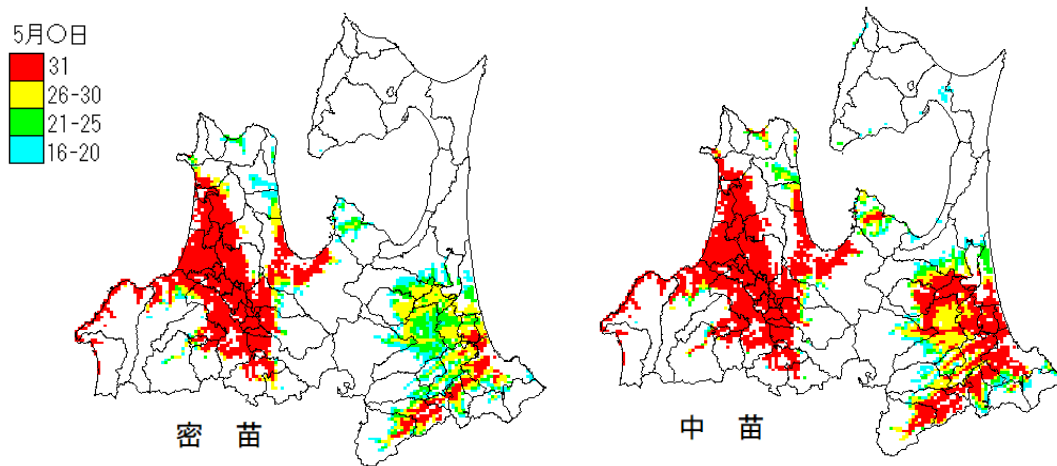


図3 青森県内における密苗栽培と中苗栽培の移植晩限

1km四方メッシュは、農研機構「メッシュ農業気象情報システム」が提供する日平均気温の平年値を用いた。密苗の移植晩限は、中苗用に作成された水稻生育予測式（木村；2012）を用いて、出穂期に3日を加算した条件で算出した（図3）

に田植えを完了させる必要があることが示唆された。以上のように、移植時期に留意する地域がみられたが、青森県においても密苗移植栽培は広範囲で普及可能であると考えられた。

一方、2019年12月に青森県産業技術センター農林総合研究所が密苗移植栽培に取り組んでいる生産者を対象に実施したアンケート調査では、育苗期では出芽の不揃い、苗の徒長および老化など、本田期では浮き苗や枯死苗の発生、欠株、茎数不足などが技術的な問題点として挙げられ（未発表データ）、出穂遅延以外にも留意すべき項目が多いことが視えた。農業従事者が減少し、経営体当たりの作付面積が拡大する中、密苗移植栽培は省力技術として注目されているが、安定した栽培技術として青森県に定着させるためには、生産現場における課題の抽出と対策技術の構築を進める必要があると考えられる。

5. 謝辞

本研究は新稲作研究会（2017～2019年度委託試験）の支援を受けて実施しました。また、1km四方メッシュの気象データについては「農研機構 メッシュ農業気象データシステム」を利用させて頂きました。

引用文献

- 1) 阿部玄三・鳥山国土・東山春紀・小野清治, 1964: 青森県における冷害危険度の推定に関する研究, 農業気象, 19, 133-139.
- 2) 青森県農業試験場, 1987: 昭和61年度試験成績概要集, 32.
- 3) 木村利行, 2012: アメダス観測値を補正した日平均気温による水稻生育予測, 東北の農業気象, 56, 1-5.
- 4) 木村利行, 2018: 青森県津軽地域における水稻移植栽培と乾田直播栽培の登熟気温の経年変動, 東北の農業気象, 62, 1-7.
- 5) 澤本和徳・伊勢村浩司・佛田利弘・濱田栄治・八木亜沙美・宇野史生, 2019: 石川県における育苗箱に高密度に播種した水稻稚苗の形質および本田での生育・収量・玄米品質, 日作紀, 88, 27-40.

報文

2018 年 8 月に山形県庄内地域で発生した水稻の白穂被害

横山克至*・上野清*・齋藤信弥**・佐藤智浩***

*山形県農業総合研究センター水田農業試験場

**山形県庄内総合支庁酒田農業技術普及課

***山形県庄内総合支庁農業技術普及課

White Head Damages of Paddy Rice occurred at Shonai Area of
Yamagata Prefecture in August 2018

Katsushi YOKOYAMA*, Kiyoshi UENO*, Nobuya SAITO**,
and Tomohiro SATO***

*Rice Breeding and Crop Science Experiment Station of Yamagata Integrated Agricultural
Research Center, Tsuruoka 999-7601

**Sakata Agricultural Technique Popularization Division, Shonai Area General Branch
Administration Office, Sakata 998-0857

***Agricultural Technique Popularization Division, Shonai Area General Branch
Administration Office, Tsuruoka 999-7601

2018 年 8 月 7 日に山形県庄内地域で水稻に白穂および変色穂が発生し、収量、玄米品質への被害がみられた。庄内地域では 2000 年にも白穂被害が発生したが、2018 年と 2000 年の発生分布は異なった。2018 年と 2000 年の白穂発生時の気象条件は、直前の降雨、夜間の強い東南東の風や低い相対湿度、高い蒸散強制力など共通する点がみられた。また、変色穂・白穂率と精玄米収量の減収率は 2 次曲線式で近似された。玄米品質については、変色穂・白穂率が 5%を超えると整粒歩合が 80%以下となり、発生程度別に刈り分けることにより品質低下を軽減できると考えられた。

キーワード：白穂被害、水稻、フェーン、減収、玄米品質

Keywords : White head damages, Paddy rice, Foehn, Yield decrease, Brown rice quality

1. はじめに

2018年8月7日早朝に、遊佐町を始めとする山形県庄内地域の約90haの水田で水稻の白穂被害の発生が確認された。8月6日夜から7日は、太平洋側南岸に台風13号があり、庄内地域では東風が卓越する気象条件であった。これまで庄内地域の白穂被害については、下田ら(1982)や横山ら(2002)が清川ダシの吹走地帯である酒田市及び庄内町の最上川沿岸を中心に発生した1980年や2000年の被害について報告しているが、2018年は被害の発生分布が大きく異なっている。一方、2018年と2000年の白穂発生時の気象条件には共通点と相違点が見られた。そこで、2018年と2000年の発生条件や被害様相について比較検討した。

2. 材料および方法

2. 1 白穂被害の発生分布

2018年の庄内地域における白穂被害の発生分布について、白穂被害が発生した圃場の位置、発生程度について見取り調査し、2000年の発生分布と比較検討した。2018年の調査では、白穂の発生程度は、白穂及び変色穂の合計穂率が30%以上を「甚」、20～30%を「多」、10～20%を「中」、10%未満を「少」の4段階とし、筆ごとの調査とした。なお、本報告では白穂の定義を「80%以上の籾が不稔となった穂」、変色穂を「籾表面の2/3以上が白化した籾が一穂籾数の2/3以上を占める穂」とした。

2. 2 白穂発生時の気象条件

白穂被害が発生した2018年8月6日～7日について、気象庁酒田特別地域気象観測所(旧酒田測候所：以下、酒田観測所)の観測値(気温、風向風速、相対湿度、蒸気圧)を過去に白穂被害が発生した2000年8月12日～13日の観測値と比較した。また、木邨(1950, 1951)による蒸散強制力($\text{飽差} \times \sqrt{\text{風速}}$)を両年の酒田観測所の観測値から算出し比較した。

2. 3 白穂被害程度調査

1筆内で変色穂、白穂の発生程度に差がみられる「ひとめぼれ」および「どまんなか」の被害発生圃場から、成熟期に変色穂、白穂の発生程度別の試料を各7点採取後、精玄米重(粒厚1.9mm以上)、玄米品質を調査した。変色穂、白穂の発生程度は、被害圃場の畦畔から見取り調査を行うことで減収率の推定ができるように、達観で区別しにくい変色穂と白穂を合計し全穂数で除した比率を「変色穂・白穂率(%)」とし調査するものとした。調査サンプルは1か所当たり8株とし、精玄米重は白穂が発生していないサ

サンプルに対する収量比（減収率）で検討した。玄米品質は、穀粒判別機 RN-300 を用い、粒厚 1.9mm 以上の玄米について調査した。

3. 結果

3. 1 白穂被害の発生地域

2018 年の白穂被害は、約 90ha の発生圃場面積のうち、遊佐町で約 94%、酒田市で約 4%、鶴岡市及び庄内町でそれぞれ約 1%であり、大部分が遊佐町での発生となった（図 1）。発生程度は圃場間差がみられ、被害圃場内でも変色穂や白穂の発生程度に差がみられた。発生程度が多以上となった圃場は遊佐町の「ひとめぼれ」および「どまんなか」であった。山形県では「ひとめぼれ」、「どまんなか」は中生品種で、酒田市および遊佐町での 2018 年の出穂期は 7 月末～8 月始めであった。最も発生が多い遊佐町は、鳥海山（標高 2,236m）の南西に位置し、被害が特に多かった町の北部の地区は当日の風上側が鳥海山南麓となる。遊佐町以外では、酒田市の西寄りの平坦部や庄内町と鶴岡市の境界付近で中程度以下の発生が局所的にみられた。

一方、2000 年の白穂被害は清川ダシの吹走地帯である酒田市及び庄内町の最上川沿岸で大規模に被害が発生しており（図 1）、2018 年と 2000 年の発生様相は異なっている。

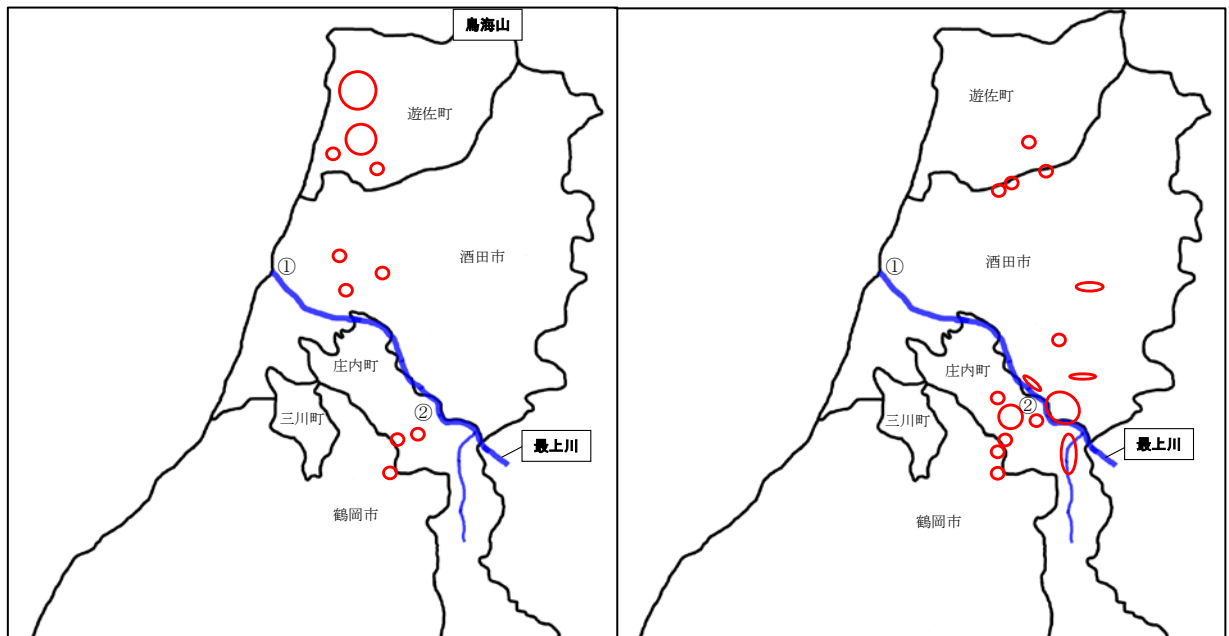


図 1 2018 年と 2000 年の水稻白穂被害発生分布（山形県庄内地域）

注）左図：2018 年、右図：2000 年、○：発生か所（○の大きさは発生範囲の規模を示す）、
①：酒田特別地域気象観測所、②狩川アメダス

3. 2 白穂発生時の気象条件

酒田観測所の気象データでは、2018年8月6日の18時～7日6時は、最高8.5m/sの強い東南東の風で(図2)、気温は24.9～21.3℃(図3)、最低蒸気圧が17.0hPa(図4)、時別最低相対湿度が65%(図5)、蒸散強制力の最大値が19.7(図6)であった。また、6日2時に3mmの降雨があった。一方、2000年8月12日の18時～13日6時は、最高7.9m/sの強い東南東の風で、気温は28.0～23.1℃、最低蒸気圧は15.9hPa、時別最低相対湿度は54%、蒸散強制力の最大値が26.8であった。また、12日3時に被害が大き

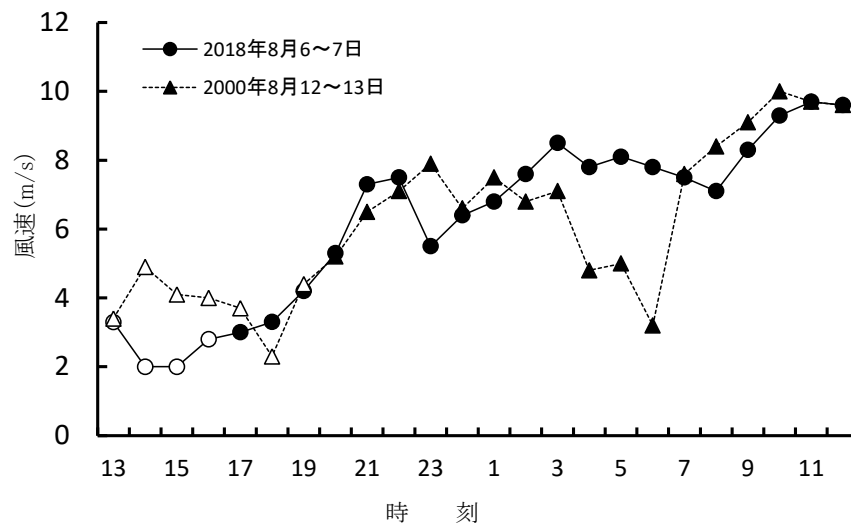


図2 白穂発生時の風向、風速の推移(酒田特別地域気象観測所)
注) 図中の●、▲は東寄りの風、○、△は西寄りの風を示す

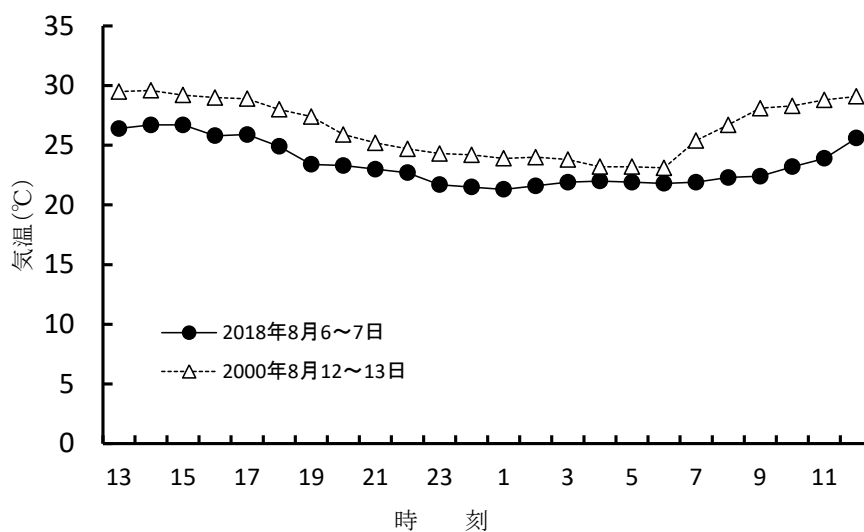


図3 白穂発生時の気温の推移(酒田特別地域気象観測所)

