

平成19年度  
海外技術調査報告



平成20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)の業務は、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19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20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. 北米における接ぎ木苗生産に関する調査 .....	1
基礎技術研究部 重松健太	
2. 中国における精密農業研究の現状調査 .....	9
生産システム研究部 西村 洋	
3. 施設園芸に関する国際シンポジウム GreenSys2007 参加 および施設園芸に関する諸外国の技術動向調査 .....	15
園芸工学研究部 林 茂彦	
4. 国際シンポジウム GreenSys2007 への参加 及び超小型ロボットアーム等に関する調査 .....	19
園芸工学研究部 山本聡史	
5. アメリカの野菜・花卉栽培施設および技術の調査 .....	23
園芸工学研究部 大森定夫	
6. 欧州における最新の飼料生産用機械の開発動向 及び産学官連携に係る調査報告 .....	29
所 長 朝比奈清 畜産工学研究部 橘 保宏	
7. 第 14 回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 各国指定機関テストエンジニア会議 .....	49
評価試験部 清水一史 " 塚本茂善	
8. 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 .....	59
評価試験部 高橋正光 " 富田宗樹	
9. 第 2 回日韓研究交流セミナー 「農業機械の安全性のための研究及び評価技術」 .....	65
評価試験部 水上智道	

## 1. 北米における接ぎ木苗生産に関する調査

基礎技術研究部 バイオエンジニアリング研究  
 研究員 重松健太

### 1. 目的

アメリカ園芸学会 2007 年次大会において北米における接ぎ木苗生産の研究動向について調査すると共に、接ぎ木関係のワークショップにおいて接ぎ木ロボット用自動給苗装置について講演を行い、今後の研究の資とする。

### 2. 調査日程

平成 19 年 7 月 15 日 (日) ~ 23 日 (月) (9 日間)

日数	月 日	都市名	調査先・内容等
1	7月 15 日(日)	成田→サンフランシスコ →フェニックス(AZ, USA)	・移動(航空機)
2	7月 16 日(月)	フェニックス →スコッツデール(AZ, USA)	・移動(タクシー) ・アメリカ園芸学会 2007 年次大会
3	7月 17 日(火)	スコッツデール	・アメリカ園芸学会 2007 年次大会 ・接ぎ木ロボット用自動給苗装置の講演
4	7月 18 日(水)	スコッツデール	・アメリカ園芸学会 2007 年次大会
5	7月 19 日(木)	スコッツデール →ウェンデン(AZ, USA) →スコッツデール	・アメリカ園芸学会 2007 年次大会 ・アリゾナ大学試験地の農家見学
6	7月 20 日(金)	スコッツデール →ツーソン(AZ, USA) →ウィルコックス(AZ, USA) →スコッツデール	・アメリカ園芸学会の見学会 (アリゾナ大学環境コントロールセンター, ユーロフレッシュ社)
7	7月 21 日(土)	スコッツデール →フェニックス	・移動(タクシー) ・資料整理
8 ~9	7月 22 日(日) ~23 日(月)	フェニックス →サンフランシスコ→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
アメリカ園芸学会 2007 年次大会 ASHS Annual Conference 2007	Dr. Randy Woodson ASHS President	Westin Kierland Resort and Spa 住所:6902 East Greenway Parkway Scottsdale, AZ 85254
アリゾナ大学試験地(農家)	アリゾナ大学・ 久保田智恵利准教授	試験地の農家 住所:Wenden, AZ 久保田准教授連絡先 住所:Department of Plant Sciences The University of Arizona Tucson, AZ 85721-0036 Phone:520-626-8833 Fax:520-621-7186
アリゾナ大学 環境コントロールセンター	アメリカ園芸学会見学会 案内:アリゾナ大学・ 久保田智恵利准教授	住所:1951E.Roger Rd. Tucson, AZ Phone:520-626-9566
ユーロフレッシュ社	アメリカ園芸学会見学会 案内:アリゾナ大学・ 久保田智恵利准教授	住所:26050 S. Eurofresh Ave Willcox, AZ 85643 Phone:520-384-4621 Fax:520-384-2010



図 1 調査場所 (アリゾナ州)

## 4. 調査結果の概要

### 1) アメリカ園芸学会 2007 年次大会

#### (1) 大会の概要

アメリカ園芸学会 2007 年次大会は、園芸作目を対象として、育種、栽培技術、遺伝子工学、環境調節など多岐にわたる分野の研究発表が行われる国際学会であり、2007 年 7 月 15 日～20 日にアメリカ合衆国アリゾナ州スコッツデールの Westin Kierland Resort and Spa において開催された。学会会場は、アリゾナ州の州都フェニックスの北東約 40km にあるスコッツデールのリゾートホテルであった。学会の参加者は、アメリカ合衆国を中心にカナダ、メキシコからが圧倒的に多く、アジア諸国からは韓国が特に多かった。発表数は、口頭発表が 250 以上、ポスターセッションが 400 以上あった。この他にブドウの育種、接ぎ木など専門分野に絞って口頭発表を行うワークショップと呼ばれる会議が 28 あり、大規模な学会であった。また、学会に付随する見学会が学術的なものから観光まであり、充実していた。

学会の雰囲気は、家族を伴った参加者が多く見られ、服装もラフな人が多く、大学などで開催される日本の学会とは異なりリラックスしていた。日本の学会と一番異なると感じたのは、口頭発表が博士号を持った研究者でほぼ占められ、ポスターセッションに学生が多かったことと企業の採用担当者が学会会場に来ており、学生が就職活動を行えるようになっていたことであった。

#### (2) 接ぎ木ロボット用自動給苗装置の講演

7 月 17 日に接ぎ木関係のワークショップにおいて、接ぎ木ロボット用自動給苗装置について、‘Introduction of a new fully automated grafting robot for use in cucurbits’ の題目で講演を行った。会場は 50 人ほどが入れる部屋で、参加者は立ち見を含め 70 人ほどいた。講演は、半自動型接ぎ木ロボットの開発の背景、機械に適した接ぎ木方法、半自動型接ぎ木ロボットの性能、自動給苗装置の開発の背景、自動給苗装置と半自動型接ぎ木ロボットを連結させた全自動型接ぎ木ロボットの性能について行った。加えて、半自動型接ぎ木ロボット、全自動型接ぎ木ロボットのビデオの上映も行った。発表前には、発表時間が 7～8 分、質疑応答が 5 分と割り振られていたが、直前に接ぎ木の実演が中止になった影響で、質疑応答の時間を含め、25 分の時間で発表を行うことになった。

講演に対する聴衆の関心は高く、ビデオをもう一度観たいなどの要望が出された。質疑は、装置の価格、実用化の時期、性能、元苗に求められる形状、接ぎ木苗の断根の理由（アメリカで断根された苗は珍しい）等、15 件以上出された。質問が多く出された背景としては、アメリカにおいても土壌消毒の薬剤・臭化メチルの使用が制限され、有機栽培が推奨されていることが大きい。機械化の要望については、接ぎ木苗を生産する技術を持つ労働者が少ないこと、生産される接ぎ木苗の質が低いことため改善が望まれていることがあり、アメリカの苗業者は高い関心があるということであった。

#### (3) 接ぎ木に関する研究

接ぎ木のワークショップでは、接ぎ木苗の利用効果を中心に 4 件の発表があった（表）。アリゾナ大・久保田准教授から、接ぎ木が東アジアで発展し、ヨーロッパに渡り、近年、

北アメリカで行われていること、接ぎ木苗の利用目的は、土壌からの病気を防ぎ、収量を増加させることなどが報告された。Texas A&M 大学の Dr. Stephen King から、接ぎ木苗の利用の重要な目的は土壌からの病気を防ぐことであるが、接ぎ木苗により防ぐことができた病気でも病原体が変化することで感染する例があることなどが報告された。アメリカ農務省研究所の Dr. Angela Davis から、果菜類の接ぎ木は、日本、韓国では普及していること、アメリカでは収量を増加させる付加的な技術と考えられ、土壌からの病気を防ぎ、品質を改善するという認識が浸透しておらず、まだ全体的に普及が進んでいないこと、台木の品種を変化させることで、収穫される果実の風味、色、pH、糖度、カロチノイド含量が変化することなどが報告された。Clemson 大学の Dr. Richard Hassell から、スイカの接ぎ木の方法（呼び接ぎ、挿し接ぎ、割接ぎ、斜め接ぎ）とその手順、必要な資材、接ぎ木後の養生方法などが報告された。

この他、ポスターセッションにおいて、メキシコ・ソノラ大学の研究者は、メロンの接ぎ木において台木品種を3種類変化させ、接ぎ木成功率が最も高い台木品種を選定するという研究について発表していた。また、果樹の接ぎ木関係では、カナダ・ゲルフ大学の研究者が接ぎ木された日本クルミがカナダ南東部で栽培可能か検証する研究について発表していた。

表 接ぎ木のワークショップでの発表

課題名	所属	発表者
Vegetable Grafting: History, Use, and Current Technology Status in North America (接ぎ木の歴史、利用、北米における現状に関する研究)	University of Arizona	Dr. Chieri Kubota
Grafting for disease resistance (接ぎ木の耐病性に関する研究)	Texas A&M University	Dr. Stephen King
Grafting Effects on Vegetable Quality (接ぎ木が果実品質へ及ぼす影響に関する研究)	USDA-ARS	Dr. Angela Davis
Grafting Methods and Procedures Involved in Producing Quality Transplants (接ぎ木の方法、手順および接ぎ木の普及に関する研究)	Clemson University CREC	Dr. Richard Hassell

#### (4) 北米における接ぎ木苗生産の現状

北米における接ぎ木苗の生産は、ほとんどがトマトを対象としており、メロン、スイカなどウリ科は、試験的に少量作られている。2004年の生産量は、カナダ2,000万本程度、メキシコ1,300万本程度、アメリカが少数で、合計4,000万本程度生産されている。日本の接ぎ木苗の生産量6億本と比較するとまだまだ少ない。しかし、生産量は、増加傾向にあり、現在は4,000万本を超えていると思われる。

接ぎ木苗の需要は、トマト温室栽培用に限られている。2004年の北米におけるトマト



の温室栽培面積は、約 1,800ha であり、このほとんどで接ぎ木苗が使用されている。一方、露地栽培の面積は約 120,000ha あるが、接ぎ木苗の価格が非接ぎ木苗の価格の約 4 倍であり、露地栽培ではほとんど使用されていない。もし、収量増加と土壌病害防止の利点が広く認知され、安価に大量に供給する体制が整えば、露地栽培においても接ぎ木苗が爆発的に普及する可能性があり、日本と同じ 5 割程度使用されることになれば、20 億本程度の需要が生まれると考えられる。また、ウリ科の接ぎ木苗生産も始まっているので、接ぎ木苗の需要はますます増加すると考えられる。

## 2) アリゾナ大学の試験地（農家）

7 月 19 日にアリゾナ大学・久保田智恵利准教授が接ぎ木苗の栽培試験を行う試験地（農家）を見学した。農家は、フェニックスの北西約 200km のウェンデンにあり、約 1,000ha の農地でスイカ、ネットメロンを中心に栽培していた。農家では、労働力としてメキシコ人が 20 人以上雇用されており、大型トラクタが 20 台以上並んでいた（図 2）。農家というよりは、農業を行う企業という印象を受けた。

接ぎ木苗の試験は、8 ha の圃場（図 3）を使用して、接ぎ木苗と非接ぎ木苗の栽培比較を行うもので、小規模な試験ということであった。試験に使うネットメロンの接ぎ木苗（図 4、5）はカナダから保冷コンテナで 3 日かけて輸送されていた。接ぎ木苗の品質は、徒長して、葉緑素がぬげ白くなるなど粗悪であった。接ぎ木方法は呼び接ぎであり、接ぎ木部（図 6）の固定には透明なチューブが使用されていた。アメリカではスイカ、メロンの接ぎ木苗は、主にカナダ、メキシコ、中南米諸国から輸入され、生産される苗はほぼすべて手作業で呼び接ぎ方法で行われているということであった。

農家の話では、アメリカ農務省からネットメロンの有機栽培認定を得るため減農薬栽培を試行しており、その対策のひとつとして接ぎ木苗を導入したいということであった。また、砂漠地帯のアリゾナ州で豊富に水が利用できるのは、アメリカ政府の政策によりコロラド川からの導水設備が整い、水を安価に大量に入手できるためとのことであった。



図 2 トラクタ



図 3 試験圃場



図 4 接ぎ木苗（全体）



図 5 接ぎ木苗



図 6 接ぎ木部

### 3) アメリカ園芸学会の見学会

7月20日にアメリカ園芸学会2007年次大会に付随する見学会に参加し、アリゾナ大学環境コントロールセンター、ユーロフレッシュ社を訪問した。

#### (1) アリゾナ大学環境コントロールセンター

アリゾナ大学環境コントロールセンター(図7)は、フェニックスの南東約200kmのツーソンにあり、教員5名、技官3名、大学院生16名が所属していた。温室など研究設備が新しく、また、学生に対してスタッフの数が多く、研究環境全体が充実している印象を受けた。同センターの研究分野は、施設生産に関する技術開発、普及を中心に栽培、環境制御、宇宙などの閉鎖空間の農業など興味深い内容の研究が多かった。アメリカの大学は、日本の大学と異なり、行政が担当する普及という仕事を担っているとのことだった。

見学では、アメリカにおける温室の野菜栽培の現状について説明があり、その後トマトの栽培温室および冷房技術を見学した。近年のメキシコの施設園芸のブームが北米全体へ広がりつつあり、アリゾナ州はアメリカの中で温室の野菜栽培が最も盛んな地域であると説明を受けた。トマトの温室(図8)では、トマトの長期多段取りの栽培技術と温室に導入されているパット&ファン方式の冷房(図9)、細霧冷房(図10)、天窗の形状を工夫して内部の気流を制御する冷房について説明を受けた。栽培方法は、日本の長期多段取りの栽培方法と同様に夏に苗の更新を行い、ワイヤで誘引しながら1年間生産するものであった。パット&ファン方式の冷房は、温室の側壁に紙製のパネルを設置し水を流す。また、対向側の側壁に設置したファンから排気することで水を含んだパネルを通して温室内部へ外気を引き込む。外気が水を含んだパネルを通過すると湿球温度程度まで冷却される

技術である。細霧冷房は、温室内の天井付近にパイプを通し、パイプから細かい霧を放出し、霧が蒸発する際に、気化熱により周囲の空気を冷却する技術である。アリゾナ州では、外気温が 40℃を超えるが、湿度が低いいため、パット&ファン方式の冷房と細霧冷房が有効に作用し、気流制御と組み合わせて温室内部を常時 30℃以下まで冷房できるということであった。



図 7 環境コントロールセンター



図 8 温室（排気用ファン）



図 9 パット&amp;ファン方式の冷房



図 10 細霧冷房

## （2）ユーロフレッシュ社

ユーロフレッシュ社は、フェニックスの南東約 250km のウィルコックスにあり、オランダ式の温室 6 棟、合計 106ha で年間 45,000 t 以上のトマトを生産していた。温室は、1992 年にトマトの周年生産を目的として、冬季も温暖なアリゾナ州に建設された。徐々に規模拡大を図っており、今後もその計画があるということであった。

トマトの栽培（図 11）は、すべて接ぎ木苗を使用して行われており、オランダ式の養液栽培、長期多段取りで行われていた。栽培管理、収穫はすべて手作業で行われており、ここでも多くのメキシコ人が働いていた。栽培様式は、インタープランティングという方式がとられ、前作が終了する前に次作の苗を移植し周年生産していた。また、同社では 1 本仕立てと 2 本仕立ての収量があまり変わらないので、2 本仕立てにして苗代を削減しているとのことだった。反収は 40t 以上であり、日本のトマトの反収の 2～3 倍と効率的な生産が行われていた。この反収の差は、品種の違いと温室の冷房効果が高いため、日本のように遮光をする必要がなく天候も晴れが多いので太陽光を最大限利用できるためと考えられる。

