

農業食料工学会東北支部報

No. 60 DEC. 2013

平成25年12月

目 次

特集：農業食料工学会東北支部報 60号記念特集 一東北支部の歩み—	1
研究報告	
・ ポストハーベストへの応用を目指したアパタイト被覆二酸化チタン光触媒の殺菌特性の評価	
・ 小出章二・村田大地・折笠貴寛・武田純一	43
・ ブランチング処理がカットキャベツの遠赤外線および熱風乾燥特性に及ぼす影響	
・ 渡邊高志・折笠貴寛・佐々木邦明・小出章二・武田純一	47
・ 春季代かき水稻V溝乾田直播の播種後乾燥対策技術	51
・ 近赤外分光法によるコンクリート構造物の劣化の診断（第4報）	
・ 設楽 徹・川島太郎・片平光彦・夏賀元康	57
・ 飼料用トウモロコシ葉身部のハイペースペクトルデータを用いたSPAD値、クロロフィルおよびミネラル成分の推定	
・ 中坪あゆみ・田中勝千・杉浦俊弘	61
・ 田代平地域におけるブタナ分布域推定のための基礎研究	
・ 小泉佑太・田中勝千・鈴木由美子・杉浦俊弘・皆川秀夫	65
・ 塩ストレスが水稻の光合成能力に及ぼす影響	69
・ 業務用キャベツ栽培における畠内条施肥の効果	73
・ トラクタ・トレーラ系の制動性能について	77
・ バイオエタノール燃料の乗用型田植機への適用	
・ 斎藤雅憲・進藤勇人・佐々木景司・藤村辰夫・田口淳一	81
・ 近赤外分光法によるヤギ生乳成分の測定（第3報）	85
・ 近赤外分光法による生育中のエダマメの品質測定	89
・ スマートフォンを使ったトラクタ転倒通報システムの開発	
・ 青田 聰・大野 光・高樋 昌・有賀真一・幕田安博・加納清英・伊藤正幸	93
・ KURAMAによる自動車での空間線量の連続測定	97
トピックス	
・ [シンポジウム・現地見学会報告]	101
・ [若手の会活動の報告]	104
・ [支部学術賞を受賞して]	106
・ [支部奨励賞を受賞して]	107
支部会記事	
・ 庶務報告及び会計報告	108
・ 平成25年度研究発表会発表課題	117
・ 農業食料工学会東北支部役員及び役員体制	119
・ 農業食料工学会東北支部規約・表彰規定と内規・役員選挙規定・投稿規定	120
・ 東北地域農業機械関係の研究担当者名簿	126
・ 団体賛助会員名簿・個人会員名簿	131

農業食料工学会東北支部報 60 号記念特集

—東北支部の歩み—

目次

記念号(60 号)発刊に寄せて·····	支部長 夏賀元康··2
東北支部行事年表(平成 16 年度～平成 25 年度)·····	事務局長 片平光彦··3
東北支部報に見る東北支部 10 年·····	編集担当 張 樹 槐··7
最近 10 年間の活動	
青森県産業技術センター·····	野沢智裕··8
岩手県農業研究センター·····	高橋昭喜··9
秋田県農業試験場·····	進藤勇人··10
山形県農業総合研究センター·····	後藤克典··11
福島県農業総合センター·····	青田 聰・大野 光・半杭真一・荒川市郎··12
東北農業研究センター·····	大谷隆二··14
弘前大学農学生命科学部·····	張 樹 槐··15
北里大学獣医学部·····	田中勝千··16
秋田県立大学生物資源科学部·····	嶋 田 浩··17
岩手大学農学部·····	武田純一··18
宮城大学食産業学部·····	富樫千之··19
山形大学農学部·····	夏賀元康··21
東北支部表彰者一覧(平成 16 年度～平成 25 年度)·····	事務局長 片平光彦··23
東北支部役員一覧(平成 16 年度～平成 25 年度)·····	事務局長 片平光彦··25
東北支部規約の改定歴(昭和 32 年 3 月制定以降)·····	事務局長 片平光彦··27
支部報総目次(No.51～No.60)·····	34

記念号（60号）発刊に寄せて

農業食料工学会東北支部長 夏賀元康

はじめに

農業機械学会が2013年9月から農業食料工学会に改称して初めて刊行される支部報が60号記念号というのも何かの縁なのでしょうか。60は人間にとつては還暦、支部会としても新たな第一歩を踏み出す機会としたいと思います。もっとも、農業機械学会東北支部の発足は1957年3月19日ですから、支部としては56周年で、支部報の号数とは合致しません。これは初期には年2回発刊されていたことによります。

学会名変更

農業機械学会は2013年3月に農業食料工学会と改称し、支部会も2013年9月1日から農業食料工学会東北支部と改称しました。学会名の改称は現大下学会長の持論で、就任直後に理事会に提案され、2年間の議論の末に2013年3月に農業食料工学会への改称が総会で承認されたものです。農業機械学会は1937年創立ですから、74年間続いたことになります。改称が実現したのは、会則の改定により学会長の重任が可能になったことが大きく寄与しています。本部会の会則を重任可能に改定したのは、事業の継続性を組織の更新より重視したためです。新しい事業をやろうとしても1期2年では実現出来ないことが多く、そのため、前瀧澤学会長のときに発案され承認されたのですが、これにより最初に実現したのが学会名の改称でした。学会長の任期が1期であったなら学会名の改称は実現しなかったかもしれません。これが学会の発展に寄与するかどうかは今後の進展次第ですが、間口を広げるための改称ですから、新規会員の獲得につながっていくことを願わざにはいられません。

東日本大震災

この10年間で最大のできごとは2011年3月11日の東日本大震災であることに異論がある人はいないと思います。この震災により、太平洋沿岸の岩手・宮城・福島3県は甚大な被害を受けました。さらに大震災によって引き起こされた福島第一原子力発電所の事故は広範囲に放射性物質をまき散らし、農産物などへの被害はばかりしません。農業機械学会は東日本大震災調査検討委員会を立ち上げて取り組んでいますが、東北支部でも太平洋側3県の研究機関、特に東北農研センターが主になって農地の復興などに取り組んできました。2012年12月の選挙で政権が民主党から自民党に戻ってしまいましたが、福島第一原子力発電所の廃炉処理という難題を抱えながら海外に原子力発電所の売り込みをするという、なんとも矛盾したことをしている政権に復興などできるのだろうかと不安になるのは、私だけでは無いと思います。

60号に寄せて

さて、前回の50号記念号で当時の支部長だった岩手大学の鳥巣

諒先生がそれまでの経緯をまとめていますので、それ以降を簡単にまとめておきたいと思います。鳥巣諒先生（2003-2004）、赤瀬章先生（2005-2006・山形大学）、小林由喜也先生（2007-2008・秋田県立大学）、高橋照夫先生（2009-2010・弘前大学）と順当に年功通りに勤められ、2011年からは夏賀が勤めました。2010年に本部会の会則が改定され、役員の重任（連続就任）は2期までできるものとされたため、支部会でも本部会の要請を受けて同年に支部長の重任（連続就任）は2期までできるものと支部規約を改定しました。その後の最初の支部長選挙で夏賀が重任され、現在に至っています。

次の10年に向けて

次の10年では、何が問題となるか。課題は部会制導入による支部会を含めた学界全体の活性化で、支部として最大の問題点は学会名変更でも触れたように、会員の確保と拡充であろうと思います。

会員数は10年前の2003年に120名だったものがこの10年間に95名と約20%減少しています。会員数の減少は支部の財政に会費収入の減少という形で直接的に悪影響を及ぼします。そのため、支部役員の手当を半減し、旅費を節約する、などの対策を取ってきましたが、抜本策にはならないため、昨年から支部報発行の経費削減に取り組んでいます。しかし、希望の光もあります。支部会での発表数と支部報の論文数は会員数の減少にも係わらず、横ばいから増加に転じようとしています。この傾向が今後とも続くのであれば、会員数の減少だけを嘆く必要はなさそうです。もちろん、会員数が増加し、支部が活性化して財政が改善することが望ましいのは論を俟ちません。学会名の変更是会員拡大のチャンスですので、支部会員の皆さんには周囲の人には是非加入するよう、働きかけていただきたいと思います。

支部活動の活性化については、世代交代を積極的に進めていかなければなりません。もっとも、かくいう私が支部長重任を拝命し、これに関しては率先して足を引っ張ってしまったようで恐縮ですが、30代後半から40代前半の若手が次第に増えてきましたので、できるだけ若い人たちに支部運営に参加していただくようにしていきたいと考えています。

おわりに

学会名改称という大きな事業が一段落し、次は具体的にどのように学会を活性化していくかに重点が移ります。次の10年後の記念号（70号）では、東日本大震災から完全復興を果たし、会員の平均年齢が下がって支部活動が活性化し、会員数・研究発表数・論文数のいずれも増加したと誇らしげに語られることを期待して止みません。

東北支部行事年表（平成 16 年度～平成 25 年度）

記載内容

- ・支部総会・研究発表会
- ・支部関連の研究会、セミナー等
- ・東北若手の会
- ・支部内で開催された本部学会

年・月・日	行事	場所	参加者数
H16・8・17～18	第 15 回東北若手の会 in Aomori-Kanagi <ul style="list-style-type: none"> ・基礎講座 2 課題 ・講演「秋田県における水稻直播栽培の現状と課題」 ・講演「環境保全型農業及び省エネルギー稲作の推進」 ・研究発表 4 課題 	弘前大学 金木農場	12
H16・8・18～19	<ul style="list-style-type: none"> ・総会・研究発表会 ・シンポジウム 「自然エネルギーを利用した農業の研究事例」 ・現地見学会 温泉熱利用の大規模ハウス、柏木農業高校、ウォーターカーテンハウス、青森県農業総合研究センター 	弘前大学農学生命 科学部	64
H17・8・21～22	第 16 回東北若手の会 in Kitakami-Nishi <ul style="list-style-type: none"> ・基礎講座 1 課題：宇都宮大学 岩渕和則教授 ・講演「精密農業の現状と課題」 ・講演「アイルランドの草地畜産について」 ・講演「イチゴの作型とイチゴの高設草地の研究」 ・研究発表 2 課題 	北上市 ふるさと 体験館 「北上」	13
H17・8・22～23	<ul style="list-style-type: none"> ・総会・研究発表会 ・シンポジウム 「水田農業における農業機械・土木分野の課題」 	花巻温泉 「ホテル 千秋閣」	71
	<ul style="list-style-type: none"> ・現地見学会 JAいわて花巻、岩手県農業研究センターほ場、大区画ほ場における雑穀栽培の取り組み 	花巻市、 北上市	51
H18・8・24～25	<ul style="list-style-type: none"> ・総会・研究発表会 ・シンポジウム 「管理作業改善による大規模経営」 	宮城大学 食産業学部	67
	<ul style="list-style-type: none"> ・現地見学会 古川農業試験場、地下灌漑システム、冬水田んぼによる環境と農業の融合 	大崎市	47
H19・1・31	第 17 回東北若手の会 <ul style="list-style-type: none"> ・基礎講座：愛媛大学工学部 近藤直教授 ・講演「アメリカでの農業研究の現状」 	東北農業研究セン ター	—

H19・8・7~8	・総会・研究発表会 ・シンポジウム 「資源循環に向けた取り組みとバイオ燃料の今後」	福島県総合農業センター	129
	・現地見学会 廃食用油用バイオ燃料精製プラント（株式会社ひまわり）、ナタネの大規模（28ha）生産技術作と輪作体系（下江花転作組合）	須賀川市	52
H20・8・18	第18回東北若手の会 ・研究紹介	山形大学農学部	—
H20・8・19~20	・総会・研究発表会 ・シンポジウム 「水田転換畑における土地利用型作物栽培の現状と今後の課題」	山形大学農学部	48
	・現地見学会 JA鶴岡市北部青果物集出荷施設（鶴岡市覚岸寺）、エダマメ栽培圃場（鶴岡市覚岸寺）、飼料米栽培圃場（遊佐町岩田）	鶴岡市、遊佐町	47
H21・7・1	第19回東北若手の会・野菜部会共催 ・シンポジウム 「野菜生産と機械開発を考える」 ・講演「野菜生産現場での農薬ドリフトに関する現状と課題」 (独)農研機構 宮原佳彦 部長 ・講演「ポストハーベスト技術の現状と課題」 (独)農研機構 八谷満 上席研究員 ・事例報告2課題 秋田県農林水産技術センター：本庄主任研究員、片平主任研究員	秋田県農林水産技術センター	100
H21・8・20~21	・総会・研究発表会 ・シンポジウム 「水田転換畑における露地野菜等栽培の現状と今後の課題」	大館市	55
	・現地見学会 ヤマノイモ（ツクネイモ）栽培圃場（北秋田市），重粘土水田転換畑枝豆栽培圃場（北秋田市）	北秋田市	38
H21・11・24	水稻・畑作部会 ・シンポジウム 「新しい東北の水田農業を切りひらく」	岩手県民会館	206
H21・12・1	果樹部会 ・講習会 「Rによるデータ解析の基礎と応用 - ただでデータ解析の達人になる？！」 講師：北海道大学 岡本博史氏、鈴木由美子氏	弘前大学	15
H22・5・20	バイオマス部会 ・セミナー 「平成22年度 東北ナタネセミナー」	零石町	約120

H22・8・10	水稻・畑作部会 ・シンポジウム 「東北地域マッチングフォーラム～ここまで低コスト、省力化が進んだ東北の水稻直播栽培技術」	青森市	200
H22・8・18	第20回東北若手の会 ・基礎講座 秋田県立大学 嶋田浩准教授 ・研究紹介2課題	弘前大学	20
H22・8・19～20	・総会・研究発表会 ・シンポジウム 「寒冷地の地域資源を活かす低コスト栽培システムの研究」	弘前大学	65
	・現地見学会 青森県農林総合研究所植物工場、浪岡水稻直播農家	弘前市	38
H22・10・20～21	水稻・畑作部会・農作業学会共催 ・シンポジウム 「人と環境にやさしい果樹生産を目指して」	福島市	105
H23・8・17	第21回東北若手の会 ・基礎講座 中央農研センター 元林浩太 主任研究員 ・研究紹介2課題	北上市市民交流プラザ	17
H23・8・18～19	・総会・研究発表会 ・シンポジウム 「震災復興を視野に入れた東北地域の水田農業の技術開発」	岩手県農業研究センター	50
	・現地見学会 盛川農場(花巻市)、農事組合法人あぐりファームふじね(北上市)、岩手県農業研究センター内ほ場	北上市、花巻市	43
H23・9・26～29	農業機械学会第70回年次大会・研究発表会 ・シンポジウム 「東日本大震災の農業被災と復興の課題」	弘前大学	302
	・見学会 青森市リンゴセンター、三内丸山遺跡	弘前市、青森市	35
H23・12・12	水稻・畑作部会 ・シンポジウム 「育てよう！東北の鉄コーティング水稻直播」	盛岡市	200
H24・2・23	野菜部会 ・シンポジウム 「長ネギ栽培の省力作業技術」 講演4課題：中央農研・屋代上席研究員、生研センター・藤岡主任研究員、秋田農試・本庄主任研究員、山形大・片平准教授	新庄市	93
H24・8・28	水稻・畑作部会 ・シンポジウム 「東北・北海道地域における低コスト稲作を考える」	青森市	300
H24・8・29	第22回東北若手の会 ・基礎講座 中央農研センター 西脇健太郎 主任研究員 ・研究紹介3課題	宮城大学食産業学部	20

H24・8・30～31	<ul style="list-style-type: none"> ・総会・研究発表会 ・シンポジウム（雑草研究会と共に） 「被災地の復旧状況と復興に向けた取り組みと課題」 	宮城大学 食産業学部	113
	<ul style="list-style-type: none"> ・現地見学会 被災復興地（仙台・蒲生、荒浜、名取）、先端技術展開事業・食料再生事業地区（名取市耕谷地区） 		
H25・8・21	<p>第23回東北若手の会</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講演「福島第一原子力発電所から放出された放射性物質による環境汚染の状況とそれに対する除染活動の進捗状況」 講師：除染情報プラザアドバイザー 青木 仁 氏 ・講演「震災当時の様子や現在の福島について」 講師：福島民報社 論説委員幹事 小池 公祐 氏 	福島市除染 情報プラザ	19
H25・8・22～23	<ul style="list-style-type: none"> ・総会・研究発表会 ・シンポジウム 「農作業安全の現状と課題」 	福島県総合 農業センター	50
	<ul style="list-style-type: none"> ・現地見学会 福島県農業総合センター・FOEASほ場、トラクタ転倒通報アプリ実演、東北農研センター・農業放射線研究センター 	郡山市、 福島市	50

(文責：片平光彦)

東北支部報に見る最近の10年

張 樹槐

はじめに

農業機械学会東北支部報第1号の発行は、1957年（昭和32年）の7月であった。それ以来、1982年の29号（支部創立25周年）、1992年の39号（支部創立35周年）と2003年の50号のおおよそ10年毎に、それぞれ記念特集が組まれた。今回の60号記念特集でも、前例に倣って51号～60号までの10年間の支部報について、簡潔にまとめることにした。

支部報内容の推移

下表は、最近10年の支部報投稿論文を内容別にまとめたものである。投稿論文の類別は、比較できるように39号と50号のものを踏襲した。また、以前の特集号でも説明があったように、それぞれの投稿論文の内容が多岐にわたっていて、どれか一つに厳密に分類することが不可能なため、下表の数値はあくまで筆者の独断で行った結果によるこことを断つておく。

この10年間の平均論文数は10.8報/号で、（'67～'81）の13.4報/号、（'82～'91）の17.3報/号、（'92～'03）の15.3報/号と比較して、その減少傾向が明らかである。特に、機関別データのある今回と前回を見ると、この10年間で試験場他の平均6.00→5.7報/号に比べると、大学の9.25→5.1報/号の落ち込みが著しい。その一因は、大学の改組や改革などの影響で、農業機械関係の研究者数が

大きく減少していることによると推測される。

研究の内容については、試験場他では、施肥・播種・移植、作業体系と栽培管理・散水に分類されるものが約7割ともっとも多く、大学では、物性・計測、農業情報、精密農業と収穫の4分類が約9割に上る。このデータからも、各機関の担っている社会的責務とも言うべき試験や教育研究などについて、それぞれ積極的に行っていることを表している。またこれらの傾向は、乾燥・貯蔵に関連した研究内容を除けば、前回の約10年と大きな変動がない。乾燥・貯蔵については、担当教員の退職等により一時的に停滞したが、最近の支部講演会の発表件数が少しづつ増えてきていることが喜ばしい。

まとめ

以前の同種記事では、支部報掲載論文の傾向などをより詳細に分析しているが、筆者の能力不足もあり、なかなかまとめきれなかった。本支部報も学会の改名に伴って、この特集号を期に“農業食料工学会東北支部報”と称すことになった。これをきっかけに、支部長の夏賀先生の期待、“次の記念号（70号）では、東日本大震災から完全復興を果たし、支部活動がより活性化し、会員数も研究発表数も論文数も増加する”に答えられるよう、会員一同協力しながら今以上に東北支部を盛り上げていこう。

表1 支部報の発行年次別論文内訳

No.	発行年	卷頭語	論文等数	投稿機種別	耕うん整地	施肥・播種・散水	栽培管理	防除	収穫	運搬	調製	乾燥	搬送	畜産	バイオマス	施設	作業	口ボット・自動化	人間工学・安全性	特性・計測	精密農業	農情調査	海外事務	その他	新技術	新製品	海外報告	シンボジウム報告	東北若手の会報告	会員の声等				
51	'04	1	12	試験場他	8			2	2	1																	1	1	1					
				大学	4					1																	1	1						
52	'05	0	7	試験場他	5			1											3										1	1				
				大学	2					1																								
53	'06	1	6	試験場他	4			1	1										2									6	1	2				
				大学	2					1										1														
54	'07	0	13	試験場他	7			2		1								1	1	1									1	1				
				大学	6					2										1	2	1												
55	'08	1	13	試験場他	8			4			1								1	2									1	2				
				大学	5	1			1	1								1	1															
56	'09	0	13	試験場他	7			5	1									1											1	1	2			
				大学	6															3	3													
57	'10	1	9	試験場他	5			3			1									1									1	1				
				大学	4															3	1													
58	'11	0	8	試験場他	4			1											2										1	1	3			
				大学	4														3	1														
59	'12	1	13	試験場他	4					1								2												1				
				大学	9					1									5	3														
60	'13	1	14	試験場他	5			2										1											1	1				
				大学	9	1					1	1								3	3													
総投稿数				試験場他	57	0	0	17	8	0	3	0	1	1	0	0	3	0	13	1	2	1	0	0	6	1	0	6	0					
				大学	51	2	0	0	1	1	6	0	1	1	0	0	1	0	2	0	0	19	9	6	2	0	6	0	1	9	7	10		
年平均投稿数				合計	108	2	0	17	9	1	9	0	2	0	0	0	4	0	13	3	2	1	19	9	12	3	0	0.6	0.0	0.1	0.0	0.7	1.0	
				試験場他	5.7	0.0	0.0	1.7	0.8	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	1.3	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.6	0.2	0.0	0.6	0.9	0.7	1.0
				大学	5.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	1.9	0.9	0.6	0.2	0.0	0.6	0.0	0.1	0.9	0.7	1.0	
				合計	10.8	0.2	0.0	1.7	0.9	0.1	0.9	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0	1.3	0.3	0.2	0.1	1.9	0.9	1.2	0.3	0.0	0.6	0.0	0.1	0.9	0.7	1.0	

青森県産業技術センター

野 沢 智 裕*

1. はじめに

地方独立行政法人青森県産業技術センターは、青森県が県内産業の振興と経済発展のために2009年（平成21年）に設立した研究機関である。前身は、県が設置した工業・農林・水産・食品加工の4部門の公設試験研究機関であり、これらを統合して設立された。農林部門の研究は、農林総合研究所、野菜研究所、りんご研究所、畜産研究所、林業研究所でそれぞれの専門分野の研究を行っている。いずれも農業機械に関する研究を専門に行う部署ではなく、栽培技術研究の一環として各研究所が担っているところである。

県から地方独立行政法人に変わり、県内産業の振興と経済発展に役立つ技術開発や研究を強く意識して業務に従事するようになった。工業、水産、食品加工分野との連携した研究にも取り組みやすい環境が整えられているため、分野を横断した研究も可能になった。

2. 研究活動

農林部門の主な研究所の担当業務と県の研究機関であった期間を含めた最近10年間の農業機械に関する研究トピックを紹介したい。

(1) 農林総合研究所

水稻、麦・大豆等の畑作物、花きの生産技術開発、水稻・花きの新品種開発及び種子生産、植物工場等の施設園芸に関する技術開発等の研究を担当している。

最近の研究トピックとしては、次のものがある。

- ・ 水稻V溝乾田直播栽培の寒冷地での実用化技術開発
- ・ 水稻疎植栽培の寒冷地での実用化技術開発
- ・ 航空機リモートセンシングで玄米タンパク含有率を推定する技術の開発
- ・ 転作大豆の出芽を安定させる正転ロータリによる耕うん同時畝立て播種技術の実用化
- ・ 寒冷地型植物工場モデルの総合実証

(2) 野菜研究所

特産野菜、そば・なたね等の畑作物を対象に、栽培方法の改善・開発、新作型開発、施肥改善、鮮度保持及び貯蔵技術の開発、新品種開発、優良種苗・種子の生産等の研究を担当している。

最近の研究トピックとしては、次のものがある。

- ・ 太陽光発電エネルギーの野菜ハウス利用技術開発
- ・ 冬期寒冷多日照地域に適した冬どり野菜の栽培技術
- ・ 夏秋どりイチゴの細霧冷房による昇温抑制効果検証
- ・ 施設野菜栽培における省力・快適化技術の開発
- ・ にんにく貯蔵中の障害発生軽減技術

(3) りんご研究所

りんごやぶどう、とうとう等の果樹の栽培技術開発や新品種開発、果樹の病害虫防除技術の開発等の研究を担当している。

最近の研究トピックとしては、次のものがある。

- ・ りんごの長期鮮度保持のための新CABA貯蔵法開発
- ・ 光センサーを利用したリンゴの収穫適期把握、果実の非破壊品質評価
- ・ スピードスプレーヤによるドリフト低減ノズルの防除効果及び薬液付着性能試験
- ・ 高機動型果樹用高所作業台車の摘果作業評価

(4) 畜産研究所

牛、豚、鶏及び飼料作物等を研究対象とし、種畜の生産、飼養管理技術、畜産バイテク技術の開発等の研究を担当している。

最近の研究トピックとしては、次のものがある。

- ・ 家畜排せつ物を主原料とするメタン発酵技術の開発
- ・ フロントローダに脱着可能なブロア・通気管一体型の通気装置試作
- ・ 堆肥の効率的水分調整と簡易強制通風の組合せによる堆肥化促進技術の開発
- ・ サイレージ用トウモロコシにおける畦間及び株間の中耕処理が可能なカルチベータの除草効果確認試験
- ・ サイレージ用トウモロコシの不耕起栽培の実用化

3. 支部会活動

2010年（平成22年）8月19・20日に、青森県で支部大会が開催された。現地見学会では、当センター農林総合研究所の植物工場を見学していただいた。

4. おわりに

前回、支部報第50号記念特集記事の青森県部分はK先輩が執筆した。K先輩がつづった内容を要約すると、若手が支部活動をしていないということであった。若手とは筆者を指すものと察したので、筆者はこの10年、わずかでも活動の記録を支部報に残すことを決意した。力量不足で学術論文として体を成すものは書けなかったが、支部報には研究報告を7報掲載していただけた。K先輩の激励と長年この業務を続けることができた幸運に感謝している次第である。

岩手県農業研究センターにおける最近10年の作業技術研究

高橋昭喜*

研究組織の変遷

岩手県の農業関係試験研究機関は、1997(平成9)年4月に、従来の農業試験場、蚕業試験場、園芸試験場、畜産試験場を統合して「岩手県農業研究センター」として再編整備されました。

これにより、作業技術研究の主体となっていた農業試験場技術部農業機械科は、岩手県農業研究センター農産部生産工学研究室となり、室長外4名の研究員の計5名体制となりました。この際に農業土木分野(農業農村整備)が新たに加わり、2名がこの枠に充てられました。さらに、本部(北上市)とは別に、県北農業研究所(軽米町)の営農技術研究室に作業技術担当が1名充てられました。

その後、2008(平成20)年4月に農業研究センターの機構再編により、生産工学研究室が廃止され、作業技術研究課題は新たに発足したプロジェクト推進室(水田農業、特栽・有機の2チーム)、企画管理部農業経営研究室などが分担してきました。この再編により県北農業研究所においては営農技術研究室が姿を消しました。

2011(平成23)年からは、本部のプロジェクト推進室は、特栽・有機チームが廃止され、水田農業チームのみとなり、現在に至っています。また、果樹や畜産分野については、以前から独自に作業技術研究を実施してきており、現在もその状況は継続しています。

研究の動向

2004から2006年頃にかけては、生産工学研究室において、ロングマット水耕苗、ホールクロップサイレージイネ、麦大豆立毛間播種技術、畑作物における株間機械除草技術などに取り組んでいました。また、農作業安全研究のほか、農村環境保全(ホタル、メダカの生息環境)、グランドカバープランツ

(イブキジャコウソウ)、マグホワイトの利用技術、地下かんがい(FOEAS)技術など農村計画・農業土木分野の単独および耕種との連携研究も実施されていました。

県北農業研究所では、ホウレンソウを中心とした野菜の課題から、地域有機物資源(鶏ふん、豚ふん)の利用技術や雑穀の省力機械化技術へと研究課題が徐々にシフトしている時期でした。

2007年度頃からは、これまでの大規模水田農業関連の基盤研究から実証・体系化研究へと変遷を始めた時期であり、作業技術をキーテクノロジーとした大規模現地実証課題(担い手プロ、水田底力プロ)で水田大豆の湿害軽減技術(小畦立て播種栽培)や

水稻乾田直播栽培への取り組み、小麦の冬期播種栽培技術などの革新的な栽培技術のフォローなど、作業技術課題が大きく様変わりしました。この頃はシーズが多くあったため、各研究室が相互乗り入れの形で作業技術課題に総合的に取り組んでいました。

2008(平成20)年に発足したプロジェクト推進室の水田農業チームでは、水稻の作溝同時湛水直播や前述の大豆小畦立て、乾田直播の課題を中心に取り組み、特栽・有機チームでは、水田や畑作物の機械除草や環境保全技術、農業経営研究室では、雑穀の除草技術や農業土木部門の継続課題などに取り組むなど、研究体制が分散していた時期でした。この頃、県北農業研究所も研究体制が変わり、雑穀の課題に特化していました。

複雑な研究体制は2011年にプロジェクト推進室が水田農業部門に一本化されるまで続きました。2009年度で農業経営研究室、2010年度にプロジェクト推進室特栽・有機チームが作業技術研究から撤退し、2011年度からはプロジェクト推進室水田農業チームが、事実上、作業技術研究の窓口として存続する形となりました。それ以降、プロジェクト推進室では、水稻の作溝同時直播栽培技術、鉄コーティング播種技術、様々な転換畑作物における湿害軽減播種技術の開発および体系化・実証という水田農業中心の課題に取り組んでいます。

2013年からは、東日本大震災津波被災地の復旧・復興のための事業(食料生産地域再生のための先端技術展開事業 2013-2017)において、これまで開発してきた技術(湛水直播技術、湿害軽減播種技術、グランドカバープランツ等)の被災地での導入実証を始めています。また、県北農業研究所でも雑穀の移植栽培技術の取り組みが始まりました。

今後の課題

作業技術研究はハードよりソフト研究に移行してきています。今後は要素技術・基盤技術の開発にとどまらず、作業技術がリーダーシップをとるべき総合研究課題にますます本腰を入れて取り組むべきと考えます。そのためには研究体制・人員を拡充したいのは山々ですが、それができない現状は本県に限った話ではありません。それから、水田農業分野のみならず園芸分野の作業技術研究についても今後さらに取り組みが活発になっていくことを期待します。

秋田県農業試験場 最近 10 年間の活動

進藤勇人*

1. 組織の変遷

秋田県農業試験場は平成 12 年に現在の秋田市雄和相川に移転・再編整備され、農業機械分野は研究員 4 名でスタートした。その後、平成 18 年に農林水産・食品関係の公設試 6 場所が組織統合され、農林水産技術センターが発足した。翌年平成 19 年に機械分野は、センター全体の企画分野を担う企画経営室の配置となった。平成 22 年度には農林水産技術センター農業試験場に戻ることとなり、平成 23 年度からは生産環境部の配属となった。平成 23 年度末の農林水産技術センターが廃止に伴い、平成 24 年度からは農業試験場生産環境部の機械技術担当として、研究員 2 名で現在に至っている。組織再編に伴い、所属はめまぐるしく変わったが、多くの研究成果が公表され、普及技術が開発された。

2. 主な試験研究活動

(1) 水稲関連：米価の低下と高齢化を背景に規模拡大に対応できる省力技術のニーズは大きく、移植栽培から切り替えやすい湛水直播（カルパー粉衣粒土中播種方式）の技術開発に取り組んだ。高精度湛水直播機等が市販化され、落水出芽法が確立する中で、カルパー粉衣量が苗立ちや播種精度に及ぼす影響やカルパー粉衣粒の保存法、側条施肥の効果などの生産現場で重要な技術を行った。また、高速回転する播種ロールとエア吐出の組み合わせによる 1m/s 以上の作業速度で点播可能な高速点播機構（特許第 5007974 号）を開発し、実装試験も行った。さらに、直播に対応できる省力防除技術として、いもち防除剤の側条施用技術や殺虫剤のカルパー混合粉衣技術などの効果を明らかにし、直播のさらなる省力技術として普及している。他方、代かきをしないことでこれまで以上の省力化を目指して、市販の高能率作業機と湛水直播機で播種可能な無代かき湛水直播技術を確立し、耕うん・整地時間を大幅に短縮できることや乾田直播と同様に転換大豆の生育が改善されることが明らかにした。なお、秋田県の直播面積は平成 15 年では 466ha であったが、平成 24 年では 1,245ha まで増加し、うち約 85% を湛水直播が占めている。

(2) 園芸品目関連：秋田県の野菜生産は転換畑が中心であり、土地利用型野菜として有望なエダマメは「目指せ！ 出荷量日本一」と銘打って、推進している。産地拡大には機械化が不可欠であり、重点的に試験、研究に取り組んだ。乗用型管理機と収穫機を基幹とした機械化作業体系や耕うん同時播種技術の効果を明らかにし、軽労化評価や損益分岐面積等を示した。また、多大な労力が必要

で、鮮度保持の観点から能率向上が必要となる収穫、選別作業では選別機の開発に取り組み、CCD カメラや光電センサ、可視画像、透過光、反射光情報を利用した熟度、損傷判別機構を開発（特許第 3858030 号、特願第 5216977 号、特願 2008-32362、特願 2008-32363）し、市販化へ向けた取り組みを続けている。なお、平成 24 年度のエダマメの作付面積は 576ha で、東京都中央卸売市場の取扱数量は群馬県に次ぐ 2 位となっている。

県北部の地域特産野菜であるヤマノイモ（ツクネイモ）は生産維持拡大のため、JA あきた北ヤマノイモ生産部会と北秋田振興局が中心となり、秋田県立大学、秋田農試、（株）クボタと産学官連携プロジェクトチームを結成し、種芋移植機の開発に取り組んだ。畝立て・マルチ・種芋定植を一工程で行えるトラクタアタッチを開発、市販化した。さらに、ヤマノイモの養分吸収特性を明らかにし、フロントホッパを用いて畝内だけに施肥する畝内施肥で減肥栽培できることを明らかにした。なお、種芋移植機は県内に 10 台以上導入され、現在 JA あきた北管内の 50% 程度が機械定植となっている。

他の品目では、長ネギ栽培の溝掘りと側条施肥を同時に出来る施肥溝切り機に植え溝を膨軟にする作耕チゼルを搭載する改良を行い、定植作業の能率が向上することや、近年要望の強い業務用野菜栽培に対応して、業務用キャベツの畝内条施肥による基肥一回施肥と雑草発生抑制効果を、いずれも現地試験で確認した。

(3) バイオマスエネルギー関連：CO₂ 発生量削減や燃料価格上昇に対応し、バイオディーゼル燃料やバイオエタノール等のバイオ燃料が農業機械に及ぼす影響を解析するため、実際にトラクタや田植機に使用して、燃料消費量や作業機への影響を調査し、実用性を明らかにした。また、秋田県はコンバイン収穫後稻わらを原料としたバイオエタノール製造実証を開始し、八郎潟干拓地をフィールドとして、稻わらの効率的収集運搬体系を確立し、WCS 用ロールペール搬送装置による能率向上効果、稻わらの効率的乾燥法や作業時の圃場踏圧の実態を明らかにした。

(4) その他：急傾斜放牧地での無線草刈り機の利用技術を検討し、GPS と GIS ツールで地理情報調査を行い、県内公共牧場での適応性を明らかにした。また、手で簡単に切れる野菜の結束テープ（特許第 3966854 号）を開発し、実用化されている。

この 10 年間は機械開発に関する成果が多く、生産現場ですぐに必要とされる技術開発を進めてきた。今後もニーズに対応した技術開発と普及を目指している。

山形県における最近10年間の活動

後藤 克典*

1. 研究組織の変遷

山形県における農業機械・作業技術研究は、昭和27年に農機具利用研究係が設立されたのが始まりで、以降、農業機械利用研究係、経営部、機械土木部、総合研究部と名称が変更されてきたが、専門部署として水稻、畑作、園芸の機械化研究を行ってきた。

農業を取り巻く社会情勢が変化する中、知的資源を集積し研究機能の充実強化を図るために、平成17年に中核的試験研究を担う5つの農業関係試験研究機関（農業試験場、農業試験場庄内支場、園芸試験場、農業研究研修センター、畜産研究部、養豚試験場）を統合し、山形県農業総合研究センターが設立された。また同時に、農業研究研修センター中山間地農業研究部、砂丘地農業試験場も、それぞれ最上総合支庁産業経済部最上農業技術普及課産地研究室、庄内総合支庁産業経済部農業技術普及課産地研究室へと変更となった。この組織再編にともない、農業機械・作業技術研究は栽培技術と一体となった研究を推進するため、各作目の栽培担当者が研究を担う体制へ変更となり、現在に至っている。

ここでは各試験研究機関で実施された農業機械・作業技術に関する研究内容について紹介する。

2. 研究内容

1) 大豆・小麦立毛間播種技術（農業試験場）

東北農業研究センターが開発した立毛間播種機（収穫前の作物条間に次作の種子を播く播種機）を利用して、これまで寒冷地では困難であった大豆・小麦2年3作体系を確立するため、除草体系や播種および収穫時の機械調整方法等を構築した。

2) 大豆の複条播種による安定多収技術（農総研センター）

大豆の密植栽培は初期生育を確保できる技術であるが、受光体制が悪くなり収量が伸び悩む可能性がある。そこで、野菜または麦用の播種機を利用して、畝間75cm、幅15cmの2列播種（複条播種）を行う技術を構築した。これにより大豆は主茎を中心に着莢する草型に変わり、登熟が改善され、さらに密植効果により莢数が増加して4~20%の增收となった。本技術は庄内地域の一部で導入された。

3) 大豆小畝立て深層施肥播種技術（農総研センター）

大豆収量を向上させるために、湿害を軽減できる小畝立て播種と窒素供給が向上する深層施肥播種を組み合わせた播種技術を開発した。平成20年以降、県内各地で実証試験を実施した結果、成熟期の分枝数、莢径、莢数が対照よりも高まり、250kg/10a以上の収量が得られることが確認され、専用の播種機は平成25年度に市販化となった。

4) ディスク式中耕除草機の適応性調査（農総研センター）

生研センターが開発した大豆の培土作業を効率的に行えるディスク式中耕除草機の適応性について調査し、作業能率が高いことと大豆の生育後半に繁茂する雑草（ツユクサ）の抑制効果が高いことを示した。

5) ベニバナ花弁収穫機の開発（農総研センター）

現状、手作業で行っているベニバナ花弁の収穫作業を効率化するため、対向する角ゴムロールで花弁を摘み取る収穫機を試作した。その結果、収穫物に対する夾雜物の混入がなく機械化の可能性が示され、研究を継続している。

6) 米の鮮度評価法（農総研センター）

米は貯蔵期間が長くなるにつれて古米化し、品質低下に伴って食味は徐々に低下する。この鮮度変化を簡便かつ迅速に測定するために、生研センターおよびメーカーと共同で米の蛍光強度を測定する装置を開発した（特許取得）。蛍光強度は米が劣化するにつれて強くなるため、品質劣化に伴う食味変化推測が可能であることを示した。

7) エダマメコンバインの開発（農総研センター）

エダマメは鮮度が急速に低下するため、収穫後、速やかに冷却する必要があるが、収穫作業に時間がかかり規模拡大と鮮度維持の妨げとなっていた。また、既存の機械は分枝の多い品種に適応しておらず、収穫ロスが多かった。そこで、高速で分枝が多い品種にも対応できる脱莢機構を搭載したエダマメコンバインをメーカーと共同開発した（特許取得）。開発機は、分枝の多い品種でも高い脱莢率を保ち、機械的損傷が少なかった。作業能率は1.9~3.7h/10aであり、慣行よりも69~84%の省力化が図られることを示した。

8) 施設園芸におけるヒートポンプ利用（庄内産地研究室）

施設園芸の暖房費を節減するために、灯油暖房と各種ヒートポンプ暖房との比較・調査した。その結果、地下水を熱源とするオープン型の水熱源ヒートポンプは、暖房時、灯油暖房の3割、空気熱源ヒートポンプの5割程度にランニングコストが抑えられることを示した。

9) オカヒジキ栽培の機械化（置賜産地研究室）

オカヒジキ栽培において、手押し式播種機と野菜用芽刈機を使用する省力栽培体系を構築し、慣行体系と比較して収量は同等となり、労働時間は30%程度短縮されることを示した。

3. おわりに

今後の研究開発は、激動が予想される農業情勢に対応するため、内容だけでなくスピードも重視される時代になると考えられる。その実現のために、今後とも東北支部の大学、各試験場、企業と連携を密にして技術開発を進めていきたい。

最近10年間の活動 福島県農業総合センター

青田 聰*・大野 光*・半杭真一**・荒川市郎*

Satoshi AOTA * · Hikaru OHNO * · Shin-ichi HANGUI ** · Ichiro ARAKAWA *

1. はじめに

福島県の最近の10年の動向の中で大きな出来事は、平成18年に農業関係の県内の試験研究機関等を再編し、農業総合センターが発足したこと、平成23年3月の東日本大震災による原発事故の発生とその対策があげられる。以下それについて述べる。

2. 組織再編と試験研究、教育研修

平成18年4月に農業試験場の本支場試験地、果樹試験場、たばこ試験場、畜産試験場、養鶏試験場の試験研究機関と農業短期大学校、病害虫防除所および肥飼料検査所を再編統合して、福島県農業総合センターが発足した。この組織再編により当学会関連分野としては、農業機械の試験研究を行っていた農業試験場と農業機械の教育研修を行っていた農業短期大学校が同一組織となった。また、新たな研究分野として農産物の流通加工に関する試験研究が開始され、それまで農業短期大学校で実施していた農産物加工研修との連携が期待された。

組織再編に伴い農業機械の研究分野は、農業土木や農業経営の研究分野と一緒にになり経営農作業科となり、試験研究に必要な備品や試験ほ場の整備とともに試験研究課題も変化が見られた。

2.1 主な試験研究の取り組みと成果

水田作の試験研究においては、直播の試験が移転前に一段落したこともあり、移転後は水田の大区画化に伴う諸問題に取り組んだ。労働負荷の大きい畦畔の除草を常用管理機では場の中から行えるか検討した。田面水が混濁しても行程が分かるマーカーを設置・回収できる装置を開発した。また、糲すり機を利用したイネソフトグレインサイレージ用糲の加工法を検討した。

畑作については、エゴマなどの雑穀、ヒマワリ、ナタネなど油糧作物の収穫調製法、バイオディーゼルについて検討した。ヒマワリについては、自脱型コンバインによる脱穀、汎用コンバインの収穫適期を明らかにした。

バイオディーゼルについては、原料となる油糧作物の生産だけでなく、農業総合センター内で廃食油の回収を始めるとともに、精製されたバイオディーゼルを所内のトラクタに給油し、普及の促進を図った。このような

取り組みは、原発事故後再生可能エネルギーに注目が集まる中、ナタネの子実選別法などの研究に受け継がれている。

園芸・特産作物関係では、サヤインゲン収穫作業の軽労化をねらいとした小型ハサミは現在も販売されており、九州地方を中心に売れている。現在は民間企業と連携しながらブルーベリー収穫機の製品化を検討している。

2.2 農業機械の教育研修

教育研修については、県内の農業者を対象として、従来から行っているトラクタ運転免許取得研修、農業機械の効率的利用・操作技術向上をねらいとしたトラクタ操作技術向上研修、保守点検整備研修、刈払機やアーク溶接の資格取得研修などを実施している。また、後述する農作業事故低減を目標とした農作業安全推進者育成研修、現地に赴いて安全指導を行う現地支援研修にも近年取り組み始めた。ここ最近、新規就農者が増加していることもあり、臨時に研修を行うこともある。トラクタ運転免許研修では、トランシーバーのインカムを使うことで、きめ細かい指導が可能となり、受講生に対する研修効果の向上が認められた。

また、学生を対象とした農業機械概論の講義、農業機械の取り扱い、トラクタの運転免許取得の実習を行っている。取り扱い実習では、トラクタの基本操作、トラクタ耕うん作業、歩行トラクタによる中耕作業、刈払機の基本操作点検、アーク溶接の基礎を行っている。運転免許実習では、ほとんどの学生が大型特殊免許（農耕車限定）を取得しており、けん引（農耕車限定）免許は半数程度の学生が取得する。アーク溶接、刈払機の資格もほとんどの学生が取得している。

3. 農作業安全への取り組み

福島県でも農作業死亡事故は減少する傾向になく、平成22年には全国ワーストの22件の死亡事故が発生している。このようなことから、福島県では平成23年度から死亡事故対策の強化を図ることとし、農業総合センターでは「転倒警告装置の開発」の試験研究、農業短期大学校では「農作業安全推進者育成研修」に取り組んだ。

* 福島県農業総合センター、〒963-0531 福島県郡山市日和田町高倉字下中道116番地

** 福島県農業総合センター農業短期大学校、〒963-0215 福島県矢吹町一本木446番地の1

転倒警告装置の詳細は、本報に投稿した「トラクタ転倒通報システムの開発」によるが、死亡事故が多いトラクタ転倒事故を予防することをねらいとしている。スマートフォン（アンドロイド機）用のトラクタ転倒通報アプリを公開しており、今後の死亡事故低減が期待されている。

農作業安全推進者育成研修は、地域の担い手や県の普及指導員などを対象としている。事故発生のメカニズムの講義、事故の模擬実演を行っている。農協職員を対象とした同様の研修を福島県農業協同組合中央会からの依頼で年に数回行っている。

また、農業短期大学校では、福島県農作業安全運動推進本部と連携し、農作業安全啓蒙のDVDを作成して、県内の関係機関に配布した。このほか、今回の支部大会においても農作業安全をテーマとしたシンポジウムを農業総合センターで開催するなど、農作業安全への啓発活動に努め、ますます高齢化する中で、事故防止活動を推進していきたい。

4. 原発事故対策の取り組み

福島県農業総合センターは、平成23年3月に発生した東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故により飛散した放射性物質の対策を試験研究の最優先課題として、国や大学と連携しながら実施している。農業機械分野では、事故直後から、反転耕による農地の放射性物質の低減、農作業に伴う粉塵が作業者に与える影響などを調査した。特に、表土を精度良く下層にすき込むよう開発されたプラウでの反転耕では、耕うん・整地後における空間線量率が低減できた。粉塵対策では、ロータリ耕うんをしたば場周辺において、気中から鼻孔または口を通って吸引されるインハラブル粉塵の放射性セシウム濃度や作業中の空間線量率を明らかにした。

また、農地の除染を効率よく実施する方法として、土壤の表層近くに留まっている放射性物質を土ごと剥ぎ取る土壤切削装置を民間企業と共同で開発し、平成24年11月に製品化した。この装置はフレームに切刃、ゲージ輪、ウェイトを取り付けた簡易な構造であり、果樹園、牧草地などの除染を対象としている。平成25年度の当センターの除染工事でも、芝生の剥ぎ取り作業にこの装置が使われた。

原発事故に関しては、行本氏（農業機械学会誌74巻2号）が記録を残すことが大事であると指摘している。放射性物質対策の試験は、今後新たな段階に入ると予想されるが、本県の復興に向けた取り組みを進めていきたい。

5. 結び



写真1 放射性物質の粉塵調査
(中央農研センターとの共同試験)



写真2 刈払機取り扱い研修
(福島県農業総合センター農業短期大学校研修部)

10年前の支部報にも書いていたが、これからは試験研究は製品化（実用化）を見越して進めなければならない。研究期間は基本的に5年間であるが、2～3年である程度の目処をつけ4年目からは製品化に向けた検討をする必要があり、工業関係の試験研究機関および製品を製造・販売する企業と早い段階から連携を強化する必要がある。研究の方向は、プロダクトアウトからマーケットインになっている。これらのこと踏まえネットワークづくりを今後とも進める所存である。

震災および原発事故により、地域農業の担い手が一気に減少した。これらの地域の復興には、担い手がこれまで以上の経営規模を担い、新たな技術を活用して経営基盤を強化しなければならない。農業機械や作業技術の研究は、これまでとは異なる目線から、広い視野をもって開発技術の現地への普及に努める必要がある。被災地の復興には、原寸スケールの実証研究が必要であり、当センターは農業機械に関連する試験研究や教育・研修が一本化されていること、農業機械の研究分野が企画経営部に所属していることを改めて再認識し、業務の遂行にあたっていきたい。

東北農業研究センターにおける最近10年の活動

大谷隆二

この10年で東北農業研究センターの研究体制は大きく変容した。平成18年には、50年以上続いた研究部・研究室制から専門の異なる研究者で構成される研究チーム制に代わった。平成23年からの第3期中期計画では、研究所の枠を越えた横断的なプログラム・プロジェクト制となり、課題解決型の研究を農研機構で一体的に行う研究体制になった。作業技術・農業機械の研究者は、土壤肥料や雑草、あるいは栽培の研究者と日常的に仕事をするようになり、現場の問題解決や新技术の開発にあたっている。プログラム・プロジェクト制を補完する組織として、東北農業研究センターには生産基盤研究領域のなかに農業機械グループがある。問題解決型のプログラム・プロジェクト制を縦糸とすると、専門研究グループは横糸であり、研究資源の管理や人材育成を担っている。このような研究体制で、農業機械・作業技術研究者は、水田農業、バイオマス、野菜、家畜環境の技術開発にあたってきた。

平成23年3月に発生した東日本大震災からの復旧・復興では、作業技術分野ではいち早く沿岸部での研究に着手し、福島研究拠点に設置された農業放射線研究センターにおいても汚染物質の減容化研究で作業技術研究者が大きな役割を担っている。

水稻直播栽培中心とした水田輪作技術の開発

東北農研センターの直播栽培の研究は、噴頭回転式（昭61年～平9）、複粒化種子（平10年～15）と、湛水直播を主に行ってきただが、近年は乾田直播の技術開発（平15～）を取り組んでいる。

乾田直播は、畑状態で種糲を播いて、出芽した後に水入れする。乾田直播ではどのような播種機も利用可能であり、ロータリの後に播種ユニットを装着したロータリシーダ用いるのが一般的である。ロータリシーダで出芽を安定させるためには播種床の土壤をできるだけ細かく碎土する必要があり、播種作業は低速作業を強いられ、大面積を短時間でこなそうとする大規模農家には向きである。また、乾田直播では代かきを行ないので、漏水対策が不十分で水持ちの良い水田に限定されていた。

そこで、これまでのロータリ耕を主体とした体系を見直し、プラウ耕に鎮圧を組合せ、麦用のグレーンドリルで高速播種する乾田直播体系を開発した。技術の特徴は、①プラウによる深耕とグレーンドリルによる高速播種が可能であること。②ケンブリッジローラ等の鎮圧で高い苗立ちが確保できること。③播種前後の鎮圧で漏水を防げることである。岩手県花巻市の大規模経営で、5年間にわたって実証試験を行った結果、米60kg当たり生産コストは、慣行の東北平均と比較して55%程度まで低減した。

この技術は、現在、津波被災地域の復興と生産コストの50%削減を目指したプロジェクト研究「食料生産地域の再生のための先端技術展開事業」（先端プロ）の中で、稻一麦一大豆低コスト2年3作水田輪作体系の基幹技術として、実証研究に導入されている。

野菜作の機械化研究

東北地域ではアスパラガスの伏せ込み栽培を行う農家が増加し

ており、冬季加温のエネルギーコストが問題となっている。そこで、地中熱を簡易に利用することができる、半地下栽培装置（ハウス内に大きな溝を掘削し、夜間は内張りシートで開口部をふさぎ保温する装置）を開発した。本技術は、先端プロ「露地園芸技術の実証研究」の中で、大規模水田農業における冬期間の余剰労働力の活用、育苗ハウスの有効利用を目的として導入されており、効率的な水田農業経営の確立に寄与できるものと期待されている。さらに、東北地域において、業務用・加工用タマネギの産地形成のため、府県産と北海道産の端境期である春まき夏収穫タマネギの作型の開発研究に着手している。

ナタネを組み込んだ水田輪作とバイオマス利用

エネルギー作物としてナタネを組み込んだ4年6作の輪作体系（稻一麦一大豆一麦一ナタネソバ）を実施し、ナタネの耕耘・播種からコンバイン収穫にいたる機械化栽培系を確立した。さらに、米麦用の循環式乾燥機を用いた乾燥法と、大豆用ベルト式選別機を用いた精選別技術を確立し、ナタネの栽培から乾燥調製・搾油までの機械化一貫体系を確立した。

ナタネ油のエネルギー利用では、コンバインのディーゼルエンジンに、メチルエステル変換していないナタネ油（SVO）の利用を検討し、ディーゼルエンジンの始動性改善のための装備と燃料噴射ノズルピースの交換等の改造を行うことで、支障なく収穫作業が行えることを実証している。これに続き、ナタネSVO仕様に改造したディーゼル発電機で1250時間以上ナタネ油を燃料として利用できることを実証した。

放射性物質を含む作物残さ・雑草等の安定・減容化技術

農研機構中央農業総合研究センターと連携して、除染に伴い発生する作物残さ、雑草、枝葉等を乾燥した円筒状のペレットに成型処理することにより減容化し、安定的に保管できる処理技術を開発した。この方法では、ローラー・ディスクダイ式成型機によりペレットに成型処理し、15%以下の水分まで乾燥しフレコンバッグで屋内保管する。成型処理により、かさ密度が500kg/m³以上になり、1/5-1/10の容積に減容化できることを実証している。

次の50年に何を残せるか

東北農業研究センターには、2ha規模の大区画水田がある。今年はこの圃場が設置され50年の節目にあたり、先日、「次世代東北水田農業を考える」と題して大規模圃場開田50周年記念セミナーを開催した。なぜ、50年も前にこのような破格の規模の水田を作ったのか、みんなで考えるためである。多くのOBの参加もあり、セミナーは東北農研センターの大会議室が一杯になるほど盛況であった。圃場の設置目的は、「経営内に畜産を位置づけた田畠交互通用の営農研究」ということであった。50年経った今、その重要性は当時よりもさらに増しているように感じた。セミナーの基調講演をして頂いた先生が、生きているうちの評価というのではなくことではないと言われ、妙に納得した。

弘前大学のこの10年

張 樹槐

農業機械学関連研究分野の歩み

支部報 No.38 と No.50 に、それぞれ当時の弘前大学における農業機械学関連研究分野の組織体制をまとめているのでここで詳説しないが、概略は以下になる。

長く農業機械学と農業動力学の2講座6人体制を維持してきたが、平成2年の大講座制移行に伴って、生産機械学の1講座へ改組し5人体制となった。その後、平成9年の理学部生物学科を迎えた農学生命科学部の創設に多大な影響を受け、農業機械学関連教員5名は何とそれぞれ2学科の異なる3講座に所属させられた。加藤弘道と張樹槐が生物生産科学科の園芸学講座、福地博が同学科の農業生産学講座、戸次英二と高橋照夫が地域環境科学科の地域環境計画学講座であった。幸いのこと、加藤、福地、張の3名は同じ学科であったこともあり、実質1つの研究室で学部学生を受け入れ、お互いに協力しながら農業機械学の教育研究を担当してきた。平成13年の戸次退職後、高橋が1人でその学科の中で学部教育等に頑張ってきた。

その後の10年間の主な出来事を簡潔にまとめる。平成18年に加藤弘道が退職され、その結果農業機械学関連教員が合計3名と激減してしまい、農業機械学関連分野は、異なる講座の張と福地、高橋の計2研究室体制になった。言うまでもなく、以前のように農業機械学そのものの学部教育が大きく後退してしまったことは否めない。

平成20年に学部改組が再度行われ、関係教員の努力もあり、張と福地が園芸農学科園芸農学コースへ、高橋が地域環境工学科農業土木コース・農山村環境コースへそれぞれ配置換できた。しかしながら、平成25年に福地、高橋の2名が退職され、福地の後任に叶旭君が赴任したものの、農業機械学関連教員が現在の2名体制に大きく後退してしまった。

弘前大学農学生命科学部の現体制は下表の通りである。

学科	コース	専門分野
生物学系 ↑	生物学科	基礎生物学 分子細胞生物学・植物形態植物学・植物遺伝生物学・分子進化学・微生物学・植物分子生物学
	生態環境	動物行動学・植物形態学・保全生態学・進化生物学・森林生態学
分子生命科学系 ↓	生命科学	細胞工学・細胞生化学・分子生物学・免疫学・生物有機化学・天然物化学
	応用生命	応用生物学・生化学・酸素化学・微生物学・応用微生物学・微生物化学
生物資源学科	食料開発	育種学・栽培学
	生産環境	植物病理学・微生物学・土壤学・植物栄養学
園芸農学科	園芸農学	果樹園芸学・蔬菜园艺学・作物学・园艺学・园艺植物学
	食農経済	農業経済学・農業经济学・農業貿易学・農村社会学
地域環境工学科 ↓	農業土木	農業水利学・灌漑水利学・水利設備学・灌漑水理学・農工工学・耕作工学・土木材料工学
	農山村環境	農村計画学・山地保育計画学・農業地理学・防災減災工学

最近の主な研究課題

張樹槐の主な研究方向は、農産物品質の非破壊計測技術の開発研究及び画像処理技術の農業への応用に関するものである。この2、3年の学部、修士、博士課程での主な題目は以下になっている。

- ・分光計測による果実打撲傷の非破壊検出
- ・分光計測による「紅の夢」果肉色の判別
- ・オクラの非破壊熟度判別技術の開発
- ・アスパラガス硬度の非破壊計測に関する研究
- ・エダマメの自動選別機械の開発
- ・サーモグラフィーによるジャガイモと異物の識別
- ・携帯端末による農産物の品質評価方法

叶旭君は赴任してきたばかりで、弘前大学での教育研究が大いに期待されているところである。今後以下のテーマを中心に展開していく予定である。

- ・食品の产地判別技術の開発
- ・野菜の鮮度評価技術および装置の開発
- ・果樹の精密栽培管理技術の開発

最近の主な研究業績

Xuan Luo, Teruo Takahashi, Shuhuai Zhang

Wavelength Selection in Visible and Near Infrared Spectra for Detection of Bruises on Apples, *Adv. Sci. Lett.* 19, 2654-2657, 2013

Xuan Luo, Teruo Takahashi, Koki Kyo, Shuhuai Zhang

Wavelength selection in vis/NIR spectra for detection of bruises on apples by ROC analysis, *Journal of Food Engineering*, 109 (3), 457-466, 2012

G. Maharjan, T.Takahashi, S.H.Zhang

Classification Methods Based on Pattern Discrimination Models for Web-Based Diagnosis of Rice Diseases, *Journal of Agricultural Science and Technology* A1,48~56, 2011

Xujun Ye, Kenshi Sakai

Fruit Yield Estimation Through Multispectral Imaging Advances in Citrus Nutrition(A.K. Srivastava Eds) Chapter 30, 453-474, Springer Netherlands, ISBN 978-94-007-4170-6, 2012

Ye Xujun, Kenshi Sakai, He Yong

Development of citrus yield prediction model based on airborne hyperspectral imaging, *Spectroscopy and Spectral Analysis* 30(5), 1295-1300, 2010

Xujun Ye, Kenshi Sakai, Akira Sasao, Shin-ichi Asada

Estimation of citrus yield from canopy spectral features determined by airborne hyperspectral imagery, *International Journal of Remote Sensing*, 30(18), 4621-4642, 2009

最近10年間の活動

田中勝千

I 研究組織と人員構成

1981年、北里大学獣医畜産学部の第三番目の学科として発足した畜産土木工学科（5講座体制）に畜産機械学講座（教授 高橋俊行、助教授 本橋団司、助手 田中勝千）が置かれ、1999年に生物生産環境学科（5系8研究室体制）、生産システム学（教授 本橋団司、講師 田中勝千、助手 高野剛）へ学科名称と研究室名を変更した。その後丁度10年前に大学院の組織改組に伴って2003年4月より研究室名を生物環境情報学（助教授 田中勝千、助手 高野剛）に変更し環境と情報というキーワードを入れた。

2004年3月に卒業生であった高野氏が一身上の都合により退職された。助教授ひとりで大学院生3名と学部学生26名を切り盛りしていた様子を不憫に思ったのか、9月より卒業生でアイルランドのダブリン大学博士課程で学位を取得した加藤亘氏が研究補助員として採用が認められ、翌2005年4月から2007年3月まで講師として研究室の教育研究を支援いただいた。

2007年4月に学部の組織改組に伴って獣医学部生物環境科学科（2コース7研究室体制）の環境情報学研究室（教授 田中勝千、講師 皆川秀夫）として再スタートを切った。その後、2010年4月に生態管理学研究室の助教として鈴木由美子氏が採用された。2013年1月より同じく助教として中坪あゆみ氏が任期制教員として在職している。鈴木氏も中坪氏も卒業生であり、東北支部から巣立った教員である。

II 研究の動向

10年前は21世紀が始まったばかりで、農業機械学に関わる教育研究機関への風当たりが強まる中、学会においては自律走行に代表されるロボット化の研究も大方目途が付き、次の課題を見つけるために多くの研究者は五里霧中にいたような気がする。研究室ではトラクタの自律走行の研究と平行して1990年頃から生態学的な視点に立った圃場管理についての研究をささやかに続けていた成果が少しづつ始めた時期と重なる。2002年までは、牧草の草丈と収量との関係や、施肥量と草丈・収量との関係など従来の視点なり手法に基づいた研究であった。

2003年に作物のストレスが計測できるセンサ（分光放射計）を科学研究費で調達できた。野外で計測できるというふれ込みであったが、実際には思うようにデータが取れなかった（一言でいえば室内用の光ファイバーを野外で使ったためデータが飽和していた）。その頃、山形大

学に赴任された現支部長夏賀元康先生が東北支部若手の会で基礎講座を担当された。お話しを伺っているとどうも購入したセンサと同類のセンサのお話らしい。恐るおそる質問したところ、同じメーカーのセンサであることがわかり、その後は今日までご指導いただいている。

