

平成18年度  
海外技術調査報告

平成19年3月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
生物系特定産業技術研究支援センター  
農業機械化研究所

## ま え が き

生物系特定産業技術研究支援センター（略称 生研センター）は、基礎的研究業務、民間研究促進業務と農業機械化促進業務の3つの柱で構成されています。

そのうち、農業機械化促進業務では、①生産性向上による農業構造改革の加速化に寄与する農業機械・装置等の開発、②消費者ニーズに対応した農畜産物の供給に寄与する農業機械・装置等の開発、③環境負荷低減に寄与する農業機械・装置等の開発、④循環型社会の形成に寄与する農業機械・装置等の開発、⑤IT、ロボット技術を活用した革新的な農業機械・装置等の開発、⑥農作業の安全性の向上、軽労化等に寄与する農業機械・装置等及び計測評価手法の開発の6つの柱を中心に研究を進めています。

これら革新的技術の開発へ取り組むのに当たり、先進的な農業技術情報を広く収集する目的で職員を海外に派遣しています。本報告は、平成18年度に実施した海外技術調査等の結果を取りまとめたものです。関係各位の参考になることを願います。

平成19年3月

生物系特定産業技術研究支援センター  
農 業 機 械 化 研 究 所

## 目 次

|  |    |
|--|----|
| 1. 米国における精密農業関連技術に関する調査 .....                            | 1  |
| 生産システム研究部 紺屋秀之   |    |
| 2. 穀物収穫機を中心とした研究開発に関する調査 .....                           | 9  |
| 生産システム研究部 栗原英治   |    |
| 3. 国際シンポジウムへの発表参加及び<br>米等穀類ポストハーベスト技術研究に関する調査 .....      | 17 |
| 生産システム研究部 八谷 満   |    |
| 4. 欧州における園芸工学研究に関する調査 .....                              | 21 |
| 園芸工学研究部 太田智彦   |    |
| 5. 米国におけるジャガイモ生産技術及び研究開発動向に関する調査 .....                   | 29 |
| 園芸工学研究部 青木 循   |    |
| 6. ISMABへの参加及び韓国の酪農事情に関する調査 .....                        | 37 |
| 畜産工学研究部 志藤博克   |    |
| 7. 農林業用トラクタ公式試験のための<br>OECD標準テストコードに関する各国指定機関代表者会議 ..... | 45 |
| 評価試験部 森本國夫<br>積 栄  |    |
| [在外研究]   |    |
| 大規模営農における作業履歴管理、生産物情報管理システムの開発 .....                     | 51 |
| 生産システム研究部 林 和信   |    |

## 1. 米国における精密農業関連技術に関する調査

生産システム研究部 土壌管理システム研究  
研究員 紺屋秀之

### 1. 目的

米国は、精密農業技術を早くから導入している地域であり、農業現場にも精密農業が普及しつつある。そこで、現時点における米国における稲、小麦、大豆作等の精密農業の研究、普及、利用状況、また、その問題点等を調査して今後の日本型水稲精密農業の開発機器に関する研究開発の資とする。

### 2. 調査日程

平成18年5月21日(日)～6月1日(木) (12日間)

| 日数 | 月日      | 都市名                  | 調査先                            |
|----|---------|----------------------|--------------------------------|
| 1  | 5/21(日) | 成田発 → Champaign 着    |                                |
| 2  | 5/22(月) | Champaign            | Illinois University            |
| 3  | 5/23(火) | Champaign            | 大規模農家                          |
| 4  | 5/24(水) | Champaign            | CASE 社販売店                      |
| 5  | 5/25(木) | Champaign 発 → Ames 着 |                                |
| 6  | 5/26(金) | Ames                 | Iowa State University          |
| 7  | 5/27(土) | Ames 発 → Davis 着     |                                |
| 8  | 5/28(日) | Davis                | 資料整理                           |
| 9  | 5/29(月) | Davis                | 大規模農家                          |
| 10 | 5/30(火) | Davis                | University of California Davis |
| 11 | 5/31(水) | Davis 発              |                                |
| 12 | 6/1(木)  | 成田着                  |                                |

### 3. 訪問先と対応者

| 月日   | 調査先                                 | 対応者   | 住所及び連絡先  |
|------|-------------------------------------|---|--|
| 5/22 | イリノイ大学<br>(Illinois University)     | Dr. Tony Grift<br>西脇健太郎氏  | 360J AESB, MC-644<br>1304W. Pennsylvania Ave<br>Urbana, IL 61801<br>Ph: (217) 333-2854 |
| 5/23 | 大規模農家                               | Mr. Mike Rosenberger<br>Ms. Saiko Rosenberger                                       | Ph: (217) 244-0304   |
| 5/24 | CASE 社販売店                           | Mr. Steve Stiff   | 1801 E University Ave.<br>P.O. Box 17130<br>Urbana, IL 61803<br>Ph: (217) 337-1772     |
| 5/26 | アイオワ州立大学<br>(Iowa State University) | Dr. Lei Tang<br>Dr. Stuart Birrell<br>Dr. Amy Kaleita<br>Dr. Brian Steward<br>林 和信氏 | Iowa State University<br>203 Davidson Hall<br>Ames, IA 50011<br>Ph: (515) 294-9778     |



|      |  |  |                                    |
|------|--|--|------------------------------------|
| 5/29 | 大規模農家  | Mr. Tony Turkovich                           | —                                  |
| 5/30 | カリフォルニア大学デービス校(University of California Davis) | Dr. Shrini K Upadhyaya<br>Dr. Leroy Garciano | One Shields Ave<br>Davis, CA 95616 |

#### 4. 調査結果の概要

##### 1) イリノイ大学 (Illinois University)

Agricultural and Biological Engineering 学科において主に農業用ロボット、可変施肥用の流量センサ等の研究を専門とされている Dr. Tony Grift を訪問した。また同学科の精密農業用の画像センサに関する研究を専門とされている Dr. Lei Tian も訪問予定だったが、急遽、同氏の出張と重なり、博士課程の学生に対応をしていただいた。

###### (1) Dr. Tony Grift

同氏が現在携わっている可変施肥用の流量センサの研究について説明を受けた。流量把握の仕組みとしては、赤外線センサを利用し、各粒状物間の距離を解析することで流量を算出するというものであった。まだ研究段階であるが、シミュレーション精度も良好とのことであった。生研センターにおいても静電容量式の流量センサの研究開発を行ってきたが、米国においても施肥量の正確な把握は重要であるということ、また、様々なアプローチ手法や解析モデルの構築が行われているということが分かり、非常に参考になった。

###### (2) Mr. Haitao Xiang

同氏は現在、博士課程の学生であり、Dr. Lei Tianのもと、センシング、画像解析等の研究に携わっている。大学構内のほ場を（イリノイ大学には全米で最古の試験ほ場がある（図2））定点カメラ（バンド：RGB、NIR）にて撮影し、画像解析をすることで作物の生育状況等を観測できるシステムについて説明を受けた。このシステムはパソコン上で遠隔で撮影、解析までできるというもので、自作ソフトウェアとしてはかなり完成度が高いものであった。また、無人ヘリコプターにカメラを搭載し、上空からほ場を測定するシステム（図3）についても研究を進めており、生研センターの無人ヘリ搭載式作物生育情報測定装置の紹介をし、お互いの研究内容について2時間程度ディスカッションを行った。ディ



図1 Agricultural and Biological Engineering



図2 全米最古の試験ほ場



図3 模型無人ヘリコプター

スカッションを通して、「光学センシングにおいては、刻一刻と変化する太陽光条件に対していかにリファレンスをとるか」が非常に重要であると再認識することができた。

## 2) 大規模農家 (Illinois State)

Urbana 市の郊外にある大規模農家の Mr. Mike Rosenberger を訪問し、見学をさせていただいた。イリノイ州はコーン、大豆、麦等の畑用作物の生産が盛んであり、同氏も約 500 エーカー (200ha) のほ場で、コーンと大豆 (いずれも油用) を生産している。この面積でもこの地域では中小規であるが、防除と施肥作業以外はすべて一人で管理しているとのことであった。聞き取り調査を行った結果のうち代表的なものを抜粋して以下に記載する。

①作物生産の上で何がボトルネックになっているか？

→気象条件の影響は大である。リスクを避ける為にほ場を離している。(ピンポイントで降雨量が違ったりするから)

②アメリカの農業機械メーカー、農業機械研究者に望むことは？

→メーカーへはとにかく安い機械を求める。

③アメリカの中小規模農家の現状と未来のビジョンは？

→厳しいのが現状。2,000 エーカーあれば成り立つと思う。アメリカでは農業は警官、消防官と並ぶ危険な仕事である。

④遺伝子組み換え作物をどのように考えているか？

→特に人間に問題があるとは思わないが、個人的には導入する必要が無いならしない方が良いと思う。しかし、代わりに防虫剤を使っても4週間しかもたないし、そうすると経済的にもハードになる。もちろんその年の収益とのバランスであるが...

⑤精密農法の導入に関してはどうか？

→施肥作業に関しては、専門業者に依頼しほ場内で3エーカー四方のメッシュを切り、土壌サンプリングをし、K、P、pHを化学分析後、ほ場内のムラがなくなるよう可変施肥を行っている。

見学させていただいた各農業機械、設備は図4～8のとおりである。



図4 カントリーエレベータ  
(カントリーは線路に面している)



図5 コーン播種後  
(ほ場一筆は約2ha)



図6 大豆用播種機



図7 ブームスプレーヤ(防除用)



図8 bin(貯蔵庫)

### 3) CASE 社販売店

Ms. Saiko Rosenberger の紹介で、Urbana 市の郊外にある農業機械メーカーCASE 社の販売店を訪問し、スタッフの Mr. Steve Stiff に対応していただき、トラクタをはじめ、多くの展示農機について説明をしていただいた。

イリノイ州を含むアメリカ中西部は大規模な畑作地域であり、主に麦、大豆、コーン等の生産が盛んである。したがって農業機械もそれらの農作物生産に対応した大規模なものが多くみられた。主要なものを抜粋し以下に紹介する (図9～15)。

#### (1) トラクタ

この地域での一般的なトラクタサイズとして40年前は85馬力であったが、現在では280馬力(トラクタ重量25,000ポンド(11トン))が主流になっている(図10)。また、踏圧防止、牽引力確保の為、ダブルタイヤを使用する農業者が多い。キャビン内は広く、操作レバー、各種モニター等も非常にコンパクトで一箇所にまとめられている。さらにGPSを装備することで正確な速度、スリップ率を把握でき、スリップ率が大きい条件時には高価なタイヤを減らさない為に作業を控える等の判断がなされている。



図9 大型トラクタ

#### (2) コンバイン

260馬力程度が主流であり、作業能率はノンストップで作業した場合に約8ha/h。タンクは一時貯留用ということで、一般的には牽引式のタンクを追従させて収穫を行っている。ヘッド部はコーン用ヘッドとリール式の大豆(小麦)用ヘッドの2種類が着脱可能である。

オプションで水分、収量センサを搭載できる。収量センサはインパクトセンサで流入量から収量を算出する方式である。キャビン内のモニタ



図10 コンバイン(本体部)

一からリアルタイムで水分、収量が把握でき、データはPCカードに保存できるため、PC上で専用ソフトを用いて yield map を作成することも可能となっている。

最も興味を惹かれたのは、コンバイン内部のオーガの下に斜めスロープが取り付けられており、サンプルをキャビン横のサンプリング部に搬送する仕組みがあるということであった。オペレーターは容易にキャビン横に搬送されてきたサンプルを自分の目で確認することができる。



図 11 オートクルーザーシステム

### (3) オートクルーザーシステム

GPS 情報をもとにしたほ場走行支援システムであり、トラクタ、コンバイン、ブームスプレーヤ等の大型農機に装着することができる。オペレーターは走行ラインからのズレをLEDで目視することが可能。また、ステアリングを自動で制御する自動操舵システムもオプションとして追加できる。尚、各農機に取り付けることができるGPSシステムには、single、D-GPS、RTK-GPS等の様々なバリエーションがあり、ユーザーには目的に合わせ多くの選択肢が準備されている。



図 12 ブームスプレーヤ:ブームを広げると90フィート(約27m)、容量は750ガロン(約2,850L)



図 13 カルチベータ:コイルタインとハローがついたタイプ



図 14 大豆用播種機:折りたたみマーカーがついている。



図 15 収穫用牽引式タンク

#### 4) アイオワ州立大学 (Iowa State University)

アイオワ州立大学の Agricultural and Biosystems Engineering 学科において、Dr. Amy Kaleita、Dr. Brian Steward、Dr. Stuart Birrell、Dr. Lie Tang の4名の先生に対応していただき、3名の先生から各研究内容に関して説明をいただいた。

##### (1) Dr. Amy Kaleita

主な研究分野として、土壌水理学、灌漑・作物モデルの開発、精密農業等に携わっておられる。今回、特にリモートセンシングにより得られた情報から適正な灌漑量を推定する灌漑モデルや作物生育モデルの開発に関して説明をしていただいた。また、実験室の様子も見学させていただいた(図16)。生研センターの「日本型PF実証試験」で開発している情報センターと内容が近く、非常に興味深い内容であった。



図16 室内実験の様子(土壌水分測定)

##### (2) Dr. Brian Steward

主にセンシングと農業機械の自動化に関する研究開発に携わっており、現在は特に農業機械のリアルタイムシミュレーション技術の構築を進めていた。GPSを用いた自律走行シミュレーションソフトを見学させていただいたが、完成度の高いものであった。また、学内で自律走行ビークルのコンペティションが開催されるとのことで、同氏の担当学生が本格的なビークルを製作中であった(図17)。



図17 自律走行ビークル(製作中)

##### (3) Dr. Stuart Birrell

同氏の研究内容は、精密農業に用いるセンサ・制御装置の開発と、収穫支援技術の開発である。幅広く研究を進められており、盛りだくさんの紹介をしていただいたが、中でも特に興味深かったのは、センサ系のリアルタイム土壌窒素解析システムである。これは「ISFETs」と呼ばれる誘電体を用いた技術であり、土壌窒素以外の成分解析にも利用可能とのことであった。

#### 5) 大規模農家 (California State)

カリフォルニア大学デービス校の Dr. Shrini K Upadhyaya に紹介していただいた Mr. Tony Turkovich は、カリフォルニア州デービス市郊外にて野菜関係を中心に生産を行っている大規模農家である。カリフォルニア大学デービス校の関係者が頻繁に試験研究のために協力してもらっている農業者とのことであった。圃場面積は6,700エーカー(約2,680ha)もあり、多くの従業員を雇っている。生産作物は、トマト、ピーマン、プルーン、小麦、向日葵、メロン、きゅうり、スイカ、アルファルファと多岐にわたっている。同氏は管理者であり、彼の一日の仕事は、自ら機械に乗り農作業をするということはずらずに、各ほ場を車で周り、従業員の作業状況を確認し指示を出すというものであった。訪問したこの日



も今からは場を周るからということで、車に同乗し、各ほ場、農業機械を見学させていただいた（図18～22）。

精密農業という観点から言えば、ほ場情報として土壌水分を重要視しており、ほ場には約5エーカーメッシュごとに土中水分計を設置しているということであった。また農業用水路も整備されており、この地域における灌漑の重要性を見てとることができた。

大規模農業を展開していく上で同氏の考えるボトルネックを伺ったところ、「重要なのは気象条件と人件費であり、経営に影響を及ぼすこの二つの要因のバランスをうまくとっていくのが難しい」ということおっしゃっていた。



図18 トマト収穫機：色彩選別機、収量センサを搭載し、収穫同時選別を行う。



図19 メロン収穫機：種子採取を目的としており、後部に実と種を分ける回転タンクを装備。



図20 トマト移植機：横一列に10人が着座する移植機。大型トラクタで牽引し、回転ロールに苗を人間がセットする。



図21 中耕除草機：カメラにて作物列を検出し、条間処理を可能としている。



図22 プルーン摘果機：プルーンの枝をはさみ、振動を与え、余分な実を摘果する。シートを付加することで収穫機となる。

## 6) カリフォルニア大学デービス校 (University of California Davis)

カリフォルニア大学デービス校の Agricultural and Biological Engineering 学科において主に精密農業、センシング、GIS の研究を専門とされている Dr. Shrini K Upadhyay を訪問した。また同学科のホビー用の Air Plane を用いたセンシングに関する研究を専門としている Dr. MIR S. SHAFII にも対応をしていただいた。

### (1) Dr. Shrini K Upadhyay

同氏は主に野菜、果樹に対しての精密農業に携わっている。カリフォルニアでは灌漑が非常に重要であり、精密農業の研究を進める上で大事なものは土壌硬度、成分情報を取得することだと仰っていた。現在、土壌硬度センサ、土壌窒素センサ、収量センサ等の精密農業関連の研究開発を進めている。特にトマト収量センサは、前日に伺った大規模農家の Mr. Tony Turkovic 所有のトマト収穫機にも搭載されており、精度も良好であるとのことであった (図 23)。日本では現在のところ果樹、野菜関係の精密農業関連機器はあまり見られないので参考になった。

### (2) Dr. MIR S. SHAFII

同氏は Agricultural and Biological Engineering 学科の PHD で「Remote Sensor Test Bed Project」というプロジェクトに参加しており、模型エアプレーンに RGB カメラを取り付けて地上作物のセンシングを行うという研究を行っていた (図 24)。特にメーカー等に製作を依頼することもなく、すべてのシステムを自分達で組み上げているということであり、非常に感心させられた。既に試験を行っているらしいが、水平制御が難しいらしく、無人ヘリ搭載式作物生育情報測定装置の水平制御機構を持つ懸架装置に非常に関心を示しており、特にその点についてディスカッションを行った。