温室の設備は、トマトの栽培温室、トマトに液肥を供給する設備、廃液を再利用する設

備、暖房用ボイラ室、生産されたトマトを選果、包装する設備（図 12）等で構成されていた。トマトの栽培温室は、中央通路（図 13）をはさんで左右に栽培温室が設置された構造で中央通路側壁に設置されたパットと外壁に設置されたファンでパット&ファン方式の冷房が行われ、細霧冷房とが組み合わせて室温が 30℃以下に制御されていた。廃液を再利用する設備は、フィルタ浄化および紫外線殺菌し、廃液を完全再利用しており、水を再利用しない設備に比べ水の使用量を 30%削減できるとのことだった。収穫されたトマトを選果・包装する設備では、労働力としてメキシコ人が多く働いており、コンベアで流れるトマトが整然と処理されていた。収穫されるトマトは房取りであり、選果の際に房から分離または房のまま包装される。出荷されるトマト（図 14）は、へたが取られ、熟度にかかなりの差があり、日本の店頭のと異なっていた。また、トマトの品質は、2004年に Best Taste Award という賞を授与されるほどアメリカ国内で評価が高いとのことだった。



図 11 トマトの栽培温室



図 12 トマトの選果・包装設備



図 13 温室中央通路（パット）



図 14 出荷されるトマト

## 5. 収集資料

- 1) ASHS Annual Conference 2007 Program & Abstracts
- 2) The University of Arizona The controlled Environment Agriculture Program
- 3) アリゾナ大学環境コントロールセンター要覧
- 4) Eurofresh Farms Tour Program

## 2. 中国における精密農業研究の現状調査

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 西村 洋

### 1. 目的

欧米を中心に研究が進められてきた精密農業も、ここ数年アジア地域においても活発に研究開発が行われ始めている。また、当初は、農業機械分野を中心とした研究領域であったが、環境保全にかかわる他分野の研究や、土壌肥料などの栽培分野の研究との領域の重なりが多くなり始めている。このような時期に、中国科学技術院で第1回の「土と水の精密保全に関する国際会議」が開催されることとなったことから、生研センターにおける精密農業研究を紹介するとともに、アジア地域における精密農業研究の現状、さらには他分野における GIS を中心とした IT ツールを利用した環境保全研究の現状を調査し、今後の研究の資料とする。

### 2. 調査日程

平成 19 年 10 月 21 日～10 月 26 日（6 日間）

日数	月 日	都市名	時 間	交 通	摘 要
1	10 月 21 日(日)	東京(羽田) →上海 →石家荘	9:10 11:20,13:55 15:55	JL8877 MU5151	石家荘市 泊
2	10 月 22 日(月)	石家荘市			国際会議 石家荘市 泊
3	10 月 23 日(火)	石家荘市			国際会議 石家荘市 泊
4	10 月 24 日(水)	石家荘市		自家用車	見学会 石家荘市 泊
5	10 月 25 日(木)	石家荘 →上海	7:50 9:35	MU5145	資料整理 上海 泊
6	10 月 26 日(金)	上海 →東京(羽田)	12:40 16:30	JL8878	

## 3. 主な調査先と対応者

月日	訪問先	対応者	住所・連絡先等
22～ 23 日	The International Conference on Precision Conservation of Soil and Water:Hebei Grand Hotel	Dr. Chunsheng Hu 他	Professor and Vice Director The Center for Agricultural Resources Research Institute of Genetic and Developmental Biology, CAS, China 286 Huaizhong Road, Shijiazhuang, Hebei, China, 050021 Tel: 0311-85814521 Fax: 0311-85815093
24 日	欒城農業エコシステム試験場	同上	同上

## 4. 調査結果の概要

## 1) The 1st International Conference on Precision Conservation of Soil and Water

## (1) 概 要

中国科学技術院農業資源研究センターと河北省石家荘市科学技術局の共催によって開催された本会議には、アメリカ、スペイン、韓国、タイ、バングラディッシュ及び日本から、7名の研究者が招待された。主催者側の代表は Dr. Hun Cheng で、海外留学の経験を持つ同研究所の副所長である。また、招待研究者の代表格となる Dr. Delgado は、アメリカ農務省 ARS に所属し、the Journal of soil and water conservations のエディターを務める研究者で、Dr. Hu の研究室の客員教授も務めている。



写真1 カンファレンス参加者の集合写真

カンファレンスは、約 70 名が参加し、10 月 22 日と 23 日の両日行われた。開催に先立ってセレモニーが行われ、石家荘副市長とデルガード博士から挨拶があった。その後 2 日間にわたって、22 課題の発表が行われた。

最初に、ここ石家荘市で「Precision Conservation of Soil and Water」という耳慣れない研究会が開かれる背景に触れておきたい。

石家荘市は河北省の省都で市区の人口が 211 万人と、大きな都市である。中国でも著名な商品集散地で、全国十大商業市場のうち、南三条商業市場と新華商業市場がある。また、著名な薬都でもあり、石家荘の製薬工業は上海市に次ぐ規模となっている。かつては紡績業も盛んであったが、衰退しており、市政府は薬都として発展させる計画である。農業に関しては、西に大きな山脈を抱えているが、水脈に乏しく、降雨量も少ないため、地下水をくみ上げる灌漑農業が中心の地帯である。このような灌漑農業地帯の共通の問題がここでも大きな影を落としており、地下水位の低下、塩類の集積など、農業生産面からの研究はもとより、国際的にも批判の矢面に立たされている環境問題（大気汚染、水質汚染など）に配慮した研究が、喫緊の課題として取り上げられている。

## （2）一日目（10 月 22 日）

主に招待研究者と中国科学技術院農業資源研究センターの研究者からの発表が行われた。発表内容は大きく二つに分かれ、一つは環境保全に関する研究、もう一つは精密農業に関する研究である。

### ① 環境保全に関する研究

「アメリカにおける精密保全」について、Dr. Delgado から基調講演のような発表がなされた。内容は、GIS や GPS といった、ここ 10 年ほどで普及が進んだ IT ツールを活用して、ほ場規模の栄養素（N、P、K など）のほ場外への流出を防ぐための方法論を、空間や時間の中で評価するもので、このような方法を水系の流域まで拡張して論じていた。

スペインの Dr. Jose Miguel de Paz（スペインバレンシア農業研究所 自然資源研究）からは、「環境保全を発展させるための地中海地域をまたぐコンピュータシミュレーション」と題して、ヨーロッパにおける環境保全研究の現状が紹介された。特に、ヨーロッパコミッションが 2006 年に、「窒素汚染に脆弱な地域（NVZ）50 万平方キロを農業活動由来の窒素から守るべき場所」として宣言したことに端を発して、精密環境保全戦略が地下水汚染のリスクを軽減し、窒素侵出を避けるための窒素管理を最適化するのに役立つとしていた。

この国際会議の実質的な運営に携わっている Dr. Hu からは、「中国における窒素の精密管理」についての発表がなされ、灌漑農業地帯における過剰な窒素投与とそれに伴う地下水汚染を防止するため、臭素を用いて硝酸態窒素の挙動を測定する手法が紹介された。また、Dr. Zhang Xiyang からは、「精密灌漑スケジューリングのための作物水分状態指標」に関する発表があった。集約的な灌漑を必要とする北中国平野の冬小麦と豆の 1 年 2 作体系が急激な地下水位の下降をもたらしており、効率的な灌漑スケジューリングのために、冬小麦を用いて、群落内温度と環境温度の違いと葉面水分ポテンシャルから灌漑時期を決定する方法を検討する試験結果が紹介された。

河北農林業科学院農業資源環境研究所の Dr. Jia Liangliang からは、2000～2006 年に

かけて行った北部中国平野での、リモートセンシングによる窒素状況検出に関する研究事例が紹介され、リモートセンシング技術の活用によって、小麦の窒素管理に利用可能であるとの発表が行われた。

農業資源研究センター遺伝生物学研究所の Dr. Yonghui Yang からは、「北中国 Haihe 貯水池における流出水減少にかかわる気候変動と人間活動」と題する発表があり、1970 代中期からの流出量減少の要因は、人間活動 66%、気候変動 34%と試算された。

東京大学愛知演習林芝野弘文准教授からは、「北部中国平野の源流地域にある小さな山の貯水池での水収支と降雨に対応する流出水」について発表があった。

## ② 精密農業に関する研究

中国、韓国、日本及びタイにおける精密農業研究の現状が発表された。

中国については、国立農業情報技術工学研究センター、北京農業情報技術工学研究センター Dr. ZHAO Chunjiang より、国内で開発が進められている、精密農業用機器が紹介された。普通型コンバインをベースとした収量モニタリングコンバイン、トラクタに搭載する水平噴管式の粒状物散布機の可変施肥機、欧米モデルのキャノピー（生育情報測定装置）などの計測装置は国内で独自に開発されたもので、上海にある大学が開発を担当していることが紹介された。また、生研センターが開発した情報センターに似た機能を持つ、GIS ソフトウェアが紹介された。ArcINFO を GIS エンジンとしたほ場管理ソフトで、PDA と連動する機能も有していた。

韓国については Konkuk 大学バイオシステム工学の Dr. Young Chang Chan から、韓国内における精密農業の研究体制が紹介され、空間変動解析、局所精密管理と作物収量の関係、センサー開発、データベースや意思決定システム、さらには可変施肥機や収量モニタリングコンバインなどの開発が進められていた。一方で、韓国における精密農業研究は第二フェーズに入り、近未来的にはセンサーネットワークのようなユビキタス技術を駆使したパイロットファームや長期間にわたる内部訓練的な研究が重要となり、局所精密管理技術は、韓国の果樹や施設園芸にも応用できる管理戦略となるだろうとの将来展望が示された。

日本については、農研機構中央農業総合研究センターの帖佐氏及び西村から、それぞれ日本における精密農業研究が紹介された。帖佐氏からは氏が手がけた精密農業機器の紹介を中心として、開発が進んでいる精密農業用機器が紹介された。またこれらの機器を用いて行った局所精密管理によって、収量の増加や品質の向上が図られた事例紹介がなされた。一方、西村からは「日本の水田における精密農業技術の開発－地力による施肥設計支援システム」と題した発表が行われ、特に注目されたのは、試販となっている「携帯式生育情報測定装置」で、原理や値段に関する質問が集中した。

最後にアジア技術研究所（AIT）環境資源と発展スクールの Dr. Hemantha PW Jayasuriya からタイ国における精密農業の進展、トレンドと今後の展望について発表がなされた。精密農業は単に農業の効率化や生産管理の合理化を行うためだけの手段ではなく、発展途上国においては、人口の増加に対応した食糧の増産による自給率維持が大きな課題としてあるが、持続的な発展の観点からは、農業生産のもととなる土と水の保全が、今後益々重要な視点となるとの認識が示された。そのような背景の中で、タイ国における精密農業は、組織的、系統的ではなく、現状では研究者の個人レベルの研究として行われ



ており、今後はそれぞれの国や地域の実情に合わせた、精密農業ツールの組み合わせが必要となるとの考えが示された。

### (3) 二日目 (10月23日)

二日目の発表は中国科学院農業資源研究センターの研究生が中心で、以下の表題の発表があった。

- (1) 黄河灌漑流域における地下水の窒素汚染に関する農業活動の影響
- (2) サトウキビのひこばえ生産の生産物及び残渣の、生育、収量及び搾汁品質に与える有機肥料及び非有機肥料の影響
- (3) 河北平野における必要な灌漑水の空間的経時的分配
- (4) システムダイナミクスモデルを用いた地域の灌漑傾向と精密な灌漑の動機付けの解析
- (5) 河北省における連作ハウス野菜の土壌栄養供給とバランスの取れた施肥の障害物
- (6) 北部中国平野の山麓地帯における農業用水使用と地下水位のダイナミクス
- (7) GIS をベースとした地域蒸発散モデル
- (8) 衛星ランドスタットの TM を用いた土地利用分類のための Averaged Learning Subspace Method
- (9) 北部中国平野における土壌水分と作物生育推定のための様々な限定された土壌特性の利用
- (10) 石家荘内の灌漑地区における農家の灌漑行動シミュレーション

## 2) 欒城農業エコシステム試験場見学

### (1) 概要

カンファレンスの翌日開催された見学会に参加し、1981年に設立された欒城農業エコシステム試験場に立ち寄った。河北省欒城県に位置し、北部中国平野の中でも典型的な高収量地帯として知られている。しかし、急激な地下水位の低下が、この地域の持続的な農業生産にとって最も大きな問題となっている。前日までのカンファレンスでもスライド等で地下水位の推移が示されたが、毎年1mずつ低下し、現在では30m程度になっている。加えて



写真2 欒城農業エコシステム試験場の正門前

年間の降水量も530mmと、日本の1/10に過ぎず、慢性的な水不足に直面している。

試験場は28haの農地を有し、常時11名の作業員が働いている。また20~30名の研究者が石家荘市にある農業資源研究センターから、試験を行うために試験場を訪れている。ここでは、周辺の農家と同様に、1年2作の小麦-飼料用コーン体系を取っている。夏作にコーンが選ばれている理由は、大豆よりも高額で取引されるため。農場内には、気象ス

ーション、土壌水分計測ステーション、高さ 34m のリモートセンシングタワー及び水収支観測ほ場などの計測施設が設置されている。

近年の課題としては、①水不足、②水汚染、③水位低下が主要なものであり、それに対応した様々な研究が、カンファレンス発表内容のように行われている。

試験場のほ場は 250m×100m の矩形が中心で、所々に防風林が植えられていた。秋雨によって例年より 2 週間ほど遅い刈り取りとなったが、コーンの収穫がほぼ完了した時期であったため、試験場内には、天日乾燥のために飼料用コーンが野積みされていた。

刈り取り後のほ場は、ロータリで 12cm 程度の耕深で耕起後、ほ場長辺方向に 1 本の灌漑用の溝が掘られる。さらに 10m 四方を取り囲むように低い畦が立てられ、広大な大地がさながら碁盤の目ようになる。これは、ポンプアップした用水を掘った溝でほ場全体に導くと共に、10m 四方に区切ることで、高低差の影響を少なくして、まんべんなく水を行き渡らせるための工夫である。このような風景は試験場内のほ場だけではなく、農地のいたるところで見かける光景であった。



写真 3 樂城農業エコシステム試験場のほ場

## 5. 収集資料

- 1) Proceedings of The 1st International Conference on Precision Conservation of Soil and Water, October22-24, 2007, Shijianzhuang, China

### 3. 施設園芸に関する国際シンポジウム GreenSys2007 参加 および施設園芸に関する諸外国の技術動向調査

園芸工学研究部 施設園芸生産工学研究  
主任研究員 林 茂彦

#### 1. 目的

「施設園芸に関する国際シンポジウム」(International Symposium on High Technology for Greenhouse System)において、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「冷蔵苗のモジュール化によるイチゴの高密植移動栽培システム」の研究成果を発表するとともに、施設園芸に関する諸外国の研究動向を調査する。

#### 2. 日程および調査先：10月1日(月)～9日(火)（9日間）

日数	月 日	都市名	調査先・調査内容	摘要
1	10/1(月)	Narita Roma	移動	飛行機利用 Roma 泊
2	10/2(火)	Roma Naples	移動	鉄道利用 Naples 泊
3	10/3(水)	Naples	国際シンポジウム受付登録	Naples 泊
4	10/4(木)	Naples	国際シンポジウム参加	Naples 泊
5	10/5(金)	Naples	国際シンポジウム参加	Naples 泊
6	10/6(土)	Naples	国際シンポジウム参加	Naples 泊
7	10/7(日)	Naples Roma	移動	鉄道利用 Roma 泊
8	10/8(月)	Roma	移動	飛行機利用
10	10/9(火)	Narita	移動	帰国

#### 3. 調査先と対応者

調査先	対応者	住所および連絡先
施設園芸システムの先端技術に関する国際シンポジウム		International Symposium on High Technology for Greenhouse System <a href="http://www.greensys2007.com/">http://www.greensys2007.com/</a>

#### 4. 調査結果の概要

施設園芸に関する国際シンポジウム (GreenSys2007) は、International Society of Horticultural Science が主催する国際会議で、今回 253 課題の発表があった (図 1)。その内訳は、園芸施設構造 61、施設園芸技術 82、環境制御 42、栽培技術および環境 42、教育 3、数値流体力学 (CFD) 23 であった。参加者は EU 諸国を中心に、ヨーロッパ (EU 以外)、アフリカ、北中南米、アジアなど 35 カ国からの参加があった。

アリゾナ大学の G. Giacomelli 氏は、”Innovation in greenhouse engineering” と題した特別講演で、革新的施設園芸や NASA と共同で開発を進める宇宙での植物生産などを紹介した (図 2)。その内容は以下の通り。施設園芸の技術要因としては、Economics,