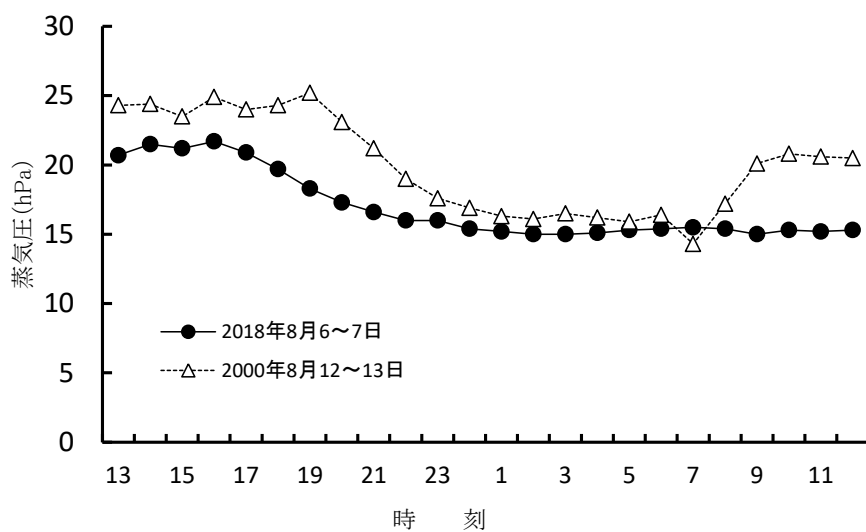


図4 白穂発生時の蒸気圧の推移 (酒田特別地域気象観測所)

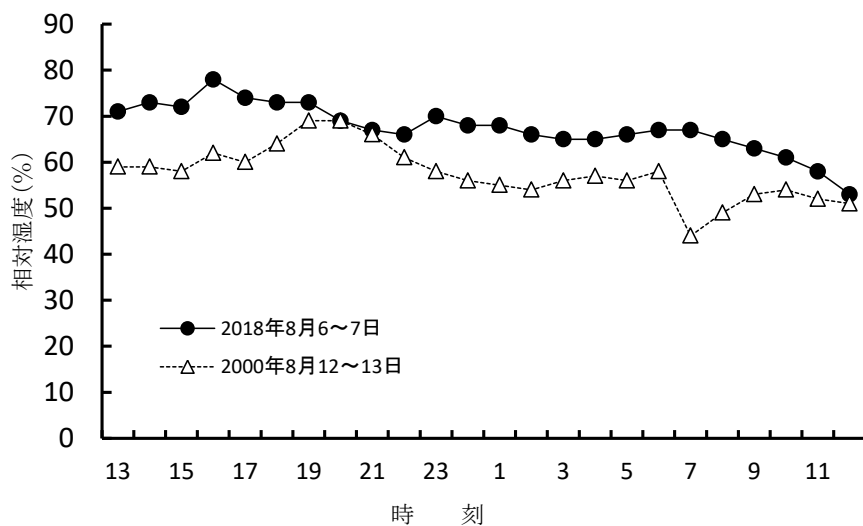


図5 白穂発生時の相対湿度の推移 (酒田特別地域気象観測所)

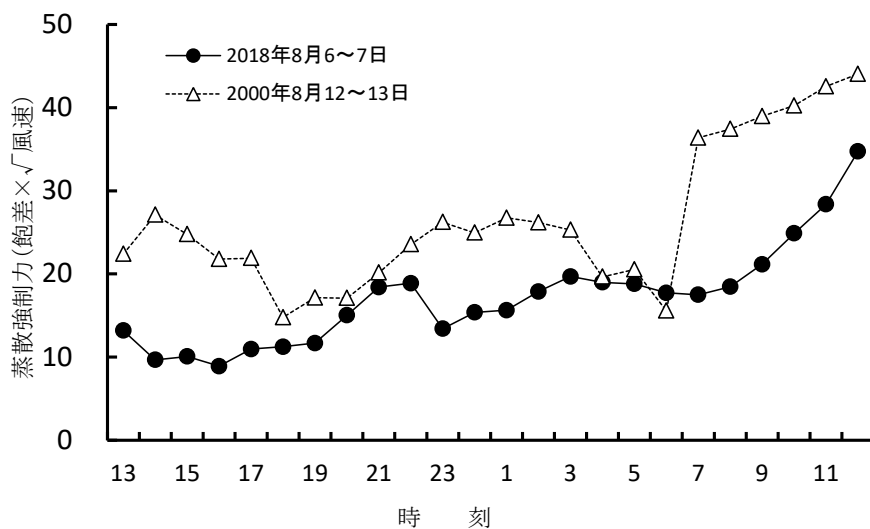


図6 白穂発生時の蒸散強制力の推移 (酒田特別地域気象観測所の観測値より算出)

かった地区に近い狩川アメダスで 2mm の降雨が観測されている。両年とも被害が発生したとみられる 18～6 時の気象条件は、直前に降雨があり、約 8m/s の強い東南東の風で最低相対湿度は 65%以下、蒸散強制力は日没後に上昇し、日中より高い値が持続したことが共通している。ただし、2000 年と比較して 2018 年は、気温は 2～3℃低く、相対湿度は 10%程度高く、蒸散強制力は 7 程度小さかった。

3. 3 白穂被害による収量、品質への影響

2018 年の白穂被害について、変色穂・白穂率と精玄米重の減収率は「ひとめぼれ」、「どまんなか」とも 2 次曲線式で近似された (図 7、図 8)。「ひとめぼれ」、「どまんなか」とも減収率は変色穂・白穂率より高く、変色穂・白穂率が 30%程度で減収率は 45%程度となり、不稔等による直接的な減収以上の収量低下が認められた。

また、変色穂・白穂率が高まると未熟粒や被害粒が多くなり、整粒歩合が低下した (表 1)。

図 7 変色穂・白穂率と減収率

(ひとめぼれ、2018 年)

注)変色穂・白穂率 0%の精玄米重(粒厚 1.9mm
以上)は 40.6kg/a

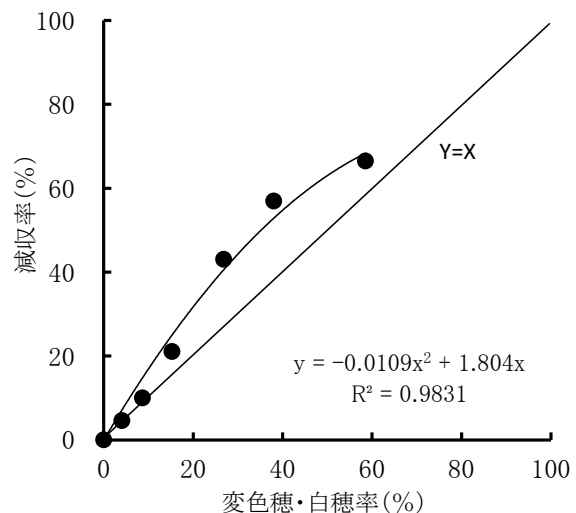


図 8 変色穂・白穂率と減収率

(どまんなか、2018 年)

注)変色穂・白穂率 0%の精玄米重(粒厚 1.9mm
以上)は 54.7kg/a

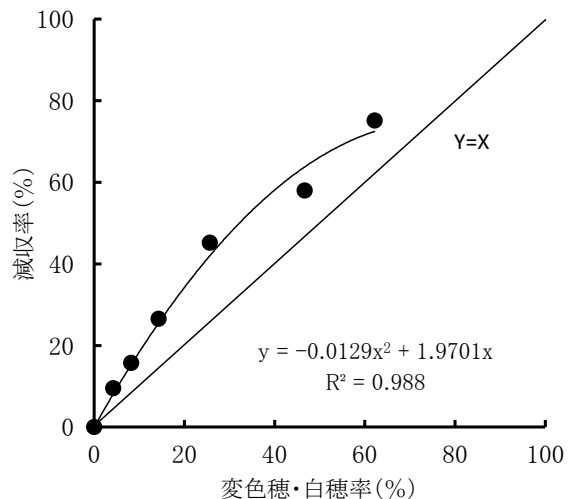


表1 変色穂・白穂率と玄米品質（2018年）

品種	変色穂・ 白穂率	玄米品質(粒数%)				
		整粒	未熟粒	死米	着色粒	被害粒
ひとめぼれ	0.0	83.1	14.8	0.0	0.0	1.9
	4.1	81.7	15.4	0.0	0.1	2.9
	8.7	79.5	17.6	0.3	0.2	2.3
	15.3	75.8	19.2	0.2	0.2	4.6
	26.8	75.2	20.0	0.1	0.1	4.6
	38.0	73.7	19.5	0.5	0.1	6.2
	58.5	72.1	22.6	0.2	0.4	4.8
どまんなか	0.0	83.3	15.6	0.2	0.1	0.9
	4.2	80.5	17.9	0.1	0.1	1.4
	8.2	78.3	19.6	0.4	0.3	1.3
	14.3	75.6	20.3	0.3	1.0	2.7
	25.6	75.6	21.7	0.1	0.5	2.1
	46.7	73.7	22.0	0.4	1.5	2.4
	62.2	67.4	26.6	0.4	0.7	4.9

注) 玄米品質: 穀粒判別器(RN-300)により粒厚1.9mm以上の玄米を調査

4. 考察

4. 1 白穂被害発生時の気象条件

2018年および2000年の白穂被害の発生は両年とも被害の地域差が大きく、庄内地域全体からみた白穂被害地域は局地的といえる。このことは、両年とも夜間に強い東風があり相対湿度の低下がみられ、酒田観測所における夜間の蒸散強制力が高い値で持続した気象条件の中で、さらに局地的な気象現象が発生し白穂被害が発生したことを示唆している。

酒田観測所の2018年8月6日～7日の観測値は、2000年8月12日～13日より気温がやや低いため相対湿度がやや高く、18～6時の蒸散強制力の平均値でみると2018年は16.4、2000年は21.4であった。村松（1976）は、白穂被害の発生は夜間1時間当たり平均蒸散強制力が20～25以上で発生し、30程度の状態が数時間続くと被害が発生するとしている。2018年の白穂発生時の蒸散強制力は最大19.7であったのに対し、2000年は夜間に5時間継続して約25以上となっている。このことから、2000年に被害が大きかった酒田市及び庄内町の最上川沿岸において、2018年は白穂の発生が少なかったとみられる。

一方、大久保ら（2018）は、2018年8月6日～7日に数値計算により鳥海山の南麓で

の乾燥域が検出されたことを報告しており、遊佐町では鳥海山南麓を越えて吹走した東風により蒸散強制力が大きくなり、特異的に白穂被害が発生したと推測される。

山形県内では、台風の通過等にもないフェーン現象が懸念される場合は水田に湛水し被害を軽減するよう指導が行われており、本報告の結果から山形県庄内地域でも蒸散強制力を指標として用い、白穂被害に備えることができると考えられた。ただし、白穂被害が局地的に大きくなる要因については、局地的に飽差や風速が大きくなる気象現象が発生するためと考えられるが、不明な点が多く今後の調査、研究が必要である。

4. 2 収量、品質等への影響と技術対策

本報告における「ひとめぼれ」および「どまんなか」の変色穂・白穂率と減収率の関係は、横山ら(2002)の「はえぬき」の白穂率と減収率の関係と概ね一致した。佐藤(1982)は、白穂発生率が約30%の「トドロキワセ」および「ヒメノモチ」の減収率が49%および42%であったことを報告しており、本報告はこの結果とも概ね一致している。このことから、白穂被害圃場における変色穂・白穂率を調査することにより、品種によらず減収率を推定することが可能であると考えられた。なお、変色穂・白穂率は被害発生直後から調査可能であり、収穫前の早い時期に減収等を推定し対応に向けた準備が可能である。また、変色穂・白穂率より減収率が高かったことから、収量に対する影響は、白穂発生にともなう不稔による直接的な減収に加えて、2000年と同様に茎葉の損傷等による影響があったとみられる。

また、玄米品質については、「ひとめぼれ」、「どまんなか」とも変色穂・白穂率が5%を超えると整粒歩合が80%以下となり、変色穂・白穂率の増加にともない未熟粒や被害粒の増加がみられた。このことは横山ら(2002)の「はえぬき」での調査結果と概ね一致し、変色穂・白穂率の程度別に仕分けをして刈り取ることにより品質低下を軽減できると考えられる。

5. 引用文献

- 木邨勇, 1950: 水稻の乾風害（白穂）について, 農業気象, 5, 133-136.
- 木邨勇, 1951: 水稻の乾風害（白穂）について（続報）, 農業気象, 6, 111-114.
- 村松謙生, 1976: 北陸地域におけるフェーンの発生とその水稻被害, 北陸農試報, 19, 25-43.
- 大久保さゆり・柴田昇平・横山克至, 2018: 2018年8月7日に山形県遊佐町で発生した乾燥風, 東北の農業気象, 63, 34-35（講演要旨）.
- 佐藤菊雄, 1984: 1982年8月1日のフェーンによる白穂発生程度が収量と米室に及ぼした影響, 北陸作物学会報, 19, 17-18.
- 下田英雄・大沼済, 1982: 山形県庄内地方における偏東風“清川ダシ”の実態と水稻に及ぼす影響並びに被害軽減対策, 山形農試研報, 17, 27-42.
- 横山克至・富樫一幸・中場理恵子・渡部幸一郎・藤井弘志・高取寛・安藤正, 2002: 2000年の台風9号による庄内地域における水稻白穂及び変色穂被害の特徴, 東北の農業気象, 46, 1-6.

講演要旨

三陸沿岸における園芸振興の取り組み

岡田益己（岩手大学三陸復興・地域創生推進機構）

1. はじめに

岩手大学は2011年10月に「三陸復興推進本部」（現、三陸復興・地域創生推進機構）を立ち上げ、水産、農林畜産、防災、生活支援など6部門で活動を始めた。筆者が属する園芸振興班では、三陸沿岸地域の特性を活かしたブランド野菜生産の振興を目指した。ここでは、園芸振興班が取り組んだ新しい品目の導入と販路・物流開拓の活動を紹介します。さらに三陸沿岸の気象特性を踏まえた栽培上の課題について述べる。

2. ブランド化に適した野菜品目の探索と栽培

三陸沿岸は夏が冷涼で、7、8月の平均気温は札幌並かそれよりも低い。一方、冬は比較的に温暖で、春が早く秋が遅い。この気候は、暑さを嫌う多くの野菜や花の栽培に適し、高品質の野菜・花き生産が期待できる。しかし当地域では、1）リアス地形で狭小な農地が散在し大規模な営農や産地形成が難しい、2）内陸を走る幹線道から遠く消費地への物流に不利などの課題があり、それらを克服するために、他地域にない個性的な品目の選択が求められる。さらに目立った園芸産地がない当地域には、園芸作の経験者も少なく、栽培の容易さも品目選択上のポイントである。これらを考慮して、クッキングトマト、ミニカリフラワー、夏どりイチゴなど、新品目の導入を試みた。

2.1. クッキングトマト

クッキングトマトは加熱調理用のトマトで料理人から高いニーズがあるものの、国内ではほとんど生産されていない。支柱や芽かきが不要で栽培しやすく、皮が硬いため長距離輸送にも適する。一方、収穫期が一時期に集中する短所があるため、収穫期の拡大と加工利用に取り組んだ。

陸前高田市内の津波被災畑を借り受けて、2012年に現地実証試験を始めた。この畑では、震災後のガレキ撤去に伴って作土が持ち出され、栄養分が少なく排水の悪い心土（マサ土）が表面に現れた。圃場を見本園「がんちゃんの三陸野菜畑」（「がんちゃん」は岩手大学のマスコットキャラクター）と名付け、土壌改良や野菜作目の栽培適性・作型を検討する試験を行った。活動の詳細は <http://iwatedai-sanriku-hort.jp/> を参照されたい。

震災翌年（2012年）の試験で、作土を失い有機物も少ない劣悪な土壌条件でもクッキングトマトを栽培できることを確認した。2013年には作期移動試験

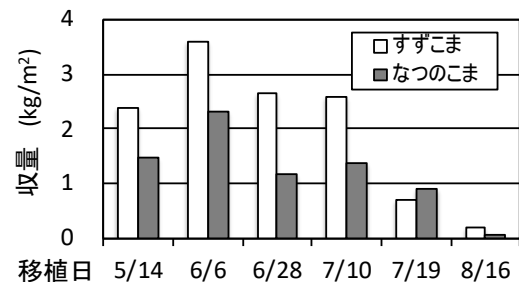


図1. 作期ごとの総収量（岡田ら；2018）

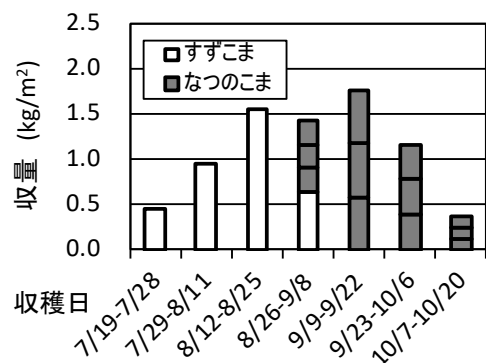


図2. 品種と作期の組み合わせによる収量の変化. なつのこまはすずこまの3倍の面積で栽培（岡田ら；2018）

を実施して、収量は6月上旬移植が最大で以降移植が遅いほど低下すること（図1）、早生（すずこま）と中生（なつのこま）の2品種と移植時期を組み合わせれば2ヶ月にわたって収穫を継続できること（図2）などを明らかにした。また減圧マイクロ波乾燥をクッキングトマトに適用し、熱風やマイクロ波乾燥に比べて、色調と機能性成分の保持や乾燥効率に優れることを明らかにした（Orikasa ら; 2018）。

