

# 農業機械學會東北支部報

No. 51 DEC. 2004

平成16年12月

目 次

卷頭言

- |   |                               |    |
|---|-------------------------------|----|
| 東北支部のさらなる発展をめざして                          | 次期支部長 赤瀬 章                    | 1  |
| <b>研究報告</b>                               |                               |    |
| ・糞がら成型マットと糞がらくん炭を使用した水稻プール育苗苗の軽量化技術       | 野沢智裕・木村利行                     | 3  |
| ・酸素発生剤粉衣量が湛水直播の播種精度に及ぼす影響                 | 若松一幸                          | 7  |
| ・フィールドサーバーを利用したほ場環境のモニタリング                | 荒川市郎・棚橋 紗・佐野龍一                | 11 |
| ・機械の汎用利用による稻発酵粗飼料の低成本生産技術の開発              |                               |    |
| ・大谷隆二・天羽弘一・西脇健太郎・河本英憲・押部明徳・渡邊寛明・荻原 均・中山有二 | 15                            |    |
| ・岩手県南部水田地帯における立毛間播種機利用によるダイズ・コムギ栽培の播種     |                               |    |
| ・および雑草管理技術                                | 藤井智克・八重樫耕一・大里達朗・高橋 修・鶴田正明     | 19 |
| ・中耕の強度を可変施用する作業機－作業機ヒッチ位置の制御による耕深調節－      |                               |    |
| ・天羽弘一・西脇健太郎・大谷隆二                          | 23                            |    |
| ・アスパラガス収穫台車の開発（第2報）                       |                               |    |
| ・片平光彦・遠藤裕一・備前和博・石田頼子・小松貢一・鎌田易尾            | 27                            |    |
| ・管理機アタッチ式全自動野菜移植機の開発                      | 後藤克典・南部哲男・今村城久                | 31 |
| ・クローラ型農用車両の自律走行－車線変更問題に対するファジイ操舵制御器の設計－   |                               |    |
| ・齋藤雅憲・武田純一                                | 35                            |    |
| ・トラクタ用オウトウシェーカの設計とほ場試験                    | 赤瀬 章・鈴木 洋・備前和博・水野泰輔           | 39 |
| ・農業経営実践教育システムに関する考察（3）－学習支援情報システムの構築と利用－  |                               |    |
| ・小林由喜也・嶋田 浩・高橋春實・伊藤寛治・鈴木直建・吉田康徳           | 43                            |    |
| ・西安近郊の農業機械化の現状について                        | ・武田純一・鳥巣 謙・郭 康權・呂 新民・陳 軍・朱 忠祥 | 47 |
| <b>トピックス</b>                              |                               |    |
| シンポジウム報告                                  |                               | 53 |
| 海外報告                                      |                               | 57 |
| 東北若手の会報告                                  |                               | 61 |
| <b>支部会記事</b>                              |                               |    |
| 庶務報告及び会計報告                                |                               | 63 |
| 東北支部役員選挙結果及び次期役員体制                        |                               | 68 |
| 平成16年度研究発表会発表課題                           |                               | 69 |
| 農業機械学会東北支部規約等・農業機械学会東北支部報投稿規定等            |                               | 71 |
| <b>農業機械関係の研究担当者名簿</b>                     |                               | 75 |
| <b>団体賛助会員名簿</b>                           |                               | 81 |
| <b>個人会員名簿</b>                             |                               | 82 |

# 農業機械學會東北支部



## 東北支部のさらなる発展をめざして

次期支部長 赤瀬 章（山形大学農学部）

先の役員改選で支部の皆様のご推举を頂き、平成17年4月から2年間、支部長をさせていただくことになりました。この重責を全うできるかどうかはなはだ心許ない限りですが、東北支部のさらなる発展を目指して頑張りたいと思いますので、支部の皆様の絶大なるご支援、ご協力をよろしくお願ひいたします。

さて私の東北支部との関わりは、昭和43年山形大学農学部に赴任した時からで、かれこれ30数年になります。その後平成4年頃から事務局長や常任幹事を務めさせていただき現在に至っています。昭和40年代の支部報をひもといてみると、なんとタイプ打ちのガリ版刷りで、報文以外の記事はほとんどありません。またそのころの支部の発表会は、チャート（模造紙にマジックインキで図表を書いたもの）を黒板に張った針金に引っかけ説明するというスタイルでした。今の若い方には想像すらできないことでしょう。その後、我が国の農業機械化はトラクタの導入、田植機、コンバインの開発と急速に、ダイナミックに進み、農業機械の全盛期を迎えました。さらに、主要な農業機械はかなり今までに開発され、完成度を増し、普及が進みました。そして長らく減反が続き米価も低迷を続けているため、業界はこのところ停滞気味な状態が続いている。しかしながら我が国の農業は、食の安定供給、良食味で安全な食糧の供給、環境問題でますます重要性が増しており、21世紀は農業の時代といわれています。また今の農業は機械なしでは成り立たなくなっています。今後の農業機械は果樹、野菜、畜産の分野で機械化が進み、その他の分野では技術がますます高度化し、精密農業、ロボット化、無人化が進んでいくでしょう。そして農業機械学会、東北支部の役割はますます重要になっていくことでしょう。

ところで東北支部の運営ですが、歴代の太田、西山、鳥巣支部長が培つてこられた方針を基本的に引き継いでいきたいと思っています。が、個々のテーマにつきましては変更を加えて参りたいと思います。メインの考え方は「全員参加型の支部

活動」を目指します。当支部は農業機械学会の5つの支部中もっとも小さい所帯の支部です。だからこそ各人の能力が遺憾なく發揮できる場でもあるわけです。私自身支部運営に長く関わってはきましたが、実質的な活動をしてきたかとなると自信はありません。今求められているのは他人任せでなく全員が支部運営に参加していくことでしょう。発表会と総会は年1回、支部報の発行は年1回という状況の中で、全員参加となると「ホームページの掲示板に結集！」が最善の方法ではないかと思います。幹事の構成については鳥巣現支部長が作られた体制で行きたいと思います。

それでは支部運営について考えていることを少し具体的に書きたいと思います。

### （1）全会員、掲示板に結集！

1) 広報・ホームページ担当幹事に掲示板を開設してもらいます。東北支部の運営についてのご意見、農業機械に関する情報、疑問、会員にちょっと知らせたい出来事、何でも結構です。掲示板にお寄せください。今回12名の幹事が選出されました。幹事の皆様は幹事会で大いにご意見を言っていただきますが、最近の幹事会は時間が短いこともありご意見が少ないような気がします。そこで幹事の皆さんにお願いです。職場における出来事など何でも結構ですから交代で掲示板に話題提供をお願いできなくないでしょうか。会員の皆様には常に掲示板を見て頂きそれを題材にして意見を書いて頂きます。重要な問題についてはケンケンガクガク、掲示板討論もいいでしょう。その情報から皆様が元気になれると思います。

2) 農機学会理事会の動きは、いち早くホームページに掲載しますので、意見を掲示板にお寄せいただければ、理事会に反映させたいと思っております。

### （2）支部報の充実

投稿は写真印刷できる原稿をメールで提出するスタイルに定着してきました。そろそろ支部報の体裁を再考してもいい頃かと思います。農業機械関係のいい写真があれば掲載するのもいいでしょう。また東北支部規約は表紙裏に掲載しては如何

でしょう。

### (3) メーカーとの連携強化

東北支部ではかつてから大学と試験場が力を合わせて活動しており東北支部の伝統になっていきます。今も支部学会と試験場の研究会の日程を合わせ、見学会を共同で行っています。一方、メーカーとの関係は特別会員として参加していただき、新製品の紹介でご協力いただいているところですが、是非発表会でも発表していただければと思っております。また提案ですが、支部大会開催の折りに、開催県にあるメーカーから何か1つの機械を持参していただき、その機械を徹底的に紹介していただき支部会員がその機械について勉強する。そして徹底的に意見を出し合いその機械の向上を目指す。このような取り組みでメーカーとの連携が強化できればすばらしいと思います。開催県の幹事さん、メーカーの方のご協力をお願いいたします。

### (4) 研究の活性化

1) 昨年から研究総括幹事がおかされました。任務は研究の活性化です。国の試験場は昨年から、大学は今年から法人化され、県も法人化は近いと考えられています。そのため外部資金の獲得は今後の研究を左右する大きな関心事であります。昨年外部資金の種類や申請方法を調査しましたら、相当数の募集がしかも年中行われていることがわかりました。問題はいい研究テーマの開発で、複数の業種が共同で申請すると有利な募集もあります。そこで支部の構成員を4つのグループに分け、部会の設立を平成16年度の総会時に提案しました。即ち水稻、野菜・花卉、果樹、BDF・バイオマスの4部会を設け世話ををおき、予算獲得についてご検討いただきます。どの部会に属するかは自己申告によります。近い将来予算獲得が実現すればいいですね。

2) これからは技術がますます高度化されています。大学の工学部、高専との共同研究が大切になっていきます。またこれからは地域の問題点を掘り起こし地域と共にやっていくことが必要で、地域メーカー、地方自治体との共同研究が必要になってきます。

### (5) 活動の活性化

#### 1) 支部活動の活性化に関するアンケートの実施

ほぼ10年前、上出支部長の時に全支部会員に対して上記アンケートを実施しました。その結果は支部報 No.40(1993)に出ています。10年たった今、アンケート調査をしたいと思います。

#### 2) 東北若手の会に期待

支部大会の折、本部学会の折りに若手が集い、交代で講師になりゼミを計画したり外部から講師を招いたりで、会員のポテンシャルの向上に努力されています。資金の助成を行います。

### (6) 会員の拡大

これはいつも言われていることですがなかなか進みません。会員数は支部の活性度のパロメータであります。いい活動をしていれば自然に会員は増えるものです。会員数が増えると農機学会の評議員数も増えます。現在、支部から6名の評議員を出していますが、かつては11名出していました(支部報 No.24(1977))。農業機械に関わる多くの方がいらっしゃいます。農業大学校の先生、農業高校の先生、農協の指導員、農業機械士、農家の方に加入を呼びかけてみましょう。高専の先生方にも農業機械に興味を持っている方がいらっしゃいます。先日も私の友人に加入してもらいました。

清水元支部長が支部報 No.36(1989)の論説で言っておられるなどを私流にいうと次のようにになります。「一人一人の守備する専門領域は狭小であっても、支部としてまとまれば大きな効果を發揮することができる。これが支部の役割である。」東北支部の各会員がそれぞれの立場でいい仕事ができ、それが東北の農業のためさらには日本、世界の農業に貢献できることを期待しています。(平成16年12月14日)

# 糞がら成型マットと糞がらくん炭を使用した 水稻プール育苗苗の軽量化技術

野沢智裕\*・木村利行\*

Technology which lightens weight of Seedling grown in pool by using materials such as Chaff molding mat and Carbonized chaff

Tomohiro NOZAWA\* and Toshiyuki KIMURA\*

[キーワード] 水稻、糞がら、成型マット、プール育苗、苗運搬、軽効化

## 1. はじめに

青森県の水稻栽培は、中苗（葉齢3.5葉程度）の土付きマット苗の田植機移植栽培が主流である。この場合、1箱5~6kgの苗箱をha当たり350枚使用するが、播種から移植までの間に5回程度の人手による運搬作業（以下、ハンドリングという）がある。現在、稲作農家の高齢化と担い手不足が進行しており、田植機移植栽培を継続するうえで、苗箱ハンドリングの軽効化が課題となっている。

苗の軽量化とハンドリング回数の減少を実現したロングマット水耕苗移植栽培技術は、東北地域は岩手県を中心に研究が進められ、概ね実用化段階に達している。しかし、寒冷地北部に位置する青森県では、現在のところ、栽培の成功事例が気象条件の比較的温暖な一部の地域に限られ、その他の地域で導入するには、初期生育を確保する技術等解決すべき多くの課題が残されている。

そこで、寒冷地稲作に適応する健苗育苗を前提とした軽効化技術を開発することを目的として、軽量な糞がらを原料とした育苗培土の使用と育苗プールを利用したかん水による中苗の土付きマット苗の軽量化技術について試験を行ったので、その結果について報告する。

## 2. 方法

### ◆育苗試験

#### 1) 試験場所

青森県農林総合研究センター育苗ビニルハウス。

#### 2) 使用資材

##### (1) 育苗培土

床土は、「もみがら成型マット」を使用した。この資材は、粉碎した糞がらを主原料とし、慣行育苗箱サイズ（長さ580×幅280×厚さ14mm）に成型した水稻育苗用マットで、箱1枚当たり450gと軽量な資材である。肥料はマッ

ト1枚当たり窒素、りん酸、カリ成分を各1.5gを含んでいる。

覆土には、糞がらくん炭と粒状培土を用いた。糞がらくん炭は園芸用として地場で市販されているもので、肥料は含まれない。粒状培土は、商品名「くみあい粒状培土K」で、肥料は、質量2.5kg（1箱相当量）当たり窒素1.2g、りん酸2.4g、カリ2.1gを含む。育苗箱には、プール用育苗箱（質量0.7kg。2.0φ198穴。）を供試した。

(2) 育苗プールは、材木を枠とし、農業用ポリを敷いて最高10cmの湛水ができるように作成した。

#### 3) 耕種概要

水稻品種は「つがるロマン」を供試した。

播種：2003年4月24日。播種量：催芽糞125g/箱。29日間育苗。育苗プールは、1葉期から移植日の3日前まで2~3cmの水深に湛水し、その前後は落水状態とした。育苗中の追肥は、播種後12日目と21日目に硫安5g/箱を水に溶かしてジョウロでかん注した。慣行苗は置床遮断育苗とし、中苗用育苗箱（質量0.6kg。3.7φ1769穴。）を用いて当センターの慣行育苗管理を行った。

#### 4) 試験区の構成

試験区は、覆土に糞がらくん炭と粒状培土の混合比を変えた5種類（ア～オ）の培土のいずれかを使用し、最初のかん水時期を播種時又はハウス設置時として、覆土の種類とかん水時期の組合せが異なる区番1~10の苗とした。慣行苗の培土は、覆土、床土とともに慣行の黒ボク土を使用した。

### ◆移植精度試験及び作業負担試験

#### 1) 試験場所

青森県農林総合研究センター新整備ほ場。ほ場の土壤型は中粗粒灰色低地土・灰褐系。

#### 2) 供試機

播種機：クボタSR-431KH。田植機：井関農機PG8D。運搬車：筑水キャニコムELS670。トラック：2t積4WD車。

\*青森県農林総合研究センター

## 3) 試験条件

- (1) 播種月日：2003年4月24日。移植月日：5月23日。
- (2) 組作業人員：A、B、Cの3人。作業員の年齢、身長、体重、性別、安静時心拍数、作業経験年数は、それぞれ、A：27歳、173cm、60kg、男性、66拍/分、5年。B：23歳、171cm、64kg、男性、70拍/分、初年。C：39歳、168cm、56kg、男性、67拍/分、15年。
- (3) 作業条件（作業量）：1区当たり苗箱30枚の運搬

表1 育苗条件と苗箱重、苗質等

区番	育苗条件			苗箱重(kg/箱)		育苗時の障害			苗長(cm)	葉齡(葉)	乾物重(mg/本)	充実度(mg/cm)	葉の変色(個体数)
	覆土の種類	床土	初期かん水	播種完了時	移植時	覆土持上がり	出芽遅れ	苗の揃い					
1 ア(100:0)	育苗ハウス 設置時に 底面給水	糊がら 成型マット		2.31	3.74	有(※)	無	良好	13.2	3.3	18.4	1.40	30 7
2 イ(90:10)				2.55	4.14	有(※)	無	良好	17.0	3.3	23.2	1.36	0 0
3 ウ(75:25)				2.75	4.40	有(※)	無	良好	15.7	3.3	23.9	1.52	3 0
4 エ(50:50)				3.21	4.88	無	大	不良	15.5	3.3	23.9	1.54	3 0
5 オ(0:100)				3.82	5.66	無	大	不良	16.4	3.2	21.2	1.29	0 0
6 ア(100:0)				2.80	3.62	少(※)	無	不良	13.0	3.2	20.4	1.57	90 40
7 イ(90:10)				2.87	3.70	少(※)	無	不良	13.4	3.1	20.8	1.55	0 0
8 ウ(75:25)				3.28	4.88	少(※)	無	良好	18.4	3.0	23.8	1.29	0 0
9 エ(50:50)				4.07	5.54	少	小	良好	17.9	3.2	23.1	1.29	0 0
10 オ(0:100)				4.72	6.04	少	大	良好	21.0	3.1	25.5	1.21	0 0
慣行苗 黒ボク土	黒ボク土	同上		4.90	5.26	無	—	良好	13.4	2.9	20.4	1.52	0 0

注1) 覆土の( )は、くん炭と粒状培土の配合割合で容積比。

注2) 初期かん水で底面給水は、播種時にはかん水を行わず、湛水したプールに育苗箱を設置して箱底より吸水させた。給水後のプール内の余剰水は排出した。

注3) 苗箱重は、育苗箱に土付苗が入った苗箱全体の質量。

注4) 育苗時の障害は達観評価。

注5) 覆土持上がり：有=1cm以上、少=1cm未満、無=なし。(※)は軽い振動で解消した。

注6) 出芽遅れ：慣行苗の出芽日に對して、大=2日以上の遅れ、小=半日～1日の遅れ、無=遅れ無し。

## 3. 結果・考察

## ◆育苗試験

播種完了時の苗箱重は、底面給水系列がプラントかん水系列より600g程度軽量で、糊がらくん炭配合割合が高いほど軽量化の度合いが高かった。

育苗時の障害は、底面給水系列では、区番1～3で覆土の持ち上がりがみられたが、容易に解消できるもので重大な障害では無く、出芽遅れもみられず、苗の揃いも良好であった。区番4、5は、覆土の持ち上がりが無かったが、出芽が遅れ、過湿が原因となって苗の揃いが悪かった。プラントかん水系列では、区番6、7で、苗の揃いが悪くなる障害があった。原因は覆土の乾燥であった。このことから、初期のかん水方法と覆土の種類の間には、交互作用が存在し、底面給水では糊がらくん炭の配合割合を75%以上、プラントかん水では反対に75%以下とする必要があると考えられた。

苗長、葉齡、乾物重及び充実度は、田植機移植を前提としてみた場合、各区とも大きな問題は無いと思われたが、区番10が軟弱徒長ぎみの苗質であった。

生理障害と推測される第2葉、第3葉の変色は、糊がらくん炭100%の苗で多発したが、糊がらくん炭の配合割合を90%以下にした培土では、0～3%の発生であった。

以上より、軽量化を目的とした実用的な苗は区番3の苗、すなわち、糊がらくん炭と粒状培土を75%：25% (3:1) の割合で混合した覆土を用い、育苗開始時のかん水を底面給水とした苗が有望と考えられた。

## ◆移植精度試験

を行った。但し、苗補給は田植機と移植面積の関係で1区当たり28枚となった。

(4) 供試苗は、軽量化苗、粒状培土苗、慣行苗の3種とした。軽量化苗：育苗試験の区番3と同じ育苗方法。粒状培土苗：区番10と同じで、「もみがら成型マット」育苗の標準的な育苗培土である。慣行苗：プール用育苗箱を使用して黒ボク土で育苗。育苗方法はいずれもプール育苗とした。

軽量化苗の欠株率は5.0%で、粒状培土苗より1.5ポイント、慣行苗より2.4ポイント高かった。損傷苗率は3.5%で、粒状培土苗と同程度、慣行苗より3ポイント程度高かった。移植10日後の生存個体の減少は0.2本/株で、慣行苗の減少数0.3本/株と同程度であった。本田の初期生育は各区とも良好に推移した。出穂期は同じであった。軽量化苗のm<sup>2</sup>当たり幼苗数は、粒状培土苗及び慣行苗より多かった。収量は、冷害で低収であったが、軽量化苗は49.4ka/aで、慣行苗の47.1kg/aとほぼ同等であった。

以上より、軽量化苗は、欠株率及び苗の損傷が慣行苗よりやや高かったが、活着は良好であるため、その後の生育に補償作用が働き、幼苗数が確保され、慣行と同等の収量が得られたと推察される。したがって、実用上は問題の無い移植精度であると判断される。

表2 移植精度と本田生育

区名	耕盤までの深さ	軽量化			粒状			慣行		
		cm	18.5	17.8	cm	0.9	0.5	0.9		
ほ場条件	水深	cm	16.7	19.6	15.0					
苗条件	苗長	cm	3.4	3.2	2.8					
作業条件	作業速度	m/s	各区とも1.1							
	かき取り量	機械設定	縦送り10mm×横20回							
	植付深さ	機械設定	標準(3～4cm)							
作業精度	欠株率%	合計	5.0	3.5	2.6					
		機械的	4.9	3.5	2.5					
		埋没株	0.0	0.0	0.0					
		浮苗株	0.1	0.0	0.1					
損傷苗率%	合計	3.5	3.6	0.5						
	折れ苗	1.0	1.6	0.5						
	切れ苗	2.5	2.0	0.0						
植付本数	移植日	本/株	3.7	4.3	4.2					
	10日後	本/株	3.5	3.8	3.9					
本田生育	出穂期	月/日	8/18	8/18	8/18					
	m <sup>2</sup> 当たり幼苗数	×100粒	291	286	268					
	登熟歩合	%	72.9	71.8	75.5					
	玄米千粒重	g	22.8	22.9	23.1					
	収量	kg/a	49.4	46.8	47.1					
	収量比	%	105	99	100					

### ◆作業負担試験

苗のハンドリングを伴う作業工程は①播種時に播種プラントから運搬車等への積み込む工程（以下、播種という）、②運搬車等から育苗ハウスへ搬入してプールに設置する工程（以下、ハウス設置）、③育苗ハウスから搬出し運搬車等へ積み込む工程（以下、ハウス搬出）、④運搬車等から苗を降ろしほ場畦畔に配置する工程（以下、苗降ろし）、⑤畦畔から田植機への苗の搭載と田植機苗載台への苗補給（以下、苗補給）の5回である。

軽量化苗の播種完了時の平均苗箱重は2.6kg/箱で、慣行苗より2.5kg程度軽かった。育苗終了後の苗箱重も、3.4～3.6kgと慣行苗より1.5kg程度軽かった。粒状培土苗は播種とハウス設置が3.8kgと慣行苗より軽かったものの、粒状培土が水を多く含んでいたため育苗完了時の苗箱重は4.6～5.0kgで慣行区に近い重さであった。（表省略）

各作業の作業時間は、苗補給以外の作業工程では、各苗の差は30秒未満の差であり、1.5～2.5kg程度の苗箱重の違いが作業時間に与える影響は少ないと思われた。一方、苗補給では、軽量化苗の作業時間が慣行苗に対して1分以上短縮した。粒状培土苗の作業時間も慣行苗より若干短縮した。糞がら成型マットが慣行苗よりも苗取板でのすくい取りが容易であったことが観察され、このことが要因と考えられる。軽量化苗の方が粒状培土苗より作業時間の短縮が大幅だった要因としては、次のように考えられる。苗補給は、畦畔や田植機が足場を制限するため体のバランスが取り難いうえ、苗を受け渡す際に肩の高さまで持ち上げる作業である。この際、より軽量な軽量化苗の方がハンドリングが楽であったためにスピードアップしたのではないだろうか。

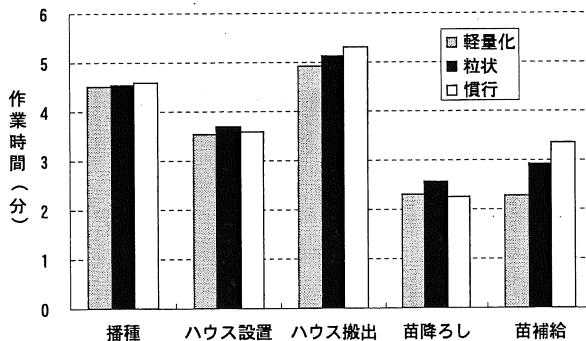


図1 作業工程の作業時間

作業中の姿勢は、OWAS法による姿勢区分による評価と作業負担度では、各作業工程とも苗の種類による大きな差はみられなかった。このことから1.5～2.5kg程度の苗箱重の軽量化が作業姿勢に与える影響は極小さいものと考えられた。但し、作業工程別には苗補給とハウス設置

の作業負担度が高く、他の作業工程に比べて有害な姿勢が多いことが示唆された。作業負担度の高い作業工程の作業時間短縮は、軽労化に寄与できるものと推測できることから、苗補給時間が短縮した軽量化苗は、軽労化が期待でき、移植面積が大きくなるほど作業の疲労軽減になるものと予想される。

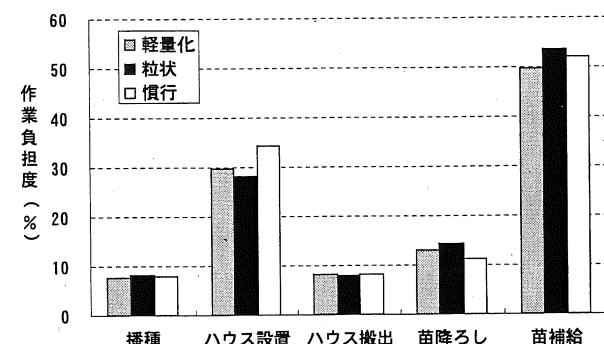


図2 作業負担度（作業員3人の平均値）

作業者3人の心拍数の平均値は、播種、ハウス設置、ハウス搬出では、軽量化苗と慣行苗の差が小さかったが、苗降ろしと苗補給で、軽量化苗が粒状培土苗と慣行苗より低下した。苗補給ではスピードアップしたにもかかわらず心拍数が低下していることは、軽労化の効果が高いことを示唆していると思われる。

心拍指数及び心拍水準も心拍数と同傾向で、軽量化苗が慣行苗より低く抑えられる傾向があった。但し、ハウス搬出時の作業者Bが例外的に心拍数が増加し、心拍指数、心拍水準とも高くなかった。原因は判然としないが、試験条件外の要因に対する心理的な反応があったのではないかと推測される。

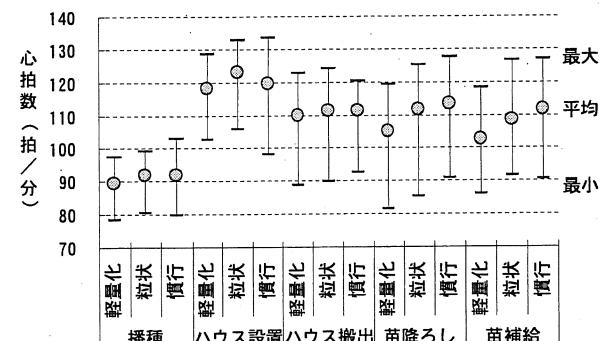


図3 心拍数（作業員3人の平均値）

自覚的症状調査は、苗降ろしでは調査を行わなかったために欠測となった。また、作業員Bについては、自覚的症状の評価が誤解されていたと判断したため欠測とし

表3 播種作業の作業負担

作業者	A			B			C		
作業内容	播種プランからBへ苗箱の受け渡し			AとCの間の苗箱中継			運搬車上で苗箱の積み上げ		
苗箱の移動	水平 上下	1m 0.5m		4m 0m		0m 0~0.5m			
苗の種類		軽量化 AC1 AC2 AC3 AC4	粒状 77 0 23 0	粒状 75 0 25 0	慣行 74 2 24 0	慣行 100 0 0 0	軽量化 100 0 0 0	粒状 50 50 0 0	慣行 42 58 0 0
OWAS法による作業姿勢区分									
心拍数	最大	104	105	106	99	98	109	89	94
心拍数	最小	84	86	82	78	83	88	73	72
心拍数	平均	96	96	94	95	99	78	85	81
心拍指数	1.45	1.44	1.44	1.35	1.37	1.42	1.17	1.26	1.21
心拍水準	50	50	50	48	48	50	43	47	45
腕	4	3	(3)	—	—	3	3	(3)	
手指	4	3	(3)	—	—	3	3	(3)	
自覚的症状	腰	3	3	(3)	—	—	3	2	(3)
足	3	3	(3)	—	—	3	3	(3)	
重さ	4	3	(3)	—	—	4	2	(3)	

注1) 苗箱の移動はおおよその移動距離

注2) OWAS法による作業姿勢区分で、AC1は姿勢による問題ではなく改善不要、AC2はこの姿勢は有害でいいうちに改善すべき、AC3はこの姿勢は有害でできるだけ早期に改善すべき、AC4はこの姿勢は非常に有害で直ちに改善すべき。数字はその割合%。

注3) 心拍指数=作業中の平均心拍数÷安静時の心拍数

注4) 心拍水準=作業時の平均心拍数÷最高心拍数×100。但し最高心拍数は220-年齢。

注5) 自覚的症状は、各項目について慣行苗と比較して、1:きつい、2:やきつい、3:同じ、4:や快適、5:快適の5段階で評価。—は欠測。

注6) 注記は、以下表7まで同様。

表4 ハウス設置作業の作業負担

作業者	A			B			C		
作業内容	運搬車からB又はCへ苗箱の受け渡し			Aから受け取った苗箱を運搬し、育苗プールへ設置					
苗箱の移動	水平 上下	2m 0.5m		4m 1m		0~10m			
苗の種類		軽量化 AC1 AC2 AC3 AC4	粒状 79 0 21 0	粒状 78 0 22 0	慣行 76 0 24 0	慣行 66 0 34 0	軽量化 64 0 28 0	粒状 66 0 36 0	慣行 65 0 34 0
OWAS法による作業姿勢区分									
心拍数	最大	134	137	141	124	128	129	128	133
心拍数	最小	102	110	—	98	97	91	108	110
心拍数	平均	125	130	—	109	116	114	120	123
心拍指数	1.89	1.96	—	1.56	1.66	1.63	1.78	1.84	1.86
心拍水準	65	67	—	55	59	58	66	68	69
腕	4	3	(3)	—	—	3	3	(3)	
手指	4	3	(3)	—	—	3	3	(3)	
自覚的症状	腰	3	3	(3)	—	—	3	3	(3)
足	3	3	(3)	—	—	3	3	(3)	
重さ	4	3	(3)	—	—	4	3	(3)	

表5 ハウス搬出作業の作業負担

作業者	A			B			C		
作業内容	育苗プールからBへ苗箱の受け渡し			AとCの間の苗箱中継			トラック荷台上で苗箱の積み込み		
苗箱の移動	水平 上下	2~5m 1m		5~10m 0.5m		0~1m 0~1m			
苗の種類		軽量化 AC1 AC2 AC3 AC4	粒状 75 0 25 0	粒状 76 1 24 0	慣行 74 0 25 0	慣行 100 0 0 0	軽量化 100 0 0 0	粒状 66 0 0 0	慣行 65 0 0 0
OWAS法による作業姿勢区分									
心拍数	最大	121	124	121	136	108	118	111	140
心拍数	最小	82	90	88	102	88	82	82	91
心拍数	平均	109	113	112	127	98	104	94	123
心拍指数	1.64	1.70	1.68	1.83	1.40	1.49	1.40	1.83	1.76
心拍水準	56	59	58	64	50	53	52	68	65
腕	3	3	(3)	—	—	4	2	(3)	
手指	3	3	(3)	—	—	4	2	(3)	
自覚的症状	腰	3	3	(3)	—	—	3	2	(3)
足	3	3	(3)	—	—	3	3	(3)	
重さ	4	2	(3)	—	—	4	2	(3)	

表6 苗降ろし作業の作業負担

作業者	A			B			C		
作業内容	トラックからBへ苗箱の受け渡し			AとCの間の苗箱中継			Bから受け取った苗箱を畦間に配置		
苗箱の移動	水平 上下	1m 0~1m		1~5m 0m		1~3m 1m			
苗の種類		軽量化 AC1 AC2 AC3 AC4	粒状 61 0 39 0	粒状 57 0 43 0	慣行 66 0 25 0	慣行 100 0 0 0	軽量化 100 0 0 0	粒状 100 0 0 0	慣行 100 0 0 0
OWAS法による作業姿勢区分									
心拍数	最大	117	130	124	121	120	129	120	125
心拍数	最小	75	79	78	94	93	105	75	84
心拍数	平均	101	114	112	110	111	117	104	110
心拍指数	1.52	1.73	1.68	1.58	1.60	1.68	1.55	1.64	1.66
心拍水準	52	59	58	56	56	59	57	61	61
腕	—	—	—	—	—	—	—	—	—
手指	—	—	—	—	—	—	—	—	—
自覚的症状	腰	—	—	—	—	—	—	—	—
足	—	—	—	—	—	—	—	—	—
重さ	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表7 苗補給作業の作業負担

作業者	A						B			C		
作業内容	田植機上のCへ苗取り板に載せた苗を受け渡し						田植機へ苗を搭載					
苗箱の移動	水平 上下	2~5m			0~1m			0.5m				
苗の種類		軽量化 AC1 AC2 AC3 AC4	粒状 67 0 33 0	慣行 61 0 39 0	軽量化 54 1 45 0	粒状 57 0 43 0	慣行 57 0 31 0	軽量化 69 0 73 0	粒状 27 0 123 0	慣行 21 0 123 0		
OWAS法による作業姿勢区分												
心拍数	最大	113	123	123	121	133	133	120	123	125		
心拍数	最小	72	82	89	93	90	90	93	102	92		
心拍数	平均	97	103	109	106	110	116	105	112	110		
心拍指数	1.47	1.55	1.65	1.52	1.58	1.67	1.56	1.66	1.64			
心拍水準	50	53	56	54	56	59	58	62	61			
腕	3	3	(3)	—	—	3	3	(3)				
手指	3	3	(3)	—	—	3	3	(3)				
自覚的症状	腰	4	2	(3)	—	—	4	2	(3)			
足	3	3	(3)	—	—	3	3	(3)				
重さ	5	2	(3)	—	—	—	—	—	4	3	(3)	

た。したがって、データが得られた、作業員A及びCの自覚的症状について述べる。

粒状培土苗では2~3、すなわち慣行苗と比較して「ややきつい」から「同じ」という傾向的回答であったが、軽量化苗では3~5、すなわち慣行苗と比較して「同じ」から「快適」という回答であった。身体の部位別にみると、播種、ハウス設置、ハウス搬出では腕と手指に、苗補給では腰に評点4がみられ、自覚可能な負担軽減効果があることが示唆された。また、重さについては全ての作業で両者が評点4以上と評価し、軽量であることが実感できたことが示された。

#### 4.まとめ

床土に耕がら成型マットを使用し、覆土に耕がらくん炭と粒状培土を75% : 25% (3 : 1) で混合した培土を使用して、最初のかん水をプランで行わずにハウス設置時にプランで底面給水により行う育苗方法が、プラン育苗苗の軽量化技術として有望と判断され、この育苗方法で育苗した軽量化苗の植付精度と本田での生育・収量には、実用上の問題は認められなかった。

軽量化苗の苗箱重は、播種時及びハウス設置時では2.6kg/箱と慣行苗の約半分程度に軽量で、ハウス搬出から移植時では、3.5kg/箱前後と慣行苗より1.5kg程度軽量であった。

苗のハンドリングを伴う作業工程のうち、最も作業負担度の高かった作業は移植時の苗補給であり、軽量化苗は、慣行苗よりこの作業時間が短縮した。

軽量化苗は、苗降ろしと苗補給作業において慣行苗より作業時の心拍数が減少した。

軽量化苗は、腕、手指、腰への負担及び重さについて慣行苗より評価が高かった。

# 酸素発生剤粉衣量が湛水直播の播種精度に及ぼす影響

若松一幸\*

## Effect of Seeding accuracy on the Seed Coating with Calcium Peroxide of Direct Seeding Rice

Kazuyuki WKAMATSU\*

[キーワード] 水稲直播, 湛水土中条播機, 打ち込み式代かき同時土中点播機, 酸素発生剤, 播種精度

### 1. 緒言

秋田県における2004年の直播栽培面積は460haで、毎年120~140%の伸びを示している。播種様式は代かきを伴う湛水直播が9割以上を占めており、水稻の湛水直播栽培では、出芽・苗立ちを安定化させるため、酸素発生剤（以下カルパー）の粉衣が必須技術となっている。このカルパーの粉衣量は、北海道を除く本州以南では、乾糲比の2倍重相当が基準とされている。

一方、近年は高精度湛水条播機や、打ち込み式代かき同時土中点播機などの導入が進み、高精度な播種が可能となるとともに、播種後落水管理技術が導入されるなど、出芽・苗立ち安定化技術が向上している。このことから、低コスト化を目的として、無粉衣を含めたカルパー粉衣量の減量が検討されている。

しかし、現在普及している湛水直播機は、乾糲比2倍重相当のカルパー粉衣を基準としており、粉衣量の減量に伴う播種精度への影響は明らかになっていない。そこで本報告では、秋田県の直播栽培の大半を占める湛水土中条播機および打ち込み式代かき同時土中点播機による湛水土中直播において、カルパー粉衣量が種子の損傷及び播種深度等の播種精度に及ぼす影響を検討した。

### 2. 材料および方法

試験は秋田県農業試験場（秋田県雄和町）の作業舎内および水田圃場において、2001年および2003年に実施した。播種機は「Y社製湛水土中条播機（RR6PWUTRR6）」