Labor, Energy, Food Safety, Product Quality, Environment, Information Flow, Location Facilities, Consumer Demands, Natural resources, New product が挙げられ、地域の特性を生かすことが重要である。そして、施設園芸の成功の鍵は、気候、技術革新、ターゲット、計画、栽培であり、特に技術革新には4段階(面積あたりの収量増、面積あたりのコスト削減、生産者の意識向上、外部への影響の低減)に分けることができる。今後は「外部への影響の低減」つまり環境負荷の低減技術が重要になってきている。注目する技術は、ロボット技術、センサ、ネットワーク、温室冷却、移動栽培などである。また、南極基地でのレタス、ハーブ、トマト、キュウリなどの生産技術は大変興味深く、そのコストは US\$100/kg となるが、NASA のコメントは「そんなに悪くないね」というものであった。



図 1 開会セレモニー

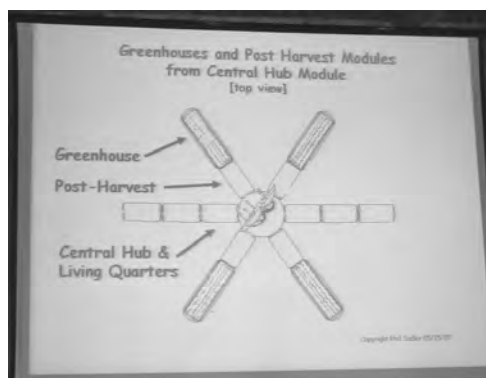


図 2 宇宙での植物生産

WageningenUR の E. Heuvelink 氏は” Innovation on crop management and plant-greenhouse in interaction” と題した特別講演で、オランダのトマト生産技術を中心に紹介した。内容は以下の通り。トマトはここ 20 年強で 117%の収量増加が達成されており、現在は約 65kg/m<sup>2</sup>である(図3)。生産性向上に寄与した要因としては、栽培の長期化(周年化)、光環境の改善(補助光)、CO<sub>2</sub>施肥、培土、LAI改善、品種特性が挙げられる。特に、これまでの技術では作付け開始 200 日後ぐらいに LAI が低下していたが、これを改善することで収量の向上が図られた。また完全閉鎖系施設では、蓄熱利用により 30%の燃料削減、CO<sub>2</sub>効果により 17%の増収が期待できる。ただし CO<sub>2</sub>効果は品種による差がある。さらに、補助光はオランダの 25%の施設で導入されており、頭上からの補光が一般的だが、作物間から補光することにより 6~8%の収量増となるデータがある(図4)。

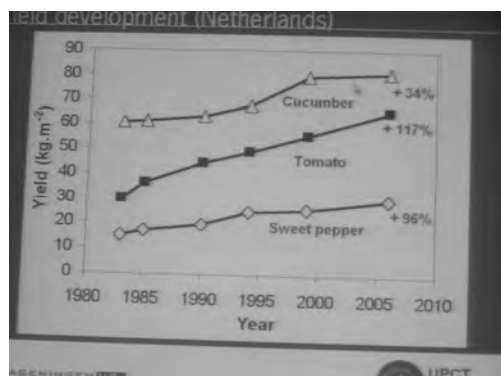


図 3 オランダにおける果菜生産の推移



図 4 作物間補助光の利用

WageningenUR の J.C.Bakker 氏の特別講演 ” Innovative technologies for an efficient use of energy ” は、共同研究者から発表が行われた。内容は以下の通り。オランダの施設園芸の動向として大型化、周年化が進んでいる。エネルギーの効率利用の方法として、太陽光の利用（太陽光発電：図5）、エネルギーロスの低減、冷却コストの削減などがある。太陽光を効率的に利用するには被覆資材の選択とその清掃がポイントである。夏の冷却方法として、自然換気、遮光、パッド&ファン、細霧冷房、屋根冷却、強制換気、冷却装置があり、エネルギーの低投入の観点からは、パッド&ファン、細霧冷房、屋根冷却が有効である。現在研究が進んでいる数値流体力学(CFD)は温室内の温度、湿度分布を把握・予測する重要なツールであるといえる。エネルギー低減を目的とした新たな総合施設設計として、オランダの蓄熱利用(50-100m地下水を利用)、南欧の日射反射資材、風力利用、水力利用などがあり、南欧では夏期の高温回避が重要な課題である。

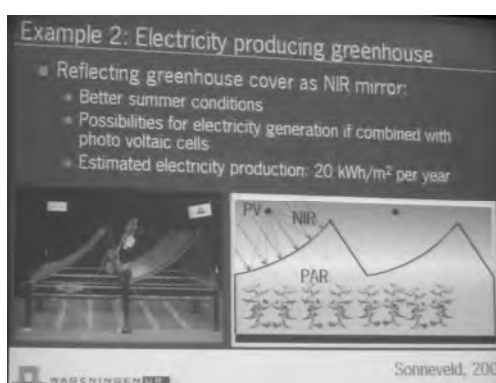


図5 太陽光発電

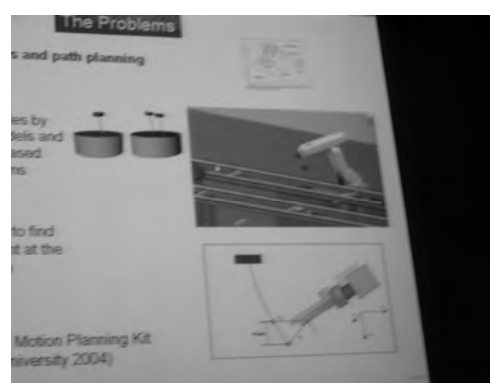


図6 ガーベラ収穫ロボット

次に、Robotic のセッションでは、山本研究員の発表（イチゴ収穫）の他、ドイツの Rath 氏（ガーベラ収穫：図6）、イタリアの Belfore 氏（多目的ロボット：図7）、オランダの Henten 氏（キュウリ収穫：図8）などから発表があった。ドイツのガーベラ収穫ロボットでは花数が1-2花であれば収穫成功率98%であるが、5花以上では50%以下であった。課題としては、画像ノイズ、キャリブレーション、茎の重なり、障害物と経路決定などを挙げた。この解決のために8枚の画像を取得、解析することを試みた。イタリアの多目的ロボットは2001-2002年までに防除機能を有する試作機を開発した。その後、ガントリータイプと水平方向構造の試作機を開発し、肥料散布、物理的防除、ポットの移動動作を実現した。なお、ガーベラ収穫と多目的ロボットは移動栽培装置を対象とすることによりシステム化、精度向上を狙っている。オランダのキュウリ収穫ロボットは2002年当時から大きな改良は加えられてお



図7 多目的ロボット

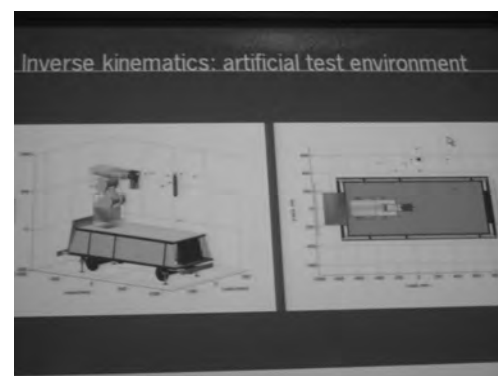
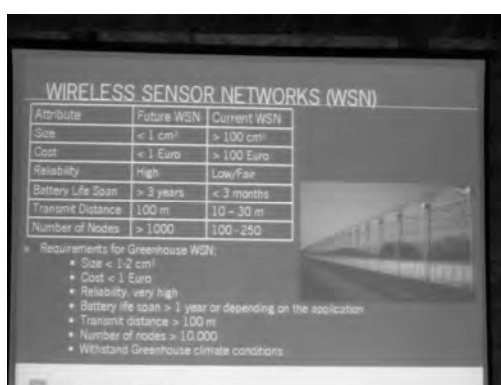


図8 キュウリ収穫ロボット

らず、経路決定アルゴリズムの開発を進め、ハンドアイシステムを採用している。セッション後に発表者と意見情報交換を行い、ドイツの Rath 氏から「開発技術の共通部分が多いことからさらに情報交換を行いたい」との提案があった。

その他、米のカーネギメロン大とメリーランド大や WageningenUR などからワイヤレスセンサやワイヤレスセンサネットワークに関する発表があり（図 9）、ワイヤレスによる施設園芸のネットワーク化の研究が多く見られた。

報告者は、「Design of a strawberry factory using a movable bench」と題してイチゴの移動栽培システムについて研究発表を行った（図 10）。質疑応答では、「頭上灌水の方法で一般的なスプレーは利用できないのか」、「移動ベンチとするよりもロボットが移動して収穫してはどうか」、「コストは十分に見合うのか」などについて意見交換を行った。



Attribute	Future WSN	Current WSN
Size	< 1 cm <sup>3</sup>	> 100 cm <sup>3</sup>
Cost	< 1 Euro	> 100 Euro
Reliability	High	Low/Fair
Battery Life Span	> 3 years	< 3 months
Transmit Distance	100 m	10 - 30 m
Number of Nodes	> 1000	100 - 250

Requirements for Greenhouse WSN:

- Size < 1/2 cm<sup>3</sup>
- Cost < 1 Euro
- Reliability: very high
- Battery life span > 1 year or depending on the application
- Transmit distance > 100 m
- Number of nodes > 10,000
- Withstand Greenhouse climate conditions

図 9 ワイヤレスセンサネットワーク



図 10 イチゴ移動栽培システムの発表

## 4. 国際シンポジウム GreenSys2007 への参加 及び超小型ロボットアーム等に関する調査

園芸工学研究部 施設園芸生産工学研究  
研究員 山本聡史

### 1. 目的

国際シンポジウム International Symposium on High Technology for Greenhouse System (GreenSys2007) において、イチゴ収穫ロボットの基礎研究について研究成果 (Title: Development of an end-effector for a strawberry harvesting robot) を発表するとともに、超小型ロボットアームのメーカーや国際園芸展等を訪問し、施設園芸の自動化に関する先端的な情報を収集する。

### 2. 調査日程

日数	月 日	都市名	時間	交通	概要
1	9/30	東京(成田)発 スイス(チューリッヒ)着	11:30 19:30	KL862 KL1963	出発 [チューリッヒ泊]
2	10/1	チューリッヒ市内		路面電車	Neuronics 社 [チューリッヒ泊]
3	10/2	スイス(チューリッヒ)発 イタリア(ナポリ)着	09:09 20:12	鉄道	移動 [ナポリ泊]
4-7	10/3-6	ナポリ市内		路面電車	GreenSys2007 [ナポリ泊]
8	10/7	イタリア(ナポリ)発 オランダ(アムステルダム)着	08:48 16:40	鉄道 KL1602	移動 [アムステルダム泊]
9	10/8	アムステルダム市内			資料整理 [アムステルダム泊]
10	10/9	アムステルダム←→ハーグ		自家用車	Wageningen UR [アムステルダム泊]
11-12	10/10-11	アムステルダム市内		路面電車	Horti Fair [アムステルダム泊]
13	10/12	オランダ(アムステルダム)発	15:20	KL861	[機内泊]
14	10/13	東京(成田)着	09:40		帰国

### 3. 主な訪問先と対応者

月日	訪問先	対応者	住所等
10/1	Neuronics AG	Dr. Hansruedi Früh	Technoparkstr. 1 CH-8005 Zurich, Switzerland www.neuronics.ch
10/3-6	Conference Centre, University of Naples "Federico II"	—	Via Partenope, 36, Naples, Italy www.greensys2007.com
10/9	Glasshouse Production Systems, Wageningen UR	Dr. Peter A. van Weel	Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, Netherland www.glastuinbouw.wur.nl
10/10- 11	Horti Fair	—	Europaplein 22, 1078 GZ Amsterdam, Nederland www.hortifair.com

### 4. 調査結果の概要

#### 1) 超小型ロボットアームメーカーへの訪問

ロボットアームは工業分野において広く普及しており、省力化に大きく貢献している。しかし、依然人手による作業が多い農業では、現状のロボットアームがそのまま代替できる作業が少なく、あまり普及していない。その原因として、工業製品の画一性と比較し、農作物と農産物の形状や物性の多様性が考えられる。そこで、人工知能理論を活用し、「パーソナルロボット」というコンセプトの下、人間のすぐ隣で作業しても安全な超小型ロボットアームを生産しているメーカーを訪問し、農業への適用性について調査した。なお、当日は会社の設立者であり CEO の Dr. Früh (写真 1) に対応していただいた。

Neuronics AG は 1997 年にチューリッヒ大学人工知能研究室のスピノフとして始まり、2001 年に会社が設立された。社員は 25 名で、主力製品として超小型ロボットアーム”Katana” (2 万ユーロ)、小型ロボットアーム”RCS5000” (5 万ユーロ) を生産販売している。両方とも、人工知能理論により、動作の最適化が可能である他、パソコンからのリアルタイム制御もできる。表 1 に仕様を示す。主な利用場面は工業分野であるが、超小型であるため、狭いスペースに設置できる他、周囲を囲う必要がなく、作業員との距離が非常に近いというメリットがある。人間と従来の産業用ロボットの中間的なニーズを狙っている (図 1)。



写真 1 Neuronics 社 Früh 氏(左)

表 1 主要諸元

機種	Katana	PA10*
可搬重量(kg)	0.5	10
重量(kg)	3-5	40
全長(mm)	765	1317
自由度	4-6	7
電源(V)	DC24	AC100

\* 産業ロボットの例

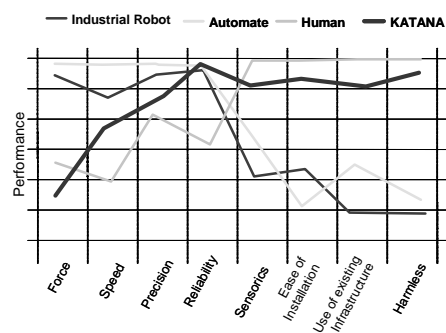


図 1 機能の比較



今回、開発現場に案内してもらったが、アーム先端にカメラを設置し、画像処理（MVTec 社 HALCON 及び MathWorks 社 MATLAB 使用）により製品を認識し、Pick & Place を行うプログラムや USB メモリから情報を読み込み、パソコンなしで動作可能なシステムの構築を行っていた。超小型であるため、開発者は位置の教示を片手で行っていた。

イチゴの自動収穫について意見交換を行った。作業効率の向上にはロボットアームの動作速度の向上が欠かせないという意見に対し、高速なアームは周囲の物体及びアーム自身に対して非常に危険であることを踏まえ、向上すべき点は果実へのアプローチや採果動作等の動作間の移行をいかにスムーズに行うかということではないかという意見であった。また、それ以上に作業効率を向上させればアームを複数使用すべき、一回収穫する毎に果実を収容箱に収容するのではなく、何個かまとめて収容した方が良いという意見であった。果実認識については、イチゴの場合昼間でも容易であり、24 時間ロボットが稼働しなければ意味がないという意見であった。超小型ロボットアームは従来の産業用のロボットアームと比較し、必要なスペックや安全性を踏まえ、果菜類の収穫等の農作業を行うのにより適しているということで意見が一致した。価格は現状ではかなり高価であるが、オランダの生産者にとっては許容範囲と考えられた。

## 2) GreenSys2007 における口頭発表

同シンポジウムは施設園芸に関する国際シンポジウムであり、施設の環境制御技術、植物のセンシング技術、消費エネルギー低減技術、自動化技術、空気の流動シミュレーション、グリーンハウス素材等について先端的な研究成果が発表された。253 課題の発表で、うち口頭発表が 139 課題、ポスターセッションが 111 課題、講演が 3 回という内容で、35 カ国から研究者が集まり、ヨーロッパが 72.8%、アメリカが 8.8%、アジアが 17.2%、アフリカが 1.2%であった。

アリゾナ大学の Giacomelli 教授が、NASA の研究費で実施している火星や月面等の宇宙空間における野菜生産技術の開発について講演し、南極でのトマト、レタス、キュウリ、ハーブの事例について紹介された。現在、生産コストが 1 kg 当たり 1,000\$で味はまあまあということであった。

