

農業機械学会東北支部報

No. 48 DEC. 2001

平成13年12月

目 次

巻頭言

東北から発信する 21 世紀の生物生産農学 支部長 西山喜雄 . . . 1

研究報告

- ・ニューラルネットワークを利用した車輪の走行性能の予測システム
. 広間達夫・斎藤正幸・太田義信 . . . 3
- ・GPS を使用した地形測量 高野 剛・本橋罔司・田中勝千 . . . 7
- ・草地におけるプリシジョンファーミング (第 4 報) 田中勝千・本橋罔司・高野 剛 . . . 13
- ・圃場における画像撮影環境と画像の濃度分布について (第 5 報) 小林由喜也・嶋田 浩 . . . 17
- ・ほ場・作業情報通信システムの開発 (第 1 報)
. 嶋田 浩・片平光彦・小林由喜也・田代 卓・小西智一 . . . 21
- ・バックホーによるジュンサイ田の造成試験 土崎哲男・本橋罔司・田中勝千・高野 剛 . . . 25
- ・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
. 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 . . . 31
- ・エダマメ調整作業の効率化に関する研究 (第 1 報)
. 片平光彦・篠田光江・小笠原伸也・舛谷雅弘・鎌田易尾 . . . 35
- ・インゲン収穫用小型ハサミの開発 大河内 栄・太田弘志・影山義春・青田 聡・佐藤睦人 . . . 39
- ・梅割機の開発 青田 聡・影山義春・大河内 栄・太田弘志 . . . 43
- ・水稻複粒化種子の造粒・播種技術の開発 (第 4 報)
. 富樫辰志・天羽弘一・西脇健太郎・矢治幸夫・木村勝一・菊池康紀 . . . 47
- ・雑穀を取り入れた普通畑作物の大規模機械化栽培の推進方向 大里達朗・及川浩一・新田政司 . . . 51
- ・有機廃棄物・好気性発酵装置の開発研究 清水 浩・佐々木政治・佐藤文孝 . . . 55

トピックス

新技術コーナー

- ・メカセラ装置による各種廃棄物等の浄化と脱臭 庄子政巳 . . . 59
- シンポジウム報告 63
- 奨励賞を受賞して 74
- 東北若手の会報告 75
- 新出版物紹介 77

支部会記事

- 庶務報告及び会計報告 78
- 幹事役割分担 82
- 平成 13 年度研究発表会発表課題 83
- 農業機械学会東北支部規約・農業機械学会東北支部報投稿規定等 85
- 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 95

個人会員名簿 96

東北から発信する 21 世紀の生物生産農学

支部長 西山喜雄 (岩手大学農学部)

21 世紀初頭の 2 年間農業機械学会東北支部支部長を勤めさせていただくことになりました。この重要な時期を担当するには適任とは到底思えません、出来る限りの努力を傾倒し次の方へとバトンタッチをしたいと考えます。皆様のご協力をお願いいたします。

農業および農業機械学をとりまく情勢は益々険しくなっています。グローバル化の波は農業にも押し寄せ、日本農業の高齢化に加えて安い外国輸入製品と競合していかなければなりません。生産地を外国に求める日本農業の空洞化現象も出ていますが、それを行っているのは農協ではなく農業に無関係の商社です。日本農業にとってはあまりに厳しい環境と言わねばなりません。

農業の近代化に欠かせない農業機械・農業機械学についても同じく厳しい状況です。その最も端的な例が、科学研究費補助金の細目から「農業機械」が消えようとしていることです。すなわち、農業工学分科の細目の農業機械学、生物環境が、農業環境工学、農業情報学と変わることになり、農業機械学がほぼ完全に消えてしまうことになりそうなのです。このことは、日本の大学教育の体系から農業機械学が消えざるを得ないことを意味します。したがってこの結果として農業機械関連の全ての分野に多大な影響と損失を与えることとなります。農業機械学会も存立の意義を問われる程の学会始まって以来の危機といってもよいでしょう。

農業機械学会は、この危機に臨んでも要請文を出すことも無く、いわんや、政治力も発揮されずにただ手をこまねいているのみではなかったでしょうか。その責任の一端は学会理事として私も免れることはできませんが、

しかしながらこの危機は、起こるべくして起ったともいえない事はありません。21 世紀の農業機械のビジョンを提起しそれを目に見える形として世に問うことができたでしょうか。この十年農業機械によって画期的な農業生産技術が生まれたでしょうか。農業ロボットの研究が始まって既に 20 年は経ちますが、未だこの研究は実用化の実を結んでおりません。精密農業もこれによって農業を減らし得ることは理解できても経済性を考えると実用化の目が見えて来ません。成程近赤外線によって非破壊で果実の糖度などが計測されますが、消費者はそれをどれだけ有り難がっているかは疑問です。

この間行われた学会改革も組織改革にとどまっています、

学会の方向性は変わっていません。これを契機に農業機械学会も衣替えを断行してみてもよいでしょう。まず看板の農業機械学会の名称を変えたらどうでしょうか。例えば、生物生産工学会などはどうでしょうか。

このような本部学会の厳しい状況は、東北支部にとってはそれ以上に深刻であります。東北支部としてはどのような方向に進んで行くべきでしょうか。東北支部は本部学会に先立って改革を進めて行かなければならないでしょう。

そのひとつの方向としては、新しい細目・キーワードを取り込んで、21 世紀の趨勢に合わせてしまうことです。21 世紀は環境の世紀であり、環境が最も重要なパラダイムとなります。一方 21 世紀で最も発展が見込まれているのは生物分野であり、目下情報分野とともに世界的に熾烈な競争が始まっています。農業機械学は環境、生物、情報のいずれにも近距離にあり最もポテンシャルが高いのです。このような情勢から、農業機械学の名称も「生物生産機械学」と改め、農業を始めとする広範な生物生産加工や環境の向上および自然エネルギー生産、情報などの豊かで健康な 21 世紀社会の構築を目指した分野に広げていくのです。「生物生産農学」として提案することによって、21 世紀の主役を演じることも夢ではないでしょう。

例えば、次のようなことが考えられるでしょう。1) 生物体を対象とするロボット技術を発展させて、介護ロボットを開発する。2) バイオマスの水素燃料化により 21 世紀の自動車の動力である燃料電池の燃料を再生可能なバイオマスから生産する。3) 多くの生活習慣病の要因である活性酸素を抑える機能性食品の開発と加工。4) 生物体老化現象の解明と状態量化 (エントロピーなど) およびこれを利用した省エネルギー貯蔵法の開発。5) 生物体利用による環境浄化 等未開の新しい分野が広がっています。

このようなグローバルな研究開発の一方、従来の農業機械学を発展させて、一層の省エネルギー化や環境維持向上への適応性を高め、開発途上国での農業発展に貢献していく。これが 2 つ目の方向です。もちろん第 1 の方向も開発途上国に寄与するところが大きいですが、一見ローテクに見えるローカル技術から、21 世紀の環境技術を開発することも夢ではないでしょう。

東北の地から、身近に農業の場を持つ地の利を活かし、環境に依拠した生物生産農学を提案し、新しい学問分野と研究者の存在をアピールしていこうではありませんか。

農業機械学会東北支部は支部会員が新しい学問分野を構築し、高質な成果を生み出しうる場を提供していきたい。そのためにはまず、農業機械学会東北支部の現状を分析し、支部の改革を進めなくてはなりません。私の2年間の在任中に次のような支部の改革を行うつもりです。

(1) 支部報の改革 (閲読制度の廃止) : 支部報に閲読制度を導入したのは私が編集幹事のときです。閲読論文には必ず「閲読者コメント」と「著者回答」を付けて閲読論文であることを明記しました。支部報論文の評価を高めたいとの理由からでした。閲読制度は、当時は多くの会員から歓迎をもって迎えられ、内容も格段によくなったとの評価を受けました。一方閲読論文とすることで弊害も出てきました。閲読論文はオリジナル論文とみなされ、本部誌にも投稿できなくなってしまうことです。また、支部報投稿で勢力を使い果たして、本部報への投稿数意欲が減退してしまうようです。しかも、支部報論文は業績としては高い評価を得られない。地域誌で年1号だけの発行や印刷部数から当然の結果だったかも知れません。この結果多くの価値ある論文が、低い評価に甘んじて東北支部報のみで埋もれてしまったのです。これでは東北支部をアピールすることにも、支部の活性化にもつながりません。そこで平成13年3月常任幹事会において、次期支部長方針として閲読制度の廃止を発表したものの、ここではまだ積極的な支持が得られる状態ではありませんでした。その後メールによるディスカッションで閲読廃止に了解が得られたので、平成14年度から閲読制度を廃止します。今後はより情報誌的色彩を強めていくべきと考えます。なお、支部報はご覧のように今年度から、B5版からA4版に衣替えしました。

(2) 情報化の推進 : 少ない資源で有効な活動を行うにはインターネットの活用は必須です。ITの第一人者である広間達夫氏に情報担当幹事をお願いし、東北支部の情報化を推進することにしました。残念ながら東北支部はまだまだ遅れをとっていることは否めません。支部ホームページにしても、土屋支部長の挨拶が載った旧HPと混在したこと、新HPの更新が遅れたこと、そして他支部のHPに比べてアクセスの少ないことです。幹事や会員間のメーリングリストも機能を停止しています。HPの内容は、若手の会活動報告の掲載、賛助会員や研究機関とのリンクを張るなど、充実してきていますが、さらに改善発展させていかなければなりません。そのための必要な投資を惜しんではなりません。

(3) 役員の若返り化 : これは実際にはなかなか難しいことです。支部長からして、前太田支部長が3年前に就任したのは59才、私は61才ですから、むしろ老人化です。太田支部長が行った、役員任期を3年から2年に短縮し、支部長の再選を禁じたのは若返り化を促すものです。支部長経験者は原則的に、以後常任幹事以上の役職には就くべきではないと考えます。常任幹事にしても連続5期以上勤めるべきではないかも知れません。

(4) 若手の会への助成 : 東北支部若手の会の活動は全国的に知られて高く評価されているものです。特に支部大会前に実施されているセミナーで行われる勉強会や研究交流は、学生を含む若手研究者にとって支部大会に匹敵する意味を持っています。そこで若手の会のセミナーを支部大会の準行事にし、若手の会への、特に本セミナーへの活動助成を増額します。

(5) 会員 (特に本部会員) 数を増やすこと : 東北支部の本部会員数は69名 (関東支部396名、関西支部388名、北海道支部95名、九州支部92名) で、本部会員数が最も少ない支部です。このことは評議員数にも影響し、東北支部の地位を低めるものです。それ故、普通会员と本部会員を増やしていかなければなりません。そのためには農業機械学会および同東北支部が会員にとって魅力のある学会でなければなりません。そのための改革が必要です。

(6) 支部長選挙規定の改定 : 支部長は東北支部のみに限定された役員ではありません。本部の理事であり本部学会との連携を行う役職です。従来は支部長の選挙権および被選挙権は本部会員でない普通会员にもあったという不都合を無くして、選挙権および被選挙権とも本部会員である普通会员に限ることとしました。

(7) 支部表彰規定等の改定 : 東北支部には功績賞と奨励賞があります。この他に支部学術賞を平成14年度から設け、従来功績賞と奨励賞にまたがっていた学術的功績に対して顕彰する。功績賞としては、支部役員暦6年以上の普通会员に対して、停年1年前に表彰する。奨励賞としては、2年以上の本部会員を含む普通会员歴を有して、将来本部学会での活動が期待される会員の業績に対して表彰する。その他に、長年学会費の援助をいただいている賛助会員に特別賞あるいは感謝状を差し上げて感謝の意を表したいと考えます。

(8) Extension : 支部活動の成果は、学術論文、学会ホームページ、コンピュータを使ったインストラクション用CD、あるいは、出版活動を通じて普及を図ってきたい。特にデジタルメディアを使った広報活動が有効でしょう。

ニューラルネットワークを利用した車輪の走行性能の予測システム

広間達夫*・斎藤正幸*・太田義信*

Artificial Neural Network to Estimate the Tractive Performance
between a Wheel and Soil

ABSTRACT

The effect of the width of the wheel was analyzed using a three-dimensional finite element method. However, the calculation of the result for new width and slip condition required much time. Therefore, an artificial neural network model was developed. The model was trained using a set of data from the finite element calculation. The artificial neural network model facilitated the estimation of the interaction between a wheel and soil.

To study the effect of the width of a wheel on tractive performance, the width of the wheel was varied from 90mm to 175mm while holding the diameter at 451mm and the load at 1.09kN. The artificial neural network model demonstrated a good generalization of the relations between tractive performance and slippage. Furthermore, the model indicated that a wider wheel causes a decrease in contact normal stress, an increase in net traction and tractive efficiency, and also a decrease in slippage at the maximum tractive efficiency. Thus, it is effective to use a wider wheel not only to have a little effect on soil compaction but also to improve the tractive performance.

[Keywords] artificial neural network model, finite element method, tractive performance

1. 緒言

トラクタなどの農業機械の車輪と土との相互作用を高精度に解析する3次元有限要素解析¹⁾を行ってきた。しかし3次元有限要素法による計算は、多大な計算時間が必要であった。したがって、新しい走行条件や車輪幅の結果が必要になった場合には、3次元有限要素法による計算では、直ぐに結果を得ることが不可能である。

そこで、予め必要な有限要素計算を行い、計算が行われていない条件における走行性の予測システムを、ニューラルネットワークを用いて構築することを試みた。学習標本は3次元有限要素解析結果であるが、一度予測システムが構築されれば、有限要素解析を行う必要がなく、必要な条件の予測値が直ぐに得られる。また、ニューラルネットワークモデルを構築すると、車輪幅などのパラメータを変化させた場合の効果を簡単に調べることも可能になる。

2. 解析モデル

解析に用いた土モデルは、比較的含水比が多い日本の圃場の土の土を想定した、負荷時は粘弾性体の性質を持ち、除荷時は弾性体として振舞うモデルである。このモデルで、車輪下の土の負荷除荷過程における粘性挙動及び塑性挙動を近似することができる。本研究では、負荷時のモデルとして最も簡単な3要素固体モデルを採用し、除荷時のモデルとして弾性体モデルを採用した²⁾。図1に、土の負荷時のモデルと除荷時のモデルを示す。

さらに車輪と土の接触面において、相対すべりが生じている場合は、次のクーロンの式が成立していると仮定した。

$$\tau = c + \mu\sigma \quad (1)$$

ここで、 τ は接地部に作用する接線応力であり、

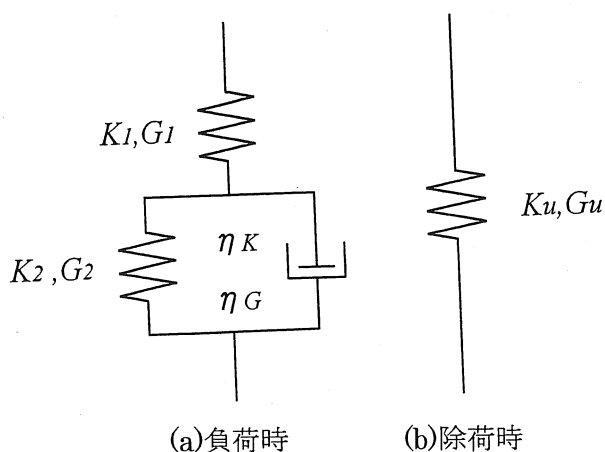


図1 土のモデル

表1 計算に用いた定数

K_1	0.438 (MPa)	G_1	0.255 (MPa)
K_2	0.160 (MPa)	G_2	0.093 (MPa)
η_K	88 (kPa.s)	η_G	51 (kPa.s)
K_u	2.28 (MPa)	G_u	1.33 (MPa)
c	9.3 (kPa)	μ	0.55 (-)

σ は法線応力である。また、 c は付着力であり μ は車輪と土の外部摩擦係数である。

計算に用いた土定数及び車輪と土の摩擦係数、付着係数を表1に示す。

3. ニューラルネットワークモデルの構築

ここで構築するニューラルネットワークモデルは、車輪幅と進行低下率を入力とし、推進力係数、けん引係数、走行抵抗係数及びけん引効率を出力とする階層型モデルである。なお、中間層の数とユニット数は予め与えることができないので、試行錯誤によって決定する必要があった。本研究の場合は、試行計算の結果、誤差（誤差関数の値を教師データ提示数で割った値）の値が、3万回の学習で一番小さかった、中間層が2層で、中間層のユニット数が各々8ユニットのモデルを採用した。

図2に、進行低下率の違いによるけん引係数の変化を示す。図で、□印、△印及び○印は、3次元有限要素法による計算結果を示し、実線がニューラルネットワークモデルを用いて予測した結果を示している。計算結果に多少のばらつきが見られ

るのは、3次元有限要素解析結果を実験結果と比較するために、実験において多少ばらつきがあった車輪の回転角速度を計算に用いているからである。図に見られるように、ニューラルネットワークモデルによる計算結果は、進行低下率の増加に伴うけん引係数の変化を良く近似できていることが分る。このことは、ニューラルネットワークモデルを非線形回帰モデルとして利用できることを示している。車輪幅が広くなると、けん引係数の値は大きくなり、また最大値に漸近する進行低下率が減少している。車輪幅125mmのけん引係数は、車輪幅90mmと175mmの中間の値をとっており、けん引係数は車輪幅の増加と共にほぼ比例して増加することが予想される。

図3は、進行低下率の違いによる走行抵抗係数の変化を示したものである。図に見られるように、

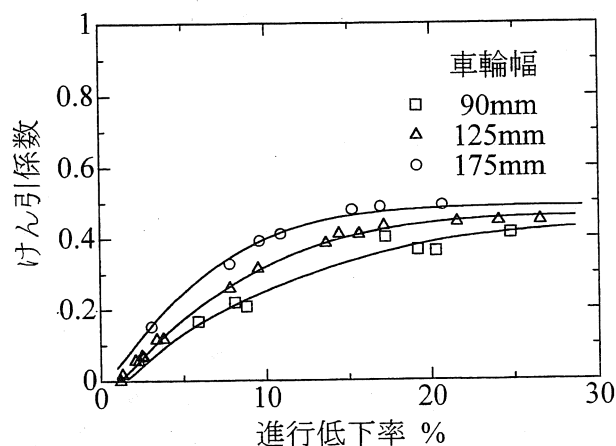


図2 進行低下率とけん引係数

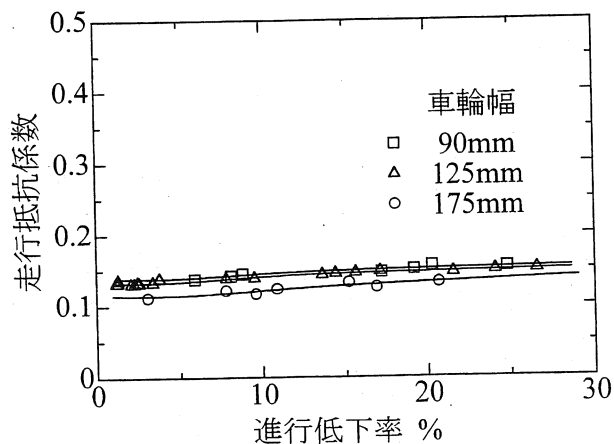


図3 進行低下率と走行抵抗係数

走行抵抗係数は進行低下率にあまり影響を受けないが車輪幅の影響を受ける事が分る。車輪幅の増加率を、125mm/90mm (= 1.39) と 175mm/125mm (=1.40) をほぼ同じくしたが、ニューラルネットワークモデルの予測値は、車輪幅が 90mm から 125mm に増加する場合よりも、車輪幅が 125mm から 175mm に増加する場合の方が、走行抵抗係数の減少率が大きいことを示している。すなわち、走行抵抗を減少させるという観点に立てば、車輪幅が広ければ広いほど、走行抵抗の減少には効果があると予想される。

図4は、進行低下率の違いによるけん引効率の変化を示したものである。この図から車輪幅が広くなるとけん引効率が向上し、また最大値に達する進行低下率も減少することがわかる。車輪幅の増加率に対するけん引効率の増加率は、車輪幅が 90mm から 125mm に増加する場合に比べて車輪幅が 125mm から 175mm に増加する場合の方が大きい。走行抵抗の減少割合は、車輪幅が 90mm から 125mm に増加する場合よりも、車輪幅が 125mm から 175mm に増加する場合の方が小さいので、その結果として、車輪幅が 125mm から 175mm に増加する場合の方がけん引効率の増加率が大きくなっていると考えられる。

4. 車輪幅の影響

前節では、ニューラルネットワークシステムが、3次元解析結果を学習して、計算されていない進行低下率における、走行性能を予測できることを

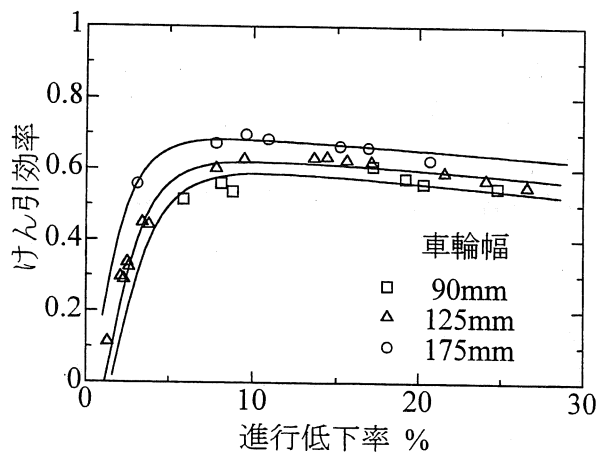


図4 進行低下率とけん引効率

示した。本節では、構築されたニューラルネットワークシステムをもとに車輪幅をパラメータとして調べた走行性能について検討する。

図5に、車輪幅の違いによるけん引係数の変化を示す。進行低下率 (s) が5%の場合には、けん引係数は車輪幅の増加に対してほぼ直線的に増加しているが、進行低下率が10%に増加すると車輪幅の増加に対する推進力係数の増加勾配が大きくなり、幅が広い車輪の方がけん引係数が大きくなっている。進行低下率が20%に達すると、幅が175mm以上の車輪で推進力係数は飽和している。推進力係数が全ての車輪幅で飽和したと考えられる進行低下率30%の場合でも、車輪幅が広い方がけん引係数は大きくなっている。しかし、車輪幅の増加に伴なけん引係数の増加率が減少することが示されており、このことは車輪幅を広くす

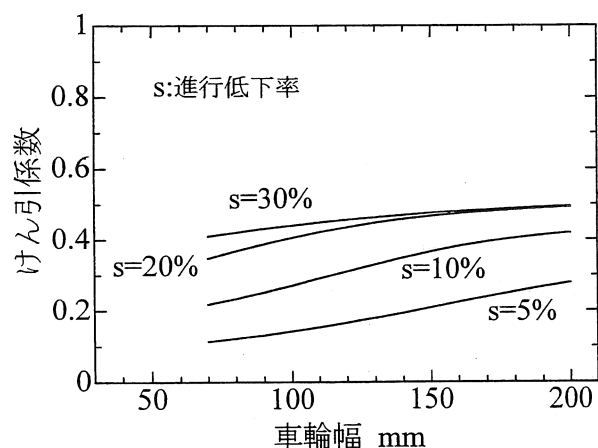


図5 車輪幅の違いによるけん引係数の変化

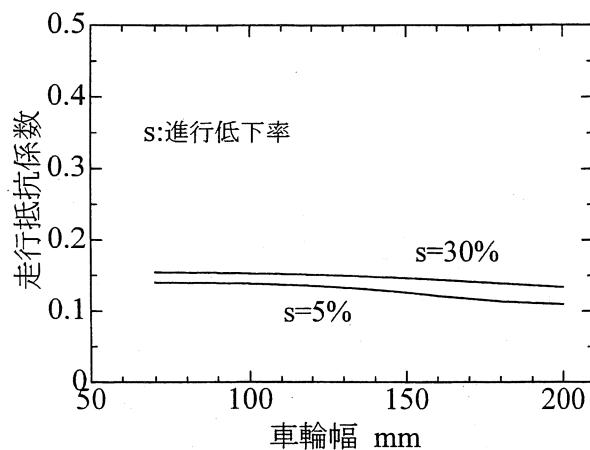


図6 車輪幅の違いによる走行抵抗係数の変化

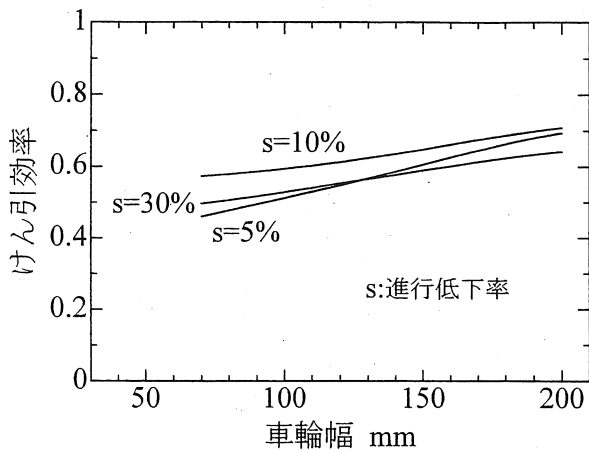


図7 車輪幅の違いによるけん引効率の変化

るにつれて車輪幅の増加に対するけん引力の増加効果が小さくなることを示唆している。

次に、車輪幅の違いによる走行抵抗係数の変化を図6に示す。計算した車輪幅90mmと175mmの間では、右下がりであり少し上に凸型の変化をしており、車輪幅が広くなると車輪幅の増加に対する走行抵抗係数の減少率が大きくなっている。進行低下率が5%場合は、進行低下率30%の場合よりこの傾向が大きく現れている。

最後に、車輪幅の違いによるけん引効率の変化を図7に示す。車輪幅が増加するとけん引効率が大きくなっているが、進行低下率が小さい5%の場合が車輪幅の増加率に対するけん引効率の増加率が高く、進行低下率が10%になるとけん引効率は増加するが、車輪幅の増加率に対するけん引効率の増加率が減少している。すなわち、幅が広い車輪ほど、低い進行低下率でけん引効率が大きくなることが示されている。進行低下率が30%まで増加すると、どの車輪幅でも進行低下率10%の場合に比べて、けん引効率が0.1程度減少している。

なお、車輪幅の増加率に対するけん引効率の増加率が高いのは、車輪幅が110mmから170mmの間であり、車輪幅が170mm以上になると、車輪幅の増加率に対するけん引効率の増加率が減少している。

車輪幅を広くすると、車輪重量が増加し、また旋回性能が低下して旋回に要するエネルギーも増加することが予想される。車輪幅の決定にはこれらの条件を加味して総合的に判断をする必要があ

るが、車輪幅の増加率に対するけん引係数やけん引効率の増加率が高い範囲で検討することが必要である。

5. 結言

車輪—土系の相互作用予測システムを、ニューラルネットワークモデルを用いて構築した。以下に結果をまとめる。

(2)有限要素法による解析では、計算条件での値が得られるのみで、全体の見通しが悪い場合が多い。ニューラルネットワークモデルを構築すると、車輪幅の走行性能に及ぼす影響など、全体の見通しが良くなる。

(3)車輪幅を広くすることは、けん引力やけん引効率を増加させる効果がある。

(4)さらに、車輪幅をパラメータとして調べた結果、車輪幅の増加率に対するけん引係数やけん引効率の増加率が高い、車輪幅の範囲が存在することが示された。

参考文献

- 1) 広間達夫, 及川 理, 片岡 崇, 太田義信, 一戸陽介: 有限要素法を用いた車輪走行解析の3次元解析, 農業機械学会東北支部報, 47, 1-6, 2000.
- 2) 広間達夫, 阿部孝志, 片岡 崇, 太田義信: 有限要素法による車輪の走行性能の解析 (第1報), 農業機械学誌, 61(1), 115-121, 1999.
- 3) 日本機械学会編: 工学問題を解決する適応化・知能化・最適化法, 技報堂出版, 1996.

[読者コメント]既報 (農機誌 61(1)第2報(タイヤ幅 125mm))の図5, 図6と本報の図2, 図3の違いを教えてください。

[著者回答]既報の図5及び図6は実験結果と比較した図であるのに対し、本報の図2及び図4は計算結果とニューラルネットワークモデルを用いて近似した曲線を比較した図である。なお、2次元解析の場合、車輪下の土の車輪後方への移動が大きく接地長が増えるのでけん引力が過大に計算される傾向があるが、3次元解析の場合はこのような不備が生じていない。

GPS を使用した地形測量

高野 剛*・本橋 罔司*・田中 勝千*

The topographic survey which used GPS Receivers

Takesih TAKANO*, Kuniji MOTOHASHI*, Katsuyuki TANAKA*

Abstract

It used Total Station and GPS receiver (0.20 m of precision) and it measured in the farm field of about 2.9 ha, about 10 m of ups and downs differences. The measure took Total Station for 40hours. However, it was possible to measure by GPS within 4 hours. When demanding a height error at 1209, it was an average of 0.06 m, a maximum of 0.32 m. 80% of the point of measurement was within 0.10 m of errors. It confirmed the thing that the general condition of the hilly land can be taken by the measure of GPS.

[Keywords] GPS, topography, Precision Agriculture, automatic running

I. はじめに

近年、食料自給率の向上を目的とした、傾斜地での牧草管理収穫作業機械が開発されている¹⁾。また持続的かつ環境に配慮した精密農業(Precision Agriculture)が展開²⁾されると考えられる傾斜地での精密な飼料作物の管理や、効率的で安全な管理収穫作業を目指したトラクタおよび、作業業の自動走行制御³⁾を行うためには、地形の情報が必要不可欠と考えた。しかし、広大で傾斜を有する土地での人手による測量は、多大な時間と労力が費やされる。そこで近年、交通、農業、測量⁴⁾などの多方面で使用されているGPS受信機を用いて、地形測量の試験を行い、従来の人手による測量方法と精度、時間等を比較して本方式による測量方法の可能性について検討した。

II. 試験方法

1. 測定区設定と人手による縦断測量方法。

本試験は、北里大学付属農場1区(デントコーン収穫と牧草3番草刈り後)約2.9ha(東西x方向150m×南北y方向190m)を測定区とした。また人手による測量には、自動追尾型光波測距測角儀(トプコン社 AP-L1A, 以下 光波)を用いた。本測量器は、本体よりレーザー光で走査しながら全方位型反射プリズムを自動で追尾し、反射プリズムを持った測定者に現在位置を示して、測定位置に誘導し、3次元位置測定が行えるものである。そのため、1人で測量作業を行うことができる。光波とGPSによる測定値を比較するために、西→東(x)方向5m間隔に縦断測量用の北→南(y)方向へのラインを設定した。そして、そのラインを西(x=0)から東へ順に、0, 1, 2...30の番号に設定し、各ラインを光波で5m間隔(合計1209点)の縦断測量を人力で行った(図1)。

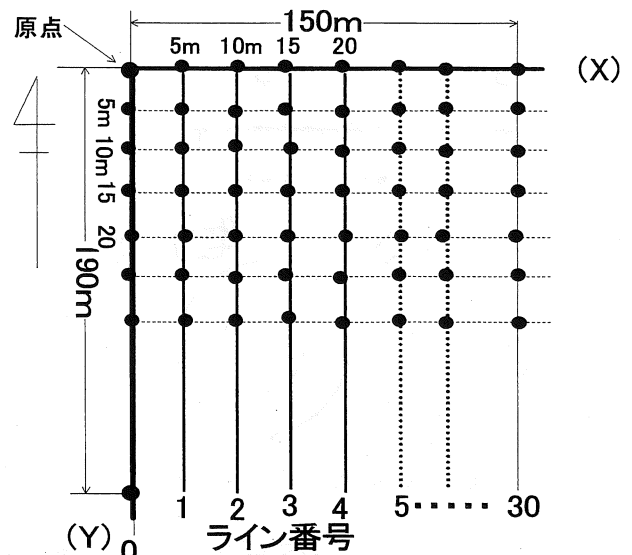


図1 測定区設定と縦断ライン番号

2. GPSによる測量システム

供試GPS受信機は、NOVATEL社製 RT20E(平面2次元位置精度 0.20m)を用いた。供試受信機は、移動しながらの3次元の測位が可能であるので、本試験ではトラクタ(MF185, 55kW)に搭載(移動局用GPS受信機)して測定することとした。また、計測精度を考慮して、測定区付近に基地局用GPS受信機を設置し、無線モデム(YAESU YRM211T(T R))にて随時補正情報受信して測位を行うDGPS方式で3次元位置(緯度、経度、高度)を得るようにした。移動局GPSアンテナ取り付け図とシステム概要図をそれぞれ図2, 図3に示した。GPSによる3次元測量データは、トラクタに搭載したパソコン(NECPC9821NA12 Pentium 130MHz)により、4Hz

*北里大学獣医畜産学部

で取得できるようにした。

3.GPSによる高さの変動

GPSは、衛星の配置状況等の影響により、測位精度が変動する。特に、高さの測位精度は、平面2次元の位置情報と比較して相対的に悪く、特に時間変動が大きいとされている。本方式による地形測量の精度は、高さの測位精度の変動に大きく左右されるため、あらかじめGPSによる高さの測位の時間変動を把握し、変動による誤差を最小限に抑えるための測定時間や方法を考慮する必要がある。そこでGPS高さの定点測定を行った。DGPSによる測定を開始した60分後から5分、10分、20分間の高さの変動値の推移の結果を図4に示した。各計測時間内の最大変動幅は、0.07m(5分)、0.08m(10分)、0.139m(20分)であった。以上の結果から、供試GPS受信機で連続して高さを計測する場合の計測は、なるべく短時間(10分以内)で行って、相対値で求める方法が適切であると考えられた。

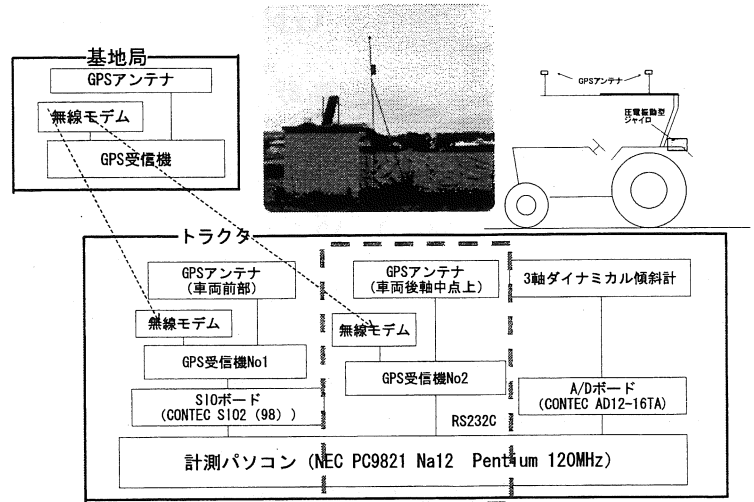


図2 GPS測量計測システム図

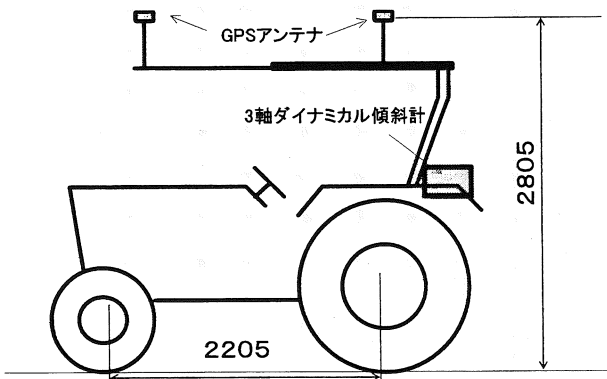


図3 GPSアンテナ取り付け図

4.GPSによる測量

前述した理由により、GPSによる測量は1回の5分程度にし、任意に設定した基準位置からの相対位置情報により、3次元の位置を計測する方法で行った(図5)。まず原点(x=0, y=0)を基準とした縦断測量用ラインの各スタート点(y=0)の高低差を計測するために、x軸上を東方向へトラクタを走行させてデータを取得した。次にライン番号0を南(y軸)方向に沿って走行しながら計測を行い190m地点で計測を終了した。次のライン番号(ライン番号1)のスタート位置に戻り、再び走行しながらの計測を行う手順をライン番号30まで繰り返し行った。トラクタの走行速度は約0.9m/sで、1ラインの計測に要する時間は4分程度であった。測定区は10mの起伏を有する地形のため、オペレータは目標物を目視した

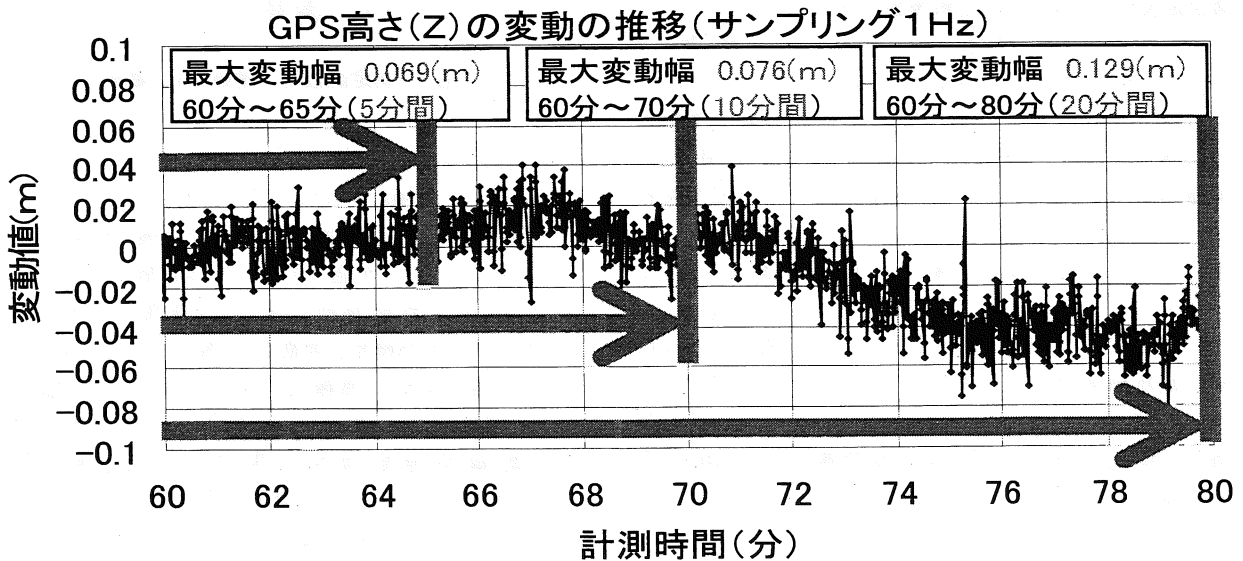


図4 GPS高さ計測値の変動の推移(定点観測)

がらの走行を行えないため、各ラインの走行開始位置へと走行方向の誘導は、トラクタに搭載したパソコンのディスプレイ上に表示させた目標ラインと車両の方位角および、現在の走行軌跡を目安に走行するようにした。ほぼ、目標ラインの±0.5m幅以内で走行することができた。走行軌跡はオペレータの視認性を考慮し、リアルタイムにGPS座標系から測定区の座標系位置に変換して表示するようにした。本計測とオペレータ誘導プログラムはC言語(Turbo-C Borland)で作成した。

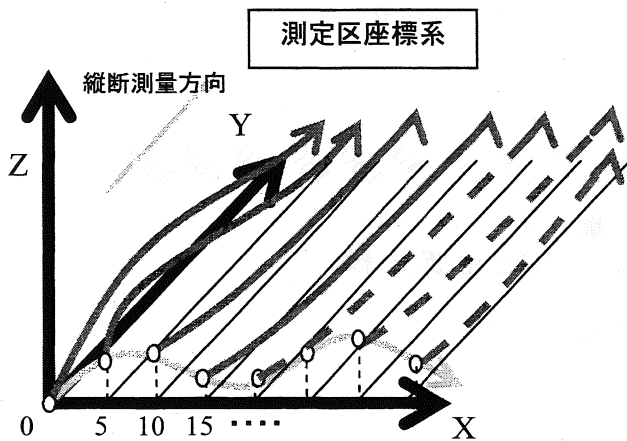


図5 GPSによる相対位置計測法

III. 結果と考察

GPSによる計測値は、前述した計測方法により、y方向は約0.2m毎の連続的に計測したデータとなる一方、x方向は約5

m間隔のデータとなる。光波計測値の5m間隔の格子データと比較するため、GPS各5m間隔の格子データは、その格子点付近のy方向とx方向の測定データから内挿によって推定した。

1. 縦断測量結果

ライン番号0と7の縦断測量結果(光波, GPS併記)をそれぞれ図6, 7に示した。ライン番号0の縦断面は、進行距離120m付近まで高さ3.5m以上に凸、それから約0.8m下に凸の形状をしている。一方、ライン番号7番も120m付近までは同様で、それから約2m下に凸の形状である。光波とGPSの両者の縦断面図を比較すると、ライン番号0は、ほぼ光波と同様な形状を示し、平均と最大誤差(絶対値)は0.04mと0.11mであった。また、ライン番号7番は進行距離0m時点で約+0.2mの誤差があり、そのまま多少増減しながら推移する結果となった。平均と最大誤差は、それぞれ0.19mと0.32mであった。ライン7番で示されているように、スタート地点から数十cm誤差があつてそのまま推移する場合、各ラインスタート点の基準点からの相対高さの計測(x軸上走行計測)誤差の影響であると考えられる。原因は、その地点付近でGPS受信機の計測精度の悪化やトラクタ傾斜に伴うGPSアンテナ高さの計測誤差が考えられた。また、ライン0やその他の部分での若干の誤差は、上述の原因に加えて、GPSによる格子点データの推定は単純な内挿で求めたので、格子点付近での少数の測定データ点しか存在しない場合(y方向0.2m毎のデータに対して、x方向は約5m毎のデータ)、光波による実測値に対して精度の低い値の推定となつてしまったことが考えられる。光波を基準としたGPSの1209点の格子点の高さの誤差(絶対値)を求めた。結果を図8に示した。誤差約0.32mが数点あるが、