（以下、土中条播機と略）および「K社製打ち込み式代かき同時土中点播機（SX-8000）」（以下、打ち込み点播機と略）を供試した。品種は秋田県の直播面積の9割を占める「あきたこまち」を供試した。

#### (1)無粉衣種子損傷試験

試験は2001年に秋田県農業試験場の作業舎内において土中条播機および打ち込み点播機の2機種を供試して行った。種子は、13°Cの水に7日間浸漬後32°Cの水中で24時間加温し芽を伸長させた「長芽催芽種子」、および同様の条件で20時間加温した「鳩胸催芽種子」の2処理を

設定し、無粉衣で供試した。損傷程度の調査は、各々の播種機の播種口から繰り出された種子をビニール袋で回収した後、出芽長を計測し、繰り出し前の対照種子と出芽長割合を比較した。なお、打ち込み点播機の打ち込みディスク回転数は最大の1,510rpmとした。

#### (2)無粉衣損傷種子苗立ち試験

試験は2001年に秋田県農業試験場の細粒グライ土水田において、土中条播機を供試して行った。種子は、無粉衣種子損傷試験と同様の「長芽催芽種子」、長芽催芽種子の芽を人為的に欠損させた「欠損種子」、慣行区として鳩胸催芽種子に乾糲比1.5倍重相当のカルパー粉粒剤16を粉衣した「カルパー種子」の3処理を設定した。長芽催芽種子および欠損種子は無粉衣とした。

播種日は5月18日、基肥は窒素(N)、リン酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、カリ(K<sub>2</sub>O)各0.5kg/aを耕起前に施用し、乾糲換算播種量は長芽催芽種子0.5kg/a、欠損種子0.6kg/a、カルパー種子0.4kg/aとした。播種後の水管管理は、播種後9日間落水状態とし、播種9日後に湛水、同17日後に除草剤を散布した。以後は2~3cmの浅水管理を行い、播種20日後に苗立ち調査を実施した。

#### (3)カルパー粉衣種子播種試験（2003年）

試験は2003年に秋田県農業試験場の作業舎内および細粒グライ土水田において行った。乾糲比カルパー粉衣量は2倍重、1.5倍重、1倍重、0.5倍重、無粉衣の5処理を設定した。種子は、13°Cの水に8日間浸漬した時点での鳩胸程度の出芽となったことから、催芽処理は行わなかった。剥離試験および播種深度試験は打ち込み点播機、圃場試験は打ち込み点播機および土中条播機を供試して行った。

##### 1)剥離試験

試験は、播種口から繰り出された種子をビニール袋で回収した後、剥離したカルパー片、粉等を除いた種子重量を計測して行った。剥離量は「供試前種子重量-供試後種子重量」、剥離率は「剥離量÷粉衣カルパー重量×100」とした。また、粉衣カルパー重量は「供試前種子重量-無粉衣種子重量」とした。なお、打ち込みディス

\* : 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

ク回転数は標準の1,030rpmとした。

### 2)播種深度試験

試験は、代かき土壌(細粒グライ土)を充填したプラスチック製のバットに、打ち込み点播機により播種し、土壌表面から種子上面までの計測値に平均粒厚の1/2を加えて種子中央部までの播種深度とした。打ち込みディスク回転数は510rpm、690rpm、860rpmの3段階とし、バット間の土壌硬度の違いを避けるため、同一バットに5処理の種子を1株(10粒程度)ずつ播種し2回反復で実施した。播種後のバットは作業舎内に静置し、土壌が硬化した後ノギスで深度を計測した。

### 3)圃場試験

打ち込み点播の播種条件は、作業速度0.58m/s、播種ロール速度55rpm(ダイヤル8)に設定し、条間30cm、株間20cmを目標とした。また、目標播種深度を5~10mmとし、各試験区(カルパー粉衣量)毎に打ち込みディスクの回転数を増減させた。播種日は5月9日、基肥は窒素(N)、リン酸( $P_2O_5$ )、カリ( $K_2O$ )各0.68kg/aを耕起前に施用し、乾糞換算播種量は2倍重、1.5倍重、1倍重各0.4kg/a、0.5倍重0.5kg/a、無粉衣0.6kg/aとした。播種後の水管理は、播種後6日間落水状態とし、播種6日後に湛水、同19日後に除草剤を散布した。以後は2~3cmの浅水管理を行い、播種27日後に苗立ち調査を実施した。

土中条播の播種日は5月9日、施肥は全層施肥と側条施肥の2方式とした。全層施肥の施肥量は圃場試験1と同様とし、側条施肥は窒素(N)、リン酸( $P_2O_5$ )、カリ( $K_2O$ )各0.72kg/aを播種と同時に側条施用し、播種量および播種後の水管理は、打ち込み点播と同様とした。

## 3. 結果と考察

### (1)無粉衣種子損傷試験

土中条播機による種子繰り出し後の出芽長割合は、長芽催芽種子、鳩胸催芽種子とも対照種子と同等であり、本機による損傷の増加は認められなかった(図1,2)。

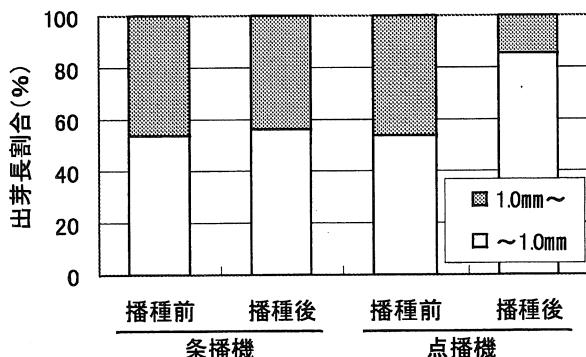


図1 長芽催芽種子の出芽長割合(2001年)

一方、打ち込み点播機による種子繰り出し後の長芽催芽種子の出芽長割合は、対照区に比較して、1mm以上の割合が32%減少した。また鳩胸催芽の出芽長割合は、対照区に比較して、1mm以上が5%、1mm以下が11%それぞれ減少し、0mmが16%增加了。このことから、無粉衣種子においては、長芽催芽、鳩胸催芽とも土中条播機に比べ打ち込み点播機でより多くの損傷が発生することが示された(図1,2)。

供試播種機の播種機構は、土中条播機が目皿方式の繰り出し部から種子を繰り出した後、種子導管を自然落下させる機構であるのに対し、打ち込み点播機は、播種ロールと打ち込みディスクで構成され、打ち込みディスクは高速で回転しながら種子を加速して繰り出す機構であることから、芽の損傷の多くは打ち込みディスクで発生していると推測された。

### (2)無粉衣損傷種子苗立ち試験

播種後10日間の平均気温は17.3°Cであり、平年よりも高い条件であった。供試した長芽催芽種子は、出芽長 $2.8 \pm 0.8$ mmであった。また、土中条播機による長芽催芽種子の損傷率は2.0%、人為的に芽を欠損させた欠損種子の損傷率は97.2%であった。

播種20日後の苗立ち率は、カルバー種子の75.4%に対し、長芽催芽種子39.7%、欠損種子21.3%と明らかに低下した(図3)。また出芽期は、長芽催芽種子、欠損種子とともにカルバー種子に比較して遅れを生じたが、特に欠損種子は出芽の遅れが顕著で、成熟期まで遅れを生じる結果となった(表1)。また、本試験における出芽期の気温は平年よりも高い条件であったことから、低温条件では種子の損傷が苗立ちに及ぼす影響が大きくなると推察された。

### (3)カルバー粉衣種子播種試験

#### 1)剥離試験

カルバーの剥離量は0.5倍重で少なく、2倍重、1.5倍重、1倍重で同等であったが、剥離率は2倍重の8.6%に対し、1.5倍重10.2%、1倍重15.1%、0.5倍重28.3%

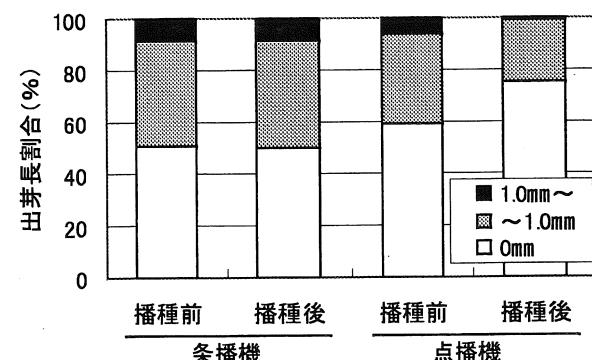


図2 鳩胸催芽種子の出芽長割合(2001年)

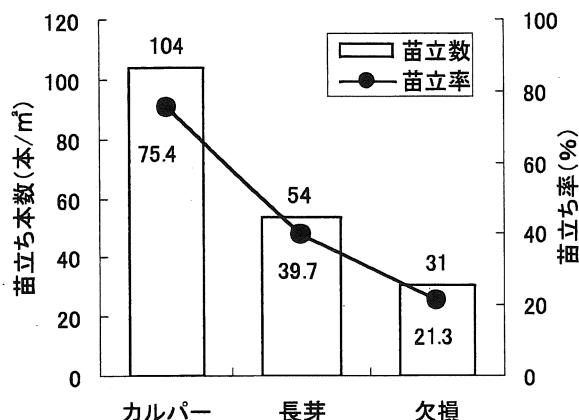


図3 種子処理別の苗立ち本数と苗立ち率(2001年)

であった(図4)。カルパー剥離率は粉衣量が少ないとほど増加したが、2倍重に比較した1.5倍重および1倍重の剥離率増加が1.6%、6.5%であるのに対し、0.5倍重では19.7%と大幅な増加を示した(図4)。

### 2)播種深度試験

バット試験による播種深度は、2倍重の $7.0 \pm 1.9$ mmに対し、1.5倍重 $6.1 \pm 2.0$ mm(2倍重比88%)、1倍重 $5.9 \pm 1.8$ mm(同85%)、0.5倍重 $4.8 \pm 1.5$ mm(同70%)、無粉衣 $3.9 \pm 0.9$ mm(同56%)であり、カルパー粉衣量が少ないとほど播種深度が浅くなかった(図5)。

### 3)圃場試験

本試験における播種後10日間の平均気温は14.8°Cで平年よりやや高い条件であった。

打ち込み点播機の圃場試験における苗立ち深度は、2倍重7.1mm、1.5倍重6.5mm、1倍重7.0mm、0.5倍重5.7mm、無粉衣3.8mmであった。この時の打ち込みディスク回転数は2倍重945rpm、1.5倍重1,030rpm、1倍重1,135rpm、0.5倍重1,240rpm、無粉衣1,420rpmであったことから、2倍重粉衣と同等の苗立深度(目標5~10mm)を得るた

表1 種子処理が生育ステージに及ぼす影響(2001年)

	播種日 (月/日)	出芽期 (月/日)	出穂期 (月/日)	穂揃期 (月/日)	成熟期 (月/日)
カルパー	5/18	5/24	8/14	8/16	9/28
長芽催芽	5/18	5/26	8/15	8/17	9/30
長芽欠損	5/18	5/28	8/17	8/20	10/4

注1)出芽期は出芽率がほぼ10%を確保した時期

注2)出穂期は全体の40~50%が出穂した時期

注3)穂揃期は全体の90%が出穂した時期

めの打ち込みディスク回転数は、1.5倍重で10%程度、1倍重で20%程度増加させる必要があった。同様に、0.5倍重では30%以上回転数を増加させる必要があり、無粉衣では50%増加させても目標深度に達しなかった(表2)。

打ち込み点播および土中条播の出芽始期は播種後5~7日で、カルパー粉衣量の少ない区で早くなった(表3)。これは、カルパー粉衣量が少ないとほど播種深度が浅く、土壤表面への出芽の確認が早まったためと推察された。一方、2倍重に比較した出芽始期から揃い期までの日数は0.5倍重および無粉衣で長くなる傾向を示した(表3)。2倍重に比較した苗立率は、1.5倍重および1倍重で同等であった。また、0.5倍重は無粉衣に比較すると苗立率が向上したが、2倍重に比較するとやや劣った(表3)。

出芽した個体がどの程度苗まで生長できたかを示した有効出芽歩合は、打ち込み点播においてはカルパー粉衣量に係わらず100%であった。一方、土中条播では出芽しても苗に至らないか、もしくは土壤表面に播種された

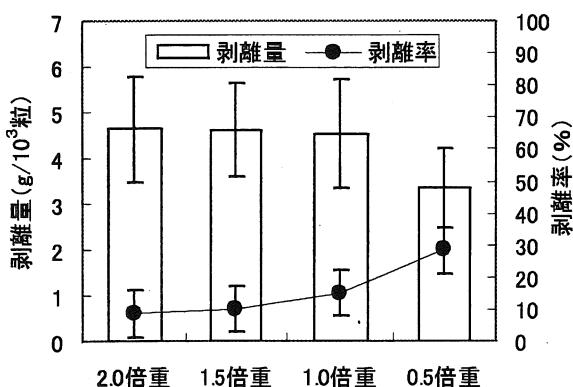


図4 粉衣量の違いが打ち込み点播機によるカルパー剥離に及ぼす影響(2003年)

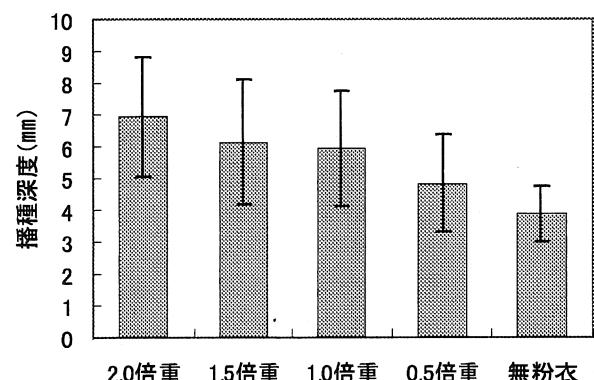


図5 粉衣量の違いが打ち込み点播機の播種深度に及ぼす影響(2003年)

表2 カルパー粉衣量が打ち込み点播の苗立ち深度に及ぼす影響(2003年)

カルパー 粉衣量	作業速度 m/s	播種ロール		打ち込みディスク		苗立ち深度(mm)	
		rpm	ダイヤル	rpm	(指数)	ダイヤル	平均
2.0倍重	0.58	55	8	945	(100)	6.5	7.1
1.5倍重	0.58	55	8	1030	(109)	7	6.5
1.0倍重	0.58	55	8	1135	(120)	7.5	7.0
0.5倍重	0.58	55	8	1240	(131)	8	5.7
無粉衣	0.58	55	8	1420	(150)	9	3.8

注1) 打ち込みディスクのダイヤルは観察により最適(目標深度5~10mm)と思われる位置とした。

注2) 苗立深度は苗の白化茎長による。

表3 カルパー粉衣量が出芽・苗立ちに及ぼす影響(2003年)

試験区	出芽期		出芽率	苗立率	有効出芽歩合
	始期 (月.日)	揃い期 (月.日)			
点播機	2.0倍重	5.14	5.20	77.6	77.6
	1.5倍重	5.14	5.21	71.4	71.4
	1.0倍重	5.13	5.21	72.7	72.7
	0.5倍重	5.13	5.19	70.3	70.3
	無粉衣	5.13	5.23	52.2	52.2
条播機	2.0倍重	5.16	5.20	76.1	76.1
	1.5倍重	5.16	5.20	80.5	80.5
	1.0倍重	5.16	5.19	69.5	68.4
	0.5倍重	5.14	5.21	70.0	63.2
	無粉衣	5.14	5.21	65.4	57.4

注1) 出芽期の始期は出芽率10%到達日

注2) 出芽期の揃い期は最高出芽本数の90%到達日

注3) 出芽率は調査期間中の最高値

注4) 有効出芽歩合は「苗立本数÷最高出芽本数×100」

注5) 苗立深度は苗立ち個体の白化茎長による

ことにより、出芽しても定着できない個体が0.5倍重および無粉衣で多く観察され、カルパー粉衣量を減量するほど有効出芽歩合が低下した(表3)。また、0.5倍重および無粉衣の土中条播では、播種時の土壤が硬く覆土が不十分な部分で、湛水時に種子の浮遊が観察された。

#### 4. 摘要

以上のように、催芽した無粉衣種子においては、土中条播機に比較して打ち込み点播機でより多くの芽損傷が発生した。また、無粉衣種子はカルパー粉衣種子に比較して苗立ち率が明らかに低下したが、芽を欠損させた種子はさらに苗立ち率が低下するとともに、出芽の遅れが顕著で、成熟期まで遅れを生じる結果となった。このことから、催芽種子の芽の損傷は、出芽・苗立ちおよび生育の不安定要因となることが示された。

無粉衣種子において損傷の多かった打ち込み点播機を供試し、カルパー粉衣量を変えて播種を行った試験では、カルパー粉衣量を減量するほどカルパー剥離率が増加し、播種深度が浅くなった。ただし圃場試験において、

1.5倍重および1倍重は、打ち込みディスク回転数の調整により2倍重と同等の苗立ち深度が得られるとともに、同等の苗立ち率が得られた。一方、0.5倍重および無粉衣種子においては、播種深度を確保するため打ち込みディスク回転数を増加させる必要があるが、打ち込みディスク回転数の増加は種子損傷を増加させてしまうことから、播種深度の確保と種子損傷の低減を両立させるには、土壤の硬度調節が重要になると考えられた。

土中条播機による播種は種子損傷が少ないので、0.5倍重および無粉衣では土壤表面に播種される種子が多く、出芽しても定着できない個体が観察され、有効出芽歩合が低下した。また覆土が不十分な部分での種子の浮遊が観察されるとともに、種子の露出による鳥害の助長が危惧された。

これらの結果から、土中条播機および打ち込み点播機とも、乾粉比カルパー粉衣量1倍重程度までは対応可能であると考えられたが、出芽期が低温の場合にはカルパー減量にともない苗立ちの不安定化を生じる可能性が示唆されていることから(吉永ら2003)、種子の損傷やカルパー剥離および播種深度等の播種精度が苗立ちに及ぼす影響は低温条件でより大きくなるものと推察された。

#### 参考文献

- 1) 永峰淳一ほか: 水稲直播におけるカルパー無粉衣・長芽出しが苗立ちに与える影響, 日作東北支部報43, 33-34, 2000
- 2) 吉永悟志: 打ち込み式代かき同時土中点播機を用いた水稻の湛水直播栽培における生産性の向上および安定化に関する研究, 京都大学学位論文, 2001
- 3) 吉永悟志ほか: 東北地域の水稻湛水直播栽培における酸素発生剤被覆量と出芽・苗立ちとの関係, 日作東北支部報46, 13-17, 2003
- 4) 若松一幸ほか: 水稻湛水直播栽培における過酸化カルシウム剤粉衣量が出芽・苗立ちに及ぼす影響, 東北農業研究57(投稿中)

# フィールドサーバーを利用したほ場環境のモニタリング

荒川市郎\*・棚橋紹\*・佐野龍一\*\*

## Monitoring of the Field Environment using of Field Servers.

Ichiro ARAKAWA\*, Kon TANAHASHI\* and Ryuichi SANO\*\*

[キーワード] フィールドサーバー インターネット ほ場環境 無線LAN 遠隔計測

### 1はじめに

作物が生育するほ場の気温や日射量、地温等のほ場環境情報は、作物の生育を左右する重要な情報であり、これらのデータを大量にかつ迅速に入手することが重要である。しかし、ほ場のデータを計測するためには、高価な観測機器を多数の地点に配置する必要があり、実際の農業生産に活用するのは経済的に困難な場合が多くあった。

筆者らはメッシュ気候図を開発して地域の気温を推定する方法を改良し、農業生産における栽培管理を支援する情報提供の方法について検討してきた。たとえば、イチゴ半促成栽培の保温開始時期を推定するため、メッシュ気候図とパソコン通信を組み合わせた情報提供システムの開発・改良を行った。しかし、これらのシステムの元データは、気象庁の地域気象観測システム(AMeDAS)の測定値を元に推定した値であり、地域の地形による誤差やほ場の微気象を考慮していないため、年次間の傾向や地域の特徴を表示するなど、利用範囲が限られていた。また、気温以外の気象要素は推定精度が低く、実用性が低かった。

一方、筆者らはパーソナルコンピュータによるパソコン通信を利用して、水稻のいもち病の予察に必要な気温や葉上の結露を直接ほ場で測定し遠隔地へ転送する方法を開発し、携帯電話によるロボット結露計に発展させた。しかし、これらの装置は、ほ場の環境を直接測定できるものの、専用の通信システムが必要であり、設置費用も高価なため、県の病害虫防除所において代表地点を計測し、発生予察等に利用するにとどまった。

近年、コンピュータネットワーク技術の進展により、インターネットのプロトコルを利用した無線LANにより離れた場所のコンピュータを相互に接続できるようになった。また、コンピュータ本体が小型化し安価になり、ワンボードでLANの機能を有する製品が開発されている。Hirafujiらが開発したフィールドサーバーは、センサネットワークシステムと無線LANによるユビキタス環境を低コストに構築するための装置であり、筆者らはフィールドサーバーが有する汎用性と経済性に注目し、水田を中心としたほ場環境での利用について現地において検討したのでその概要を報告する。

なお、本研究は、「分散データベース・モデル協調シ

ステムの開発」プロジェクトの一環として実施したものである。

### 2 試験方法

#### (1) フィールドサーバーの構造

本研究に用いたフィールドサーバーは、深津らの開発したもので以下のような部品で構成されている。

##### 1) ネットワークインターフェイス基板

図1のような、TriState製のPICNIC (PIC16F877)を使用した。本基板は、アナログ入力として0~5V、10ビットのADコンバータが4チャンネル、デジタル入出力をそれぞれ4ch装備している。

##### 2) 無線LAN基板

メルコ製の無線LAN、WLA-G5 4の基板を取り外し、PICNICと同一の筐体に格納した。

##### 3) ファン

直流モーターによるファンで、温度センサーへの通風と、PICNICの基板の冷却を行う。

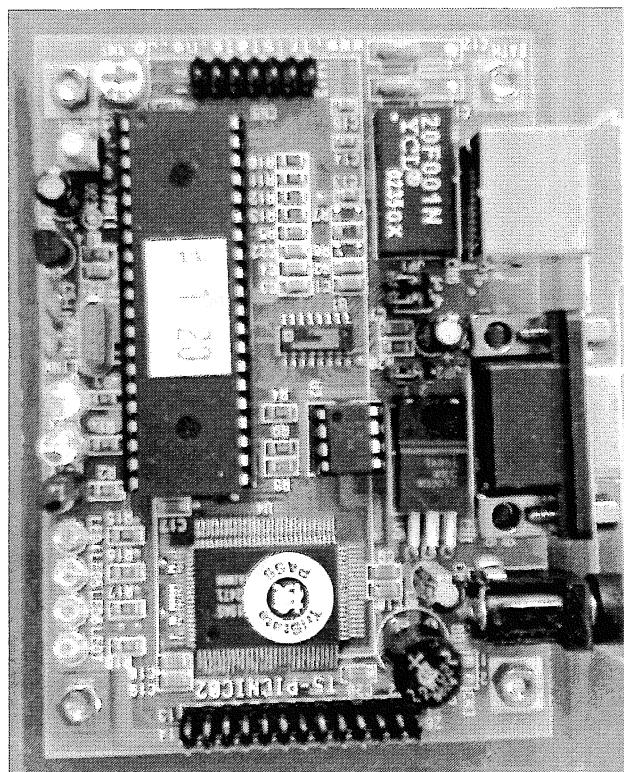


図1 PICNICの基板

\* 福島県農業試験場    \*\*ミライソフト

### 1)センサー類

温度センサーとしては、高精度IC温度センサーLM35DZ（ナショナルセミコンダクター製）を使用した。湿度センサーはTDKのCHS-UPSを使用した。日射センサーは、ホームセンターで市販されているガーデンライト（太陽電池ソーラーライト）の太陽電池を利用した。いずれのセンサーもフィールドサーバーへのデータ転送・蓄積はAD変換されたデジタル値とし、観測データは、標準的な測器による観測値との回帰式を求めて較正し使用した。

現地試験では、伊達郡国見町の水田を利用して、水田の水温センサーとして、高精度IC温度センサーLM35DZを追加した。

### 5)電源

場内試験では、商用電源にACアダプタを接続して使用した。

現地試験は、図2のように太陽電池パネルGT434（昭和ソーラーエネルギー社、公称最大出力13W、公称最大電圧16.4V、公称最大出力電流0.79A）を自動車用鉛蓄電池（40B19）に接続して使用した。なお、電源とフィールドサーバーの間に、間欠タイマーを接続してフィールドサーバーの稼働時間を制限し、電力の消耗を抑えた。

### (2)ネットワーク構成

#### 1)場内

場内LANに無線LANのブリッジ(WLA-G54)を接続、3階建て庁舎の屋上に無線LAN屋外用指向性外部平面アンテナ(WLE-HG-DA指向性アンテナ)を設置した。アンテナと水田に設置したフィールドサーバーとの距離は、約200mで見通しが良く障害物はなかった。

通信プロトコルは、TCP/IPで接続し、研究室内のLANに接続されているパソコン上にモニター用ソフトウェアをインストールし、一定時間ごとにフィールドサーバーにアクセスし測定値を読み込みCSVファイルに保存するようにした。

#### 2)現地

現地における設置状況およびネットワークの構成を図3、図4および図5に示した。現地では、ADS-Lのモジュムにルータを接続し、その先に場内と同様の無線LANのブリッジおよび無線LAN用外部指向性アンテナを設置した。外部アンテナとフィールドサーバーの距離は、約100m程度であるが、図3のように住宅や樹木等の障害物があった。

データのモニターは、現地の測定データを直接ホームページに公開し、場内のパソコンに現地のホームページアドレスを設定したモニタープログラムを一定時間ごとに動作させて、CSVファイルに取り込んだ。

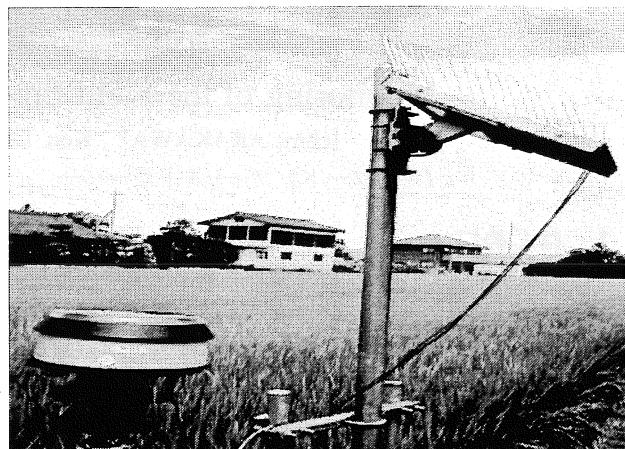


図2 現地におけるフィールドサーバーの設置状況



図3 無線LANの指向性アンテナ

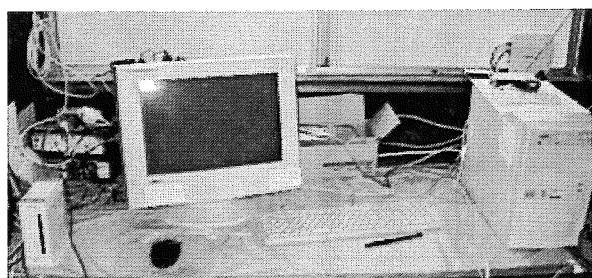


図4 ネットワーク接続パソコン

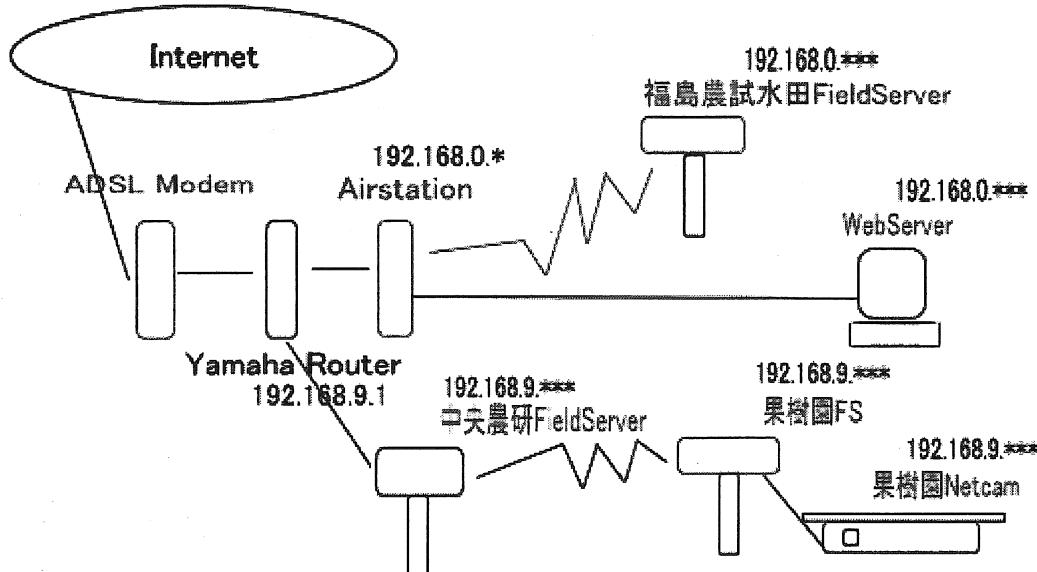


図5 ネットワーク構成

### 3 試験結果および考察

#### (1) 場内における運用と耐久性

場内の水田において気温等を測定したが、測定データを逐次パソコンに取り込むことができ、データ回収等の手間が省略できることから、ほ場の気温等のモニターとして実用性が高いと考えられる。

場内において、1年間屋外に設置したが、真夏や厳冬期でも大きなトラブルはなく、風雨にさらされる屋外でも利用可能と考えられる。

#### (2) 現地における観測結果

図6に現地における測定事例を示した。本システムでは、測定値をホームページ形式で表示できるため、多数の観測点のデータを観測条件等とともにわかりやすく表示することが可能となる。また、インターネットを介して観測点のアドレスを指定することで、複数の観測点のデータを同じプロトコルで扱うことができ、新たに専用のネットワーク等を設置する必要がなく、安価でメンテナンスが容易な観測システムを作ることができる。さらに、定期的に回収された観測結果はCSVファイル等で保存が可能であり、市販の表計算プログラム等を利用した解析等に活用できるため汎用性の高いデータが入手できるものと期待される。

フィールドサーバーにおけるデータの測定精度は、AD変換の分解能とセンサーの精度からみて、温度では $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、湿度は $\pm 3\%$ と予想されるが、フィールドサーバーが1台当たり10万円以下と安価なことや多数の観測点に設置できることを考慮すると、農業生産におけるほ場環境のモニターとしては、実用になると考えられる。特に、日射量や湿度などAMeDAS等で測定していない観測項目については、利用範囲が拡大するものと推察される。

また、商用電源が利用できない場所を想定し、太陽電池を電源としたフィールドサーバーについて検討した。

現地における運用では、タイマーによって非測定期間中の電力をセーブする方式を検討したが、再起動時のトラブルは少なく、1週間に1回程度商用電源によるバッテリの再充電を前提とすれば、太陽電池とバッテリにより測定が可能である。しかし、遠隔地に設置した場合、再充電が不可能となるため、フィールドサーバー全体の省電力化について検討する必要がある。平藤らが改良したフィールドサーバーでは、太陽電池とバッテリによる運用が可能となっており、今後無線LAN基板の機能を制限するなどして、省電力化を図る必要がある。

#### (3) フィールドサーバーの活用方向

フィールドサーバーの測定機能を利用することによって、水田の気温や水温の測定、果樹園の地表面温度や樹体の温度測定が可能である。

水稻では、しばしば夏季の低温により障害不穏が発生し、大きな減収を伴うことがある。この対策として深水管理の有効性が示唆されているが、現地においては低温時の気温と水田水温やかんがい用水の水温との関係が意志決定上重要であり、本システムでは安価な装置でこれらのデータをモニターすることができ、低温時の対策を決定する上で有効と考えられる。

また、果樹園においては、春先の晩霜により大きな被害となる場合があるが、被害の現れ方が地域の微気象によって異なることがある。フィールドサーバーを多数の果樹園に設置し、地表面や樹体の温度を測定することによってきめ細かな対策が可能となり、被害の減少に役立つものと考えられる。

パイプハウス等の簡易施設では、ハウス内の気温や地温の測定に活用できるが、そのほかに観測データを元にハウスの換気やかん水等の簡単な環境制御に応用できる

ものと考えられる。これらの用途では、制御プログラムをインターネット上のパソコンに置いて遠隔制御するシステムを構築する必要がある。

#### 4 おわりに

フィールドサーバーを農業生産に活用するためには、安価なセンサーの開発と接続方式の標準化が必要である。フィールドサーバーは、従来の測定器と異なり、仮にセンサーの直線性が悪くともネットワーク上でソフト的に較正するなどの対策が可能であり、農業向けの安価なセンサーの開発が望まれる。

また、フィールドサーバーの製造コストが低減されれば利用範囲の拡大が期待される。そのためには、共通仕様の本体が農業生産の場面だけではなく、工業や環境保護の分野等でも利用され、その上で農業生産に必要な情報が共通のセンサーやソフトウェアの利用または一部の修正で利用できるようにする必要がある。

さらに、各地の多様な用途のフィールドサーバーが観測したデータや観測データを元にした意志決定などを、インターネット上で交換するネットワークの拡充が必要である。気象データについては、MetBrokerのようなデータ仲介システムが開発されており、今後これらのシス

テムの開発を期待したい。

最後に、本研究の実施に当たり、中央農業総合研究センターの平藤チーム長はじめワークショップに参加された多くの方々にご支援やご指導をいただいたことを記して、感謝の意を表す。

#### 5 参考文献

1)深津時広・平藤雅之 園場モニタリングのためのフィールドサーバーの開発、農業情報研究, 12, 1-12, 2003

2)Hirafuji M. and T. Fukatsu: Architecture of Field Monitoring Servers, Proc. of the Third Asian Conference for Information Technology in Agriculture, P405-409, 2002

3)平藤雅之 農業における情報技術 (IT) 研究の現状 フィールドサーバによるセンサネットワークとユビキタス環境、農業機械学会誌, 66, 4-9

4)二宮正士 農業における情報技術 (IT) 研究の現状 データグリッドと気象データ利用仲介ミドルウェア「MetBroker」、農業機械学会誌, 66, 10-15

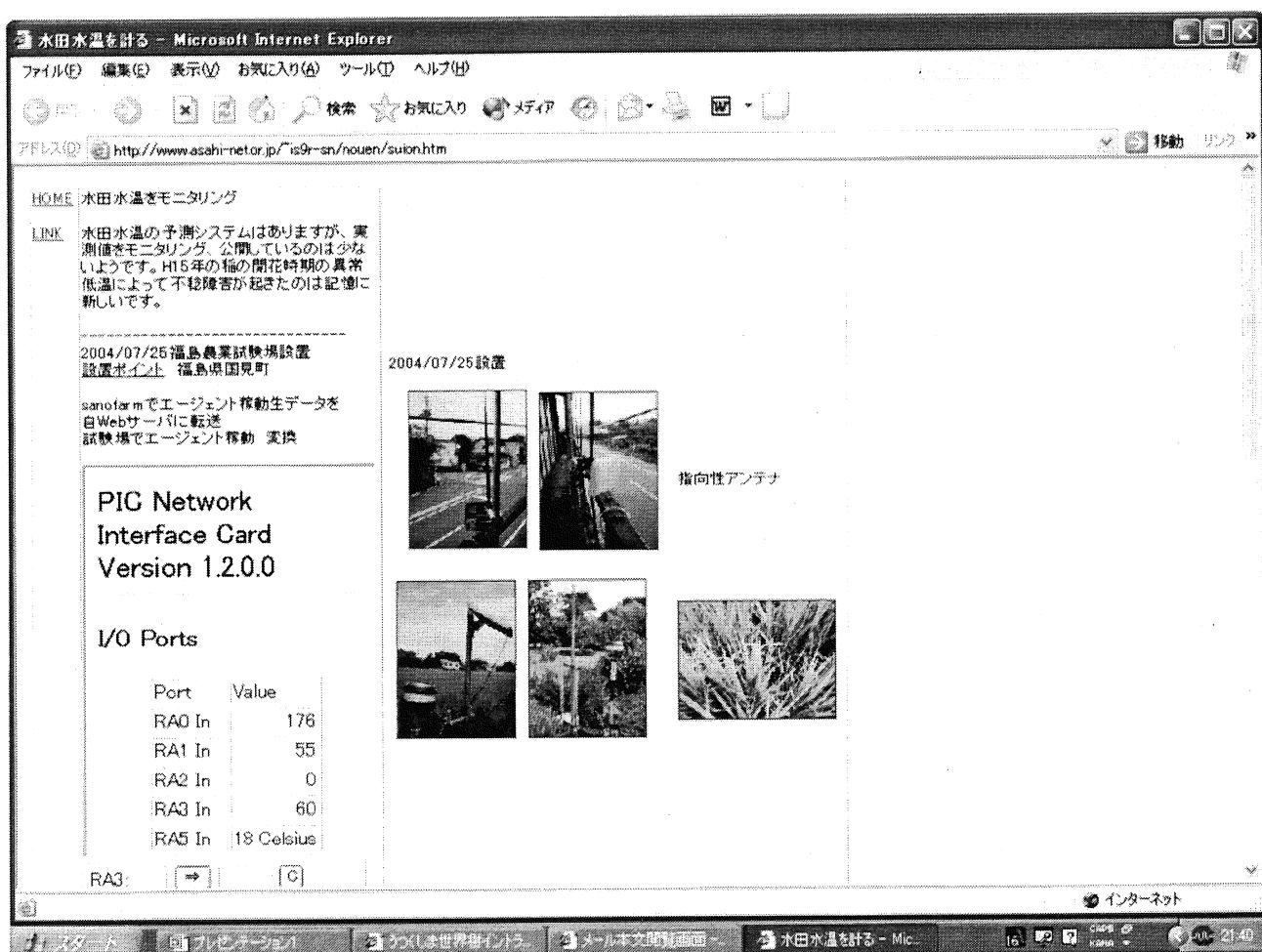


図6 フィールドサーバによる観測結果のホームページ表示例

# 機械の汎用利用による稻発酵粗飼料の低成本生産技術の開発

大谷隆二\*・天羽弘一\*・西脇健太郎\*・河本英憲\*・押部明徳\*

渡邊寛明\*・荻原 均\*\*・中山有二\*\*\*

## Low-cost whole crop rice silage production system utilizing existing machinery

Ryuji OTANI, Koichi AMAHA, Kentaro NISHIWAKI, Hidenori KAWAMOTO, Akinori OSHIBE  
Hiroaki WATANABE, Hitoshi OGAWARA, Yuji NAKAYAMA