オランダからの研究発表が多数あったが、現状の施設園芸におけるエネルギー消費をいかに低減し、同時に収量を増やすかというテーマが目立った。例えば、植物の蒸散量を上手く制御することにより、冬季のエネルギー投入量を低減し、トマトでは 6～8%、パプリカでは 5～9%の収量増が可能とのことであった。また、夜間照明の代わりに作物間に入り込む照明装置を導入することにより、6～8%収量が増加した。オランダの消費電力の 10%は、温室の暖房の際のコジェネレーションによるものであるが、2020 年までに投入する石油や天然ガスを 80%削減する目標を掲げている。

ロボット技術に関しても 5 課題の口頭発表があり、画像処理による花き等の茎の検出や、7 自由度を有するロボットハンドのシミュレーション結果について報告があった。イチゴ収穫ロボットのための基礎的な研究成果として、生研センターで開発したエンドエフェクタについて報告したが、説明に時間を要し、質問の時間が取れなかった。今回はエンドエフェクタのみの成果であるため、若干現実味が薄い印象となってしまったが、次回の GreenSys2009 までにはシステム全体についての研究成果をとりまとめて報告したい。

### 3) Wageningen UR への訪問

10月14日から来日予定であった Wageningen UR の Peter van Weel 氏を訪問した。Weel 氏は施設園芸の中でシステム化を専門とし、移動栽培ベンチやロボット化のための均一な植物の栽培法、低コストな環境制御システムの開発を行っている(写真2)。現在、特に重点的に取り組んでいるのが低コストな環境制御システムの構築で、オランダの施設は建設費が 60 ユーロ/m<sup>2</sup>で、空調費に年間 100 ユーロ/m<sup>2</sup>必要であり、空調に要するエネルギーの低減が求められている。そこで、温室の内外の空気のエンタルピーや日光の照射量、葉の厚さや温度等から気孔の開度を推測し、植物の状態を最適に維持するような環境制御を行うことにより、投入エネルギーを減らすと同時に収量を増加させる技術の開発に取り組んでいる。また、キク等の定植の省力化技術にも取り組んでいる(写真3)。

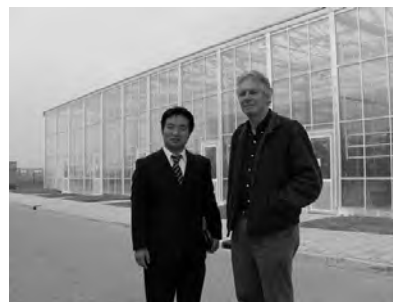


写真2 Wageningen UR  
van Weel 氏(右)



写真3 キクの育苗箱の蓋

ロボット化については、これまで開発された収穫ロボットは果実1個当たりの時間が長過ぎ、実用化には時間の短縮が欠かせないが、現在の栽培方法ではロボットは複雑な動きをせざるを得ないことを踏まえ、均一な植物の栽培法の確立が重要であるという意見であった。バラの収穫を自動化するための仕立て方の研究を紹介していただいた。

移動栽培システムについては、生育ステージの管理が重要であり、オランダのイチゴ移動栽培システムでは、ベッドが周回する時間が長過ぎ、過熟果が多かったことを踏まえ、ベッドの周回時間を短縮する方法を考えるべきという意見であった。

オランダ特有の施設の技術として、土地の海拔が非常に低いことから、浮くグリーンハウスが開発され、6 ha 普及したとのことであった。

### 4) Horti fair における技術動向調査

最新のガラス温室やセルトレイ用の定植装置、移動栽培装置等が展示されていた。移動栽培では、ポット苗をベルトコンベアに載せて移動させる方式が多く見受けられ、様々な大きさのポットに対応したハンドリング装置があった。興味深かったのは紫外線により植物を殺菌する移動台車(写真4)で、トマトやパプリカ等に非常に有効とのことであった。



写真4 移動型紫外線殺菌装置  
(BERG PRODUCT 社)

## 5. 収集資料

- 1) Neuronics 社カタログ
- 2) Horti fair 出展企業一覧・カタログ
- 3) Glasshouse Production Systems, Wageningen UR パンフレット
- 4) Book of abstracts GreenSys2007 (High Technology for Greenhouse System management)

## 5. アメリカの野菜・花卉栽培施設および技術の調査

園芸工学研究部 園芸調製貯蔵工学研究  
主任研究員 大森定夫

### 1. 目的

野菜・花卉および米栽培の国際的動向と施設に関するアメリカの技術を調査し、今後の研究開発の資料を得る。

### 2. 調査日程

平成 19 年 6 月 11 日（月）～17 日（日）（7 日間）

日数	月 日	都市名	調査先等
1	6 月 11 日	成田	17:30 発
		Sun Francisco	10:45 着
		Albany	農務省西部地区研究センター (USDA Agricultural Research Service Western Regional Research Center)
2	6 月 12 日	Davis	カリフォルニア大学デービス校、農業工学および食品工学関連研究 (UNIVERSITY OF CALIFORNIA DAVIS Biological & Agricultural Engineering)
3	6 月 13 日	Biggs	1)カリフォルニア稲作試験場 (California Rice Experiment Station)
		Williams	2)タマキ米生産施設 (Williams Rice Milling Company)
4	6 月 14 日	Salinas	1)モントレイ郡立農業センター (County of Monterey Agricultural Center) 2)日系花卉生産農家
5	6 月 15 日	Salinas	1)アメリカタキイ種苗会社(American Takii Inc.) 2)野菜生産企業(Tanimura & Antle Inc.)の真空冷却施設等
6	6 月 16 日	Sun Francisco	12:45 発
7	6 月 17 日	成田	15:35 着

### 3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
農務省西部地区研究センター	Wallace H. Yokoyama Research Chemist	800 Buchaman Street, Albany, CA94710
カリフォルニア大学デービス校	Michael J. Delwiche Professor, Chair	2030 Bainer Hall, One Shields Avenue, Davis, CA95616
カリフォルニア稲作試験場	Kent S. McKenzie Director	P.O. Box 306, Biggs, CA95917
タマキ米生産施設	Masami Kitagawa President	1701 Abel Road, Willams, CA95987

モントレー郡立農業センター	Sonya Varea Hammond County Director	1432 Abbott Street, Salinas, CA93901
日系花卉生産農家	Michael Y. Matsuno	24999 Potter Road, Salinas, CA93908
アメリカタキイ種苗会社	Rick Falconer Vice President	301 Natividad Road, Salinas, CA93906
野菜生産企業 (Tanimura & Antle Inc.)	Kenny Gatanaga	P.O. Box 4070, Salinas, CA93912

#### 4. 調査結果の概要

##### 1) USDA 西部地区研究センター

西部地区研究センターは、全米にある USDA 研究施設のうち西海岸近辺の各州や太平洋地域を含むエリアを統括する本部も兼ねており、農産物に関する対アジア戦略の研究拠点でもある。同センターでの主要研究課題は、農産物・食品の安全性に関するものであるが、遺伝子組み換え研究、健康栄養面での基礎研究、バイオ素材や燃料系の研究なども行われている。日系人研究員の Wallace Yokoyama 氏の案内で、実施している研究の説明や施設の見学をした。X線を利用したオリーブの虫害検出と選別技術の研究(図1)、落下時の音を計測してナッツの不良品選別装置の開発(図2)、豆からの新しい加工食品の開発、炊飯過程における米の構造変化の解明研究などの説明を受けた。オリーブの虫害検出技術については、日本の果実でも虫害は問題となっており、「果実内に生み付けられて成虫になった状態を非破壊で検出できないか?」との相談を受けたことがあり、参考になる研究であった。

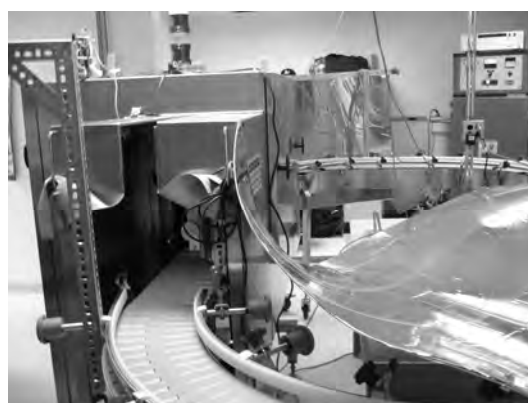


図1 オリーブの虫害検出と選別技術

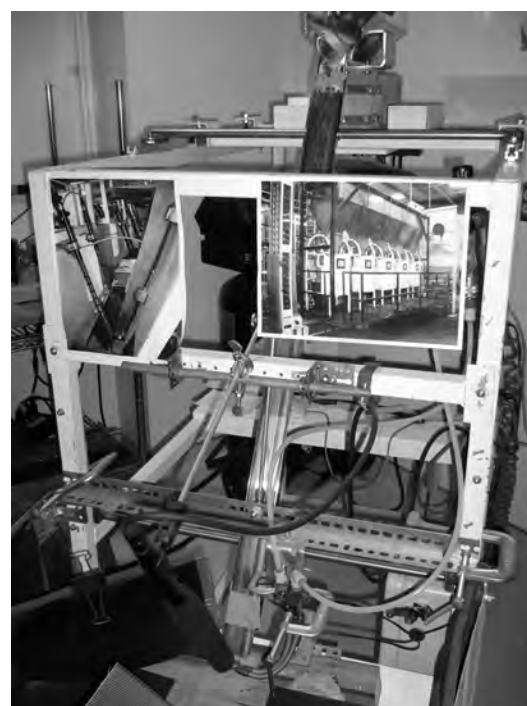


図2 ナッツの落下音による選別機

##### 2) カリフォルニア大学デービス校

カリフォルニア大学デービス校では、Biological & Agricultural Engineering の学科長の MICHAEL J. DELWICHE 教授より研究の概要説明を受け、施設の見学を行った。研究の分野は、農業工学 (Agricultural Engineering)、生物工学 (Biological Engineering)、食品工学 (Food Engineering)、生物医学工学 (Biomedical Engineering) があり、近年、バイオディーゼル関連の研究予算が増加している。一方、カリフォルニア農業における現状は、メキシコ労働者の賃金

上昇により、労働力確保が難しくなる状況にある。ゆえに、今後カリフォルニア農業にとっては作業の機械化等がより求められ、従来からの農業工学 (Agricultural Engineering) 研究が重要になるとの見方であった。また、R Paul Sing 教授や Zhongli Pan 准教授より研究と施設の説明を受けた。主な研究として、生菌検出時間を短縮するため、生菌数  $10^4$  を 2 時間で検出するバイオセンサー開発、ナッツ類の畑を荒らすカラス撃退のための鳥害防止装置開発、ほ場の灌漑管理等を遠隔操作で行うフィールド制御システム開発、冷風冷却時の「ユニフォーム クーリング (均一冷却)」のためのエアフロー (冷風の流れ) をスモークを利用してレーザーで解析する研究 (図 3)、ジェットクッキングの研究等の説明を受けた。



図3 イチゴ用パック

### 3) William Rice Milling Company (田牧米)

William Rice Milling Company は、日本企業の出資により 1988 年にカリフォルニア州ウィリアム市に設立された米生産会社である。生産されるお米は、海外在住の日本人に供給するために、カリフォルニア産の短粒種が中心で、「田牧米」のブランド名で販売されている。販売先はアメリカ全土、ブラジルを中心とした中南米、東南アジア、ヨーロッパ等である。見学した施設は精米の施設と乾燥と貯留を兼ねた施設で (図 4)、精米施設内の装置は山本製作所製が利用されていた。



図4 米の乾燥貯蔵施設

### 4) カリフォルニア稲作試験場

カリフォルニア稲作試験場は、1912 年にカリフォルニア米の生産者組合、サクラメント穀物協会、アメリカ農務省、カリフォルニア大学の協力により、Biggs 市に設立された。この地域は概して気温が高く、カリフォルニア米の一大産地となっている。所長の Kent S. McKenzie 氏より試験場の概要説明と案内を受けた。試験場の敷地面積は 478 エーカー (約 200ha) あり、温室、研究室等がある (図 5)。この試験場において、米の改良や調査等が実施されており、ここでは、遺伝子組み換えは行っていないとのことであった。



図5 試験用水田(約 200ha)

## 5) 日系花卉栽培農家

日系花卉栽培農家の瀧永（GATANAGA）氏は、1958 年にカリフォルニア入植、現在のサリナスに 1968 年に移住し、花栽培を始められたとのこと。サリナスは人口 15 万人で日系人が約 2,000 人居住している。

瀧永氏と同じく日系の松野氏は、6 ha の温室で切り花を約 60 種栽培している。雇用は約 40 人（図 6、7）、これまではカーネーションを栽培していたが、南米からの輸入が増加し、現在はガーベラなど他の花に変えたり、人手のかからない添え花植物に変えてきている。また、オランダ等海外で開催されるフラワーショーに出向き、新品種導入を積極的に行っている。見学させていただいた温室の構造部材に木材が利用されているが、30 年近く経った現在でも問題無い状況であった。



図6 花の栽培ハウス



図7 花の選別と箱詰め作業

## 6) モントレー郡立農業センター

農業センターは、アメリカ合衆国、カリフォルニア州、モントレー郡、カリフォルニア大学、生産者の協力のもと 1918 年に組織された。

サリナス地域は、1880 年頃に灌漑が普及し、野菜生産が増加した。主にレタス、イチゴが栽培されており、レタスはヘッドレタスからリーフレタスへ変わっているとのことであった。サリナスは世界のサラダボールとも呼ばれ、生産された野菜はアメリカ国内消費が主であるが、一部アジアへ輸出も行っている。コンテナでの輸送で 2 週間くらいは品質に問題ないとのことであった。この地域は雨が少なく天候が良く、野菜の栽培に適しており、また、地下水が豊富であるため、灌漑水が得やすいのも野菜栽培が盛んな理由の一つである（図 8）。この地域は約 150~200m 掘ると水源にあたり、各農場には井戸がある。最近水の問題があり、地下水を得るための井戸が徐々に深くなる傾向があり、また、海水の影響が出ているところもある。

1980 年代切り花の約 80%をこの地域でまかっていたが、近年はコロンビア等南米からの安価な輸入品が増加し、60 戸あった花卉農家が現在 12 戸となってしまったとのことである。さらに、この地域では、メキシコからの労



図8 スプリンクラーとドリップによる灌漑

働者（不法移民）なしでは農業が成り立たない状況であるが（図 9）、その労働者の賃金が上昇しており、人件費を削減する必要に迫られている。さらに、サリナスの地価が高騰しており、労働者の住居確保も問題となっている。

また、昨年発生した袋詰めハウレンソウによる大腸菌 0157 食中毒事件で、野菜生産に大きな影響を与えた。日本でも野菜による大腸菌 0157 食中毒が問題となったが、アメリカでも同様の問題が発生していた。大腸菌 0157 混入の原因究明には至らなかったとのことである。



図 9 種の粒数を計測する装置

### 7) アメリカタキイ種苗会社

アメリカタキイ種苗会社は、アメリカでは小さい会社であるが、野菜から花まで取り扱う珍しい会社である。また、種苗は「ユニーク」が特徴であるため、新しい品種の導入に際しては栽培から指導している。サリナス地域に種苗会社が 6 社、コーティング会社を含めると 12 社ある。直播と移植を比較すると、種の量が 1/3 になる。サリナス地域は土地と栽培技術が良いので高付加価値が得られる野菜が栽培されている。また、ハウレンソウの大腸菌問題の影響により、種に対しても安全性の証明を求められている。

隣接している苗生産施設を見学した。最近では種子で購入するよりも苗で購入する農家が多くなっているとのことであった。（図 10、11）

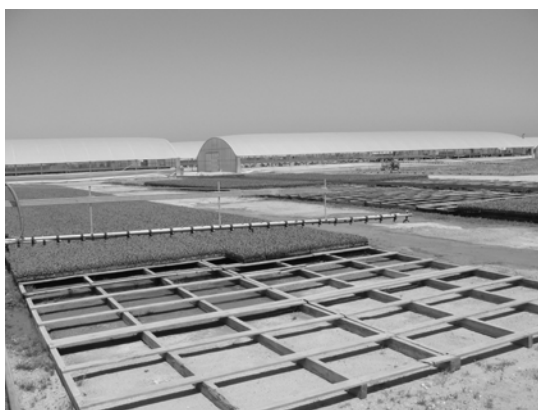


図 10 野菜苗の生産施設



図 11 ハウス内での管理作業

### 8) 野菜生産企業 (Tanimura & Antle Inc.)

日系人のタニムラ氏が経営する野菜生産企業で、農園面積がサリナスで 1,500 エーカーあり、アリゾナとの合計が約 55,000 エーカー (22,000 ha)、従業員約 4,000 名で、アメリカでも野菜生産量が上位 5 社に入る企業である。出荷はアメリカ国内が主であるが、輸出も約 10%ある。ヨーロッパへの輸出はニューヨークから出ている。サリナスからトレーラで 3.5 日かけてニューヨークへ輸送する。葉物野菜は日本には出していないとのことであった。1日に 20 万ケースを処理している予冷設備等を見学した。日本の真空予冷装置は施設内に設置されているが、ここで利用されている真空予冷装置は移動可能であり（図