機器導入のねらいは、牧草の収量調査に利用することであったが、報告書を提出する際に牧草の窒素成分をうまく捉えていることに学生が気づいた。同じ頃、スポット情報を取得する分光放射計とは異なり、画像を生成できるハイパースペクトルイメージングセンサを大学支援によって購入できることになった。経験の長い方はご存知の農業機械学会アクティ21で酒井憲司先生（現東京農工大学教授）から情報提供いただき、東北若手の会の立上げに関わった片岡崇先生（現北海道大学准教授）を介して同研究室の岡本博史先生（現北海道大学准教授）から特殊な形式のデータ処理について技術指導を受けた。

さらに、商業衛星（IKONOS、1999年）からの高分解能画像の頒布が始まったことから、試験的に公共牧場のスプリングフラッシュ時のデータを入手し、正規化差分植生指数（NDVI）が施肥や牧草収量と関わりが深いことを実際に学習することができた。その後、多くの商業衛星の打ち上げが予定され、広域で同時性を有するデータの解析によって多くの生物生産に有益な情報が持たされると期待した。しかし、多くの衛星は受動型センサで晴天率の低い東北地方では、とくに、やませの吹き荒れる北東北では実用的でない。そこで、衛星情報の取得には能動型センサの利用など新たな技術発展に期待するとして、もう少し高度の低い位置での撮影の方策を探り、航空機を使った方が実用的であることがわかった。結果として、広域の情報は航空機（セスナ機、無人ヘリ）ベースで、地上での情報はトラクタベースと人力を活用し階層的にすみ分けることにより、それぞれの用途にあったセンシング方法の基礎研究に取り組むことになった。

2007年に本学修士課程を終えた後、北海道大学大学院の博士課程に進んだ鈴木由美子氏は牧草地を対象としたリモートセンシングに、2008年に本学博士課程に進んだ中坪あゆみ氏はトウモロコシ畑を対象としたリモートセンシングに取り組み国際学会で発表すると共に専門誌に公表している。振り返って、本部と支部の会員ネットワークと若手育成の重要性を再認識した。また、結果として精密農業に関わる研究に取り組めたのは幸運と言える。

秋田県立大学 10 年のあゆみ

嶋 田 浩

1. 組織改編と人員の縮小

この 10 年で秋田県立大学および短期大学部の組織・人員は大きく変わった。1999 年に秋田県立大学の開学とともに併設された短期大学部は 2006 年に改組され、生物資源科学部のアグリビジネス学科および附属フィールド教育研究センターとして現在に至っている。平成 17 年度までの農業機械分野の教育と研究は、短期大学部には農業工学科農業機械学研究室（小林由紀也）・農業施設学研究室（棟方晃三）、附属農場生産システム研究室（嶋田）が、生物資源科学部には生物環境科学科生態系工学講座（中野芳雄）の 4 名が担っていた。しかし、現在の秋田県立大学では、棟方の定年退職と中野の転出、短期大学部の移行改組により、附属フィールド教育研究センター生産システム研究室（小林：2011 年度定年／2013 年度までは特任教授として在職）とアグリビジネス学科生産システム工学研究室（嶋田）の分散配置となった。この 10 年の間に人員が 4 名から 2 名に半減し、農業機械分野は大変厳しい状況下に置かれた。

2. 経営実践プロジェクト型教育と農業機械分野

アグリビジネス学科では、米麦大豆中心の大規模農業経営、野菜・花き・果樹の園芸作経営、肉牛を中心とする家畜資源循環型農業経営、ビオトープ水田による環境保全型稲作の確立を目指している生産環境の生産技術系 4 プロジェクト、地域活性化と起業系のアグリビジネスマネジメント、農業農村振興策の立案を目指す農業政策の社会系 2 プロジェクトの計 6 グループに分かれて教育と研究を行ってきた。また、附属フィールド教育研究センターは、稲作・畑作の作物学、蔬菜・花き・果樹の園芸学、肥育牛を中心とする畜产学、農業機械学の 4 分野で同センター業務を行うとともにアグリビジネス学科の教育へも参画してきた。

農業機械関連の授業科目は、農業機械学（小林）と農作業システム論（嶋田）の 2 科目が開講されているが、2015 年度からはそれらを統合した圃場生産システム学が唯一最後の科目となる。他方、支部報でも「農業経営実践教育システムに関する考察」として 2002～2004 年度の 3 報にわたり報告した「実践プロジェクト型卒業研究」が、四年制移行後の現在もプロジェクト卒業研究と 3 年次で行うプロジェクト実習やプロジェクト演習・実験として発展・継続している。各プロジェクトは 3～5 名の教員と 10～14 名の 3・4 年次学生で構成され、通年で週 1.5 日の授業で様々な活動を分野ごとに展開している。特に生産技術系プロジェクトにあっては、時季に応じた様々な栽培・飼養管理、暗渠施工・明渠掘削などの圃場環境管理、園芸施設管理、多様な情報の収集／蓄積／発信な

ど、農業機械分野の知見や技術の重要性を学生・教員ともに理解・実感してきたと思われる 10 年であった。

3. 研究活動

この 10 年間における秋田県立大学の農業機械分野の研究は、①地域農業に根ざした課題や学生教育に深くかかわる課題、②農業経営の情報化や精密農作業への応用を目的とした土地利用型圃場における個人利用可能なりモートセンシングシステムの開発（嶋田）を取り組んできた。①については主に小林が、大規模農場における農業経営実践教育システムに関する研究、ヤマノイモ植え付け機械の開発、秋田県における菜種栽培技術の確立に関する研究、八郎湖水質改善に資するための余水センサの開発など、広範囲に亘るテーマに取り組んできた。②については主に嶋田が「農業用パーソナルリモートセンシングシステムの開発とその利用」として、市販のデジタルカメラを利用した可視光域と近赤外波長域での撮影が可能な 4 バンドカメラシステムとその関連ソフトウェアの開発、ラジコンヘリによる空撮装置、GIS による取得画像データ処理系の確立に取り組むとともに、アグリビジネス学科での経営実践プロジェクト型教育や放射能汚染に関する現地調査などでの利用実績を挙げている。

以下にいくつかの発表論文を挙げる。

小林：農業経営実践教育システムに関する考察（3）（農機東北支部報：2004），種芋移植機を用いたツクネイモの施肥同時定植技術（第 1 報）（農機東北支部報：2010），農業用水路水位の遠隔監視センサの開発と利用（農機東北支部報：2011）

嶋田：簡易マルチバンドカメラシステムによる圃場地理情報のモニタリング（農業土木学会誌 74 (11) : 2006），Development of Personal Remote Sensing System for an Extremely Narrow Area (ASABE annual international meeting Technical Papers : 2006)，Use of Personal Remote Sensing System in Grazing Land (ASABE annual international meeting Technical Papers : 2008)，PERSONAL REMOTE SENSING SYSTEM FOR PRECISION FARMING (Proceedings of the 4th International Conference TAE 2010)

岩手大学農学部における最近10年の活動

武田純一

1.はじめに

この10年の本学部の教育研究組織を振り返ると、教員の世代交代と教育組織の改編が行われ、激動の時期でもあった。以下、この10年の本学部の教育・研究活動を振り返ることにする。

2.教育・研究組織の変遷

平成17年3月に、農学部長を務められた太田義信教授が定年退職され、同年4月岩手農業研究センターのセンター長として異動された。同年10月には琉球大学から松嶋卯月助教授が環境制御学研究室に赴任した。平成18年3月西山喜雄教授、平成19年3月鳥巣諒教授がそれぞれ定年退職、同年4月には学部改組により農学生命課程生物産業科学コースに改組（農業経営・経済、草地改良研究室と合併）し、研究分野は、農作業システム学分野（廣間准教授、武田准教授）、農産物流通科学分野（小出准教授）、環境科学分野（原教授、庄野准教授、松嶋准教授）、農畜産環境科学分野（築城准教授、前田助教）、農業経営・経済学分野の5分野体制へと変更した。当コースの目指すところは、農産物の生産から食卓までなわちfarm to tableであり、カバーする分野はより広くなった。平成20年3月原教授退職、同年4月岡田益己教授が東北農業研究センターから赴任した。平成21年3月武田が教授に昇任、平成22年4月前田助教が助教授に昇任、震災の傷跡が癒えない平成23年4月廣間准教授が佐賀大学教授として転出、同じく4月に折笠貴寛准教授が宮城大学から農産物流通科学分野へ赴任した。同年6月支部長、理事を歴任された西山名誉教授が逝去された。西山先生には、衷心よりご冥福をお祈りする次第である。

3.研究の動向

各研究分野の、この10年の研究を振り返ってみることにする。まず、農作業システム学分野では、鳥巣教授の在籍中は斜面でのトラクタの自律走行や、トラクタートレーラ系の後退時の自律走行に関する研究が行われ、数学モデルを併用した理論および実践的な研究が展開された。また、ファジイ制御を応用した履帯式の車両の自律走行の研究も行われ、現在は果樹園用の自律走行作業台車の開発や、近年市場に投入されている高速走行トラクタの6自由度の振動解析、農作業傷害事故の調査研究、雑穀の機械化栽培体系や移植試験に関する研究を行っている。廣間は有限要素法によるタイヤの接地面と変形に関する研究で顕著な成果を上げた他、鳥巣らと共にハスやザゼンソウなどの発熱植物の発熱機構について制御工学的な解析を試みた。

農産物流通科学分野では、小出は米や野菜・果実のポストハーベストについて研究、特にストレス付加時の青果物の抗酸化レベルと日持ちの向上、複合的な要素による新しい食品保藏法の開発等の研究を行っている。具体的には、微酸化電解水による成果物の洗浄殺菌効果、光触媒を用いた農産施設内の空中浮遊菌の殺菌などの研究について顕著な成果を上げている。折笠は6次産業化に向けた規格外農産物の有効利用、マイクロ波や遠赤外線を用いた農産物加工、

農産物流通プロセスのライフサイクルアセスメントに関する研究に従事し、キャベツを対象としたブランチング処理の相違と乾燥速度・品質に及ぼす影響やキウイフルーツを用いた乾燥過程と反応速度定数の温度依存性に関する研究等について精力的に研究を行っている。平成25年度東北支部大会では「Hot air drying characteristics of sweet potato using moisture sorption isotherm analysis and its quality changes during drying」の業績に対し学術賞が授与された。

生物環境科学分野では、庄野は植物群落を対象とした形状情報の3次元画像計測に関する研究、植物の葉面分光特性に基づく各種ストレス反応の検出に関する研究、画像情報に基づく花卉の品質評価に関する研究等に従事している。特に切り花リンドウを対象とした赤外線や紫外線の分光特性を応用した花弁の老化早期検出法や生育ステージ判定法の開発を行っており、「切り花リンドウの遠赤画像情報に基づく低コスト生育レベル判定手法の実現可能性」の業績に対し、農業情報学会から2013年度論文賞が授与された。松嶋は各種ラジオグラフィの農学への応用として、農産物の非破壊計測や、植物中における水分移動の可視化法の開発、植物水分生理に関わる生体情報検出法の開発、分光分析を用いた農産物の非破壊計測、切り花の水分生理や鮮度保持に関する研究に従事している。更に東日本大震災以降は、岩手大学三陸復興推進機構農林畜産業復興推進部門高収益型農畜産復興支援班園芸グループの一員として、陸前高市の被災農地でクッキングトマト栽培の支援を行っている。

農畜産環境保全学分野では、前田は有機性未利用資源の循環利用と処分の手法に関する研究、特に堆肥化に代表される生物処理の速度論的・量的な解析と環境負荷低減・省労力化を目的とした管理・利用の手法に関する研究に従事し、堆肥化時のアンモニア揮散の低減に関する研究について精力的に研究を展開している。

4.おわりに

岩手大学農学部は明治35年の盛岡高等農林学校設立から数えて、平成24年で110周年を迎えた。設立当初から農作業の機械化には目を向けていたようだ、現在農学部附属農業教育資料館には、明治36年にドイツから購入した蒸気トラクタによるプラウ耕耘作業や、畑作や牧草用の作業機、脱穀機・選別機等の掛け軸（本学図書館所蔵）のコピーを展示している。当時の教員の農作業に関する思いにふれ、頭の下がる思いであった。今年は昭和42年の農業機械学科創立から46年目になるが、長い伝統に負けないように日々教育・研究に専心し、教員一同広く農業食料工学の発展に寄与していくたいと考えている次第である。

宮城大学食産業学部 10 年のあゆみ

富樫千之

1. 農業短大から宮城大学食産業学部へ

昭和 27 年（1952）4 月に開学した宮城県農業短期大学は、53 年間約 6,000 名の卒業生を輩出し、平成 18 年（2006）3 月その任を終了し、閉学した。「農業機械学会東北支部報・第 50 号」に記したように、平成 13 年 4 月「農業短期大学 4 年制化基本構想検討委員会」が設置、翌年 3 月「宮城大学食産業学部基本構想」の答申が出された。答申は、学部名「食産業学部」、3 学科構成でそれぞれ「ファームビジネス学科」、「フードビジネス学科」、「環境システム学科」、入学定員はそれぞれ 40 名、50 名、30 名で、3 年次編入学定員は 3 学科合計 10 名であった。学部のコンセプトは食材生産から加工・流通・消費、さらに循環・リサイクルを含む一連の産業を、密接に関連した「食産業」として捉え、同産業の健全発展に貢献できる人材を養成することとしている。

宮城大学食産業学部は県財政のひっ迫から農業短大の敷地、施設を有効に活かすことになり、農業短大の管理棟、講義棟、体育館、メモリアルホールはリニューアルしつつそのまま利用され、研究棟は実験棟へ改装した。新たに建設された建物は、図書館を組み入れた研究棟、加工棟、リサイクル棟で、機械実験棟は内部を改装しつつ再利用された。なお、実験機器を含めた学部建設予算は 50 数億円であった。開学は当初の予定通りの平成 17 年（2005）4 月で、同年はキャンパス内に 2 年次短大生と 1 年次 4 年制大生が共存していた。農業短大の「農業科」、「園芸科」、「畜産科」の 1 名の教員を除いて「ファームビジネス学科」に、「畜産科」加工分野の教員 1 名が「フードビジネス学科」に、「農業土木科」の教員は「環境システム学科」に文部科学省の審査を経て採用された。東北支部会員である農業科の松森一浩先生は「ファームビジネス学科」、富樫は「環境システム学科」のそれぞれ教授として移動した。

2. 食産業学部における農業食料工学関連授業科目

ファームビジネス学科は、トップファーマー、エコファーマー、アグリビジネスファーマーを目標とする人材育成カリキュラムモデルを設定、農業食料工学関連の授業科目は、食材生産機械利用論と効率的作物生産実験実習、食材生産実習、食材生産・調理実習の実験実習の一部分担である。その後、実験実習は作物生産実験実習 I、II の分担に集約された。平成 24 年、経済・経営、動物生産科学、植物生産科の教育分野にモデル変更が、翌 25 年のカリキュラム改正では食材生産機械利用論と作物生産実験実習 I、II が廃止され、農業機械関連科目はなくなつた。

環境システム学科はリサイクル、バイオマス、環境評価をキーワードとする環境工学モデルと食料生産基盤を創造する農業農村工学分野の地域デザインモデルとし、農業食料工学関連の授業科目は、生産・環境機械論、バイオマス利用論及び地域環境工学実験実習、廃棄物処理・リサイクル実験実習の分担である。なお、平成 25 年にカリキュラム改正が行われ、再生可能エネルギー論の分担が加わった。

3. 大学院の設置

平成 21 年 4 月、県立の宮城大学から「公立大学法人宮城大学」に法人化し、同期に大学院（修士課程）は食品イノベーション、農・環境イノベーションの 2 領域をもって設置された。農・環境イノベーション領域の農業食料工学関連授業科目は食料生産特論、食産業演習、食産業学特別研究である。さらに、平成 25 年 4 月には大学院博士課程後期が設置された（修士課程は博士課程前期に改称）。領域は博士課程前期と同様、農業食料工学関連授業科目は食農環境特別演習と食産業学特別研究である。

4. 研究動向と異動

松森一浩教授は「大豆不耕起播種機の開発と栽培法の確立、その実用化」、「播種圃場作業における農

業機械の効率利用」、「刈払機事故防止対策の検討」のテーマで研究を実施、この間「自走式鳥害防止装置作成のための基礎試験」(平成18年8月)農業機械学会東北支部で口頭発表をしている。なお、同教授は平成24年9月末をもって職を辞している。

富樫は食産業学部設置3年目の平成19年4月から2年間宮城大学地域連携センター専任教員(同副センター長)を、さらに同22年4月、宮城県産業技術総合センターとの人事交流で異動、食品設計支援、微生物・バイオ応用、商品開発支援、環境プロセス応用の4班を統括する食品バイオ技術部(研究連携推進監兼部長)を担当した。翌年には副所長と食品バイオ技術部長を兼務、この間ながらによる新製品開発、米粉研究開発、有用乳酸菌探索、蒲鉾新商品開発等を担当、特に東北大、産総研を中心とする「三元触媒(CO、CO₂、HC)におけるセリアCeO₂削減プロジェクト」でセンターを統括し、開発触媒を実機(トヨタエンジン)で評価するミッションに参画した。なお、平成24年4月宮城大学食産業学部に復帰した。

研究はディーゼル機関へのバイオマス(BDF)燃料の利用」、「BDF燃料の簡易評価」を中心に、また大震災からの農地復旧では工業農村工学分野の研究も補完した。

具体的には、「ナタネ粗製油を燃料とした小型ディーゼル機関の運転—噴射圧力と機関性能—」、農機東北支部報第55号、2008、「廃食用油BDF・軽油混合燃料による機関性能」、農機東北支部報第55号、2008、「宮城県角田市「菜の花プロジェクト」・夢を追いかけて」、農業農村工学会誌第77巻第8号、2008、「副生グリセリンのディーゼル燃料としての簡易評価」農業食料工学会大会、同東北支部大会2012、2013、農業農村工学分野として、「秋田県六郷町の生活基盤を支える農業用水の多面的機能」、農業土木学会誌第72巻第7号、2004、「仙台市域におけるため池の現状」、市史せんだいvol. 14、2004、「元禄潜穴と品井沼干拓事業にみる「水土の知」の源流とその未来」、農業土木学会誌第73巻第1号、2005、「縦浸透除塩の有効性と宮城県の津波被災農地の除塩対策」、農業農村工学会誌第80巻第7号、2012、食品関連分野として、「製粉方法の異なる米

粉の粉体特性と吸水特性の評価」、日本食品科学学会第59巻第4号、2013、「積算温度を指標としたコマツナの遠赤外線乾燥における品質変化の評価」、日本食品保藏科学会誌、39巻6号、2013、である。

なお、大震災は宮城県産業技術総合センターの1年目の年度末で同センターの被災、機器の損傷は小さかった。また、福島原発事故によるセシウム汚染のゲルマニウム測定機器は同センターに導入され、食品バイオ技術部が担当し、県内農林水産品測定に加えて、企業支援の一環として海外輸出のための測定、証明書発行の体制も整えた。さらに、宮城県の汚染牧草の減染、減容、減量対策の協力も行っている(「セシウム汚染牧草の炭化による減量及び以降試験」農業食料工学会東北支部大会2013)。

最後に、タイトルを「宮城大学食産業学部10年のあゆみ」としたが、現時点における宮城大学食産業学部は設置から9年7ヶ月、10年のあゆみには5ヶ月不足している。

山形大学農学部

夏賀元康

研究室の体制

10年前の2003年には赤瀬章教授、夏賀元康助教授の2名体制だったが、2007年度末に赤瀬章教授が定年退職し、2008年に夏賀元康准教授が教授に昇任するまで1人体制になった。その後、2009年に秋田県農業試験場から片平光彦氏を准教授として迎え、再び2人体制となり、現在に至っている。2004年（平成16年）に国立大学から国立大学法人になったが、研究室名はそれまでの生物生産学科生産機械システム工学分野で変わりではなく、法人化でいったい何が変わったのかと思えるほどだった。2010年（平成22年）に農学部が3学科から1学科6コース制に再編され、研究室名も生産機械学分野と改称したが、やっていることに変わりはない。

安全農産物生産学コース	安全農産物生産学コース	作物学分野
		畜産学分野
		果樹園芸学分野
		野菜園芸学分野
		観賞植物学分野
		植物病理学分野
		栽培土壤学分野
食農環境マネジメント学コース	食農環境マネジメント学コース	生産機械学分野
		食農環境経済学分野
		食農環境社会学分野
		食農環境経営学分野
		食農環境会計学分野
食品・応用生命科学コース	食品・応用生命科学コース	食農環境地理学分野
		食品栄養化学分野
		動物機能調節学分野
		応用微生物学分野
		食品創製科学分野
		分子細胞生化学分野
		発酵制御学分野
		バイオマス資源学分野
		植物遺伝育種学分野
		生物有機化学分野
植物機能開発学コース	植物機能開発学コース	植物栄養学・土壤学分野
		植物遺伝資源学分野
		農作物生理化学分野
		微生物資源利用学分野
		地域生態学分野
		流域保全学分野
		森林資源利用学分野
森林科学コース	森林科学コース	森林資源政策学分野
		森林保全管理学分野
		森林影響学分野
		森林資源計画学分野
		森林文化論分野
水土環境科学コース	水土環境科学コース	農村環境学分野
		農地環境学分野
		水環境学分野

学生数の変動

表に示したように、この間の10年で指導学生数は5人から15名と3倍に増えた。構成も博士課程3名、修士1名、4年生7名、3年生4名と、3年生から博士課程2年までほぼ全学年に在籍している。外国からの留学生も累計で5名在籍し、日本人学生にとって良い刺激になっている。

	博士	修士	学部		研究生	計
西暦			4年生	3年生		
2003	0	0	3	2	0	5
2004	0	0	2	5	0	7
2005	0	1	5	2	0	8
2006	0	1	2	6	0	9
2007	0	1	6	1	0	8
2008	0	2	1	3	1	7
2009	0	3	3	6	1	13
2010	0	3	6	5	1	15
2011	0	4	5	3	0	12
2012	2	4	3	7	1	17
2013	3	1	7	4	0	15

主な研究テーマと研究業績

研究テーマはサクランボの機械収穫、近赤外分光法によるエダマメ、イチゴ、カキなどの農産物、ヤギ生乳などの畜産物の分析、近赤外分光法によるコンクリート劣化の推定、微弱発光分光による農産物の品質測定、エダマメ選別機を用いた調製作業の効率化、長ネギの低コスト作業技術、バイオエタノール製造に用いる稻わらの効率的収集運搬作業などである。主な研究業績を以下に示した。

1. 夏賀元康、仲村彰敏、河野澄夫, 2003. 近赤外分光法による玄米の高速選別に関する研究（第3報）-玄米一粒成分自動選別機の改良と測定精度の検証-,農業機械学会誌,65 (3) ,107-113.
2. 夏賀元康・仲村彰敏・川村周三・伊藤和彦, 2003. 近赤外分光法による高水分小麦の品質測定（第2報）-高水分小麦の容積重、デンプン粘度（フォーリングナンバー）の測定-,農業機械学会誌,65 (5) ,100-107.
3. Kawamura, S., Natsuga, M., Takekura, K., Itoh, K., 2003. Development of an automatic rice-quality inspection system jointly worked, Computers and Electronics in Agriculture,40,115-126.
4. M-Natsuga, S-Kawamura, 2006. VISIBLE AND NEAR-INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY FOR DETERMINING PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF RICE,Transactions of the ASABE,49 (4) ,1069-1076.
5. Hanayama S, Natsuga M, Annaka T, Kasubuchi T (2006) Effect of vegetation on the convection of ponded water in a paddy field,Soil Science and Plant Nutrition,52,579-583.

6. Shuso Kawamura, Masataka Kawasaki, Hiroki Nakatsuji, Motoyasu Natsuga, 2007. Near-infrared spectroscopic sensing system for online monitoring of milk quality during milking, *Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety*, 1 (1), 37-43.
7. Natsuga, M., Fukushima, S., and Akase, A., 2007. Determination of moisture and protein content of single kernel brown rice using near-near-infrared spectroscopy, *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of 12th International Conference*, 65-68.
8. Motoyasu Natsuga, Yoshie Sue, Takeshi Ikeda, Hiroaki Egashira, Tsuneya Akazawa and Nobuo Ura, 2007. Development and evaluation of dedicated bench-type near infrared spectrometers to estimate the flavour of green soybeans from single pod measurements, *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 15, 327-332.
9. Motoyasu Natsuga, Hiroaki Egashira, Yoshie Sue, Takeshi Ikeda and Mutsuo Ooba, 2008. Determination of Constituents Content of Peanuts Using Near-Infrared Transmission Spectroscopy and Their Relationship with Taste Test Parameters, *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 16, 365-369.
10. Masataka Kawasaki · Shuso Kawamura · Maki Tsukahara · Shigeru Morita · Michio Komiya · Motoyasu Natsuga, 2008. Near-infrared spectroscopic sensing system for online milk quality assessment in a milking robot, *Computers and Electronics in Agriculture*, 63 (1), 22-27.
11. 川崎正隆, 川村周三, 中辻浩喜, 夏賀元康, 2009. 近赤外分光法による搾乳時乳質の連続測定(第1報) - 乳質測定装置の精度および生乳の温度変動が精度に与える影響-, 農業機械学会誌, 71 (2), 39-45.
12. 西沢隆, 森 佑子, 福島慎也, 夏賀元康, 丸山康広, 2009. 近赤外分光法によるイチゴ果実の組成別糖濃度の非破壊測定, 日本食品科学工学会誌, 56 (4), 229-235.
13. 川崎正隆, 川村周三, 中辻浩喜, 夏賀元康, 2009. 近赤外分光法による搾乳時乳質の連続測定(第2報) - 搾乳時の乳質の測定精度-, 農業機械学会誌, 71 (3), 63-69.
14. 須江芳恵・夏賀元康・江頭宏昌・池田剛士・千田智哉・堀之内名那子・赤澤經也, 2009. 近赤外分光法によるエダマメの品質測定(第1報) -剥きマメによる食味関連成分の測定-, 農業機械学会誌, 71 (6), 98-105.
15. 片平光彦, 上田賢悦, 進藤勇人, 阿部浩, 小林由喜也, 2010. 種芋移植機を用いたツクネイモ定植作業の省力化技術(第1報), 農業機械学会誌, 72(2), 169-176.
16. 片平光彦, 進藤勇人, 上田賢悦, 鈴木基, 小林由喜也, 2010. 種芋移植機を用いたツクネイモの施肥同時定植技術(第1報), 農機東北支報, 57, 25-28.
17. S.TSUSHIMA, H.MURAKAMI, T.AKIMOTO, M.KATAHIRA, Y.KUROYANAGI and Y.SHISHIDO. 2010, A Practical Estimating Method of the Dose-Response Curve between Inoculum Density of *Plasmodiophora brassicae* and the Disease Severity for Long-term IPM Strategies. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 44(4), 383-390.
18. 江頭宏昌・夏賀元康・須江芳恵・池田剛士・千田智哉・堀之内名那子・赤澤經也, 2011. 近赤外分光法によるエダマメの品質測定(第2報)-莢付きエダマメの食味関連成分の測定-, 農業機械学会誌, 73 (1), 51-56.
19. 片平光彦, 張樹槐, 大泉隆弘, 後藤恒義, 鶴沼秀樹, 田村晃, 後藤克典, 2011. 画像処理によるエダマメの選別方法に関する研究(第2報), 農業機械学会誌, 73(2), 127-134
20. M. KATAHIRA, H. SHINDO, M. SAITO, R. KATO, S. YAMAYA, M. NATSUGA. 2011, An investigation into the optimization of rice straw collection system for bioethanol fuel production. *Tohoku Branch Report of the Japanese Society of Agricultural Machinery*, 58, 17-20.
21. Maki Maebashi, Motoyasu Natsuga, Hiroaki Egashira, Nobuo Ura and Mitsuhiro Katahira, 2012. Estimation of the Flavor of Green Soybean during Storage from Single Pod Measurements Using Dedicated Near-Infrared Transmission Spectrometer, *Journal of Biosystem Engineering*, 37 (6), 398-403.
22. 片平光彦, 進藤勇人, 上田賢悦, 鈴木基, 小林由喜也, 2012. 種芋移植機を用いたツクネイモ定植作業の省力化技術(第2報), 農業機械学会誌, 74(3), 220-225.
23. 夏賀元康, 渡部美里, 川端匠, 片平光彦, 2013. 携帯型分析計による米の品質測定のための基礎研究-近赤外分光法による米のタンパク質と水分の測定- (印刷中), 農業機械学会誌, 75 (6).
24. 片平光彦, 伊藤 晶, 2013. カナカブの焼畑栽培における省力作業技術, 農作業研究, 48(4), 掲載待ち

東北支部表彰者一覧（平成 16 年度～平成 25 年度）

記載内容

- ・功績賞、奨励賞、学術賞
- ・優秀発表賞、学生会員奨励賞など

年次	支部賞	受賞者		
平成 16 年	功績賞	太田義信 (岩手大学)		
	奨励賞	該当なし		
	学術賞	該当なし		
平成 17 年	功績賞	西山喜雄 (岩手大学)		
	奨励賞	該当なし		
	学術賞	該当なし		
平成 18 年	功績賞	鳥巣諒 (岩手大学)		
	奨励賞	該当なし		
	学術賞	該当なし		
平成 19 年	功績賞	赤瀬章 (山形大学)		
	奨励賞	該当なし		
	学術賞	該当なし		
平成 20 年	功績賞	該当なし		
	奨励賞	該当なし		
	学術賞	片平光彦 (秋田農試)		
平成 21 年	功績賞	鶴田正明 (岩手農研)		
	奨励賞	該当なし		
	学術賞	該当なし		
平成 21 年	ベストオーラル賞	張樹槐 (弘前大学)		
	ベストポスター賞	中坪あゆみ (北里大学)		
	学生会員奨励賞	鈴木由美子 (北海道大学)		
平成 22 年	功績賞	今克秀 (青森農試)		
	奨励賞	該当なし		
	学術賞	武田純一 (岩手大学)	齋藤雅憲 (秋田農試)	鳥巣諒 (岩手大学)
	優秀発表賞	鈴木由美子 (北里大学)		
	学生会員奨励賞	中坪あゆみ (北里大学)		

平成 23 年	功績賞	芳賀泰典 (山形県)			
	奨励賞	進藤勇人 (秋田農試)			
	学術賞	該当なし			
	優秀発表賞	後藤克典 (山形農試)			
	学生会員奨励賞	村田大地 (岩手大学)			
平成 24 年	功績賞	小林由喜也 (秋田県大)	高橋照夫 (弘前大学)	福地博 (弘前大学)	廣間達夫 (佐賀大)
	奨励賞	後藤克典 (山形農試)			
	学術賞	野沢智裕 (青森農研)			
	優秀発表賞	大谷隆二 (東北農研)			
	学生会員奨励賞	村田大地 (岩手大学)			
平成 25 年	功績賞	該当なし			
	奨励賞	松尾健太郎 (東北農研)			
	学術賞	折笠貴寛 (岩手大学)			
	優秀発表賞	野沢智裕 (青森農研)			
	学生会員奨励賞	鈴木ミチル (山形大学)			

(文責：片平光彦)

東北支部役員一覧（平成 16 年度～平成 25 年度）

農業機械学会東北支部役員任期(平成 15 年 4 月 1 日～平成 17 年 3 月 31 日)

支部長	鳥巣諒(岩手大学)	幹事	太田義信(岩手大学)
常任幹事	荒川市郎(福島農試)	〃	西山喜雄(岩手大)
〃	小林由喜也(秋田県短大)	〃	武田純一(岩手大学)
〃	高橋照夫(弘前大学)	〃	鶴田正明(岩手県立農大)
〃	大谷隆二(東北農研センター)	〃	小林由喜也(秋田県短大)
〃	赤瀬章(山形大学)	〃	鎌田易尾(秋田農試)
〃	富樫千之(宮城大学)	〃	富樫千之(宮城大学)
幹事	高橋照夫(弘前大学)	〃	夏賀元康(山形大学)
〃	田中勝千(北里大学)	〃	荒川市郎(福島農試)
〃	鳥巣諒(岩手大学)	事務局長	武田純一(岩手大学)
〃	大谷隆二(東北農研センター)	監査	棟方晃三(秋田県短大)
〃	広間達夫(岩手大学)	〃	屋代幹雄(東北農研センター)

農業機械学会東北支部役員任期(平成 17 年 4 月 1 日～平成 19 年 3 月 31 日)

支部長	赤瀬章(山形大学)	幹事	広間達夫(岩手大学)
常任幹事	荒川市郎(福島農試)	〃	屋代幹雄(東北農研センター)
〃	小林由喜也(秋田県短大)	〃	鶴田正明(岩手県立農大)
〃	高橋照夫(弘前大学)	〃	武田純一(岩手大学)
〃	武田純一(岩手大学)	〃	小林由喜也(秋田県短大)
〃	田中勝千(北里大学)	〃	富樫千之(宮城大学)
〃	富樫千之(宮城大学)	〃	夏賀元康(山形大学)
幹事	今克秀(青森農試)	〃	荒川市郎(福島農試)
〃	高橋照夫(弘前大学)	事務局長	夏賀元康(山形大学)
〃	田中勝千(北里大学)	監査	鎌田易尾(秋田農試)
〃	大谷隆二(東北農研センター)	〃	天羽弘一(東北農研センター)

農業機械学会東北支部役員任期(平成 19 年 4 月 1 日～平成 21 年 3 月 31 日)

支部長	小林由喜也(秋田県大)	幹事	大谷隆二(東北農研センター)
常任幹事	荒川市郎(福島農総センター)	〃	片平光彦(秋田農試)
〃	大谷隆二(東北農研センター)	〃	嶋田浩(秋田県大)
〃	高橋照夫(弘前大学)	〃	富樫千之(宮城大学)
〃	武田純一(岩手大学)	〃	松森一浩(宮城大学)
〃	富樫千之(宮城大学)	〃	夏賀元康(山形大学)
〃	夏賀元康(山形大学)	〃	花輪知明(山本製作所)
幹事	高橋照夫(弘前大学)	〃	荒川市郎(福島農総センター)
幹事	田中勝千(北里大学)	幹事	藤澤弥栄(福島農総センター)
〃	広間達夫(岩手大学)	事務局長	嶋田浩(秋田県大)
〃	武田純一(岩手大学)	監査	屋代幹雄(東北農研センター)
〃	屋代幹雄(東北農研センター)	〃	大里達朗(岩手農研センター)

農業機械学会東北支部役員任期(平成 21 年 4 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日)

支部長	高橋照夫(弘前大学)	幹事	小林由喜也(秋田県大)
常任幹事	荒川市郎(福島農総センター)	〃	嶋田浩(秋田県大)
〃	大谷隆二(東北農研センター)	〃	富樫千之(宮城大学)
〃	片平光彦(山形大学)	〃	松森一浩(宮城大学)
〃	武田純一(岩手大学)	〃	夏賀元康(山形大学)
〃	富樫千之(宮城大学)	〃	片平光彦(山形大学)
〃	夏賀元康(山形大学)	〃	花輪知明(山本製作所)
幹事	張樹槐(弘前大学)	〃	荒川市郎(福島農総センター)
〃	田中勝千(北里大学)	〃	青田聰(福島農総センター)
〃	武田純一(岩手大学)	事務局長	張樹槐(弘前大学)
〃	大谷隆二(東北農研センター)	監査	天羽弘一(東北農研センター)
〃	渋谷幸憲(東北農研センター)	〃	野沢智裕(青森農総研)
〃	伊藤勝浩(岩手農研センター)		

農業機械学会東北支部役員任期(平成 23 年 4 月 1 日～平成 25 年 3 月 31 日)

支部長	夏賀元康(山形大学)	幹事	嶋田浩(秋田県大)
常任幹事	荒川市郎(福島農総センター)	〃	進藤勇人(秋田県試)
〃	大谷隆二(東北農研センター)	〃	富樫千之(宮城大学)
〃	片平光彦(山形大学)	〃	松森一浩(宮城大学)
〃	武田純一(岩手大学)	〃	夏賀元康(山形大学)
〃	富樫千之(宮城大学)	〃	片平光彦(山形大学)
〃	田中勝千(北里大学)	〃	松田和一郎(山本製作所)
幹事	高橋照夫(弘前大学)	〃	荒川市郎(福島農総センター)
〃	田中勝千(北里大学)	〃	青田聰(福島農総センター)
〃	張樹槐(弘前大学)	事務局長	片平光彦(山形大学)
〃	武田純一(岩手大学)	監査	嶋田浩(秋田県大)
〃	大谷隆二(東北農研センター)	〃	張樹槐(弘前大学)
〃	天羽弘一(東北農研センター)		

農業機械学会東北支部役員任期(平成 25 年 4 月 1 日～平成 27 年 3 月 31 日)

(平成 25 年 8 月より農業食料工学会東北支部へ名称変更)

支部長	夏賀元康(山形大学)	幹事	嶋田浩(秋田県大)
常任幹事	田中勝千(北里大学)	幹事	進藤勇人(秋田県試)
〃	大谷隆二(東北農研センター)	〃	富樫千之(宮城大学)
〃	片平光彦(山形大学)	〃	星信幸(古川農試)
〃	武田純一(岩手大学)	〃	夏賀元康(山形大学)
〃	富樫千之(宮城大学)	〃	片平光彦(山形大学)
〃	張樹槐(弘前大学)	〃	松田和一郎(山本製作所)
幹事	野沢智裕(青森農総研)	〃	荒川市郎(福島農総センター)
〃	田中勝千(北里大学)	〃	青田聰(福島農総センター)
〃	張樹槐(弘前大学)	事務局長	片平光彦(山形大学)
〃	武田純一(岩手大学)	監査	荒川市郎(福島農総センター)
〃	大谷隆二(東北農研センター)	〃	小出章二(岩手大学)
〃	小出章二(岩手大学)		

(文責: 片平光彦)

東北支部規約の改定歴（昭和32年3月制定以降）

農業機械学会東北支部規約（昭和32年3月制定：原文は支部報No31で発見の記事あり。）

- 第一条 この支部を農業機械学会東北支部という。
- 第二条 支部の事務所を盛岡市下厨川字赤平四東北農業試験場農業経営部内におく。
- 第三条 この支部は東北6県に在住又は在職する農業機械学会員で組織する。
- 第四条 支部に支部長一名、常任幹事若干名、幹事若干名、会計監査二名をおく。役員は支部員の互選によって定める。
- 第五条 役員の任期は二ヶ年とする。但し兼任してもよい。
- 第六条 支部は次の事業を行う。
 - (一)講演会、研究討論会を聞く。
 - (二)見学会を催す。
 - (三)支部報を配布する。
 - (四)その他必要な事業。

- 第七条 支部の経費は支部費（年200円、学生会員は年100円）寄附金及び農業機械学会よりの補助金をもってこれにあたる。
- 第八条 支部の会計年度は農業機械学会の会計年度と同じ。
- 第九条 この規約を変更するには、総会の同意を得てから農業機械学会理事会の承認を得なければならない。

注1：規約改正に関して以下の記録あり（支部報5号）。

第4条 「会計監査2名」→「3名」に変更する。

第7条 支部会費の項の「正会員年200円」を「正会員および准会員200円」にする。

注2：支部報8号に規約改正に関する以下の記録あり。

支部の会計は、支部規約第8条により、4月に始まり、翌年3月に終わることになっていたが、これでは通常8月に開かれる総会に決算報告を行うことができず、例年中間報告で間に合わせなければならなかつたので、昭和36年以降は、1月に始まって12月に終わることに改正された。ただし、36年度に限り、4月に始まって12月に終わる。

農業機械学会東北支部規約（昭和51年4月改正）

（昭和32年03月制定）（昭和51年04月改正）

- 第1条 この支部は農業機械学会に属し、農業機械学会東北支部という。
- 第2条 この支部の事務局を、盛岡市下厨川赤平4東北農業試験場農業技術部内におく。
- 第3条 この支部は東北6県在住又は在職する正会員（農業機械学会会員）及び賛助会員で組織する。ただし、賛助会員は支部規約に賛同する団体及び個人で幹事会の承認を得たものとする。
- 第4条 この支部は農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行なう。
 - 1) 講演会・研究会の開催
 - 2) 支部報の発行
 - 3) その他必要な事業
- 第5条 この支部は毎年1回以上総会を開き、予算、決算、規約の変更、その他重要な事項を決議する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。
- 第6条 この支部は支部長1名、事務局長1名、常任幹事若干名、幹事若干名、監査若干名をおく。役員任期は3年とする。
- 第7条 この支部の運営に要する経費は、農業機械学会からの補助金、賛助会員、及び寄附金による。会計年度は4月初日より3月末日とする。
- 第8条 この支部の賛助会費は、年額特別団体10,000円、一般団体5,000円、個人500円とする。
- 第9条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。
- 第10条 この規約は、昭和51年4月5日から発効する。

農業機械学会東北支部規約（昭和55年7月改正）

（昭和32年03月制定）（昭和51年04月改正）

（昭和55年07月改正）

- 第1条 この支部は農業機械学会に属し、農業機械学会東北支部という。

- 第2条 この支部の事務局を、盛岡市下厨川赤平4 東北農業試験場農業技術部内におく。
- 第3条 この支部は東北六県に在住又は在職する正会員(農業機械学会会員)及び賛助会員で組織する。ただし、賛助会員は支部規約に賛同する団体及び個人で幹事会の承認を得たものとする。
- 第4条 この支部は農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行なう
- 1)講演会・研究会の開催
 - 2)支部報の発行
 - 3)その他必要な事業
- 第5条 この支部は毎年1回以上総会を開き、予算、決算、規約の変更、その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。
- 第6条 この支部には支部長1名、事務局長1名、常任幹事若干名、幹事若干名、監査若干名をおく。役員任期は3年とする。
- 第7条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業機械学会からの補助金、及び寄附金による。会計年度は4月初日より3月末日とする。
- 第8条 支部会費は年額次のとおりとする。
- 1)個人会員 1,000円
 - 2)団体賛助会員一般団体賛助会員 5,000円,
特別団体賛助会員 10,000円
- 第9条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。
- 第10条 この規約は、昭和55年4月1日から発効する。

農業機械学会東北支部規約（昭和59年4月改正：第10条の削除）

注：昭和57年No29号に下線部変更の記事あり。ただし改訂歴の記録はない。

(昭和32年03月制定) (昭和51年04月改正)

(昭和55年07月改正) (昭和59年04月改正)

- 第1条 この支部は農業機械学会に属し、農業機械学会東北支部という。
- 第2条 この支部の事務局を、盛岡市下厨川赤平4 東北農業試験場農業技術部内におく。
- 第3条 この支部は東北六県に在住又は在職する正会員(農業機械学会会員)及び賛助会員で組織する。ただし、賛助会員は支部規約に賛同する団体及び個人で幹事会の承認を得たものとする
- 第4条 この支部は農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行なう。
- 1)講演会・研究会の開催
 - 2)支部報の発行
 - 3)その他必要な事業
- 第5条 この支部は毎年1回以上総会を開き、予算・決算・規約の変更・その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。
- 第6条 この支部には支部長1名、事務局長1名、常任幹事若干名、幹事若干名、監査若干名をおく。役員任期は3年とする。ただし、支部長は2期までしか連続して重任できないものとする。
- 第7条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業機械学会からの補助金、及び寄附金による。会計年度は4月初日より3月末日とする。
- 第8条 支部会費は年額次のとおりとする。
- 1)個人会員 1,000円
 - 2)団体賛助会員一般団体賛助会員 5,000円
特別団体賛助会員 10,000円
- 第9条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。

附則 この規約は農業機械学会理事会の承認のあった日(昭和年月日)から実施する。

農業機械学会東北支部規約（昭和 63 年 11 月改正）

(昭和 32 年 03 月制定) (昭和 51 年 04 月改正)
(昭和 55 年 07 月改正) (昭和 59 年 04 月改正)
(昭和 63 年 11 月改正)

- 第 1 条 この支部は農業機械学会に属し農業機械学会東北支部という。
- 第 2 条 この支部の事務局を、盛岡市厨川赤平 4 東北農業試験場内におく。
- 第 3 条 この支部は東北六県に在住又は在職する正会員（農業機械学会会員）及び賛助会員で組織する。ただし、賛助会員は支部規約に賛同する団体及び個人で幹事会の承認を得たものとする。
- 第 4 条 この支部は農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行う。
- 1) 講演会・研究会の開催
 - 2) 支部報の発行
 - 3) その他必要な事業
- 第 5 条 この支部は毎年 1 回以上総会を開き、予算・決算規約の変更その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。
- 第 6 条 この支部には支部長 1 名、事務局長 1 名、常任幹事若干名、幹事若干名、監査若干名をおく。役員任期は 3 年とする。ただし、支部長は 2 期までしか連続して重任できないものとする。
- 第 7 条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業機械学会からの補助金、及び寄付金による。会計年度は 4 月初日より 3 月末日とする。
- 第 8 条 支部会費は年額次のとおりとする
- 1) 個人会員 1, 000 円
 - 2) 団体賛助会員一般団体賛助会員 5, 000 円
特別団体賛助会員 10, 000 円
- 第 9 条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。

附則 この規約は農業機械学会理事会の承認のあった日（昭和年月日）から実施する。

農業機械学会東北支部規約（平成元年 12 月改正）

(昭和 32 年 03 月制定) (昭和 51 年 04 月改正)
(昭和 55 年 07 月改正) (昭和 59 年 04 月改正)
(昭和 63 年 11 月改正) (平成 元年 12 月改正)

- 第 1 条 この支部は農業機械学会に属し農業機械学会東北支部という。
- 第 2 条 この支部の事務局を、盛岡市厨川赤平 4 東北農業試験場内におく。
- 第 3 条 この支部は東北六県に在住又は在職する正会員（農業機械学会会員）及び賛助会員で組織する。ただし、賛助会員は支部規約に賛同する団体及び個人で幹事会の承認を得たものとする。
- 第 4 条 この支部は農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行う。
- 1) 講演会・研究会の開催
 - 2) 支部報の発行
 - 3) その他必要な事業
- 第 5 条 この支部は毎年 1 回以上総会を開き、予算・決算規約の変更その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。
- 第 6 条 この支部には支部長 1 名、事務局長 1 名、常任幹事 6 名、幹事若干名、監査 2 名をおく。役員任期は 3 年とする。ただし、支部長は 2 期までしか連続して重任できないものとする。
- 第 7 条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業機械学会からの補助金、及び寄付金による。会計年度は 4 月初日より 3 月末日とする。
- 第 8 条 支部会費は年額次のとおりとする
- 1) 個人会員 1, 000 円
 - 2) 団体賛助会員 一般団体賛助会員 一口 5, 000 円
特別団体賛助会員 一口 10, 000 円

第9条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。

附則 この規約は、農業機械学会理事会の承認のあった日(平成元年12月9日)から実施する。

農業機械学会東北支部規約（平成5年12月改正）

(昭和32年03月制定) (昭和51年04月改正)

(昭和55年07月改正) (昭和59年04月改正)

(昭和63年11月改正) (平成元年12月改正)

(平成05年12月改正)

第1条 この支部は農業機械学会に属し、農業機械学会東北支部という。

第2条 この支部の事務局を、盛岡市厨川赤平4東北農業試験場内におく。

第3条 この支部は東北六県に在住又は在職する正会員(農業機械学会会員)及び賛助会員で組織する。ただし、賛助会員は支部規約に賛同する団体及び個人で幹事会の承認を得たものとする。

第4条 この支部は農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行う。

1)講演会・研究会の開催

2)支部報の発行

3)その他必要な事業

第5条 この支部は毎年1回以上総会を開き、予算・決算・規約の変更その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。

第6条 この支部には支部長1名、事務局長1名、常任幹事6名、幹事若干名、監査2名をおく。役員任期は3年とする。ただし、支部長は2期までしか連続して重任できないものとする。

第7条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業機械学会からの補助金、及び寄付金による。会計年度は4月初日より3月末日とする。

第8条 支部会費は年額つぎのとおりとする。

1)個人会員 正会員2,000円

学生会員1,000円

2)団体賛助会員 一般団体賛助会員一口5,000円

特別団体賛助会員一口10,000円

第9条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。

農業機械学会東北支部規約（平成8年7月改正）

(昭和32年03月制定) (昭和51年04月改正)

(昭和55年07月改正) (昭和59年04月改正)

(昭和63年11月改正) (平成元年12月改正)

(平成05年12月改正) (平成08年07月改正)

第1条 この支部は農業機械学会に属し、農業機械学会東北支部という。

第2条 この支部の事務局は、原則として支部長の所属する機関内におく。

第3条 この支部は東北六県に在住又は在職する正会員(農業機械学会会員)及び賛助会員で組織する。ただし賛助会員は支部規約に賛同する団体及び個人で幹事会の承認を得たものとする。

第4条 この支部は、農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし次の事業を行う。

1)講演会・研究会の開催

2)支部報の発行

3)その他必要な事業

第5条 この支部は毎年1回以上総会を開き、予算・決算・規約の変更その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。

第6条 この支部には支部長1名、事務局長1名、常任幹事6名、幹事若干名、監査2名をおく。役員任期は3年とする。ただし、支部長は2期までしか連続して重任できないものとする。

第7条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業機械学会からの補助金、及び寄付金による。会計年度は4月初日より3月末日とする。

第8条 支部会費は年額つぎのとおりとする。

1) 個人会員 正会員 2,000円

学生会員 1,000円

2) 団体賛助会員 一般団体費助会員一口 5,000円

特別団体費助会員一口 10,000円

第9条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。

農業機械学会東北支部規約（平成12年8月改正）

(昭和32年03月制定) (昭和51年04月改正)

(昭和55年07月改正) (昭和59年04月改正)

(昭和63年11月改正) (平成元年12月改正)

(平成05年12月改正) (平成08年07月改正)

(平成12年08月改正)

第1条 この支部は農業機械学会に属し、農業機械学会東北支部という。

第2条 この支部の事務局は、原則として支部長の所属する機関内におく。

第3条 この支部は普通会員、学生会員及び賛助会員で構成される。普通会員は正会員(東北六県に在住又は在職する農業機械学会会員)と支部会員(この支部に入会を希望し、常任幹事会で認められたもの)とからなり、賛助会員は特別団体賛助会員と一般団体賛助会員とからなる。

第4条 この支部は農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行う。

1) 講演会・研究会の開催

2) 支部報の発行

3) その他必要な事業

第5条 この支部は毎年1回以上総会を開き、予算・決算・規約の変更その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。

第6条 この支部には支部長1名、事務局長1名、常任幹事6名、幹事若干名、監査2名をおく。役員の任期は2年とする。ただし、支部長の任期は1期とし、連続して重任できないものとする。

第7条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業機械学会からの補助金、及び寄付金による。会計年度は4月初日より3月末日までとする。

第8条 支部会費は年額つぎのとおりとする。

1) 普通会員 2,000円

学生会員 1,000円

2) 賛助会員一般団体賛助会員 一口 5,000円

特別団体賛助会員一口 10,000円

第9条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。

農業機械学会東北支部規約（平成13年9月改正）

(昭和32年03月制定) (昭和51年04月改正)

(昭和55年07月改正) (昭和59年04月改正)

(昭和63年11月改正) (平成元年12月改正)

(平成05年12月改正) (平成08年07月改正)

(平成12年08月改正) (平成13年09月改正)

第1条 この支部は農業機械学会に属し、農業機械学会東北支部という。

第2条 この支部の事務局は、原則として支部長の所属する機関内におく。

第3条 この支部は普通会員、学生会員及び賛助会員で構成される。普通会員は正会員(東北六県に在住又は在職する農業機械学会会員)と支部会員(この支部に入会を希望し、常任幹事会で認められたもの)とからなり、賛助会員は特別団体賛助会員と一般団体賛助会員とからなる。

第4条 この支部は農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行う。

1) 講演会・研究会の開催

- 2) 支部報の発行
 3) その他必要な事業
- 第5条 この支部は毎年1回以上総会を開き、予算・決算・規約の変更その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。
- 第6条 この支部には支部長1名、事務局長1名、常任幹事6名、幹事若干名、会計監査2名をおく。役員の任期は2年とする。ただし、支部長は兼任（連続就任）できないものとする。
- 第7条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業機械学会からの補助金、及び寄付金による。会計年度は4月初日より3月末日までとする。
- 第8条 支部会費は年額次のとおりとする。
- 1) 普通会員 2,000円
 学生会員 1,000円
 - 2) 賛助会員
 一般団体賛助会員 一口 5,000円
 特別団体賛助会員 一口 10,000円
- 第9条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。

農業機械学会東北支部規約（平成22年8月改正）

(昭和32年03月制定) (昭和51年04月改正)
 (昭和55年07月改正) (昭和59年04月改正)
 (昭和63年11月改正) (平成元年12月改正)
 (平成05年12月改正) (平成08年07月改正)
 (平成12年08月改正) (平成13年09月改正)
 (平成22年08月改正)

- 第1条 この支部は農業機械学会に属し、農業機械学会東北支部という。
- 第2条 この支部の事務局は、原則として支部長の所属する機関内におく。ただし、この支部の会計は、会計担当幹事の所属する機関内におく。
- 第3条 この支部は普通会員、学生会員及び賛助会員で構成される。普通会員は正会員（東北六県に在住又は在職する農業機械学会会員）と支部会員（この支部に入会を希望し、常任幹事会で認められたもの）とからなり、賛助会員は特別団体賛助会員と一般団体賛助会員とからなる。
- 第4条 この支部は農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行う。
- 1) 講演会・研究会の開催
 - 2) 支部報の発行
 - 3) その他必要な事業
- 第5条 この支部は毎年1回以上総会を開き、予算・決算・規約の変更その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。
- 第6条 この支部には支部長1名、事務局長1名、常任幹事6名、幹事若干名、監査2名をおく。役員の任期は2年とする。ただし、支部長は兼任（連続就任）できないものとする。
- 第7条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業機械学会からの補助金、及び寄付金による。会計年度は4月初日より3月末日までとする。
- 第8条 支部会費は年額次のとおりとする。
- 1) 普通会員 2,000円
 学生会員 1,000円
 - 2) 賛助会員
 一般団体賛助会員 一口 5,000円
 特別団体賛助会員 一口 10,000円
- 第9条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。

農業機械学会東北支部規約（平成23年08月改正）

(昭和32年03月制定) (昭和51年04月改正)
 (昭和55年07月改正) (昭和59年04月改正)
 (昭和63年11月改正) (平成元年12月改正)
 (平成05年12月改正) (平成08年07月改正)
 (平成12年08月改正) (平成13年09月改正)
 (平成22年08月改正) (平成23年08月改正)

- 第1条 この支部は農業機械学会に属し、農業機械学会東北支部という。
- 第2条 この支部の事務局は、原則として支部長の所属する機関内におく。ただし、この支部の会計は、会計担当幹事の所属する機関内におく。
- 第3条 この支部は普通会員、学生会員及び賛助会員で構成される。普通会員は正会員（東北六県に在住又は在職する農業

- 機械学会会員)と支部会員(この支部に入会を希望し、常任幹事会で認められたもの)とからなり、賛助会員は特別団体賛助会員と一般団体賛助会員とからなる。
- 第4条 この支部は農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行う。
- 1) 講演会・研究会の開催
 - 2) 支部報の発行
 - 3) その他必要な事業
- 第5条 この支部は毎年1回以上総会を開き、予算・決算・規約の変更その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。
- 第6条 この支部には支部長1名、事務局長1名、常任幹事6名、幹事若干名、監査2名をおく。役員の任期は2年とする。ただし、支部長の重任(連続就任)は2期までできるものとする。
- 第7条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業機械学会からの補助金、及び寄付金による。会計年度は4月初日より3月末日までとする。
- 第8条 支部会費は年額次のとおりとする。
- | | |
|----------|------------|
| 1) 普通会員 | 2,000円 |
| 学生会員 | 1,000円 |
| 2) 賛助会員 | |
| 一般団体賛助会員 | 一口 5,000円 |
| 特別団体賛助会員 | 一口 10,000円 |
- 第9条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。

農業食料工学会東北支部規約(平成25年08月改正)

(昭和32年03月制定) (昭和51年04月改正)
 (昭和55年07月改正) (昭和59年04月改正)
 (昭和63年11月改正) (平成元年12月改正)
 (平成05年12月改正) (平成08年07月改正)
 (平成12年08月改正) (平成13年09月改正)
 (平成22年08月改正) (平成23年08月改正)
 (平成25年08月改正)

- 第1条 この支部は農業食料工学会に属し、農業食料工学会東北支部という。
- 第2条 この支部の事務局は、原則として支部長の所属する機関内におく。ただし、この支部の会計は、会計担当幹事の所属する機関内におく。
- 第3条 この支部は普通会員、学生会員及び賛助会員で構成される。普通会員は正会員(東北六県に在住又は在職する農業食料工学会会員)と支部会員(この支部に入会を希望し、常任幹事会で認められたもの)とからなり、学生会員は原則として東北六県の大学に在籍している学生とする。賛助会員は特別団体賛助会員と一般団体賛助会員とからなる。
- 第4条 この支部は農業食料工学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械、農業機械化、農業施設及び食料・生物資源の工学的処理等、農業食料工学に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行う。
- 1) 講演会・研究会の開催
 - 2) 支部報の発行
 - 3) その他必要な事業
- 第5条 この支部は毎年1回以上総会を開き、予算・決算・規約の変更その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。
- 第6条 この支部には支部長1名、事務局長1名、常任幹事6名、幹事若干名、監査2名をおく。役員の任期は2年とする。ただし、支部長の重任(連続就任)は2期までできるものとする。
- 第7条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業食料工学会からの補助金、及び寄付金による。会計年度は4月初日より3月末日までとする。
- 第8条 支部会費は年額次のとおりとする。
- | | |
|----------|------------|
| 1) 普通会員 | 2,000円 |
| 学生会員 | 1,000円 |
| 2) 賛助会員 | |
| 一般団体賛助会員 | 一口 5,000円 |
| 特別団体賛助会員 | 一口 10,000円 |
- 第9条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業食料工学会理事会の承認を得なければならない。

附則 この規定は平成25年9月1日から実施する。

農業機械学会東北支部報

No. 51 (2004) ~No. 60 (2013)

総目次

総目次の編集は、次によって行った。

- 1) 発行順、記載順とし、内容による分類配置は行わない。
- 2) 著者の所属は記載しない。
- 3) サブタイトルは省略した。

No. 51 (2004 年 12 月 : 87 ページ)

卷頭言

東北支部のさらなる発展をめざして ····· 次期支部長 赤瀬 章 ··· 1

研究報告

・ 粽がら成型マットと粽がらくん炭を使用した水稻プール育苗苗の軽量化技術 ·····	野沢智裕・木村利行 ··· 3
・ 酸素発生剤粉衣量が湛水直播の播種精度に及ぼす影響 ·····	若松一幸 ··· 7
・ フィールドサーバーを利用したほ場環境のモニタリング ·····	荒川市郎・棚橋 紗・佐野龍一 ··· 11
・ 機械の汎用利用による稻発酵粗飼料の低コスト生産技術の開発	
··· 大谷隆二・天羽弘一・西脇健太郎・河本英憲・押部明徳・渡邊寛明・荻原 均・中山有二 ··· 15	
・ 岩手県南部水田地帯における立毛間播種機利用によるダイズ・コムギ栽培の播種および雑草管理技術	
··· 藤井智克・八重樫耕一・大里達朗・高橋 修・鶴田正明 ··· 19	
・ 中耕の強度を可変施用する作業機—作業機ヒッチ位置の制御による耕深調節—	
··· 天羽弘一・西脇健太郎・大谷隆二 ··· 23	
・ アスパラガス収穫台車の開発（第2報）	
··· 片平光彦・遠藤裕一・備前和博・石田頼子・小松貢一・鎌田易尾 ··· 27	
・ 管理機アタッチ式全自動野菜移植機の開発 ·····	後藤克典・南部哲男・今村城久 ··· 31
・ クローラ型農用車両の自律走行—車線変更問題に対するファジイ操舵制御器の設計—	
··· 齋藤雅憲・武田純一 ··· 35	
・ トラクタ用オウトウシェーカの設計とほ場試験	赤瀬 章・鈴木 洋・備前和博・水野泰輔 ··· 39
・ 農業経営実践教育システムに関する考察（3）	
··· 小林由喜也・嶋田 浩・高橋春實・伊藤寛治・鈴木直建・吉田康徳 ··· 43	
・ 西安近郊の農業機械化の現状について	武田純一・鳥巢 誠・郭康權・呂新民・陳軍・朱忠祥 ··· 47
トピックス	
シンポジウム報告	··· 53
海外報告	··· 57
東北若手の会報告	··· 61
支部会記事	
庶務報告及び会計報告	··· 63
東北支部役員選挙結果及び次期役員体制	··· 68
平成 16 年度研究発表会発表課題	··· 69

農業機械学会東北支部規約等・農業機械学会東北支部報投稿規定等	71
農業機械関係の研究担当者名簿	75
団体賛助会員名簿	81
個人会員名簿	82

No. 52 (2005年12月: 68ページ)

研究報告

・エダマメ機械化体系の省力・軽労効果	片平光彦・佐々木景司・若松一幸	1
・トラクタ用シェーカによるオウトウ収穫	赤瀬 章・鈴木 洋・備前和博・猿谷祐太	5
・寒冷地ナタネの多段階利用に向けた機械化生産技術の体系化	濵谷幸憲・大谷隆二・天羽弘一・西脇健太郎・山守 誠・中元陽一	9
・水稻湛水直播における酸素発生剤粉衣種子の保存技術	若松一幸・片平光彦	13
・防霜対策のための果樹園の温度測定	棚橋 紗・荒川市郎・青田 聰・佐野龍一・氷山宏一・桑名 篤	17
・立毛間播種によるソバーナタネニ毛作体系の開発	天羽弘一・大谷隆二・濵谷幸憲・西脇健太郎	21
・中国における大学の研究動向について	武田 純一・鳥巣 諒・張 樹槐・陳 軍・朱 忠祥	25

トピックス

[技術情報]