[キーワード]：稻発酵粗飼料、飼料稻、乾田直播、自脱コンバイン、自走式ロールペーラ

### I はじめに

稻発酵粗飼料の作付け面積は、助成事業の実施や専用収穫機の開発・導入などで、平成15年度は全国で4917ha、東北6県では1067haに拡大している。助成事業が始まる前年の平成11年の作付け面積が全国で73ha、東北6県では19haであったことから、4年間で全国では70倍に拡大した。稻発酵粗飼料の普及拡大は、助成事業による効果が大きい一方で、稻作農家にとっては水田に稻を作付けできる取り組み易さも一因と考えられる。

稻発酵粗飼料の作付け面積は、このような行政的支援を背景に急速に増加しているが、補助事業の見直しが徐々に検討されるなか、今後は生産コストの削減や、サイレージの品質向上と安定化が求められている。

稻発酵粗飼料の栽培体系について、東北6県での取り組み状況をみると、作付け面積1067haのうち、直播導入面積は34%に留まっている。このことは手厚い助成のある現状では、コスト的にも労力的にも移植栽培で対応できる場合が多いことを示しているが、今後の普及拡大や助成金の動向を考慮すると、直播の導入が不可欠と考えられる。

収穫調製体系については、専用収穫機によるダイレクトカット体系と、牧草用収穫機を利用する予乾体系が行われている。これら体系の特徴を整理して表1に示す。ダイレクトカット体系では、高価な専用収穫機を必要とするが、牧草用収穫機を用いる予乾体系は機械投資は不要で機械コストの面で有利である。湿田適応性では、専用収穫機はどちらの機種もゴムクローラの走行部を備えているが、トラクタ装着型の作業機を用いる予乾体系では、地耐力のある圃場に限定される。収穫適期幅については、ダイレクトカット体系では、

立毛中の稻の水分が60%前後となる黄熟期に収穫する必要があるが、実際には高水分で収穫される場合も多く、サイレージ品質のバラツキが指摘されている。これに対し、刈倒し後に水分調整を行う予乾体系では、乳熟機から収穫できるため作業適期幅も長い。さらに、これら作業機の稻わら収集作業への適用性についてみると、専用収穫機では、特にコンバイン型は、拾い上げ機能を有していないので利用できない。予乾体系のロールペーラが稻わら収集に一般に利用されていることは周知である。

表1 現行収穫調製体系の比較

	ダイレクトカット体系 (専用収穫機)		予乾体系 (牧草用収穫機)
	コンバイン型	フレール型	トラクタ+モア、ペーラ
機械コスト	×	×	○
湿田適応性	○	○	×
収穫適期	△	△	○
稻わら収集	×	△注)	○

注)土砂混入がある

このような現状を踏まえ、本研究では稻発酵粗飼料の生産コスト削減のために、栽培体系と収穫調製体系について既存の機械の汎用利用という観点で体系化研究を実施した。栽培体系では、乾田直播栽培を対象にグレーンドリルや草地用簡易更新播種機等の既存の播種機の利用を検討した。収穫調製体系では、湿田への適応性の低い現在の予乾体系を見直し、稻の刈倒しに稻作農家が所有する自脱コンバインを利用し、稻わら収集用に一部普及しているピックアップ型の自走式ロールペーラで梶包する、地耐力の低い圃場でも予乾収穫が可能な収穫調製技術の構築を目指した。

\*東北農業研究センター \*\*農林水産省農林水産技術会議事務局 \*\*\*株式会社タカキタ

## II 試験方法

### 1. 直播栽培への既存播種機の汎用利用

東北農研センター内の 1.9ha 圃場 ( $50 \times 380\text{m}$ ) で、F 社製グレーンドリル（播き幅 2.5m）を用いた乾田直播栽培、J 社製草地用簡易更新播種機（播き幅 2.3m）を用いた不耕起直播栽培を実施した（図 1、2）。乾田直播は、条間を 30cm、15cm の 2 水準に設定し、不耕起直播の条間は 18cm とした。乾田直播は、ロータリによる荒起こし・施肥の後、代かきロータリで碎土率 90%（土塊径 2 cm 以下が占める質量割合）程度の播種床を造成し播種した。乾田直播の供試品種は「あきたこまち」「奥羽飼 387 号」の 2 品種、不耕起直播は「あきたこまち」とした。どちらの播種作業も、1.5m/s 程度の作業速度で播種し、播種後にローラー鎮圧した。播種作業は、2004 年 5 月 8 日に行い、水入れは 6 月 7 日とした。除草体系は、播種直後に土壤処理剤、6 月 3 日にクリンチャーバス、6 月 14 日に一発剤を散布した。不耕起直播では、この体系に加え播種直前にラウンドアップを散布した。

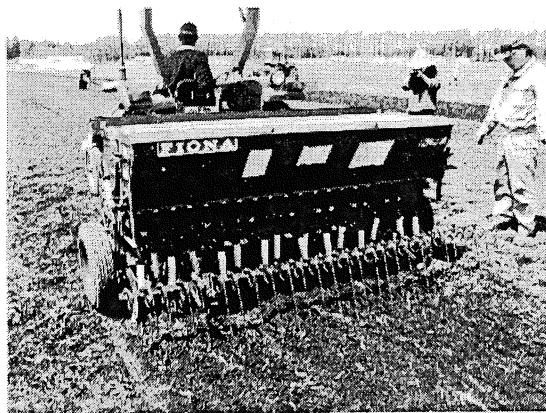


図 1 F 社製グレーンドリル



図 2 J 社製草地用簡易更新播種機

### 2. 自脱コンバインを用いた予乾収穫体系

軟弱圃場にも適応できる予乾体系として、稻の刈倒しに自脱コンバインを、拾上げ梱包にピックアップ型の自走式ロールベーラを用いる体系を検討した。

### (1) 自脱コンバインの部品交換および刈倒し作業

自脱コンバインの刈取り部で刈られた稻（刈り稈）を、こぎ胴に搬送する直前にコンバイン機体左側へ排出する方法を検討した。供試した自脱コンバインは K 社製 4 条刈である。刈取り部とこぎ胴の間の刈り稈搬送用部品及び機体左前方の分草かんを取り外した。取り外した刈り稈搬送用部品は、刈り稈をこぎ胴へ搬送する縦搬送チェーン（こぎ深さ調節チェーン）のガイド棒およびフィードチェーン押さえ板バネである。これらの部品を取り外し、こぎ深さ調整を「浅こぎ」にすることで短稈の稻の場合、こぎ胴に搬送される直前にコンバイン機体左側に排出させることが可能である。しかし、刈倒す処理量が多くなったり、草丈が 1.1m 程度を越えると、刈り稈がこぎ胴に搬送される場合がある。そこで、刈り稈がこぎ胴に搬送されるのを防ぐとともに安定的にコンバイン機体左側に排出されるよう、こぎ胴のフィードチェーンにカバーを設けた。図 3 に試作したカバーを自脱コンバインのフィードチェーンに装着した様子を示す。カバーはボルトによってコンバイン本体に 3 点で装着した。このように部品交換した自脱コンバインを用いて稻の刈倒し作業を行い、作業精度、作業能率を測定した。

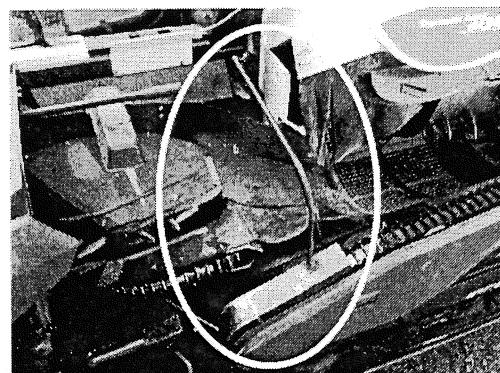


図 3 自脱コンバインのフィードチェーンにカバーを装着した様子

### (2) 自走式ロールベーラによる拾上げ・梱包試験

自脱コンバインによって刈倒した稻を、ピックアップ型の自走式ロールベーラで拾上げ・梱包する体系化試験を行った。供試した自走式ロールベーラは T 社製 SR1230C であり、チャンバ径・幅が 1.2m、ピックアップ幅 1.2m、機関出力 35.3kW である。

供試した稻は、前述の乾田直播栽培した「あきたこまち」および「奥羽飼 387 号」であり、乳熟期から黄熟期にかけて試験した。糊熟期の「あきたこまち」および、乳熟期の「奥羽飼 387 号」は刈倒し後に、予乾程度を変えて拾上げ・梱包試験を行った。糊熟期の「あきたこまち」は、刈倒し当日（9 月 9 日）に、乳熟期の「奥羽飼 387 号」は刈倒しの翌日（9 月 16 日）に拾

上げ・梱包試験を行った。さらに、黄熟期の「あきたこまち」は、刈倒した直後（9月16日）に拾上げ・梱包試験を行った。各々の試験では、材料の水分と成型したロールペールの質量を測定し、乾物見掛け密度を求めた。また、これらの試験では、圃場短辺側の農道に設置したラッピングマシンにロールペールを運搬する方法として、自走式ロールペーラ自身で運搬する方法と、ペールグリッパを装着したホイールローダで別途運搬する2つの体系について作業能率を測定した。

本収穫体系の拾上げ・梱包ロスを、収穫する稻の栽植様式別に検討した。栽植様式は、移植栽培（条間30cm、株間17cm）、乾田直播栽培の30cm条間および15cm条間の3様式とし、品種は「奥羽飼387号」とした。自走式ロールペーラの設定は、ピックタイン先端の地表面からの高さを20mm、作業速度を1m/sとした。拾上げロスの測定では、4m区間で予め草量を計測しておき、20m区間での拾上げロスを計量し、これを20m区間の草量に対する割合として求めた。

### III 結果および考察

#### 1. 直播栽培への既存播種機の汎用利用

播種深さは、グレーンドリルを用いた乾田直播で $1.6 \pm 0.68$ cm、草地用簡易更新播種機を用いた不耕起直播では $2.1 \pm 0.75$ cmであった。不耕起直播は、各条の播種ユニットが独立して土壤表面に追従するタイプではないため、播種深さにバラツキがみられた。

表2 直播栽培の苗立ちおよび乾物収量

	品種	条間 cm	播種量 kg/10a	苗立ち数 本/m <sup>2</sup>	苗立ち率 %	乾物収量* kg/10a
乾直	あきたこまち	30	4.9	136	69.7	684
		15	4.5	139	77.5	908
	奥羽飼387号	30	8.3	168	70.0	762
		15	8.3	194	80.9	848
不耕起	あきたこまち	18	6.3	190	75.7	808

\*乾物収量は刈高さ5cm、「あきたこまち」は糊熟期(9/7)、

「奥羽飼387号」は乳熟期(9/14)のデータ

表2に各試験区の苗立ちと、収穫調製時の乾物収量を示す。いずれの試験区も十分な苗立ちが得られたが、初期成育の遅れから乾物収量は全般に低収であった。これは、鳥害（鴨の食害）を避けるために水入れ時期を遅くしたこと（播種後1ヶ月）、生育前半での施肥量が不足したことが原因と考えられる。乾田直播の条間と乾物収量の関係を同一品種で比較すると、条間15cmが30cmに比べ10~30%増収した。

#### 2. 自脱コンバインを用いた予乾収穫体系

##### (1) 自脱コンバインによる稻の刈倒し作業

自脱コンバインを稻の刈倒しに用いるための部品交

換作業に要する時間は、6分程度であった。作業速度1m/s前後で刈倒し作業を行ったといころ、図4に示すとおり、刈り取られた稻は、こぎ胴に搬送される直前に進行方向左側に排出され、穂を左側にして進行方向に対しほぼ直角に刈り株上に落下した。このときの稻の下端は、刈り取られた条の約30cm左に位置した。刈倒した稻の列（ウインドロー）の幅は、ほぼ「草丈一刈高さ」となり、稻の草丈が100cm、刈高さが5cm、1.2m幅で刈倒す場合、隣接するウインドローの間隔は約25cmとなる。

自脱コンバインによる刈倒し作業能率試験の結果を表3に示す。自脱コンバインによる通常の収穫作業は、収穫する圃場に対し一般に左回り作業で行われるが、本方式ではコンバインの進行方向左側に稻を刈倒すため、右回りとした。また、本試験の供試圃場は、畦畔際の稻が畦畔の上に刈倒されないよう、あらかじめ畦畔から1m程度間を設けて稻を栽培した。本試験の刈倒し面積は33.9a(300×11.3m)であり、平均作業速度は1.2m/s、作業能率は40.3a/hであった。



図4 自脱コンバインによる刈倒し作業

表3 自脱コンバインによる刈倒し作業能率

刈倒し面積 a (縦×横m)	平均 作業速度 m/s	作業時間( )内%			作業能率 a/h
		刈倒し m's"	旋回 m's"	合計 m's"	
33.9 (300×11.3)	1.2	45' 19"	5' 11"	50' 30" (89.7) (10.3) (100)	40.3

注)供試圃場の品種: 奥羽飼387号、乾物収量: 848kg/10a

##### (2) 自走式ロールペーラによる拾上げ・梱包作業

自走式ロールペーラによる拾上げ・梱包作業の様子を図5に示す。自脱コンバインで刈倒した稻は、テッダによる転草やレーキによる集草を行わず、刈り株上に刈倒した状態のまま、拾上げ・梱包試験に供した。

刈倒した後に晴天が続いた場合には、翌日の午後には、30%以上水分が低下する場合もあった。図6に稻の水分とペールの乾物見掛け密度の関係を示す。水分35%前後までは、水分が低くなるほど乾物見掛け密度

が増加した。水分55%前後では、どちらの品種も乾物見掛け密度は $160\text{kg/m}^3$ 程度であった。「奥羽飼387号」の乾物見掛け密度は、同一水分の「あきたこまち」と比較すると、最大で15%程度低くなかった。これは、「奥羽飼387号」での作業速度が $1.1\text{m/s}$ と、比較的速かったことが主な要因と考えられる。



図5 自走式ロールベーラによる拾上げ・梱包作業

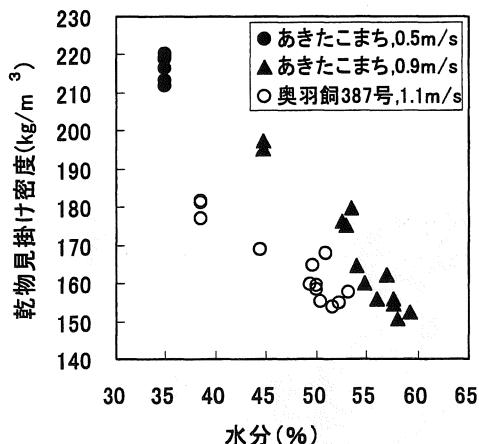


図6 水分とペールの乾物見掛け密度の関係

表4 自走式ペーラの拾上げ・梱包・運搬作業能率

平均 作業速度 m/s	作業時間( )内%				作業 能率 a/h
	拾上げ	旋回・移動	ペール運搬	排出	
1.1	47' 34" (49.5)	5' 22" (5.6)	39' 50" (41.4)	3' 21" (3.5)	1' 36" 07" (100)

注1)圃場区画は $300 \times 10.3\text{m}$ であるが、実梱包面積は $28.5\text{a}$ (2.4a残)

注2)ペール運搬時間はラッピングマシン設置場所への往復移動時間

注3)ペール梱包数は10個(平均現物質量:437kg、平均水分:50.2%、品種:奥羽飼387号)

表5 自走式ペーラの拾上げ・梱包作業能率

作業面積 a (縦×横m)	平均 作業速度 m/s	作業時間( )内%			作業能率 a/h
		拾上げ m's"	旋回 m's"	ひも掛け・排出 m's"	
22.6 (370 × 6.1)	1.1	30' 21" (77.7)	2' 00" (5.1)	6' 43" (17.2)	39' 04" (100)

注1)ペールの運搬は、別途グリッパを装着したホイールローダーで行った

注2)ペール梱包数は10個(平均現物質量:469kg、水分:53.8%、品種:あきたこまち)

成型したロールペールをラッピングマシン設置場所まで自走式ロールペーラ自身で運搬する体系の作業能率を表4に、運搬は別途ホイールローダで行う体系の作業能率を表5に示す。ロールペーラ自身で運搬も行う体系は、拾上げ・梱包時間が全作業時間の50%、運搬に40%を費やしており、作業能率は $17.8\text{a/h}$ であった。これに対し、ペール運搬を別途行う体系では、 $34.7\text{a/h}$ の作業能率であった。自走式ロールペーラ自身がペール運搬まで行う体系では、深さ $0 \sim 15\text{cm}$ の平均土壌硬度が $1.04\text{MPa}$ ( $10.6\text{kg/cm}^2$ )の地耐力の低い圃場でも作業可能であった。このような軟弱圃場で、作業効率を向上させたい場合には、クローラを装備した車両などをペール運搬用に別途準備する必要がある。

自走式ロールペーラの拾上げロスの測定結果を、稻の栽植様式別に図7に示す。この試験での刈り株の平均高さは $7 \sim 8\text{cm}$ であった。拾上げロスは、乾田直播の条間 $15\text{cm}$ が1%未満で最も少なく、次に乾田直播の条間 $30\text{cm}$ 、移植栽培では3%弱となった。移植栽培では、株間が $17\text{cm}$ あるため、刈倒された稻が刈り株の間の地表面に落ちた場合には、ピックタイルでの拾上げが難しくなったものと考えられる。

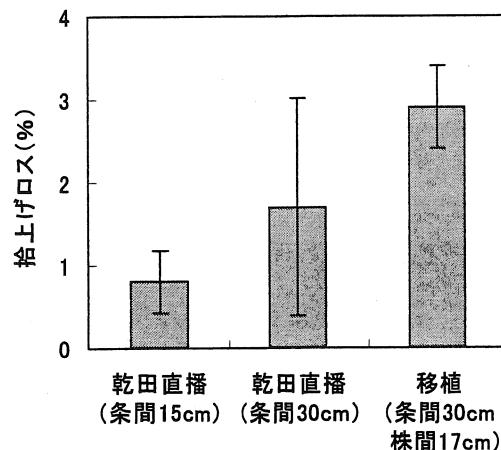


図7 自走式ペーラの栽植様式別拾上げロス

#### IV まとめ

稻発酵粗飼料の低コスト生産体系を構築するため、既存の機械の汎用利用技術について検討した。乾田直播栽培では、畑作・草地用の播種機の汎用利用が可能であった。収穫調製では、自脱コンバインの簡単な部品交換で稻の刈倒しに利用できることを明らかにした。これに稻わら収集用のピックアップ型の自走式ロールペーラを組み合わせることで、地耐力の低い圃場でも予乾収穫が可能であった。

#### 参考文献

東北農政局:平成15年度東北地域水稻直播等低コスト技術推進会議等に係る現地検討会資料

# 岩手県南部水田地帯における立毛間播種機利用による ダイズ・コムギ栽培の播種および雑草管理技術

藤井智克\*・八重樫耕一\*\*・大里達朗\*・高橋修\*・鶴田正明\*\*\*

Seeding and weed management techniques of soybean-wheat relay intercropping using intersowing seeder on upland field converted from paddy in Southern Iwate Pref.

Tomokazu FUJII\*, Koichi YAEGASHI\*\*, Tatsuro OSATO\*, Osamu TAKAHASHI\*  
and Masaaki TSURUTA\*\*\*

[Keywords] 立毛間播種機, 立毛間播種栽培, 間作栽培, 2年3作, ダイズ, コムギ

## 1. 緒言

岩手県南部の水田地帯では、ダイズとコムギの作期が重なることから、これらの同一圃場での作付は不可能である。このように、岩手県南部を含む寒冷地では農地の高度利用の困難さが指摘されてきた。

このため、ダイズとコムギの作期の競合問題を解決する技術として、前作作物収穫前に後作作物を播種する立毛間播種栽培が有効な手段の一つであると考えられている。

岩手県中南部では、ダイズ収穫前にコムギを散播する立毛間播種が行われておらず、この技術を用いて同一圃場でダイズとコムギの間作栽培(2年2作)が可能である。この方式では動力散布機等を用いて播種を行うため、新たに大型機械を導入する必要がないことが利点であるが、コムギ播種時に覆土ができないことにより出芽・苗立ちが不安定であり、倒伏も起こりやすい。そのため、播種量を慣行比2~4倍としているが年次により全く出芽しないこともあり、安定・高品質生産に向け課題が多い。

一方、条播での立毛間播種栽培は、(独)東北農業研究センターの研究グループにより、ハイクリアランス型乗用管理機に装着する作業機が開発された(伊藤ら 1998, 天羽ら 2002, 天羽 2004)。これにより、ダイズとコムギ類とを組み合わせた同一圃場での2年3作、3年5作が可能となった。この方式では、専用の播種機を用いることから、覆土を適正に行うことができるため、ダイズ、コムギともに慣行程度の播種量でも十分な出芽本数を確保できる。また、播種同時側条施肥をすることにより、より慣行栽培に近い肥培管理が可能である。しかしながら、2年もしくは3年もの間、常時同一圃場に作物が生育することになるため、2作目以降では播種後除草剤の土壤処理剤散布ができないことや、使用できる除草剤が限られることから雑草管理が非

常に複雑となる。

立毛間播種栽培における雑草管理技術については、多くの研究がなされてきたが(滝澤・星 2002, 後藤・長岡 2002, 高橋 2002, 滝澤 2004), いずれも作物生育中の中耕が重要であるとされてきた。さらに、この中耕は播種精度の向上にとっても重要であるとされている(滝澤・星 2002, 滝澤 2003)。

このような研究成果をうけて、本研究では現地試験を中心としたダイズとコムギの立毛間播種栽培を実践することにより、特に播種技術と雑草管理技術の組み立てと今後の普及拡大に向けた問題点の抽出を行うことを目的とした。

本研究は、平成13~16年度地域基幹農業技術体系化促進研究「寒冷地における立毛間播種機利用による麦・大豆輪作栽培技術」の中で、岩手県版技術確立試験「東北北部地域での立毛間播種機利用による小麦・大豆輪作技術の確立」として行われた。特記して関係各位に謝意を表する。

## 2. 材料および方法

本現地試験は、ダイズとコムギの立毛間播種栽培により、2002年から2003年にかけて2年3作体系で行った。

試験圃場は、岩手県北上市現地実証圃場、圃場面積33a、前年慣行ダイズ、水田転作2年目で行った。また、土壤診断に基づく土壤改良を行い、規定量の堆肥散布を行った。

(独)東北農業研究センターで開発された立毛間播種機(第1図)を供試した。また、乗用管理機(K社製GR16)、中耕ロータリ(Ko社製CF310KS)、豆・そば用コンバイン(Y社製CS21)を用いた。

ダイズ品種には晩生品種のスズカリ(播種適期:6月1日~6月20日)を用い、コムギ品種には早生品種のネバリゴシ(播種

\*岩手県農業研究センター農産部生産工学研究室 (〒024-0003 岩手県北上市成田 20-1)

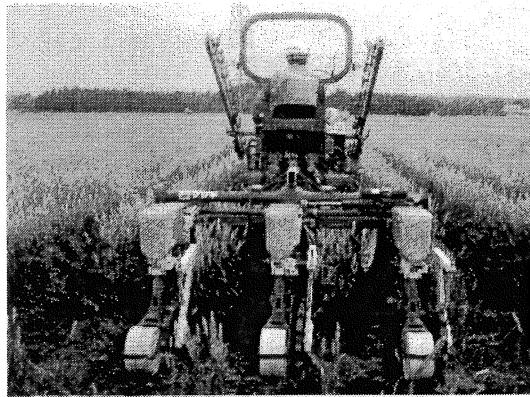
\*\*盛岡地方振興局農政部農村整備室 (〒020-0023 岩手県盛岡市内丸 11-1)

\*\*\*岩手県立農業大学校教育部 (〒029-4501 岩手県胆沢郡金ヶ崎町六原蟹子沢 14)

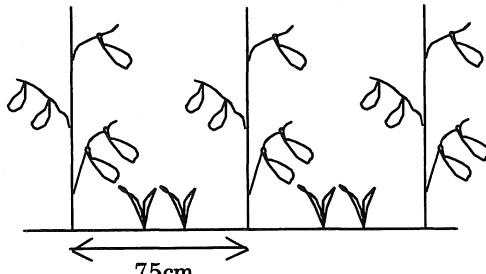
適期：9月25日～10月20日）を用いた。

ダイズ作での播種様式は、畦間75cm、株間20cm、2粒播きとし、コムギ作での播種様式は、畦間75cm、1畦2条播き、播種量5kg/10aとした（第2図）。施肥量(kg/10a)は、コムギ作では基肥N3.7, P12.4, K9.2、融雪期および止葉抽出期に各N2.0とし、ダイズ作では基肥N2.0, P8.1, K5.9、追肥無とした。病害虫防除は慣行栽培に準じて行った。

ダイズ作、コムギ作とともに、本現地試験と並行して行った場内試験をもとに、雑草発生量に応じて除草剤散布と中耕を組み合わせた雑草管理を行った。播種、収穫、中間管理作業毎に作業能率を中心とした作業特性を調査した。



第1図 乗用管理機に装着した立毛間播種機の外観



第2図 立毛間播種栽培の栽植様式

### 3. 結果および考察

ダイズ・コムギ立毛間播種の現地試験における作業体系と各作業の作業能率をみると（第3図、第1表），一般的なコムギ栽培では行われないコムギ作中の中耕が付加されるが，2作目以降，全面耕起等の圃場準備が省略されるため，全体としては省力的な栽培となっている。

#### 1) 播種技術

##### (1) 1作目ダイズ（慣行整地播種）

1作目ダイズは、慣行の整地播種が可能であり、播種後に土壤処理剤の散布を行った。その後の中間管理作業は慣行のダイズ栽培に準じた。

##### (2) 2作目コムギ（ダイズ立毛間播種）

2作目コムギを1作目ダイズ収穫前の2002年10月15日に1作目ダイズの立毛間に播種した。播種時の1作目ダイズは黄葉期から落葉期であり、生育量は第2表に示すとおりであった。1

作目ダイズを2002年11月7日に収穫したため、間作期間は24日となった。

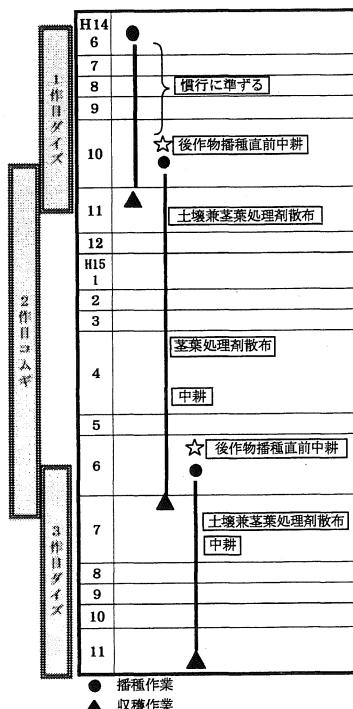
播種機の覆土板や駆動輪へのダイズ茎葉の絡まりも少なく、作業上問題は無かった。さらに、出芽本数は十分な量を確保できた。また、2作目コムギが出芽後であれば、1作目ダイズの収穫作業による損傷等を受けにくいと思われる。これらのことから、2作目コムギの生育量を十分に確保できるように、2作目コムギは適期播種を行うことが重要であると思われる。

立毛間オオムギの播種時期はオオムギの播種適期内のうち、ダイズの黄葉期頃が適すると考えられており（滝澤・星2002）、コムギについても検討が必要である。

#### (3) 3作目ダイズ（コムギ立毛間播種）

3作目ダイズを2作目コムギ収穫前の2003年6月24日に2作目コムギの立毛間に播種した。やや晩播であった。播種時の2作目コムギ生育量は第3表に示すとおりであった。2作目コムギを2003年7月14日に収穫したため、間作期間は21日となった。

2作目コムギ収穫作業のコンバイン踏圧による3作目ダイズの損傷を避けるためには、コムギ収穫時のダイズ生育量を初生葉展開以前とするのがよいと考えられている（滝澤・星2002）。本試験での2作目コムギ収穫時の3作目ダイズ生育量は、およそ初生葉展開期であった（第4図）。そのため、コムギの収穫作業により、3作目ダイズは損傷を受けなかった。しかし、コムギの収穫期は年次変動が非常に大きいため、3作目ダイズの播種時期を2作目コムギの収穫期から逆算して設定することは難しい。3作目ダイズの播種期については、さらに検討し、明確な指標を示す必要があると思われる。



第3図 岩手県南部における立毛間播種栽培の現地試験での2年3作体系のながれ（病害虫防除等は除く）

第1表 ダイズ・コムギ立毛間播種栽培（2年3作）における  
作業能率（現地試験）

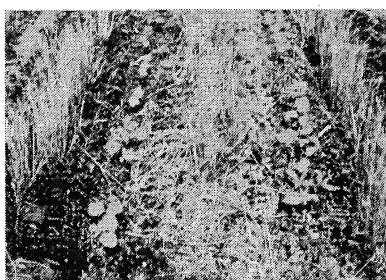
作業	作業時期	回数	平均作業速度 (m/s)	作業能率 (分/10a)	合計作業時間 (分/10a)
1作目 (収穫まで実行栽培)					
ダイズ 収穫	2002/11/7	1	0.77	23.8	23.8
播種	2002/10/15	1	0.60	22.0	22.0
除草剤散布		2	0.54	6.8	13.6
2作目 コムギ					
中耕	2003/4/28	2	0.29	29.0	57.9
病害虫防除		2	0.37	5.9	11.9
収穫	2003/7/14	1	0.94	21.3	21.3
播種	2003/6/24	1	0.24	43.2	43.2
除草剤散布		1	0.54	6.8	6.8
3作目 ダイズ					
中耕	2003/7/28	2	0.33	24.3	48.6
病害虫防除		3	0.37	5.9	17.8
収穫	2003/11/13	1	0.87	19.2	19.2
立毛間播種栽培の合計作業時間（圃場準備等は除く）					286.12

第2表 2作目コムギ播種時の1作目ダイズの生育量

主茎長 (cm)	主茎節数 (節)	分枝数 (本)
64.5	13.9	4.6

第3表 3作目ダイズ播種時の2作目コムギの生育量

稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )
63.6	7.8	197



第4図 2作目コムギ収穫時の3作目ダイズ生育の様子

## 2) 雜草管理技術

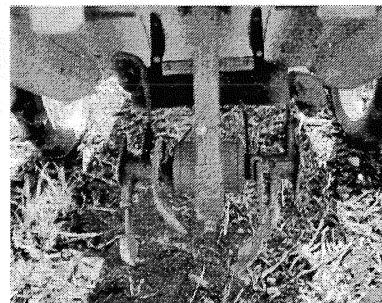
本試験では中耕（後作作物播種直前中耕、作物生育中中耕）と除草剤散布を組み合わせた雑草管理を行うことにより、2年3作体系での雑草発生量を効果的に抑えることができた。

### （1）後作作物播種直前中耕

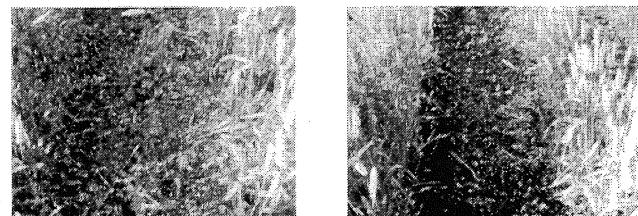
本現地試験で実施した中耕の中心的な技術が、「後作作物播種直前中耕」である。これは、2作目コムギと3作目ダイズの播種の前日から1週間前程度前に中耕を行うというものである。

中耕での耕耘爪は、内側の爪を内向きに、外側の爪を外向きにし（第5図）、中耕後の条間が高く盛り上がりしないように設定した。また中耕は正転で行い、中耕飛散土により生育中の作物の株元に軽く土がかかる程度とした。中耕ロータリの固定爪を取り外し、耕耘深をより深くした。また、コムギ作中の中耕時に

はコムギの稈を巻き込む恐れがあったため、中耕ロータリの延長爪は取り外して行った。この後作作物播種直前中耕により、後作作物生育中の雑草発生量が少なくなった。また、条間を中耕することにより後作作物の播種床が耕耘され（第6図）、より耕起整地播種に近い土壤条件となった。



第5図 立毛間播種栽培の中耕での耕耘爪の設定



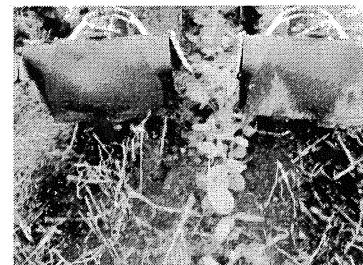
第6図 3作目ダイズ播種直前中耕前のコムギ条間の様子

（左：中耕前、右：中耕後）

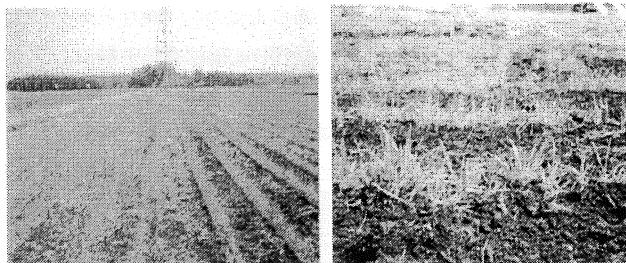
### （2）作物生育中中耕

作物生育中の雑草管理の中心は中耕である。一般的なダイズ栽培では開花前までに培土板を用いた中耕・培土が行われるが、立毛間播種栽培では中耕・培土は行わず、中耕ロータリの中耕飛散土による中耕のみとした（第7図）。これは、培土板を用いた中耕・培土では畦が高くなるため、条間に播種される2作目コムギが温害を受ける可能性があると考えられたためである。本試験でも、3作目ダイズの生育期に2回の中耕を実施した。後作作物播種直前中耕と同様に、固定爪を取り外して行った。

また、一般的なコムギ栽培では生育中の中耕は行われないが、前述のように除草剤の使用が限られることと、条間が75cmと広いことにより条間に雑草が生じやすいため、ダイズ作中と同様に生育中中耕が重要となる。コムギ生育中中耕も、ダイズ作中と同様に中耕飛散土による中耕とした。本試験では、越冬後の2003年4月28日に中耕を実施した。これにより、条間が効果的に中耕され、コムギの株元は軽く培土された（第8図）。



第7図 ダイズ生育中中耕の中耕ロータリによる中耕飛散土



第 8 図 2 作目コムギ生育中中耕前後の様子  
(左: 中耕前, 右: 中耕後)

### (3) 除草剤散布

立毛間播種栽培での雑草管理技術の中心は中耕であるが、除草剤を補完的に用いるとさらに抑草効果が高まる。

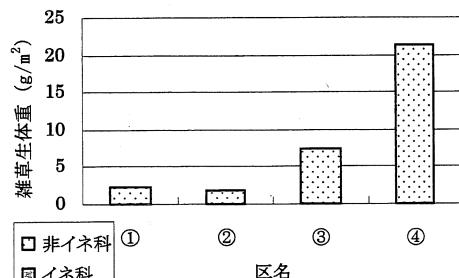
本試験では、2 作目コムギ生育中・1 作目ダイズ収穫後の 2002 年 11 月 7 日にジフルフェニカン・IPC 水和剤散布を行い、越冬後の 2003 年 4 月 3 日にチフェンスルフロンメチル水和剤散布を行った。さらに、3 作目ダイズ生育中・2 作目コムギ収穫後の 2003 年 7 月 14 日にセトキシジム乳剤散布を行った。

### (4) 雜草管理技術の組み立て

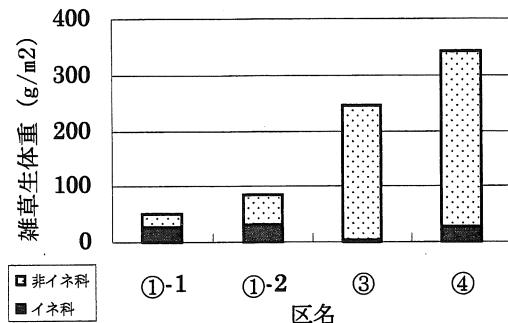
各雑草管理試験区の雑草発生量をみると、2 作目コムギ生育時の雑草発生量はどの区でも非常に少なく(第 9 図)、実用上問題ないと思われた。

3 作目ダイズ生育時の雑草発生量は、現地試験区①-1 と①-2 で少なかった(第 10 図)。3 作目ダイズ作中の雑草管理は、どの区でも同じであることから、このように区による差が生じたのは前作(2 作目コムギ)中の雑草管理の影響であると思われる。特に、区①では 3 作目ダイズ播種直前中耕を行ったことで、3 作目ダイズ生育中の雑草発生量を抑えることができたと思われる。しかし、後作作物播種直前中耕を行ったことでイネ科雑草の発芽を促すことになる可能性もあるが、2 作目コムギ収穫後にイネ科対象の茎葉処理除草剤(本試験ではセトキシジム乳剤)を散布することにより雑草害を抑えられるものと思われる。

以上、後作作物播種直前中耕は必須とし、生育中耕と除草剤散布の組み合わせで雑草を抑えられることが明らかとなった。



第 9 図 2 作目コムギ生育時の雑草発生量 (2003/5/26 調査)  
注) ①現地: ジフルフェニカン・IPC 水+チフェンスルフロンメチル水+中耕 2 回(含直前)  
②場内: ジフルフェニカン・IPC 水+チフェンスルフロンメチル水+中耕+アイギン乳  
③場内: ジフルフェニカン・IPC 水+中耕+アイギン乳  
④場内: ジフルフェニカン・IPC 水+中耕  
②～④は場内試験により参考データ



第 10 図 3 作目ダイズ生育時の雑草発生量 (2003/8/27 調査)

注) ①-1 現地: (2 作目コムギ時) 第 9 図・①の雑草管理

→ (3 作目ダイズ時) セトキシジム乳+中耕

①-2 現地: (2 作目コムギ時) 第 9 図・①の雑草管理

→ (3 作目ダイズ時) セトキシジム乳+中耕 2 回

③場内: (2 作目コムギ時) 第 9 図・③の雑草管理

→ (3 作目ダイズ時) セトキシジム乳+中耕

④場内: (2 作目コムギ時) 第 9 図・④の雑草管理

→ (3 作目ダイズ時) セトキシジム乳+中耕

③, ④は場内試験により参考データ

### 3) 収量等

現地試験での収量は 1 作目ダイズ 327kg/10a (2 等), 2 作目コムギ 293kg/10a (1 等), 3 作目ダイズ 200kg/10a (1 等) となり、慣行並の水準を確保できた。

### 4) 今後の取り組み

今後はさらに 3 年 5 作体系を目指すが、それに対応した雑草管理技術や肥培管理技術を確立する。

## 4. 引用文献

- 天羽弘一ら 2002. 不等条間栽培に対応できる大豆・麦立毛間播種作業機. 平成 13 年度研究成果情報(東北農業) 147-148.
- 天羽弘一 2004. 寒冷地における大豆・麦 2 年 3 作のための立毛間播種作業機. 機械化農業 9-12.
- 後藤克典・長岡正三 2004. 積雪地帯における大豆・小麦立毛間播種栽培の雑草管理技術. 平成 15 年度研究成果情報(東北農業) 110-111.
- 伊藤信雄ら 1998. ハイクリアランス型立毛間播種機による小麦・大豆の播種技術. 平成 9 年度研究成果情報(総合農業) 286-287.
- 高橋昭喜 2004. 畑地帯における大豆・小麦立毛間播種栽培の雑草管理技術. 平成 15 年度研究成果情報(東北農業) 126-127.
- 滝澤浩幸・星信幸 2002. 大麦一大豆立毛間播種栽培法. 東北農業研究 55:75-76.
- 滝澤浩幸 2003. 前作物から後作物へのバトンタッチを安定させる“中耕作業”. グリーンレポート 412:5-7.
- 滝澤浩幸 2004. 宮城県におけるダイズーオオムギ立毛間播種栽培での雑草管理. 東北の雑草 4:14-17.