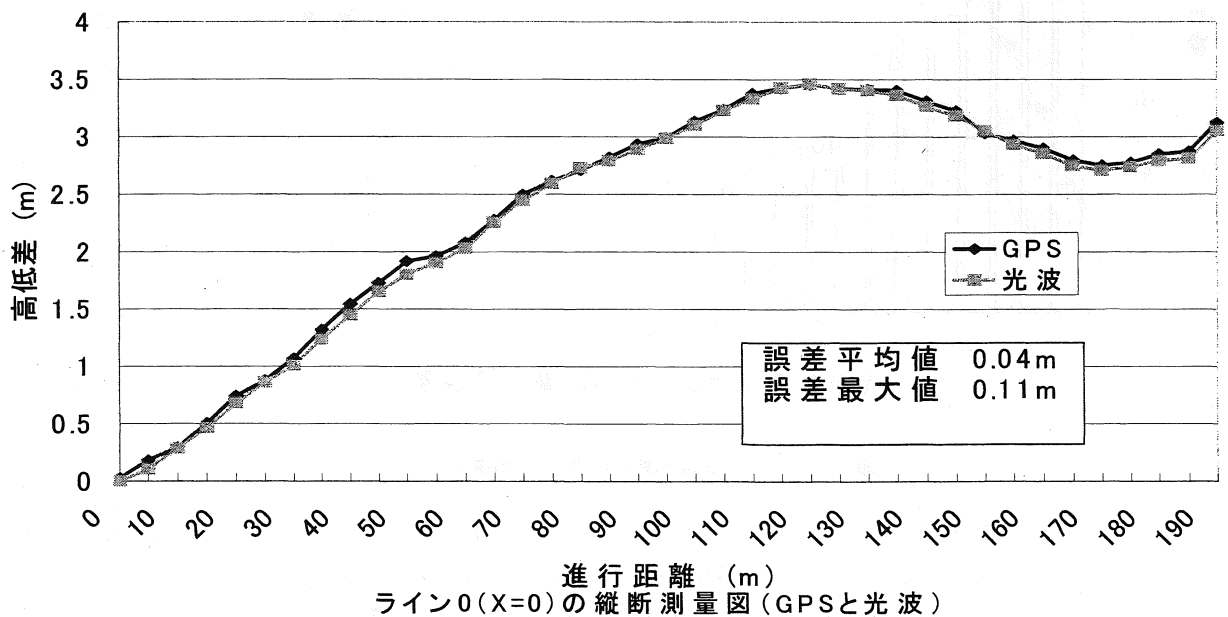
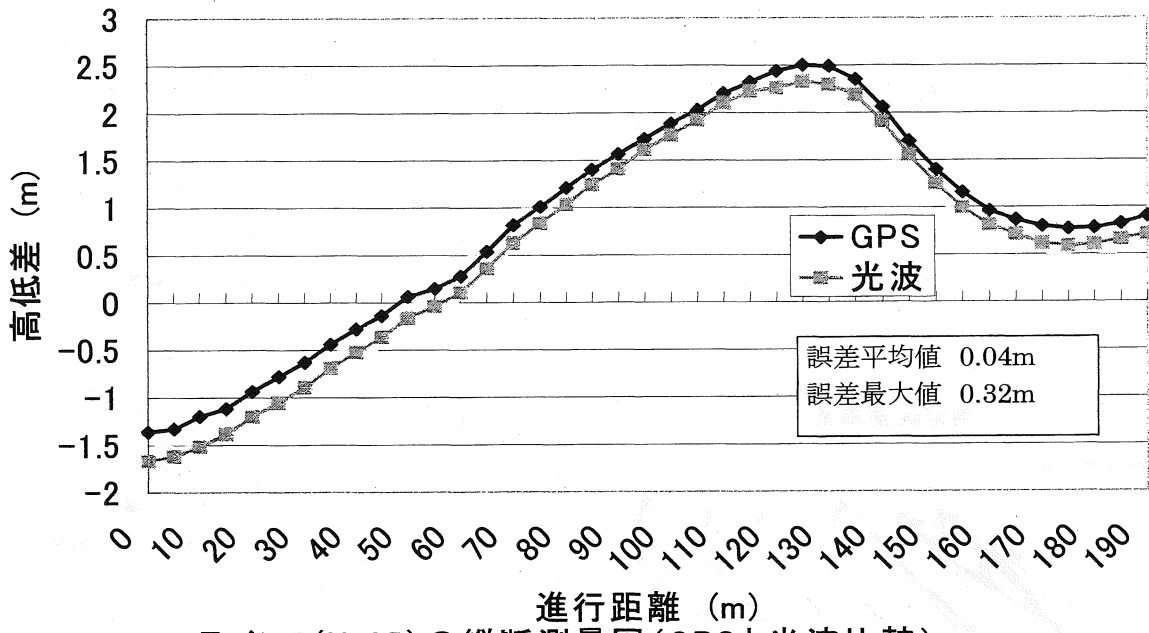


図6 GPSと光波による縦断面図(ライン0)



ライン7(X=35)の縦断測量図(GPSと光波比較)

図7 GPSと光波による縦断面図(ライン7)

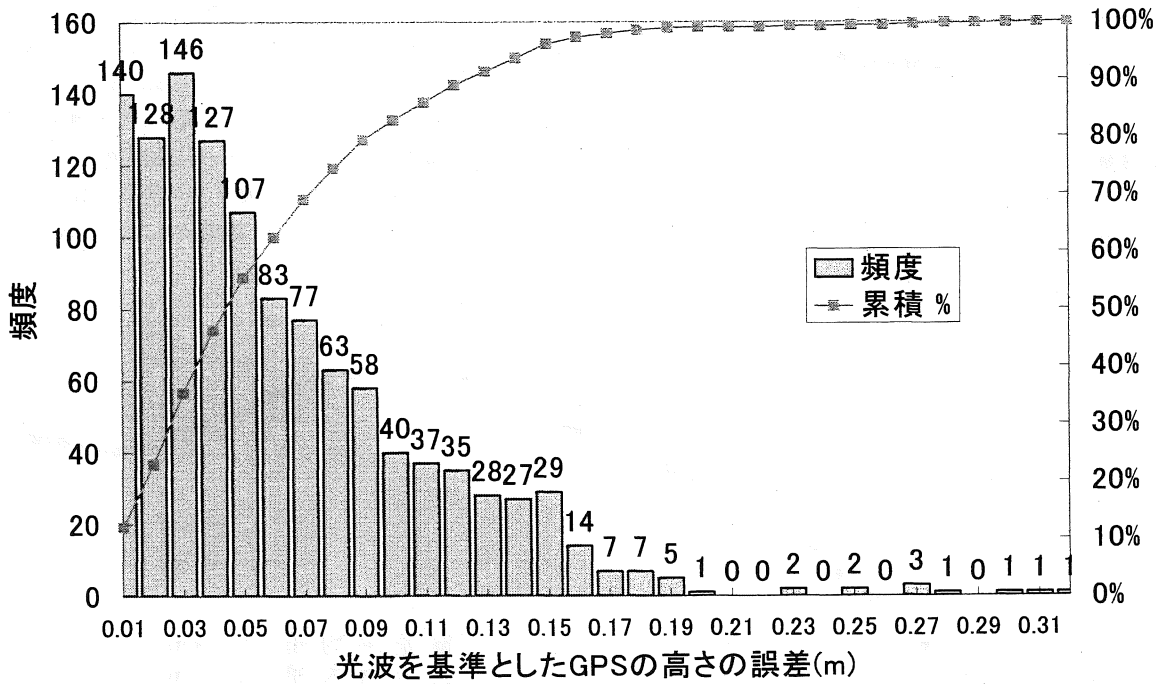


図8 GPSによる高さ測定の誤差の頻度分布

全データの50%が0.05m, 80%で0.09m, 90%で0.12m以内の誤差で計測することが示された。0.15m以上の誤差は全計測データの5%以内であった。以上の縦断測量の誤差頻度

分布の結果を考慮すると、本供試 GPS 受信機では、数cmの高低差の精密測定は無理であるが、数m以上の高低差の圃場の形状(傾斜)の概況を把握することが可能であることが考

えられた。

2.等高線地図作成結果

光波とGPSによる格子データから、表計算ソフト「Excel」(マイクロソフト社)を用いて、1m間隔の等高線地図を作成した。光波、GPSの結果をそれぞれ図9、10に示した。両者の結果を比較すると、光波、GPSとも一部を除いてほぼ同様な形状の地図になった。また、0.5m間隔の等高線図も一部形状が変わっているところがあったが同様な結果を得ることができた。以上の結果から、GPSによる本方式の測量でも、光波と同様に圃場の概況を把握することが可能であると考えられた。

3.光波とGPSによる測量時間の比較

測量に要した時間は、光波は40時間、GPSは4時間で、1/10程度の時間で行うことができ、省力的に圃場の概況を捉えることができた。またGPSは雨天のような天候でも測量可能である。ただし、供試GPS受信機の性能上、高低差0.3m程度の圃場での等高線を作成することは困難であるが、数mの高低差を有する傾斜圃場で適用可能であると考えられた。

IV.今後の展望

GPSによる測定時間は4時間、最大誤差は0.32mであったが、今後は、車体傾斜に伴うGPSアンテナ高さ計測誤差の補正、GPS受信機の精度の時間変動を考慮した走行方法、格

子データの推定法の検討を行い、精度向上と測量時間の短縮化を図る必要がある。また、本試験では、コンピュータ等を搭載したトラクタを使用した。今後は、計測システムをユニット化して、無線伝送によるリモート計測を行えるようにし、汎用のトラクタや作業機での通常の収穫、管理作業走行中でも測量を行えるようにする予定である。将来は、測量した3次元データから各地点の圃場表面積を求めて、精密な施肥作業を行うことや、各地点の傾斜度を算出して、傾斜地での自律走行の制御データや、作業走行の安全化に役に立つように応用していきたい。

V.まとめ

約2.9ha、高低差約10mの測定区の測量を人手による光波測距測角儀と精度0.20mのGPS受信機を使用して行った結果、光波の40時間に対して、GPSは4時間で行うことができた。また1209点での高さの誤差を求めたところ、平均0.06m、最大0.32mで、計測点の80%は誤差0.10m以内で測量することができ、供試GPS受信機で傾斜地の概況を捉えることが可能であることを確認した。

謝辞

本試験は、畜産土木工学科17回生 中村俊一君、高橋良和君、深山正城君、18回生 佐藤晃一君、佐藤康治君、林菊乃さん、望月佐友理さんらに課題研究として取り組み、ご協力

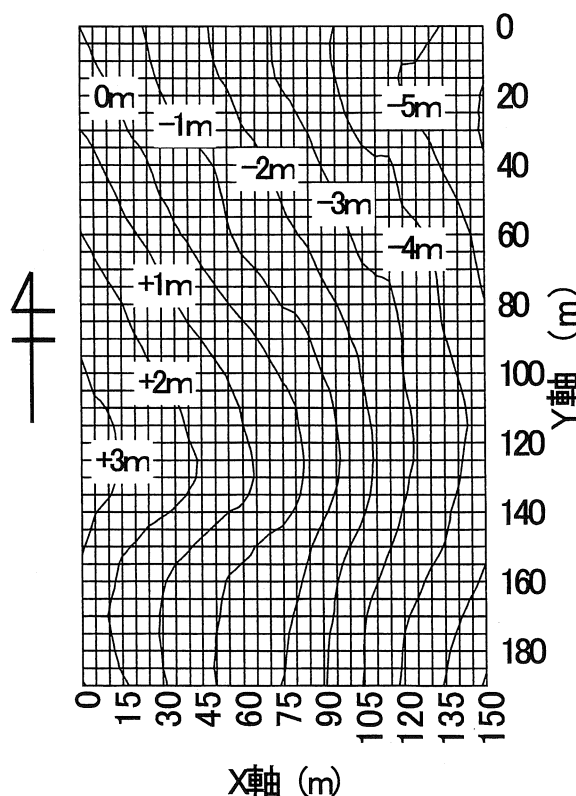


図9 光波儀による等高線図

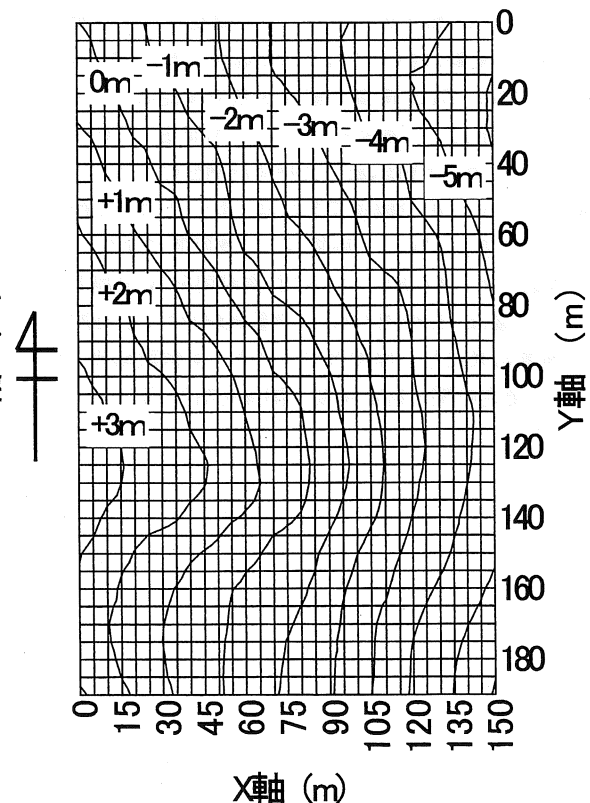


図10 GPSによる等高線図

をいただいた。ここに感謝の意を表します。

また本研究の一部は文部省科学研究費補助金基盤研究(c)(2)10660245の補助金を受けた。記して謝意と表します。

参考文献

- 1) 岸田 義典, 農機新聞, 新農林社, 第 2866 号 p4, 第 2867 号 p7, 2000
- 2) 田中勝千, 本橋 罔司, 高野剛: 草地におけるプリシジョンファーミング(第 3 報), 農業機械学会東北支部報, No47, p39-42, 2000
- 3) 鳥巢諒, 沈海, 武田純一: NN 車両モデルによるトラクタ斜面走行制御, 農業機械学会 第 60 回大会講演要旨 p 219-220
- 4) 本多潔, ディネシュ・マナンダ, 村井俊治: リアルタイムキネマテックDGPSを用いた縦断面水準測量の精度検証, 社団法人日本測量協会 月刊測量4月号 p28-31, 1999

【読者コメント】

GPS による測量は短時間で行うと高さの測定値の変動幅が少ないと述べられていますが, 短時間の測定でも, 図4の 70 分から75分の間で大きな変動が見られます。測定する時間の目安がありますか。

【著者コメント】

御指摘のように, 計測時間 70 分から5分間程度の短時間の測定でも, 高さの変動は約 0.11mになる場合があります。高さの時間的な変動は, GPS 衛星の配置状態や捕捉数に左右され, 5分以内でも前述した場合や5分以上でも安定して計測できる場合もありました。予備試験で長時間計測を行ったところ, どの時間帯でも 5~10 分程度であれば, ほとんど 0.1m程度の変動でありました。しかし, 1 時間以上の長時間になると 0.2 m以上の変動のケースもあり, 今回は計測時間を 5 分程度で行いました。今後は, 長時間の GPS 測量試験を行い, 時間的な変動が測量結果にどの程度及ぼすのか, 本試験結果と比較検討して, 測定時間と測定精度の関係を明らかにしたいと考えております。

草地におけるプリシジョンファーミング(第4報)

— 3個の超音波式変位センサを用いた牧草収量分布の推定 —

田中勝千*・本橋紈司*・高野 剛*

Precision Farming of Grassland(IV)

— Estimation of Grass Yield Distribution Using Three Ultra Sonic Wave Sensors —

Katsuyuki TANAKA*, Kuniji MOTOHASHI*, Takeshi TAKANO*

[Keywords] ultra sonic wave, grassland, yield map, plant height, precision farming

I. はじめに

稲作をはじめとして作物の収量マップを把握し、その後の管理に活用しようとする取り組みがなされている¹⁾。著者らは採草地を対象として、簡易な方式による収量マップの作成を試み、昨年度より超音波式変位センサ(以下、超音波センサ)の利用を検討してきた。前報²⁾では、ウインドロー(平均刈り幅1.5m)2m毎の平均草高と乾物収量との関係を求め、刈取り時に得られた草高データから収量マップを推定し、実際の収量マップと比較検討した。その結果、推定した収量マップでは、収量の多い部分や逆に少ない部分の視覚化が困難であった。そこで、本報では超音波式変位センサの数を2個から3個に増やして昨年と同様の実験を行い、その効果について検討を加えた。

II. 実験方法

1. 超音波センサによる草高計測

イタリアンライグラスを主体とする本学付属農場採草地に、4つの試験区を設けた。刈り幅1.55mのフロントドラムモアを装着した傾斜地用のトラクタ(AEBI TT33)供試し、後車軸の右手側方、高さ1.30mの位置に超音波センサ取付け台を設けた。右後車輪の側面より1.30m, 1.00m, および0.70mの位置に超音波センサ(KEYENCE UD-320)を取り付け、それぞれセンサA, センサC, およびセンサBとした。各センサは今刈り取っている牧草の、次に刈取られる牧草の草高を順次計測することになる。2001年5月下旬に1番草を速度約1m/sで刈り取った。平均刈り幅は1.5mであった。牧草刈取り時に、サンプリング周期0.05sで草高データを取得し、AD変換器

(CONTEC AD12/16TA)を介してラップトップパソコン(EPSON PC286-LST)に入力・保存した。センサ取付台が横方向にオーバーハングしている都合上、刈取り走行時の車体のローリング運動によって生じる計測誤差は、トラクタ車体から遠い位置にあるセンサAの方が、センサBより大きくなる可能性があった。そこで、刈取り後に、牧草を排除して走行試験を行い、各センサの検出高さの変動を調べた。供試した圃場では、5cm程度の瞬間的な変動が数度見られたが、ウインドロー2m毎に平均しているのでその影響は無視して良い程度であった。図1に実験風景を示した。

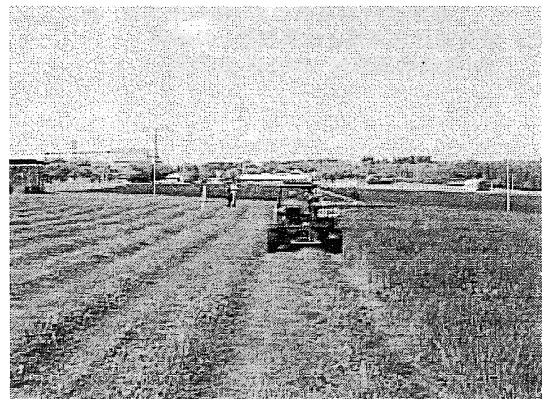


図1 実験風景

2. 収量マップの作成

試験区内の牧草を刈取り後、1.5m×2.0mを小区として、小区毎の生草質量を電子質量計(AIKO 9500)で秤量した。また、ウンドロー2列毎に少量の牧草を持ち帰り水分を求めてこれを平均水分とした。平均水分を基準にして、生草質量を各小区毎の乾物収量

(t/10a)に換算し、市販の表計算ソフト (Microsoft Excel2000) を用いて収量マップを作成した。

III. 結果と考察

1. 超音波計測草高と牧草収量との関係

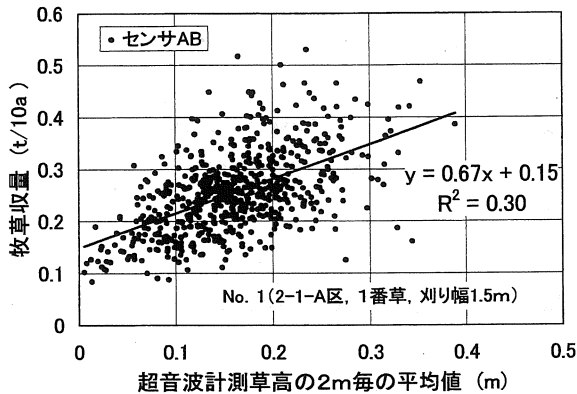


図2 超音波計測草高と牧草収量との関係 (附属農場採草地 2001.05.28刈取り)

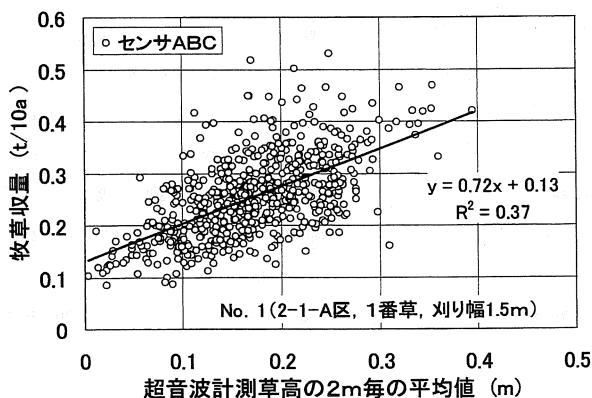


図3 超音波計測草高と牧草収量との関係 (附属農場採草地 2001.05.28刈取り)

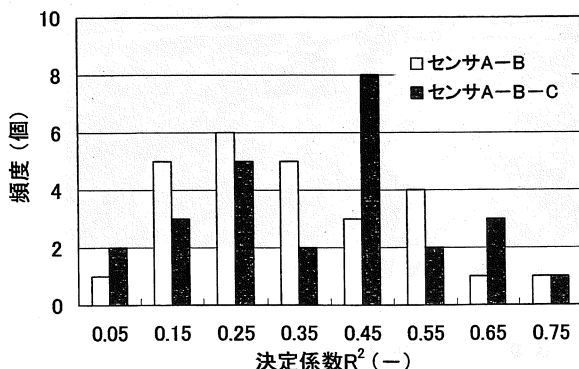


図4 ウインドロー毎に求めた決定係数R²の頻度分布

図2、図3に、試験区 No.1 の超音波計測草高と牧草収量との関係を示す。両図は1番草を対象とした場合の結果で、横軸は超音波計測による2m毎の平均草

高を、縦軸は牧草収量 (乾物収量) を表している。実線の直線は回帰線である。回帰の精度を示す決定係数 (R²) を見ると、図2の超音波センサが2個の場合 (センサA-B) の0.30に比べて、図3の3個の場合 (センサA-B-C) の方が0.37と大きく、センサを増やすことによって20%以上精度を高めることができた。図4に、No.1の試験区について25列のウインドロー毎に求めた決定係数の頻度分布図を示す。図の横軸は決定係数を、縦軸は頻度を表している。超音波センサが2個の場合に頻度がもっとも高いときの級間値は0.25であるのに対して、3個の場合には級間値が0.45であった。また、決定係数が0.45以上の頻度を比較すると、3個のセンサの方が頻度が高い傾向にある。他の試験区についても同様であった。図4から、センサを増やした効果は読みとれるが、それでもウインドローによってかなりばらつきがある。したがって、推定精度を高めるためにセンサをさらに増やすことが一つの方法であることは間違いない。また、収量のセミバリエーション解析によって適切なサンプリング面積を採用してばらつきを抑えることが2番目の方策である。さらに、サンプリング周波数を高めてデータ数を増やすことも検討に値すると考える。

表1に、センサの組み合わせによる決定係数の比較を示す。センサを3個使ったので組み合わせは3通りある。これらと、3個のセンサを用いた結果と比較したところ、3個のセンサを用いた場合は、試験区 No.2 を除いて、No.1と同様にNo.3とNo.4では最も決定係数が大きく、全体としてもセンサを3個に増やすことの効果があると判断した。各センサの組み合わせでは、特定の組み合わせが決定係数が高いということはなかった。このことからセンサの個数を増やすことは意味があると思われる。

表1 センサの組み合わせによる決定係数 (R²) の比較 (1番草, 刈取り日 2001.05.28-29)

試験区番号 (長辺×短辺)	センサの 組み合わせ	決定係数* R ²	回帰係数*		データ数
			a	b	
No. 1 (50m×39m)	A-B-C	0.37	0.72	0.13	625
	A-B	0.30	0.67	0.15	
	A-C	0.37	0.62	0.14	
	B-C	0.35	0.67	0.14	
No. 2 (50m×23m)	A-B-C	0.17	0.78	0.16	325
	A-B	0.15	0.80	0.16	
	A-C	0.11	0.55	0.18	
	B-C	0.18	0.78	0.16	
No. 3 (50m×12m)	A-B-C	0.32	0.95	0.13	225
	A-B	0.26	0.86	0.15	
	A-C	0.30	0.80	0.13	
	B-C	0.31	0.89	0.15	
No. 4 (50m×39m)	A-B-C	0.18	0.72	0.13	625
	A-B	0.13	0.60	0.17	
	A-C	0.17	0.63	0.14	
	B-C	0.14	0.61	0.17	

*: 回帰式 y = ax + b

2. 超音波計測による収量分布の推定

図5に、試験地 No.1 の収量マップを示す。図は東西方向を x 軸、南北方向を y 軸としていて、面積は約 20a（長辺 50m×短辺 39m）である。収量の階級幅は 0.1 t/10a とした。今年は、春先の雨が少なく、乾物収量の最大値は 0.60 t/10a を下回った。図から、最大値の 1/3 以下の収量を示した部分が、中央部と

東部に広がっていることが分かる。図6、図7に推定した収量マップを示す。図5の中央部で南北方向に分布した低収量部分は判別できるが、東部で南北方向に広がる低収量部は認識されていない。とくに、2個のセンサで推定した図6では、x軸32m、y軸27m付近に階級値 0.35 t/10a の収量が分布しているとしているが、実測値では2階級下の 0.15 t/10a となっていて、明らかに誤った推定となった。3個のセンサで推定した図7ではこの部分の誤認識はみられず、センサ数を増やしたことがマップの上でも効果があったと考えている。

次に、図5と図7について収量の階級幅を 0.075 t/10a に変えた場合の収量マップ図8と図9を示す。図9をみると、図7ではほとんど推定できなかった東部で南北方向に広がる低収量部分についても、推定される面積が多くなっている。また、両図では分かり難いが、収量マップは 0.23 t/10a 以下、0.23～0.30 t/10a、0.30～0.45 t/10a の3段階に大まかに判断できる。したがって、階級幅を適切に変えることによって収量の多少を収量マップ上で広がりを持った空間として推定できると考える。

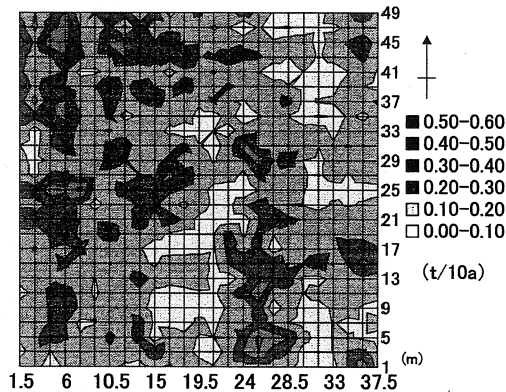


図5 収量マップ(実測値)
(2-1-A区, 1番草)

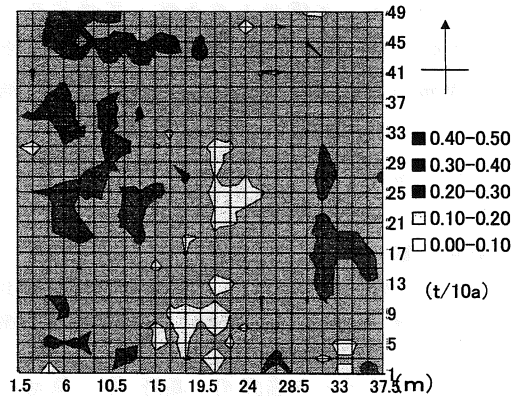


図6 収量マップ(推定値, センサA-B)
(2-1-A区, 1番草, 2001.05.28)

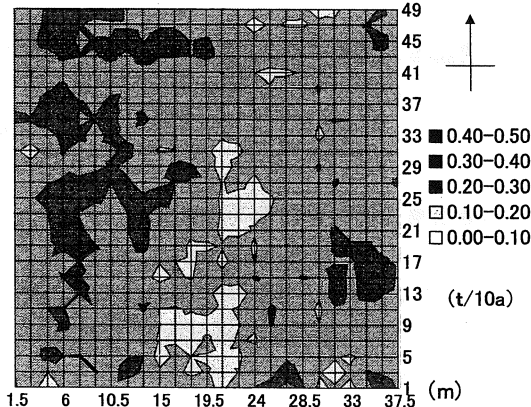


図7 収量マップ(推定値, センサA-B-C)
(2-1-A区, 1番草, 2001.05.28)

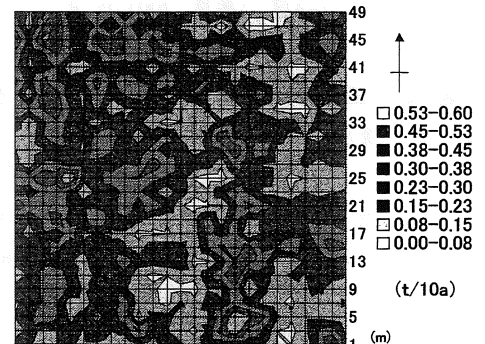


図8 収量マップ(実測値)
(2-1-A区, 1番草, 2001.05.28)

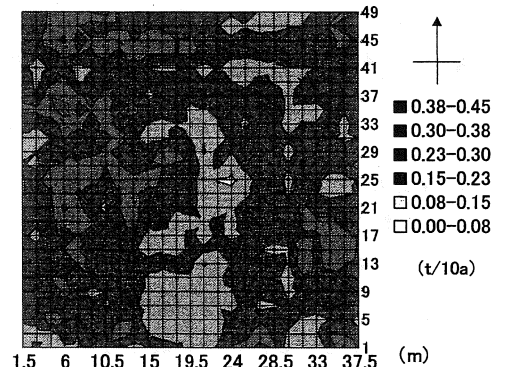


図9 収量マップ(推定値, センサA-B-C)
(2-1-A区, 1番草, 2001.05.28)

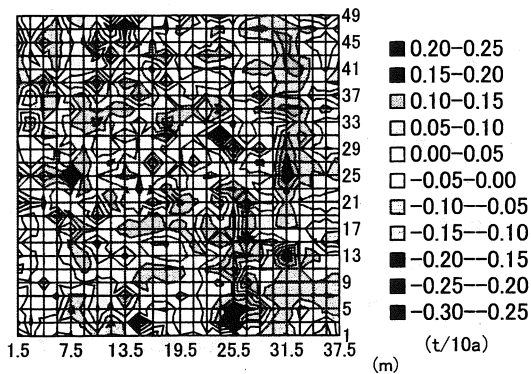


図10 誤差マップ(センサAB-実測値)
(2-1-A区, 1番草, 2001.05.28)

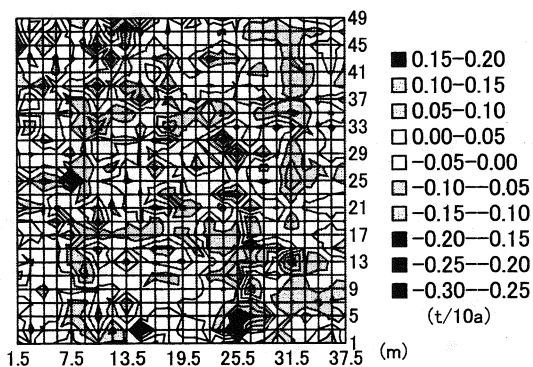


図11 誤差マップ(センサABC-実測値)
(2-1-A区, 1番草, 2001.05.28)

図10と図11に誤差のマップを示した。誤差の絶対値が同じ場合、凡例を同じにした。凡例では、階級幅を0.05としているが、凡例自体は階級幅0.10毎に区別した。例えば、誤差が ± 0.05 t/10aの場合は白色で示されている。両図から、 ± 0.05 t/10a以内の誤差が半分以上を占めること、また、誤差の大部分は ± 0.10 t/10a以内であることが分かる。さらに、センサ数が3個の場合の方が、 ± 0.20 t/10a以上の誤差が少ないことも視覚的に確認できる。しかし、誤差の絶対値とその標準偏差は、図10の場合 0.50 ± 0.040 、図11の場合 0.47 ± 0.038 となり、センサ数の違いによる統計学的な有意差はみられなかった。

IV. まとめ

昨年度に引き続き、超音波センサを用いて牧草の刈取り時に草高を計測することによって、牧草収量分布を推定することを試みた。本年度は、センサ数を2個から3個に増やし、センサ数を増やすことの効果を検討した。その結果、

- (1) 超音波センサの数を2個から3個に増やすことによって、計測草高から牧草収量を推定できる精

度が向上することが示された(図4, 表1参照)。

- (2) 超音波計測草高から推定した収量マップと実際の収量マップを比較した結果、階級幅を適切に定めることによって、収量の多少を収量マップ上で広がりを持った空間として推定できると思われた。今回の例では、3段階程度に牧草収量を認識できた(図8, 図9参照)。
- (3) センサ数に関わらず、推定値と実測値との差(誤差)は、ほとんどが ± 0.10 t/10aであった。また、センサ数の違いによって生じる誤差に統計学的な差は見出せなかった。

今後、収量のセミバリエーション解析を進めて、適切なサンプリング面積を採用した収量マップ作成に取り組みたい。また、センサを増やせば収量マップの推定精度が高まることを示したが、現段階では刈取り時の走行速度は1.0m/sである。そのため、実作業の走行速度まで適応範囲を拡大するための課題が解決されなければならない。

謝辞

本実験は岩手大学農学部農林環境科学科リサイクル生物生産工学講座生産基盤工学研究室のご厚意により執り行った。また、本研究の一部は文部省科学研究費補助金基盤研究(C)(2)10660245の補助金を受けると共に、研究室の専攻生には課題研究のテーマとしてご協力いただいた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 李忠根・矢内純太・下久保敏和・飯田訓久・梅田幹雄・小崎隆・松井勤：水田における圃場マップの作成，農機誌，63(5)，45～52，2001
- 2) 田中勝千・本橋罔司・高野剛：草地におけるプリシジョンファーミング(第3報)，農機東北誌，47，39-42，2000

【読者コメント】 草高検出センサを増やせば検出精度が更には増えると思われませんが、何個ぐらいまでの増設を考えておられますか。また、増設する際の問題点としてどのようなことが考えられますか。

【著者解答】 超音波センサによってカバーできる面積割合が大きい方が、推定精度を高めることができます。牧草の草高とセンサの特性から、一つの超音波センサが検出できる面積の直径は約10cmです。仮に、1.5mの刈幅であれば、15個配置できます。しかし、市販のセンサの場合、超音波の相互干渉を防ぐには相互に0.6mの間隔が必要なので、超音波センサを2列に配置したとすれば5個が妥当なところとなります。

圃場における画像撮影環境と画像の濃度分布について(第5報)

— 小区画実験畑地 (大豆) 画像の濃度分布例 —

小林由喜也*・嶋田 浩*

The Luminance Distribution of RGB-image under Various Field Condotion(Part 5)
 -The luminance distribution examined on the plane-image in a small scale soybean field -

Yukiya KOBAYASHI*, Hiroshi SHIMADA*

[キーワード] 画像処理, 濃度分布, 大豆畑, 圃場モニタリングシステム

1. はじめに

圃場における作物の生育経過を監視・追跡する画像処理手法を開発するため, 1997年より小区画実験水田を例に画像の濃度分布を調査し, 画像から水稻の生育情報を得る場合の前提となる2値化法について検討してきた^{1,2,3,4)}。その結果, RGB濃度差・濃度比画像¹⁾や緑成分の重みを低減させるガンマ補正を行ったマンセル表色系画像の色相画像の利用²⁾が有効と考えられた。

今回は, 水田と異なる画像濃度分布が想定される畑地(大豆畑)について濃度分布の特徴等を調べ, 水稻の場合に有効であった手法が畑地の場合も有効かどうかを検討したので結果を報告する。

2. 実験方法

撮影機材および画像処理装置等は既報と同じである。供試圃場は大豆を播種した小区画実験畑地(約6㎡, 土壌はクロボクと砂を混和したもの)である。播種日は6月6日, 品種はタチユタカで, 栽植は条間を60cmとし, 1株2粒播種(株間30cm)を2条, 1株1粒播種(株間15cm)を2条の計4条である。

撮影は出芽直後(6月13日)より3~4日間隔で行った。撮影高さは3.5mを標準とし, 必要に応じて2.5m, 3.0m, 4.0mで行った。撮影は4条全体と2条分(1株2粒播種条と1株1粒播種条)について行った。撮影時刻は, 今回は調査初年度であることから, 標準的な画像を得るため陰影の少ない11時から13時の間とした。撮影時の光環境と作物画像の背景となる土壌の状態を知るため, 撮影時の照度および畑地の表層(0~3cm)の土壌水分を測定した。また, 肥培管理については, 大豆作の場合は中耕除草等の管理作業が必要であるが, 今回は雑草と大豆葉の濃度分布の違いを調べるため, 播種後土壌面には肥料散布以外の人為的な処理を一切施さなかった。

検討した画像は既報と同様にRGB画像, RGB濃度差(R-G, R-B, G-B)・濃度比画像(R/G, R/B, G/B)およびマンセル表色系画像である。

3. 結果と考察

1) 大豆の生育時期と画像全体の濃度分布

図1に出芽後一週間目の6月20日から7月24日の画像と画像のRGB濃度分布を, 図2にほぼ同じ時期の水田画像のRGB濃度分布を示した。6月20日の画像は, 作物の被覆度で見ると田植え数日後の水田画像に相当するが, 水田の場合はRGB濃度の分布域が各々異なり, しかも各々の分布濃度幅が50程度と狭く分布は集中していた¹⁾。しかし, 大豆畑の場合は, 濃度分布範囲が図1のように広く(濃度幅150程度), RGBともにほぼ同じ濃度範囲の50~200に分布した。特にG濃度のみが高濃度域に広がる傾向であった。

生育後の画像を見ると, 水田では生育が進むにつれてRGB濃度の分布幅が広くなるとともに, RGB濃度の各々の濃度域が高濃度領域へ変化する。しかし, 大豆畑

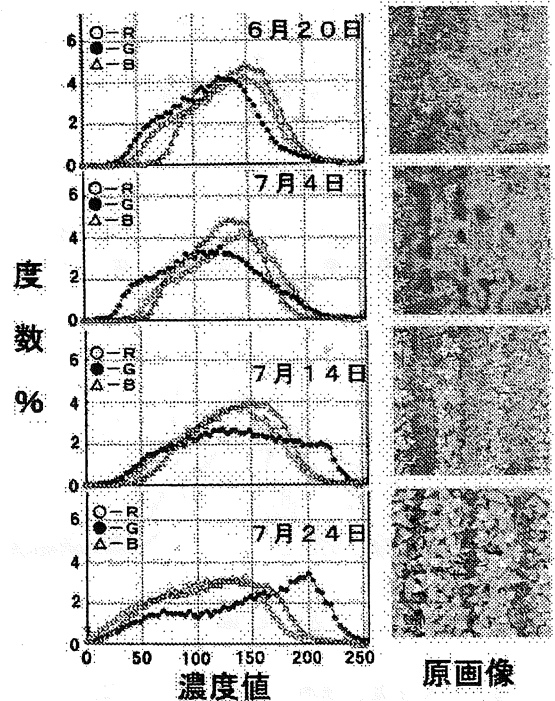


図1 大豆畑のRGB濃度分布例

*秋田県立大学短期大学部

では生育するに従って濃度分布範囲が広がる傾向は水田と同様であるが、葉数が増大する7月中旬過ぎからG濃度のみが高濃度領域に広がる傾向があった。

以上のように、大豆畑と水田では画像の濃度分布の傾向が異なる。この大きな理由は、水田では稲以外の部分が水面であるため比較的均一な分光反射特性を示すのに対して、大豆畑では作物以外の土壌が凹凸や水分状態あるいは夾雑物の影響で複雑な分光反射特性を示し、濃度領域が広がるためと推察された。

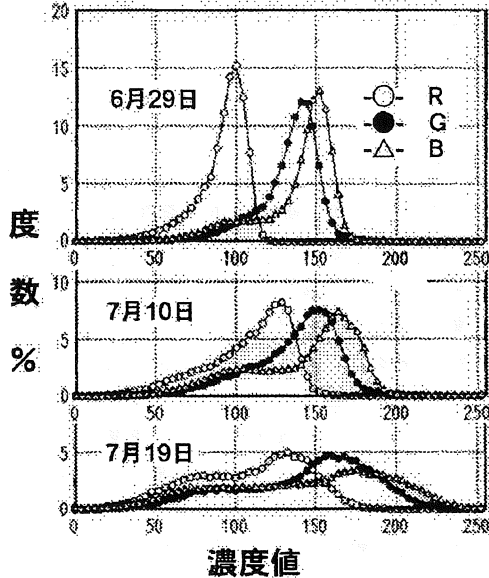


図2 水田のRGB濃度分布例¹⁾

2) 大豆葉および畑地土壌面のRGB濃度分布

図3は大豆葉と土壌面のRGB濃度分布である。図は大豆葉部のみをマニュアル操作によって2値化した画像をマスク画像として、原画像から分離した大豆葉画像と土壌面画像の濃度分布を示したものである。

図に示したように、土壌面のRGB濃度は各々ほぼ同

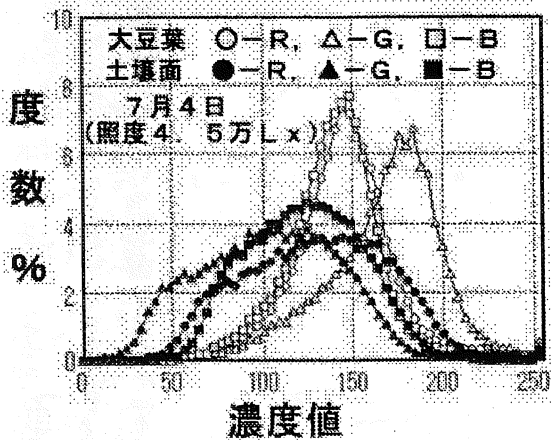


図3 大豆葉と畑地土壌面のRGB濃度

じ範囲(50~200)に分布した。また、大豆葉の場合は、RB濃度はほぼ同じ範囲に分布するが、G濃度がRBより高濃度域に多く分布し、土壌面の濃度分布とは異なった。しかし、大豆葉と土壌面の濃度分布域を比較すると、大豆葉のG濃度が高濃度域に多く分布する特徴は見られるものの、両者はほとんど重なることから、水稻の場合と同様にRGB画像単独で大豆葉と土壌面を識別することは困難と考えられた。

3) 大豆畑地のRGB濃度比・濃度差画像およびマンセル表色系画像の濃度分布

大豆畑地画像について、水田画像から水稻を抽出する場合に有効であったRGB濃度比・濃度差画像を作成し、その濃度分布を調べた。

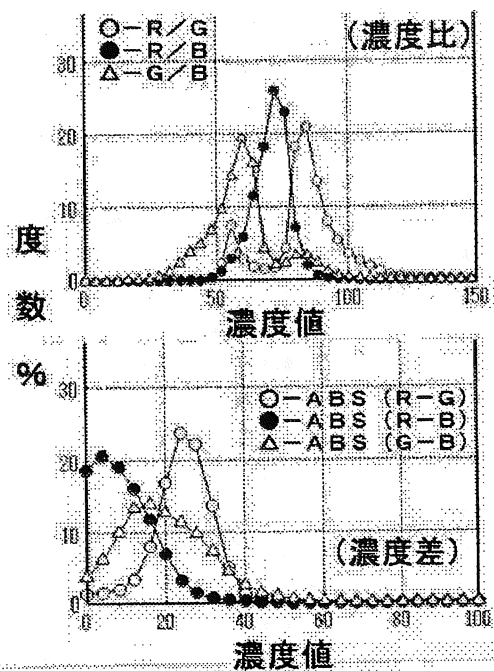


図4 RGB濃度比・濃度差画像の濃度分布例

その結果、図4に示したように、R/G濃度比画像とG/B濃度比画像が2峯性のある濃度分布となった。判別分析法で2値化を試行した結果、図5のように微粒子を消去する後処理が必要であるが、大豆葉の抽出は可能であった。しかし、水田の場合に稲体の抽出に有効であった濃度差画像については、R-G、R-B、G-Bいずれの場合も図のように2峯性は見られなかった。この傾向は大豆の栄養成長期では、どの生育時期でも同様であったことから、大豆畑の場合はRGB濃度差画像を利用した大豆葉の抽出は困難と考えられた。