12) 、サリナスとアリゾナを移動させている。また、日本国内ではほとんど利用されていない冷水による予冷装置や、氷水による予冷装置を見ることができた（図 13）。



図 12 移動可能な真空予冷装置



図 13 氷水による冷却装置

## 5. 収集資料

- 1) 「Postharvest Technology of Horticultural Crops」 University of California Agriculture and Natural Resources Publication
- 2) The Department of Biological & Agricultural Engineering UC DAVIS
- 3) 「CA & ES OUTLOOK」 A publication for alumni and friends of the College of Agricultural and Environmental Sciences UC DAVIS
- 4) University of California Cooperative Extension Monterey County
- 5) Flower Catalog 2007-2008, TAKII SEED
- 6) TANIMURA & ANTLE FRESH VEGETABLES



## 6. 欧州における最新の飼料生産用機械の開発動向 及び産学官連携に係る調査報告

生研センター 所長 朝比奈 清  
畜産工学研究部 飼料生産工学研究  
主任研究員 橘 保宏

### 1. はじめに

2007年11月12日から18日、ドイツの公的研究機関2カ所（FAL及びBBA）、大学1カ所（オズナブルク応用科学大学）を訪問し、研究体制と研究内容を調査するとともに、同じくドイツで開催された農業機械博覧会アグリテクニカ 2007 会場にて、欧州の飼料生産と酪農の現状及び生研センターが開発した細断型ロールペーラの普及可能性の有無、及び、欧州での飼料生産用機械の動向について調査したので以下に報告する。

### 2. 調査日程

調査日	都市名	調査先
11月13日	ブラウンシュバイク	①Federal Agricultural Research Center (FAL、連邦農業研究センター) ・Technorogy & Biosystem Engineering (バイオシステムエンジニアリング研究所) ・Production Engineering and Building Research (生産工学&建築研究所) ②Federal Biological Research Center for Agriculture and Forestry (BBA、連邦農林業生物研究センター) ・Aprication Technique Division(散布技術部) ③Leibniz Institute for Agricultural Engeneering Potsdam-Bornim (ATB、ライプニッツ農業エンジニアリング研究所)
11月14 ～15日	ハノーバー (アグリテクニカ会場)	①丸紅欧州デュッセルドルフ支店 ②JS-STOLL 社(ドイツ) ③Knoll 社(オランダ) ④AGRONIC 社(フィンランド) ⑤McHale 社(アイルランド) ⑥ELHO 社(フィンランド)
11月16日	オズナブルク	University of Applied Sciences Osnabrueck (オズナブルク応用科学大学)

### 3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者
Federal Agricultural Research Center (FAL、連邦農業研究センター)	①Dr. Franz-Josef Bockisch (Head of Institute、Production Engineering and Building Research(生産工学&建築研究所)) ②Dr. Thorsten Ahrens (Technorogy & Biosystem Engineering(バイオシステムエンジニアリング))

Federal Biological Research Center for Agriculture and Forestry (BBA、連邦農林業生物研究センター)	Dr. A. Herbst (Application Technique Division(散布技術部))	
University of Applied Sciences Osnabrueck (オズナブルク応用科学大学)	①Dr. Peter Seifent (副学長) ②Dr. Arno Ruckelshausen 他	
【アグリテクニカ会場】	対応者	(日本側)
①丸紅欧州デュッセルドルフ支店	・Mr. フランク シュルツ (機械部部長代理) ・Ms. KARIN LUPP (Plant DEPT.)	(株)タカキタ ・取締役営業部長 松本氏 ・技術部部長代理 正田氏 ・貿易部部長代理 大和田氏 ・関東営業所係長 岡田氏
②JS-STOLL 社(ドイツ)	・Mr. ハーマン エバース (輸出部長) ・Mr. Armin Walter (輸出部長(後任)) ・Mr. Heiko Krekel (技術部)	生研センター 朝比奈、橘
③Knoll 社(オランダ)	Mr. J Knoll	
④AGRONIC 社(フィンランド)	Mr. Erkki Kivela	
⑤McHale 社(アイルランド)	Mr. Paul McHale	生研センター 朝比奈、橘
⑥ELHO 社(フィンランド)	Mr. Karl-Erik Haggblom	
⑦Leibniz Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim (ATB、ライプニッツ農業エンジニアリング研究所)	Dr. JOERN BUDDE	

#### 4. ドイツにおける農業・農業機械関連の公的研究機関の概要

ドイツの農業・農業機械関連の主な公的研究機関としては次のものがある。

- (政府機関) ①連邦農業研究センター(FAL) (所在地: 主に Braunschweig)  
 ②連邦農林業生物研究センター(BBA) (所在地: Berlin、Braunschweig)  
 ③連邦育種研究センター(BAZ) (所在地: Quedlinburg)  
 ④連邦動物衛生研究所(FLI) (所在地: Insel Riems)  
 ⑤連邦栄養・食品研究センター(BFEL) (所在地: Karlsruhe)  
 ⑥連邦リスク評価研究所(BFR) (所在地: Berlin)
- (非政府機関) ⑦ライプニッツ農業エンジニアリング研究所(ATB) (所在地: Potsdam)  
 ⑧ライプニッツ農業景観研究センター(ZALF) (所在地: Munchenberg)  
 ⑨家畜生物学研究センター(FBN) (所在地: Dummerstorf)  
 ⑩野菜・装飾作物研究所(IGZ) (所在地: Grobberren/Erfurt)  
 ⑪ライプニッツ中東欧農業振興研究所(IAMO) (所在地: Halle)  
 ⑫ドイツ食品化学研究センター(DFA) (所在地: Garching)

このほか、各地の大学や各州の研究機関で、農業・農業機械関連の研究開発を行っているところがある。

今次の出張では、①の連邦農業研究センター内で、当センターと最も近接した分野の研究開発を行っている Institute of Production Engineering and Building Research 及び Institute of Technology and Biosystems Engineering、②の連邦農林業生物研究センターの（防除）応用技術部（いずれも在ブラウンシュバイク）を訪れたほか、農業エンジニアリング分野では欧州最大の研究所の一つとされる⑦のライプニッツ農業エンジニアリング研究所（ATB）についてアグリテクニカ会場の同研究所出展ブースを訪れ、聴取り等を行った。また、アグリテクニカには各地の大学や各州研究機関のブースが多数出展され、研究開発成果の展示が行われていた。大学については、オランダに近く、同国のワーゲニンゲン大学とも研究面での関係が深いオズナブリュック応用科学大学を訪れ調査を行った。

### 1) 連邦農業研究センター (Federal Agricultural Research Center : FAL)

公的研究機関の中で最大のものは①の F A L である。連邦食料・農業・消費者保護省（以下「連邦農業省」という。）の機関で、1947 年に設立、連邦政府の政策課題、要請に応じた研究及び科学的研究に基づく助言等を行うことを主な業務とし、技術研究開発のほか、農業経済や地域政策、農業貿易政策など社会科学研究も行っている。科学面ではその独立性が保証されている。

職員数は約 840 人、うち科学者は 330 人、その他職員は 510 人である。また、科学者 330 人のうち 140 人がパーマネント研究者（人件費は連邦農業省による）であるが、190 人は博士課程学生等（Ph. D. Students）で、うち約 100 人の人件費は（連邦政府等からの）グラントにより、90 人の人件費は第 3 者組織（Third Party）の資金により賄われている。その他職員については 480 人がパーマネント職員、30 人が第 3 者機関の資金で賄われている。なお、パーマネント研究者の高齢化が急速に進んでいることが問題点として挙げられていた。

年間の予算規模は 2002 年で 4,200 万ユーロ（約 70 億円：1 ユーロ＝165 円で換算。以下同じ）、うちパーマネント職員の人件費が 2,920 万ユーロ（約 48 億円）、研究資材等業務費 860 万ユーロ（約 14 億円）、投資経費 420 万ユーロ（約 7 億円）となっている。このほか第 3 者機関からの資金提供が 330 万ユーロ（約 5 億 5 千万円）あり、他省や EU 等からのファンド獲得にも力を入れている。

研究の主な目標は、「高品質食品の生産」、「競争力のある農業生産」、「土壌・水・大気・遺伝的多様性等の資源保全」、「農村地域の振興」、「環境と両立可能な農業」、「再生可能な生物資源の利用」、「動物福祉の改善」、「有機農業」であり、理事長（President）、理事会のもと以下の 12 の研究所がある。

#### ○土壌・植物分野

- ・ Institute of Plant Nutrition and Soil Science
- ・ Institute of Crop and Grassland Science
- ・ Institute of Agroecology

#### ○畜産分野

- ・ Institute of Animal Nutrition
- ・ Institute of Animal Breeding

- ・ Institute of Animal Welfare and Animal Husbandry
- エンジニアリング分野
  - ・ Institute of Production Engineering and Building Research
  - ・ Institute of Technology and Biosystems Engineering
- 社会科学分野
  - ・ Institute of Farm Economics
  - ・ Institute of Rural Studies
  - ・ Institute of Market Analysis and Agricultural Trade Policy
- 横断的分野
  - ・ Institute of Organic Farming (2000 年に設立、有機農業の研究を拡大中)

産との連携については部門によって異なるが、バイオマス・バイオガス研究のようにピーク業界から資金の 3 分の 2 の提供を受けているものもある。大学との連携については FAL として積極的に行っており、全国各地の大学や工科大学の多数の博士課程、修士課程、その他の課程に研究者を派遣し教授しているほか、FAL への受け入れも行っている。国際交流も進めており、2002 年時点で世界 67 カ国、220 の研究所と協力している。東アジアでは中国、韓国とも 4 研究所以上と協力関係にある。

連邦農業省の研究機関については、大きな組織再編が今年行われるとのことで、FAL の一部も含め、「植物防疫 (Plant Protection)」、「家畜衛生 (Animal Health)」、「食品・栄養」、「農村 (地域) 振興」の 4 つの観点から再編される予定とのことである。

#### (1) Institute of Production Engineering and Building Research (生産工学&建築研究所、FAL 内の農業エンジニアリング関係研究所)

職員数は約 60 人で、うち常勤は 40 人程 (研究者は 20~30 人)。非常勤の大部分は研究者である。研究課題は政府から求められるものもあるが大部分は自分達で議論の上決めているとのこと。今年、後述の Institute of Technology and Biosystems Engineering と統合されることになっており、FAL の農業エンジニアリング関係の研究所は 1 つになる。Building Research 部門は廃止、職員も削減されるので目下の頭痛の種とのこと。研究者の高齢化も問題の一つとのことであった。なお、OECD テストコード等に基づくトラクター等の農業機械 (防除機具は除く) の検査は、1885 年に設立された DLG (ドイツ農業協会: 農業技術者等により設立、職員数約 200 人、本部フランクフルト) で行われている。

当研究所で得ている外部資金は、連邦農業省、環境省、教育研究省、建築交通省のほか、EU、農業信用銀行やエジプト政府、その他各種団体である。

#### [主な研究内容]

- ① 作物生産分野の機具・テクノロジーの研究 (土壌保全や省エネ、低コスト化、景観保全の観点を重視)
  - ・ 土壌へのダメージを少なくする耕作技術
  - ・ 土壌保全や省エネのトランスミッション技術
  - ・ 土壌に優しいトラクター等の走行技術
  - ・ 土壌の局所的管理技術

- ・ 光学センサーによる雑草の局所的把握
  - ・ 電子光学技術による作物の識別
  - ・ これら技術を使った農薬散布の最適化
  - ・ 節水、省エネ型かん水システム
  - ・ 電子制御によるかん水管理システム
  - ・ 無線でコントロールするかん水機
  - ・ 局所的かん水技術
  - ・ 茎部分の管理、マルチ播種(mulch seeding)装置使用の最適化による土壌浸食の低減
  - ・ GPS を利用し農地や作物輪作に応じた耕作を可能とする技術
- ②家畜飼養分野の機具・テクノロジーの研究（家畜の快適性(animal comfort)、生産物の品質向上、より快適な労働環境、環境への負荷の低減、高い経済性といった観点を重視）
- ・ 家畜飼育のコンピュータネットワーク化
  - ・ ロボットアームと(脂肪厚を測る)超音波センサーを用いた豚の自動給餌システム
  - ・ コンピュータを使った給餌及び家畜のモニタリング
  - ・ IT による家畜識別
  - ・ 自動搾乳システム
  - ・ 畜舎からの排気の削減
  - ・ 低コストの家畜衛生システム
  - ・ 環境に優しく良好な畜舎内気温等を保つ畜舎システム
  - ・ 土壌・地下水汚染を防止するパドック付き厩舎システム
- ③再生エネルギー・省エネ技術の研究
- ・ 移動式風力発電施設
  - ・ 水の生態系に合った水力タービン
  - ・ 水供給やかん水制御における太陽光発電の利用
- ④農畜産業用建築物の研究
- ・ より機能的で低コスト、かつ環境に優しい農畜産業用建築物・施設の研究
- ⑤農村家屋の研究
- ・ 農家廃屋を活用し村落構造を維持するための研究



馬の環境保全パドックの模型を説明する  
Dr. Franz-Josef Bockisch 所長

なお、④、⑤の研究分野については今年限りで終了とのこと。

研究室、試作工場、屋外の実験施設・農場を案内されたが、研究環境は比較的整えられており、整頓が行き届いていたのが印象的であった（写真右）。



## (2) Institute of Technology and Biosystems Engineering

(1)の研究所は主として工学的アプローチを行っているのに対し、この研究所はどちらかといえば生物的、化学的技術を利用した研究開発を行っている。

職員数は非常勤も含め 60~70 人で、うち研究者は 30~40 人程度。研究者の大部分は非常勤で、プロジェクトの必要に応じて外部の大学等から研究者を招聘しているとのこと。

研究テーマは政府から提示されるものもあるが、業界等からの要請に基づくものもある。ビートを使ったバイオガス発電、燃料化、飼料化等の研究を行っているが、研究費の3分の2は砂糖会社からの拠出金である。

### [主な研究内容]

#### ・バイオガスの研究開発

ドイツで普及し始めた技術。プラントを設置し、専用作物のほか、規格外農産物や余剰農産物、茎や廃棄物を用い、熱等を加えてメタンガスを取り出し、これを燃焼させて発電及び熱利用を行う。バイオエタノール等に比べ、プラントが比較的小規模で、原材料の収集範囲が狭くて済む（半径 8~10km 程度）ことから地域レベルでのバイオマス利用に適しており、5 年位前から普及が始まっている。ドイツはこの分野の研究開発のリーダーで、現在約 4,000 プラント稼働しているとのこと。1 プラントの価格は約 250 万ユーロ（約 4 億 1 千万円）。ドイツでは法律により、こうした再生資源を活用して発電した電気を電力会社が一定価格で買電しなければならない制度が確立され、普及を後押ししている。売電価格の方が高いので発電が主目的になっており、熱利用の方はまだまだ不十分とのこと。実験棟では様々な作物や茎等を様々な状態で用いてメタンガスを発生させる実験が行われていた。バイオガスのメタンから燃料電池用水素を経済的に取り出す研究も進められている。



メタンガス生成過程の1次処理と見なされるサイレージを原料とした発酵の研究設備と説明者の Dr.Thorsten Ahrens 氏

- ・バイオディーゼル、バイオエタノール利用の研究
- ・自動搾乳システムと一体化したオンライン光センサー(バイオセンサー)を用いた乳房炎等の早期発見装置の研究開発（牛乳の品質向上を求める 2004 年EU指令に対応する装置で、昨年から最終実験に入っている）
- ・屠殺場の廃棄物、廃液処理に関する研究
- ・畜舎(主に豚)からの排気(排気中のガス等)の清浄化技術（近年、法律が強化され問題になっているとのこと）
- ・砂糖から砂糖酸を抽出し精密化学品やライフサイエンスに有用な物質を作り出す技術
- ・炭水化物から合成樹脂等の原料となるイタコン酸を生産する技術
- ・ビタミンや香料を微小カプセル化する技術