・ロール糾すり機のエネルギー的考察	西山喜雄・シタンダ ダグラス	29
・「東北地域における雑穀生産に関わる諸課題」の概要	荒川市郎	35

[シンポジウム報告] ······ 37

[東北若手の会報告] ······ 41

支部会記事

庶務報告及び会計報告	43
平成17年度研究発表会発表課題	49
東北支部役員及び役員体制	50
農業機械学会東北支部規約・表彰規定と内規・役員選挙規定及び改定・投稿規定	51
東北地域農業機械関係の研究担当者名簿	55
団体賛助会員名簿・個人会員名簿	62

No. 53 (2006年12月: 71ページ)

卷頭言

次期支部長あいさつ ······ 小林由喜也 ··· 1

研究報告

・オウトウロボット収穫の基礎試験	赤瀬 章・藤浦建史・今川順一・谷垣奏恵・鈴木竜也	2
・大豆有芯部分耕播種作業機の改良 一所要動力解析と播種床の碎土率向上について	天羽弘一・大谷隆二・濱谷幸憲・西脇健太郎	7

・水稻原種生産とリスクマネジメント	荒川市郎・山内敏美	11	
・会津地方における小麦「ゆきちから」生産の課題と解決方策	荒川市郎・渡部隆	15	
・RBFネットワークを用いた発熱植物の発熱機構の解析	広間達夫・坂本賢一・鳥巣諒・伊藤菊一・松尾隆明	19	
・水稻湛水直播における酸素発生剤の削減と側条施肥による省力効果	若松一幸・片平光彦	23	
トピックス「地域の話題」			
・青森県 稲わらの有効利用で健全な土づくり	鳥谷部一広	27	
・秋田県 秋田県の水田転換ほ場におけるエダマメ機械化栽培体系への取り組み	片平光彦	28	
・岩手県 雜穀栽培で地域興し～機械化栽培の挑戦～	大里達朗	29	
・山形県 水稲作業の軽労化の動きについて	後藤克典	30	
・宮城県 宮城県産ローマ野菜パンタレッラ	西川正純	31	
・福島県 福島県農業総合センターでの資源循環の取り組み	朽木靖之	32	
新生・福島県農業総合センター発足	藤澤弥榮	33	
[支部後援セミナー]			
・バイオマス燃料学習会	荒川市郎	34	
「地域社会と連携したバイオマス燃料の導入活用セミナー」の概要			
[シンポジウム・現地見学会報告]		36	
[書評] 「農業ロボット(II)ー機構と事例ー・近藤直・門田充司・野口伸編著」		赤瀬章	40
支部会記事			
庶務報告及び会計報告		41	
平成18年度研究発表会発表課題		47	
農業機械学会東北支部活性化に関するアンケート集計結果		48	
東北支部役員及び次期評議員・役員選挙結果、次期役員体制		52	
農業機械学会東北支部規約・表彰規定と内規・役員選挙規定・投稿規定		54	
東北地域農業機械関係の研究担当者名簿		58	
団体賛助会員名簿・個人会員名簿		63	

No. 54 (2007年12月: 93ページ)

研究報告

・トレリス栽培オウトウのロボット収穫	鈴木竜也・赤瀬章・長谷部慈康・藤浦建史・中上富紀子・今川順一	1
・重粘土水田ほ場でのエダマメ省力機械化体系	片平光彦・佐々木景司・齊藤賢悦・鵜沼秀樹・田村晃	5
・消雪後の固結土壤条件下における水稻不耕起V溝直播(第1報)	野沢智裕	9
・消雪後の固結土壤条件下における水稻不耕起V溝直播(第2報)	野沢智裕	13
・急傾斜放牧地での無線草刈機利用技術の開発	片平光彦・植村鉄矢・齊藤昌昭・澁谷功	19
・自脱コンバイン・汎用コンバインを用いたヒマワリの脱穀	青田聰・棚橋紺	23
・バインダによる長稈雑穀の収穫について	武田純一・上所茉莉・西政佳・佐川了・星野次汪	27

・RBF ネットワークを用いた発熱植物の発熱機構の解析（第2報）	廣間達夫・坂本賢一	31
・画像処理を利用したイネ病気の病状領域の抽出	ガウリ マハルジャン・高橋照夫	35
・ハイパースペクトル画像解析による採草地のセンシング（第1報）	田中勝千・鈴木由美子・加藤 豊・岡本博史・片岡 崇・嶋田 浩・杉浦俊弘・嶋 栄吉	39
・ハイパースペクトル画像解析による採草地のセンシング（第2報）	鈴木由美子・田中勝千・加藤 豊・岡本博史・片岡 崇・嶋田 浩・杉浦俊弘・嶋 栄吉	43
・降水量から見た作業可能日数率算出支援シートの作成	大里達朗・伊藤勝浩・鶴田正明	47
・小規模施設を利用したバイオディーゼル燃料製造の課題	荒川市郎・和田庄司	51

トピックス

[地域の話題]

・秋田県 秋田県における産学官連携によるヤマノイモ移植機開発への取り組み	片平光彦	55
--------------------------------------	------	----

[シンポジウム・現地見学会報告]

[農業機械学会東北支部の部会設置と活動について]		68
--------------------------	--	----

支部会記事

庶務報告及び会計報告		69
------------	--	----

平成19年度研究発表会発表課題		74
-----------------	--	----

東北支部役員・幹事役割分担		75
---------------	--	----

農業機械学会東北支部規約・表彰規定と内規・役員選挙規定・投稿規定		76
----------------------------------	--	----

東北地域農業機械関係の研究担当者名簿		80
--------------------	--	----

団体賛助会員名簿・個人会員名簿		85
-----------------	--	----

No. 55 (2008年12月: 102ページ)

巻頭言

支部会員の活動と支部の活性化	次期支部長 高橋照夫	1
----------------	------------	---

研究報告

・ナタネ粗製油を燃料とした小型ディーゼル機関の運転	富樫千之・松森一浩	3
---------------------------	-----------	---

・廃食用油 BDF・軽油混合燃料による機関性能	富樫千之・千葉祐二・伊藤直人・沼倉 彰	7
-------------------------	---------------------	---

・畑用ハイブリッド除草機の開発	天羽弘一・西脇健太郎・中山壮一・大谷隆二・瀧谷幸憲	11
-----------------	---------------------------	----

・傾斜地管理や荒廃農地への無線草刈機の利用	星 信幸・澤村 篤	15
-----------------------	-----------	----

・急傾斜放牧地での無線草刈機利用技術の開発（第2報）	片平光彦・植村鉄矢・齊藤昌昭・澤村 篤	19
----------------------------	---------------------	----

・固定タイン改良とスコープによるアワ栽培の除草適応性	藤原 敏・鶴田正明・武田純一	23
----------------------------	----------------	----

・トレリス栽培オウトウのロボット収穫（第2報）	鈴木竜也・赤瀬 章・藤浦建史・夏賀元康	27
-------------------------	---------------------	----

・履帶式農用車両の自律走行について	武田純一・陳 玲玲・齋藤雅憲・佐藤三寛	31
-------------------	---------------------	----

・ハイパースペクトルイメージングによるイネ病状特徴の基礎的分析	ガウリ マハルジャン・高橋照夫・張 樹槐	35
---------------------------------	----------------------	----

・溝を利用した栽培装置の研究	松尾健太郎・屋代幹雄	41
----------------	------------	----

・エアーチューブ型トンネルハウスと冬期間の温度保持特性	屋代幹雄・松尾健太郎	45
-----------------------------	------------	----

・水稻乾田直播における種子浸せきの有無が出芽・苗立ちに及ぼす影響	進藤勇人・片平光彦	49
----------------------------------	-----------	----

- ・基盤整備事業計画地区における 10a 区画稲作労働時間積算シートの開発
・須藤勇人・小川勝弘・前山 薫・松浦貞彦・阿部直行・・53

[資料]

- ・環境保全機能向上に向けた米の人工乾燥技術・・・・・・・・・・・・・・八谷 満・・61
トピックス

[地域の話題]

- ・秋田県 秋田県でのキク機械化栽培への取り組み・・・・・・・・・・・・・・片平光彦・・67

[シンポジウム・現地見学会報告]・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・68

[部会活動の報告]・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・74

[支部学術賞を受賞して]・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・76

支部会記事

庶務報告及び会計報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・77

平成 20 年度研究発表会発表課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・82

東北支部役員及び次期評議員・役員選挙結果・次期役員体制・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・83

農業機械学会東北支部規約・表彰規定と内規・役員選挙規定・投稿規定・・・・・・・・・・・・・・85

東北地域農業機械関係の研究担当者名簿・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・89

団体賛助会員名簿・個人会員名簿・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・94

No. 56 (2009 年 12 月 : 87 ページ)

研究報告

- ・水田管理作業に適したマーカーの開発・・・・・・・・朽木靖之・高橋誠・松葉隆幸・・1

- ・水稻湛水直播機のフロートに装着する作溝装置の開発・・・・伊藤勝浩・及川一也・日影勝幸・鶴田正明・・5

- ・雪消後の固結土壤条件下における水稻不耕起V溝直播 (第3報)・・・・・野沢智裕・・9

- ・寒冷地北部における水稻不耕起V溝直播の現地実証・・・・・野沢智裕・横山裕正・・13

- ・ハイパースペクトル画像解析による採草地空間情報マッピングシステム
・鈴木由美子・岡本博史・田中勝千・皆川秀夫・片岡 崇・柴田洋一・・17

- ・ハイパースペクトリイメージングセンサを用いた飼料用トウモロコシ(*Zea mayz L.*)畑のセンシング(第1報)
・中坪あゆみ・田中勝千・杉浦俊弘・皆川秀夫・嶋栄吉・嶋田浩・・21

- ・ハイパースペクトリイメージングセンサを用いた飼料用トウモロコシ(*Zea mayz L.*)畑のセンシング(第2報)
・中坪あゆみ・田中勝千・杉浦俊弘・皆川秀夫・嶋 栄吉・嶋田 浩・・25

- ・牧草の水分と分光反射特性との関係 (第1報)

・・・田中勝千・高石義之・皆川秀夫・杉浦俊弘・嶋 栄吉・中坪あゆみ・嶋田 浩・・29

- ・牧草の水分と分光反射特性との関係 (第2報)

・・・高石義之・田中勝千・皆川秀夫・杉浦俊弘・嶋田 浩・嶋 栄吉・中坪あゆみ・・33

- ・微弱発光分光による農産物の品質測定の可能性・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・37

- ・水稻湛水直播栽培におけるいもち病防除剤の播種同時側条施用技術
・進藤勇人・藤井直哉・若松一幸・深谷富夫・片平光彦・・41

- ・バイオディーゼル燃料がトラクタの機関と燃料消費に与える影響
・片平光彦・進藤勇人・関口一樹・佐々木景司・藤村辰夫・田口淳一・・45

・ロータリ耕とチゼル耕を組み合わせた構造化耕耘同時播種作業技術の開発	天羽弘一・大谷隆二・瀧谷幸憲・中山壯一	49
トピックス		
[シンポジウム・現地見学会報告]		53
[地域の話題]		
・福島県における遊休農地解消の取り組み		57
・地域の特産物生産と農商工連携		59
[若手の会活動の報告]		60
支部会記事		
庶務報告及び会計報告		62
平成21年度研究発表会発表課題		68
東北支部役員及び役員体制		70
農業機械学会東北支部規約・表彰規定と内規・役員選挙規定・投稿規定		71
東北地域農業機械関係の研究担当者名簿		75
団体賛助会員名簿・個人会員名簿		80

No. 57 (2010年12月: 79ページ)

巻頭言

- ・東北支部の未来を考える 次期支部長・夏賀元康 1

研究報告

- ・異なる調製方法と包装資材による貯蔵米の品質評価 八谷 満・大谷隆二・井尻 勉・斎藤 亘 3
- ・ハイパースペクトル画像解析による採草地収穫適期の予測 鈴木由美子・田中勝千・加藤 亘・岡本博史 9
- ・糲すり機を利用したイネソフトグレインサイレージ用糲の加工法 栄木靖之・松澤保・高橋誠・松葉隆幸 13

- ・リモートセンシングを用いた飼料用トウモロコシの水分の把握と収穫適期の判定 中坪あゆみ・田中 勝千・杉浦 俊弘・皆川 秀夫・嶋 栄吉・嶋田 浩 17

- ・近接リモートセンシングを用いた牧草の乾燥調製時における栄養評価 高石義之・田中勝千・皆川秀雄・杉浦俊弘・中坪あゆみ・嶋田 浩 21

- ・種芋移植機を用いたツクネイモの施肥同時定植技術（第1報） 片平光彦・進藤勇人・上田賢悦・鈴木 基・小林由喜也 25

- ・種芋移植機を用いたツクネイモの施肥同時定植技術（第2報） 進藤勇人・片平光彦・上田賢悦・鈴木 基 29

- ・近赤外分光法によるエダマメ茎葉残渣サイレージの発酵品質の測定 斎藤明日香・松田朗海・片平光彦・堀口健一・夏賀元康 33

- ・水稻湛水直播機のフロートに装着する作溝装置の開発（第2報） 伊藤勝浩・日影勝幸・及川一也・鶴田正明 37

- ・産業用無人ヘリコプタを利用した飼料用トウモロコシ畑のセンシング(第1報) 田中 勝千・中坪 あゆみ・濱田 哲・皆川 秀夫・杉浦 俊弘・嶋田 浩 77

トピックス

- [シンポジウム・現地見学会報告] 41

[若手の会活動の報告] ······	44
支部会記事	
庶務報告及び会計報告 ······	46
平成 21 年度研究発表会発表課題 ······	55
東北支部役員及び次期評議員・役員選挙結果・次期役員体制 ······	57
農業機械学会東北支部規約・表彰規定と内規・役員選挙規定・投稿規定 ······	59
東北地域農業機械関係の研究担当者名簿 ······	62
団体賛助会員名簿・個人会員名簿 ······	68

No. 58 (2011 年 12 月 : 82 ページ)

研究報告

· An Investigation into the Temperature Dependency of Rice Constituent Determination Using Near-Infrared Spectroscopy	
· · · Dhirendranath SINGH · Yuka NISHIYAMA · Motoyasu NATSUGA · Mitsuhiro KATAHIRA · · 1	
· 近赤外分光法によるヤギ生乳成分の測定 ······	鳥 友岡・夏賀元康・片平光彦・吉田宣夫 ··· 5
· 小型 GPS ロガによる大区画水田ほ場における稻わら収集作業の計測	· · · 斎藤雅憲・進藤勇人・片平光彦・加藤良成・山谷正治 · · 9
· 八郎潟干拓地水田における稻わら収集作業による土壤踏圧の実態	· · · 進藤勇人・中川進平・斎藤雅憲・片平光彦・加藤良成・山谷正治 · · 13
· An investigation into the optimization of rice straw collection system for bioethanol fuel production	· · · Mitsuhiro KATAHIRA · Hayato SHINDO · Masanori SAITO ·
	Ryosei KATO · Shoji YAMAYA · Motoyasu NATSUGA · · 17
· 農業用水路水位の遠隔監視センサの開発と利用 ······	小林由喜也・近藤 正 · · 21
· 飼料用トウモロコシの生育に伴うスペクトルデータの変化とその利用法	· · · 中坪あゆみ・田中勝千・杉浦俊弘・皆川秀夫・嶋田 浩 · · 25
· 消雪後の固結土壤条件下における水稻不耕起V溝直播 (第4報) ······	野沢智裕 · · 29

トピックス

[東日本大震災への対応]

· 東日本大震災に寄せて 一青森県一 ······	田中勝千 · · 33
· 東日本大震災に寄せて 一岩手県一 ······	武田純一 · · 37
· 東日本大震災に寄せて 一宮城県一 ······	富樫千之 · · 41

[シンポジウム・現地見学会報告] ······

[若手の会活動の報告] ······	48
--------------------	----

[支部選奨賞を受賞して] ······

[西山喜雄元支部長を偲んで] ······	51
-----------------------	----

支部会記事

庶務報告及び会計報告 ······	52
平成 23 年度研究発表会発表課題 ······	60
東北支部役員及び次期評議員・役員選挙結果・次期役員体制 ······	61
農業機械学会東北支部規約・表彰規定と内規・役員選挙規定・投稿規定 ······	62

東北地域農業機械関係の研究担当者名簿	66
団体賛助会員名簿・個人会員名簿	72

No. 59 (2012 年 12 月 : 95 ページ)

巻頭言

- ・学会名変更と支部会の今後の活動 ····· 次期支部長・夏賀元康 ··· 1

研究報告

- ・近赤外分光法によるヤギ生乳成分の測定（第 2 報） ····· 烏 友図・片平光彦・夏賀元康・吉田宣夫 ··· 3

- ・近赤外分光法によるコンクリート構造物の劣化の診断（第 1 報） ····· 設楽徹・片平光彦・夏賀元康 ··· 7

- ・近赤外分光法によるコンクリート構造物の劣化の診断（第 2 報）

··· 鈴木ミチル・設楽徹・片平光彦・夏賀元康 ··· 13

- ・近赤外分光法によるコンクリート構造物の劣化の診断（第 3 報）

··· 設楽徹・鈴木ミチル・片平光彦・夏賀元康 ··· 17

- ・ステレオ視と KINECT センサによる栽培果菜類の三次元距離計測の事例

··· 野上規朗・高橋照夫・張 樹槐 ··· 23

- ・Effect of the Narrow Ridge - Direct Sowing Technique of Saving Labor in Green Soybean (Edamame) Production

··· Tonny KINSAMBWE・Mitsuhiko KATAHIRA・Motoyasu NATSUGA ··· 27

- ・ベニバナ花弁収穫機の開発 ····· 後藤克典・長沢和弘・勝見直行・原田博行 ··· 31

- ・寒冷地における耕作放棄地へのナタネ導入について

··· 金井源太・濵谷幸憲・天羽弘一・本田 裕・齋藤秀文 ··· 35

- ・八郎潟干拓地水田における稻わら収集作業の特徴

··· 齋藤雅憲・進藤勇人・片平光彦・加藤良成・山谷正治 ··· 39

- ・八郎潟干拓地稻わら収集作業における稻わら水分の変動要因

··· 進藤勇人・齋藤雅憲・片平光彦・加藤良成・山谷正治 ··· 43

- ・近接リモートセンシングによるブタナ頭花の検出

··· 鈴木由美子・升本義丈・小泉佑太・田中勝千・杉浦俊弘 ··· 47

- ・田代平地域におけるブタナ分布域推定のための草種判別

··· 小泉佑太・田中勝千・鈴木由美子・杉浦俊弘・皆川秀夫・升本義丈 ··· 51

- ・クロロフィル蛍光を用いた水稻の塩ストレス評価

··· 渡邊翔太・田中勝千・皆川秀夫・杉浦俊弘・鈴木由美子・岩崎 悠・中坪あゆみ ··· 55

トピックス

- [若手の会活動の報告] ····· 59

- [支部学術賞を受賞して] ····· 61

- [支部奨励賞を受賞して] ····· 62

支部会記事

- 庶務報告及び会計報告 ····· 63

- 平成 24 年度研究発表会発表課題 ····· 72

- 農業機械学会次期東北支部役員及び役員体制 ····· 74

- 農業機械学会東北支部規約・表彰規定と内規・役員選挙規定・投稿規定 ····· 75

東北地域農業機械関係の研究担当者名簿	81
団体賛助会員名簿・個人会員名簿	87

No. 60 (2013 年 12 月 : 139 ページ)

特集 : 農業食料工学会東北支部報 60 号記念特集 —東北支部の歩み—	1
研究報告	
・ ポストハーベストへの応用を目指したアパタイト被覆二酸化チタン光触媒の殺菌特性の評価	
・ 小出章二・村田大地・折笠貴寛・武田純一	43
・ ブランチング処理がカットキャベツの遠赤外線および熱風乾燥特性に及ぼす影響	
・ 渡邊高志・折笠貴寛・佐々木邦明・小出章二・武田純一	47
・ 春季代かき水稻V溝乾田直播の播種後乾燥対策技術	51
・ 近赤外分光法によるコンクリート構造物の劣化の診断 (第 4 報)	
・ 設楽 徹・川島太郎・片平 光彦・夏賀 元康	57
・ 飼料用トウモロコシ葉身部のハイパースペクトルデータを用いた SPAD 値, クロロフィルおよびミネラル成分の推定	61
・ 田代平地域におけるブタナ分布域推定のための基礎研究	
・ 小泉佑太・田中勝千・鈴木由美子・杉浦俊弘・皆川秀夫	65
・ 塩ストレスが水稻の光合成能力に及ぼす影響	69
・ 業務用キャベツ栽培における畠内条施肥の効果	73
・ トクタ・トレーラ系の制動性能について	77
・ バイオエタノール燃料の乗用型田植機への適用	
・ 斎藤雅憲・進藤勇人・佐々木景司・藤村辰夫・田口淳一	81
・ 近赤外分光法によるヤギ生乳成分の測定 (第 3 報)	85
・ 近赤外分光法による生育中のエダマメの品質測定	89
・ スマートフォンを使ったトクタ転倒通報システムの開発	
・ 青田 聰・大野 光・高橋 昌・有賀真一・幕田安博・加納清英・伊藤正幸	93
・ KURAMA による自動車での空間線量の連続測定	97
トピックス	
[シンポジウム・現地見学会報告]	101
[若手の会活動の報告]	104
[支部学術賞を受賞して]	106
[支部奨励賞を受賞して]	107
支部会記事	
庶務報告及び会計報告	108
平成 25 年度研究発表会発表課題	117
農業食料工学会東北支部役員及び役員体制	119
農業食料工学会東北支部規約・表彰規定と内規・役員選挙規定・投稿規定	120
東北地域農業機械関係の研究担当者名簿	126
団体賛助会員名簿・個人会員名簿	131

ポストハーベストへの応用を目指した アパタイト被覆二酸化チタン光触媒の殺菌特性の評価

小出章二*・村田大地**・折笠貴寛*・武田純一*

Evaluation of Disinfectant Efficacy of an Apatite-Coated Titanium Dioxide Photocatalyst for Postharvest Application

Shoji KOIDE*, Daichi MURATA**, Takahiro ORIKASA*, Jun-ichi TAKEDA*

Abstract

We used an apatite-coated titanium dioxide photocatalyst (TiO_2 -Ap), and examined its disinfecting efficacy of *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis* under UVA irradiation. Changes in the microbial populations of the *E. coli* and *B. subtilis* in the 15.0 % w/v TiO_2 -Ap solution were assayed at 25°C (UVA intensity of 0.8 mW cm⁻²). Microbial populations of the *E. coli* and *B. subtilis* with 15.0 % w/v TiO_2 -Ap solution or with 0.0 % w/v TiO_2 -Ap solution combined with or without UVA irradiation were carried out. Remarkable disinfection was indicated under the condition of 15.0 % w/v TiO_2 -Ap solution with UVA irradiation, however no significant disinfectant was found in the other conditions. Results indicated that the rates of disinfection of *E. coli* and *B. subtilis* were defined as the slope of a semi-logarithmic plot of the microorganism concentrations against irradiation time, and the D-value (decimal reduction time) of *E. coli* and *B. subtilis* were determined as 23.5 and 8.4 min, respectively. The effects of radical scavenging agents of glutathione on the disinfection were examined and it was considered that OH radicals appear to play a significant role in the mechanism of disinfection. Furthermore, we trapped the airborne microorganisms into the glass bottles containing 15.0 % w/v TiO_2 -Ap solution at a postharvest facility, and disinfection of bacteria, and moulds and yeasts, were examined under UVA irradiation. Results showed that most of the microbial populations in the TiO_2 -Ap solution reduced to uncountable levels. Recently, new global standards such as Good Agricultural Practices (GAP) have been introduced for agricultural facilities and there are strong demands for improvements in food safety, occupational safety and environmental conservation in the facilities. Thus, our data provide basic information regarding reduction of bacteria, and it can be considered that TiO_2 -Ap would be beneficial disinfection method in postharvest facilities.

[Keywords] disinfection, apatite-coated titanium dioxide photocatalyst, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, postharvest

1. はじめに

農業生産管理工程 (GAP) のグローバルスタンダード化に伴い、ポストハーベスト工程でも食品の安全性向上、環境の保全、労働安全の確保などの点検・評価を行う施設が増えてきている。これまで著者らは「農産施設・食の安全性確保」の研究に力点を置き、青果物の殺菌方法の開発 (Koide et al., 2009; Koide et al., 2011) を進めてきた。近年は、農産施設内の空中浮遊菌の濃度やその同定を行うとともに (Koide et al., 2012)，電気集じん法を用いることで高い効率で空中浮遊物質や空中浮遊菌の捕集ができ (Koide et al., 2013)，ま

たアパタイト被覆二酸化チタン水溶液（光触媒）を用いれば、農産施設由来の浮遊菌を太陽光程度の紫外線強度で水中滅菌できることを報告 (村田ら, 2011; 村田ら, 2012) した。更に、光触媒溶液はバブリング装置を設けることで装置内に組み込むことができ、入気した空気は、湿度を一定として排気することができる所以、特に青果物貯蔵施設など高湿度環境での空中浮遊菌の殺菌に対して有効であり、光触媒自体は自己殺菌能を有するため太陽光などを用いてメンテナンスできることを提案した (村田ら, 2011; 村田ら, 2012)。よって光触媒溶液による殺菌法は、農業施設内の新たな空

* : 岩手大学農学部 盛岡市上田 3-18-8

** : 同上。現在、(株)シジシージャパン 東京都新宿区

気洗浄の手法としても有効であると考えられる。本研究は、この光触媒を用いた殺菌技術に関する基礎殺菌特性の収集を目的として、アパタイト被覆二酸化チタンを用いてラボスケールで殺菌測定を行い、併せてその殺菌メカニズムを検討した。更に、実際の農産施設（穀物貯蔵施設）の現場にて空中浮遊菌を捕捉した溶液に光触媒を入れてUVA照射の条件のもと光触媒水中殺菌を試みたので報告する。

2. 材料および測定方法

(1) 材料

1) 供試菌

Escherichia coli NBRC 3301 (以後、大腸菌と称す) と *Bacillus subtilis* (以後、枯草菌と称す) NBRC 3009を用いた。菌株はいずれも(独) 製品評価技術基盤機構バイオテクノロジーセンターから入手した。

大腸菌は37°Cの温度にて24時間BHI (Brain Heart Infusion) 液体培地で、枯草菌は37°Cの温度にて24時間NA (Nutrient agar) 液体培地で液体培養し、これを3000 rpm, 10分間で遠心分離し、上澄みの液体培地を取り除いた後、PBS (Phosphate-Buffered Salines) を加えてホモジナイズし、再度同条件で遠心分離を行って菌体を抽出し、10%グリセロールを含有させたPBSにて-20°Cでグリセロールストックして保存した。

2) 光触媒と紫外線ライト

光触媒はアパタイト被覆二酸化チタン光触媒 (Nanowave, NSP-P001, Japan) (以後、Ap-TiO₂と称す) を用いた。この光触媒は、二酸化チタン光触媒の塗膜や粒子の表面に、ナノサイズのアパタイト結晶を直接析出させた多機能性セラミックス複合材料である (Koide and Nonami, 2007)。紫外線はブラックライト (367nm, 14W) を用いてUVA照射した。本測定ではUVA紫外線強度は0.8 mW/cm²と太陽光より若干弱い強度とした。

(2) 測定方法

1) 大腸菌および枯草菌を用いた殺菌試験

a. 大腸菌の殺菌試験

グリセロールストックした大腸菌をBHI液体培地にて37°Cで24時間培養後、菌懸濁液を作成しこれを滅菌生理食塩水にて10⁵ CFU/mLとなるようにビーカー内で希釈調整した。次に、Ap-TiO₂を濃度15% w/vとなるように調整した後、ビーカー上面をラッピング用フィルムでシールした。その後、溶液の温度を25°Cに保ち攪拌しながら、以下の測定条件で菌数の経時変化を測定した。

①菌懸濁液 + Ap-TiO₂ + ブラックライト照射 (光触媒区)、②菌懸濁液 + Ap-TiO₂ + 暗黒条件 (光触媒コントロール区)、③菌懸濁液 + ブラックライト照射 (UVコントロール区)、④菌懸濁液 + 暗黒条件 (コントロール区)、⑤菌懸濁液 + Ap-TiO₂ + ブラックライト照射 + グルタチオン (グルタチオン添加区：グルタチオン濃度は50 mM)。

b. 枯草菌の殺菌試験

グリセロールストックした枯草菌をNA液体培地にて37°Cで24時間培養後、菌懸濁液を作成し滅菌生理食塩水にて10⁵ CFU/mLとなるようにビーカー内で希釈調整した。紫外線強度や、グルタチオン添加量、実験条件や実験手順は前述と同条件である。

2) 農産施設の空中浮遊菌を用いた殺菌試験

岩手県内の農産施設Aに滅菌生理食塩水300 mLの入ったデュラン瓶を持ち込み、インピンジャー法 (Koide et al., 2013) を用いて空中浮遊菌を捕集した。図1に空中浮遊菌の捕集装置の概略図を示す。実験装置は、空気流入用ビニールチューブ、インピンジャー、流量計 (Kofloc, RK1710)、エアーポンプ (テクノ高瀬 C-5BH) により構成した。使用するインピンジャーおよび内部の生理食塩水300 mLは予めオートクレーブにより滅菌し、リアクタおよびチューブは75%アルコールで殺菌した。施設内の空気は、流量計により10 L/minに調整して、装置最後段のエアーポンプにより装置内に引き込んだ。捕集時間は100分とした。この微生物懸濁液を即座に実験室に搬入し、微生物懸濁液を30mL採取して、Ap-TiO₂を濃度15% w/vとなるように入れ、ブラックライト照射 (0.8 mW/cm²) したもののが光触媒処理区とした。測定後0時間と24時間後の一般生菌数とカビ・酵母数を測定した。

3) 微生物の計測方法

大腸菌、枯草菌とともに測定溶液から採取した微生物懸濁液を適宜希釈し、TSA培地 (枯草菌はNA培地) に塗抹して、これを37°Cの条件下で24時間培養し、そのCFUから生菌数 (CFU/mL) を算出した。検出限界は10 CFU/mLであった。生存比 S は、次式で計算した。

$$S = \log_{10}(N / N_0)$$

ここに、N は生菌数、N₀ は初菌数である。

農産施設での実証試験においては、一般生菌数は微生物懸濁液を適宜希釈し、その0.1 mLを標準寒天培地に塗抹し、これを37°Cの条件下で48時間培養し、そのCFUから一般生菌数 (CFU/mL) を算出した。カビ・酵母数は、抽出液から0.1 mLをPDA培地に塗布し、これを5日間25°Cの条件下で培養し、そのCFUを計測し希釈倍率からCFU/mLを算出した。

(3) 統計解析

各データ間の有意差検定は、多群間比較はTurkyの方法を、2群間比較はstudentのt検定を用いた。有意水準は5%とした。

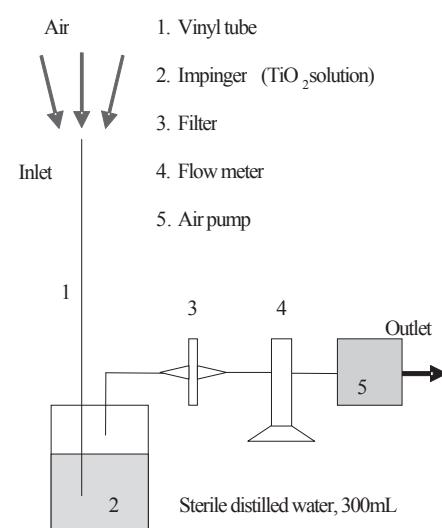


図1 農産施設の空中浮遊菌の捕集装置の概略図

3. 測定結果および考察

(1) 大腸菌および枯草菌を用いた殺菌試験の結果

Ap-TiO₂濃度15.0 % w/v における殺菌試験の結果を図2(大腸菌を供試菌株とした場合)と図3(枯草菌の場合)に示す。図2を見ると、実験条件①の光触媒区では殺菌時間による有意な菌数の減少が見られ、他の3条件(実験条件②～④)では測定で得られた菌数は初菌と比較して有意な差は見られなかった。枯草菌の場合も、図3に見られるように実験条件①の光触媒区では、殺菌時間による有意な菌数の減少が見られた。また、他の3条件(実験条件②～④)では測定で得られた菌数は初菌と比較して有意な差は見られなかった。この図2および図3に示した各測定条件(実験条件②～④)の測定結果については以下に詳しく考察する。

1) アパタイトが殺菌に与える影響

本研究に用いたAp-TiO₂に被覆されているアパタイトはヒドロキシアパタイトCa₁₀(PO₄)₆(OH)₂であり、生物の骨や歯を構成する物質である。このアパタイトの特徴としては、タンパク質を構成するアミノ酸等の吸着機能が挙げられる(青木, 1993)。よって、細菌が大量にアパタイトに吸着すると測定結果に影響を与えることもあるため、実験条件②の測定によりアパタイトが殺菌に与える影響を検証した。実験条件②の結果を見ると、今回の測定では大腸菌および枯草菌の菌数の経時変化は初菌と比較して有意な差は見られなかった(実験条件②)。よって今回の殺菌試験では、アパタイトによる菌の吸着の影響は無視できるものと考える。

2) UVA紫外線が殺菌に与える影響

図2と図3を見ると、大腸菌および枯草菌の菌数の経時変化(実験条件③)は初菌と比較して有意な差は見られなかった。通常、254nm付近の波長の紫外線は最も殺菌力が強いが、今回使用したUVA紫外線ライトの波長域は367nmである。60分のUVA紫外線(365nm, 15W)を照射しても大腸菌数の増減に影響を与えないという報告(Kühn et al., 2003)もあり、本研究においても同様の結果が得られた。

3) 溶液温度が測定中の微生物の増殖に与える影響

実験条件④の結果(図2と図3)を見ると、今回の測定時間では、大腸菌および枯草菌の菌数の経時変化は初菌数と比較して有意な差は見られなかった。一般に、中温域においてバクテリアは時間とともに増殖するが、本測定温度は25°Cであったことと、測定時間が最大90分であったことから大腸菌、枯草菌ともに初菌と比べ有意な増殖は見られなかった。

4) アパタイト被覆二酸化チタン光触媒の殺菌メカニズム

以上の実験条件①、②、③、④の結果よりアパタイトの影響や、UVA紫外線の影響、溶液温度の影響を受けることなく、UVA照射下でAp-TiO₂は溶液内の大腸菌や枯草菌を殺菌できることが示された。次にAp-TiO₂の殺菌メカニズムを検討・考察する。一般に、二酸化チタンの水中殺菌における殺菌メカニズムはヒドロキシラジカル等の活性酸素種を主としたラジカル生成による影響が大きいとされる(Dadjour et al., 2006)。そこで本研究で用いられるAp-TiO₂の殺菌メカニズムも二酸化チタン光触媒と同様であるかを検証することとした。すなわち、実験条件①の光触媒区にラジカルスカベンジャーであるグルタチオンを添加した実験条件⑤の結果を基に検討した。このラジカルスカベンジャーは、活性酸素種を補足する

物質であり、本研究においてもAp-TiO₂によって発生が想定される活性酸素種を捕捉する物質として使用した(Dadjour et al., 2006)。

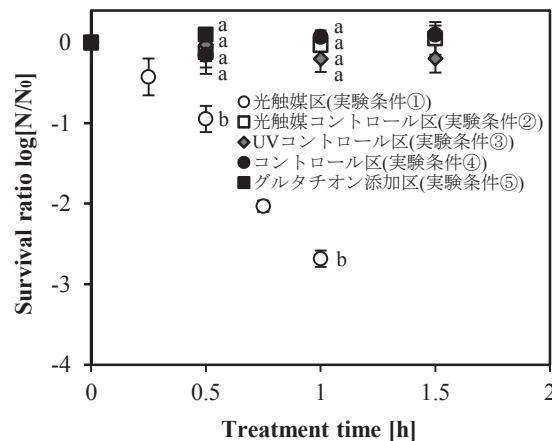


図2 光触媒水中殺菌における菌数の経時変化(大腸菌)

注: 異なるアルファベット間に有意差あり ($p < 0.05$)

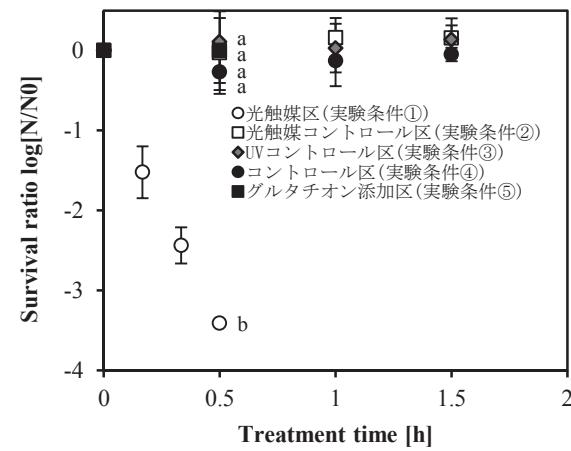


図3 光触媒水中殺菌における菌数の経時変化(枯草菌)

注: 異なるアルファベット間に有意差あり ($p < 0.05$)

表1 農産施設の空中浮遊菌を捕捉した菌懸濁液を用いた
Ap-TiO₂の水中殺菌試験の結果

	初 菌	光触媒区
一般生菌数 (log ₁₀ CFU/mL)	3.23 ± 0.30	ND (9/10)
カビ酵母数 (log ₁₀ CFU/mL)	3.10 ± 0.02	ND (8/10)

注: ND の()内は全測定培地数に対する ND の割合を示す

注: ND とは菌が全く検出されなかつことを示す

実験条件⑤の測定結果を見ると、グルタチオン添加区では菌数が初菌に比較して有意な差が見られなかった（図2）。また、枯草菌の菌数も初菌に比較して有意な差が見られなかった（図3）ことから、グルタチオンの添加は、殺菌反応を阻害したといえる。このことから、Ap-TiO₂も二酸化チタン光触媒と同様、殺菌の主要メカニズムはヒドロキシラジカル等の活性酸素種を主としたラジカル生成であることが推察される。

5) D値について

図2より殺菌試験のデータを指數関数で近似して大腸菌のD値を求めたところ、23.5 minと算出された。また図3より枯草菌のD値は8.4 minと計算された。これまで、我々は、農産施設内由来の塵埃や穀殻をUVA照射下でAp-TiO₂を用いて殺菌したときに、Ap-TiO₂濃度によって殺菌結果が異なると報告（村田ら、2011）したが、今後はAp-TiO₂濃度が殺菌効率に与える影響についてUVA強度や溶液温度を含めて詳細に検討し、最適な殺菌手法について検討したいと考える。

(2) 農産施設の空中浮遊菌を用いた殺菌試験の結果

表1に農産施設内での空中浮遊菌の光触媒を用いた殺菌試験の結果を示す。表1の結果を見ると、採取した溶液中の一般生菌およびカビ・酵母は、24時間のAp-TiO₂による水中殺菌でほぼ滅菌できたことが分かる。

以上、本研究はラボスケールにてAp-TiO₂の殺菌メカニズムを解明し、またAp-TiO₂の光触媒殺菌の基礎的殺菌特性について基礎的知見を収集したものである。これまで著者らは実際の農産施設から採取した塵埃中の菌に対して光触媒殺菌試験を行い、Ap-TiO₂を用いることにより農産施設から採取した塵埃由来微生物を十分に殺菌できることを報告している（村田ら、2011）。本実験は、それに加えて実際の農産施設の現場にて空中浮遊菌をトラップし、Ap-TiO₂を用いて光触媒水中殺菌の実証試験を行い、バブリング装置（Ap-TiO₂とUVA照射をハイブリッドとした装置）を想定した現場での応用が可能かを検証したものである。Ap-TiO₂を用いた水中殺菌は、農産施設の場での殺菌手法として応用が可能であると考えられる。

4. 摘要

大腸菌と枯草菌を供試菌としてアパタイト被覆二酸化チタン光触媒（Ap-TiO₂）の殺菌メカニズムの解明を解明するとともに、殺菌特性の評価をラボスケールで行った。更に、実際の農産施設（穀物貯蔵施設）の現場にて空中浮遊菌を捕捉した菌懸濁液に対して、Ap-TiO₂を用いてUVA照射のもと光触媒水中殺菌を試みた。その結果、以下の知見を得た。

- 1) Ap-TiO₂を用いた光触媒殺菌の主要な殺菌メカニズムは、活性酸素種によるものと推察された。
- 2) 本測定条件における大腸菌、枯草菌の光触媒殺菌のD値はそれぞれ23.5 min, 8.4 minであり、Ap-TiO₂の殺菌特性は指數関数を用いて近似できることが示された。
- 3) 実際の穀物貯蔵農産施設の現場にて空中浮遊菌を捕捉した菌懸濁液に対して、Ap-TiO₂を用いてUVA照射のもと光触媒水中殺菌を試みた結果、溶液中の一般生菌およびカビ・酵母は、24時間のAp-TiO₂による水中殺菌でほぼ滅菌できた。

今回得られた知見は、今後の農産施設内の環境改善を想定した光触媒の殺菌技術の開発に資する知見を与えるものと考える。

5. 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（基盤研究(C), 70292175）の助成により実施されたものである。また、ナノウェイヴ株式会社にはアパタイト被覆二酸化チタン光触媒の提供、および関連の情報提供等の協力を得た。更に、岩手大学農学部農産物流通科学研究室の専攻生には多大な協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

6. 参考文献

- 1) Koide, S., Takeda, J., Shi, J., Shono, H., Atungulu, G.G., 2009. Disinfection efficacy of slightly acidic electrolyzed water on fresh cut cabbage., Food Control, 20, 294-297.
- 2) Koide, S., Shitanda, D., Note, M., Cao, W., 2011. Effects of mildly heated, slightly acidic electrolyzed water on the disinfection and physicochemical properties of sliced carrot., Food Control, 22, 452-456.
- 3) Koide, S., Yasokawa, D., Omoe, K., Uchino, T., 2012. Concentration of airborne microorganisms in a rice storage facility., Journal of JSAM, 74(3), 244-246.
- 4) Koide, S., Nakagawa, A., Omoe, K., Takaki, K., Uchino, T., 2013. Physical and microbial collection efficiencies of an electrostatic precipitator for abating airborne particulates in postharvest agricultural processing., Journal of Electrostatics, 71, 734-738.
- 5) 村田大地, 小出章二, 武田純一, 村上光, 2011. 農産施設における空中浮遊菌の殺菌に関する基礎的研究, 平成23年度農業機械学会東北支部大会講演要旨, 13-14.
- 6) 村田大地, 小出章二, 折笠貴寛, 内野敏剛, 2012. アパタイト被覆二酸化チタン光触媒殺菌の基礎的特性の解明と、そのポストハーベストへの応用, 農業環境工学関連学会2012年合同大会講演要旨集 (PDF-version, ISSN 1880-2087)
- 7) Koide, S., Nonami, T., 2007. Disinfecting efficacy of a plastic container covered with photocatalyst for postharvest., Food Control, 18, 1-4.
- 8) 青木幸子, 1993. ヒト唾液タンパク質の合成ハイドロキシアパタイトへの吸着, 歯科医学誌, 56, 459-474.
- 9) Kühn, K.P., Chaberny, I.F., Massholder, K., Stickler, M., Benz, V.W., Sonntag, H.G., Erdinger, L., 2003. Disinfection of surfaces by photocatalytic oxidation with titanium dioxide and UVA light., Chemosphere, 53, 71-77.
- 10) Dadjour, M.F., Ogino, C., Matsumura, S., Nakamura, S., Shimizu, N., 2006. Disinfection of *Legionella pneumophila* by ultrasonic treatment with TiO₂, Water Research, 40, 1137-1142.

ブランチング処理がカットキャベツの遠赤外線および熱風乾燥特性に及ぼす影響

渡邊高志*・折笠貴寛**・佐々木邦明***・小出章二**・武田純一**

Influence of Blanching on Far-Infrared and Hot Air Drying Characteristics of Cut Cabbage

Takashi WATANABE*, Takahiro ORIKASA**, Kuniaki SASAKI***, Shoji KOIDE**, Jun-ichi TAKEDA**

Abstract

The influence of hot water blanching and microwave blanching on water transpiration and color changes in cut cabbage during far-infrared drying and hot air drying was investigated. The results revealed that water transpiration was increased in the dried cabbage receiving blanching pre-treatment. Color difference of dried cabbage tended to larger by blanching. Dried cabbage had also bright green color by blanching.

[keywords] microwave blanching, far-infrared drying, cabbage, water transpiration, color

1. 諸言

農林水産省の定める指定野菜のひとつであるキャベツは、ヨーロッパを原産地とし、日本には明治初年に導入され、明治末期には重要野菜として各都道府県や民間で育種が本格的に行われるようになった。キャベツのアスコルビン酸含有量は、新鮮物 100 gあたり 41 mg であり、ビタミン C 含有率が高く、摂取量も全野菜中 2 番目に多い野菜であることから、ビタミン C 摂取源としての需要は全野菜中第 1 位と試算される¹⁾。岩手県の平成 23 年度におけるキャベツの生産量は 31,200 t であり、東北地方においては第一位の生産量となっている²⁾。しかし、同年における岩手県のキャベツの出荷量は 27,000 t となっており、生産量と比較して約 13% 少なく²⁾、出荷されないキャベツの多くは収穫後に廃棄処分とされていると推察される。この問題の対処法として乾燥処理に着目した。廃棄されるキャベツに乾燥処理を施して有効活用することにより、加工されたキャベツの流通を通して生産者の所得向上が期待できる。また、独特のテクスチャや品質、フレーバに着目することにより 6 次産業化への展開も期待できる。一方、遠赤外線乾燥は熱風乾燥と比べて消費エネルギー面からみた乾燥の効率は良好とされており³⁾、コスト低減が見込まれる乾燥方法として注目されている。高品質な乾燥食品を得るために乾燥に伴う乾燥特性や品質変化に関する知見は不可欠であるが、キャベツの遠赤外線乾燥過程におけるそれについて調査した報告は見当たらない。また、青果物加工では加工中あるいは加工後において青果物の内在性諸酵素の作用により様々な品質の劣化が起こるため、加工処理前に酵素を失活させるブランチングが行われている⁴⁾が、ブランチングはキャベツの熱風乾燥における乾燥特性および品質に影響を与えるとする報告⁵⁾がある。すなわ

ち、遠赤外線を乾燥キャベツの製造に利用するには、ブランチングが乾燥キャベツの乾燥特性および品質に与える影響についても検討する必要があると考えられるが、それについて詳細に検討した例は見当たらない。よって本研究では、キャベツをブランチングした後、遠赤外線および熱風乾燥過程における水分および色彩変化について測定し、ブランチング処理がキャベツの乾燥過程における水分蒸散量および色彩変化に及ぼす影響について検討したので報告する。

2. 実験方法

(1) 供試材料

供試材料はキャベツ (*Brassica oleracea* var. *capitata*) で、岩手県内の量販店から入手した。なお、産地および品種は限定しなかった。キャベツは入手してから 4 °C の冷蔵庫内に保存し、2 日以内に使用した。Nilnakara et al.⁵⁾ にならい、キャベツの中肋を除去後、約 0.5 cm の幅に千切りにしたもの（以下、試料）を乾燥実験に供試した。なお、一度カットしたキャベツは品質の劣化を考えて実験当日に使い切った。試料の初期含水率は 105 °C-24 h 法で測定し、18.6±0.66 (d.b. decimal) (n=10) となった。

(2) ブランチング方法

熱湯およびマイクロ波によるブランチング処理を行った。いずれのブランチング処理においても、処理後に加熱した試料をステンレスのトレーに広げて静置し、0~4 °C で 15 min 空冷した。

1) 热湯浸漬法

試料約 300 g を 94±3 °C の熱湯に 120 s 浸漬した。なお、温度制御は IH クッキングヒータ (KZ-P8, パナソニック株式会社) を用いて行い、熱湯の量は 4 L 程度とした。

* 岩手大学大学院農学研究科

** 岩手大学農学部

*** 岩手大学地域連携推進センター

2) マイクロ波処理法

試料約300gを1Lのビーカに入れ、ビーカの口をラップで覆つたのち電子レンジ(MRO-DF6、株式会社日立製作所)内に静置し、マイクロ波を出力800Wで150s照射した。なお、本研究では、熱耐性が高く、プランチング処理の指標として用いられる Peroxidase⁴⁾の残存活性比が0.1以下になったときを酵素失活とみなし、予め実験において熱湯浸漬時間およびマイクロ波照射時間を求めたところ、それぞれ120s、150sであった。

(3) 乾燥方法

1) 遠赤外線乾燥

遠赤外線乾燥装置の概略図を図1に示す。試料約100gを定温送風乾燥器(DKM600、ヤマト科学株式会社)内の、高さ26cmに固定した金網に広げて静置し、乾燥器内温度を25℃に設定した。風速は熱式風速計(405-V1、株式会社テスロー)にて測定したところ、0.19±0.028m/sであった。定温送風乾燥器内の両側面に遠赤外線放射パネル(TEスーパーアグリヒーター、東洋興産株式会社)を取り付け、電圧調節器(RSA-5、株式会社東京理工舎)を2台接続して一定の電圧(130V)を供給した。1h経過後の含水率変化が0.03(d.b. decimal)以下になったときを乾燥終了とした。

2) 熱風乾燥

遠赤外線乾燥と同様に試料約100gを定温送風乾燥器内に静置し、風速0.19±0.028m/sの条件下で乾燥実験を行った。

3) 乾燥温度の設定

遠赤外線および熱風乾燥における水分蒸散量および色彩変化の比較のため、岡本ら³⁾の報告にならい、熱風乾燥終了時における試料表面温度を遠赤外線乾燥におけるそれと揃え、乾燥速度を同程度に制御した。試料表面の温度変化を素線径0.3mmのT型熱電対を用いて測定し、データロガ(GL220、グラフテック株式会社)に記録したところ、乾燥終了時の試料表面温度が遠赤外線乾燥のそれとほぼ同じ値となったことから、熱風乾燥における乾燥空気温度は53℃に設定した。また、乾燥空気温度と相対湿度をそれぞれT型熱電対と相対湿度・電圧変換モジュール(B-530、グラフテック株式会社)を用いて測定し、乾燥処理中の定温送風乾燥器内空気の絶対湿度を質量基準湿度図表から求めたところ、0.003~0.012(kg/kg-DA)となった。

(4) 測定項目

生鮮およびプランチング処理試料を遠赤外線および熱風乾燥させ、乾燥過程における質量および乾燥前後における色彩をそれぞれ測定した。また、プランチング前後における試料表面および断面における微細構造を測定した。なお、測定に用いられる試料は、生鮮(fresh)、プランチング無処理(Unblanched; 以下、UB)、熱湯浸漬処理(Hot Water; 以下、HW)、マイクロ波処理(Micro Wave; 以下、MW)、乾燥法は遠赤外線乾燥(Far Infrared; 以下、FIR)および熱風乾燥(Hot Air; 以下、HA)とした。

1) 質量(含水率)変化

各乾燥過程における試料質量変化を1h間隔で電子天秤(GF-3000、株式会社エー・アンド・ディ)を用いて測定した。減少した質量は全て蒸発水分量とみなし、乾量基準含水率(d.b. decimal)(以下、含水率)に換算した。また、以下の式(1)により自由含水率比(MR)を算出した。

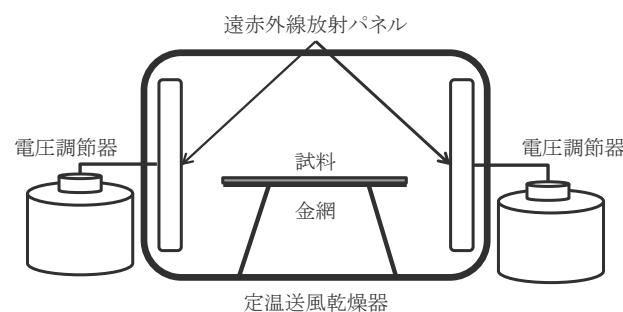


図1 遠赤外線乾燥装置の概略図

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} \quad (1)$$

ただし、 M 、 M_0 、 M_e はそれぞれ含水率、初期含水率、平衡含水率を示す。

2) 色彩変化

試料の色彩は簡易型分光色差計(NF-330、日本電飾工業)を用いて $L^*a^*b^*$ 表色系により測定した。1試料につき試料表面の3点を測定し、その平均値を実験値とした。乾燥前後の L^* 値、 a^* 値および b^* 値の差(ΔL^* 、 Δa^* および Δb^*)から以下の式により色差 ΔE を算出した。

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (2)$$

3) 微細構造

UBおよび各プランチング処理試料の表面と切削面における微細構造を、走査型電子顕微鏡(JSM-6510LA、JEOL)を用いて加速電圧5kV、真空中度 3.0×10^{-4} Paで観察した。

3. 結果および考察

(1) 乾燥過程における試料含水率変化

UB、HW、MWの遠赤外線および熱風乾燥におけるMR経時変化を図2にそれぞれ示す。なお、図中の実線および破線は後述するモデル式による計算値である。これらの図から、プランチング無処理および各プランチング処理試料の遠赤外線乾燥および熱風乾燥における含水率は、時間の経過とともに緩やかに減少していることが分かる。一般に乾燥青果物における含水率変化は減率乾燥第一段にあることが多い、その解析には指数モデルが良く用いられている⁵⁾。⁷⁾。本研究においても指数モデルを用いて解析することとした。指数モデルは次式で示される⁸⁾。

$$MR = \exp(-k_1 t) \quad (3)$$

ここで k_1 は減率乾燥第一段における乾燥速度定数(h⁻¹)であり、 t は乾燥時間(h)である。MRの測定値を式(3)に当てはめ、最小二乗法により定数 k_1 を決定した。図2に式(3)による含水率の計算値を実線を用いて示す。MRが1~0.05の範囲における測定値と式(3)による計算値はよく一致しており、MRが1~0.05の範囲において、実験値と式(3)との適合性が高いことが示された($R^2 > 0.99$)。一方、本研究の各試料におけるMRが0.05から平衡含水率に達するまでの期間において、指数モデルの適合性が低くなった。よって、MRが0.05以下の範囲においては式(3)以外のモデルを当てはめる必要がある。Page式は様々な農産物の含水率変化を精度良く表す式

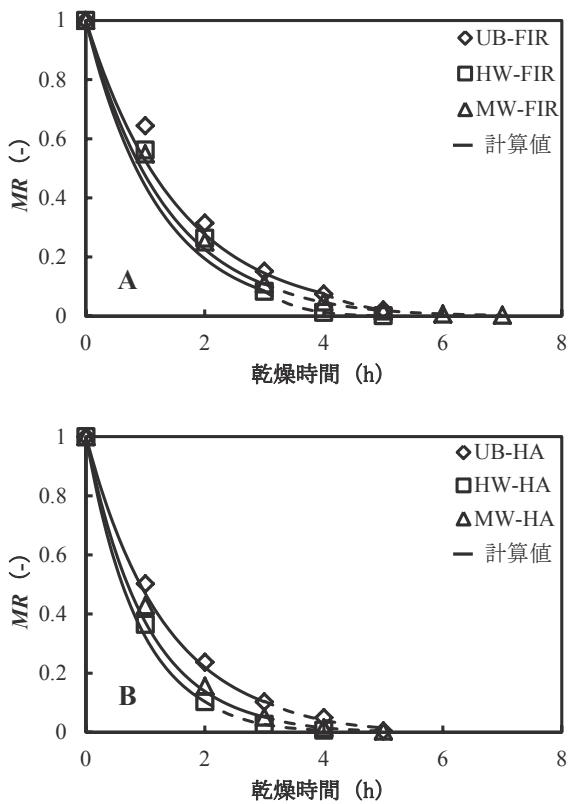


図2 各乾燥過程における試料含水率比

(A) および (B) はそれぞれ遠赤外線乾燥、熱風乾燥を示す。実線は式(3)による計算値、破線は式(4)による計算値を示す。

として用いられている^{9)~11)}。Page式は次式で表せられる。

$$MR = \exp(-k_2 t^N) \quad (4)$$

ただし、 k_2 はPage式における乾燥速度定数 (h^{-1}) であり、 N は定数である。 MR が約0.05以下の範囲における MR の測定値を式(4)に当てはめ、非線形最小二乗法により定数 k_2 と N を決定した。 MR の測定値と式(4)による計算値を図2に破線を用いて示す。計算値と実測値はよく一致しており ($R^2 > 0.99$)、 MR が0.05から乾燥終了の範囲における試料の含水率変化は式(4)によって精度良く表すことができる事が示された。

(2) ブランチングによる乾燥過程における水分蒸散量の増加

式(3)および式(4)によって算出された定数 k_1 および k_2 を表1に示す。各条件における定数 k_1 および k_2 の値は、ブランチング処理により、それぞれ約1.2~1.5倍および1.3~3倍に大きくなつたことから、ブランチング処理は乾燥処理における水分蒸散量を1.2~3倍程度増大させることができることが示された。Nilnakara et al.⁵⁾は、ブランチング処理されたキャベツの乾燥過程における水分蒸散量增加の要因はHW処理に伴う試料表面の軟化であると報告している。しかし、水分蒸散量增加はブランチング処理による軟化だけではなく、他にもいくつかの要因があると考えられる。五月女ら¹²⁾は走査型電子顕微鏡を用い、ジャガイモをブランチング処理した際の試料微細構造の変化を確認している。ブランチングによる試料の損傷が確認できれば、試料内部における水分拡散抵抗が変化するため、水分蒸散量が増減すると考えられる。そこで本研究では、ブランチングによる試料損傷の有無を確認するため、生鮮およびブランチング処理試料

表1 各乾燥過程における乾燥速度定数 k_1 および k_2

	FIR			HA		
	UB	HW	MW	UB	HW	MW
$k_1 (\text{h}^{-1})$	0.64	0.82	0.74	0.76	1.13	0.99
$k_2 (\text{h}^{-1})$	0.21	0.28	0.63	0.59	1.02	0.79

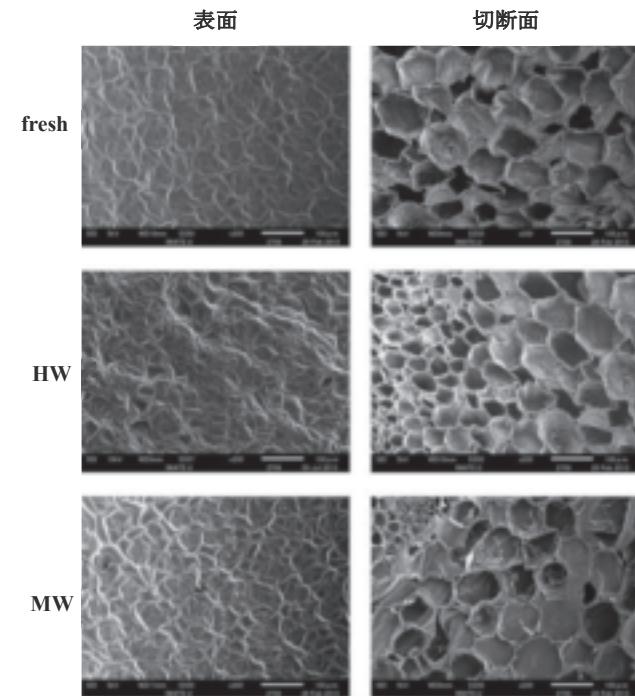


図3 ブランチング処理後の試料微細構造 (倍率200倍)

の微細構造を走査型電子顕微鏡で観察した。図3に各試料の微細構造を示す。その結果、試料表面および切断面において、HW、MWとともにfreshとほぼ同様の構造を維持しており、明らかな物理的損傷は認められなかった。よって、本実験条件下においては、物理的損傷による水分拡散の向上は起こらなかったと考えられる。五月女ら¹²⁾はジャガイモのブランチングにおいて、熱湯浸漬処理された試料は、生鮮試料やスチームおよびアクアガス処理されたものと比較して明らかな微細構造変化がみられたとしており、本研究とは違う結果を報告している。その要因としては加熱時間の違いが考えられた。本研究のブランチング処理時間は熱湯浸漬で120 s、マイクロ波照射で150 sであったが、五月女らは熱湯浸漬やスチーム、アクアガスなどの加熱処理時間を30 minと、本研究と比較して長時間加熱処理しており、ブランチングによる損傷が本研究より著しくなったと考えられる。これらから、ブランチング処理時間の長期化や試料の形状、加熱温度などの条件が変化することにより試料の損傷が発生すれば、水分拡散の向上に伴う水分蒸散量の増大が起こる可能性があると考えられる。今後は、ブランチング処理による試料の表面軟化や収縮抑制効果について調べ、水分蒸散量増加の要因について検討する必要がある。

(3) 色彩変化

UB, HW, MWの遠赤外線および熱風乾燥における乾燥前後の色差 ΔE を表2に示す。ブランチング処理を行った試料の乾燥後の色差

表2 各乾燥前後における色差

	FIR			HA		
	UB	HW	MW	UB	HW	MW
ΔE	7.2±1.3	17.9±1.9	10.3±1.1	4.3±1.5	10.4±1.1	8.0±0.7

は、ブランチング無処理試料のそれと比較して大きくなる傾向がみられ、色彩は鮮やかに緑色を呈した。この要因としては、ブランチング処理により生ずる葉緑体のタンパク質の熱変性によりクロロフィルの状態変化が生じ、主波長のシフトが起こるため¹³⁾と考えられた。通常、乾燥試料において色差が小さい方が望ましいと判断されることが多いが、本研究の乾燥キャベツにおいては、ブランチング処理によって緑色が鮮やかになることは品質の向上になると考えられる。よって、ブランチング処理は乾燥キャベツの緑色を鮮やかにし、品質を向上させる手段となる可能性が示された。

4. 要約

熱湯およびマイクロ波によるブランチング処理が、遠赤外線および熱風により製造された乾燥キャベツの水分蒸散量および色彩変化に与える影響を検討したところ、以下の知見が得られた。

(1) いずれのブランチングにおいても、遠赤外線および熱風乾燥試料の含水率変化は指数モデルとPage式の組み合わせにより表されることが示された。

(2) ブランチング処理はその後の乾燥における水分蒸散量を1.2~3倍程度増加させることができた。

(3) ブランチング処理により乾燥キャベツの色差は大きくなり、鮮やかな緑を呈した。

以上より、ブランチング処理は乾燥キャベツの緑色を鮮やかにしつつ乾燥時間を短縮させる可能性が示された。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金（若手研究B, 23780268）およびJST復興促進プログラム（A-STEP, 241FT0265）の助成により実施された。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 小宮山誠一, 2010. 野菜類の品質向上のための栽培および評価法に関する研究. 北海道立総合研究機構農業試験場報告, 128, 1-16.
- 2) 農林水産省大臣官房統計部, 2011. 農産水産統計, 平成22年産野菜（40品目）の作付面積、10a当たり収量、収穫量および出荷量（全国）.
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001102731>, 平成25年10月24日アクセス.
- 3) 岡本慎太郎, 折笠貴寛, 桑島学人, 茂田俊一, 斎藤順一郎, 矢野歳和, 村松良樹, 小出章二, 椎名武夫, 田川彰男, 2012. コマツナの乾燥への遠赤外線の利用. 日本食品科学工学会誌, 59(9), 465-472.
- 4) Aguero, M.V., Ansorena, M.R., Roura, S.I., Valle, C.E., 2008. Thermal inactivation of peroxidase during blanching of butternut squash. LWT, 41, 401-407.
- 5) Nilmakara, S., Chiewchan, N., Devahastin, S., 2009. Production of antioxidant dietary fibre powder from cabbage outer leaves. Food and Bioproducts Processing, 87, 301-307.
- 6) Simal, S., Femenia, A., Garau, M.C., Rossello, C., 2005. Use of exponential, Page's and diffusional models to simulate the drying kinetics of kiwi fruit. Journal of Food Engineering, 66, 323-328.
- 7) Doymaz, I., 2005. Drying characteristics and kinetics of okra. Journal of Food Engineering, 69, 275-279.
- 8) Orikasa, T., Wu, L., Roy, P., Muramatsu, Y., Yano, T., Shiina, T., Tagawa, A., 2012. Vacuum drying characteristics of kiwifruit and analysis of drying shrinkage. Journal of Society of Agricultural Structures, Japan, 43(4), 145-151.
- 9) Doymaz, I., 2007. Air-drying characteristics of tomatoes. Journal of Food Engineering, 78, 1291-1297.
- 10) Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A., Tabil, L.G., 2007. Thin-layer drying characteristics and modeling of pistachio nuts. Journal of Food Engineering, 78, 98-108.
- 11) Sacilik, K., Unal, G., 2005. Dehydration characteristics of kastamonu garlic slices. Biosystems Engineering, 92(2), 207-215.
- 12) 五月女格, 鈴木啓太郎, 小関成樹, 坂本晋子, 竹中真子, 2006. 微細水滴を含む過熱蒸気によるジャガイモの一次加工処理. 日本食品科学工学会誌, 53(9), 451-458.
- 13) 小倉長雄, 上野護, 松永政也, 佐藤隆英, 中川弘毅, 1987. 緑葉のクロロフィラーゼ活性とブランチング時の色調の変化について. 日本農芸化学会誌, 61(4), 451-456.