## 中耕の強度を可変施用する作業機

—作業機ヒッチ位置の制御による耕深調節—

天羽弘一\*・西脇健太郎\*・大谷隆二\*

### Variable intensity inter-row cultivator

- Tillage depth control by positioning the tractor's hitch -

Koichi AMAHA, Kentaro NISHIWAKI, Ryuji OTANI

#### Abstract

A variable intensity inter-row cultivation method, which controls depth of tillage and working speed according to locally estimated states of plants, soil and weeds, is proposed in this paper. Applying just required intensity of cultivation to specific field segments can improve field capacity and energy consumption of inter-row cultivation, compared with uniform application. The position of a tractor's hitch, to which a rotary cultivator without gauge wheels was attached, was electrically controlled in order to adjust the tillage depth. The accuracy of the position control was less than 1.5mm on a concrete floor, without traveling of the tractor. Under the real cultivation work on a bare field, standard deviation of tillage depth was lower than 11mm within each tilling row; this control method was considered to be usable for rough adjustment. The difference in depth between right and left end of the cultivator was regularly observed and reached to 23mm. It was caused by lack of level control for the implement and needs to be improved.

[Keywords] inter-row cultivation, variable rate application, implement

#### I はじめに

大豆・麦をはじめとする畑作では、中耕は特に物理的雑草制御手段として重要な管理作業である。中耕作業は、①物理的作用を土壤と植物にもたらす、②作業幅があまり広くないのでトラクタ・作業機共に作物に近接しながら圃場内を走査する形で作業する、といった特徴がある。このため、土壤や植物体と作業機とのコンタクト・作用を生かした計測が可能になる。また、③振動はあるが作業速度が低い、④薬液ミストなどが作業機周囲にない、という特徴もあるので、分光強度や画像を用いたセンシングも行い易いと考えられる。これらのことから、中耕作業は同時に圃場や作物の情報収集を行うのに適すると言えよう。

近年発達したいわゆる精密農法においては、収量計測コンバインと GPS による位置情報により作成した収量マップや、事前に作成した地力マップや病虫害マップに基づいて行う可変施肥・可変薬剤散布作業などが既に実用化されている。中耕と同時に収集された局所的な生育状況や雑草量についても、位置情報と組み合わせてマッピングしておけば、精密農法の肥料や除草剤などの可変

施用にそのまま利用可能であり、環境負荷の低減や資材費の削減などに寄与できる。

一方で、上記②・③の理由により中耕は作業能率が高くないが、中耕と同時あるいは事前に必要な中耕の程度を局所的に把握し、それに応じて中耕を施すことによって、作業能率を高めることができると考えられる。すなわち、所用中耕強度の高い箇所では耕深を深く、作業速度を遅くし、所用中耕強度の低い箇所では耕深を浅く、作業速度を速くする。このように中耕強度を可変として施用することにより、最大中耕強度に近い領域で圃場全体に亘り中耕を施す場合に比して作業能率を高め、また、エネルギー消費を減らすことも可能になると考えられる。

圃場全面の VDT (Variable Depth Tillage) については、Khalilian ら (2002) が圃場の土壤状態を計測してマッピングし、それにより耕起深さを可変制御する作業機を開発し、28.4%の燃料使用量を削減したと報告している。しかし、中耕作業における報告は見あたらない。

そこで本研究では、局所的に把握された作物・土壤の状態や雑草の存在量などに応じて走行速度と耕深とを制

\* 東北農業研究センター、〒020-0198 岩手県盛岡市下厨川字赤平4

御することにより、強度可変型の中耕作業技術を開発することを最終的な目標とする。

ここで問題となるのは、作物、土壤、雑草量などのセンシング手法およびセンシング結果に基づく処方箋作出法について、中耕と同時のリアルタイム計測という条件で即座に利用可能なものがないことである。特に、中耕が作物生育に及ぼす効果の発現が不安定であることから、生育状況を中耕で制御・補正するような処方箋作成が可能かどうか不明である。

しかしながら、雑草抑制作用については中耕の効果が明瞭であることから、本研究ではセンシング対象を畠間の局所的雑草量とし、雑草量に応じた中耕強度制御をおこなう作業機を開発することとした。ここで畠間雑草量はオペレータの目視または、画像処理による認識（天羽ら、2003）により行う。土壤や作物のセンシングデータや処方箋が所用中耕強度マップのような形で得られるようになれば、そのままこの作業機により強度可変中耕作業をさせ得るはずである。

本報では、乗用管理機側での耕深制御方法として、作業機用ヒッチの昇降制御機構の試作と位置決め精度の調査について述べる。

## II 方法

### 1) 乗用管理機の作業機用ヒッチ昇降制御機構

ベース車両として乗用管理機（Y 社 MD14A）を供試し、作業機ヒッチの昇降レバーを電動シリンダ（単体の位置決め精度  $\pm 0.1\text{mm}$ ）で駆動して電気的にレバー位置を制御可能とした（図 1、図 2）。レバーの有効ストロークを 16 等分し、電動シリンダの伸縮ポジションとして設定した。作業機位置を約 25mm 刻みで設定できることから、十分な分解能と考える。

カルチベータをヒッチに装着し、コンクリート床上において停止状態でヒッチを昇降させ、作業機のコンクリート床面からの高さを計測し、静置状態における位置決め精度を調査した。

### 2) 圃場作業中の耕深制御精度の調査

3 条ロータリカルチベータをヒッチに装着し、圃場で実際に中耕作業を行いながらヒッチ位置を昇降させ、実作業時における耕深制御精度を調査した。圃場は裸地であり、土壤は黒ボク土、土壤貫入抵抗は 0.33MPa(0~15cm の平均)であった。

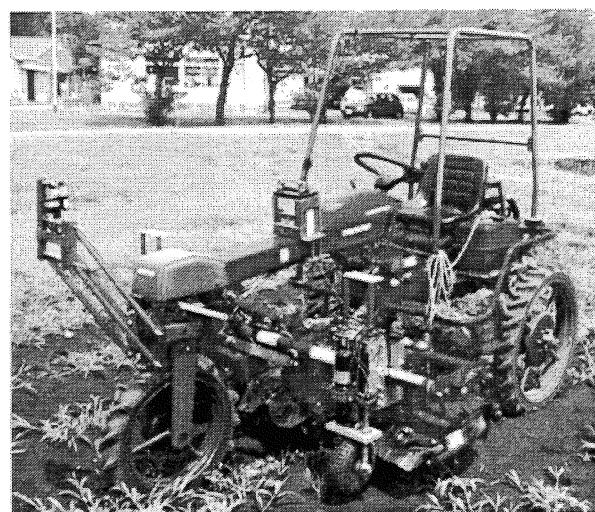


図 1 試作機の全景

## III 結果と考察

### 1) 作業機用ヒッチの昇降制御

図 3 に電動シリンダによるヒッチ昇降バルブのレバー駆動機構を示す。

静置状態の位置決め調査におけるコントローラ指示値と作業機位置との関係を図 4 に示す。ヒッチのポジションコントロールバルブのバックラッシュにより、上昇時と下降時とで 20~25mm 程度のヒステリシスが見られた。

そこでコントローラ指示値の変更則を導入し、常に下降方向へのヒッチ移動で動作完了とするようにした。バルブのバックラッシュがシリンダの指示値で 1 度程あつ

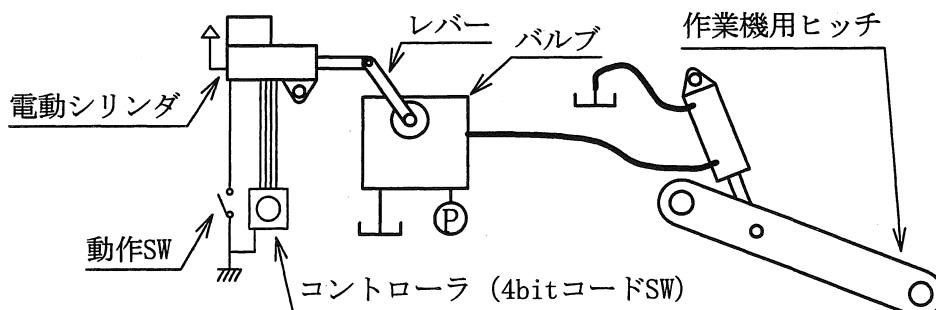


図 2 作業機ヒッチ昇降制御の試験装置概略

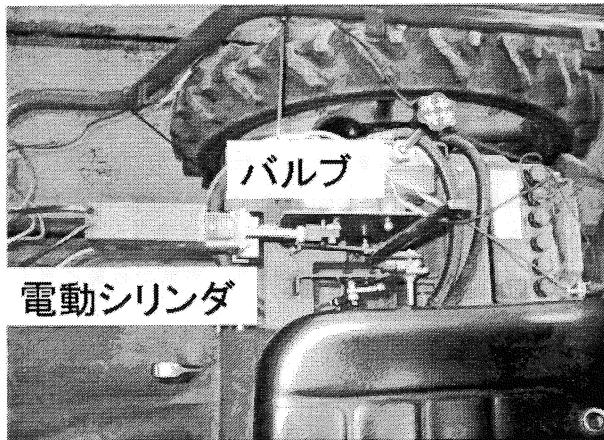


図3 ヒッチ昇降バルブレバーの駆動機構

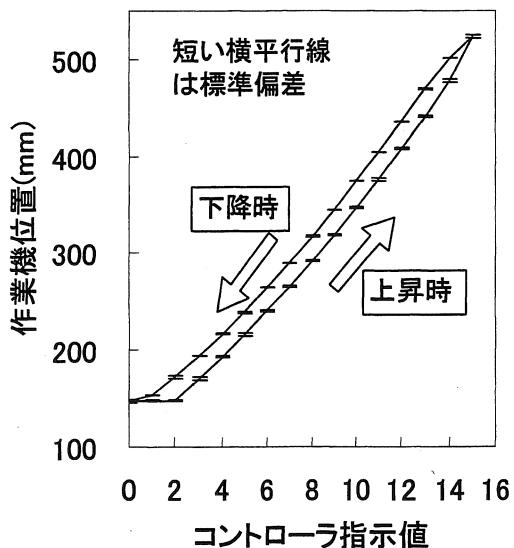


図4 コントローラ指示値と作業機位置の関係

たため、変更則は指示値差を  $n$  とすると、 $n > 0$  のとき：  
 $n+2$  上昇後 2 下降、 $n < 0$  のとき：2 上昇後  $2-n$  下降、とした。変更則導入により、バックラッシュは打ち消され、精度良く（位置の標準偏差 1.5mm 以下）作業機位置決めをすることが可能であった（図5）。本変更則により位置制御に 1~2 秒程度の時間を要するが、中耕作業速度が遅いことから、実際上十分と考える。ランダムに指示値を変更した場合にも、同じ指示値に対して一定位置が再現された（図6）。

作業機位置としては十分な再現精度と考えられたが、静置状態の結果であり、圃場作業条件下での挙動とは異なることが予想された。

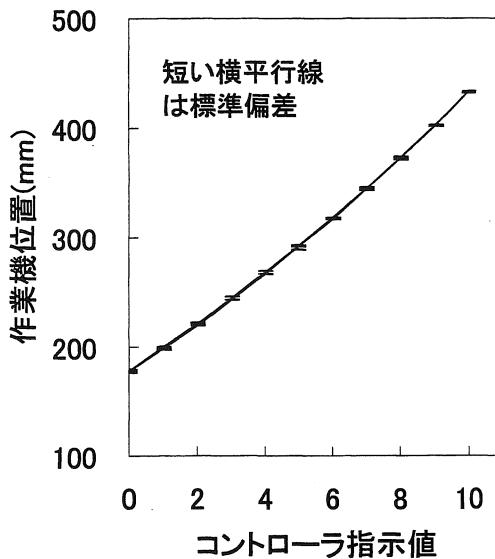


図5 コントローラ指示値変更則導入後の指示値と作業機位置の関係

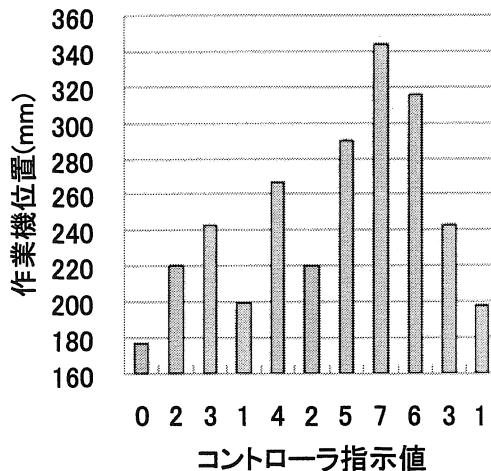


図6 指示値をランダムに変化させたときの作業機位置（指示値変更則使用）

## 2) 圃場作業中の耕深制御精度

図7に圃場作業における耕深制御精度を示す。3本の中耕条の各条内における耕深の標準偏差は最大で 11mm であった。これはコントローラ指示値の 1 ステップ（約 25mm）より小さいので、実用上最低限の精度は得られていると思われる。床上静置状態に比して位置決め精度が落ちているのは、圃場凹凸や土壤硬度のばらつきが影響していると考えられた。

3本の条の間では定常的な差が見られ、左条と右条の耕深の差は平均 23mm であった。これは、作業機姿勢を水平に保つ機構が供試した乗用管理機には装備されておらず、作業機と圃場面が平行ではなかったことによる。

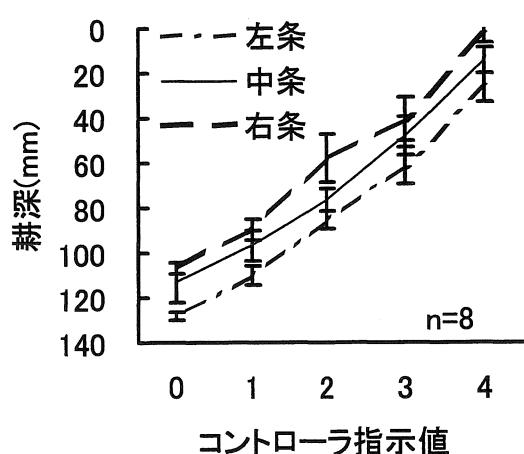


図 7 圃場作業における耕深制御精度

作業機ヒッチ位置で耕深を制御するには、作業機姿勢の維持機構が必要と考えられた。

#### IV まとめ

中耕作業の可変施用を行うための耕深制御方法とし

て、外部からの電気信号により乗用管理機の作業機ヒッチの垂直方向位置を制御する機構を試作し、静置時の制御精度(1.5mm 以内)を確認した。

また、上記方式による中耕作業の耕深制御精度を、裸地圃場における模擬作業において計測した。同一条における耕深の標準偏差は 11mm 以下であり実用上最低限の精度は得られたが、作業機の水平制御がないことに起因する左右条間の耕深差が 23mm あり、対策が必要と考えられた。

#### References

天羽ら, 2003. 中耕作業を利用した局所的な畠間雑草被度の推定. 農業機械学会東北支部報, 50, 21-24.

Khalilian, A. et al., 2002. Technology for variable depth tillage in coastal plain soils. Proc. Beltwide Cotton Conference.

## アスパラガス収穫台車の開発（第2報）

片平光彦\* 遠藤裕一\*\* 備前和博\*\* 石田頼子\* 小松貢一\* 鎌田易尾\*

### Development of the Asparagus Harvest Truck (Part 2)

Mitsuhiko KATAHIRA\*, Yuichi ENDO\*\*, Kazuhiro BIZEN\*\*, Yoriko ISHIDA\*,  
Koichi KOMATSU\* and Yasuo KAMADA\*

#### Abstract

This paper described the improvement of working postures at the time of harvest using the asparagus harvest trucks of No. 1 and No. 2 developed in the 2003 year. The asparagus harvest trucks had arranged the front wheel in the center of the body. The seat of each asparagus harvest trucks was larger than the last year (W:40 cm × L:30cm). The asparagus which was harvested by worker was put on the table of harvest trucks. That table was behind of a body for asparagus harvest truck of No. 1, and it was ahead of the body for asparagus harvest truck of No. 2. The rear wheels of the asparagus harvest truck of No. 2 had camber angle, because of run straightly.

Consequently, the asparagus harvest trucks had improved the working postures at the time of harvest than the custom harvest. The asparagus harvest truck of No. 2 was able to come advance straightly rather than No. 1 in the fields. Therefore, the working postures of asparagus harvest truck of No. 2 had improved than the asparagus harvest truck of No. 1.

[Key Words] developed asparagus harvest truck, Nagamachi style Working Posture Analysing System,  
Ovako Working Posture Analysing System, asparagus

#### 1. 緒言

秋田県のアスパラガス栽培は、作付け面積が平成14年度で458ha、平成15年度で463ha、H15年度の10a当たり収量が366kg、収穫量が1700t、出荷量が1450tとそれぞれ前年産対比102～104%に増加している基幹農産物である。主な生産地は県南部の大曲・横手地域、沿岸南部の由利郡内で、4～5月と7～9月にかけて収穫出荷される。それら地域で栽培されるアスパラガスの収穫は、いずれも腰をかがめながら作業を行うため、労働負荷が極めて高い状態にある。

前報<sup>1)</sup>に示したとおり、昨年度は座席部分の左右可動と回転動作、手元での操舵が行える収穫台車の開発を行った。その結果、開発した収穫台車の利用は、背部の前後曲げ姿勢と下肢部の両膝曲げ姿勢を慣行よりも改善するなど、収穫作業姿勢の改善が顕著であった。しかし、開発した収穫台車は作業幅(74～106cm)が広く、直進性が不良であったため、両膝曲げ姿勢や背部の前後曲げ姿勢の頻度を多くするなどの問題があった。

そこで、本報は前報で試作した収穫台車の作業幅、操作性と直進性を改良した収穫台車を2台試作し、前報と同様にOWAS法と作業姿勢区分法を併用して、開発した収穫台車の作業性や収穫時の作業姿勢改善効果について検討した。

#### 2. 実験方法

##### (1) 試験場所

試験は、秋田県河辺郡雄和町の秋田県農業試験場内圃場(5a)と秋田県仙北郡中仙町のアスパラガス生産農家圃場(10a)で行った。品種は、秋田農試内圃場が3年生の”ウエルカム”で、中仙町の農家圃場が7年生の”バイトル”であった。裁植様式は、秋田農試圃場が畝間2.0m、株間0.3m、中仙町農家圃場が畝間1.7m、株間0.4mであった。

##### (2) 使用機械

試験には2003年度に開発した収穫台車1号機(美善、試作機、全幅:780mm、質量:15kg)、収穫台車2号機(美善、試作機、全幅:580mm、質量:15kg)を用いた。なお、対照の慣行収穫では、歩行しながら剪定ハサミを用いて収穫を行った。

使用した台車の形状を写真1～2に示す。

##### (3) 試験区の構成

試験は、被験者(秋田農試圃場:女性、26歳;経験年数3年、中仙町農家圃場:男性、66歳:経験年数18年)が慣行法、収穫台車1号機と2号機を使用して収穫作業を行い、それぞれを試験区とした。

##### (4) 検討項目と作業姿勢分析方法

作業姿勢の評価は、収穫時の作業姿勢をビデオカメラ

\*: 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

\*\*: 株式会社 美善 山形県酒田市両羽町 9-20



写真1 アスパラガス収穫台車1号機

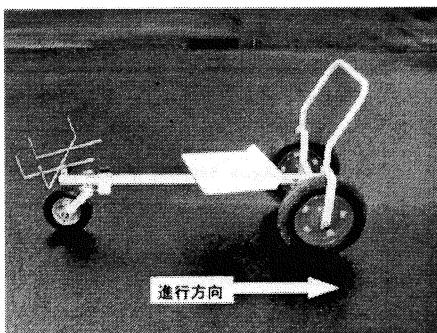


写真2 アスパラガス収穫台車2号機



写真3 慣行収穫状況(秋田農試)

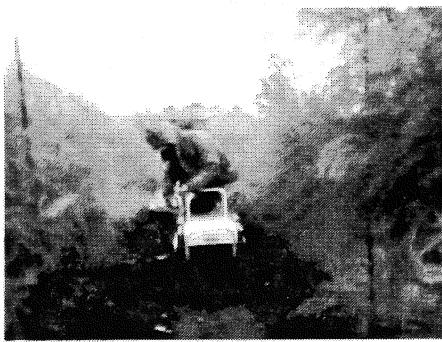


写真4 慣行収穫状況(中仙町農家圃場)

(Panasonic, SV-AV30 型) で撮影し、その画像ファイルを 5 秒間隔で読みとり、以下の 2 方法で解析した。なお、収穫作業は内容を移動工程、収穫工程、調製工程の三工程に分類し、各工程の評価値と作業全体の評価値をそれぞれ算出した。

1) 姿勢区分評価法：長町<sup>2)</sup>による 10 段階の姿勢区分

と、八重樫<sup>3)</sup>による 12 段階の追加姿勢区分を合わせた 22 段階で評価した。得られた作業姿勢点には、該当する姿勢が発生した頻度を乗じて作業姿勢評価値（点）を算出し、それに作業能率 (h/10a) を乗じた作業負担度 (点/10a) も算出した。なお、作業中に作業者の身体にねじれが生じた場合は、作業姿勢点に 1.2 を乗じた。

2) Ovako 式作業分析システム（以下 OWAS 法）：OWAS<sup>2)</sup>法は、作業姿勢を決められたコードごとに分類して 4 段階評価する。評価値は AC と呼ばれ、以下に分類される。

AC1：この姿勢による筋骨格系負担は問題ない。改善は不要である

AC2：この姿勢は筋骨格系に有害である。近いうちに改善すべきである

AC3：この姿勢は筋骨格系に有害である。できるだけ早期に改善すべきである

AC4：この姿勢は筋骨格系に非常に有害である。ただちに改善すべきである

### 3. 結果と考察

#### (1) アスパラガス収穫台車 1, 2 号機の特徴

開発したアスパラガス収穫台車 1, 2 号機は、作業幅を畦幅に合わせて縮小したため、昨年度開発機に組み込んだ座席の左右可動部を削除した。それに伴い、収穫台車 1, 2 号機は昨年度開発機よりも座席の大型化 (W : 40cm × L : 30cm) を図り、収穫物付近まで身体全体を座席内で移動できるようにした。収穫台車 1, 2 号機の前輪は、機体中央部に配置することで機体のバランスを均一化して、機体の直進性を高めるようにした。

収穫台車 1 号機には、回転可能な座席を左右の後輪（ラグタイヤ、幅 : 7cm）間に固定し、収穫工程における作業者の回転動作を容易にした。座席下部には、手元で前輪を操作する方向変換レバーを取り付けた。収穫物を収納するコンテナ積載台は、進行方向側にあたる作業者の背面に配置して、作業者の正面に配置するものを無くした。また、左右の後車輪上には、移動や方向の修正に利用するため、グリップ状のハンドルを取り付けた。

収穫台車 2 号機には、地面を蹴りやすくするため前・後輪を連結する軸上で座席（回転可）位置を作業者に合わせて任意設定できるようにした。コンテナ積載台は、1 号機と逆に作業者の正面に配置した。また、2 号機左右の後輪（ラグタイヤ、幅 : 7cm）には、キャンバー角を付けることで畝の乗り上げ対策と直進性の確保を行うと共に、枕地での旋回と収穫物の運搬に利用できるように、台車に似たハンドルを取り付けた。それに伴い、方向変換レバーは、使用頻度の減少が想定されたため、本機に取り付けなかった。

#### (2) 収穫台車利用による作業姿勢の変化

秋田農試で行ったアスパラガス収穫作業では、慣行の作業姿勢評価値が、収穫・調製工程で 4.0 ~ 4.7 点、全体で 2.8 点、作業負担度が全体で 8.4 点/10a であった。

収穫台車1号機は、作業姿勢評価値が収穫・調製工程で1.0点、全体で0.9点、作業負担度が全体で2.3点/10aであった。収穫台車2号機は、作業姿勢評価値が収穫・調

表1 収穫方法の違いが作業姿勢に与える影響

(秋田農試圃場)

評価項目 作業状態	作業姿勢評価 (点)	作業負担度 (点/10a)	作業能率 (h/10a)
慣行 移動	2.7	8.1	
慣行 調製	4.0	12.0	
慣行 収穫	4.7	14.1	
慣行 全体	2.8	8.4	3.0
台車 1 移動	0.9	2.3	
台車 1 調製	1.0	2.6	
台車 1 収穫	1.0	2.6	
台車 1 全体	0.9	2.3	2.6
台車 2 移動	1.0	3.8	
台車 2 調製	1.0	3.8	
台車 2 収穫	1.0	3.8	
台車 2 全体	1.0	3.8	3.8

表2 収穫方法の違いが作業姿勢に与える影響

(中仙町農家圃場)

評価項目 作業状態	作業姿勢評価 (点)	作業負担度 (点/10a)	作業能率 (h/10a)
慣行 移動	4.5	3.2	
慣行 調製	5.0	3.5	
慣行 収穫	1.6	1.1	
慣行 全体	3.3	2.3	0.7
台車 1 移動	0.9	1.3	
台車 1 調製	0.9	1.3	
台車 1 収穫	2.4	3.6	
台車 1 全体	0.7	1.0	1.5
台車 2 移動	0.8	1.2	
台車 2 調製	0.7	1.1	
台車 2 収穫	0.7	1.1	
台車 2 全体	0.7	1.1	1.5

表3 OWAS法による部位別作業姿勢の評価値(秋田農試圃場)

部位・分類 作業状態	背部				上肢				下肢			
	まっすぐ 頻度 AC	前後曲げ 頻度 AC	ひねり 頻度 AC	ひねり+曲げ 頻度 AC	両腕が下 頻度 AC	片腕が上 頻度 AC	座る 頻度 AC	両足直立ち 頻度 AC	両膝曲立ち 頻度 AC	歩行 頻度 AC		
慣行	移動	29 1	71 2	0 1	0 1	100 1	0 1	0 1	12 1	88 4	0 1	
	収穫	0 1	92 3	8 1	0 1	100 1	0 1	0 1	0 1	100 4	0 1	
	調製	20 1	80 2-3	0 1	0 1	100 1	0 1	0 1	0 1	100 4	0 1	
	全体	14 1	82 2-3	4 1	0 1	100 1	0 1	0 1	4 1	96 4	0 1	
台車 1	移動	91 1	5 1	5 1	0 1	100 1	0 1	91 1	0 1	0 1	10 1	
	収穫	24 1	72 2	4 1	0 1	96 1	4 1	100 1	0 1	0 1	0 1	
	調製	60 1	0 1	40 2	0 1	100 1	0 1	100 1	0 1	0 1	0 1	
	全体	56 1	31 1-2	13 1	0 1	98 1	2 1	97 2	0 1	0 1	3 1	
台車 2	移動	82 1	18 1	0 1	0 1	100 1	0 1	100 2	0 1	0 1	0 1	
	収穫	0 1	100 3	0 1	0 1	100 1	0 1	100 2	0 1	0 1	0 1	
	調製	53 1	47 2	0 1	0 1	100 1	0 1	100 2	0 1	0 1	0 1	
	全体	30 1	70 2	0 1	0 1	100 1	0 1	100 2	0 1	0 1	0 1	

注1)頻度は、該当する姿勢の発生頻度(単位:%)を示す。

表4 OWAS法による部位別作業姿勢の評価値(中仙町農家圃場)

部位・分類 作業状態	背部				上肢				下肢			
	まっすぐ 頻度 AC	前後曲げ 頻度 AC	ひねり 頻度 AC	ひねり+曲げ 頻度 AC	両腕が下 頻度 AC	座る 頻度 AC	両足直立ち 頻度 AC	両膝曲立ち 頻度 AC	片膝曲立ち 頻度 AC	歩行 頻度 AC		
慣行	移動	0 1	100 3	0 1	0 1	100 1	0 1	29 1	0 1	0 1	71 1	
	収穫	0 1	50 2	13 1	38 3	100 1	0 1	88 2	13 2	0 1	0 1	
	調製	0 1	100 3	0 1	0 1	100 1	0 1	100 2	0 1	0 1	0 1	
	全体	0 1	87 3	3 1	10 1-2	100 1	0 1	48 1	3 1-2	0 1	48 1	
台車 1	移動	73 1	27 1-2	0 1	0 1	100 1	80 1	7 1	13 2	0 1	0 1	
	収穫	0 1	80 2-3	20 1-2	0 1	100 1	20 1	20 1	60 3	0 1	0 1	
	調製	14 1	29 1-2	57 3	0 1	100 1	57 1	14 1	14 2	14 2	0 1	
	全体	44 1	37 2	19 1-2	0 1	100 1	63 1	11 1	22 2	4 1-2	0 1	
台車 2	移動	77 1	20 1	3 1	0 1	100 1	83 1	0 1	17 2	0 1	0 1	
	収穫	12 1	77 2-3	8 1	4 1-2	100 1	77 1	4 1	19 2	0 1	0 1	
	調製	47 1	40 2	13 1	0 1	100 1	93 1-2	7 1	0 1	0 1	0 1	
	全体	49 1	43 2	7 1	1 1	100 1	83 1	3 1	15 2	0 1	0 1	

製工程で1.0点、全体が1.0点、作業負担度が全体で3.8点/10aであった(写真3、表1)。中仙町で行ったアスパラガス収穫作業では、慣行の作業姿勢評価値が、移動・調製工程で4.5～5.0点、全体で3.3点、作業負担度が全体で2.3点/10aであった。収穫台車1号機は、作業姿勢評価値が収穫工程で2.4点、移動と調製工程が0.9点、全体が0.7点、作業負担度が全体で1.0点/10aであった。収穫台車2号機は、作業姿勢評価値が各工程で0.7～0.8点、全体で0.7点、作業負担度が全体で1.1点/10aであった(写真4、表2)。

収穫台車の利用は、両機とも作業姿勢の全体評価値を0.7～1.0点まで低下し、慣行よりも移動・調製工程で作業姿勢の改善効果が顕著であった。収穫台車1号機における収穫工程での作業姿勢評価値の増加は、収穫台車の後輪が座席と平行位置であることから、身体を収穫物と正対するのに際して車輪との干渉が生じたため、座席から立ち上がって収穫する必要が生じて中腰姿勢を多くしたことが原因である。作業負担度は、作業姿勢評価値が収穫台車を利用することで慣行収穫区よりも低下したため、慣行の27～48%まで減少し、作業負担度を4点以下にできた。ただし、作業台車1号機と2号機では、両区の差が明確でなかった。

## (3) OWAS法での部位別評価

OWAS法での部位別(背部・上肢・下肢)作業姿勢評価値を表3、4にそれぞれ示す。

慣行収穫区は、両作業者とも各工程で背部の前後曲げ姿勢の発生が多くACが2～3と高くなかった。特に収穫工程では、表3で背部の前後曲げ姿勢の発生頻度が

92%、表 4 で背部の前後曲げ姿勢とひねり曲げ姿勢を合計した発生頻度が 88 %となり、腰を曲げる姿勢が連続していた。下肢部は、表 3 で両膝曲げ立ち姿勢の発生頻度が 96%で AC が 4、表 4 で両膝直立と歩行が多く発生して AC が 1 となつた。表 1、2 で見られた慣行の収穫工程における作業姿勢評価点の差は、下肢部の両膝曲げ姿勢の発生頻度の差に由来するものであつた。

収穫台車の利用は、いずれも移動と調製工程が座った姿勢で作業が行えるため、背部の前後曲げ姿勢が改善されて、この部位の AC を改善した。しかし、収穫工程では、地際にある収穫物を確認する必要から、背部を曲げる姿勢の発生頻度が少なくできないため、改善効果が明確でなかった。下肢部は、着席に区分される姿勢が増加したため直立や膝の曲げ姿勢の AC を 1 ~ 2 に低下し、作業姿勢改善の効果が明確であった。

収穫台車 1 号機では、コンテナ積載部を身体の後方にしたため、身体をひねりながら収穫物をコンテナへ入れる姿勢が多く発生し、収穫台車 2 号機と比較して調製工程での AC を 1 ~ 2 ポイント增加了。また、収穫台車 1 号機は、直進性の不良を起因とする方向修正や、収穫時に身体と後車輪が平行することによる両膝曲げ立ちと背部曲げ姿勢の增加のため、収穫工程での AC を収穫台車 2 号機よりも高めた。すなわち、収穫台車 1 号機は、2 号機と比較して座席位置が後輪に近いことが収穫に際し障害となり、下肢部と背部の姿勢を悪化した。また、1 号機はコンテナ積載台を後方にしたため、収穫物の収納に際してひねり姿勢の発生頻度を増加した。

#### (4) OWAS 法による収穫作業姿勢の全体評価

秋田農試での収穫作業姿勢全体評価は、慣行区で AC3 が 82%、収穫台車 1 号機利用区で AC2 が 31%、AC1 が 69%、収穫台車 2 号機で AC2 が 70%、AC1 が 30%であった(図 1)。中仙町農家の収穫作業姿勢全体評価は、慣行で AC2 が 94%、AC3 が 3%、収穫台車 1 号機利用区で AC2 が 11%、AC3 が 26%、収穫台車 2 号機で AC2