このように作型や加工のノウハウを提供しても、栽培に取り組む農家は少なく、店頭でも売れなかった。最大の理由は、農家や消費者がクッキングトマトやその使い方を知らないことである。そこで農家対象の料理教室を開催したり、盛岡市内の露天市でサンプルを販売した。また簡単に作れるトマト料理のレシピを作り産直コーナーに置いたら、購買者が増加した。

2.2. 早どりミニカリフラワー

借用していた圃場で復旧工事が始まり、試験栽培中のミニカリフラワーをやむなく小さいサイズで収穫したところ、中身が詰まって食感が良く味も濃厚なことが分かった。核家族化が進む家庭に適したサイズなので、これをそのまま商品として出荷することを考えた。岩手大学で商標「姫かりふ®」を登録して、津波被災市町村の生産者は無償で商標を使用できる契約を設けた。食味アンケートでの評価が高く（加藤ら, 2018）、都市部の小売店や料理店からニーズがあるが、作型が確立していないため計画的な生産が難しい。そこで試験圃場における実験データに基づいて収穫期予測モデルを作成し、気温の年々変動が大きい三陸沿岸で、作期ごとに収穫期がどのくらい変動するかを予測した（図3）。生産者から要望を受けて、その栽培地における作型データを提供している。

2.3. 夏どりイチゴ

前出の2品目は露地栽培が可能で初心者でも取り組みやすい。より高収益を狙うハウス栽培品目として、夏どりイチゴを取り上げた。夏期冷涼な気候に適すること、単価が高いこと、県内外の洋菓子店から高いニーズがあることなどが、その理由である。もみ殻培地と不織布を使う安価な高設栽培装置を開発し、四季成り性品種を利用して、初心者でも容易に取り組める仕組みを作り上げた（岡田; 2016）。この高設栽培装置は、不織布からの蒸発冷却で地温が低く（図4）、もみ殻の通気性で根腐れが起こりにくいという特徴があるの

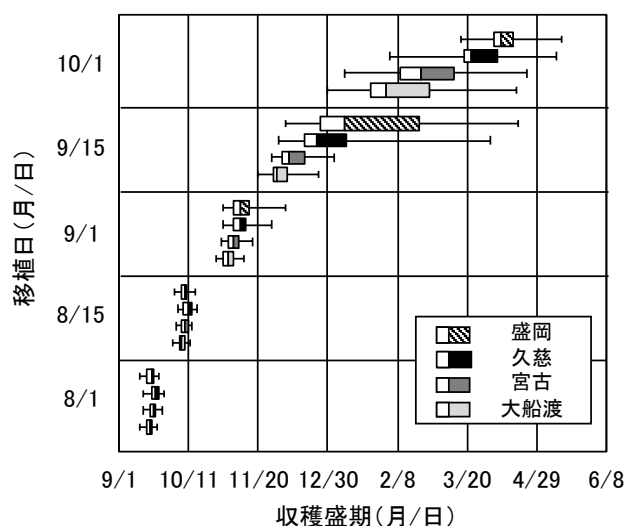


図3. 収穫盛期の年々変動の地点間比較（30年間の観測値を使用）。

箱ひげ図の白箱部は第1四分位点とメディアン（中央値）の範囲、色付部はメディアンと第3四分位点の範囲、ひげの左端が最早年、右端が最晩年を示す。品種：オレンジ美星（岡田ら; 2020）

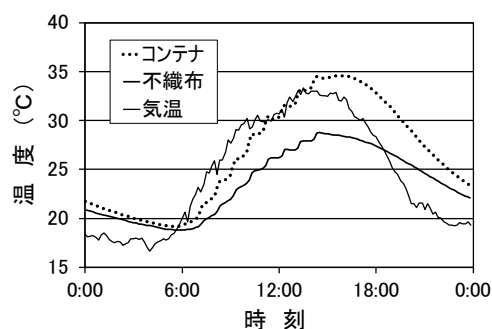


図4. 不織布ベッドとプラスチックコンテナ内の地温比較（岡田; 2016）

で、経験の浅い栽培者を中心に利用を勧めた。実証試験に内陸の生産者の協力も得て、原発事故の風評被害を受けたハウスシイタケ栽培者などに導入されている。

夏イチゴの栽培が広まる中、盛岡市内の洋菓子店から県内産イチゴを使いたいという要望が寄せられた。三陸沿岸のイチゴをどう運ぶかを検討し、宮古―盛岡間の路線バスを利用する輸送が実現した(図5)。通常は2～3日を要する収穫から店頭までの日数が半日に短縮し、さらに保冷箱などの輸送資材を繰り返し利用できるなど、大きなメリットが生まれた。他にも農産物の定期輸送便に同乗して沿岸のイチゴを内陸に運んでおり、ここでも輸送日数の短縮と輸送資材の削減が図られ、流通コスト削減につながった。



図5. 路線バスで沿岸産のイチゴを盛岡に直送

夏どりイチゴでは、県内の生産者、洋菓子店、流通業者、研究者らが中心となって研究会を作り、栽培・輸送技術、販売・流通などに関する情報共有・交換を計ってきた。上記の新しい輸送方法も、この研究会のネットワークから生まれた成果である。

3. 三陸沿岸の気象特性を踏まえた栽培上の課題

一般に沿岸は内陸に比べて夏涼しく冬暖かいと言われる。この一般論を根拠にして筆者らも三陸沿岸で園芸作を振興してきた。実際、平均気温で見ると沿岸は夏に涼しく冬に暖かいが、夏に高温影響が顕著に現れたり、冬に凍害が多発する場面に遭遇したので、改めて気温の変化に注目してみた。

3.1. 夏気温の特徴と課題

表1に宮古、盛岡、秋田における7月の日最高気温の月平均の年々偏差を3期間に分けて比較した。岡田(1995)は全国の水稲収量の変動と気象官署の夏気温を分析して1957～1975年を気象の安定期とし、それを挟んだ前後を不安定期とした。表1の3期間はこれに基づいて分類した。気象の安定期は最高気温の年々偏差が小さく、地点による差異も小さいが、不安定期では東北地方の太平洋側とくに沿岸の宮古で顕著に大きくなる。すなわち三陸沿岸は平均的には涼しいが、高温の年と低温の年の差が大きいことを意味する。

表1. 7月日最高気温の月平均の年々偏差(℃)

	宮古	盛岡	秋田
1924～1956年	2.6	2.1	1.8
1957～1975年	1.2	1.3	1.5
1976～2018年	2.3	2.0	1.4

このため防虫と高温対策を兼ねた通気性資材の利用を生産者に勧めている。これは沖縄で開発された技術で、目合いが1mm以上の防風ネットや寒冷紗を使用して(図6)、気温の上昇を抑えながら遮光で地温を下げることで(野口ら; 1988)、高温期の生長を促進する。しかし沖縄以外の地域では、これら資材の使い方を知らない者が多い。正しい利用法の周知と普及が課題である。



図6. 防虫と高温対策を兼ねたべた掛け資材

3.2. 冬気温の特徴と課題

三陸沿岸のアメダス観測所と内陸の盛岡における冬気温を比較すると、平均気温や最高気温では沿岸各所が高い。しかし最低気温では沿岸北部で盛岡並みに低い所が多く、さらに沿岸の多くの地点では日較差が盛岡より大きい。日中気温の高い日が続くと作物の耐凍性が下がるため、直後の低温による凍害の危険性が高まる(五十嵐ら;1993)。そこで冬に初めて最低気温がマイナス5℃を割った日の前

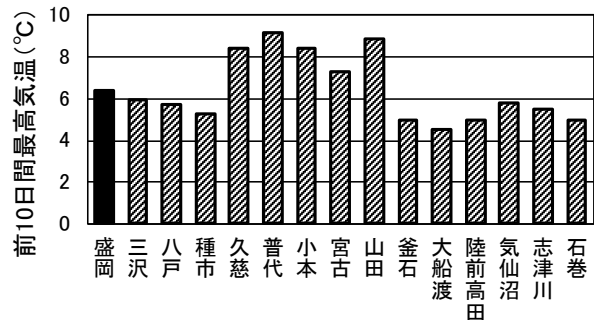


図7. 冬に最低気温が初めて-5℃を割った日の前10日間平均最高気温 (岡田・松嶋; 2019) 2007~2017年データ利用

10日間の最高気温を求め(図7)、凍害リスクの指標とした。岩手県沿岸の久慈から山田にかけて、内陸の盛岡よりも凍害リスクが高いことが分かった。なぜこのような地域性が現れるのか、その理由は不明だが、この一帯ではハウスの日中の温度管理と放射冷却を抑制する通気性資材(前出の防風ネットや寒冷紗を兼用できる)の導入などの対策が重要である。

引用文献

- 五十嵐大造・中山敬一・坂本英介・伊藤喜誠・大林延夫, 1993: 冬穫りキャベツの凍害発生および耐凍性獲得におよぼす気温の影響. 農業気象, 49, 91-98.
- 加藤一幾・大木啓太・立澤文見・折笠貴寛・松嶋卯月・岡田益己, 2018: 早期収穫によるミニハナヤサイの収量, 成分および食味に与える影響. 園芸学研究, 17 (別2), 495.
- 野口正樹・花田俊雄・沖村誠, 1988: マレーシアと沖縄における葉菜類のべたがけ栽培. 熱帯農研集報, 60, 137-142.
- 岡田益己, 1995: わが国の食糧と日本農学[1]-イネを中心として-. 変動の大きい気象と農業技術. 農業および園芸, 70, 743-748.
- 岡田益己, 2016: 粃がら培地を利用した夏どりイチゴの高設栽培. 「イチゴ大事典」 pp469-477, 農山漁村文化協会.
- 岡田益己・折笠貴寛・松嶋卯月・伊藤愛子・由比進, 2018: 三陸沿岸におけるクッキングトマトの作型と簡易乾燥技術の検討. 日本農業気象学会 2018 年全国大会講演要旨, 176.
- 岡田益己・松嶋卯月, 2019: 沿岸は内陸に比べて夏涼しく冬温かい? -三陸の事例-. 日本農業気象学会 2019 年全国大会講演要旨, 85.
- 岡田益己・松嶋卯月・加藤一幾, 2020: 三陸沿岸におけるミニカリフラワーの作型と収穫期の年々変動. 生物と気象, 20, 55-58.
- Orikasa T, Koide S, Sugawara H, Yoshida M, Kato K, Matsushima U, Okada M, Watanabe T, Ando Y, Shiina T and Tagawa A, 2018: Applicability of vacuum-microwave drying for tomato fruit based on evaluations of energy cost, color, functional components, and sensory qualities. Journal of Food Processing and Preservation. e13625, <https://doi.org/10.1111/jfpp.13625>.

講演要旨

身の丈に合った技術支援とは

松嶋卯月 (岩手大学 農学部)

1. 背景と目的

東日本大震災以降、農業被害からの復興および地域振興を目的とし、国や県、市町村、研究機関などが、様々な形で農業の新技术導入を進めてきた。筆者らも、岩手大学における三陸復興活動の一環として、2011年から施設園芸に関する技術導入支援を行っている。活動中に気づいたことは、営農者によって新しい技術の取り入れ方に差があり、そこに一定の傾向が見られることであった。営農者における栽培技術導入の傾向が明らかになれば、より効率的に技術提供が進められると考えられる。また、提供する技術についても、技術開発を行う者が有用だと思ふ機能と、営農者が求める機能との間に乖離がある可能性もある。そこで、営農者の技術導入に対する意識調査、および、デジタル温度計の利用調査から、営農者が求める技術支援の要件について検討を行った。

2. 方法

営農者の技術導入に対する意識調査は、2015年に三陸沿岸の3市町村、陸前高田市、大槌町、田野畑村においてアンケート形式で行った。調査方法は、訪問留置で行い、回収率は67%であった。デジタル温度計の利用調査は、岩手県八幡平市田頭地区および平笠地区で行った。寒締めハウレンソウを栽培する営農者6名のハウス内外に、データロガー付温度計(TR-71wf, T and D)を、1台ずつ設置し、ハウスの内外気温と内外地温の測定、ハウス側窓の開き具合の記録を行った。また、温度計設置直後および調査終了時に書面によるアンケートおよび聞き取りを実施した。

3. 結果と考察

営農者による新技术導入の傾向を知るため、新規作付け作物の選択方法を聞いたところ、知人が作付けた、営農雑誌で紹介された、および、過去に作付けたことのある作物と回答した者がそれぞれ16%で上位を占めた。また、資金が少ない場合の新しい栽培法の取り入れについては、既往法に手を加えた方法を選ぶ者が33%と最も高く、自ら工夫した方法が12%、営農雑誌などが紹介した方法が10%と続いた。作物の増収量など、確実にメリットがある新栽培技術にいくらまで資金投入するかについては、20万円までと答えた者が20%と最も高く、高額な資金投入をためらう傾向が見られた(図1-(A))。投資しないと答えた営農者は49%で、投資をする者、しない者の数は調査人数のそれぞれ半数ずつとなった(図1-(A))。営農者1戸当たりの労働力も、投資を行う群と行わない群の分布は、全年齢、65歳以下とも1%の棄却域で有意差があった(図1-(B))。投資しない理由については、現在の規模で手一杯であると答えた営農者が62%と多く、労働力不足が投資行動に影響を与えていると考えられた。新技术受け入れの重要な条件としては「営農規模が手の回る範囲であること」が最も高いポイントを得た一方で、新技术を受け入れない理由について、63%の営農者が「既往の面積で手一杯」と答え、やはり労働力不足が示された。すなわち、既往の方法に手を加える程度で安価な出費、かつ、労働を軽減できる技術を提供する必要があると考えられる。

極めて基本的な気象観測機器であるデジタル温度計に対し、営農者がどのような意識を持ち、それを取り扱うのか、から、営農者に必要な技術要件が浮かび上がると考えられる。「温度計の確認によって作業の時間削減や効率化が図れたか」との質問に対しては、栽培歴が1, 2年の営農者2名は、そう思うと答え、3年以上の営農者4名はそう思わないと回答した(表1)。一方、温度計を設置した6地点の外気温には大きな差はみられなかったが(図2-(A))、ハウス側窓の開き具合はハウスによって異なっていた。ハウス内気温と外気温には各営農者で差がみられ、ハウス内外気温差は側窓の開き具合、すなわち寒締め作業への取組状況をよく示した(図2-(B))。営農経験15年(記号A)と3年(記号E)の営農者の、それぞれAハウス、Eハウスの内外気温差を比較すると、Aハウスにおけるハウス内外気温差は調査期間中、常に6°C以内に留まったが、Eハウスのハウス内外気温差は10°C以上を示す日もあり、Aハウスより常に高く推移した。調査後に行った聞き取りによると、Aハウスのハウレンソウは、目標とする時期に草丈、糖度とも寒締めハウレンソウの出荷要件を満たし