次に、RGB画像を色相、明度、彩度に変換したマンセル表色系画像について述べる。図6に稲体の抽出に有効であった色相画像の濃度分布例を示したが、緑の近傍

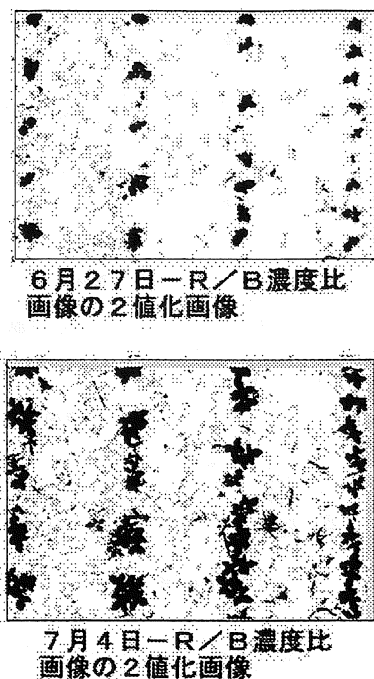


図5 大豆畑画像のRGB濃度比画像の2値化例（判別分析法）

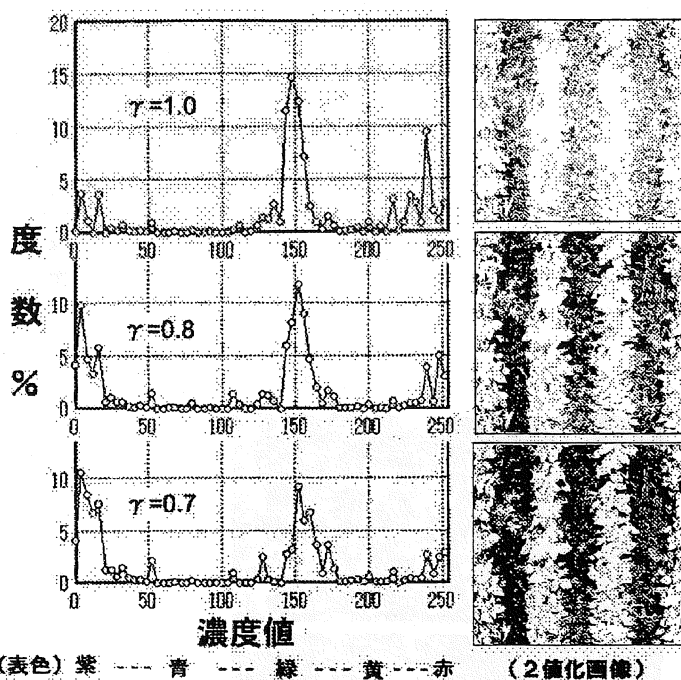


図6 緑成分を γ 補正した画像の色相濃度分布と2値化画像（濃淡レベルスライス法，濃度値125-175で2値化）

に大豆葉と思われる濃度分布の集中があり、濃度レベルスライス法等により比較的容易に大豆葉の抽出ができると考えられた。しかし、 $\gamma = 1.0$ （原画像）の場合、抽出濃淡レベル125～175に設定して2値化した結果はほとんど大豆葉の識別はできなかった（図6の右図の最上図）。このことは土壌面からも比較的強い緑成分の反射があることを示しており、RGB画像を色相画像へ変換しただけでは精度の良い2値化画像は得られないことが明らかとなった。

そこで、第4報で述べたG（緑成分）を低めに設定する γ 補正を試行した。その結果、図6の右図のように γ 値が0.7程度で大豆葉の抽出が可能となった。第4報でも述べたが、水田の場合も γ 値が0.7～0.8の間で、太陽光が反射した画像で稲体の抽出が可能となったように、大豆畑の場合にも本手法は有効であった。ただし、畑地の場合は土壌面の分光反射特性が水面に比べて複雑な様相を示すことから、2値化後微粒子除去等の処理が必要と考えられる。

4) 雑草の画像濃度分布

大豆畑の画像が水田画像と大きく異なる点は、水面に比べて複雑な分光反射特性を示す土壌面の存在のほかに、大豆葉と色相が類似する雑草が存在することである。一般的には中耕除草作業が行われるが、それまでの間は画像に雑草も撮影されことになる。

図7は大豆の出芽後に発芽した雑草の様子を示したものである。今年度の雑草の生育過程について概要を述べると、大豆の出芽（6/13）後、二週間程度で雑草と

画像に捉えられるようになった。その後、雑草の種類によっては大豆の草高に追いつく勢いで伸張するものもある（7/11のB部）。出芽1ヶ月後の7/14頃になると、大きな雑草は大豆と識別が困難な状況となるとともに、草高の小さい雑草も次第に条間を覆うようになる。しかし、さらに大豆が大きくなるにつれて条間が大豆の葉で覆われ、出芽2ヶ月後には草高の小さい雑草はほとんど画像には映らなくなる。除草を行わなかった今年度の結果で見ると、最後まで画像に捉えられた雑草は”タデ”であった。

以上のことから、出芽後1ヶ月以内に行われる除草作業によって、その後は雑草の存在が画像から大豆葉を識別する場合の障害にはならないと考えられた。したがって、画像から大豆の生育情報を得るにあたって雑草の影響を考慮しなければならない期間は、出芽後1ヶ月程度の間の除草作業が行われるまでと考えて良い。

図7に示した7/4、7/11（出芽後1ヶ月前後）の画像について、雑草と大豆葉のマンセル表色系画像を調べた結果、図8のような濃度値であった。色相について見ると、図7のA-A部、B-B部、C-C部ともに雑草と大豆葉の濃度差はほとんどなく、色相で両者を識別するのは困難と考えられた。また、明度についてはA-A部、B-B部では雑草の濃度値は高く、C-C部では大豆葉部が若干高いなど、必ずしも傾向は一定ではなかった。彩度についても調べたが、今回の調査では雑草と大豆葉に大きな濃度差は見られなかった。

以上のように、今回の画像濃度分布の調査では雑草と

大豆葉の識別に有効な知見は得られなかった。

4 まとめ

圃場における作物の育成過程を監視・追跡する画像処理法を開発するため、これまで水田を例に画像の濃度分布を調査し、稲体を抽出し易い画像を探索してきた。本報では、大豆畑を例に畑地画像を調べ、水田画像で稲体抽出に有効であった画像が畑地の場合も有効かどうか検討した。得られた知見は次のとおりである。

1) RGB画像については、大豆畑の方がRGB濃度の分布範囲が広く、水田では濃度値幅50程度であるのに

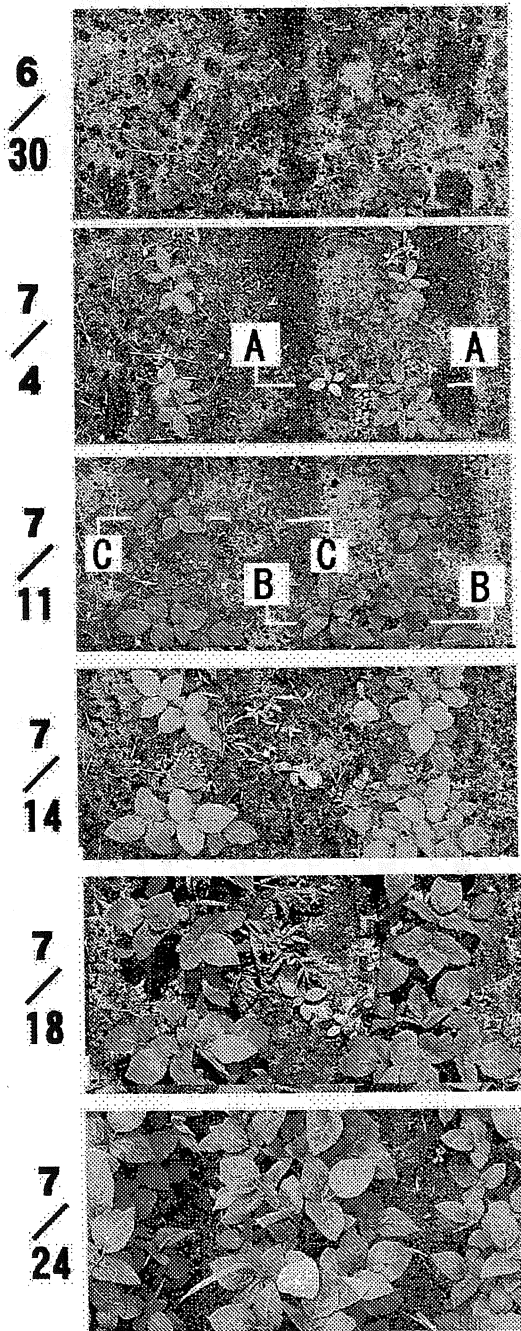


図7 大豆畑の雑草の画像例

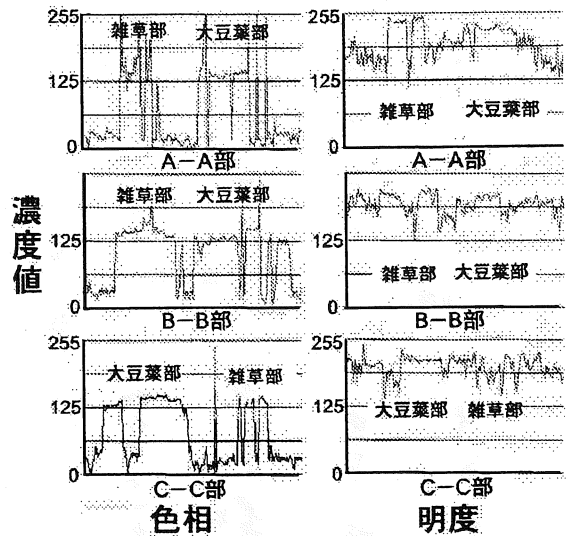


図8 雑草と大豆葉の濃度値 (マンセル表色系)

対して、大豆畑では濃度値幅150程度であった。

2) 大豆葉と土壌面のRGB濃度については、土壌面のRGB濃度はほとんど同じ範囲(50~200)に分布し、大豆畑ではG濃度が高濃度域(100~250)に分布し、RB濃度は100~200に分布した。

3) 大豆畑のRGB濃度差・濃度比画像を調べた結果、水田では濃度差・濃度比画像のいずれも稲体抽出に有効であったが、大豆畑では濃度比画像のみが有効であった。

4) 大豆畑のマンセル表色系画像については、水田と同様に色相画像が大豆葉抽出に有効であったが、標準的な晴れの日画像であってもG濃度を低減させるγ補正が必要であった。適正なγ値は0.7程度であった。

5) 雑草と大豆葉の識別に関連して両者の画像濃度分布(マンセル表色系)を調べた結果、色相は両者ともほとんど同じ濃度レベルであった。明度に若干差があったが、今年度は雑草の識別に有効な知見は得られなかった。

引用文献

1,2,3,4) 小林・嶋田：圃場における画像撮影環境と画像の濃度分布について(第1,2,3,4報), 農機学会東北支部報1997,1998,1999,2000

[読者コメント] 水稻や大豆の画像を詳細に解析し、それらを認識する手法について興味深い結果が得られたと思います。この研究を今後どのように展開させていくのか差し支えない範囲で教えて下さい。

[著者回答] 今回の支部会で「ほ場・作業情報通信システムの開発」について報告しました。各地に通信基地を配置したほ場モニタリングシステムの構築を最終目標としています。当初の目的は水稻の草丈・茎数の計測でしたが、減反田で作付けの多い大豆についても調査を開始したところです。

ほ場・作業情報通信システムの開発 (第1報) *

— TCP/IPプロトコル群を用いたほ場内LANの構築 —

嶋田 浩*¹・片平光彦*²・小林由喜也*³・田代 卓*⁴・小西智一*⁵

Development of Communication System for Farm Work Information (Part 1)

— Construction of Field Area Network using TCP/IP Protocol Family —

SHIMADA Hiroshi*¹・KATAHIRA Mitsuhiro*²・KOBAYASHI Yukiya*³
TASHIRO Takashi*⁴・KONISHI Tomokazu*⁵

Abstract

It is the purpose of this study to develop a highly information-oriented data communication system for farm work. In the present paper, we used wireless modem suitable for long distance communication and construct a Local Area Network by TCP/IP protocol families at the field.

We had wireless LAN base installed in center of field and obtained large space for data communication. The effective diameter of it was approximately 2km. Experimentally, We produced a prototypical host system by UDP protocol as follows:

1: DGPS Beacon Server made effective use of DGPS beacon receiver. 2: Farm work Information Server placed at management house. 3: Vehicle client system made use of DGPS receiver and wireless modem. The results of the confirm experimentally data communication between these hosts are as follows:

1: The these hosts system began to function normally. 2: Kept good communication without data losing within approximately 1250m from management house.

[Keywords] Farm work information, LAN, TCP/IP, Wireless communication, PC-Linux, DGPS

I 緒言

近年、コンピュータ通信技術の進展や情報通信インフラの拡充等により、個人でのインターネット接続やコンピュータネットワークの構築が安価かつ手軽に実現できるようになった。NTT東日本によると2001年度末までに同社管轄の東日本地域においてもサービス提供エリアがADSLで90%、ISDNで97%まで拡大されるなど、インターネットとの常時接続が全国どこでも低価格で実現できる状況である。また、農業生産の高度化・情報化も叫ばれて久しい。このような背景下、著者らは、DGPSによる位置情報をインデックスとする各種農作業情報（作物状態、収量、作業指令・支援など）の効率的な収集と発信、集積したデータの多面的活用が行える「ほ場・生産情報通信システム」(図1)の開発に取り組んでいる。農業生産には多くの情報とその様々な利用形態が考えられ、ほ場

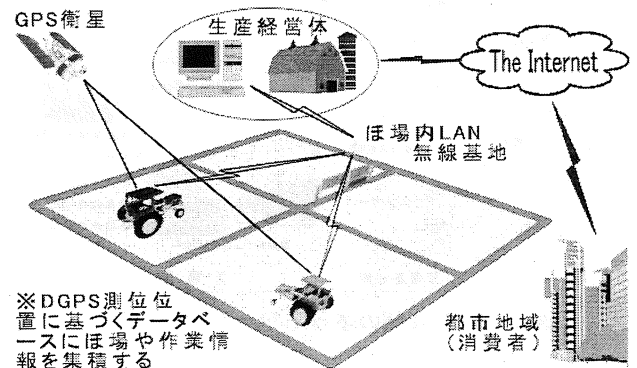


図1 ほ場・作業情報通信システムの概念

・生産情報通信のためのネットワークシステムにはより自由度の高い運用性やシステム構築のしやすさが必要である。以上の観点から本システムではその基幹となるネ

* 2001年8月 平成13年度農業機械学会東北支部大会研究発表会にて一部講演

*1 会員, 秋田県立大学短期大学部附属農場 (〒010-0451 秋田県南秋田郡大潟村大潟6 Email: hiro@agri.akita-pu.ac.jp)

*2 会員, 秋田県農業試験場 (〒010-1231 秋田県雄和町河辺郡源八沢34-1)

*3 会員, 秋田県立大学短期大学部農業工学科 (〒010-0444 秋田県南秋田郡大潟村南2-2)

*4 非会員, 作物学分野 *5 非会員, 植物生理学分野

ネットワーク通信システムの構築にTCP/IPプロトコル群¹⁾を用いることにした。これは、従来からあるRS-232C等の1対1型シリアル通信システムと比較した場合、特に以下の点で優れているからである。

- 1) 様々な情報をそれぞれ独立したアプリケーションのデータとして同時系列的に送受信できること。
- 2) 通信ホスト数の増減がより柔軟にできること。
- 3) HTTP・SAMBA・NTP・PostgreSQL等の既存アプリケーションプロトコルを任意に利用でき、目的とする応用システムの開発がより容易になること。
- 4) インターネットとの通信が容易であること。

本報では特にその可用性の面から、①TCP/IPプロトコルおよび長距離用無線LANモデムを用いて構築したほ場内LANの概要、およびその応用例である②作業車両—管理基地間のサーバ/クライアントシステム、③水稲直播種子近傍の温度モニタリングシステムについて報告する。

II ほ場内LANシステムの概要

本通信システムの基幹となるほ場内LANシステムの構築を秋田県立大学短期大学部附属農場で行った。供試ほ場の形状はおおよそ南北方向に1.2km、東西方向に1.6kmの長方形であり、そのほ場面はほぼ水平である。図2に構築したネットワークシステムのトポロジーを示す。図中の各種ネットワークサーバにはフリーソフトウェアであるRedHat Linux 6.2等のPC-Linux²⁾を用いた。

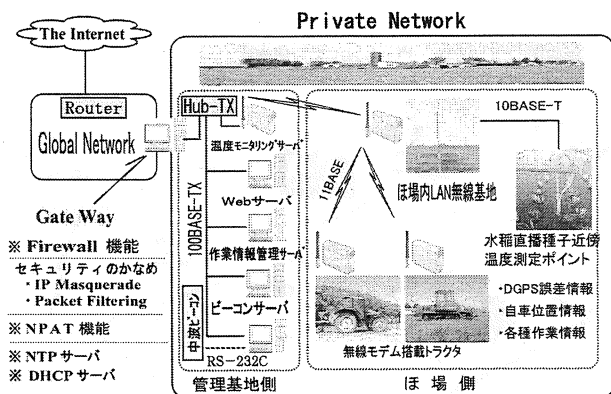


図2 ほ場内LANのネットワークトポロジー

1. ネットワーク構成

本報のほ場内LANシステムは、パケットフィルタリングおよびIPマスカレード機能を有するゲートウェイ（以下、G/W）を配したFire-Wall（以下、F/W）システムによるプライベートネットワークとして既設の大学LANに接続した。F/Wによる一元的なセキュリティ管理を行うことでホスト毎のセキュリティ対策も軽減され、より利便性の高いシステムとすることがねらいである。また、G/WにグローバルIPアドレスを与えることによりほ場内LANとインターネットとの接続を確保した。

2. ネットワークサーバの配置

本報では、ほ場内LANの運用に最低限必要なサーバとして以下のサーバ群を構築・配置した。

- 1) NTPサーバ：ネットワーク上に存在する各ホストの時刻同期を執るための標準時刻の配信を行う。
- 2) 作業情報管理サーバ：作業車両等から送信される各種の情報を管理する。
- 3) ビーコンサーバ：DGPS測位誤差修正情報を配信する。
- 4) Webサーバ：外部に向けた各種成果情報を発信する。

これら各種のネットワークサービスを1台のホストで運用することも可能であるが、本システムでは複数ホストで分担して運用している。

3. ほ場内LAN無線基地設置による長距離通信の確保

農場管理棟内の各種サーバホストと作業車両等との通信経路を確保するため、供試ほ場の中央付近にEthernet用無線LANモデム（A社：ADLINK 440S）³⁾・太陽電池・鉛蓄電池から成る無線LAN基地（写真1）を設置した。ほ

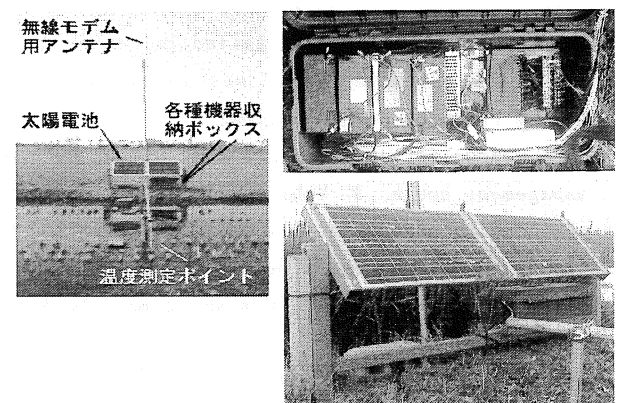


写真1 設置したほ場内LAN無線基地

場内LANの開発目的・用途から無線LANモデムは長距離仕様のもので供試した。設置したほ場内LAN無線基地の通信可能範囲を把握するためにpingコマンドによるデータの送受信試験を行った結果、半径約1km圏内で良好な通信が行えることを確認した。従って、ほ場内LAN無線基地の配置や電波到達可能距離を考慮すると、各種サーバホストのある固定基地から作業車両や定点観測等のクライアントまでの通信距離は最大でおよそ2kmとなる。また、無線LAN基地の所要電力は後述の水稲直播種子近傍温度測定用機器を含め実測で約7.2W（24V×0.3A）であった。

4. DGPS中波ビーコンサーバの運用

本ほ場内LANシステムでは作業車両等のほ場内位置をDGPS測位によって取得する。この時、測位誤差修正情報の伝達をビーコンサーバによるネットワーク配信で行うこととした。これは、車両毎に装備するビーコンレシーバを省くものであり、その導入コストを低減しかつ可用性を高めることを意図したためである。DGPSビーコンサーバの運用模式図を図3に示す。これは、中波ビーコン

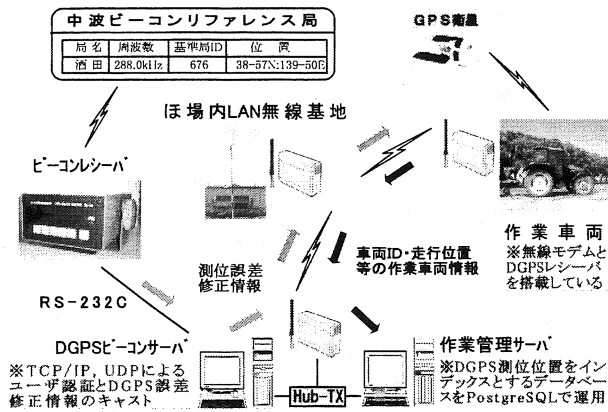


図3 DGPSサーバの運用モード図

(F社 DGPS BEACON RECEIVER: GR-80)⁴⁾ で受信した海上保安庁DGPSリファレンス局からの測位誤差修正情報をビーコンサーバで取込み、予め登録されているGPS搭載車両等のクライアントホストに有線/無線LANを介して配信するシステムである。本報では、UDPプロトコルを用いた独自のアプリケーションプロトコルとしてビーコンサーバの原型システムを試作して供試した。

Ⅲ「作業車両—管理基地」間通信システム

DGPSレシーバ (T社: AgGPS 124) およびLAN用無線モデムを搭載した作業車両ホストと管理基地に置く作業情報管理サーバホスト間通信のためのクライアント/サーバアプリケーションを原型システムとして試作し、前述したビーコンサーバやほ場内LAN無線基地の機能確認も兼ねて、その通信試験を行った。

1. 作業車両位置

DGPSから得られる緯度、経度、ジオイド高、標高をWGS-84楕円体中心を原点とする3次元直交座標値に変換⁵⁾し、さらにはほ場内の任意点を原点とする3次元直交座標値を搭載しているホストコンピュータで算出し、供試ほ場座標系における作業車両位置とした。

2. クライアント—サーバシステムの試作

作業情報管理サーバとして、作業車両からの通信データの確認と保存を行う独自のモニタリングアプリケーションをUDPプロトコルで試作した。作業車両用クライアントも同様に、ビーコンサーバからの測位誤差修正情報を指定のUDPポートで受信した後、搭載しているGPSレシーバに渡し、DGPS測位で得られた自車両位置データを指定のUDPポートから作業情報サーバへ送信するアプリケーションを試作した。各ホスト間の通信データは、ビーコンサーバから作業車両へは測位誤差修正情報が、作業車両から作業情報管理サーバへは車両ID、搭載GPSレシーバによるGPGGAデータセンテンス⁶⁾、ほ場座標系における自車位置とした。

3. 通信試験結果

試作した各原型システムを供試して各ホスト間でのデ

ータ通信試験を行った。データの送受信と測位を1.0秒周期で行いながら、おおよそ18分間走行した時の作業情報管理サーバでのモニタリング例を図4示す。数値データ

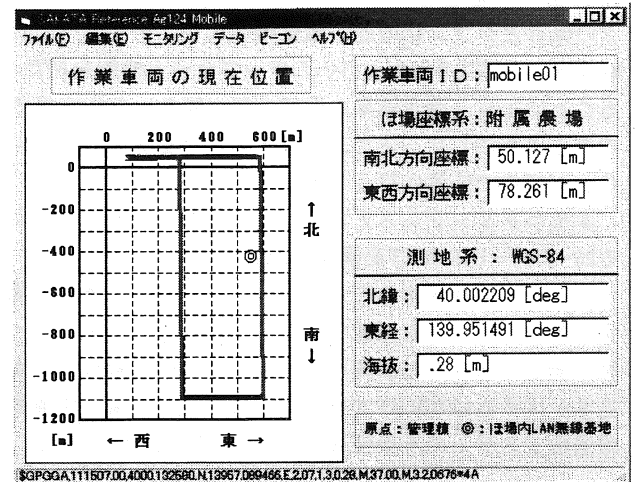


図4 作業車両位置のモニタリングダイアログ

および走行軌跡として車両位置が連続的に表示され、農場管理棟 (原点) 内の作業情報管理サーバと作業車両間のデータ通信が、ほ場内LAN無線基地 (◎点) を介して確保されていることを確認した。本例での最長通信距離は車両が(600, 1100)付近を走行している時の約1250mであった。また、車両管理サーバの通信ログや作業車両クライアントと供試DGPSの動作状況を調べた結果、データ損失は皆無であり、自作したビーコンサーバ、作業情報管理サーバ、作業車両クライアント用の各原型システムも良好に機能していることを確認した。

本原型システムでは特に低コスト化・可用性を重視してビーコンサーバを利用したが、位置情報に基づく自律的な自動走行システム等の場合、多重安全性を考慮すると当該移動車両毎に誤差修正情報受信用機器を本ネットワークとは別系統で装備する場合も考えられる。

Ⅳ 水稻直播種子近傍温度のモニタリングシステム

構築したほ場内LANを活用して不耕起田における水稻直播種子近傍の温度モニタリングシステムを開発した。播種直後から発芽・発根の初期生育期における作土や湛水の温度環境が直播水稻生育に及ぼす影響を検討するための基礎的データの取得と蓄積が目的である。温度データは、熱電対を結線した [RS232C装備の

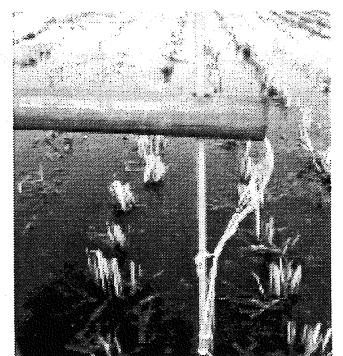


写真2 熱電対による種子近傍温度の測定ポイント

データロガー] → [RS232C-Ethernet変換器] → [無線モデム] → [ほ場内LAN] を介して温度モニタリングサーバで10分毎に測定・収集される。ほ場内LAN無線基地近傍に設置した温度測定ポイントを写真2に示す。測定データの保存とグラフ化の他、温度モニタリングサーバにHTML文書の生成とWebサーバへのアップロード機能を持たせることにより、測定結果の即時公開(図5)を測定毎にできるようにした。また、測定データの配信をファイルサーバ経由で任意に行うこともできる。

本モニタリングシステムでは、SAMBAやHTTP、TCPによるRS-232C-ETHERNET変換等の既存アプリケーションプロトコルを複数利用することにより、その開発・運用に関する労力やコストを低減することができた。また、データの測定・保存から公開までをオンラインで瞬時に行える本システムはTCP/IPプロトコル群によるほ場・作業情報通信システムの有効性を顕著に示す応用例でもある。

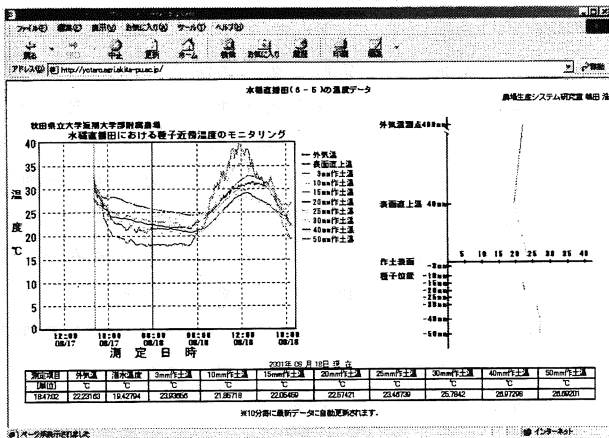


図5 任意クライアントからアクセスした公開用温度モニタリングWebページ

V まとめ

本研究の目的は農業生産の高度化と情報化のためのほ場・作業情報通信システムを開発することにある。本報では、ほ場内LANシステムを長距離用LAN無線モデムとTCP/IPプロトコルを用いて構築した。供試ほ場の中央に無線モデム基地を設置して作業車両との通信をおおよそ半径1km圏内で確保することができた。また、この時のLAN無線モデム基地の所要電力は高々7W程度であり、商用電源の利用が困難な場所でも太陽電池を用いれば設置可能であり、本報で構築したほ場内LANは野外での応用性も高いと判断できる。さらに、TCP/IPプロトコル群に準拠したLANとそれを利用したアプリケーションシステムとしたことで、試作したクライアント・サーバの原型システムや温度モニタリングシステムの同時運用を実現した。これは、多くの情報とそれらの多様な利用形態が考えられる農業生産分野での可用性・実用性を示唆する事例で

あると考えている

今後の課題を以下に示す。

- 1) ネットワークセキュリティ対策の検討
- 2) 本格的な各種情報データベースの検討/構築
- 3) 高精度GPSの導入によるほ場内測位精度の改善
- 4) トラクタ内界, 作物, ほ場情報収集システムの検討

第2報では、本格的な作業車両クライアントー作業情報管理サーバシステムの構築について報告する予定である。

謝 辞

本研究は、秋田県立大学学長から2000年度プロジェクト研究助成金による研究費の補助を受けた。ここに記して感謝する。

参 考 文 献

- 1) W・リチャード・ステイーヴンス, UNIXネットワークプログラミング ネットワークAPI:ソケットとXTI, ピアゾン・エデュケーション, 2001
- 2) 参考URL <http://www.linux.or.jp>
- 3) ㈱アドテック, ADLINK 440S 取扱説明書 第1.1版, 1999
- 4) ㈱古野電気, ディファレンシャルGPSビーコン受信機取扱説明書, 1999
- 5) 土屋淳 他, GPS測定の基礎, 日本測量協会, 1995
- 6) トリンブル社, AgGPS 124 Operation Manual, 1999

[読者コメント] 遠隔地のほ場や作業に関する情報をリアルタイムで手軽に入手できるシステムを開発されたことは大変意義深いことです。今後この情報システムをどのようなことに利用する予定なのか具体的にお教え下さい。

[著者回答] 本報では原型システムとしての作業車両用クライアント/サーバシステムと定点用温度モニタリングシステムについて述べました。今後は、セキュリティ等LANとしての安定性や可用性をさらに検討した上で、本格的な実用システムの開発を行います。具体例としては、1) ネットワーク接続による水稲生育モニタリングデータの収集とその即時的利用、2) 無人走行トラクタシステムのネットワーク接続による高度情報化、等を考えています。これらの課題は秋田県立大学短期大学部にて取り組んできたものです。ネットワーク化することで精密農業の視点からの更なる展開も期待できます。本システムは多面的な利用が可能であり、会員の皆様からの御助言・御示唆を頂ければ幸いです。

バックホーによるジュンサイ田の造成試験

Experimental Research on Reclamation of Junsai Paddy Filed by Back-hoe

土崎哲男**・本橋圀司*・田中勝千*，高野 剛*

Tetsuo TOZAKI**, Kuniji MOTOHASHI*, Katsuyuki TANAKA*, Takeshi TAKANO*

[Keywords] ジュンサイ田，圃場整備，バックホー，施工計画

I. はしがき

ジュンサイ田の造成は，基本的にブルドーザとバックホーの組合せによる基盤造成，畦畔造成，耕土造成の順により行われている。その造成地は，近年の農政事情を反映して稲作の休耕田や転作畑を利用することから，土地条件は水田地帯の上流部，軟弱地盤，不整形地など不良地が多い。

平成12年6月，十和田地域において，当地域初のジュンサイ田造成事業に参画し，施工部門を担当した。この企画は，ジュンサイが当地域の自生沼にて近年まで採取されていた経緯があり，その復活を目ざしてジュンサイ生長の可能性，および特産野菜としての商品価値を見出そうとしたものである。

施工場所は2カ所で，いずれも転作畑を利用したものである。施工は，ジュンサイ田造成の各工程を施工できるバックホーを選定し，施工計画を用意した上で実施した。造成後直ちにジュンサイ苗を移植している。その生長は順調に推移し，平成13年8月に試験採取を実施し，寒天様粘質物の付着する良質のジュンサイ幼葉であることを確かめている。本報告では，機械施工面に限定して試験条件と施工実績を示し，現段階において言及し得る範囲内において検討と考察を加えたものである。

II. 試験条件

1. 試験場所と規模

造成試験は2カ所で行っている。1つは青森県十和田湖町奥瀬字仙ノ沢（仙ノ沢地区）で，東西両側山林の小河川に沿う細長い台地にある。休耕田で施工面積は約4aである。また他の場所は，十和田市深持字梅（梅地区）にある東西両側山林の狭長な溪流沿いにある土地で，転作畑でクレソンなどを栽培していた過湿地帯である。施工面積は，約7aである。両地区の標高は約150mで，直線的に約7km離れた位置にある。その位置を図1に示す。

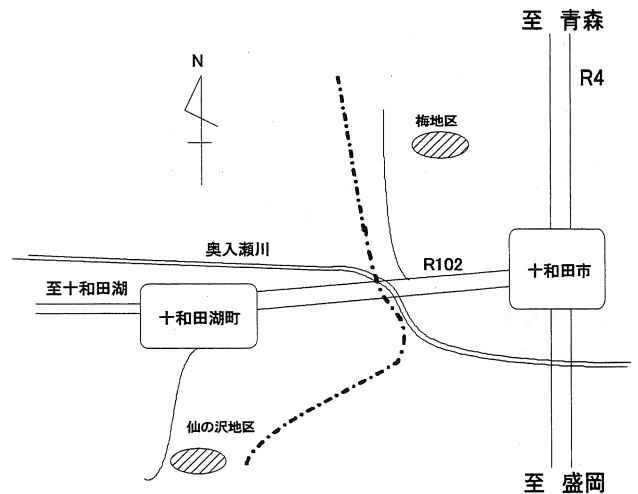


図1 施工位置図

2. 気象，土壌，水利条件

本地域の気象として，十和田市藤坂における観測資料より，月別平均気温，降水量，日照時間，風向風速を1995年から1999年の5カ年平均値で表1に示す。

また仙ノ沢，梅地区周辺の土壌は，粗粒黒ボク土壌に属し，主として火山砂礫などの抛出品が厚く堆積したものである。現地をみるに，概して仙ノ沢地区は黒ボク質表土うすく，その下層は暗褐色で石レキはない。また梅地区は黒ボク質表土厚く，その下層は黄褐色で石レキを多く含む。

仙ノ沢地区の水源は，東側山林地からの浸透水で水量は多く年間を通じて濁水はない，また梅地区の水源は，東西側山林地からの浸透による渓流水で，堰止めして取水可能である。ジュンサイは良質で清浄な水を必要とするので，水質試験を行った。その結果を表2に示す。

**秋田県立大学短期大学部名誉教授

* 北里大学獣医畜産学部

表 1 気象条件整理表

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
月別気温(°C)	-2.1	-1.1	2.0	8.0	13.1	16.0	21.1	22.0	18.5	12.3	6.2	1.1	9.8
月別平均降水量	27	270	36	54	108	126	99	162	150	114	57	39	84
日平均日照時間	4.0	4.9	5.5	5.7	5.6	3.9	4.1	3.8	4.5	5.1	4.5	4.0	4.6
日平均風速	2.4	2.3	2.4	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.4	1.7	2.1	2.0	2.0

表 2 水質試験結果

項目	仙ノ沢地区	梅地区
一般細菌大腸菌	なし	なし
塩素イオン(mg/l)	5.2	6.5
有機物等(mg/l)	4.42	4.89
pH	7.01	7.07
色度(度)	4.0	8.6
温度(度)	2.6	3.1
COD(mg/l)	1.8	1.8
SS(mg/l)	3	8
溶存酵素	9.9	9.5

(注) 十和田市水質検査センター、県南環境保全センター測定

Ⅲ. 機械施工

1. 施工機械

施工規模、現場条件などを検討の上、仙ノ沢地区では

0.22m³級(EX-75UR型, ブレード幅 2320×高さ 430mm 付き)1台, 梅地区では0.40m³級(PC128UU型, ブレード幅 2470×高さ 590mm 付き)バックホー1台を導入し施工した。

2. 施工計画の諸元

施工計画の諸元は、これまでのジュンサイ田造成の実績から整理したもので、原則としてそれにもとづいて施工を行ったものである。施工指針ともいべき諸元を表3に示す。

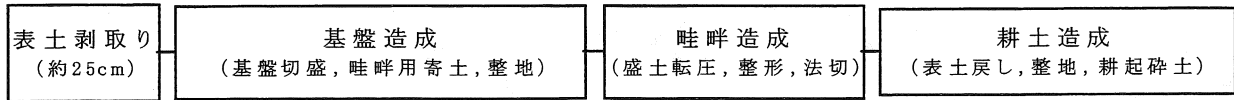
3. 施工工程

ジュンサイ田は、稲作田の造成と同様に表土扱い工法により、基盤造成、畦畔造成そして耕土造成の順に行われる。一般に整地を伴う基盤造成、耕土造成にはブルドーザが、畦畔の転圧、整形を含む畦畔造成にバックホーが使用される。

表 3 施工計画の諸元

項目	仙ノ沢地区	梅地区	摘要
施工機械	バックホー0.22m ³ 級	バックホー0.40m ³ 級	湿地型, ブレード付き
区画形状	長方形	長方形	転作畑
計画面積	3.91a	7.24a	施工総面積, 法尻基準
計画水面積	2.2a	4.4a	原地盤基準
水源	山林浸透水	小溪流水	濁水なし
計画水深	約50cm	約60cm	調査試験結果より
計画水温	夏季最大25°C	夏季最大25°C	30°C以上避ける
計画貯水量	約110m ³	約270m ³	計画水深, 水面積より
表土扱い	剥ぎ取り約25cm	表土扱いなし	現場条件より
基盤造成	切盛土工, 寄土	耕土造成に含む, 寄土	田内石レキ処理
基盤整地	±5cm 80%以上	±5cm 80%	ブレード使用
畦畔造成	上幅0.8m 法1:1	上幅1.2m 法1:1	作業道として利用
畦畔施工	各層転圧約20cm 3~5回	各層転圧約20cm 3~5回	法面転圧整形, 法切含む
耕土造成	耕土厚約20cm	耕土厚約10cm	表土戻し, 畦畔削土, 整地
耕起	ロータリ耕2回	ロータリ耕2回	トラクタけん引, 人力耕転機
施肥	約20kg	約30kg	化成肥料
取水口	ビニール管φ100 1ヵ所	ビニール管φ100 1ヵ所	水路堰止め, 取水容易
排水口	ビニール管φ100 上下可動 1ヵ所	ビニール管φ100 上下可動 1ヵ所	排水路に接続
余水吐	コンクリートU字溝1ヵ所	コンクリートU字溝1ヵ所	畦畔欠壊防止
舟付き場	簡易型, 丸太使用	簡易型, 丸太使用	排水口位置

(表土扱い工法)



(表土扱いなし簡略工法)

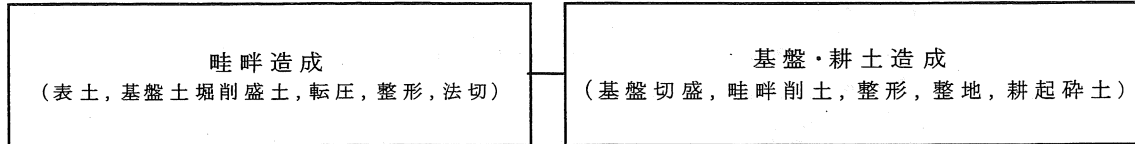


図2 ジュンサイ田の施工基本工程

仙ノ沢地区では 0.22m³級バックホーによる表土扱い工法, 梅地区では表土層厚く軟弱地盤故, 0.40m³級バックホーによる表土扱いのない簡略な工法により施工した。両地区の基本的な施工工程を図2に示す。

4. 工種別基準時間と実績

一般にショベル系掘削機の運転 1 時間当り施工量は, 次式により算出される。

$$Q = \frac{q_0 \times k \times f \times 60^2 \times E}{C_m}$$

ここに

Q: 運転時間当り施工量 (m³/hr)

q₀: バケット基準容量 (m³/回)

k: バケット係数

f: 土量換算係数

E: 作業効率

C_m: サイクルタイム (s)

この式は, 基本的には $C = q_0 \times k \times f$ と $N=60^2/C_m$ を乗じ, それに作業効率を加味したもので, q₀ と C_m がもっとも重要な値となる。そのうち q₀ は通常公称値がとられるので, C_m を工種別に整理しておくことが, この種工事の計画, 設計上必要な実験値となる。

そのことより, 機械施工の主要部および各工種の基準的な C_m は, 撮影されたビデオを解析して得た。その C_m は Q の計算値と実績値の比較にも採用した。施工法の異なる両地区の工種別実績値を表4, 表5に示す。なお造成したジュンサイ田の平面図および標準的な畦畔横断面図を図3に示す。

IV. 結果と考察

1. 施工計画の諸元について

ジュンサイ田造成の実態は, 小規模な造成が多いことから施工者任せで無駄な施工が多く, 手戻り工事も少なくない。この種計画の諸元のオペレータを含めた現場要員への提示により, 工事仕様, 施工順序などが明確になり, 円滑な施工が可能になる。

表4 表土扱い工法による施工実績表 (仙ノ沢地区)

工種	所要時間	作業内容	平均基準時間	1時間当施工量
表土剥取り	1.47h	表土剥取り	19s/回	表土剥取土量54.69m ³ /1.47=37.20m ³ /hr
		表土寄せ	9 "	
		ブレード押土	14 "	
基盤造成	1.50h	基盤切盛	9 "	基盤面積174.05m ² /1.5=116.03m ² /hr
		ブレード整地	23 "	
畦畔造成	2.33h	堀削盛土	22 "	畦畔土量59.12m ³ /2.33=25.37m ³ /hr
		盛土転圧	22s/1カ所	
		ブレード寄土	25s/回	
		法面整形	20s/1カ所	
耕土造成	2.17h	表土戻し	25s/回	耕土面積174.05m ² /2.17=80.21m ² /hr
		表土分散	9 "	
		ブレード整地	41 "	