春季代かき水稻V溝乾田直播の播種後乾燥対策技術

— 覆土追加の効果と作業の効率化 —

野沢智裕*・工藤予志夫*

Countermove Against the Dryness of the V-furrow Direct Seeding After the Spring-Puddling Seedbed Preparation

— Effect by Covering with Soil Later and Improvement of the Work Efficiency —

Tomohiro NOZAWA・Yoshio KUDO

[キーワード] 水稻, 乾田直播, 不耕起V溝直播機, 覆土, 乾燥対策

1. はじめに

春季代かき水稻V溝乾田直播は、生産コストの低減、作業競合の解消や労働時間の削減などの効果が期待でき、青森県内に普及しつつある水稻栽培技術であるが、2011年、播種後の乾燥によって出芽が遅れたり出芽数が不足したりする事例がみられた。発生状況を調査したところ、次の2～3点の要因が交差していると考えられた。

1点目は、播種床条件である。水稻V溝乾田直播に使用する播種機（不耕起V溝直播機）は、重り付きチェーンにより播種溝の上部の土壤を削り落として覆土を行う構造になっているため、土壤が湿条件の播種では覆土が十分にできない。そのため、播種床条件として土壤乾燥は重要である。しかし、作業の都合等で播種床条件が整う前に播種してしまったため、覆土が不十分になり種粒が露出して乾燥しやすい状況となった。

2点目は、播種後の雨不足である。2011年は播種後の降雨が例年より極端に少なく、出芽限界になってもまとまつた降雨のない気象条件であった。そのため、播種後の種粒が水分不足で発芽し難い状態となった。



図1 不耕起V溝直播機と播種溝模式図

注：湿条件の播種では覆土が不十分になる（囲み左図）

このように、播種時に覆土が不足した条件と播種後の降雨が極端に少ない条件が重なって、播種溝内が乾燥しやすい状態が続いたため、種粒の発育が抑制され、出芽が遅れたものと推察された。

これに加えて、乾燥対策としてフラッシング（走り水）を行ったことが、出芽数を低下させた3点目の要因とみられた。他の水稻直播栽培では播種後の土壤乾燥対策技術として、フラッシングが有効であることが知られている。ところが、覆土不足となった状態の水稻V溝乾田直播でフラッシングを行うと、フラッシングの水で種粒が浮かび上がって播種溝の外に流出したり、フラッシング後に播種溝が深く地割れして種粒が落下したりする。そのため、かえって出芽を悪化させてしまう場合がある。通常は、フラッシングを行うより降雨を待ち、自然に出芽するのを待つ方が安全とされている。

しかし、寒冷地の水稻直播では、出芽が遅れると出穂期も遅れて登熟が緩慢になり、収量や品質が低下する危険性が高まる。春季代かき水稻V溝乾田直播の普及拡大を考慮すると、フラッシングとは別の積極的な乾燥対策技術を開発する必要があると思われた。

そこで本報では、覆土を後作業で追加すること（以下、「覆土追加」という）が乾燥対策技術として実用できぬいかを検討したのでその結果を紹介する。なお、技術の実用性を高めるためには、農家が必要性を感じたときに、手持ちの機材で速やかに行えるようにするべきで、10a当たり数分で行える作業にすることを目標とした。

2. 方法

(1) 覆土追加の効果確認（2012年試験）

実験的に人力で覆土追加を行い、その効果を確認する試験を行った。

青森県産業技術センターの1ha水田圃場（青森県黒石市田中、中粗粒灰色低地土・灰褐色系）を供試した。

* : 青森県産業技術センター農林総合研究所 青森県黒石市田中82-9

表1 覆土追加の効果確認（2012年）の試験区

区名	作業条件
覆土追加	レークに130Nの加重をかけて人力で牽引
対照	覆土追加なし

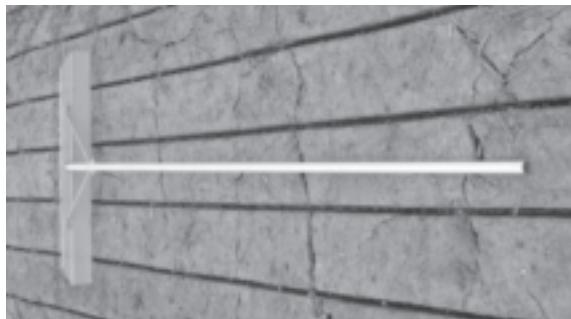


図2 覆土追加に供試したレーク

春季代かきは4月16日に行い、翌日から落水した。代かきの24日後の5月10日に、土壤水分の比較的高い条件で播種を行い、播種溝の中の種粒が覆土されない状態の試験条件を作出した。播種は8条の不耕起V溝直播機S社AD-80で行った。

水稻の供試品種は「つがるロマン」、播種量は7kg/10aとし、浸種、鳥用忌避剤塗抹後に播種した。施肥は被覆尿素を全量基肥とし、窒素成分で8kg/10a施用した。

播種の4日後の5月14日に、田面が白化する程度に乾燥した状態で覆土追加を行った。覆土追加は、アルミ製整地レーク（爪無しタイプ、作用幅80cm）で行った。これを人力で田面に押し付けながら引き、地面との摩擦力で発生した微細な土塊や土埃を播種溝に落としこみ、適度な覆土量を得た。比較のために覆土追加を行わない対照区を設けた。

湛水開始は6月8日とし、フラッシングは行わなかった。

各区に15m程度の距離をとった調査地点を6か所を設置し、6月8日に出芽数調査、10月3日に穂数調査を行った。穂数調査を行った試料を調製し、精玄米重を調査した。また、穂数を精玄米重の関係をみるために、春季代かき水稻V溝乾田直播を行った研究所内の他圃場でも穂数と精玄米重を調査した。なお、精玄米重は、1.90mmの縦目ふるいで選別し、水分15.0%に調製した玄米の質量である。

(2) 効率的な作業方法の検討（2013年試験）

トラクタを利用して覆土追加を行い、実用的な作業方法を検討する試験を行った。

2012年と同じ圃場を供試し、春季代かきを4月11日に行い、翌日から落水した。

代かきの37日後の5月18日に、土壤水分の比較的高い条件で播種を行い、播種溝の中の種粒が覆土されない状態の試験条件を作出した。播種は10条の不耕起V溝直播

表2 効率的な作業方法の検討（2013年）の試験区

区名	作業条件
T W	トラクタにロープでつないだ角材を接地させ、7.5km/hの速度で牽引（代かき機は作用させない）
T P	トラクタ装着の代かき機を接地させ、PTO動力無伝達で、7.5km/hの速度で牽引（木材は作用させない）
T PW	上記、T WとT Pの条件を組合せて作業（代かき機と木材の両方を作用させる）
レーク	2012年「覆土追加」区と同様
対照	2012年「対照」区と同様



図3 代かき、角材のトラクタ取付状況（T PW区）

機S社AD-102で行った。

水稻の供試品種は「まっしぐら」、播種量は7kg/10aとし、浸種、鳥用忌避剤塗抹後に播種した。施肥は被覆尿素を全量基肥とし、窒素成分で10kg/10a施用した。

播種の5日後の5月23日に、田面が白化する程度に乾燥した状態で覆土追加を行った。覆土追加は、表2の試験条件に示したとおりで、トラクタを使用した試験区3種と2012年試験と同様の試験区を設けた。トラクタは25.7kw(35ps) ホイル式の機種を供試し、代かき機は作業幅2.8mの機種を供試した。トラクタで牽引した角材は質量13.2kg、長さ3.7mの木材である。

湛水開始は6月8日とし、フラッシングは行わなかった。

各区に10m程度の距離をとった調査地点を5か所を設置し、6月8日に出芽数調査、10月10日に穂数調査を行った。10月10日に出芽調査地点とは別の3か所から坪刈りをして収量（精玄米重）を調査した。

隣接する1ha区画圃場（長辺約100m）を供試し、圃場の約1/3の面積で、30a区画圃場を想定した覆土追加のトラクタ作業を行い、作業能率を調査した。作業条件は表2のT P区の状態とした。

3. 結果・考察

(1) 気象条件

播種期から出芽期にあたる5月上旬から6月上旬までの期間の降水量について、アメダス観測地点黒石の平年

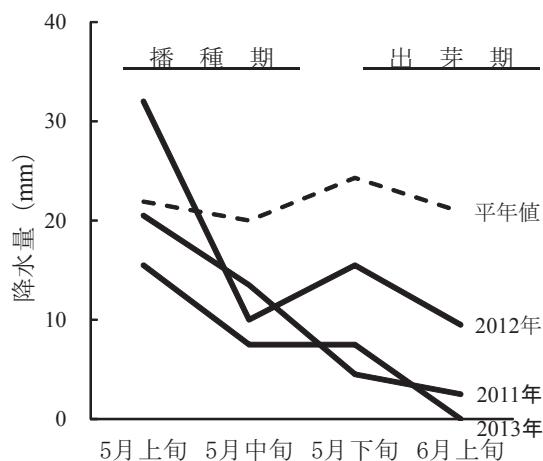


図4 播種期から出芽期までの降水量

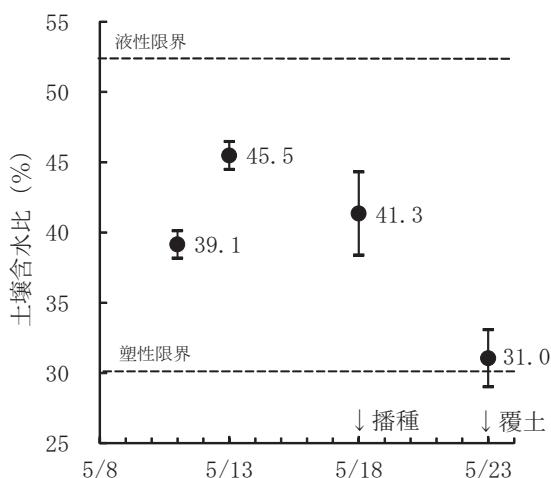


図5 供試圃場の土壤含水比の変化

注：エラーバーは標準偏差。以降の図も同様。

値、2011年、2012年、2013年のデータを図4に示した。

3か年のデータは類似しており、5月中旬から6月上旬の降水量が平年値を下回り、播種後の乾燥が進みやすい気象条件であった。このことから2012年、2013年の気象条件は、播種後の乾燥対策技術を検討する本試験にとって好条件であったと考えられる。

(2) 播種前後の土壤水分

図5に2013年の播種前後の土壤水分変化を示した。

供試圃場の塑性限界と液性限界はそれぞれ30.3%，52.3%である。

春季代かきから30日経過した5月11日には、播種機を搭載したトラクタが圃場を走行できる状態で、土壤含水比は39.1%に低下していたが、その日は雨天で作業ができなかった。以降、雨天が続き5月13日には45.5%まで上昇した。その後、播種機を搭載したトラクタが圃場を走行できる状態となったのは5月18日で土壤含水比は41.3%であった。土壤表面はまだ暗色を呈していた。本試験では覆土されない状態を作出するためにこの日に播

種を行ったが、不耕起V溝直播機のチェーン式覆土装置で覆土を行うためには、土壤表面が白化する程度に乾燥するまで待つ必要がある。参考まで、播種に適した状態と判断されたのはその2日後の5月20日であった。覆土追加の作業を行った5月23日は、さらに土壤の乾燥が進んで土壤含水比が塑性限界付近の31.0%となっていた。

このように、春季代かき後の土壤水分は、播種期までに播種機を搭載したトラクタが圃場を走行できる状態に低下するものの、降雨の影響で一時的に上昇することもあり、覆土が得られる理想的な播種床条件で播種ができない場合がある。経営面積拡大に伴い、作業の都合等によって播種床条件が整う前に播種せざるを得ない場面は増加すると考えられる。このことは、本試験で開発しようとしている技術の必要性を示唆している。

(3) 覆土追加の効果（2012年試験）

不耕起V直播機は条間20cmで、幅2cm、深さ5cmの播種溝を形成する。この播種溝が鳥害回避効果と耐倒伏性を付与しているため、溝形状を維持したまま、覆土に必要な土量を確保する必要がある。そこで、溝と溝の間の土壤を覆土に使うこととした。

代かき後の土壤は乾燥が進むと、表面に亀裂が入ったり、わずかな凹凸ができたりする。これを削り取って播種溝に落とし込むことで、溝形状を維持したまま覆土に必要な土量を確保しようと考えた。

2012年試験では、実験的にレーキを用いて覆土追加を行った。露出している種粒が隠れる程度の土量を得るために必要な加重は、作用部位で130N前後であった。なお、人力で行った作業能率は40min/10a程度であった。

覆土追加の効果確認として、湛水開始直前に出芽調査を行った。その結果は図6に示したとおりで、覆土追加区と対照区に有意差がみられ、覆土追加区の出芽数が対照区の約1.5倍に向上了した。両区とも同様に播種を行い、覆土追加以外の条件も同様であることから、この差は覆

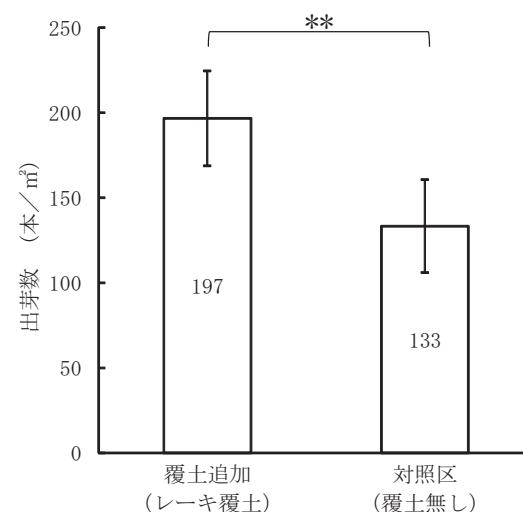


図6 出芽数（2012年）

注：**は有意水準1%で有意差あり

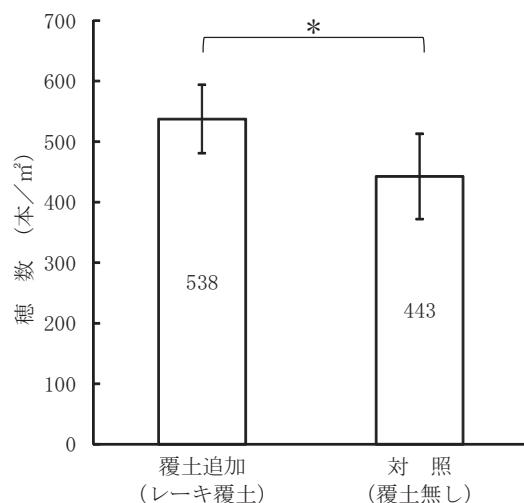


図7 穂数 (2012年)

注: *は有意水準5%で有意差あり

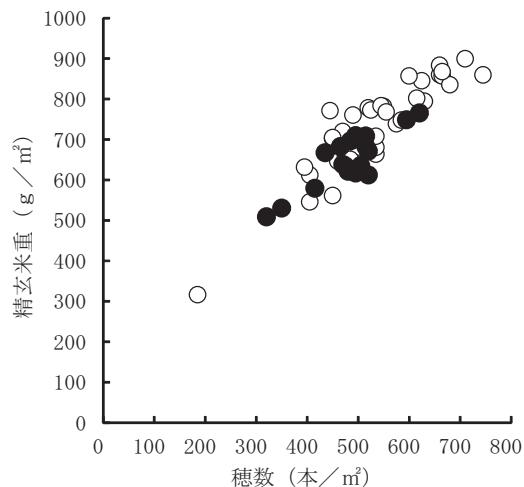


図8 水稻V溝乾田直播の穂数と精玄米重の関係

注: ●が供試圃場、○が他圃場 (いずれも2012年)

土追加による効果と考えられる。

穂数の調査結果を図7に示した。穂数でも肥料追加区と対照区に有意差がみられ、肥料追加区の穂数が対照区の約1.2倍に向上した。

図8は、2012年に当研究所内で行った水稻V溝乾田直播の穂数と精玄米重の関係を示したものである。圃場や栽培条件が異なっても穂数と精玄米重との間には強い関係がみられ、穂数が多くなると精玄米重（収量）は高まるることを示している。2012年試験の肥料追加区で穂数が有意に高まることが確認されたことから、春季代かき水稻V溝乾田直播で肥料が不十分になった場合、肥料追加を行うことで収量を向上させる可能性があり、播種後乾燥対策の有効な技術になるものと予想される。

(4) 効率的な作業方法の検討 (2013年試験)

2012年試験で人力による肥料追加で効果が確認された

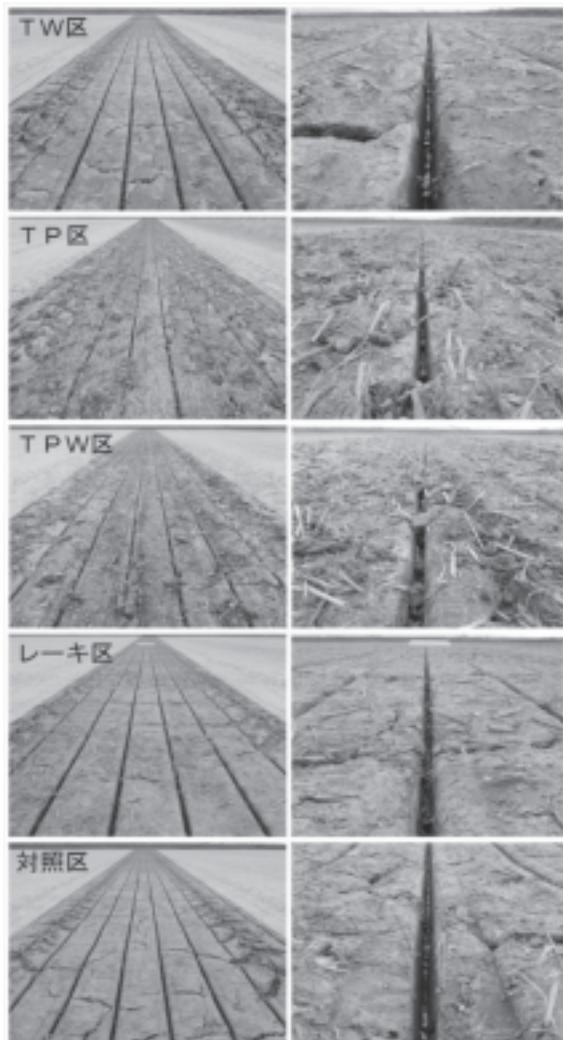


図9 覆土追加後の田面の状態 (2013年)

注: 左側が全体、右側写真が播種溝を拡大した写真。
各区の作業条件は表2を参照。

ため、作業を効率化するためにトラクタ作業の検討を行った。

トラクタを使用した場合でも、播種溝の形状を維持したまま必要な土量を得るために、溝と溝の間の土壤を使う工夫をした3種の作業条件を考え、試験区とした。

TW区は、質量13kgの角材をロープでトラクタにつないで牽引し、地面との摩擦力で溝と溝の間の土壤の凹凸を削り、播種溝に土壤を落とし込むことをねらった試験区である。TP区は、代かき機の耕耘爪が転がる際に跳ね上げる土壤を整地板で播種溝に土壤を落とし込むことをねらった試験区である。TPWは、TP区とTW区の組合せ効果で、確実に肥料を行うことをねらった試験区である。TP区とTPW区でトラクタのPTO動力を無伝達としたのは、播種溝を破壊しないためと、埋没している稻わら等の前作残さを堀り上げないためである。

肥料追加後の田面の状態は図9に示したとおりで、肥料量は、TPW区>TP区>レーキ区>TW区≥対照区

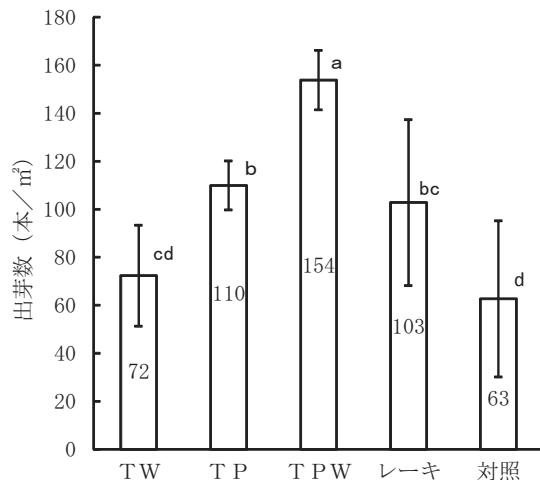


図10 出芽数 (2013年)

注：英小文字は同一文字間で有意差が無いことを示す。(LSD法, 有意水準5%, 図11も同様)

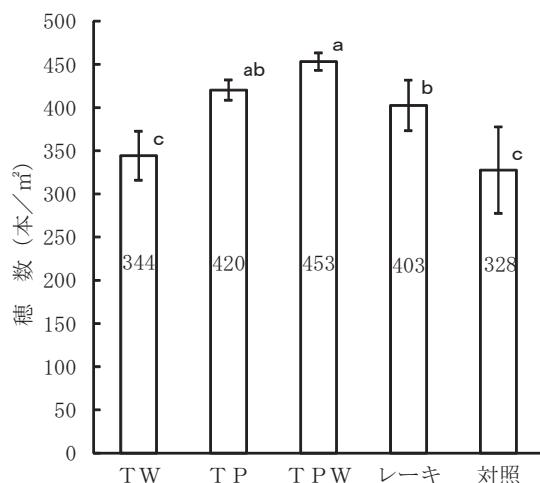


図11 穂数 (2013年)

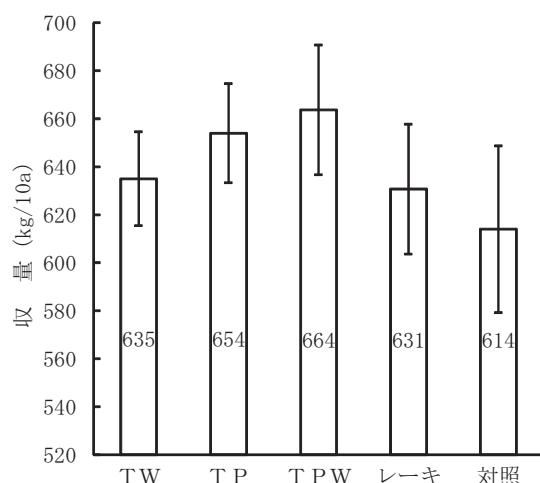


図12 収量 (2013年)

注：統計的な有意差は認められなかった。(P値0.23)

の順に多かった。播種溝の形状は各区とも維持できた。

TW区が対照区とあまり変わらなかった原因是、牽引中、角材にばたつきが発生したためで、これにより田面を削る力が弱まり、期待した覆土量が得られなかつものと思われる。覆土量を増加させるには、トラクタの速度を下げる、角材を重くする、角材の固定方法を変えるなどの検討が必要と考えられる。TPW区は、ねらいどおりTP区より覆土量が多くなった。TPW区では、耕耘爪が跳ね上げた土壤を整地板と角材で播種溝に確実に落とし込むことに成功したものと推察される。

2013年は播種後から出芽期までの降雨が特に少なかつたため、覆土の無い状態で露出している種糲は乾糲状態に戻り、発育が停止している様子が観察された。一方、覆土追加がうまくいった場所では、通常年よりやや遅れたものの出芽調査日の前に出芽揃い期に到達した。

出芽数の調査結果を図10に示した。

TW区は対照区と同程度の出芽数であった。TP区は、Reiki区と同程度で、対照区の約1.7倍の出芽数であった。TPW区はReiki区の約1.5倍、対照区の約2.4倍の出芽数であった。また、TP区、TPW区の標準偏差は対照区より小さく、圃場内での出芽数のばらつきが小さくなることが示唆された。なお、出芽数調査は入水直前に行なったが、対照区やTW区ではその後に出芽した個体も散見された。これは、乾燥状態だった種糲が入水によって吸水し、通常より遅れて出芽に至ったものである。

穂数の調査結果を図11に示した。

穂数の差異は出芽数と同傾向であった。すなわち、TW区は対照区と同程度の穂数であった。TP区は、Reiki区と同程度の穂数で、対照区の約1.3倍の穂数であった。TPW区はReiki区の約1.1倍、対照区の約1.4倍の穂数であった。また、TP区、TPW区の標準偏差は対照区より小さく、出芽数と同様に圃場内での穂数のばらつきが小さくなることが示唆された。

収量の調査結果を図12に示した。

収量では統計的に有意な差は認められなかったが、出芽数、穂数と似た傾向を示した。TP区とTPW区は対照区より収量が7~8%高い結果であった。また、TP区、TPW区の標準偏差は対照区より小さく、出芽数や穂数と同様に、圃場内での収量のばらつきが小さくなることが示唆された。

以上の結果のように、TP区、TPW区の作業条件の覆土追加で出芽数や穂数が向上し、圃場内でのばらつき(生育ムラ)が減少し、增收する傾向が確認された。

なお、対照区の63本/m²の少ない出芽数で614kg/10aの高収量が得られるケースは、青森県では希である。これには、2013年の登熟期の気温が高めであったことが影響していると考えられる。つまり、覆土不足で通常より遅れて出芽して出穂が遅れた稻でも、登熟できる気象条件であったため、通常より収量が高まったと予想される。

表3 トラクター作業の作業能率（2013年）

作業速度 (m/s)	作業時間 (min/10a)	圃場作業量 (ha/h)	1日の作業負担面積 (ha/day)
2.09	4.6	1.30	8.3

注：圃場100m×30m。1日の作業時間8h, 実作業率80%とした。

TP区の作業条件で作業能率を調査した結果を表3に示した。なお、TPW区の作業条件でも代かき機の作業幅が同じであるため、同等の作業能率と推定される。

作業速度は2.09m/sで、作業時間は4.6min/10a、圃場作業量は1.30ha/h、1日の作業負担面積は8.3haであった。

トラクター播種機－コンバイン1台ずつの機械体系で行える水稻V溝乾田直播の面積は20ha前後である。そのうち、播種床条件が整う前に播種してしまい乾燥対策が必要になるのは特別な条件が重った圃場だけなので、普通は全体の3分の1程度、最大でも3分の2程度と予想される。そのため、この作業能率であれば1～2日で作業が完了する。

TP区、TPW区で使用した代かき機や角材は農家にとって普通に所有又は入手可能な機材である。また、田面が白化する程度まで土壤水分が低下して乾燥固結した状態で作業を行うため、地耐力は十分で、供試機以外の機種のトラクタでも使用できると思われる。

以上のことから、TP区、TPW区の作業条件の覆土追加は、農家が乾燥対策の必要性を感じたときに速やかに行うことができる技術と見込まれ、播種後乾燥対策技術として有望である。

4. まとめ

2011年、春季代かきV溝乾田直播を行っている現地農家で、播種後の乾燥によって出芽が遅れたり出芽数が不足したりする事例がみられた。そのため、播種後から出芽期にかけて降水量が少なかった2012年と2013年に、播種後乾燥対策技術として覆土追加の効果とその効率的な作業方法を検討した。

その結果、覆土追加には、出芽数、穂数に対して増加効果が認められ、增收の可能性が示唆された。覆土追加の効率的な作業方法としては、トラクタに装着した代かき機を接地させ、PTO動力無伝達の状態で速度7.5km/hで牽引し、耕耘爪が跳ね上げた播種溝間の土壤を播種溝に落とし込んで覆土とする方法が有望であった。代かき機の後方に角材を取り付けるとさらに効果が高まった。作業能率は4.6min/10a、圃場作業量1.30ha/h、1日の作業負担面積8.3haであった。

参考文献

- 野沢智裕・横山裕正, 2009. 寒冷地北部における水稻不耕起V溝直播の現地実証, 農業機械学会東北支部報 No.56, 13-16.
- 野沢智裕, 2011. 消雪後の固結土壤条件下における水稻不耕起V溝直播 (第4報), 農業機械学会東北支部報 No.58, 29-32.
- 野沢智裕, 2013. 寒冷地積雪地帯における水稻V溝乾田直播技術, 水稻直播研究会会誌 第36号, 21-31.
- 青森県, 2008. 青森型水稻直播栽培技術マニュアル.
- 愛知県農業総合試験場作物研究部, 2007. 不耕起V溝直播栽培のてびき (改訂第4版).

近赤外分光法によるコンクリート構造物の劣化の診断（第4報）

—塩化物イオンの推定精度向上の検討—

設楽 徹*・川島 太郎**・片平 光彦**・夏賀 元康**

Diagnosis of Concrete Deterioration in Infrastructures using Near-Infrared Spectroscopy

(Part4)

- An Investigation into the Estimation Accuracy Improvement of Chloride Ion -

Toru SHITARA*・Taro KAWASHIMA**・Mitsuhiko KATAHIRA**・Motoyasu NATSUGA**

Abstract

Although we concluded in part 1 that the concrete deterioration factors could be determined with sufficient accuracy using NIRS, high cost of NIRS instrument may prevent its dissemination. If we can obtain sufficient accuracy using far cheaper Si detector, it would lead to great cost reduction. In this study we investigated whether including VIS region of 400-800 nm into the calibration using 650-1100 nm brought chloride ion estimation accuracy improvement or not. Unfortunately, adding VIS range into the calibration did not bring any estimation accuracy. Therefore, it was concluded that fundamental improvement may be required for the significant estimation accuracy improvement.

[Keyword] near infrared spectroscopy, concrete, deterioration, chloride ion

1. はじめに

コンクリート構造物に代表される老朽化した社会資本の診断において、非破壊検査の重要性が指摘され、それにともない多くの非破壊検査手法が開発されてきている。非破壊検査により現場で簡便・迅速・低コストにコンクリート構造物の情報を客観的かつ定量的に得ることができれば、将来の社会資本の維持管理において極めて有効であると考えられる。近年では、コンクリートの劣化情報を非破壊試験法である近赤外分光法を用いて診断する手法が試みられており、現場に応用が可能な簡便・迅速・低成本の診断技術として今後の展開が期待されている。

第1報により、近赤外分光法はコンクリートの劣化因子を精度よく推定できることが明らかになったが、研究で使用した近赤外分光分析装置は非常に高価であり、現場への普及の妨げになることが予想される。現在市販されている近赤外分光分析装置のディテクタは、1100nm以下の波長範囲ではSi（シリコン）ディテクタが、1100nm以上の波長範囲ではPbS（硫化鉛）またはInGaAs（インジウムガリウム砒素）ディテクタが一般的に使用されている。PbSまたはInGaAsディテクタはSiディテクタに比較して推定精度は勝るが高価であり、かつ温度特性が大きいため、ペルチエ素子を使用した電子冷却などによりディテクタを一定温度に冷却する必要があるため、分析装置のコストを引き上げる要因となっている。Siディテクタは推定精度が劣るもの、これらの欠点がなく低成本であるため、Siディテクタにより実用可能な推定精度での測定が可能となれば、分析装置の大幅なコストダウンが期待できる。

第3報では、Siディテクタで測定可能なNIR短波長領域650-1100nmでの測定を試みたが、NIR長波長領域1100-2498nmを使用した場合に比べて中性化・塩害とともにその劣化因子の推定精度は低く、特に塩害の劣化因子である塩化物イオンにおいては大きく推定精度が劣る結果となった。そこで、塩化物イオンの推定精度を向上させる目的で、従来のNIR短波長領域650-1100nmに、Siディテクタで測定可能な400nmからの可視領域を加えて解析を行うことで推定精度の向上が図れないか検討を行った。

2. 材料と方法

(1) 供試体

普通ポルトランドセメント（太平洋セメント、JIS R 5210）と、蒸留水を水セメント比W/C=50%で練り混ぜたセメントベーストにより、第3報と同様の寸法(Φ50, t=4mm)、及び手順で供試体を24個作成した。劣化因子の導入は練混水を所定の濃度に調整した塩化ナトリウム水溶液に置き換えることで行った。

(2) スペクトル測定

1) NIRS6500による測定

推定精度の比較のため、第3報と同様に長波長領域1100-2498nmを測定可能な近赤外分光分析装置NIRS6500(Foss-NIR Systems, USA)によりスペクトル測定を行った。本研究では、測定波長範囲400-2498nmで、反射レイアウトで測定を行った。

2) SD1024DWによる測定

本研究で使用した近赤外分光分析装置を構成する分光計SD1024DW(Ocean Optics Inc, USA)は、回折格子を使用したmaster(200-800nm)とslave(650-1100nm)の2つの分光計から構成されており、ディテクタにはSiアレイセンサが用いられている。本研究では第3報で使用した可視/NIR短波長領域650-1100nmのslave分光器に加え、200-800nmを測定可能なmaster分光器を用いて測定を行った。スペクトルは、JIS Z 8724に規定された方法により1nm間隔に波長変換を行った。

3) 測定レイアウト

a) 平行型

入力用ファイバと出力側のファイバを平行に配置し、光軸45°に傾けたレイアウトにより測定を行った。リファレンスは第3報でも良好な結果が得られたセラミックを使用した。

平行型レイアウトによる測定の外観を図1に示した。

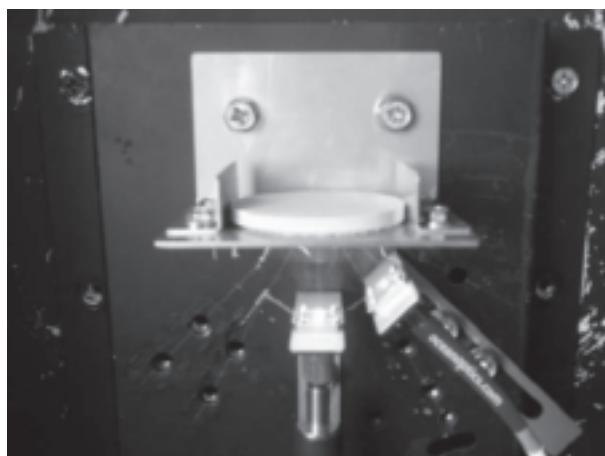


図1 平行型レイアウトの測定外観

b) 同軸型

市販されているクボタ青果物品質評価装置フルーツセレクターK-BA100R(クボタ、大阪)の投光部を使用した。リファレンスは平行型と同様にセラミックを使用した。

同軸型レイアウトによる測定の外観を図2に示した。

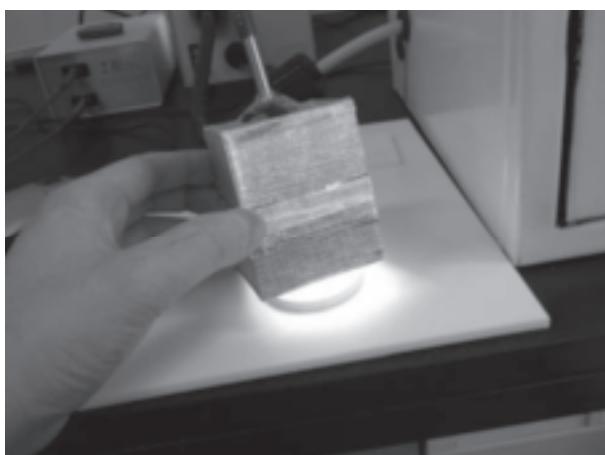


図2 同軸型レイアウトの測定外観

(3) 基準分析

前処理として供試体をコンクリートドリルで削孔し、その粉末を150μmのふるいにかけ微粉末を採取した。採取した微粉末は、JIS A1154により供試体粉末に含まれる塩化物イオンを抽出し、その濾液をチオシアン酸水銀(II)吸光光度計DR2800(HACH, USA)により塩化物イオンを定量した。

(4) キャリブレーションの作成と検証

統計処理ソフトウェアThe Unscrambler v9.2(CAMO, Norway)を使用し、Full cross-validation法によるPLS回帰分析(Partial Least Squares Regression)でキャリブレーションの作成と検証を行った。

3. 結果と考察

(1) スペクトル

図3に平行型レイアウトで測定したスペクトルを、図4に同軸型レイアウトで測定したスペクトルを示した。なお、波長範囲400-500nmは著しくノイズが大きかったため除外した。

平行型・同軸型のいずれも680nm付近に何らかのピークが見られたものの、総じて第3報と同様に、ピークのほとんど見られないスペクトルを示した。第3報の考察により倍音ピークが現れると予想した565nm付近には特に目立ったピークは見られなかった。なお、500-600nm及び1000-1100nm付近ではノイズが大きくなる傾向が見られた。

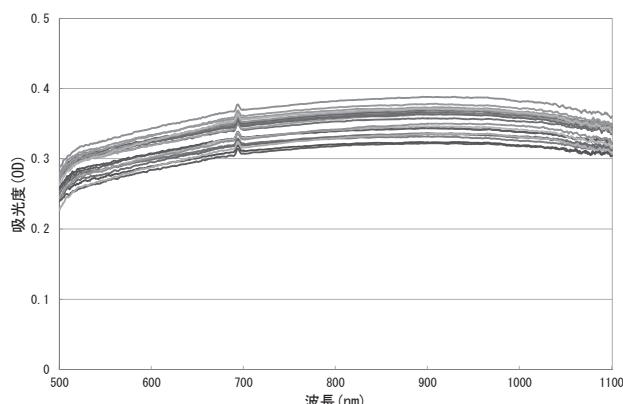


図3 平行型レイアウトによるスペクトル(500-1100nm)

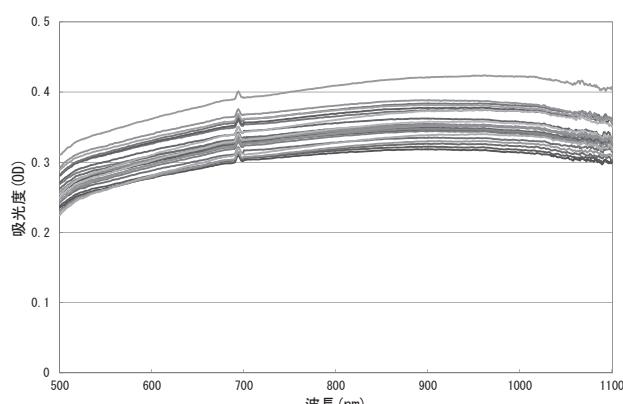


図4 同軸型レイアウトによるスペクトル(500-1100nm)

(2) キャリブレーション

本研究で得られたキャリブレーション結果を表1に示した。なお、スペクトル測定の繰り返し回数はいずれも30回とした。

1) 可視領域の推定精度に与える影響

波長範囲500-1100nmと波長範囲700-1100nmを使用した場合のキャリブレーション結果を、散布図として図5に示した。波長範囲500-1100nmを使用した場合の塩化物イオンの推定精度はより推定精度の高かった平行型においても $R^2=0.79$, SECV=0.16%, RPD=2.17と劣り、波長範囲700-1100nmを使用した場合に比べると若干の推定精度向上は見られものの、その差はわずかであった。また、波長範囲1100-2498nmを使用する近赤外分光分析装置NIR6500で同一の供試体を測定した場合の推定精度 $R^2=0.95$, SECV=0.08%, RPD=4.49に比べると推定精度は大きく劣る結果となった。また、中性化では同軸型の方が推定精度がよい傾向が見られたが、本研究においては、平行型と同軸型にそれほど大きな精度の差は見られなかった。

2) 2011年度との結果の比較

2011年度(第3報)と2012年度(第4報)のキャリブレーション結果を、散布図として図6に示した。同一の条件で測定を行った2011年度の結果と比較しても、平行型では確かに推定精度の向上が見られたが、同軸型では逆に推定精度が劣る結果となるなど、

推定精度向上が見られたとはいえない結果となった。

(3) 考察

本研究で測定したスペクトルには、第3報の考察により倍音ピークが現れると予想した565nm付近には目立ったピークが見られなかった。原因としては、可視領域は比較的ノイズが大きかったことから、その影響を受けたためと推察される。また、680nm付近に何らかのピークが見られたが、推定精度がほとんど向上しなかったことから、塩化物イオンの推定精度向上には寄与していないことが示唆された。

キャリブレーションの結果から推察すると、Siディテクタで測定可能な可視/NIR短波長領域400-1100nmでの測定では、NIR長波長領域1100-2498nmを使用した場合と同等の推定精度を得ることは期待できないと思われた。しかし、繰り返し回数を大きくするなど様々な条件で測定を行った結果、本装置において最大でRPD=2.88が得られ、実用化の指標であるRPD=2.4を越えたことから、定性分析など簡易的な測定に本手法を応用することは、今後の検討次第では可能であると思われた。ただし、推定精度の大幅な向上を図るために塩化物イオンの既知ピークである2260nmを含む長波長領域での測定を如何に安価に実施するかについて検討していく必要があると思われた。

表1 キャリブレーション結果

機器及び レイアウト	実施年度	波長範囲 (nm)	統計量				
			n	nF	R^2	SECV(%)	RPD
NIR6500	2012年度	1100-2498	24	4	0.95	0.08	4.49
SD1024DW 平行型	2012年度	500-1100	24	3	0.79	0.16	2.17
		700-1100	24	3	0.78	0.16	2.14
	2011年度	700-1100	24	2	0.65	0.19	1.69
SD1024DW 同軸型	2012年度	500-1100	24	4	0.74	0.18	1.96
		700-1100	24	5	0.72	0.18	1.89
	2011年度	700-1100	24	5	0.79	0.15	2.18

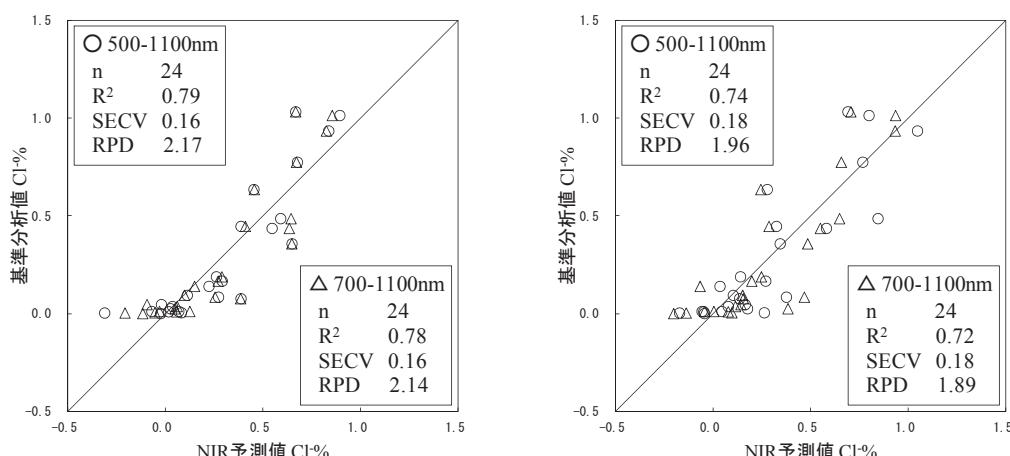


図5 塩化物イオンの使用波長別キャリブレーション

(左：平行型レイアウト 右：同軸型レイアウト)

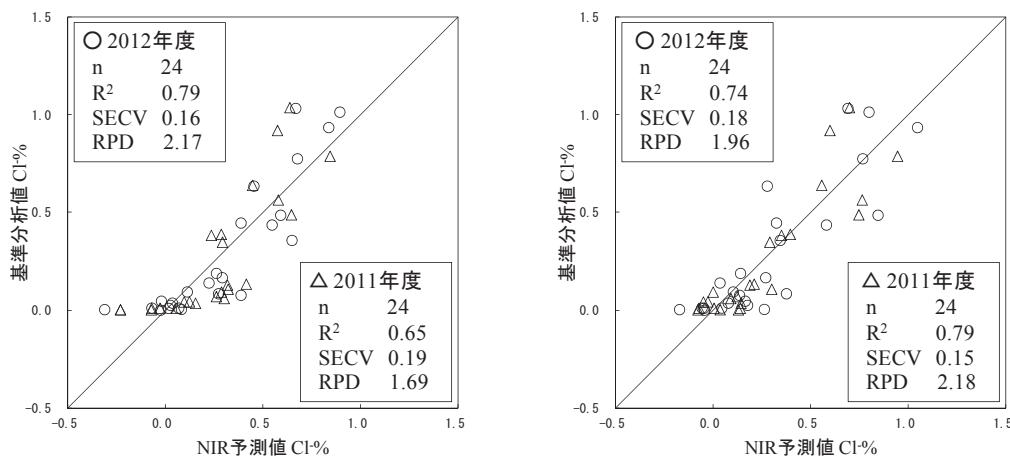


図6 塩化物イオンの年度別キャリブレーション
(左:平行型レイアウト 右:同軸型レイアウト)

4.まとめ

本研究では、近赤外分光分析装置のコストダウンを目的として、安価なSiディテクタで検出可能な可視/NIR短波長領域650-1100nmに400nmからの可視領域を加えた波長範囲400-1100nmで、第3報で推定精度の劣った塩害の劣化因子である塩化物イオンの推定精度について向上が困難ないか検討を行った。その結果、

- (1) 第3報の考察で倍音ピークが現れると予想した565nm付近には特に目立ったピークは認められなかった。
- (2) 本研究で得られたスペクトルには680nm付近に何らかのピークが見られたが、このピークは塩化物イオンの推定精度向上には寄与していないことが示唆された。
- (3) 400nmからの可視領域を含めてキャリブレーションを作成しても推定精度の大幅な向上は見られなかった。
- (4) 塩化物イオンの測定において、推定精度の大幅な向上を図るために、分光器や測定レイアウトの抜本的な改良が必要であると思われた。

5.謝辞

本研究の遂行にあたって、秋田県立大学生物資源科学部応用生物科学科の陳先生には近赤外分光分析装置のご提供並びにご指導をいただきました。また、山形大学農学部食料生命環境学科の奥山先生には基準分析の分析装置をご提供並びにご指導をいただきました。さらに、生産機械システム工学研究室の学生諸君にはスペクトル測定並びに基準分析に多大なご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 石川 幸宏・金田 尚志・魚本 健人・矢島 哲司：近赤外分光イメージングによるコンクリート中の塩分の定量化に関する提案 コンクリート工学年次論文集 Vol.28 NO.1(2006)
- 2) 岩元 瞳夫・河野 澄夫・魚住 純 近赤外分光法入門 幸書房(1994)
- 3) 魚本 健人：コンクリート構造物の非破壊検査技術 旺文社(2007)
- 4) 金田 尚志：マルチスペクトル法によるコンクリート劣化物質検出手法の開発 東京大学学位論文(2004)
- 5) 金田 尚志・石川 幸宏・魚本 健人：近赤外分光法のコンクリート調査への応用 コンクリート工学 Vol.43 NO.3(2005)
- 6) 倉田 孝男・戸田 勝哉：ケモメトリックス手法を用いた近赤外線小型分光器によるコンクリート診断装置開発 IIC REVIEW(2008)
- 7) 郡 政人・古川 智紀・上田 隆雄・水口 裕之：近赤外分光法を用いたセメント硬化体中の塩化物イオンの検出 コンクリート工学年次論文集 Vol.29-No.2(2007)
- 8) 郡 政人・古川 智紀・上田 隆雄・水口 裕之：近赤外分光法を用いたセメント硬化体中の塩化物イオン量の推定 Cement Science and Concrete Technology No.61(2008)
- 9) 郡 政人・古川 智紀・上田 隆雄・水口 裕之：近赤外分光法を用いたコンクリート中の塩化物イオン濃度の推定手法に関する検討 コンクリート工学年次論文集 Vol.30(2008)
- 10) 小林 一輔：コンクリート構造物の総合診断法 旺文社(2008)
- 11) 十河 茂幸・森野 奎二・坂井 悅郎・生コンと材料の品質検査法 旺文社(2006)
- 12) Tormod Naes・Tomas Isaksson・Tom Fearn・Tony Davies : Multivariate Calibration and Classification NIR Publications(2002)
- 13) 戸田 勝哉・西土 隆幸・高岡 啓吾・福岡 千枝・倉田 孝男：マルチスペクトル法による中性化および塩害の診断手法に
- 14) Phil Williams・Karl Norris : Near-Infrared Technology American Association of Cereal Chemists.Inc(1987)
- 15) コンクリート診断技術'08[基礎編] (社)日本コンクリート工学協会(2008)
- 16) コンクリート診断技術'08[応用編] (社)日本コンクリート工学協会(2008)
- 17) コンクリート標準示方書 平成11年度版 土木学会(2000)
- 18) JISハンドブック 2009 ⑩生コンクリート 日本規格協会(2009)

飼料用トウモロコシ葉身部のハイパースペクトルデータを用いた SPAD 値, クロロフィル, およびミネラル成分の推定

中坪あゆみ*・田中勝千*・杉浦俊弘*

Estimating SPAD Value, Chlorophyll, and Mineral Components Using Hyperspectral Data of Maize Leaves

Ayumi NAKATSUBO*・Katsuyuki TANAKA*・Toshihiro SUGIURA*

Abstract

Visible-infrared hyperspectral data have been widely used recently in remote sensing for nondestructive crop-quality estimation in the field. The authors applied hyperspectral remote sensing to the field of feed maize to investigate the estimation of feed contents of the whole maize plant (including leaves, stems, and grains) from the hyperspectral data of maize community. In this study, as a preliminary step to the estimation of feed contents, we attempted to estimate the SPAD value, chlorophyll (a, b and a+b), and mineral components (T-N, T-P, and T-K) contained in leaves from the hyperspectral data (390–983 nm, 60 bands) of maize leaves. Regarding the estimation method, we compared the estimation accuracy of two kinds of partial least squares regression (PLSR) using either all bands (60 bands) or only selected ones as explanatory variables. When all bands were used as explanatory variables, estimation was possible with accuracy that is sufficient for practical use for all parameters except chlorophyll b, phosphorus (T-P) and potassium (T-K) ($R^2 = 0.82\text{--}0.90$, $EI = 19.7\text{--}24.5$, EI Rank = B). When waveband selection was conducted, it was judged that all parameters except phosphorus (T-P) and potassium (T-K) can be estimated with accuracy that is sufficient for practical use ($R^2 = 0.78\text{--}0.91$, $EI = 19.6\text{--}21.7$, EI Rank = B). Based on the relation between measured values and estimated ones in verification, it was judged that actual estimation was possible for three parameters: the SPAD value, chlorophyll a+b and nitrogen (T-N). The results described above demonstrate that the SPAD value related to the greenness (depth of green color) of the leaf blade, chlorophyll a+b and nitrogen (T-N) can be estimated by applying PLSR, or PLSR with band selection, to hyperspectral data of maize leaves.

[Key words] chlorophyll, feed quality, hyperspectral remote sensing, maize, partial least squares regression (PLSR)

1. はじめに

近年, リモートセンシングは精密農業におけるモニタリングツールとして利用されている。特に、国内における米麦栽培では、リモートセンシングを利用した生産システムが検討され、実証試験の段階に達している¹⁾²⁾³⁾。リモートセンシングによる米粒タンパク含有率の推定では正規化差分植生指数 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) が利用されており、米粒タンパク含有率は水稻群落のクロロフィルおよび窒素と相關があることが知られている。そのため、NDVI から成熟期における米粒タンパク含有率を推定することは、水稻群落のクロロフィルおよび窒素含有率(濃度)の推定に該当する⁴⁾。

著者らは、飼料自給率の向上、食の安全安心と飼料の品質保証、および効率的な飼料生産の観点から飼料畑における精密農業を検討してきた⁵⁾⁶⁾。飼料用トウモロコシ(以下、トウモロコシ)については、航空機、無人ヘリ、トラクターなどに搭載したハイパースペクトルセンサから取得したスペクトル情報(ハイパースペクトル

データ)からトウモロコシ収量と飼料成分含有率の推定を検討している⁷⁾⁸⁾⁹⁾。しかし、可視・近赤外リモートセンシングで主に利用されている400 nmから1,000 nmのスペクトル情報の利用を考えた場合、推定しようとする化学成分の吸収帯または官能基は1,000 nm以上の近赤外域にあるため、推定メカニズムは不明である。また、収量および飼料成分含有率は、子実による影響が大きく、センシングから得られる葉または群落上部のスペクトルデータとの関係も明らかにされていない。そのため、トウモロコシ葉身部のスペクトルデータとその葉にSPAD値、クロロフィル(以下、Chl.)、およびミネラル成分との関係を明らかにする必要がある。

2. 本報のねらい

この研究では、ハイパースペクトルデータを用いた飼料成分の推定の前段階として、トウモロコシ葉身部のハイパースペクトルデータから、その葉に含まれるSPAD値、Chl.(a, b, a+b)、およびミネラル成分(T-

N, T-P, T-K)の推定法と推定に有用な波長(バンド)を明らかにすることをねらいとしている。そのため、多様な(多段階の)葉色および含有率を有するデータセットを得るために、ポット試験と圃場試験を実施した。これら試験から得られたデータに対して、近赤外分光法において成分の推定と波長(バンド)選択に有用とされている多変量解析を適用した。

3. 材料と方法

(1) 試験地

青森県十和田市に位置する北里大学獣医学部附属フィールドサイエンスセンター十和田農場内のトウモロコシ畑(ニューデント 110)を試験地とし、2009年5月から10月にポット試験および圃場試験を実施した。

(2) ポット試験の概要

ポットとして1/2000 aのワグネルポット(高さ0.26 m、直径0.25 m、体積0.013 m³)を、土壤として青森県十和田市(洞内地区)から採取した黒っぽく土と赤玉土の混合(7:3)を用いた(土壤重量8.50 kg DM/pot)。施肥量については、青森県が定めるトウモロコシの施肥基準¹⁰⁾に従い、窒素22.0 kg/10 a、リン酸18.8 kg/10 a、カリウム13.5 kg/10 aを標準施肥量(1倍)とした。この施肥量に従い、窒素のみを調製したポット(リン酸・カリウムは標準量)を9種、リン酸のみを調製したもの(窒素・カリウムは標準量)を5種、窒素・リン酸・カリウムの全てを調製したもの7種、計21種のポットを3回反復で設けた($n=63$)。2009年6月12日(播種後20日)にあらかじめ育苗したトウモロコシ(ニューデント110)をそれぞれのポットに移植した(図1)。その後、ポットを試験圃場の一角に設置し、野外条件下で9月中旬(9月12日)までの計112日間栽培した。栽培期間中、適時散水したが、追肥はしなかった。

(3) 圃場試験の概要

試験地内の南北方向に20 a(200 m × 10 m)の試験区を設けた。試験区内に小区(10 m × 10 m, $n=10$)として除草区と無除草区を交互に配置した。いずれの区も有機栽培を想定しているので農薬は散布していない。なお、除草区ではおおよそ播種後60日までに手作業にて除草処理を2回程度施したが、無除草区では一切除草処理しなかった。

(4) データ取得と解析方法

ハイパースペクトルデータの撮影には、センシングシステムとして太陽光を光源とした三脚ベースを、供試センサとしてハイパースペクトルイメージングセンサ(ImSpectorV10, Specim, Oulu, Finland)を用いた¹¹⁾。供試センサの観測波長域は400から1,000 nm、波長分解能は10 nmである。植物体の乾燥と植物生理を考慮し、刈り取り後1時間以内にトウモロコシ葉身部を撮影した。撮影後、葉身部のSPAD値、Chl.(a, b, a+b), およびミネラル成分(T-N, T-P, T-K)を測定した。SPAD値については葉緑素計(SPAD-502, KONICA MINOLTA, 東京)を用いた。Chl.(μM)については、DMF法で色素を抽出した後、

分光光度計(UV-1200, 島津製作所, 京都)で647 nmおよび664 nmの吸光度を計測し、Porra *et al.*(1989)の算出式¹²⁾から求めた。ミネラル成分(% DM)については、T-Nはケルダール蒸留法、T-Pは湿式灰化の吸光光度法(オートアライザ法)、T-Kは湿式灰化の原子吸光光度法にて求めた。

その後、正規化処理¹³⁾を施したハイパースペクトルデータを説明変数(60バンド), SPAD値, Chl.(a, b, a+b), およびミネラル成分(T-N, T-P, T-K)を目的変数としたデータセットを作成し($n=171$)、解析に用いた。基本統計量の算出、単相関係数の算出、およびステップワイズによるバンド選択にはJMP10.0.2(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)を、PLSRによる推定モデルの作成と検証にはThe Unscrambler 10.2(CAMO Software, Oslo, Norway)を用いた。推定モデル式はFull-Cross-validation法で検証し($n=86$)、クロスバリデーション時の決定係数(R^2)からlatent variables(LV)を決定した。なお、スムージングや微分処理などスペクトルの前処理は一切を行わなかった。その後、作成されたモデル式に、テストデータ($n=85$)を当てはめ、推定精度を算出した。推定精度の評価には、実測値と推定値との決定係数(R^2)、標準誤差(SEP)、推定誤差の平均値(Bias)、およびEvaluation index(EI)法を用いた。EIの算出式と評価基準を以下に示す。

$$EI = 2 \times SDP / レンジ \times 100 (\%) \quad SDP: \text{誤差の標準偏差}$$

EI (%)	< 12.4 %	Aランク	精度が非常に高い
	12.5 - 24.9 %	Bランク	精度が高い
	25.0 - 37.4 %	Cランク	精度が低い
	37.5 - 49.9 %	Dランク	精度が非常に低い
	50.0 <	Eランク	推定不可

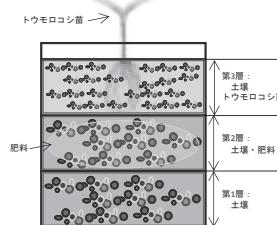


図1 作成したポットの概要.