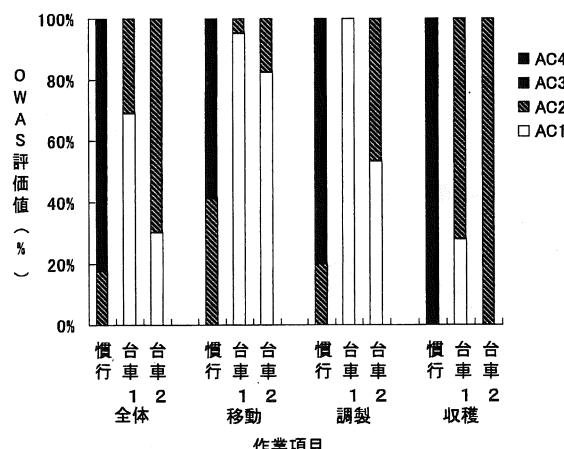


図1 OWAS法での収穫作業姿勢全体評価値  
(秋田農試圃場)

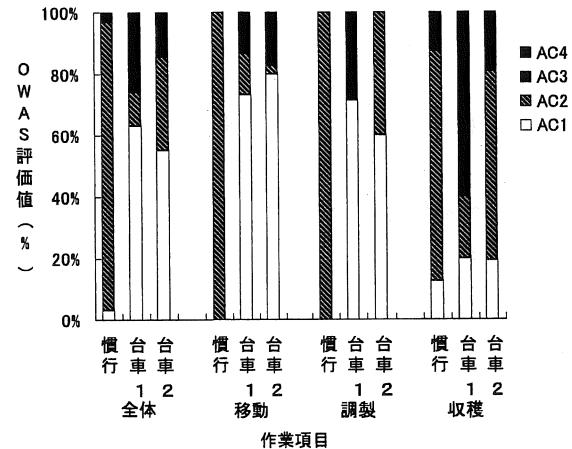


図2 OWAS法での収穫作業姿勢全体評価値  
(中仙町現地圃場)

が 30%、AC3 が 15% であった(図 2)。

慣行収穫作業は、図 1 で収穫工程での背部の曲げ姿勢、脚部の両膝曲げ姿勢が多いため、AC 3 の頻度が多かった。図 2 では、下肢部の曲げ姿勢が少ないとため、AC2 の頻度が図 1 よりも多くなった。

収穫台車の利用は、図 1 の下肢で両膝曲げ立ち姿勢が座った姿勢に改善されたため、AC 1 ~ 2 の頻度を多くした。図 2 では、下肢部評価値が部位別評価結果で示された原因によって悪化したため、収穫台車利用区で AC3 の頻度が慣行よりも增加了。しかし、移動・調製工程では、背部の姿勢改善が図られたため、AC 1 の割合が高くなつた。収穫台車 2 号機は、直進性が収穫台車 1 号機よりも向上したことから、座った姿勢が連続したために OWAS 評価で AC 2 の発生頻度を增加了が、収穫作業の軽労化に対して有効であった。

#### 4. 摘要

1) 開発したアスパラガス収穫台車 2 号機は、座席を大型化し、後輪にキャンバー角を付けるなどして、畠間での直進性を向上させるようにした。

2) 収穫台車の利用は、収穫工程での作業姿勢評価点を慣行よりも改善し、作業負担度を低下了。

3) 収穫台車の利用は、慣行よりも移動・調製工程における背部の AC を低くした。

4) 台車を利用した収穫作業では、アスパラガス収穫台車 2 号機が作業姿勢の改善効果が高く、作業の軽労化に有効であった。

#### 参考文献

- 片平光彦、遠藤裕一、備前和博、石田頼子、小松貢一、鎌田易尾：アスパラガス収穫台車の開発（第1報），農機東北支報，8-10，2003
- 日本農業学会：農作業学，65 – 66，1999
- 八重樫耕一、石川文武、菊池豊：農作業に適した姿勢評価法の開発，農作業学会平成 14 年春期大会号，139 – 140，2002

# 管理機アタッチ式全自動野菜移植機の開発

後藤克典\*・南部哲男\*\*・今村城久\*\*

## Development of Automatic Vegetable Transplanter Attached to Walking Type Power Tiller

Katsunori Goto\*, Tetsuo Nanbu\*\*, Sirohisa Imamura\*\*

[キーワード] 野菜移植機, 全自動, 管理機アタッチ式, チェーンポット®

### 1.はじめに

山形県では、最近マスコミ等でも注目をあびている「だだちやまめ」に代表されるように、えだまめの生産に力を入れており、日本海側の庄内地方を中心に栽培面積が急速に増加している。今後、さらなる規模拡大や省力化を図るには機械化が不可欠であるが、これまで県内の土地利用型野菜の作付けは、60a程度の小規模栽培が大部分を占めており、現在市販されている移植機や収穫機は、価格の面で導入しにくい状況であった。

他の野菜と比べて規模拡大が容易なえだまめ栽培においても、全自動移植機を導入する例は極めて稀で、価格が手頃な半自動タイプの移植機が好まれている。しかし、半自動移植機は苗の供給を人手で行うため能率が悪く、えだまめ移植では10a当たり2.5時間以上かかり、作業能率に対する不満が出されている。

そこで、農家が導入しやすい低価格で作業能率が高い新しい方式の移植機の開発に取り組んだ。本報ではその概要について報告する。

### 2.開発目標

移植機を新たに開発する場合、走行動力として別途、エンジンやモータを搭載しなければならない。しかし、市販化する際、走行部と動力部のコストが上乗せされるため販売価格が上昇してしまう。そこで移植機の低価格化を実現するため、広く農家に普及している2輪の歩行型管理機を走行部として利用できるアタッチ式の移植機を目指した。具体的な開発目標は以下のとおりである。

- ①方式（全自動移植機、管理機アタッチ式）,
- ②目標作業能率（半自動移植機の2倍以上）
- ③想定販売価格（半自動移植機並）
- ④育苗トレイ（連続紙筒商品名：チェーンポット®）

育苗トレイにチェーンポット®を選定した理由は、隣接するセル（穴）同士の間隔が狭く、セルトレイ（えだまめでは一般に128穴を利用）と比較した場合、同じ面積

で、1.5から2倍量の苗を生産できるからである。

### 3.開発機の概要

#### (1)移植機の構造

開発した移植機は、市販の2輪歩行型管理機に装着できるアタッチ式の全自動移植機で、管理機のヒッチにピン1本で取り付けが可能である（図1）。機体は、育苗箱を載せる苗載せ台、苗を把持・搬送する植付け部、苗搬送速度を調整するコントロールボックス、作業速度を検出する接地輪、植え溝を形成する開口部と覆土輪から構成されている（図2）。

管理機ヒッチの高さはメーカー・タイヤサイズによって多少異なるが、開発機はヒッチとの接続部の高さを上下5cm調整できる機構を備えているため、幅広い機種に対応可能である。またヒッチは概ね2規格あるが、アダプタの取付けにより両規格に対応可能である。

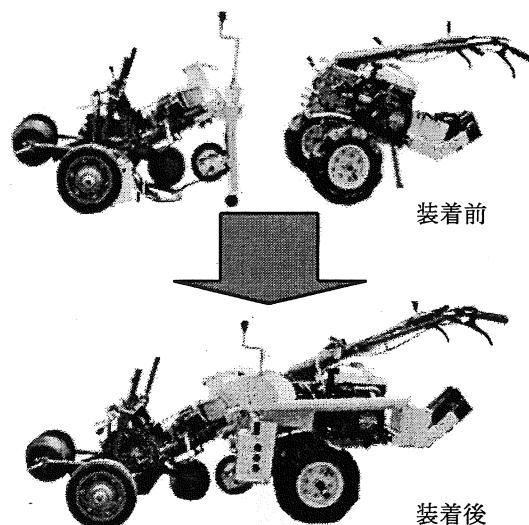


図1 移植機の外観

\* 山形県立農業試験場 (〒990-2372 山形県山形市みのりが丘 6060-27)

\*\*日本甜菜製糖株式会社総合研究所 (〒080-0831 北海道帯広市稻田町南9線西13番地)

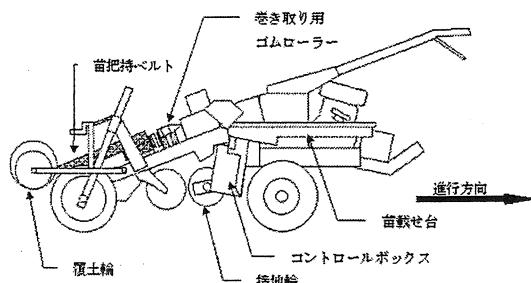


図 2 移植機の模式図

## (2) 植付け機構

開発機では,BP タイプのチェーンポット®で育苗された苗を使用する。BP タイプは、セルを形成している 2 枚重ねの紙の端を、それぞれ反対方向に引くとセル形状が解かれて、図 3 に示すように苗だけを取り出すことができる。これにより、植付株間を自由に設定できるようになった。苗の植付け方法は、次のとおりである。

- ① チェーンポット®の紙の端を、左右対になっているゴムローラで巻き取る。
- ② 裸状態になった苗の葉をベルトで挟んで機体前方へ送る。
- ③ 機体下部に設けられた開口部で、幅 4cm 程度の植え溝を作る。
- ④ 植え溝に苗を送り、機体先端の覆土輪で覆土する。

走行動力は本機となる歩行型管理機を利用し、植付け部の動力は、DC モータを利用し電力は 12V バッテリから供給する。

株間調整は、20cm, 30cm などの大まかな調整をスプロケット交換で行い、数 cm 単位の微調整はコントロールボックスのダイヤルを回して行う。調整範囲は 7cm から 52cm までと幅広く設定できる。また、移植部の下にロータリーエンコーダーを内蔵した接地輪を設けており、そこで検出したパルスをモータの回転数制御に利用している。そのため、作業時の走行速度が変化しても設定した株間を一定に保つことができる。

作業速度は、走行部となる歩行型管理機の走行速度に依存するが、植付け部は最高 0.45m/s まで対応しており、半自動移植機の 2 ~ 3 倍の速さで植付けが可能である。

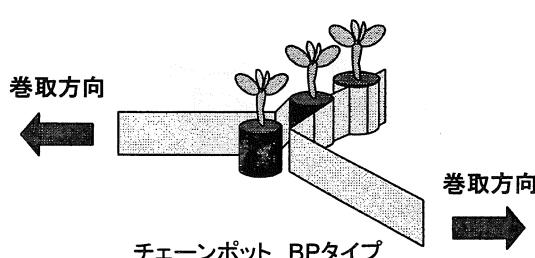


図 3 植付けの原理

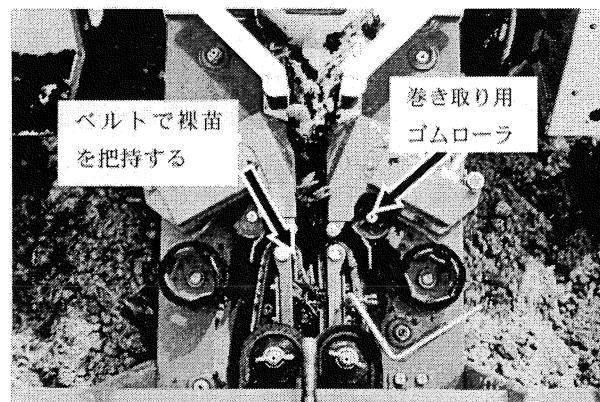


図 4 苗送りの様子

表 1 開発機の主要諸元

寸法(概寸)	L 190cm × W 140cm × H 70cm (移植装置のみ)
走行動力	2 輪歩行型管理機 (移植装置を管理機ヒッチに装着)
作業速度範囲	0.2m/s ~ 0.45m/s
植付け部	動力 12V DC モータ 電源 12V バッテリ 植付け条数 1 条 (片側の車輪軸を延長することで往復 2 条植も可能) 株間調節範囲 7cm ~ 52cm (走行速度連動) 株間調節方法 主変: スプロケット交換 副変: コントロールボックスのボリュームで調節 BP303 (264穴)、BP353 (190穴)
適応作物	えだまめ、キャベツ、たまねぎ、チンゲンサイ ブロッコリー、ほうれんそう、みつば、パセリ、 葉ねぎ、みずな、にら 他 (注) 適応草丈 5cm 以上

## (3) 苗送りのスムーズ化

チェーンポット®は、図 5 に示すとおりつづら折りになっており、苗送りのためにゴムローラで巻き取ると、育苗箱内で左右に振れる。えだまめの移植適期とされる初生葉未展開の状態では問題ないが、育苗期間中に高温に遭遇して苗が徒長した場合、重心位置が高くなり育苗箱内でチェーンポット®が横転することがある(図 6)。

初期の試作機では、苗が横転したまま供給され苗の地上部が損傷を受けることがあった。また、苗載せ台を管理機横に配置したところ、紙を巻き取るゴムローラまでの距離が長くなり、摩擦抵抗で苗送りができなくなる問題も生じた。

そこで開発機では、苗送りガイドの形状変更と、抵抗軽減用ローラ B を追加している(図 7)。苗載せ台の抵抗軽減ローラ A の上端と苗ガイドとの間には、長さ 150mm、高さ 50mm の空間を設けており、この空間を通過する間に横転した苗を直立させ、苗送りガイドの壁面で支えて横転を防止する構造になっている。チェーンポット®苗は育苗箱の植付け部側から順に送られるため、苗送りガイドへのチェーンポット®の進入角度は、前半が約 45 度と大きいが、苗供給が進むにつれて小さくなっている。

そこで改良苗送りガイドでは、機体上部から見てY字形状にし、苗供給の前半から後半までチェーンポット®が一直線で送られる形状とした。

改良苗送りガイドと抵抗軽減ローラBの追加によるチェーンポット®引張り抵抗を調査した。調査は、培養土を詰めたチェーンポット®の先端にバネ秤を固定し、秒速5cmで25cm引いた時の最大値を測定した。供試材料は以下のとおり。チェーンポット®:BP353、培養土:N社ブロック培土、2L/箱灌水後屋外の日陰で12時間放置。

結果は、チェーンポット®の引張り抵抗が30%低下し、スムーズな苗送りが可能となった（表2）。

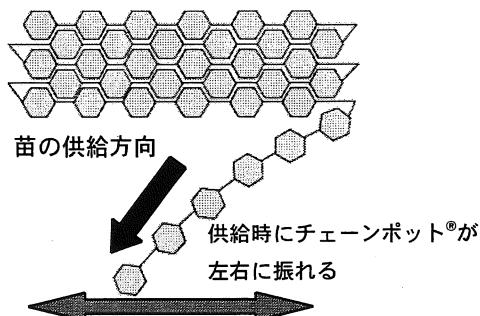


図5 苗供給時の育苗箱内でのチェーンポット®の動き



図6 育苗箱内での苗の横転

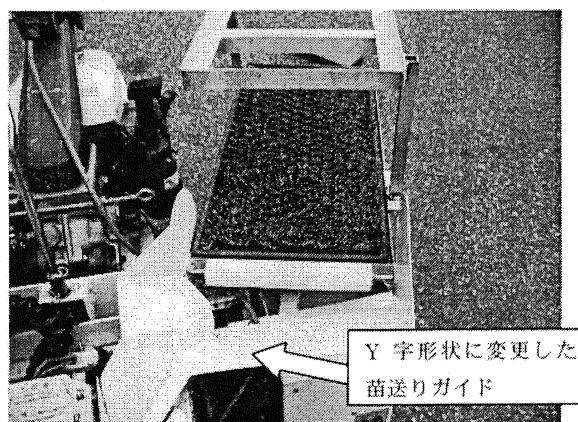


図7 改良苗送りガイド

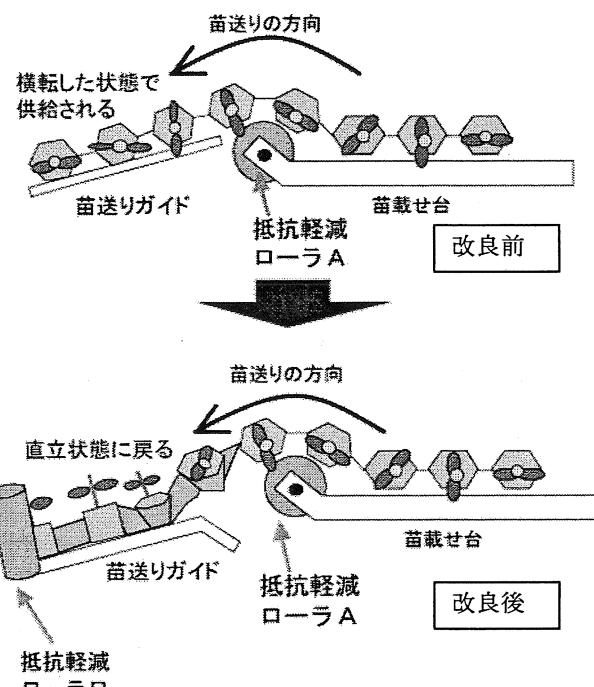


図8 苗送りガイドと抵抗軽減ローラの変更

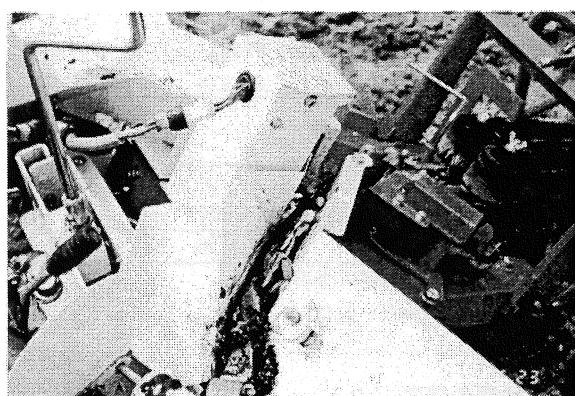


図9 苗送りガイドを通過するチェーンポットの様子

表2 引張り抵抗値の軽減

	引張り抵抗 の最大値	変更点	
		苗送りガイドと ローラAとの段差	ローラB
改良前	450gf	L 35mm H25mm	なし
改良後	300gf	L150mm H50mm	あり

注) 引張り抵抗値の測定: 培養土を詰めたチェーンポットの先端にバネ秤を固定し、秒速5cmで引いた時の最大値を測定。

#### 4. 性能評価試験

##### (1) えだまめ移植試験

県内のえだまめ産地3ヶ所(米沢市、藤島町、河北町)において、開発機を供試して移植試験を実施した。試験時の条件を表3に示す。各地域それぞれ主力品種であるが、

育苗期間 10~14 日の初生葉展開中または完全展開した状態の苗を移植した。

植付け直後の苗の姿勢を測定した結果(表 4), 85%以上の株が直立状態から前後 30 度以内に収まっており, 倒伏または埋没する苗は全体の 5%未満であった。植付け株間の精度は, 設定 20cm に対し平均 21.1cm(偏差 2.8), 設定 30cm に対しては平均 28.2cm(偏差 4.4)となり精度が高かった。作業能率は, オペレータの判断により部分的に速度を遅くしたところがあったが, 株間 30cm・条間 90cm 条件では約 1h/10a, 株間 20cm・条間 80cm 条件では 1.5h/10a となり半自動移植機(2.5~3h/10a)と比べ 2 倍以上の能率であった。

表 3 えだまめ移植試験時の条件

試験場所	米沢市	藤島町	河北町
試験月日	平13年5月25日	同年6月1日	同年6月5日
供試品種	越後ハニー	庄内5号	秘伝
草 高 (cm)	8.4	9.8	10.4
偏 差	1.0	1.3	0.6
葉 齢	初生葉完全展開	初生葉展開中	初生葉展開中
苗立率	95	75	96.7
育苗日数(日)	10	10	14
碎土率 (%)	87.8	91.7	—
紙筒サイズ	BP303	BP353	BP303
播種粒数	2粒/セル	2粒/セル	1粒/セル

表 4 植付け姿勢(えだまめ)

前方	直立				後方	埋没
	+90°	+60°	+30°	0°		
1.4%	2.7%	5.8%	71.8%	11.2%	3.8%	2.8% 0.3%

注) えだまめ移植試験3回の平均値。

作業速度は0.25m/s~0.45m/s

表 5 株間の精度

設定値	実測値(cm)	偏差
米沢市 20cm	21.1	2.8
藤島町 30cm	28.2	4.4

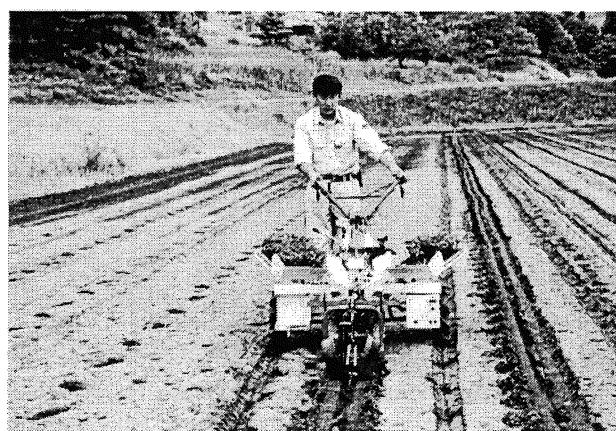


図 10 えだまめ移植作業の様子

## (2) にら, キャベツ移植試験

開発機の汎用性を調査するため, 場内圃場においてにら, キャベツの移植試験を行った。結果は, えだまめ移植と同様, 植付け姿勢が良く 85%以上の株が直立状態から前後 30 度以内に収まった(表 6)。キャベツにおいて倒伏率 15%と増加しているが, 苗の一部に根上がりが生じた事に起因している。葉菜類では育苗期間中の温度管理, 水管理に注意をはらう必要がある。

表 6 植付け姿勢(にら, キャベツ)

	植付け姿勢				草丈 (cm)	葉数 (葉)
	正常 (傾斜 30° 以内)	斜め (傾斜 45° 以上)	転び (倒伏)	埋没		
にら	88.0%	6.0%	4.0%	0%	15.2	2.9
キャベツ	85.0%	—	15.0%	0%	8.9	2.0

## 5.まとめ

農家に広く普及している 2 輪歩行型管理機に接続して利用できる全自動野菜移植機を開発した。本機は, 半自動移植機の 2 倍以上の作業能率を有し, 付け姿勢, 株間ともに精度が高い。移植可能な品目は, えだまめをはじめとしてキャベツやにら等, 幅広く利用できる。開発機は平成 16 年春から販売が開始され, 価格は半自動移植機よりも低く設定されている。当初の開発目標に掲げた, 高能率で低価格な全自動野菜移植機を提供できることになった。本機の普及により, えだまめ栽培の規模拡大はもとより,これまで山形県では手薄であったキャベツやたまねぎ等の土地利用型野菜の規模拡大に大きく貢献できることを期待する。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり, 担当農家, 農協, 各農業普及課の皆様に多大なご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 山形県農林水産部: 果菜類振興指標, 231-240, 1995
- 2) 後藤克典: えだまめ移植機の開発, 機械化農業 13-16, 2002

## クローラ型農用車両の自律走行 -車線変更問題に対するファジイ操舵制御器の設計-

齋藤雅憲\*・武田純一\*

### Development of Autonomous Crawler Type Agricultural Vehicle - Design of a Fuzzy Steering Controller for Lane Change Maneuver -

Masanori SAITO\*, Jun-ichi TAKEDA\*

**Abstract**

The objective of this research work is to develop a steering controller on crawler type agricultural vehicle by applying fuzzy control theory. The deviations between the desired and current lateral positions as well as those between the desired and current heading angles are adopted for the condition part, each of which consists of four parameters. The steering angle is then set for the operation part. By applying membership functions, the optimal values of eight parameters are analyzed in the lane change situation using simulation method. The results indicate that the shape of the membership function describing the deviation of vehicle heading angle has a greater effect in the given simulation conditions.

[Keywords] crawler type vehicle, fuzzy theory, fuzzy control, autonomous vehicle, simulation

**1. はじめに**

現在、日本農業では農業従事者の高齢化・減少が深刻化しており、農業の現場では労働力不足が問題となっている。この様な状況を改善するためには、農作業の更なる機械化や自動化を進め、省力化や生産性の向上を求めていかなければならない。

このような現状をふまえ、本研究では近年市場に投入されているハンドルを有する農用トラクタ、コンバインを想定し、自律走行を実現するための基礎的な制御則について研究することにした。クローラ型車両の自律走行に関しては、近年、無人追走方式の研究<sup>1)</sup>、農作業車両自律走行作業支援システム<sup>2)3)4)</sup>、画像処理による運搬車両の自律走行<sup>5)</sup>など、研究例が増えている。今回は、人が制御する時の曖昧さを取り入れるためファジイコントローラを設計し、車線変更についてシミュレーションを行い、その基礎特性を把握した。なお、ファジイ理論の農用自律走行車両への適用に関しては、ハウス内作業を対象とする自律走行車両の開発<sup>6)</sup>がある。

**2. クローラ型車両の操作制御理論**

図1のように、対象とした車両の運動のモデルを横並び2輪モデルとした。この際、本来はクローラと地面との間の滑りが存在するが、モデルを単純化し滑りを考慮しないものと仮定した。

車両方程式は、 $\phi$ を駆動輪の回転角、 $r$ を駆動輪の半径、 $d$ を輪距、 $a$ を輪距の1/2、 $v$ を車両重心位置の速度、 $x$ を横方向の変位、 $y$ を縦方向の変位、 $\theta$ を車両の姿勢角、

また、添え字の $r$ と $l$ はそれぞれ右、左を、 $c$ は現在値を表すものとすると次のように表される。

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \frac{r}{2} \begin{bmatrix} \cos \theta & \cos \theta \\ \sin \theta & \sin \theta \\ 1/a & -1/a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\phi}_r \\ \dot{\phi}_l \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここで、操舵角を $\alpha$ としたとき、左右の駆動輪の角速度 $\dot{\phi}_r$ 、 $\dot{\phi}_l$ は $\alpha$ の関数として図2のように与えられている場合を考える。図2は、既存のハンドルを有するコンバインに使用されているクローラ速度と操舵角の関係を直線で近似したものである。

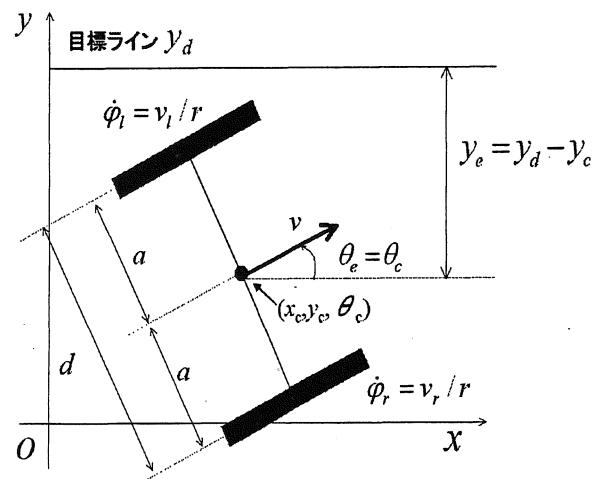


図1 クローラ型車両の運動モデル

\*岩手大学農学部

### 3. シミュレーション

今回のシミュレーションでは、前件部は現在位置から目標ラインまでの距離の誤差  $y_e$  と姿勢角の誤差  $\theta_e$  を入力とし、距離については目標ラインより左、中間、右、姿勢については+、中間、-のそれぞれ 3 条件をそれぞれ組み合わせて、9 つのファジィ集合を作成した。出力は操舵角  $\alpha$  として、 $\alpha$  については大きく反時計方向に操舵する、小さく反時計方向に操舵する、操舵しない、小さく時計方向に操舵する、大きく時計方向に操舵するという 5 つのファジィ集合を作成した。また、図 3 に示すようにルールは 9 通りのファジィルールを用いることとした。同図は、中央の線を目標ラインとした時、それぞれの位置において、距離誤差と姿勢角誤差が入力された

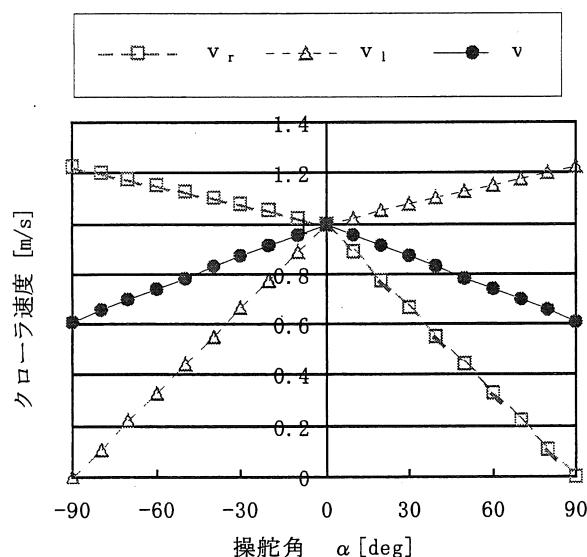


図2 操舵角  $\alpha$  とクローラ速度  $v_r$  ,  $v_i$  の関係

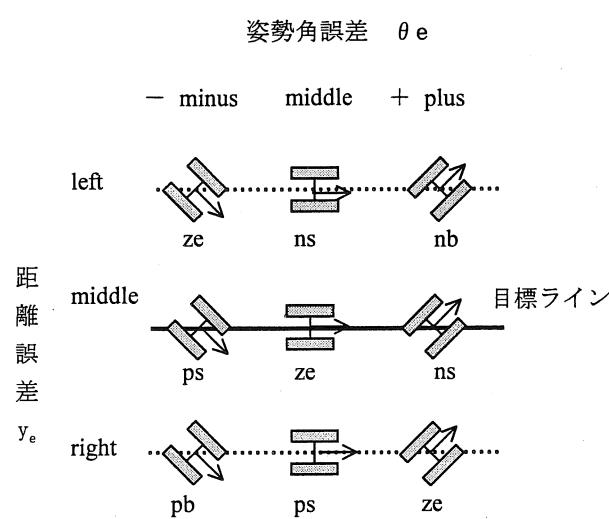


図3 ファジィルール

場合の操舵角の決定例を表した模式図である。さらに、推論法には原理が単純で、処理速度が速い簡略化法を採用了。これらの条件から Microsoft Visual C++ 6.0 を用いて作成した実際のプログラムでは、メンバーシップ関数を規定する変数を図 4 のように定め、今回は平面上を走行することを想定して、メンバーシップ関数の形は 0 で左右対称とした。従って、前件部において、8 つの変数( $A_0, A_1, A_2, A_3, B_0, B_1, B_2, B_3$ )の位置を決めるこにより、メンバーシップ関数の形を変えられるようにした。なお、図 6 のように、 $A_0=0.0, A_1=1.0, A_2=1.0, A_3=0.0, B_0=0.0, B_1=1.0, B_2=1.0, B_3=0.0$  の場合をメンバーシップ関数の基本形とした。後件部に関しては、シングルトンを用いている。シミュレーションでは、変数を 0.1 刻みで変えることによりメンバーシップ関数を適宜変化させ、 $x_c, y_c, \theta_c, \alpha_c$  のそれぞれがどのように変化するかを把握した。図 5 はシミュレーションのフローチャートである。また、評価関数は式(2)で定義し、この値が最小となる最適なメンバーシップ関数を探索した。

$$J = \sum (y_e^2 + \theta_e^2) \quad (2)$$

シミュレーションに用いた係数の値は研究対象としているクローラ型車両の諸元を元にして、駆動輪半径  $r=0.07$  [m]、駆動輪間の距離  $d=0.60$  [m] とした。また、

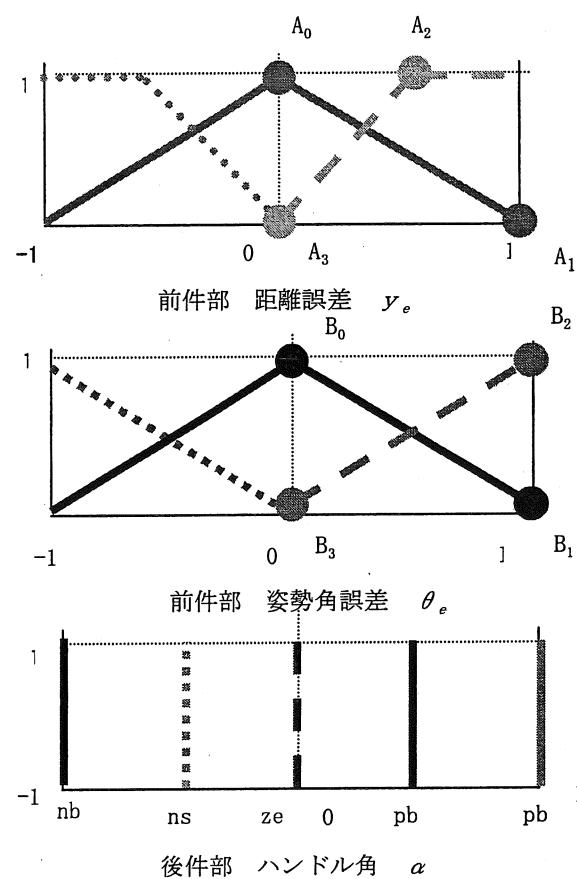


図4 前件部と後件部のメンバーシップ関数

初期値は、 $x_0=0$ ,  $y_0=0$ ,  $\theta_0=0$ ,  $\alpha_0=0$ , さらに計算のインターバルは $\Delta t=0.01$  [s]としたが、図7～9では表示のインターバルを0.1 [s]としている。

#### 4. 結果および考察

図6に代表的な距離誤差と姿勢角誤差のメンバーシップ関数を図示した。図6, 7においてそれぞれのメンバーシップ関数と $y_c$ の関係を整理すると、以下のようになる。

基本形は距離誤差のメンバーシップ関数および姿勢角誤差のメンバーシップ関数は同形であり、このとき $y$ の変化は目標ラインである $y_d=1$  [m]を0.33 [m]オーバーシュートしてから $y_d$ に収束している。

case1は距離誤差のメンバーシップ関数が0付近で大きく開いているが、姿勢角誤差のメンバーシップ関数は基本形と同形である。この場合、 $y$ は $y_d$ をオーバーシュートしてから $y=1.23$  [m]に収束している。

case2は距離誤差のメンバーシップ関数が0付近で小さく開いているが、姿勢角誤差の方は0付近で閉じている場合で、 $y$ は目標ライン上に滑らかに収束している。今回のシミュレーションでは、最も制御に適したメンバーシップ関数と判断した。

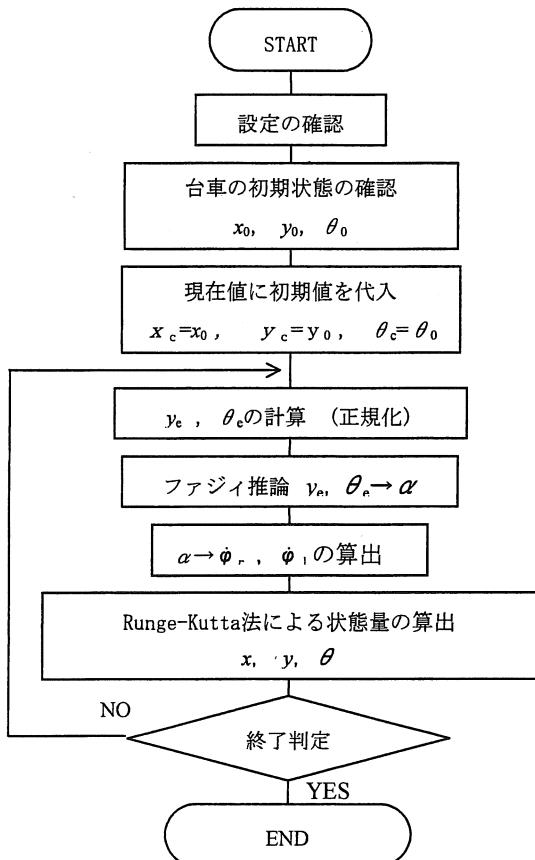


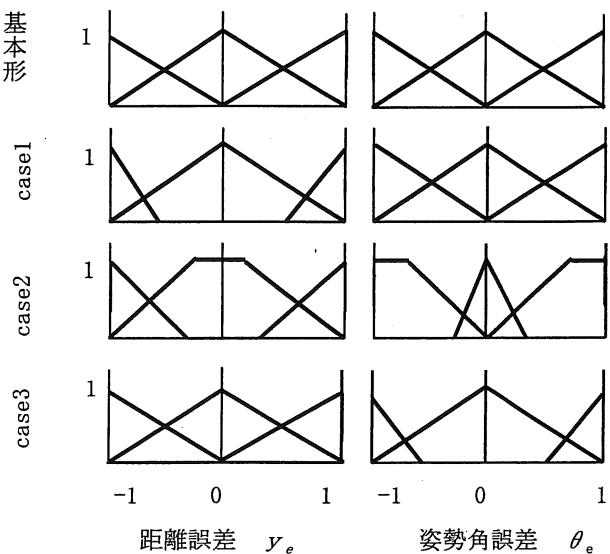
図5 シミュレーションのフローチャート

case3は距離誤差と同形だが姿勢角誤差のメンバーシップ関数が0付近で大きく開いており、 $y_d$ には収束せず0.13～1.87 [m]の範囲を振動している。