表 5 表土扱いなし工法による施工実績表(梅地区)

工種	所要時間	作業内容	平均基準時間	1時間当施工量
畦畔造成	3.83h	ブレード押土	37s/回	畦畔土量 $143.54\text{m}^3 / 3.83 = 37.48\text{m}^3/\text{hr}$
		畦畔集土	32 //	
		畦畔転圧	29s/1カ所	
		法面整形	20s/回	
基盤・耕土造成	5.00h	ブレード切盛	36s/回	基盤面積 $341.76\text{m}^2 / 5.00 = 68.35\text{m}^2/\text{hr}$
		畦畔転圧	26s/1カ所	
		ブレード整地	33s/回	

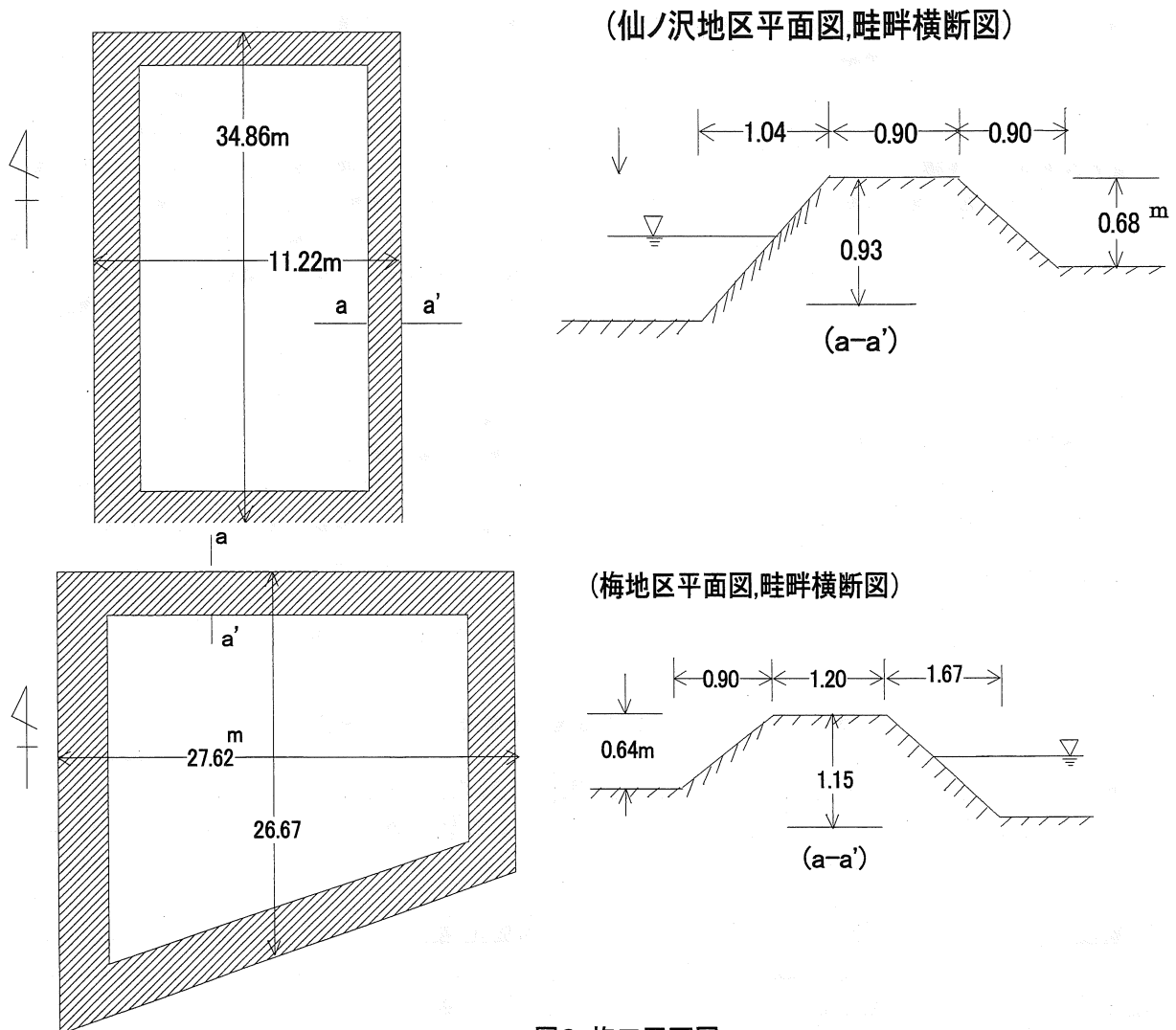


図3 施工平面図

2. 表土扱い有無の工法について

土壌条件や現場条件などによって、表土扱いの可否が決められる。仙ノ沢地区では表土厚さが少ないことより、

表土扱い工法を、また梅地区では、表土、基盤土の含水比が高く表土剥取り不能につき、基盤造成と耕土造成を含めた簡略工法を採用した。

その実際は各工法ともに特色を生かしながら、表土扱

表 6 施工実績総括表

項目	仙ノ沢地区	梅地区	摘要
施工機械	EX75UR 0.22m ³	PC128UU 0.40m ³	日立,コマツバックホー
施工面積	3.91a	7.24	外法尻基準
栽培面積	2.20a	4.4	原地盤基準
栽培/施工面積	56%	61	基盤土を流用しない場合
表土剥取土量	55m ³	—	表土厚25cm
畦畔土量	59m ³	144	原地盤基準
稼動時間	7.47hr	8.83	地区内総時間
10a当り所要時間	約19hr/10a	約12	施工面積基準計算

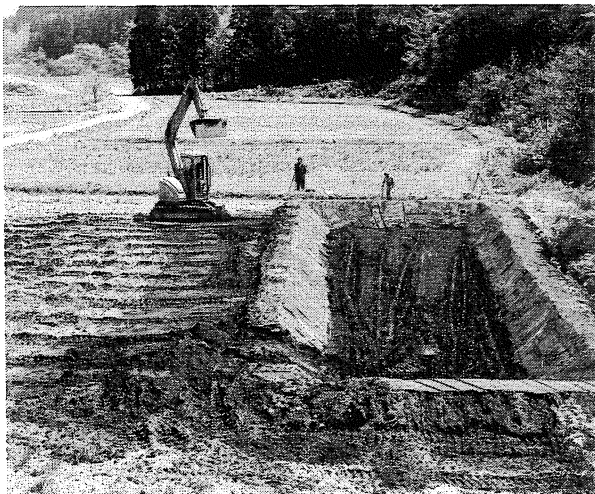
い工法では取り扱う土量が大きく影響し、表土扱いなし簡略工法では軟弱地盤故、機械の走行性および石レキ処理が施工時間に大きく影響した。

また施工法は、施工予定地がまとまりのある場合、表土順送り工法の採用も考えられる。

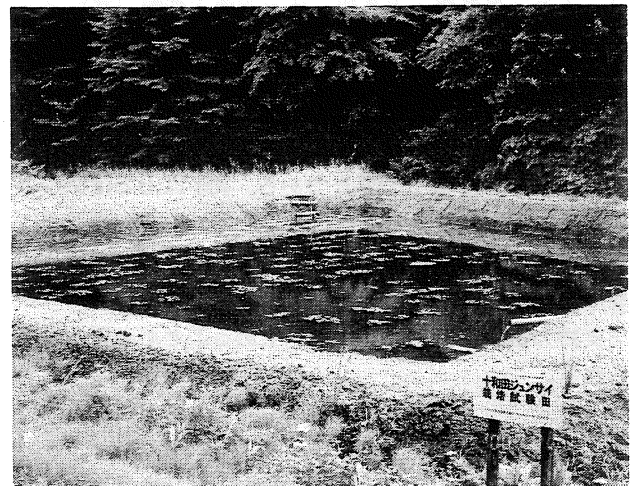
3. 施工実績について

ジュンサイ田の造成は、通常中型機の湿地型ブルドーザと中型機の湿地型バックホーの組合せによって行われる。そしてジュンサイ田の畦畔が大形断面であることより、畦畔の盛土転圧、法面の整形などの切削可能なバックホーを必要とする。

本施工では、小規模、軟弱地盤などの現場条件から、試験的にバックホーのみを導入して行った。その結果、表4、表5の工種別施工実績を得た。それより施工がおよそ施工計画および施工工程に従い実施されている。各工程において、アタッチメントのブレードは有効に利用



写 1 施工中のジュンサイ田（仙の沢）



写 2 施工後のジュンサイ田（梅地区）

された。

また仙ノ沢、梅両地区における機械施工面の実績を総括して表6に示した。機械の形式が異なるために単純に比較し得ないが、表土扱い工法は、表土剥取り、および表土戻しに相当時間を要している。

施工法の選定は、施工面のみならず表土の不足、それによる法面植生の遅延、法面侵食、田内下方部への浸透量など栽培面も含めて検討すべき問題を含んでいる。また両地区ともに、基盤土の他に利用できないことより、畦畔は余裕のある形状となっている。

本試験により小規模面積のジュンサイ田を造成する場合、湿地型ブルドーザの導入不能軟弱地盤であっても湿地型ブレード付きバックホー単独によって造成が可能であることを知り得た。なお梅、仙の沢地区におけるバックホーによるジュンサイ田の施工中と施工後の状況を写1、写2に示す。

(付記)

本試験は、平成 12 年度あおもり「ならではの里」の一環として実施したものである。ご支援をいただいた十和田市農業振興協議会および、十和田市農林課関係職員に対し、深謝の意を表する。

参考文献

1) 土崎哲男, ジュンサイ田の造成試験—特殊田の造成に関する調査試験 (IX), 農土論集 170 号, pp107—112

[読者コメント]

実用性の高い研究であると思います。高い畦畔造成、軟弱地盤、小規模面積等の施工条件を考慮すると、今後益々バックホーの有用性が高まるものと考えられます。バックホー単独施工が有利となる面積や地耐力等の目安をお教え下さい。

[筆者回答]

バックホー単独施工の有利となる施工面積は、作業能率上およそ 10a 以下の場合である。10a 以上ではブルドーザの導入が得策と考えられる。

同様に地耐力は、平均接地圧 $0.3\sim 0.5\text{kgf/cm}^2$ 程度の湿地型機械を使用した場合においても、土の静貫入コーン支持力値は、 $1\sim 4\text{kgf/cm}^2$ 以上あることが必要と考えられる。

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

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*

Development of the Stripe Fertilizing Machine into Ridge for the Cabbage at the using of Multiple Management Vehicle

Mitsuhiko KATAHIRA*, Koji KUMEKAWA*, Hayato SHINDO*, Hiroyuki HAYASHI*,
Shinya OGASAWARA*, Koichi KOMATSU* and Yasuo KAMADA*

Abstract

Development of the stripe fertilizing machine into double type ridge for the cabbage at the using of multiple management vehicle was proposed in this paper. The improvement of the ridger was put into the stripe fertilizing units and the coupling board for right and left side ridger bord. The development ridger that used for rotary blades of 22 cm at the length and 5.5 cm at the width for top of blade was improved for much movement of soil volume than normal ridger. The ridger form which was made for development ridger was 120.8cm at the width of total ridge, 84.8 cm at the width of top ridge, 20.8 cm at the height of ridge, 11.8 cm at the depth of fertilizing positions. It was about twice time as much as normal ridger for the working efficiency of development ridger that was 8.8 minutes/a. The yielding ability of cabbage were 555.1 kg/a for normal ridge, 499.5 kg/a for double type ridge. The normal type ridge was much rate of bad growth stump than double type ridge

[Key Words] Stripe fertilizing machine into ridge, Cabbage, Movement of soil volume, Double type ridge yielding ability

1. 緒言

秋田県のキャベツ栽培は、県北の山本町、琴丘町、鹿角市を主な産地として生産が行われている。県内の平成12年度栽培状況は、作付け面積が556ha、収穫量が13,900t、出荷量が9,270tとなり、主要野菜(16品目)の中で6番目の作付け面積となっている¹⁾。その中でも山本町は、広域JAの指導体制を強化し育苗の外部委託化や栽培圃場の大区画化、高性能管理機と土壌改良機械の貸し出し等を行い、栽培規模の拡大を図っている。しかし、秋田県全体のキャベツ作付け面積は、高齢化や価格の低迷から年々減る傾向にあり、今後はそれに対応するため省力・高能率化技術と環境保全型で低コストの栽培について技術開発を進める必要がある。

野菜作の省力・高能率化に関し、生研機構では各農業機械メーカーと連携して畝立て、移植、中耕、防除等の管理作業に利用可能な高性能管理機の開発を行った。高性能管理機(以下乗用型管理機)は4輪駆動・4輪操舵機構を有し、後部PTO出力を用いて前述の各作業に適応したアタッチメントを駆動するものである。低コスト化と環境保全型農業については、肥効調節型肥料の普及に伴い肥料の全面散布から畝の内部に条施肥する技術が開発され、それに適応できるように改良した機械の開発が各地で行われている²⁾³⁾。このような状況を考慮し、乗用型管理機を導入している先進的な生産地では、条施肥

機構の組み込みに加え、管理作業中に管理機によって生じる外葉への機械的被害の抑制や管理機の操作性を向上させるため、畝形状を単条から複条形式へ変更することが望まれている。しかし、現状の市販型畝立て成形機と乗用型管理機で複条畝立て作業を行うには、畝立て土量の確保が不十分で適正な畝作成が困難な状況にある。

そこで、本報は乗用型管理機と市販の畝立て成形機を利用し、畝内条施肥が可能で適正な複条畝の作成ができるように改良した畝立て成形機を開発し、開発機の性能と単条・複条畝での収量性について検討した。

2. 試験方法

(1) 試験場所

試験は、秋田県河辺郡雄和町にある秋田県農業試験場内圃場で行った。圃場は短辺6.5m、長辺75.0m、面積487.5m²で、そこに単条畝区と複条畝区を並列して配置した。

(2) 試験機

試験は出力11kWの乗用型管理機(イセキ, JK14-H120GWT型)を用いた。畝立て成形機の開発は、秋田県の野菜栽培指針⁴⁾を参考に畝幅120.0cm、床幅80.0cm、高さ20.0cmが実現できることを目標とした。開発機は市販二連型畝立て成形機(イセキ, JT-20型)を基本機とし、条施肥部の組み込み、条施肥部組み込み間隙を確保するため成形機前部にあるロータリ部と培土

* : 秋田県農業試験場 秋田県河辺郡雄和町相川字源八沢 34-1

部を市販機よりも 12cm 長く連結できるスペーサの作成を行った。また、市販機は培土板を外側(左、右)と中央に配置していたが、複条畝を成形するため中央部培土板を除去して左右の外側培土板のみとし、それらを連結する畝床成形板を作成した。開発した畝立て機は、市販ロータリに付属した耕耘爪をそのまま利用した一号機と、改良した複条用の改良耕耘爪を組み込んだ二号機を作成した。開発一号機の耕耘爪は長さ 12cm、先端刃幅 3.5cm を用いた。開発二号機は長さ 22cm、先端刃幅 5.5cm に作成した改良耕耘爪を用いた。開発した畝立て成形機の全体図と耕耘爪の配置を図 1 と写真 1 に示す。

移植作業は、乗用型管理機に全自動移植機(イセキ, PVR200 型)を取り付けて行った。培土と防除は乗用型管理機に取り付け可能な二連型ロータリカルチ(イセキ, CR-2L 型)、三連型ロータリカルチ(イセキ, CR-3 型)ブームスプレーヤ(イセキ, IBS403S 型:最大散布幅 10m, 薬液タンク容量 400L)をそれぞれ用いた。

(3) 耕種概要

栽培した品種は YR 早どり錦秋で、秋冬どりの作型で行った。播種は 7 月 13 日に 200 穴のナウエルポットへ行き、その後秋田農試内のガラス温室で育苗を行った。育苗中の追肥は、播種後 18 日と 22 日に行った。定植は播種後 25 日の 8 月 7 日に行った。栽植密度は単条区が条間 60cm、株間 35cm で 470.9 株/a、複条畝区が畝幅 130cm (車輪幅 10cm を含む)、条間 45cm、株間 35cm で 434.3 株/a である。施肥方法は、進藤ら⁹⁾の報告を基に全量局所施肥で行った。使用した肥料は LP 苦土安 2 号 (12(内 6; LP40) -16-14) で、施肥量が N: 2.0kg/a、P₂O₅: 2.7kg/a、K₂O: 2.3kg/a である。

(4) 試験区の構成

性能調査試験は、開発一号機と二号機に対して行った。また、秋冬キャベツの収量性については、畝内条施肥部を取り付けた市販二連畝立て成形機を用いて作成した単条畝区、開発した複条型畝立て成形機を用いて作成した複条畝区で構成した。

(5) 検討項目

- 1) 土壌投擲性: 計測は乗用型管理機を停止させ、開発した複条型畝立て成形機のロータリを畝成形時の回転数を維持した状態で圃場面へ油圧で降下させ、数秒後に圃場上方へ持ち上げて行った。その際に、最も遠方へ投擲された土塊の距離を最大投擲距離、圃場面を土壌が十分に被覆した位置までの距離を有効土壌投擲距離とした。
- 2) 作成畝形状: 開発機で作成された畝の形状について畝幅、床幅、畝高さ、施肥深度を計測した。
- 3) 作業能率: 開発機と市販機で畝立て作業を行い、作業速度と作業時間を計測し、作業能率を算出した。
- 4) 収量性: キャベツの収量性は連続した 20 株の調

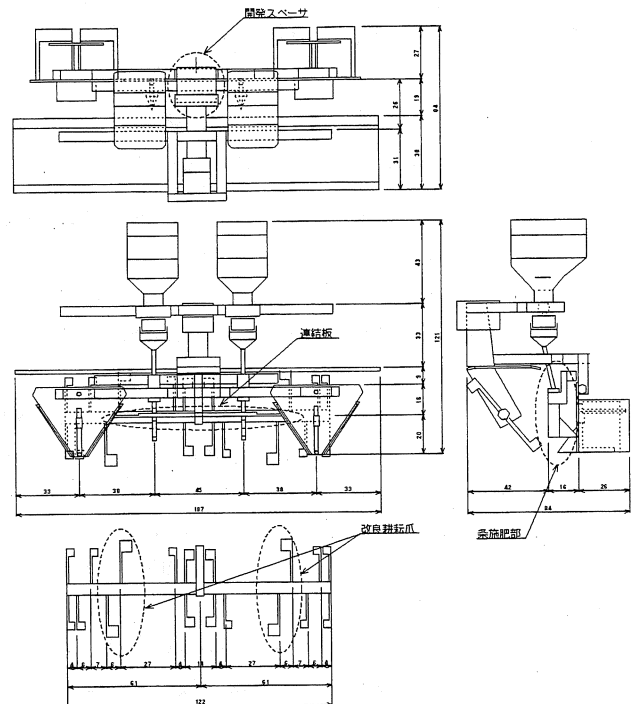


図 1 施肥同時畝立て成形機の全体図と改良部位置

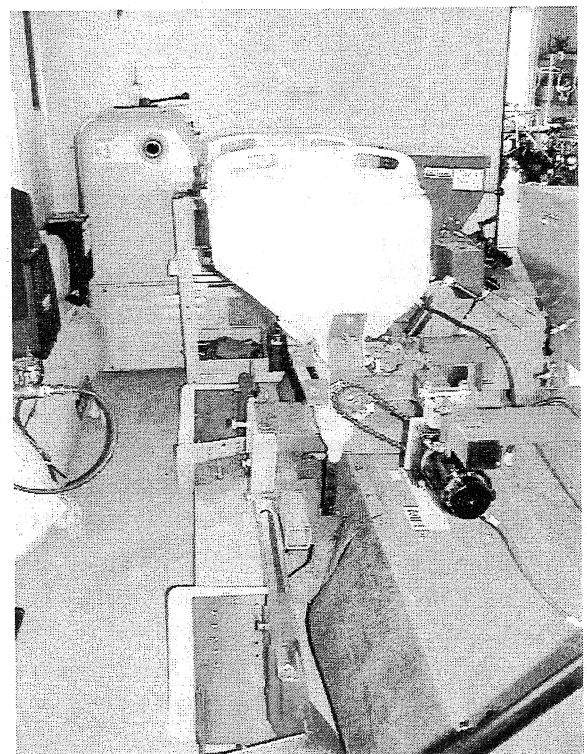


写真 1 開発した施肥同時畝立て成形機

査区を 3 区作成し、外葉数、球形(球高、長径、短径)から生育状態を把握し、生育不良株、地上部全体質量、結球質量を計測して総収量を算出した。また、結球したキャベツは、秋田県野菜栽培指針に付属した出荷規格を参考として各規格ごとに分類し、可販収量割合を算出した。

3. 結果と考察

(1) 開発畝立て機の性能

開発した畝立て成形機の土壌投擲性は、開発二号機が一号機よりも最大投擲距離を 73.9%、有効土壌投擲距離を 12.5%増加した。碎土率 89.2%の圃場で両機が作成した畝の形状は、開発二号機が一号機よりも畝高さが 43.0%増加し、床幅が 2.7%減少した。なお、畝幅は両者に差がなかった(表1)。

表1 開発機の土壌投擲性

項目	土壌後方投擲距離(cm)				作成畝形状(cm)					
	最大	S.E	有効	S.E	畝幅	S.E	床幅	S.E	畝高さ	S.E
開発一号機	339.2	22.3	80.0	6.3	120.0	1.7	89.3	0.3	12.3	1.3
開発二号機	590.0	54.1	90.0	3.2	120.0	0.0	86.6	0.2	17.6	0.7

開発二号機が目標を達成できたのは、乗用型管理機の特性を勘案して耕耘爪を大型に改良した結果である。すなわち、小野寺ら⁹⁾はロータリ回転方向と耕耘爪の形状が土壌投擲性と攪拌性の改善に与える影響が大きく、土塊の動的シミュレーションからアップカット式の有意性等を指摘している。これを鑑みると、開発機は適正な畝形状を実現するため土壌投擲力の強いアップカット式を採用すべきであったが、乗用型管理機の出力が 11kW と小さいことから、耕耘に要する所用動力が少ないダウンカット式を取り入れざるを得なかった。その結果、開発機は耕耘爪の改良で投擲性を改善することが必要となり、耕耘爪の長さや先端刃幅の大型化を図ることで対応した。また、畝作成に用いたロータリに対しては、投擲性の改善に加えて培土板の内側へ土を多量に持ち上げることを可能にするため、外側から三、四列に投擲能力の高い改良耕耘爪を配置し、併せて全耕耘爪の上端をロータリの中心方向に向けて配置する改良を施した。

なお、開発一号機の床幅が二号機よりも長いのは、投擲土量の不足のため畝の高さが低くなり、畝の床と底辺を結んだ勾配に対して底辺の長さが短くなったためである。

(2) 作成畝形状と作業能率

作業能率は開発二号機を用いた複条畝区で 8.8min/a、市販機を用いた単条畝区で 4.3min/a であった。また、秋田農試圃場で行った畝立て試験での作成畝形状は、開発機で高さが慣行機を 4.6cm 上回ったが、施肥深度は両者とも設定値の 12cm に近似した。作業能率と作成畝形状を表2に、複条畝区での作成畝形状と移植苗、施肥位置の概略を図2に、畝内条施肥の状況を写真2に示す。

開発機の作業能率が市販機を大きく下回ったのは、適正な畝立て土量を確保するため耕耘爪を大きな形状に改良した結果、乗用型管理機にかかる負荷が増大したことにより起る。すなわち、開発機は機関出力を最大近くまで高めて PTO 軸トルクを増大する必要性から、軸の回転モーメントが大きくなるように中心半径の大きい低速ギアを選択することになり、その結果動力軸の回転数が減少して走行速度を著しく低下した。それに対し、市販

表2 開発機と市販機による作業能率と作成畝形状

項目	作業速度 (m/s)	畝幅 (cm)	床幅 (cm)	高さ (cm)	施肥深度 (cm)
試験区					
単条畝	0.45	61.8	27.7	16.2	12.0
複条畝	0.19	120.8	84.8	20.8	11.8

*: 土壌条件、碎土率97.3%, 含水比31.1%db

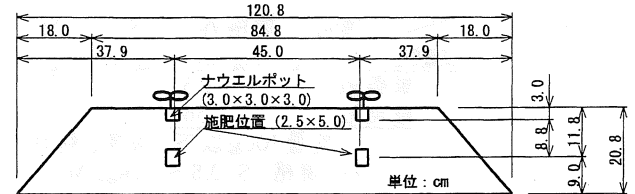


図2 開発機による作成畝形状と施肥位置の概略図

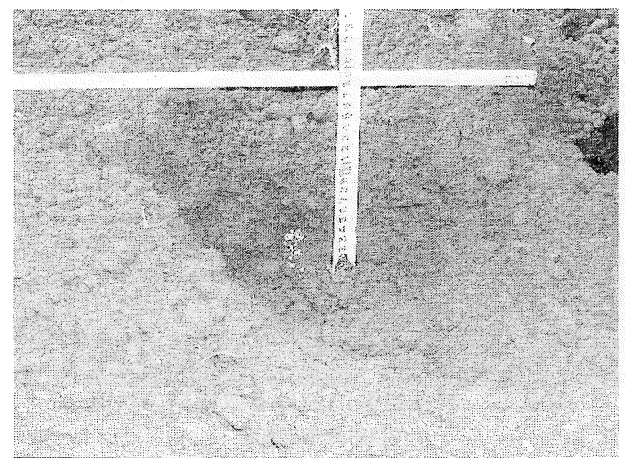


写真2 条施肥位置と落下した肥料の外観

型では畝作成に要する土量が少ないため、回転モーメントが小さい状態でも耕耘に要する PTO 軸トルクを十分に確保できることから作業速度の高速化が可能となり、それに加えて開発機と作業幅が同等であるため能率を高くした。

作成した畝形状は、開発機で性能試験時よりも床幅を大きくした。これは、作業時の碎土率と含水比が良好な状態となり、開発機を持つ投擲能力が最大限に発揮されたためである。畝の高さは、開発機が投擲距離の改善と土量確保量の多さから市販機よりも高くなった。

(3) 単条畝と複条畝の収量性

両試験区での収穫は、収穫期に達したものを 10 月 20 日～11 月 6 日にかけて適宜収穫した。両区の収量性は、単条畝で 555.1kg/a、複条畝区で 499.5kg/a となった。可取収量割合は、複条畝区が単条畝区を 3.2 ポイント上回った(表3, 4)。収穫期に達した両試験区のキャベツ生育状況を写真3, 4にそれぞれ示す。

収量性は、両試験区の栽植密度が異なったことから、単条畝区が良好な結果となった。しかし、栽植密度を同等にした場合は、生育状況の観察から両区の差が小さくなると考えられる。生育不良株の割合が単条畝区で複条畝区よりも多くなったのは、単条畝区と複条区畝で中耕

表3 収量構成要素と収量性

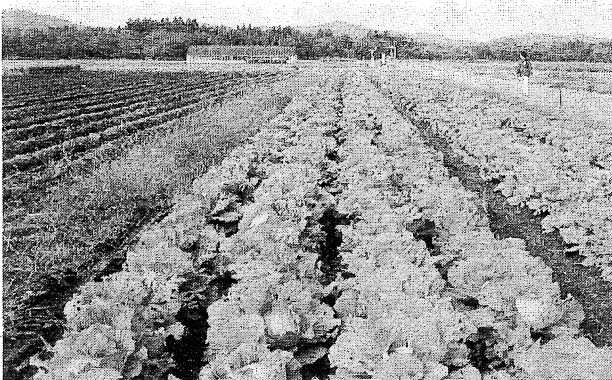
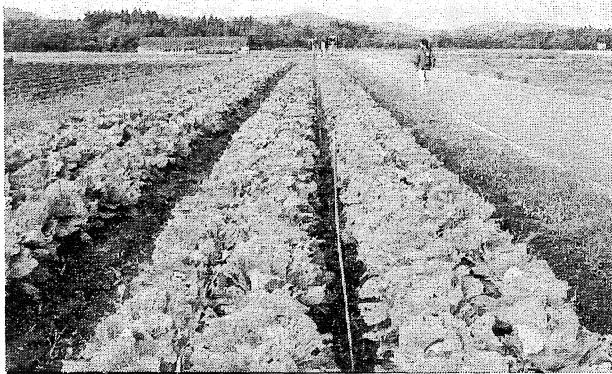
試験区	栽植密度 (株/a)	生育不良株 (%)	外葉数 (枚)	球高 (cm)	球幅(cm)		地上部質量	調製質量	総収量
					長径	短径	(g/株)	(g/株)	(kg/a)
単条畝	470.9	13.3	14.3	8.6	18.6	17.5	1955.8	1350.3	551.1
複条畝	434.3	8.3	14.1	8.2	18.2	17.1	1897.0	1254.7	499.5

表4 可販収量割合

試験区	規格外*	S	M	L	2L	可販収量	可販収量割合
	(kg/a)	(kg/a)	(kg/a)	(kg/a)	(kg/a)	(kg/a)	(%)
単条畝	79.5	13.2	61.2	271.6	125.6	471.5	85.6
複条畝	56	27.3	112	258.8	45.4	443.5	88.8

*: 質量700g以下、虫害、割れを受けた球

**: 規格, S: 0.8~1.0kg, M: 1.0~1.2kg, L: 1.2~1.5kg, 2L: 1.5~1.8kg

写真3 単条畝区における収穫期の状況
(2000年10/20)写真4 複条畝区における収穫期の状況
(2000年10/20)

時に用いたロータリカルチが影響したためである。単条畝区では、ロータリカルチの爪が生育株の両側を移動して外葉を両側から損傷することが多かったのに対し、複条畝区では畝床に並列配置された株の両内側に対してロータリカルチの爪による損傷が全く生じなかったことが原因である。結球部の規格外割合は単条畝区が複条畝区よりも多くなったが、その差は小さく畝形状の違いによる影響が少なかった。

4. 摘要

- 1) 開発畝立て成形機は、長さ 22cm、先端刃幅 5.5cm の耕耘爪を用いることで、市販機よりも土壌の投擲距離と土量を改善することができた。
- 2) 開発畝立て成形機は、畝幅 120.8cm、床幅 84.8cm、畝高さ 20.8cm での複条畝作成と施肥深度 11.8cm での畝内条施肥が可能であった。
- 3) 開発畝立て成形機は単位面積当たり作業時間が 8.8min/a となり、市販型の 2.3 倍を要した。
- 4) 収量性は栽植密度の違いから単条畝で 555.1kg/a、複条畝区で 499.5kg/a と単条畝区が良好であった。しかし、単条畝区は生育不良株を複条畝区よりも多くした。

参考文献

- 1) 東北農政局秋田統計情報事務所：平成 12 年産野菜の作付け面積、収穫量及び出荷量，農林水産統計速報 13-8 (生・流-5)，1-5，2001
- 2) 水野英之：畝内条施肥機，農機誌 60(5)，137-138，1998
- 3) 大川浩司，林 悟郎：機械利用によるうね内施肥法がキャベツの生育斉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
- 4) 秋田県農政部：野菜栽培技術指針，p120-122，1998
- 5) 進藤勇人，佐藤福男，金田吉弘：肥効調節型肥料を用いた局所施肥による夏どりキャベツの省力減肥栽培，東北農研 53,181-182，2000
- 6) 小野寺一宏，片岡崇，村上成宏，広間達夫，太田義信：深耕ロータリ耕耘の土壌移動特性 (第1報)，農機東北支報 44，7-12，1997
- 7) 小野寺一宏，片岡崇，広間達夫，太田義信：深耕ロータリ耕耘の土壌移動特性 (第2報)，農機東北支報 45，35-40，1998

【**読者コメント**】 一号機と二号機の比較はしなかったのですか。また、二号機で爪を長くしていますが、ロータリ部カバーとの関係で問題はありませんでしたか。

【**著者回答**】 一号機は栽培指針に適応した畝を作成できないため、栽培試験を行いませんでした。耕耘爪を長くしたことによる問題は、特にありませんでした。

エダマメ調製作業の効率化に関する研究 (第1報)

片平光彦* 篠田光江* 小笠原伸也* 舛谷雅弘** 鎌田易尾*

A Study of Efficient Technology of Processing for Vegetable Soybeans (Part 1)

Mitsuhiko KATAHIRA*, Mitsue SHINODA*, Shinya OGASAWARA*,
Masahiro MASUYA** and Yasuo KAMADA*

Abstract

This paper has investigated efficient technology of processing and technology of washing for vegetable soybeans. When the vegetable soybeans were soating in the processing structure, it was necessary to make sure of the lighting more than 1100 LX into the structures. It had an effect for working positions to set down or middle positions. The working of precision soating which used for soating bord on the surface of gray color was able to increase the working efficiency. Washing of vegetable soybeans were effective for high temperature wash water. However, It was maintaining for the state of high temperature, therefore it was necessary to be washing below 30 °C at the washing temperature. It was a little fall down at the volume of vitamin C after washing, respectively.

[Key Words] Processing, Washing, Precision soating, Lighting, Working positions, Soating bord,
Washing temperature, Vitamin C

1. 緒言

秋田県南部の平鹿地域を中心として栽培が盛んなエダマメは、収穫直後に枝から莢のもぎ取り(脱莢)、洗浄、選別、袋詰め等の調製作業を行っている。これらの調製作業は、エダマメ栽培農家ごとに納屋を利用して行われていることが多い。調製作業の内容と作業時間・処理能力については既報¹⁾で示したとおり、機械化された部分と手作業で行われている部分とで構成され、収穫作業と比較して作業時間が長い状況にある。特に、調製作業に占める精選別の作業時間は各工程の中で最も長く、このような状況の場合、菊池²⁾らが指摘しているように能率に与える作業環境の影響が極めて大きい。

精選別作業の環境について、平鹿町で行った栽培農家の調査(2000年度実施)では、照明が無く薄暗い場所や地面に直接シートをひいて作業を行っている状況が多く見られた。また、調製作業台を用いていた農家では、作業者がエダマメを選別しやすい色等を考慮せず、入手が容易である合板を使用していることが多かった。その他、脱莢・一次選別後の洗浄は、常温の水道水を用いて市販洗濯機や水槽で行われていたが、洗浄効果や洗浄が品質に与える影響について不明確な状況にあった。

以上のような現在の作業状態では、精選別作業を高効率化することが不可能であり、栽培規模の拡大阻害や作期分散の必要性から労働負荷を増加する要因となっている。そこで、本報はエダマメ調製作業を低コストで高効率化する方法を明らかにすることを目的に、精選別作業

時の照明や作業姿勢、調製作業台の色が選別能率に与える影響について検討した。また、洗浄については、水温の違いが洗浄効果と品質に与える影響を検討し、適正な指標を提示することを目的とした。

2. 実験方法

(1) 供試材料

実験に供したエダマメは、2000、2001年に秋田県農業試験場で栽培したものをを用いた。品種は秋田県で主に栽培されている早生種のサッポロミドリ、中晩性種の錦秋、晩生種の秘伝とした。サッポロミドリは播種が2001年5月9日、収穫が7月30日であった。錦秋は播種が2000年6月8日、収穫が9月18日であった。秘伝は播種が2000年6月19日、収穫が10月2日であった。

(2) 実験場所

実験は秋田県河辺郡雄和町にある秋田県農業試験場内の付属舎で行った。エダマメは抜き取り機(試作機)で収穫してから付属舎へ搬入し、脱莢機(松本, KX-III型)を用いて脱莢を行った。なお、脱莢した莢は脱莢機と連結した傾斜コンベアを介して振動式選別機(松本, GS-3型)に投入され、二次選別を行った。

(3) 実験項目と実験区の構成

1) 選別試験

a) 照度: 屋外、屋内照明有無の三試験区を作成し、それぞれ調製試験を行った。各作業時の照度は、照度計(ANA-F12型)で計測した。

b) 作業姿勢: 座位、中位、立位の三試験区を作成し、

* : 秋田県農業試験場 秋田県河辺郡雄和町相川字源八沢 34-1

** : 平鹿地域農業改良普及センター 秋田県横手市赤坂字仁坂 105

それぞれ調製試験を行った。

c) 調製作業台色：5色 ((R,G,B), No1, 黄系 (254,255,127)、No2, 桃系 (253,197,146)、No3, 黄緑系 (217,252,106)、No4, 淡青系 (127,255,254)、No5, 灰系 (192,192,192)) の調製作業台を試験区とし、現地農家を対象にアンケート調査を行った。それを基に優先順位を算出し、優位性の高い上位三色を用いて調製試験を行った。なお、補足試験として最上位と中間、最下位に位置する三色を選抜して 30 分間の調製試験を行い、作業者の疲労度をフリッカー値測定機 (ヤガミ, FV-30 型) で計測した。

以上の各試験項目に対する評価は、脱莢したエダマメ 2.0kg を被験者が 90 秒間選別後、良品選別量と不良品選別量、選別残量をそれぞれ秤量し、前者を全量に対する選別割合、後者を処理割合、両者の合計を作業能率として表した。なお、被験者は 20 歳台と 40 歳台男性、40 歳台女性であった。

2) 洗浄試験

洗浄に用いた汚染粒は、秋田県平鹿町の水田転換畑土壌 (細粒グライ土壌) 1kg と脱莢したエダマメ 3kg を床土混合機で混合して作成した。洗浄試験は四段階の水温 (水温：20,30,40,50 °C) に設定した試験区を作成し、コンテナに入れた 3kg の汚染粒を水槽に貯留した洗浄水で 90 秒間浸漬しながら人手で攪拌して行った。洗浄程度は、洗浄後のエダマメ 60 ~ 80 個を任意抽出し、土の付着を目視で確認した。

3) 品質試験

品温はエダマメ莢の中心と表面に熱電対 (JIS, T 型) を取り付け、データロガ (栄弘, SOLAC V 型) で記録した。また、洗浄後の品質 (品種：錦秋) は、還元型アスコルビン酸を高速液体クロマトグラフ (島津, LC-10vp 型) で分離し、UV-VIS 検出器で定量した。

3. 結果と考察

(1) 精選別作業の効率化

1) 照度の影響

照度の違いによる選別割合は、照明無し (310LX) で 54.6%、照明有り (1100LX) で 43.3%、屋外 (33100LX) で 51.8%であった。処理割合は照明無しで 16.8%、照明有りでは 22.4%、屋外で 24.0%であった (図1)。

屋内照明が無い 310LX で選別割合の増加と処理割合の低下が生じたのは、エダマメ表面に付着した汚れや傷を見落として選別したことが多かったためである。すなわち、暗い状態の選別は被験者が莢を個々に十分観察することが不可能であるため、明るい状態よりも汚れや傷を見つけることが困難となり、不良品を認識する処理割合が減少した。一方、選別割合は汚れや傷の認識力が低下しているため、相対的に良品に含まれる誤認粒数を多くして数値を増加し、作業能率も照明ありより 5.7 ポイント高くなった。なお、1100LX 以上では各割合の個人差

が減少し、作業能率が一次関数的に増加した。以上から、エダマメ選別を照明で高精度・高能率化するには、1100LX 以上の照度が必要である。

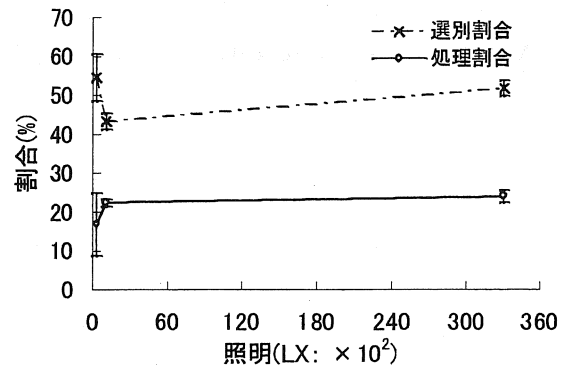


図1 照明が選別に与える影響

2) 作業姿勢

作業姿勢の違いが選別・処理割合に与える影響は座位で選別割合が 49.8%、処理割合が 25.6%、中位で 51.8%、24.0%、立位で 48.8%、24.2%であった (図2)。

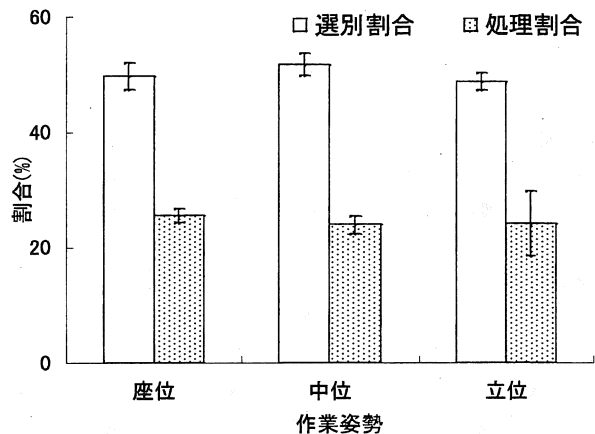


図2 作業姿勢が選別に与える影響

作業姿勢の違いが選別作業に与える影響は、いずれの試験区も小さかった。これは、試験時の作業時間が 90s と短いため、選別者の疲労が作業能率に大きく影響しなかった結果である。しかし、立位は処理割合の個人差が 5.6%となり他区の 1.2 ~ 1.5%と比較して大きく、選別者によっては長時間の作業を行うことで作業能率に影響が出やすい姿勢といえる。以上から、選別作業を行うにはイス等を利用した中腰の姿勢、若しくは地面に直接座るような姿勢で行うことが有効である。

3) 調製作業台の影響

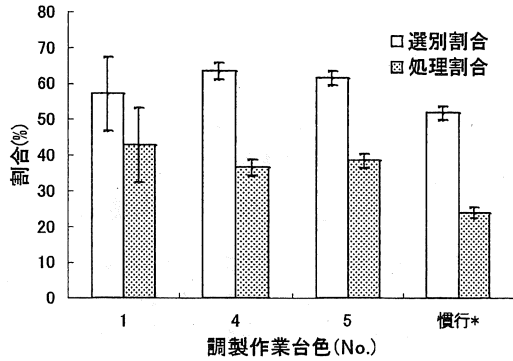
エダマメ栽培農家に対して行った調製作業台色のアンケート結果を表1に、調製台の色が選別に与える影響を図3に、疲労度に与える影響を図4にそれぞれ示す。

エダマメ栽培農家に対して調製作業台の色を作業しやすい順序に評価してもらった結果、No5 が 92.9%と最も良好であった。次いで、No.4 を二番目にあげる人が多

表1 調製作業台色の評価

背景色No	1	2	3	4	5
優先順位	(黄系)	(桃系)	(黄緑系)	(淡青系)	(灰系)
1	0.0	7.7	0.0	0.0	92.9
2	9.1	7.7	0.0	63.6	7.1
3	54.5	38.5	45.5	18.2	0.0
4	36.4	0.0	0.0	18.2	0.0
5	0.0	38.5	54.5	0.0	0.0
順位	3	4	5	2	1