図 23 収量センサを搭載したトマト収穫機



図 24 模型エアプレーン

## 5. 収集資料

- 1) 2006 Almanac (The farm Credit System of Illinois) (農業年鑑)
- 2) CASE 社製品各種カタログ
- 3) Dr. Dr. Stuart Birrell 執筆論文集 (CD-ROM)
- 4) Dr. Shrini K Upadhyaya 論文
- 5) Dr. Leroy Garciano 研究資料 (CD-ROM)

## 2. 穀物収穫機を中心とした研究開発に関する調査

生産システム研究部 収穫システム研究  
 研究員 栗原英治

### 1. 目的

International Conference on Crop Harvesting & Processing 2007 に参加し、米国の穀物収穫研究の状況、特に PF を中心に調査する。併設される National Farm Machinery Show を見学し、米国市販機の最新情報を収集する。

### 2. 調査日程

平成 19 年 2 月 10 日(土)～17 日(土) (8 日間)

| 日数 | 月 日      | 都市名                       | 調査先・内容等   |
|----|----------|---------------------------|---|
| 1  | 2月10日(土) | 成田≫シカゴ乗換≫ケンタッキー州ルイスビル(米国) | ・移動(航空機)  |
| 2  | 2月11日(日) | ケンタッキー州ルイスビル(米国)          | ・International Conference on Crop Harvesting & Processing 2007  |
| 3  | 2月12日(月) | ケンタッキー州ルイスビル(米国)          | ・International Conference on Crop Harvesting & Processing 2007  |
| 4  | 2月13日(火) | ケンタッキー州ルイスビル(米国)          | ・International Conference on Crop Harvesting & Processing 2007  |
| 5  | 2月14日(水) | ケンタッキー州ルイスビル(米国)          | ・International Conference on Crop Harvesting & Processing 2007<br>・The 42nd Annual National Farm Machinery Show |
| 6  | 2月15日(木) | ケンタッキー州ルイスビル(米国)          | ・The 42nd Annual National Farm Machinery Show   |
| 7  | 2月16日(金) | ケンタッキー州ルイスビル(米国)≫シカゴ乗換    | ・移動(航空機)  |
| 8  | 2月17日(土) | 成田                        | ・移動(航空機)  |



3. 主な訪問先と対応者

| 調査先  | 対応者  | 住所・連絡先等   |
|--|--|---|
| International Conference on Crop Harvesting & Processing 2007 (以下、ICCHP 2007)<br>主催：American Society of Agricultural and Biological Engineers (以下、ASABE) | Michael Chesser<br>Director of Meetings & Conferences<br>ASABE | ICCHP 2007 会場<br>The Seelbach Hilton<br>住所:500 Fourth Avenue<br>Louisville, Kentucky<br>40202-2518 (図1、図2)<br>Phone: 502-585-3200<br>Fax: 502-585-9239<br>ICCHP 2007 ホームページアドレス<br><a href="http://www.asabe.org/meetings/harvest2007/index.htm">http://www.asabe.org/meetings/harvest2007/index.htm</a><br>ASABE (本部)<br>住所: 2950 Niles Road<br>St. Joseph, Michigan 49085<br>Phone: 269-428-6333<br>Fax: 269-429-3852 |
| The 42nd Annual National Farm Machinery Show   |  | 農業機械展 会場<br>Kentucky Fair & Exposition Center, Louisville, Kentucky(図1、図2)<br>農業機械展 ホームページアドレス<br><a href="http://www.maera.org/pages/nfmshow.html">http://www.maera.org/pages/nfmshow.html</a>   |



図1 The United States of America



図2 Louisville

#### 4. 調査結果の概要

##### 1) 米国の穀物収穫研究の状況について

###### (1) ICCHP 2007の概要

ICCHP 2007は、作物の収穫、調製に関する国際学会であり、アメリカ合衆国ケンタッキー州ルイスビルにあるThe Seelbach Hilton(図3)において、2007年2月11日～14日までの日程で開催された。学会会場となったThe Seelbach Hiltonの正面玄関横に、JOHN DEEREの牧草用ハーベスタが展示してあり、収穫機に関する学会を象徴して、とても印象的であった(図4)。

ICCHP 2007への参加者は、アメリカ、ヨーロッパからだけではなく、オーストラリア、アフリカ、さらに、私を含めアジア諸国などからの参加者も見受けられた。国際学会の基本的な発表形式は、日本の農業機械学会と同様のものであったが(図5)、発表時間や質疑の時間が十分過ぎるほど取られていたこと、あるいは、発表者が当日欠席することがあまりにも多いことなどが日本の農業機械学会との大きな違いであった。

###### (2) 穀物収穫機の開発に関する発表

学会発表においては、アメリカの普通コンバインの最新機種、中でも機関出力が300PS超の大型シリーズに関する発表があり、コンバインの基本性能や装備の他、機種の特徴についての説明がなされていた。普通コンバインの脱穀方式については、直流式よりも軸流式を採用している機種が多かった。そして、コンバインにおけるPF技術(図6)については、穀物の水分計、流量計、GPS、データログ、マップ作成ソフトウェア等のPF機器を標準装備、あるいは、オプション装備といった形で搭載している機種が多く、精密農業というものが、アメリカの農業現場にかなり浸透しているという印象を受けた。一方、東南アジアにおける水稻を対象としたPF技術に関する発表もあり、自脱コンバインを用いた開発事例が紹介されていた。各種の測定センサやGPSをコンバインに取り付けて収量マップを作成していたが、センサの数等が非常に多く、実用段階にはまだ至っていなかった。

また、牧草収穫に関する発表では、牧草の品質を測定するために、近赤外センサ(900～1700nm)を用いた技術についての発表がなされていた。非接触・非破壊測定方式であり、先進的な技術を用いていた。



図3 The Seelbach Hilton



図4 The Seelbach Hilton 正面玄関横



図5 ICCHP 2007の様子



図6 Precision Farming に関する発表

### (3) バイオマス利活用に関する講演

学会発表と並行して、アメリカで先進的に研究されているバイオマス利活用技術に関する講演があったので、バイオマス原材料の収集技術を中心に紹介する。

はじめに、アメリカにおけるバイオマスによるエネルギー生産は、急成長の初期段階にあり、アメリカのエネルギー省は、2030年までに13億トンのバイオマスをエネルギー生産に利用するという計画を立てていた。この計画を達成するための技術の多くは既に開発されており、製造メーカーにとって巨大な市場になりうる可能性を秘めていた。

バイオマス原材料は、とうもろこしの茎(葉)や麦わら等の農業残渣、牧草等の作物、あるいは、ポプラやヤナギ等の樹木作物といったものが主であり、米国におけるバイオマス原材料の分布につ

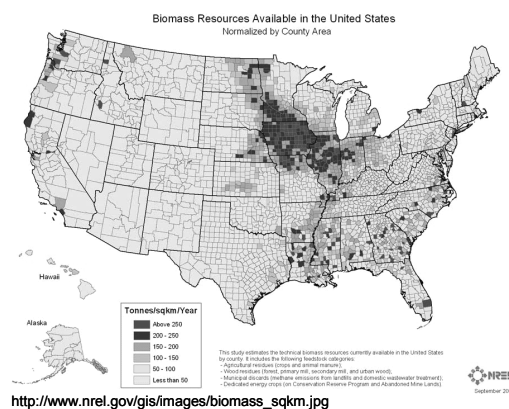


図7 バイオマス原材料の分布

いては、図7の通りであった。そして、バイオマス原材料の価値については、1t当たりの価格で見ると、とうもろこし・大豆・小麦等と比較し、かなり低い水準であるが、単位面積(40a)当たりの総収入で見ると、とうもろこしには及ばないものの、大豆や小麦とほぼ同程度の水準であった。

次に、農業現場におけるバイオマス原材料の収集技術について紹介する。収集方法は大きく分けて2つあり、①収穫作業と同時行程でバイオマス原材料を収集する方法(図8～10)と②収穫作業とは別工程でバイオマス原材料を収集する方法(図11～13)があった。①については、作業工程が少なくコストを低減できる、適期作業ができる、天候の悪影響を受けない、ほ場を荒らさない等のメリットがある一方で、多くの機械を管理しなくてはならない、バイオマス原材料が高水分であるため運搬や貯蔵時に扱いにくい等のデメリットもあった。また、②については、従来の装備でも対応できる、バイオマス原材料が低水分であるため運搬や貯蔵時に扱いやすい等のメリットがある一方で、作業工程が多くコストがかかる、天候により作業が遅れる、ほ場を荒らしてしまう等のデメリットもあった。なお、今後の問題点として、輸送コストをいかに低く抑えるかが課題となっていた。

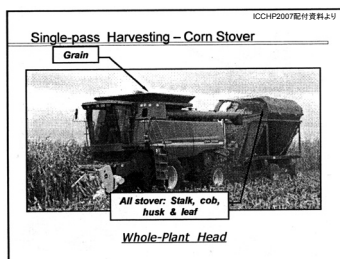


図 8

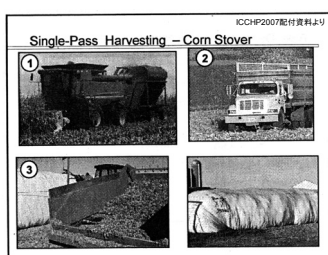


図 9

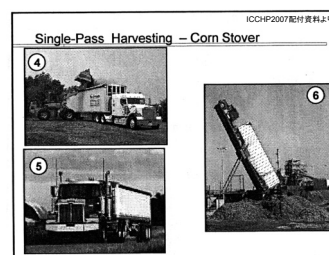


図 10

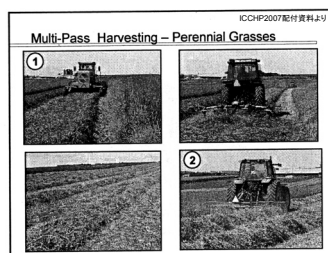


図 11

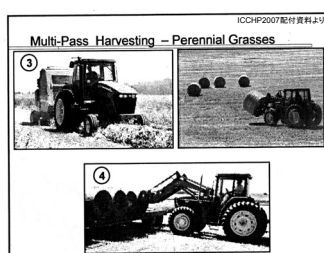


図 12

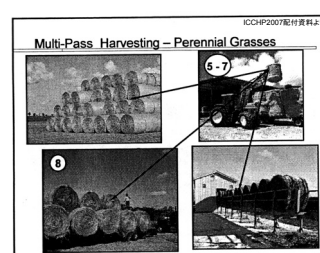


図 13

## 2) 米国市販機の最新情報について

### (1) 農業機械展の概要

The 42nd Annual National Farm Machinery Show は、アメリカ合衆国ケンタッキー州ルイスビルの Kentucky Fair & Exposition Center (図 14) において 2007 年 2 月 14 日～17 日までの日程で開催された。この農業機械展はアメリカ合衆国において、一番規模の大きい室内展示会であり、今回は、約 800 の出展数があった。この機械展においては、家族連れやスクールバスで来ている学生など、老若男女問わず、大勢の来展者が詰めかけており、展示された機械の周りのみならず、会場の通路なども人で溢れ、米国民の、農業機械への関心の高さというものに圧倒された次第であった (図 15)。また、会場は複数の建物にわたりとても広く、1 日では決して歩き回れないほどの規模であった。展示されている機械はコンバイン、トラクタ、管理機、作業機、施設機械等さまざまにわたり、機械の大きさはどれをとっても見上げるものが多く、日本との規模の違いを実感した。

### (2) 市販収穫機の最新技術 (NEW HOLLAND)

コンバインに関しては複数メーカーが競いあうように展示しており、来展者のコンバインへの関心は、非常に高いものであった。まず、NEW HOLLAND 製の普通コンバインについて紹介する。今回展示されていた CR9060 は、軸流ツインロータ、および揺動選別部の自動水平制御システムを特徴としており、機関出力 340PS、グレンタンク容量 11,340L であった (図 16)。ちなみにシリーズ最高仕様 CR9070 は、機関出力 400PS、グレンタンク容量 12,600L であった。

この CR シリーズのコンバインは、PF 機器をオプションで装備することができる機体構造となっており、PF 機器の取付けについては、工場出荷時、あるいは、購入後、農家で行うことも可能であった。PF 機器の構成は 4 種類あり、①水分計を取付け、穀粒の水分情報をキャビン内の標準モニタに表示する ②水分計と穀粒流量計を取付け、収量情報および水分情報をキャビン内の標準モニタに表示する ③水分計と穀粒流量計、データロガを取付け、収量情報および水分情報をキャビン内の標準モニタに表示させるとともに、得られた情報をデータロガに記録する ④上記③に GPS、マップ作成ソフトウェア、タッチパネル等を付加した PF フルパッケージ (図 17) がラインナップされていた。



図 14 Kentucky Fair & Exposition Center



図 15 National Farm Machinery Show



図 16 NEW HOLLAND



図 17 PF フルパッケージ

そして、穀粒流量測定(図 18)については、作物毎にキャリブレーションを行う必要があり、流量計のセンサプレートは、グレンエレベータの頂上部に設置されており、穀粒を継続的に測定していた。なお、穀粒の水分むらや機体の振動による影響をキャンセルするため、バランスウェイトを利用していた。一方、水分測定については、一番穀粒エレベータの途中に水分計(図 19)が設置されており、一定間隔でサンプリングされた穀粒の電気伝導率を測定し、その値を穀粒水分に換算し、標準モニタに表示していた。

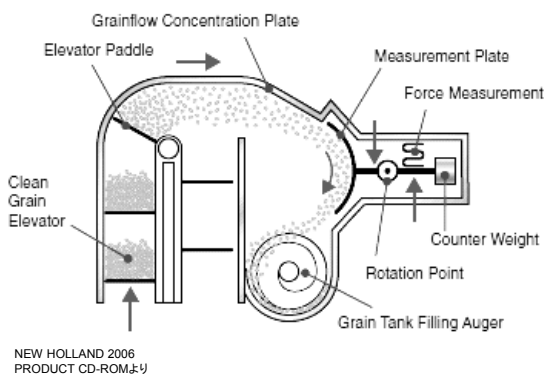


図 18 流量計の構造



図 19 水分計

上記④の水分計、流量計に GPS、マップ作成ソフトウェア、タッチパネル等を付加した PF フルパッケージを用いた場合、水分計や穀粒流量計によって得られた収穫情報データは、GPS の位置情報とともにデータカード(図 20)に保存され、PC 上のマップ作成ソフトウェアを用いることで、収量マップを作成することができ(図 21)、ほ場内の収量のバラツキ等を把握することが可能であった。また、オプションとして、キャビン内のプリンタ設置がラインナップされており、収穫情報データをその場で印刷することも可能であった。



図 20 データカード



図 21 収量マップ作成

### (3) 市販収穫機の最新技術 (JOHN DEERE)

次に、JOHN DEERE 製の普通コンバインについて紹介する。今回展示されていた 9560 STS(図 22)は、脱穀所要動力の低減効果の特徴とする軸流ブレットロータ、および揺動選別部の自動水平制御システムを採用しており(図 23)、機関出力 305PS、グレンタンク容量 10,800Lであった。ちなみにシリーズ最高仕様 9860 STS は、機関出力 375PS、グレンタンク容量 10,800L であった。



図 22 JOHN DEERE 9560 STS

この JOHN DEERE 製コンバインに関しては、水分計(図 24)および穀粒流量計(図 25)が標準装備されており、キャビン内(図 26)の標準モニタ(図 27)に、穀物収量や水分情報といった収穫情報を表示することが可能であった。また、GPS の位置情報と収穫情報をリンクさせたシステムもオプションとして、ラインナップされていた。



図 23 9560 STS 脱穀選別部



図 24 水分計



図 25 穀粒流量計



図 26 キャビン内

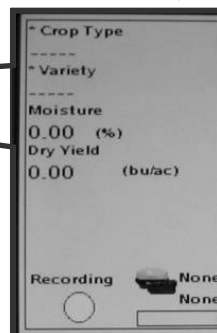


図 27 標準モニタ(収穫情報を表示)

#### (4)市販機の最新技術 (LEXION、MASSEY FERGUSON)

LEXION 製および MASSEY FERGUSON 製の普通コンバインについて紹介する。今回展示されていた LEXION 製 595R(図 28)は、シリーズ最高仕様であり、直流式の APS 脱穀システム(図 29)を採用しており、機関出力 516PS、グレンタンク容量 12,500L であった。また、MASSEY FERGUSON 製 5650(図 30)は、シリーズ最高仕様の軸流式で、こぎ胴先端部にスクリュを採用(図 31)しているのが特徴的であり、機関出力 175PS、グレンタンク容量 5,000L であった。



図 28 LEXION 595R



図 29 APS 脱穀システム



図 30 MF 5650



図 31 MF 5650 こぎ胴



## (5) 市販機の最新技術（メーカー社外品）

今回の農業機械展において、コンバインの脱穀部および選別部の社外パーツを展示しているブースが何カ所もあったので紹介する。コンバインの脱穀性能および選別性能を向上させるため、独自のpatentを取得し、ロータバー(図 32)、コンケーブ(図 33)、ラスプバー(図 34)、揺動選別のチャフシーブ等を独自開発していた。これらのパーツを装着すると、若干のコストアップにつながるものの、基本性能の向上を期待できるため、多くの来展者が関心を寄せていた。