4. 結果と考察

(1) 全バンド(60バンド)を用いた推定モデル式

モデル式作成時の実測値と推定値との R^2 は、SPAD値0.96, Chl.a 0.92, Chl.b 0.81, Chl.a+b 0.85, T-N 0.87, T-P 0.86, T-K 0.85となった。クロスバリデーション時の R^2 は0.75から0.95、推定に使用したLVは2から7であった。クロスバリデーション時の R^2 から、概ね良好な推定モデル式が作成された。作成されたモデル式にテストデータをあてはめた結果を図2に示す。 R^2 の最小はT-Kの0.51、最大はSPAD値の0.90であった。EIの最大はT-Kの60.2(E)、最小はSPAD値の19.7(B)となった。 R^2 およびEIの値からSPAD値は高い精度で、Chl.(a, a+b)およびT-Nは実用可能な精度で推定できると判断した。一方、Chl.b, T-PおよびT-Kの推定は困難であると判断した。

(2) 選択バンドを用いた推定モデル式

推定モデル式作成時の実測値と推定値との R^2 は、SPAD値0.92, Chl.a 0.87, Chl.b 0.79, Chl.a+b 0.85, T-N 0.81, T-P 0.82, T-K 0.56、クロスバリデーション時の R^2 は、0.51から0.91と全バンドの場合よりも低かった。LVは3から9と全バンドの場合よりも多かった。クロスバリデーション時の R^2 から、T-Kを除く項目について概ね良好な推定モデル式が作成された。作成されたモデル式にテストデータをあてはめた結果を図3に示す。 R^2 の最小はT-Kの0.55、最大はSPAD値の

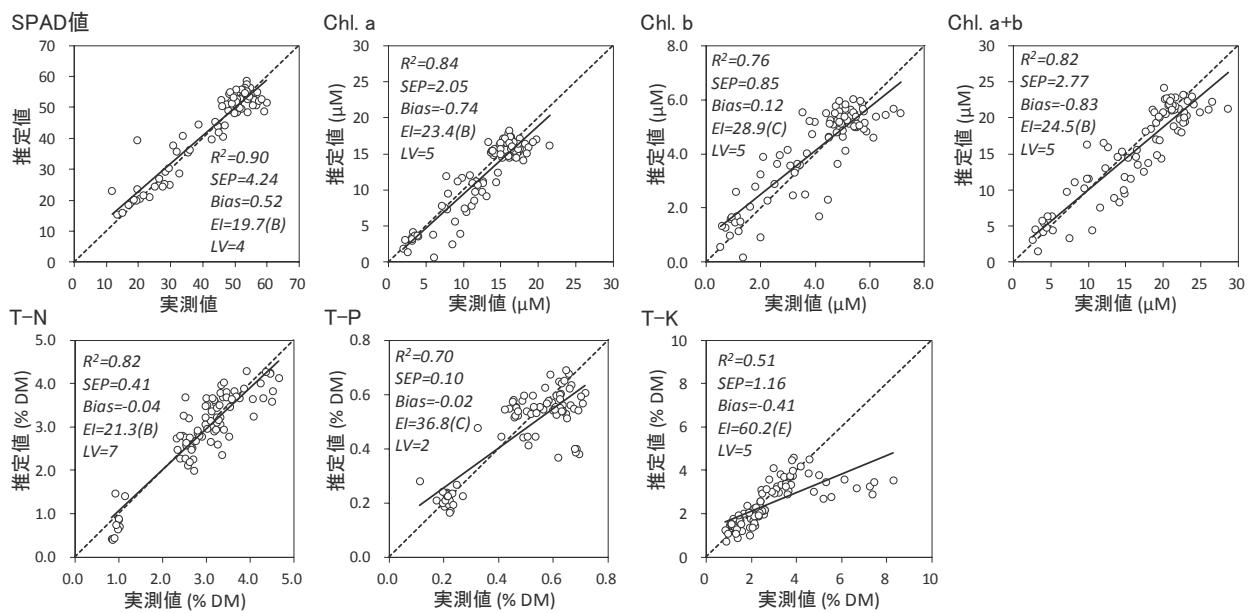


図2 全バンドを用いた場合の推定結果。(テストデータ, n=85)

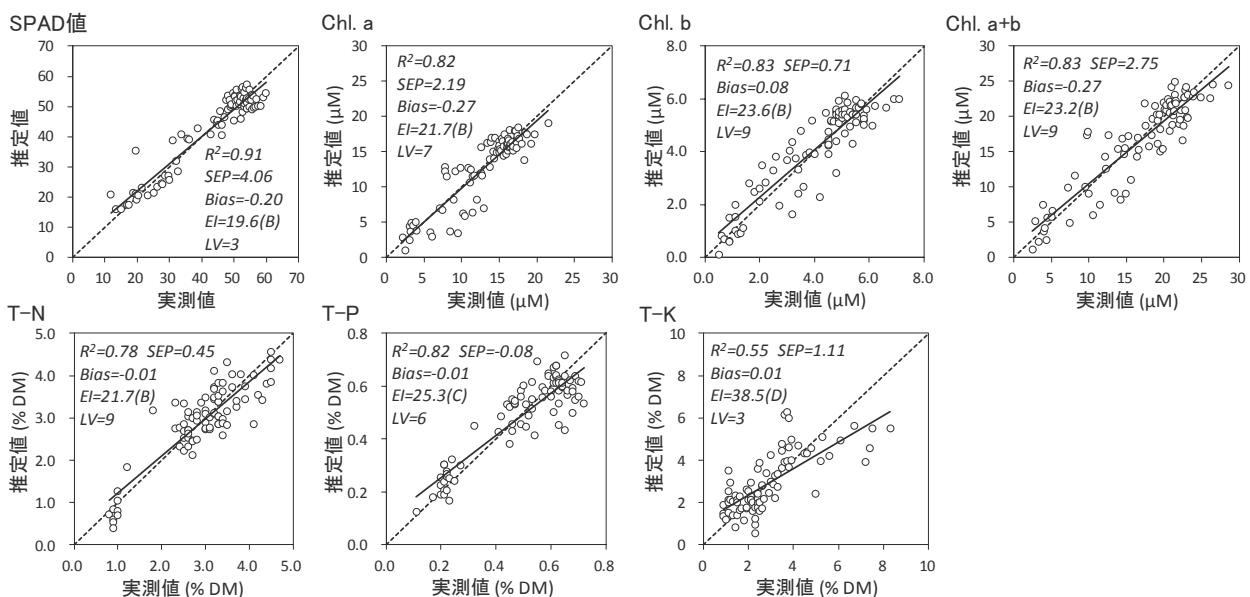


図3 選択バンドを用いた場合の推定結果。(テストデータ, n=85)

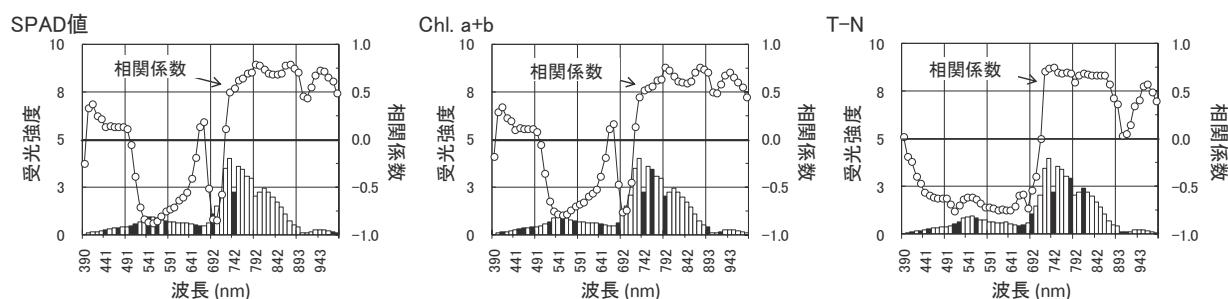


図4 波長ごとの相関係数と選択されたバンド。(○:相関係数, ■:選択されたバンド)

0.91 であった。EI の最大は T-K の 38.5(D), 最小は SPAD 値の 19.6(B) となった。 R^2 および EI の値から SPAD 値は高い精度で, Chl.(a, b, a+b) および T-N は実用可能な精度で推定できると判断した。一方, T-P および T-K の推定は難しいと判断した。

(3) 推定に有効なバンド

図 4 に, 推定可能と判断した SPAD 値, Chl. a+b, および T-N の波長ごとの相関係数と選択されたバンドを示す。波長毎の相関係数は, どの項目においても 500 nm から 640 nm および 470 nm から 1,000 nm で高く, これら波長域のスペクトルデータは SPAD 値, Chl. a+b, および T-N の推定において重要であると推察された。選択されたバンド数は, SPAD 値 13, Chl. a 18, T-N 16 となった。選択されたバンド数は全バンド数の 13 - 18% に該当する。波長域ごとの割合 (B : G : R : NIR) は, SPAD 値 2 : 5 : 2 : 4, Chl. a 5 : 3 : 2 : 8, T-N 5 : 3 : 2 : 6 となり, 選択されたバンドは可視域で多かった。一般的に Chl. a は, 赤色域 R (430 - 460 nm) と青色域 B (640 - 680 nm) に強い吸収帯を持つことが知られている。また, クロロフィルを対象とした植生指数では, 680 nm と 800 nm のスペクトルデータが利用されている。これらクロロフィルと関連する波長 (バンド) は, ステップワイズで選択されたバンドにも含まれていた。加えて, PLSR における説明変数のローディングおよび回帰係数の結果からも, クロロフィルに関連する波長域 (バンド) が推定モデルの作成において重要な変数であることが示された。そのため, ステップワイズによるバンド選択および PLSR による推定モデル式の構築は, 対象とする各成分の推定に必要な波長情報を反映していると考えられた。

以上から, 葉身部のハイパースペクトルデータを用いて SPAD 値, Chl. a+b, および T-N を推定し, 推定に有用な波長 (バンド) を特定することができた。

5.まとめ

本研究では, ハイパースペクトルデータを用いた飼料成分の推定の前段階として, トウモロコシ葉身部のハイパースペクトルデータから, その葉に含まれる SPAD 値, Chl.(a, b, a+b), およびミネラル成分(T-N, T-P, T-K)の推定方法と推定に有用な波長(バンド)について検討した。その結果, 全バンドを用いた場合, 選択バンドのみを用いた場合ともに, SPAD 値, Chl. a+b, および T-N を高い精度で推定することができた($R^2=0.78\text{--}0.91$, $EI=19.6\text{--}24.5$, $EI\text{ Rank}=B$)。また, これら成分の推定には, クロロフィルと強く関連する波長(バンド)が寄与していることが示された。以上から, ステップワイズによるバンド選択および PLSR による推定モデル式の構築は, 対象とする各成分の推定に必要な波長情報を反映した推定方法として有用であると推察される。

謝辞

本研究の遂行に当たって, 北里大学獣医学部フィールドサイエンスセンターの職員および生物環境科学科環境情報学研究室の専攻生の皆様に多大なるご協力をいただきました。心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 安績大治, 志賀弘之, 2003. 水稻成熟期の SPOT/HRV データによる米粒蛋白含有率の推定, 日本リモートセンシング学会誌, 23 (5), 451 - 457.
- 2) 志賀弘之, 2003. 米・小麦の安定生産への衛星リモートセンシングの活用, 農機誌, 65 (4), 9 - 12.
- 3) 奥野林太郎, 2005. 衛星リモートセンシングを用いた小麦適期収穫支援システム, 農機誌, 67 (5), 17 - 19.
- 4) 州濱智幸, 武田知己, 小野寺博稔, 2010. ハイパースペクトルデータによる米粒タンパク含有率推定に関する研究, 写真測量とリモートセンシング, 49 (63), 358 - 367.
- 5) 田中勝千, 本橋匂司, 高野 剛, 石田頼子, 1998. 草地農業におけるプリシジョンファーミング(第1報), 農機東北支部報, 45, 21 - 24.
- 6) 田中勝千, 本橋匂司, 高野 �剛, 古橋拡明, 杉浦俊弘, 馬場光久, 2002. デントコーン畑における精密圃場管理(第1報), 農機東北支部報, 49, 7 - 10.
- 7) 中坪あゆみ, 田中勝千, 杉浦俊弘, 皆川秀夫, 嶋 栄吉, 嶋田 浩, 2009a. ハイパースペクトルイメージングセンサを用いた飼料用トウモロコシ (*Zea mays* L.) 畑のセンシング(第1報) —異なるプラットホームによるスペクトルデータの比較—, 農機東北支部報, 56, 21 - 24.
- 8) 中坪あゆみ, 田中勝千, 杉浦俊弘, 皆川秀夫, 嶋 栄吉, 嶋田 浩, 2009b. ハイパースペクトルイメージングセンサを用いた飼料用トウモロコシ (*Zea mays* L.) 畑のセンシング(第2報) —スペクトルデータと水分および栄養成分との関係—, 農機東北支部報, 56, 25 - 28.
- 9) 中坪あゆみ, 田中勝千, 杉浦俊弘, 加藤 亘, 三谷 歩, 石岡義則, 嶋 栄吉, 嶋田 浩, 2011. 航空機ハイパースペクトルセンサを用いた飼料用トウモロコシ (*Zea mays* L.) 畑の植生指数と生育量との関係, 日草誌, 57 (1), 34 - 38.
- 10) 青森県農林水産部畜産課(編), 2005. 草地・飼料作物の生産と利用, 青森県, 青森, 1 - 187.
- 11) 岡本博史, 酒井憲司, 村田哲郎, 片岡 崇, 端 俊一, 2006a. ハイパースペクトル画像による多目的解析に対応したオブジェクト指向ソフトウェアフレームワークの構築, 農業情報研究, 15 (2), 103 - 112.
- 12) Porra. R.J., Thompson. W.A., and Kriedemann. P.E., 1989. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy, *Biochim Biophys Acta*, 975, 384 - 394.
- 13) 岡本博史, 酒井憲司, 村田哲郎, 片岡 崇, 端 俊一, 2006b. ハイパースペクトル画像解析フレームワークを利用したリモートセンシングソフトウェアの開発, 農業情報研究, 15 (3), 219 - 229.

田代平地域におけるブタナ分布域推定のための基礎研究

—ミクセル解析を用いたブタナ被度の推定法について—

小泉佑太*・田中勝千**・鈴木由美子**・杉浦俊弘**・皆川秀夫**

Basic Research for Estimating Spatial Distribution of Hairy Cat's Ear in Tashirotoi Area

-Estimation Method of Cover Hairy Cat's Ear Using Mixel Image-

Yuta KOIZUMI*・Katsuyuki TANAKA**・Yumiko SUZUKI**・Toshihiro SUGIURA**・Hideo MINAGAWA**

Abstract

十和田八幡平国立公園で要注意外来生物であるブタナが繁茂していることが確認された。本研究では、リモートセンシングによるブタナの分布域把握のために、低空間分解能で取得した画像のミクセル内のブタナ被度の推定手法の開発を目的とした。はじめに地上からハイパースペクトルカメラを用いて田代平の主構成要素であるブタナ、イネ科草、枯死の分光スペクトル情報を取得した。その後、疑似的に構成要素割合を変えてミクセルを作成し、画像情報からブタナ被度の推定法の開発を試みた。その結果、枯死割合に関わらずブタナ被度の推定モデルを作成できた ($R^2=0.99$)。しかし、全体として過小評価の傾向にあるため、今後推定手法を改善する必要がある。

[keywords] exotic plant, hairy cat's, hyperspectral imaging, mixel

1. はじめに

八甲田山の北東部に位置する田代平は、明治初年頃から牛馬の放牧に利用されてきたことから、ノシバ (*Zoysia japonica* Steud.) 主体の天然シバ草地が維持されてきた。1936年、十和田湖と八甲田連邦を含む地域が十和田国立公園として指定された際に田代平は天然シバ草地の牧野景観が評価され、その一部として組み込まれた。その後、秋田・岩手両県にまたがる八幡平を統合して十和田八幡平国立公園として現在に至っている。

1960年代、田代平には外来牧草を導入した人工草地が造成され放牧利用が拡大した。しかし、牛肉輸入自由化を契機に2,000年以降放牧利用が減少したことで草地生態系の維持が困難になり、ブタナ (*Hypochoeris radicata* L., 図1) などの外来植物が繁殖しやすい環境となつた¹⁾。ブタナは牧草地に繁茂すると牧草の生長抑制することが知られている²⁾ため、ブタナの生息地拡大は牧野景観を乱すことや草地生態系へ悪影響を及ぼす可能性がある。

本研究では、衛星リモートセンシングを用いたブタナの分布域推定法を開発することで、ブタナを抑制するための資料を提供することをねらいとした。しかし、衛星画像を用いたブタナの分布域推定の場合、空間分解能が低いため、一画素内にはブタナの他にイネ科草や枯死など複数の要素が混在し、分光スペクトル情報から目的と

する対象物を特定できることになる。いわゆるミクセル (mixed pixel) 問題である。田代平の主構成要素はブタナ、イネ科草、裸地である。草地上の裸地のほとんどは枯死で覆われているため、本研究では枯死と表示している。昨年度の報告では、現地植生のエンドメンバ（構成要素）の分光スペクトル情報を取得するために、まず地上の分光スペクトル情報からブタナとイネ科草の判別を試みた。本報では、衛星画像でのブタナの分布域推定の前段階として、近接リモートセンシングにより取得した情報から疑似的にミクセルの状態を作り出し、このミクセルからブタナの被度を推定する手法について報告する。

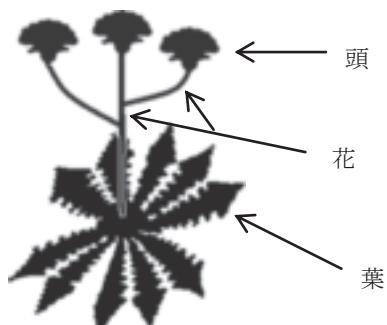


図1 ブタナの模式図

* : 北里大学大学院獣医学系研究科 〒034-8628 青森県十和田市東二十三番町 35-1

** : 北里大学獣医学部 〒034-8628 青森県十和田市東二十三番町 35-1

2. 材料および方法

(1) 調査対象

田代牧野畜産農業協同組合が管理する田代平牧場内のノシバとオーチャードグラス (*Dactylis glomerata L.*) 主体の面積約 7.6 ha の採草地（標高約 600 m）を対象に、2012 年 6 月から 9 月にかけて現地調査を実施した。この年一番草は組合員によって 7 月 18 日に刈り取られた。

(2) ハイパースペクトルカメラによる採草地の主構成要素の分光スペクトル情報の取得

前報と同様に、供試したハイパースペクトルカメラ (ImSpector V10, Specim) は、観測波長域 400–1000 nm (60 バンド), 波長分解能 6 nm である。供試カメラはラインセンサとして機能するため、対象物全体の画像を取得するためには、カメラの光軸または撮影対象を移動させる必要がある。そこで本研究では、携行型センシングシステム⁴⁾を用いた（図 2）。撮影に当たり、イネ科草のみの場所からブタナが優占する場所までを数段階に変えて測定場所を選び、コドラー（0.5 m × 0.5 m）を用いて撮影対象範囲を定めた。撮影時のカメラの高さは約 1.0 m, 電動雲台の回転速度は 1 degree s⁻¹, レンズの視野角は 71.6° である。計算上取得画像の地上分解能は 1.3 mm × 1.0 mm となる。

ミクセルを疑似的に作り出すために取得画像からブタナ、イネ科草（ノシバとオーチャードグラス）、枯死のそれぞれについて分光スペクトルデータを専用のソフトウェア⁵⁾により抽出し、正規化処理を施した⁵⁾。本報では現地の主構成要素であるブタナ、イネ科草、枯死を任意の割合に設定し、合計 200 画素の分光スペクトル情報を平均することでミクセルとした。例えば、ブタナ 50%, イネ科草 30%, 枯死 20% の場合、それぞれ 100 画素、60 画素、40 画素となり、この画素を全て平均したものが一つのミクセルとなる。

解析手順は以下のとおりである。初めにミクセルから枯死割合を推定するモデルを作成した。次にブタナを推定するモデルを作成しモデルを評価した。いずれのモデル作成においても PLSR (Partial Least Squares Regression : 部分最小二乗回帰分析)⁶⁾を用いて検量線を



図 2 携行型センシングシステムの模式図

作成した（図 3）。使用したソフトウェアは MATLAB R2012a (MathWorks, America) である。

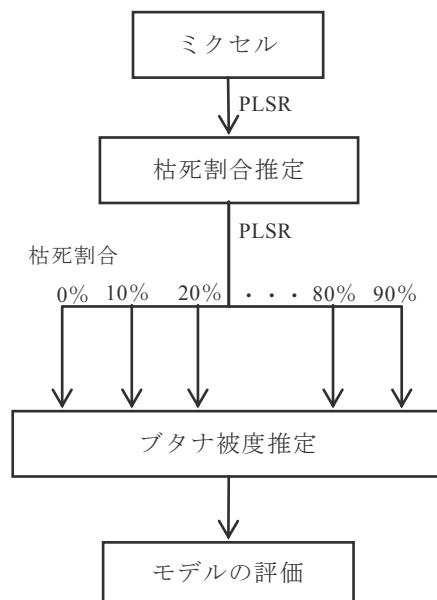


図 3 ブタナ被度推定モデルの作成方法の流れ

3. 結果および考察

(1) ミクセル内に混在する各要素の分光スペクトル特性について

ブタナとイネ科草（ノシバとオーチャードグラス）を比べると、720 nm 以降の波長でイネ科草の方が高い受光強度を示した。前報では、ブタナとイネ科草の可視域の受光強度に差異が見られたが、今回は見られなかった。これは、イネ科草のデータ内のノシバとオーチャードグラスのデータ比率による違いによって生じたものと考えられる。

枯死の分光スペクトル特性は、720 nm まで緩やかに上昇し、その後緩やかに下降した。また、主構成要素において 720 nm 付近に最大値を示した（図 4）。

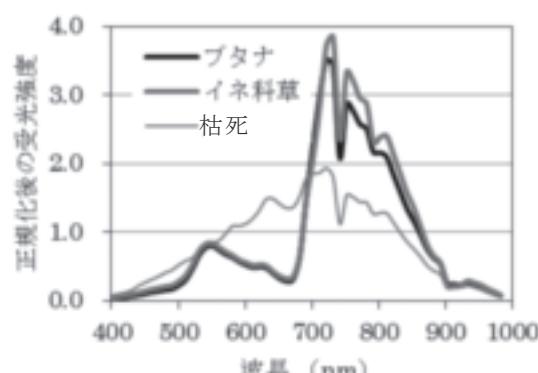


図 4 ミクセル内の各要素の分光スペクトル特性

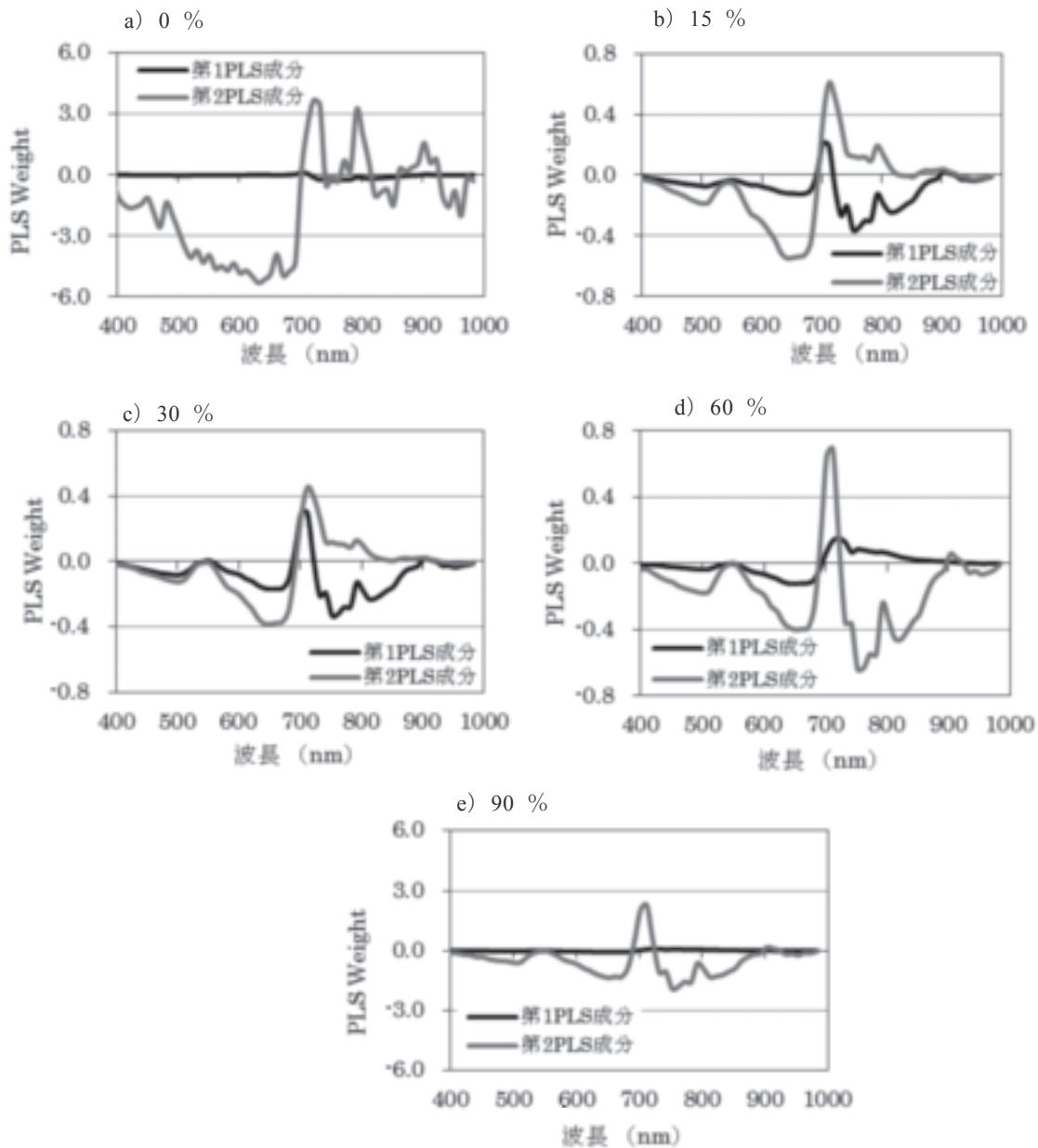


図 5 PLS 成分と重みの関係

(2) ブタナの被度推定について

図 5 に PLS 成分と重み (PLS Weight) の関係を示す。ブタナ被度の推定に使用した PLS 成分数は、全ての枯死割合において 2 つであった。ブタナ被度の推定に関わる重みのグラフは複数のピークを示した。全ての枯死割合で PLS Weight が最大値を示した波長帯は、前述のミクセル内の構成要素（ブタナ、イネ科草、枯死）の受光強度で最大値を示した波長（図 4）と同じ 720 nm であった。波長 720 nm 以外の近赤外領域でも PLS Weight は複数のピークを示した。これらのピーク値は、ブタナとイネ科草の受光強度に違いが見られた波長帯と一致していた。ブタナ被度の推定は全ての枯死割合について決定係数 (R^2) が 0.99 と高い値となった（図 6）。また、枯死割合に関わらず、傾きが約 1.0 となつたが、 y 切片を見ると

最小 -4.5、最大 -14 と過小評価する結果となった。

4. まとめ

本報では、ブタナの被度を推定するために PLSR を適用した推定手法の開発を試みた。その結果、真値と推定値との関係は回帰式の傾きが 1 に近く、本報で示した推定手法はブタナの推定に有効であると考える。しかし、 y 切片がマイナス方向であり、過小評価する結果となった。そのため、今後推定手法を改善することが必要となる。

謝辞

研究の遂行に当たって田代牧野畜産協同農業組合のご協力とご支援を賜りました。記して謝意を表します。

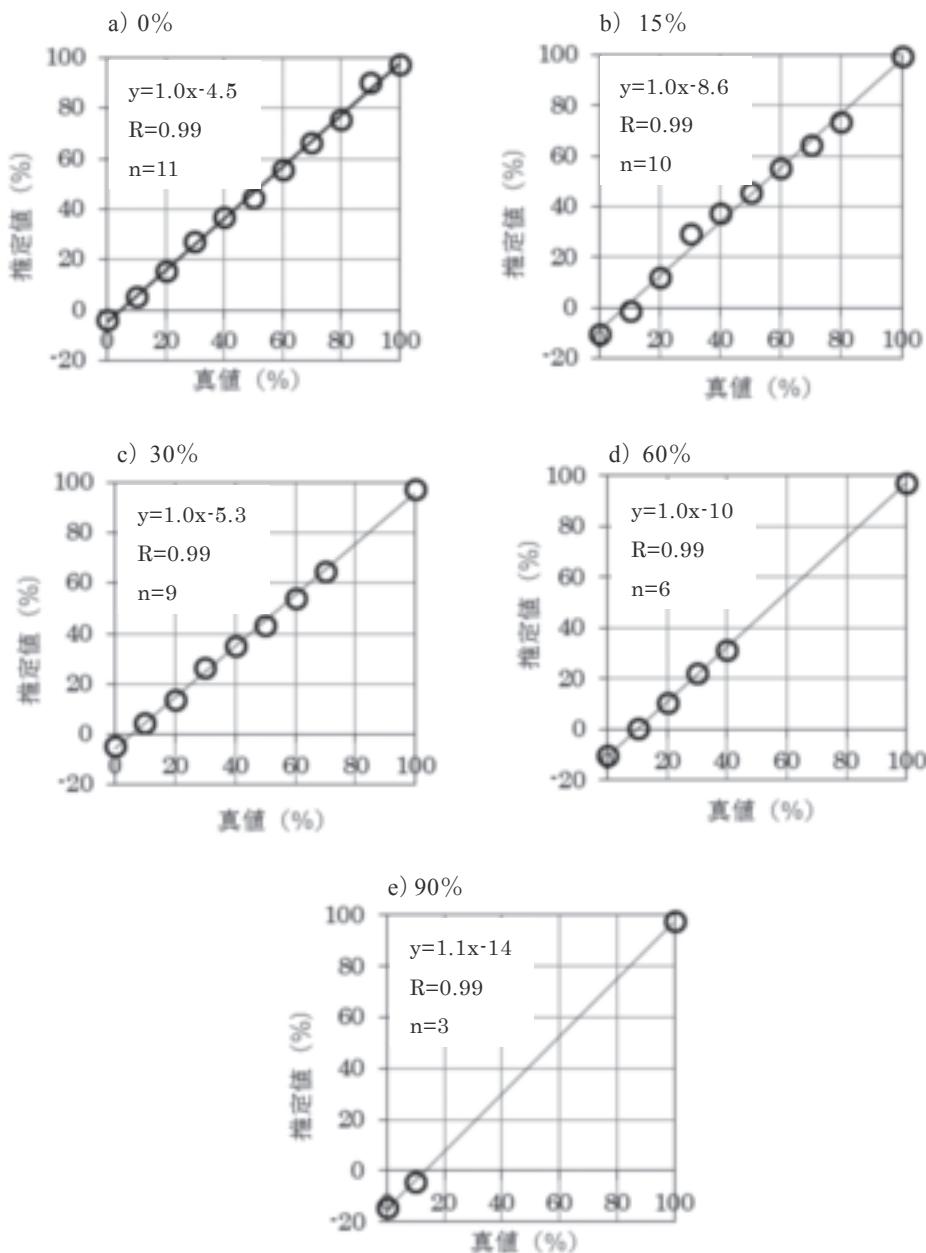


図 6 ブタナ被度の推定結果

引用文献

- 1) Sogame, A., Sugiura, T., Ogawa, K., Kato, K., Kumada, K., Saito, A., Baba, M., 2012. Growth characteristics and control measures for *Hypochoeris radicata* L. on the Zoysita-type grassland. Proceeding of the 4th Japan-China-Korea Grassland Conference, 96-97.
- 2) 国立環境研究所編, 2011. 侵入生物 DB.
<http://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/80570.html>. 2011年11月21日参照
- 3) 小泉佑太, 田中勝千, 鈴木由美子, 杉浦俊弘, 皆川俊夫, 升本義丈, 2012. 田代地域におけるブタナ分布域のための草種判別, 農業機械学会東北支部, 59, 51-54.
- 4) 岡本博史・酒井憲司・村田哲郎・片岡 崇・端 俊一, 2006a. ハイパースペクトル画像による多目的開発に対応したオブジェクト指向ソフトウェアフレームワークの構築. 農業情報研究, 15(2), 103-112.
- 5) 岡本博史・酒井憲司・村田哲郎・片岡 崇・端 俊一, 2006b. ハイパースペクトル画像解析フレームワークを利用した英モードセンシングソフトウェアの開発. 農業情報研究, 15(3), 219-230.
- 6) Wold, H., 1975. Soft modeling by latent variables: The nonlinear iterative partial least squares approach. Perspectives in probability and statistics, papers in honour of MS Bartlett, 520-540.

塩ストレスが水稻の光合成能力に及ぼす影響

- 光合成活性の低下の要因とストレス回避応答について -

渡邊翔太*・田中勝千**・皆川秀夫**

Effects of Salt Stress on Paddy Rice with Photosynthesis

- Factors of Low Photosynthetic Activity and Responses of Stress Reduction -

Shota WATANABE*・Katsuyuki TANAKA**・Hideo MINAGAWA**

Abstract

塩ストレスが水稻の生育量や光合成能力に与える影響は光環境によって異なるとされ、環境の変化に対する水稻の生理反応は品種改良などを行う上で重要な基礎情報となる。そこで本研究では、強光条件下で起こる光合成能力と光合成系への影響を把握するために、塩濃度を段階的に変化させた水稻の栽培試験を実施した。塩濃度処理区に強光処理を施すと、蒸散速度と電子伝達の実効量子収率 (ΦII) が低下し、熱放散 (NPQ) が増加した。これより、塩ストレスを受けた水稻が強光条件下に晒されることで蒸散速度の低下が起こり、この際生じる過剰光エネルギーを消費するために熱放散量の増加が誘導され、これにより実効量子収率の低下が起こると推察された。

[Key word] chlorophyll fluorescence, chlorophyll intensity, paddy rice, photosynthetic activity, salt stress

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日、東北地方太平洋沖地震の津波により、青森県では 76 ha の水田が冠水し、土壤中に塩類が集積した¹⁾。水稻は塩耐性が低いため、生育限界 (1,000 ppm 以上の塩濃度)²⁾ では、生育量の低下³⁾ 並びに光合成能力の低下⁴⁾が生じるとされる。これに対し、Morales らはこの光合成能力の低下は弱光下においては誘導されない⁵⁾ としているが、Belkhodja らは強光条件下においては光合成能力への影響が生じる⁶⁾ と報告している。栽培環境に伴う生理反応の変化は、品種改良や衛星・空撮画像を用いたモニタリングを行う際に重要な基礎情報となる。

本研究では塩ストレスと強光下が同時に生じる環境下における光合成能力と光合成系への影響を同時に把握することで、光合成活性の低下の要因について検討した。

2. 材料と方法

(1) ポット培地と初期塩 (NaCl) 濃度の設定

土壤として「黒ボク土」を選定した。目開き 4.75mm の篩を用い、夾杂物を取り除き、基準量として N:P:K=8:14:8 (kg/10a) を混ぜ込んだものを供試土壤とした。供試土壤に塩濃度を調整した溶液を散布した後、1/5,000a ワグネルポットに 3.0 L 充填した。地方独立行政法人青森県産業技術センター農林総合研究所藤坂稲作部で栽培された主力品種の一つである「まっしぐら」の成苗（播種後 46 日）1 株をポットに移植し、當時、約 8 合目まで灌水させた。

塩濃度については水稻の生育限界である 1,000 ppm を基準に、0 ppm (対照区), 1,000 ppm, 2,000 ppm および 4,000 ppm の 4 条件を

設定した。各条件ともに 18 連とし、合計 72 ポットを用意した。栽培期間は平成 25 年 5 月から 10 月までの約 6 カ月間とした。本報告では 5 月から 6 月までの 1 カ月間のデータを用いた。

(2) 測定項目

i) クロロフィル蛍光の測定

クロロフィル蛍光の測定については、Li-cor 社製 LI-6400 植物光合成総合解析システムのクロロフィル蛍光分析ユニットを用いた。チャンバー内の環境を二酸化炭素濃度 360 $\mu\text{mol/mol}$ 、光合成有効量子束密度(以下 PPFD)を 2,000 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}^{-1}$ に設定し、塩処理 13 日後(播種後 59 日)の水稻の葉齢が一番若い最大展開葉を挟み込んだ。3 分毎に 45 分間、蒸散速度、蛍光収率を測定し、得られた蛍光収率より光合成指標(実効量子収率: ΦII 、熱放散: NPQ)を求めた。データの整理には 20 分以降の 9 分間のデータの平均値を用いた。

ii) クロロフィル濃度の測定

クロロフィル蛍光収率の測定に用いた各塩濃度の一番若い最大展開葉のクロロフィル濃度を求めた。ジメチルホルムアミド (DMF) 溶液 1 mL を入れたエッペンドルフチューブに葉を入れ、冷蔵庫に一晩放置した。その後、紫外分光光度計 (Shimadzu Corporation, UV-1200) を用いてクロロフィルが溶出した DMF 溶液の 663.8 nm と 646.8 nm の吸光度を測定し、以下の式⁷⁾ よりクロロフィル量 ($\mu\text{g/mL}$) を算出した。

* : 北里大学大学院獣医学系研究科 青森県十和田市東二十三番町 35-1

** : 北里大学獣医学部 青森県十和田市東二十三番町 35-1

$$\begin{aligned} \text{Chl a} &= 12.00 \times A663.8 - 3.11 \times A646.8 \quad \cdots (\text{式 } 1) \\ \text{Chl b} &= 20.78 \times A646.8 - 4.88 \times A663.8 \quad \cdots (\text{式 } 2) \\ \text{Chl a+b} &= 17.67 \times A646.8 + 7.12 \times A663.8 \quad \cdots (\text{式 } 3) \end{aligned}$$

(3) パルス変調クロロフィル蛍光測定

植物は吸収した光エネルギーを用いて光合成を行うが、吸収した光エネルギーの全てを光合成に利用できるわけではない。余剰エネルギーは熱として捨てられる（熱放散）か、吸収した光よりも波長が長い光（クロロフィル蛍光）として捨てられる（再発光される）⁸⁾（図1）。一般的にクロロフィル蛍光は680 nm付近にピークをもつ赤色光であるといわれている⁹⁾。

図2にクロロフィル蛍光測定における蛍光強度の典型例を示す⁹⁾。光化学系の状態を全て酸化状態（暗反応）とした時、蛍光強度は0となる。酸化状態に測定光を照射した時の蛍光強度をF₀と呼ぶ。この際、飽和光を当て、電子受容体を全て還元状態とすると、最大蛍光強度（F_m）が得られる。その後、励起光を当て、光合成速度を定常状態（明反応）に導いた状態で測定光を照射した時の蛍光強度をF_sと呼ぶ。ここで再度飽和光を当てると、蛍光強度が増加する（F_{m'}）。ただし、F_{m'}はF_mほど高い値を示さない。F_mとF_{m'}の比は非光化学消光（qN：non-photochemical quenching）すなわち、熱放散によるエネルギー消尽の比率を示し、F_{m'}とF_sとの比は光化学消光（qP：photochemical quenching）すなわち光化学系II以降にあるエネルギーの比率を示す。

最後に励起光を消すと、蛍光は大きく低下し（F_{0'}）、再びF₀に戻る。これらの蛍光強度を用いてΦIIを（1）式より算出し、NPQを式（2）より算出する¹⁰⁾。光合成系とΦIIおよびNPQの関係図¹¹⁾を図3に示す。ΦIIは実効量子収率を示し、NPQはキサントフィルサイクルによる熱放散量を示す¹⁰⁾。



図1. クロロフィル蛍光発光の概念図
(大政ら 2007¹⁰⁾ より引用・改変)

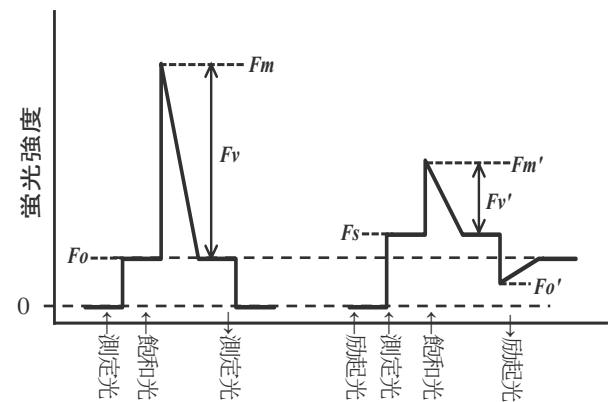


図2. 蛍光強度の典型例

(村岡ら 2003⁹⁾より引用・改変)

$$\Phi_{\text{II}} = \frac{F_{m'} - F_s}{F_{m'}} \cdots (1)$$

$$\text{NPQ} = \frac{F_{m'} - F_s}{F_{m'}} \cdots (2)$$

3. 結果と考察

(1) クロロフィル量

Chl aの場合、1,000 ppmと2,000 ppmでは対照区に比べ有意水準0.05、4,000 ppmでは有意水準0.01で含有量が低下した（図4）。一方、Chl bの場合は1,000 ppmと2,000 ppmでは有意差が確認されることはなかったが、4,000 ppmでは有意水準0.01で含有量が低下した（図5）。Chl aとChl bの含有量の総量は、1,000 ppmと2,000 ppmにおいては有意水準0.05、4,000 ppmでは有意水準0.01で含有量が低下した（図6）。

これより、塩濃度が高くなることで、Chl aとChl bの含有量の総量が減少する傾向があることが分かる。また、Chl含有量の総量を減少させる要因はChl bよりもChl aによるところが大きいと考えられる。下瀬らは多量のナトリウムによりクロロフィルの合成阻害または破壊が生じる¹²⁾としている。つまり、本研究で確認されたChl aとChl bの総量の低下は、水稻に吸収されたナトリウムによる影響であると推察される。

Chl aは光化学系IIの反応中心と光化学系集光装置の両方の働きをする色素であり、Chl bは光化学系集光装置のみの働きをする色素である。従って、Chl aとChl bの総量の低下が確認された塩農度処理区(<1,000 ppm)では、光化学系IIの反応中心の減少（図4）と光化学系集光装置の減少（図4、図5）の両方が生じていると考えられる。光化学系集光装置の減少は光エネルギーの利用量の減少を示すものであり、光化学系IIの反応中心の減少は電子伝達系で利用できるエネルギー量の減少を示すものであるため、塩農度処理区ではこれらの要因によって光合成能力の低下を生じる可能性があると思われる。

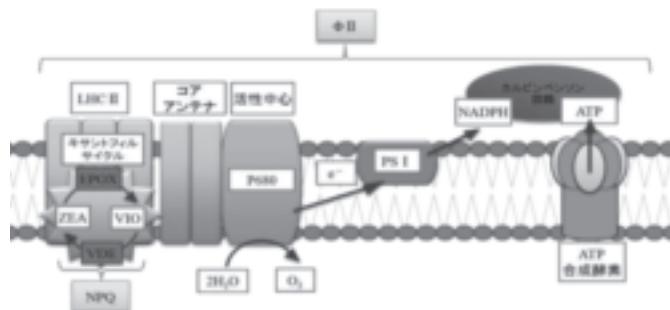


図3. 光合成系と Φ IIおよびNPQの関係図
(新名ら¹⁰より引用・改変)

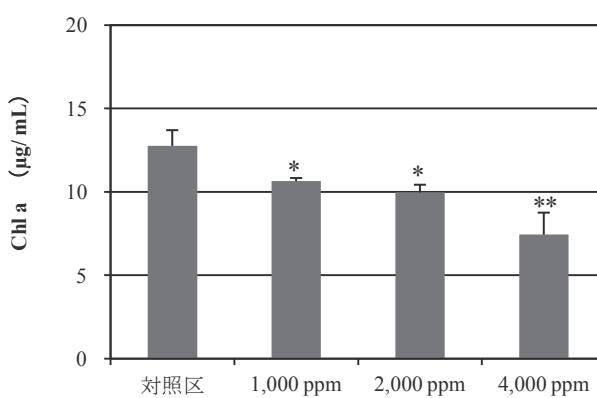


図4. 塩濃度毎のChl aの変化

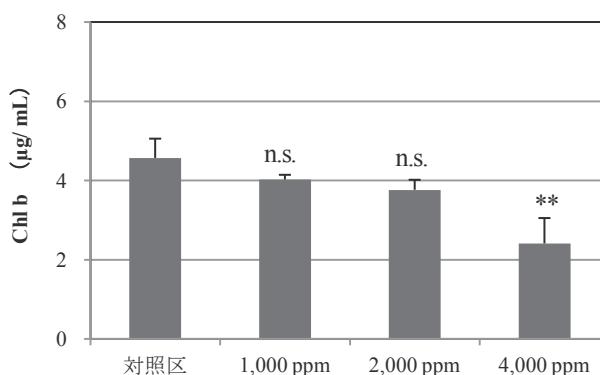


図5. 塩濃度毎のChl bの変化

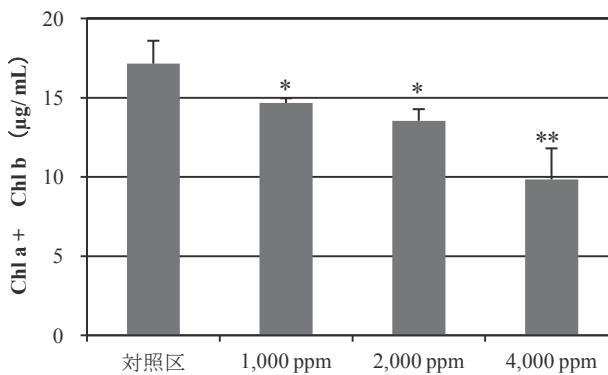


図6. 塩濃度毎のChl a + Chl b の総量の変化

(2) 蒸散量、実効量子収率 (Φ II)、熱放散 (NPQ)

図7に強光処理による蒸散速度の推移を示す。蒸散速度は強光処理20分以降で対照区に比べ、塩濃度処理区 (<1,000 ppm) で有意に減少した ($P<0.001$)。植物は浸透圧ストレスによる細胞の膨脹変化を引き金として、浸透圧ストレス応答のシグナル伝達経路を活性化し、浸透圧ストレスを回避するための適応応答を行っている。これにより、植物は気孔を閉鎖して葉面からの水分蒸散を抑えていると考えられている¹²⁾。つまり、塩処理区で確認された蒸散量の低下は、塩による浸透圧ス

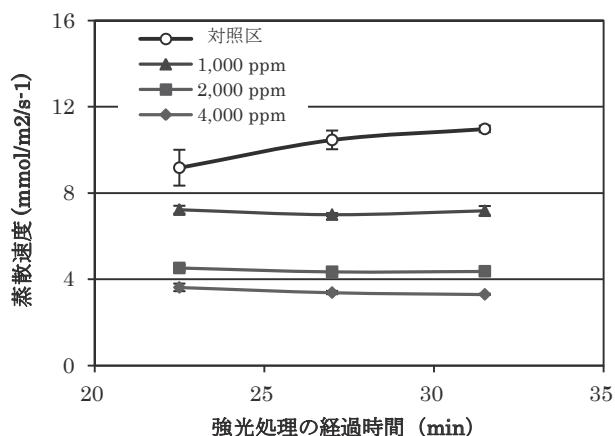


図7. 強塩濃度毎の光処理による蒸散速度の変化

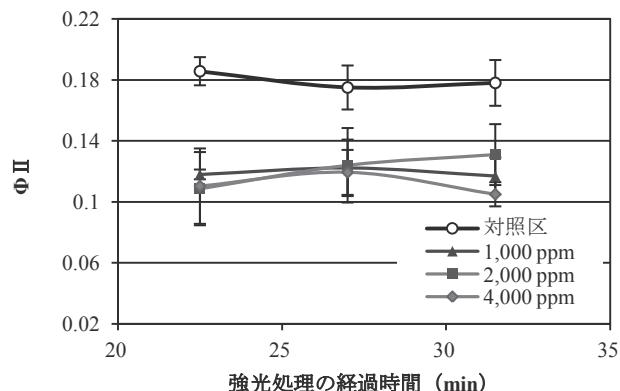


図8. 強塩濃度毎の光処理による Φ IIの変化

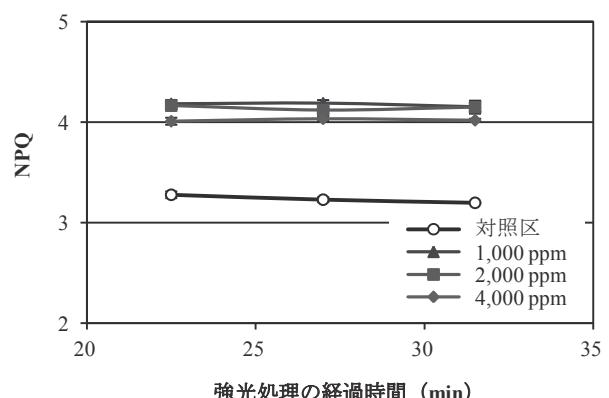


図9. 強塩濃度毎の光処理によるNPQの変化

トレスを回避するための適応応答であり、この適応応答は植物体内の水ポテンシャルを高く保つための生理反応であることが窺える。

図8に強光処理による ΦII の推移を示す。 ΦII も蒸散量と同様の傾向を示し、強光処理20分以降では対照区に比べ、塩濃度処理区(<1,000 ppm)で有意に減少した($P<0.05$)。 ΦII は実効量子収率を示すものである。これより ΦII の低下が確認された塩濃度処理区(<1,000 ppm)では実効量子収率が低下していると考えられる。

図9に強光処理によるNPQの推移を示す。NPQは強光処理20分以降で対照区に比べ、塩濃度処理区(<1,000 ppm)で有意に増加した($P<0.001$)。NPQは熱放散量を示すものであるため、NPQの増加が確認された塩濃度処理区(<1,000 ppm)では熱放散量が増加していると考えられる。

前述した塩ストレス回避のために行う適応応答(気孔の閉鎖)は、植物内の水ポテンシャルを高く保つ働きをする一方で、葉内へ取り込まれる二酸化炭素量が低下し、光合成量が低下する。これによって利用される光エネルギーが減少すると光エネルギーが過剰状態となる。植物が光エネルギー過剰状態を感じると周辺集光装置の(キサントフィル類)の性質を速やかに変化させ、過剰な光エネルギーを積極的に捨てるようになる。つまり、塩濃度処理区(<1,000 ppm)において見られた蒸散速度の低下は光合成量の低下を誘導し、これにより生じる過剰光エネルギーを消費するため、熱放散を増加させる応答をする。この際、クロロフィルの総量(Chl a + Chl b)の低下も集光できる光エネルギー量の減少の一因であると推察される。加えて、熱放散の増加と蒸散速度の低下が実効量子収率の低下を引き起こす要因であると考えられる。

4. まとめ

塩ストレス条件下で栽培された水稻の葉内Chl量はChl aにおいて顕著に減少傾向を示す。Chl aとChl bの総量の低下が確認された塩濃度処理区(<1,000 ppm)では、光化学系集光装置の減少と光化学系IIの反応中心の減少が生じているため利用できる光エネルギーの量と電子伝達系で利用できるエネルギー量が減少するものと思われる。従って、塩濃度処理区ではこれらの要因によって光合成能力の低下を生じる可能性があると思われる。

また、この水稻に対し、強光処理を施すと、浸透圧ストレスを回避するための蒸散量を低下させ、植物体自身の水ポテンシャルを高く維持するよう応答する。しかし、蒸散量の低下は葉内への二酸化炭素の吸収を阻害するため、光合成能力の低下を生じる。これにより生じる葉内の過剰光エネルギーを安全に消費するため、熱放散量の増加を促す。これが、実効量子収率の低下を引き起こす要因であると考えられる。

謝辞

本研究の遂行に当たり、地方独立行政法人青森県産業技術センター農林総合研究所藤坂稲作部より水稻の提供と共に有益なご助言を賜りました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 農林水産省, 平成23年度食料・農業・農村白書(概要版), http://www.maff.go.jp/jwpaper/w_maff/h23/pdf/gaiyou.pdf
- 2) 山本晴彦, 鐘ヶ江聰, 鈴木賢士, 岩谷 潔 2001. 灌溉水が水稻の生育と収量に及ぼす影響について, 日本作物学会中国支部研究集録, 42号, 2-3.
- 3) 志茂山貞二, 1956. 水稻の出穂期前後に於ける風雨害に就て 日本作物学会, 岡山大学農学部学術報告書, 第8号, 8-18.
- 4) Maribel L. Dionisio-Sese, Satoshi Tobita 1999 Effects of salinity on sodium content and photosynthetic responses of rice seedlings differing in salt tolerance
- 5) Morales F, Abadia A, Gomez-Aparisi J, Abadis J 1992 Effect of combined NaCl and CaCl₂ salinity on photosynthetic parameters of barley grown in nutrient solution. Plant physiol 86: 419 - 426
- 6) Belkhodja R, Morales F, Abadia A, Gomez-Aparisi J, Abadia J 1994 Chlorophyll fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (*Hordeum Vulgare L.*). Plant physiol 104: 667 - 673
- 7) According to R.J.Porra et al., 1989 Biochimica et Biophysica Acta 975: 384 - 394
- 8) 大政謙次 編著, 2007 農業・環境分野における先端的画像情報利用—ファイトイメージングからリモートセンシングまで—, 農業電化協会, 1-29.
- 9) 村岡裕由, 可知直毅, 2003 光と水と植物のかたち 植物生理生態学入門, 彦坂幸毅(編), 文一総合出版, 246-251.
- 10) 園池公毅, 2005 ナーベルス変調クロロフィル蛍光測定におけるデータの解釈, 日本光合成研究会会報, No.42, 7-12.
- 11) 新名惇彦・吉田和哉, 2002. 植物代謝工学ハンドブック 仲山英樹・吉田和哉(編), 328-350
- 12) Shimose noboru 1973 Physiology of Salt Injury in Crops: Effect of Environmental Conditions on the Growth of Rice grown in Excess Salt Solutions . Scientific Reports of the Faculty of Agriculture Okayama University.