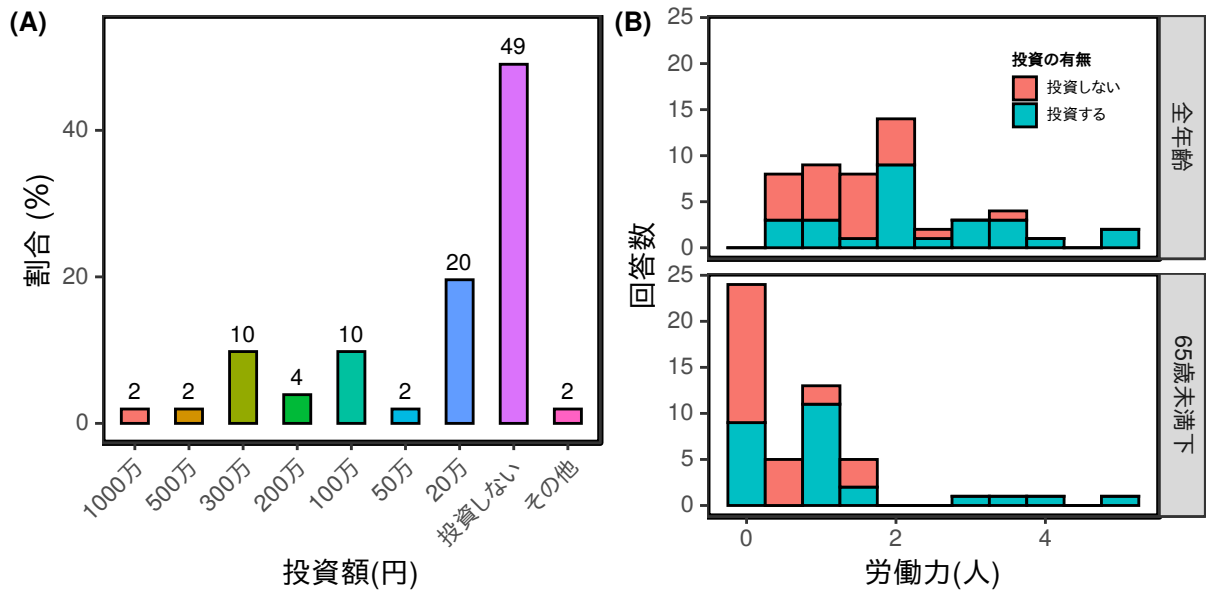


図 1: 新栽培技術に対する投資額, および, 投資の有無と労働力との関係. (A) 作物の増収量など, 確実にメリットがある新栽培技術にいくらまで資金投資するかについて回答した者の割合. (B) 投資の有無と労働力との関係

たが, E ハウスのハウレンソウは出荷サイズより大きく育ちすぎ, 農協出荷ができなかった. 一方, 栽培歴 1 年目 (記号 C) の営農者が管理していた C ハウスの内外気温差は比較的低く推移した. その営農者は, 週に 2, 3 回設置されたデジタル温度計を確認し, 温度計の確認によって作業の時間削減や効率化が図れたかとの質問に, 思うと回答した. すなわち, 設置したデジタル温度計から得られる情報は, 栽培歴の浅い営農者にとってハウス換気作業の効率化や, 収穫物の高品質化につながると考えられる. 以上のように, ハウス内外気温差は各営農者のハウス換気管理状況をよく示しており, その情報提示は寒締めハウレンソウの品質管理に用いることができ, 経験が浅いほどその恩恵は大きいと考えられる. また, 設置したデジタル温度計はスマートフォンなどで温度履歴を確認できる形式のものであったが, 利用したのは 6 営農者中 1 名だけで, 他 5 名はデジタル表示部のみを利用していた. 一方で, 6 名中 4 名が温度計に投資を行うと回答した. すなわち, 営農者は温度計や情報端末の複雑な操作は嫌うものの, 収量や品質に影響を与える事象に対する温度計測を必要としていることが明らかになった. 以上, 新技術取り入れ方法の調査結果も加味すると, 既往の方法に手を加える程度で安価な出費, かつ, 労働を軽減できる技術を提供する必要があると考えられる.

表 1: 栽培経験年数と「温度計の確認によって作業の時間削減や効率化が図れたか」との質問への回答

栽培経験年数	回答	温度計確認頻度	記号
14	思わない	月 2,3 回	A
5	思わない	月 1 回	B
5	あまり思わない	2,3 日に 1 回	D
3	どちらでもない	月 2,3 回	E
2	やや思う	週 1 回	F
1	思う	2,3 日に 1 回	C

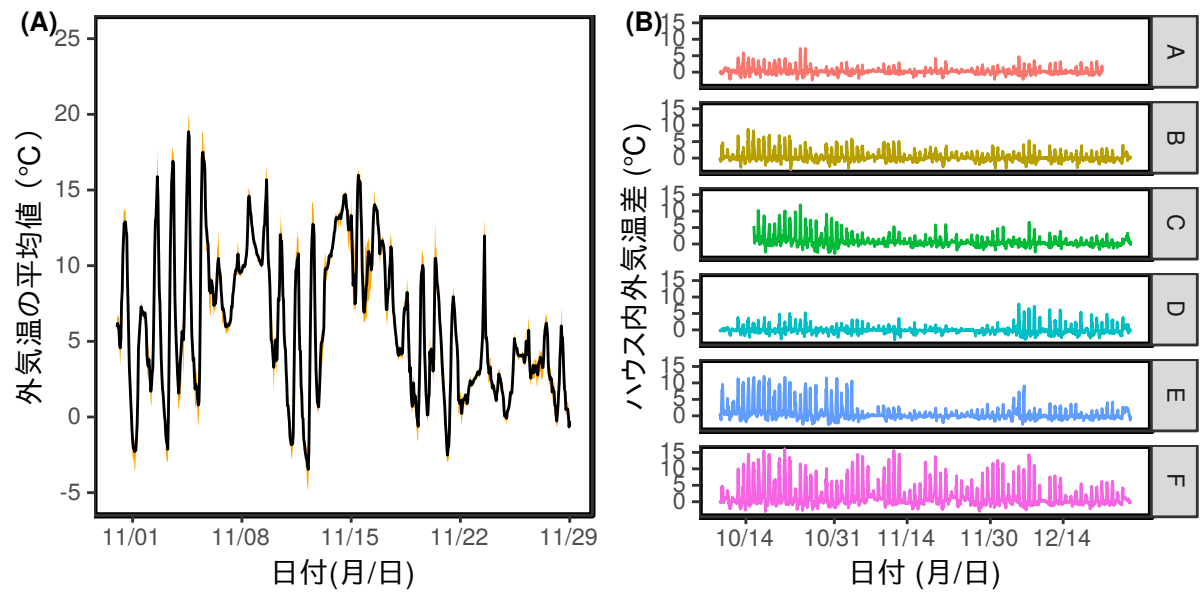


図 2: ハウス外気温およびハウス内外気温差 (A) ハウス外気温の平均値, オレンジ色の網掛けは最大, 最小外気温の幅を示す. (B) ハウス内外気温差

講演要旨

宮城県における水稻湛水直播栽培の生育と予測

菅野博英*・白土宏之**

*宮城県古川農業試験場

**農研機構東北農業研究センター

【目的】

水稻直播栽培は、水稻の省力・低コスト栽培技術の一つとして、全国に普及している技術であり、2017年産の直播栽培面積は33,435ha、水稻作付面積の約2.3%で（農林水産省 HP、2020.2.28 閲覧）、東北地方の直播栽培面積は11,264ha、水稻作付面積の約3.0%である（東北農政局 HP、2020.2.28 閲覧）。宮城県では2008年頃から増加傾向にあり、2019年産の直播栽培面積は3,657ha、水稻作付面積の約4.9%で東北地方の中では最も多い（宮城県農政部 2020）。宮城県内の直播栽培は、法人組織等で大規模に取り組んでいる事例が多いが、個人経営でも積極的に取り組んでいる。近年、多様な栽培方式が開発・普及されているが、経営状況や所有農機等により直播栽培の時期や方法を決めているケースが多くみられている。

直播栽培の作期について、青森県（中林ら 2007、木村 2013、2016、2018）、山形県（松田・神田 2014、松田・後藤 2017）、秋田県（宮川 1996）等で報告されているが、宮城県における報告はないため、基礎データを検討した。

【方法】

宮城県古川農業試験場の直播栽培圃場における 2014～2018 年の5か年、品種「ひとめぼれ」の湛水直播栽培（表面播種の鉄コーティング0.5倍重（以下鉄）、土中播種のべんがらモリブデンコーティング0.3倍重（以下べんモリ）、カルパーコーティング1.0倍重（以下カルパー））のデータを用いた。播種日は5月10日に行い、施肥は宮城県直播栽培基準の基肥4Nkg/10a＋追肥1Nkg/10aとした。

気象データはアメダスデータ（古川）を用い、DVR式「多項式・関数式DVRの計算表示プログラム」（機構—L02、川方）を用いて、播種日（DVI=0）、出穂期（DVI=1）とした。

【結果】

宮城県の湛水直播栽培では、出芽揃いは鉄>カルパー>べんモリの順となり、東北地方南部に位置する宮城県は日平均気温が高く、表面播種の鉄が土中播種のカルパーよりも出芽揃いが早くなる傾向となり、初期生育等が良好である。そのため、鉄が他の栽培方式よりも茎数、穂数が多くなり、生育ステージがやや遅くなり、出穂期、成熟期がカルパー>べんモリ>鉄の順となったと考えられた（表、一部データ略）。

DVR式の予測値と実測値の誤差は2日程度であることから、栽培適地の推定に活用できると判断できた（図）。

今後、メッシュ気象データを用いた、栽培方式別、栽培地帯別の湛水直播栽培適地を策定し、マップ化することで、直播栽培の普及を支援できると考えられた。

表 栽培法式別の生育データ
(2014～2018 年平均値)

栽培方式	出芽揃	出穂期	成熟期
鉄	5月20日	8月13日	10月7日
べんモリ	5月23日	8月12日	10月5日
カルパー	5月22日	8月11日	10月4日

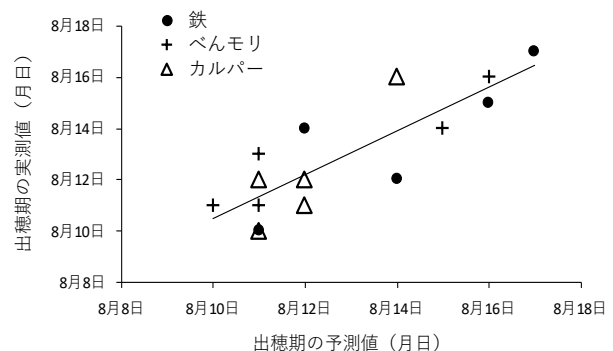


図 DVR式の予測精度

講演要旨

Adoption of innovation and its diffusion among grape farmers- a case study: Takahata city, Yamagata Prefecture, Japan.

Tohoku University

Tohoku University

Yamagata and Takahata officers of Agriculture, and

Fisheries Horticulture Promotion Division

Yamagata and Takahata officers of Agriculture, Forestry

and Fisheries Horticulture Promotion Division

Yamagata and Takahata officers of Agriculture, Forestry

and Fisheries Horticulture Promotion Division

○Soliya Sopha

Komori Daisuke

Shinsuke Furuno

Eisuke Adachi

Noriko Kaneda

I. Introduction

Agriculture sector faces significant challenges situations namely, climate change impacts, social and economic changes (World Bank, 2006). If farmers could adopt innovation and the innovations was widely diffused. That meant farmers were capable adaptation and resilience to those changes (Poncet et al, 2010). Due to these reasons above, diffusion of innovation was critical issue for agriculture sector, especially farmers accepted the innovation. Some previous studies by Fujisawa (2013) presented the parameters of adoption and not adoption the innovations such as farming areas and sale channels. In addition, Bin Wu (2015) revealed the driving of adoption innovation such as government intervention and the inhibiting such as limitation of resources, finance and knowledge. In fact, many innovations were adopted by different groups of farmers with different reasons. So the obtained parameters were diverse and complex. Thus, it was difficult to make general conclusions in the whole agriculture sector. Therefore, in order to deeply understand about this issue the objective of this study was to study farmers' adoption of innovation and its diffusion.

II. Study area

Takahata city is the largest area of grape cultivation in the Tohoku region (MAFF 2016), the total areas of grape farming are 14,220 acres- consisting of 552 grape farmers (Takahata Town Hall Agriculture, 2018). In recent years due to the diseases incidence and production damages because of heavy rainfall, snow and diseases. Thus, the annual grape yield decreased about 21% comparing the year of 2000 and 2015 (MAFF, 2017). Therefore, there are two main innovations, have been adopted namely, heating system for early harvesting, started growing in 1995 and new grape cultivar "Shine Muscat" started growing in 2007. Both innovation have been adopted for separating time of harvesting.

III. Methodologies

The qualitative data collection has been conducted. Face to face interviews with 10 farmers who have

Grape farming areas in Takahata city, Yamagata , Japan

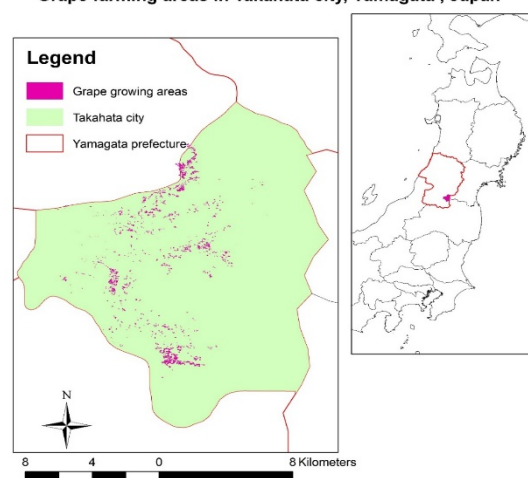


Figure 1: Location of study area



Figure 2: heating system for early harvesting



Figure 3: new grape "Shine Muscat"

Table1: the characteristic of farmers

No.	Ages (years)	Planting areas (acres)	Grape planting cultivars	Farming experiences (Years)
1	31	120	4	12
2	39	110	3	14
3	39	99	4	15
4	45	200	4	18
5	49	170	4	22
6	60	140	3	40
7	66	86	1	46
8	67	150	4	45
9	68	70	1	50
10	68	160	5	48

more than 10 years working experiences for grape farming and who have major income from grape cultivation. The data has been analyzed by description and explanation. The characteristic of farmers showed in Table 1.

IV. Results

The difference of farmers' characteristic and their adoption two innovations

Table 2 showed farmers' adoption the first innovation "early harvesting". Regarding to ages, farmers had similar ages, there were four farmers accepted while six farmers rejected. For farmers who accepted, they had the same attractive reasons namely, high price, different time of harvesting, avoiding loss of income and reducing labor concentration at once time for work efficiency. However, farmers who rejected, they concerned about the risks of fuel price and high investment cost. In addition, farmers who had small or large areas also accepted the early harvesting with similar reasons. Therefore, ages and planting areas would not clarify about the accepting or rejecting the first innovation.

Table 3 presented farmers' adoption the second innovation "Shine Muscat". Regarding to ages, even though they were young or old farmers, six farmers also accepted Shine Muscat with similar attractive reasons such as high price, different time of harvesting, avoiding loss of income and reducing labor concentration at once time for work efficiency. Thus, ages could not explain for accepting or rejecting second innovation. However, there were two farmers who rejected the second innovation, they had smallest farming areas (70-86 acres), and they already accepted the first innovation. On the other hands, other two farmers who had largest farming areas (170-200 acres), even though they accepted first innovation, they also accepted second innovation. Therefore, planting areas would be related to accept or reject second innovation.

V. Conclusion

Grape farmers adopted two innovations with similar reasons namely, high price, different time of harvesting, and avoiding loss of income and work efficiency. Farmers' ages could not clearly explain for accepting/rejecting two innovations. However, planting areas is related to accept/reject for second innovation, but it could not clearly explain for accepting/rejecting first innovation. Therefore, we concluded that farmers who have largest planting areas they adopted both innovations. However, who have

smallest planting areas they adopted only one innovation.

Table 2: Farmers' adoption to first innovation (early harvesting)

1 st : Early harvesting	Reasons	Characteristic of farmers	
		Ages (years)	Planting areas (acres)
Accepted	High price, different time of harvesting, avoiding loss of income, work efficiency	43(66); 45 (68)	70; 86
	High price, different time of harvesting, avoiding loss of income	49 (72; 45*) ; 51 (74; 49*)	170; 200
Rejected	Risks of fuel price, high investment cost.	46 (69; 31*) ; 48 (71; 39*) ; 49 (72; 39*)	99; 110; 120
		37 (60); 44 (67); 45(68)	140; 150; 160

Table 3: Farmers' adoption to second innovation (Shine Muscat)

2 nd : Shine Muscat	Reasons	Characteristic of farmers	
		Ages (years)	Planting areas (acres)
Rejected	Adopted 1 st innovation	55 (66); 57 (68)	70; 86
Accepted	High price, different time of harvesting, avoiding loss of income	34 (45) ; 38 (49)	170; 200
Accepted	High price, different time of harvesting, avoiding loss of income, work efficiency	49 (60); 56 (67); 57 (68)	140; 150; 160
	High price, different time of harvesting, avoiding loss of income	25 (31) ; 28 (39); 29 (39)	99; 110; 120

References

1. Fujisawa M, Kobayashi K., 2015. Shifting from apple to peach farming in Kazuno, northern Japan: perceptions of and responses to climatic and non-climatic impacts. Reg Environ Change. 13(6):1211-1222.
2. Bin Wu., Liyan Z., 2013. Farmers innovation diffusion via network building: a case of winter greenhouse diffusion in China. Agric Hum Value 30:641-651.