図 32 社外ロータバー

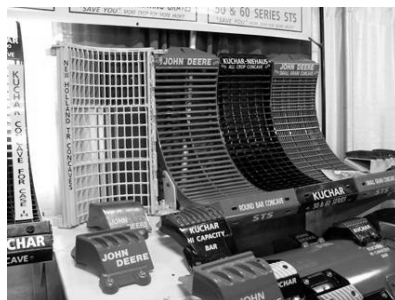


図 33 社外コンケーブ



図 34 社外ラスプバー

## (6) その他

The 42nd Annual National Farm Machinery Show と並行して、The 39th Championship Tractor Pull が連日の夜、開催されていた。これは、競技用トラクタが馬力競争を行う催し物であり、市販トラクタの内燃機関や動力伝達系を改造し、基本性能を高めるとともに、ボディ等に補強を入れ、安全性を確保したうえで、賞金獲得および全米グランドチャンピオンを目指すものであった。本調査においては、馬力競争観戦をせず、競技用トラクタの控え展示ブース(図 35)における写真撮影に留まったが、競技中の運転者を守るための安全フレームがかなり補強されていたのが、印象的であった(図 36)。



図 35 控え展示ブース



図 36 競技用トラクタ

## 5. 収集資料

- 1) ICCHP 2007 Program February 11-14, 2007 Louisville, Kentucky
  - 2) ICCHP Book of ABSTRACTS February 11-14, 2007 Louisville, Kentucky
  - 3) National Farm Machinery Show Guide February 14-17, 2007 Louisville, Kentucky
  - 4) コンバインメーカー NEW PRODUCTS CD-ROM
  - 5) コンバインメーカー NEW PRODUCTS カタログ
- ※その他、各種農業機械のカタログ等多数収集

### 3. 国際シンポジウムへの発表参加 及び 米等穀類ポストハーベスト技術研究に関する調査

生産システム研究部 乾燥調製システム研究  
主任研究員 八谷 満

#### 1. 目的

The 3<sup>rd</sup> International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agricultural and Biosystems Engineering (ISMAB 2006)に参加し、現在研究中の「米の鮮度評価技術」の成果について発表するとともに近隣諸国のポストハーベスト技術研究の現状を把握する。併せて韓国農業工学研究所を訪問し、斯かる研究紹介を受け、情報交流を通じて今後の研究開発の資とする。

#### 2. 調査日程

平成18年11月22日～28日（7日間）

| 日数          | 月日                        | 都市名  | 訪問先  | 調査項目等                                      |
|-------------|---------------------------|--|--|--|
| 1           | 11/22(水)                  | 成田発 12:55<br>KE702<br>仁川空港着 15:35<br>空港～イデウォン(バス)  | 出国   |  |
| 2<br>～<br>4 | 11/23(木)<br>～<br>11/25(土) | イデウォン～サムソン<br>(地下鉄)                                | 3 <sup>rd</sup> ISMAB、<br>SIEMSTA 2006<br>COEXにて | 米の鮮度評価装置について講演発表<br>穀類ポストハーベスト関連研究について情報収集 |
| 5           | 11/26(日)                  | ソウル  |  | 資料整理                                       |
| 6           | 11/27(月)                  | イデウォン～水原駅(地下鉄)<br>水原駅～研究所(相手先車利用)<br>水原駅～ソウル駅(地下鉄) | 韓国農業工学研究所<br>韓国畜産研究所                             | 穀類ポストハーベスト関連の研究動向調査および情報交換                 |
| 7           | 11/28(火)                  | イデウォン～空港(バス)<br>仁川空港発 10:20<br>KE703<br>成田着 12:30  | 帰国   |  |

#### 3. 訪問先の対応者

| 月日    | 訪問先       | 対応者氏名   | 住所・電話・FAX等   |
|-------|-----------|---|--|
| 11/27 | 韓国農業工学研究所 | Mr. Jin-Ha Yun(研究所長)<br>Dr. Changho Kang<br>Dr. Gong-In Lee<br>Dr. Kwanghwan Cho<br>Dr. Choung-Keun Lee<br>Dr. Yuseob Chang<br>Dr. Kim Young-Keun | 249 Seodun-dong, Suwon,<br>Republic of Korea, 441-100<br>Tel : +82-31-290-1882<br>Fax: +82-31-290-1930 |





図1 訪問先

#### 4. シンポジウムの概要

シンポジウム初日、オープニングセレモニー、ヴェトナム・台湾・日本・韓国各代表者によるカントリーレポート（日本国からは梅田幹男農業機械学会長）に続いて各セッションが進められた。発表形式は口頭発表とポスター発表とし、精密農法、ロボティクス、農業機械、センサ情報システム及びポストハーベスト（以下 PH）等 10 のセッションに分かれてプログラムが進行した。参加者は日本、韓国、及び台湾のほか、インドネシアやミャンマー、タイなど ASEAN 諸国からも見受けられた。日本からの参加者のうち、農研機構側からは生研センターの八谷と志藤主任研究員の 2 名のみであり、その他は京大や農工大等大学関係者で占められた。全講演題数 108 のうち、PH 関連は 17 であったが、穀類に関わる演題数は 5 であった。以下、特に穀類 PH 関連演題の概要を記す。

##### 1) Measurement of moisture content in single kernel of rough rice using NIR transmittance spectroscopy(日本)

収穫作業時の品質モニタを目指して、籾単粒の NIR 分析を行い、PLS (Partial least squares) 回帰と重回帰により水分とタンパク質含有率を分析し、予測を行った。水分の検量結果は予測の可能性を示唆したが、精度の高い予測は困難であった。

##### 2) Development of a brown rice germinating biosystem of air-exposure type(韓国)

玄米の栄養成分及び機能性成分の価値が見直されている。効率的な発芽工程を提示し、発芽玄米の良好な外観保持し、その発根を抑制し、迅速且つ斉一な玄米の出芽制御法を研究した。イオン処理と散水処理による玄米の出芽過程の色相及び生化学的分析による評価を実施した。

##### 3) Determination of rice protein with multi-spectral near-infrared imaging system(台湾)

近赤外線画像システム（870～1014nm の波長域を使用）を用いた非破壊の米タンパク質含有率推定法を開発した。近赤外スペクトルの定量分析に有効な手法として MLR モデルと PLSR モデルを取り上げ、ケルダール法との相関係数と予測標準誤差 SEP から実用性が高いと判断した。

4) Research and development of evaluation for freshness of brown rice using fluorescence imaging method with an UV-light excitation(日本、八谷)

現在研究中の紫外線励起蛍光画像法を用いた米の非破壊品質評価装置について発表。グアヤコール呈色法や食味官能試験など幾つかの従来指標との比較検証を行った結果、いずれも高い相関を確認した。ただし、現時点では蛍光強度を品質の絶対値とするこの問題点を取り上げ、今後の課題であるとした。

5) Study on remodeling an ordinary temperature grain warehouse into a low temperature storage system(II)- Storage characteristics of low temperature grain warehouse using ambient cold air in winter(韓国)

米の高品質貯蔵技術として、冬季の寒冷外気を利用した超低温貯蔵試験(15℃)を行った結果、常温貯蔵と超低温貯蔵での胴割れは各々3.6-8.8%と0-5.6%の範囲で増加、発芽率は0.4-8.3%と1.6-4.3%低下といずれも超低温貯蔵時の粉品質が維持され、実用的に可能であるとした(日本では北大でも同様の研究実績あり)。

八谷のポスター発表(図1)に対しては以下の質問が寄せられた。

- ①励起するための紫外域、及びこれによる発光蛍光の波長はすでに確定したのか?
- ②発光蛍光を捉えるための方法として冷却 CCD カメラでなければならないのか?
- ③紫外線励起蛍光法は知っていたが、米の品質評価に適用した点で興味深い。同じ貯蔵履歴とした際の蛍光強度の品種間差はどの程度あるのか? その差の由来は何か? また、同一品種におけるロット間の相違はないのか?
- ④米の品質評価法として新しい試みであるが、実用化にはどの程度の期間を要するのか、実用化の際のコストはどの程度に設定されるか?
- ⑤その他、開発装置による測定値(蛍光強度)と比較評価した従来指標についての質問や同様の簡便・非破壊の市販品は日本国内には存在するのか、といった一般的な質問も寄せられた。

しかし、質疑応答の中では発表内容とは異なる内容(比重選別機や色彩選別機の技術動向)についても質問を受け、やや戸惑った。参加者の国々においては全てとは言わないが、本装置で測定対象とする米の二次的品質(食味や貯蔵性等、米品質の主体)よりもむしろ一次的品質(形態的品質)に重点をおいた研究開発が主たるものであるようだった。すなわち、米の食味・呈味性といった概念が日本に比べてやや希薄であると思われたが、プレゼンを通じて日本の現状や米品質に関する方向性を知ってもらうには好機であったと思う。また、シンポジウムの歓迎レセプションでは各国の関係者ら数人と親交を深めることができた(図2)。

なお、上記シンポジウム期間中、同一会場の COEX において The 5th Seoul International Exhibition of Machinery, Science & Technology for Agriculture 2006 (SIEMSTA 2006) が4年毎に開催されており、会場に足を運んだ。主として、トラクタや田植え機、自脱型コンバイン、草地管理用機械等の圃場作業機械が主たる展示内容であったが、“アカデミックプラザ”として韓国内大学や研究機関の研究成果のブースでは韓国製搾乳ロボットシステムのポスター発表も行われていた。その他、日本製の米麦用熱風式乾燥機(遠赤式は無し)及び韓国製色彩選別機(カラーソーター)のデモ機のブースも設けられていた。なお、



図2 発表ポスターの前で



図3 シンポジウムのレセプションにて

(前列左端:志藤氏、同中央:Seoul 大学 Prof. Jung、  
筋肉の力学的解析等バイオメカニクス担当)

色彩選別機の出荷先は韓国内はもとより、タイ等 ASEAN 諸国の先進的精米工場への普及が緒についての説明であった。

### 5. 韓国農業工学研究所

畜産工学研究部主任研究員の志藤氏とともに、当研究所生産機械工学科 Dr. Gong-In Lee の案内により研究所訪問した。昨年 10 月に生研センターに来訪した所長 Jin-Ha Yun 氏や Dr. Changho Kang らに迎え入れていただいた後に、午前中、所内会議室において志藤氏と八谷それぞれ一時間ずつ「日本の飼料生産機械の開発研究の現状」と「日本の米ポストハーベスト技術の開発研究の現状」と題して講演した。聴講者は所内の研究者ら約 20 名であった。八谷は、シンポジウムでの発表内容「米の鮮度評価装置の開発研究」に加えて開発技術の取り巻き状況等について説明した。

聴講者の半数はポストハーベスト関連の研究者であったことから、紫外線励起蛍光画像法に関して前述シンポジウムでの発表時に類した質問、さらに正常粒と未熟粒の発光蛍光量の相違に関する質問など多く寄せられ、活発な討議の時間を過ごすことができた。

午後は、穀物ポストハーベスト関連機器の研究開発状況の説明（主として米の熱風乾燥及び色彩選別等の一次的品質評価技術）を受けたが、現在の韓国内においても米の品質評価分野では簡易迅速な評価手法の確立が望まれており、精度の高い評価手法もまた極めて重要である旨の説明があった。

日本と同様、韓国においても米飯の食味や加工食品とした場合の食感、呈味性といった消費面からの要求(嗜好性や加工適性)も益々重要になり、米の価格にも反映されていく可能性を伺わせた。



図4 試験用米調製加工機械をバックにポストハーベスト研究担当の Dr. Kwangwan Cho と共に

## 4. 欧州における園芸工学研究に関する調査

園芸工学研究部 果樹生産工学研究  
主任研究員 太田智彦

### 1. 目的

果樹生産の省力化及び環境負荷軽減のための研究開発に関する研究動向を知るために、欧州の園芸工学研究とメカトロニクス先端技術の調査を行った。先進的な果樹生産用機械の情報を収集するために CIGR 国際会議に参加した。また、メカトロニクス先端技術に関する情報を収集するためにメカトロニクス国際シンポジウムに参加し、さらに、在外研究で行ったキュウリ摘葉装置に関する研究成果を発表した。さらに、ドリフト低減のための果樹用防除機の研究動向を知るために、ドイツ連邦農林業生物研究センターとワーゲニンゲン大学研究センターを訪問し、既開発、または、開発中の果樹用防除機等について調査した。

### 2. 調査日程

平成18年9月2日(土)～9月15日(金) (14日間)

| 日数            | 月 日                     | 都市名(国名)  | 行程                                   | 調査内容等                   |
|---------------|-------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 1             | 9/2(土)                  | 成田発<br>フランクフルト(ドイツ)着                           | 出国(飛行機)                              |                         |
| 2<br>～<br>6   | 9/3(日)<br>～<br>9/7(木)   | フランクフルト発<br>ボン着<br>ボン                          | 移動(電車)<br>CIGR 国際会議(ボン大学)            | 園芸用機械に関する先端技術の調査        |
| 7             | 9/8(金)                  | ボン発<br>ブラウンシュバイク着<br>ブラウンシュバイク                 | 移動(電車)<br>ドイツ連邦農林業生物研究センター(BBA)      | 果樹用機械に関する調査             |
| 8             | 9/9(土)                  | ブラウンシュバイク発<br>ワーゲニンゲン(オランダ)着                   | 移動(電車)                               |                         |
| 9             | 9/10(日)                 | ワーゲニンゲン  |                                      |                         |
| 10            | 9/11(月)                 | ワーゲニンゲン<br>ワーゲニンゲン発<br>ハイデルベルク(ドイツ)着           | ワーゲニンゲン大学研究センター<br>移動(電車)            | 果樹用機械に関する調査             |
| 11<br>～<br>13 | 9/12(火)<br>～<br>9/14(木) | ハイデルベルク<br>ハイデルベルク 発<br>フランクフルト 着<br>フランクフルト 発 | メカトロニクス国際シンポジウム(ハイデルベルク大学)<br>移動(電車) | メカトロニクス先端技術に関する調査, 研究発表 |
| 14            | 9/15(金)                 | 成田 着   | 帰国(飛行機)                              |                         |

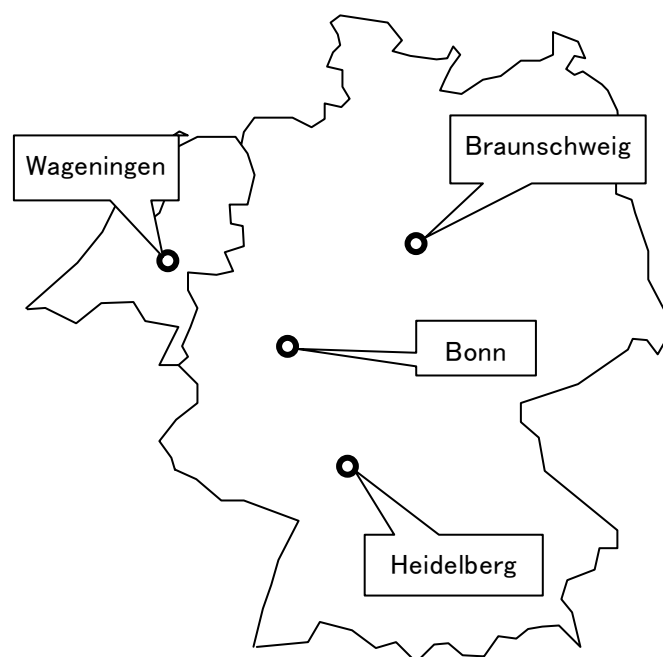


図1 調査場所

### 3. 調査場所と対応者

| 月 日                     | 調査場所                           | 対応者                           | 住所・連絡先   |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|
| 9/3(日)<br>～<br>9/7(木)   | ボン大学(CIGR 国際会議)                |                               | Am Hof 1, D-53113 Bonn<br>Germany  |
| 9/8(金)                  | ドイツ連邦<br>農林業生物研究センター(BBA)      | Dr. Ing. Heinz<br>Ganzelmeier | Messeweg 11-12<br>38104 Braunschweig<br>Germany<br>Tel: +49 53 12 99 36 50<br>Fax: +49 53 12 99 30 12      |
| 9/11(月)                 | ワーゲニンゲン大学研究センター                | Dr. Jan Bontsema              | Bornsesteeg 59, 6708 PD<br>Wageningen<br>The Netherlands<br>Tel: +31 317 47 63 90<br>Fax: +31 317 47 53 47 |
| 9/12(火)<br>～<br>9/14(木) | ハイデルベルク大学<br>(メカトロニクス国際シンポジウム) |                               | Universitätsplatz<br>69117 Heidelberg<br>Germany   |

## 4. 調査結果の概要

### 1) CIGR 国際会議

CIGR 国際会議では果樹生産用機械と防除機についての研究状況を調査した。防除機については7件の研究発表があった(表1)。フランスの Cemagref では微気象学に基づいた果樹用防除機のドリフト解析が行われていた。3次元風向風速、温度、湿度等を要因とし、噴霧粒径が65と355 $\mu\text{m}$ の薬液拡散について解析されていた。ポーランド Research Institute of Pomology and Floriculture ではノズル、展着剤、散布条件を変えたときのリンゴの葉への付着が研究されていた。中空、扇状のノズルを用い、散布条件として圧力、流量を変えて試験を行っていた。イタリア Universita degli Studi Torino ではブドウ用のエアアシスト防除機(図2)が試作され、送風角度、走行速度、送風風速を変えたときの付着が測定されていた。イスラエル Institute of Agricultural Engineering ではナツメヤシのための防除機と受粉機の設計のための室内実験が行われていた。イスラエルの Spraytech LTD はブドウ園用のエアアシスト防除機と慣行の防除機の散布試験を行い、ドリフトを比較していた。ドリフトは最外樹列から園外の21mまで感水紙を配置して測定された。ベルギー Institute for Agricultural and Fisheries Research では裸地でブームスプレーヤーのドリフト測定を行い、異なるノズルのドリフトを測定していた。イタリア University of Milan では稼働中の防除機の実態調査が行われ、防除機における交換部品の種類、制御ユニットの種類が調査されていた。