*: 数値は優先順位の返答割合



*: 合板使用時

図3 調製作業台が選別に与える影響

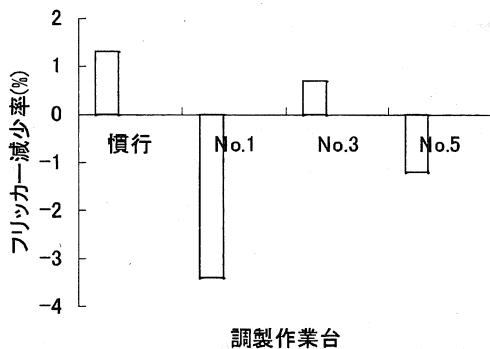


図4 調製作業台が疲労に与える影響

く、No.1 を三番目にあげる人が多かった。No.3 は選別しにくいと判断した人の割合が試験区の中で最も高いため、最下位と判定した。選別作業台は、順位が中間に位置する色ほど評価の個人差を大きくした。しかし、最上位にあたる灰色系統は評価の個人差が少なく、エダマメ選別への適応性が高いといえる。

以上の結果を基に、評価の高かった上位三系統の色を用いて選別試験を行った結果、慣行作業と比較して選別割合と処理割合の全平均値が 8.9, 15.3 ポイント上回り、選別作業能率を向上させることが分かった。しかし、No.1 は誤差範囲が大きく、選別者による優劣が明確であったことから適応性が低いと判断した。灰と淡青色ではエダマメ莢の緑色を鮮明にして外形を明確に判断することが可能で、表面に付着した傷等による変色部位と正常部位の区別化も明確にすることが可能であった。

疲労度は、慣行と比較してアンケート順位の高い色で軽減する傾向が見られた。しかし、被験者による誤差が大きく、継続調査の必要があった。

(2) 洗浄水温と洗浄程度

洗浄水温の違いが洗浄程度に与える影響を表2に示す。

表2 洗浄水温が洗浄程度に与える影響

調査項目	個体数	汚粒数	洗浄程度	標準誤差
水温(°C)	(個)	(個)	(%)	
20	60.0	3.0	95.0	1.7
30	81.0	5.7	92.5	3.4
40	75.7	14.0	81.9	8.5
50	76.7	2.3	97.1	0.9

洗浄を行った後の汚粒残存程度は、40 °Cで 18.1%あったが、その他の区では 2.9 ~ 7.5%の範囲であった。40 °C区の洗浄程度が低くなったのは、試験に使用したエダマメが降雨時に収穫したものであったため、他の試験区よりも収穫時に付着した汚れが多く、測定誤差も大きくなった。洗浄水温 50 °Cでは、残存率が 2.9%と最も少なくなり、高温水による洗浄の優位性が示された。しかし、試験時の水道水温にあたる 20 °C区の汚粒残存率は 5.0%で、高温洗浄区との差が 2.1%と極めて小さく、誤差範囲を考慮するとほぼ同等の洗浄能力といえる。以上から、洗浄には収穫時期に得られる水道水の温度で十分な洗浄効果を得ることが可能である。

(3) 洗浄による品温の経過と品質への影響

洗浄中の品温の経過を図5~8にそれぞれ示す。また、各水温で洗浄を行った後の還元型アスコルビン酸量の変化を図9に示す。

20 °C区の品温経過は、初期品温と洗浄水温が近似しているため、表面・中心とも温度増加が少なく両者間の温度勾配も小さかった。また、90 秒間洗浄した後の品温が初期品温よりも急速に低下したのは、洗浄水の蒸発潜熱による二次冷却効果が現れた結果である。30 °Cでは、表面温度の増加が 20 °Cよりも多くなり、中心との温度勾配が大きくなった。洗浄後は、周囲温度との温度差による冷却と潜熱の二次冷却で初期品温より温度を下げた。40 °C区では表面・中心とも温度上昇が大きくなり、洗浄後品温も 30 °C付近で停滞し、初期品温より低くな

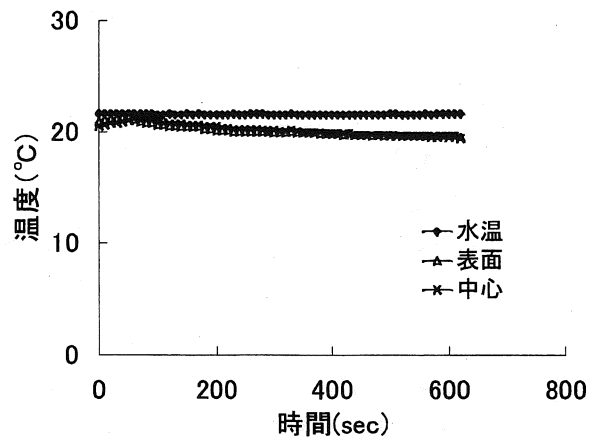


図5 洗浄水温と品温の経過 (20°C)

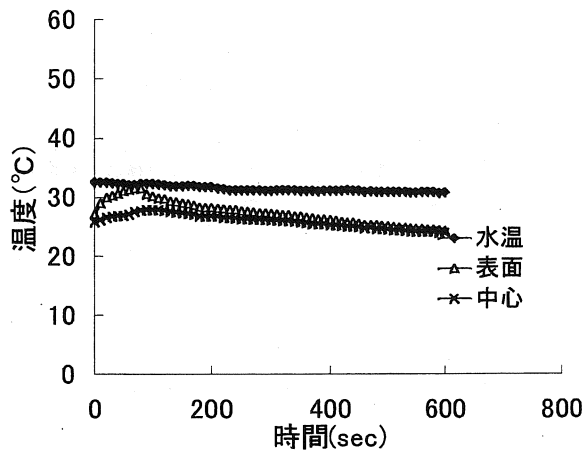


図6 洗浄水温と品温の経過 (30°C)

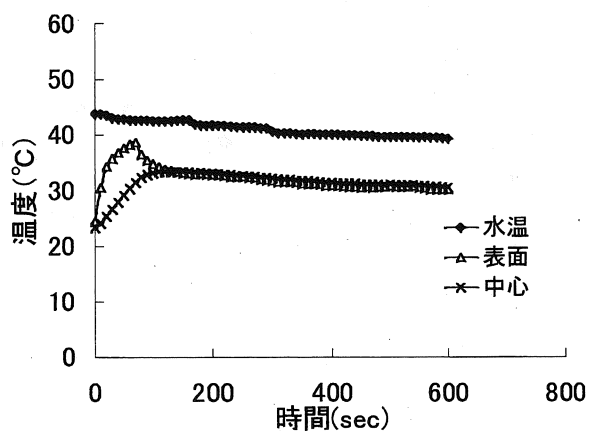


図7 洗浄水温と品温の経過 (40°C)

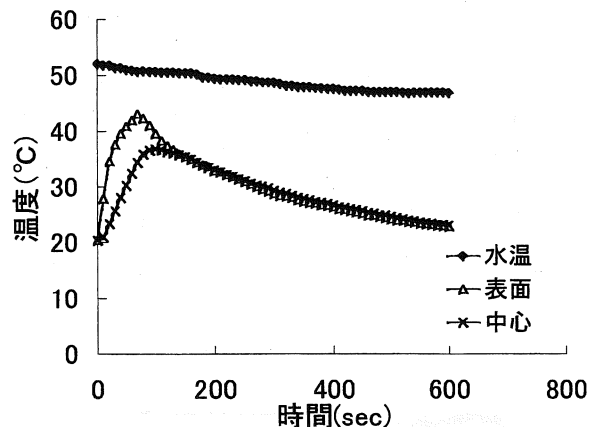


図8 洗浄水温と品温の経過 (50°C)

るまで更に長時間を要すると考えられる。50℃区では洗浄中に表面温度が40℃近くまで増加して、品温の変化を最も大きくした。以上のように、40℃以上の高温水を用いた洗浄では品温の変化が大きいため、初期品温よりも品温が高い状態で長期間維持されることになる。エダマメは品質保持の観点から速やかな冷却の必要があるため、予冷施設の負荷軽減と急速な二次冷却効果を得るため、30℃以下の水温で洗浄を行うことが望ましい。

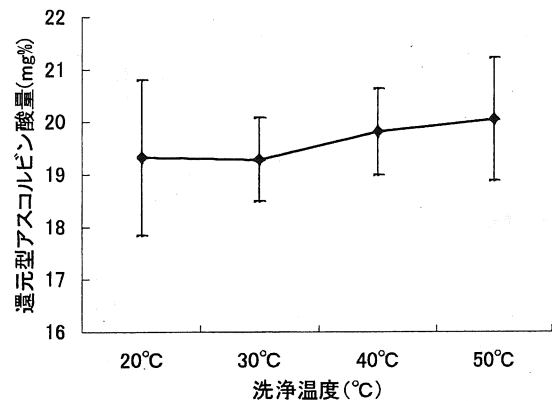


図9 洗浄水温が品質に与える影響

洗浄水温が品質に与える影響は、洗浄時間が短時間である場合、エダマメの品質に与える影響が少なかった。エダマメは、食用に付すマメの部分の莢に包まれているため、熱伝導による品温の増加が50℃の水温でも38℃程度と低いため、熱による還元型アスコルビン酸量の低減まで至らなかった。

4. 摘要

- 1) 選別作業時の照明は、1100LX以上の明るさを確保する必要がある。
- 2) 選別作業時の作業姿勢に関し、短時間作業では差が生じないが、長時間作業では座位もしくはイス等に腰掛けた中位で作業すべきである。両者の選択は、選別作業者の作業がやりやすい方を用いる。
- 3) 選別作業台の色は、灰色系統が慣行作業より選別作業能率を高くし、個人差も少なくした。
- 4) 洗浄作業は、高温での洗浄が洗浄程度を良好にした。しかし、品温の増加は大きくなり、初期品温よりも品温を高く維持するため、30℃以下の水温で行う必要がある。
- 5) 短時間の洗浄では、洗浄水温が還元型アスコルビン酸量の低下に寄与しなかった。

参考文献

- 1) 片平光彦, 泉誠, 舩谷雅弘: エダマメ収穫調製作業の効率化技術, 農機東北支報 47, 47-50, 2000
- 2) 菊池豊, 石川文武: 農業機械の安全性に関する研究 (第20報), 生研機構研究成績 11-2, 1-10, 2000

【読者コメント】最近はだだちゃ豆や仙台茶豆のように、莢が鮮やかな緑一色でないエダマメが市場で評判を得ています。それらにも適応できる普遍的な作業環境改善法に発展させられることを望みます。

【著者回答】エダマメ調製作業時の照明と姿勢については、莢色が今回と異なっても普遍性があると思います。しかし、調製作業台色は莢色の違いによって作業者の評価も異なると想定されますので、今後他品種についても検討したいと思います。

インゲン収穫用小型ハサミの開発

大河内栄*・太田弘志*・影山義春*・青田聡*・佐藤睦人*²

Development of Cutting Tool for Kidney Beans

Sakae OKOUCHI*・Hiroshi OTA*・Yoshiharu KAGEYAMA*・Satoshi AOTA*・Mutsuto SATO*²

[キーワード] インゲン, 収穫作業, ハサミ

I. はじめに

福島県は冷涼な気候に適するインゲンの生産が盛んであり、県内での収穫量が7,710tと全国有数の生産量を誇る¹⁾。しかし、収穫・調整作業に労働時間の多くを費やすため、作業人員により栽培面積が決定されているのが現状である。特にインゲンは莢数も多くかつ生育も早いいため収穫作業は大きな負担となっている。

インゲン収穫日数は約70日、収穫時間は1日6.2時間という調査データ²⁾もあり、収穫時間を通しての疲労度はかなり高い。そのため近年は表1に示すように、インゲン作付け面積も減少傾向にある。そこで、特産品であるインゲンのさらなる振興のため、収穫作業の軽労化を図り、長時間となる収穫作業の改善を目的とした、軽量のインゲン収穫用小型ハサミ（以下、開発ハサミと呼称）の研究に着眼し、開発を行ったのでここに報告する。

表1 インゲン生産面積の推移

	作付面積(ha)	収穫量(t)
平成2年	1,170	10,400
平成6年	984	7,840
平成10年	894	7,170

注) 出典：福島県農林水産統計年報

II. インゲン収穫作業の現状と品種特性

1. 収穫作業の現場

インゲン収穫作業は、指先での手摘み収穫と市

販されている芽摘みハサミの利用に分けられる。その区分については、インゲンの花柄長とつる側剥離性が関係する。剥離しやすい品種は手摘み収穫に適するが、剥離が困難な品種は無理に手摘み収穫を行うと、つるを損傷し減収となるので、芽摘みハサミを利用している。主に生産地で使用されている芽摘みハサミを写真1に示した。

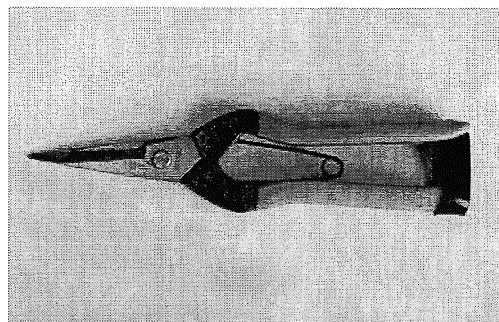


写真1 主に使用されている芽摘みハサミ

2. 品種特性

ハサミの開発に当たり、インゲンの品種特性について調査した。対象品種は県内で生産されている代表的な3品種（いちず、ステイヤー、鴨川グリーン）とした。

まず、インゲンの果実の形状について調査した。結果を表2に示す。その中で莢長などに大きな差は認められないが、花柄長はステイヤーが他の2品種に比較し短い。また、花柄の堅さについてはステイヤーが剪断抵抗が高かった。この結果からステイヤーがややハサミの使用に不向きであると思われるが、ハサミ開発に直接結びつくものは少なかった。次に、品種毎のインゲンの花柄長とつる側剥離層からの剥離性について調査した。

* 1 福島県農業試験場 * 2 会津坂下普及所

調査はつるから果実を手で引っ張る作業をした。写真2, 3, 4にそれぞれの品種の花柄長とつる側離層からの剥離状況についての写真を示す。

いちずとステイヤーについては剥離性が比較的良好で、つるを痛める事は少なかった。次に鴨川グリーンについては、上記の2品種から比較してかなり剥離が困難であり、上位部のつるを痛める可能性が高かった。

これらの品種特性の調査から総合的に判断し、開発ハサミの対象品種を鴨川グリーンとした。

表2 インゲン収穫果実の品種特性

	いちず	ステイヤー	鴨川グリーン
莢長(cm)	15.6±2.0	16.3±1.8	15.5±2.3
花柄長(mm)	11.4±1.3	7.1±0.8	10.4±1.2
柄径(mm)	1.7±0.2	1.9±0.2	1.8±0.3
剪断抵抗(KN)	10.8±0.2	14.7±2.9	11.8±2.9

注) 平均偏差±標準偏差 n=20



写真2 インゲン品種 (いちず)



写真3 インゲン写真 (ステイヤー)

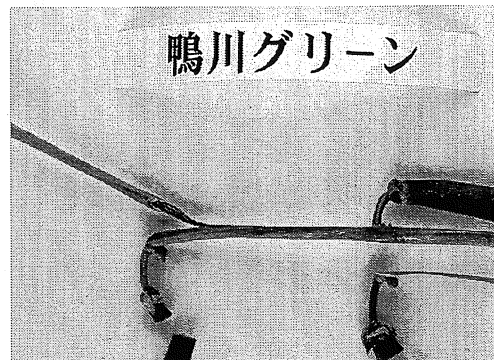


写真4 インゲン写真(鴨川グリーン)

III. 開発ハサミの作業性能

1. 開発ハサミの概要

今回の研究で慣行とした市販の芽摘みハサミは、刃先が長く奥行きのある作業に適しているが質量が約100gとかなりの重さがある。そのため開発ハサミは、使いやすくかつ小型軽量で軽労化につながる新しいスタイルを目指した。

その結果、開発されたハサミの大きさは約4cm、質量は約6g、材質はステンレス、刃物は既製品の Cutter 刃を使用した。図1, 表3に概要を示す。固定部にはリングをつけ、すべり止めや指の保護のため高伸張性衛生発泡体をリング内に貼り付けた。リングは左右の自在である。装着方法は、利き手の人差し指にリングを差し込み、刃物の下部を親指で押さえインゲンの花柄を切断する。装着状況を写真5に示す。

インゲンは、つる性植物のためネット栽培が主流である。また生育も早く草丈は最盛期でネット最上部付近の約1.8m近くまで伸びる。今回の開発ハサミは指にそのまま装着でき、かつリングが自在になるため高所で奥行きのある場所でも、収穫がスムーズである。作業風景を写真6に示す。

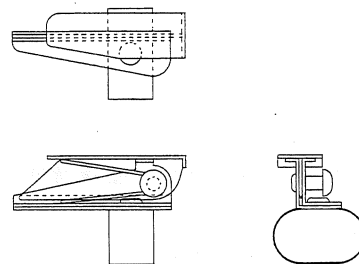


図1 開発ハサミの図面

表3 開発ハサミ仕様

仕様項目	
本体材質	ステンレス
全長(mm)	38
全高(mm)	33
全幅(mm)	22
全質量(g)	6
刃材料	市販カッター
使用方法	指先に装着して使用

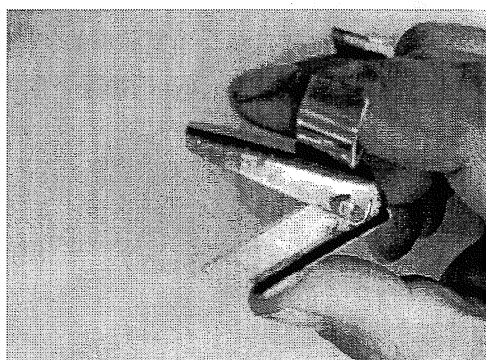


写真5 開発ハサミ装着状況

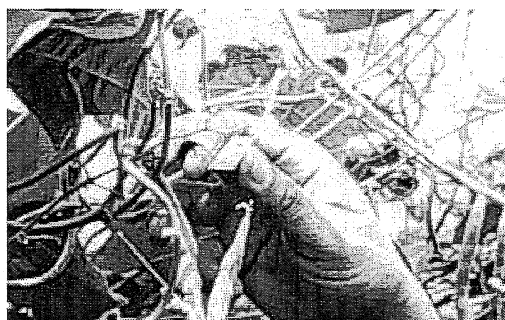


写真6 開発ハサミでの収穫作業風景

2. 作業性能試験方法

開発したハサミの作業性や精度等の試験を行った。場所は県内の会津高田町の生産者ほ場で、開発ハサミと慣行ハサミ（市販品）を供試して、インゲン収穫時の作業速度並びに作業精度を測定した。品種は鴨川グリーンである。

収穫作業速度については、開発ハサミと慣行ハサミのそれぞれについて任意のインゲン列から25本の収穫に要する時間を4回繰り返し求め、計100本のインゲンを収穫し、1分当たりの収穫本数を作業速度とした。

収穫作業精度については、作業速度の測定時に開発ハサミと慣行ハサミにより収穫されたインゲンの切口について100本ずつ、切りすぎ等の損傷割合について調査した。

3. 結果と考察

収穫作業速度は、慣行ハサミ作業で23.1本/min、開発ハサミ作業で23.7本/minとなり、慣行と同程度の作業速度が得られた。収穫作業速度を表4に示す。これによると、慣行の大きなハサミと同量の作業本数が確保されたため、軽量化が図られた分、快適さが加わったと考えられる。

収穫作業精度については、花柄の切りすぎによる損傷割合は慣行ハサミ区5%、開発ハサミ区で1%であった。切断長さ別の果数割合は、ほぼ同程度であった。収穫作業精度と果数割合を表5に示す。これらの結果により、今後有望視されている鴨川グリーンの収穫に際し、既存の芽摘みハサミ同等の速度と作業精度が確保された。

また、今回の開発ハサミは小型軽量なため、実際に収穫作業を体験した農家からは使いやすく、作業性に優れているとのコメントを得た。

表4 収穫作業速度

試験区	平均速度 (本/min)
開発ハサミ	23.7±2.6
慣行ハサミ	23.1±1.2

注) 平均値±標準偏差

表5 収穫作業精度

試験区	花柄切断長さ別果数比率(%)				莢長 (cm)	花柄径 (cm)
	短	適	長	切りすぎ		
開発ハサミ	57	39	3	1	12.3	1.2
慣行ハサミ	60	33	2	5	12.1	1.1

IV. まとめ

今回、試験場で開発されたハサミはプロトタイプである。そのため、さらに改良を加え製品化を図り、いち早く生産現場での利活用を目指している。しかし、ハサミの刃物部分と型素材についての改良は場内加工が不可能なため、民間企業への技術協力を依頼することとした。

引用文献

- 1) 福島県農林水産統計年報, 1989~1999
- 2) 朽木靖之, 青田聡: インゲン選別機の開発 (第1報), 農業機械学会東北支部報, 47: 51~54, 2000

【読者コメント】 開発ハサミは非常にシンプルであるために大幅な改良の余地は少ないと思われます。農家サイドからの要望はどのような点でしょうか。また、開発ハサミが商品化された場合の販売価格はどれくらいでしょうか。

【筆者回答】 試験場の原型を元に、商品化の検討を進めています。何度か試作を重ねる中で、農家や普及所からの要望として、ハサミの刃を受ける部分の先端に、R型のフックを付けると、高いところの収穫作業が楽になるとの要望があり採用しました。商品の販売価格は1,600円前後になる予定です。

梅割機の開発

青田 聡*・影山義春*・大河内栄*・太田弘志*

Development of cracker for Ume

Satoshi AOTA*, Yoshiharu KAGEYAMA*, Sakae OKOUCHI*, Hiroshi OTA*

[キーワード] 梅, 梅割, 砂糖漬, 加工

1. 緒言

福島県郡山市西田町では、1980年から国営総合農用地開発事業（郡山東部地区）で造成したほ場に梅を植栽し、生産から加工販売までの一貫体制で取組んでいる。2001年は、砂糖漬800kg、梅干し1,000kg、塩漬200kgを加工した。

西田町では、写真1に示す果肉が硬いカリカリ甘梅漬と呼ばれる砂糖漬¹⁾を加工する際、味が良く染み込むよう果肉に切れ目を入れている。ここでは、切れ目を入れる作業のことを梅割とした。現在は人力で1果ごとに梅をつぶし、切れ目を入れているため労働負荷が大きく、作業能率も低くなっている。このため、高効率で簡易な梅割機の開発が望まれていた。しかし、このようなマイナーな作物を対象とした機械の開発はメーカーでは取組まないのが現状である。そこで、福島県農業試験場では福島県農中農林事務所農業普及部より依頼を受け、2000年から梅割機の開発に取組み始めた。本報では、梅割の機械化の可能性を検討し、実用性の高い梅割機を開発したので報告する。

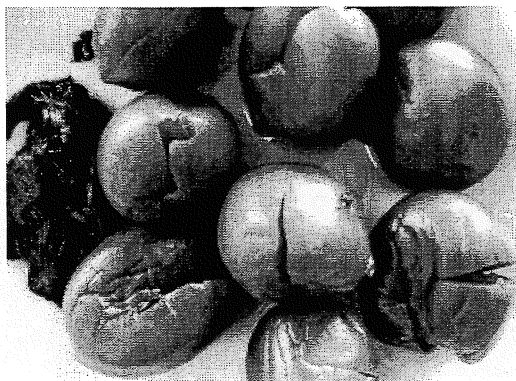


写真1 梅の砂糖漬

2. 梅割の機械化の検討

(1) 慣行作業

現在、西田町では、写真2のような道具で梅をつぶし梅割作業を行っている。この道具は、柏餅の皮を伸ばす際に用いられていたものである。また、写真3の1個1,000円程度の市販の道具も用いている。他産地では同様な道具を梅の種取りに用いている²⁾。梅割の作業は写真3のように1果ごと板に挟み、押しつぶしている。

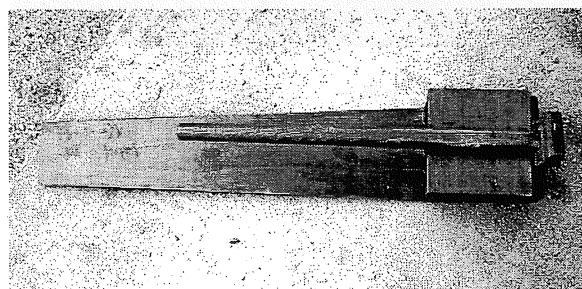


写真2 慣行人力梅割作業に用いた道具



写真3 慣行の梅割作業

*福島県農業試験場

(2) 試作機の概要

写真4に示す試作機で梅割の機械化を検討した。試作機は福島県農業試験場で製作した。試作機は、図1に示すように同径(φ17cm)の木製ロール1対から成り、それぞれのロールが反対方向に同周速度で回転する機構になっている。駆動はハンドルを人力で回すことによる。ロールの間隙は、梅の大きさに合わせて調節できる。梅割の方法は、ロール間隙に梅を供給しロールを回転させ、梅をつぶすことで果肉に亀裂を入れる方法によった。

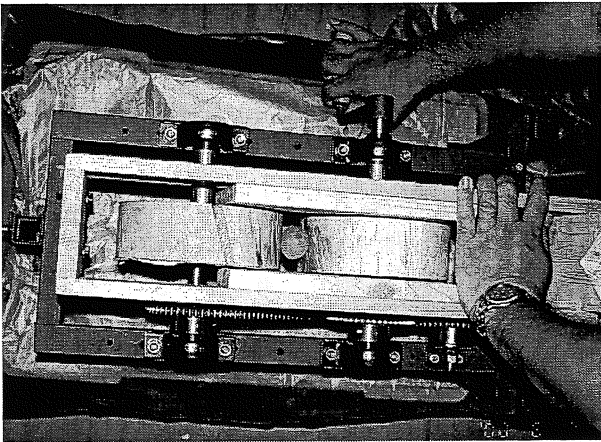


写真4 試作機

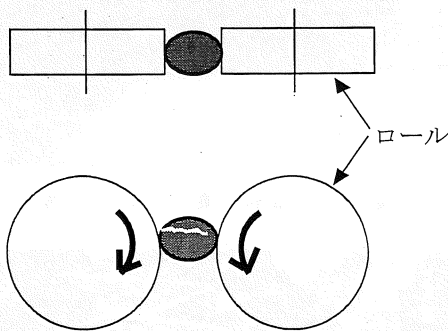


図1 試作機の概要

(3) 試作機の性能試験

試作機で実際に梅割作業を行い、作業精度を調査した。試験は2000年6月に郡山市農産加工センターで行った。試験には郡山市西田町産の白加賀を用いた。梅の形状を表1に示す。ロール間隙は、21.9mmに設定した。

また、梅の形状が設定ロール間隙より極端に大きくと梅がロール間隙に挟まってしまうため、試験では梅の大きさをLサイズに調整した。さらに、ロール間隙

に二個以上投入すると同様に挟まってしまうため、試験は一つずつ投入して行った。

表1 梅の形状(2000年6月)

縦径(mm)	36.4±1.4
横径(mm)	33.1±1.5
質量(g)	23.2±2.4

注) 値は、平均値±標準偏差

(4) 試作機の性能試験結果および考察

作業精度の結果を図2に示す。良好に梅割ができた割合、つまり、写真5に示す割れ方程度2以上の割合は84%と高かった。切れ目が入らず、つぶれのみだった梅は、成熟が進み軟化していたものに多く見られた。

このように高精度の梅割を試作機の機構で行うことが確認できたため、実用性の高い梅割機を開発することとした。

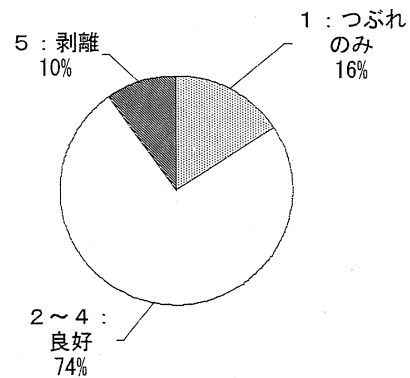


図2 試作機の作業精度

注) 1) 個数割合(発生個数/146個)

2) 1~5までの割れ方の程度は写真5に示す

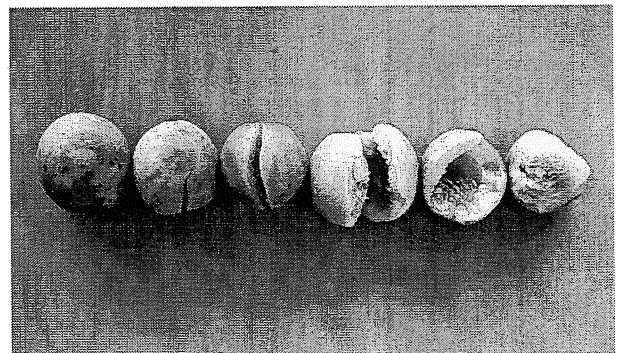


写真5 割れ方の程度

注) 左から程度 1: つぶれのみ 2: 割れ小 3: 良好 4: 剥離寸前 5: 剥離

3. 梅割機の開発

(1) 梅割機の概要

試作機をベースとした梅割機を開発した。梅割機は福島県農業試験場で製作した。梅割機は試作機と同様に同径（ $\phi 25\text{cm}$ ）の木製ロール1対から成る。梅割機の概要を図3、外観を写真6に示す。試作機からの改良点は、①梅形状ばらつき対策、②自動投入機構の検討、③ロールのモータ駆動の3点である。

①梅形状ばらつき対策

試作機では梅の形状が極端に大きかった場合、ロール間隙に梅が挟まり詰ってしまう問題が生じた。このため、大きな梅がロール間隙に入って梅とロール接触面に発生する接触圧力が極端に高くなった場合、ロール間隙が大きくなって梅を逃がすことができるよう片方のロール軸を可動式にした。また、ロール間隙の接触圧力をバネで調節できるよう改良した。

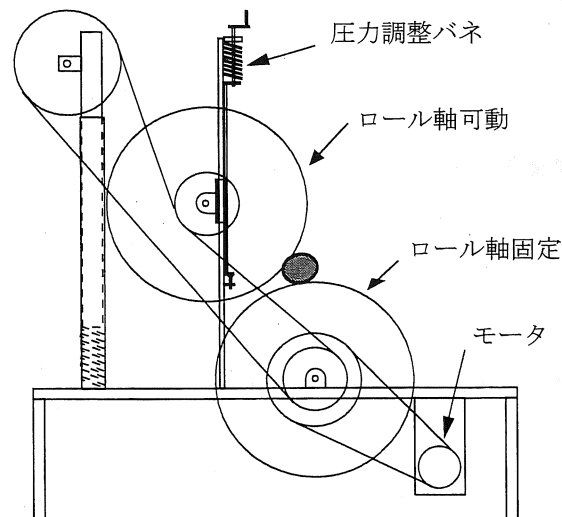


図3 梅割機の概要



写真6 梅割機の外観と作業状況

②自動投入機構の検討

試作機では、ロール間隙に2個以上の梅が投入されると挟まりが生じたため、一つずつ投入しなければならない。そこで、ロール軸を固定しているロールの接触面に梅が一つ入る程度の溝を切り、ロール間隙に梅を一つずつ自動投入できるようにした。

③モータ駆動

試作機は人力でロールを駆動していたため、労働強度が大きいと考えられた。このため、ロールの駆動をモータ（10W 0.4A）で行うこととした。この時のロールの回転数は2.28rpmであった。

(2) 性能試験

梅割機で実際に梅割作業を行い、作業精度と作業速度を調査した。また、慣行の人力作業についても同様に調査した。梅割機、人力とも作業は1人で行った。試験は2001年6月に郡山市農産加工センターで行った。試験には郡山市西田町産の白加賀を用いた。試験に用いた梅の形状を表2に示す。ロール間隙は17.7mm、ロール間隙圧は $2.8 \times 10^2 \text{ N}$ とした。

梅割機の作業者は、写真6のように傾斜した受け台に載せた梅がロール投入口で閉塞、滞留しないよう流量を調整する作業を行った。人力作業は前述したとおりであった。

表2 梅の形状 (2001年6月)

縦径(mm)	35.9±1.3
横径(mm)	31.2±1.4
質量(g)	20.3±2.0

注) 値は、平均値±標準偏差

(3) 結果および考察

梅割機の作業精度の結果を図4に示す。前掲した写真5に示す割れ方程度2以上の良好に梅割できた割合は94%となり、試作機より更に高精度な梅割を行うことができた。切れ目が入らなかった梅は、試作機の結果と同様に成熟が進み軟化していたものに多く見られた。慣行人力作業では、良好に梅割ができた割合は100%であった。

改良した3箇所については、いずれのもの箇所でも作業中に大きな不都合は生じなかった。

①梅形状ばらつき対策については、設定したロール

間隙に対して極端に大きな梅が投入されても、片方のロール軸が可動することで詰まりを生じずに梅割を行うことができた。

②自動投入については、梅が一つ程度入る溝をロール接触面に切ったことで、確実に一つずつロール間隙へ投入することができた。しかし、受け台に載せた梅がロール投入口で閉塞、滞留してしまうため流量の調整作業が必要となり、作業の無人化はできなかった。このため、受け台のロール投入口に振動装置を付加するなどの閉塞・滞留対策が必要と考えられた。

③ロールのモータ駆動でも問題は見られなかった。試作機では手でロールを駆動していたため労働強度が大きいと考えられたが、それと比べ梅割機の労働強度は低く、かなりの軽労化が図られた。

作業速度の結果を表3に示す。梅割機による作業速度は37.2個/分・人となり、人力作業の20.7個/分・人の約1.8倍程度であった。開発した梅割機を更に高能率化するには、ロールの幅を大きくし投入個数を増やす、ロールの数を増やすなどの対策が考えられた。

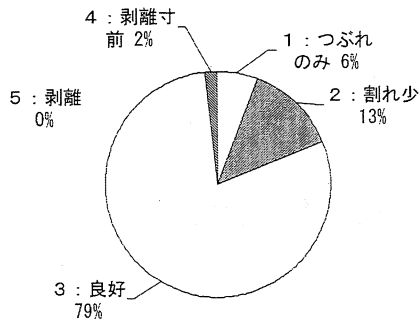


図3 梅割機の作業精度

注) 1) 個数割合 (発生個数/411個)

2) 1～5までの割れ方の程度は写真5に示す

表3 梅割機の作業速度(個/分・人)

人力	20.7 ± 4.5
梅割機	37.2 ± 0.8

注) いずれの作業も作業人員は1人
値は平均値±標準偏差で、20個を割る速度

4. まとめ

簡易な機構で実用性の高い梅割機を開発した。梅割の方法は、ロール間隙で梅をつぶすことで果肉に切れ目を入れることによる。

梅割機の性能は、作業精度では梅割が良好に行えた個数割合は94%とかなり高かった。梅割機の作業速度は37.2個/分・人となり、人力作業の約1.8倍程度であった。開発した梅割機を高能率化するには、ロールの幅を大きくする、ロールの数を増やすなどの対策が考えられた。また、受け台投入部での閉塞・滞留対策も必要と考えられた。

参考文献

- 1) 食品加工総覧 第11巻, (社) 農山漁村文化協会, 85-87, 2001
- 2) 現代農業 2001年7月号, (社) 農山漁村文化協会, 78-79, 2001.

【読者コメント】現場に役立つ実用的な研究だと思います。今後の改良を期待します。もしロール間隙と梅の径についてデータがあればお聞かせ下さい。同じく、ロール間隙圧と割れ具合について試験されていれば、ご教示下さい。

【筆者回答】詳細な試験は実施しておりませんが、割れ具合は、その時の梅の硬さにも影響されます。このため、ロール間隙とロール間隙圧は梅の性状に合わせてその都度調整する必要があります。

水稻複粒化種子の造粒・播種技術の開発(第4報)

— 造粒システムの自動化 —

富樫辰志*・天羽弘一*・西脇健太郎*・矢治幸夫*・木村勝一*・菊池康紀**

Development of Rice Direct Seeding System Using Multiple Seed Pellet (Part 4)
 — Automatic Granulation System of Multiple Seed Pellet —

Tatsushi TOGASHI*, Koichi AMAHA*, Kentaro NISHIWAKI*, Yukio YAJI*,
 Syoichi KIMURA*, Yasunori KIKUCHI**

[キーワード] 水稻直播, 複粒化種子, 粘土ひも切断式造粒法, 播種

1. はじめに

寒冷地における水稻直播栽培の安定化を図るため、複粒化種子の造粒・播種技術の開発を進めている。高精度な複粒化種子造粒法として開発した粘土ひも切断式造粒法の造粒能率は、2000年度は毎時約2万粒（播種面積10a相当分）に留まっております。かつ半自動システムであった。そこで、造粒能率向上のため、造粒システムの各工程で自動化を進め、造粒作業上の問題点を摘出した。その他、10.4kW乗用管理機に装着できるように装着ヒッチ部等を改造した8条播種機を用いて圃場での播種精度試験、および栽培実証試験を行った。

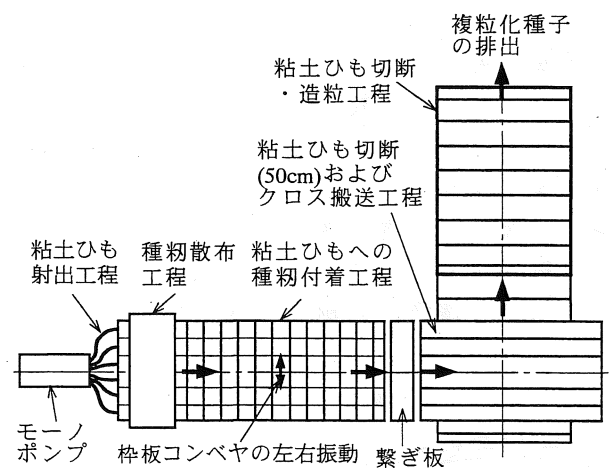


図1 造粒システム各工程の配置(平面図)

2. 造粒システム

1) システム全体の概要(図1)

モノポンプを介して6本のノズルから連続して射出される粘土ひもは、種籾散布工程の桝板コンベヤに導入され粘土ひもへの種籾付着工程に進む。種籾を付着された粘土ひもは、繋ぎ板を介して落下しながらVベルト6本のクロス搬送工程に進み、50cmの長さに切断されると同時に落下する。ここで搬送方向を90度変え、下側溝板に乗りながら粘土ひも切断・造粒工程に進み、上側溝板との接触部で造粒されて排出される。なお、モノポンプへの粘土供給は、20%の粘土ホッパから油

圧シリンダで加圧されて自動的に行われる。

2) 粘土ひもへの種籾付着工程(図2)

射出された6本の粘土ひもは、種籾散布工程において種子ホッパから落下する種子に覆われる。粘土ひもが導入される木製の桝板コンベヤ寸法は幅62mm×長さ300mmで、高さ20mmの鉄枠で6つに仕切られている。計40枚の桝板コンベヤはカーブドチェーンで連結され、搬送行程の中央部で±15mmの左右振動(40Hz)を受けるため粘土ひもが転動し、桝内の種籾が粘土ひもの表面全体に付着する。この工程では①粘土ひも射出速度の不安定性、②粘土ひもが桝板に付着して転動しない場合がある、③付着されずに残った種籾の回収方法等の問題を残した。

* : 独立行政法人・農業技術研究機構・東北農業研究センター ** : (有)北日本ゼオライト販売

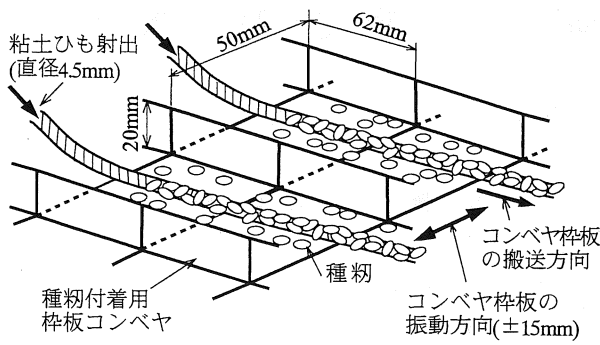


図2 粘土ひもへの種粉附着工程原理

3) 種粉附着工程とクロス搬送工程との繋ぎ部 (図3)

種粉が付着した粘土ひもは、種粉附着工程から繋ぎ板を介してVベルト6本のクロス搬送工程に進むが、繋ぎ板は粘土ひもの落下作用を利用した平板である。そのため、種粉附着工程の枠板コンベヤ上で粘土ひもが切れた場合や種粉の付着程度が不十分な場合には、この繋ぎ板部分でスムーズな流れとならず、この部分の調整に問題点を残した。

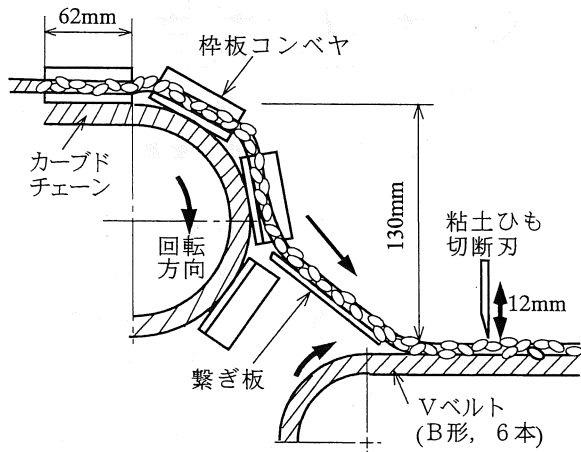


図3 種粉附着工程からクロス搬送工程への繋ぎ部 (側面図)

4) クロス搬送工程および粘土ひも切断・造粒工程 (図4)

クロス搬送工程では、6本のVベルト (B形) 上に載って搬送された粘土ひもが光電センサで検知され、約500mmの長さで切断されると同時に粘土ひも切断・造粒工程の下側溝板に、Vベルト間から落下し搬送方向が90度変わる。6本の粘土ひもを下側溝板上では約100mmの定間隔に並べる必要があるが、実際には100mmとはならなかった。その主な原因は工程間の搬送速度差の調整不良と推察された。

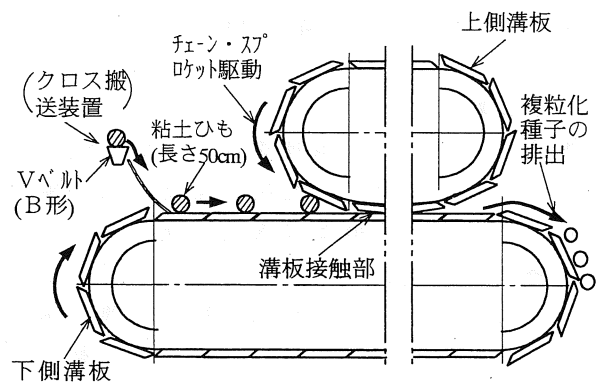


図4 粘土ひも切断・造粒工程原理 (側面図)