講演要旨

Crop Yield Response to The Flood Hazard: An Insight from Remote Sensing and Hydrodynamic Model

Tohoku University ○Vempi Satriya Adi Hendrawan
Tohoku University ○Daisuke Komori

1. INTRODUCTION

Meteorological disasters have influenced the agriculture sector more severe in recent years (FAO, 2015). However, recently more detail assessment has required to investigate crop response due to the flood. Moreover, the concept of flood management had been shifted to let the water flows to the less valuable area that is mostly agricultural field (Johnson et al., 2007).

The existing evaluation methods to evaluate the flood impact on the agricultural crop are mostly to use ex-post data based on survey and observation and experimentation (Brémond et al., 2013). However, the flood impact data on crop and experimentation remain limited. Therefore, a deeper understanding is needed to assess flood impact on crop, particularly in data scarce regions.

This study is aimed to understand crop yield response to the flood hazard using remote sensing data and a hydrodynamic model (Chen et al., 2017). Capability of near real time remote sensing technology to record phenology response of vegetation has been used to assess the crop yield response due to flood. While a hydrodynamic model was used to simulate flood characteristics using a case study and a historical flood event. Then, the relationship between crop yield response and flood characteristics could be investigated.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Case study and flood event

Paddy crop field along Solo river basin Indonesia (Fig.1) was selected as a case study to investigate flood impact on crop yield loss. Total paddy field area in this basin accounts for 28% of the total paddy field area in the province, which has a significant amount of production in Java Island and even in the national scale.

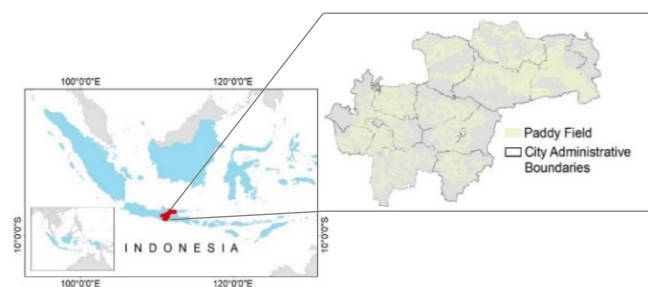


Figure 1 Case study area

From 25 December 2007 to 10 January 2008, an extreme flood occurred in the river basin affecting people and other damage in some sectors. There were approximately 60,000 people displaced, 127 people died, and 60,630 ha paddy field damaged (Shrestha et al., 2016). In this study, we modeled the 2007 flood event in Solo river basin.

2.2. Methodology

Crop yield model

City-level Vegetation Indices (NDVI and EVI) from MODIS MOD13Q1 dataset and yield statistic (ton/ha) were used to develop a multiple linear regression model to estimate crop yield change or loss due to flood. The ratio between crop yield in the flood year and a benchmark year was used to obtain the yield change or yield loss in the late 2007 crop season. We selected 2014 as the benchmark year as it has an average crop yield within the cities based on the historical data.

In this study, both raw and smoothed NDVI and EVI were used as potential variables. Smoothing was done by the Savitzky-Golay filter to remove the noises that affect significant change to phenology timeseries due to the cloud. While the raw value was used to retain the original characteristic of timeseries phenology obtained from MODIS satellite, including the spectral disturbance due to natural phenomena such as water inundation resulting in different spectral color.

Raw and smoothed NDVI and EVI in timeseries were masked by the city boundary area and averaged to obtain city level NDVI and EVI value of each city. Crop statistic data for first rainy rice season harvesting period (January – April of the following year of 2007 and 2014) were used as independent variables based on the 14 cities located in the basin. Whereas NDVI and EVI images in the period of October to March for the respective years were selected as series of potential predictors (Fig.2). Then selection of the variables during the flood event period using statistical parameters e.g. R^2 and p-value was determined. Selected models were then used to represent the spatial distribution of crop change in 2007 flood year due to flood.

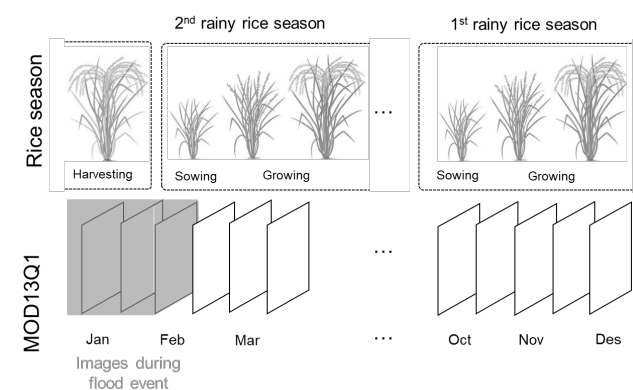


Figure 2 Cropping season and flood event period

Flood propagation model

Rainfall-Runoff-Inundation (RRI) model developed by Sayama et al. (2012) was used to simulate the inundation and flood characteristics. The model used several physical parameters obtained by the calibrated model,

rainfall data during the 2007 flood event, and topography data derived from HYDROSHEDS Digital Elevation Model that was upscaled to 250 m resolution as MODIS provided. In this study, the characteristic of the flood was represented by water depth that is one of the output parameters of the flood model.

Analysis of flood impact on crop yield change

Crop yield loss map obtained from the remote sensing-based regression model was overlaid with the simulated flood depth map to get the relationship. In this study, the grid value of flood depth value are averaged every 0.01 yield change.

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Crop yield loss

The yield change map obtained from the ratio between 2007 and 2014 year based on the regression models is shown in Fig.3. The grids where ratio value ranging from 0 to 1 are considered as 'loss', indicating yield in 2007 was lower than the benchmark year. The ratio above 1 indicate yield 'gain', where yield in the flood year was higher than the benchmark. Figure 3 shows a signal of flooding stress in rice crop in the flood-prone area, which lies in the downstream of the river that is more vulnerable to flood attack.

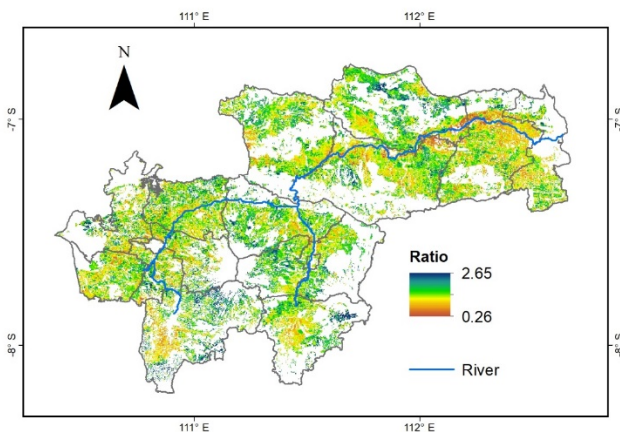


Figure 3 Yield change map

3.2. Simulated flood parameters

The maximum depth obtained from the model within all inundated grids is 4 m. The simulated inundation area in this study is in agreement with the observed inundation and the previous study by Shrestha et al. (2016). In this study, we used maximum depth as a flood parameter to represent the flood intensity in the river basin. Then the output of flood depth in spatial map was used to obtain a flood-crop yield relationship.

3.3. Flood-loss relationship

In this study, we present the crop response as crop loss associated with the flood event despite yield gain. Flood depth and crop loss relationship was obtained as shown in Fig. 4. It shows a clear relationship where from about 0.25 m, depth flood might induce crop loss. Maximum loss (~74%) was achieved when maximum depth reaches 1.5 m in which paddy plants were totally submerged. The threshold of 0.25 m resulted in this study is generally

in agreement with previous study reporting that the water depths from 20 to 50 cm on plants may affect considerable yield losses (Singh et al., 2017). Therefore, this finding can be used to understand crop yield response, especially in case of loss or damage due to flood.

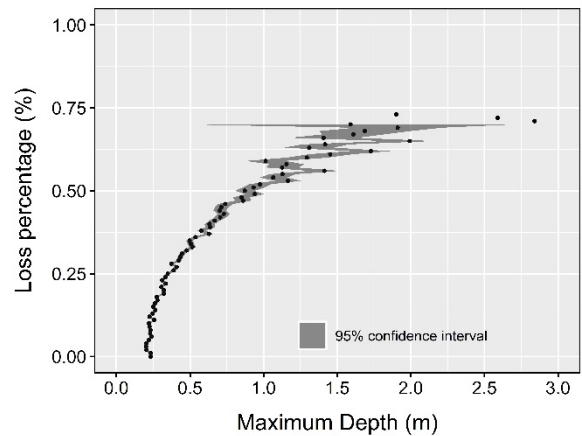


Figure 4 Relationship of crop yield loss percentage and flood depth

4. CONCLUSION

This study presents an alternative approach to derive a flood-crop yield relationship using remote sensing and hydrodynamic model. However, since it relies on the empirical models, some elaboration from experimentation and historical damage data are still needed to verify the depth threshold and flood-crop yield relationship. Nevertheless, the utilization of the results of this study to the other case is also needed for further validations.

REFERENCES

- FAO. 2015. The impact of disasters on agriculture and food security. Rome.
- Johnson, C., Penning - Rowsell, E. and Tapsell, S., 2007. Aspiration and reality: flood policy, economic damages and the appraisal process. Area, 39(2), pp.214-223.
- Brémond, P., Grelot, F. and Agenais, A.L., 2013. Economic evaluation of flood damage to agriculture—review and analysis of existing methods. Natural Hazards and Earth System Sciences, 13(10), pp.2493-2512.
- Brémond, P., Grelot, F. and Agenais, A.L., 2013: Economic evaluation of flood damage to agriculture—review and analysis of existing methods. Natural Hazards and Earth System Sciences 13(10), 2493-2512.
- Chen, H., Liang, Z., Liu, Y., Liang, Q. and Xie, S., 2017: Integrated remote sensing imagery and two-dimensional hydraulic modeling approach for impact evaluation of flood on crop yields. Journal of Hydrology 553, 262-275.
- Shrestha B. B., Sawano H., Kuribayashi D., 2016. Assessment of Disaster Damage due to Flood Hazard in the Solo River Basin of Indonesia. 7th ICWRER.
- Sayama T., Ozawa G., Kawakami T., Nabesaka S. and Fukami K., 2012, Rainfall-Runoff-Inundation analysis of Pakistan flood 2010 at the Kabul river basin, Hydrological Sciences Journal, 57(2), 298-3.
- Singh, A., Septiningsih, E.M., Balyan, H.S., Singh, N.K. and Rai, V., 2017: Genetics, Physiological Mechanisms and Breeding of Flood-Tolerant Rice (*Oryza sativa* L.). Plant and Cell Physiology 58(2), 185-197.

講演要旨

ホタテ貝殻の生物鉱化作用の解明とその再資源化

An Investigation into Biomineralization of Scallop Shell and its Applications to Resource Recovery

○皆川秀夫¹・前畑涼太¹・田丸重徳²・田中 勝千¹・大出亜矢子¹・土肥哲哉³

(1 北里大学獣医学部, 2 大泉建設(株), 3 日本有機資源協会)

○MINAGAWA Hideo¹, MAEHATA Ryota¹, TAMARU Shigenori², TANAKA Katsuyuki¹, OHIDE Ayako¹, DOI Tetsuya³

1. School of Veterinary Medicine, Kitasato University, Higashi 23-35-1, Towada-shi, Aomori 034-8628, Japan.

2. Daisen Kensetsu Inco., Sasazaki 1157, Rokkasyo-mura, Kamikita-gun, Aomori 039-3215, Japan.

3. Japan Organics Recycling Association (JORA), Baji-chikusan Kaikan 401, Shinkawa 2-6-16, Chyuhoh-ku, Tokyo 104-0033, Japan.

Scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) is actively farmed in the Mutsu Bay of Aomori Prefecture, Japan. However, a large amount of the shell has been dumped at some stock yards around the coast of the bay and applications of the shell are limited to make use of soil conditioner or road-paving tile. In this study, a mechanism of biomineralization in scallop shell was investigated with dissolving 50 plates of the adult shell in a water bath of 9 L in volume filed with liquid of acetic acid in 1 M (mol/L) concentration. After about 1 month of the handling with weekly ventilation of the dissolved liquid, we got the light brown membrane of 1% in dry weight and the transparent dissolved liquid saturated with calcium ion and acetic acid. The membrane was found to contain an organic matrix of chitin fibrous, protein and pigment and was shown to create in vitro a primitive type of calcite as like a crystal structure of the shell with artificial sea water. The clear dissolved liquid saturated with calcium ion and acetic acid was found to have deodorizing and sterilizing effects.

Key Words: Biomineralization, Calcite, Deodorizer, Scallop, Sterilizer.

1. 背景・目的

青森県の陸奥湾は、閉鎖的地形にもかかわらず、対馬暖流の一部が効率よく流入し、かつ流失する海水の循環が極めてよい、堆積作用のほとんど進行しない、平均水深 40m の平坦な天然の良湾である。そこに寒冷海洋性のホタテガイ (*Mizuhopecten yessoensis*) が繁殖し、古来より貴重なタンパク源や換金水産物として青森県の人々の生活を支えてきた。

1970 年代から陸奥湾では「タマネギ袋」や「中間育成カゴ」の画期的な発明によりホタテガイの「種苗生産」と「中間育成」の技術が確立し、ホタテガイの増殖・養殖が一気に進展し、100 億円産業となり、先進地である北海道のホタテガイ生産量を上回ることもあった。

このように青森県ではホタテガイはリンゴ、ニンニクとならぶ代表的農水産物に定着したのであるが反面、ホタテ貝殻の処理が社会問題となっている。全国では年間約 21 万トン、青森県内では年間約 5 万トンのホタテ貝殻が廃棄され約 70 万トン以上の量が野積みになされていると推定されている(図 1)。

ホタテ貝殻の有効利用への取組みは青森県では 1990 年代から始まった。しかしホタテ貝殻を使った資源循環の取組みは製品化(土壌改良剤、ホタテタイルなど)の努力はあるもののまだ途上といえる。



図 1. ホタテ貝殻の集積場(青森県平内町)

本研究では、これまであまり

注目されていなかったホタテ貝殻の結晶メカニズム、すなわち生物鉱化作用を調べ、それらの知見より、ホタテ貝殻の新たな価値を追求し、再資源化の方策を探った。

2. 材料・方法

1) 酢酸によるホタテ貝殻の溶解

ホタテ貝殻(成貝)50 枚を 9L の容器に投入、酢酸(純度 99%)を水道水で希釈し 1M(1mol/L)に調整した溶液に浸漬した。溶解開始から約 1 日後に貝殻表面の殻皮をブラシで剥離、その後 1 週間間隔で酢酸溶液の入れ替えを 4~5 回行い「有機基質」と「酢酸溶解液」の分離・抽出を行った。

2) 有機基質のアミノ酸組成と再結晶化

有機基質をシャーレ板上で薄く伸ばし有機基質を人工海水で浸し加熱させ電子顕微鏡で結晶の有無を調べた。また有機基質のタンパク質のアミノ酸組成を調べた。

3) 酢酸溶解液の脱臭・抗菌効果

①脱臭効果: 溶解液の pH による悪臭への影響をなくすため、強アルカリ性を示すホタテ貝殻の焼成粉末を添加し pH=7.0 の中性に調整し原液, 10 倍希釈液, 対象区による脱臭効果を調べた。悪臭物質として、アルカリ性、中性、酸性のそれぞれ代表的な悪臭ガスであるアンモニア(NH₃)、メチルメルカプタン(CH₃SH)、硫化水素(H₂S)を選定した。

②抗菌効果: 抗菌効果を高めるため、酢酸溶解液の原液(pH=5.5)を強アルカリ性の焼成粉末で pH 調整し、原液(pH=12)と 10 倍希釈液(pH=11)の抗菌効果を対照区と比