表1 CIGRでの果樹用防除機関連の研究発表

| 課題名  | 国名    | 組織名   | 筆頭著者名            |
|--|-------|---|------------------|
| Study on response surface methodology (RSM) of pesticide emission to the air during an air-assisted sprayer application<br>(エアアシスト防除機の空気中への農薬拡散に関する研究) | フランス  | Cemagref  | Y. Gil           |
| Spray coverage on apple leaves obtained by different nozzles and adjuvants<br>(異なるノズルと展着剤によるリンゴの葉への付着)   | ポーランド | Research Institute of Pomology and Floriculture   | Holownicki       |
| Spray distribution in vineyard using multi-row air-assisted sprayers<br>(多条エアアシスト防除機を用いたブドウの防除)  | イタリア  | Universita degli Studi Torino                     | Mario Tamagnone  |
| Air-assisted sprayer/pollinator for dates -contradictory and complementary design aspects<br>(ナツメヤシのためのエアアシスト防除機と受粉機)                                  | イスラエル | Institute of Agricultural Engineering             | Samuel Gan-Mor   |
| Methods for measuring sprayer drift<br>(防除機のドリフト測定方法)  | イスラエル | Spraytech LTD                                     | Amos Geva        |
| The effect of droplet characteristics on spray drift<br>(液滴特性がドリフトに与える影響)  | ベルギー  | Institute for Agricultural and Fisheries Research | David Nuyttens   |
| Performance of a modern sprayer control unit in severe operating conditions<br>(厳しい運転条件における最近の防除機の制御ユニットの性能)   | イタリア  | University of Milan                               | Domenice Pessina |



図2 ブドウ用多条エアアシスト防除機  
(イタリア、Universita degli Studi Torino)

防除機以外の果樹用機械では、収穫について5件、精密管理技術について2件、果樹園用車両について1件の発表があった(表2)。スペイン Polytechnic University of Valencia では加工用モモを対象とした樹幹に振動を与える方式の収穫機が開発され、損傷、収穫成功率等が調査されていた。ポーランド Research Institute of Pomology and Floriculture では連続移動式のサワーチェリー収穫機(図3)が開発されていた。樹冠をまたいで走行しながら回転体を作用させて、枝を振動させることにより、サワーチェリーを落下させる収穫機であった。ハンガリー Corvinus University of Budapest では果樹の振動収穫のシミュレーションを行っていた。イタリア University of Bari ではオリーブの振動収穫における振動を測定し、解析していた。ポルトガル Universidade de Evora はオリーブを振動収穫するときに必要な果実収集用の布を開発し、収穫時間等を調査していた。落下した果実を収集しやすいように収集用の布を巻き取りながら果実を回収する構造であった。

スペイン University of Lleida では精密な果樹園管理のために樹体の形状を測定するレーザーセンサ(図4)が開発され、測定した樹冠容積等と葉面積指数(LAI)との関係が調べられた。イタリア Universita degli Studi Milano では超音波センサを用いたブドウの樹体の繁茂程度を測定し、評価していた。スイスの Federal Research Station for Agricultural Economics and Engineering では超音波センサを利用した果樹園でのトラクタの自動ガイダンスシステムが開発されていた。

表2 果樹の収穫・精密管理・車両に関する研究発表

| 課題名  | 国名    | 組織名   | 筆頭著者              |
|--|-------|---|-------------------|
| Mechanical harvesting of processed peaches cv. Caterina in Murcia (Spain)<br>(加工用モモの機械収穫)                                    | スペイン  | Polytechnic University of Valencia              | A.Torregrosa      |
| Continuously Moving Harvester for Sour Cherry<br>(サワーチェリーの連続移動収穫機)   | ポーランド | Research Institute of Pomology and Floriculture | Pawel Wawrzynczak |
| A Simple Fruit-Tree Model for the Prediction of Root Damaging during Mechanical Shaking)<br>(機械的振動中の根の衝撃を予測するための単純な果実と木のモデル) | ハンガリー | Corvinus University of Budapest                 | Zoltan Lang       |

|   |       |   |                |
|---|-------|---|----------------|
| Vibration analysis of an olives mechanical harvesting system<br>(オリーブ機械収穫システムの振動解析)   | イタリア  | University of Bari  | Paolo Amitante |
| Mechanized Rolling Canvas for olive harvesting<br>(オリーブ収穫のための回転キャンバス)   | ポルトガル | Universidade de Evora   | J. Peca        |
| Ground laser scanner data analysis for Leaf Area Index (LAI) prediction in orchards and vineyards<br>(果樹園とブドウ園における葉面積指数(LAI)推定のための地上レーザースキャナデータの解析) | スペイン  | University of Lleida  | Jaume Arno     |
| Ultrasonic canopy sensing for Precision Viticulture practice<br>(精密ブドウ栽培のための超音波樹体検出)  | イタリア  | Universita degli Studi Milano                                       | Aldo Calcante  |
| Automatic guidance system for tractors in fruit farming<br>(果実生産のための自動ガイダンスシステム)  | スイス   | Federal Research Station for Agricultural Economics and Engineering | Martin Holpp   |



図3 サワーチェリーの連続移動収穫機  
(ポーランド、Research Institute of Pomology and Floriculture)



図4 樹体形状を測定するためのレーザセンサ  
(スペイン、University of Lleida)



## 2) ドイツ連邦農林業生物研究センター (BBA)

ドイツ連邦農林業生物研究センター (BBA) 散布技術部を訪問し、BBA で研究されている果樹用防除機について調査した。2列トンネル式防除機 (図5) は樹体の両側からシートを被覆することでドリフトを抑える防除機であった。2列回収式防除機 (図6) は樹体を挟むように板状の回収装置を配置し、樹体の両側から横方向に噴霧したとき、樹体に付着しなかった薬液を積極的に回収する構造であった。噴霧には横方向の送風があり、上方向には飛散しにくい構造であった。



図5 2列トンネル式防除機



図6 2列回収式防除機

樹体検出式防除機 1 (図7) は防除機前部に位置した超音波センサで枝葉の有無を検出して、枝葉のある部分のみ、防除機後方のノズルを噴霧させる防除機であった。ディフレクター (導風装置) により、ほぼ横方向に送風し、上方向への飛散を抑える構造であった。また、樹体検出防除機 2 (図8) は電動シリンダで板をスライドさせ、送風口を板で覆うことによって、片側全ての送風を遮断できる機能を有していた。また、BBA では研究中の果樹用防除機の他に、果樹用防除機の散布量分布を測定するための縦型散布薬液回収装置、ブームスプレーヤの圃場散布時の振動を再現し、振動特性を調べるための振動シミュレータ、ノズルの噴霧粒径特性を調べるための噴霧粒径測定装置等の試験装置を調査した。



図7 樹体検出式防除機 1



図8 樹体検出式防除機 2

### 3) ワーゲニンゲン大学研究センター

ワーゲニンゲン大学研究センターでは精密防除機(図9、図10)について調査した。この防除機は樹体の部分的な繁茂度合いに応じてノズルから樹体までの距離を制御して噴霧を行う防除機であった。3つの送風ダクトが異なる高さで取り付けられており、それぞれのダクト先に3個ずつノズルが取り付けられていた。電動シリンダによりダクト先とノズルを樹体方向に接近できる構造であった。ノズルの開閉は繁茂程度に応じて行うとのことであった。実験では、あらかじめ手動で場所と繁茂程度を測定し、結果を防除機に入力してダクトとノズルの位置制御、ノズル開閉を制御していた。この防除機により、ドリフトを抑えることが可能となった。



図9 精密防除機全体



図10 精密防除機散布状態

### 4) メカトロニクスシンポジウム

メカトロニクスシンポジウムではキュウリ摘葉装置の研究発表を行うとともに、メカトロニクスの先端技術を調査した。本シンポジウムは、マニピュレータとアクチュエータ、車両制御、ロボット、産業技術利用等のセッションから構成されていた。

マニピュレータとアクチュエータのセッションではドイツの RWTH Aachen University による多指グripper(図11)、イタリアの Politecnico di Milano による宇宙ステーションロボットアーム(図12)等についての発表があった。車両技術のセッションではドイツ Technical University Munich による運転者支援のための車載カメラ(図13)等の発表があった。ロボットのセッションでは中央大学によるミミズ型ロボット等が発表された。農業機械の研究分野では、キュウリ摘葉装置以外にイタリア IMAMOTER の農業機械制御システムのための ISO バスについての研究、ベルギー University of Leuven の高さ制御を行うブームスプレーヤに関する研究が発表された。

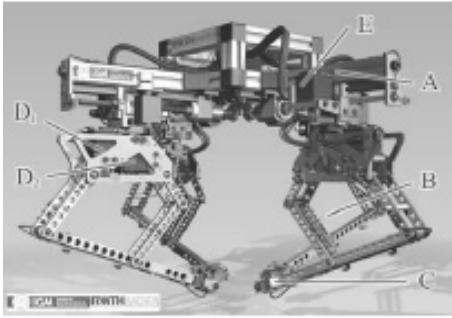


図11 多指グリッパー  
(ドイツ、RWTH Aachen University)



図12 宇宙ステーションロボットアーム  
(イタリア、Politecnico di Milano)

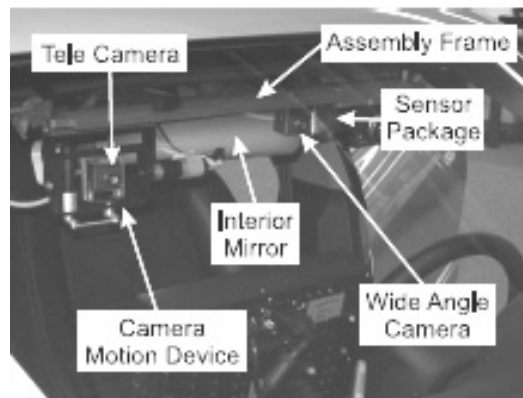


図13 運転者支援のための車載カメラ  
(ドイツ、Technical University Munich)

## 5. 収集資料

- 1) CIGR, World Congress 2006 Book of Abstract
- 2) Mechatronics 2006 4<sup>th</sup> IFAC-Symposium on Mechatronics Systems Preprints

## 5. 米国におけるジャガイモ生産技術及び研究開発動向に関する調査

園芸工学研究部 野菜収穫工学研究  
 研究員 青木 循

### 1. 目的

ジャガイモ生産に関する世界の最新の技術動向を調査する。また、ジャガイモ関連の研究機関、機械メーカー等を訪問し、現状調査を行う。

### 2. 調査日程

平成18年8月21日(月)～31日(木) (11日間)

| 日数 | 月 日      | 都市名  | 調査先・内容  |
|----|----------|--|---|
| 1  | 8月21日(月) | Narita>>Boise                                      | 移 動   |
| 2  | 8月22日(火) | Boise  | ・第6回世界ジャガイモ会議   |
| 3  | 8月23日(水) | Boise  | ・第6回世界ジャガイモ会議   |
| 4  | 8月24日(木) | Boise>>Wilder<br>>>Boise                           | ・第6回世界ジャガイモ会議<br>・世界ジャガイモ会議ファームショー                          |
| 5  | 8月25日(金) | Boise>>Wilder<br>>>Boise                           | ・世界ジャガイモ会議ファームショー   |
| 6  | 8月26日(土) | Boise>>Wilder<br>>>Boise                           | ・世界ジャガイモ会議ファームショー   |
| 7  | 8月27日(日) | Boise>>Hammett<br>>>Pocatello                      | ・インディアンヒルズ農場  |
| 8  | 8月28日(月) | Boise>>Aberdeen<br>>>Blackfoot<br>>>Pocatello      | ・アイダホ大学アバディーン研究普及センター<br>・スプドニック社(農機メーカー)                   |
| 9  | 8月29日(火) | Pocatello<br>>>Sun Valley<br>>>Kimberly<br>>>Boise | ・サンバレージャガイモ生産者組合<br>・テルフォードサンバレーシード<br>・アイダホ大学キンバリー研究普及センター |
| 10 | 8月30日(水) | Boise  | 移 動   |
| 11 | 8月31日(木) | Narita   | 移 動   |

## 3. 主な調査先と対応者

| 調査先                  | 対応者   | 住所および連絡先  |
|----------------------|---|---|
| 第6回世界ジャガイモ会議         |   | <a href="http://www.potatofoundation.com/WPC_2006/index.html">http://www.potatofoundation.com/WPC_2006/index.html</a> |
| 世界ジャガイモ会議ファームショー     |   | <a href="http://www.potatofarmshow.com/">http://www.potatofarmshow.com/</a>   |
| インディアンヒルズ農場          | Jeff Blanksman<br>(Farmer)  | Hammett, ID   |
|                      | Mir M. Seyedbagheri<br>(Extension Educator/<br>Professor)                       | 150 S 4th East, Suite 1<br>Mountain Home, ID 83647<br>Tel: (208) 587-2136 Ext 509<br>Fax: (208) 587-2159              |
| アイダホ大学アバディーン研究普及センター | Stephen L. Love, Ph.D.<br>(Research Professor,<br>Superintendent) 他             | Aberdeen, ID 83210<br>Tel: (208) 397-4181<br>Fax: (208) 397-4311  |
| スプドニック社<br>(農機メーカー)  | Michael Bamberger<br>(C.E.O.)   | 584 W 100 N<br>P.O. Box 1045<br>Blackfoot, ID 83221<br>Tel: (208) 785-0480<br>Fax: (208) 785-1497                     |
| サンバレージャガイモ生産者組合      |   | 100S 375W<br>Paul, ID 83347<br>Tel: (208) 438-2605<br>Fax: (208) 438-8018   |
| テルフォードサンバレーシード       | Mike Telford<br>(Farmer)  | 1450 West Hwy.24<br>Paul, ID 83347<br>Tel: (208) 532-4555   |
| アイダホ大学キンバリー研究普及センター  | Nora Olsen, Ph.D.<br>(Associate Professor,<br>Extension Potato<br>Specialist) 他 | 3793 North 3600 East<br>Kimberly, ID 83341-5076<br>Tel: (208) 423-4691<br>Fax: (208) 423-6699                         |

#### 4. 調査結果の概要

##### 1) 第6回世界ジャガイモ会議及びファームショー

第6回世界ジャガイモ会議が平成18年8月20～26日の7日間の日程でアメリカ合衆国のアイダホ州ボイジーにて開催された。22日から24日の午前中までジャガイモ生産に関する各方面の専門家による講演が行われた。講演内容は、世界のジャガイモ産業、農業機械、病害発生予察、貯蔵技術など多岐に渡った。このうち病害発生予察に関してはオランダで開発された作物管理システムについての講演があった。このシステムは、ほ場や品種などの情報と防除や灌漑などを行った日付、時間、薬剤名、薬剤量などの情報、ウェザーステーションから得られる温度、相対湿度、風速、風向などの情報、専門家の知識などを基にして、最適な防除時期や薬剤使用量、灌漑時期やその量を決定するものである。生産者はシステムによって決定されたこれらの情報を、コンピュータを通じて呼び出すことができる。このシステムを導入することにより、病害の抑制や殺菌剤使用量の削減、灌漑管理の改善などの効果が得られるというもので、世界各地の農家が疫病予防に使用しているということであった。その他にも普段あまり馴染みのなかった栽培や病理などの分野についての講演も聴くことができ、ジャガイモ生産に関する知識を広げることができた。

その他、講演初日の22日にはジョハンズ農務長官の談話があった。それによると、2006年春にアイダホ州で発見されたジャガイモシロシストセンチュウについて、600筆以上のほ場の調査を行い、2筆でその発生を確認したということであった。また、その対策のために1,300万ドルの連邦予算を投じるとの発表がなされた。

24日の午後から26日まではボイジー郊外のウィルダーにおいて、農業機械メーカーによる農業機械の展示及び実演やジャガイモ生産管理に関する装置などの展示が行われた。実演ではジャガイモの4畝用ウィンドローア、ハーベスタなどによる実演が行われ、ハーベスタによる収穫作業を機上から観察することができた(図1、2)。ジャガイモの収穫は、まず、ハーベスタで収穫する予定の4畝の左右両隣の4畝をそれぞれウィンドローアで掘り上げて畝間に集列し、その後、12畝分のジャガイモをまとめてハーベスタで掘り取るという体系であった。ハーベスタはトラクタ装着式で、イモを掘り上げた後コンベア上でイモと土が分離され、茎葉はブローで機体後方へ飛ばされて取り除かれていた。収穫されたイモはコンベアで併走するトラックへ収容されていた。トラックが一杯になると一旦トラックへイモを供給するコンベアを止めて収穫し続け、次のトラックが来るまで



図1 ウィンドローアによる収穫作業



図2 ハーベスタによる収穫作業

イモをハーベスタのコンベア上に貯めて、ハーベスタが止まることなく作業が行われていた。ハーベスタ自体を高速化するだけでなく、このような収穫物の移し替えに時間を掛けない技術も能率向上には重要だと感じた。