業務用キャベツ栽培における畝内条施肥の効果

進藤勇人*・伊藤恒徳**・齋藤雅憲*・三浦恒子*・藤村辰夫*

Effect of a Fertilizer Application Localized Deep Placement on Commercial Cabbage Cultivation

Hayato SHINDO*・Tsunenori ITO**・Masanori SAITO*・Chikako MIURA*・Tatsuo FUJIMURA

[キーワード] 畝内条施肥、業務用キャベツ、雑草発生抑制、基肥一発施肥

1. 緒言

秋田県のキャベツ栽培は秋冬作型(7月下旬～8月中旬定植、10月上旬～11月上旬収穫)を中心に行われ、平成23年で作付面積371ha、出荷量5,300t(農水省、平成23年産野菜生産出荷統計)となっている。米の生産調整に対応した水田転換畑で多く作付けされており、土地利用型野菜として有望な品目である。しかし、単価の変動が大きいことや高齢化等が問題であり、作付面積を維持、拡大するためには、省力低コストを可能にする技術開発と普及を進める必要がある。

さて近年、生鮮野菜においてもカット加工等を目的とした業務用の契約栽培が多くみられるようになっている。キャベツ栽培において多くの産地で取り組みが始まっている、秋田県でも需要に対応した野菜の作付けの一環として推進している。通常、出荷期間と数量を取り決め、重量単価契約をする場合が多いため、安定した単価で取引できることで営農計画が立てやすい一方、低単価であるため、低コスト化が必要になる。本試験を行った秋田県由利地域は、水田転換畑での土地利用型野菜の導入の取り組みが遅れていた地域ではあるが、業務用キャベツ生産を契機にキャベツ栽培面積が急激に増加し、平成24年度で約20haの作付けが行われた。業務用キャベツ生産のための省力低コスト技術としては、①株間を広げた疎植による育苗費の削減、②畝内施肥による減肥、肥料費削減、③肥効調節型肥料利用による無追肥栽培があげられ、当該地域に適した技術確立と実証が急務となつた。

畝内施肥技術はキャベツ栽培を始め、多くの報告があり、畝立てと同時に畝内にスジ条に施肥する畝内条施肥¹⁾、²⁾や定植部に作条に肥料を混和するうね立て同時部分施用機³⁾等が開発され、市販化されている。これら畝内施肥技術は施肥窒素利用率が向上することにより20～50%減肥できることや、肥効調節型肥料を用いることで無追肥栽培できることが報告されている^{2)～7)}。しかし、株間を通常より広げた疎植栽培での適応性についての報

告は少ない。

他方キャベツの規模拡大では雑草防除が問題になることが多い、雑草防除に多くの費用と労働力をかけることは珍しくない。キャベツの肥効調節型肥料を用いた畝内条施肥では畝中央、苗の真下に行うことによって収穫期の雑草発生量を減少できること⁷⁾や水稻の局所施肥法である育苗箱全量施肥法(専用の肥効調節型肥料を育苗箱に施用し、田植えと同時に肥料を苗と接触して持ち込む施肥法)では、水田雑草の増加を抑えることができるところが報告されている⁸⁾。キャベツ栽培での雑草防除は中耕が主な手段であるため、株間の雑草対策が問題になるが、これら施肥法の株間の広い栽植様式での雑草発生抑制効果についての報告は少ない。また、水田転換畑のキャベツ栽培で検討された報告はない。

そこで本報では、業務用キャベツの省力低コスト栽培技術として現地水田転換畑等において肥効調節型肥料を用いた畝内条施肥を減肥、追肥の削減、雑草発生抑制の観点で検討したので、報告する。

2. 試験方法

(1) 試験年次・試験場所・土壤条件

1) 2011年は、にかほ市象潟地区水田転換畑圃場(区画100×30m、30a、褐色低地土(土性: LiC)、転換初年目)に周辺明きよを施工して、試験を実施した。2) 2012年は、にかほ市金浦地区の当年春まで保全管理(前年まで耕起対応、当年は非選択性茎葉処理剤散布)した水田圃場(短辺30mの台形ほ場、40a、細粒グライ土(土性: LiC)、地目は水田であるが水稻作付け履歴無し)に、周辺明きよ、糞殻補助暗きよを施工し、試験を実施した。

(2) 供試機材

1) 2011年は、乗用型管理機(I社 JK14型、11kW)に市販の2連型畝立て機(I社 JT-20型)を一工程で2畝成形し、畝内条施肥を行えるように改良した農試改良型畝内条施肥機(施肥ホッパーT社 DS50F型)を装着し、

*: 秋田県農業試験場 秋田県秋田市雄和相川字源八沢 34-1

**: 秋田県園芸振興課 秋田県秋田市山王 4丁目 1-1

使用した(図1)。改良は片平ら²⁾の方法を基に行った。定植は、手植えで行った。2) 2012年は、セミクローラトラクタ(K社KL53Z型、39kW)に市販の畠内条施肥機(3連施肥畠立て機Su社PH-T302型、施肥ホッパーT社DS100M型)を装着し、使用した(図2)。定植は半自動移植機(K社、PVH1-60LGX型)を用いた。



図1 施肥畠立ての状況(2011年)



図2 施肥畠立ての状況(2012年)

(3) 耕種概要

キャベツの品種は両年とも「YR 彩藍」(トキタ種苗)を用い、128穴セルトレイを用いて育苗された3.5葉程度の苗をJAの育苗センターから購入し、供試した。両年とも事前にロータリ耕うんを行い、上記機材により1畦1条の栽植様式で施肥と同時に2011年7月19日、2012年8月4日に畠立て作業を行った。栽植密度は、2011年は3.76株/m²(条間76cm、株間35cm)、2012年は3.74株/m²(条間70cm、株間38cm)の設定を行った。2011年、2012年の定植日・収穫日はそれぞれ、8月1日・10月27日、8月4日・10月18日である。なお、両年とも定植後に土壤処理除草剤を散布した。

(4) 試験区の構成

試験区は、①畠内条施肥区(2011年14a(97.2×14.4m)、2012年11a(30.5×36.1m))、②慣行区(2011年14a

(97.2×14.4m)、2012年17.1a(30.5×56.1m))の2区を同一圃場内に設定した。畠内条施肥は畠中央の深さ9cm(2011年)、12cm(2012年、苗が徒長していたため深く設定)に設定し、施肥窒素量は20.0(2011年)、17.6(2012年)kgN/10a(いずれも実測値)であった。肥料はN-P₂O₅-K₂O=25-6-12% (全Nのうちリニア型L40日タイプ39%、シグモイド型S60日タイプ12%)を用い、無追肥で行った。なお本肥料は、秋田県の秋冬どりキャベツの養分吸収特性を考慮し、肥効調節型肥料の配合になっている。慣行区は基肥を全層施肥し、施肥窒素量は26kgN/10a(基16.2+追6.2+追3.6、速効性肥料使用)とした。なお畠は、2011年は圃場長辺方向、2012年は圃場短辺方向に作成し、慣行区の畠立ては各年次とも畠内条施肥を行った機材を用いて行った。

(5) 調査項目

1) 作業能率：畠内条施肥区の作業速度と作業時間から作業能率を算出した。

2) 作成畠形状と施肥精度：作成された畠の形状について畠高さ、畠上面幅、施肥深度を計測した。

3) キャベツの生育、収量及び窒素吸収量：キャベツの生育は生育期間中に展開葉数、最大葉長、最大葉幅を測定した。また、収穫期は地上部を採取し、乾燥・粉碎後、ケルダール法により窒素含有率を測定し、窒素吸収量を算出した(2012年のみ)。収量調査は、中庸な生育の連續5個体を3カ所から採取し、結球重、球高、球径を測定し、球密度を算出した。なお、2011年の慣行区は強度の湿害による生育不良で収穫を断念したため、収量調査を行わなかった。

4) 雜草発生量：1回目の中耕培土前にキャベツの株間(畠上面)とその他(畠側面+畠間)の部位別に雑草を採取し、草種別に本数、乾物重を測定して、面積あたり個体数、乾物重、個体あたり乾物重を算出した。

3. 結果及び考察

(1) 作業能率と施肥精度

2011年に行った農試改良型畠内条施肥機の作業速度及び作業時間はそれぞれ、0.17m/s、1.2h/10aであった。また、2012年に行った市販の畠内条施肥機の作業速度及び作業時間はそれぞれ、0.44m/s、1.0h/10aであった。2011年、2012年の畠高さはそれぞれ、16.0、17.3cmであり、施肥深度はそれぞれ、9.0、12.0cmであった(表1)。いずれも目標の畠の作成ができた。2011年は11kWの乗用型管理機を用いたため、出力不足により作業速度が0.17m/sと低速作業となつたが、片平ら²⁾の複状畠の作業速度と類似していた。2012年はセミクローラトラクタを用いたことで高速作業可能であったが、苗や収穫物の運搬を考慮して短辺方向で作業したため、作業能率の向上は少なかつた。

表1 畝内条施肥区の作業能率と畝形状及び施肥精度

年次	作業能率		畝形状及び施肥深さ			施肥精度		
	作業速度 m/s	作業時間 h/10a	畝高さ cm(±SD)	畝上面 cm(±SD)	施肥深さ cm(±SD)	設定現物量 kg/10a	施肥現物量 kg/10a	設定値比 %
2011	0.17	1.2	16.0(±0.7)	46.0(±1.4)	9.0(±0.7)	83.2	80.0	96.2
2012	0.44	1.0	17.3(±0.9)	19.5(±0.9)	12.0(±0.9)	84.0	68.0	80.9

施肥精度は、2011年は96.2%とほぼ設定通りであったが、2012年は雑草の残渣が施肥チゼルに絡まり、施肥量が設定の80.9%と少なかった（表1）。そのため、2011、2012年窒素減肥率はそれぞれ、23、32%となった。2012年に使用した市販機は施肥チゼルの改良等が必要と考えられた。

(2) キャベツの生育及び収量

2011年の畝内条施肥区は慣行区に比べ、23%減肥しても生育初期から生育が良好であり、定植18日後の展開葉数が1.1枚多く、葉長、草幅ともに長かった。その後8月下旬から降雨の多い気象条件の年次であり、転換初年目圃場であるため強度の湿害が発生し、その後の生育も畝内条施肥区が慣行区を上回った（表2、図3）。慣行区は湿害により出荷可能な収穫物が得られなかつたが、畝内条施肥区は湿害による生育抑制が弱く収穫可能で、無追肥でも平均結球重が1.56kgであった（表4）。業務用キャベツの出荷契約は契約期間と数量を設定するため、安定出荷できる栽培法が必要であり、畝内条施肥により初期生育を確保することで転換畠で最も問題となる湿害を軽減できる可能性が示された。

表2 畝内条施肥がキャベツの生育の及ぼす影響(2011年)

調査時期	試験区	葉数 枚(±SD)	最大葉長 cm(±SD)	最大草幅 cm(±SD)
定植18日後	畝内条施肥	8.5(±0.5)	11.0(±1.0)	26.5(±2.7)
	慣行	7.4(±0.5)	9.0(±0.8)	21.6(±1.2)
定植44日後	畝内条施肥	21.1(±0.7)	31.3(±4.3)	60.5(±4.2)
	慣行	19.1(±0.7)	27.4(±2.5)	53.0(±2.1)

注1)調査は8月19日、9月14日に行った(n=10)。

表3 畝内条施肥がキャベツの生育の及ぼす影響(2012年)

調査時期	試験区	葉数 枚(±SD)	最大葉長 cm(±SD)	最大草幅 cm(±SD)
定植16日後	畝内条施肥	9.7(±0.5)	12.0(±1.0)	25.2(±2.1)
	慣行	9.8(±0.4)	13.1(±1.2)	26.0(±2.0)
定植30日後	畝内条施肥	18.8(±0.4)	20.0(±1.5)	50.6(±5.2)
	慣行	19.3(±0.5)	22.3(±1.1)	50.9(±3.5)

注1)調査は8月20日、9月4日に行った(n=10)。

一方、2012年の畝内条施肥区は慣行区に比べ、定植16、30日後で葉長、草幅ともに同等～やや劣った（表3）。また、収穫期の窒素吸収量もやや少なく、球密度は高いものの結球重は1.54kgと慣行区より9%少なかった（表4）。これは施肥量が設定より約20%少なかったことで施肥窒素量が不足したことと施肥深度をやや深く設定したことで活着後の肥料吸収が遅れたためと考えられた。大川ら⁴⁾は畝内条施肥の施肥深度を18cmより浅い7cmにした方が初期生育が良好になり、結球重が重くなることが報告され

ており、本報告の結果は合致していた。従って畝内条施肥は、適正な施肥深度(7～10cm)と施肥量にすることで、通常の栽培より株間を広げた業務用キャベツ栽培でも十分な効果が得られると考えられた。

表4 畝内条施肥が収穫時の窒素吸収量と収量に及ぼす影響

年次	試験区	窒素吸収量 gN/m ²	結球重 kg/個(±SD)	球径 cm	球高 cm	球密度 g/cm ³
2011	畝内条施肥	-	1.56(±0.19)	18.2	10.4	-
	慣行	-	-	-	-	-
2012	畝内条施肥	20.3	1.54(±0.17)	18.7	12.2	0.69
	慣行	21.5	1.69(±0.17)	19.8	12.6	0.65

注1)調査は連続5個体を3カ所から採取し行った。

注2)2011年の慣行区は、強度の湿害により収穫できなかった。

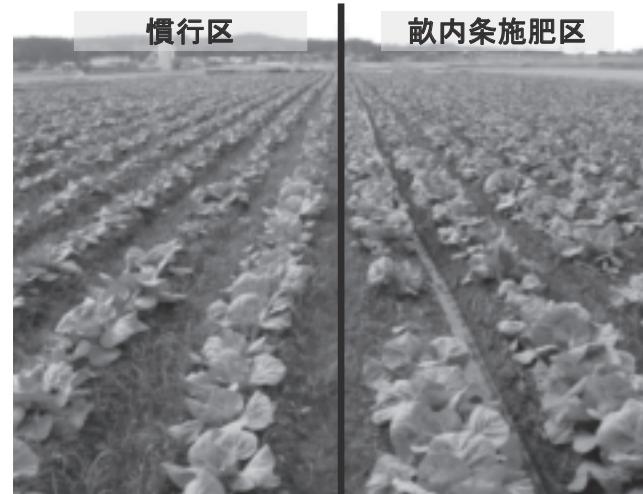


図3 キャベツの生育と雑草発生(定植37日後、2011年9月8日、左 慣行区、右 畝内条施肥区)

(3) 畝内条施肥が雑草発生に及ぼす影響

2011年の試験圃場は水田からの転換初年目であるため、畠雑草の発生は少なく、水田雑草が優占種であった。主な草種はハリイ、ホタルイ、ハッカであった。畝内条施肥区の雑草発生本数は慣行区と同等であるが、面積あたり乾物重、個体あたり乾物重は株間(畝上面)、その他(畝側面+畝間)ともに少なかった(表5、図3)。

2012年の圃場は地目は水田であるが水稻の作付け歴がなく、当年春まで保全管理していたため、雑草の埋土種子量の多い圃場と推察される。イネ科雑草が優先した圃場であり、メヒシバ、ヒエが主な草種で、その他はスペリヒュ、スギナであった。畝内条施肥区は、面積あたり雑草発生本数、乾物重、個体あたり乾物重とともに慣行区より少なく、その傾向は特に株間で顕著であった(表6)。藤原ら⁷⁾は畠圃場で畝内条施肥の施肥位置を苗の直下にすること

表5 畝内条施肥の雑草発生に及ぼす影響（転換初年目ほ場、2011年9月7日調査、定植37日後）

雑草調査位置	試験区	雑草本数				雑草乾物重			
		イネ科合計 本/m ²	広葉・その他合計 本/m ²	全草種合計 本/m ² (±SD)	慣行比	全草種合計 g/m ²	慣行比	全草種合計 mg/本	慣行比
株間(畝上面) 慣行	畝内条施肥	2.1	144.9	147(±16)	91	0.6(±0.4)	12	4.0(±2.6)	7
	慣行	4.1	157.3	161(±71)	(100)	5.2(±5.9)	(100)	55.4(±80.9)	(100)
その他(畝側面+畝間) 慣行	畝内条施肥	3.2	774.6	778(±83)	120	12.0(±3.8)	50	15.4(±4.4)	42
	慣行	9.5	638.1	648(±72)	(100)	23.7(±13.6)	(100)	36.5(±21.1)	(100)

注1) 調査は1株間(35.0cm)分の雑草を3カ所から採取し、調査した。

注2) 転換初年目であるため、畑雑草の発生が少なく、水田雑草が優占であり、主な草種はハリイ、ホタルイ、ハッカである。

注3) 定植後に土壌処理剤を散布している。

表6 畝内条施肥の雑草発生に及ぼす影響（2012年8月21日調査、定植17日後）

雑草調査位置	試験区	雑草本数				雑草乾物重			
		イネ科合計 本/m ²	広葉・その他合計 本/m ²	全草種合計 本/m ² (±SD)	慣行比	全草種合計 g/m ²	慣行比	全草種合計 mg/本	慣行比
株間(畝上面) 慣行	畝内条施肥	486.6	3.4	490(±184)	61	11.2(±4.0)	26	24.1(±8.4)	43
	慣行	802.0	0.0	802(±186)	(100)	43.0(±3.3)	(100)	56.0(±14.8)	(100)
その他(畝側面+畝間) 慣行	畝内条施肥	347.2	23.3	370(±54)	77	6.3(±1.3)	66	17.0(±1.1)	82
	慣行	479.3	3.9	483(±218)	(100)	9.6(±3.5)	(100)	20.8(±6.2)	(100)

注1) 調査は1株間(38.2cm)分の雑草を4カ所から採取し、調査した。

注2) イネ科雑草が優先した圃場で、メヒシバとヒエが主な草種である。広葉は、スペリヒュとスギナである。

注3) 定植6日後に土壌処理剤を散布している。

で、苗の斜め下方向にした場合より雑草生育を抑制することを報告している。本試験も苗の直下に施肥していることから、これらの結果は藤原らの報告と合致していた。本試験の試験圃場は転換初年目圃場と保全管理により雑草種子量が多い圃場であり、畝内条施肥による雑草抑制効果は水田雑草や雑草量の多い圃場でも有効と考えられた。

さらに、両年次とも雑草乾物重の減少は、その他(畝側面+畝間)より株間で顕著であった。金田ら⁸⁾は水稻の株元に窒素肥料のみを含む肥効調節型肥料を接触施肥する育苗箱全量施肥法では、条間土壤中のアンモニア態窒素が少ないと、雑草の生育量が減少することを報告している。本試験結果も同様の効果と考えられ、すなわち畝内条施肥区は畝内部のみに施肥していることと肥効調節型肥料の利用によりキャベツの生育に併せて窒素が供給されることで、土壤表面に肥料成分が少ないためと考えられ、発生した雑草の生育を促進しないためと考えられた。通常の栽培より株間を広くする業務用キャベツ栽培は株間除草が問題になるため、株間の雑草生育を抑制できる畝内条施肥は、有望な技術と考えられた。

4. 摘要

本報では業務用キャベツの省力低コスト栽培技術として、現地水田転換畑等において肥効調節型肥料を用いた畝内条施肥を減肥、追肥の削減、雑草発生抑制の観点で検討した。その結果、適切な深さ(苗に接触せず、より浅い深さ)に施肥することで初期生育が促進され、30%程度減肥しても無追肥で十分な収量が得られること特に株間で雑草発生抑制効果があることを明らかにした。本方式は業務用キャベツ栽培への適応性が高いと考えられることから、生産振興の一助になることを期待する。

謝辞

本研究の一部は、全国農業システム化研究会の支援を受けて実施した試験結果である。関係各位に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 水野英之：畝内条施肥機、農機誌、60、137-138、1998
- 2) 片平光彦・久米川孝治・進藤勇人・林浩之・小笠原伸也・小松貢一・鎌田易尾：乗用型管理機を利用したキャベツの施肥同時畝立て成形機の開発、農機東北支報、48、31-34、2001
- 3) 屋代幹雄：野菜作において肥料・農薬施用量を削減できるうね立て同時部分施用機、農機誌、68(6)、24-26、2006
- 4) 大川浩司・林悟朗：機械利用によるうね内条施肥法がキャベツの生育齊一性と肥料の利用率に及ぼす影響、愛知農総試研報、30、157-162、1998
- 5) 小野寺政行・三木直倫・赤司和隆：キャベツの作条施肥による窒素3割減肥技術、土肥誌、71、714-717、2000
- 6) 進藤勇人・佐藤福男・金田吉弘：寒冷地における肥効調節型肥料を用いた夏どりキャベツの全量局所施肥栽培、土肥誌、72(6)、803-806、2001
- 7) 藤原隆広・吉岡宏・佐藤文生：畝内条施肥における施肥位置がキャベツの生育と雑草発生に及ぼす影響、農作業研究、35(1)、25-32、2000
- 8) 金田吉弘・佐々木景司・佐藤孝・村井茜・菅原茂幸・佐藤敦：ライシメータ水田における基肥施肥法の違いが水田雑草の生育と養分吸収に及ぼす影響、土肥誌、77(6)、635-641、2006

トラクタ・トレーラ系の制動性能について

武田純一*・沼尾拓哉**・小出章二*・折笠貴寛*・庄野浩資*

Braking Performance of a Tractor-Trailer Combination

Jun-ichi TAKEDA*, Takuya NUMAO*, Shoji KOIDE*, Takahiro ORIKASA*, Hiroshi SHONO*

Abstract

The braking performance tests of a small size tractor-trailer combination were carried out on dried surface asphalt road. The stopping distance for a tractor with rated power of 25 kW itself and the tractor-trailer combinations by changing load on the trailer, initial braking speed of tractor and braking force of brake pedal. The results showed that the stopping distance can be estimated within 5 m for the tests of initial braking speed of 20km/h. While the stopping distance for tractor-trailer combinations estimated to be over 5 m for load conditions of 1.2 ton and 2.0 ton on the trailer with initial braking speed of 25km/h.

[Keywords] tractor-trailer combination, braking performance, stopping distance

1. はじめに

近年、作業機の大型化に伴い、トラクタの高馬力化が進んでいる。また、1997年に、農用車両の最高速度が35km/hに引き上げられることにより、圃場間の移動も高速で行えるようになった。最高速度の引き上げによって圃場間移動の時間短縮につながり、作業時間が短くなっているが、速度の出し過ぎのために停止予定位置で停止することができないなど、何らかの操縦ミスを誘引する可能性も高くなっている。公道を走行している場合、事故が発生すれば人身事故につながる可能性があり、交通にも大きな支障を来すことも考えられる。交通安全のみならず、農業機械を運転するオペレータの安全のためにも、農用車両のブレーキ性能特性の把握は、非常に重要な事項であるといえる。また、トラクタは型式登録時にブレーキ等の制動装置の試験が、義務化されており^{1),2)}、トレーラ付の車両についても同様に規定されているが^{3),4)}、トラクタにトレーラを装着して走行した場合の報告は少ないのが現状である。特に、近年ハイスピード仕様のトラクタが、機関出力22kW {30PS} 級以下のトラクタにまで拡大・販売されているが、このような比較的小型のトラクタにトレーラを装着した場合の制動試験の報告は極めて少ない。

ここで、これまでに他の研究機関で行われてきた、トラクタ・トレーラ系の制動試験の報告について以下にまとめてみる。

まず、北海道農業機械工業会では、トレーラの運動ブレーキの有無で停止距離に違いがあるのかを、様々な速度や質量、路面で実験を行い、それぞれの条件での踏圧と停止距離、平均減加速度、押力の関係を調査し、運動ブレーキ装着の重要性に言及した^{3),4)}。

AhokasとKosonenは、制動中のトラクタ・トレーラ系の運動について研究を行った⁵⁾。この結果、以下の知見を得たと報告している。

1) 通常の制動性能試験では、停止距離(=空走距離+制動距離)、減加速度が正確に計算されるが、実際のブレーキ行動、特に凍結した路面では正確にそれらの予測することができない。そのため、2) 制動性能試験の結果は、停止距離や減加速度の代わりに、車軸と荷重から算出されるブレーキ率を使用するべきであると結論付けた。

Dwyerは、トラクタ・トレーラ系の制動性能の研究を行⁶⁾、トレーラが不安定である場合、ブレーキ性能が良く、また、トレーラの限界重量を積載している時もブレーキ性能が優れていると述べさらに、トレーラに装備されるブレーキについて、トラクタのペダルを操作するとブレーキがかかるシステムの場合、トレーラ全体重量の20~30%程度のブレーキ力が望ましいと結論付けた。

本研究では、乾いたアスファルト路面上において、小形のキャビン付き乗用トラクタとコンバイン搬送用トレーラを供試して、トラクタ単体およびトレーラ装着時の初速度や積載荷重を変化させて制動性能を分析したので報告する。

2. 実験装置および方法

(1) 供試実験装置

供試トラクタは、機関出力25kWのキャビン付き乗用トラクタで、供試トレーラは荷台の大きさが3.8m×1.86m、許容積載荷重が2.5tである。供試トラクタとトレーラの主要諸元を表1に示す。供試トラクタのブレーキペダルに踏力計(共和電業:LPR-A-1KNS10)を、トラクタの前後左右部とトレーラの車軸附近には、3軸の加速度計(共和電業:AS-2TG)を設置し、得られたデータをトラクタの運転席横に設置したメモリーレコーダ(共和電業:EDX2000A)に収録した。なお、トレーラ牽引時は、車体質量1.2tと2.0tのトラクタ

* : 岩手大学農学部 盛岡市上田3-18-8

** : 同上。現在、青森県庁

を負荷荷重としてトレーラの荷台に設置した(図1と図2)。また、トラクタは2輪駆動モード、トレーラは、安全を考慮し慣性自動ブレーキを作用させて実験を行った。

表1 供試の主要諸元

トラクタ	全長	[mm]	3090
	全幅	[mm]	1455
	全高	[mm]	2170
	軸距	[mm]	1730
	輪距	前輪 [mm]	1150
		後輪 [mm]	1100
	機体質量	[kg]	1585
	エンジン出力	kW/rpm	25.0/2600
トレーラ	タイヤ	前輪	8-16 4PR
		後輪	13.6-24 4PR
	全長	[mm]	5250
	全幅	[mm]	1900
	荷台長さ	[mm]	3800
	荷台幅	[mm]	1860
	荷台地上高	[mm]	570
	車体質量	[kg]	530
	タイヤ	-	22-10.00 12PR



図1 1.2tのトラクタを積載した場合



図2 2.0tのトラクタを積載した場合

(2) 実験条件及び方法

制動試験の実験条件は、トラクタ単体時、トレーラ単体牽引時、トレーラ上に上記2種のトラクタを積載してけん引した場合の4条

件で実施した。試験は、岩手大学農学部附属寒冷フィールド教育研究センター滝沢農場の平坦なアスファルト路面上で行った。走行速度条件は、トラクタの変速段とエンジン回転数を組み合わせて、3条件(制動時の初速度が15km/h, 20km/h, 25km/h)で実施した。また、ブレーキペダルを踏む強さはオペレータが事前に訓練し、便宜的に、小、中、大と3段階に分けて制動試験を実施した。なお、トラクタの駆動モードは2輪駆動とした。

試験方法は、走行路面の脇にトラクタのオペレータに制動開始の合図を送る人員を配置し、合図を受けてからトラクタのオペレータがブレーキを作動させ停止するまでの距離(停止距離=空走距離+制動距離)を測定した。トラクタの走行速度は制動区間より前に5mまたは10mの区間を設定し、この区間を通過する時間をストップウォッチで計測して求めた。なお、同一実験条件では3回繰り返して実験を行った。

(3) データ解析

制動試験によって得られたデータは、タイヤのラグによる振動の影響を除くために、データ解析ソフトウェア(共和電業:DAS-100A)を用いて、10Hzのローパスフィルタを施した。次に、車両前後方向加速度の波形を参考にして減速を開始したと判断される点から静止するまでの間を特定し、この区間内の踏力の平均値を求めた。一例として図3に、2tのトラクタを積載した場合の、制動初速度25km/h、踏力大の条件の例を示した。次に、横軸に踏力、縦軸に停止距離をとり、停止距離が踏力によってどのように変化していくのかを分析した。

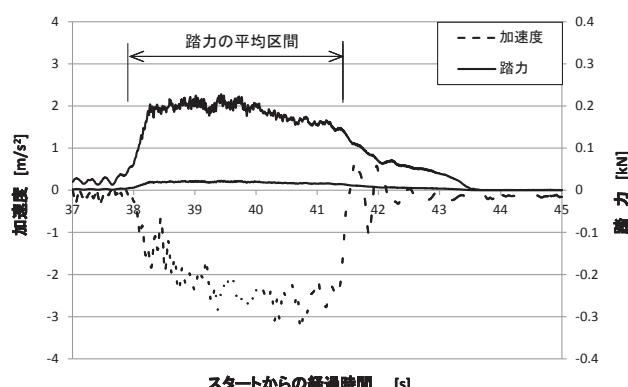


図3 踏力とトラクタの進行方向車体加速度の時間推移
(2.0t トラクタ積載、制動初速度 25km/h、踏力大)

3. 実験結果及び考察

今回の制動試験では、いずれの条件でもトラクタ、トレーラとともにタイヤはスリップしない状態で停止まで推移した。実験結果は、図4~図7に示すように、横軸に踏力、縦軸に停止距離をとって、トラクタ単体およびトレーラ単体を牽引、2種類のトラクタを積載したトレーラを牽引した条件毎にまとめて示した。また、踏力と停止距離の関係は、指数関数で表されるような傾向があったので、式(1)で示す回帰式で回帰係数aとbを求ることとし、結果を表2に示した。

$$y = a e^{bx} \quad (1)$$

ここで、

y : 停止距離 [m]

x : 踏力 [kN]

a, b : 回帰係数 (定数)

である。

図4はトラクタ単体の実験結果であるが、各初速度条件毎に見ると当然ながら初速度が大きいほど、踏力が小さいほど停止距離は大きくなつた。全体の傾向としては、踏力が大きくなるほど停止距離が指數関数的に減少して行くことが分かる。踏力の小、中、大の区分けについては、図から分かるように、ややデータのばらつきが大きいので、この区分けの中で平均値を取り比較することは出来ないと判断した。以上の傾向は、他の条件でも同じである。

新・道路運送車両の保安基準¹²⁾によれば、供試トラクタの場合、制動初速度が20km/hの時、5m以下の停止距離が要求されており、法令上の基準を満たしていることが確認できた。制動初速度が25km/hの場合、実測値では停止距離が5mを超えることもあったが、他の実験の結果では、踏力が0.2kN以上ある例も見られるので、回帰式に $x=0.2$ を代入して停止距離を求めると3.3mであり、5m以内で十分停止可能と推察される。

図5～図7は、トレーラを装着した場合の結果を示したものである。図5のトレーラのみを牽引した場合は、制動初速度が20km/hの時、実測の停止距離は最短値で5.6mとなり5mを超えていたが、回帰式で踏力が0.2kNの場合を計算してみると、3.9mとなり5m以内での停止が可能と推察される。この傾向は、図6に示す1.2tのトラクタを積載した場合も同様で、制動初速度20km/hでは実測の停止距離の最小値は5.7mであったが、踏力0.2kNと仮定すると回帰式から停止距離は3.2mと推察され、5m以内での停止は可能と考えられる。図7に示すトレーラの積載量が2.0tの場合は、制動初速度20km/hにおける実測の最小停止距離は6.5mであり、5mを超えていた。回帰式から推定すると、踏力が0.2kNの時に停止距離は5.2mとなり、停止距離が若干5mより大きくなる結果となつた。

一方、制動初速度が25km/hの場合、1.2tと2.0tのトラクタを積載した条件下における、踏力0.2kNでの制動距離は8～9mとなり、運転時にはブレーキ操作に細心の注意が必要であると考えられる。また、供試トレーラの最大積載荷重は2.5tであり、フルに積載している場合は、同様に停止距離が伸びることになる。更に、カ

ブ現象を起こしやすくなるので、特に注意が必要と考えられる。トレーラ牽引時の事故防止のためにも、高速走行時のトレーラの慣性ブレーキは必ず用いるようにしておきたい。

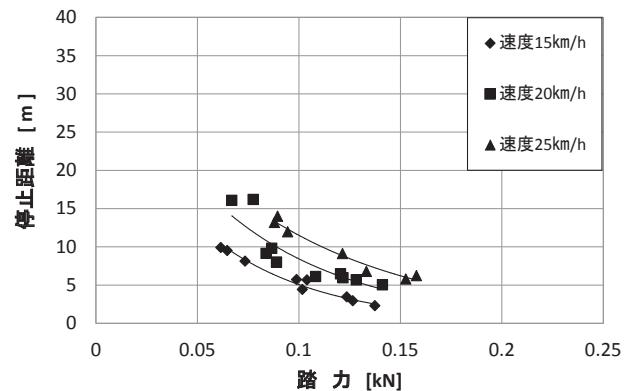


図4 踏力と停止距離の関係（トラクタ単体の場合）

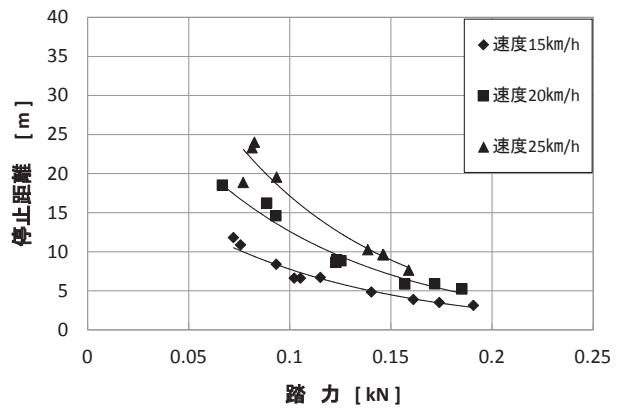


図5 踏力と停止距離の関係

（トラクタ単体+トレーラのみ牽引の場合）

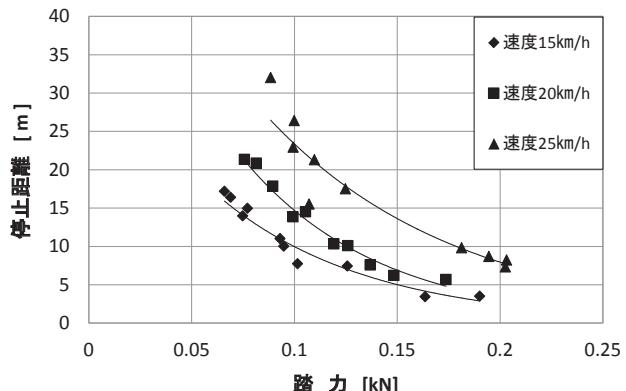


図6 踏力と停止距離の関係

（トラクタ単体+トレーラに1.2tのトラクタを積載した場合）

表2 回帰係数

機体条件	制動初速度 [km/h]	係数		R^2 値
		a	b	
トラクタ単体	15	32.51	-18.59	0.966
	20	39.68	-15.49	0.843
	25	39.32	-12.29	0.962
トレーラ単体	15	23.16	-10.94	0.970
	20	40.22	-11.60	0.961
	25	62.79	-12.98	0.958
1.2tトラクタ積載	15	39.37	-13.74	0.951
	20	66.58	-15.12	0.964
	25	68.67	-10.78	0.934
2.0tトラクタ積載	15	31.93	-9.59	0.959
	20	69.11	-12.88	0.958
	25	89.58	-11.70	0.966

ープでの制動は、ヒッチ点に側方力が加わり、容易にジャックナイ

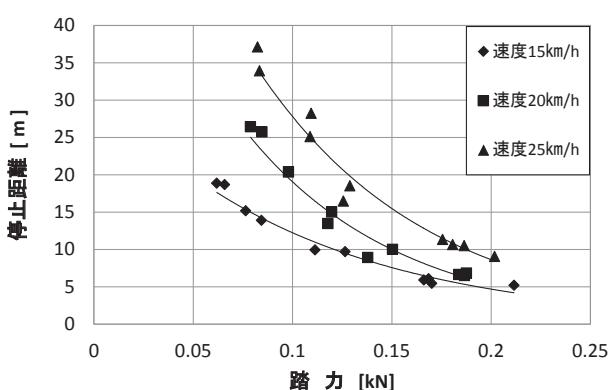


図7 踏力と停止距離の関係
(トラクタ単体+トレーラに2.0tのトラクタを積載した場合)

4. おわりに

機関出力25kWの高速走行可能な乗用トラクタ及びトレーラ系を供試して、3種の初速度条件とトラクタ単体、3種のトレーラ積載条件の下で制動試験を行い、次の結果を得た。

- 1) トラクタのブレーキペダルの踏力と制動距離の関係は、指数関数的傾向を示し、初速度が大きいほど、踏力が小さいほど停止距離は大きくなつた。
- 2) トラクタ単体での制動試験の結果、実験した初速度の範囲内では保安基準を満たしていることを確認した。
- 3) トレーラ単体を牽引した場合、トレーラに1.2tおよび2.0tのトラクタを積載した場合とも、制動初速度20km/hでは実測した停止距離が5mをやや超えたものもあったが、回帰式から得られた停止距離から、5m以内で停止できるものと推察された。
- 4) トレーラに1.2tのトラクタ及び2.0tのトラクタを積載した場合、制動初速度が25km/hでは停止距離が8~9mと推定され、運転時にはブレーキ操作に細心の注意が必要である。また、最大積載量の2.5tを積載した場合は、停止距離が更に伸びると予想され、同様に注意が必要である。
- 5) 安全な停止距離を保つために、十分な車間距離をとることやトレーラの慣性ブレーキを有效地に活用していくことが必要である。

5. 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（基盤研究（C））、21580305の助成により実施されたものである。ここに記して、関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 交文社, 2012. 自動車検査員必携 保安基準省令・告示、審査事務規定継続審査関係資料体系、交文社、80-115, 585-588.
- 2) 交文社, 2011. 新・道路運送車両の保安基準－省令・告示全条文－I、交文社、66-89, 693-786.
- 3) 北海道農業機械工業会, 1998. 農業機械の連動ブレーキシステム及び関連機器の開発、北海道農業機械工業会、1-60.

- 4) 農業機械の安全装備に関する研究開発グループ, 1999. 農業機械の安全装備に関する研究開発－連動ブレーキの実用化技術の組立－、1-41.
- 5) Ahokas, J., Kosonen, S., 2003. Dynamic Behaviour of a Tractor-trailer Combination during Braking, Biosystems Engineering, 85(1), 29-39.
- 6) Dwyer, M.J., 1970. The braking performance of tractor-trailer combinations, Journal of Agric. Engng. Research, 15(2), 148-162.

バイオエタノール燃料の乗用型田植機への適用

齋藤雅憲*・進藤勇人*・佐々木景司*・藤村辰夫*・田口淳一*

Application of Bio-ethanol Fuel to Riding Type Rice Transplanter Mounted with a Gasoline Engine

Masanori SAITO*・Hayato SHINDO*・Keiji SASAKI*・Tatsuo FUJIMURA*・Junichi TAGUCHI*

[Keywords] bio-ethanol fuel, riding type rice transplanter, working time, fuel consumption

1. はじめに

農業機械の内燃機関に使用される燃料は、軽油とガソリンが主であるが、近年、カーボンニュートラルの観点や燃料価格の高騰に伴い、植物由来のバイオエタノール燃料やバイオディーゼル燃料（FAME (Fatty Acid Methyl Ester)）の利用が進んできている。農業機械は、自動車とは異なりエンジン動力を車輪の駆動だけでなく、作業機の駆動に用いる特徴がある。農業機械は、重負荷作業に用いられるため、トルクを大きくしなければならないことや熱効率がガソリンエンジンに比べ良いことなどから、ディーゼルエンジンが多く用いられる。一方、乗用型田植機、歩行型管理機、刈払い機等は、この特徴の他に、軽量性、コンパクト性、高出力が要求され、ガソリンエンジンが用いられる。

バイオエタノール燃料は、ガソリンエンジンに使用可能な代替燃料として注目されている。海外では、トウモロコシ、サトウキビなどからバイオエタノールが多く生産され、FFV(Flexible-Fuel Vehicle)、DFV(Dual-Fuel Vehicle)など自動車での利用が進んでいる。国内で自動車においては、エタノールをガソリンに体積比で3%混合したE3燃料は自動車に対して「揮発油等の品質の確保等に関する法律」^①が制定されている。さらに、エタノールをガソリンに体積比で10%混合したE10燃料についても規格等が定められ、自動車メーカーではE10燃料対応のガソリン車の開発が進められている。秋田県では、「バイオエタノール推進戦略」^②が策定され、炭素源として稻わら等を利用したバイオエタノールの実用化に向けた取り組み進められてきた。このように、バイオエタノール燃料が一般に普及し、利用が促進されると、ガソリンエンジンを使用している農業機械においても、バイオエタノール燃料に適応した仕様が求められることが想定される。

バイオエタノール燃料やバイオディーゼル燃料を供試した既往研究としては、農用ガソリンエンジンにアルコール混合燃料を供試し、燃料消費率、点火時期、排気ガスへの影響を調査した試験^③や、DFVに無水化処理前のバイオエタノールを供試した走行実証^④、E10対応の軽

自動車にE10燃料を供試し、始動性、加速性などを調査した走行実証^④、トラクタに、軽油に比べ発熱量の低いバイオディーゼル燃料を使用し、作業時の燃料消費に与える影響を検討した研究^⑤など研究例は多い。

しかし、バイオエタノール燃料を農業機械に供試し、ほ場作業での試験例は少ない。そこで、本試験ではガソリンエンジン搭載の乗用型田植機にバイオエタノール燃料を供試して、実際に移植作業を行い、機械の動作状況を調査し、バイオエタノール燃料が農業機械の作業時間や燃料消費量に与える影響を検討した。

2. 試験方法

(1) 供試機械

乗用型田植機(PZ73型、7条、定格出力: 9.7kW、I社)、ガソリンエンジン(FD501D-DFI(総排気量: 0.437L、電子制御燃料噴射、K社)を供試して、路上試験とほ場試験を行った。

(2) 供試燃料

稻わら由来(熱水式バイオエタノール製造技術)のバイオエタノール100%のE100燃料、バイオエタノールを市販のレギュラーガソリン(蒸気圧調整済み)に10%(体積)混合したE10燃料(製造:中国精油株式会社)、市販のレギュラーガソリンの3種類を供試して試験を行った。各燃料の体積当たり発熱量は、E100燃料: 23.9MJ/L、E10燃料: 33.5MJ/L、レギュラーガソリン: 34.6MJ/L(資源エネルギー庁標準発熱量^⑤)である。

(3) エンジン設定

E10区のエンジン設定は、ガソリン使用時のエンジン出力と同じ出力になるエタノール専用のエンジン設定とした。また、E10区はG区と同様(初期設定)のエンジン設定とした。

(4) 路上試験

1) 試験場所・実施日: 2012年5月30日に秋田農試アスマルト路上において1周778mの矩形路を3周して試験を行った。

2) 試験区の構成: E10区(E10燃料使用)、G区(レギュラ

一ガソリン使用)の2区を設定し、エンジン回転数は3900rpm、走行速度段は移動速で走行した。

3) 調査項目

①走行速度：小型GPSロガ(W社、WBT-202、1Hz計測、2.0mCEP(SBAS))を用いて計測を行った。

②燃料消費量：矩形路を3周した後、満タン法で計測した。

③消費エネルギー：燃料消費量に体積当たりの発熱量を乗じて算出した。

(5) ほ場試験

1) 試験場所・実施日：2012年5月29日に秋田農試ほ場(1ha区画(200×50m、農道ターン))において試験を行った。

50株/坪セット植え(設定株間：22cm)で移植作業を行い、苗補給は農道ターンで行い、エンジンを停止した。

3) 試験区の構成：E100区(E100燃料使用)、E10区(E10燃料使用)、G区(レギュラーガソリン使用)の3区を同一ほ場内に設定し、各区で7行程の田植作業を行った。エンジン回転数は3900rpm、作業速度は最高速設定(疎植植付規制有(1.4m/s設定))とした。

4) 調査項目

①作業速度：小型GPSロガを用いて計測した。

②作業能率：ストップウォッチと小型GPSロガのログデータから算出した。

③スリップ率：水稻刈取り後に、各行程7地点、合計216

地点の10株間の株間をメジャーで計測し、(1株間計測値/株間設定値) × 100(%)で算出した。

④燃料消費量：各区燃料消費量は作業終了後に満タン法で計測した。また、各行程毎の計測は燃料消費計(B社、DE-FL)を用いて計測した。

⑤消費エネルギー：燃料消費量に各燃料の体積当たり発熱量を乗じて算出した。

3. 結果及び考察

(1) 路上試験

表1に路上試験の結果を示した。総走行時間は、E10区とG区でそれぞれ763s/3周、764s/3周であり同等であった。総走行時間が同等であったため、平均走行速度も両区の差異は小さかった。時間当たりの燃料消費量は、E10区とG区でそれぞれ2.83L/h、2.59L/hであり、E10区がG区に比べて、9%多かった。また、時間当たりの消費エネルギーは、E10区とG区でそれぞれ94.8MJ/h、89.6MJ/hであり、E10区がG区に比べて、6%多かった。ディーゼルエンジンを使用したトラクタに、軽油より発熱量が低いバイオディーゼル燃料を使用した場合は、高負荷時の出力維持に燃料供給量が増加すること⁶⁾が報告されている。路上試験の条件は、エンジン回転を最高回転にして、最高速度にて走行試験を行っているため、高負荷状態での試験であると考えられる。したがって、本試験結果もトラクタにバイオディーゼル燃料を供試した

表1 E10燃料が田植機の走行に及ぼす影響(路上試験)

試験区	総走行時間 s/3周	平均走行速度 m/s	燃料消費量		消費エネルギー	
			L/3周	L/h	MJ/3周	MJ/h
E10区	763	3.06	0.60(109)	2.83(109)	20.1(106)	94.8(106)
G区	764	3.05	0.55(100)	2.59(100)	19.0(100)	89.6(100)

注1 総走行時間、燃料消費量は、それぞれ2334m(3周)走行した時の計測値。

注2 消費エネルギーは各燃料消費量に単位体積当たりの熱量をかけて、総走行時間で除して算出した。

(E10: 33.5MJ/L、ガソリン: 34.6MJ/L(資源エネルギー庁標準発熱量))

注3 表中の()はG区を100%としたときの割合を示す。

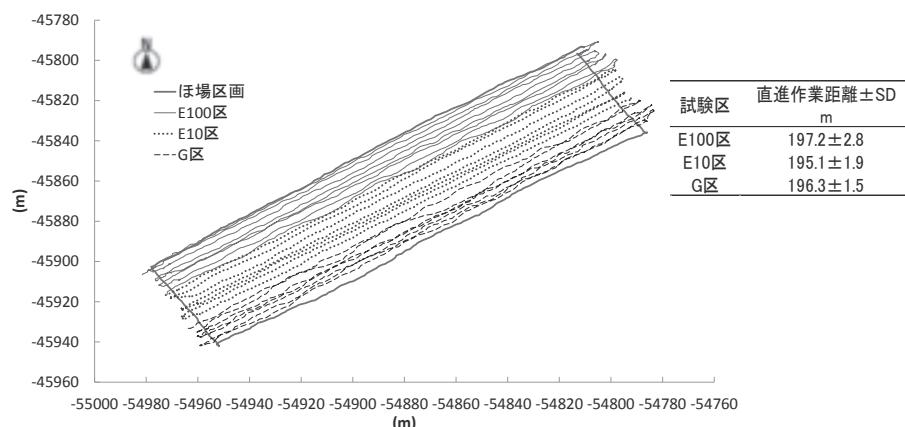


図1 ほ場試験の作業軌跡

注1 直進作業距離は、小型GPSロガ(1Hz計測)を用いて計測した速度の合計値。

注2 原点座標系は、X系を用いた。

表2 バイオエタノール燃料を用いた田植え作業結果（ほ場試験）

試験区	作業面積 m ²	直進走行距離 m	全作業時間 s	直進作業時間±SD s/行程	直進作業速度±SD m/s	作業能率 h/ha	株間(10株間)±SD cm
E100区	2940	1380	3381	169.3±6.0	1.235±0.013	3.19	207.9±1.3
E10区	2940	1366	3447	165.7±1.8	1.222±0.015	3.26	207.0±0.4
G区	2940	1374	3397	165.4±2.6	1.246±0.012	3.21	207.8±0.9

注1 全作業時間、直進走行距離、燃料消費量は、それぞれ 2940m² (7 行程) 作業した時の計測値。

注2 直進作業時間、直進作業速度、株間は、各行程 (7 行程) の平均値。

表3 バイオエタノール燃料を用いた田植え作業における燃料消費量と消費エネルギー

試験区	燃料消費量 L/ha	消費エネルギー MJ/ha	行程毎の平均燃料消費量±SD	
			L/行程	L/h
E100区	6.66 (132)	159.1 (91)	0.280±0.013	5.9±0.26
E10区	5.25 (104)	176.1 (101)	0.221±0.023	4.8±0.52
G区	5.04 (100)	174.2 (100)	0.212±0.015	4.6±0.34

注1 平均直進作業速度、平均燃料消費量、平均株間 (10 株間) は、各行程 (7 行程) の平均値。

注2 消費エネルギーは各燃料消費量に単位体積当たりの熱量をかけて、全作業時間で除して算出した。

(E100 : 23.9MJ/L, E10 : 33.5MJ/L, ガソリン : 34.6MJ/L(資源エネルギー庁標準発熱量))

注3 表中の () は G 区を 100%としたときの割合を示す。

知見と同様に、燃料の発熱量の低下による燃料消費量の増加の可能性が示された。

(2) ほ場試験

図 1 に作業軌跡を示した。また、表 2 と表 3 にそれぞれ、ほ場試験の結果、燃料消費量と消費エネルギーの結果を示した。ほ場試験は同一区画内で各区 7 行程の往復作業で行い、各区で同様の作業軌跡であった。各区の直進走行距離は、1366～1380m であった。ほ場試験の全作業時間 (直進時間、旋回時間、補給時間 (苗、肥料) の合計時間) は、3381～3447s であった。また、行程毎の直進作業時間は、E100 区、E10 区でそれぞれ、169.3s/行程、165.7s/行程であり、G 区の 165.4s/行程と比較して、区間差は小さかった。平均直進作業速度は、E100 区、E10 区、G 区で、それぞれ、1.235m/s, 1.222m/s, 1.246m/s であった。作業能率は、E100 区と E10 区でそれぞれ、3.19h/ha, 3.26h/ha であり、G 区の 3.21h/ha と比較してほぼ同等であった。さらに、平均株間 (10 株間) は E100 区、E10 区、G 区で、それぞれ、207.9cm, 207.0cm, 207.8cm であった。これらの結果から、各行程や各地点の作業状態の区間差は小さく、E100 燃料、E10 燃料とともに田植え作業への支障は無いと判断された。ただし、本試験は 30a 程度の田植作業であり、大面積で長時間使用した場合には、作業性に対する違いが発生する可能性が推察された。

面積当たり燃料消費量は E100 区と E10 区でそれぞれ、6.66L/ha, 5.25L/ha であり、G 区の 5.04L/ha と比較してそれぞれ 32%, 4%多く燃料を消費していた。一方、行程毎の時間当たりの燃料消費量は E100 区、E10 区、G 区で、それぞれ、5.9L/h, 4.8L/h, 4.6L/h であった。ガソリンの体積当たり発熱量は、E100 燃料、E10 燃料に比べて、それぞれ 45%, 3%多く、特に E10 区の面積当たり燃料消費量の G 区に対する増加割合は、発熱量の割合に近い値

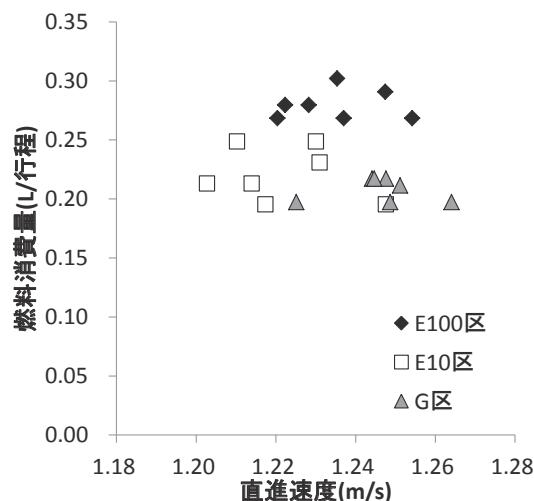


図2 行程毎の直進速度と燃料消費量の関係

であった。E10 区の面積当たり消費エネルギーは G 区と同等であったが、E100 区は G 区に比べて 9%少なかった。これは、E100 区のエンジン出力が G 区のエンジン出力と同様になるような設定で調整され、G 区に比べてより効率が良く設定されていたためと推察された。

図 2、図 3 に、それぞれ行程毎の直進速度と燃料消費量の関係、スリップ率と直進速度の関係を示した。各行程の直進速度と燃料消費量の関係を詳細に検討すると、E10 区の直進速度と燃料消費量の関係は G 区に比べ、直進速度と燃料消費量のバラツキが大きい傾向であり、田植作業中の一時的な負荷増大によるエンジン出力の低下が示唆された。また、ほ場試験におけるスリップ率と直進速度の関係は、いずれの試験区においても、スリップ率の増加に伴い、直進速度が低下する傾向であった。田植機は、一般的にスリップ率の増加に伴い、直進速度は一定の割合で減少する⁷⁾ことが知られており、本試験に

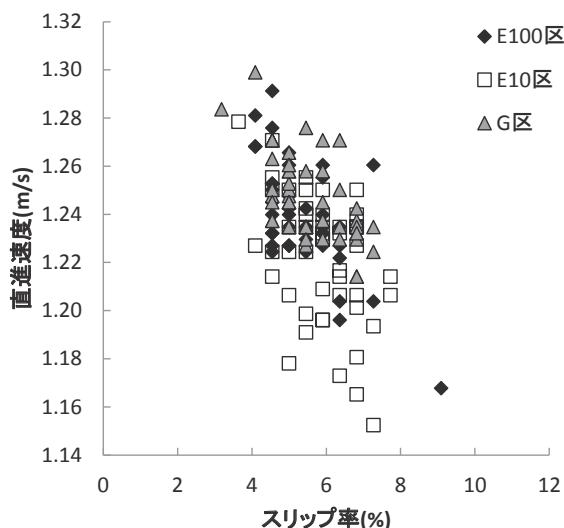


図3 スリップ率と直進速度の関係

注1 スリップ率 = (1-株間計測値/株間設定値) × 100 (%)

注2 直進速度は、株距計測に対応した 20s (約 25m 毎) の GPS 速度データの平均値。

おいても各区でその傾向が確認された。さらに、E100 区と G 区のスリップ率に対する直進速度を比較すると、ほぼ同様の結果であった。しかし、E10 区と G 区のスリップ率に対する直進速度の関係は、E10 区が G 区に比べて速度のやや遅い地点が散見された。これは、E10 区と G 区のエンジン設定が同一であるため、G 区に比べて発熱量の低い燃料を使用している E10 区でエンジン出力が低下している可能性が考えられた。

4. 摘要

本研究では、バイオエタノール燃料の使用がガソリン機関搭載の乗用型田植機の動作及び燃料消費量に与える影響を路上走行試験及びほ場試験を行い検討した。その結果、路上試験の走行時間、走行速度は E10 区と G 区で同等であったが、燃料消費量は E10 区が G 区に比べて多かった。これは、供試した燃料の発熱量が低いため、燃料消費量が増加したと考察された。

ほ場試験では、E100 区、E10 区の作業時間、作業速度、株間はそれぞれ G 区と同等であり、E100 区、E10 区とともに G 区と比較して田植作業を問題なく行えることが確認された。燃料消費量は、E100 区、E10 区でそれぞれ、45%，3% 多かった。さらに、実作業では問題無かったが E10 区では、スリップ率が同じ時に速度が低下する傾向がみられ、エンジン出力の低下が考えられた。

謝辞

試験に協力いただいた井関農機株式会社、川崎重工株式会社の皆様に謹んで謝意を表する。

参考文献

- 1) 秋田県、秋田県バイオエタノール推進戦略、2009. 5-10,
- 2) 資源エネルギー庁、2012. 品確法の施行規則改正及び告示制定について、<http://www.enecho.meti.go.jp/hinnkakuhou/topics20120330.html>
- 3) 寺尾日出男、近江谷和彦、松見高俊、野口伸、1987. アルコール混合燃料による農用小型火花点火機関の運転、北海道大学農学部邦文紀要、15(2), 173-185.
- 4) 秋田県、秋田県バイオエタノール推進会議、2013. 新エネルギーセミナー in あきた バイオエタノール実証試験成果報告会資料集
- 5) 経済産業省資源エネルギー庁総合エネルギー統計検討会事務局、2005. 2005 年以降適用する標準発熱量の検討結果と改正値について、2-3.
- 6) 片平光彦、進藤勇人、関口一樹、佐々木景司、藤村辰夫、田口淳一、2009. バイオディーゼル燃料がトラクタの機関と燃料消費に与える影響、農機東北支部報、56, 45-48.
- 7) 藍房和、2000. : 農業機械の構造と利用、農文協、145-149.

近赤外分光法によるヤギ生乳成分の測定（第3報）

- 測定精度の改良 -

鳥友図*・片平光彦**・夏賀元康**・吉田宣夫**

Constituent Content Determination of Goat Raw Milk

Using Near-Infrared Spectroscopy (Part 3)

- Improvement of Prediction Accuracy -

Yuuto WU*・Mitsuhiko KATAHIRA**・Motoyasu NATSUGA**・Norio YOSHIDA**

Abstract

This paper presents our work, which is part 3, on constituent content determination of goat raw milk using near-infrared spectroscopy (NIRS) in visual-NIR wavelength region 650-1100nm. In the previous papers, part 1 and part 2, we discussed the feasibility of NIRS to constituent determination of non-homogenized goat raw milk as well as the fluctuation of milk constituents of the Japanese Saanen dairy goat. The objective of this paper (part 3) was to try to improve the prediction accuracy by modifying optical layout for the measurement of NIR spectra. In order to get more informational NIR transmittance spectra from milk, we powered up the output of light source significantly and increased the optical path length with a glass test tube of φ15mm as the sample cell, in comparison with the previous papers which the glass cuvettes of 2mm, 5mm and 10mm thickness were used. Furthermore, in order to maintain milk sample temperature, a hot plate and a cover were used during the spectral measurement. The reference values of milk constituents were measured by the same Milkoscan 133B as in the previous papers. Data processing was also conducted by same software The Unscrambler v9.8 with partial least square regression and full cross-validation method. As the results, the prediction accuracies for all considered milk constituents were improved significantly, especially the prediction accuracy for protein content reached an acceptable level which is similar to the results reported in previous other studies.

[Keywords] near-infrared spectroscopy, goat, raw milk

1. はじめに

ヤギ乳は古くから食されてきた食べ物であり、世界中の多くの地域の多くの民族の人々に重要な栄養摂取源として利用されている。特に東南アジア、インド亜大陸、サブサハラやラテンアメリカの発展途上の諸国では、ヤギの飼養が盛んであり、ヤギ乳の利用が多い。Haenlein らによれば、世界範囲内で見るとヤギ乳およびその乳製品を食している人口は牛乳に比較して多い¹⁾。

日本では、昭和30年代前半に約60万頭ヤギが飼養されていたが、昭和40年代に入って本格的に酪農振興が図られるとともに牛乳の供給が潤沢となり乳用ヤギの飼育は急速に減少した。平成12年の農林水産省畜産統計によると、肉用と乳用ヤギを合わせて約2万頭が飼育されているに過ぎない²⁾。しかしながら、近年では、ヤギの取り扱いの便利さ、粗放な環境でも示す高い順応性や栄養価の低い飼料でも飼養可能で牛乳に劣らない良質な乳を生産可能などといった特徴から、ヤギは耕作放棄地や遊休地の除草管理、乳製品の生産などに活用され、地域おこしや6次産業化に向けたヤギ飼養が全国各地で静かに展開しつつある。健康の良いと考えられているヤギ乳は、生産が今後拡大することが期待される。

農産物や食品の成分分析には多くの手法があり、利用されている。その中で、近赤外分光法（NIRS）は、農産物、食品、医薬品等の非破壊分析に有力なツールとして知られている。乳成分の分析につ

いても数多く報告されているが、主に牛乳を対象にしたものであり³⁻⁹⁾、ヤギ乳への利用例は少なく、ヨーロッパでいくつかの報告があるにすぎない¹⁰⁻¹²⁾。しかも、そのほとんどは、近赤外長波長領域（1100nm以上）の吸収スペクトルを高価な装置で測定したもので、乳試料のホモジナライゼーションや前処理が必要であるため、オンライン・リアルタイム計測に向かないなどの問題があった。そこで本研究では、日本乳用ザーネン種ヤギの生乳を対象にして可視・近赤外分光法（650-1100nm）による成分測定について検討を行なってきた。前報まででは測定精度と乳成分変動を検討したが、精度についてはまだ改良の余地があつたため、本報ではスペクトル測定の光学系を改良することによって精度の向上を図った。

2. 材料と方法

(1) 供試試料

ヤギ生乳試料は前報と同様に、山形大学農学部附属農場に飼育している日本ザーネン種ヤギの乳を用いた。サンプリングは2012年の4月初旬から9月までの、およそ泌乳期の初期、中期と末期にあたる時季に、5日単位で4回行なった。生乳試料は計72点であつた。

(2) 基準分析

前報と同一の Milkoscan 133B (Foss Electric, Denmark)を使用して

* : 岩手大学大学院連合農学研究科 ** : 山形大学農学部

生乳試料の乳脂肪、乳タンパク質、乳糖、SNF（無脂固形分）とTS（全固形分）の成分含量値を測定し、基準値とした。

(3) スペクトル測定

可視・近赤外波長領域650-1100nmの透過スペクトルを測定した。スペクトル測定の前に乳試料を40°Cに温めた。前報に比較して、本報では、Φ8mmの光ファイバーハンドルで入射光を圧倒的に強烈にし、さらに光路長を長くし試料からの情報をより多く得るためサンプルセルにΦ15mmのガラス試験管を使用した。測定中の試料温度の低下を防ぐため、測定部を40°Cに設定したホットベッドに載せカバーをつけて保温した。標準板には13mm厚さのテフロン板を用いた。スペクトルの測定時間は、積分時間30msec×繰り返し回数10の計300msecであった。Fig. 1にスペクトル測定部の概略図を示した。

(4) キャリブレーションの作成と検証

統計解析ソフトウェアThe Unscrambler v9.8(CAMO, Norway)を使い、full cross-validation手法によるPLS回帰分析によって各乳成分のキャリブレーションの作成と検証を行なった。

1. 結果と考察

(1) 基準値

Table 1に生乳の各成分の基準値を示した。変動係数CVから明らかなように、乳脂肪の変動がもっとも大きく、乳たんぱく質と乳糖の変動は小さかった。SNFとTSは、たんぱく質と乳糖の占める割合が大きいため、それらと同様の変動を示した。これは前報の結果と同様で、諸先行研究の報告とも一致している。乳脂肪はヤギの品種により異なるほか、給与飼料の構成や泌乳期の段階などによって大きく変動することが知られている。乳糖は牛でもヤギでも品種間、固体間や乳期を問わず変動が小さいと言われており、これは牛やヤギのような反芻動物の生理的な要因に起因するものと考えられる。

(2) キャリブレーション

Table 2に最良のキャリブレーション結果の一覧を示した。予測精度は、乳脂肪では $r^2=0.66$ 、SECV=0.38%，乳たんぱく質では $r^2=0.69$ 、SECV=0.14%，乳糖では $r^2=0.55$ 、SECV=0.22%，SNFでは $r^2=0.67$ 、SECV=0.22%，TSでは $r^2=0.75$ 、SECV=0.37%であった。

Diaz-Carrillo¹⁰⁾らとElena Albane¹¹⁾らは、ヨーロッパ品種ヤギの乳を対象に、本研究と同様にホモジナイズしない生乳の成分予測を行った。Diaz-Carrillo¹⁰⁾らの報告では、乳脂肪は $r^2=0.91$ 、SEP=0.26%，乳たんぱく質は $r^2=0.92$ 、SEP=0.15%，乳糖は $r^2=0.92$ 、SEP=0.09%であった。Elena Albane¹¹⁾らは、乳脂肪は $r=0.97$ 、SEP=0.24%，乳たんぱく質は $r=0.92$ 、SEP=0.16%，TSは $r^2=0.95$ 、SEP=0.34%と報告している。本研究の結果は乳タンパク質とTSではほぼ同等であったが、乳脂肪と乳糖では劣った。これらの研究では近赤外長波長領域(1100nm以上)のスペクトルを高価な分光計で測定している。近赤外長波長領域では、物質の吸収が比較的大きく吸収バンドの同定が容易であるものの、水による吸収も大きくなり、ほかの成分の

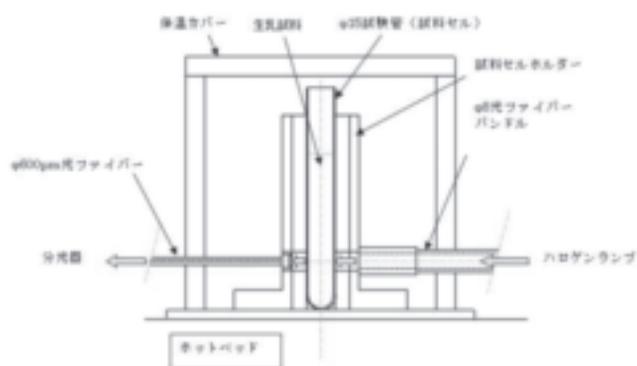


Fig. 1 Optical layout

Table 1 Reference values

Component	Range (%)		Mean (%)	SD* (%)	CV**
	(%)	(%)			
Fat	1.02	-	4.76	2.54	0.69
Protein	2.23	-	3.61	2.87	0.26
Lactose	2.79	-	4.38	3.82	0.33
SNF	6.8	-	8.4	7.68	0.39
TS	8.84	-	12.71	10.22	0.77

* Standard Deviation

** Coefficient of Variation

Table 2 Calibration results

Component	Wavelength range (nm)	n*	r^2 **	SECV*** (%)	nF****
Fat	800 - 960	70	0.66	0.38	5
Protein	654 - 950	72	0.69	0.14	9
Lactose	654 - 960	72	0.55	0.22	9
SNF	654 - 950	71	0.67	0.22	10
TS	654 - 950	70	0.75	0.37	5

* Number of samples

** Coefficient of Determination

*** Standard Error of Cross-Validation

**** Number of factors

吸収を確認できない。この傾向は波長が長くなるにつれて顕著になるため、近赤外長波長領域(1100nm以上)を利用して水分の多い試料の成分予測を行う場合では、水による強い吸収を減らす何らかの試料の前処理が必要になってくる。Diaz-Carrillo¹⁰⁾らは乳試料をガラス繊維濾紙にかけ乾燥させてからスペクトルを測定しており、Elena Albane¹¹⁾らはスライドガラスと0.3mm厚さの試料ホルダーを用いて乳試料の光路長を短くしてスペクトルの測定を行っており、サンプルプレゼンテーションや測定方法が煩雑で試料の前処理を必要としているので、本研究の目的とする迅速なオンライン・リアルタイム計測には向いていない。一方、本研究で用いた近赤外短波長領域(1100nm以下)では全体的に物質の吸収が弱く、試料を希釈などせずにスペクトル測定に供し得るので、この波長領域はイン・オンライン計測やリアルタイム測定に適すると考えられている。

1100nm以下の波長領域のNIRスペクトルを利用した先行研究では、ヤギ乳を対象にしたもののは報告されておらず牛乳対象のものだけである。Tsenkova¹²⁾らはホモジナイズしない牛乳のNIR透過スペ

クトル（光路長10mm）から乳成分の予測を行い、乳脂肪の予測精度については $R=0.99$, SECV=0.19%, 乳たんぱく質については $R=0.62$, SECV=0.19%, 乳糖については $R=0.84$, SECV=0.09%と報告している。Slobodanら⁸⁾はホモジナイズした牛乳のNIR透過スペクトル（光路長1mm）から乳成分の予測を行い、乳脂肪については $R=0.99$, SECV=0.08%, 乳たんぱく質については $R=0.96$, SECV=0.12%, 乳糖については $R=0.70$, SECV=0.09%と報告している。夏賀ら⁹⁾はホモジナイズしない牛乳のNIR透過スペクトル（光路長10mm）から乳成分の予測を行い、脂肪については $R=0.93$, SECV=0.38%, たんぱく質については $R=0.48$, SECV=0.14%, 乳糖については $R=0.86$, SECV=0.07%と報告している。本研究で得られた精度をこれらと比較すると、乳たんぱく質はほぼ同程度であるが、乳脂肪はツェンコバとSlobodanより劣るが夏賀と同等、乳糖はすべてに劣った。

先行研究では乳脂肪のキャリブレーションはホモジナイズした方がしない場合と比較して精度が良い。これは、脂肪球による光散乱が透過スペクトルの観測に影響したことによると思われる。乳は、球状の脂肪、カゼインミセルを形成するたんぱく質、炭水化物およびミネラル等が水を基調とした液体の中に分散したエマルジョンまたはコロイド溶液である。このような溶液では、多重光散乱現象が生ずる。乳中の脂肪は球状を呈しており、直径は0.1μmから10μm（即ち100-1000nm）に及ぶため、近赤外線（800-2500nm）を分散させる。ホモジナイズはこの脂肪球をホモジナイザー（均質機）という機械で牛乳を細かいすき間から高圧で押し出すことによって脂肪球を直径2μm以下に小さくするため、脂肪球による散乱がホモジナイズした牛乳では均一になる。これにより散乱が複雑なホモジナイズしていない牛乳より散乱に起因するスペクトルの変動が小さくなり、また、乳脂肪そのものに由来する拡散透過スペクトルがより均質になるため、脂肪の推定精度が向上した可能性がある。ヤギ生乳でもホモジナイズすることにより精度の向上が実現する可能性はあるが、オンラインやポータブルな分析計に利用するのは難しい。