以上のように、シミュレーション全体を通して、時間t-位置 $y$ の変化について大きく分けて4つの場合があることが確認できた。

次に、 $\theta$ と $\alpha$ の変化について述べる。図8、図9においてcase3の場合はどちらも振動しており、case1, case2は基本形に比べ収束が早いことがわかる。さらに、 $\alpha$ の変化はcase2の方がcase1に比べて滑らかである。

以上の結果の比較から $y_c$ ,  $\theta_c$ ,  $\alpha_c$ の変化に特に影響を及ぼす変数は $A_3$ ,  $B_3$ で、逆にあまり影響の無かった変数は $A_0$ ,  $B_0$ であった。 $A_3$ ,  $B_3$ について詳しく検討すると、 $A_3$ は距離のメンバーシップ関数において車両が目標ラインより左右にずれているという境界を規定する値である。 $A_3$ の値が大きくなるに従って目標ラインとは異なるところで収束するようになるが、これは $A_3$ の値が大きくなることで、目標ラインから離れているという範囲が狭くなるためである。例えば、 $A_3=0.8$ の時、 $y$ が0.7 [m]で明らかに目標ラインより離れていても、誤差は無いという出力されることになる。従って、 $A_3$ は0あるいは、ある程度小さな値である必要があると判断される。次に、 $B_3$ についてだが、この値も $A_3$ と同じように姿勢角がずれているという境界を示す変数である。 $B_3$ が図7～9のcase3のように、大きくなると $y_c$ ,  $\theta_c$ ,  $\alpha_c$ のいずれも振動的な挙動を示し、それらの値が収束しない。このような変化は実際の制御において、望ましい軌道とはいえない。従って、 $B_3$ も0かある程度小さな値である必要があると判断される。また、 $B_3$ は $A_3$ より $y_c$ ,  $\theta_c$ ,  $\alpha_c$ の変化により影響を及ぼすので、より小さな値を選択する



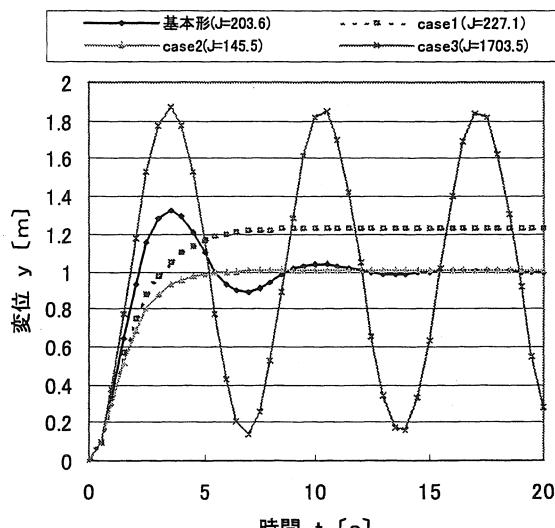


図7 時間tと位置yの関係

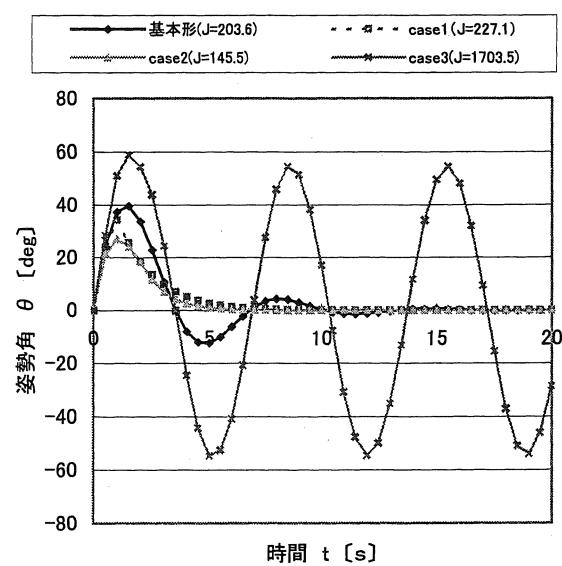


図8 時間tと姿勢角θの関係

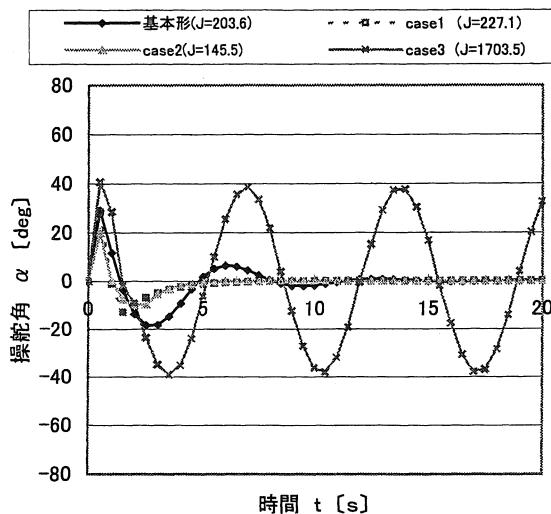


図9 時間tと操舵角αの関係

必要がある。この結果は、倉田らの結果と一致する。結論として、今回のシミュレーションから case2 のようなメンバーシップ関数を用いることにより、滑らかな制御が可能であることが分かった。因みにこの時の、 $A_0, A_1, A_2, A_3, B_0, B_1, B_2, B_3$  の値は  $A_0=0.8, A_1=0.9, A_2=0.9, A_3=0.4, B_0=0.2, B_1=0.7, B_2=0.6, B_3=0.0$  であった。

## 5. 摘要

本研究では、ファジィ理論を応用し、ハンドルを有する農用クローラ型車両の、車線変更時の操舵コントローラをシミュレーション手法を用いて開発した。その結果、車線変更時の操舵角の制御について最適なメンバーシップ関数を特定することができた。また、メンバーシップ関数の特徴として、距離誤差と姿勢角誤差を規定するメンバーシップ関数の0近辺での形が、位置y、姿勢角θ、操舵角αのいずれにも大きな影響を及ぼすことが分かった。特に、姿勢角誤差の0付近でのメンバーシップ関数の形が結果に影響を及ぼしていた。

今後の課題として、実車実験を行い今回のシミュレーションの結果と比較すること、及び最適なメンバーシップ関数をより早く正確に探索する方法を見い出すため、遺伝的アルゴリズムとの融合について検討していきたい。

## 参考文献

- 1) 村主勝彦、森本英嗣、梅田幹雄：画像処理による運搬車両の自律走行（第1報）—境界線検出による直進走行制御—、農機誌、64(2), 49-55, 2002
- 2) 中西陽介、多田達美他：農作業車両自律走行作業支援システムの開発、北海道工業試験場報告、300, 43-51, 2001
- 3) 多田達美、鈴木耕裕、中西洋介：ハーベスターの姿勢制御技術（第1報）、農機北海道誌、37、9-15、1997
- 4) 多田達美、鈴木耕裕、中西洋介：ハーベスターの姿勢制御技術（第2報）、農機北海道誌、38、1-5、1998
- 5) 飯田邦久、前川智文、梅田幹雄他：無人追走方式の研究（第1報）、農機誌、61(1), 99-106, 1999
- 6) 倉田和彦、中野和弘、金子昌彦、安達仁他：農用自律走行車両の制御に関する研究—超音波センサーを用いたファジィ制御—、農機誌、55(2), 23-32, 1993
- 7) 酒井幸市、物理・制御シミュレーション入門、CQ出版社、255-265

# トラクタ用オウトウシェーカの設計とほ場試験

赤瀬 章\*・鈴木 洋\*・備前和博\*\*・水野泰輔\*

## Design of a Cherry Shaker Mounted on a Tractor and its Field-Test

Akira AKASE\*, Hiroshi SUZUKI\*, Kazuhiro BIZEN\*\*, Taisuke MIZUNO

### Abstract

A cherry shaker mounted on a tractor was designed and field-test using it was conducted. Main results are as follows. (1) As the shaker was mounted on the tractor, set frequency and amplitude were transmitted to a cherry-limb well. (2) Percent of harvested cherries on a hanging limb is low. That would be improved by pruning the tip of a hanging limb.

[key words] cherry shaker, tractor, design, field-test

### 1. はじめに

これまで加工用オウトウの収穫には小型（背負い型）シェーカを使用してきた。これはオウトウの小枝を対象としたもので、小型エンジン、振動発生部、ブーム、クランプからなる。またこのシェーカは大きな振幅（設定ストローク：8cm）を発生させることができるために、オウトウ果実を果梗付きで収穫することができる。このシェーカによって収穫された果実は加工着色処理することにより商品として問題がないことが確認された<sup>1)</sup>。さらに一人で一貫して収穫作業ができることが確認された<sup>2)</sup>。

しかし小型のため対象となる枝は小枝で、1本の木で収穫できる果実量が少ない。またエンジンを背負うことから動力を大きくすることができず、疲労も大きい。そこで対象となる果実量を増やし、作業を能率化するためトラクタ用シェーカの製作を試み、それを使ってオウトウ収穫実験を行った。

### 2. トラクタ用オウトウシェーカの設計

11.0kW(15PS)～44.1kW(60PS)のトラクタに搭載す

るためのシェーカを設計した（図1）。トラクタの3点リンク（JIS1形）にシェーカ本体を搭載し、本体上部後方に梁を伸ばしその先端に振動発生部を載せ、枝を掴むクランプを取り付ける。トラクタを操縦することによってクランプを枝に接近させ、3点リンクのポジションコントロールによってクランプの上下位置を調整し枝をクランプする。設計条件は、振動数：7～12Hz、ストローク（全振幅）：8～10cm、クランプの地上高さ：最大約2.5mである。振動発生部はクランクスライダ機構である。図2は18.8kW(25.5PS)トラクタの3点リンクにシェーカを搭載した状態を示す。歯数1：1のベルギヤを使用しているためクランプの振動数はPTOの振動数そのものである。図3はクランプで、内側にゴム板を張っており枝によくフィットする。

### 3. 実験方法

ほ場試験は山形県砂丘地農業試験場で行った。供試トラクタはクボタL1-255である。供試樹は加工用に適したナポレオンである。対象とする枝にあるオウトウ果実すべてに通し番号をマジックインキで付け、その位置を



図1 試作トラクタ用シェーカ

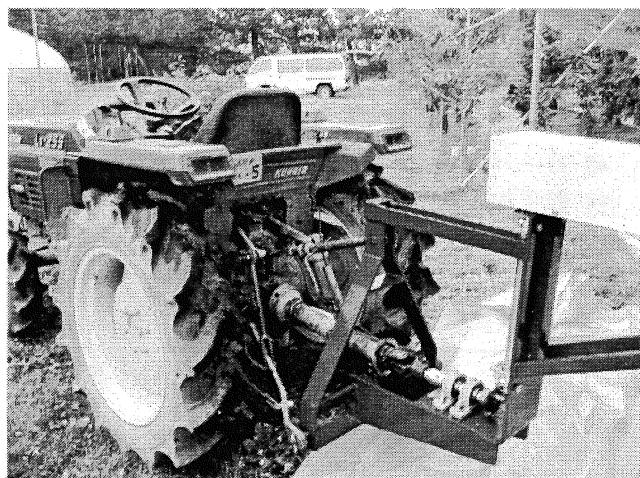


図2 18.8kW(25.5PS)トラクタに搭載



図3 クランプ

確認する。地上に果実回収用シートを敷く。約3秒間の振動後、落下果実、不落下果実を回収する。枝に取り付けられたクランプの先5cmの位置に加速度計を取り付け、枝に与えられた振動を測定した。記録計にはNEC三栄社製オムニエースⅡ RA1200を使用した。

#### 4. 実験結果および考察

(1) 供試枝の条件 ナポレオンを対象にして2本の枝を振動した。表1に供試枝の条件を示す。枝の規模は $ld^2$

で表した。 $l_c/l$ は枝の全長に対するクランプ位置、 $l/d$ は枝の全長を基部直径で割ったもので枝の細長さを表し、値が大きいと枝垂れている。

(2) 枝の加速度測定 枝に伝達された振動数、加速度、片振幅を表2に示す。PTOは1速を使用したので設定エンジン回転数に伴いシェーカの無負荷振動数は表2のようになる。記録計のチャートから実振動数、振動時間、加速度を出す。記録計のローパスフィルタを10Hzとしたので加速度は実際のそれより小さく計測される。そこで室内振動装置で振動数、振幅、ローパスフィルタの関係を出しておき、それから枝に伝達された実際の加速度を求め、それを用いて枝の片振幅を算出した。実振動数、片振幅はともにその設定値に近い値である。なお枝2は2回振動された。

背負い型（小型）シェーカにおいてはシェーカ（クランプ、ブーム、ミッション）質量が小さく、枝のクランプ部直径（すなわち枝の振動有効質量）が大きくなるとシェーカが振動してしまい枝に伝達される振幅が小さくなる。またトラクタを使用したブーム型シェーカ<sup>3)</sup>ではブームの横振動があり伝達振幅が小さくなる。これらに対して今回のトラクタ用シェーカでは、トラクタの質量が十分大きい上に丈夫な梁の先端に振動発生部があり振動が直接枝に伝達された。

表1 供試枝の条件

	全長 l (cm)	基部直径 d (cm)	クランプ部 位置 $l_c$ (cm)	クランプ部 直径 $d_c$ (cm)	品種：ナポレオン		$l_c/l$	$l/d$
					枝の規模係数 $ld^2 (cm^3)$			
枝1	250	5.8	67	4	8470	0.27	43	
枝2	279	6.5	95	3.7	11800	0.34	43	

表2 枝に伝達された振動数、加速度、片振幅

	エンジン回転数 (rpm) *1	振動数 (Hz) *2	実振動数 (Hz)	振動時間 (s)	加速度 (g) *3	片振幅 (cm) *4
枝1	2000	7.5	7.5	2.8	8.31	4.2
枝2 加振1回目	2000	7.5	-	-	-	-
枝2 加振2回目	2200	8.2	8	2.1	8.83	3.9

\*1 クボタトラクタ L1-255

\*2 PTO 1速

\*3 ローパスフィルタ：10Hz

\*4 較正加速度から算出した枝の片振幅

表3 供試果実の状態

	果実数	質量 (g)	果実色			糖度 (度)
			L*	a*	b*	
木1 (枝1)	10	7.75	47.3	43.6	22.2	15.6
木2 (枝2)	10	6.7	44.6	41	20.8	15.4

表4 落果、不落果別の果実個数、質量、糖度

## (1) 枝1

	個数	質量 (g)	糖度 (度)
	(%)		
落果	56	90	11.2
果梗付き果	49	(88)	11.1
果梗抜け果	7	7.3	12.3
不落果	6	10	9.7

## (2) 枝2

	個数	質量 (g)	糖度 (度)
	(%)		
落果(1回目振動)	68	42	13.8
果梗付き果	57	(84)	13.9
果梗抜け果	11	7	13.8
落果(2回目振動)	25	16	12.8
果梗付き果	18	(72)	12.5
果梗抜け果	7	7.1	13.5
不落果	68	42	12.4

## (3) 供試果実の状態 供試果実の状態を表3に示す。

枝1, 枝2を含む木1, 木2からそれぞれ10果をランダムに採取し質量、果実色、糖度を測定した。木1の方が木2に比べ幾分熟度が進んでいた。

(4) 収穫性能 枝を振動することによって落下した果実および落下しなかった果実の個数、質量、糖度の平均値を表4に示す。落果率は枝1については90%、枝2については2回の振動で58%であった。枝2で値がきわめて低いのは、枝垂れた枝があったことと果実密度（単位枝長さ当たりの果実個数）が枝1に比べ高かったことが考えられる。果梗付き果の割合は枝1では88%，枝2では81%であった。枝2で値が低いのは、果実密度が枝1に比べ高い（房状が多い）ため果実の振動が制限され振幅が小さくなり果梗抜け果が多くなったと考えられる<sup>1)</sup>。また枝1および枝について落下果実と不落果実を比較すると、落下果実の質量および糖度が共に高く、熟度が進んだ果実がよく落下したことがわかる。落下果実中の果梗付き果と果梗抜け果を比較すると、後者が質量、糖度が共に高く、熟度が進むと果梗抜け果が多くなることを示している。

(5) 着果位置による果実の収穫状態 図4, 5は、振動前に果実に付けた通し番号から、枝1, 枝2の果実位置と果実の収穫状態の関係を調べたものである。○印は果梗付き果を、●印は果梗抜け果を、×は落果しなかつたものを表している。図中の数字は $1/d$ 即ち枝の長さと枝の基部直径の比を示しており大きくなると枝垂れることになる。図5は枝2の収穫状態を示す。3か所で不落果が多くその部分では果梗付き果、果梗抜け果、不落果の割合を表示した。C部分は中央の枝であり $1/d$ が53で枝垂れているため不落果が多い。A部分は枝垂れてはいない。その基部がクラン

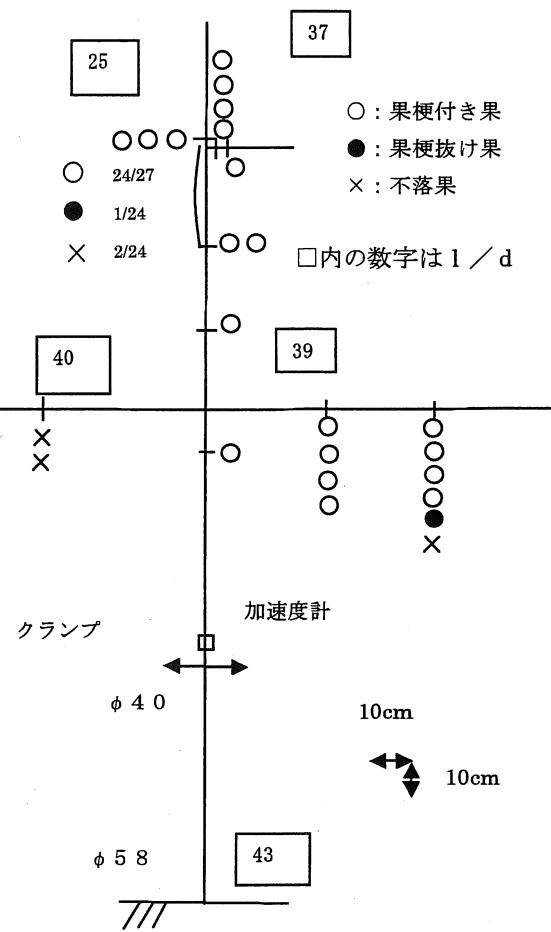


図4 着果位置と果実の収穫状態の関係（枝1）

位置より主幹に近いためストロークが小さい。この枝は主枝の振動による角変位による振動をしA部分にその節が生じたと考えられる。Bは $1/d$ の値がAよりも大きく、その基部はクランプに近い。Aと同じように角変位による振動をしていると考えられる。またA, B, Cに共通しているのは単位枝長さに対する果実数(果実密度)が高い。それらの条件が複合されると不落果が多くなる。不落果は枝垂れた部分に多く $1/d$ の値が50以上で不落果が多く発生したことがわかる。枝垂れの甚だしい枝は、毎年徐々に剪定を加えることによって落果率が向上すると思われる。今後枝の形態と振動状態の関係を明らかにする必要がある。

(6) クランプについて 本実験では振動は強力であったが枝の損傷はなかった。実験機なので水平な枝をボルト締める形式になっている。今後水平でない枝に対応できるクランプや取り付け、取り外しが簡単に出来るものを作る必要がある。

(7) シェーカの機動性について 果樹園内では比較的

小型のトラクタ(20kW級)でキャビンがない方が機動性に優れている。

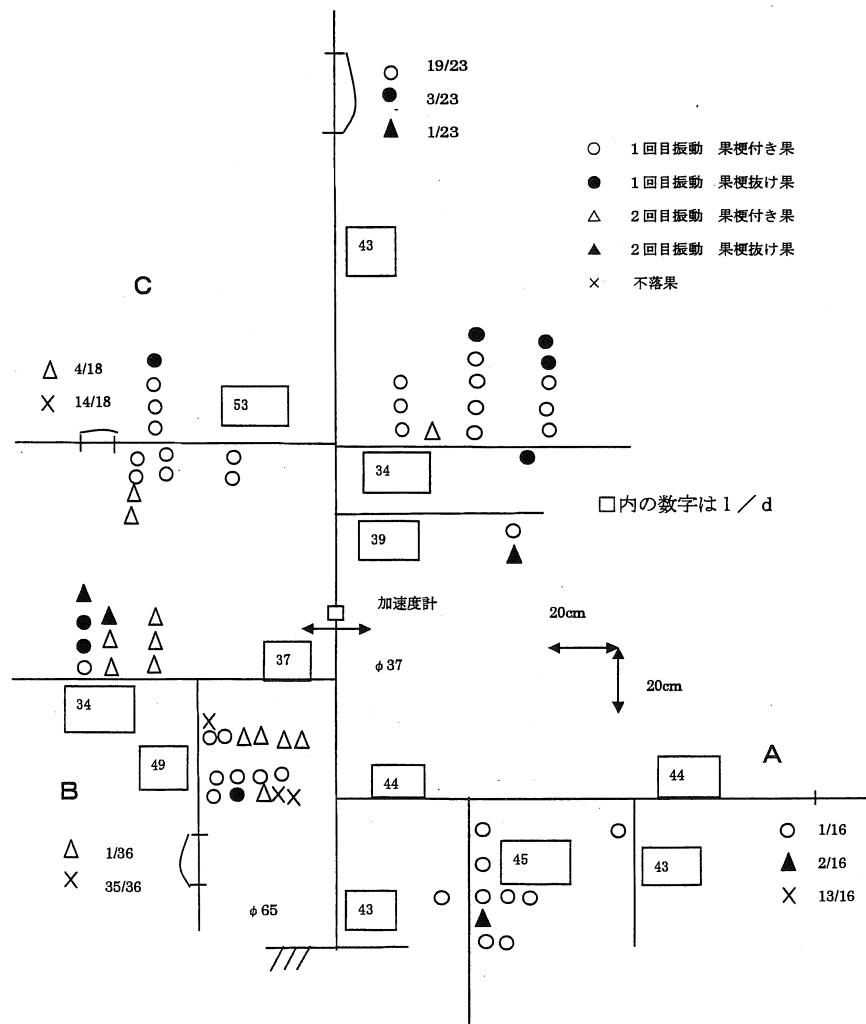
## 5. 摘要

トラクタ用オウトウシェーカを設計・試作し、ほ場試験を行った。主な結果は次の通りである。

- (1) シェーカをトラクタに搭載したため、設定振動数、振幅に近い振動数、振幅が枝に伝達された。
- (2) 枝垂れた枝の落果率が低い。枝垂れた枝については枝の先端を剪定することにより落下率が向上すると思われる。

## 参考文献

- 1) 赤瀬 章他, 小枝を対象としたオウトウシェーカの開発(第1報), 農機誌, 59巻1号(1997)
- 2) 赤瀬 章他, 試作オウトウシェーカによるほ場試験(第2報), 農機学会東北支部報, 第44号(1997)
- 3) 土屋功位他, 果実の機械収穫に関する研究(第3報) -ブーム型シェーカの力学-, 農機誌, 第36巻第2号(1974)



## 農業経営実践教育システムに関する考察（3）

—学習支援情報システムの構築と利用—

小林由喜也\*・嶋田浩\*・高橋春實\*・伊藤寛治\*・鈴木直建\*・吉田康徳\*

### A Trial Study on the Practical Education System for Agricultural Management(3)

— Construction and use on the Study Supporting Information Sysytem —

Yukiya KOBAYASHI \*, hirishi SHIMADA \*, harumi TAKAHASHI \*, Ito KANJI \*,  
Naotake SUZUKI \*, Yasunori YOSHIDA \*

[キーワード] 農業教育、経営実践、学習サポートシステム、情報管理システム

#### 1. はじめに

秋田県立大学短期大学部では、農業経営者・技術者教育の充実を図るため、平成14年度から「プロジェクト型卒業研究」を開始した。プロジェクト型卒業研究は、従来の卒業研究と異なり、特定の目的を持つプロジェクトを希望する学生がチーム（Student Company）を組織し、複数の教員の指導の下に学生が主体的に企画、実践し、その中で農業や農村の課題を学習・研究するものである。3年目を迎えるが、その間に、カリキュラムの変更や予算の確保、指導態勢の充実など全学的な推進体制を整えつつある。

既報<sup>1, 2)</sup>では、このような学生主体のプロジェクト型実践教育が、農業系短大の専門教育として機能するためには、①組織運営・管理、②経営企画・管理と販売・流通、③作物栽培・作業技術に関する相応の学習サポートシステムの構築が不可欠であることを報告し、昨年度は

最優先課題と思われた「作業技術サポートシステム」の中でも機械作業に係わる露地野菜作のための汎用作業車の開発について報告した。今年度は、複数の教員と学生がプロジェクトを運営していく場合に必要な学習支援に係わる「情報システム」について検討し、一部試行したので、その内容と課題等について報告する。（<http://www.agri.akita-pu.ac.jp>参照）

#### 2. プロジェクトの概要と支援情報システムの必要性

##### 1) プロジェクトの概要

今年度は表1のように、これまでの農業経営実践型に加え、研究開発実証実践型、地域連携事業推進型の4プロジェクトが組織され、学生27名が14名の指導教員と数名の支援教員の指導と助言のもとで活動している。

ちなみに、平成17年度はさらに家畜生産・資源利用型の1チームが追加され計5チームとなる予定である。

表1 プロジェクトの概要

プロジェクト名	内 容	学生	指導教員（専門分野）
①稲・畑作経営	水田2.5ha、畑地1.0ha、	5名	3名（稲学、畑作物学、農産物マーケティング論）
②露地野菜・小家畜経営	野菜70a、比内地鷄250羽	8名	4名（そ菜園芸学、家畜管理学、農業経営学、農業機械学）
③環境保全稲作経営	ビオトープ水田2.5ha、	8名	3名（水利/水質学、農業生態学、稻生産学）
④農村活性化事業推進	秋田県能代市と連携	6名	4名（農村社会学、花き園芸学、果樹園芸学、動物栄養学）

#### 2) 学習支援情報システムの必要性

これまでの1学生-1教員で行う卒業研究では、指導教員が多くの情報を持つことから個別対応で指導が可能であった。しかし、学生が主体的に運営するプロジェクトの場合は、1週間に1日半の卒論時間割り内での集団及び個別対応では限界があり、何らかの情報収集・管理・伝達、調整のための情報システムが必要であった。その理由としては次の点があげられる。

- ①「情報量の多さ」学生が掌握すべき事項・情報が企画から実践まで多岐にわたること。
- ②「情報の即時性」情報の遅れが、適期作業、対外調整のタイミングのずれに直結すること。

③「正しい情報の選別」多くの情報に紛れる不確実さ等を常時点検する必要があること。

④「情報の共有」10名前後の関係者が必要に応じた情報を共有する必要があること。

⑤「管理された情報による判断」多量の情報からの的確な判断が日常的に求められる。

⑥「情報発信受信の多様性」発信受信者が多く、また、発信受信場所と時刻が一定しないこと。

等であるが、以上の要素が相互に良く機能しない場合に、時としてプロジェクトが機能不全となる体験を経て、今年度から次のような情報システムの構築に取り組むこととした。

### 3. 学習支援情報システムの構築と試行

#### 1) 学習支援情報システムの概要

今回試行した支援情報システムの概要は、図1のとおりである。要点を述べると、学内LANに、①WEBサーバー(学外、学内用2基)、②情報管理用共用サーバー、③メールサーバー(自動転送機能付き)、④計測・

制御システム、⑤無線LAN+PICNIC+webカメラ、作物、環境計測装置を配置し、学内のどこからでもアクセス可能とし、連絡調整および作業日報掲示板へは学外の携帯電話から送信した情報をサーバーに自動転送できるようソフトを開発した。また、④昨年度報告した栽培モニタリングシステムを拡張充実したものである。

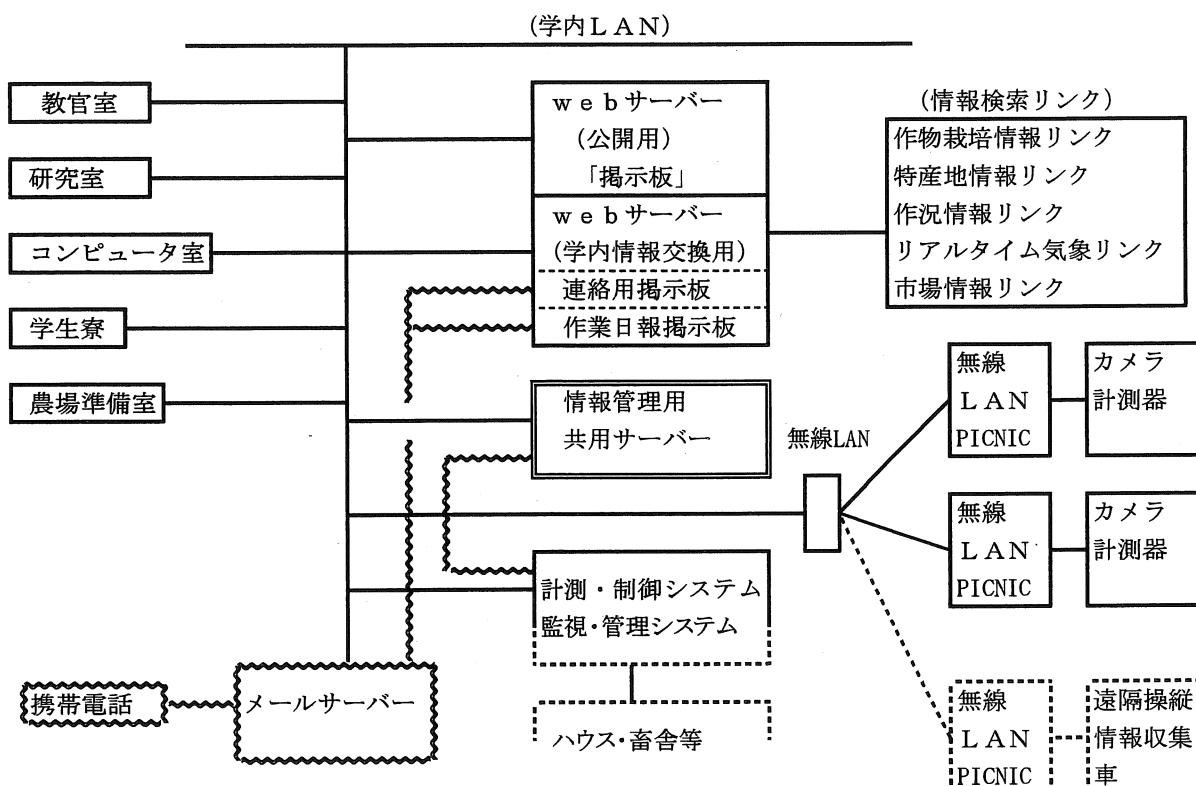


図1 プロジェクト学習支援情報システムの概要  
(構築済 ——、 ~~~~~、 計画中 - - - )

#### 2) 学習支援情報システムの試行状況

##### ①情報交換・連絡調整・作業日報掲示板システム

学外様1基、学内用の2基のサーバーを準備し、学内用は主に連絡調整と・作業日報用とし、学外用は公開用ホームページおよび閲覧者等からの意見、質問を受け付ける掲示板として利用した。

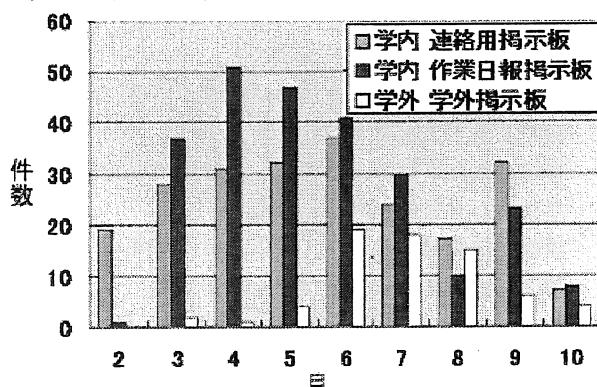


図2 月別の掲示板システムの利用頻度

3月からシステムを運用してきたが、図2のように当初は、教員、学生ともに、不慣れからくる煩わしさと毎日確認を迫られる大変さから、特定の学生と教員の利用に留まった。しかし、実践が進行するに連れて、必要な情報が多くなったことと、対面で情報交換する時間的ゆとりが少ないと等から、次第に利用頻度が高くなった。特に連絡用および作業日報掲示板については、携帯電話からの自動転送機能を付加したことによって、学生が場所、時間を問わず情報を発信、記録することができることから、飛躍的に利用頻度が高まった。特定の1チームについてはほとんど100%の実施経過情報がサーバーに書き込まれるようになり、使い勝手の良いシステムは有効に活用されることが確認できた。ただし、今のところ携帯電話によるサーバーからの受信ができない不便さがある。

##### ②情報管理用共用サーバーの利用

このサーバーは、各プロジェクトの実践経過や販売実績のほか課題研究等に関する多量のデータを一元的に管理するためのものであり、関係者以外はアクセスできない。

各プロジェクトは実際の生産作業や販売活動のための役割分担を前提とした組織体制を持っているが、各担当で日常的に多量の情報が発生することから、メンバーへの周知、情報の共有の観点から重要度の高いシステムである。このサーバーについても利用頻度は高く、図3のように、各担当別に整理された形で情報が蓄積されている。関係者は必要に応じて内容を確認でき、学生はもとより、指導教員も課題研究のデータ確認や指導等に有効に利用している。ただし、4チーム中1チームはほとんど利用しなかった。その理由等については後の項で述べる。

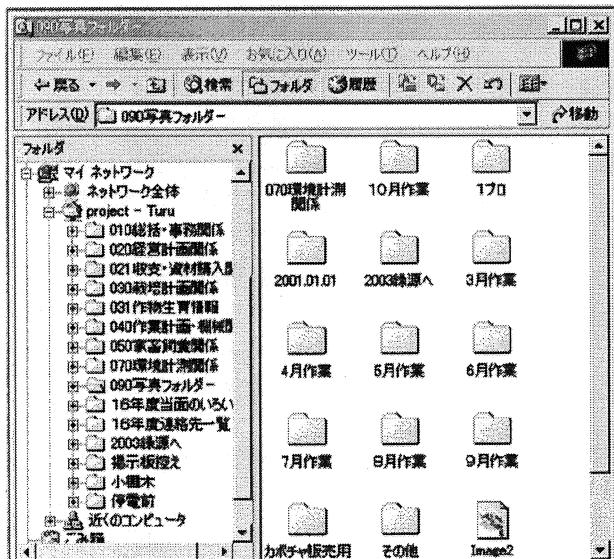


図3 共用サーバーの利用内容例

### ③情報検索リンクの利用

現在はインターネットでさまざまな情報が検索できることから、このようなリンク集の必要性があるかどうか議論はあるが、学生が能率的に情報収集できるようにとの配慮から、あるいは、指導教員が望む視点や方向での学習を期待してリンク集を設置した。結果は、最も利用頻度が低くかった。その理由は学生は栽培管理に必要な情報等を手早く教員から得ようとする傾向が強かったこ

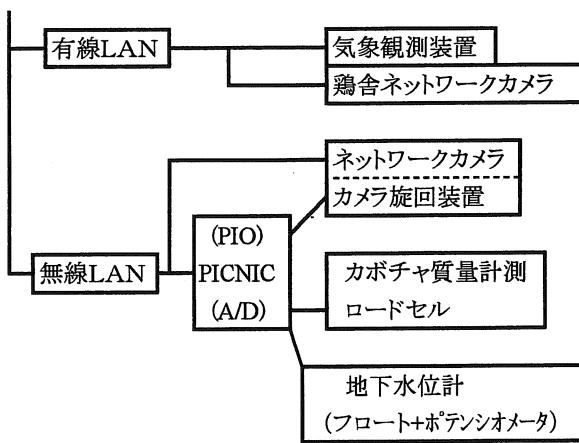


図4 圃場等生産現場情報計測システム

と。また、生鮮食品市場情報については、過年度の情報であるため、スーパー等との価格交渉には役に立たないと学生が安易に判断したことなどが考えられる。

### ④圃場等生産現場情報計測システム

前報<sup>2)</sup>では圃場に設置した無線LANカメラによる生育経過観察の試みを報告したが、今年度はこれを拡張して鶏舎監視や作物生育、気象・土壤状態等のリアルタイム計測を試行した。図4に示す試行システムは、無線LANに8チャンネルの入出力ポートと4チャンネルのA/Dコンバータを持つPICNICボードに、カメラ旋回装置、ロードセル等を接続したもので、図5は設置状況である。

これらを試行した理由は、毎日現場を観察することができない学生、教員が圃場等の状況を知ることはプロジェクト遂行上有益であることやリアルタイム計測データが追肥や防除等の管理作業の目安やその他の作物生育要素データ解析時の参考になるであろうと期待したからである。

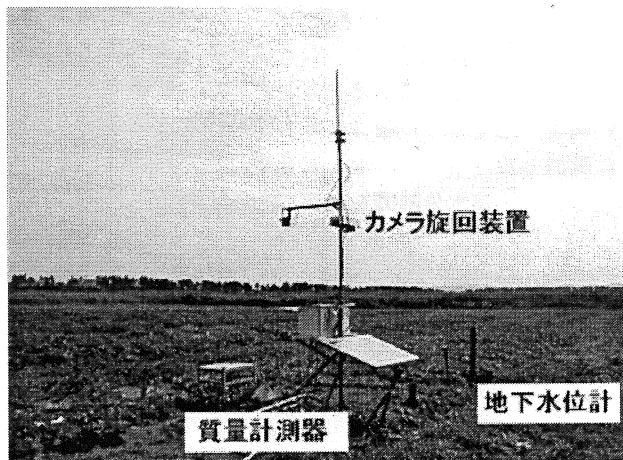


図5 圃場計測装置(無線LAN経由)