その他屋外には、車輪付きの大型スプリンクラーや自動操舵を行うトラクタなど、大規模農業に対応した大型の機械が多数展示されていた。

## 2) インディアンヒルズ農場

インディアンヒルズ農場は Jeff と Rob の Blanksma 兄弟と Jeff の息子の Jeff と Mick によって運営されている家族経営の農場である。4 世代に渡って続いている農家一家であり、Blanksma 一家は Elmore 郡、Owyhee 郡の地域で 3 世代に渡って農業を行っている。ジャガイモのほか、乾燥豆、小麦、アルファルファ、種用乾燥豆などを栽培している。4,200 エーカー（約 1,680ha）のうち、ジャガイモは 330 エーカー（約 132ha）である。

インディアンヒルズ農場の貯蔵施設は約 28,000,000 ポンド（約 12,700t）のジャガイモを貯蔵することができ、約 50,000,000 ポンド（約 22,700t）のジャガイモを栽培した年もある。



図3 スネーク川の畔にある灌漑施設



図4 ジャガイモの貯蔵施設

こちらの農場では主に灌漑設備、ジャガイモの貯蔵施設、ジャガイモほ場を見学した。まず、灌漑設備では、スネーク川の畔に設置された灌漑用のポンプ施設を見学した（図3）。農場の灌漑に利用される水はスネーク川からポンプで汲み上げられ、川から高台にあるほ場の地下へ平均 450 フィート（約 135m）パイプラインで運び上げられる。1 時間当たり 10,200 リットルの水が汲み上げられるということだった。

続いて、ジャガイモの貯蔵施設を見学した。まもなく収穫時期を迎えるため、施設内はスプリンクラーで消毒されるなど、貯蔵するための準備が始まっていた（図4）。この施設では外気を冷却してファンにより施設内側面下部の穴から施設内へ送り、施設内上部に設置されたダクトで空気を排出して空気を循環させる仕組みであった。冬期の外気温は $-10^{\circ}\text{C}$ 程度までになるらしいが、施設の壁は2重構造となっており、施設内の温度は一定に保たれるそうであった。貯蔵時の施設内温度は品種ごとに決められており、最適な温度に保たれるということだった。9月の下旬頃に収穫開始とともに貯蔵が始まり、翌年の5、6月まで貯蔵される。次の年のジャガイモを貯蔵するための準備を行う必要があるため、7月までには貯蔵施設を空にする必要があるということであった。

最後に、ジャガイモほ場を見学した。条間 36 インチ（約 90cm）の 1 畝 1 条のかまぼこ

型の畝で、日本の栽培様式に比べて広めの条間であった。畝高さは 20cm 程度であった。株間は 40～45cm でばらつきがあった。茎葉処理は薬剤で行っているということであった。見学時に敷設されていたスプリンクラー用のパイプラインは収穫前には専用のピックアップマシンとトレーラで撤去するという話であった。ハーベスタは Double L 社製と Spudnik 社製の機械を使用しているということであった。

### 3) アイダホ大学アバディーン研究普及センター

ここでは、まず、Stephen L. Love 教授よりアバディーン研究普及センターの概要が説明され、その後、個別の研究テーマについての説明が行われた。

説明によると、このセンターはアイダホ大学の6つある学外実験農場の一つで、メインキャンパスは Moscow にある。1911年の5月に設立されて以来、研究室や施設、敷地面積などを増加させて現在に至っている。24名のプロジェクトリーダーと約65名のサポートスタッフ、6名の大学院生で研究が進められている。研究施設は35の建物があり、内29が州所有、6が連邦所有のものとなっている。敷地は460エーカー（約184ha）で、そのうちの390エーカー（約156ha）で灌漑を行っている。センターの総予算は約500万ドルである。ジャガイモ、穀類生産の研究を主に行っており、他にてん菜やアルファルファなどの研究も行っている。ジャガイモについてのキーとなる研究普及計画は、『ジャガイモの改良』であり、主に「育種・遺伝」、「生産技術」、「作物保護」などに取り組んでいる。

教授の説明の後、実験室へ移り、Richard Novy 博士からジャガイモの品種開発についての説明があった。ジャガイモの品種開発の手順の概要は以下のとおりであり、(1)～(11)を行うのに14～15年の年月が必要となるという話であった（図5）。

- (1) ハウス内で交配母本を育てる
- (2) 花が咲いたら専用の道具で花粉を集め、目的に応じた交配を行う
- (3) 交配が成功して果実が実ったら種子を洗い出す
- (4) 交配によって得られた種子を播種して苗を育てる（生殖世代）
- (5) 実生ポット植物体が充分生育したら塊茎を収穫し、翌年の種イモ（栄養世代）とする
- (6) 翌年に初年目の1株植え個体選抜を実施し、内部形質や収量で選抜する
- (7) 1株には複数個のイモが付くので、1列植えとして系統選抜を行う
- (8) 年を経るごとに系統数は10分の1規模で減少し、1系統当りの株数と反復数は大きくなる
- (9) 選抜段階が進むと、加工適性や耐病性などを加えた詳細な試験を行う
- (10) 普及が予定される地域での試験を経て、品種名が決まり発表される
- (11) 無病基種苗からの種イモ生産が行われる



図5 花粉を集める様子



また、直接収益につながる新しい品種の開発を目的に、産業界、州の大学、連邦政府関係機関などが参加してアイダホとそれに隣接するオレゴン、ワシントンの3州によるジャガイモの品種開発プログラムが1985年より始められているということだった。その結果、旧品種は能力の高い新品種に置き換えられ、1990年に約90%を占めていた古い標準品種（ラセットバーバンク）は2000年には50%余りとなったようである。

3州合わせて全米の約60%のジャガイモを生産していることを考えると、ジャガイモ産業に大きな影響を与える研究が進められていると感じた。日本においても、今後は消費拡大につながるような魅力ある品種を産官学一体となって開発することが必要ではないかと感じた。

#### 4) スプドニック社

Blackfootにあるジャガイモ関連の農業機械メーカーのスプドニック社を訪問した。こちらではまず、代表取締役社長のMichael Bamberger氏による会社概要の説明があり、その後工場内の見学を行った。会社概要は以下のとおりであった。

スプドニック社は、1958年にCarl Hobbs氏により設立された世界第2位のジャガイモ機械メーカーである。最新の製造機器を備えた130,000平方フィート（約11,700平方メートル）の工場を持ち、高品質で信頼性のある製品を生産することができる。製造ラインの作業者を全てアメリカ人にして、チームワークが上手くいくようにしている。機械の設計では高性能3DCADを使用しており、機械を組み立てることなく稼働時の応力テストをシミュレーションすることができる。機械の開発では、一度予備試験を行った後、プロトタイプを作成し、それをほ場に供試して広範囲に及ぶ試験を行っている。

スプドニック社は以前から合弁事業を行うなど協力関係にあったグリメ社に買い取られ、現在はその子会社となっているということだった。スプドニック社とグリメ社の機械の違いについては、例えば、ハーベスタではスプドニック社では主に乾いた軽い土の地域が対象であるため、土の分離が容易で機械の構造を簡素化することができるが、グリメ社では重い土にも対応するため複雑な機構の機械となっているという話だった。

スプドニック社では、ハーベスタ、ウィンドローア、プランタ、カルチベーターなどのジャガイモの生産に関する機械からエリミネイター、ビンパイラー、スクーパー、バンアンローダーなどのジャガイモの貯蔵に関する機械まで幅広く製造、販売している。ハーベスタについては、2、3、4畝用のものがあり、それぞれ能力は200t/h、300t/h、400t/hである。国内だけでなくカナダ等海外への輸出も行っているようである。

工場には、レーザーテーブルやプラズマカッター、圧力350tのベンディングマシン、CNCワークセンタ、完全自動のサンドブラストシステム、車の塗装に近い品質の塗装が可能な最先端の塗装ブースなど大型の工作機械が多数導入され、作業が効率的に進められていた。また、工場内には部品倉庫があり、倉庫の前には組み立て工程で使用される機械の



図6 組み立て工程

部品がそれぞれの機械ごとにひとまとめに置かれていた（図6）。製品の生産ラインの他に、機械の修理を行う場所も備えられていた。

### 5) サンバレージャガイモ生産者組合

アイダホ南部の Minidoka 郡にあるサンバレージャガイモ生産組合を訪れ、組合についての概要説明を受けた後、集出荷施設の見学を行った。組合の概要は以下のとおりである。

この組合はアイダホのジャガイモ生産者協同組合の中で、包装や販売施設を運営するアイダホで唯一の生産者が所有するジャガイモ協同組合である。組合は南アイダホの約 20 人の生産者で構成されており、Norkotah、Russet Burbank、Russet Gem などのジャガイモ 1 億 8000 万ポンド（約 8 万 1000 トン）がこちらの施設へ供給され、包装されて青果市場で販売される。山脈から流れるきれいな雪解け水や肥沃な火山灰土、昼間暖かくて夜間涼しい気候などがこの地域の高品質なジャガイモ生産に寄与している。

施設内の見学では、ジャガイモが施設に搬入される所から洗浄、選別、包装、出荷されるまでを順番に見学することができた。搬入されたジャガイモは、まず水で洗浄され、その後、コンベアによって選別工程に運ばれて大きさ選別等が行われ、最終的に包装されて出荷用のトラックなどへ運び込まれていた。日本では出荷後の腐敗の恐れがあること等から水洗することは稀で、この点は日本の場合と異なっていた。施設では、洗浄や、計量、箱詰めなど多くの工程が自動化されており、効率的に作業が行われていた。施設内では選別や箱作りなどに作業者が従事していたが、全員メキシコ人のようであった（図7）。メキシコ人の賃金は 2～3 ドル/時と非常に低賃金であったが、期間雇用契約により労働力は確保されていた。選別されたジャガイモは出荷先や等級、質量などによって、異なった標示、大きさの箱や袋、ネットに詰められていた。包装されたジャガイモの出荷を容易にするため、施設の脇に貨物車両やトラックへ直接積み込むことのできる出荷口が設けられていた。この施設における作業量は、1日に約 3,500 ケースという話だった。



図7 作業者による選別の様子

### 6) テルフォードサンバレーシード

Mike Telford 氏が運営する種イモ生産ほ場を見学した。Mike 氏に 2 カ所の種イモほ場を案内して頂き、簡単な調査などを行った。

1 カ所目のほ場の品種は‘Western Russet’であった。等級認証のための検査を受けない種イモで、靴のままほ場に入ることができた。ほ場の土は火山灰土の乾いた軽い土壌であった。ほ場は 1 畝 1 条で設定畝幅は 34 インチ（約 85cm）であった。畝形状は台形で、畝天面幅は 30～40cm、畝裾幅 60cm 程度であった。株間は 30～40cm でばらつきが大きかった。ほ場内でサンプルの掘取り調査を行った結果、収穫の 2 週間から 10 日前の状態、収量は 50t/ha と推測された。収穫前であったので、ほ場の散水量を減らしていた。

2カ所目の種イモほ場は“certified seed”と呼ばれるアイダホ連邦州検査局により等級認証される認証種イモのほ場であった。こちらのほ場では土の持ち込みなどを防ぐため、シューズカバーを履いてほ場へ入った。品種は‘Defender’であり、水分を多く含んだ土壌であった。畝形状等は1カ所目と同様であった。1カ所目と同様にサンプルの掘取り調査を行った結果、収量は52t/ha程度と推測された。塊茎は水分過多のため皮目肥大しており、皮むけし易かった。茎葉処理方法については、レグロックス等の薬剤処理の他、チョッパーによる茎葉処理が行われるということだった。一度で枯れない場合は再び薬剤散布を行って茎葉処理するということがあった。

## 7) アイダホ大学キンバリー研究普及センター

Twin Fallsの東約6マイル(約9.6km)に位置するキンバリー研究普及センターを訪れた。ここではNora Olsen助教授による研究施設及び研究の概要説明と研究スタッフから取り組んでいる課題についての説明があった。

それによると、センターにはおよそ180エーカー(約72ha)の灌漑された農場と4つのハウスや、研究室と種子洗浄の複合施設、種子倉庫を備えた乾燥豆研究施設、ジャガイモ貯蔵研究施設がある。ジャガイモ貯蔵研究施設は9つの個別に制御される貯蔵庫を備えており、1991年に設立された。各貯蔵庫には20万ポンド(約90t)までジャガイモを貯蔵できる。貯蔵庫は温度、湿度、換気を変更できる最先端のコンピュータ制御による環境制御システムを備えており、1コンテナに30~40kgのサンプルを入れて貯蔵を行っている。ここでの研究は7名のスタッフにより行われている。

アイダホ州は全米の29%のジャガイモを生産しており、その82%のジャガイモで貯蔵が行われているということであった。生産されたジャガイモの用途とその割合は、加工用64%、生食用28%、種子用8%ということであった。加工用では「フライドポテトの色と糖集積」、「発芽制御」、生食用では「外観品質」、「発芽制御」、種子用では「生理年齢と機能」、全用途に共通して「病害」などの項目に着目して貯蔵に関する研究が行われていた。

主な研究、普及の取り組みとしては、代替発芽防止剤、収穫後の病害制御(収穫後の生産物、管理)、品種を特定した貯蔵管理、最適品質のための管理(茎葉処理と貯蔵性、貯蔵条件)、種子生理学と貯蔵などが挙げられていた。茎葉処理と貯蔵性については、Ranger Russetという品種で茎葉処理時期と貯蔵条件が加工品質に与える影響についての研究が行われていた。これによると、茎葉が黄変する前に収穫するか、または茎葉処理から収穫までジャガイモが地中にある時間を最小限することが、貯蔵時の糖集積を減らし、加工品質を維持するための方法として提案されていた。

## 5. 収集資料

- 1) The Sixth World Potato Congress Program
  - 2) World Potato Congress Farm Show Official Program
- ※その他、各種農業機械のカタログ、CD-ROM、配付資料等多数収集

## 6. ISMAB への参加及び韓国の酪農事情に関する調査

畜産工学研究部 飼料生産工学研究  
主任研究員 志藤博克

### 1. 目的

第3回国際シンポジウム (International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agricultural and Biosystems Engineering) にて細断型ロールベアラの開発について発表し、東アジアの農業機械研究の動向を調査するとともに、韓国の酪農事情について調査し、当研究単位における今後の技術開発の参考に資する。

### 2. 調査日程：平成18年11月22日～28日（7日間）

| 日数 | 月 日       | 都 市 名                 | 時 間            | 交 通       | 摘 要                                  |
|----|-----------|-----------------------|----------------|-----------|--------------------------------------|
| 1  | 11月22日（水） | 東京(成田) 発<br>ソウル(仁川) 着 | 12:55<br>15:35 | KE702     | 出発<br>[ソウル市内 泊]                      |
| 2  | 11月23日（木） | イテウォン←→<br>サムソン       | 1時間<br>(片道)    | 地下鉄<br>徒歩 | ISMAB 出席<br>[ソウル市内 泊]                |
| 3  | 11月24日（金） | イテウォン←→<br>サムソン       | 1時間<br>(片道)    | 地下鉄<br>徒歩 | ISMAB 出席<br>[ソウル市内 泊]                |
| 4  | 11月25日（土） | イテウォン←→<br>サムソン       | 1時間<br>(片道)    | 地下鉄<br>徒歩 | SIEMSTA2006 調査<br>[ソウル市内 泊]          |
| 5  | 11月26日（日） | ソウル市内                 |                |           | 書類整理<br>[ソウル市内 泊]                    |
| 6  | 11月27日（月） | イテウォン←→<br>スウォン       | 1時間<br>(片道)    | 地下鉄<br>鉄道 | 韓国農業工学研究所お<br>よび畜産研究所調査<br>[ソウル市内 泊] |
| 7  | 11月28日（火） | ソウル(仁川) 発<br>東京(成田) 着 | 10:20<br>12:30 | KE703     | 帰国                                   |

### 3. 主な訪問先と対応者

| 月 日              | 訪 問 先               | 対 応 者                | 住 所 等  |
|------------------|---------------------|----------------------|--|
| 11月23日<br>11月24日 | COEX ASEM ホール       | —                    | 京畿道江南区三成洞 159  |
| 11月25日           | COEX コンベンシ<br>ョンホール | —                    | 京畿道江南区三成洞 159  |
| 11月27日           | 農業工学研究所             | 李 公 仁 氏<br>(生産機械工学科) | 京畿道水原市勤善区西屯洞 249<br>Tel:+81 31 290-1850<br>Fax:+81 31 290-1900 |
|                  | 畜産研究所               | 鄭義壽 氏<br>(畜産環境科)     | 京畿道水原市勤善区梧木川洞 564<br>Tel:+81 31 290-1749                       |