## 2) 連邦農林業生物研究センター (BBA)

BBA は 1898 年にベルリンに創設された組織で、連邦農業省の傘下にあるが、独立した権限を有する上級の連邦機関であり、研究所でもある。その業務は「植物防疫法」及び「遺伝子技術法」に基づいている。

職員数は、非常勤等も含め 700 人で、うち 160 人が科学者である。2003 年の予算額は 3,570 万ユーロ (約 59 億円) で、このほか 500 万ユーロ (8 億 2,500 万円) の外部資金予算がある。博士課程等の学生も多数受け入れており、中国、カナダ、ロシア、イスラエルをはじめ多数の研究機関との研究協定も結ばれている。我々が訪問した防除機具の部署にも、中国の技術者がしばしば訪れるとのことであった。

BBA についても、連邦農業省の農業関係研究機関の再編対象となっており、今年 FAL の一部と統合され、拠点が今のブラウンシュバイグから東隣の州に移るとのことであった。

BBA の業務は、研究業務と規制業務の二つから成っている。

### (1) 研究業務

研究業務は、連邦農業省の策定する研究計画の下で、植物防疫技術の研究開発を行っているが、人間や動物の健康被害のリスクを回避し、自然への影響の少ない防除技術の開発を目指している。主な研究課題としては、

- (i) 化学農薬の使用を最小限にするための総合防除技術の開発
- (ii) 病害虫発生と被害のリスクをコンピュータで予測し、最適な農薬等の使用を可能にするモデルの開発
- (iii) 有機農業等における健全な作物の保全戦略
- (iv) 病害虫組織の機能解明と病虫害の診断
- (v) 圃場での農薬等の効果や登録後のモニタリング手法についての研究
- (vi) 遺伝子組換え体放出の生物的、生態的安全性に関する総合研究

であり、これらの研究を通じて、生態的、景観的な多様性の保全に寄与するとしている。

### (2) 規制業務

規制業務は、(i) 農薬等の植物防疫用製品の評価、承認(市販化の必須要件となっている。但し登録は別の組織で行っているとのこと)及び(ii)防除機具の検査・登録と検査・登録済防除機具の公式リストの管理である。また、(iii) 遺伝子組換え体の放出、販売行為の承認課程に関与しているほか、(iv) EU の植物検査・防疫機関としての役割も有している。

なお、先方対応者の Dr. Herbst の見解では、遺伝子組換え技術について、ドイツでは依然として国民の抵抗が強く、野外での実験も非常に難しい。政治的な問題であり、近いうちに解決することは無いだろうとのことであった。但し、研究機関の組織再編の中で遺伝子組換え関係の部署は拡充されるとのこと。

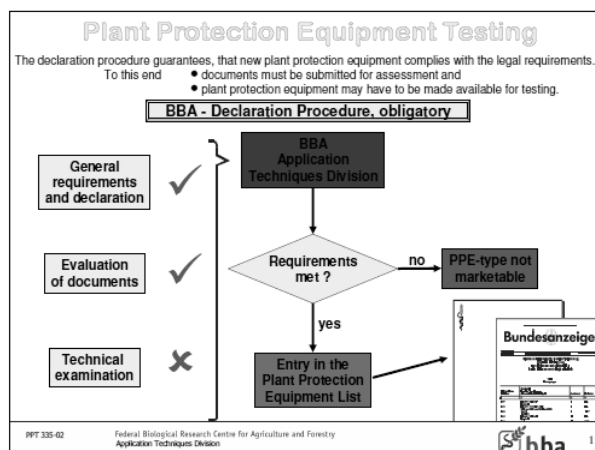
我々が訪れた散布技術部は防除機具の検査・鑑定を行う部署である。ドイツでは「植物防疫法」に基づき、防除機具の市販に当たって強制検査を受けなければならない。これは防除機具を市販するに当たり、BBA が性能や環境面等から定め公表している基準に適合しているかどうかを BBA が検査する制度で、これをクリアしなければ市販はできない。審査は基本的にメーカーから提出される申請文書により行われ、疑わしい場合だけ

実機検査を行う。年間 20 件程度の申請があり合格した防除機具は BBA のリストに掲載、公表される。近年は環境面からの要求基準が強くなっているが、経済性も考えなければならず、バランスが必要とのことである。日本のメーカーからも背負型の防除機の申請があったが、問題点を指摘したところ申請を取り下げたとのこと。ドイツ国内での販売見込みに対してコストがかかり過ぎると判断したのであるとのことであった。

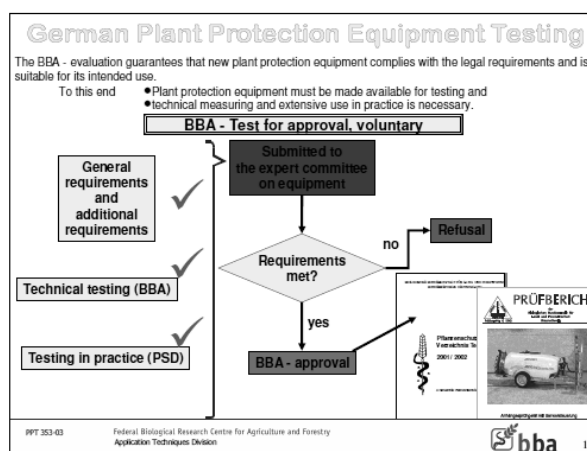
この仕組みはヨーロッパ諸国の中でもドイツだけの仕組みで、20 年ほど前から実施されてきたとのことである。農薬自体の規制は他の EU 諸国でもたくさんあるが、このように農薬の使用(手法)について強制的に規制する仕組みは無く、将来的には(トラクターの OECD のテストコードのように)他の EU 諸国にも広がる可能性がある。防除機具メーカーもこの仕組みを支持しているとのことであった。

BBA では防除機具について強制検査のほかに任意鑑定も行っている。これは標準基準を上回る優れた性能の機具についてメーカーが BBA に認定を求めてくるもので、スプレヤーの部品(ノズルやポンプ)等が多い。年間 20~40 件ほど申請がくるが、実地試験を行うので 1 年ほどかかる場合もある。鑑定料はメーカー負担だが、鑑定費用の全部はカバーしていない。BBA としてもこの鑑定を通じて大変参考になることが多い。

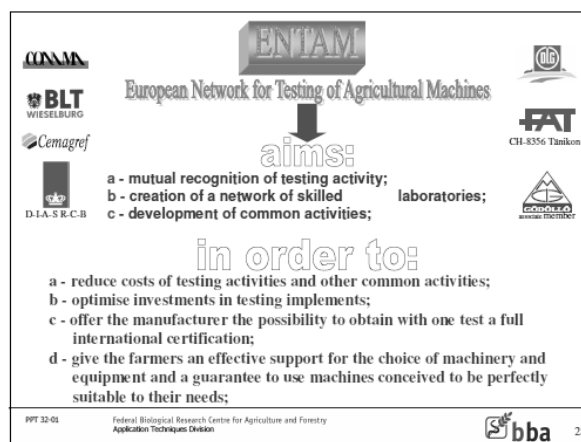
スプレー・ドリフトについては、環境、水、生物等に大きな影響を与えるので厳しくチェックしている。水場の近くでは 50~200m のバッファゾーンを設けるなど規制措置がとられている。但し、(日本のように)農作物の残留農薬規制という観点からのドリフト防止への取り組みは行われていない。また、近隣住民からのドリフトに対する苦情も問題になっているが、今のところ規制は無い。なお、ヨーロッパ内では農業機械のテストに関する各国ネットワーク ENTAM (European Network for Testing of Agricultural Machines)があり、防除機具のテストについてもこのネットワークの中で相互認証等が行われている(右上図)。



強制検査のフローチャート



任意鑑定のフローチャート



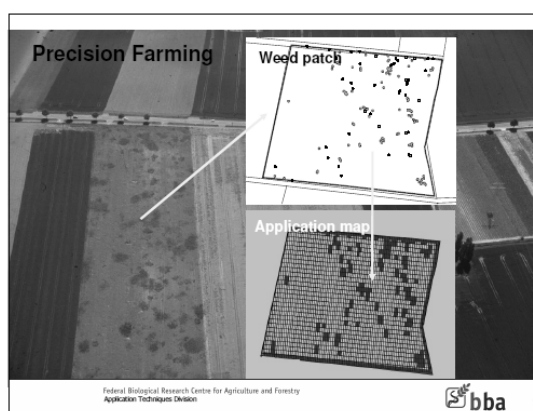


このほか、ドイツでは販売後のスプレーについても 2 年ごとに強制検査を受けなければならない。連邦政府公認の検査所が各地に 200 ヶ所ほどあり、使用者は毎回 100～200 ユーロの経費を払って検査を受ける。2001 年にはスピードスプレーも強制検査の対象となり、2004 年には合わせて 10 万以上のスプレーが検査を受けている。この強制検査はドイツのほかオランダ、ノルウェー、スペイン等で行われ、他の国では任意であるが、将来は EU レベル、さらには国際レベルにも広げたいとのことであった。また、トラクターと農林業用機械の ISO 規格 (ISO/TC23) の中で防除機具の規格作りを目指し有志国と研究グループを立ち上げたとのことで、ドリフトの測定やスプレー・ブーム等も含めた規格作りに向けた研究が始まっている。

ドイツ北部ではバレイショ、北中部ではビート、西部では果樹、野菜、その他では小麦、大麦を中心とした麦類の作付けが多いが、バイオ燃料用の菜種が急増し、コーンもバイオガス用が増えている。経営規模は平均では 40ha 程度であるが、南部では 10ha 程度の小規模農家が多い一方、東部では 1～2 千 ha と規模が非常に大きく、防除機具メーカーもこうした大規模農場向けやコントラクター向けの大型のブーム幅が広く、大容量タンクの防除機具の開発に力を注いでいる。

防除機具に関する新しい研究開発例としては、昨年からある大学で始めた精密農業に関する研究で、圃場の雑草の繁茂位置を空中写真で把握し、それを防除機等のコンピュータにインプットして雑草のある箇所だけに農薬を散布するシステムについて説明があった（まだ問題が多く、コストも高いので実用化はまだ先になるであろうこと）（写真右上）。

果樹の樹形をセンサーで判別しターゲットに効率的な農薬散布を行うセンサー制御付の SS の研究や果樹園でのドリフトを抑制する SS（写真右）についての説明があった。



### 3) ライプニッツ農業エンジニアリング研究所 (ATB)

アグリテクニカ会場のバイオガスブース内にて、Dr. JOERN BUDDER 氏から説明を受けた。

#### (1) 組織の概要

ドイツにおいて ATB は、連邦農業研究機関、大学以外の唯一の公的研究所であり、ヨーロッパで最も大きな農業エンジニアリング研究施設の一つである。1951 年に当時東独のポツダムに「農業エンジニアリング研究所」として設置され、農業機械やトラクター、エンジンの試験・研究を行う機関として発足、その後 1989 年の東西ドイツ統一まで農業機械化研究センターとして活動してきたが、統合後の 1990 年、高品質農産物の生産や環境

及び動物に優しい畜産に焦点を置いた「農業・環境エンジニアリング研究所」に改組された。2年後の1992年には「農業エンジニアリング研究所」となり、ライプニッツ協会(全国約80の研究所等が所属)に加盟した。

職員数は約160人(うち科学者は60人、その他は技術者、サポート職員等)で、50haの実験圃場を有する。予算は連邦農業省と州の農業・環境・消費者保護省が50:50で拠出し、その他組織(EU等)からのファンディングも25%を占めている。財政や要員などの事情は連邦農業研究センター等より余裕があるようである。また、国内外の約150の企業や農場と協力関係にある。予算面も含め、連邦農業省との関係が深く、連邦農業省はATBと他の連邦農業研究センター等との研究分野調整などに当たっている。

## (2) 主な研究内容

研究組織は「バイオエンジニアリング」、「技術評価・物質循環」、「ポストハーベスト技術」、「作物生産技術」、「家畜管理技術」、「園芸技術」の6つの研究分野から成っており、研究の主な内容は次の通り。

### ① 環境に優しく競争力のある農業生産手法

- ・持続可能な資源管理を確立するための土壌中の生物化学物質やエネルギー、水のバランスの取れた循環の評価手法の開発。この視点からのバイオマスの生産・利用の意思決定支援システムを開発中。
- ・資源効率を高めるため生産過程にセンサーを利用した精密農業研究
- ・家畜や環境に優しい家畜飼育のため、牛の健康状態をモニタリングするシステムや乳房に優しい搾乳技術を開発中。また畜舎内の気象条件の制御や畜舎からの排気の削減、環境に負荷をかけない糞尿利用方法を開発中。

### ② 食品・飼料の品質と安全性

- ・果実、野菜類の品質保持のための収穫から小売りに至る生産流通プロセス技術の評価及びその最適化のための研究や、人間工学的視点からの収穫調整作業の改善手法について研究中。
- ・省エネ乾燥下においてもカビの発生など飼料の品質を低下させない管理方法の開発。

### ③ 農村地域における再生資源とエネルギー

- ・ヘム等の植物繊維を使った再生資源由来の断熱素材、ファイバーボードの開発
- ・コーン、ライ麦等のでんぷんからバイオプラスチックの原料となる乳酸を効率的に作る技術の開発
- ・環境に優しく効率的なエネルギー作物の生産利用技術、特にバイオガスへの生産利用技術を開発中(バイオガス用には残渣も使えるコーンが一番良いとのこと)。将来の技術としてバイオガスから水素を取り出し、燃料電池を使って電力に変える技術の研究開発を進めている。この分野はEUプロジェクトにもなっており、政府、EU等から50%(燃料電池関連では70%)、民間会社から50%のファンド提供を受けている。

アグリテクニカでの出展スタンドでは、バイオガスの研究状況、バイオマス用早期育成灌木類向けに開発された収穫機、作物のバイオマス量を測定する収穫機装着型光センサー装置等、時流となっているバイオマスと精密農業に関連した展示を主に行っていた。

#### 4. オズナブルク応用科学大学

##### (1) 研究体制

- ①本大学は 1971 年に創設され、従来の大学と異なり、実用的な研究を行うことを主眼としている。このため産業界との連携を重視し、3年以上、大学外の経験が無いと本学の教授にはなれない。また、企業からも教授が来て教えている。このシステムにより自然体で企業と付き合いことができ、現実にはマッチした研究開発を行うことができる。産学連携の話の9割はこうした個人的関係の中で進んでいくとのことである。研究費の9割は外部の資金に依っており、その面でも重要とのこと。大学には産学連携の部署があり、全体の統括管理やコンサルタント業務等を行っている。また、学生についても民間企業に勤め、会社から給料を受け取りながら大学で学んでいる者が多いので、研究志向がより現実的である。学生には在学中に海外留学を義務づけている。このこともあって海外の大学、研究機関との間に広いネットワークがあり、ハイスピードカメラ技術で日本の大学や企業と関係を持っている。ただ、日本については、会社から給料を受けている学生の日本の大学への留学が認められず困っているとのことだった(入国管理の問題か)。
- ②研究資金については、その9割が外部資金であり、後述の先端的ロボット開発のようにメーカーから100%来ているものもあるし、精密農業関係では農業者からも約30%の資金提供を受けている。メーカーとは密接な関係にあり、ほとんどのプロジェクトで資金提供、共同研究等の方法で協力関係にあるが、メーカーとは長い継続的な関係が重要であるとのことであった。また、ここ数年農業政策が大きく変わりマーケットが厳しくなったこともあって、多くの、特に若手の農業者は新たなテクノロジーを取り入れなければならないと考えており、技術開発に強い関心がある。このほか、政府からはもちろんのこと EU からも資金提供を受けている(EU には小規模企業の研究開発に対する支援措置があり、そのような企業と組めば大学も支援対象になるとのこと)。なお、今年から授業料(500 ユーロ/人/年)を取るようになったが、これは施設の整備等に充てられる。