図6はカボチャの質量を継続して測定した結果であるが、今年は計測結果を手動で図化して学生等に提供した(隔日)。今のところこの測定結果が直ちに学生の作業計画等に反映されてはいない。しかし、当初の設置目的とは異なるが、次のような点が教育上有益と考えられた。

計測経過を見ると、日中に質量が減少し(消費)、夜間に増加(転流)する明瞭な結果や結実後1週間で最終質量の80%程度まで急激に増加し、以後微増の傾向を示した。これらは作物学で学習する作物生育の一般的な傾向であるが、プロジェクトにおいて播種から収穫までを体験する中で、教科書に書いてある理論を実際に目にすることはできたと言える。学生からこの傾向と追肥時期は関係あるのかといった質問が出ることを期待している。今のところその兆候はないが、このようなシステムが大学教育に有効に生かされるべきである。ちなみに、野菜担当の教員からは、カボチャの水分も継続して計測できれば乾物増加の推定ができるとの意見が出されるな

ど期待されている。

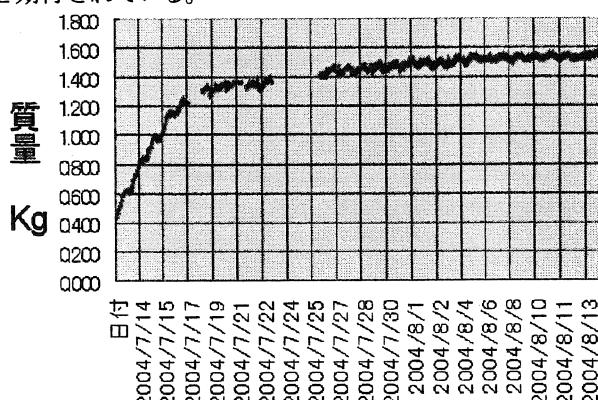


図6 カボチャの質量計測例

図7はフロートとポテンシオメータを利用した簡易な地下水位計と雨量計の計測例であるが、大潟村のような重粘土圃場では暗渠施工圃場であっても降水後の地下水位の低下が緩慢で、その後のトラクタ作業に支障が出る。作業可能な時期を推定することは経験豊富な技師でも簡単ではなく、今年度もタイミングの悪い状態で作業を行い圃場を乱してその後2ヶ月も凹凸のある圃場での作業に難渋した。このようなことを避けるためには、地下水位のほか土壤水分計測も必要であると考えられた。

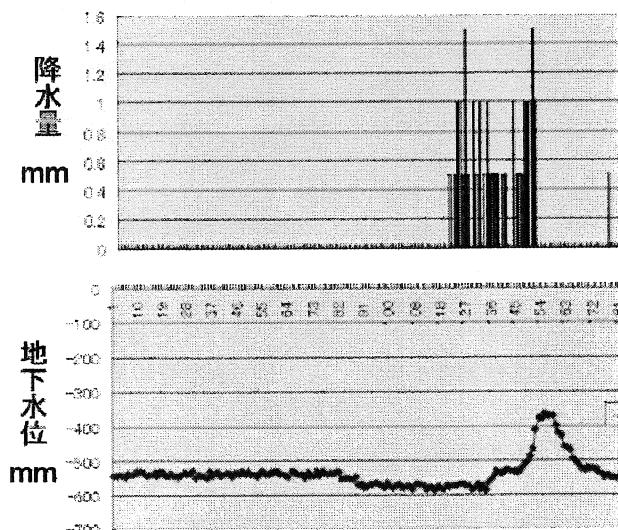


図7 降水量と地下水位の経過計測例

以上のほかに、圃場のカメラ旋回装置を付加した。供試カメラはチルト、パン制御できるが圃場全体をカバーすることはできない。複数カメラの設置も考えられるが、LANトラフィック増や観測ソフトの処理負荷の増大を考えると1台を制御する方が得策である。試行システムは360度旋回可能（90度刻みに停止）であり、学内からリモート制御できるようソフトを開発した。

今年度はプロジェクトに新たに比内地鶏の生産が加わったことから、鶏舎にネットワークカメラを設置し、人

がいない場合の動物挙動観察と野犬等の監視を行った。特に子離期間の安全管理は経営にとって大事であり、次年度以降のための情報収集を行った。

以上が学習支援情報システムの試行状況である。構築初年度であるが、情報交換・伝達等の諸システムは良く機能した。また、圃場情報計測システムは、今後さらに多くのセンサー等を付加していくことにより有効な学習支援システムになり得るとの強い感触を得た。

#### 4. 今後の課題等

##### 1) 情報交換、情報伝達、情報管理の諸システム

①現在、携帯電話からの送信のみが可能なシステムを、双方向化することでさらに機能的になる。

②学生の自発的な学習を支援するための情報検索リンク集については、内容をさらに検討する必要がある。特に市場情報については、リアルタイム市況情報システムへの接続が必要である。

③4チームの中でシステムの利用頻度に大きな差があった。その理由は、チーム内にこれらのシステムを理解し、積極的に学生へ利用を促す教員がいない点にあったことから、利用サポートを充実する必要がある。

##### 2) 圃場情報計測システム

①作物生育計測については、計測項目と測定点数を増やすことが課題である。カボチャ質量計測の場合、1個所に約10万円を要することから、精度を保ちつつ低廉なセンサーを工夫する必要がある。特に根部の計測センサが皆無であり、研究が待たれる。

②今回は計測を主に試行したが、リモートで各種装置を制御することも、プロジェクト遂行有効である。たとえば鶏の飼養管理において、給水、給餌などの作業では状況を見て要否を判断する必要があり、タイマーによる定時制御では餌の無駄や汚れを増大させる危険がある。これらの作業に時間が費やされ、課題研究に時間が取れないと教員、学生ともに感じている。

③ネットワークカメラの利用は教育研究上有効であるが、作業中の学生にとってはプライバシーの侵害と感じる場合がある。この点は、現段階では事前の説明によって理解を求めているが、必ずしも十分な対応とは言えない。学生が望まない場合に自由に機能停止させることができる装置とするか、人検知センサでカメラの機能を自動停止あるいは自動復帰させるなどの工夫が必要である。

#### 引用文献

- 1) 小林ほか：農業経営実践教育システムに関する考察  
(1) –農業機械利用等の学習サポートシステムについて– ; 2002.12, 農機学会東北支部報no49:23-26
- 2) 小林ほか：農業経営実践教育システムに関する考察  
(2) –学習サポートシステムとしての汎用作業車の製作– ; 2003.12, 農機学会東北支部報no50:33-36

## 西安近郊の農業機械化の現状について

武田純一\*・鳥巣 諒\*・郭 康權\*\*・呂 新民\*\*・陳 軍\*\*\*・朱 忠祥\*\*\*

### Present State of Agricultural Mechanization in the Suburbs of Xi'an

Jun-ichi TAKEDA\*, Ryo TORISU\*, Kangquan GUO\*\*, Xinmin LV\*\*, Jun CHEN\*, Zhongxiang ZHU\*

[Keywords] agricultural mechanization, Xi'an

#### 1. はじめに

本年度と昨年度、日本学術振興会の拠点大学交流計画の一環として中華人民共和国陝西省の西北農林科技大学、陝西省農業機械管理局、西安市未央区農機ステーション及び現地農家を訪問してきた（派遣期間：2003年11月8日～15日および2004年7月11日～19日）ので、同地域の農業機械化の現状と問題点について報告する。

#### 2. 陝西省の農業の概要

陝西省は、東経 $105^{\circ} 29'$ ～ $111^{\circ} 15'$ 、北緯 $31^{\circ} 42'$ ～ $39^{\circ} 35'$ に位置し、東側は山西、河南省の両省、西側は甘肃省と寧夏回族自治区、北側は内蒙自治区、南側は四川省と湖北省に接している。東西は200～500km、南北は870kmで、同省の総面積は $20.56\text{万 km}^2$ である。2000年の統計では、この内、耕地面積は311.6万haで、水田面積が17.3万haを占めている。灌漑面積は99.8万ha（野菜畑5.5万haを含む）であるが、旱魃地は194.5万haで同省北部地域に分布している。歴史で有名な西安は、閔中平野と呼ばれる渭水流域の中心に位置し、農業が最も盛んな地域となっている。閔中の耕地面積は164.3万haで、省全体の耕地面積の52.7%を占めており、総灌漑面積の86%は閔中に集中的に分布している。

省全体の年間平均降水量は676.4mmであるが、省北部（陝北）は平均463.4mmと降水量が少なく、南部は925.3mmと多いので、農業も北部は畑作中心、南部（陝南）は水田中心となっている。また、閔中平野では小麦とトウモロコシの2毛作が盛んである。

省全体の人口は3585万人（全国の2.75%）で、このうち農業人口は2768万人（77.2%）を占めている。2000年の総食料生産量は1089万tで、その他綿花2.74万t、油料作物38.76万t、リンゴ388.6万t、肉類92.12万tを生産している。特にリンゴとキウイは全国2位の生産量を誇っている。

#### 3. 陝西省農業機械管理局

同局には約120人の職員があり、業務内容としては、新しい農業機械・技術の普及・教育で、1) 安全

管理、2) メーカに対する生産・品質の管理、3) 技術普及の3つの部門がある。

表1に示すように、トラクタは省全体では22万台普及し、そのうちの10%強の2.6万台は50PS以上のの中型や大型のトラクタが占めている。農用車両として最も多いのは3輪と4輪の農用自動車で90万台普及している。この内約1/3は政府に登録しているが、残りは未登録である。自走式の車輪型大型コンバインは約1万台普及しており、数としては飽和状態である。また、トラクタマウント式のコンバイン（図2）は、1～1.2万台普及している。65万戸の農家が機械を所有し、このうち63万戸は作業専門農家である。後の2万戸は自分で土地を持っていて、小さな面積を機械で作業している。96%の機械が農家所有となっており、残りの4%が国有機械を使用している。

同省の主要穀物である小麦については、閔中平野では播種から収穫までの作業のほとんどが機械化している。ただし、小麦の栽培面積は次第に減少傾向にあり、現在146.7万haである。トウモロコシは93.4万ha、水稻は

表1 陝西省における農業機械普及台数

項目		単位	2001年	2000年	増加率
ト ラ ク タ	大中型	総 数	台	26200	26700
		車輪型	台	22000	20700
	小 型	総 数	万台	19.44	19.93
		小4輪型	万台	15.92	15.89
作 業 機 等	不耕起播種機		万台	1.03	0.96
	深層施肥播種機		万台	0.74	0.72
	マルチャ		万台	1.17	1.34
	茎稈土壤還元機		万台	0.54	0.51
農用ポンプ		万台	26.64	25.95	2.66
節水灌漑機械		万台	0.56	0.64	-12.5
自走式コンバイン		台	9590	8600	11.51
脱 穀 機		台	124408	130500	-4.67
動力噴霧器		万台	5.58	5.36	4.10
農用トラック	3 輪	万台	27.23	19.82	37.39
	4 輪	万台	3.49	3.81	-8.39

注) 増加率の単位は[%]

表 2 陝西省における農業機械の作業状況

項目	単位	2001年	2000年	増加率
機械耕うん	kha	1656.20	1582.61	4.65
機械播種	総面積	1472.08	1434.91	2.59
	小麥	993.18	942.71	5.36
	トウモロコシ	443.27	450.68	-1.64
機械防除	kha	1519.75	1216.95	24.88
機械収穫	kha	819.31	774.22	5.82
半精密播種機利用	kha	455.65	502.36	-9.29
不耕起播種機利用	kha	212.22	203.63	4.21
マルチャ施用	kha	270.08	276.14	-2.19
深層施肥機利用	kha	823.89	750.71	9.75
茎稈土壤還元機利用	kha	567.49	551.58	2.88
機械脱穀した食糧の総量	万t	655.3	787.27	-16.76
機械加工した農産品の総量	万t	1447.94	1974.36	-26.66

注) 増加率の単位は[%]



図 1 自走式コンバイン



図 2 トラクタマウント式コンバイン

20.0 万 ha, ナタネ（搾油用）は 20.0 万 ha の栽培面積となっている。

水稻はほとんどが手移植であるが、中国製の田植機を利用していているケースも少数ある。稻の収穫のうち 6.7 万 ha は機械で行い、その他は全て手作業である。トウモロコシについては、播種は機械作業であるが、後の作業はほとんど手作業をしている。表 2 に農業機械による作業状況を示した。

請負料金は、基本的に市場価格になっている。昨年は天気が悪かったので、787 円／10a～900 円／10a, 時には 1124 円／10a (1 元=15 円換算) に達することもあった。政府の指導価格はテレビとかラジオで流している。コントラクタのようなオペレータ集団は多少あり、機械を所有している農家が 5～6 戸集まつた、自発的な組織である。例えば自走式のコンバインを持っている集団などは、収穫期になると山東省、河南省、陝西省と西方に向かって作業しながら移動する。

当地の自走式コンバインは新疆製（図 1）や内モンゴル製のものが多く、刈り取り時期は 4 月下旬から 8 月中旬までである。作業は普通 3 人組で行い、1 人は交渉係として面積を測定、価格の交渉を行い、代金もこの人に支払う。後 2 人は雇用している運転手で、持ち主は通常運転しない。なお、図 2 のようにトラクタマウント式のコンバインもあり、トラクタの有効利用の観点から興味深い構造となっていたが、現在は自走式が多く普及している。

コンバインの耐用年数は 5～6 年で、96 年から自走式が入ったが、現在年間 1000 台増加している。4～8 月の小麦の収穫で、大体 1～2 万元（15 万円～30 万円）稼ぐ計算になる。中には 2 万元以上稼ぐケースもある。購入価格は、7 万元／台（105 万円／台）であり、機体価格は収穫時期に近くなるほど高価になる。11 月になると 5～6 万元（75 万円～90 万円）以下で購入することが可能である。コンバイン購入時、最初に導入し始めた 96 年のみ補助したが、現在はしていない。ところで、後述するように、日本製の自脱コンバインは評判はよいが価格が高いので、現状では導入が難しいとのことだった。

トラクタは、使える限り使っている。また、農用自動車は 10～15 年で、廃車にするのが一般的である。

普通の農家の収入は、4000～5000 元／年（6 万円から 7.5 万円）である。農業自体は完全な市場経済になっている。

#### 4. 西安市未央区農機ステーション

未央区は西安市の北側に隣接し、農業就業人口は約 20 万人で 212 村がある。農家数は 4～5 万戸で 1 戸当たりの人数は 4～5 人である。耕地面積は 8.4 万 ha, 小麦・トウモロコシの栽培面積は 4.27 万 ha, 野菜 4.27 万 ha, 果樹園及び林 2.13 万 ha, その他 400ha となっている。この地

域は小麦とトウモロコシの2毛作を行っており、小麦の収穫は6月、トウモロコシの収穫は10月で、小麦はほぼコンバインによる機械刈りであるが、トウモロコシはほとんど手刈りをしている。これは、小麦の収穫適期は短いがトウモロコシの収穫適期が長いことに起因する。農業は原則的に市場経済で進んでおり、政府の介入はない。日本の農業のように政府がいろいろな補助金を個々の農家に与えるということはない。

農業機械の普及状況は、トラクタ328台、コンバイン156台、農用3輪車684台、4輪車248台、作業機を含めた農機具が821台となっている。また、農業機械の販売額は3850万元／年(5.775億円／年)である。

同ステーションにおいて現在重点的に推進している農業機械化について、以下にまとめた。

#### 1) 小麦収穫機械の普及

1988年にトラクタマウント式のコンバインの導入を開始し、1994年には252台の普及台数となった。導入当初は政府が軽油代を補助するなどした。現在は2mの刈幅の自走式コンバイン(新疆2号、図1)が主流になっており98%が機械収穫されている。残りの2%は機械が入れず手刈りをしている。同コンバインの価格は6~7万元(100万円前後)で、請負代金は、40元／1ムー(900円／10a)であり、作業能率は5~6ムー／h(33.35a／h)である。ただし、1ムー=667m<sup>2</sup>である(日本語に相当する漢字が無いのでカタカナで代用した)。なお、同地区では地域開発のため農用地が転用され耕地面積が減少し、その結果2003年では普及台数も156台と減少している。

#### 2) 土中施肥機

この地方ではこれまで農作物の残渣から堆肥を作ることはせず、化学肥料のみを肥料として施用していた。小麦の稈はコンバインで細断されるので、そのまま秋まで圃場に放置し、トウモロコシの収穫後に来年の小麦の播種前に耕耘し土中に混ぜる。この機械は1994年より導入を開始しており、小麦の耕うん・施肥・播種機は価格が4000元前後／台(6万円／台)で、50PSのトラクタを用いて耕深12cmで作業した場合、作業能率は6~8ムー／h(40.02a／h)である。トウモロコシ用の施肥播種機は価格が2000元／台(3万円／台)で、作業能率は耕うんしないで小麦用よりも少し良い。受託料金は小麦が20元／ムー(449.8円／10a)、トウモロコシが15元／ムー(337.3円／10a)である。

肥料の効果については、地表面のみに散布する場合は約30%が有効利用され、地下散布の場合は60%が有効利用されるという試験結果も出ており、この機械により肥料の1/4が節約できることになった。

#### 3) 小麦の半精密播種機(播種量を制御する機械)

この機械の導入により、以前は18cmの条間であったものを22cmとし播種量を減少させた。導入前は10kg／ムー(14.99kg／10a)の播種量であったが、この機械を

導入することにより、播種量を約3kg／ムー(4.5kg／10a)節約することができるようになった。また、条間を広げたことにより除草しやすくなると共に、風の通りが良くなり収量も増加するようになった。現在では、ほとんどこの機械により作業するようになった。2003年では279台の普及率となっている。6万ムー(4002ha)の小麦は、全てこの機械で播種している。小麦の収量は平均300kg／ムー(449.8kg／10a)で、一番多い例では500kg／ムー(749.6kg／10a)に達する例も見られる。試験結果では43kg／ムー(64.47kg／10a)の収量増産の結果もある。

受託料金は20元／ムー(449.8円／10a)、作業能率は5~6ムー／h(33.35~40.02a／h)である。

#### 4) トウモロコシの残稈土壌還元機械

これまで、トウモロコシの稈は乾燥して燃料やわずかに家畜の飼料として使われていた。最近まで廃棄物として燃やしていたが現在では政府の規制により燃やせないようになった。この機械は稈を粉碎して土中に還元する機械である。機械は、図3に示すようにフレイルタイプのロータリ様の作業機械である。1996年に陝西省の中では一番早く3台導入され、25の村において総面積2000ムー(133.4ha)で使われた。1998年には30台となり、作業面積は20000ムー(1334ha)に伸び80の村で使用された。2002年には109台の普及台数となり、総作業面積は3.8万ムー(2534.6ha)に拡大している。価格は当初8000元(12万円)だったが、最近は4000~5000元(6~7.5万円)に下がってきた。能率は3~5ムー／h(20.01~33.35a／h)である。

受託料金は20元／ムー(200.1円／10a)で、所用動力が大きいことが欠点である。

#### 5) トウモロコシ不耕起播種機の開発

小麦を地上40cmで高刈りを行い、茎を少し残しながら不耕起播種する機械の開発を行っている。この機械は小麦を刈取った後で、トウモロコシの種子を不耕起状態で播種するものである。耕うんしないで土を切削しながら播種する形式である。小麦の稈を圃場表面に残すので、

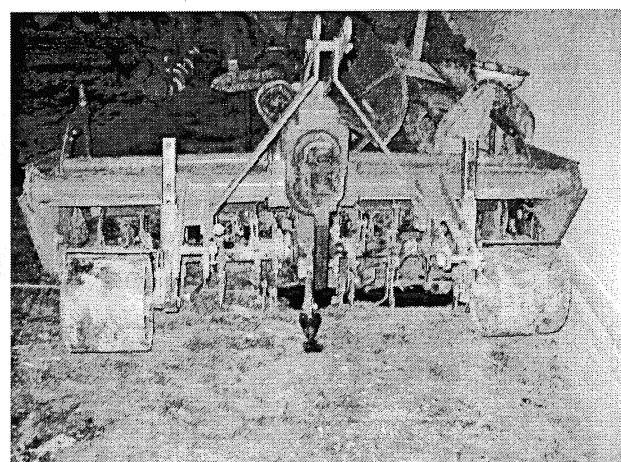


図3 トウモロコシ残稈土壌還元機械

雑草がある場合は農薬で処理し、雑草がない場合はそのまま播種する。播種日は慣行の栽培法よりも 3~5 日早くなった。慣行作業では小麦収穫後一旦耕うんしていたのでトウモロコシの収穫まで時間がかかったが、この機械を用いることにより小麦の収穫後すぐに播種できるようになったので、現場では重宝されているようであった(図 4)。また、慣行では地区の全農家が刈り終わってから小麦の稈を燃やしていたが、稈を燃やすくなつたので環境に対しても負荷が少なくなった。トウモロコシの苗立ちも良く、良好に成長している。高刈りした稈による太陽光の陰の影響は見られない。作業時間が短縮されたこと、稈を残すことにより地面が露出することもなくなりたので、雑草も出にくくなり土壤の流出もなくなるなどのメリットがある。小麦の残稈はトウモロコシの収穫まで圃場に残し、小麦の播種時に両方の稈を粉碎して土壤に埋設する。

請負料金は 2) で示した通りである。作業能率は 6 ムー／h (40.02a／10a) 以上である。価格は 50PS 用が 2300 元 (3.45 万円)、小型トラクタ用が 900 元 (1.35 万円) で購入時は、50PS 用には 500 元 (7500 円) の補助、小型トラクタ用には 300 元 (4500 円) の補助が政府から出る。現在の普及台数は 255 台であり、この地域で 3.8 万ムー (2534.6ha) の面積を作業している。ただし、機械を持っているものは請負をしており、他の地区でもやっている可能性がある。また、外部から作業受託に来ている場合もある。なお、2) と 3) および 2) と 5) で説明した機械は一緒に組み作業をする。

#### 6) 小麦と水稻両用収穫用コンバインの導入。

西安市では 1 台、陝西省では 2 台のヤンマー農機製の自脱コンバインが導入されている(図 5)。市場ではヤンマー農機とクボタのコンバインが販売されている。夏は小麦の収穫、秋は水稻の収穫に用いて 265 時間の使用時間であった(訪問したときにちょうど清掃をしていた)。陝西省では南部と西安市近郊の渭川の周辺で水稻が栽培されており、省全体では 200 万ムー (13.34 万 ha) の栽培面積がある。従って、1000~2000 台の稻用コンバインが必

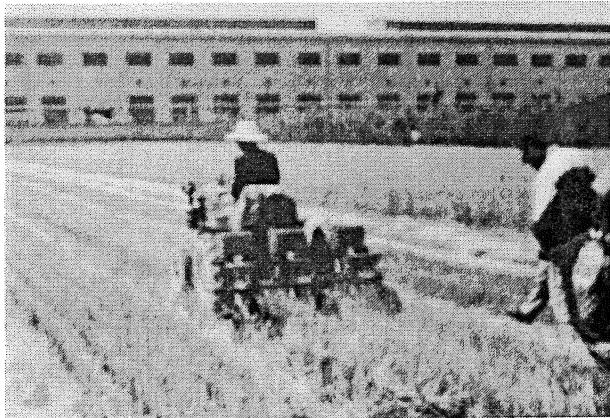


図 4 トウモロコシの不耕起播種機

要とされているが、現在水稻の収穫は手作業で行っている。自脱コンバインは、運転・修理も簡単で、特に修理時はすぐ機体を開けることができ、運転もレバー一本で操作することができてオペレータの評判はよい。また、刈取り・脱穀の損失も少ない。脱穀した穀類は他の中国製の機械よりも夾雜物の混入も少なく満足のいく仕上がりである。刈稈も列状になって置いておけるので回収しやすい。特に、稻藁はハウスのシート用に使うが、中国製のコンバインでは藁を回収できない。他方、日本製のものは藁をばら撒きしないので重宝しているとの評であった。

問題点は価格である。このステーションで導入しているコンバインは 4 条刈り袋詰めタイプであるが、23 万元 (345 万円) するので、10 年たっても投資が回収できないであろう。また、中国製のコンバインに比較して、能率も低い。現在のところ、農民には評判がよいが経営者には受け入れられないと考えられる。中国製のコンバインは 6~8 万元 (90 万円~120 万円) であり、投資は 2~3 年くらいで回収できることを考えると、納得せざるを得ない。日本製は中国製コンバインを 4 台購入できる価格である。日本製では 1.1~1.2 万元 (16.5 万円~18.0 万円) しか収入を得ることができない。このうち半分以上は燃料代と人件費に消える。経営的には中国産コンバインが受け入れられるが、ロスが多いのが欠点である。自脱コンバインの受託料金は、60~70 元／ムー (1349 円~1574 円／10a) であり、現在のところ収益にならない状態である。

#### 5. 現地農家の視察

2004 年 7 月 12 日~13 日の両日、西安市から北へ 155 km に位置する旬邑県を訪問し、現地の農業の視察を行ってきた。旬邑県の人口は 27 万人である。主要作物では、リンゴの面積が一番多い。タバコ、トウモロコシ、小麦、ジャガイモ、紅茶などを主に出荷している。海拔は 1000~1300m で、所によっては 1700~1800m と高い。リンゴ



図 5 点検修理中の自脱コンバイン

園は約 30 万ムー（2 万 ha）を擁し、リンゴ農家の年収は 900 元（13500 円）／人で、年収が 1 万元（15 万円）以上の農家も 10% 程度いる。リンゴ栽培では、生態農業を心がけており、年間 5～6 回、県全体で一斉に薬剤を散布する。リンゴの品種は、赤フジ、秦冠、納金、新紅星などがある。

果樹栽培の機械化は、あまりなされていないが、防除は農地の外で 3 輪車に搭載する形式の手押しのポンプ（昔の消防ポンプのようなもので、2 人で柄を交互に押し下げるタイプ）で薬液を噴霧器に供給している。現地訪問したリンゴ園の樹間と列間は 3×3 または 3×4m であり（日本では以前は 2×4m、最近は 3×5m）、60 株／ムー（約 90 本／10a）とするのが一般的である。溝切りと堆肥散布は手作業で行っている。

小麦の作業はほとんどが機械化されている。機械を持っている人（農家とは限らない）と持っていない農家があり、請負作業をしている。トラクタは 50PS 級と 15～18PS の小型の 2 種類が普及している。大型トラクタでは、3 連プラウを引き、1 連当たりの耕幅は 21cm、耕深は 25cm とする。小型トラクタは 2 連プラウをけん引している。収穫は自走式コンバインで行い、刈り幅は 2.0～2.5m が多い。脱穀部への投入流量は 2.0～2.5kg/sec である。小麦の収量は平年作で 250kg／ムー（約 375kg／10a）であるが、今年は豊作で 400kg／ムー（約 600kg／10a）であった。播種機は溝式の同時施肥機能付きで、条播している。50PS 級トラクタでは 14～16 条、15～18PS 級トラクタでは 7 条を播種し、条間は 15cm とする。

トウモロコシの場合は、条間は様々で、この辺では 50～60cm である。楊凌近郊（西北農林科技大学の所在地）では、通常 40cm としているが地力に応じて 20cm にするところもある。耕うんは殆どがロータリで行い、マルチ栽培している。この辺りでは、1) マルチ施用同時播種、2) マルチに穴を開けて播種、3) マルチの近くに播種するタイプの 3 つがある。ジャガイモやタバコもマルチ栽培をする。ただし、小麦の場合はマルチの両側に播種

する。これは、雨水を株元に導くためのものであり、多雨な日本ではあまり見られない方式である。

マルチは手で回収しており、地表部の大部分は回収できるが、土中に残留するものも少なからずある。中国製のマルチフィルムは日本製のフィルムの約半分の厚さで、圃場にある時間が長くなるほど劣化し回収が難しくなり、環境問題になっている。生分解性のマルチは高額で使っていない。施肥量は 1 ムー当たり窒素とリンが各 50kg、カリウムはほとんど使わないが、土中には少なくなっている。果樹には NPK を複合した化成肥料を使っている。農家は土の肥効をあまり気にしていないので、土中の有機物が少なくなってきた。農産物の加工はほとんど機械で行っている。

耕地面積は 1.7～1.8 ムー（11.3a～12.0a）／1 農民配分されたので、1 農家（5～6 人）当たり 10 ムー（66.7a）／1 の耕地所有面積となる。30 年前、当時 1 農家に何人いたかで耕地面積の配分が決まった。図 6 は現地農家を視察したときのもので、降水量の少ない同地域では、図にあるように灌水用のタンクを 4 輪トレーラに積載し圃場までけん引し、スイカ等の作物に灌溉していた。図 7



図 7 マルチ栽培しているスイカ畠

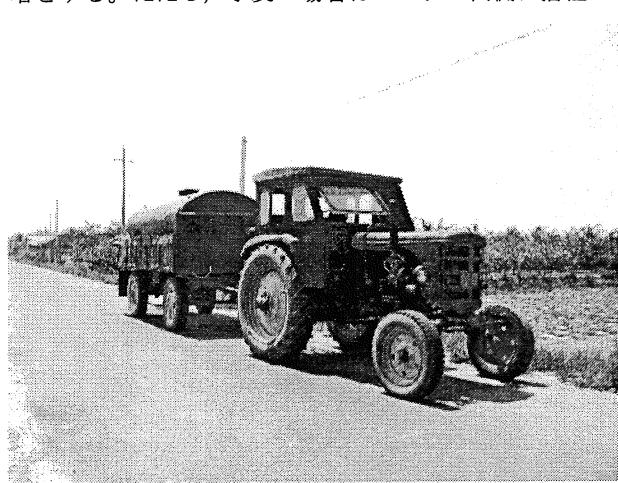


図 6 灌水用タンクをけん引するトラクタ

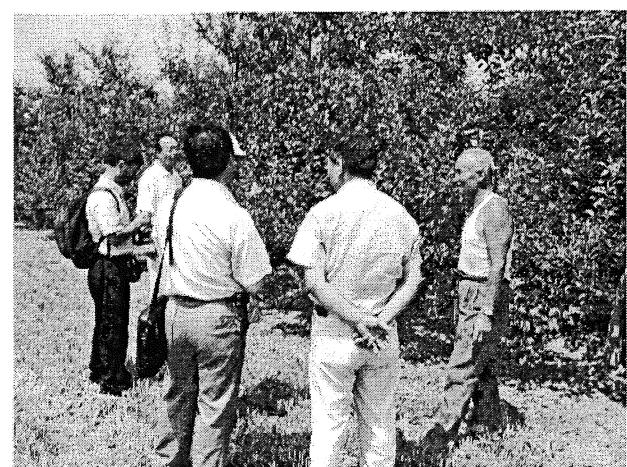


図 8 果樹園

はマルチ栽培しているスイカ畑で、灌水タンクからホースを伸ばして灌水している。ただし、この農家のスイカは豚の飼料用に作っているとのことだった。同農家のリンゴも生産しているが(図 8)、フジの収量は 300kg/ムー (=450kg/10a) で、高級品は 2 元(30 円)/kg で売買されている。樹間×列間は前述した通りであるが、樹高は 3m 程度に押さえていた。この農家は、4 ムー(26.68a) のリンゴ園を 5 人で管理している。リンゴは栽培技術が確立されており、良く稔るようである。リンゴ農家の中には、300 ムー(20ha) の樹園地を持ち、年収が 700~800 万円の農家もいるとのことだった。

## 6. 機械化上の問題点

政府としての問題点はとしては、農業機械・技術の普及ステーションは、県や郷まであるが、農家の教育の程度が高くないことや普及する人の程度が農業者と同じような場合もあり、広く新しい技術を普及させることに対して難しい問題を抱えている。機械が故障しても修理もできない場合もある。

コンバイン・トラクタの運転については、各県の農業機械化学校で操縦法を教えているが、そこに行かない人も多い。特に農用自動車が問題で、時間と資金の問題から、農業者はそのような学校に入りたくないのが実態である。最近農用の 3 輪・4 輪自動車の交通事故が多くなっており、特に、陝西省北部は道路事情が悪いので事故が多発していることが挙げられていた。政府に登録していない車は都市には入れないが、登録していない車が 2/3 に達しており、農業者は農村部で使用する分には登録しなくても良いという認識である。政策として、1.5 件/1000 台の事故率になると市長などが罰せられることになっている。また、事故率が一定程度を越えたら政府と省との協議がある。

西安市未央区では、日本と同様ではあるが、農作業受委託上の問題点として、農家は能率が高く安い受託料を望み、機械の所有者は能率の良い機械を望んでいる。機械そのものの問題点として、施肥播種機では、粉剤の肥料のブリッジ問題がある。粒剤は尿素などであるが、価格が高いので浸透していない。また、種子落下用ホースのつまりなども挙げられている。

旬邑県では台地の上に圃場があり、道路もあまりよく整備されていないので農産物の輸送がネックになっている。1 気筒のディーゼルエンジンを搭載した 3 輪車が、黒煙を吐きながらあえぐように登坂している姿を多数目撃した。国道レベルでも道路に大きな穴がある箇所も多數見受けられ、今後の自動車の更なる普及を考えると、道路整備は大きな課題となると思われる。

## 7. おわりに

経済成長の著しい中国であるが、今後の農産物のスマートな流通を図るには、道路網の整備が大きな課題になると思われる。また、各種農業機械の普及についても、トラクタ、コンバイン以外の作業機の開発・普及も徐々に進んでくると思われるが、農村人口が 75%ともいわれ、特に西安近郊の農家 1 戸当たりの耕地面積は少ないので、日本のような農業機械化とは異なった進展をするのではないかと思われる。

日中の間には、農産物輸入や ODA 等に関する問題点も指摘されているが、今後大学サイドとしては人的交流を通して益々学術交流を図って行く必要があると考えている。

最後に、派遣を援助して頂いた日本学術振興会および関係各位に深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 陝西省農業機械管理局 : 2001 年省農機管理局農機化管理統計年報, 1-9, 2002
- 2) 西安市未央区農機管理ステーション:未央区農機基本状況, 1-5, 2003
- 3) 山本義輝:海外における農業機械化事情(1), 農機誌, 一中国(前編) -, 61(6), 3-13, 1999
- 4) 山本義輝:海外における農業機械化事情(2) 一中国(後編) -, 農機誌, 62(2), 4-13, 2000
- 5) 白石和良:中国農業必携, 農文協, 555-557, 1997
- 6) <http://www.cjsme.com/china/general/shanxi.htm>
- 7) [http://ghjh.mwr.gov.cn/fensheng/detail\\_1\\_2001.asp](http://ghjh.mwr.gov.cn/fensheng/detail_1_2001.asp)





## &lt;シンポジウム報告&gt;

平成16年度のシンポジウムは東北農業試験研究推進会議作業技術部会と共同で開催した。テーマは「自然エネルギーを利用した農業の事例研究」で、3名の方々に講演していただいた。参加人数は約60名であった。講演の後、総合討議が行われ、活発な意見が交わされた。

シンポジウムテーマ 「自然エネルギーを利用した農業の事例研究」

講演課題1 : 温泉熱活用による大規模ハウス農業

講師 : 小堀博文氏 (小堀農園)

講演課題2 : クリーンエネルギーを利用した農業

講師 : 島谷宏昭氏 (青森県立柏木農業高等学校 教諭)

講演課題3 : 地中熱と風力を利用した施設園芸システムの紹介

講師 : 柚植英夫氏 (青森県農林総合研究センター 技師)

座長 : 張樹槐 (弘前大学 農学生命科学部 助教授)

総合討議司会 : 屋代幹雄 (東北農業研究センター野菜花き部 野菜花き作業技術研究室長)

日時 : 2004年8月18日 (水) 15:00~17:00

場所 : 弘前大学農学生命科学部 (青森県弘前市)

## ----- 講演資料 -----

## 講演課題1

## 温泉熱活用による大規模ハウス農業

～弘前市川合 小堀農園～

小堀博文

## 1 生産者の概要

## (1) 労働力

家族	5人 (父、母、本人、弟、弟の妻) ●役割分担 父 (小堀 松雄) : 経営全般 本人 (小堀 博文) : 作付計画、肥培管理
雇用	常雇用: 7人、臨時雇用: 13人



父 (小堀 松雄)

## (2) 経営面積と総販売額

	所有地	借入地	計	総販売額等
水田	3.1ha	0.5ha	3.6ha	約9千万円
原野	1.2		1.2	育苗用床土採取用 (岩木山麓)

## (3) 栽培状況 (全て転作地)

パイプ ハウス	敷地面積: 24, 000 m <sup>2</sup> 実栽培面積: 17, 830 m <sup>2</sup> (21棟) その他の面積: 1, 525 m <sup>2</sup> (10棟・倉庫、土置き場に利用) ハウス面積合計 19, 355 m <sup>2</sup> (31棟)
露地野菜	12, 000 m <sup>2</sup> (白菜、デントコーン等)