#### 4. 調査結果の概要

##### 1) 第3回 ISMAB における口頭発表

同シンポジウムは、Kyeong Uk Kim ソウル大学教授ら3名の挨拶からなるオープニングセレモニーの後、ヴェトナム、韓国、台湾、日本のカントリーレポートが行なわれ幕を開けた。カントリーレポートでは各国の農業を取り巻く情勢、機械化の進展状況と技術研究の動向について報告された。韓国、台湾、日本の研究レベルはほぼ同等であるとの印象を持ったが、この中で最も戦略的な説明がなされているのは台湾であると思われた。台湾は韓国、日本と同様にWTOに加盟し、農産物の貿易自由化の厳しい外圧に晒されており、生産コストの面で欧米やオーストラリアの農産物との競争が困難な状況に置かれている。これに対し台湾は国内の農産物の安全性と品質の高さの面で対抗すべく、プレシジョンファームの展開、施設園芸や酪農施設を中心に導入されている各種自動化装置への情報管理システムの開発導入、近赤外線や画像処理による品質判定技術の開発、フィールドサーバー等を活用した生産過程の情報管理システムの開発によるトレーサビリティの確保等により構築される「e-Agriculture」の実現に向けて産学官が連携しているとの報告であった。また、自給飼料生産については輸入飼料の高騰に備えて収量の多いトウモロコシやソルガムといった長大作物の栽培・収穫調製技術の開発が取り組まれているが、独自の機械開発は行なわれていない。むしろ既存の機械をうまく組み合わせた体系作りに力を入れている模様であり、細断型ロールベアラあるいは汎用型飼料収穫機、さらに開発中の定置型可変径式成形密封システムが活用される可能性が感じられた。

口頭発表は農業情報工学、バイオエネルギー及び代替エネルギー、生物工学、バイオメカトロニクス及び農業ロボット、農用動力及び機械、食品工学、調製技術、精密農業、センサ技術、構造・環境技術の10のセッション、全60課題が2日間に分けて行なわれ、ポスターセッション(48課題)も24日の午後に行なわれた。農用動力及び機械のセッションで「細断型ロールベアラの開発」と題して質疑応答を含めた15分間の口頭発表を行なった(写真1、2)。このセッションで座長を務めたKangwon大学のSang-Hum Kim教授からは「細かい材料をロール成形できるという非常に画期的な技術」との評価を得、高水分材料の高密度梱包による排汁の影響の有無、既存ベアラ利用の可否について質問が寄せられた。



写真1 座長の Sang-Hum Kim 教授



写真2 口頭発表の様子

## 2) SIEMSTA2006 における技術動向調査

SIEMSTA は2年に1回開催される韓国最大の農機展示会である。会場であるコンベンションホールは ISMAB が開催されている ASEM ホールと同じ COEX の巨大な建物にある。COEX は、ショッピングモールやシネマコンプレックスも併設された一大観光スポットとして近年有名である。展示の対象となっているものは、やはり水稲作中心のお国柄を反映してトラクタ、コンバイン、田植機が中心であった。それらの大部分は日本の大手農機メーカーの OEM 製品であったが、日本へも輸出されている独自開発トラクタも見られ、技術的発展が著しいことが伺えた。数は少なかったものの酪農用機械・施設も展示されており、中でも稲発酵粗飼料専用収穫機2種が展示され、注目を集めていたのが印象的であった。

この他、灌漑用機械、原動機、資材の展示があった。このうち、飼料生産用機械に関連するものを中心に、特に目に留まったものについて以下に記す。

### (1) 稲発酵粗飼料専用収穫機

日本製の稲発酵粗飼料用専用収穫機2種が展示されていた(写真3、4)。韓国では1977年に米の自給100%を達成して以来、年々需要が供給を下回るようになってきており、現在の国民ひとりあたりの年間消費量は約75kgであるという(日本は約60kg)。これに伴い我が国と同様、転作が奨励されているが、湿田のため麦や大豆の作付けに適さない圃場が多いことと水田機能をそのまま維持できるという点から飼料稲の導入・普及に期待が寄せられている。ブースではPRビデオが流され、人だかりを作っていたのが印象的であった。



写真3 コンバイン型専用収穫機



写真4 フレール型専用収穫機

### (2) ベールラッパー一体型ロールベアラ

ロールベアラとベールラッパを一体化した製品が本格的に登場したのが、2001年のSIMA(フランスで隔年開催される世界最大規模の農機展)であった。その後、我が国にもいくつか輸入され、また国産製品も登場するに至った。今回のSIEMSTAでもロールベアラとベールラッパを一つの台車に縦置きに並べたタンデム式とラッピング機能を内蔵したオールインワン式の両者が展示されていた(写真5、6)。タンデム式はベールをネットで結束している間は作業を中断する必要があるが、密封作業中は作業を再開できるので使い勝手は通常のロールベアラとほぼ同様である。オールインワン式はベールの結束に加えてラップフィルムにより密封する間も作業を中断する必要

があるが、3回6層に密封する所要時間はわずかに20秒とのことである。韓国の飼料生産事情は日本と似ていることから、飼料生産を大規模に行なっている経営あるいは生産者集団にとっては日本と同様にいずれも注目に値する機械と映ることであろう。



写真5 タンデム式ベアラ・ラップ



写真6 オールインワン式ベアラ・ラップ

### (3) その他

会場には生産者と思われる観客が多くを占めており、トラクタ、田植機、コンバインを中心に人だかりをなしていた。中でもトラクタには人影が一瞬たりとも絶えることはなかった。独自開発製品は商品としての拙さを感じさせる部分がほとんどなく、品質の高さを強く印象づけていた（写真7）。酪農施設の展示としてはストールや送風機を扱う企業一社だけであったのが少々残念であった（写真8）。また、興味を引



写真7 韓国産トラクタに集まる観客

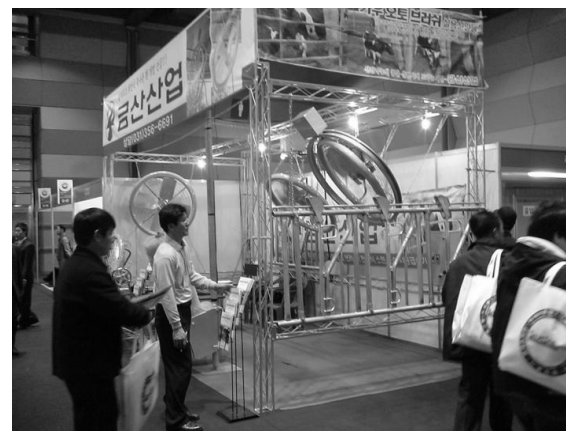


写真8 唯一展示されていた酪農施設



写真9 朝鮮民主主義人民共和国のブース



写真10 展示パネルの一例

いたのは朝鮮民主主義人民共和国の農業機械事情を展示したブースであった（写真 9）。トラクタの生産状況を説明したと思しきパネルにはロシア語が併記されており、ロシアのトラクタ技術を導入していることが判別できた（写真 10）。

### 3) 韓国における酪農事情調査

#### (1) 農業工学研究所および畜産研究所への訪問

農業工学研究所および畜産研究所を訪問し、韓国の酪農事情について調査を行なった（写真 11、12）。両研究所は農村振興庁の傘下にある研究組織であり、ソウルから特急列車で 30 分ほどに位置する水原市にある。農業工学研究所は 2004 年に農業土木及び栽培関連部門がそれまでの農業機械研究所に統合・改組され、建物も新築されたが、2010 年までにさらに他の研究所とも統合し、郊外へ移転することが決まっているとのことであった。農業工学研究所では、家畜用機械研究室でベールラップの操作性向上と低消費動力化、養鶏場の IT 化技術開発、液状家畜排せつ物の発酵システムなどの研究が行なわれている。また、収穫機械研究室では、飼料稲の専用収穫機による作業性能調査が行なわれている。ここでの調査の際、生研センターにおける飼料生産用機械の開発研究について講義を行なったところ、特に汎用型飼料収穫機についての質問が多く寄せられた。畜産研究所は農業工学研究所から車で 15 分ほどの位置にあり、来訪者向けの展示館がある立派な施設であった。ここでは、家畜の育種改良、畜産環境技術、草地飼料作物についての研究が行なわれており、作業技術に関する問題については農業工学研究所とも連携して課題に取り組んでいる。また、日本の畜産草地研究所をはじめとして米国、中国とも連携がある。



写真 11 農業工学研究所本館



写真 12 対応者の鄭氏（左）と李氏（右）

#### (2) 韓国の酪農事情について

2002 年度現在における韓国の GDP に占める農林水産業生産額の割合は 4.0%（日本は 1.4%）、国土に占める耕作地（水田を含む）の割合は 30.1%（日本は 19.5%）、農家人口割合は 7.7%（日本は 3.4%）と個別の数値はことなるものの、農家人口と耕作地の減少傾向など韓国農業の状況は日本と似た傾向で推移している。畜産分野で日韓を比較すると生産額で最も大きな割合を占めるのが日本では生乳生産（8.8%）、次いで肉用牛と養豚（各 6.2%）であるのに対し、韓国では養豚が最も大きな割合を占め（12.3%）、次いで肉用牛（10.3%）、生乳生産（5.1%）となる点が異なる（表 1）。



日本で焼き肉と言えば牛肉が主流であるが、韓国では豚肉が主流であることから見ても、豚肉は食肉の中核をなしている。

表1 農業総生産額に占める畜産生産額

|        | 韓国        |        | 日本       |        |
|--------|-----------|--------|----------|--------|
|        | 生産額 (億円*) | 比率 (%) | 生産額 (億円) | 比率 (%) |
| 農業総生産額 | 49,616    | 100.0  | 88,058   | 100.0  |
| 養豚     | 5,315     | 12.3   | 5,494    | 6.2    |
| 肉牛     | 4,451     | 10.3   | 5,428    | 6.2    |
| 生乳     | 2,194     | 5.1    | 7,747    | 8.8    |
| 養鶏     | 1,574     | 3.6    | 2,493    | 2.8    |
| 鶏卵     | 1,535     | 3.5    | 4,309    | 4.9    |

\* 1 ウォン=0.1414 円として換算

韓国の酪農は、1960年代から急速に発展を遂げ、2004年度における酪農家戸数は約9,000戸、飼養頭数は479,000頭と実数こそ日本より少ないが、一戸あたりの平均飼養頭数が53頭であり、年々増加傾向にあることは日本と同様である(表2)。

酪農家の経営規模の分布は10~50頭規模が48.4%で最も大きな割合を占めているが、50頭以上規模の層が年々増加しており、2004年では46.9%と10~50頭規模に肉薄しており、近い将来に逆転しそうな勢いである(表3)。飲用生乳生産費は1985年では41.9円/kgであったのが2003年では64.6円/kgと上昇しており、その半分を飼料代が占めているが、それでも日本の約90円/kgよりも安い。

飼料自給率についても年々低下傾向で2004年度では38.7%と日本と同様に低い状況である(表4)。ただし、畜産利用する稲わらは100%国内産でまかなっている。草地・飼料作物栽培面積は、1990年の約半分に激減しているが、2000年から比較するとやや持ち直し傾向にある。特徴的なのは90年には水田での飼料作物の作付けが畑地の約3倍であったのが2004年では逆転している点である(表5)。

表2 酪農家戸数および飼養頭数の推移

| 年度   | 頭数 (千頭) | 戸数 (千戸) | 一戸あたりの頭数 |
|------|---------|---------|----------|
| 2001 | 548     | 13      | 42.2     |
| 2002 | 544     | 12      | 45.3     |
| 2003 | 519     | 11      | 47.2     |
| 2004 | 497     | 10      | 49.7     |
| 2005 | 479     | 9       | 53.2     |

表3 経営規模（成牛飼養頭数）の推移

| 年度   | 合計     |     | 10頭以下  |      | 10-50頭 |      | 50頭以上 |      |
|------|--------|-----|--------|------|--------|------|-------|------|
|      |        | %   |        | %    |        | %    |       | %    |
| 1980 | 22,112 | 100 | 15,977 | 72.3 | 5,761  | 26.1 | 354   | 1.6  |
| 1985 | 43,760 | 100 | 30,997 | 70.8 | 12,351 | 28.2 | 412   | 0.9  |
| 1990 | 33,277 | 100 | 12,936 | 38.9 | 19,682 | 59.1 | 659   | 2.0  |
| 1995 | 23,519 | 100 | 3,526  | 15.0 | 18,669 | 79.4 | 1,325 | 5.6  |
| 2000 | 13,348 | 100 | 828    | 6.2  | 8,787  | 65.8 | 3,733 | 28.0 |
| 2001 | 12,827 | 100 | 946    | 7.4  | 7,611  | 59.3 | 4,270 | 33.3 |
| 2004 | 9,612  | 100 | 455    | 4.7  | 4,656  | 48.4 | 4,501 | 46.9 |

表4 飼料自給の推移

(単位：千t)

| 年度   | 輸入飼料  |     |       | 粗飼料 |       |       |       | 自給率<br>(%) |
|------|-------|-----|-------|-----|-------|-------|-------|------------|
|      | 濃厚飼料  | 乾草  | 小計    | 牧草  | 飼料作物  | 稲わら   | 小計    |            |
| 1990 | 3,457 | 60  | 3,517 | 594 | 2,238 | 2,615 | 5,447 | 60.8%      |
| 2000 | 5,231 | 599 | 5,830 | 364 | 628   | 1,801 | 2,793 | 32.4%      |
| 2002 | 4,517 | 643 | 5,160 | 350 | 852   | 2,000 | 3,202 | 38.3%      |
| 2004 | 4,677 | 691 | 5,368 | 315 | 838   | 2,240 | 3,393 | 38.7%      |

表5 飼料作物作付け面積の推移

(単位：千ha)

| 年 度          | 1990 | 1995 | 2000 | 2004 |
|--------------|------|------|------|------|
| 草地管理面積       | 90   | 66   | 52   | 45   |
| 飼料作物<br>栽培面積 |      |      |      |      |
| 水田           | 138  | 140  | 25   | 37   |
| 畑            | 43   | 24   | 48   | 59   |
| 小計           | 181  | 164  | 73   | 96   |
| 合 計          | 271  | 230  | 125  | 141  |

韓国には生乳生産量を予め各農家に割り当てるクォーター制が導入されているが、オランダのように資源循環の見地に立って草地飼料畑の面積あたりの飼養頭数制限を設けている訳ではないため、ふん尿処理がやはり大きな問題となっている。生産量が制限されている以上、1頭あたりの生産能力を上げる一方、飼養頭数をできるだけ少なくして飼料代とふん尿処理コストの削減を図るなど経営の効率化を進める必要があると思われるが、実情はなかなかそこまで進めるのが難しく、酪農家の間には生産制限の引き上げあるいはクォーター制の撤廃を求める声が多いとのことであった。

韓国の主な飼料作物はトウモロコシ、ソルガム、イタリアンライグラス、エン麦、ライ麦等、日本とほぼ同じであり、これに飼料稲の普及がこれから進められていく状況

である。一般的な飼料生産作業体系も日本と同様で、トウモロコシ、ソルガムではコーンハーベスタによる収穫、ダンプトラックやフォレンジワゴンによる運搬、バンカーサイロやスタックサイロへの調製という体系が普及している。ここでもやはりサイロ詰め作業の労働負荷低減は大きな課題とされているが、機械開発までには及んでいない。

牧草ではやはりロールベアラとベールラッパによる作業体系が主流となっている。先に述べたように農業工学研究所ではベールラッパの操作性向上及び低消費動力化の改良研究が行なわれている。

飼料稲は、育種、栽培、収穫調製作業技術、飼料利用技術などの一連の研究はまだ緒に就いて間もない状況である（国産品種が来年に登録される見通し）。いずれも日本における研究が先行しており、特に収穫調製作業技術については、すでに専用収穫機体系が完成していることから、現在のところは新たな機械開発は行なわれておらず、今後もその利用技術を中心に研究が進められるものと考えられる。

稲わらの収集も日本と同様、ロールベアラあるいはタイトベアラで行なわれている（写真 13）。収集された稲わらは肉牛の飼料の他にピーマン栽培などにも利用されている。



写真 13 タイトベアラで梱包され圃場に集積された稲わら

## 5. 総括

韓国酪農は、生産額や農業生産額に占める割合などにおいて日本とは異なる点があるが、農家戸数や飼養頭数の推移、飼料作物の種類や作業体系など日本との共通点が非常に多い。飼料生産用機械の開発に限らず、日本で役立つ技術は韓国でも十分に通用するものと思われ、ひいては東アジア農業の発展をもリードしうるとの感触を得た。

## 6. 収集資料

- 1) The 3<sup>rd</sup> ISMAB Proceedings (CD-ROM)
- 2) 各社製品カタログ：Daedong、Tym、Kukje、LS、Myungsung、Livemac 等
- 3) 要覧：National Institute of Agricultural Engineering  
National Livestock Research Institute
- 4) ビデオ：National Institute of Agricultural Engineering

## 7. 農林業用トラクタ公式試験のためのOECD標準テストコード に関する各国指定機関代表者会議

評価試験部 部長 森本國夫  
原動機第1試験室 積 栄

### 1. 目的

農林業用トラクタ公式試験のためのOECD標準テストコード（以下、OECDコード）に関する各国指定機関代表者会議（以下OECD年次会議）に出席し、OECDコードに係る問題について討議し、必要な決定を行う。

### 2. 調査日程

平成19年2月26日～3月2日（5日間）

| 日数 | 月 日      | 都市名        | 時間             | 交通     | 摘 要                    |
|----|----------|------------|----------------|--------|------------------------|
| 1  | 2月26日（月） | 成田発<br>パリ着 | 11:05<br>15:45 | JAL405 | [パリ泊]                  |
| 2  | 2月27日（火） | パリ         |                | 徒歩     | 会議準備<br>OECD年次会議 [パリ泊] |
| 3  | 2月28日（水） | パリ         |                | 徒歩     | OECD年次会議 [パリ泊]         |
| 4  | 3月1日（木）  | パリ発        | 18:05          | JAL406 | [機内泊]                  |
| 5  | 3月2日（金）  | 成田着        | 14:00          |        |                        |