乳糖キャリブレーションが比較的低い精度を呈したのは、960-970nmの強い水の吸収バンドおよび乳糖と同じ930nm付近に現れる脂肪の吸収バンドが乳糖の吸収情報を隠すからであると考えられている⁸⁾。さらに、本研究の乳糖の推定精度は牛乳による先行研究より精度が劣ったが、これはキャリブレーションに使用した波長範囲が関係している可能性がある。これらの先行研究では1100nmまでをキャリブレーションに利用していたのに対し、本研究ではFig. 2に示したように960nm以上の波長域はノイズが乗っていたため利用できなかったからである。今後光学系をさらに改良して1100nmまでノイズのないスペクトルが得られれば推定精度が改良できる可能性がある。

2. まとめ

本研究では、予測精度を向上させるため、改良した光学測定系によってホモジナイズしないヤギ生乳の近赤外波長域（1100nm以下）の吸収スペクトルを測定し、キャリブレーションを作成した。その結果、各乳成分について予測精度は向上し、とくに乳たんぱく質の

予測精度は良好で先行研究の結果と同等であった。Fig. 3-7に各乳成分のキャリブレーション散布図を示した。しかし、乳脂肪と乳糖の予測精度は先行研究と比較して劣った。さらに精度の改良を行うためには光学系を含めた改良が必要であると考えられた。

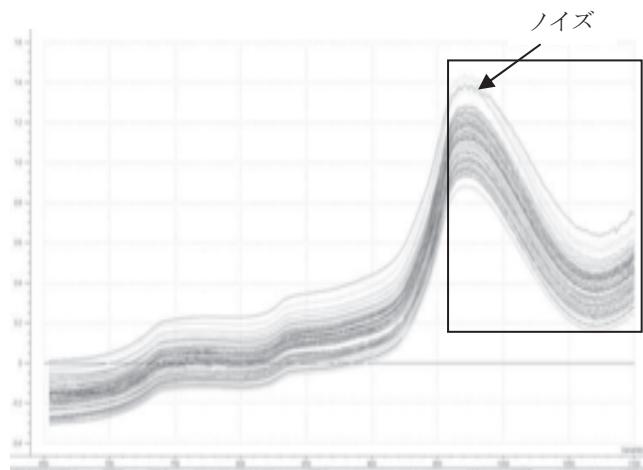


Fig. 2 NIR spectra of goat raw milk samples

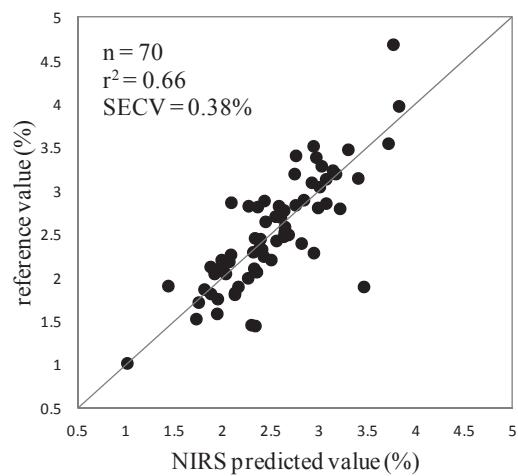


Fig. 3 Scatter plot of fat calibration

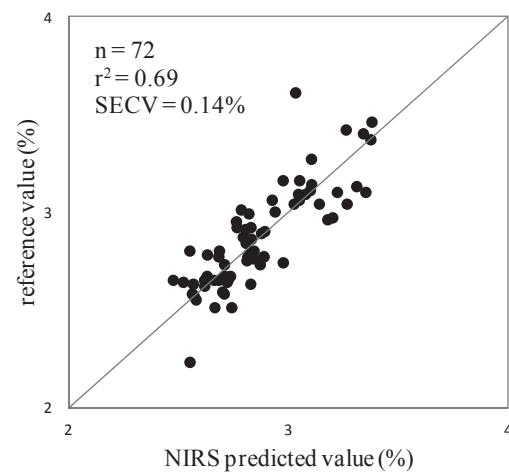


Fig. 4 Scatter plot of protein calibration

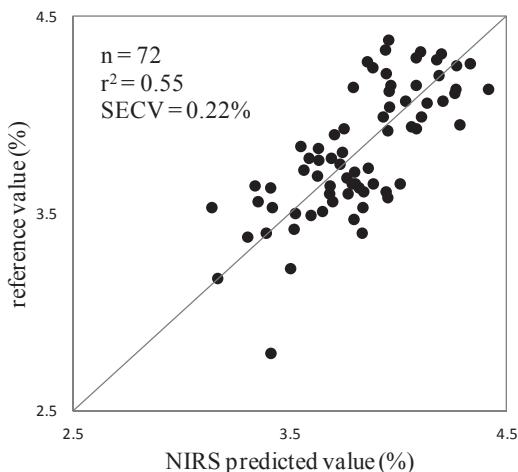


Fig. 5 Scatter plot of lactose calibration

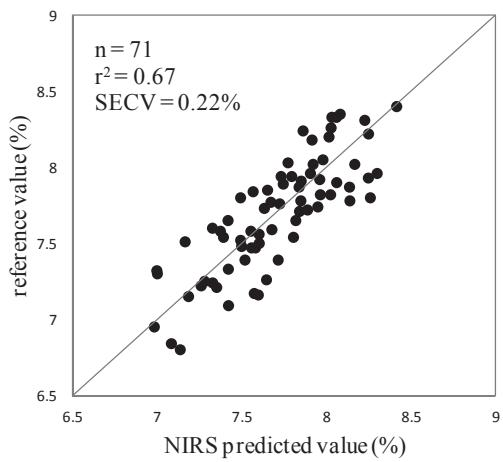


Fig. 6 Scatter plot of SNF calibration

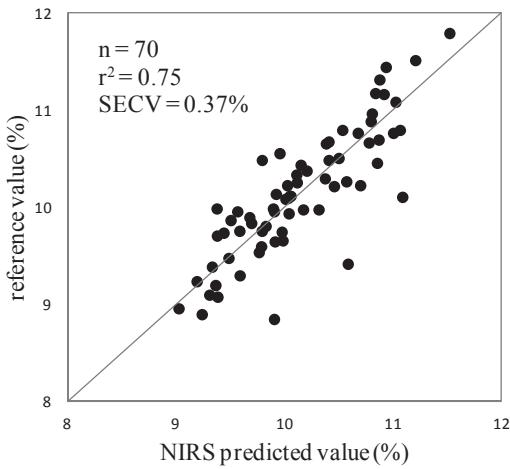


Fig. 7 Scatter plot of TS calibration

5. 謝辞

本研究の遂行にあたって、農業総合研究センター畜産試験場には Milkoscan133B による基準測定にご協力いただきました。また、生産機械学研究室の学生諸君にはスペクトル測定並びに基準分析に

多大なご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) G. F. W. Haenlein, R. Caccese., 1992. Goat handbook, http://outlands.tripod.com/farm/national_goa..._handbook.pdf
- 2) 原田淳, 2008. ヤギの生産の概況と振興の課題, http://uuair.lib.utsunomiya-u.ac.jp/dspace/bitstream/10241/7524/1/11_sec7.pdf
- 3) 佐藤哲生, 岩元睦夫, 橋詰和宗, 吉野正純, 古川左近, 染谷幸雄, 矢野信博, 1985. 近赤外分光法による生乳成分の測定, 日畜会報, 56 (11), 878-882.
- 4) 佐藤哲生, 吉野正純, 古川左近, 染谷幸雄, 矢野信博, 魚住純, 岩元睦夫, 1987. 近赤外スペクトル分析法による生乳成分の測定, 日畜会報, 58 (8), 698-706.
- 5) Jie Yu Chen, Chie Iyo., Sumio Kawano., 1999. Development of calibration with sample cell compensation for determining the fat content of unhomogenised raw milk by a simple near infrared transmittance method, Journal of NIRS, 7 (4), 265-273.
- 6) R. Tsenkova., S. Atanassova, K. Toyoda., Y. Ozaki., K. Itoh., T. Fearn., 1999. Near-infrared spectroscopy for dairy management: measurement of unhomogenized milk composition, Journal of Dairy Sci, 82 (11), 2344-2351.
- 7) R. Tsenkova., S. Atanassova, K. Itoh., Y. Ozaki., K. Toyoda., 2000. Near infrared spectroscopy for biomonitoring: cow milk composition measurement in a spectral region from 1,100 to 2,400 nanometers, Journal of Anim. Sci., 78, 515-522.
- 8) Slobodan sasic., Yukihiro Ozaki., 2001. Short-wave Near-Infrared spectroscopy of biological fluids. 1. Quantitative analysis of fat, protein, and lactose in raw milk by partial least-squares regression and band assignment, Journal of Anal. Chem., 73(1), 64-71.
- 9) 夏賀元康, 川村周三, 伊藤和彦, 2002. 近赤外分光法における測定波長範囲と光路長が生乳成分の測定精度に与える影響, 農機械学会誌, 64 (5), 83-88.
- 10) E. Diaz-Carrillo., A. Munoz-Serrano., A. Alonso-Moraga., J. M. Serradilla-Manrique., 1993. Near infrared calibrations for goat's milk components: protein, total casein, α_s - β , κ -caseins, fat and lactose, Journal of NIRS, 1, 141-146.
- 11) Elena Albanell., Gerard Caja., Xavier Such., Maristela Rovai., Ahmed A.K.Salama., Ramon Casals., 2003. Determination of fat, protein, casein, total solids, and somatic cell count in goat's milk by near-infrared reflectance spectroscopy, Journal of AOAC international, 86 (4), 746-752.
- 12) M. Drackova., L. Hadra., B. Janstova., P. Navratilova., H. Pridalova., L. Vorlova., 2008. Analysis of goat milk by near-infrared spectroscopy, Journal of ACTA VET. BRNO, 77, 415-422.

近赤外分光法による生育中のエダマメの品質測定

鈴木ミチル*, 片平光彦*, 夏賀元康*

In Situ Estimation of the Constituents of Green Soybean (Edamame) Pod using Near-Infrared Transmission Spectroscopy

Michiru SUZUKI*, Mitsuhiro KATAHIRA* · Motoyasu NATSUGA*

Abstract

We have been studying the estimation of the eating quality-related constituents of green soybean using a dedicated NIR transmission spectrometer for the determination of constituents of a single pod of green soybean in order to establish quality assurance system. In this study we introduced the preliminary result for a newly developed probe, which enables the in situ estimation of the constituents of green soybean. A total of five varieties/cultivars of domestically grown soybeans were used in the study. An optical system, which consists of a spectrometer with the wavelength range of 650 – 1100 nm, a light source and a probe with fiber optics, was used for the spectral measurement of green soybean standing in the field. The spectra were collected on three consecutive days, towards the estimated optimum harvesting day. Sucrose and NRQ (ninhydrine reaction quantity, which has a high positive correlation with total free amino acids) contents were determined for each kernel and the calibrations for these constituents were developed using The Unscrambler v9.2 (CAMO, Norway) with full cross-validation. The light integration time was set to 3ms with the averaging of 10 and 100 in order to clarify whether the averaging time affects the estimation accuracy or not. Results showed that the wavelength range of 750 – 960 nm was most optimum for the estimation for NRQ, however the accuracy, $R^2=0.50$ and $SECV=0.43$, was inferior to our previous research using dedicated transmission spectrometer in the laboratory and was not applicable to the in situ estimation of green soybean constituents. There were supposedly several reasons for the poor result including the effect of direct sunlight, unstable sample presentation and so on. We will conduct further study with improved optical layout and the sample presentation.

[keywords] near-infrared spectroscopy, green soybean, sucrose, NRQ, in situ

1. 緒言

山形県鶴岡市在来エダマメであるダダチャ豆は、普通のエダマメに比べて甘味や香りが強く、極めて味が良い。エダマメの食味には、スクロース（甘み）とアラニン、グルタミン酸を主とする呈色性窒素化合物（うまみ）が大きく寄与しており、これらの成分含量が高いほどおいしいエダマメだといわれている。

近赤外分光法 (Near-Infrared Spectroscopy: NIR Spectroscopy) は、非破壊で迅速に試料を分析でき、精度も高いなど、農産物の品質測定に優れた特長を持つ。当研究室では 2002 年から市販近赤外分析計を用いてスクロースと呈色性窒素化合物の推定にこの手法を応用し、剥きマメおよび莢付きマメの両方で実用的な精度でこれら 2 成分が推定可能であることを示した^{1, 2)}。さらに 2005 年から育種、収穫適期の判断などへの応用を目指し、専用分光光度計を試作してエダマメ单莢の成分測定の推定精度を検討し、これら 2 成分のエダマメ单莢での測定が可能であることを示した^{3, 4)}。しかし、試作した専用分光光度計は室内用で圃場に持ち出すことは不可能であったため、本研究では、圃場で生育中のエダマメ測定を行うプローブを試作し、精度と実用性を検討した。

2. 供試試料と実験装置及び実験方法

(1) 供試材料

山形県庄内地方在来のダダチャマメ系統 4 系統（早生白山ダダチャ、庄内 1 号（丸）、庄内 3 号、庄内 5 号）にエダマメ商業品種 1 品種（錦秋）を加えた 5 品種・系統を用いた。これらのエダマメは山形大学付属やまがたフィールド科学センター高坂農場で栽培された。

(2) 実験装置

ハロゲン光源 LA150-UE(Hayashi Watch-Works Co., Ltd, Tokyo), 入射ファイバーバンドル LI-SE-LG Al-8(Fortissimo Corp.. Tokyo), 試料保持機構、出力ファイバー P600-2-VIS/NIR(Ocean Optics Inc., USA), 分光光度計 SD1024DW (Ocean Optics Inc., USA), ノート PC (EPSON NA101, Tokyo), ソフトウェア OOI Bace32 (Ocean Optics Inc., USA) で構成される近赤外透過分析装置を供試した。装置の概観を図 1 に、圃場測定プローブの詳細を図 2 にそれぞれ示した。また、圃場での測定の様子を図 3、図 4 に示した。

*山形大学農学部

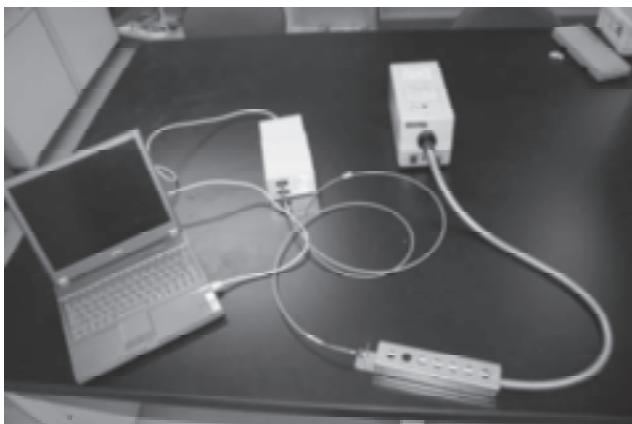


図1 実験装置の概観



図4 園場での測定（詳細）

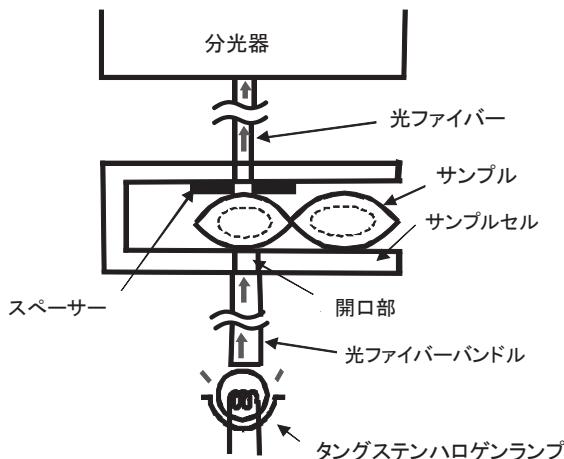


図2 園場測定プローブの詳細



図3 園場での測定

室内測定用の単赤外線専用分光光度計（SOMA型）は、サンプル台下部のタンクスチンハロゲンランプからの入射光がサンプルを透過し、透過光が光ガイドチューブを通って分光器に送られる³。一方、本実験で試作した装置は、タンクスチンハロゲンランプからの入射光が光ファイバーバンドルによってサンプルに誘導され、透過光が光ファイバーを経由して分光器に誘導される。サンプルと入射光の位置を一定に保つため、透過側にスペーサーを挿入した。また、直射日光下での測定を行うため、外光が光学系に影響しないよう、サンプルホルダーを遮光してスペクトル測定を行った。

(3) スペクトル測定

供試した分光計 SD1024DW (Ocean Optics Inc., USA) の波長範囲は 650 - 1100 nm である。スペクトル測定は露光時間を 3 ms とし、積算回数を 10 回と 100 回としてそれぞれの平均を記録した。エダマメの莢着生部位による成分の分布を検証するために、上部、下部、側枝の 3 区画を測定した。

(4) 基準分析

1) スクロース

スクロース含量は、F キット (Sucrose/D-Glucose test kit, Roche, Germany) を用い、酵素法によって測定した。検量線の作成には、標準ブドウ糖溶液を用いた。

2) 呈色性窒素化合物

子実の呈色性窒素化合物はニンヒドリン比色法により測定した。検量線の作成には、L-グルタミン酸を用い、呈色性窒素化合物を L-グルタミン酸の反応相当量に換算して評価した。

(5) キャリブレーションの作成と検証

統計処理ソフトウェアには The Unscrambler v.9.2 (CAMO, Norway) を用いて Full Cross-Validation 法による PLS 回帰分析により作成・検証した。キャリブレーションの精度は決定係数 R^2 、cross-validation 法による予測値の標準誤差 SECV により判断した。

3. 結果と考察

(1) キャリブレーションの精度

スクロースと呈色性窒素化合物のキャリブレーション結果を表1と表2にそれぞれ示した。

表1 スクロースのキャリブレーション結果

積算回数	波長範囲 (nm)	成分範囲 (%)	統計量		
			n*	R ^{2**}	SECV***
10	700-1100	0.24-2.39	72	0.45	0.45
	700-960			0.43	0.47
	750-960			0.5	0.43
	800-960			0.49	0.43
100	700-1100	0.24-2.39	72	0.36	0.49
	700-960			0.44	0.46
	750-960			0.47	0.44
	800-960			0.48	0.44

*サンプル数

**決定係数

***cross-validationの標準誤差

****キャリブレーションのファクター数

表2 呈色性窒素化合物のキャリブレーション結果

積算回数	波長範囲 (nm)	成分範囲 (%)	統計量		
			n	R ²	SECV
10	700-1100	0.24-2.39	72	0.45	0.45
	700-960			0.43	0.47
	750-960			0.5	0.43
	800-960			0.49	0.43
100	700-1100	0.24-2.39	72	0.36	0.49
	700-960			0.44	0.46
	750-960			0.47	0.44
	800-960			0.48	0.44

図5に示したように650~700nmは変動が大きく一定でないため、キャリブレーションから除外した。キャリブレーションの最適波長範囲を決定する為に、波長範囲 700-1100nm, 700-960nm, 750-960nm, 800-960nm でそれぞれキャリブレーションを作成し精度を検討した。その結果、スクロースでは積算回数10回と100回どちらも750-960nm、呈色性窒素化合物は積算回数10回では750-960nm、積算回数100回では800-960nmが最適波長範囲となった。これは、図5に示したように960nm以上ではスペクトルにノイズが乗っていて安定していないためであると考えられる。

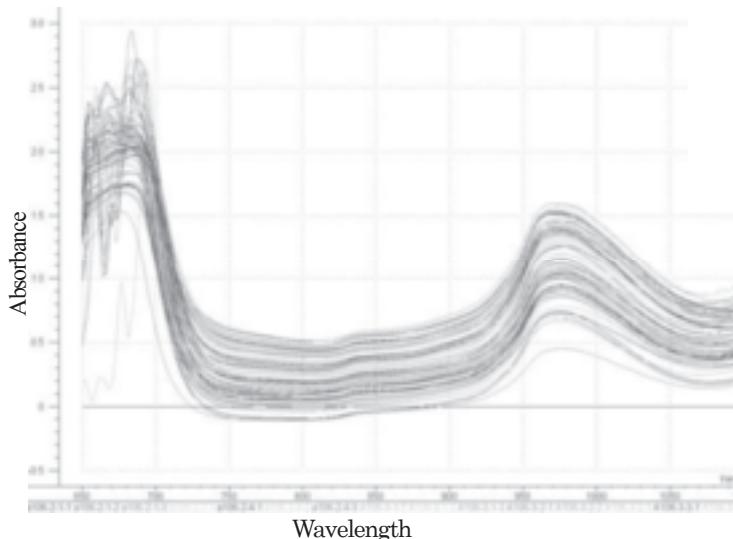


図5 スペクトル (波長範囲: 650-1100nm)

積算回数を増加するとノイズの影響が相対的に減少するため、一般に推定精度が上がるとされるが、本研究の結果では10回と100回で精度の差はなかった。積算回数10回での予測精度はスクロースが $R^2=0.59$, SECV=0.82, 呈色性窒素化合物が $R^2=0.50$, SECV=0.43 であった。積算回数10回、波長範囲が750-960nmのキャリブレーション散布図を図6、図7に示した。これは、Maebashiら³⁾の専用分光光度計によるエダマメ単莢の測定精度(スクロース $R^2=0.46$, SECV=0.63, 呈色性窒素化合物 $R^2=0.65$, SECV=0.27)よりも劣るものであった。専用分光光度計よりも精度が劣った原因にはサンプル固定と外光の影響が考えられる。サンプルと入射光の位置を一定にするためのスペーサーはサンプルの位置固定も兼ねていたが、生育中のエダマメを測定する際にサンプルの位置が不安定であった可能性がある。一方、Maebashiらの研究ではサンプルは専用分光光度計のサンプル台の上に乗せてスペクトルを測定するため、サンプルの位置は安定していたと考えられる。さらに、実験方法で述べたようにスペクトル測定は遮光して行ったが、プローブの形状から遮光が完全に行えなかった可能性がある。Maebashiらの研究ではサンプルは専用分光光度計に入れ扉を閉めて完全に外光を遮断して行っている。これらの問題を改良すれば圃場でのエダマメの測定の精度が室内の専用分光光度計の精度と同等なものになる可能性がある。

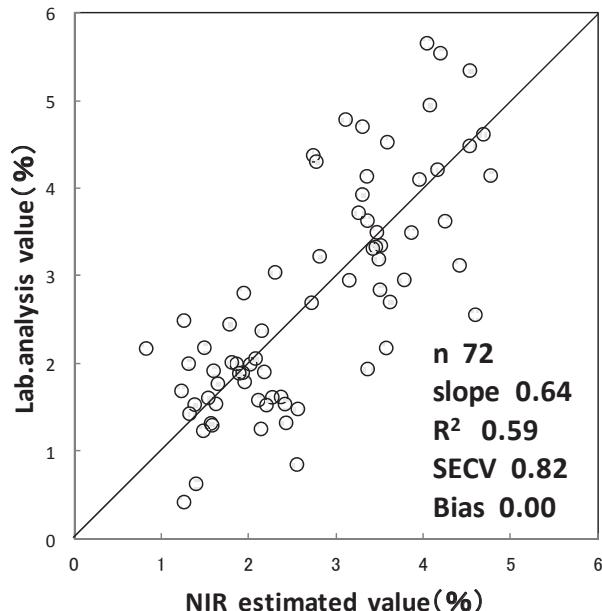


図6 キャリブレーション散布図 (スクロース)

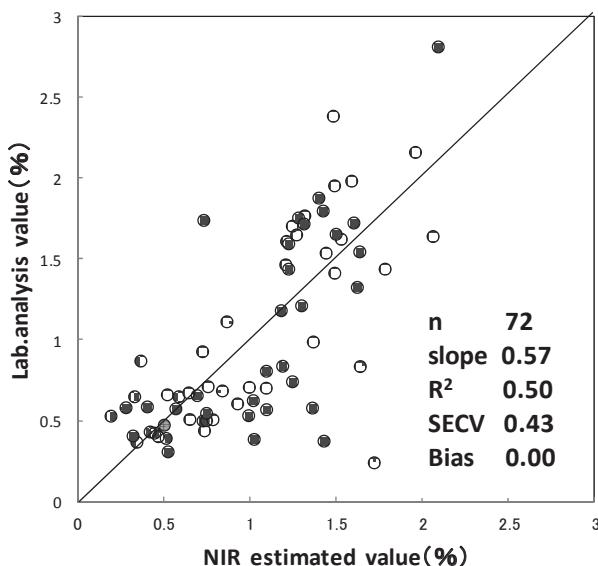


図7 キャリブレーション散布図
(呈色性窒素化合物)

(2) 着莢部位による成分変動

各品種の部位別のスクロース含量、呈色性窒素化合物含量の平均を図8、図9に示した。その結果、スクロース含量は部位による成分の差はあまり見られなかったが、呈色性窒素化合物はどの品種も上部が最も成分含量が多くなった。

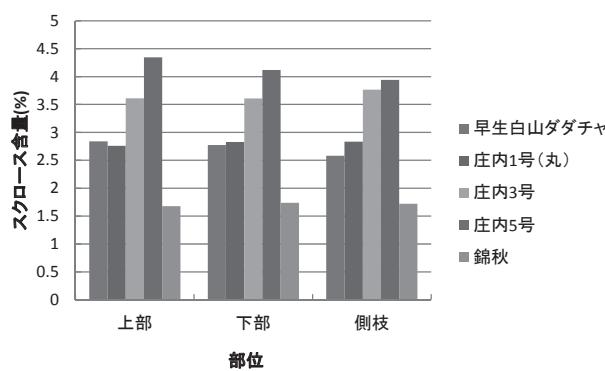


図8 部位別のスクロース含量

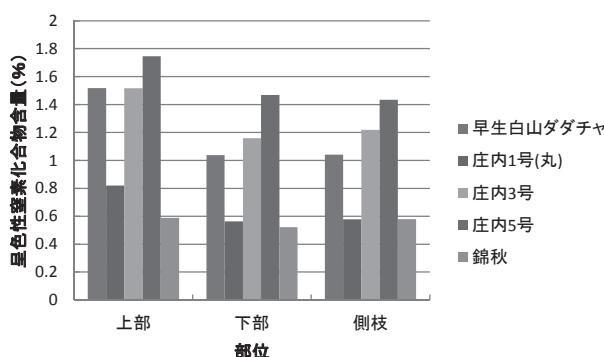


図9 部位別の呈色性窒素化合物含量

4. 結論

本研究では、収穫適期の判断と育種選抜への応用を目的とし、圃場で生育中の单莢でのエダマメの成分測定をするための新たなプローブを試作し、実用性を検討した。その結果、室内で専用分光光度計を用いて測定した精度よりも劣る精度であった。これは、測定の際に試料の固定が不十分であったことや外光の影響などが原因であると考えられるため、これらを改良すれば圃場で生育中のエダマメ品質の測定は可能であると考えられる。

謝辞

本研究の遂行にあたって、山形大学農学部食料生命環境学科の西澤先生と江頭先生には基準分析の分析装置をご提供ならびにご指導をいただいた。また、スペクトル測定時には、山形大学農学部フィールド科学センターの職員の皆様にご協力いただいた。さらに、生産機械システム工学研究室の学生諸君にはスペクトル測定並びに基準分析に多大な協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 須江芳恵・夏賀元康・江頭宏昌・池田剛士・千田智哉・堀之内名那子・赤澤經也 (2009). 近赤外分光法によるエダマメの品質測定(第1報)－剥きマメによる食味関連成分の測定－, 農業機械学会誌, 71(6), 98-105.
- 江頭宏昌・夏賀元康・須江芳恵・池田剛士・千田智哉・堀之内名那子・赤澤經也 (2011). 近赤外分光法によるエダマメの品質測定(第2報)－莢付きエダマメの食味関連成分の測定－, 農業機械学会誌, 73(1), 51-56.
- Natsuga, M., Sue, Y., Ikeda, T., Egashira, H., Akazawa, T. and Ura, N. (2007). Development and evaluation of dedicated bench-type near infrared spectrometers to estimate the flavor of green soybeans from single pod measurements. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 12(5), 327-332.
- Maebashi, M., Natsuga, M., Egashira, H., Ura, N., Katahira, M. (2012). Estimation of the flavor of Green Soybean during Storage from Single Pod Measurements using Dedicated Near-Infrared Transmission Spectrometer. Journal of Biosystems Engineering, 37(6), 398-403.

スマートフォンを使ったトラクタ転倒通報システムの開発

青田 聰*・大野 光*・高橋 昌**・有賀真一***
幕田安博****・加納清英****・伊藤正幸****

Development of the System for Farm Tractor Rollover Emergency Notification using the Smartphone

Satoshi AOTA * · Hikaru OHNO * · Takashi TAKAHI ** · Shinichi ARIGA ***
Yasuhiro MAKUTA **** · Kiyohei KANOU **** · Masayuki ITOU ****

[キーワード] 転倒, 通報, トラクタ, スマートフォン, アプリケーションソフトウェア

1. はじめに

農作業死亡事故は福島県をはじめ全国的に見ても減少する傾向はない。そのうちトラクタなどの転落、転倒による死亡事故は多く、福島県でもその発生割合は高く事故対策は喫緊の課題である。¹⁾ そこで、トラクタ転落、転倒事故を未然に防ぐことができれば事故削減効果が大きいと考え、平成23年度から図1に示す「トラクタ転落・転倒事故の対策」試験研究を取り組んでいる。本研究では、事故発生防止対策の「①転倒警告システム」と事故発生後の被害軽減対策の「②緊急事態伝達システム」の2つのテーマを柱としている。いずれも近年普及が進んでいる多機能携帯電話のスマートフォンを用いることとし、現在、4つの実施課題の試験研究を同時に進めている。最終的には1つのアプリケーションソフトウェアで事故対策を行えることを目標にしている。今回報告するトラクタ転倒通報システムは、全体システムの一部であるが、早期に完成したこと、単独でも使えることもあり先行して公開することとした。

トラクタ作業をはじめ農作業は一人作業が多く、不幸

にも事故が発生してしまった時に発見が遅れる事例が多い。発見が早ければ助かった命もあったとの報告もある²⁾。そこで、転倒時に速やかに事故発生を伝えるトラクタ転倒通報システムを開発することとした。同様の緊急情報通報システムの開発は、小林らが行っており^{3) 4)}、製品化も検討されているが、新たな専用ハードウェアの購入や通信費が必要となるなど問題もある。著者らは平成24年度にスマートフォンの機能に注目して、スマートフォン単体で転倒通報ができるシステムを開発した。本システムは、トラクタに取り付けたスマートフォンでトラクタの転倒を認識し、予め指定した宛先に救援を要請するメールを自動で送信するアプリケーションソフトウェアである。スマートフォン内部の6軸センサを使ってトラクタの傾斜角度を計測できるため、スマートフォン自体を転倒検出装置、通報装置として利用できる。このことから、新たなハードウェアがなくともスマートフォンさえあれば、簡便な安全対策が可能となった。

開発は、携帯電話の製造も行っている地元企業のアサヒ電子株式会社、工業系の試験研究を行っている福島県

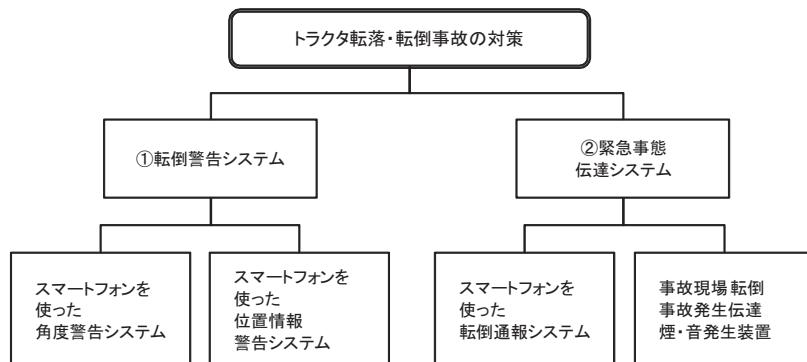


図1 スマートフォンを使ったトラクタ転落・転倒事故の対策試験の概要

* 福島県農業総合センター, 〒963-0531 福島県郡山市日和田町高倉字下中道116番地

** 福島県ハイテクプラザ, 〒963-0215 福島県郡山市侍池台1丁目12番地

*** 同上, 現在: 福島県テクノアカデミー郡山, 〒963-8816 福島県郡山市上野山5番地

**** アサヒ電子株式会社, 〒960-0426 福島県伊達市坂ノ下15番地

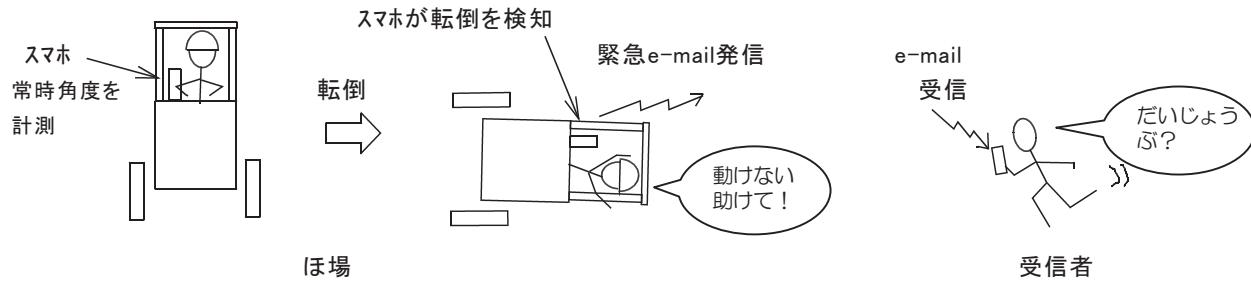


図2 転倒通報システムの概要

ハイテクプラザと共に共同で行っている。アプリケーションソフトウェアの開発をアサヒ電子株式会社、角度計測と振動対策を福島県ハイテクプラザが主に行っている。

2. アプリケーションソフトウェアの開発

(1) システムの概要

平成23年度にマイコンを用いた角度計測手法を検討した。その手法を利用し、スマートフォンで転倒を認識し、転倒時にメールを送信するアプリケーションソフトウェアを開発した。概要を図2に示す。アプリケーションソフトウェアの作成には、Android SDK (Android APILevel 10) を使用し、プログラム言語は JAVA とした。プラットフォーム Android 2.3.3 以上の端末で使用可能である。

(2) 転倒通報アプリケーションソフトウェア動作フロー

図3にアプリケーションソフトウェアの動作フローを示す。開発に当たっては、小林らの研究報告を参考にした^{3) 4)}。スマートフォン内部の6軸センサを用いて端末の角度をリアルタイムで検出する。端末の角度を検出する際、振動などによる外乱の影響が大きいため、後述する振動対策フィルタを用いて検出角のフィルタリングを行う。検出した角度が指定角以上となり、その状態が指定時間続いた場合、転倒と認識する。転倒を認識するとスマートフォン内部のGPSを用いて転倒場所の位置情報（緯度、経度）を取得し、予め登録した宛先に転倒を通知するメールの送信を行う。

転倒と判断する角度は、通常は45°、指定時間は2秒とするが、後述する応用を考え、角度を45または90°、時間を2, 5, 10, 30, 60, 120秒の中から設定できるようにした。

(3) 振動対策フィルタの検討

トラクタに固定したスマートフォンの6軸センサから検出された角度は、トラクタのエンジン振動の影響を受け、検出値は大きく変動した。そこで、スマートフォンとは別に3軸加速度センサを用いて振動を分析し、振動の影響を抑える振動対策フィルタを検討した。

試験は試作した角度検出装置（3軸センサ、アナログデバイセズ社、ADXL345）をトラクタに取り付け、福島県農業総合センターの転倒体験施設（横方向最大斜度

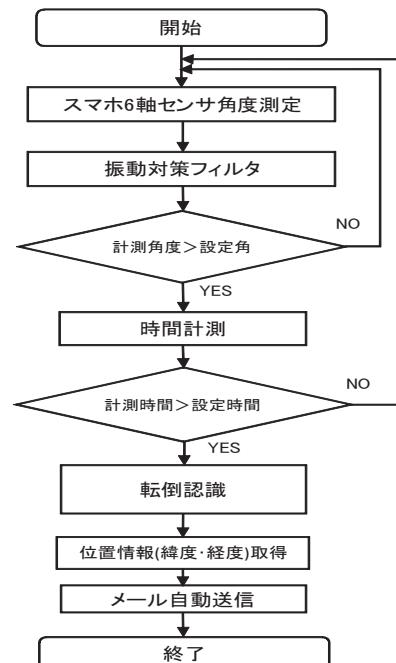


図3 転倒通報システムのフローチャート

※中央農業総合研究センター成果情報「携帯電話を活用した農作業緊急情報通報装置、2001年、小林恭ら」、「フィールドサーバを活用した農作業緊急情報通報システム、2003年、小林恭ら」を参考とした。

25° の溝）の傾斜地で行った。角度は加速度センサの3軸成分から算出した。

3軸加速度センサ設置個所の振動周波数を測定したところ、3～5 Hz 程度の周波数が支配的であった。そこで、トラクタからの振動の影響を抑えるために、3軸加速度センサの出力値にローパスフィルタとして2段2次IIRフィルタ（バターワース）を適用した。除去の基準となる周波数（カットオフ周波数）は、トラクタ走行による角度変動が比較的ゆっくりであるために 0.5Hz とした。各係数は石川工業高等専門学校の公開ツールにより求めた⁵⁾。

計測した加速度信号に対し、3～5 Hz 以上の周波数をフィルタによって除去するため、カットオフ周波数 0.5Hz 以上の加速度信号を平滑化した。

トラクタを自走し進入した時の検出角度を図4に示

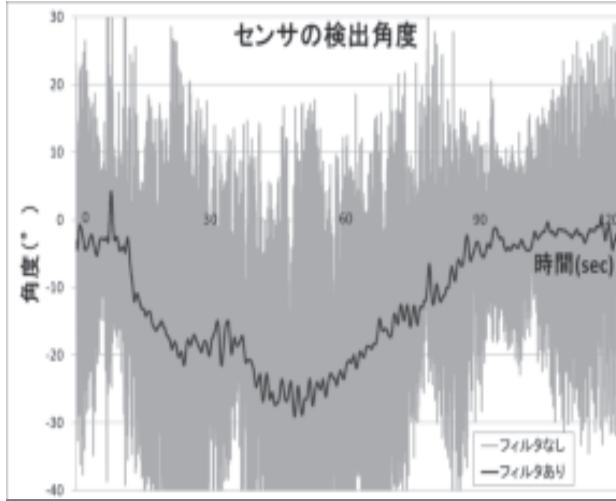


図4 振動対策フィルタによる振動ノイズの除去

※3軸加速度センサの出力値に2次IIRフィルタ(バターワース)を適用した

す。フィルタを組み込むことで、振動を抑えられることが分かった。そこで、アプリケーションソフトウェアに2段2次IIRフィルタを組み込んだ。

3. アプリケーションソフトウェアの実証試験

(1) 方法

福島県農業総合センター農業短期大学校研修部(矢吹町)のトラクタ転倒体験施設(横方向最大斜度35°の溝、農林水産研修所つくば館水戸ほ場の施設を参考に施工)で平成24年11月12日に実施した。写真1のようにトラクタ(三菱農機(株), MT620)の運転席前部にスマートフォン(富士通(株), F-10D)を縦方向に市販の固定ホルダー(ソニー(株), SPA-CK10)で取り付けた。今回は試験のため、転倒と認識できる角度を任意に設定できるようプログラムを修正した。トラクタを低速(主変速1速、副変速1速)で転倒体験施設を走行させた時のアプリケーションソフトウェアの転倒認識角度(6軸センサRoll値)、通報状況を確認した(写真2)。トラクタの転倒事故のほとんどが横転であるため、前後方向の角度(6軸センサPitch値)については今回測定しなかった。転倒体験施設ではトラクタ横方向の傾斜角度が約23°となる場所で後輪片側タイヤが空転し、トラクタは溝の側壁に寄り掛かるように進行が停止する。この停止を転倒と見なし、横方向の傾斜角度20°以上かつ2秒間以上となると転倒認識するようアプリケーションソフトウェアを設定した。

(2) 結果および考察

トラクタは転倒を想定した場所で約23°の傾きで進行を停止し、設定した20°以上かつ2秒以上になると、アプリケーションソフトウェアは設定どおりに転倒と認識した。転倒認識後に位置情報を取得し、メール送信登録先に位置情報もあわせてメールを送信することができ



写真1 転倒通報実証試験のスマートフォン取り付け状況



写真2 転倒通報実証試験 (福島県農業総合センター農業短期大学校研修部・転倒体験施設 最大斜度35°)

た。検出した角度とスマートフォン脇に取り付けた分度器の示す実際の傾斜角度はほぼ同じであった(表1)。このことから、スマートフォンで転倒を認識でき、転倒場所を第三者に通報することが可能となった。スマートフォンさえあれば、安全対策を安価に簡便に行える。

本システムではトラクタ傾斜角度を常時検出しているが、確実な角度が必要となる場面とは、トラクタ転倒後の静止した安定した状態になった時だけである。トラクタが静止した状態であれば振動ノイズの発生源はエンジンだけとなるため、本システムで用いた振動対策フィルタでも正確な角度を検出できた。しかし、走行時ではエ

表1 転倒通報アプリケーションソフトウェアによる
転倒検出角度の精度 (単位:°)

no.	アプリ検出角度	実角度
1	22	22
2	23	23
3	22	23
4	22	22
5	31	30

ンジン以外からの振動ノイズもあり、今回の振動対策フィルタだけでは正確にトラクタ傾斜角度を求めるることは難しかった。今後、本システムを応用する角度警告システムでは、さらに振動対策が必要である。

4. 今後の展開

転倒通報アプリケーションソフトウェアは、平成25年7月以降希望者に配付している⁶⁾。

現在、前述したように事故時の被害軽減をねらいとした緊急事態伝達システムと転倒事故を予防する転倒警告システムとの開発を併せて行っている(図1)。緊急事態伝達システムでは、転倒通報システムの他に事故現場近くの人に事故発生を伝える煙・音発生装置の開発にも取り組んでいる。これは、転倒時に転倒通報アプリケーションソフトウェアからの転倒信号を受信し、発煙筒とブザー音を自動で起動させる装置である。

転倒警告システムは、角度警告システムと位置情報警告システムの2つのシステムからなる。トラクタが危険な角度になった時に警告を発する角度警告システムでは、転倒通報アプリケーションソフトウェアの傾斜角度計測プログラムを応用する。位置情報警告システムは、予め危険な路肩や圃場進入路などの緯度経度による位置情報をスマートフォンに入力しておき、スマートフォンのGPSを使い危険な場所に近づいた時に警告を発するアプリケーションソフトウェアである。

今後、転倒通報アプリケーションソフトウェア、角度警告システム、位置情報警告システムおよび煙・音発生装置を1つのアプリケーションソフトウェアで作動させる計画である。

また、転倒通報アプリケーションソフトウェアの応用として、トラクタ以外の転倒や緊急事態が発生した時にも通報として使えるか現在検討している。機械にスマートフォンを固定せずにスマートフォンを作業服の胸ポケットなどに入れて転倒通報アプリケーションソフトウェアが使えることができれば、幅広い作業の事故対策にも応用できると考えられる。

今後、上述したシステムの普及が進めば死亡事故削減が全国的にも期待される。

現在、関係機関とアプリケーションソフトウェアの実用試験を連携して実施している。

5. 摘要

トラクタに取り付けたスマートフォンでトラクタの転倒を認識し、転倒時に救援を要請するメールを自動送信するトラクタ転倒通報アプリケーションソフトウェアを開発した。トラクタのエンジンの振動による検出角度の誤差を減じるため、振動対策フィルタをアプリケーションソフトウェアのプログラムに組み込んだ。実際にスマートフォンをトラクタに取り付け、アプリケーションソフトウェアの作動状況を確認したところ、設定どおりに転倒を認識し、位置情報を添付したメールを指定した宛先に送信することができた。

スマートフォンさえあれば、安価で簡便な安全対策が可能となった。トラクタ転落、転倒時に、早期の救出は救命や傷害の軽減にもつながる。

謝辞

本研究は平成23～25年度福島県いのちを守ろう！農作業安全対策推進事業、課題名「簡易型転落・転倒警告装置の開発」として実施した。福島県農林水産部農業担い手課の横尾達也氏をはじめ関係各位に謝意を表する。また、転倒通報システム、角度、位置情報による警告システムに関して、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合センター 前作業技術研究領域長の小林恭氏、同研究機構生物系特定産業技術研究支援センター基礎技術研究部安全人間工学研究単位の志藤博克氏、積栄氏、岡田俊輔氏からご助言を頂いた。さらに、福島県農業協同組合中央会の小原稔氏をはじめ福島県農作業安全運動推進本部の構成員からも普及にあたってのご助言を頂いた。記して皆様に感謝の意を表する。

参考文献

- 1)福島県, 2012, 福島県内の農作業死亡事故の状況について 平成23年の発生状況, 福島県農林水産部農業担い手課 HP, <http://www.pref.fukushima.jp/keieishien/ninaiteikusei>
- 2)鈴木和徳, 2013, 茨城県における農作業事故発生状況, 平成25年度農業機会学会東北支部会シンポジウム「農作業安全の現状と課題」
- 3)小林恭ら, 2001, 「携帯電話を活用した農作業緊急情報通報装置」, 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター 2001年成果情報
- 4)小林恭ら, 2003, 「フィールドサーバを活用した農作業緊急情報通報システム」, 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター 2003年成果情報
- 5)山田洋士, IIR フィルタの設計, 石川工業高等専門学校 電子情報工学科 山田洋士研究室 HP, http://momiji.i.ishikawa-nct.ac.jp/dfdesign/iir/i_lpf.shtml
- 6)福島県, 2013, トラクタ転倒通報アプリの公開, 福島県農林水産部農業担い手課 HP, <http://wwwcms.pref.fukushima.jp>

KURAMAによる自動車での空間線量の連続測定

荒川市郎*・谷垣実**

Measurements of Air Dose Rate by a Car-borne γ -ray Survey System, KURAMA

Ichiro ARAKAWA · Minoru TANIGAKI

[Keywords] mapping, γ -ray, air dose rate, Fukushima Daiichi nuclear power plant

1. はじめに

平成23年3月に発生した東日本大震災に伴う東京電力福島第1原子力発電所の事故は、福島県に大きな影響を及ぼした。筆者らは、事故直後から県内に拡散した放射性物質の状況、特に農地の放射性物質の分布状況および農林水産物の緊急時環境放射線モニタリングや堆肥等の放射性物質のモニタリング、技術対策に携わってきた。これらの結果については、福島県や農林水産省のホームページで公開され、放射性物質の状況を知る情報として活用された。

事故後は早急に地域の状況を詳細に把握する必要に迫られたが、調査機器および要員が不足する中、対策は困難を極めた。放射線の空間線量を知ることは、地域の汚染状況の指標として重要であるが、農作業が行われる水田や畑の詳細な線量は、測定方法や労力の問題から面的な測定が困難であった。

谷垣らは、事故直後 KURAMA (Kyoto University RADiation MApping system) を開発し、自動車等を利用して県内の空間線量の分布調査を行い、測定結果を公表した¹⁾。

筆者は、このシステムを利用して、農地における空間線量の詳細な測定への利用を検討したので報告する。

2. KURAMA車載器の機器構成

(1) ハードウェア構成

KURAMAの車載器に使用されているハードウェアは、緊急事態に迅速に対応するため、市販の機器を利用して構成されている(図1)。



図1 KURAMAのシステム構成

車載機は、車に搭載するなどして測定対象地域を移動する側で、空間線量率を測定するサーベイメータ、サーベイメータの出力をPC用に変換するインターフェースボックス(MAKUNOUCHI)、測位のためのGPS、データを処理してネットワーク上で共有するためのパソコン、移動中のネットワークを提供する3Gモバイルルータから構成されている。

今回の測定ではモバイルルータを使用せず、ノートパソコンをデータロガーとして使用した。測定に使用した機器の構成は、以下の通り。

1) サーベイメータ

移動中の空間線量を測定するため、市販されているエネルギー補償形 γ 線用シンチレーションサーベイメータTCS-172B(日立アロカ製)を使用した。測定レンジは、地域の空間線量に合わせて $0.3 \mu\text{Sv/h}$, $1.0 \mu\text{Sv/h}$, $3.0 \mu\text{Sv/h}$, $10 \mu\text{Sv/h}$, $30 \mu\text{Sv/h}$ フルスケールになるよう切り替え、データを記録するパソコンのレンジも同時に変更した。

* : 福島県農業総合センター 郡山市日和田町

** : 京都大学原子炉実験所 大阪府泉南郡熊取町



図2 サーベイメータ

2) MAKUNOUCHI (インターフェースボックス)

サーベイメータからのアナログ電圧出力を PC 用のデジタル値に変換するための装置で、中には機器によって異なるアノログ電圧のレベルを変換する回路と AD コンバータが組み込まれている。



図3 ADコンバータ (MAKUNOUCHI)

3) パソコン

MAKUNOUCHI でデジタル信号に変換された空間線量率に、時刻や GPS で取得した位置情報など測定に関連するデータでタグ付けをし、画面上でグラフ表示しながらテキストファイルとして保存する。この PC は 3G ルータを介してインターネットに接続でき、データの保存されているテキストファイルを Dropbox を介してサーバと共有できる。

パソコンには USB インターフェイスを介し MAKUNOUCHI および G P S ユニットが接続されている。今回の測定事例では、PC をスタンドアロンのデータロガーとして使用し、記録されたテキストファイルを kml ファイルに変換し、google earth で航空写真上にマッピングした。

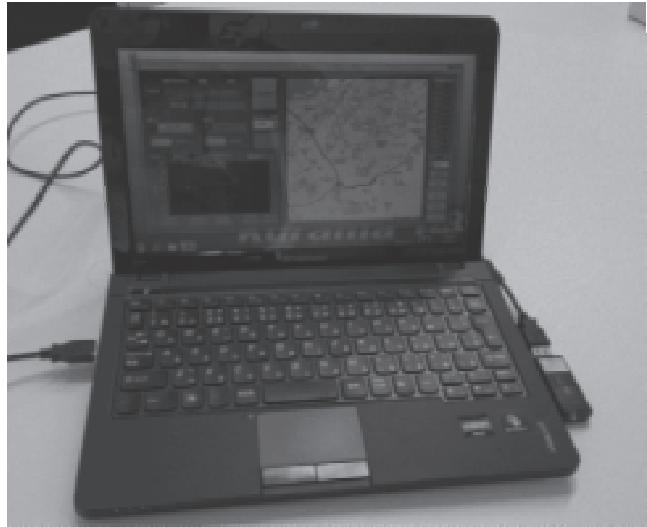


図4 データ処理用ノートパソコン

4) GPS

測定地点の位置情報を記録するため、市販の USB タイプの G P S ユニットを使用している。



図5 G P Sユニット

(2) 測定及びデータの処理

実際の測定は、サーベイメータ及び KURAMA のシステムを助手席に搭載し、路上を走行しながら空間線量を測定した。機器の電源については、サーベイメータは内蔵の乾電池から供給、パソコンは自動車のシガープラグにインバータを接続し、AC100V を供給した。MAKUNOUCHI および G P S ユニットは、パソコンの USB インターフェイスから供給した。

測定前に屋外で車からサーベイメータを出して、地上 1m の空間線量を測定し、同じ地点に自動車を移動させ、機器を搭載した状態で空間線量を再測定し、自動車による遮蔽効果を補正した。

測定のインターバルは 10 秒とし、道路を通常の速度で走行し、空間線量を測定した。ほ場周辺の農道走行時は、できるだけ低速で走行し、多数の地点を測定できるようにした。

測定終了後、得られたテキストファイルデータを kml ファイルに変換し、Googleearth に展開した。

3. KURAMAによる測定事例

(1) 広域的な空間線量の測定

福島県内の地域別の空間線量分布を明らかにするため、福島県郡山市中心部から県境に近い東白川郡塙町まで、国道 4 号線および 289 号線を走行し、データを収集した。これらの地域には市街地や農耕地、山林が含まれていた。

空間線量は、郡山市が高く県の南部に行くにつれて低下していることが、地図上にプロットされ、地域間差が分かりやすく表示できた。

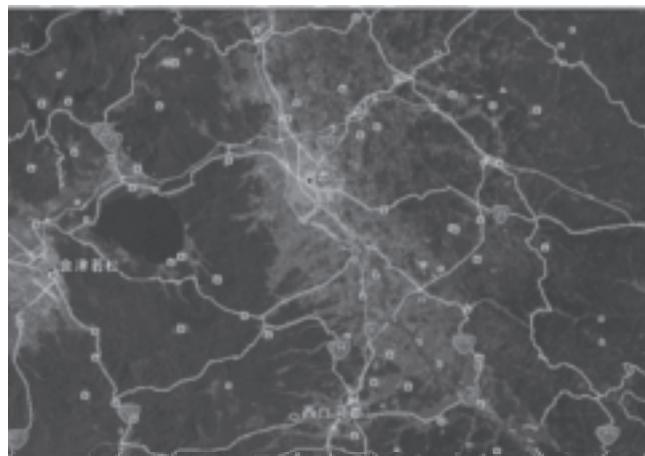


図 6 福島県中通り南部の空間線量の測定例

(2) 農場内の空間線量の測定

2012年6月10日に農業短期大学校（西白河郡矢吹町、敷地面積約50ha）の校内において、農道や校内の道路を低速で走行しながら、空間線量の測定を行った。校内では、建物の有無や農地利用などによって空間線量が異なっており、放射性物質のファールアウトや原発事故発生時に栽培されていた作物、農地の耕うんなどその後の営農活動によって空間線量が異なることが示唆された（図）。KURAMAを用いることによって、ほ場区画ごとの空間線量をマッピングすることが可能となり、これらの情報は画像として提供できることにから、空間線量を可視化する役割を果たし、農場で作業をする職員や学生等の関係者への説明資料として活用された。



図 7 農業短期大学校の空間線量の測定例



図 8 福島県農業総合センターの空間線量の測定例

(3)除染効果のモニタリング

2013年8月16日に福島県農業総合センター（郡山市日和田町高倉）の敷地内において、KURAMA を用いて空間線量の測定を行った。センター内では、建物の周辺では比較的空間線量が低く、ほ場周辺では線量がやや高い傾向が見られた（図8）。当時、センター内では除染作業が行われており、作業が終了したエリアと未実施のエリアでは空間線量が異なることが地図上で確認できた。この測定では、農道で囲まれた区画の空間線量を把握することができた。

4. 今後の展開

KURAMA のシステムは、原発事故後すぐに測定をするため、既存の機器を組み合わせ7日間で完成させ、現地に投入したものであり、非常事態に迅速に対応できる特徴がある。現在は、よりコンパクトな KURAMA II や歩行型の機器も開発されており、自動車が進入できない樹園地や水田の中などの測定が可能になると考えられる。また、各地で除染作業が始まっており、樹園地等における樹体洗浄や土壤の除染、森林の除染による効果を分かりやすく説明する手段として有効と考えられる。

一方、KURAMA のシステムは、計測器を放射線測定から他のセンサーに変えることによって、農業生産や農作業環境などの評価に必要な情報を連続測定して地図上に展開できることから、汎用性が高いと考えられる。

参考文献

- 1) Tanigaki,M.;Okumura,R.;Takamiya,K.;Sato,N.;Yoshino,H.;Yamanaka,H. 2013, Developement of a car-borne survey system,KURAMA Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A:Accelerators,Spectrometers,Detectors and Associated Equipment (2013),726:162-168

[シンポジウム・現地見学会報告]

平成25年度農業機械学会東北支部大会シンポジウム及び現地見学会

平成25年度農業機械学会東北支部大会では、東北農業試験研究推進会議農業生産基盤推進部会作業技術研究会(夏期)との合同でシンポジウム及び現地見学会を開催した。

シンポジウムでは「農作業安全の現状と課題」をテーマにして、3名の講演と2名の情報提供、総合討論を行った。現地見学会は、シンポジウムのテーマである農作業安全に関連する現地の他、農業土木実証の現地及び放射線対策に関する現地の3カ所とした。以下に、その内容を報告する。

1. シンポジウム

- (1) 日 時 平成25年8月22日(木) 14:30~17:00
- (2) 場 所 福島県農業総合センター多目的ホール(福島県郡山市)
- (3) テーマ 農作業安全の現状と課題
- (4) 内 容

1) 講演

- ①「農作業死亡事故ゼロの実現に向けて」
独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター
基礎技術研究部 安全人間工学研究単位(併)特別研究チーム(安全)主任研究員 志藤博克
- ②「岩手県における農作業事故の現状」
岩手大学 農学部 農学生命課程 生物産業科学コース 教授 武田純一
- ③「茨城県における農作業事故発生状況」
土浦市消防本部 土浦消防署 副署長 鈴木和徳
- ④情報提供
 - ア.「JAグループ福島における農作業安全への取り組みについて」
福島県農業協同組合中央会 農業対策部農業振興課 課長補佐 小原稔
 - イ.「学生教育における農作業安全の取り組み」
福島県農業総合センター農業短期大学校 研修部 教務主任 半杭真一

2) 総合討論

座長 福島県農業総合センター 副所長 荒川市郎

生研センターの志藤氏から、現在生研センターで取り組んでいる農作業安全関係の3課題についての報告があった。概要は以下のとおり。

乗用トラクタの片ブレーキ防止装置の開発を平成23年度から3カ年の計画でメーカーと共同で取り組んでいる。乗用トラクタ事故の約8割を転倒・転落が占め、その原因の一つが片ブレーキの誤操作によるものであった。転倒・転落事故28件のうち、ブレーキを連結していなかったのが9件あり、ブレーキ非連結が事故要因と考えられた。そこで、片ブレーキ防止装置を開発することとし、現在、幾つかの試作機を検討している。操作方式を絞り込み、平成26年度以降、順次新車に搭載する予定である。

自脱コンパインの手こぎ部の緊急即時停止装置の開発も平成23年度から取り組んでいる。農業機械作業に係る事故の内、自脱コンパインによる死亡事故は4%と少ないが、負傷事故は16%と多い。緊急停止装置の普及で手こぎ時の巻き込まれによる通院程度の事故は減少したが、入院が必要となる重傷事故は減っていない。そこで、フィードチェーンを即座に停止する装置を開発することとした。試作した装置は緊急停止ボタンを押すと、チェーンが即座に停止し、カバーや狭やく桿を開放することで、こぎ胴の停止時間を短縮することができた。今後、必要に応じて改良し、平成26年度以降の新車に搭載する予定である。

農業機械等による事故の詳細調査・分析手法の開発に平成24年度から12道県の協力を得ながら取り組んでいる。事故防止には、事故要因、事故のメカニズムの解明が必要であるが、事故の原因分析を行う調査手法がなかったため、事故が多い乗用トラクタと刈払機の2つを対象とした調査・分析法を開発した。開発した分析法を用いることで、事故要因間の因果関係の明確化、リスクマネジメントの確立などが可能となる。

岩手大学の武田氏より、岩手県内の事故の現状についての報告があった。岩手県では平成19年から23年の5年間の平均で14.4件の死亡事故が発生している。岩手県でも乗用トラクタによる死亡事故が多い。傷害事故の全国調査は行われていないが、岩手大学では平成12年から5年ごとに関係機関の協力を得て調べている。平成22年において、機械が原因の傷害事故で多かったのは、草刈機20%, 乗用トラクタ18%であった。農水省の対面調査事業に参加して、平成23年度に4件、平成24年度に11件の対面調査を行った。対面調査は事故状況を把握するには重要であるが、調査に対する同意の取り付けなどの課題がある。

農作業事故は当事者だけの問題ではなく、背景の分析、機械の改良や利用上の教育、事故対処法の周知など、多くの課題が残っている。今こそ多方面にわたる関係者で具体的な対策を協議する場を設け、事故撲滅への新たな一歩を踏み出すときである。

土浦消防署の鈴木氏から、茨城県内の農作業事故状況と対策についての報告があった。農作業事故の実態を把握するため、茨城県内の25消防本部に対し農作業事故に出動した事案についての調査を行い、636件の事案を収集した。トラクタ、耕うん機が事案の7割を占めた。農作業事故は重症化になる割合が高く、死亡率は一般の約9倍になる。事故現場で死亡が確認された場合は搬送は行われず、8

件中4件が不搬送となっている。死亡事故は、殆どが巻き込まれ・下敷きによるもので、75%が65歳以上の高齢者で発生している。また、死亡事故の発生は、単独作業時が多く、発見通報が遅れる等の状況にある。これらの結果から農作業事故の特徴として、高齢化、重傷割合が高い、通報の遅れがあげられる。特に発見通報が遅れることは、大きな問題である。

死亡事故をなくすには、次の事項が重要である。農業者はヘルメット、安全靴、ゴーグルを殆ど着けていないので、個人防護具の装着を徹底する。単独作業をせず、万一の事故の時の通報体制を整備する。農作業事故は重傷割合が高いので、早期にドクターヘリ・ドクターカーを活用する。メーカーも高齢者対策をするなど機械の安全性を確保する。本人の意識を改善するなど教育を推進する。

総合討論に先立ち、次の2名から、それぞれの組織における農作業安全に対する取り組みについて情報提供があった。福島県農業協同組合中央会の小原氏からは、福島県内JAグループでの農作業安全活動の取り組み、JA職員を対象とした農業機械事故防止アドバイザー養成研修などの紹介があった。福島県農業短大の半杭氏からは、学生教育、事故への対応、調査分析の必要性についての話題提供があった。

情報提供後の総合討論では、大学での農作業安全の取り組みが紹介された。岩手大学では武田氏より安全マニュアルに基づく学生に対する指導や緊急時の連絡体制整備、教授会での情報の共有化、秋田県立大学では嶋田氏より学生は初心者であり、事前にこれから行う作業の意味や何がいけないかを理解させ、最低限何に気をつけるかをその都度毎日話し、自分の身は自分で守ることを指導しているとの発言があった。