## 2 経営発展の経緯

## (1) 就農とハウス建設

父の小堀松雄が、昭和31年に農業高校を卒業とともに就農。昭和37年に農業後継者育成資金(40万円)を借り60坪のハウスを4棟建て野菜作りを開始した。

## (2) 規模拡大とメロン苗の受託生産

生産・販売は順調で、借入金は2年で返済、その後は自己資金を主体にハウスを増設・拡大し、現在の実ハウス栽培面積17, 830 m<sup>2</sup>・21棟で野菜苗(地元市場からの委託生産「つがりあんメロン」、その他

30種類・計80万本)と花苗(40種類・計10万本)を中心に生産・販売し、津軽・下北一円及び秋田県北部地域の野菜栽培安定生産の一翼を担っている。

## (3) 冬の農業への取り組みと温泉の掘削

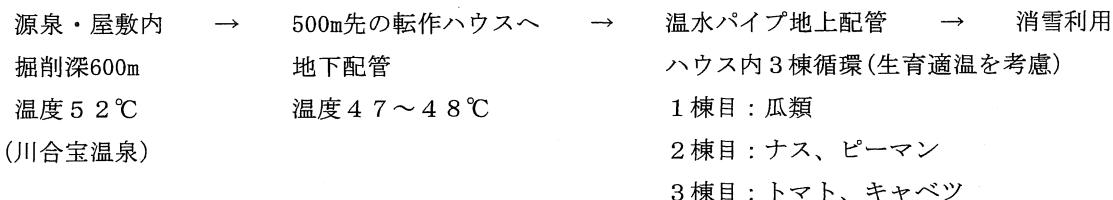
昭和30~40年代にかけての冬期間葉物は高価格で取り引きされていたが、除雪や保温に多大の労力とコストがかかることから、温泉を掘ることに決め昭和53年12月掘削を開始し、翌年3月に湧出し(深さ600m・温度52℃の単純泉・自己資金1, 500万円)、現在はハウスの保温と消雪にフルに活用している。

## 3 ハウス栽培体系

月	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
苗の販売	◎—◎ 花は種				◎野菜・花は種◎				△—育苗—△ 野菜・花苗販売			
冬の野菜	◎—葉菜類は種——◎ 葉菜類収穫・販売								後片づけ 土づくり 育苗土等準備			

## 4 温泉の利用体系

## (1) 育苗栽培関係



## (2) 冬の野菜(葉菜類)栽培関係

マルチ下配管・春菊、オータムポエム、サニーレタス、ホウレンソウ他

## 5 今後の取組みの方向

## (1) パイプハウスから鉄骨ハウスへ

パイプハウスはどうしても台風に弱いことから(平成3年の台風で壊滅的被害)、更新時には鉄骨ハウス

を導入予定である。

## (2) 直売所を設置

地域の農家と共同で野菜と花の苗、さらに、収穫された野菜等の直売所設置(国道沿い)を考えており、現在、開店に向け準備中である。

## (3) 法人化の検討

事業の更なる発展と職員の安定雇用と福利厚生を考え、近々法人化への移行を検討中である。

## 講演課題2

## クリーンエネルギーを利用した農業

島谷宏昭

## 1. 本校の概要

本校のある平賀町は人口約22,000人、東に八甲田連邦、西に岩木山(津軽富士)を望む、りんごと稻作を中心とした農村地帯である。近年隣接する弘前市のベッドタウンとして発展してきている。

本校は、大正15年に創立以来、来年度創立80周年を迎える学校で、農業科学科、農業機械科、食品科学科、環境緑地科、生活科学科の5学科から成り、509名の生徒が学んでいる。

今年は、農業クラブ活動では測量競技部門が全国大会出場を決め、部活動ではウェイトリフティング部やボクシング部、なぎなた部がインターハイに出場した。

## 2. エネルギー教育実践校

平成15年に社会経済生産性本部エネルギー環境教育情報センターより、エネルギー教育実践校に選定された。これは経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業で、エネルギーと環境問題等を学校教育に取り入れるとともに、広く地域にもこの取り組みを知ってもらい、エネルギーと環境問題に対する意識を持つもらうことを目的としている。

## 3. 本校の取り組み

## (1) 平成15年度

風力発電で発生したエネルギーを冬のビニールハウス内で温床線の電源として利用したいと考えていたところ、株式会社フジタ技術センターより、101機の風力発電機(マイクロ風車)を無償貸与された。この風力発電機は直径50cm、重さ5kgで、風速10mで約30wを発電する発電機である。県が進めている「冬の農業推進事業」とも合致したことから、県の支援を受けながら

ら実施することになった。夏場は水耕栽培の養液循環用ポンプの電源として用いている。

その他、平賀町役場からの支援を受けて、雪冷熱エネルギー研究の一つとして雪室(正確には雪山)を作り、雪の保存実験をしている。また、本校の畑で生産されたひまわりから油を抽出して、燃焼試験を行った。

## (2) 平成16年度

今年6月、弘前大学理工学部より、高さ5.5m、風速10mで600wを発電できる風力発電機が移設された。これは弘前大学がエネルギー教育実践校を指導する立場である拠点大学となっていることから、支援を受けたものである。現在、畑の害虫防除を目的とした防蛾灯の電源として利用している。

現在は、太陽光発電装置の準備を進めており、ハウス内の誘蛾灯や電照栽培の電源として利用することになっている。

## 4. 今後の取り組み

この事業は、平成15年度より3ヶ年計画で進められるものであり、来年度がその最後である。来年度は当町に温泉が15ヶ所点在していることから、温泉熱を利用した農業を展開していきたいと考えている。隣町である大鰐町では、すでに温泉熱を利用したもやし栽培技術が確立されており、是非、本校でも地域の温泉を利用したいと考えている。

クリーンなエネルギーである自然エネルギーの利用方法は無限にあると考えられるが、設備投資がかかるという点で一般農家への普及はまだまだ難しいのが現状のようである。しかし、安価で手軽に利用する方法もたくさんあると考えられることから、今後はこの点を生徒と一緒に追及していきたい。

### 講演課題 3

## 地中熱と風力を利用した施設園芸システムの紹介

柘植英夫

### 1 研究のねらい

本県は東北を代表する野菜産地であり、施設栽培ではトマトなどの果菜類やほうれんそうなどの葉菜類を中心に順調に拡大している。しかし、これら施設の冬春期の利用に当たっては熱源の確保やそのコスト、また、冬期間にも有効活用できるような設備の充実・強化が課題とされている。このため、本事業において立地条件を十分に活かした自然エネルギー（地中熱・風力）の利用技術、適応作物の選定と高品質生産技術の確立等により施設利用を促進し、冬の農業を推進する。

### 2 地中熱を利用したハウス暖房システム

- ・地中熱とは、地下の比較的浅い深度に存在する15°C前後の熱のことで、当所には地中熱を取り出すため、深さ90mの井戸が8本、ハウスの横に埋設されており、井戸の中に挿入されたU字型熱交換チューブの中に不凍液を流通させることにより熱を地上に取り出す。
- ・取り出した熱は、ヒートポンプによって暖房に適した温度（40°C程度）まで上げられ、ハウス内に設置された送風機や地中に埋め込まれたパイプを通じて暖房に用いられる。
- ・このシステムのメリットは、使用する電力の3~5倍

（ヒートポンプの成績係数）の熱エネルギーが得られること、地下水を直接使う方式ではないので、地盤沈下など地下環境への負荷が小さいことが挙げられる。

### 3 風力を利用した補助光照射システム

- ・冬に吹く西寄りの強い風を利用して風力発電を行い、ハウス内で野菜の成長を促進するための照明用電源として使用する。
- ・風力発電機は最大出力10kW、オーストラリア製で、風速3m/sから発電を開始し、発電電力は蓄電池（バッテリー）を介し、パワーコンディショナによりハウス内で使用できるよう安定化された上で供給される。
- ・風車による発電量が照明に必要な電気量に満たないときは、商用の電力で貯い、必要量よりも多いときは、ハウス以外の砂丘研究部にある電気機器に使用される仕組み（系統連系）である。

### 4 今後の計画

今年度はほうれんそうや小松菜などの葉菜類を中心に、暖房および補助光照射の効果を確認し、来年度以降、栽培する品目を増やしていく予定である。コスト面での課題はあるが、将来の実用化に向けて試験データを収集していく方針である。

## &lt;海外報告&gt;

# 石河子大学との学術交流について —石河子地域における綿花栽培の現状—

武田純一\*

## Academic Exchange between Iwate University and Shiehezi University — Present State of Cotton Production in Shiehezi Region —

Jun-ichi TAKEDA

[Keywords] 石河子大学, 学術交流, 綿花栽培, 新疆ウイグル自治区

## 1. はじめに

岩手大学は、北京大学、石河子大学との3大学間学術交流協定書に2003年12月5日調印し、3大学間の本格的な学術交流を開始した。北京大学は既に1998年本学教育学部との学術交流協定を結んで相互に交流を開始していたが、中国西部大開発プロジェクトの1つとして新疆ウイグル自治区石河子大学との共同プロジェクトも実施していた。しかし、北京大学には農学部がないため、本学農学部に学術支援計画への参加を要請されたことが今回の調印の発端である。筆者は、2003年8月29日～9月5日および2004年9月26日～10月3日に同大学を訪問してきたので、同大学及び新疆ウイグル自治区の主要作物である綿花栽培の機械化について紹介する。

## 2. 石河子大学の概要と学術交流

石河子大学は新疆ウイグル自治区の首都ウルムチ市の西方約150kmの石河子市にある総合大学である。1994年に石河子医学院、石河子農学院、新疆生産建設兵团經濟專科学校、同師範專科学校が合併統合し、石河子総合大学になった。農学院等は1949年に創立され1999年に50周年を迎えた。現在は、経済貿易学院、商学院、政法学院、師範学院、体育学院、生物工程学院、信息工程学院、水利建筑工程学院、機械電気工程学院、食品工程学院、農学院、動物科技学院、医学院、藥学院、科技学院、成人教育学院、兵团經濟技術管理学院の17学院で構成されており、教員数は教授141名、助教授358名、講師401名、学生数は16,911名（うち社会人約4,000名）、大学生682名が在籍している。農業機械関係は機械電気工程学院に含まれており、以下の4つの学部専門分野がある。

- 1) 農業機械自動化・機械化（50年の歴史がある）
  - 2) 機械設備・製造と自動化
  - 3) 電気工程と自動化
  - 4) 工業工程（Industrial Engineering）
- また、農業機械科には修士課程があり、農業機械化と生産システムの自動化、機械化作業、設備設計とシステム等を中心に教育している。学生は全学年で1100名、授業料は3500元（52500円）／年、教職員は総勢80名で、

教員は40名である。本年の訪問時には同学院の研究室の建物と工作訓練センターが新築されていた。

実験室では、エンジン性能試験装置、棉やトウモロコシの茎の剪断試験装置、播種性能試験装置、購入したばかりの送風機性能試験装置などを見学した。別棟の工作室には旋盤やフライス盤があり、広いスペースの中で実習を行える環境が整っていた。また、大型のコンバインや他の農業機械も展示しており、中部の構造がよく観察

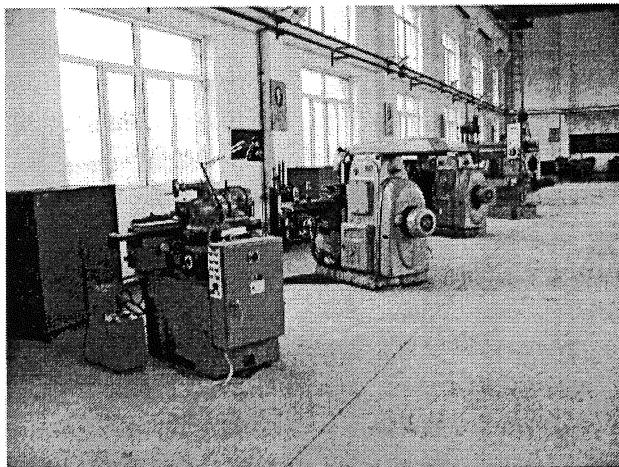


図1 工作訓練センター内部

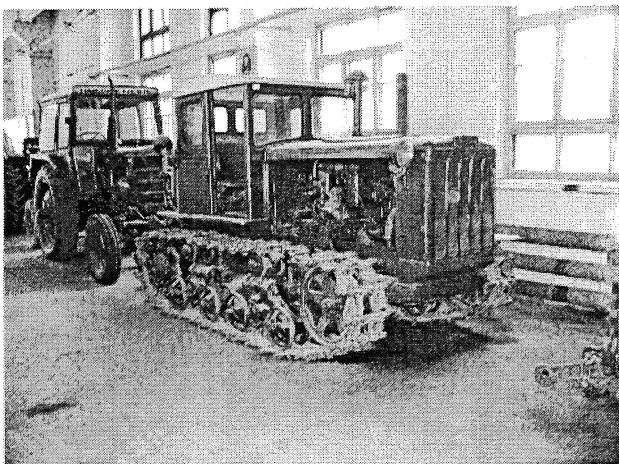


図2 実験室のトラクタ群

\*岩手大学農学部

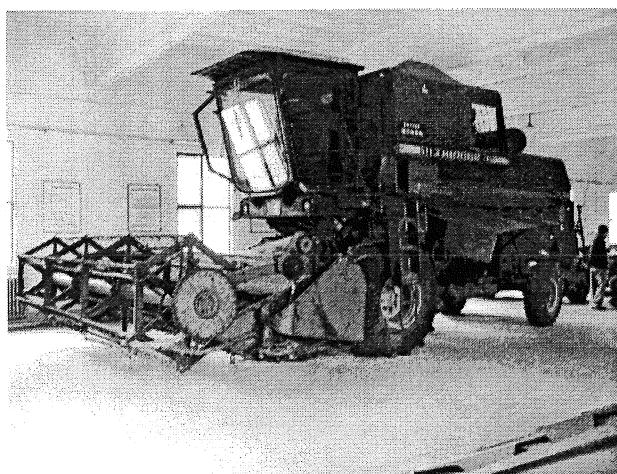


図3 コンバインの展示室

できるように配慮されていた。学院の建物の1階部分は、学生のための電気・電子系の実験実習装置やNC旋盤などがあり、充実した学生実験が行えるよう工夫されていた。

岩手大学農学部と同大学の学術交流については、果樹園芸研究室、獣医学科、リサイクル生物生産工学講座において実質的な交流を開始しているが、特に農業機械関係では、同地域の主要作物である棉の自動摘芯機械の開発や、畑作地で使用されているマルチ用資材の効率的な回収等について学術交流の依頼を受けたが、設備の関係で、超音波センサによる棉の自動摘芯機械の開発に昨年より着手して、本年の訪問時にその結果について報告してきた。なお、中国におけるマルチ資材の土中残留問題は環境問題の一環として各地で問題になっている。マルチ資材の利用については日本から導入した技術であるが、中国製のマルチ資材は日本で一般的に用いられている材料（厚さ33～35μm）の半分の厚さ（厚さ10～13μm）で、非常に破れやすく機械での回収が難しい。栽培面積が少ないのであれば人力での対応も考えられるが、石河子市周辺の棉花圃場は、1km×400mと広大で、人力による回収作業は困難を極めており、根系の発育阻害要素にもなっているとのことだった。

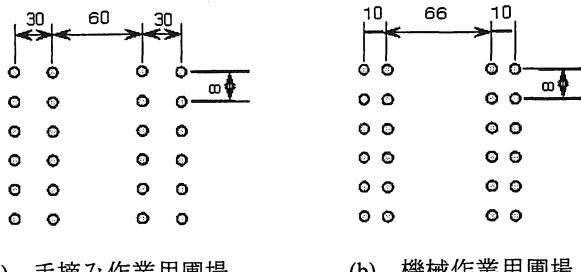
### 3. 石河子地域における棉花栽培について

新疆ウイグル自治区の棉花出荷量は、中国国内では第1位で、全国の1/3を生産している。石河子地域は、その生産の中心地ともなっている。耕起、播種、防除等は既に機械化されているが、収穫の多くは手作業で、9月下旬から10月中旬までの収穫期間は、他省からの出稼ぎ労働者が多数流入しているのが現状である。ただし、最近は必要な人数を確保できていない状態が続いている。品質は手摘みよりは落ちるもの、機械収穫の面積も徐々に増加しているようである。

手摘み作業を主体とする圃場と機械化作業を対象とする圃場では、図4(a)のように株間や畠間が異なる。機械作業用圃場の裁植様式は、トラクタや綿花収穫用コンバインの輪距に合わせていて、手作業用の圃場にも立ち寄ったが、棉の茎葉が通路を覆い60cmの株間でも歩くのに苦労する感じであった。一方、機械作業用圃場の方は、機械のタイヤ用の通路が広い代わりに、2列の畠同士の間隔が狭いため比較的歩きやすくなっていた。機械収穫する圃場は、図4(b)に示す通り株間は10cm程度で2列植え、畠間は66cmである。機械収穫で取り残した綿花は、後で人力収穫することだった。なお、綿花の収量は、平均1800kg/km<sup>2</sup>で、多いところは3000kg/km<sup>2</sup>にも達する。

棉栽培において、摘芯は収量増加のための重要な作業の1つである。草丈70cmが理想的な摘芯高さで、茎頂から5cm程度の部位を手作業で切断しているのが、現状である。裁植密度、雨量等の自然条件により生育状態はもちろん異なるが、着花数は1800花/1ムー（約27000花/ha）、7～8花/1株を標準とし、現在は株間と畠間を狭くして、沢山の花を付けるようにしている。ただし15ムー=1ha、1ムー=667m<sup>2</sup>である。稈長が低いほど蕾が出来て収量が上がり、また、無霜期が短いほど、且つ積算温度が3500度有れば高品質の綿花が収穫できるそうである。

摘芯時期は6月末から7月中旬頃までであるが、7月10日前後が最も適している。棉の生長が同じであれば機



(a) 手摘み作業用圃場

(b) 機械作業用圃場

図4 棉花の裁植様式（単位：cm）

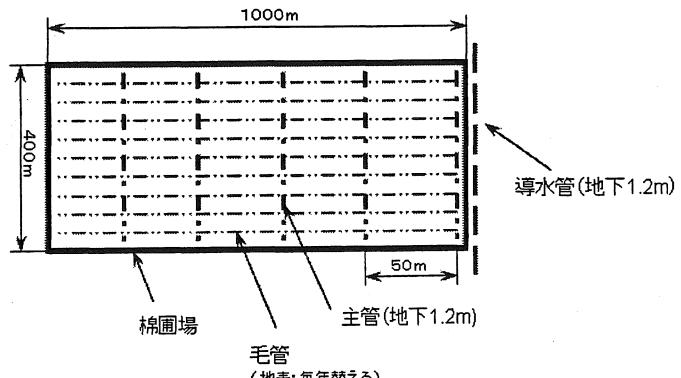


図5 棉圃場の灌漑設備の模式図

械にとっても都合が良いが、茎の高さは株ごとに大きく異なるので、茎頂をセンシングし自動的に摘芯出来るような作業機械の開発をしたいとのことだった。なお、米国で行われているような、薬剤による処理が一番望ましいのではないかと質問したが、農薬で摘芯する方法も同時に並行的に検討しているが、まだ良い結果は得られておらず満足はしていない。草丈の小さいときに薬剤を散布しているが、農薬使用の規制はあるとの回答だった。また、草丈が大きくなつてから散布すると蕾が出来ず生長量が大きいと効果が低下することだった。

石河子大学では、図 6 のようなマニュアル式の棉の摘芯作業機を開発している。この作業機は、狭い 2 列の棉列ごとに分草装置で分離し、後部の切断ディスクで茎頂を切除する機構になっているが、オペレータが棉の生育高さに応じて作業機を上下するので、制御が大変であり自動化したいとのことだった。

その他の棉作用機械としては、播種機、中耕除草機、防除機、残稈処理機などを用いる。播種機は、1200m 播種できる程度の種子ホッパを有している(図 7)。12 畝用の播種機の価格は、1.36 万元／台(約 20 万円)。マルチフィルムの施用面積は 7 ムー(約 47a)／ロールで、重量は 22kg／ロールである。また、作業速度は 3km／h(0.83m／s) である。防除については、散布幅 12m の防除機を用いており、800m は防除できる。棉の残稈処理機は大学で開発した機械で、2 枚の固定刃と 2 枚の回転刃で構成されている。刃の両端の直径は 1.8m、1200rpm で回転する。その他、中耕機なども使用されている。

## 6. 綿花栽培圃場の視察

2004 年 9 月 29 日に、143 兵団及び 132 兵団の棉花圃場の見学を行った。兵団は日本における屯田兵のような役割を果たしたようである。気温 3~18 度で朝方は寒かったが、日中は日が差すと過ごしやすい気候であった。石河子大学を 9 時 30 分に出発し、石河子市の西隣の沙湾県を西進してほぼ 2 時間車に揺られ、まず初めに 143 兵団の節水灌漑設備の見学を行った。棉畠の水は天山山脈からの水系を利用し、人工的な水路によって灌漑を行うが、水自体に小石やその他の夾雑物が混入しているので、濾過施設(図 8)で濾過してから圃場内の灌水パイプに供給している(図 5)。この施設のおかげで、従来法の 1/6 に節水することが可能になった。普通はマルチフィルムの下に灌水パイプを通して、棉畠に灌水するが、観察してみるとマルチフィルムのない所に灌水チューブを通しているところもあった。

灌水は生长期間中 4 回のみ行っている。図 5 に示したように毛管と太いパイプとの組み合わせにより圃場に灌水するようにしている。新疆全体での灌漑面積は 600 万ムー(約 40 万 ha) で、1600 万ムー(約 107 万 ha) は普通に水を灌漑するタイプである。ただし、この場合パイ

プ灌漑の 6 倍の水が必要であるし、標高の高いところには灌漑設備がないようである。なお、棉畠は 1km × 400m が標準サイズであり、日本人にはかなり広く感じ、アメリカの圃場を思い出してしまった。石河子市では 200 万ムー(13.3 万 ha) が綿畠になっているようである。

綿花の収穫能率は、人力だと 100kg／日、平均収量は

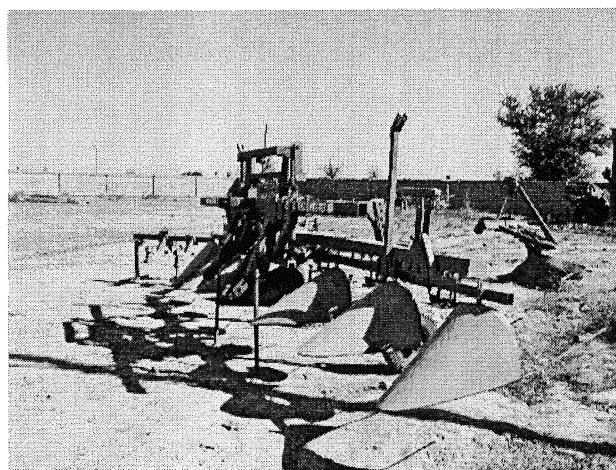


図 6 棉茎頂摘芯用作業機

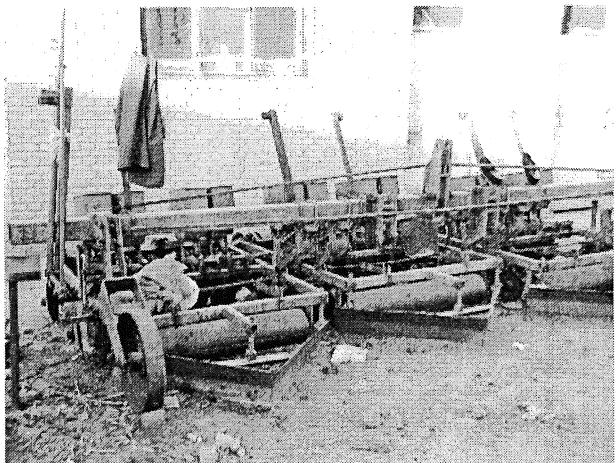


図 7 棉用播種機



図 8 灌溉水濾過施設

300kg／ムー（約 450kg／10a）なので、1 ムー収穫するのに 3 日かかることになる（=約 2.2a／日）。実際は 5～10 数人で 1 つの畑を収穫しているようであった。

一方、機械収穫の場合は、図 9 のような綿花収穫用コンバイン（型式：JD9976）を米国から輸入して作業に供している兵团もあり、価格は 230 万元（3450 万円）と高額ではあるが、250 ムー／日（16.7ha／日）収穫できる（人力の約 750 倍）ので、重宝しているようである。作業速度は 8km／h(2.2m／s) である。この機械では、94% は収穫できるが収穫できない綿花は、後で手作業にて収穫することであった。収穫後は綿花をトレーラ（8～10t 積載／1 台）に移し替え、綿花集出荷場へと運び、種子と夾雜物を選別し、圧縮梱包して出荷する。図 10 に示すような中国製の収穫機もあるが、米国製と比べると性能面で劣るとのことだった。

綿花の収穫では、1 回目の収穫をしてから 10 日以上後に 2 回目の収穫を行う。この間はじけていない蕾がはじけて、新しい綿花が収穫出来るそうである。また、霜が降ると蕾がはじけないので、降霜のあるときは 2 回目以

降の収穫はできない。綿花収穫時に畑に入るには、頭髪が綿花に混入しないように帽子をかぶっている必要がある。頭髪が入っている綿は値段が下がるので、注意しているようである。

綿花摘みの労賃は 60 万元／5000 ムー（2.7 万円／ha）0.7 元／1km で、30km を摘んで 18 元程度になる。毎年河南省や四川省から約 50 万人の季節労働者が専用列車で入省するが、6 万人の労働力が不足しているようである。なお、機械収穫の場合の請負料金は 0.48 元／kg である。

農民 1 人当たりの耕地面積は 10 数ムー（約 67a 以上）で、訪問した兵团では兵团が土地を管理しているが、別の兵团では農民が自分の土地を管理している例もあるそうである。現在土地は余っているので好きなだけ耕作できる状態である。100～200 ムーの耕地を所有している棉栽培農家の純収入は、7～8 万元（105 万円～120 万円）／年である。ちなみに、大学教員の収入は、月収 3000 元（4.5 万円）、年収は約 4 万元（60 万円）である。

前述したように棉の茎稈は、綿花を収穫後に残稈処理機（ブッシュカッター）で粉碎した後で、1 回耕耘して土壤に鋤込んでいる。その後、春の播種前にロータリをかける。棉のマルチフィルムは、7 月の摘芯前に人手で取ることだったが、人手のないところは秋まで圃場にそのままにして、耕起され土壤に混入されるケースもある。石河子大学でもマルチフィルム回収用作業機を開発したが、全面的に使われているようではなかった。摘芯高さは 70cm で、茎頂から 5cm のところで切断するのが理想である。人間が摘芯するときは、10 ムー（67a）／日の作業能率である。機械で摘芯する場合は、作業速度はゆっくりでも作業幅が大きい方が望ましい。鋼線を使って茎頂を切断することも可能であろう。茎頂の切断部は、茎の一番上の対になった葉の真下を切っても収量に影響はなく、むしろ風が通って収量が上がる傾向にあるという実験結果も得ているが、農家はこれらの葉を切るのをいやがっているという。切断刃はディスク直径が 40cm、刃は 2 枚対になって装着されていて両側の刃の先端から先端までは 50cm、すなわち刃の長さは 5cm である。機械での茎頂切断は 2 列一緒に 12 列切断できる構造になっていた。

## 7. おわりに

2 年にわたって訪問した、石河子大学と周辺地域の棉栽培の状況についてまとめた。盛岡から往復 4 日という遠い地で文化や農業形態の違いもあるが、熱烈歓迎していただいた。今後とも学術交流や人的交流を通してお互いの交流が深まるることを願っている。

最後に、派遣をサポートして頂いた大学当局に深く感謝の意を表します。

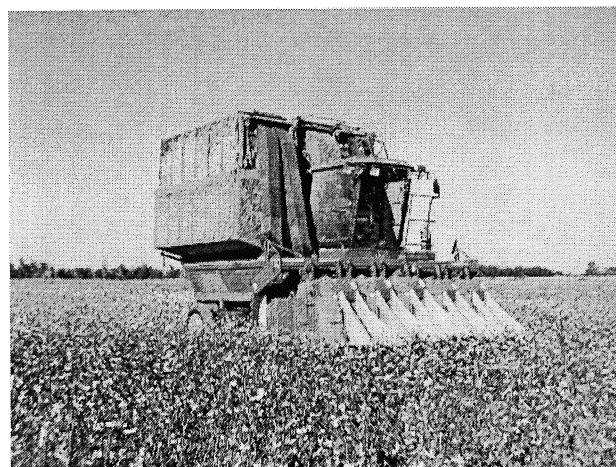


図 9 米国製綿花収穫機



図 10 中國製綿花収穫機

## &lt;東北若手の会報告&gt;

## 第 15 回東北若手の会 in Aomori-Kanagi の報告

西脇 健太郎 (東北農業研究センター)

Kentaro NISHIWAKI (Nat. Agric. Res. Center for Tohoku Region)

## I プログラム

開催日時 平成 16 年 8 月 17 日 (火) ~18 日 (水)  
 開催場所 弘前大学金木農場 (青森県金木町)  
 宿泊場所 "  
 参加人数 12 名

8 月 17 日 (火)

- 基礎講座 I  
植物一濾材系水質浄化法  
秋田県立大学生物資源科学部・中野芳雄先生
- 基礎講座 II  
エダマメの機械化栽培と作業の評価法  
秋田県農業試験場・片平光彦先生
- 講演 I  
秋田県における水稻直播栽培の現状と課題  
秋田県農業試験場・若松一幸先生
- 講演 II  
環境保全型農業及び省エネルギー稲作の促進  
弘前大学・工藤啓一先生
- 研究発表 I クローラ型農用車両のファジイ制御による自動走行  
岩手大学農学部 斎藤 雅憲
- 研究発表 II  
三次元画像によるリンゴ果実の形状評価法  
弘前大学農学生命科学部 上野有穂
- 研究発表 III  
2 台のデジタルカメラを用いたデントコーンのリモートセンシング  
北里大学獣医畜产学部 坂場大樹

- 研究発表 IV  
衛星リモートセンシングによる草地の生産管理 (第 1 報)  
-正規化植生指数から見た草地利用形態の特徴-  
北里大学獣医畜产学部 大堀 有哉
- 懇親会、来年の打ち合わせなど。  
来年の若手の会も支部会に合わせて岩手県で開催される事を確認した。

8 月 18 日 (水)  
 支部会場 (弘前大学) へ向けて移動

## II 基礎講座の内容紹介

- 植物一濾材系水質浄化法  
中野芳雄先生 (秋田県立大学生物資源科学部)
- エダマメの機械化栽培と作業の評価法  
片平光彦先生 (秋田県農業試験場)  
中野先生からは、濾剤に吸着させた排水中の肥料成分を濾剤に植え付けた植物で吸収するバイオジオフィルターについてその研究例を交えながらのわかりやすい説明がありました。片平先生からは、枝豆栽培で問題になっている転換畠の排水対策、栽培の作業体系、経営的評価法および作業姿勢評価法についての説明がありました。

## III 講演の内容紹介

- 秋田県における水稻直播栽培の現状と課題 若松一幸先生 (秋田県農業試験場)
- 環境保全型農業及び省エネルギー稲作の促進 工藤啓一先生 (弘前大学)  
若松先生からは稲の直播栽培について、複雑でわかりにくい多種多様な栽培方法の言葉の定義から、それぞれの特徴、栽培の現状と課題までわかりやすい説明がありました。工藤先生からは稲の不耕起栽培について機械の走行抵抗が減ることによる CO<sub>2</sub> 排出量削減効果と有機物が土壤中にすき込まれない事によるメタンフラックスの発生量低減効果について研究経験をもとにした説明がありました。

## IV 感想

例年 2 泊 3 日の日程で開催していますが、本年度は遊びの部分を減らし勉強部分に特化することで、1 泊 2 日へとコンパクトにすることを試みました。これによって、例年より多くの参加者を期待したわけですが…ふたを開けてみれば、参加者 12 名と例年の水準を下回る残念な結果となりました。

この結果を私なりに分析するに、① (場所) 開催地が青森県の北部であったため、東北南部からの参加が日程的に厳しかった。② (日程) 支部会前に開催したため、お盆後半と重なり、家庭の都合などで参加できなかった。③ (活性) 若手の会に魅力がなくなってきた。以上の 3 点を考えられました。

①場所については、支部大会に合わせて若手の会を開催する関係上、どうしようもないかもしれません。②日程については、支部大会前にこだわらずに支部大会後、もしくは全く違った日程でも良かったかもしれません。いずれにせよ、お盆期間中での若手の会開催は、現地でセッティングをしてくださった方々に大変な苦労をおかけしましたし、講師および参加者のみなさんにも大きな負担を掛けてしまったかと思います。③活性に関してですが、ここ数年の傾向として話を聞く側が受け身になってしまっている気がします。若手の会の魅力的なところは、講義途中の質問と議論と脱線 (!) なのですから、参加者全員がもっと積極的に議論できるような工夫を会員みんなで作らないといけないと感じました。さらに、内容や日程についても今までの形にムリにこだわることなく、臨機応変に対応していく必要があるかもしれません。

## V その他

東北若手の会ホームページのアドレス以下の様に変わりました。

<http://www.jsam-tohoku.org/~twakate/>

## VI 謝辞

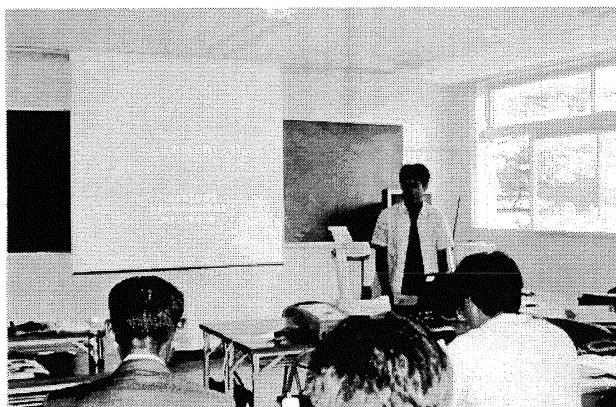
今年度の東北若手の会 in Aomori-Kanagi の開催にあた

り、会場・宿泊・使用機器などについて全面的にお世話していただいた弘前大学の張先生には心から御礼申し上げます。

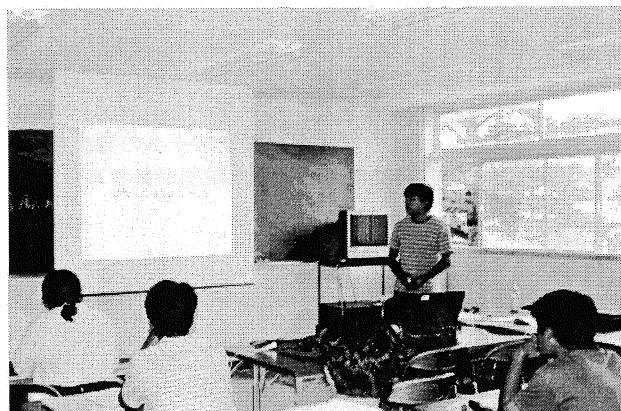
また、日ごろから本会の活動に対し、ご助成ならびにご理解頂いています農業機械学会東北支部の関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

#### 東北若手の会

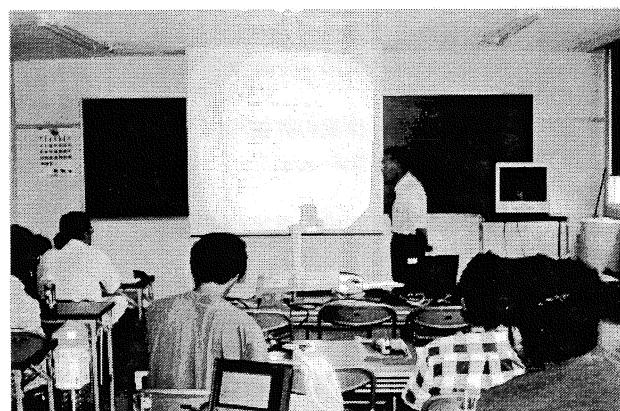
会長： 小出章二（岩手大学農学部）  
世話役： 片平光彦（秋田県農業試験場）  
西脇健太郎（東北農業研究センター）



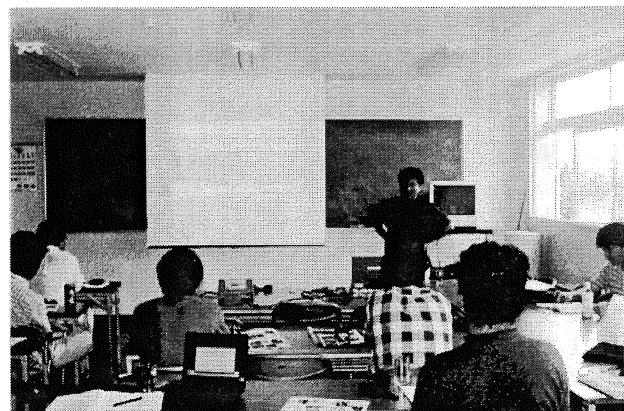
講演 I ・ 若松先生



基礎講座 I ・ 中野先生



講演 II ・ 工藤先生



基礎講座 II ・ 片平先生



勉強会の後の焼き肉