粘土ひも切断・造粒工程(図4)は、幅100mm、長さ600mm、厚さ25mmの短冊形の溝板(上側26枚、下側46枚、図5参照)がチェーンに連結されて搬送される。長さ500mmの粘土ひもは下側コンベヤに載って搬送され、上側コンベヤに挟まれる。上・下の溝板は搬送速度が異なるので、溝板接触部で粘土ひもの切断・造粒作用が生じ、複粒化種子となって排出される。この時、接触する上側溝板と下側溝板との溝合わせが高精度で一致(約1mm以内の誤差)しないと造粒精度が低下し、含まれる種子数が不均一で、かつ扁平な複粒化種子となる。

表1 複粒化種子の造粒精度比較 (括弧内は標準偏差, 調査点数各300粒)

	平均直径mm	最大径mm	最小径mm	種粉粒数	粘土ひも直径mm
1999年	9.3(1.8)	10.7(1.1)	7.9(1.3)	6.4(2.1)	4.3
2000年	10.0(0.9)	11.3(0.8)	8.8(0.8)	7.0(1.4)	4.3
2001年	9.6(2.5)	11.7(1.6)	7.7(1.2)	5.4(2.1)	4.5

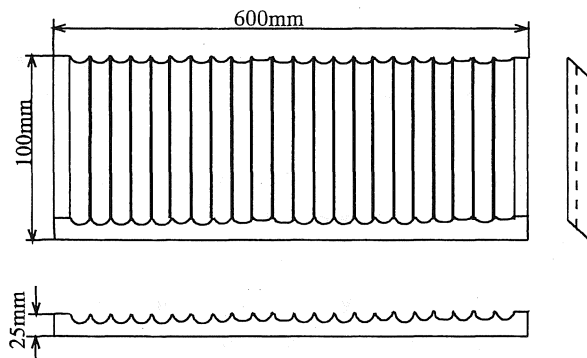


図5 短冊形溝板の形状

5) 造粒作業試験

(1) 試験条件

粘土：陶芸用粘土，含水率24%，硬度：山中式土壤硬度計の目盛4～5mm
 種籾付着用コンベヤ速度：20mm/s
 種籾付着用杵板振動数：40Hz
 Vベルト速度：40mm/s
 上側溝板コンベヤ速度：60mm/s
 下側溝板コンベヤ速度：30mm/s

(2) 試験結果（表2）

造粒能率は前年度の約2倍（毎時4万粒）となったが，試験時にはトラブルが多発した。

すなわち，粘土ひも射出工程で射出速度の安定のために1名，粘土ひもが種籾付着用の杵板に付着した場合の調整に1名，種籾付着工程からクロスコンベヤ工程への繋ぎ部分の調整に2名，下側溝板に落下した粘土ひもを100mm前後の定間隔に並べるための調整に1名が必要であり，各種調整のための作業人員が計5名必要であった。実際の造粒作業では，造粒された複粒化種子のふるい選別と最後のカルパーコーティング作業に各々1名が必要のため，全体では7名の組作業であった。ただし，前述したトラブルを機械の改良によって解消できれば，全体では3～4名程度の作業要員が可能と判断された。

造粒された複粒化種子（カルパーコーティング後）の精度は表1に示した。切断・造粒工程が人力作業であった2000年に比べて，2001年は寸法および含まれる種子数のばらつきが大きく，複粒化種子の造粒精度は低下した。主な原因としては，①粘土への種籾付着が不十分であったこと，②下側溝板上での粘土ひも間隔が約100mmとならない場合が多かったこと，③粘土ひもの切断・造粒工程で，上側溝板と下側溝板との溝合わせ調整が不十分であったこと，等が推定された。

表2 複粒化種子の播種精度（括弧内は標準偏差，調査点数各100株）

調査区	出芽深度 mm	出芽本数 本/株	推定出芽率 %	株間 cm	30cm以上 欠株率%
1	7.7(4.1)	5.2(2.9)	69	25.2(21.5)	24
2	8.5(4.3)	4.2(1.6)	70	20.5(15.8)	18
3	9.9(8.3)	4.9(3.0)	78	21.1(15.7)	20

注)圃場は厚層多腐植質黒ボク土で，代かき後2日目に播種，30a。

3. 場内播種試験及び現地実証試験（表2，3）

1) 試験方法

作業速度：0.6m/s
 設定播種間隔（株間）：18cm
 設定播種深度：8mm
 品種：あきたこまち
 播種機：傾斜ベルト式複粒化種子播種機（8

条用，10.4kW乗用管理機装着）

2) 場内試験結果（表2）

出芽深度（土壤表面と複粒化種子の中心までの距離）は7～10mm，出芽率は約70%以上であったが，見かけの欠株に相当する株間30cm以上が20%前後あった。原因の一つは鳥害であるが，複粒化種子の造粒精度の低下による播種精度の

低下（特に傾斜ベルトの種子線出し精度の低下）も大きな原因と考えられた。推定出芽率は約70%とやや低く、鳥害の影響と思われた。

3) 現地実証栽培試験結果 (表3)

いずれの圃場においても条播に比べて播種量が少なかったのは、複粒化種子の造粒精度の低下によるものと推定された。播種深度が5~7mmと浅かったのは、代かき土壌が硬めに設定されたためであり、表面に10~20mm程度湛水することで対処できると思われた。倒伏については、条播に比べて株状生育の効果が現れ、耐倒伏性は勝ると判断された。作業速度は0.5m/sでほぼ安定していたが、0.7~0.8 m/sを得るためには、複粒化種子の形状を安定的な球形に造粒する必要がみとめられた。

4. まとめ

1) 水稻複粒化種子の粘土ひも切断式造粒システムの高効率化を図るため、各工程の自動化を進めた結果、約4万粒/h (20a相当分)の能率であった。

2) 本システムで造粒作業を行う場合、各工程における機械の調整不足に起因するトラブルが多発し、計5名の作業人員を要した。

3) 造粒された複粒化種子の精度は、含まれる種籾数と球形寸法が前年度よりも劣り、造粒システムの改良が必要と判断された。

4) 圃場試験および栽培実証試験を行った結果、欠株の増加、播種深度の不安定性等の問題が摘出された。また、条播に比べて耐倒伏性の勝ることが実証された。

表3 複粒化種子の現地栽培実証試験結果 (秋田県太田町)

圃場No	播種方法	播種量 g/m ²	出芽深度 mm	苗立率 %	苗立数 本/m ²	穂数 本/m ²	登熟歩合 %	精玄米重 g/m ²	倒伏 0-4
1	複粒点播	2.8	5	84	77	417	93	604	0.6
	条播	3.5	4	95	118	409	93	634	1.0
2	複粒点播	2.3	7	86	65	396	87	539*	0.7
	条播	3.7	11	93	108	414	81	609	2.0
3	複粒点播	2.2	5	77	64	415	91	539	0.9
	条播	3.0	4	81	87	411	93	518	0.6

注1) 播種日は2001年5月5~7日。

2) 倒伏は0(無倒伏)~4(完全倒伏)まで5段階。

3) 精玄米重は坪刈り収量。*はカモ害のため減収した。

4) 播種機は、圃場No3のみ8条用、他は6条用を用いた。



写真1 8条用播種機による播種試験 (2001年5月, 東北農研センター内圃場)

雑穀を取り入れた普通畑作物の大規模機械化栽培の推進方向

大里達朗*・及川浩一**・新田政司***

Demonstration Project for Mechanization of Traditional Upland Crops' Farming

Tatsuro OSATO*, Koichi OIKAWA**, Masashi NITTA***

1. はじめに

北上山系地域は、岩手県東部を南北に長く縦断する広大な地域であるが、農地は山あいの集落を中心に広がっており、「やませ」の常襲地域という厳しい気象条件や市場に遠いなどの地理的制約も受けてきた地域である。この中で、雑穀は古くから適した作物として地域の食生活に深く係わる文化の一つとされてきたが、昭和40年以降は、葉タバコや野菜等の高収益作物の振興とともに、収益性の低い雑穀は衰退の一途をたどってきた。しかし近年は、雑穀の栄養価や機能性が評価されるようになったことから、このようなニーズに雑穀産地として応えようとする動きがでてきている。

雑穀の栽培技術は、耕起作業以外は、人力を主体としたものであり、ニーズ対応や若い担い手に受け入れられるためには、雑穀の機械化栽培技術を開発するとともに、葉タバコ、野菜等と雑穀を組み合わせた輪作体系の確立が緊急の課題となっていた。そこで、大型機械が稼働できる地域として軽米町を選定し、雑穀の機械化体系の組立と現地実証し、地域営農に与える影響について検討したので報告する。

2. 試験方法

(1) 軽米町の農業構造の現状

岩手県北部は、北上山系内でも地形が比較的なだらかで農地の開発がすすんでいることから、部分的ながら広大な畑作地帯を形成している。本研究を行った軽米町も畑地面積が耕地面積の3分の2を占めている(図1)¹⁾²⁾。

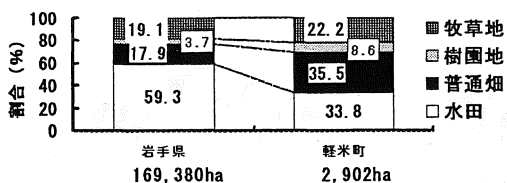


図1 軽米町の耕地区分状況

表1に軽米町の農業生産額の推移を示したが、米は、4~5年に1回は、強い「やませ」の影響を受けるため、米を基幹とする農家は極めて少なく、気象の影響を受けることが少ない葉タバコや鶏・豚等の家畜の選択指向が強く、農業粗生産額に占める割合が高くなっている²⁾。

最近では、冷涼気象を逆手に取って、キャベツやほうれんそう等を積極的に経営に取り入れる農家も増えてきており、野菜品目における生産の拡大もみられている。

表1 軽米町の農業粗生産額の推移 (単位:百万円)

年 度	S50	S60	H7	H10
合 計	4,889 順位	10,873 順位	10,350 順位	10,115 順位
米	1,139 2	1,195 3	914 3	690 3
麦・豆・雑穀	174 8	379 7	213 8	145 9
いも	32 11	12 12	10 12	6 13
野菜	265 5	441 5	589 5	618 4
果樹	148 9	267 9	273 7	343 7
花き	0 -	6 13	20 11	43 10
工業	1,370 1	1,667 2	1,464 2	1,304 2
その他	38 10	58 10	49 10	30 11
養蚕	3 13	46 11	8 13	4 14
肉牛	241 6	437 6	399 6	378 6
乳牛	198 7	334 8	193 9	147 8
豚	433 4	729 4	665 4	592 5
鶏	836 3	5,302 1	5,548 1	5,803 1
その他	12 12	12 12	5 14	12 12
生産農業所得	2,724	3,077	3,201	2,960
所得率 (%)	55.7	28.3	30.9	29.3

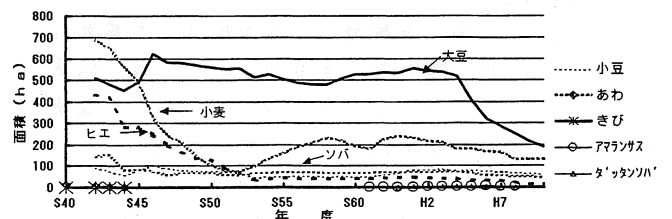


図2 軽米町の雑穀類の作付け推移

一方では、農業従事者の減少と高齢化の進展により生産の拡大が難しい状況になっており、専業農家においても遠隔地農地の管理に手がまわらず、耕作放棄圃場も急激に増加し、水稻用機械の利用が可能な小麦を除く大豆やヒエ等の雑穀の栽培面積が減少している(図2)¹⁾²⁾。

* 岩手県農業研究センター

** 岩手県農林水産部畜産課

*** 岩手県農業研究センター-県北農業研究所

(2) 試験方法

1区画が概ね100a以上に区画整理された八戸平原農地開発地域内で、かつ近隣に圃場が集積している条件下でトラクタ装着式の真空播種機を用いた播種、乗用管理機を用いた中耕除草(中間管理)、改良型汎用コンバインを用いた収穫作業の実証を行った。実証作物は、作業体系が最も難しいことが想定されたアマランサスを主体にキビ、大豆、ソバ等についてはその適応性を検討した。

表2 機械化実証試験項目

作業名	供試機械	調査内容等
播種	トラクタ装着式真空播種機	作業能率=実証場所=軽米町野場 実証作物=アマランサス, 枇', 小粒大豆 作業精度=実施場所=旧岩手農試県北分場 実証作物=アマランサス
中間管理 (中耕除草)	乗用管理機 ローリー-加チ(3条)	作業能率=実証場所=軽米町野場 実証作物=アマランサス, 枇'
収穫	汎用型コンバイン	作業能率=実証場所=軽米町野場 実証作物=アマランサス, 枇' 作業精度=実施場所=軽米町野場 実証作物=アマランサス, 枇', ソバ

3. 試験結果と考察

(1) 機械化体系の組み立て

① 播種

粒が極めて小さい種子を精度高く播種するため、トラクタ装着式3条の真空播種機の適応性を検討した。条間は除草などの中間管理作業も考慮して70cm、株間15cmで1株2粒播きで行うことで、高精度作業と間引省略作業が可能であった。このときの適正作業速度は0.7m/s(2.5km/h)程度、作業能率は4.3h/haであった(表3)。キビ、大豆においても3.2~3.9h/haの作業が可能であり、実用性があるものと判断された(表3)。

② 中間管理

アマランサス等の雑穀類は、販売戦略上無農薬栽培が求められるため、機械的な除草あるいは手取り除草が必要になる。したがって、中耕・培土は、極めて重要な作業であり、機械的除草法として、乗用管理ビークルを用いた1行程3畦間処理法について検討した。

1回目の中耕は、草丈20cm(発芽後20日程度)の頃に、株間除草を兼ねて株元に軽く土を寄せるように行い、2回目は草丈40cm(発芽後40日頃)のところに株元の草を埋

没させるように強めに処理を行うことが効果的であった。なお、この場合でも株元及び株間に残草がある場合が多いため、補助的に人力による株間除草が必要であった。このときの作業速度は0.43m/s(1.5km/h)、作業時間は4.5時間/haで、慣行の歩行型管理機による1畦間作業に比べて70%の省力化が可能であった(表3)。

③ 収穫

アマランサスは収穫時の穀粒水分および茎葉水分が禾本科の穀実作物に比べて非常に高く、特に茎葉水分は85%前後であり、軸流型こき胴を持った通常の汎用コンバインでは収穫が困難であるため、直流型汎用コンバインを改良して収穫を行った³⁾⁴⁾。その結果、作業速度0.45~0.62m/sで作業能率3.3h/haの収穫が可能であった(表3)。また、アマランサス用に改良した汎用コンバインを用いてキビ、ソバを収穫した結果、篩い網を替えることで対応可能で、実用性が認められた(表3)。

(2) 実証農家における機械導入効果

実証農家は、試験実施当初の平成7年は6haの農地を所有し、家族労働を主体に一部雇用も受け入れながら葉タバコを約2haを作付けしたが、労働力の不足からこれ以上の葉タバコの拡大は難しい状況にあった。このため、残りの農地には維持管理を目的に小麦や雑穀を栽培していた。平成7年から前述した機械化体系を組み立てながら農家での実証を行った結果、播種から収穫までの機械化一貫体系がほぼ出来上がった平成10年には桑園跡地を利用(借地)して栽培面積を拡大し、平成10年には10ha、平成11年には13haの経営が可能になった(表4)。

表4 実証農家の圃場別作付けの推移

圃場NO.	面積	H7	H8	H9	H10	H11
NO.1	50a	アマランサス	大豆	葉タバコ	キビ	葉タバコ
NO.2	120a	小麦+ソバ 10a	葉タバコ	キビ	葉タバコ	葉タバコ
NO.3	120a	小麦	葉タバコ	アワ	葉タバコ	葉タバコ
NO.4	120a	葉タバコ	小麦+ソバ	アマランサス	アマランサス	キビ
NO.5	160a	葉タバコ	キビ	葉タバコ	キビ	アマランサス
NO.6	100a	アマランサス	ソバ	(返還)		
NO.7	30a	ウメ	大豆	(休耕)	アマランサス	ソバ展示圃
NO.8	200a			(H10より新規)	ソバ(共同)	キビ
NO.9	200a			(H10より新規)	ソバ(共同)	ソバ
NO.10	150a				(H11より新規)	アワ
NO.11	150a				(H11より新規)	キビ
合計		710a	820a	570a	1,000a	1,300a

表3 雑穀における機械作業能率(H8, 9県北農業研究所)

供試機械	播種		中間管理	収穫	
	真空播種機(トラクタ3条)		乗用管理機	汎用コンバイン(改良型)	
作業能率\対象作物	アマランサス	キビ	アマランサス、キビ	アマランサス	キビ
条間cm×株間cm×粒数 (播種量)	70×15×2 (11g/10a)	70×5×2 (0.6kg/10a)	3条間処理	刈り幅2.0m	
作業速度 m/s	0.61	0.66	0.43	0.45~0.62	0.53~0.56
作業時間 h/ha	4.3(100)	3.2(100)	4.5(100)	17.5(100)	24.1(推定値)
作業(構成比%)	2.3(53.8)	2.2(67.8)	3.4(75.6)	13.9(79.4)	—
旋回移動(構成比%)	1.6(37.9)※	0.7(20.9)	0.6(13.3)	3.6(20.6)	—
補給(構成比%)	0.0(0.0)	0.1(2.1)	0.1(2.2)	—	—
調整(構成比%)	0.4(8.3)	0.3(9.2)	0.4(8.9)	0.0(0.0)	—
作業時間の対慣行比	—	—	30	—	—

しかし、この程度の規模では、機械投資額が大きく、作物によっては収益がマイナスになり(表5)、機械利用できる作物・面積を数ha拡大しても機械経費が大きく、作物によっては赤字になってしまう(表6)。機械経費の低減化を図るためには、更なる雑穀の面積の拡大が必要であるが、実証農家は葉タバコ農家であり、葉タバコ作業に占める労働時間が多く、個人ではこれ以上の規模拡大は困難である。このことは、野菜農家等が雑穀を取り入れた場合も同様であると考えられた(図3)。

表5 実証農家の経費試算 (H7)

	全経営	葉タバコ	アマランサス	小麦	ソバ
作付面積 (a)		210	180	250	200
収量 (kg)		7,140	1,080	8,160	2,400
収量 (kg/10a)		340	60	326	120
費用合計 (千円)	14,287	9,788	1,576	1,606	1,095
(うち農機具費 (千円))	3,244	399	1,043	1,097	705
所得率 (%)	36.1	49.8	14.5	-34.6	-54.8

表6 実証農家の経費試算 (H9)

	全経営	葉タバコ	アマランサス	大豆	アワ	イナキビ	サルナシ
作付面積 (a)		180	120	100	120	120	25
収量 (kg)		5,910	2,000	1,890	1,024	2,000	1,480
単収 (kg/10a)		328	167	189	85	167	592
費用合計 (千円)	12,089	7,093	1,159	681	1,124	1,280	225
(うち農機具費 (千円))	2,812	147	653	544	731	731	6
所得率 (%)	47.3	58.0	69.2	-30.0	-51.1	-1.7	95.2

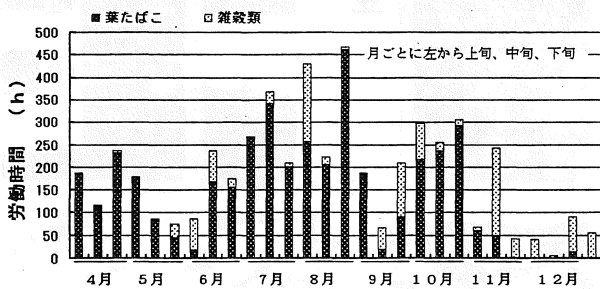


図3 時期別作業別労働時間

(3) 機械の効率利用に向けたシミュレーション

本研究を実証した軽米町では小麦、大豆の栽培面積が多く、かつアマランサスや雑穀類に対応するためには、汎用コンバインや豆・ソバ用コンバインの利用以外は考えられず、大型機械化体系が前提となる。

しかしながら、葉タバコや野菜などを基幹とする農家が個人で利用した場合、労働力の不足によりこれ以上の普通畑作物等の面積拡大が難しく、経営的に成立しないことから、機械を広域に地域全体で利用することが必要になるものと思われた。

こうしたことを含めて、大型機械を用いた雑穀を取り入れた普通畑作物のシミュレーションを行った。前提条件を表7に示した。その結果、最大稼働面積117ha、損

益分岐面積29haとなった。このときのオペレータ数は平均3人で最大時5人であり、大規模畑作経営が成立することが示された(表8-10、図4、5)。

表7 機械化シミュレーションの前提条件

- ①小麦、大豆、ソバを基幹としてアマランサス、キビ、アワを補完的に組み合わせ、小麦面積=大豆面積=ソバ面積=アマランサス、キビ、アワの面積の合計とした。
- ②作物別各作業期間は、作物毎に可能な最大期間を想定。
- ③作業可能日数は軽米町の過去30年間の降水量から算出。日照時間は盛岡の値。
- ④機械は、汎用コンバインのみを1台にして、他機械は必要に応じて台数を増加。
- ⑤機械の価格は「1999/2000農業機械・施設便覧」(社)日本農業機械化協会より。
- ⑥シミュレーションはMicrosoft Excel 97ソルバーを使用。

表8 シミュレーション作物と想定した時期別作業

作物名	4			5			6			7		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
アマランサス												
キビ												
アワ												
ソバ												
大豆												
小麦												

堆:堆肥散布、起:耕起、整:碎土整地、播:播種、中:中耕培土、追:追肥、防:防除、草:除草剤散布、収:収穫、圧:踏圧

表9 想定機械・能率とシミュレーション結果の必要装備台数

作業名	機械名	馬力等	作業能率 h/ha	装備が必要な機械台数(台)	
				最大稼働時	損益分岐点
堆肥散布	トラクタ	50ps		2	1
耕起	マニファクトリ	1500kg	3.00	2	1
碎土・整地	ホムダラ	リバ・ソール	1.82	1	1
播種(雑穀)	ロータリ	180cm	3.00	2	1
播種(小麦)	真空播種機	乗153条	3.51	2	1
播種(ソバ)	施肥条播機	7条	3.33	2	1
	ブロードキャスト	400L	3.00	2	1
	管理ビークル	14PS		4	1
中耕・培土	ロータリ	3条	4.50	4	1
防除	ブームスプレー	8m	2.15	2	1
収穫	汎用コンバイン	直流60PS	3.33	1	1
	トラック	2t	2.00	1	1
	コンバイントレー	5t積		1	1
乾燥	静置式乾燥機	2t用	1.50	3	2
調製	唐箕	縦型	1.50	3	2

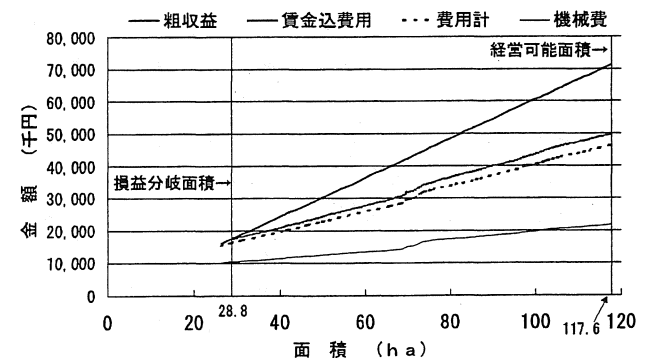


図4 大型機械化体系における稼働面積と収益性

表10 最大経営可能面積・収益と損益分岐点

		最大稼働時	損益分岐点
経営可能面積 (ha)		117.6	28.8
小 大 ソ アマランサス キ ア	麦	29.4	7.2
	豆	29.4	7.2
	バ	29.4	7.2
	ア	9.8	2.4
	ビ	9.8	2.4
必要オペレータ数		3人 最大時5人	2人 最大時4人
粗収益 (千円)		71,060	17,402
費用 (千円)		49,793	17,402
うち機械費 (千円)		21,694	10,383
純利益 (千円)		21,267	0

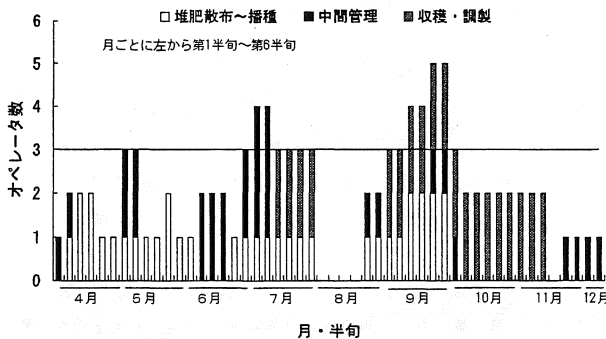


図5 作業別時期別オペレータ数

(4) これからの地域営農のあり方について

軽米町内には、葉タバコや野菜などの高収益作物を経営に取り入れている農家にあっても残りの農地には、維持管理を目的に小麦、大豆、雑穀を栽培している農家が多く、自らの農地内で個々の輪作体系がとられている。

小麦は機械化体系が確立されているが、大豆、ソバ、雑穀類については、機械の導入は経営を圧迫するため人力作業が主体となっている。また、機械導入が見込めないことから作付けしたくてもできない状況にある。更に、労働力の不足から手がまわらず耕作を放棄する圃場もみられてきている。

今回開発した技術は、農家個々に導入しては採算がとれないが、集落等広域に利用した場合には、上述したような農家個々が抱える課題の解決につながり、地域内農業の形態が大きくかわるものと期待される (図5)。

こうした機械を利用した大規模畑作経営体が成立するためには、葉タバコ、野菜、水稻、畜産などそれぞれの部門を基幹とする農家が、労働力を補完しあって畑作経営に必要なオペレータになることが重要である (図6)。

このため、現在、地域内において賛同の得られた6名 (葉タバコ基幹3名、水稻基幹1名、肉牛肥育基幹1名、野菜基幹1名) を対象に大規模機械化実証試験を行っている。この研究では、担い手の条件、集落全体での土地

利用、輪作体系の確立、畜産農家と連携した有機物の確保方策について検討することとしている。

現在、雑穀は高齢者に支えられ自給的な生産となっているが、若い担い手が雑穀を経営に取り入れた営農への参画及び社会的ニーズに応えた雑穀の高付加価値化流通システムの開発により、北上山系の伝統的な食文化の維持にもつながるものと考えられた。

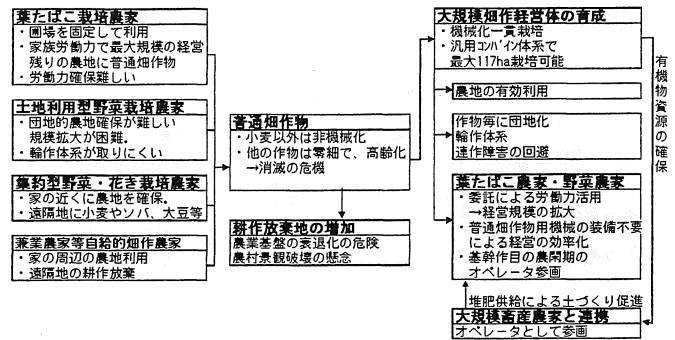


図6 岩手県北における問題点とこれからの方向

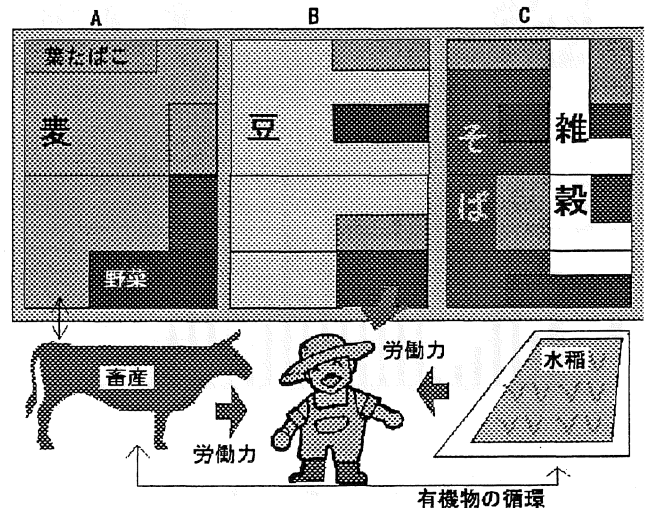


図7 これからの畑作営農のイメージ

引用参考文献

- 1) 岩手県農林統計協会. 岩手県生産農業所得統計. 1975~1998
- 2) 東北農政局岩手統計情報事務所. 岩手県農林水産統計年報. 1975~1998
- 3) 大里達朗, 藤原 敏, 高橋昭喜, 高橋 修, 新田政司, 瀬川託二, 大宮幹夫, 高橋 誠夫. 1997, アマランサス用コンバインの開発 第1報 ヘッドロスの低減. 東北農業研究. 50 : 97-98
- 4) 大里達朗, 藤原 敏, 高橋昭喜, 高橋 修, 新田政司, 瀬川託二, 大宮幹夫, 高橋 誠夫. 1998, アマランサス用コンバインの開発 第2報 収穫作業体系と汎用性について. 東北農業研究. 51 : 105-106

有機廃棄物・好気性発酵装置の開発研究

清水 浩* 佐々木 政治** 佐藤 文孝**

Development Study of the Aerobic Fermentation Apparatus for the Organic Waste

SHINIZU Hiroshi * SASAKI Seizi ** SATOU Fumitaka **

【キーワード】 好気性発酵、コンポスト化、生ゴミ、尿尿、有機肥料、排水浄化、環境保全

I. 目的 家畜糞尿を対象にした蓄積技術を応用し、生ゴミが主対象の好気性発酵装置を研究開発する目的である。俗にコンポストと呼ぶ開発例は数多いが、未だに普及は限られる実状なので、信頼できる装置を開発して広範に普及させる必要がある。更に、水洗トイレなどからの汚水も固液分離して固形分を発酵処理し、浄化槽へ流入する有機汚泥濃度を軽減することで生活排水の清浄化を大幅に改善し、河川海洋の汚濁を防止する新技術の開発研究も目的に合わせる。

II. 経過 中小企業創造活動促進法に基づき開発助成金を得て、昨 2000 年度から上記の排水処理を主課題に開始した。一方、以前から試作した 20kg/D 型の好気性発酵装置を運転して性能測定して問題点を究明し、30kg/D 型へ改良して市販開始する状況にある。主課題の固液分離機や浄化槽装置も試作し、実験中ではあるが概要報告に止め、これと接続する 10kg/D 型および上記・20kg/D 型の好気性発酵装置を主対象に、測定値に基づく分析結果を報告する。

(株)エイワ・佐々木社長の決断を経て、佐藤が主に試験・測定や細部設計に尽力したが、清水の蓄積を基本とした。生ゴミについては、岩手大学農学部食堂の結果を本報へ報告(1989)¹⁾以来、ヤンマー農機(1989~92)・大塚サイエンス(1992~)・いわきハイテック協組(1990~)などで開発研究を蓄積している。家畜糞が対象の研究

蓄積も合わせて廃棄物学会誌²⁾へ纏めてもいる。その上で、混迷する好気性発酵装置の問題点を整理するため、密接に連携できる同一県内企業と開発再開した。

III. 装置の構造 図1に 30kg/D 型の外観図と主要寸法を示す。水平 1 軸式攪拌であり、外半径 425mm の長爪と 329mm の短爪を逆スクリュウ式に配列する。攪拌軸を約 1rpm へする大減速装置と 200W の駆動小電動機、および 100W 空気ポンプと 140W 排気ブロワなどの全ては、幅 384mm の機械室内にコンパクトに内装される。堆積層への加熱装置は設置せず、厳冬期の通気用電熱 100W のみを備える。従って、設備電力は合計 540W (100V) である。

攪拌軸が作動する発酵層(長寸法 1720mm)は主発酵室と熟成室へ区分され、幅広な蓋を持つ投入口下方に主発酵室を約 75%容積で設け、上記の攪拌爪で左右へ移動しつつ充分量の堆積物と均一に混合して発酵乾燥し、残余の熟成室へ順次に移送して斉一な攪拌で熟成を進化させ、製品は容器の右端をオーバーフローして下側の密閉袋内へ落下して貯留する。右側の短い蓋は点検口、本体装置は全て F R P 製である。

空気ポンプで堆積層の下方から通気し発酵さ

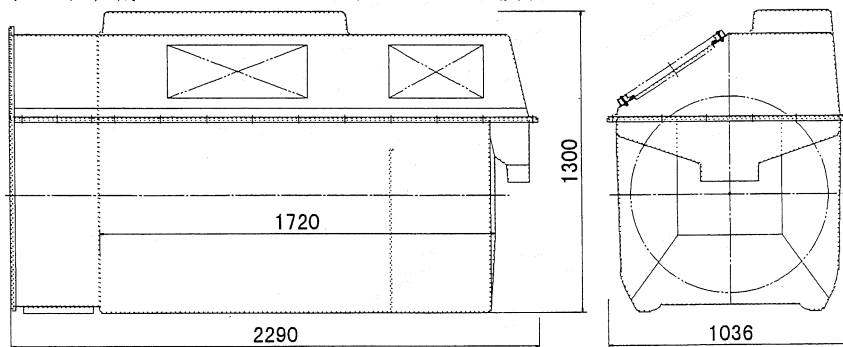


図1 30kg/D 型の外観と寸法

* Clean Water Engineering、岩手大学名誉教授

** (株)エイワ(釜石市唐丹町字大曾根 8)

せるが、堆積層の上部空間で若干の外気を混合して排気ポンプが吸引し、脱臭室を通過してから排気管を出る。脱臭室の堆積物は老化すると主発酵室へ落下させ、発酵の助材に利用する。

IV, 20kg/Dg型の測定結果 図1の30kg/D型と構造はほぼ同じだが、堆積層の長さ寸法は約2/3の1100mmとしている。

図2に投入量の累積値と全体重量の測定値を示す。横軸は測定日で金曜日毎の1週区分で示す。実際は5/17から運転開始したが、図示の6/2に重量計が設置できて15日後から記録した。重量測定値には装置の重量も含むが、累積投入量との差から乾物分解と水分蒸発による減量を求め得る。日別に求めた結果を投入量との関係で図3に示す。土・日に投入を欠くと減量は低下し、休日

表1 投入原料の実例

月日	残飯 (kg)	野菜屑 (kg)	添加材
6/12	エビ、ハム、サラダ (9)	白菜 (10)	(4)kg
6/13	鯖、コンニャク (16)	人参 (6.2)	(1)
6/14	春雨サラダ (11.4)	モリソ草 (4)	(1)
6/15	エビ卵キュウリ (16.2)	ピーマン (1.8)	(2)
6/16	スパゲッティ、肉団子 (14.9)	大根、人参 (10.3)	(4.5)
7/11	モヤシ、肉団子 (8)	キャベツ (4)	
7/12	わかめ、南瓜、米 (14)	キャベツ (5.5)	
7/13	カレーライス (15)	キュウリ (3)	(3)
7/14	豚カツ、納豆 (10)	キャベツ (2)	
7/15	豚カツ、納豆 (8)	キャベツ (1)	

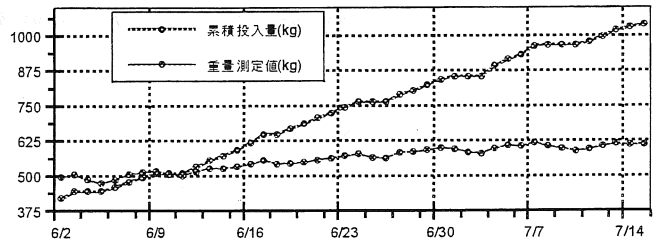


図2 原料投入と重量測定の結果

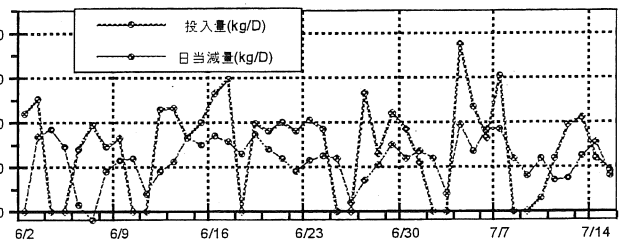


図3 日別の投入と減量

開けに再び増加するなど変化するが、20kg/D型として妥当な稼働状況に在ると視られる。

図4には堆積層内での温度測定値を示す。主発酵室内に4個の温度センサを設置し、Aは機械室へ約3cm隔てる壁際、Dは熟成室への隣接側、B・Cは中央部へ等間隔に設置した。但し、A以外は攪拌爪に当たるので攪拌時には抜き取った。6/12~17と7/11~15の5日間づつを共通の記号で図示した。また、学校給食センターから運んだ投入原料の詳細を表1に示した。残米飯は主に別所へ搬出し、他種の残飯や野菜屑が主だが、表示の如く蛋白質や脂肪類は豊富であった。

図4の両者を比較・観察するに、休日が続いた後や原料投入時に温度が低下しても、直ちに昇温再開して中央部は75℃余の高温となる件、機械室側は放熱によって低くなる件、および、熟成室側もやや温度低下する件など、共通性を見いだせる。但し、上図(6/12~16)は運転開始から間もないので、下図(7/11~15)に較べて発酵層が未熟で在ったためか原料投入時の温度低下が目立のに、上図は影響が少なく比較的一定に高温を維持

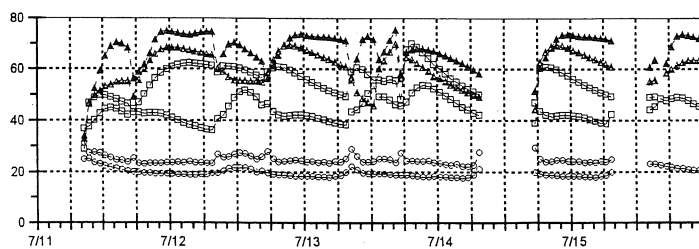
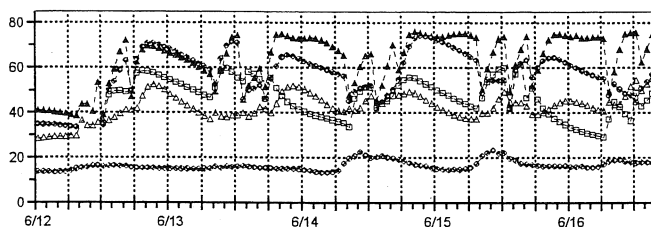


図4 温度測定結果(2000年度、20kg/D型)上下2例

している。D点の熟成室内も下図では上図より高温に維持されている。排気温度は下図のみで記録されたが、堆積層の上部空間がやや結露する程度に外気を導入して脱臭室へ送る条件下での値である。

堆積層のPHは 9~10 のアルカリ性を維持した。アンモニア(NH₃)が主体になるまで十分に分解され、堆積層に臭気を吸着するためと視られる。余剰分のみを脱臭室で仕上げ分解するので、臭気は容易に低く維持された。

V、10kg/D型の測定結果 10kg 型の外観写真を図5に示す。構造は図1の30kg型と同様だが小型化した結果、発酵層の横寸方は1100mm、攪拌軸の長爪は外半径で329mmであり、脱臭室は発酵室内に全て収めた点で若干は差異する。2001

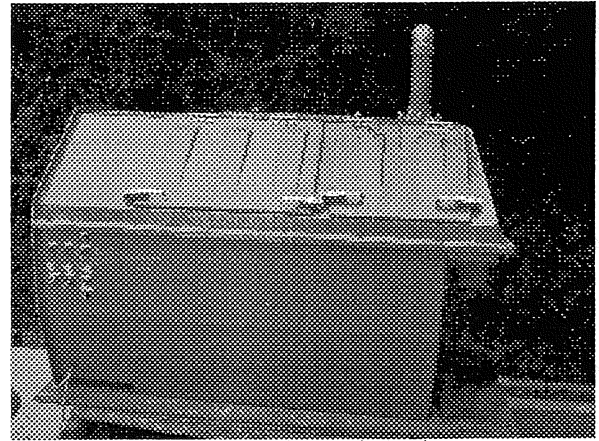


図5 10kg/D型の外観写真

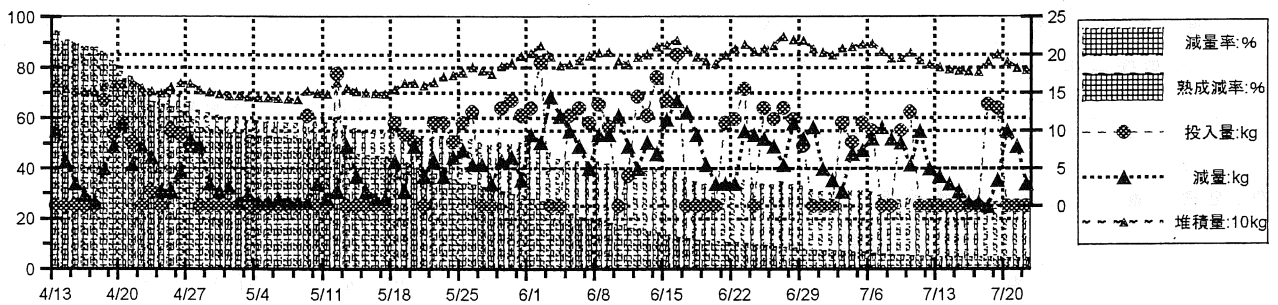


図6 10kg/D型の実験結果(2001)

年4/12から10kg/D型を運転開始した。

測定結果を図6に示すが、投入量とその減量は図3と同一手法で右目盛りに示す。堆積量は装置重量240kgと加重計用資材34kgを差し引きして、運転開始時に実質172kgであり、以後も実質の堆積量の変化を10kg単位で、右目盛りへ図1と同様に示し、累積投入量は省略した。4/12からの開始だが連休に掛かり、図示のように投入量ゼロの日が続いたが、5/18以降7/10頃までの本格化した時には10kg/D型として充分以上の処理能力を示したと評価できる。

左目盛りに示した減量率は、累積投入値に対す

表2 発酵乾燥処理の方法別・分析

条件種類別	A	B	C	D
原料含水率 (%)	78	70	60	60
乾物投入量(kg/D)	22.0	30.0	40.0	40.0
水分投入量(kg/D)	78.0	70.0	60.0	60.0
製品含水率 (%)	30.0	15.0	15.0	30.0
減量化率 (%)	2.0	11.1	2.0	38.8
蒸発水分量(kg/D)	77.4	68.3	59.7	48.4
乾物分解量(kg/D)	20.6	20.6	39.0	12.8
熱損失率 (%)	43.6	50.2	76.4	43.6
乾物残留率 (%)	6.4	31.3	2.5	67.8

る現実堆積量の比率であり、当初の172kgを100%として低下して行く。但し連休中は停滞し、5/18以降も投入増加で緩速が持続する点に注目する。また、熟成減率とは新たな投入量を混合せぬ減率であり、熟成室端末の値として算出した。図示の如く、終末には投入量が欠けたのに7/20には4.1%となり、更に低下する傾向に注目できる。

温度測定も適宜に行ったが図4と同様に見られた。投入原料も表1と同様であった。

VI、測定結果の分析 投入量：100kg/D 当たりで求めた分析結果を表2に示す。既往研究では原料含水率は78%wb位が安定処理の上限であり、減量化率は約1/50(=2%)になる。前記・報告²⁾でも示したし、図6の実績とも符合している。仕上がり製品の含水率を30%wb、乾物分解による発生熱量は4,000kcal/kg、昇温を含む水分蒸発熱量は600kcal/kgとして概算すると、条件Aの如く約44%は外壁などから放熱する熱損失となる。減量水分がやや低い70%wbの条件Bでは湿量基準(wb)のために水分投入量は低くなり、乾物残留率は著しく増加して減量化率は劣化する。原料含水率が60%の条件Cでも、乾物分解量を特別に

増せば減量化率は表示の如く増加するが、熱損失率が高くなり熱利用も可能となる。

以上は新しい投入量と混合せずに熟成・進化させる条件下で成立し、本装置の特性が前提である。それに関しては日本と USA で特許³⁾⁴⁾を取得し、改良型は EC 特許⁵⁾も取得し、日本は未だ審査中である。他にも多数あるが省略する。

在来型の家畜糞対象では、条件Dの如く水分調整材を多量混合して 60%wb 位で投入するのが一般なので、熱損失率は条件Aと同一でも乾物は表示の如く多量に残留する。処理後の堆肥へは需要不足(過剰生産)の現状なのだから、条件A~Cのように乾物残留率を減らして、化学肥料へ近付ける技術革新が必要である。

VII、固液分離による排水処理技術 設計試作を終えたが実験中なので、試作装置の写真のみを図7に示して、概要報告する

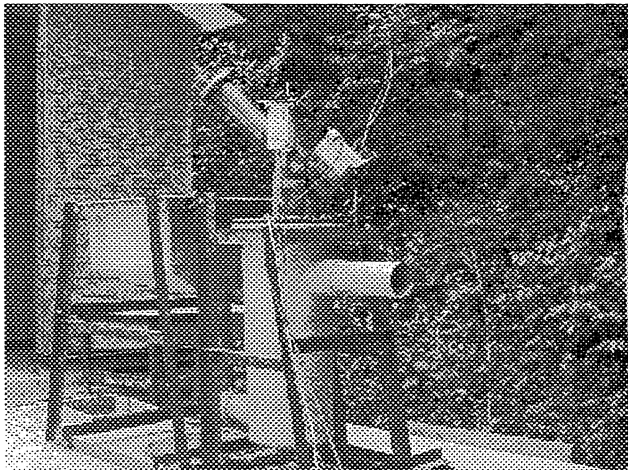


図7 試作した固液分離装置

水洗トイレなどの固形分が水へ溶解する前に発生源で固液分離し、固形分は発酵処理装置へ投入するとして設計試作した。民宿などへ適応する規模とし、尿尿固形分の他に残飯も処理する 10kg/D 型とした。水処理装置は 10 人用の市販品で容積 6.3m³を当てたが、研究課程で機能向上して小容積へ改良する。ディスプレイ導入の集合住居等へ適用できる大型装置とし、固液分離後に排水浄化して水資源の再利用も可能とし、特許認定⁶⁾を既に得ている。

下水道事業は地方財政への負担増加を危惧する時代に成ったし、三陸沿岸地区など高低差が多い

地形では、下水道の設置が困難なので打開策が強く求められる。小規模な集落下水道でも事業費問題は同様な上、合併処理などの簡易浄化槽と同じく漁業環境を悪化させる危惧が強い。従って、下水道事業に置き替わって排水浄化を抜本的に改善する新技術の構築へも、本研究は意図を置く。

VIII、問題点の整理 コンポスト装置の普及が、なぜ進まずに混迷するのかである。思うに研究の踏み込みが浅いからで、基本的な理解が必要である。主要な問題点を整理すると共に本研究の特質を掲げる。 1) 「急速発酵」と称して電熱加温する装置が多いが、加温だけで適正微生物の増殖条件には成らない。本報の「自然発酵」では微生物増殖の条件整備で自然に高温になるから、加熱などは不要である。 2) PHの自動調整も同様に、酸性化した条件で PH調整しても忽ち戻るのだからセンスだ。本報の場合は PH:9~10 を自然に保っている。 3) 「消滅型」と云う装置もあるが消滅する筈は無いし、3ヶ月へ達せず堆積層は劣化するので入れ替えし、排出物を別途処理する必要がある。本報の場合は熟成室を経て完熟製品とし、主発酵室は活性持続する。 4) 「電熱乾燥式」では電気代が高むし、乾物は全て残留するので結局は焼却処分になる。そんな装置でも普及するのは、良い装置が無いからだ。 5) 家畜糞の場合では減量化率が劣るので、需要へ対して供給過剰な状況にある。生ゴミを耕地へ新たにリサイクルするのは、元来、困難なので減量化率の向上、とくに乾物分解率の向上が必要である。それは家畜糞でも同様で、在来の堆肥からは脱却し、化学肥料に近付けた乾物減率の達成で、需要を拡大する技術革新が必要なのである。

IX、既往文献 1) 生ゴミコンポスト化装置の実用研究、農機東北支部報 No.36,1989.
2) 有機廃棄物の好気性発酵乾燥における装置別特性の究明、廃棄物学会誌 Vol3-No3.1992.
3) 高水分有機物のコンポスト化装置、特許 1707170,1992'10/27.
4) US,Patent,No.4,627,116.Apr.18,1985.
5) EC,Patent,No.0599661.26.11.1993.
6) 生活排水の複合処理装置、特許 3213772,2001'7/27..