較した。大腸菌、腸炎ビブリオ、腸管出血性大腸菌 O-157、リステリア属菌、芽胞菌の 5 種類をそれぞれ 35℃、48 時間で培養を行った。

なお、以上の脱臭効果および抗菌効果の測定は、(一社)青森県薬剤師会衛生検査センターにて実施した。

3. 結果・考察

1) 酢酸によるホタテ貝殻の溶解と有機基質の抽出

ホタテ貝殻を酢酸溶液に浸漬した直後から大量の気泡が発生した。これは炭酸カルシウム(CaCO_3)が酢酸によって溶解し、炭酸イオン(CO_3^{2-})がガス化した二酸化炭素(CO_2)と推定した。酢酸溶解液は、後述の有機基質以外、沈殿物が認められず透明であった。これはホタテ貝殻の主成分(CaCO_3)のうちカルシウムイオン(Ca^{2+})が 2 分子の酢酸イオン(CH_3COO^-)と配位結合してキレート化し、化学的に安定な状態を維持しているためと推定した。

浸漬 1 週間後、気泡の発生が認められなくなったことから酢酸と炭酸カルシウムとの中和反応が飽和したと判断、週 1 回酢酸溶液を入れ替えた。約 1 ヶ月後、ホタテ貝殻の結晶化に関わるキチン・タンパク質・色素の複合化合物「有機基質」と透明な「酢酸溶解液」とを得た(図 2)。有機基質の収量は供試貝殻(乾物重)に対して 0.5~1%であった。



図 2. ホタテ貝殻を破碎せずまるごと酢酸に浸漬(左)、溶解途中の透明な膜の観察(中央)、約 1 か月後に抽出した茶褐色の「有機基質」と透明な「酢酸カルシウム溶解液」。

2) 有機基質のアミノ酸組成とそれを利用した再結晶化

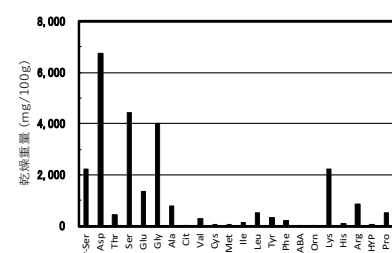


図 3. 有機基質のアミノ酸組成

ホタテ貝殻を酢酸で溶解したとき抽出された「有機基質」のアミノ酸組成を図 3 に示した。

アコヤガイ、シロチョウガイ、マベガイではアスパインという強酸性基質タンパク質がカルサイトの層でのみ存在することが知られる。

図 3 から、ホタテ貝殻から抽出した有機基質にはアスパラギン酸(Asp)が多く含まれており、アスパインは約 60%がアスパラギン酸からなるタンパク質であることから有機基質の 1 つの役割としてホタテ貝殻の結晶構造への関与が示唆された。

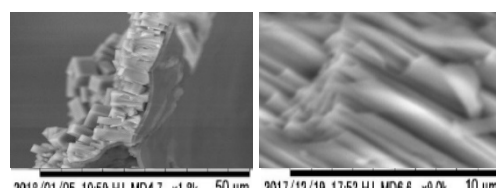


図 4. 有機基質に形成された結晶(人工貝殻)

そこで、有機基質をプラスチックシャーレ上に薄く伸ばし、人工海水で浸し熱を加え

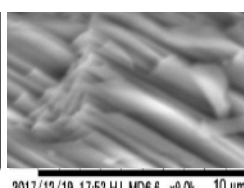


図 5. ホタテ貝殻の結晶構造(カルサイト)

て水分を蒸発させて得た人工的貝殻結晶の走査型電子顕微鏡(SEM)による観察結果を図 4、図 5 に示した。

図 4 より結晶構造が確認できた。この結晶はカルサイト(方解石)であると考えられ、人工貝殻の祖型といえる。ホタテ貝殻の主な結晶構造は図 5 に示したカルサイトであり、図 4 はこれに類似した。

3) 酢酸溶解液の脱臭・抗菌効果

① 脱臭効果： 溶解液はアンモニアにのみ脱臭効果を示した。メチルメルカプタンと硫化水素に対しては脱臭効果を示さなかったため、アンモニア濃度の変化のみを表 1 に示した。

表 1. アンモニアガス(NH_3) 濃度の変化

試料区分	経過時間 (min)					
	0	10	30	60	120	180
空試験	54 ppm	54	54	54	54	54
対照(水)	54 ppm	20	15	13	12	11
原液 (pH=7)	54 ppm	8	2	1	1	1
10倍希釈液 (pH=7)	54 ppm	25	15	14	13	12

原液では顕著な脱臭効果が示され、10 倍希釈液でも徐々に濃度は低下した。アンモニアガスに対してのみ顕著な脱臭効果を示した理由は、原液はカルシウムイオン(Ca^{2+})が多く、これがアンモニアガス(NH_3)と配位結合 $[\text{Ca}(\text{NH}_3)_8]^{2+}$ し、カルシウムイオン 1 mol に対して 8mol、すなわち 8 倍ものアンモニアガスが結合するためと思われる。

今回の実験では、原液を pH 調整したが、調整しない原液では pH=5.5 の弱酸性を示したことから、pH 調整しない原液では、アンモニアガスに対してさらに、脱臭効果が向上することが予想できる。

メチルメルカプタンは難溶解性であり、硫化水素はカルシウムイオンと配位結合しないことによりそれぞれ脱臭効果を示さなかったと考えられる。

② 抗菌効果： 原液と 10 倍希釈液ともに芽胞菌以外では同様の抗菌効果が認められた。代表的なものとして、大腸菌に対する抗菌効果を表 2 に示した。

表 2. ホタテ貝殻の酢酸溶解液の大腸菌に対する抗菌効果

供試細菌	菌数 (cfu/mL)			
	開始 ¹⁾	1時間 ²⁾	3時間 ²⁾	6時間 ²⁾
大腸菌				
対照 ³⁾	1,700,000	2,200,000	2,300,000	2,000,000
原液 (pH=12)	1,700,000	2	0	0
10倍希釈 (pH=11)	1,700,000	68,000	26	5

*1 菌液添加直後に「対照」の生菌数を測定し開始時の菌数とした。

*2 「対照」以外は供試菌以外の菌を含む。

*3 減菌生理食塩水 (1~10⁻⁶倍に希釈希釈)。

抗菌効果が示された要因は pH=12 の強アルカリ性であることに加え、溶解液中に豊富に存在するカルシウムイオンが細胞内の神経伝達に関与し、細胞内外で過剰なその濃度差があれば、浸透圧差でカルシウムイオンが細胞内に過剰に浸入し、細菌の細胞の神経伝達を麻痺させたと考えられる。

芽胞菌は、苛酷な条件では極めて耐久性の高い細胞膜をつくることにより抗菌効果が認められなかったと考えられる。

【まとめ】

- ① 有機基質にホタテ貝殻を形成する炭酸カルシウムのカルサイトと同様の結晶が形成され、有機基質は炭酸カルシウムの結晶構造を決定する因子ではないかと推察した。
- ② 酢酸溶解液は、アンモニアガスに対する脱臭効果と、大腸菌、腸炎ビブリオ、O-157、リステリア属菌に対する抗菌効果が認められた。
- ③ ホタテ貝殻は 100%再利用できる可能性が示唆された。

講演要旨

CO₂収支解析に基づくビニールハウス内リンゴ個体群の光合成速度の評価*伊藤大雄¹・石神靖弘²・石田祐宣³

(1 弘前大農生 2 高崎健康福祉大農 3 弘前大院理工)

演者らは3棟のビニールハウスを建設してリンゴ個体群の気候温暖化影響に関する研究を開始した。本講演では、施設と研究計画を紹介した後、個体群光合成速度を評価する試みについて報告する。

研究施設と研究計画

リンゴ樹は、2015年に弘前大学藤崎農場内に2列(列間3m)×8樹(樹間2m)×3反復で栽植された。3棟のビニールハウス(A棟、B棟およびC棟)は2018年10月にリンゴ樹を内包するように建設され、その平面図は図1の通りである。A棟は側面と妻面を常時完全に開放することにより、屋外と同じ気温・CO₂環境に保持される。B棟は前室に換気扇2台と送風式暖房機1台を、C棟は換気扇2台とヒートポンプ2台ならびにCO₂発生器1台を備え、側面フィルムの巻き上げー側窓開放ーも可能である。各機器の公称能力は表1に示した。両棟ではハウス内外の気温とCO₂濃度が1分間隔で測定され、B棟では気温が外気より3℃高く、C棟では気温とCO₂濃度が外気より3℃および200ppm高く保持されるよう、各機器のON/OFFがプログラムで1分毎に制御される。但し冬期(12月1日～3月15日)は制御を中断し、天井面フィルムを巻き上げてハウス内に積雪させる。

各ハウス内では、3品種16個体のリンゴ樹が標準灌水区と多灌水区に2分されており(図1)、慣行に準じた栽培管理が行われている。研究は専門分野の異なる8名の教員を中心に2022年度まで続けられ、高温あるいは高CO₂環境下におけるリンゴ樹の光合成・物質生産能、果実収量・品質、園地の炭素・窒素動態を解明すると共に、温暖化環境に適応した着果管理法を追究する。

個体群光合成速度の算出方法

B棟とC棟における個体群光合成速度P(mgCO₂ m⁻² s⁻¹)は、側窓開放時を除き、近似的に次式により1分毎に評価することができる。

$$60PA = (C_i(0) - C_i(1))V + ((C_o(0) + C_o(1))/2 - (C_i(0) + C_i(1))/2)R_i + S_i$$

ここでC(0)およびC(1)はそれぞれ時刻0およびその1分後のCO₂密度(mgCO₂ m⁻³)で、当該時刻のCO₂濃度と気温から計算される。添え字iおよびoはそれぞれハウス内およびハウス外を表す。Vはハウス容積(658 m³)、Aはハウス面積(144 m²)である。R_iは換気速度(m³ min⁻¹)で、換気扇稼働台数(0, 1, 2)に応じて固有の値(R₀, R₁, R₂)を取る。S_iは人為的なCO₂供給速度(mgCO₂ min⁻¹)で、C棟でCO₂発生器稼働時のみ固有の値(S₁)を、それ以外は0をとる。R₀, R₁, R₂, S₁の求め方と、決定された値は表2に示した。

結果と考察

5月11日～8月10日におけるB棟およびC棟のハウス内外の気温差とCO₂濃度差を30分毎に平均して図2と図3に示した。B棟は夜間より昼間の方が、C棟は昼間より夜間の方が気温差がやや大きい、一日を通してみると概ね外気より3℃高く制御されていた。CO₂濃度は、両棟とも夜間は換気が行われないので次第にCO₂濃度が上昇し、明け方には外気より500ppm以上高くなっていた。昼間はB棟は換気により外気と同じ濃度に保たれたが、C棟は目標とする外気+200ppmに保つことができなかった。これは晴天日には冷房能力が不足するので換気扇が稼働あるいは側窓が開放され、発生させたCO₂がハウス外に流出するためと考えられる。

B棟とC棟の個体群光合成速度の経時変化(30分毎)の一例を図4に示した。なお側窓開放などにより欠測となった時間帯は、光合成有効放射量(PAR)ー光合成曲線を求めて、PARの値から推定した。図4より、気象観測記録と制御記録をもとにCO₂収支を解析することで個体群光合成速度を相応の精度で評価できることが示唆される。最後に5月10日～8月10日の日別個体群光合成量を図5に示した。ほとんどの日でC棟の光合成量がB棟を上回っており、CO₂付加による光合成の促進が起こっていると考えられる。

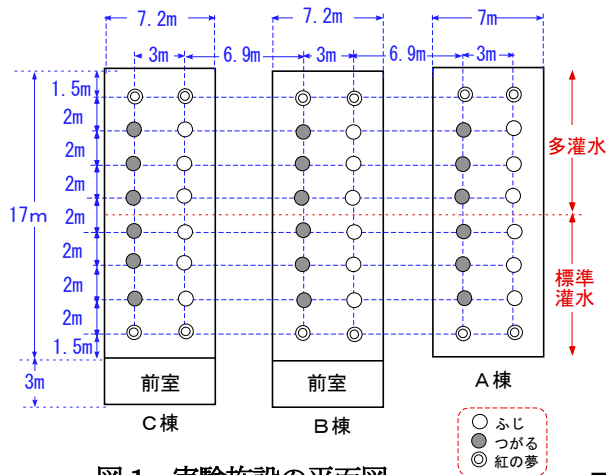


図1 実験施設の平面図

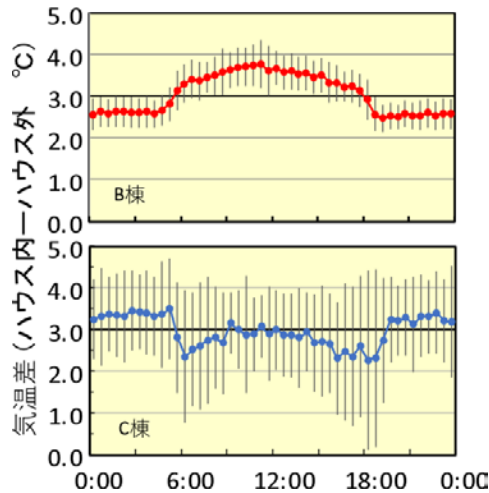


図2 B・C棟におけるハウス内外の気温差
エラーバーは日による違い (標準偏差)

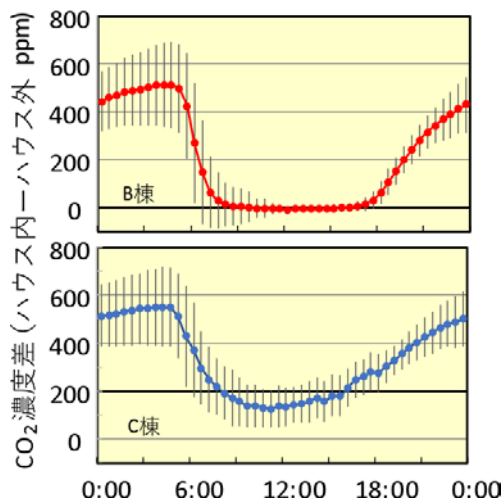


図3 B・C棟におけるハウス内外のCO₂濃度差
エラーバーは日による違い (標準偏差)

表1 B・C棟設置機器の公称能力

	設置台数		仕様(公称能力)
	B棟	C棟	
換気扇	2	2	風量 350m ³ min ⁻¹
送風式暖房機	1	-	発熱量 15.9 kW
ヒートポンプ	-	2	冷房能力 27.5 kW
			暖房能力 28.0 kW
CO ₂ 発生器	-	1	CO ₂ 発生量 71.5g min ⁻¹
			発熱量 17.5 kW
フィルム巻上装置	2	2	巻き上げ幅160cm

表2 光合成速度のパラメータの求め方と決定された値

	決定手法	決定された値
R_0	夜間にハウス内CO ₂ 濃度が平衡に達した時、内外CO ₂ 密度差× R_0 = 個体群呼吸速度 となることを利用。個体群呼吸速度は土壌面とリンゴ樹に分けて既往の研究成果をもとに推定する。	2.98 m ³ min ⁻¹
S_1	個体群光合成速度がほぼゼロとなる早朝または夕刻に密閉状態でCO ₂ 発生器をt分稼働させた時、 S_1 =(稼働によるハウス内のCO ₂ 密度増加量)×V/tとなることを利用。 R_0 を先に求めておき、隙間換気の影響を補正する。	71.4~78.3 g min ⁻¹
R_1	個体群光合成速度がほぼゼロとなる早朝または夕刻に換気扇1台とCO ₂ 発生器を連続稼働させた時、内外CO ₂ 密度差× R_1 = S_1 となることを利用。 S_1 は先に求めておく。	288 m ³ min ⁻¹
R_2	個体群光合成速度がほぼゼロとなる早朝または夕刻に換気扇2台とCO ₂ 発生器を連続稼働させた時、内外CO ₂ 密度差× R_2 = S_1 となることを利用。 S_1 は先に求めておく。	488 m ³ min ⁻¹

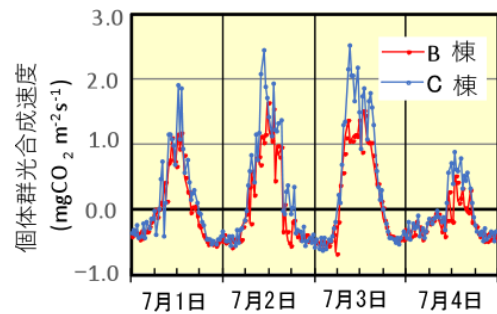


図4 個体群光合成速度の経時変化 (例)

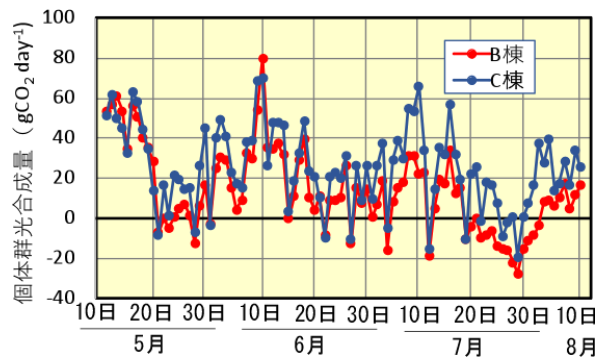


図5 B・C棟における日別個体群光合成量

可視分光と主成分分析による個葉の水分ストレス評価の可能性

石川大太郎

福島大学農学群食農学類

Abstract: This research was carried out as fundamental study on development of the estimation method of collapsed area in mountainous region. From the spectra and second derivative spectra, bands at 475 and 670 nm, which is assigned chlorophyll absorption band, were identified from the spectral characteristic of the leaves. It was important note that a band at 670nm sifted with decreasing the intensity according to the water contents. Moreover, it was confirmed the first component of principle component analysis is contributed 95%, and the behavior of the loadings appeared similar with that of second derivative spectra. Thus, these results should support development of the estimation method for collapsed area by spectra.