いずれにせよ、研究体制については柔軟なシステムこそ良い結果を出すものと考えているとのことであった。



左から2人目が Dr. Arno Ruckelshausen 氏  
右から3人目が副学長の Dr. Peter Seifent 氏

## (2) 主な研究内容

### ① 雑草コントロール

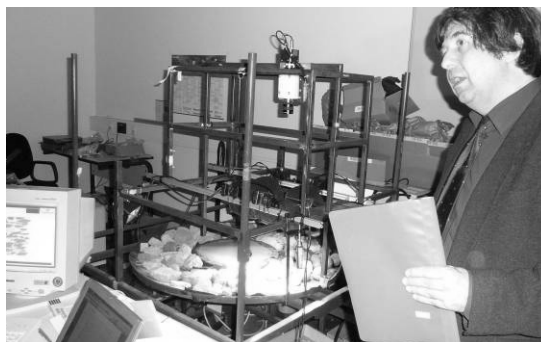
従来のコントロール方法は、ほ場単位で行うものだったが、Precision Framing ではほ場の部位毎のコントロールができるようになった。目指すのは、作物 1 本 1 本をセンサーで個別に観察しながら雑草防除する方法である。ピンポイントで農薬散布するので農薬会社は戦々恐々としている。今後は、エコノミカルな手法からエコロジカルな手法、つまり、環境や作物の安全性の視点から化学物質無しの知的ベースの雑草制御にチャレンジしていく。その解決法として、マルチセンサー技術を使った作物認識技術、作物 1 本 1 本を管理する作物データベース技術、物理的な除草機能として小型で 24 時間稼働が可能な無人ロボット、横断サイクロイド鋏「Querhacke」について、総合的に研究を行っている。これは、大学院のロボットをベースに電子技術会社と農機メーカーも参加して研究している。ロボット研究については政府からのファンドも受けている。

### ② CMOS カメラによる作物認識技術

上記のマルチセンサー方式の他に、CMOS カメラによる画像処理によって、作物と雑草を認識する技術開発を行っている。

### ③ 植物体(ジャガイモ)認識技術 (写真右)

画像のスペクトル分析することによって、石、土、茎葉が混入した中からジャガイモだけを選別認識する技術を開発している。現在の処理スピードは約 5 秒に 1 画像の処理だが、3 年後には、商品化できる程度のスピードを達成できると見込んでいる。



### ④ リモートデータ転送技術

ほ場や施設の各種データをホストコンピュータへ送る装置を試作している。転送可能距離は約 1 km、寿命が長く数年間電池交換不要でデータを送り続けることができる。

### ⑤ トウモロコシ収穫時の茎葉色識別センサー

トウモロコシを収穫する際、青々した茎葉は長く、茶色く熟した茎葉は短く細断すると良いとされ、ハーベスターが自動的に適正な細断長に変えるために必要なセンサーを開発した。このセンサーは、植物体から出る汁や埃の中でも測定可能なように、自動クリーニング機構を備えている。なお、その成果は、政府発行の機関誌で紹介されるとともに、アグリテクニカ 2005 で DLG から銀賞を受賞した。



茎葉色識別センサー(ショーケース内)

### ⑥ フィールドロボットの製作と「Field Robot Event」への参加

ロボットの製作とイベントへの参加は、学生が受講カリキュラム「光電子工学」と「マイクロシステム工学」の単位を取るためのテストの代わりとして位置づけられている。ロボットのコンセプト設計と光電子センサーとマイコン制御プラットフォームを使

った低価格なロボットビークルを作ることが求められる。ロボット製作は、最初は室内で動くところから始めるが、最終的には屋外でも壊れたり不安定になることなく稼働する必要があり、いわば「ロボットは Robust (強健)」でなければならない。なお、このロボット研究の開発費は、民間企業から 100% の提供を受けている。このような、今までに全くない、将来どのような産業が生まれるかわからない、予測がつかないような夢のある研究には、民間企業は興味を持って出資してくれる。ただし、資金提供を受ける側も、毎月毎に研究の進捗報告と年 1 回のプレゼンを企業に対し行わなければならないという義務を負っている。

#### ⑦精密農業 (Precision Farming)

上記の他、1992 年頃から精密農業の研究を行っている。精密農業は企業と大学が共同して立ち上げたもので、マーケティング戦略を検討しながら研究開発を進めている。90 年代半ばからエコロジカルな方法での農業生産が必要とされ、ここ 5～6 年はさらに強化されており、その認証文書を出す上でも必要な技術になっている。精密農業に重要なのは、土壌と作物生育に関するパラメーターである。複雑になりやすいので、誰もが分かり易いものでなければならない。

## 5. 欧州の飼料生産の現状と細断型ロールペーラの普及の可能性

### 1) 各社の見解・意見等

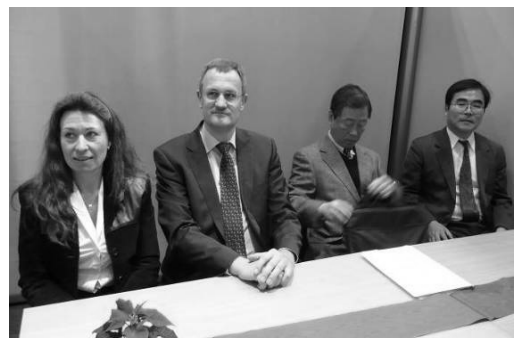
#### (1) 丸紅欧州 (主に Ms. KARIN LUPP の意見・見解)

##### ①欧州の飼料生産

- ・ドイツの酪農家の経営面積は、確か平均 32ha 程度。
- ・穀物価格は、昨年に比べ全てかなり値上がりしている。牛もミルクの価格も 40% 程度上がっている。

##### ②細断型ロールペーラの普及の可能性

- ・トウモロコシのサイレージ生産は、平地でのサイロ (バンカーサイロ) に圃場からトラックで運搬し、ローダーで踏み固めるのが一般的。
- ・バンカーサイロの利用で腐敗等によるロスが問題となることはない。(日本では、バンカーサイロではロスが大きいこと、ロールペーラは高品質であり、長期間の保存が可能であるという説明に対する回答)
- ・ロールペーラは、機械投資とフィルムへのコストの問題があり、農家は手が出せない。
- ・飼料は殆ど自給しているから今のところ飼料コストの大きな上昇は見られないが、(増頭などで)飼料価格が上昇すれば、ラッピングした飼料を他の農家に売るという所も出てくるかもしれない。



丸紅欧州との意見交換

#### (2) JS-STOLL 社 (主に Mr. Armin Walter の意見)

##### ①欧州の飼料生産

- ・ 欧州の農家は大規模化しており、中又は小農家は徐々に減り、高齢化も進んでいる。
- ②細断型ロールベアラの普及の可能性
  - ・ 細断型ロールベアラは(トウモロコシをロールベアラにするという点で)非常にユニークでいい技術だが、欧州の大規模農家では広い面に積んでいくサイロ(バンカーサイロ)が一般的。
  - ・ 定置式のロールベアラを使っているところをスイスの小規模な場所で見かけたことがある。コントラクターが使っているようだ。ドイツ、オーストリアでは見かけない。将来的にどうかは不明。
  - ・ 年齢が高い層はハイテクマシンに抵抗がある。仮に抵抗が無くなってもベールはもっと大きくないと売れない。欧州では 1.3m が普通。MR1000 は小さすぎる。1,000 頭規模の大農家も多い。(ドイツでは概ね牛 40 頭規模の農家を小規模と言っている模様)
  - ・ MR810 は、小さいというデメリットに加え、圃場でロールにする体系は、運搬中にラップが破けたり穴が空いたりするリスクが高い。それよりは、保管場所までトラック等で運搬し、そこでラップを巻くのが一般的。また、一旦地面に落とすと品質が落ちる。
  - ・ ロールの品質が良いのは良く分かる。しかし、やはりロールのサイズとコストの問題が大きい。(ロールベアラは高品質であり、長期間の保存が可能であるという説明に対して)
  - ・ 200~300 頭規模ならベールを大きくすれば売れる可能性があるかもしれない。
  - ・ このようなラッピング機は、欧州ではむしろ廃棄物の梱包用機として使用が広がっている。
  - ・ いずれにせよ STOLL 社ではベアラを扱う方針は無い。



JF-STOLL 社との意見交換

### (3)Knoll 社及び AGRONIC 社(主に Mr. J Knoll の意見)

#### ①欧州の飼料生産

- ・ 欧州では、小さな農家は自分で機械を持たない。全てコントラクターが作業を行っている。
- ・ 大きな農家は、1.5ha を 1 時間で収穫する。Claas(クラス)の 1,000 馬力のハーベスター(12 条刈り)なら 2ha を 1 時間で収穫する。400ha を 1 台で 4 週から 6 週かけて収穫する。

#### ②細断型ロールベアラの普及の可能性

- ・ 欧州でもこの種の機械(細かい物をロールにできる機械)を作っている既存のメーカー(オーケル社とゲーバイル社)がある。
- ・ メイズベアラの需要自体は増えており客の関心も高まっている。コントラクターの関心が高い。1 台 175 千ユーロ(約 2,900 万円)する。ただ、タカキタの機械はサイズが小さくて売れない。

- ・欧州では、この 2 社で過去 4 年間で 10 台を売った。そのうち 2 台はトウモロコシ用だが、8 台は廃棄物用だった。廃棄物用としてのマーケットの方が大きいのではないか。
- ・従来のロールベアラでも販売台数は年 20~30 台位で、大きなマーケットではない。
- ・MR810 は、スイス、オーストリアの小さな農家向けか。ドイツ、ポーランドでは小さすぎる。
- ・廃棄物用又はホビー用の馬の飼育牧場向けとしては可能性があるかもしれない。(ドイツでは馬の飼育牧場がかなりあるとのこと) ただし、廃棄物用には小さく、馬用としては大きすぎ、重すぎる印象だ。いずれにせよ、今後二つの需要筋を中心に販売の可能性を検討していきたい。
- ・なお、定置型ロールベアラには、こぼれた材料を回収する機能は不可欠である。(これに対し、(株)タカキタから、その点は改良する予定であることを伝えた。)
- ・日本のメイズは背が高く太いが、欧州のメイズは低く細いので詰まりやすいという問題もある。

#### (4)McHale 社

##### ①欧州の飼料生産

- ・アイルランドの農家規模は、25ha から 300ha 程度である。

##### ②細断型ロールベアラの普及の可能性

- ・この種の機械は、欧州でオーケルとゲーバイル社がすでに売っている。
- ・ヨーロッパでは、直径 1.25m×幅 1.25m が一般的であり 1 m は小さすぎる。
- ・アイルランドや英国など雨が多い地域では(サイレージの質が落ち)向かないのではないか。

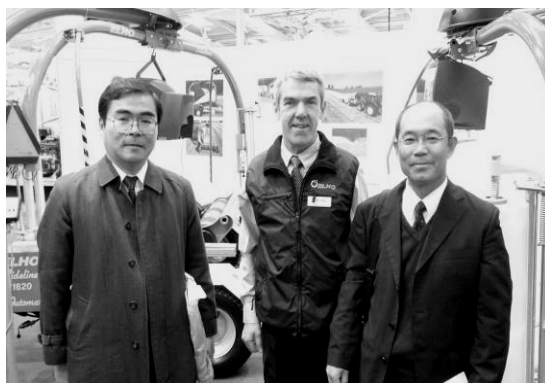


McHole 社との意見交換

#### (5)ELHO 社

##### ①欧州の飼料生産

- ・フィンランドでも農家は大規模化しており、飼料はサイロで大量に保管し、自動給餌するシステムになりつつある。ベールを扱う農家は減ってきている。
- ・経営規模は、30 頭から 300 頭、20,000 頭という農家もある。農家規模は大きくなりつつある。
- ・小さな農家は、コントラクターが作業を行っている。



ELHO 社との意見交換

##### ②細断型ロールベアラの普及の可能性

- ・(株)タカキタからこの機械の情報が送られてきたので知っている。フィンランドでは、

メイズの生産はしていないので販売は無理。

- ・ベール型飼料は馬用に使われる。馬用なら 1 ベールでいい。コントラクターが作っている。
- ・タカキタから送付の情報を見たが、牧草と違ってメイズの場合、圃場に放出したのではベールに土が付いてしまう。(牛に食べさせるものでも)クリーンなものが求められており、土が付かないよう外に運んでベールを作った方がいい。土が付かないよう注意深く扱う必要がある。

## 6. アグリテクニカ 2007 に見る欧州の飼料生産用機械の動向

### 1) 全体概要

アグリテクニカはドイツ・ハノーバーにおいて DLG(ドイツ農業協会)の主催により隔年で開催され、パリ国際農業見本市(SIMA)と並ぶ世界最大規模の農業機械展示会である。今回は毎年開催されていたイタリアの展示会が隔年開催に変わったこともあり、例年よりも多い出展規模になったとのことである。広大な敷地の会場(約 1.2km×1.0km)にある大きな展示館は十数棟に及び、我が国のどの展示会とも比較にならないほど大規模である。大型機械が多いこともあって 1 メーカー当たりの出展規模も大きく主要メーカーを中心に客を引きつける工夫を凝らしたディスプレイを行っていた。

欧州農業は昨年までは干ばつの影響等により良くなかったが、本年は穀物のバイオエネルギー利用等による穀物価格の高騰から、農業も久しぶりに活況を呈しているとのことで、農業機械の購入意欲も高まるのではないかと期待が高まっている。また EU の東方拡大に伴い、東欧やロシアの大規模農場もターゲットにしており、各メーカーの意気込みが感じられた。来客側も多数の農業者や大規模農場マネージャー等が訪れ、主要メーカーの展示場では肩が触れあうほどの混雑していた。日本の農業機械展示会では高齢者が目立つ場合が多いが、この展示会では若い人たちが目立っていた。欧州では農業と農業機械が若者を引きつける高いステータスを持っていることを伺い知れる。アジアからの出展では、日本企業関係では有力 2 社が主にディーゼルエンジンの展示を行っており、トラクター等農業機械の展示は見られなかった一方、中国企業は小規模ながらトラクターや背負式防除機、部品類など十数社が出展していたほか、期間中「ドイツ・中国農業機械会議」なるフォーラムが開催され、アピールを行っていた。



若い人たちが目立つアグリテクニカ会場

今回の展示内容で目を引いたのは最新のテクノロジーを搭載した農業機械のほか、バイオエネルギー関連企業の出展である。中でも前述したバイオガスのプラントメーカーが多数出展しており、この技術が普及段階に入っていることを示していた。また精密農業関連の機器類も多数展示されており、農業機械の技術開発の大きな流れの柱となっていることが確認できた。



各地の大学や各州の研究機関の出展も多数みられた。主にバイオマス、バイオエネルギー関連の研究開発やIT、センサー技術を取り入れた精密農畜産業関連の研究開発の展示が行われ、産学官を挙げてこれらの課題に取り組んでいる様子が見られた。

展示機械の全体的な傾向としては、大型のものが目立ち、小型の農業機械は極めて少ないという印象であった(2001年3月パリ国際農業見本市(SIMA2001)に比べて)。大型化する欧州の農業経営に合わせ、フォーレイジハーベスタなどの高出力化がさらに進んでいる模様である。また、トラクターはもちろん、ロールベアラやフォーレイジハーベスター及びその前処理アタッチメントまでが、プラスチックをふんだんに採用することで機械全体に丸みを持たせたデザインとなっていた。塗装も若者好みの派手でカラフルな模様のトラクターも見受けられた。各社ともにデザインを軽視しない設計を行っていることが理解できた。



Claas 社の飼料用ハーベスタ「Jaguar」の最新型

## 2) 飼料生産用機械

### (1) フォーレイジハーベスター

各社ともにその心臓部とも言えるカッターヘッド回りを中心にその新たな構造や機能の動きが分かるカット模型を製作、分かり易くディスプレイしていた。具体的には、上下の供給ロールの移動距離拡大による供給量の増加、切断長の設定及びカッターヘッド周辺のメンテナンスのし易さ、細断部後方コーンクラッシャーの組み込みと取り外しの自動化などである。展示されていたフォーレイジハーベスター用アタッチメントは、作物列に対してどの方向からでもダイレクト収穫が可能なものがほとんどであり、作物列に沿う必要があるアタッチメントは今回見られなかった。特に Kemper 社のホールクroppダイレクト収穫アタッチメントは、Claas 社、Johndeere 社、Newholland 社などの大手メーカーに OEM 供給されている模様であった。