＜新技術コーナー＞

メカセラ装置による各種廃棄物等の浄化と脱臭

(株)セイスイ 庄子 政巳

1. はじめに

1995年、当時の厚生省は食品の衛生管理として総合衛生管理製造過程、いわゆるHACCP(ハサップ)を導入した。この制度は、原料から製品に至るまでそれぞれの製造加工工程で発生のある微生物汚染などを調査・分析し、その混入や発生を防ぎ、より安全な製品が得られることを目的としている。このため、製造の各段階はもちろん最終段階においても除菌、脱臭、浄化等の衛生管理の徹底が必要になっている。

一方、21世紀に入って次代においても人類が生存し続けるためには、環境への負荷が少ない持続可能な社会、いわゆる循環型社会の構築が急務となっている。このため、農業分野でも家畜糞尿の不十分な管理による環境汚染を防止するために、1999年に「家畜排せつ物の適正化及び利用の促進に関する法律」が制定され、糞尿のコンポスト化や浄化が義務づけられる。

以上のように、持続的な社会を形成していくためには、低エネルギー投入で環境負荷をできるだけ少なくする各種装置の開発が重要である。そこで当社は、機能性セラミックスを利用し、脱臭、殺菌、油分処理や残さ汚泥の軽減装置を開発したので、その一部を紹介する。

2. メカセラと原理

メカセラとは、塩素の酸化触媒機能を組み込んだ機能性セラミックスの商品名で、機能性セラミックス、すなわちメカニカルセラミックスから名付けた。このメカセラと遊離塩素を含んだ水溶液を接触させて得られる化学反応を利用して脱臭、滅菌消毒、赤錆、油分除去等の技術がメカセラシステムある。メカセラボールを写真1に示す。

メカセラの原料は鉄、マンガン、コバルト、チタン、アルミニウムその他18種類の酸化金属粉を、一定の比率で混合し1,600℃の高温

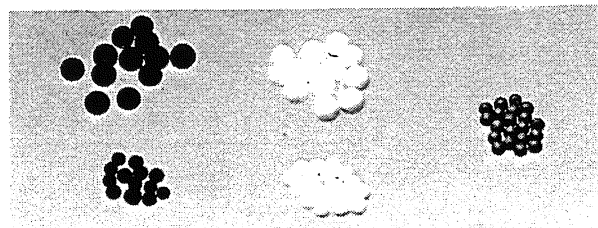


写真1 メカセラボール

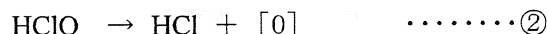
で焼結したファインセラミックスである。

メカセラの触媒作用は、塩素の加水分解に効果を発揮する。水道管の中に含まれる塩素は①式のように水と反応して塩酸(HCl)と次亜塩素酸(HClO)に変化する。



ここで、メカセラが触媒として働くと、①式の反応式は速やかに右に移行することになる。

また、HClO(次亜塩素酸)はさらに分解して②式のように発生期の酸素を発生させる



HClO(次亜塩素酸)自体に強い殺菌力があることに加えて、さらに②式にある発生期の酸素[O]は強力な酸化作用がある。

すなわち、メカセラに接触させると、速やかに発生期の酸素が生成されることから、その強力な酸化作用が有効に活用され、脱臭や除菌などに優れた効果を発揮する。

3. 各種のメカセラ機能

(1) 農業集落排水処理施設への適用

農業集落排水事業は、1983年に制度化されて以来、現在4,400地区以上で着工され、このうち2,600以上の施設が完工・稼働している。この処理場ではBOD、SSの除去、窒素、リン、CODの軽減処理が行われているが、さらに汚泥の発生の軽減、脱臭やさらな

る除菌等が望まれている。

この農業集落排水処理施設にメカセラ装置を組み込む(図 1)ことによって、速やかに発生期酸素が生成されることから、次のような効果や利点を得られる。

- ・アンモニア、硫化水素、メルカプタン等の悪臭を脱臭

- ・スカム、余剰汚泥の軽減
- ・悪性細菌、糸状菌の発生防止

なお、メカセラ装置は小型であるため図 1 に示すように、負荷設備装置として場所をとらずに、既存の設備に設置可能である。さらに、本装置を導入することによって、曝気費用が節約でき、維持管理費が安価になる。

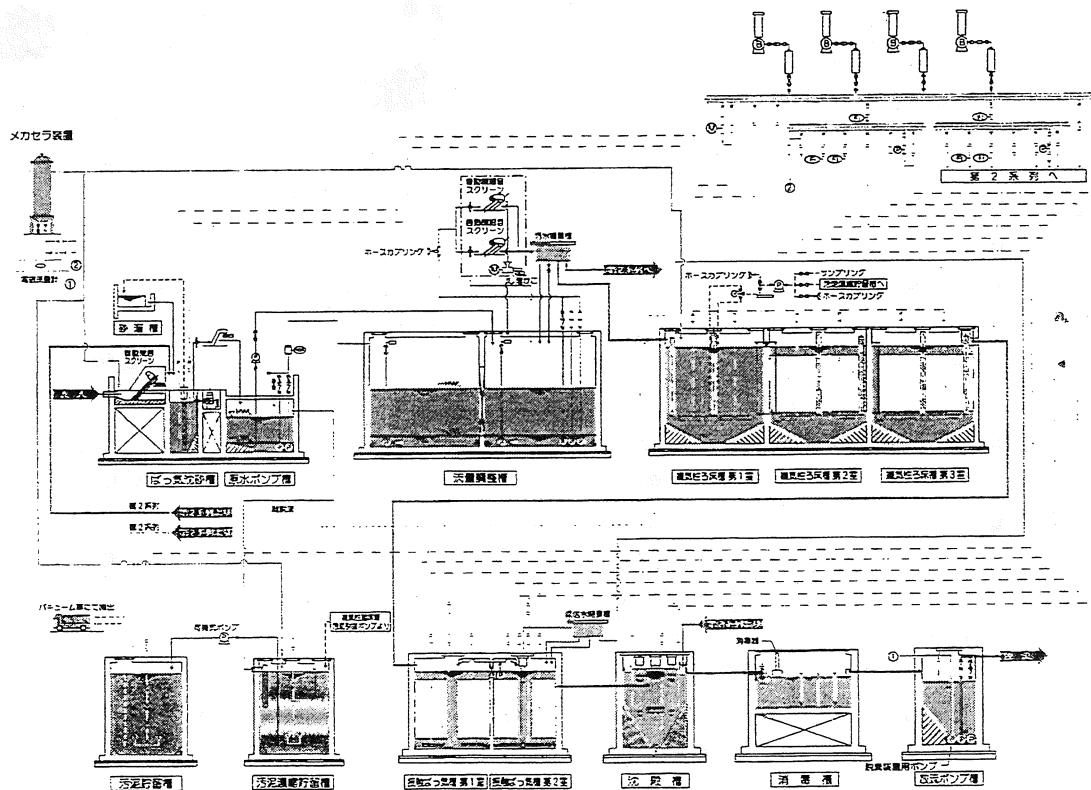


図 1 嫌気性ろ床接触曝気を組合わせた処理施設の設置例

(2) 食品工場(臭いおよび油分)への適用

メカセラ装置は食品関係の油脂、食肉、惣菜工場などで発生する含油排水を処理し、脱油排水とする。塩素点滴装置とメカセラ装置を組み合わせることにより、メカセラ装置を

通過するさいに、強い酸化力をもつ次亜塩素酸(HClO)をつくり、それをコンプレッサーで、空気を送りながら排水槽で攪拌すると、排水中で油分の酸化分解と界面活性作用が働き、油分を分解する(図 2)。このため、含油

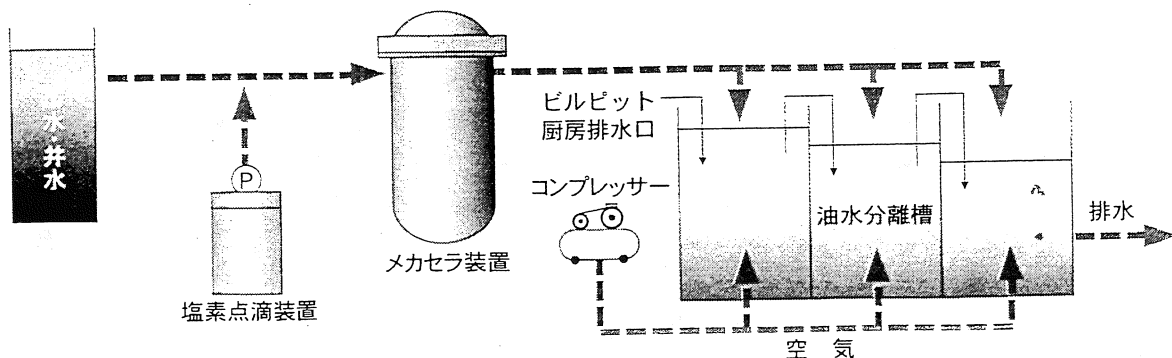


図 2 メカセラ装置による油分分解処理

量の目安となるノルマルヘキサン抽出物質値が基準内に減少する。

また、殺菌作用により、大腸菌などの除菌、窒素およびリンも除去し、汚泥発生も減少(図3)するため、従来の凝集、汚泥の脱水等の面倒な作業がなくなり、総作業が軽減することになる。

この装置は、既存の排水設備に容易に導入できるため、コストを大幅に抑制できる。

(3) 湖沼・池の水質等の改善への適用

近年、湖沼・池などにおいて、周辺地域の著しい都市化等の影響を受け、水質汚濁が進行するとともに、さらに富栄養化に伴う二次汚濁によって種々の障害が表面化し、本来の機能が低下してきている。また、底部に堆積したヘドロは、腐敗し悪臭を放ち近隣住民にとって、本来親しむ憩いの場であるべき湖沼や池が逆に苦情の対象になっている場合もみられる。

このような、湖沼・池の問題に対し、メカセラ装置により、次の効果を発揮する。

- ・ 光合成の抑制によるアオコや青藻の発生抑制
- ・ 雑菌の繁殖抑制による BOD, SS, T-N および T-P 等の水質浄化

図4に湖沼・池の水質および底部堆積物の浄化システムを示した。装置は、原水(湖沼

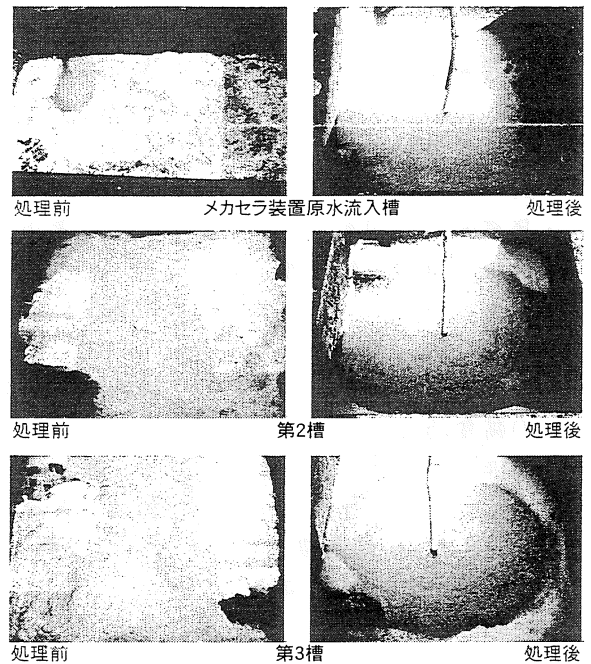


図3 厨房における油水分離槽(処理前後)

や池の水)をポンプにより取水し、ろ過後、次亜塩素酸ナトリウム溶液(濃度 2mg/l)を注入し、メカセラ装置を通過させる。同装置により活性化されたメカセラ活性水は、反応槽で有機物などを分解し放流する。

本装置のメカセラは、触媒反応を利用したもので定期的な交換の必要がないため、低ランニングコストが特徴でもある。

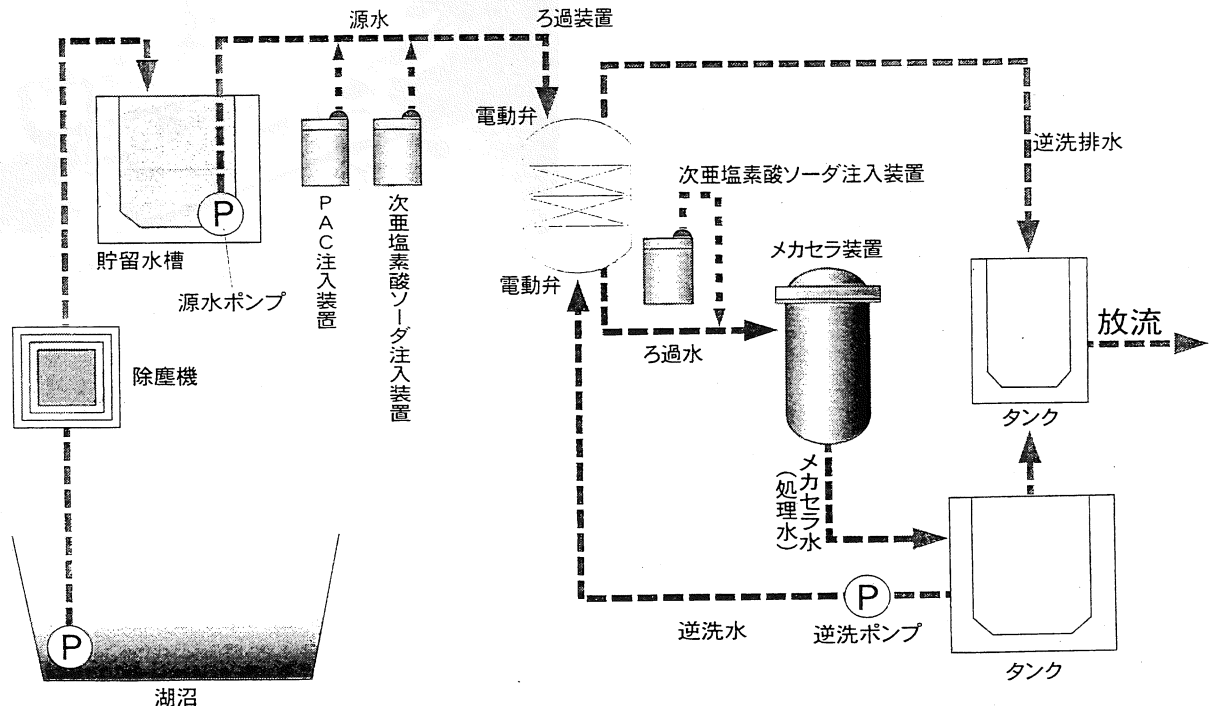


図4 湖沼・池の水質浄化および底部堆積物改善システム

(4) その他

機能性セラミックであるメカセラを利用した各種廃棄物等の浄化はさらに次のようにあげられる。

- ・ 畜舎の糞尿浄化および脱臭処理
- ・ 厨房室・グリストラップ
- ・ 発電所の冷却水, ムラサキイガイ付着防止
- ・ 血液の浄化分解処理
- ・ ビルピットのスカムスライムの発生防止, 脱臭
- ・ 硫化水素, アンモニアによる場内設備機器の腐食防止
- ・ 給排水管の赤こぶ, 赤錆, 赤水の除去
- ・ ボイラー, クリーンタワーの防錆, 青藻の発生防止(冷却循環水・温水の水質改善)
- ・ 高架タンクの浄化清掃
- ・ 船舶の船底の油および汚水の浄化
- ・ ガソリンスタンド・工場の切削油, 廃油の浄化

なお, 図5および図6にメカセラの基本的な脱臭装置と水処理装置を示した。

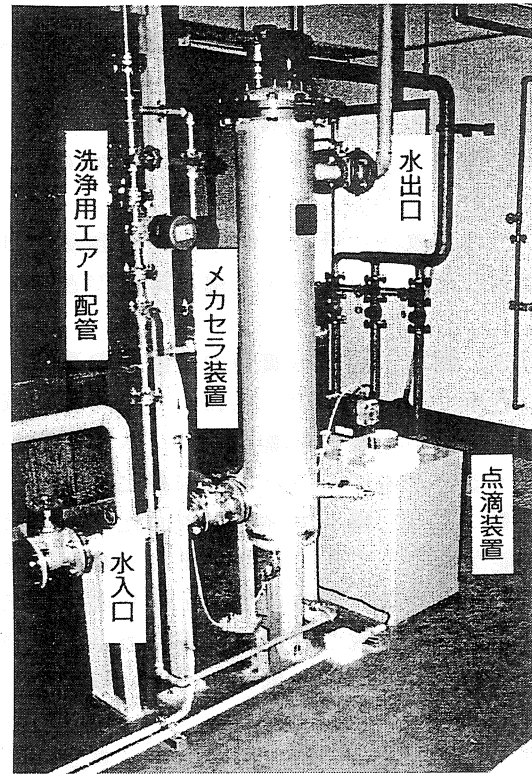


図5 メカセラの基本的な脱臭装置

4. おわりに

会社の創業は1983年であり, 直ちに機能性セラミックの開発に着手した。この間, 東北大学等の共同研究により5件の特許(「空気浄化装置」, 「機能性セラミックを用いた脱臭浄化および水触媒処理装置」等)を保有(内 外国特許1件)することができ, 1999年には宮城県から「地域産業創造技術研究開発企業」の認定を受けた。さらに, 2001年には通産省特許庁より「東北優良企業30社」および「全国優良企業100社」に選ばれ, 望外の喜びであった。

当社のモットーは, 「人との出会いを大切にすること」である。本誌を読んで, メカセラに興味を持って頂き, 今後ご交誼頂ければ幸いである。

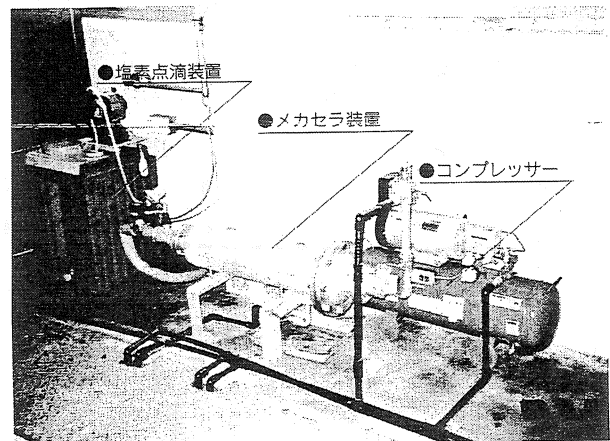


図6 メカセラの基本的な水処理装置

本社 : 980-0003 仙台市青葉区小田原 4-3-1
 キリン小田原ビル 2F
 TEL 022-723-5578 FAX 022-723-5576
 E-mail : seisu1@par.odn.ne.jp
 URL : <http://www2.odn.ne.jp/~seisui>

<シンポジウム報告> — 講演および討論要旨 —

「明日の東北農業と機械化」

— ものづくりから研究開発への産官学からの提言 —

- 講演-1 「地元製造業が思う、ものづくりのあれこれ」 (株)ベルテックス 須藤 淳
 講演-2 「学からの提言」 岩手大学農学部 鳥巢 諒
 講演-3 「技術開発と試験研究のはざままで」 独立行政法人 農業技術研究機構
 東北農業研究センター 総合研究部 総合研究第1チーム 矢治幸夫
 (司会：荒川市郎；福島県農林水産部)

日 時：平成13年8月21日(火)，15時～

場 所：福島県産業交流会館(ビックパレットふくしま)

<講演要旨1>

「地元製造業が思う、ものづくりのあれこれ」

(株)ベルテックス 須藤 淳

I. 福島県ものづくり研究会の概要について

この異業種交流会は、福島県ハイテクプラザにあった県内中小企業の技術力向上を図るための勉強会である「技術課題研究会」の一つである生産加工技術研究会が母体となって、そこに参加していた企業経営者とハイテクプラザ生産技術部長が発起人となり、1996年7月に発足した。この会は、「産業技術に関する試験研究、研修などを通して技術の向上、人材育成、技術の交流を図り、本県工業の発展に寄与すること」を目的としている。会員は福島県内の企業29社とハイテクプラザ生産技術部長であり、そのほかハイテクプラザ所長、ジェトロ福島、福島県中小企業団体中央会などの三特別会員からなる。さらに昨年、福島県農業試験場が特別会員となった。

II. 異業種交流会「福島県ものづくり研究会」に見る

ネットワーク構造

- ・会員間の交流・連携の実績(図1)
- ・情報交換関係のネットワークの形態(図2)
- ・受発注関係のネットワークの形態(図3)

III. 福島県農業試験場と共に取り組んでいる製品開発

IV. 今後の課題

V. ベルテックス社の技術開発、製品の特徴

(1) 経営理念

脳細胞を使い、知恵を出し

感性を高め、想像力を発揮し

人間らしい生きた活動をしよう

(2) 経営方針 — 絶対的、積極的な「商売精神」 —

製品を最終ユーザーとの柔軟なネットワークを組み、変動・変化の厳しい仕事(小ロット試作品・開発品の支援等)を積極的に開拓する。ユーザーのニーズに応じた、競合市場で最も評価の得られる製品の開発。

同一製品なら他社製品より低価格で提供できる開発力を実現する。そのポイントは全員の知恵・技術・研究心が重要である。

パワー配分 攻め70% 守り30%

(3) 当社の特徴

いくつかの新しい製品開発にチャレンジしましたが、まだまだ満足は出来ません。これからも他社のやらない、やれない嫌がる難しい仕事や、困ったな？すぐ欲しい。こんな商品は出来ないか？これは便利だな？小さな1ヶ2ヶの製品の製作など、更に内容の充実に磨きをかけたいと思いますのでお客さまがこのカタログから新しい製品や技術、アイデアなどを見いだし日常のお仕事に少しでもお役に立つことが出来れば幸いに存じます。

(4) 営業展開

当社は基本的に製造業であるが、営業・販売に重点を置いており、その営業展開は社長を含め、全社体制となっている。このことがユーザーのニーズやアイデアを当社の製品開発のヒントとし、製品化するという経営方針の強力な裏付けとなっている。

このような経営方針を活かした、アイデア商品や受

注製品はすべて写真に撮り、順次カタログ化することにより、営業の話題づくりに強力な武器となり、本業の受注獲得に効果を発揮しているとともに、「ユーザーに必要とされる」企業づくりを図るための重要な要素となっている。

- (6) 技術開発に際して苦勞した点
- (7) 特許に関して
- (8) 自分で考え、自分の手で造り、自分の足で売る

(5) 「技術開発の積極化」 「業態の変更」

VI. 質疑応答

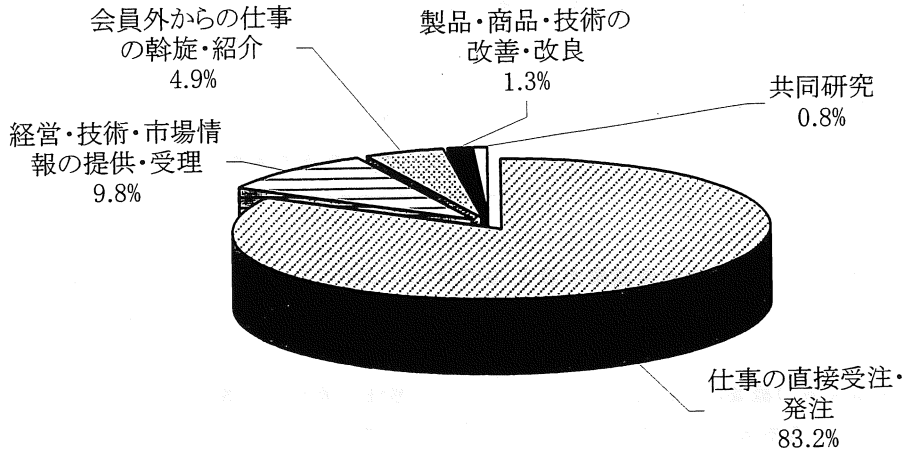


図1 「福島県ものづくり研究会」における会員間の交流・連携の実績

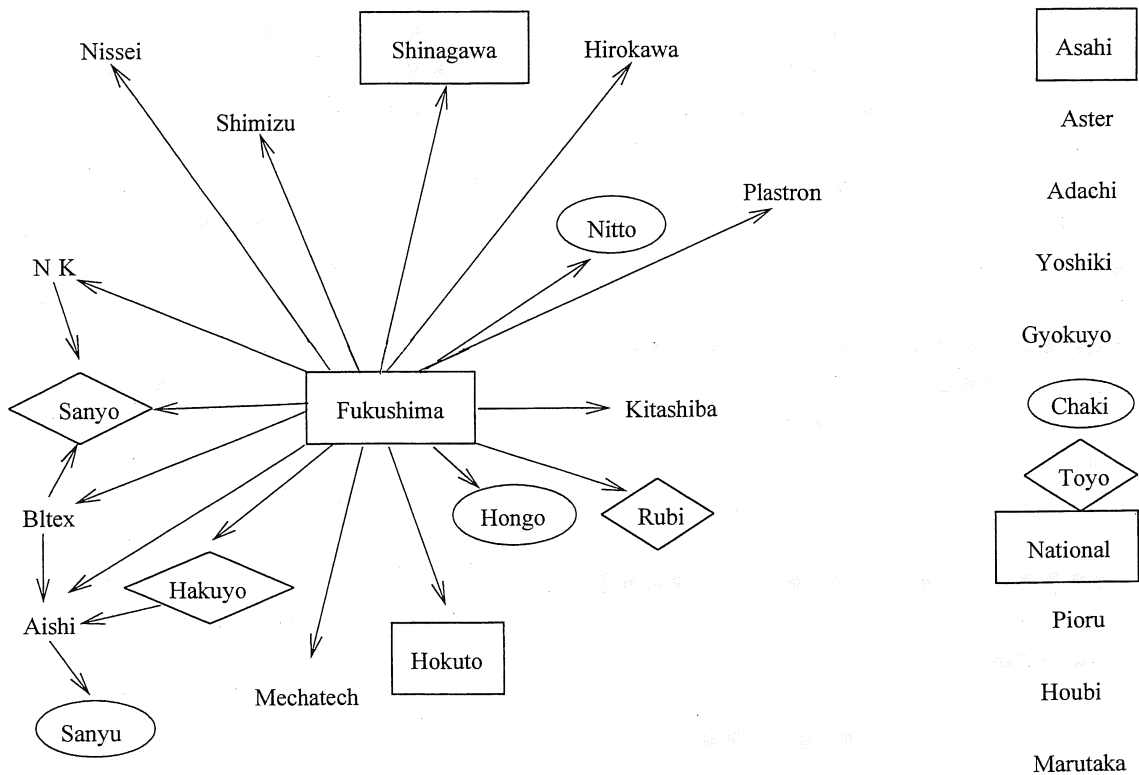
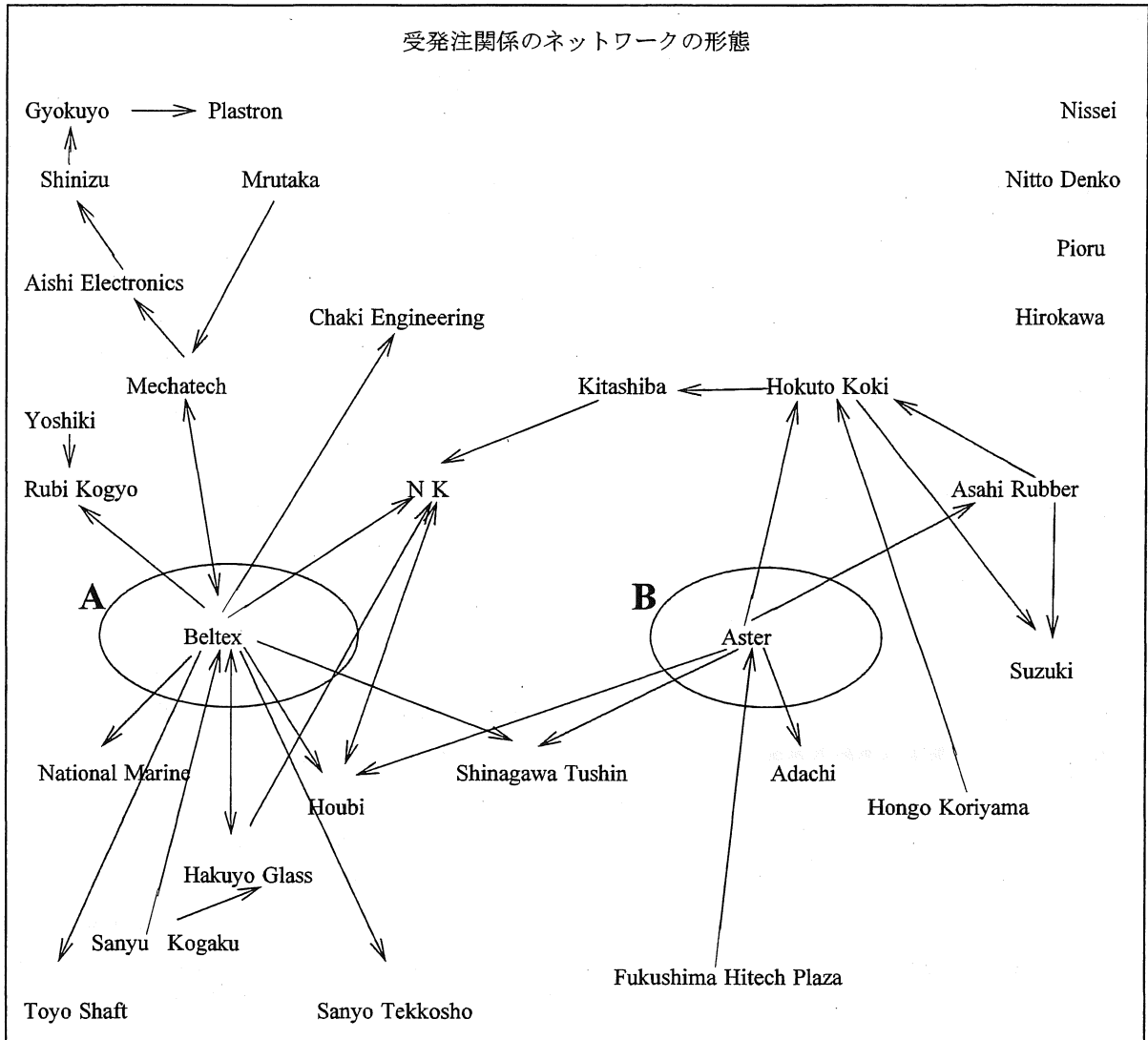


図2 情報交換関係のネットワークの形態



※図の記号との対応

Aishi	アイシーエレクトロニクス	National Marine	ナショナルマリンプラスティック
Asahi	朝日ラバー	Nissei	ニッセイ
Aster	アスター工業	Nitto Denko	日東電工
Adachi	安達機工	Hakuyo Glass	柏洋硝子
NK	NK製作所	Pioru	ピオール
Yoshiki	吉城光科学	Hirokawa	廣川鉄工所
Kitashiba	キタシバ技研	Plastron	プラストロン
Gyokuyo	旭洋精工	Beltex	ベルテックス
Sanyu	三友光学	Houbi	芳三工業
Sanyo	三洋鉄工所	Hokuto Koki	北東衡機工業
Shinagawa Tushin	品川通信計装サービス	Hongo Koriyama	本郷郡山事業所
Shimizu	清水製作所	Marutaka	丸隆工業
Suzuki	スズキ製作所	Mechatech	メカテック
Chaki	茶木エンジニアリング	Rubi Kogyo	ルービイ工業
Toyo	東洋シャフト	Fukushima Hitech Plaza	福島ハイテックプラザ

図3 受発注関係のネットワークの形態

<講演要旨2>

「学からの提言」

岩手大学農学部 鳥巢 諒

I. はじめに

新しい21世紀に入り、農業を取り巻く社会情勢はますます厳しくなり日本農業そのものの存続さえも危ぶまれる状況にあると思います。他方、少子化現象・社会構造の変化を受け、大学も国立、県立、私立を問わず「冬の時代」を迎えています。私の所属する岩手大学も学長始め執行部は独立法人化に向けていろんな情報を発し、われわれ構成メンバーは行き先のない袋小路で右往左往しているのが現状です。西山支部長から上記タイトルで何かやれと厳命され、「はい」といったのはよいのですが締め切り期限が来てあたふたしています。

II. 新制大学農学部の農業機械関係講座の歴史

以上のような訳で、はじめに学、特に農業機械関係講座の歴史を振り返り、我々の先輩や我々が何をしてきたか、そこから何をすればいいのかを皆さんと共に考えたいと思います。といっても、全体的なことを述べるほど農業機械に精通している訳でもないし、勉強・整理もしていないので、私自身の小さなつまらない体験・見聞を中心に述べることにします。

III. これまでの農業機械の変遷と

大学での農業機械の研究

戦後の新制大学が開学し、農業工学科農業機械講座が拡充された。次に、高度成長期(昭和40年代はじめ)に農業の近代化のために全国の国立大学農学部で農業機械講座の拡充がはかられ、農産機械講座が新設された。知識社会への変化に伴って研究・教育の両面で大学活動高度化が世界各国の課題となった。米国でも農業機械の講座の名称が変わった。この風潮の中で日本でも平成4年度農業土木学科と農業機械学科の合併、

さらに平成12年度農林環境科学科(農業土木、林学、農業機械の合併)という再編の波が押し寄せ、最終的には平成15年度国立大学の独立法人化へ移行する予定である。最終的には高等教育のマス化が進む中で、研究機能の面で世界の大学と対等なレベルを保つため研究大学(Research University)と教育面を分担する大学への2極化が進むと予測される。

紙面の都合と準備不足のため農業機械の研究についてはシンポジウム当日に譲る。

IV. これからの研究のあり方

学からの提言が私に課せられた課題であるが、これまでの状況経過や私の残りの寿命を考慮し、今後5年間の近未来に限って提案したい。結論をいうと、まず共同研究の活性化を計るべきである。大学のみならず東北農試や県試験機関だけでは研究資金・資材や人的資源の不足等が顕在化しつつあるからである。では、どのような研究を行うべきかという研究課題であるが、一つは、地域に密着した持続的農業に関連した課題、環境問題に関連した課題、エネルギー問題等であろう。もう一つは、先端的・基礎的な科学技術に関連した課題であろう。ただし、後者の課題はかなり困難な問題を含んでいる。これらについても、もう少し整理して報告したい。

参考文献

- 1) 新農林社：農業機械年鑑 2000
- 2) 岸 康彦：食と農の戦後史，日本経済新聞社
- 3) 朝日新聞社：知恵蔵，1999，2000
- 4) 池内 了：科学の考え方・学び方，岩波ジュニア新書
- 5) 中山 茂：科学技術の戦後史，岩波新書
- 6) 梶井 功：日本農業のゆくえ，岩波ジュニア新書

農業機械の未来は歴史から予測できるか

時代	年代	農の総合略年表	
昭和	1945 (20)	太平洋戦争が終わる。戦後の入植開拓(岩手県)がはじまる。	戦後復興期
	1947 (22)	農地改革が始まる。キャサリン台風で農作物の大被害。農協が設立。	農地拡大
	1948 (23)	普及事業が始まる (←農業改良助長法)	食糧増産政策
	1949 (24)	新制国立大学開学。農林省東北農試が盛岡に設置。	
	1950 (25)	保温折衷苗代の普及。動力耕うん機が普及。岩手県産米県外へ出荷。◇朝鮮戦争特需景気	
	1951 (26)	農業用ビニール開発。[パラチオン, 2・4D, 水銀剤普及→農薬禍も]	
	1952 (27)	北上特定地域総合開発 (ダム建設)	
	1956 (31)	コシヒカリ育成/国連加盟/◇神武景気(56~57)	
	1959 (34)	ブロイラーの生産開始/◇岩手景気(58~61)	
	1960 (35)	クルマエビ養殖開始。ハマチ養殖盛ん。	
	1961 (36)	大豆自由化。 ※水稲作用新農機具開発研究会(田植機:直播機/生物を対象とする機械)	
	1962 (37)	農業基本法が制定。→農業構造改善事業が始まる。◇オリンピック景気(62~64)	
	1963 (38)	バナナ自由化。《青い目の鶏:プロラー》/野菜指定産地制度(→スーパーマーケット)	
	1964 (39)	レモン自由化/大潟村誕生/《牛の受精卵移植》[沈黙の春翻訳出版]	
	1966 (41)	カントリーエレベータ (江刺市) /バインダ/乗用トラクタ	農薬禍顕在化
	1967 (42)	米麦用乾燥機の普及。	
	1968 (43)	日米貿易摩擦/水銀系農薬使用禁止	
	1970 (45)	自脱コンバインが普及。(生物を対象とする機械)	米の生産調整
	1971 (46)	田植機が普及/豚肉・グレープフルーツ自由化/農村地域工業導入促進法 [稲作機械化一貫作業体系の完成] /有機農業研究会発足	
	1972 (47)	最初の過疎白書/[農業就業人口の都市への流出] /◇列島改造計画(72~73)	
	1973 (48)	畜産危機(飼料高騰)/米国大豆輸出規制/第1次石油危機	
	1974 (49)	ミカン生産調整/有吉佐和子:複合汚染	
	1975 (50)	豊作	
	1976 (51)	冷害	
	1977 (52)	農地法/[農業の曲がり角]	
	1978 (53)	野菜の真空予冷装置(一戸町)の設置/米国产サクランボ自由化	
	1979 (54)	《牛の凍結受精卵移植》	第2次石油危機
	1980 (55)	過疎法/東北自動車道開通(盛岡まで)	
	1982 (57)	東北新幹線開通	
	1982 (58)	ヘリコプター防除実用化。	
	1984 (59)	連続不作で韓国米輸入/《あきたこまち》	
	1985 (60)	《細胞融合で「オレタチ」,「トマト桃太郎」》/《遺伝子銀行》	
1986 (61)	ウルグアイ・ラウンド/《胚培養で千宝菜》		
1987 (62)	国勢調査で農林漁業人口1割を切る。		
1988 (63)	日米牛肉・オレンジ交渉妥結	LISA	
平成	1991 (3)	牛肉・オレンジ自由化/バブル崩壊/《イネ・ゲノム解析始まる》	環境保全型農業
	1992 (4)	農業新制策/《遺伝子組み換えトマト一般圃場栽培》	
	1993 (5)	大冷害/凶作で米緊急輸入	
	1994 (6)	新食糧法施行	
	1995 (7)	リンゴの輸入自由化(ウルグアイ・ラウンド農業合意)/《天敵農薬発売》 地域緊プロ(地域特産農作物用機械開発促進事業)	自律走行ロボット PF
1996 (8)	世界食糧サミット		