### 3. 主な訪問先と対応者

| 訪問先            | 対応者                         | 住所等  |
|----------------|-----------------------------|--|
| IEA（国際エネルギー機関） | OECD事務局<br>Mr. Michael Ryan | 9, rue de la Fédération<br>75739 Paris Cedex 15 France |

### 4. 調査結果の概要

1) 参加国（人数）：22カ国、計65名（フランスは調整センター3名を含む）

アメリカ：アメリカ（3）

欧 州：イギリス（3）、イタリア（6）、オーストリア（1）、スペイン（6）、  
スロバキア（1）、セルビア（4）、チェコ（1）、デンマーク（1）、  
ドイツ（1）、トルコ（3）、ノルウェー（1）、フィンランド（1）、  
フランス（5）、ベルギー（1）、ポーランド（2）、ポルトガル（1）

ア ジ ア：インド（1）、韓国（2）、中国（3）、日本（2）

オブサーバー：ブラジル（1）

国際機関：CEMA（4）、CIGR（1）、COPA COGECA（1）、EC（2）、ISO（1）

OECD：事務局（5）、OLIS担当（1）

2) 期 間：2007年2月27日～28日

3) 場 所：IEA（国際エネルギー機関）会議室（フランス共和国パリ市）（図1）



図1 OECD年次会議議場

#### 4) 議事要旨

##### I 会議運営に関する議事

###### (1) 事務局による開会宣言

事務局より、開会挨拶、各種連絡等があった。

###### (2) 2006年年次会議議事録採択

事務局より2006年年次大会の議事録が提案され、承認された。

###### (3) 幹事及びアドバイザリグループの選出

事務局より、ランペル氏（オーストリア）を議長、他にキム氏（韓国）、ポンセ・デ・レオン氏（スペイン）を幹事に選出し、アドバイザリグループは上記3氏と事務局、調整センターで構成したいとの提案があり、異議なく承認された。

###### (4) 2007年議案書の採択

###### a. 応募国及び興味を示している国

###### b. 会議の運営予定

事務局より、議案書および議事日程の提案があり、異議なく承認された。また、

a. に該当するアルゼンチン、ブラジル、メキシコのうちブラジルについてはイタリアから概要紹介が、メキシコについてはスペインから近況報告があった。

###### (5) コード改正のためのワーキンググループ会議の議事要録

事務局より2006年に開催された2回のワーキンググループ会議の議事録が示され、承認された。

###### (6) 事務局活動報告

事務局より2006年の活動の概要（OECDの組織変更、予算、分担金、新OECDコード配布、ウェブサイトに関する活動等）が報告された。

##### II 技術的な討議

<トラクタ性能試験に関連した事項>

###### (1) 2007年1月に行われたバイオエネルギーに関するOECDワークショップの報告

事務局により、スウェーデンで開催された上記ワークショップの概要が口頭報告された。

## (2) トラクタ効率ランキング方法論

スペインから、IDAE (Institute for Energy Diversification and Saving) が行った、OECDテストレポートの燃費試験結果とその他のパラメータに基づくトラクタ効率ランキング方法論に関する研究についての最終報告が行われた。質疑応答では、各国の質問に対して、燃費のクラス分けはOECDテストレポートと同じものと確認されたもののみに行われ、補助金制度に活用されること、クラス分けの方法論はスペイン国内の使用状況に基づくもので国内のみ有効であることなどが補足された。また、事務局より、このようなニーズに対してOECDコードとして何ができるかワーキンググループで議論し、次回年次会議でより詳細な検討を行いたいとのコメントがあった。

## (3) パワーブースト機能付きトラクタのための性能試験コード改善

パワーブースト機能など出力曲線を複数通り持つ機関を搭載したトラクタに対応するため、該当する機能を有する場合は可能であれば制御モードごとにそれぞれPTO性能試験を行う旨の提案が行われた。本提案に対しては、イタリアより、基本性能以外はオプション試験として製造者（依頼者）の希望により行うことを明記すべきとの意見があり、可能な限り試験すべきとの立場をとるフランスと相違があったが、最終的には、これらはオプション試験である旨の補足をページ下に記載することで採択された。

また、本提案に先立ち、オーストリアからトラクタ出荷後のユーザによる出力変更（電子制御エンジンにおける「チップチューニング」）の問題について情報提供が行われ、市場流通後のチェックが困難であること、出力増加のためのデバイスが販売されていることなどが議論された。事務局により、ワーキンググループで今後議論を重ねることとなった。

## (4) 承認のためのオプション試験或いは新コード2に従って受けたその他の試験

アメリカより、「シフトブルPTO」（日本ではよくエコノミーPTO等と呼ばれるものと思われ、PT0540rpm段と1000rpm段の間に位置し、主に軽負荷作業時にスロットルを落としつつPT0540rpmを維持して、燃費の向上を図るもの）の性能試験方法に関する最初の提案が行われた。フランスが指摘した現行コード内のエコノミーPTO性能試験とは別の方法論であり、本提案をもとに、ワーキンググループで議論を進めたいとのことであった。

また、本提案とは別に、CVT付トラクタの燃費性能について研究結果が報告され、このなかでけん引負荷85%程度以下ではCVTによる燃費上のメリットがあったことが紹介された。今後、データの蓄積や各国の参加を進めていきたいとのことであった。

## <ROPS（転倒時運転者保護構造物）試験関連>

### (1) コードへのROPS定義の追記

本議題については議案書の提出が延期され、テストエンジニア会議（後述）で改めて議論することとなった。

### (2) コード2、5、10におけるadministrative and technical extension

ROPSコードにおいて、既に新しい上記エクステンション手順の導入とマイナーモディフィケーションの廃止が行われているが、これをコード2、5、10にも適用するた

めの調整センターからの提案が行われ、異議なく採択された。

(3) コード4、8における質量制限の低減化

スペインより、コード4、8における適応トラクタ最小質量を他コードにあわせて現行の800kgから600kgへ変更するための提案が行われ、異議なく採択された。

(4) 保護構造物試験との関係における農用トラクタの最大質量

ROPS試験における基準質量と実際の許容最大質量との関係について、スペインから調査結果が報告された。ROPSの安全レベルを保証するべく、試験結果の有効性の限界を定めるための技術的見直しの必要性が提議され、フランス、イタリア（ポローニャ）、スペイン、トルコ、アメリカによるサブワーキンググループが調査を行うこととなった。また、CEMAからもこの件に関わる旨申し出があった。

(5) すべての安全及び騒音に関するコードにおけるSRPとSIPの置き換え

SRP及びSIPは座席上に設定される安全域（転倒事故等の際に運転者を守るための空間）の基準となる点であるが、これまでのOECDコードにはSRPを使用しているコードとSIPを使用しているコードが混在している。SRPは測定治具の置き方で、その位置に差が生じやすいため（図2）、SIPに統一するための昨年のも米提案について、その際に指摘された既承認レポートのエクステンションやマイナーモディフィケーションの際の扱い方（もとのレポートがSRPを用いている場合はSIPに置き換えずSRPのまま扱う）を追加して再提案された。EC指令においても同様の変更を行うことが確認され、審議の結果、異議なく採択された。

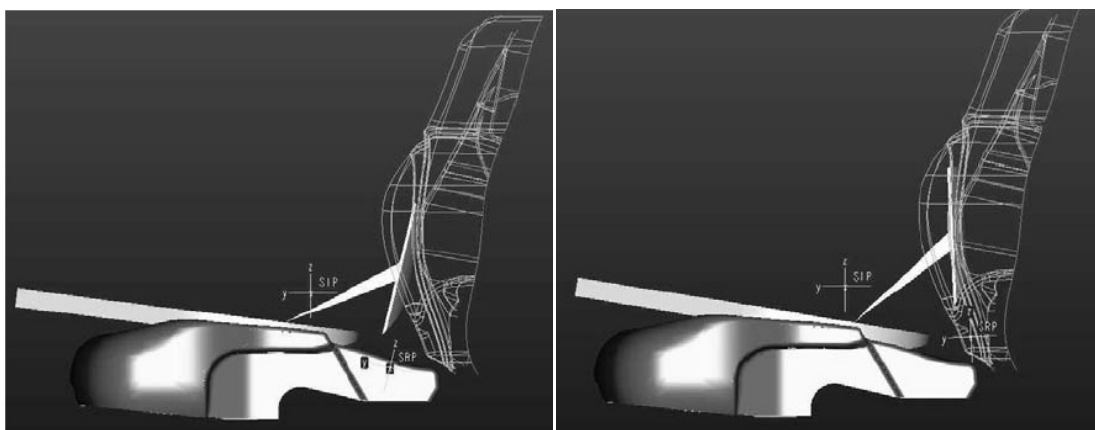


図2 測定治具の置き方によるSRPの違い

(6) シートベルト取付部の手順

事務局より、①本試験はシートベルト取付部の試験であり、シートバックルの強度試験ではないので「シートバックルが最大140Nまでの力で開放できる必要がある」という記述を削除する、②試験時のシート位置を前後調節の中間位置と最も不利と思われる位置の両方となっているが、これを最も不利と思われる位置で試験を行い、最も不利な位置がわからない場合に前後調節の中間位置で試験をするというように記述を変更する、という2つの提案が行われた。討議においては、ドイツより「最も不利と思われる位置」の選定のためのガイドラインの必要性が指摘され、事務局からは現状ではガイドラインはなく、試験担当者の経験によるものと回答されたが、これについて

てはフランスが現在検討中で、将来的な討議の対象との意見が出された。また、本提案は対象全コードにおけるものである旨確認され、審議の結果採択された。

(7) 保護構造物の寒冷時性能

事務局より、コード6、7に保護構造物の寒冷時性能を含めるとともに、他コードにおいても同じ参照を行い、現行のコード8のものに統一するための修正を行う提案が行われ、異議なく採択された。

<騒音試験関連>

(1) この件に関する新たな課題や可能性についての提起の受付

EC指令における同試験方法がOECDコードとの整合性をとった件について、アメリカ及びECよりコメントがあった。

III テストレポート承認事項

(1) 調整センター報告

2006年の活動報告（承認台数、承認までの日数など）や、連絡先メールアドレス、手数料と銀行口座の変更などについて報告があったほか、円滑な業務推進のため、追加修正がないように適切な形でテストレポートを作成するように各試験機関に要望された。デンマークからは、調整センターに対して提出書類の削減などの検討が要望されたほか、CEMAから、承認までの期間をもっと短くするよう要望が出された。

(2) 公的な試験機関以外で実施された試験

アメリカ、フランスより口頭でコメントがあった。

(3) 次回OECDテストエンジニア会議について

a. 議事案に関する議論

2007年に開催されるテストエンジニア会議（於：トルコ、9/3～9/7）における議事案について検討され、事務局提案についてトピック2のタイトルを修正することとなったほか、他に追加議題等提案があれば3月末までに事務局に連絡することとなった。

b. 会議の運営

テストエンジニア会議についてホスト国のトルコより開催概要等の説明があり、参加申込を4/15までに行うよう連絡があった。

IV 国際協力

(1) 国際的な展開

a. ISO

ISOから、活動の概要と共に、特にOECDとのトラクタ試験基準に関する協力関係の覚書について紹介があり、アメリカからはISO基準との整合性に関する作業の進捗状況について説明があった。

b. EC

トラクタにおけるEC指令に関して活動報告（同乗者の保護、EC指令承認のエクステンション等）が行われた。



c. その他

COPA COGECAから、トラクタから作業機を駆動するユニバーサルシャフトやフロントローダからの落下物による事故、振動や騒音などの対策強化を求める意見が出された。これに対してはアメリカ、EC、CEMAなどから現状についてコメントがあった。

(2) 試験及び承認事項に関する各国の展開

各国から報告が提出された。

V 採択事項

(1) 決議事項の確認

本会議での決議事項が確認され、承認された。

(2) 2009年幹事の指名

スペインよりホイ氏（アメリカ）が議長に推薦され、全会一致でノミネートされた。

5. 収集資料

- 1) OECD年次会議資料
- 2) 次回OECDテストエンジニア会議開催資料
- 3) 2007年度版OECDトラクタテストコード

## 〔在外研究〕

## 大規模営農における作業履歴管理、生産物情報管理システムの開発

生産システム研究部 大規模機械化システム研究  
主任研究員 林 和信

## 1. 目的

規模拡大が進む土地利用型農業において、消費者ニーズに対応する生産計画や生産管理、さらには消費者から求められる農産物生産情報の提供を行うために、生研センターではIT機器を活用した日本型水稲精密農業の開発を推進している。研究では、土壌サンプリング装置、生育情報測定装置、収穫情報測定装置、可変施肥装置等の作物や作業の情報取得に用いるデータ取得機器の開発を進めると同時に、各機器から得られる個別情報を統一的に管理し、施肥、農薬施用などの適切な施用量や施用時期を決定するといった栽培管理に関する営農支援、生産履歴管理さらには農業機械保守管理支援などを行う事を目的とした管理ツール（情報センター）の開発を同時に行っている。しかし、情報センターのように、栽培情報、作業情報など個別情報の統一的な情報管理や解析結果の効率的な表示を行う手法の開発は模索状態にある。そこで、データ取得機器と情報センター間の情報伝達手法の改良、栽培情報のデータベース化手法の開発、農業者への解析結果の効果的な表示手法を確立することを目的とする。

## 2. 日程

| 日数  | 日程                          | 都市名   | 交通                       | 調査先                          | 調査項目等           |
|-----|-----------------------------|---|--------------------------|------------------------------|-----------------|
| 1   | 4月8日(土)                     | 発 成田<br>経由 Dallas, TX<br>経由 Des Moines, IA<br>着 Ames, IA  | American Airlines<br>自動車 |                              |                 |
| 227 | 4月9日(日)<br>～<br>11月21日(水)   | Ames IA   | —                        | Iowa Sate University         | 在外研究課題          |
| (3) | 6月25日(日)<br>～<br>6月27日(火)   | Pittsburgh, PA  | Delta Airline            | RoboBusiness 2006 Conference | ロボット、通信に関する技術動向 |
| (1) | 10月25日(水)                   | Raymond, IA   | 自動車                      | Mitchell Clay Farm           | 農業者のIT機器活用事例調査  |
| (1) | 11月3日                       | Ames IA   | 自動車                      | AgLeader Technology          | PF 機器調査         |
| 1   | 11月22日(水)<br>～<br>11月23日(木) | 発 Ames, IA<br>経由 Des Moines, IA<br>経由 Chicago, IL<br>着 成田 | 自動車<br>American Airlines |                              |                 |



図1 主な訪問先

### 3. 在外研究課題実施の概要

#### 1) 研究の方法

作業履歴管理、生産物情報管理システムの開発の効率化を図るため、Iowa State University Agricultural and Biosystems Departmentにおける精密農業に関する技術的な蓄積や、他大学や企業と共同で研究が進められているシステムである「I-Farm」に着目し、同システムを参考にしつつ、データベース等による情報の蓄積や提供を行うサーバと、情報の入力および閲覧をGISを駆使し直感的に行うことができ日本の水稲農業に適した、作業履歴管理、生産物情報管理システムを開発した。



図2 在外研究派遣先の Iowa Sate University Agricultural and Biosystems Department

#### 2) 先行事例の調査

システムの開発に先立ち、I-Farmの構成や機能等に関する調査を行った。システムはGISエンジンとしてEsri社のArcServer、データベースとしてMicrosoft SQL Serverを利用し、主にhttpを利用したWebアプリケーションとして稼働していた。4系統

のサーバを利用して米国の20州にわたる土壌に関するデータベースが蓄積され、約200ユーザからの接続を同時に処理できる能力を備え、一般に公開されているため、ユーザ登録をすることにより自由に利用することができる。ほ場図の表示等に用いられる衛星画像は、学内の他学部のサーバと連携して取得するように構成されており、情報量も豊富であった。利用者は、営農に関する情報をコンピュータモニタに表示される指示に従って入力し、入力が終了するとデータベース内の情報を参照しながら収量等に関する予測、環境負荷、経営評価等を算出することが可能であった。土壌に関するデータベースは、ISUで開発・構築されたデータベースであるISPAIDとSOILS5の2種類をI-Farm内で参照することが可能である。両データともGISの標準的なフォーマットであるシェープファイルを採用し、位置や区画の情報とそれらの属性として作物別の平均的な収量、土壌の肥沃や土質等の物理的な特性、その他農業以外の項目も含めて30分類以上の情報が、オンラインで取得することが可能となっていた。