生研センター志藤氏より、事故を分析する際にはその事故がどのように起きたかの情報がないと分析のしようがなく、これまでの各々の組織の担当者個人の努力に任せるとではなく、情報を持っている組織の横の連携をとることが必要なこと、また、土浦消防署鈴木氏からは、消防では様々な農作業事故等の救急上のデータを持っており、行政上の一組織であるが地元の方が農作業事故をなくすためにということであれば情報を出すこともやぶさかではないと考えられることが話された。

会場の参加者から事故を起こした人は自分のせいだと思ってしまい情報を出さない現状があり、その意識を改善しないと情報が集まらないことから、どうやったら改善できるかアイディアがあればという質問があった。生研センター志藤氏より、対面調査時に事故を起こした方はほぼ100%自分が悪いと言っている、冷静に考えれば当たり前だと思われるることもその時に限って冷静な時とは違う考え方を持っていて、作業をしている時と平常の時と変わってしまう。人間というのはそういうもので、人間、自分というのはみんなそうだと知る必要がある。事故を起こさないようにするにはどうしたらよいだろうかというのを自分一人で抱え込むのではなく、仲間どおし、あるいは普及員やJAを交えての話し合いから解決策が生まれるのではないか。それから、こうしなさい、これはこうですと押さえつけるのではなく、自分から生みだしていくことが重要である。皆さん方も答えを持っているはずなので、それを引き出していくというようなアプローチの仕方が重要である。

座長からは、自らも事故の当事者であったことから、当時の心境を、事故はいろいろな要因で起きるのであるが、普通はしないことをしたことで事故が起り、それがすべての原因であるという考え方を持ってしまい、人にされた訳ではなく、自分でやったので自分が悪いと思ってしまうという発言があった。

また、事故調査について、その行動が直接の原因ということになると結局その人を何でやったんだという責めるインタビューとなり、結果として事故の正しい別な要因を本人から聞けないという状況になることで、再び事故を起こすことになってしまうので配慮が必要との意見が出された。

最後に、今後とも農作業安全に対し、様々な取り組みを進め、事故を減らしていくことを掲げ、閉会した。



シンポジウム「農作業安全の現状と課題」
(福島県農業総合センター多目的ホール)



現地見学会 FOEAS(地下水位制御システム)ほ場
(福島県農業総合センター)

2. 現地見学会

(1) 日 時 平成25年8月23日(金) 9:00～11:10

(2) 場 所 福島県農業総合センターほ場(福島県郡山市)

東北農研センター・農業放射線研究センター(福島県福島市)

(3) 内 容 概要は以下のとおり。

1) 9:00～ 9:30 FOEAS(地下水位制御システム)ほ場:福島県農業総合センターほ場

FOEASは農村工学研究所とパディ研究所が共同で開発した、地下水位を自動で制御し、地下かんがいを行うシステムである。福島県では、ほ場整備事業等で導入を計画している。

平成24年の試験では大豆の収量がFOEAS区が対照区に比べ1.5倍であり、また品質が1段階高い結果となった。特に平成24年は夏に小雨となり、他の畑作試験ほ場では干ばつ害が出ていたが、FOEASほ場では簡単に土壤水分をコントロールできた。今年度は秋田県で開発したもみがら補助暗渠方式地下かんがいと併せて、比較試験を行っている。

2) 9:30～10:00 トラクタ転倒通報アプリ実演:福島県農業総合センター転倒体験施設

今回のポスターセッションでも発表があった転倒通報アプリの実演を見学した。このアプリは、万一の転倒事故時にスマートフォンが転倒を認識し、救援を要請する緊急通報メールを自動で送信できる。早急に通報できることで、救命や傷害の軽減に繋がる。アプリは、アンドロイドのスマートフォン用で、現在無償で配布している。

今後、角度による警告システム、位置情報による警告システムを転倒通報アプリと統合する計画である。

また、実演を行った転倒体験施設についての解説もあった。農水省の研修施設を参考に施工したもので、同じ施設は福島県農業短期大学校研修部にもあり、学生・研修生に転倒を体験をさせている。

3) 10:40～11:10 東北農研センター農業放射線研究センター:東北農研センター福島研究拠点

農業放射線研究センター長の案内により平成25年に完成した施設内の見学を行い、研究内容、施設等の説明を受けた。



現地見学会 転倒通報アプリの実演
(福島県農業総合センター転倒体験施設)



現地見学会 農業放射線センター
(東北農研センター福島研究拠点)

(文責:福島県農業総合センター 薄 真昭(支部大会実行委員長))

<平成25年度若手の会 活動報告>

平成25年度若手の会は、8月21日(水)に福島県福島市にある除染情報プラザ内セミナー室で開催された。参加者は、試験場関係者や大学の学生を含めて19名の参加となった。今年度は、東日本大震災の福島第一原発の事故による放射能汚染の被害が大きかった福島県で行うことから、2名の外部講師を招いて除染や震災のことについてご講演して頂き、除染情報プラザを見学した。

第23回農業機械学会東北支部会若手の会

- (1) 日時：平成25年8月21日(水) 13:00～15:30
- (2) 場所：除染情報プラザ内セミナー室（福島県福島市栄町1-31 1階）
- (3) 講演の内容
 - 1) 除染関連の講習
除染情報プラザ アドバイザー 青木 仁 氏
 - 2) 震災当時の様子や現在の福島について
福島民報 論説委員会幹事 小池 公祐 氏
- (4) 講演の概要
 - 1) 「除染関連の講習」
青木仁氏からは、除染関連の講習と題して、福島第一原発事故当時の放射性物質の汚染の拡大経路、現在の福島県第一原発の周辺の空間線量、国が発表している除染の目標や対象地域における除染の対策工法の選定、廃棄物の保管方法などについて説明して頂いた。
 - 2) 「震災当時の様子や現在の福島について」
小池公祐氏からは、震災当時の様子や現在の福島についてと題して、地元の新聞記者の視点から、当時の福島県の災害状況を説明して頂き、現在の福島県民が除染について考えていることや避難者と地元住民の間で起こっている問題などをご講演して頂いた。また、福島民報がこのような状況の中で暗い話だけではなく、明るい話を記事にして県内を盛り上げていきたいと話されていた。
- (5) 除染情報プラザの見学
それぞれ個人で自由に見学して頂いた。除染情報プラザには、いろいろな放射線量の検出機、除染土壤の管理方法などが模型や除染の進捗状況などが展示されたおり、

実際に使用したりして、理解を深めることができた。



(1) 青木仁氏のご講演



(2) 小池公祐氏のご講演



(3) 講演中の参加者



(4) 除染情報プラザの見学



(5) H25年8月23日の福島民報の新聞記事

(今回の若手の会の活動が紹介されました。)

文責：東北農業研究センター 松尾健太郎

農業機械学会東北支部学術賞を受賞して

「Hot air drying characteristics of sweet potato using moisture sorption isotherm analysis
and its quality changes during drying」

岩手大学農学部 折笠貴寛

1. はじめに

本研究は、6次産業化に資する余剰青果物の有効利用に向けた乾燥技術の開発に必要な基礎的データの取得を目的とし、サツマイモをモデルサンプルとしてその乾燥特性および品質変化について解析した結果を取りまとめたもの¹⁾であり、著者が宮城大学食産業学部在職時に（独）農研機構・食品総合研究所および千葉大学園芸学部との連携により得られた成果である。学術賞の受賞に際し、研究成果の概要を報告する。

2. 研究の概要

農産物の乾燥における最適乾燥条件の決定や乾燥装置設計への利用を目的として乾燥シミュレーションが行われている。例えば著者ら²⁾はサツマイモの熱風乾燥特性について報告し、181.7～50% (d.b.) の範囲における含水率変化を減率乾燥第一段により解析した。しかし、それ以降の範囲における含水率変化を厳密に解析するためには平衡含水率を実測により求める必要があると報告した。また、サツマイモは他の野菜類と比べビタミンやミネラル類など機能性成分が多く含まれている。高品質な乾燥製品を得るために乾燥による機能性成分の損失状況を把握する必要がある。しかし、サツマイモの乾燥において、機能性成分の損失傾向を把握した例は少ない。そこで本研究では、サツマイモの熱風乾燥特性を把握するためには必要である平衡含水率を測定し、測定値を Chen-Clayton 式にあてはめて解析すると共に、機能性成分の一つである L-アスコルビン酸の乾燥による変化について反応速度論を用いて解析した。さらに、色彩、糖度および硬度についても測定し、サツマイモの熱風乾燥過程（乾燥空気温度は 30～60 °C の4段階）における品質変化について検討した。

[平衡含水率] 測定値を Chen-Clayton 式³⁾にあてはめ、非線形最小二乗法により計算値を求めたところ、測定値と計算値はほぼ一致した。得られた結果を基にサツマイモの乾燥特性を解析したところ、折笠らの報告²⁾よりも高い精度で乾燥特性曲線を表現できた。この結果は、サツマイモの熱風乾燥過程における含水率変化の予測および平衡含水率の算出に対して基礎的知見を与えるものと考えられた。

[L-アスコルビン酸] 乾燥空気温度が高いほど乾燥後の L-アスコルビン酸残存率は低い値を示した。その結果を一次反応速度式に当てはめ、L-アスコルビン酸の分解速度定数を算出したところ、乾燥空気温度 30、40、50 および 60 °C で、それぞれ 0.020、0.038、0.071 および 0.111 h⁻¹ と算出された。これらの結果を基に、乾燥過程および乾燥終了時におけるサツマイモの L-アスコルビン酸の予測が可能であると考えられた。

[色彩] 設定温度が高いグループ (50 および 60 °C) の色差は、低

いグループ (30 および 40 °C) の色差と比べて有意 ($P < 0.01$) に低くなった。乾燥空気温度が高いほど乾燥時間が短くなることから、色彩の保持といった観点からは、乾燥温度を多少上昇させてでも乾燥時間を短くすることが効果的であることが示された。

[糖度と硬度] サツマイモの糖の濃縮と試料表面硬度の関係について検討したところ、各乾燥空気温度において、Brix 糖度と表面硬度の間には有意 (30 および 60 °C: $P < 0.01$ 、40 および 50 °C: $P < 0.05$) に正の相関が確認された。これまで、野菜類の乾燥過程における表面硬化はペクチンのメチルエステル化が原因の一つである⁴⁾と報告されていたが、サツマイモの熱風乾燥においては、糖の濃縮も表面硬化に関係していることが示された。

3. おわりに

本研究で得られた解析結果および解析手法をベースにし、今後は、岩手県の特産品、例えば、キャベツ、ブルーベリー、リンゴなどに対象を広げ、様々な青果物の乾燥特性・品質変化について物理化学的手法を用いて解析するとともに、マイクロ波や遠赤外線を効果的に組み合わせた新たな乾燥技術の確立に取り組み、6次産業化の推進に必要な青果物の加工技術の確立に向けて研究を進めて行きたいと考えています。

なお、農業機械学会東北支部学術賞の受賞に際し、御高配を賜った選考委員、支部長はじめ支部会役員の皆様に謹んで御礼を申し上げます。特に、ご推薦を頂いた岩手大学農学部武田純一教授には、心より厚く御礼申し上げます。また、研究の推進に当たり、日ごろから貴重なコメントを頂戴している岩手大学農学部小出章二准教授、宮城大学在職時からお世話になっている富樫千之教授に心から感謝いたします。最後に、農業機械学会として最後の受賞となりましたが、学会の名称も変わり心機一転、引き続き農業食料工学会東北支部の発展に努めてまいります。今後もご指導ご鞭撻のほど、宜しくお願い申し上げます。

参考文献

- Orikasa, T., Wu, L., Ando, Y., Muramatsu, Y., Roy, P., Yano, T., Shiina, T., Tagawa, A., 2010. Hot air drying characteristics of sweet potato using moisture sorption isotherm analysis and its quality changes during drying. *Intl. J. Food Eng.*, 6, Article 12.
- 折笠貴寛, 田川彰男, 相馬真哉, 飯本光雄, 小川幸春, 2005. 青果物の熱風乾燥特性と硬化, 農機誌, 67(6), 66-70.
- Chen, C. S., Clayton, J. T., 1971. The effect of temperature on sorption isotherms of biological materials, *Trans. ASAE*, 14(5), 927-929.
- 香西みどり, 2002. 野菜の硬化とその機構, 日調科誌, 35, 387-392.

農業機械学会東北支部奨励賞を受賞して

「溝を利用した栽培装置の研究」

東北農業研究センター 松尾 健太郎

1. はじめに

施設栽培には多くの燃料を使用するために2つの問題がある。ひとつは、燃料費である。2000年代の原油価格は乱高下しながら、徐々に上昇している。このために、施設園芸農家の経営を不安定にし、圧迫している。もうひとつは、地球温暖化である。2005年の農林水産分野における燃料燃焼による二酸化炭素の排出量の中で、施設園芸分野は全体の45%を占めており、排出量を削減する必要がある。これらの問題を解決するために、近年、ヒートポンプの利用などの研究が行われているが、イニシャルコストが高く普及は進んでない。

本研究は、低コストで浅い位置にある地中熱を直接利用するために、ハウス内に掘った溝の中で栽培する装置（以後、半地下栽培装置）を開発し、溝の深さが冷却効果に与える影響、溝の冷却効果をもたらす要因の解析および夏期のイチゴ栽培で栽培試験に取り組んだものである。

2. 溝の深さと冷却効果

溝の形状が長さ600cm、幅50cm、深さが50cmおよび100cmの場合、溝の中の日中の平均気温は、ハウス内の日中の平均気温と比較して、それぞれ2.7°C、3.2°C低下した。しかし、深さ100cmでは、光量子量が深さ50cmの半分以下になることや作業性が劣ることから、深さ50cmの方が実用には適していると考えられた。

3. 溝の冷却効果の要因

溝と同じ大きさの容器を断熱性の高い発砲スチロールと遮光シートでそれぞれ作り、これらの容器と半地下栽培装置の中および慣行の高設装置にイチゴの栽培槽を置いて、培地温を測定した。その結果、溝区の昼間の平均培地温は、ビニール区と発泡区よりも約1.7°C低く、対照区よりも約2.0°C低くなかった。また、日最高培地温の平均は溝区で24.8°C、発泡区で27.3°C、対照区で27.9°C、ビニール区で28.3°Cであり、溝区は他の区と比較して

約3.0°C低くなった。遮光の効果を検討するために設置したビニール区および発泡区よりも溝区の昼間の平均培地温や日最高培地温の平均が低いことや、ビニール区や発泡区と対照区の昼間の平均培地温の温度差がわずかであることから、遮光による溝の昇温抑制効果はわずかで、溝壁面が太陽からの熱や外気の熱を吸収する効果が強いことが明らかとなった。

4. 夏期のイチゴの収量と品質について

2005年・2006年に半地下栽培装置と慣行の高設栽培でイチゴを栽培し、収量等を調査した。その結果、果実重は同等であるが、糖度が若干であるが向上することが明らかとなった。また、外気温が平年以上の場合には、果数が増えて収量も向上する可能性が明らかとなった。

5. おわりに

現在、2011年に3月11日に起きた東日本大震災で、大きな被害を受けた宮城県の復興支援のために、この半地下栽培装置を適応させて、無加温によるアスパラガス伏せ込み栽培の実証試験を宮城県名取市で実施している。この実証試験を通して、被災地の復興のみならず、農業施設で用いる燃料を削減し、経営の安定と環境に優しい農業の推進に貢献したいと考えている。

なお、本奨励賞の受賞に際しまして、ご高配を賜りました選考委員、支部会役員の皆様に謹んでお礼を申し上げます。また、推薦して頂いた山形大学農学部片平准教授に厚くお礼申し上げます。

本研究を実施するにあたり、多大なるご協力をして頂いた中央農業研究センターの屋代幹雄氏と東北農業研究センター藤沢佳行氏に心から感謝を申し上げます。

支部会記事

I 庶務報告

1. 平成 24 年度 第2回 常任幹事会

日 時：平成 25 年 3 月 25 日(月) 14:30～16:00

場 所：宮城大学地域復興サテライトキャンパス

出席者：夏賀元康(支部長), 荒川市郎, 富樫千之, 大谷隆二, 田中勝千, 片平光彦(事務局長)

欠席者：武田純一

審議事項

1) 平成 24 年度事業報告

事務局から資料に基づき報告があり、原案通り承認された。なお、バイオマス部会の活動については、富樫部会代表から単独での活動は実施しなかったとの報告があった。

2) 平成 24 年度会計報告

片平会計担当幹事から 2013 年 3 月 22 日時点までの会計報告があり、了承された。

3) 平成 25 年度事業計画(案)

(1) 平成 25-26 年度活動方針

夏賀次期支部長から資料を基に活動方針が説明された。

(2) 支部報の発行

事務局から、資料に基づき平成 25 年 12 月に支部報第 60 号が刊行予定であるとの報告がなされた。また、次号は第 60 号の記念号であるため、特集記事を掲載することが諮られ了承された。第 60 号は、編集幹事と事務局が協力し、早い段階から特集記事の原稿依頼と編集を行うことにした。

(3) 各研究部会・若手の会の活動計画

事務局から、配布資料に基づき各研究部会・若手の会について活動計画の報告があった。バイオマス部会については、富樫部会代表から部会員の要望を聞きながら、検討会を計画する予定であることが報告された。

(4) 活動助成と支部表彰

事務局から、東北若手の会と各研究部会への活動助成、支部表彰が計画されているとの報告があり、承認された。

(5) 幹事会・常任幹事会の開催

4) 平成 25 年度予算(案)

片平会計担当幹事より、資料に基づき報告がなされ、原案どおりに承認された。なお、支部報第 60 号は、記念号であることから増ページになることが想定されるため、印刷費の変動について注意するようにとの指摘を受けた。

5) 支部報 59 号の刊行について

大谷編集幹事から本年度の支部報刊行状況について以下の報告があった。

- ・ランニングタイトルの配置などでソフトの使い方に習熟する必要がある。
- ・発送や記事の記入依頼について事務局と編集幹事の分担を明確にする必要がある。
- ・編集内容の簡素化が必要である(ランニングタイトルの有無→別刷の配布上必要である)。
- ・編集業務は労力と時間を要するので、広告費を集めなどして編集費用を考慮することも考える必要があるのでは。

これらの報告を受け、編集の概要をまとめて次年度の編集幹事に申し送ることにした。編集費用については、変更初年目であることから次年度以降の状況を踏まえて 2 年後に再検証することにした。

6) 支部規約の改定

事務局から本部学会の名称変更に伴う支部規約の改定について説明があり、次年度総会での提案に向けて内容を精査することにした。

7) 支部表彰規定・支部功績賞推薦に関する内規・支部奨励賞推薦に関する内規の改定

事務局から本部学会の名称変更に伴う表彰規定・功績賞と奨励賞推薦に関する内規の改定について説明があり、

次年度総会での提案に向けて内容を精査することにした。

8) 支部選挙規定の改定

事務局から本部学会の名称変更に伴う選挙規定の改定について説明があり、次年度総会での提案に向けて内容を精査することにした。

9) 支部投稿規定の改定

事務局から本部学会の名称変更に伴う投稿規定の改定について説明があり、次年度総会での提案に向けて内容を精査することにした。

報告事項

1) 支部長報告

夏賀支部長から本部学会理事会の内容を中心に報告がなされた。

2) 役員選挙結果

事務局から、資料を基に役員選挙結果について報告がなされた。

3) 平成 25-26 年度役員体制

事務局から、資料を基に平成 25-26 年度役員体制について報告がなされた。

4) 支部報の WEB 化について

片平 HP 管理担当から支部報 No1～57 号の電子化と HP への掲載、No1～10 号の再製本化について報告がなされた。

5) 会員状況

事務局から 2013 年 3 月 22 日時点での会員状況について報告がなされた。

2. 東北若手の会による基礎講座開催

2013 年 8 月 21 日（水）に福島市除染情報プラザ内セミナー室で福島県内の除染や震災に関する勉強会を開催した。参加者は 19 名であった。

(1) 福島第一原子力発電所から放出された放射性物質による環境汚染の状況とそれに対する除染活動の進捗状況（講師：除染情報プラザアドバイザー 青木 仁 氏）

(2) 震災当時の様子や現在の福島について（福島民報社 論説委員幹事 小池 公祐 氏）

(3) 除染情報プラザの視察

3. 平成 25 年度 第 1 回 常任幹事会

日 時：平成 25 年 8 月 21 日(水) 18:00～19:15

場 所：郡山市ビッグアイ会議室

出席者：夏賀元康（支部長）、富樫千之、武田純一、大谷隆二、張樹槐、片平光彦（事務局長）

欠席者：田中勝千

審議事項

1) 平成 24 年度事業報告

事務局から資料に基づき報告があり、原案通り承認された。

2) 平成 24 年度会計報告

片平会計担当幹事からの説明と荒川・小出氏（会計幹事が代理）による会計監査報告があり、承認された。

3) 平成 25 年度事業計画（案）

(1) 平成 25 年度支部大会について

事務局から、資料に基づき平成 25 年度支部大会を平成 25 年 8 月 22 日と 23 日に福島県農業総合センターで開催する予定である旨の報告がなされた。

(2) 支部報の発行

事務局から、資料に基づき平成 25 年 12 月に支部報第 60 号が刊行予定であるとの報告がなされた。

(3) 研究部会・若手の会の活動計画

事務局から、配布資料に基づき各研究部会・若手の会について活動計画の報告があった。

(4) 活動助成

事務局から、東北若手の会と各研究部会への活動助成が計画されているとの報告があり、承認された。

(5) 支部表彰

事務局から、資料に基づき支部賞表彰について説明があった。

(6) 幹事会・常任幹事会の開催

事務局から、今年度の幹事会・常任幹事会の開催予定の説明があった。

4) 平成 25 年度予算 (案)

片平会計担当幹事より、資料に基づき報告がなされ、原案通りに承認された。

5) 支部規約の改定

事務局から資料に基づき、農業機械学会の学会名改正にともなう支部規約内の名称変更、第 3 条の学生会員規定の明示、第 4 条の支部設立目的についての改定案が説明され、提案された改正案を幹事会と総会へ上申することに決定した。

6) 支部表彰規定の改定

事務局から資料に基づき、農業機械学会の学会名改正にともなう表彰規定内の名称変更についての改定案が説明され、提案された改正案を幹事会と総会へ上申することに決定した。

7) 支部功績賞推薦に関する内規の改定

事務局から資料に基づき、農業機械学会の学会名改正にともなう支部功績賞推薦に関する内規内の名称変更についての改定案が説明され、提案された改正案を幹事会と総会へ上申することに決定した。

8) 支部奨励賞推薦に関する内規の改定

事務局から資料に基づき、農業機械学会の学会名改正にともなう支部奨励賞推薦に関する内規内の名称変更についての改定案が説明され、提案された改正案を幹事会と総会へ上申することに決定した。

9) 支部役員選挙規定の改定

事務局から資料に基づき、農業機械学会の学会名改正にともなう支部役員選挙規約内の名称変更についての改定案が説明され、提案された改正案を幹事会と総会へ上申することに決定した。

10) 支部投稿規定の改定

事務局から資料に基づき、農業機械学会の学会名改正にともなう支部投稿規定内の名称変更、第 1 条での投稿原稿の種類についての改定案が説明された。第 1 条については、実態にあわせて「・・農業食料工学会東北支部などに関する・・・」の部分を「・・農業食料工学に関する・・・」と変更する案が提案され、それをふまえた改正案を幹事会と総会へ上申することに決定した。

報告事項

1) 平成 25 年度支部賞（奨励賞・学術賞）の選考結果について

夏賀選考委員会委員長から、資料に基づき以下の報告がなされた。

- ・ 奨励賞 支部賞選考委員会での審議の結果、推薦のあった奨励賞（松尾健太郎氏）を幹事会へ上申することに決定した。
- ・ 学術賞 支部賞選考委員会での審議の結果、推薦のあった学術賞（折笠貴寛氏）を幹事会へ上申することに決定した。

なお、学術賞に関し、学術賞の授与は論文に対してのものか個人に対するものかについて意見が出された。規定上はどちらに対しても授与できると読み取れることから、今後の受賞に際して、推薦書に論文か個人のいずれを推薦するのかを明示することを求めるものとし、次年度の支部賞推薦の依頼文にそれを明記することにした。

2) 平成 26 年度支部大会について

事務局から、資料に基づき、平成 26 年度支部大会を平成 25 年 8 月に山形県山形市で開催予定である旨の報告がなされた。

3) その他

事務局から、平成 25 年 03 月現在の支部会員動向について報告がなされた。

4. 平成 25 年度 幹事会

日 時：平成 25 年 8 月 22 日（木）12:15～13:05

場 所：福島県農業総合センター 大会議室

出席者：夏賀元康（支部長），富樫千之，武田純一，大谷隆二，荒川市郎，小出章二，松田和一郎，張樹槐，野沢智裕，嶋田 浩，進藤勇人，青田 聰，薄 真昭（大会実行委員長），片平光彦（事務局長）

欠席者：田中勝千，星信幸

審議事項

1) 平成 24 年度事業報告

事務局から資料に基づき報告があり、原案通り承認された。

2) 平成 24 年度会計報告

片平会計担当幹事からの説明があり、承認された。

3) 平成 25 年度事業計画（案）

（1）平成 25 年度支部大会について

事務局から、資料に基づき平成 25 年度支部大会を平成 25 年 8 月 22 日と 23 日に福島県農業総合センターで開催中である旨の報告がなされた。

（2）支部報の発行

事務局から、資料に基づき平成 25 年 12 月に支部報第 60 号が刊行予定であるとの報告がなされた。張編集幹事から投稿と支部活動をまとめた記事の作成について紹介があった。

（3）研究部会・若手の会の活動計画

事務局から、配布資料に基づき各研究部会・若手の会の活動について報告があった。

（4）活動助成

事務局から、東北若手の会と各研究部会への活動助成が計画されているとの報告があり、承認された。

（5）支部表彰

事務局から、資料に基づき支部賞表彰について説明があった。

（6）幹事会・常任幹事会の開催

事務局から、今年度の幹事会・常任幹事会の開催予定の説明があった。

4) 平成 25 年度予算（案）

片平会計担当幹事より、資料に基づき報告がなされ、原案通りに承認された。

5) 支部規約の改定

事務局から資料に基づき、農業機械学会の学会名改正にともなう支部規約内の名称変更、第 3 条の学生会員規定の明示、第 4 条の支部設立目的についての改定案が説明され、提案された改正案を総会へ上申することに決定した。

6) 支部表彰規定の改定

事務局から資料に基づき、農業機械学会の学会名改正にともなう表彰規定内の名称変更についての改定案が説明され、提案された改正案を総会へ上申することに決定した。

7) 支部功績賞推薦に関する内規の改定

事務局から資料に基づき、農業機械学会の学会名改正にともなう支部功績賞推薦に関する内規内の名称変更についての改定案が説明され、提案された改正案を総会へ上申することに決定した。

8) 支部奨励賞推薦に関する内規の改定

事務局から資料に基づき、農業機械学会の学会名改正にともなう支部奨励賞推薦に関する内規内の名称変更についての改定案が説明され、提案された改正案を総会へ上申することに決定した。

9) 支部役員選挙規定の改定

事務局から資料に基づき、農業機械学会の学会名改正にともなう支部役員選挙規約内の名称変更についての改定案が説明され、提案された改正案を総会へ上申することに決定した。

10) 支部投稿規定の改定

事務局から資料に基づき、農業機械学会の学会名改正にともなう支部投稿規定内の名称変更、第 1 条での投

稿原稿の種類についての改定案が説明された。第1条については、実態にあわせて「・・農業食料工学会東北支部などに関する・・・」の部分を「・・農業食料工学に関する・・・」と変更する案が提案され、それをふまえた改正案を総会へ上申することに決定した。

1.1) 平成25年度支部賞(奨励賞・功績賞)の選考結果について

夏賀選考委員会委員長から資料に基づき選考結果の報告がなされ、承認された。

- ・ 奨励賞 松尾健太郎 氏
- ・ 学術賞 折笠貴寛 氏

報告事項

1) 平成26年度支部大会について

事務局から、資料に基づき平成26年度支部大会を平成25年8月に山形県山形市で開催予定である旨の報告がなされた。

2) その他

事務局から、平成25年03月現在の支部会員動向について報告がなされた。また、支部役員選挙結果について事務局から報告がなされた。

5. 平成25年度農業機械学会東北支部大会・研究発表会・総会・シンポジウム・見学会

平成25年8月22日(木)と23日(金)に平成25年度農業機械学会東北支部会を福島県農業総合センターで開催した。第1日目は福島県農業総合センターで研究発表会、幹事会、総会、シンポジウム、夕刻に情報交換会を開催した。第2日目は約50名の参加者で現地見学会を開催した。なお、シンポジウム、情報交換会、現地見学会は東北農業試験研究推進会議農業生産基盤推進部会作業技術研究会との合同開催とした。

【研究発表会】

口頭発表12課題、ポスターセッション16課題の計28課題の発表があった。研究発表会ではベストプレゼンテーション表彰(優秀発表賞・学生奨励賞:参加者の無記名投票による選考)を実施し、表彰を総会で行った。

【総会】

8月22日(木)、夏賀元康支部長と薄真昭大会実行委員長の挨拶の後、山形県農業総合研究センターの後藤克典氏の議長のもと、幹事会と同様の議題が提案され、原案どおり承認された。

平成25年度支部賞は以下の各氏に授与された。

奨励賞:松尾健太郎氏(東北農業研究センター研究員)

学術賞:折笠貴寛氏(岩手大学農学部准教授)

平成25年度ベストプレゼンテーション賞は次の各氏に授与された。

優秀発表賞:春期代かき水稻V溝乾田直播の播種後乾燥対策技術—覆土の効果と作業の効率化— 野沢智裕
他1名

学生奨励賞:近赤外分光法による成育中のエダマメの品質測定 鈴木ミチル 他2名

【シンポジウム】

福島県農業総合センターの荒川市郎副所長の司会で「農作業安全の現状と課題」をテーマとし、以下の話題提供をいただいた。

1) 農作業死亡事故ゼロの実現に向けて:独立行政法人 生研センター 基礎技術研究部 安全人間工学研究主任研究員 志藤博克氏

2) 岩手県における農作業事故の現状:岩手大学農学部 教授 武田純一氏

3) 茨城県の農作業事故状況:土浦市消防本部 土浦消防署 副署長 鈴木和徳氏

4) JAグループ福島における農作業安全への取り組みについて:JA福島中央会 課長補佐 小原稔氏

5) 教育からみた農作業安全:福島県農業総合センター農業短期大学校研修部 主任研究員 半杭真一氏

6) 総合討論

【現地見学会】

8月23日(金)に福島県農業総合センターのFOEAS(地下水位制御システム)ほ場とトラクタ転倒通報アプリ実演、東北農研センター・農業放射線研究センターを見学し、それぞれ説明を受けた。



写真1 ポスターセッション会場1

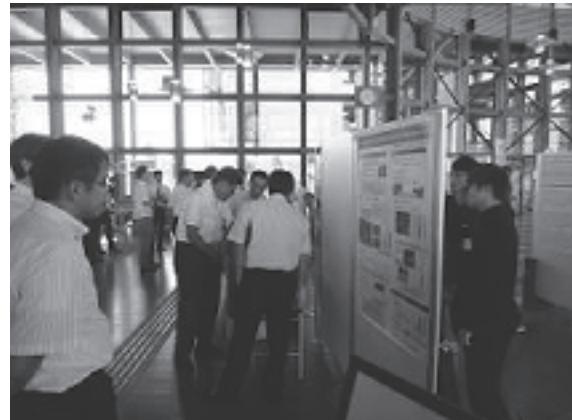


写真2 ポスターセッション会場2



写真3 総会で挨拶する夏賀支部長



写真4 薄大会実行委員長の挨拶



写真5 後藤氏による総会の議事進行



写真6 松尾氏への奨励賞の授与



写真7 野沢氏への優秀発表賞の授与



写真8 鈴木氏への学生奨励賞の授与



写真9 シンポジウム



写真10 シンポジウムでの質疑応答



写真11 トラクタ転倒通報アプリの実演



写真12 東北農研センター・農業放射線研究センター

農業機械学会東北支部 平成24年度会計報告
(平成24年4月1日～平成25年3月31日)

◎収入の部

(単位 円)

項目	予算	決算	増減	備考
1. 前年度繰越	481,167	481,167		
2. 支部会費	390,000	333,000	△ 57,000	
内訳				
(1) 特別団体賛助会員	190,000	120,000	△ 70,000	6社
(2) 一般団体賛助会員	20,000	20,000	0	3団体
(3) 個人会員	180,000	193,000	13,000	普会員91口(複数年納入含む)、学生会員11口
3. 本部補助金	105,000	106,040	1,040	
4. 投稿料	20,000	32,000	12,000	投稿数:14報、前年度繰り越し含む
5. 別刷り代金	30,000	31,000	1,000	310部(前年度繰り越し含む)
6. 講演要旨販売代	50,000	54,000	4,000	54部(1000円)
7. 雑収入	100	2,499	2,399	利子:79円、支部報販売:2000円、(独)科技振興機構:420円
合計	1,076,267	1,039,706	△ 36,561	

△:マイナス

◎支出の部

(単位 円)

項目	予算	決算	増減	備考
1. 事業費	280,000	253,561	△ 26,439	
内訳				
(1) 支部報59号印刷費	120,000	146,475	26,475	
(2) 大会運営費	140,000	87,086	△ 52,914	
(3) 講演要旨作成費	20,000	20,000	0	
2. 表彰費	30,000	29,988	△ 12	奨励賞1名、学術賞1名、功績賞4名
3. 活動助成費	100,000	30,000	△ 70,000	若手の会助成
4. ホームページ維持管理費	5,000	5,000	0	
内訳				
(1) プロバイダ契約料	0	0	0	
(2) 管理手当	5,000	5,000	0	
5. 会議費	48,000	47,000	△ 1,000	
内訳				
(1) 常任幹事会	16,000	16,000	0	24.08.29(仙台)
(2) 幹事会	16,000	15,000	△ 1,000	24.08.30(仙台)
(3) 常任幹事会	16,000	16,000	0	25.03.25(仙台)
6. 通信費	42,000	28,732	△ 13,268	
内訳				
(1) 支部報送料	14,000	11,455	△ 2,545	
(2) 選挙費送料	20,000	16,753	△ 3,247	
(3) 会計通信費	4,000	262	△ 3,738	
(4) 事務局通信費	4,000	262	△ 3,738	
7. 事務用品費	24,000	21,599	△ 2,401	
8. 庶務・編集・会計手当	30,000	30,000	0	庶務 5,000円、会計 5,000円、編集 20,000円
9. 旅費	0	0	0	
10. 予備費	517,267	12,600	△ 504,667	支部報電子化費用
11. 次年度繰越		581,226	581,226	
合計	1,076,267	1,039,706	△ 36,561	

△:マイナス 会計担当:片平光彦

農業機械学会東北支部 平成25年度予算
(平成25年4月1日～平成26年3月31日)

◎収入の部

(単位 円)

項目	2012年度予算	2013年度予算	増減(対前年度)	備考
1. 前 年 度 繰 越	481,167	581,226	100,059	
2. 支 部 会 費	390,000	389,000	△ 1,000	
内 訳	(1) 特 別 団 体 贊 助 会 員	190,000	190,000	0 10社
	(2) 一 般 団 体 贊 助 会 員	20,000	20,000	0 3団体
	(3) 個 人 会 員	180,000	179,000	△ 1,000 普会員85名、学生会員9名
3. 本 部 补 助 金	105,000	150,000	45,000	
4. 投 稿 料	20,000	20,000	0	2000円×10報
5. 別 刷 り 代 金	30,000	20,000	△ 10,000	100円×200部
6. 講 演 要 旨 販 売 代	50,000	50,000	0	1000円×50部
7. 雑 収 入	100	100	0	利子等
合 計	1,076,267	1,210,326	134,059	

△:マイナス

◎支出の部

(単位 円)

項目	2012年度予算	2013年度予算	増減(対前年度)	備考
1. 事 業 費	280,000	310,000	30,000	
内 訳	(1) 支 部 報 60 号 印 刷 費	120,000	150,000	30,000
	(2) 大 会 運 営 費	140,000	140,000	0
	(3) 講 演 要 旨 作 成 費	20,000	20,000	0
2. 表 彰 費	30,000	30,000	0	
3. 活 動 助 成 費	100,000	100,000	0	
4. 会 議 費	48,000	48,000	0	
内 訳	(1) 常 任 幹 事 会	16,000	16,000	0
	(2) 幹 事 会	16,000	16,000	0
	(3) 常 任 幹 事 会	16,000	16,000	0
5. 通 信 費	42,000	27,000	△ 15,000	
内 訳	(1) 支 部 報 送 料	14,000	14,000	0
	(2) 会 告 送 料	20,000	5,000	△ 15,000
	(3) 会 計 通 信 費	4,000	4,000	0
	(4) 事 務 局 通 信 費	4,000	4,000	0
6. 事 務 用 品 費	24,000	50,000	26,000	支部会印などの購入費用
7. 庶務・編集・HP・会計手当	35,000	35,000	0	庶務 5,000, 会計 5,000, HP 5,000, 編集 20,000
8. 旅 費	0	0	0	
9. 予 備 費	517,267	610,326	93,059	
合 計	1,076,267	1,210,326	134,059	

△:マイナス 会計担当:片平光彦

平成25年度研究発表会発表課題

【口頭発表】

第1セッション 座長：松尾健太郎（東北農研センター）

- O-1 農産施設空間内の空中浮遊物質および空中浮遊菌に関する研究
岩手大学農学部 ○小出章二, 熊谷 翔, 折笠貴寛, 武田純一, 宮城大学 伊吹竜太
- O-2 糖溶液に浸漬したニンジンの加工・保存のモデル化に関する研究
岩手大学農学部 ○菅 理哉, 折笠貴寛, 小出章二
- O-3 近赤外分光法によるヤギ生乳の成分測定 — 第3報 測定精度の改良 —
山形大学農学部 ○鳥友団, 片平光彦, 夏賀元康, 吉田宣夫
- O-4 近赤外分光法による生育中のエダマメの品質測定
山形大学農学部 ○鈴木ミチル, 片平光彦, 夏賀元康

第2セッション 座長：折笠貴寛（岩手大学農学部）

- O-5 近赤外分光法によるコンクリート構造物の劣化の診断（第4報）
—塩化物イオンの推定精度向上の検討—
山形大学農学部 ○設楽 徹, 片平光彦, 夏賀元康
- O-6 レーザスキャナによる畠列のセンシング方法について
岩手大学農学部 ○伊藤浩明, パッタル・カハル, 小出章二, 折笠貴寛, 庄野浩資, 武田純一
- O-7 日陰処理によるサクラの開花遅延に関する実証研究
—2010～2012年の3ヶ年の実験結果について—
弘前大学農学生命科学部 ○張 樹槐, 叶 旭君
- O-8 バイオエタノール燃料の乗用型田植機への適用
秋田県農業試験場 ○齋藤雅憲, 進藤勇人, 佐々木景司, 藤村辰夫, 田口淳一

第3セッション 座長：進藤勇人（秋田県農業試験場）

- O-9 ブランチング処理の違いがキャベツの乾燥過程における乾燥速度および品質変化に及ぼす影響
岩手大学大学院農学研究科 ○渡邊高志, 折笠貴寛, 小出章二
- O-10 キウイフルーツの乾燥課程における各種反応速度定数の温度依存性
岩手大学農学部 ○折笠貴寛, 桔梗はるか, 小出章二, 武田純一, 食品総合研究所 椎名武夫
千葉大学園芸学部 田川彰男
- O-11 春季代かき水稻V溝乾田直播の播種後乾燥対策技術
—覆土の効果と作業の効率化—
青森県産業技術センター農林総合研究所 ○野沢智裕, 工藤予志夫
- O-12 プラウ耕・グレーンドリル乾田直播の仙台平野津波被災地での実証試験
— 大区画水田の造成と2年3作輪作試験について —
東北農業研究センター ○大谷隆二, 関矢博幸, 冠秀昭, 中山壯一, 齋藤秀文,
谷口義則, 池永幸子, 片山勝之

【ポスターセッション】

- P-1 スマートフォンを使ったトラクタ転倒通報システムの開発
福島県農業総合センター ○青田聰, 大野光, 福島県ハイテクプラザ 高橋昌, 有賀真一
アサヒ電子株式会社 幕田安博, 加納清英, 伊藤正幸

- P- 2 田代平地域におけるブタナ分布域把握のための基礎研究
—ミクセル画像を用いたブタナ被度の一推定法について—
北里大学大学院獣医学系研究科 ○小泉佑太, 田中勝千, 鈴木由美子, 皆川秀夫, 杉浦俊弘
- P- 3 農業用パーソナルリモートセンシングシステムの開発
—小型UAVによる簡易空撮システムとGISの連携—
秋田県立大学生物資源科学部 ○嶋田浩, 永吉武志, 北里大学獣医学部 田中勝千, 中坪あゆみ
- P- 4 海水浸水水田における電磁探査法による塩分分布の把握と大豆作への影響
東北農業研究センター ○冠秀昭, 熊谷悦史, 関矢博幸
- P- 5 塩ストレスが水稻の光合成活性に及ぼす影響—光合成活性の低下のメカニズムについて—
北里大学大学院獣医学系研究科 ○渡邊翔太, 田中勝千, 皆川秀夫
- P- 6 セシウム汚染牧草の炭化による減量及び移行試験
宮城大学食産業学部 ○富樫千之
- P- 7 KURAMAによる自動車での空間線量の連続測定
福島県農業総合センター ○荒川市郎, 京都大学原子炉実験所 谷垣実
- P- 8 副生グリセリンのディーゼル代替燃料としての簡易評価
宮城大学食産業学部 ○富樫千之, 石田光晴, 柳澤満則
- P- 9 薪ボイラーを熱源とした循環式乾燥機による乾燥試験
農研機構 東北農業研究センター ○金井源太, 小綿寿志
- P- 1 0 業務用キャベツ栽培における畠内条施肥の効果
秋田県農業試験場 ○進藤勇人・伊藤恒徳・齋藤雅憲・三浦恒子
- P- 1 1 飼料用とうもろこし耕うん同時畠立て播種での側条全量施肥方法
農研機構 北陸研究センター ○関正裕、加藤仁, 農研機構 東北農業研究センター 池永幸子
宮城県畜産試験場 小野寺伸也
- P- 1 2 ディスク式中耕除草機を利用した大豆の培土作業と雑草抑制効果 第2報
山形県農業総合研究センター ○後藤克典 長沢和弘
- P- 1 3 福島県浜通りにおける水稻特別栽培での疎植適性
福島県農業総合センター浜地域研究所 ○朽木靖之, 福島県県南農林事務所 濱名健雄
- P- 1 4 アスパラガス伏せ込み栽培における品質向上に関する研究
— 覆土の厚さおよび堅さが収穫物の太さに与える影響 —
東北農業研究センター ○松尾健太郎、山崎篤、森山直久、山本岳彦
- P- 1 5 トラクタ・トレーラ系の制動性能について
岩手大学農学部 ○武田純一, 沼尾拓哉, 小出章二, 折笠貴寛, 庄野浩資
- P- 1 6 GPS レベラーによる大規模合筆圃場の均平化技術の検討
東北農業研究センター ○齋藤秀文、大谷隆二、中山壯一、関矢博幸、冠秀昭

農業食料工学会東北支部役員及び役員体制

(任期 : 2013年4月1日～2015年3月31日)

支 部 長 夏賀 元康 (山形大学農学部)

常任幹事 (6名)	田中 勝千 (北里大学獣医学部) 大谷 隆二 (東北農業研究センター) 片平 光彦 (山形大学農学部)	武田 純一 (岩手大学農学部) 富樫 千之 (宮城大学食産業学部) 張 樹槐 (弘前大学農学生命科学部)
幹 事 青森 : (15名)	野沢 智裕 (青森県農業総合研究所) 張 樹槐 (弘前大学農学生命科学部)	田中 勝千 (北里大学獣医学部)
岩手 :	武田 純一 (岩手大学農学部) 小出 章二 (岩手大学農学部)	大谷 隆二 (東北農業研究センター)
秋田 :	嶋田 浩 (秋田県立大学生物資源科学部)	進藤 勇人 (秋田県農林水産技術センター) *
宮城 :	富樫 千之 (宮城大学食産業学部)	星 信幸 (宮城県古川農業試験場) *
山形 :	夏賀 元康 (山形大学農学部) 片平 光彦 (山形大学農学部)	松田和一郎 ((株)山本製作所) *
福島 :	荒川 市郎 (福島県農業総合センター)	青田 聰 (福島県農業総合センター)

* 支部長推薦

役員体制

(任期 : 2013年4月1日～2015年3月31日)

役 職 名	氏 名	備 考
支部長	夏賀 元康	
編集担当	張 樹槐	常任幹事
選挙担当	大谷 隆二	常任幹事
研究総括	武田 純一	常任幹事
北東北研究担当	田中 勝千	常任幹事
南東北研究担当	富樫 千之	常任幹事
事務局長, 会計, 広報・ホームページ担当	片平 光彦	常任幹事
平成26年度支部大会実行委員長	夏賀 元康	山形大学
会計監査	荒川 市郎	幹事
	小出 章二	幹事

本部学会評議員

(任期 : 2013年4月1日～2015年3月31日)

張 樹槐 (弘前大学農学生命科学部)	田中 勝千 (北里大学獣医学部)
大谷 隆二 (東北農業研究センター)	武田 純一 (岩手大学農学部)
富樫 千之 (宮城大学食産業学部)	夏賀 元康 (山形大学農学部)

農業食料工学会東北支部規約

(昭和 32 年 03 月制定)
 (昭和 51 年 04 月改正)
 (昭和 55 年 07 月改正)
 (昭和 59 年 04 月改正)
 (昭和 63 年 11 月改正)
 (平成 元年 12 月改正)
 (平成 05 年 12 月改正)
 (平成 08 年 07 月改正)
 (平成 12 年 08 月改正)
 (平成 13 年 09 月改正)
 (平成 22 年 08 月改正)
 (平成 23 年 08 月改正)
(平成 25 年 08 月改正)

- 第1条 この支部は農業食料工学会に属し、農業食料工学会東北支部という。
- 第2条 この支部の事務局は、原則として支部長の所属する機関内におく。ただし、この支部の会計は、会計担当幹事の所属する機関内におく。
- 第3条 この支部は普通会員、学生会員及び賛助会員で構成される。普通会員は正会員（東北六県に在住又は在職する農業食料工学会会員）と支部会員（この支部に入会を希望し、常任幹事会で認められたもの）とからなり、学生会員は原則として東北六県の大学に在籍している学生とする。賛助会員は特別団体賛助会員と一般団体賛助会員とからなる。
- 第4条 この支部は農業食料工学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械、農業機械化、農業施設及び食料・生物資源の工学的処理等、農業食料工学に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行う。
- 1) 講演会・研究会の開催
 - 2) 支部報の発行
 - 3) その他必要な事業
- 第5条 この支部は毎年1回以上総会を開き、予算・決算・規約の変更その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。
- 第6条 この支部には支部長1名、事務局長1名、常任幹事6名、幹事若干名、監査2名をおく。役員の任期は2年とする。ただし、支部長の重任（連続就任）は2期までできるものとする。
- 第7条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業食料工学会からの補助金、及び寄付金による。会計年度は4月初日より3月末日までとする。
- 第8条 支部会費は年額次のとおりとする。
- 1) 普通会員 2,000円
学生会員 1,000円
 - 2) 賛助会員
一般団体賛助会員 一口 5,000円
特別団体賛助会員 一口 10,000円
- 第9条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業食料工学会理事会の承認を得なければならない。

附 則

この規定は平成 25 年 9 月 1 日から実施する。

農業食料工学会東北支部役員選挙規定

(昭和 32 年 3 月制定)

(昭和 51 年 4 月改定)

(昭和 58 年 7 月改定)

(昭和 63 年 11 月改定)

(平成 12 年 3 月改定)

(平成 13 年 8 月改定)

(平成 15 年 8 月改定)

(平成 17 年 8 月改定)

(平成 21 年 8 月改定)

(平成 25 年 8 月改定)

第 1 条 この支部の役員の選出は、この規約による。ただし選挙人は東北六県に在住又は在職する普通会員に限る。

第 2 条 支部長の選挙資格者（有権者）は、改選前年度の 9 月末日までにその年度までの本部学会及び支部の会費を完納した正会員とする。ただし、長期外国在住者は、選挙資格者としない。

2. 支部長の被選挙資格者は、農業食料工学会評議員であって、改選前年度の 9 月末日までにその年度までの支部の会費を完納した正会員とする。ただし、長期外国在住者は、被選挙資格者としない。

第 3 条 幹事の選挙資格者（有権者）は、改選前年度の 9 月末日までにその年度までの支部会費を完納した普通会員とする。ただし、長期外国在住者は、選挙資格者としない。

2. 幹事の被選挙資格者は、改選前年度の 9 月末日までにその年度までの支部会費を完納した普通会員とする。ただし、長期外国在住者は、被選挙資格者としない。

第 4 条 支部長（1 名）の選挙は直接無記名投票により行う。

第 5 条 幹事は選挙により 12 名を選ぶ。支部長の推薦により若干名の幹事をおくことができるものとし、支部長の推薦にあたっては、各県最低 1 名を含むようにする。幹事の選挙は普通会員 12 名以内連記の直接無記名投票により行う。

第 6 条 事務局長（1 名）は幹事中より支部長が委嘱する。

第 7 条 常任幹事は 6 名とし、幹事中より支部長が委嘱する。

第 8 条 会計監査は 2 名とし、会員中より支部長が委嘱する。

第 9 条 投票による役員当選者の決定は次の方法による。

- 1) 得票の多いものから順次当選とする。
- 2) 得票数の同数の場合は年長者を上位当選とする。
- 3) 任期中に欠員が生じた場合は、次点者を繰り上げる。ただし第 5 条を満たすものとする。その任期は前任者の残り期間とする。

第 10 条 役員選挙の結果は総会に報告する。

附 則

この規定は平成 25 年 8 月 22 日から実施する。

農業食料工学会東北支部報投稿規定

(平成元年8月制定)

(平成2年8月改定)

(平成6年7月改定)

(平成8年8月改定)

(平成12年8月改定)

(平成13年8月改定)

(平成14年8月改定)

(平成24年8月改定)

(平成25年8月改定)

1. 投稿原稿は農業機械、農業機械化、農業施設及び食料・生物資源の工学的処理等、農業食料工学に関する研究報告、論説、資料、技術情報、海外報告、書評及び会員の声などとする。
2. 投稿原稿はそのまま写真印刷するため、ワードプロセッサにより作成し、投稿者本人が十分に校正を行った後、原則として図表も入れた完成原稿のPDF型式ファイルで提出する。
3. 投稿原稿は、A4版用紙を縦置きで25字×49行の2段組とする。
4. 研究報告は4ページ以上8ページまでの偶数ページとし、投稿料は1ページ当たり500円とする。
5. 研究報告は完成原稿のPDF型式ファイルと投稿申込書をCDなどの電子媒体にて郵送、あるいは電子メールの添付ファイルとして送付すること。
6. 投稿原稿の締切りは、10月31日とする。投稿者は原稿の控えを保存しておくこと。
7. 農業食料工学会東北支部会は、著者に対して掲載された投稿原稿のPDF型式データを配布する。
8. 掲載された投稿論文の別刷を希望する場合は、必要部数を投稿申込書に記載すること。最低部数は20部とし、購入単価100円は著者負担とする。
9. 投稿原稿の送付先は、農業食料工学会東北支部の編集担当幹事とする。

執筆要領

1. 研究報告は、原則として和文表題、著者名、英文表題、英文著者名、Abstract、キーワード（和文または英文で3~6語）及び本文の順とする。
2. 研究報告には、300語以内のAbstract（英文）を記載してもよい。
3. PDF型式ファイルの投稿原稿をそのまま写真印刷することによって同版の支部報を作製する。投稿原稿では、上下左右のマージンを各25, 20, 17, 17mmとり、表題、著者名、英文及びキーワードは1段組とし、和文は1行52字、英文は1行96字とする。本文に使用するフォントは、本文の見出しと図表のタイトルを除き、和文を明朝体、英文をTimes New Romanまたはこれと類似のものを用いる。
4. 表題の文字の大きさは16ポイント（サブタイトルは10ポイント）、著者名は12ポイントとする。英文の表題の文字の大きさは14ポイント（サブタイトルは10ポイント）、英文著者名は10ポイントとする。Abstract、キーワードの文字の大きさは9ポイントとする。
5. 本文の文字の大きさは9ポイントとし、投稿規定3項に示す様式で2段組に作成し、本文の見出しと図表のタイトルはMSゴシック体とする。
6. 図表（タイトルを含む）と本文の間には、上下各1行、左右各1字の空きを設ける。原稿には、投稿者本人が図・表・写真の挿入個所を設けて配置する。
7. 各ページの上部のランニングタイトルは付けなくてもよい。
8. 研究報告の著者名の右肩に*印を付けて脚注指定する。脚注欄には著者の勤務先を記入し、1行を超える場合は住所を加えてよい。
9. 原稿は、別に定める原稿作成要領に従って作成する。原稿作成要領は、支部HPからファイルをダウンロードして入手する。入手できない場合は、事務局から電子媒体で著者宛に送付する。

著作権について

平成17年3月に制定された農業食料工学会著作権規程により東北支部が刊行する印刷物等の著作権は過去に遡り農業食料工学会に帰属することになりました。

本件は農業食料工学会著作権規程および同附則2に従っています。(平成19年3月の支部常任幹事会において確認・承認済み)

農業食料工学会東北支部表彰規定

(平成5年8月制定)

(平成6年7月改定)

(平成13年8月改定)

(平成14年8月改定)

(平成20年8月改定)

(平成25年8月改定)

1. 農業食料工学会東北支部(以下、「支部」という。)に、支部学術賞、支部功績賞、支部奨励賞(以下それぞれ「学術賞」、「功績賞」、「奨励賞」という。)を設ける。
2. 学術賞は、農業食料工学会及び同東北支部の目的とする分野における優れた学術的業績に対して授与する。本賞に関わる業績は農業食料工学会誌、農業食料工学会東北支部報、国際学会誌、大学紀要、試験場報告等に掲載された報文とする。
3. 功績賞は、支部の発展のために顕著な功績のあった者に授与する。
4. 奨励賞は、農業食料工学会及び同東北支部の目的とする分野において優れた萌芽的研究を行い、将来の活躍が期待できると認められる者に授与する。本賞に関わる業績は農業食料工学会誌、農業食料工学会東北支部報、国際学会誌、大学紀要、試験場報告等に掲載された報文とする。
5. 学術賞、功績賞、奨励賞の表彰は支部大会総会時に行なう。各賞とも賞状と副賞をもって行なう。
6. 支部長は受賞者を選考するために農業食料工学会東北支部賞選考委員会(以下、委員会といふ。)を設ける。委員会は数名を以て組織し、支部長が支部会員の中からこれを委嘱する。
7. 各賞の推薦は、下記の項目を記載した書類を支部事務局に提出するものとし、その締切は6月末日とする。
 - (1) 学術賞、功績賞、奨励賞の区別
 - (2) 学術賞の記載事項は、推薦報文のタイトル、著者(代表・共同研究者明記のこと)、掲載誌等、掲載頁、発行年、当該報文等の写し1部とする。
 - (3) 功績賞の記載事項は、候補者の氏名、所属、職名、学歴、職歴(賛助会員にあっては、会員名、代表者名、職名)とする。
 - (4) 奨励賞の記載事項は、候補者の氏名、所属、職名、学歴、職歴、業績を代表する報文等の写し1部とする。
 - (5) 推薦理由(400字程度)
8. 受賞者の決定は、委員会の推薦にもとづき、支部幹事会で行なう。

農業食料工学会東北支部功績賞推薦に関する内規

(平成11年8月18日制定)

(平成13年8月21日改定)

(平成14年8月21日改定)

(平成25年8月22日改定)

農業食料工学会東北支部(以下、「支部」という。)功績賞に推薦される者は、次の基準に該当する者とする。

1. 普通会員においては、原則として普通会員歴10年以上を有する58歳以上の者で、次の各項のいずれかに該当する者とする。
 - (1) 通算6年以上の支部役員歴を有し、支部の運営または発展に長期にわたり尽力した者。
 - (2) 前項以外の者で、支部の発展に顕著な功績があると認められた者。
2. 賛助会員においては、通算して20口以上の会費を納入した者。

農業食料工学会東北支部奨励賞推薦に関する内規

(平成13年8月21日制定)

(平成14年8月21日改定)

(平成25年8月22日改定)

奨励賞に推薦される者は、次の条件を満たすことが望ましい。

1. 2年以上の正会員歴及び支部会員歴を持つ39歳以下の者。

↑上マージン 25mm

↓16pt, 明朝体, ボールド

農業食料工学会東北支部報・原稿作成要領

←左マージン 17mm

—サブタイトルの作成例— ←10pt, 明朝体, ボールド

農機太郎*・農産花子** ←12pt, 明朝体

↓14P, Times New Roman, ボールド 改行

Print Sample of Manuscript of Journal of JSAM, TOHOKU Branch

—Example of Subtitle— ←10pt, Times New Roman

Noki TARO*・Nousan HANAKO** ←10pt, Times New Roman

改行

右マージン 17mm→

Abstract ←10pt, Times New Roman, ボールド

The present file has been made as a print sample of the camera-ready manuscripts for Jurnal of JSAM, TOHOKU Branch. ←300字以内, 9pt, Times New Roman

改行

[Keywords] times new roman, key word ←9pt, Times New Roman, 全て小文字

改行

1. スタイル ←9pt, MSゴシック, ボールド

○○・・・・, ・・・・○○。

↑: 9ポイント:明朝体

和文文字数1行25字、49行

1) SI単位

s (秒, secと記さない)

W (仕事率, 動力等, PSはSI単位ではない)

2) SI単位と併用してよい単位

h (時間, hrと記さない)

° (度, degと記さない)

1またはL (エル: 数字の1と混同する恐れのある場合は, L
またはI (イタリック体) を用いる。)

2. 見出し

(1) 見出しの種類とスタイル

見出し番号または記号は、次の順序で用いることを原則とする。

○○←段組の間は2文字分あける。

4. 図, 表, 写真

(1) 図表等の説明と本文への挿入方法

図表のフォントは、日本語(明朝体), 英語(Times New Roman)で記載する。また、図表等は、著者自らが頁の上下部に挿入する。

(2) 図表等タイトル

図表等には、タイトル(9pt, MSゴシック)を付ける。図表等の番号は、図では「図1, Fig. 1, 図2, Fig. 2」のように、表では「表1, Table 1, 表2, Table 2」のようにし、写真では「図1, Fig. 1」のほかに「写真1, Photo 1」を用いても構わない。

(3) 図表等の引用

文章中での図表等の引用は、図表等タイトルの説明文を除く記号および番号を引用する。

(例: 図1に実験装置の構成を示している。)

(4) 図表の配置

図表等の配置は、図表(タイトル含む)前後に1行、左右に各1字の空きを入れる。

3. 単位

(1) 単位系の指定

単位は、国際単位系(SI) (SI単位と併用してよい単位を含む)とし、必要に応じて従来単位とする。

(2) 単位に関する留意事項

特に間違ひ易い例:

*: ○○大学農学部 ○○市○○町 ←9pt, 明朝体

**: ○○県農業研究センター ○○市○○町 ←9pt, 明朝体

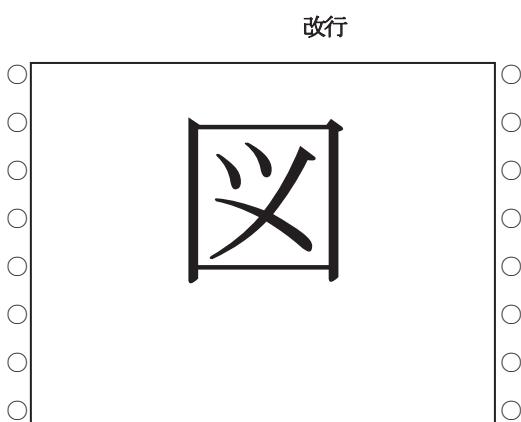


図1 ○○・・・ ←9 ポイント：ゴシック体

改行

表1 ○○・・・ ←9 ポイント：ゴシック体



改行

5. 参考文献

(1) スタイル

参考文献は、以下のスタイルに従って引用順（但し、同じ著者で同年の複数の文献がある場合には発行年の後にa, b, と記号を付す）に記載する。雑誌の場合には、著者名（複数の場合は「、」で区切る。欧文雑誌については最後の著者を「and」でつなぐ），発行年（西暦），標題，雑誌名（イタリック体），巻号（巻は太字とし、巻のページを年間通し番号としている雑誌の場合は、号の記載は不要），ページの順に記載する。

単行本の場合には、著者名（複数の場合は「、」で区切る。欧文単行本については最後の著者を「and」でつなぐ），発行年（西暦），書名と版数，発行所，（外国文献の場合は発行地），引用ページの順に記載する。分担執筆の単行本では、分担執筆者名，発行年（西暦），分担標題，書名と版数（編者又は監修者名）発行所，（外国文献の場合は発行地），引用ページの順に記載する。

詳しくは、記載例を参照すること。

(2) 参考文献の引用

文章中で文献を引用するさいには、引用部の肩に上付きで通し番号¹⁾²⁾を記載する。

参考文献 ←中央揃え

- 1) 農機太郎, 農機次郎, 2000. ○○○に関する研究（第1報）, 農機誌, 62(1), 14-21. (和文雑誌の場合)
- 2) Nouki.T., Nouki.J., 2009. Labor saving technology for transplanting Chinese Yams using a seed tuber transplanter, Journal of JSAM, 72(2), 169-176.

↓下マージン 20mm