Key words: spectral analysis, water content, principal component analysis

1. 緒言

植生の非破壊的な水ストレス指標は、可視・近赤外領域の分光反射特性を利用してこれまで、数多く提案されてきた。筆者らも衛星データや分光画像等のハイパースペクトラルセンサーを用いることで、植生の水ストレスから、崩壊地の推定が可能であることを提案してきた¹⁾。

これまでの先行研究では、正規化植生指標 (NDVI) およびその改良型の指標が水ストレス評価に利用されている。しかし、水分欠乏過程でのスペクトル挙動の物理化学的意味についての議論はあまりなされていない。そこで筆者はスペクトルの強度、バンドシフトおよび主成分分析等の手法を通じて、水ストレスを受けた葉のスペクトル変化を分子レベルで解明することを目的として研究を実施してきた。本発表は、Ishikawaら²⁾の内容に一部追加を加えたものである。

2. 材料および方法

2.1 供試材料

広葉樹の葉を摘採し、黒色のトレーに表皮が上となるように並べ供試材料とした。測定は 24 時間行い、含水率は、一定時間毎に重量を測定し、初期重量との差を計測することでウェットベースにて算出した。

2.2 スペクトル測定

分光反射率計(KE-1、エルム)を用いて測定した。KE-1 は、ポリクロメータタイプの分光計で、検出器には、256 素子のシリコンフォトダイオードアレイを使用しており、検出器の感度のうち 309nm～1100nm 付近を測定可能であるため、3nm 間隔の波長分解能を有する。

葉の放射強度を拡散反射法で測定した。光源はレフラ

ンプを用い、可能な限り正反射の影響を取り除いた。放射強度は反射係数および、吸光度に変換し解析に用いた。反射係数は、白色板と対象物の放射強度の比を 100 倍して算出した。吸光度変換は、クベルカ・ムンクの式を簡略化した形で、 $\log(1/R)$ とした(R は測定した反射係数)。リファレンスとして、硫酸バリウムをアルミニウム版に蒸着させた標準白色板を用いた。測定データに影響を与えるため、センサーと葉面との距離は 120cm-150cm を常に保って行った。

2.3 前処理および解析

これまで NDVI の改良型として、用いる波長帯をより狭くし、最適な波長の組み合わせを探る試みが多くなされている。しかし、反射率は植物の生育に直接寄与しない光エネルギーデータの抽出であるため目的変数に対しては間接的な推定にとどまっている。より直接的な推定を行うためには、得られた強度エネルギーを吸収量に直すことが最適である。

そこで本研究では、測定した白色板の放射強度と対象物の放射強度の比を用いて吸光度変換を行ったデータを用い、クベルカ・ムンク式より、本研究では吸光度を $\log(1/R)$ とした。

測定データの誤差軽減および特性波長の明確化のため、ベースライン補正、スムージングを行った。ベースラインは、白色板と対象物の微小な光路長の差などで吸光度がマイナスになってしまった場合に、全波長の吸光度が 0 以上になるように補正した。スムージングは、Savitzky-Golay 法を用い、15 ポイント毎に 2 次多項式で近似した。

3. 結果および考察

3.1 スペクトル挙動

葉の吸光度の経時変化および二次微分の経時変化を図 1 に示す。吸光度から、400nm~700nm 付近までの波長域では、強い吸収が確認された。吸光度の二次微分を行った結果、475nm、670nm 付近に吸収の強いピークが生じた。吸光度と二次微分値を比較すると下向きのピークが元の吸光度のピークに対応していることがわかる。二次微分スペクトルから得られた 495 と 670nm の吸収は、クロロフィルに由来するピークに帰属される。ここで、945nm 付近は水分の変化に帰属されることが報告されているが、本研究ではスペクトルが小さく明確なピークとしては現れなかった。670nm 付近の吸収ピークに関しては、水分が欠乏していくにつれて、明確に短波長側にシフトした。またピークの強度も実験初期の 2 点を除けば、序々に小さくなる傾向が確かめられた。これらは、クロロフィル会合状態が含水率によって変化している可能性を示唆しており、これまでの水ストレス指標が、クロロフィルの分子状態を通して、構築されている可能性を示している。

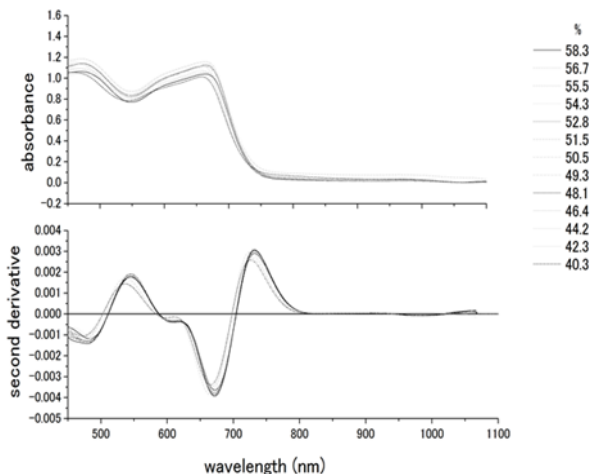


図 1 水分欠乏にともなう葉の吸光度(上)およびその二次微分変化(下)

3.2 スペクトルの主成分分析

全スペクトルの吸光度を用いた場合、第一主成分が、寄与率 95%以上となった。スペクトル主成分負荷量は、二次微分スペクトルとほぼ同等の形状となり、正負の寄与分が生じた。この結果は、吸収以外の影響つまり反射の影響も寄与していることを意味していると考えられるが、3.1 のスペクトルからも明確なように、吸収ピークのシフトにともなって反射のピークもシフトしているためである。主成

分分析の第一主成分得点について、図 2 に示す。第一主成分得点は、含水率 58~48%では、負の値で横ばい、46%以下になると正の値で序々に増加し、低含水率で明確に分離した。本結果の定量性についてさらに詳しく検討する必要があるが、このことから、第一主成分を用いることで葉内水分の変化を追跡可能であることが示された。

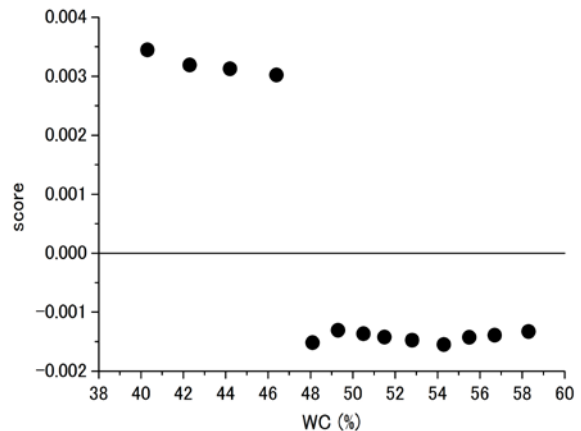


図 2 600-700nm 付近のスペクトルの主成分分析による葉の水分ストレス評価

4. まとめ

1. スペクトルの二次微分から、475nm、670nm 付近にピークが観測され、670nm のピークは含水率の低下にともなって序々に吸光度が下がり、短波長側にシフトすることが確認された。
2. 主成分分析の結果、第一主成分の寄与が 95%となり、主成分負荷量については、二次微分スペクトルとほぼ同様の傾向を示した。
3. 第一主成分得点は、含水率 55%までは上昇し、45%までは横ばい、45%以下になると再び急激に減少する傾向が得られた。

謝辞：本研究の一部は、科研費(若手研究 B, 課題番号：26850163 および 17K15353)によって実施された。

References

- 1) ISHIGURO E. et al., J. Agric Meteorol., **60**(5): 889-892 (2005).
- 2) ISHIKAWA D. et al., J. Agric. Meteorol., **69**(3): 201-207 (2013).

講演要旨

寒締めハウレンソウ栽培のマルチ被覆が収量・品質に及ぼす影響

伊藤篤史（青森県産業技術センター農林総合研究所）

1 はじめに

ハウレンソウは、地温が 9℃を下回ることによって寒締め効果が現れ始め、糖度、ビタミン等が上昇する（2004 年度東北農業研究成果情報）。パイプハウス栽培の場合、寒締め処理は、パイプハウスのサイドや妻面部を開放して地温を下げるのが重要である。一方で、マルチ被覆の効果は土壌水分の維持、防草、泥はね防止、地温の上昇などがある。そこで、寒締め処理とマルチ被覆は相反する技術なのかについて検討した。

2 材料および方法

試験は、2012～2013 年度に青森県産業技術センター野菜研究所（青森県六戸町）、2018 年度に同センター農林総合研究所（青森県黒石市）で実施した。供試品種は、「弁天丸」（タキイ種苗）、「まほろば」（サカタのタネ）、「朝霧」（渡辺採種場）、「雪美菜 02」（雪印種苗）、「リビエラ」（サカタのタネ）、「冬霧 7」（渡辺採種場）を用いた。栽植様式は、条間 20cm、株間は立性ハウレンソウ 10cm、ちぢみ系ハウレンソウ 15cm（2012、2018 年）、株間 15cm（2013 年）とした。施肥は、N-P-K 各窒素量 7kg/10a（CDU020）（2012 年）、窒素量 8 kg/10a（尿素複合燐加安 777）（2013 年）、10kg/10a（燐硝安加里 S555 アサヒエース）（2018 年）とした。播種は、10 月 16 日（2012 年）、10 月 18 日（2013 年）、10 月 9 日（2018 年）に行った。パイプハウス温度管理は、降雪時等に雪が入り込むのを抑えるため、ハウスサイドに 1mm 防虫網を張る。寒締め処理前のサイド開閉装置の設定温度は 25℃（センサー位置 1.5m 高）とした。寒締め処理のサイド開閉は、初めの数日間 20cm 程度、その後 50cm とする。強風時は風下の開け幅を調節した。

3 結果および考察

地温は、パイプハウスのサイド部を開放して栽培環境温度を低下させる寒締め処理により、マルチの有無にかかわらず地温の日較差は小さくなり、白黒マルチとマルチ無しとの地温差も小さくなった（図 1）。糖度は、寒締め処理によりマルチ被覆を行っていても地温が低下したことで、マルチ無しと同様に寒締めハウレンソウ出荷基準の標準的な目安となる糖度 8 度 (Brix%) 以上に上昇した（表 1、表 2）。生育は、生育期前半にあたる寒締め処理前は、白黒マルチにより生育が促進された（表 2）。寒締め処理後の生育期後半は、マルチの種類により差があり、白黒マルチがマルチ無しと同等に生育量が抑制された（図 2）。積雪地域での寒締め処理は、パイプハウス開口部が積雪により塞がれ、換気量が不足したことで、昼間のパイプハウス内の気温が高くなった（図 3）。その場合の調整重量等の増加程度は品種間差が大きかった。一方で、地温は低下していたため糖度は上昇した。（表 2）。

4 まとめ

寒締めハウレンソウ栽培でのマルチ被覆は、白黒マルチを使用することで、生育初期の生長を促進し、寒締め処理を行うことで、無マルチと同様に地温は低下し、糖度が上昇する。今後

の課題として、積雪地域では、パイプハウスのサイド部開放が困難であり気象条件に合わせて昼温を高めない管理方法の検討が必要である。また、予定する出荷時期、出荷規格に合わせるため、播種日及び生育量の予測、生育をコントロールする積極的な温度管理技術が必要である。

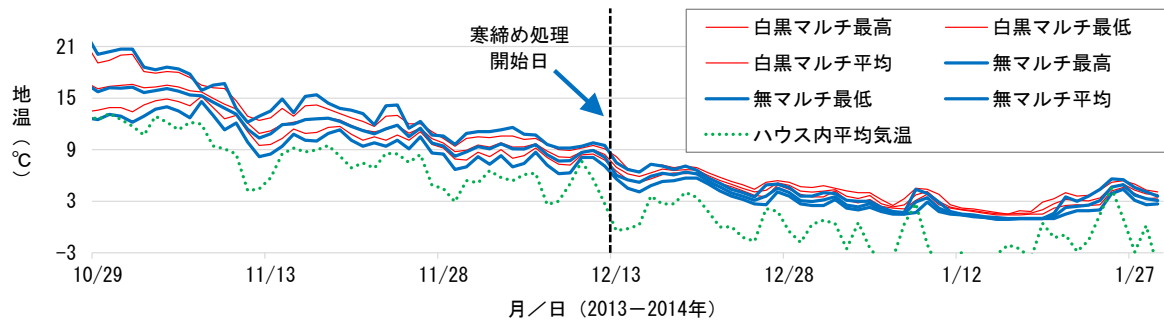


図1 寒締め処理前後での地温の変化 (青森県六戸町)

(注) 地温測定位置は10cm深さ。

表1 寒締め処理前後での糖度の変化 (2012-2013年)

品種	12月5日 〔寒締め 開始時〕		12月21日 〔処理後 16日〕		2月12日 〔処理後 69日〕	
	マルチ 無	白黒 マルチ	マルチ 無	白黒 マルチ	マルチ 無	白黒 マルチ
まほろば	7.6	7.2	10.3	11.0	11.3	11.9
朝霧	7.8	7.3	9.3	10.1	11.9	10.8
リビエラ	7.4	7.3	-	-	11.4	11.8
夕霧7	8.4	7.6	-	-	12.7	12.9

単位 (Brix%)

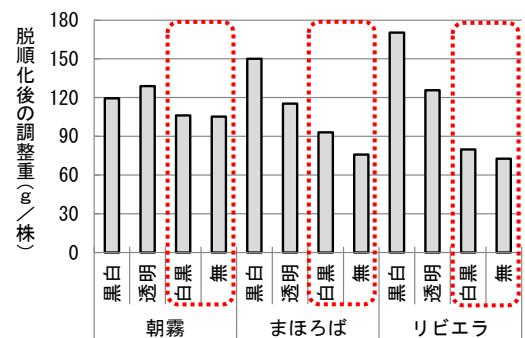


図2 マルチ種類の違いが生育量に及ぼす影響 (2014年3月17日調査)

(注) 脱順化: 寒締め処理により耐凍性を得る順化に対して春季の生育再開を示す。

表2 寒締め処理前後での生育・糖度の変化

立姿	品種	マルチ 被覆	調査日 2018年12月4日(寒締め開始前)			調査日 2019年1月8日(処理後33日)		
			調整重(g)	草丈(cm)	糖度(Brix%)	調整重(g)	草丈(cm)	糖度(Brix%)
立性	弁天丸	無	33.4	30.4	6.9 (±0.7)	52.7	32.1	11.6 (±1.6)
		有	45.0	33.4	6.4 (±0.8)	56.5	36.3	10.0 (±0.8)
	まほろば	無	27.3	28.1	6.4 (±1.4)	51.3	31.3	12.0 (±1.6)
		有	35.1	30.5	6.1 (±1.0)	66.0	35.0	9.9 (±0.6)
開張性	雪美菜02	無	34.2	23.0	6.7 (±0.5)	63.8	22.9	11.5 (±1.6)
		有	55.4	26.3	6.7 (±0.6)	90.1	26.1	12.2 (±1.0)
	朝霧	無	47.1	27.1	6.5 (±0.7)	67.8	26.7	11.9 (±2.0)
		有	62.5	29.5	6.3 (±0.9)	96.5	30.9	11.1 (±1.4)