<講演要旨3>

「技術開発と試験研究のはざままで」

独立行政法人 農業技術研究機構 東北農業研究センター
総合研究部 総合研究第1チーム 矢治幸夫

I. 試験研究と技術開発

研究者と技術者の違いについては、「研究者は真理を探究することを目的とするのに対し、技術者は真理の探究は問題ではなく、今直面している技術的課題を解決するために仕事をしている者を指す。」(科学・技術研究の未来：森村正直著より)とされています。私たち国(独法)の研究機関の職員は、これまでは行政職に対して研究職、今では一般職に対して研究職員という職種で、「研究者」として位置づけられています。しかし、農業という産業における生産活動の中では、実は農業技術開発という技術者としての側面が大きいと思っております。

4月に発足した東北農業研究センターの8つの柱となる課題は、

①東北地域の立地特性に基づく農業振興方策の策定並びに先進的な営農システムおよび生産・流通システムの確立

②寒冷地における水田基幹作物の省力・低コスト・安定生産技術の開発

③寒冷地における畑作物の生態系調和型生産技術の開発

④寒冷地における野菜・花きの安定・省力生産技術の開発

⑤寒冷地における高品質畜産物の自然循環型生産技術の開発

⑥地域産業創出につながる新形質農産物の開発及び加工・利用技術

⑦やませ等変動気象の特性解析と作物等に及ぼす気象影響の解明

⑧やませ等変動気象下における農作物の高位・安定生産管理技術の開発

とされ、⑦の解明以外は技術の開発となっております。

農業生産における技術開発を進めるにあたって、農業機械研究の場合は技術の成果としての新しい機械、改良された機械などがメーカー等によって市販され、これらを基幹とした新しい作業体系が生産者の手に渡ることが必要となると思います。

II. 東北農業研究センターで行った研究の概要

私が東北農試でこれまで行ってきた主な研究課題を整理しますと、脱穀調整作業の省力化、太陽熱の乾燥への利用法、麦大豆の間作作業の機械化、ソルガム収穫作業の機械化、バンカーサイロ作業の機械化・自動化、長大作物収穫・麦類施肥播種同時作業機の開発、

噴頭回転式広幅散布機による湛水散播直播技術開発、複粒化種子を用いた湛水点播直播技術開発などです。

研究には基礎研究と応用研究の区別があり、農業機械分野としての専門基礎研究もあれば、プロジェクト研究としての応用研究があります。私がこれまで行ってきた試験研究活動では、中身として真理の探究という面も、例えば脱穀調整作業の省力化や太陽熱の乾燥への利用法などではありましたが、他の多くは新しい技術開発と位置づけられるものです。とくに、バンカーサイロ装置と同時作業機、噴頭回転式広幅散布機と複粒化種子に関する技術開発は、昭和63年の組織再編で新しくできた総合研究チームにおける課題です。総合研究チームは研究所の新しい成果(キーテク)を基に、地域農業の新しい生産システムを確立する使命を持って、いわゆる研究の出口を担当するところです。前者転換畑の自給飼料生産を基礎とした良質牛肉生産システム、後者は寒冷地における水稲の省力直播栽培システムの確立を目指したものです。現在東北農研センターには5つの総研チームがあり、そのうちの3チーム(水稲直播、良質牛肉生産、リンゴ)に農業機械担当者が配属され、機械作業分野の貢献が重要となっております。

III. 成果のPR活動

研究期間が終わり成果がまとまったら、適宜記者発表や新聞発表、学会発表などを行っています。この段階の成果は、試作機を用いた性能試験や体系の実証といったもので、実用機の試作・販売・普及の前段となるものです。毎年度、各分野毎に研究所として主要成果を選出して冊子として印刷配布していますが、生産者への情報伝達としては不十分と思いますし、農業機械としてメーカーに製品化して頂くには、これら成果発表の内容では不十分と思います。

これらの技術開発の中で、特許出願も行います。サイレージ調整・取り出し装置、精密点播装置、複粒化種子造粒法などは特許を取得・出願しております。特許は成果の一つとして出願しますが、これまでのところ実際にメーカーでこれらの特許を使用して実用化されたものはまだありません。ここらあたりが、情報の発信など工夫のしどころではないかと思えます。試みとして、眠っている新技術を試作改良を含めて発掘しPRするための冊子として「東北地域における試作・改良農業機械一覧」を作成配布しました。これにより、各県の担当者には引き合いがいくつかあったと聞いて

います。このような点での情報発信については、内容や発信先についてさらに工夫が必要と考えます。

IV. 技術開発のための大学や民間との協力

地域農業の発展のためには、これからは、大学、民間との協力が重要となると考えます。このための制度としては、民間との共同研究は、官民共同研究制度(予算措置なし)、官民交流研究制度(予算措置有り)があり、特許の共同出願などが出来るようになりました。大学との共同研究は、テーマのある特別研究などで委託研究をお願いすることで対応していましたが、研究テーマがうまく合致すれば大学院生などの受け入れが可能です。

農業現場にはニーズがあります。

試験研究機関には農業技術のノウハウがあります。

大学には基礎研究のノウハウがあります。

民間には機械の加工、販売のノウハウがあります。

これがら有機的に繋がれば、東北地域としての特徴があるいくつかの新しい技術開発の事例が出るのではないかと考えます。

V. 独立行政法人となって

東北農業研究センターは、これまで、農林水産省という国の機関でしたが、4月1日より独立行政法人として再出発しております。目的は行政改革の一環として、定員や予算など組織の効率的な運営です。交付金という渡しきりの予算は増えて、研究所の中期目標、中期計画、年度計画達成のために、研究所の裁量で運営が出来るようになりました。特に、共同研究などはやりやすくなりましたし、地域センターでは成果の普及まで責任を持つということで、農業機械開発改良の予算も取りやすくなるのではないかと期待しています。

VI. おわりに

農業機械研究の技術開発においては産・学・官が連携して進めることが大切と考えますし、そのためには産・学・官+農業者が情報交換できる場所、仕組み、組織として、例えば農業機械学会東北支部などが情報の発信、仲介などを果たせるようになることが必要と考えます。

<シンポジウム討論要旨>

(荒川)

福島県農林水産部で研究の企画、研究調整をしております。今回は、産学官からの提言というのがサブタイトルで、産からは福島県ものづくり研究会の会長の須藤さん、学からは岩手大学農学部鳥巢会員の鳥巢さん、官からは東北農業研究センターの矢治会員にそれぞれの立場から話題提供をしていただきます。

私のシナリオとしましては、各講師約20分の講演、最後に幾つかキーワードを拾いながら、講師を含めた皆さんでディスカッションしたいと思っています。よろしくお願ひします。

最初に、福島県ものづくり研究会長、並びに株式会社ベルテックスの社長の須藤さんよりご講演を頂きます。

◆ 須藤氏講演

(荒川)

講演の中に出てきたハイテクプラザを説明します。ハイテクプラザは元々は福島県工業試験場が母体になって、改組してできた組織です。農業の世界でいいますと、研究開発と普及と一部教育に係る部門を全部請け負っています。本来の試験研究もやっていますし、中小企業に対する技術指導もやるし、設備・備品を企業に貸して、企業自身が技術開発等も行っています。続きまして岩手大学の鳥巢先生にお願いしたいと思います。

◆ 鳥巢氏・矢治氏講演

(荒川)

今、3氏から話のあった部分をまとめると、産官学である会社、大学および試験場は、それぞれレベルアップをしつつ、こういうことが出来る、他と違ってこういうことが

出来るというPRを行い、そういうひとたちが共同研究で連携し実用品を生み出す流れをつくって、それがユーザーに普及して、さらにそれがまた次の共同研究に結びついていくという流れになるのだと思うのです。

産官学には、県の試験研究機関を入りますが、県の試験場の立場として、今の矢治さんの講演に対して発言して頂けないでしょうか。特に後で話題を共同研究に持っていきたいので、県の中だけでなく県の試験場と大学、あるいは企業との連携ということでどこからでも結構なのですが、紹介していただけるでしょうか。岩手県では如何でしょうか。

(鶴田：岩手県農業研究センター)

岩手県の場合は、研究機関は農業研究センターのほか、工業で工業技術センターが、林業で林業技術センターがあります。しかし、多分来年あたりから研究機関を一本にして、いろんなプロジェクトを立ち上げるという仕組みを一生懸命考えております。いろんな研究課題で一緒にやるものがないかという調査がいっぱい来ております。

ところが、農業機械は研究センターに統合になり、そのとき農業・園芸・畜産の各部門があった農業機械も一本になり、蓋を開けてみたら、研究者人数が削減され、2人、3人位の人員で、めいっぱい仕事をやれてな話になっています。このため、それぞれの専門のノウハウをいかした共同研究をやらないとうまくいきません。また、基礎研究をやっていたのでは間に合わない感じがあります。そういう面から不完全でもいいから学会等でいろいろ発表してアドバイスを受け、課題の早期クリアを目指しております。

(荒川)

秋田県の鎌田さん、如何でしょうか。

(鎌田：秋田県農業試験場)

秋田県も研究そのものは担当が単独でやるというよりも、担当を越えた共同研究が多くなってきています。また、場内の共同研究だけではなく、循環型農業という関係においては、他の県内試験研究機関である畜産試験場とも共同研究を実施しています。それから、産学官のうち学官での関係で、県立大学との共同研究も始まっております。課題としては、カドミ関係問題が含まれております。

(荒川)

ありがとうございます。大学と共同研究する場合に、障害はありませんか。ルールは明文化されていますか。

(鎌田)

一つは学長采配お金を教授の研究費として出していることもありますし、カドミの研究は生研機構と関係があったと思います。

(荒川)

福島県における県と民間企業の共同研究のルールを紹介します。従来、福島県は民間企業から共同研究の申し込みがあってもできませんでした。先頃やっと必要最低限のルールができ、大手を振って共同研究ができるようになりました。さらに、農林水産の試験研究機関はもちろん、それを越えてもう少し連携をしようということで、ハイテクプラザを所掌している課が金額はきわめて少ないのですが、共同研究をするための事業を立ち上げました。ただ構想はできましたが、具体的な研究内容については不十分でこれから試行錯誤しながら進んでいくと思っています。

先ほど矢治さんから学会が情報交換の場所として重要だというお話がありました。また、岩手県からも他の人のアドバイスを聞いて、勉強する場所として学会は重要だという意見がありましたが、この点で会場の皆さんからご意見ありますか。支部長どうぞ。

(西山：岩手大学農学部)

私も矢治さんの発言と同様に、情報交換や勉強の場としてこの支部会が適当な場所と考えておりました。また、3氏もこぞってそのようなことで言われておりますし、私も特に産との共同というのが非常に有効であると思います。大学はまた理屈だけこねていてもだめで、ものを目に見える形で出さなくてはいけないということも要求されていますから、是非必要だと思えます。また、私も支部がその場になれば大変願ったりかなったりだと思っております。それでどういう形がいいかと、お聞きしたいと思います。例えば東北支部では活発な「若手の研究会」がありますけれど、産がかけているので、なるべく産も入れるような形でやっていただけないかということです。矢治さんは支部の渉外担当の幹事なので、矢治さんが中心になってやって頂くのがまさに適当ではないかと思うのですがいかがでしょうか。

(荒川)

支部長から突然提案が帰ってきましたけど、矢治さんい

かがですか。講演の中身とも関連しますが。

(矢治)

一つは多分やれるいい時期になったのではないのでしょうか。景気が良く研究費も潤沢にある場合には、それぞれ好きなことをやっても済んだと思いますが、研究費も少なく、組織も評価も厳しくなりましたので、研究費は少なくとも頭を使う必要がある時期だと思えます。それから、どのように協力して行くかということも、やりやすい時期になってきたという感じがしています。ただ、そこに余裕がないとだめなのです。何か問題が起きて、共同研究などをやりたいって思っても、皆が100%を今の仕事でやっているとなかなかそこに踏み出せない。そのような余裕をどう作り出していくかが問題です。例えば支部会に出席していただく時間的な余裕や、金銭的な余裕をどういうふうに工夫するかが課題と思えます。

(西山)

インターネットを活用してやっていくということも考えられますので、是非渉外担当の幹事として盛り立てて頂きたいと思えます。

(須藤)

私は、農業に関して今回初めてですが、工業試験場に比べて農業試験場は予算がないという話ばかりです。農業には予算が付かないのかなって疑問ではないのです。それから、農業試験場の人達がどういうものの考え方をしているのか分かりませんが、私は工業試験場の人達に、試験場の中にもいってしまうのではないから、企業等他の会員と異業種交流をするべきだと言っています。どうして積極的に外出てこないのかなと思えます。福島県の農試では何で予算が付かないのでしょうか。

(荒川)

今までは予算を守るというスタンスが強すぎたのです。工業に限らず予算が比較的回ってきている分野は、ニーズがあり費用対効果というシナリオがきちんと説明できます。だから我々の分野も、10年や20年かかる研究もありますので、福島県でいうならば福島県農業の中の問題部分を取り上げ、その解決のための技術開発の時間、レベルを明確化し、論理的にも無理がなく説明する必要があると思えます。畜産の糞尿処理を例にとりますと、農業試験場、畜産試験場、ハイテクプラザや衛生分析ができる研究所等が一体となって打ち上げることで、お互いに得意な分野を使えるし、余計なエネルギーを使わずに済むと考えます。つまり、仕事と予算は表裏一体の関係にありますから、積極的にうって出るような仕掛けをしなければなりません。

(矢治)

私が畜産チームの一員として肉牛担当のチーム長と組んでやった時に、畜産も金がかかると思ったけれど機械屋も金がかかるのだと言われました。ですから畜産や農業機械は金がかかる部門で、例えば栽培や育種の分野は、試験区を組んで種を播いて一般的な管理費があれば研究が出来るのだという発想が基本的にあると思えます。その点、機械

屋は試作機を作って、それが出来たところが研究のスタートだという意識が農業試験場の場合欠けているのだらうと思います。

(荒川)

今のご提言はこういう場も含めて、特に、産業関係の方々や大学等の研究者の間に、特に試験場にいる研究員は、それぞれの現場に行って現場ニーズは何で、何をやらなければならないかということの情報収集を積極的にすべきだと、あるいは自分達がやっている仕事をもっと宣伝すべきだというご意見ですね。

(須藤)

農業試験場を案外皆さん知らないです。農業試験場の人達と交わるというのは、私も今回初めてですが、なかなかいいなって感じました。先ほども申し上げましたように、もっともっと積極的につき合いたい、ところが前例が無いという話を時々聞くのですが、それではいけないと思います。

(荒川)

最近、前例主義は全部廃止になっており、逆に前例があるからやっていたいいという話もなくなりました

(須藤)

分かりました。企業側としては、試験場などともっともっと積極的に付き合いたいという気持ちです。

(荒川)

農業試験場という分野は、試験場と農家の間にそれを普及する普及員がいるという仕組みであるため、その間をバイパスしてという方法にはあまり慣れていないと思います。ところが工業関係を見ますと、ハイテクプラザは、普及、研究および教育の仕事を一か所で全部やっているの、どの機能を期待してそこに至ったとしても、三つの機能にすぐ巡り会えます。須藤さんの講演要旨の後ろに特許というキーワードがありますので、ご意見を追加していただけないでしょうか。私は大変興味のあるところなのですが。

(須藤)

私は 20 件位特許を出しております。基本的に特許を取る、取らないは本人の意志になると思います。一例を申し上げます。私の会社のベルテックスという会社の名前を、ある大手企業（カネボウ）がほしいということを知りました。その理由は、開発した工法をベルテックス工法としたいということでした。それで特許庁で調べたらほとんどない東北の山の中にその名前があった。それで困って、名前を売っていただけないかということでした。価格にもよりますが、福島県に工場を誘致して頂ければ名前はいくらでもお売り致しますという回答をしておきました。実際、もう 2 年位になりましたがまだ来ていません。要するには大切なのはただ単に名前だけですけれど、今はもう名前だけでも絶対に油断はできません。というのは、あのカメラメーカーでもキューピーマヨネーズでも、全て今は名前さえ商標登録でやられている訳です。このように、単純な名前だけでもですねやられてしまうという時代ですから、特許

には十分配慮した方がいいと思います。

(荒川)

要するに、取れるものはどんどん取っておくということですか。

(須藤)

はい、そうです。確かにお金はかかります。そういう部分で、ソフトの部分に、国や県で予算を付けていけばいいと思います。

(荒川)

特許の話にふりましたのは、共同研究の連携の中身で、お互いの情報発信なり情報の交流で、特許はお互いに分かりやすいものになり得るし、その後の共同研究をやっているときにも、あるいはその成果が出たときにも様々な意味の手段にも使えることがあります。特許の扱いを皆さんどうお考えなのでしょう。大学とか東北農業研究センターでは、どういうスタンスですか。

(鳥巢)

特許は岩手大学の場合だと工学部で盛んになり、大学もある程度評価する方向にきていますから、積極的に取る方向になってきています。一つのオリジナリティということですね。

(矢治)

特許については我々の方でも基本的には取れ、業績の一つだということなんですが、どうも最近特許の維持費がかさんできて何年間保持すべきかという議論があり、保持する年限を切ろうという方向です。国際特許だったと思いますが、実施がない場合は一応 7 年で切ろうということもあります。それからもう一つは、独法となってやはり出願料も膨大になりますので、実用化される見込みがないものは特許として出さないような話が出ています。ただこれも難しい話で、我々の場合、各部長が特許審査委員になるのですが、だれがどうやって将来使われるかどうかの見通しを判断するのかという点の問題が残るペンディングです。

(荒川)

国は、独立法人になると特許申請出来るのでしょうか。以前は、国は特許申請料が不要だったのではないですか。

(矢治)

申請料は国の場合は不要でしたが、多分法人ですので今後は必要になると思います。

(太田：岩手大学農学部)

大学の特許の件が出ましたけども、いま大学特許・個人特許の 2 つがありまして、大学に今まで預けていたのですが、預けなくてもいいというものもあります。それから大学の場合には、現在申請から手続きまで全部国のお金でやっていて、それでもし稼いだらその分の今までの手続料差し引いた残りは、個人に戻してあげるというところまで話は進んでおります。学内では 1 年に 2、3 回特許の講習会をやっており、とくに工学部の先生は若い時から教育されております。また、農学の先生は特許に対する警戒心がな

くて、新しいものを学会などで発表してしまいます。しかし、発表の6ヶ月以内に申請手続きをしなければ公知の事実として特許は取れないということになってしまいます。このため、大学としては、学会発表するそのときにはもう特許申請もちゃんと付けて出すという位の考え方をに入れていくようにと、教育しています。それから岩手大学には地域共同研究センターというのがありますけども、最近東北大よりも特許数が多くなった年もあると聞いております。

(荒川)

福島県において、特許は職務発明検討委員会というところで論議します。個人の特許じゃありませんので、個人の品種の開発を含めて、全部そのテーブル上で論議がされます。それで、それを県有財産として承継するかどうかという審査をして、承継をすれば県が特許申請をします。品種登録出願も同じです。ただその時に、やはり先ほど同じで、これを使う相手すなわち許諾先が見込めるのかということが、審査基準の一つに必ず出てきます。品種の場合には、例えば水稻でしたら奨励品種に採用という形で来年から普及させる計画がありますとか、どここの種苗会社が種苗増殖する話で了解もっていますとか、例えば県内のこういう企業で事業化したいという話が内々にありますというのが一番通りやすいのです。例えば福島農試が昭和51年ごろ開発した加工トマト収穫機が農業機械ハンドブックの後ろの方に載っているのですが、あれは特許申請途中でくじけて、実は申請しなかったのです。それで平成何年でしたかトマトジュースのメーカーさんが、お宅に確かこういう機械があったようですが、製品化したいので頂きたいと言われたのです。このように10数年たってから社会情勢が変わり、当時はそんな機械でトマトを収穫するなどというのは商品価値がなくなるからダメだといわれたのですが、今はそういう品種に転換されたし、省力化しないとうにもならないニーズが出てきた時に、その判断を何年前に出来たかどうかという大変難しいところがあるのです。

特許はお互いに共同研究をやる時、相手の技術的水準のバロメーターにもなり得るのかなと思います。例えばこういう共同研究をするときに、相手はこちらが持っていない分野での特許出願があって、技術的に蓄積があるからお互い共同研究をやるということになると思うのです。

(須藤)

共同研究で、特許とかそういう問題は、私は問題ないと思います。実力とかランクはないのだと思うのですが、共同研究の時の最終的な問題は利益が出たときだと思います。利益が出たときに儲けがほしいと言いついた時の問題だけであって、あと今の過程のプロセスはあまり問題はないと思います。私も、うまくいって売れ出したら分裂してしまったというのをたくさん知っています。岩手大学の農学部の中で、自分で開発した製品の特許を取って製品化したという例はあるのでしょうか。

(鳥巢)

多分ないでしょうね。少なくとも農業機械はないですね。卒業して取ったというのがありますけどね。

(須藤)

私は、地元郡山市の日大工学部の機械工学や情報処理の先生方や生徒と付き合っていますが、ロボットコンテストの時に出品する機械のここ作ってくれ、ああ作ってくれ、と生徒がいきますが、私は自分で工場に来て、作りなさいと言っています。その中で生徒が、自分で考えて特許を取り製品化しているのがあります。それで製品化したのも同じ「福島県ものづくり研究会」のある企業が製品化をしています。それは当然生徒がお金を出したのではなく、その企業がじゃあ作ってあげましょうということで作っています。それでそれを売りたい、と本人が思った場合、それじゃあ売るのは誰でもいいの、そしたらおまかせしますということなので、私は自分のホームページにその商品の一つを載せてあります。製品は包帯巻き取り装置なのですが、包帯を自動的に巻き取る単純な装置なのですが、完成度もずいぶん高いです。またこの製品は特許を取っています。だれが売ってもらってもいいから、とにかく売って金になれば一番良いというふうな話です。岩手大学もそういう例があるのかなと思った次第です。

(荒川)

工業関係では、会津大学を含めて、学生さんが自分のアイデアで在学中にベンチャービジネスを起こす場合、支援する組織があります。産業界はそういう制度をもっと大きくしようとする動きがあるのですが、そういうアイデアをもっている人に、最後のお金儲けの商売まで行くための応援する仕組みがあるところが、農業と違う所だと思えます。

(須藤)

作るのは誰でも作れるのですよ。どこで作ったって作れるのです。何も日本の国内で作らなくてもいいのです。今は世界でも作れますから。ただ重要なことは何を作るのかということなのです。それでそれを作ったら、どのようにして売るのが、そしてこれが9割のすごい苦勞がいります。だから、ただベンチャーを起こしました、製品は作りました、それだけでは絶対成功しないのです。つまり、ありとあらゆるところで協力しなければ、全て成功には結びつかない。だから大学の生徒も売っていいのであれば、自分のホームページでも何でも使って私は売ってあげるといふふうな話でやっています。

(荒川)

今の話はどんどんいくと、大学は基礎研究という従来の概念みたいなものの境界を切る必要もないようにも思います。矢治さんの資料では大学は基礎研究という風に整理されていますけれど、スパッと線は引けないにしてもそれを大学の先生方はどうお考えなのですか。地域の産業に貢献するというスタンスに立った場合に、鳥巢先生何かございせんか。

(鳥巢)

大学の地域への貢献というのも、今では我々の場合には教育と研究というだけじゃなく地域への貢献というのも入ってきました。そうすると地域への貢献という場合の研究は、矢治さんの言うような開発研究に近いようなこともあると思いますし、それから普及とか、そういうところにポイントを置いたようなものもあるので、必ずしも基礎研究だけではないし、それだけで止まっていたらだめだと思います。だいたいお金をもらえません。

(荒川)

研究費は大部分の人に利益があるだろうという公共的な点で、税金から予算がついていましたが、最近は研究の目的によって、成果がどう普及するかという部分をはっきりさせて、お金をもらってやる方法もいいと思うのです。独立行政法人化になって、逆に自由に動ける部分というメリットを最大限使おうとすると、今度は逆に自分達で財源を稼いできてもいいですね。

それから、国と県が共同研究をやる場合、かつては全部本省に行かないとダメだったのですが、これからは独立行政法人食品総合研究所等と直接契約が結べることになり、非常に仕事が速く進むと予想されます。

先ほど、須藤社長さんから利益の話がありましたけど、福島県で共同研究のルールづくりをしていて、一番大変なところはその部分だったのです。一つは共同研究で出てきた成果品がどこの財産になるのか、先ほど特許に絡む部分と、場合によってはそれで得た利益をどうするかという部分を曖昧にして、県の機関は県民サービスだからお金はいりません、儲からなくて良いのです、というスタンスでサービスの的にやって来たわけです。結果的にそうだとするもやる前のルールとしては、この成果があがった場合、成果の持ち分をどうするかをどうやって決めるかということが明文化されていないと、後で確かにトラブルの原因になるのです。本県の場合には、特許等が出た場合には、その取り扱いには別に協議することを盛り込んであります。協議するとしたのは、仮に、出資の比率で分けると明文化してしまったらそれはそれでおかしなことになってしまうし、色々なケースがありすぎて、それを全部ルールに盛り込んだら、いつまでもルールができないので、うちの場合はそういう形で、その分は別に協議をして決めますということをはっきりしているだけで、その協議はその後やることにしております。

産学官の連携というのは、前から言われていて、私自身は農業機械の研究者だった頃に農機学会の本部学会が音頭をとって、共同研究をやったことがあるのです。田植機が何かの研究でした。その共同研究が立ち上がった背景の一つは、当時の本部学会の論文集を見る限り、その実用的研究成果がないのではないかと誰かが言ったみたいなんです。それでは、農機具屋さんとの試験場と大学で当面する課題をやりましょうとあって、全国でやった試験の一部をお手伝いさせていただいたことがありました。もう少し今日のテーマにありますように、どなたかの話にありましたけど、

要するに成果品が最後エンドユーザに行って、できればそのエンドユーザが儲かって、途中にかかわった人も全部儲かって、須藤社長さんの言葉にあったようにみんなが楽しく儲かってという形のプロジェクトが組めれば、連携というのは上手く行くと感じました。しかし、連携の名の下に何か余計な仕事押しつけられたという風になってしまうと、人が上手く回らなくなり、結局は何か、みんなで様々なことをやった、成績書も書いたけど、じゃその先はどうなったの？と言われると出口がない、そうするとそれぞれの機関が成果は何かと問われた時に成果品がなかなか出せない。

福島県も農業に限らず、全部の試験場に対して一般の行政課題と同じように事業評価をしろというオーダーがあります。この中では何をやってどういう風にやって、今後どうしていくというのをきちんと県民に説明して、成果は成果として出せということが要求されています。例えば、工業の分野からは特許をこれだけ取りました、それから民間企業にこういう技術を移転してこういう部分の新たな製品作りが動きました、というのがはっきり見えるわけです。同じ土俵に立ったときには農業はどうなったのと言われれば、出せるものが無いという状況にうちの県はあります。ですから、例えば道具を作ったらその道具が商品化されて農家に普及しないと機械の世界はダメなのです。その部分では産業界との連携というのは、大変重要なのではないかと私は思っています。

それでシナリオが頭の中で組み立たないままここまで来てしまったのですが、ただ背景から、産学官の連携の方向は間違いないということだけは共通の認識になったと思いますし、その情報を共有したり交換したりするのは、今後やっていかなければならないし、やっていけると私は思います。勿論、組織の一員ですから組織としての動きも必要なのですが、それと同時にやはり個人の研究者なり技術者としての情報収集なり、あるいは自分自身をアピールするというのをやっていかなければいけないのではないかと私自身は思っています。今日、この後に情報交換のチャンスがまだあるようですから、そちらに移りたいと思いますけど、最後に須藤社長さんから頂いた名刺のところの肩書きに、私は社長と書いてあるのかと見たらそうじゃなくて、情熱家と書いてあるのです。ですから、この手の連携とか何かの論議をするときに、確かにお金はない、暇はない、云々はあるのだと思いますが、やはり情熱というエネルギーを使ってやれば、少しなりともお互いの仕事楽しく伸びるのではないかと考えています。この最後の情熱という言葉をお借りして、本日のシンポジウムの締めにしたいと思います。技術に対する情熱をみんな持って、技術者として一所懸命やりましょうと言うところだと思います。最後に忙しい中、話題提供の資料を準備して講演していただいた3人の講師の方に拍手をしてシンポジウムを閉めたいと思います。どうもありがとうございました。

(武田純一・富樫千之)

奨励賞を受賞して

「根株処理機械の開発研究」

田中 勝千*

この度は、平成13年度農業機械学会東北支部奨励賞を授かり、身に余る光栄と恐縮しております。現状に甘んずることなく今後一層の研鑽を積み、農業機械学会の発展に貢献できるよう精進することが、奨励賞にご推薦を頂いた諸先輩並びに学会員皆様へのご恩返しと考えております。本研究は私の学位論文研究の一部であり、岩手大学農学研究科教授太田義信博士、教授上出順一博士(元山形大学)、教授戸次英二博士(元弘前大学)、教授猪内正雄博士、並びに助教授武田純一博士には論文作成にあたりご指導を仰ぎました。また、北里大学教授本橋園司博士には研究の方向付けを賜り、嶋田浩助手(現秋田県立大学農業短期大学部講師)には計測システムの作成にご協力頂きました。さらに、実験に当たっては研究室専攻生のご協力を得ております。この場をお借りしまして、心よりお礼申し上げます。

概要

1980年代以降、開発と環境が対峙し始めた頃、山間傾斜地の草地造成現場では、慣行法のレーキドーザに代わる根株処理のための施工機械として有望視されたのがスタンプカッタであった。スタンプカッタで根株を処理するとレーキドーザに比べて地表面の攪乱が著しく少なく、ほとんど土砂流亡を生じない。著者等による試験施工の結果、切断能力の改善と切断部の軽量化が図ればランニングコストの低減と操作の安全性が向上すると判断された。受賞の対象となった「根株処理機械の開発研究」はそのための基礎研究として取り組んだもので、ナイフの形状とナイフに作用する外力との関係を実験的に求めることによって、スタンプカッタ用ナイフの切断特性を明らかにした。また、ナイフを含む切断部の実機設計のための資料を提供した。

根株処理用ナイフの切断特性

一般的に作物収穫用のナイフや土壌切削用ナイフ形状は片刃で、両刃より切断抵抗が小さく、摩耗の点からも優れている。しかし、実験結果は刃先角、樹種、および木材の形状に関わらず、いずれも切断抵抗は片刃の方が大きく、従来の研究成果とは異なった。刃面圧力センサ付きナイフによる切断実験と切断写真から、片刃ではナイフによる圧縮抵抗が大きいことが原因であることを究明した。根株は木材繊維が湾曲していて、両刃ではナイフが浮き上がり地表面下の切断が難しい。片刃は鉛直斜め下方に切断力が作用している。この片刃特性が切断抵抗が大き

いにも関わらず切断用ナイフとして用いられる理由となっている。また、両刃では刃先角 25° ~ 45° で切断抵抗に大差がないが、片刃では刃先角が大きいほど切断抵抗が増した。これには木材の直交異方性が関与していることを明らかにした。片刃に掛かる曲げ応力を解析した結果、切刃の形状を第1刃先角 35° 、第2刃先角 25° の二段刃にすることを提案した。この形状のナイフは刃先角 30° のナイフより切断抵抗が小さい。

スケールモデルによる負荷解析

スタンプカッタの2/3のスケールモデルを製作した。一般に、垂直方向力は、片刃の場合にのみ検出される。刃先角 20° の場合で 10kN/cm 、刃先角 60° の場合で 5kN/cm となり、刃先角が小さくなる程ナイフに発生する垂直方向力が小さくなった。この結果は、力のつり合いから導いた結果と一致した。また、木材の乾燥が含水率 60% d.b.以下になると、切断抵抗は急激に増大することを示した。この傾向は、繊維飽和点(30% d.b.)に分岐点を持つ木材の圧縮強さとは異なる。ナイフアーム連結ピンにはシリンダ推力の2倍の荷重が、水平軸(X軸)を基線とした場合、約 45° の方向から作用することを明らかにした。アームの強度計算には、水平軸回りのモーメントが重要で、推力の約半分の大きさの荷重がナイフ刃先線に作用していた。したがって、連結ピンには、組合わせ応力が作用することから、強度の点で十分配慮する必要がある。

ナイフ形状が操作性におよぼす影響

オペレータの評価を加味すると、切刃先端の強度を持たせつつ、安定して根株を地際で切断するには、二段刃を基本形状とし、刃先線から数cmの切刃形状を刃先角 45° 以下の両刃とする。その際、刃先の二等分線が水平軸に対して、 13.5° ~ 18° になるように第1すくい角と第1逃げ角とを調整することにより、切断時の垂直方向力をつり合わせられることを見出した。

切断力の推定法

刃先角 36° 以下のナイフの場合に、1枚のナイフと万能試験機を用いて得られた切断抵抗変位図から、実機段階での切断抵抗を予測できることを示した。また、スタンプカッタのような切断方式では、ハーベスタのようにナイフの取り付け角(傾斜角)の調整によって切断抵抗を低減することは難しく、ナイフの厚さや刃先角の選定によって切断抵抗を小さくする方が効果的であると結論した。

*北里大学獣医畜産学部

<東北若手の会報告>

第12回東北若手の会 in 福島への報告

中野芳雄*

Report of 12th Tohoku Wakate-no-kai (Seminar for young researchers; Tohoku Branch of the Japanese Society of Agricultural Machinery) in Fukushima in 2001

Yoshio NAKANO*

1. はじめに

平成13年8月19～20日の二日間にわたり、第12回東北若手の会が三春の里（福島県三春町）および福島県農業短期大学校（矢吹町）を会場として開催されましたので、ここに報告いたします。

なお、第12回東北若手の会の参加者は、大学等の教育研究機関や農林水産省をはじめとする試験研究機関、メーカーおよび専業農家から総勢28名の参加を得ることができました。また、新規に教育機関2名、研究機関1名、専業農家1名の会員を迎えることができました。

2. 第12回「東北若手の会」の報告

下記の基礎講座、研究紹介をベースとして、勉強会を行いました。

1) 基礎講座 I

近年、環境保全への関心の高まりから、環境と密接に関係する農業分野においても、情報と共に環境への配慮がキーワードとなってきました。そこで、「環境問題に対する農業機械学のアプローチ2001」と題し、農業機械学分野で関連する課題への取り組みや新技術の可能性等について基礎講座を開催しました。ここ数年、圃場機械関連の研究テーマが講座として取り上げられてきましたが、本講座は農産機械関連のテーマとしての初めての取り組みとなりました。講座では質疑応答を含め、各40分の時間設定で活発な議論となりました。

岩手大学農学部 小出章二氏

「資源（農産物）循環型農業の構築」

岩手大学農学部 前田武己氏

「有機性未利用資源リサイクルの現状と課題」

秋田県立大学生物資源科学部 中野芳雄

「有機性廃棄物処理におけるコンポスト化の役割」

東北農業研究センター 天羽弘一氏

「立毛間播種による大豆・小麦2年3作体系の環境負荷の計測について」

小出氏からは、環境問題の現状とそれに対処する技術として有機性廃棄物のリサイクルについて5R、4E、5Fなどの観点から解説がありました。有機性廃棄物のリサイクルが推進されつつある今日、これらの視点に立って改めて現在のリサイクルシステムを考える必要があると感じました。

前田氏からは、まず新たに施行されたリサイクル関連の法律について解説があり、それらのうち、農業に関連の深い有機質を対象とした食品廃棄物、家畜ふん尿等について詳しい説明がありました。特に、家畜ふん尿に関しては、ふん尿の発生量の地域的な偏在や法整備に伴い発生すると予想される余剰堆肥が、今後問題になるであろう事が示されました。

筆者からは、秋田県内の堆肥化施設調査から得られた結果をもとに有機性廃棄物のリサイクルについての問題点やリサイクルシステムを構築していく上で堆肥化施設の担うべき役割について解説しました。

天羽氏からは、秋田県大潟村での環境保全型農業への取り組みについて紹介され、同地で行われた立毛間播種による大豆-小麦の2年3作体系の実証試験結果について解説がありました。立毛間播種機は映像を使って解説され、この技術に関するイメージが掴めました。今後、水質への影響等の解析を行うとの事でした。

*秋田県立大学生物資源科学部

2) 基礎講座 II

小川幹雄氏 (元生研機構園芸工学部)

「農業機械化研究における油圧利用の基礎」

油圧回路の基礎から始まり、基本的な機器類の特徴や利用場面、回路を設計する上での考え方や手順について実際のパーツを示しながら解説がありました。

3) 特別講座

福島県立農業短期大学校の朽木靖之氏のご厚意により、以下の講座を開いて頂きました。

福島県立農業短期大学校 朽木靖之氏

「農作業安全の話」

4) 研究紹介

下記の大学院生の研究発表がありました。

岩手大学 金澤啓一氏 (M2)

「個別要素法を用いた耕うんシミュレーション」

5) 新会員紹介

東北若手の会初参加の山形大学農学部夏賀元康氏、岩手大学農学部前田武己氏と東北農業研究センター松尾健太郎氏から自己紹介とこれまでの研究紹介がありました。

6) 次回に向けて

スタッフの交代を行いました。以下に新スタッフを紹介いたします。

— 新スタッフ —

代 表：張 樹槐氏 (弘前大学)

世話役：小出章二氏 (岩手大学)

西脇健太郎氏 (東北農業研究センター)

東北若手の会は今年 8 月 21 日より、新スタッフでの企画・運営に移行しております。なお、スタッフの交代に伴い、東北若手の会ホームページも下記の URL に変更されました。

<http://kikai5.vmas.kitasato-u.ac.jp/wakate/t-wakate.html>

若手の会の活動内容や報告を随時更新しておりますのでこちらもよろしく願いたします。

3. 謝辞

本会を開催する当たり、福島県農業短期大学校研修部朽木靖之様、福島県農業試験場種芸部青田聡様ならびに福島県たばこ試験場吉岡様はじめ多くの方々にご協力を頂きました。また、農業機械学会東北支部からは本会に対する活動助成金を戴いております。記して感謝申し上げます。

＜新出版物紹介＞

関西支部から見た農業機械技術の発達 —水田稲作機械を中心として—

「農業機械学会関西支部創立50周年記念出版」

目	次
第1章 はじめに	6.3 自脱コンバインの出現
1.1 農業機械の導入期	6.4 刈取・搬送装置
1.2 農業機械の成長期	6.5 脱穀部の発達
1.3 農業機械の成熟・飽和期	6.6 選別装置の発達
1.4 農業機械の多様化期	6.7 走行部
参考文献	6.8 おわりに
第2章 耕うん機	参考文献
2.1 耕うん機開発・発達の歴史	第7章 乾燥機・乾燥施設
2.2 耕うん機に用いられるエンジンの変遷	7.1 穀物乾燥機
2.3 耕うん機のクラッチ (主クラッチと操作クラッチ)	7.1.1 技術発展の年譜
2.4 耕うん機の変速装置	7.1.2 乾燥技術
2.5 耕うん機の走行関係	7.2 乾燥施設
2.6 耕うん機の作業機関連	7.2.1 穀物乾燥施設の発展経過
2.7 耕うん機の安全関係	7.2.2 施設改良と普及の変遷
2.8 これからの耕うん機	7.2.3 施設の低コスト化と自動化
参考文献	参考文献
第3章 トラクタ	第8章 穀物調整加工機(籾すり機, 選別機, 精米機)
3.1 トラクタの発達とその背景	8.1 籾すり機
3.2 トラクタ用エンジンの発達	8.1.1 発展の年譜
3.3 トラクタのクラッチと トランスミッションの発達	8.1.2 脱ぶ部の変遷
3.4 トラクタのステアリング機構の発達	8.1.3 混合米(籾と玄米)の分離
3.5 トラクタの走行装置とその駆動方法の発達	8.1.4 制御機構
3.6 トラクタへの作業機装着・昇降 および制御システムの発達	8.1.5 搬送機
3.7 安全性・快適性確保のための 人間工学的技術の発達	8.2 穀物選別機
3.8 環境問題に対処する技術	8.2.1 選別機の分類
3.9 これからのトラクタ	8.2.2 主な選別要素
参考文献	8.2.3 品質評価基準
第4章 田植機	8.3 穀物選別機
4.1 はじめに	8.3.1 精米機の発展
4.2 箱育苗技術の開発期(昭和25～34年)	8.3.2 精米加工の技術研究
4.3 田植機の開発期(昭和35～45年)	8.3.3 時代的要請への技術
4.4 田植機の普及期(昭和45～54年)と 側条施肥田植機および乗用型田植機の登場	8.3.4 精米施設システムの自動化
4.5 乗用型(側条施肥)田植機の普及と高速田植機 の登場・普及期(昭和55～平成元年)	8.3.5 農産機械の関連機器
4.6 乗用型田植機の大形・高性能化と多様化期 (平成2～12月7月)	参考文献
参考文献	第9章 おわりに
第5章 バインダ	B5版・312ページ 定価:7,000円
5.1 収穫作業が占める位置	申込先 〒606-8502 京都大学大学院農学研究科
5.2 農業機械の発展	地域環境科学専攻 中嶋 洋
5.3 刈取機の研究	Tel.075-753-6164 Fax.075-753-6165
5.4 バインダ開発への道程	
5.5 バインダの出現	
5.6 稲用バインダの技術課題	
5.7 おわりに	
参考文献	
第6章 コンバイン	
6.1 脱穀機の発達	
6.2 自脱コンバインの道程	

推薦のことば 農業機械学会東北支部長 西山喜雄

本書は1950年から2000年にわたる日本農業機械の発達史を詳説したものである。教科書やハンドブックと違った技術史の側面から記述されており、それ故農業機械技術者・研究者にとって大変参考になるものであり、また教育の場においても、本書のように農業機械の開発過程を含めて教授することにより学生の興味も倍増するであろう。

『関西支部から見た農業機械技術の発達』の題名ながら、必ずしも完全に関西地区に限定されているわけではない。市販書としては、記念出版物としての色彩を消して、『日本農業機械技術の発達』などとして一般書として編集再出版すれば本書の価値はより一層高められるのではないかと。