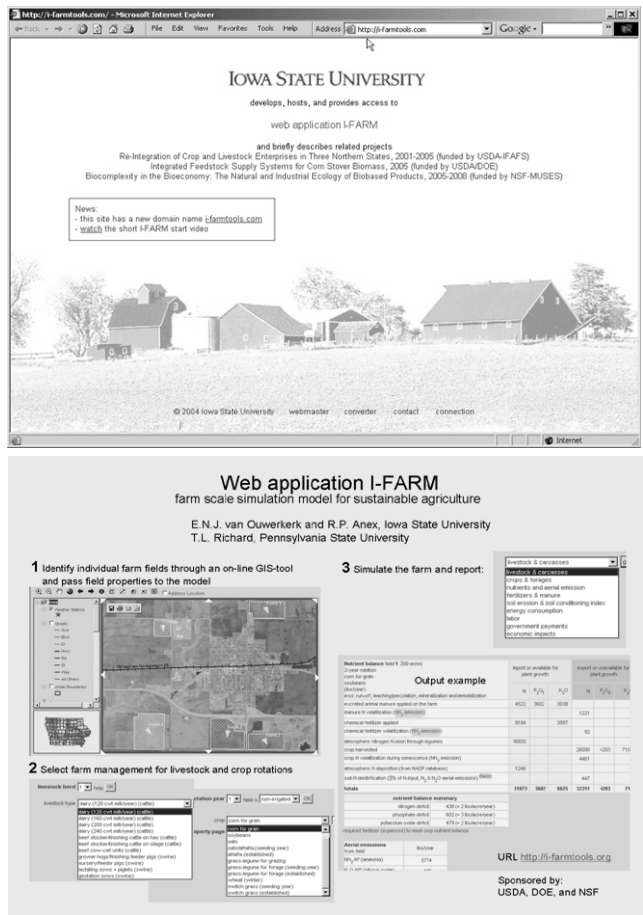


図3 Web アプリケーション「I-Farm」

### 3) システム開発の概要

上記のようなシステムを参考にしつつ、日本の稲作体系に適した作業履歴管理、生産物情報管理システム（以下、管理システム）を開発した。管理システムは、図4に示すようにデータベースサーバ、Webアプリケーションサーバ、クライアントソフトウェア等から構成され、インターネットを介して情報の収集を行うものである。管理システムでは、農家あるいは農業生産組織、法人等に設定されるプロジェクトと呼ぶ基本的な管理単位を設け、ほ場、農薬、肥料、種子等の資材、農業機械、さらに作業履歴等がプロジェクトの属性としてデータベースに蓄積される。

管理システムの中心となるサーバは、数値等の情報を蓄積するデー

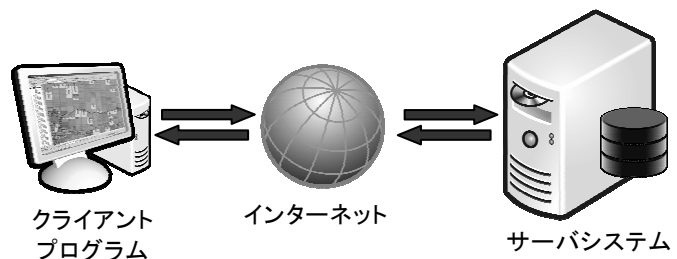


図4 開発したシステムの構成

データベースサーバと画像やシェープファイルといった比較的サイズの大きいファイルの処理を行うWebアプリケーションサーバから構成される。データベースソフトとして、Microsoft SQL Serverを利用し、約30個のデータテーブルを利用したリレーショナルデータベースを構築した。Webアプリケーションサーバは、Microsoft Internet Information Server上にASP.NETおよびC#.NETを利用して構築したアプリケーションがインストールされ、データベースサーバと連携して動作する。データベースは、複数のプロジェクトを管理できる構成となっているため、1式のサーバを設置することにより広い地域の経営組織の情報を集約して管理することが可能である。土壌に関する情報及び区画情報は、管理システム全体で共有される情報としてプロジェクトから独立した領域で管理される。サーバに登録されたプロジェクトは、そのプロジェクトのほ場などが分布する座標範囲をWebアプリケーションサーバに送ることにより、その範囲に含まれる土壌等に関するデータを自由に取得することができるため、データの効率的な利用が可能である。各プロジェクトは栽培する作物、品種およびそれらの栽培に必要な作業をデータベースに登録することが可能であり、後に行われる作業履歴の登録については、データベースに蓄積された作業の種類から選択しながら行えるため、誤入力等のない正確なデータの蓄積を支援することが可能である。

クライアントプログラムは、データベースサーバのフロントエンドとして利用され、プロジェクトの初期設定から作業履歴の入力表示まで、管理システムを利用する際の全ての操作を行うことのできるプログラムである。クライアントプログラムは、GISソフトウェアとしての基本的な表示および操作機能を備えており、円滑な操作を実現するための高速な描画処理、直感的な操作を実現するための多数のアイコンの利用など、利用者に受入れられやすいように配慮した。

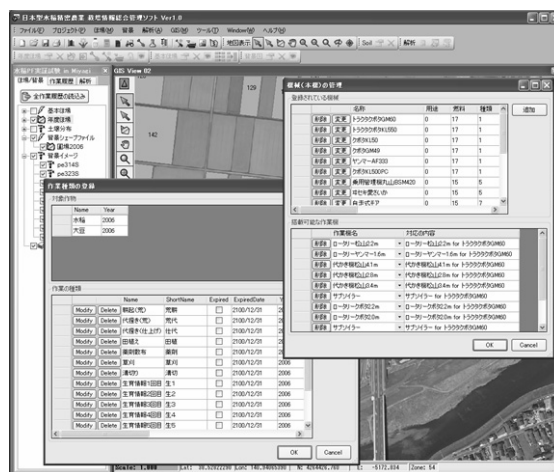


図5 初期設定中のクライアントプログラム

これら管理システムを構成するデータベースサーバ、Webアプリケーションサーバおよびクライアントプログラムは、1台のハードウェア上に構築することも、2台以上に分散させて構築することも可能であるため、利用者数や管理するほ場数等の負荷要因や利用形態に応じて柔軟にシステムを構築することが可能である。

#### 4) 開発システムの利用方法

##### (1) プロジェクトの初期設定

プロジェクトの初期設定を行う情報入力は、①プロジェクトを識別するためのプロジェクト名の入力、②都道府県、市町村等の入力（市町村の入力により、プロジェクトが含まれる座標の大まかな位置がデータベースから取得され、GISの計算処理に用いられる平面直

角座標系の基準点が自動的に設定される)、③プロジェクトに含まれる従事者を最低1名登録、という流れとなる。この3ステップで初期設定は完了し、次いで経営に関する詳細情報であるほ場、資材、機械、作業種類等の入力に移行することができ、初期設定から実際の運用まで、背後にあるデータベースに関する知識は全く必要とされない。

ほ場の管理は、最も基本的な管理単位としての「基本ほ場」があり、面積、所有者、地番等は基本ほ場の属性として管理される。基本ほ場は、GIS画面上で直接描画するか、あるいは、ほ場図の含まれるシェープファイルを読み込むことによりデータベースに登録される。シェープファイルを利用する場合、ファイルとともに提供される属性情報は、取込みの過程で基本ほ場の属性として読込んで利用することも可能である。開発したシステムでは、基本ほ場から派生し毎年更新される「年度ほ場」という概念を取入れ、栽培計画、作業計画、作業履歴等の記録は年度ほ場に対して行われる。基本ほ場は簡単な操作により、個別あるいは合筆を行いながら年度ほ場へ即座に変換することが可能である。管理システムにおいては、農業機械（本機）は搭載可能な作業機（アタッチメント）の組み合わせを、また農薬と肥料に関しては施用可能な作物の種類を事前に登録することが求められる。例えば、水稻に施用可能な農薬、大豆に施用可能な農薬、トラクタに搭載可能な作業機等の組み合わせがデータベース上に事前に登録されているため、利用や履歴の記録の際には誤った組み合わせを防止することおよび操作の省力化を図ることができる。

## （2）作業履歴の入力（生育情報、収穫情報含む）

作業履歴の入力は、一般的にGIS画面上ではほ場を選択し表示されるダイアログ上で作業内容を入力する。入力可能な項目は、作物によって予め絞り込まれているため操作は容易で誤入力が生じにくい。また、PF用に開発した生育情報測定装置や収量コンバイン等の特別な機器については、機器が出力するデータを直接読み取りデータベースに取り込む機能がある。図6に示すようなダイアログにより、データの含まれるファイルをバッチ式で処理し、機器が出力したほ場番号やGPSによる位置情報とGIS上のほ場の位置を比較することにより、自動的に作業の行われたほ場を認識するため、数百筆のほ場情報であっても、入力は瞬時に完了する。



図6 一括入力ダイアログの表示

## （3）履歴、解析結果の画面表示

データベースに蓄積された情報は、直ちにクライアントソフトウェア上で表示することが可能である。表示は、作業の進捗状況を時間順に文字列として画面上に表示することに加え、作業者、資材、利用機械、作業期間等の条件を利用したAND式のクエリーによる絞り込み検索を行い、検索結果のみを画面上に表示することも可能である。作業種ごとに表示内容を絞った場合は、生育の程度、資材の施用量、収穫量および籾タンパク含有率等の数

値により色を変更した表示やグラフによる表示を地図上やグラフ用のウィンドウに表示することが可能であり（図7）、利用者の意思決定に活用することができる。

測定機器から得られた生育情報等に基づく生育の解析については、現在手法を開発中であるが、水稻に関しては収穫適期予測やタンパク含有率の予測の可能性が見いだされており、予測結果等を作業履歴と同様の方法で可視化することが可能である。解析手法の開発は、日本型水稻精密農業実証試験を通じて継続的に行われており、順次クライアントプログラムに取り入れて行きたいと考えている。

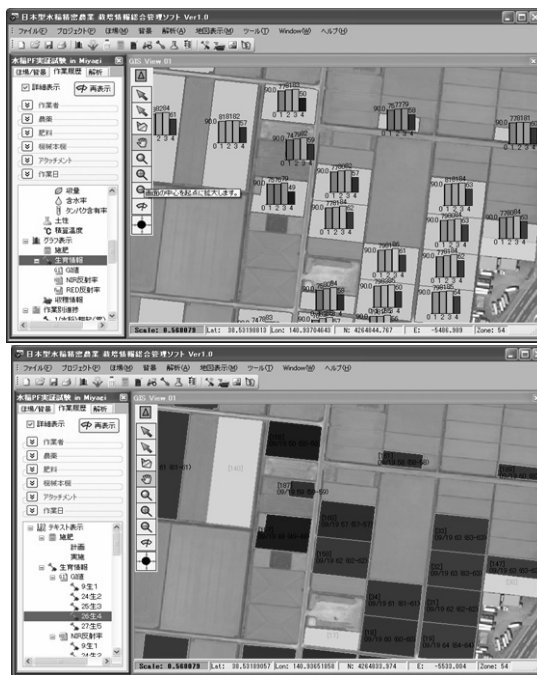


図7 解析結果の表示例

#### 5) 研究の成果および今後の展開

在外研究において開発した管理システムの利用により、情報の集中的な管理、解析結果の提示、利用者に分かりやすい形での提供が可能となると考えている。特に、データベースへの情報蓄積に専門的な知識を必要とせず、画面上の操作のみで行える点や、農作業の実態に即した作業履歴の入力操作等が容易に行える点は農業者の利用に際して有効である。今後はこの管理システムを農業現場に試験的に導入して改良を加えていき、情報利用の高度化へ向けた検討を継続して行う予定である。導入先から得られる現場の声を元にシステムの完成度を高めて行きたいと考えている。

### 4. その他訪問先等の概要

#### 1) RoboBusiness 2006 Conference

ロボット技術の展示会と最先端技術の報告が行われる会議「RoboBusiness 2006 Conference」に参加して、近年のロボット技術動向を調査した。農業用のロボットに

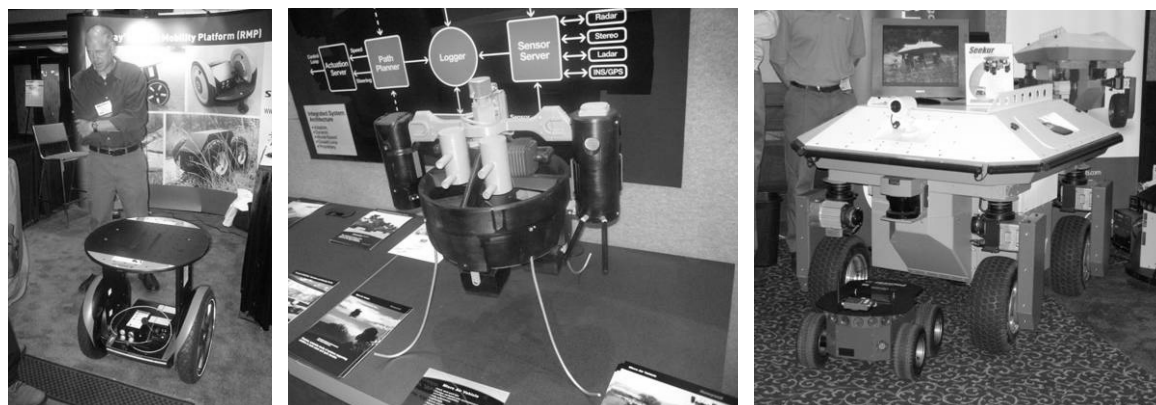


図8 展示されていたロボットビークル  
 (左: 荷役用セグウェイ、中: 無人飛行ロボット、右: 4WDS 自律走行ロボット)

限られた展示会ではなかったが、様々な形式のオフロード及び飛行用のロボットが展示されていた。中でも、荷役用に試作された2輪車「セグウェイ」は、デモンストレーションビデオ等を見る限り、搭載した積荷が偏った状態でも器用にバランスを取り、悪路においても安定した走行が可能で小回りが利くなど、農業場面でも便利に利用できそうな機械だった。ちなみに、米国では一部の州を除いてセグウェイで公道を走ることも可能で、警察官や警備員がセグウェイにのって巡回している場面や、観光客がセグウェイにのって市内観光ツアーに出るのを何度も見かけた。



図9 シカゴにてセグウェイにのった警察官と

## 2) Mitchell Clay Farm

コーンの収穫が終わりに近づく10月25日に、IowaでもPF機器やIT機器を積極的に導入しているMitchell Clay Farmの収穫作業を視察した。Clay氏は、400エーカーのコーンと大豆を主とする農業を営む傍ら、ハーバード大にも在学する異色の農業者で、IT機器の活用に積極的に取り組んでいた。農場の中心に位置する乾燥施設揚穀塔の頂部には、無線LAN設備が設けられており、半径数マイルに分散するClay氏のは場全域でインターネットへの接続が可能になっており、RTK-GPSの補正情報の受信やPLCを用いて自動化された乾燥施設（Clay氏自身の設計による）の制御をほ場のトラクタやコンバイン上から行う事が可能となっていた。また、土壌を保護するために近年盛んになりつつあるControlled-Trafficと呼ばれる作業方法への取組みの中でAuto-Steering装置を積極的に利用していた。踏圧を避けるためにトラクタやコンバインのトレッドは全て同一に調整され走行範囲を制限し、施肥播種機などの作業機にもAuto-Steering装置を装備し、傾斜地などでも常に同じ位置の限られた範囲に対して耕起等を行うことにより、施肥量を抑えつつ収量を向上させることができる、とのことであった。



図10 Mitchell Clay Farmにて  
(上:乾燥施設に取付けられた無線LAN設備、中:トラクタに搭載されたAuto-Steering機器、下:収穫作業中にAuto-Steering機器を操作するMitchell Clay氏)

## 3) AgLeader Technology

AgLeader Technologyは、自社ブランドでの販売に加えて、John Deere社やCASE IH



社へ収量モニタリング装置やPF機器用のコントローラをOEM供給する会社である。近年のこれらIT機器の動向を聞いたところ、やはりAuto-Steering装置の販売増加が大きいとのことだった。特に、後付方式からより制御精度の得やすいトラクタ等の油圧系統に直接取付ける組込み式が増え、GPS装置もRTK方式がセットで販売されているとのことだった。

収量モニタリング装置については、OEM販売も含めて年間1500台程度の出荷実績があり、AgLeader Technologyが推奨する、低、中、高流量でキャリブレーションを行って作成する非線形の検量線を用い、1シーズンに3～4回のキャリブレーションを行えば、95%程度の質量測定精度が得られるとのことであった。また、近年、ブームスプレイヤーの全てのノズルに独立して薬剤の噴霧と停止を切替えられる電磁バルブを装着し、GPSの位置情報

によって散布作業中の作業軌跡をモニタリングし重複散布を防ぐシステムが普及し始めており、農薬使用量の低減に効果を発揮しているとのことであった。

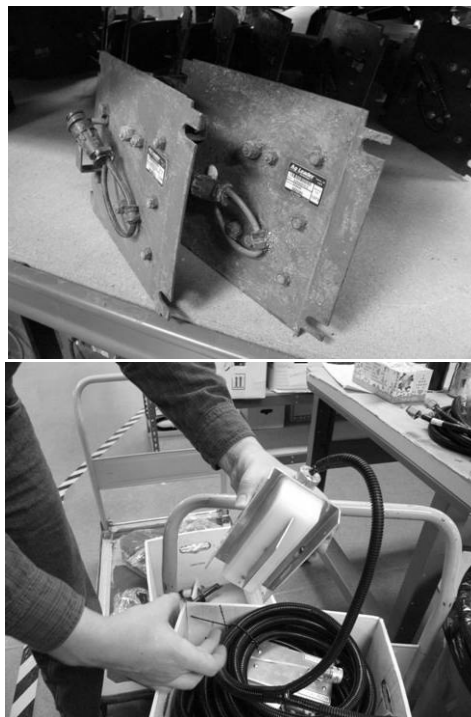


図 11 AgLeader Technology にて  
(上:メンテナンスを受ける収量モニタ、  
下:静電容量式水分計)

本報告の取扱いについて

本報告の全部又は一部を無断で転載・複製  
(コピー) することを禁じます。  
転載・複製に当たっては必ず原著者の許諾  
を得て下さい。

平成 18 年度 海外技術調査報告

---

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
生物系特定産業技術研究支援センター  
農 業 機 械 化 研 究 所

〒331-8537 埼玉県さいたま市北区日進町 1-40-2  
Tel. 048-654-7000 (代)

---

印刷・発刊 平成 19 年 3 月 30 日