(注) マルチ被覆は、白黒マルチ。糖度の()内は標準偏差。地温が9℃を下回ったのは2018年12月6日、処理後日数は12月6日を起点とした経過日数。

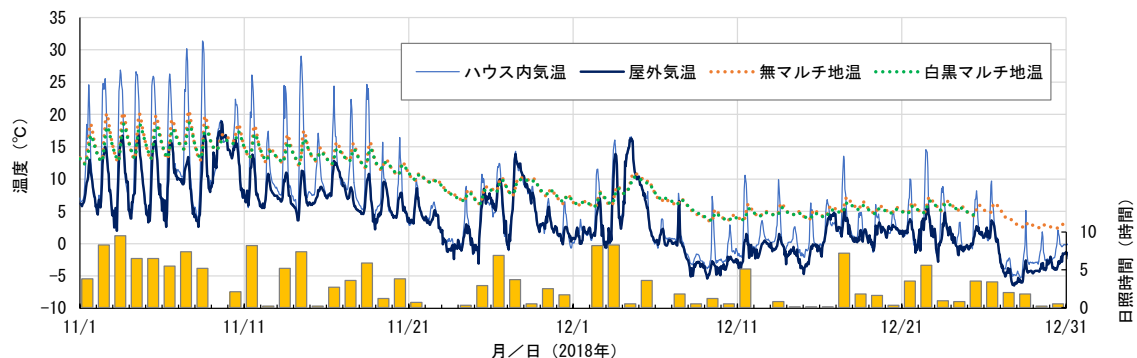


図3 寒締め処理前後での地温の変化 (青森県黒石市)

(注) 地温測定位置は10cm深さ。屋外気温及び日照時間は気象庁アメダス黒石地点のデータを引用。

講演要旨

石油暖房機を代替する寒冷地ヒートポンプ仕様の検討

伊藤篤史（青森県産業技術センター農林総合研究所）

1 はじめに

青森県のハウス加温栽培は、燃油の慢性的な価格高騰により燃料費が増大して農業経営を圧迫している。その結果、加温を必要としない短期集中型の作型に移行している。一方で、面積は減少傾向にあるものの、冬春イチゴ栽培やトマト等果菜類の夏季を中心とした長期栽培での加温が行われている。これは、ブランド力の維持、農産物の価格や雇用、作業の分散等が目的である。この中で、近年、特に重要視されるのが作業集中による労働力不足であり、これを回避するためには作業時期の分散が必要である。今後、労働力不足はさらに深刻になることが予測され、短期集中型の作型を維持できない可能性もある。そのため、再び加温栽培の導入を検討し、作型の選択肢を広げる必要がある。加温栽培で問題となるのは、燃料費の増大であり、この解決のためには実用的な加温技術開発が急務である。その対策となり得る再生可能エネルギー利用技術は、トータルコストで灯油暖房機利用の従来技術に比べ割高となっており普及が進んでいない。そこで、トータルコストダウンを実現する再生可能エネルギー利用技術として、石油暖房機を代替する寒冷地ヒートポンプ仕様を検討する。

2 ランニングコストの比較

灯油暖房機の場合、灯油の単位発熱量（「省エネ法」省令別表から）は 36.7 MJ/L 、農業用灯油暖房機の熱効率を 90% と仮定すると、 $36.7 \text{ (MJ/L)} \times 90 \text{ (\%)} = 33.03 \text{ (MJ/L)}$ 、発熱量と灯油単価 円/L から、 $33.03 \text{ (MJ/L)} \div \text{灯油単価 (円/L)} = \text{単位当たりの発熱量 (MJ/円)}$ が求まる。ヒートポンプの場合は、例えば、消費電力 1 kW で 6 kW の出力が可能な場合 COP が 6 となり、 1 時間 (=3600s) では、 $6 \text{ (kW)} \times 3600 \text{ (s)} = 21.6 \text{ (MJ)}$ となる。電気料金を 25 円/kWh と仮定して、単位当たりの発熱量に換算すると 0.864 MJ/円 となる。ここで、灯油単価を $120 \sim 10 \text{ 円/L}$ とし、ヒートポンプの COP を $1 \sim 10$ とすると、それぞれの単位当たりの発熱量が求まる。上記から、ヒートポンプの COP6 を実現できれば灯油単価相当で 40 円以下 となる（図1）。

3 ヒートポンプ COP と機器選定

一般的にヒートポンプの COP は、ヒートポンプの仕様出力が高くなるほど低下する。最も、COP が高いのは家庭用エアコンの中でも出力 3 kW 以下の製品であるため、家庭用低出力ヒートポンプを選択する。

4 ヒートポンプの熱源

空気熱源ヒートポンプの COP は、外気温に大きく影響を受け、特に寒冷地のヒートポンプによる暖房では気温が低下すると霜取りが必要になり、COP が極端に低下する。このことから、冬季の暖房を前提とした場合、水熱源ヒートポンプを選択する。ただし、水熱源とした場合、地中熱利用はイニシャルコストが相当高い。河川水、湧き水、生活排水等は利用場面が限られるため、農業利用を前提とすれば、地下水（井水）のかけ流し利用を選択する。

5 ヒートポンプの本体価格

市販の農業用小型暖房機（以下、小型温風機）を、熱出力 14 kW で本体価格 30 万円 とすると、

単位放熱量当たりの本体価格は 21,429 円/kW となる。市販の水-空気熱源ヒートポンプを、消費電力 0.45kW で COP4.5 とすると熱出力 2kW であり、本体価格 30 万円とすると、単位放熱量当たりの本体価格は 15 万円/kW となる。ここで、開発目標とする水-空気熱源ヒートポンプ（以下、改良ヒートポンプ）を消費電力 1kW で COP6 とすると熱出力 6kW となる。改良ヒートポンプの本体価格を 13 万円とすると、単位放熱量当たり 21,667 円/kW となり、小型温風機と同等となる。ここで、灯油価格 80 円、電気料金 25 円/kWh とすると、小型温風機と開発目標ヒートポンプの単位放熱量当たりのランニングコストの差は 5.85 円/kW となる（表 1）。仮に、本体価格の差が大きくなった場合は、本体価格の差（円）÷ランニングコストの差（円/kW）＝トータルコストが同等になる放熱量（kW）が求まり、年間に利用する総熱量からイニシャルコストを回収できる年数が決まり、ヒートポンプ導入の可否を判断できる。

6 まとめ

灯油暖房機とヒートポンプのランニングコストの比較から、ヒートポンプ COP は 6 程度が必要である。ヒートポンプの機器選定は、家庭用低出力ヒートポンプ消費電力 1kW クラスを選択する。ヒートポンプの熱源は、水熱源ヒートポンプを選択し、地下水（井水）のかけ流し利用を選択する。ヒートポンプの本体価格は、単位放熱量当たり 2.1 万円/kW を選択する。これらを満たすヒートポンプが開発できれば、石油暖房機の代替が寒冷地で可能となる。

今後の課題は、家庭用低出力ヒートポンプでイニシャルコストを抑え、さらに、様々な熱源を利用した高 COP 運転を行うことでランニングコストを抑える必要がある。これらを実現することにより、トータルコストで灯油暖房機に対しての優位性を発揮できる。農業利用を前提とした熱源の検討として、年間を通して一定温度の地下水を熱源とする温度差熱利用、農業用ハウス内の空気を熱源とする太陽熱利用が挙げられる。いずれにしても、ヒートポンプの熱交換方式は、空気-空気方式、水-水方式ではなく、水-空気方式を選択することで、地温の制御等にも利用が広がり、様々な活用が期待される。

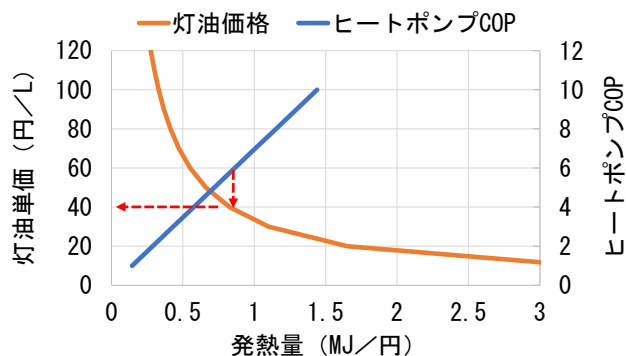


図 1 灯油暖房機と
ヒートポンプのランニングコストの比較

表 1 イニシャルコストとランニングコストの試算

	灯油 消費量 (L/h)	参考 価格 (万円)	熱出力 (kW)	消費 電力 (W)	COP	単位放熱量当りの 本体価格 (円/kW)	放熱量14kW当りの 本体価格 (円)	単位放熱量当りの 燃料費及び電気料金 (円/kW)
小型温風機（灯油）	1.7	30	14	170	-	21,429	300,000	10.02
農業用ボイラー（灯油）	4.2	50 + α	36	410	-	13,889 + α	194,444 + α	9.62
（既製品）ヒートポンプ 空気-水熱交換方式	-	30 + α	2	450	4.5	150,000 + α	2,100,000 + α	5.63
（開発目標）ヒートポンプ 空気-水熱交換方式	-	13.0 + α	6	1000	6.0	21,667 + α	303,333 + α	4.17

（注）単位熱量当たりの燃料費及び電気料金は、灯油80円/L、電気料金25円/kWhとした場合の試算。

表中の+αは、ボイラー及びヒートポンプで使用する送水用ポンプ等付帯設備、それに伴う電気料金であり今回の試算では考慮していない。

>>>支 部 だ よ り<<<

1. 2019（令和元）年度支部大会

2019 年度支部大会は、いわて県民情報交流センター（岩手県盛岡市盛岡駅西通1-7-1）において、8月27日に開催されました。2題の特別講演「三陸沿岸における園芸振興の取り組み」「身の丈に合った技術支援とは」および9題の一般研究発表があり、活発な討議が行われました。皆川秀夫会員が2019年度功労賞を受賞しました。今号には特別講演および一般研究発表の要旨を掲載しました。

2. 会員動静(2018年4月1日～2019年3月31日)

[入会] 川田将平、深山陽子、坂井七海、大久長範、千葉崇

[退会]

会員数（2019年5月8日）：124名

名誉会員：1名

会 員：110名（内支部のみ43名、本部54名、本部（管外）13名）

図書館等：13名（内支部6名、本部のみ7名）

3. 寄贈図書

日本農業気象学会近畿支部から講演論文集、日本農業気象学会北海道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ください。

4. 2020 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程に基づき、2020年度の候補者をご推薦ください。締め切り日および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. 2020 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程に基づき、2020年度の候補者をご推薦ください。締め切り日および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。

6. 決算報告および予算

(1) 2018 年度決算報告 (2018. 4. 1～2019. 3. 31)

収入			支出		
項目	予算	決算	項目	予算	決算
個人会費	43, 000	31, 000	印刷費	5, 000	20, 071
支部補助費	31, 500	33, 600	通信費	20, 000	10, 942
雑収	0	2	事務費	20, 000	5, 446
大会費(本部)	0	0	大会費	50, 000	82, 684
			雑費	5, 000	2, 450
繰越金	990, 834	990, 834	予備費	965, 334	0
合 計	1, 065, 334	1, 055, 436	合 計	1, 065, 334	121, 593

余剰金の算出	収 入	1, 055, 436 円
	支 出	121, 593 円
	余剰金	933, 843 円

(2) 2019 年度予算 (2019. 4. 1～2020. 3. 31)

収入		支出	
項目	予算	項目	予算
個人会費	12, 000	印刷費	5, 000
支部補助費	37, 800	通信費	20, 000
雑収	0	事務費	20, 000
大会費(本部)	0	大会費	50, 000
繰越金	933, 843	雑費	5, 000
		予備費	883, 643
合 計	983, 643	合 計	983, 643

7. 2020年度支部大会のお知らせ

2020 年度支部大会は福島県にて開催予定でしたが、新型コロナウイルス感染拡大の状況を鑑み、6 月中旬まで準備活動を凍結することとしました。6 月中旬に改めて状況を判断し会員の皆さまへご連絡します。なにとぞご理解頂けますようよろしくお願いいたします。

日本農業気象学会東北支部会則

昭和30年 4月 1日 実 施
昭和31年12月19日 一部改正
昭和35年12月22日 同
昭和37年12月 4日 同
昭和39年 1月31日 改 正
昭和42年 1月27日 一部改正
昭和45年12月19日 同
昭和49年 9月13日 同
昭和53年10月28日 同
昭和59年 9月27日 同
平成 2年 8月28日 同
平成 8年10月 7日 同
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
平成23年11月 7日 改 正
平成24年11月 1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生産環境研究領域（農業気象グループ）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年会費は次のとおりとし、役員選出時に2年分を納入する。

支部会員 500円／年 （2014年以降、2012年・2013年は750円／年）

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のうち、「論文」ならびに「短報」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。

最終改正：平成24年11月1日

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独会員）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、投稿の種類(下記)を明記の上、原稿1部を原則として電子ファイルで編集幹事に送付する。
1. 2 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」、「講演要旨」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、刷上がりを原則として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、刷上がりを原則として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、刷上がりを4ページ以内とする。
2. 6 「講演要旨」は当該年度に支部大会で行われた講演の要旨を紹介するもので、刷り上がりを2ページ以内とする。
2. 7 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 原稿の作成

3. 1. 1 ワープロを用いた投稿には、A4サイズ用の紙を縦書き、横書きに使い、34字33行とし、上下左右に30ミリ以上の余白をとって原稿を作成する。原稿左端に通し行番号を記入する。これらの原稿3枚で、刷りあがり2ページになる。文字サイズは12ポイント程度が望ましい。
3. 1. 2 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。

3. 2 表紙

3. 2. 1 表紙は別ページとし、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. 3 本文

3. 3. 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. 3. 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、結果と考察を箇条書きにする（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解明できないといえた。

謝辞

必要に応じて書く。

3. 3. 3 数式の下には1行づつスペースをとる。

- 3.3.4 文章中の式は、 a/b 、 $\exp(t/r)$ のように書く。
- 3.3.5 単位はSI単位を原則とする。ただし、非SI単位での表現が妥当であることが明らかな場合はこの限りでない(例:分、時、日、リットル、トン)。
- 3.4 図表
 - 3.4.1 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。
 - 3.4.2 図・表のタイトルと説明は、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。
 - 3.4.3 図は本文とは別のA4サイズの紙に1つずつ、タイトルや説明文とともに書き、引用文献の後に添付する。ワープロを用いた投稿では、原稿ファイルに電子化して貼り付ける。その際、不鮮明になるなど品質が低下しないように気をつける。刷上がりの図の幅は8cm程度か16cm程度が望ましい。
 - 3.4.4 表は、本文とは別のA4サイズの紙に1つずつ、タイトルや説明文とともに書き、図の後に添付する。刷上がりの表の幅は8cm程度か16cm程度が望ましい。
 - 3.4.5 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。
 - 3.4.6 本文中の図・表の挿入箇所は原稿の右側余白に赤字で示し、これを赤線で囲む。
- 3.5 引用文献
 - 3.5.1 著者名のABC順に本文の末尾に一括する。
 - 3.5.2 「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.
 - 3.5.3 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 「論文」と同様、表紙に表題・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. 講演要旨

- 5.1 A4用紙を縦置き横書きに使い、上下左右に25mm程度の余白をとって原稿を作成する。冒頭には演題名を14ポイント程度の文字で書き、続けて著者名・所属を書く。
- 5.2 本文の構成は著者の自由とする。ただし、原則としてそのまま掲載されるので、体裁や図表の品質に気をつける。文字サイズは10.5ポイントが望ましい。

6. 著者校正

- 6.1 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。

最終改正：平成24年11月1日

東北の農業気象 第 64 号

2020 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 019-643-3462
振替口座 02270-7-4882