Kemper 社のブース、Johndeere 社のロゴが入った黄色のアタッチメントも展示していた。

## (2) 不耕起播種機及び精密播種機

播種機メーカー各社ともにプラウ耕起後用の播種機と不耕起用播種機をラインナップしている。日本で数多く普及している空気加圧による種子ピックアップ機構を搭載した Becker 社の播種機((株)タカキタが製品名「ジェットシーダー」としてライセンス生産・販売している)においても、不耕起播種用がラインナップされていた。不耕起播種用は、従来のプラウ耕後用のものより種子の放出位置がかなり高い位置に設定されていた。なお、トウモロコシなどの大粒種子用の精密播種機に採用されている種子の分離機構は、空気吸引によるものがほとんどであった。



Becker 社の精密播種機、左が不耕起用、右がプラウ耕後用

## 7. 全体を通じての所感

- (1) アグリテクニカでは、ドイツ・欧州経済の好調とバイオエネルギー・ブームによる穀物価格の高騰の恩恵を受けた農業者のハイテク機械投資への関心の高さを感じた。農業者の機械投資意欲の高まりがここ数年は続くだろうとの見方が多く、さらに EU の東方拡大の流れの中で東欧・ロシア市場の拡大をにらみ、これら地域の大規模農場(かつての集団農場)への売り込みも狙っている。また、西欧でも農業経営規模の大規模化が進んでいることから、農業機械の大型化、高速化、ハイテク化が進んでおり、技術大国ドイツを中心に、欧州の農業機械メーカーの技術力の高さが伺えた。また、若年から中年の比較的若い年齢の需要層を対象としたディスプレイ等巧みなマーケティング手法も日本では見られないものである。日本で言うと東京モーターショー並のレベルで、規模は遙かに大きい。クラスなどメーカーの名前入り帽子や作業着など、日本ではメーカーの販促用として無料で配られるものが各社のショップで販売され客が行列を作って買っていく。農機メーカーのブランドが確立し、価値を有しているということであり、農機メーカーのステータスが高いことも伺われた。展示場内にはリモコン操作のおもちゃの農業機械で子供が遊べるコーナーもあり、小さい頃から農業機械に触れさせ、関心を持たせるような工夫も見られた。
- (2) こうした農業機械・機器類の研究開発の背景には、メーカーの研究開発能力の高さもさることながら、政府系研究機関、大学、民間との間の産学官連携ネットワークがある。
- ① 政府系研究機関と大学との間では、政府系研究機関から大学への研究者の派遣、大学の博士課程等の学生の受け入れを日常的に行っている。また、政府系研究機関の研究体制も極めて柔軟であり、研究プロジェクトの内容に応じて大学等の専門的研究

- 者を期間研究員として招聘し、研究施設の提供や共同研究により成果を挙げている。
- ②政府系研究機関と民間との間では、民間の関心の高いテーマの研究について民間側からファンドが提供され研究が進められている。ドイツではメーカーの技術水準が高いこともあり、バイオガス研究など一部を除き、農業機械・機器類分野でのメーカーから政府系研究機関へのファンド提供や共同研究は多くはないが、メーカー技術陣との情報交換はよく行われているようである。
- ③大学と民間との間では、オズナブリュック応用科学大学のように人的交流やファンドの提供等を通じて密接な関係がある。農機メーカー側は、大学での IT や RT、センサー技術等を使った将来の芽となりそうな先進的な研究開発へのファンド提供等を惜しまず、大学での研究開発を支援している。我が国とは異なり、ドイツではこの分野において大学が果たしている役割は大きい。
- (3)次に政府系研究機関についてである。ドイツではメーカーの技術力が高く、また政府系研究機関の研究者にも限りがあることから、主要な農業機械の開発・改良に関する研究はほとんど見られない。政府系研究機関は、土壌や水等の資源保全や環境や家畜に優しい農法といった社会的、公益的視点から必要となっている研究やバイオマス関連研究のように政策的に重要度の高い分野の先導的研究に重点化している。今年、組織再編が行われ人員の縮減も行われる中で、研究課題の選択と集中、外部資金の獲得、外部研究者の期間招聘も含めた研究体制の弾力化等が益々必要となってきている。
- (4)我が国では、農機メーカーや大学の研究開発力がドイツほど強くないこと等事情は異なるが、組織、人員のスリム化が求められる中で、環境、省エネ、バイオマス利用、安全といった公益的、政策的見地から必要とされる機械開発や、IT、RT 等を活用した精密農業など欧米でも研究の主流となっている先導的な機械開発、さらには、市場規模等からメーカーが取り組みにくい政策上必要な機械開発等に研究資源の選択と集中を図っていくことが急務であると思われる。併せて、ドイツのような柔軟な研究体制も重要であろう。アグリテクニカの展示機械を見ると日本の農業機械はおもちゃ(精巧ではあるが)のように見えてしまうが、風土や畑作地帯と水田地帯の違い、耕作規模等の条件の違いからすればある面で当然であろう。西欧の農業機械技術は大変参考になる点も多いが、そのまま日本に適用することはできないのであって、これらを参考にしつつ日本の水田・畑作地帯に適した日本型農業機械・機器類の開発を進めていく必要がある。その際、欧米のように欧米各国のメーカーが競い合い、ある意味連携しながら成果を出していくことも重要と思われる。アジアの農業機械化研究では、生研センターが最も実績を有しているものと思われるが、今後アジア各国等の研究勢力とも協力してアジア・モンスーン地帯の風土、土地条件に適した農業機械化研究開発を進め、欧米型農業機械体系とは異なるアジア型農業機械体系を作り、アジア等の農業発展、食料確保に寄与していく姿勢も重要であろう。
- (5)最後に、欧州では英国のシルソー研究所が廃止されたが、農業機械・機器研究の分野ではフランスのほかドイツが最も進んでいるのではないかと思われ、アグリテクニカのような大規模展示会や研究機関、大学等を対象に、今後とも定期的に情報収集活動を行うべきである。研究者はもちろんのこと、時に所の代表的立場の者が訪問すると先方の対応もよりハイランクとなり、全体的な話も聞くことができるので大変参考になる。ま

た、ドイツでも研究者の殆どが流暢な英語を話すようになっており、英語力はこれからの研究者にとって益々必須となっていることを実感した。なお、今回は訪れることができなかったが、次回出張者には、在ポツダムで、欧州最大の農業エンジニアリング研究所の一つと称されているライプニッツ農業エンジニアリング研究所(ATB)やアグリテクニカに出展していたミュンヘン工科大学等を訪れれば参考になるのではないかと思われる。

## 7. 第 14 回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テストエンジニア会議

評価試験部 原動機第 2 試験室 室長  
清水一史  
" 安全試験室 主任研究員  
塚本茂善

### 1. 目的

OECD テストにおける技術的な問題等について意見交換を行う。

### 2. 日程

平成 19 年 9 月 1 日～ 8 日（8 日間）

日数	月 日	都 市 名	時 間	交 通	摘 要
1	9月1日 (土)	東京(羽田)発 関空着 関空発(機中泊)	21:00 22:15 23:45	JL189 JL5093	移動日
2	9月2日 (日)	イスタンブール着 イスタンブール発 アンカラ着 (アンカラ泊)	06:45 09:00 10:00	TK116	移動日・会議参加登録
3	9月3日 (月)	アンカラ滞在 (アンカラ泊)			OECD テストエンジニア会議出席 (会議)
4	9月4日 (火)	アンカラ滞在 (アンカラ泊)			OECD テストエンジニア会議出席 (会議・TAMTEST 試験場訪問)
5	9月5日 (水)	アンカラ発 (アンカラ泊)			OECD テストエンジニア会議出席 (TAMTEST 試験場訪問)
6	9月6日 (木)	アンカラ→ イスタンブール (イスタンブール泊)		バス	OECD テストエンジニア会議出席 (Türk Traktör 工場訪問)
7	9月7日 (金)	イスタンブール発 (機中泊)	23:45	JL5094	OECD テストエンジニア会議出席・移動日
8	9月8日 (土)	関空着 関空発 東京(羽田)着	16:45 18:35 19:45	JL188	移動日

### 3. 主な訪問先と業務

訪 問 先	主 な 業 務	連 絡 先	住 所 等
Directorate of Agricultural Equipment and Machinery Test Center (TAMTEST)	農業機械試験 ・品質管理	Dr. Hamdi TASBAS Mr. Hüseyin YASAR	P.K.96, 06172 Yenimahalle/ANKARA TEL:90. 312. 3156547 FAX:90. 312. 3150466

Türk Traktör	トラクタの製造	Mr. i.Hakki Akkan	Güvercin Yolu No:111-112 Gazi, Ankara / Türkiye TEL:90.312.2110190 FAX:90.312.2110373
--------------	---------	-------------------	--

#### 4. 調査結果の概要

##### 1) 参加国(( )内は人数)

オーストリア(1)、中国(3)、チェコ(2)、フランス(3)、ドイツ(1)、イタリア(7)、日本(2)、韓国(3)、ポーランド(2)、セルビア(1)、トルコ(18)、英国(1)、米国(3)、CEMA(1)、OECD 事務局(3)、OECD 調整センター(1、兼フランス代表)

合計 13 カ国 52 名

##### 2) 議事要旨

会議は、予め提起されていた議題に基づく討論を行った後に、試験機関での試験装置のデモンストレーション等が行われ、更に意見交換を行う形で進められた。開会挨拶の後、議長選出があり、イタリアの Ettore Gasparetto 氏が満場一致で推挙された。各国の参加者の自己紹介を行い、以後 Ettore Gasparetto 氏の進行により議事が進められた。



図1 会議風景 (アンカラ・DEDEMAN Hotel Conference Hall)

##### (1) CVT トラクタのけん引試験について

フランスより CVT トラクタのけん引性能試験に関して、トラクタの基本ソフトがどのようになっているのかが分からないことや、試験手順に沿った速度調整が難しく、トラクタの運転モードにより、試験結果が異なるといった事例が紹介された。これに対し、

設定によりどのようにでも性能が変わるといったことや、現在のトラクタの多くに使用されている CVT がコードに完全に適合しないため、明確な必須速度ではなく、選択した速度の 1 例とした方がよいといった意見が出された。議論の結果、CVT トラクタに対応するコード 2 試験手順の改正に向け、2008 年の年次会議において最初の提案を提出するため、2007 年 11 月に開催されるワーキンググループで議論されることとなった。

## (2) 環境及びエネルギーの問題について

オーストリアより、バイオディーゼル燃料に関して、①EN 14214:2003 規格の許容値を満たさない FAME (脂肪酸メチルエステル)があること、②バイオディーゼル燃料の低位発熱量が軽油と比較して低いことから出力が低下すること、③単気筒ディーゼルエンジンに 23 種類の FAME 及び軽油を供試した排出ガス試験を行った結果、ヨウ素価と  $\text{NO}_x$  の間に相関があること、④エンジン排出ガスのうち HC 及び CO が減少すること、④256h の長時間運転において、燃料噴射量の低下により、菜種油 FAME、動物性油 FAME、ヤシ油 FAME で出力低下がみられたこと、⑤FAME にオイルが薄められることにより、エンジンオイルの粘性が低下したこと、⑥分解調査では、ピストン、ピストンリング、シリンダライナでは特に問題なく、噴射ノズルで軽油よりカーボンの付着が多かったこと、などの報告があった。これに対し、現状では、燃料の性状にバラツキがあるなど様々な問題があるので、燃料の規格化を進めることが必要であるとのコメントがあった。

## (3) その他の試験とオプション試験について

フランスより、パワーブーストの有無について、両方の試験結果についてテストレポートに記載する案が提案された。これに対し、メーカーの同意がない場合はどのようにするのかといった意見が出された。議論の結果、案にいくつかの修正を加えるとともに、試験にあたってのガイドラインを作成し、2008 年の年次会議にて提案が提出されることとなった。また、オーストリアより、電子制御エンジンにおけるチップチューニングによる性能に関して、①制御プログラムの変更により、標準状態と比較して、定格時の PTO 出力が 14~39%増加したこと、②制御プログラムの変更により、排出ガス (HC、 $\text{NO}_x$ ) が減少傾向にあったこと。などが紹介された。これに対し、現行の OECD コードと直接関係ないため、特に問題とする必要はないのではないかとしたものや、将来、実際的な問題となる可能性があるものについては OECD コードと直接関係なくても、議論は大切にしたいほうがよいと意見が出された。

## (4) テストコードへの ROPS 定義の明記について

ROPS とはどのような役割を果たすものであるかについて、コードに明記してはどうかというアメリカの提案で、11 月にパリで開催予定のワーキンググループで再度検討し、2008 年の年次会議で承認を目指すことになった。

## (5) 保護面決定のための基準点として用いるハードポイントについて

TAMTEST ではハードポイントへの負荷方向として、地面に垂直な方向と、保護面(仮想地面)に垂直な方向の 2 つを考え、事前の資料として、ボンネット上のハードポイン

トに相当する部分へ保護面と垂直方向に基準質量の 1 倍、1.5 倍、2 倍相当の負荷をかけてみたということで、その結果について説明があった。ボンネットは激しく壊れ、ボンネット内のラジエーターに穴があき、不凍液がもれたが、保護面の安全域への侵入はなかったとのことである。そして本会議のデモンストレーションとしてハードポイントへもう 1 つの負荷方向(地面と垂直な)方向に基準質量の 1 倍、1.5 倍、2 倍相当の負荷をかける試験が行われた。デモンストレーション後、試験場内に用意された会議場にて意見交換が行われた。意見交換会の中ではイタリアからボンネットは装着トラクタによっても異なる場合があり、また、マイナーチェンジ等ボンネット形状が変わる場合もあるため、ボンネット上にハードポイントを設定すべきではなく、ボンネット内にある堅固な金属部分にハードポイントを設定すべきであるとの意見があった。イタリアではボンネット内のエンジン部分にハードポイントを設定しており、エンジンであれば 20mm 以下の変形量におさまるとの情報提供もあった。本件については引き続き 11 月のワーキンググループで検討を進めることになった。



図2 ハードポイントへの負荷試験

#### (6) 試験をしたトラクタの基準質量と最大許容質量について

試験を受ける際に決める基準質量と実際の転倒時に許容される質量との関係を調査するため、これらについてすでに研究を開始しているフランス、トルコ、イギリスを中心として共同研究プロジェクトを立ち上げるべく現在準備中である。

#### (7) アンカーメカニズムを搭載した狭輪距トラクタについて

前回のエンジニア会議や年次会議でも紹介されたが、トルコで研究が進められている連続転倒防止用の「アンカーメカニズム」の有効性について、アンカラ大学のハッサン博士から再度説明が行われた。TAMTEST の試験圃場にてアンカーメカニズムを搭載した試作機による側方転倒のデモンストレーションが行われたが、転倒時にアンカーメカニズムがうまく作動せず、失敗に終わった。トルコはこのアンカーメカニズムを搭載したトラクタを OECD コード 6 で受け入れられることを最終目的としており、今後も装置の精度を高め、繰返し提案がなされるものと思われる。





図3 アンカーメカニズムのデモンストレーション風景

#### (8) 丸い形状をした ROPS について

前回のエンジニア会議でも議題に挙がっていた曲線部材で構成された ROPS に対して、どの部分に負荷をかけるべきかということについてイタリアから新たに事例の紹介があった。木材を当て具として用い、フレームの曲線部分に対して垂直あるいは水平方向といった現試験コードの方法に沿った形で負荷をかけた事例や曲線部分の接線に対して垂直方向に負荷をかけた事例が紹介された。また、TAMTEST で曲線形状の ROPS への圧壊試験のデモンストレーションが行われた。議論の中で、こういった曲線形状の ROPS に対する試験方法のガイドラインの作成が必要であるとの意見が述べられたほか、負荷方向によっては圧壊試験の必要性についても検討する必要があるが、この場合は試験コードを大きく変更することになるとの意見も出された。本件については引き続きワーキンググループでも検討を行い、継続的に議論することになった。



図4 Round Shaped ROPS(曲線形状の ROPS)の圧壊試験デモンストレーション風景

(9) TAMTEST 訪問

TAMTEST を訪問し、試験装置のデモンストレーションや意見交換などが行われた。



図5 PTO 試験装置



図6 転倒角試験装置



図7 油圧揚力試験装置



図8 慣性モーメント測定装置



図9 安全キャブ/フレーム静的強度試験装置



図 10 けん引性能試験装置(ダイナモーターカー)



図 11 走行系耐久性試験装置



図 12 テストコース

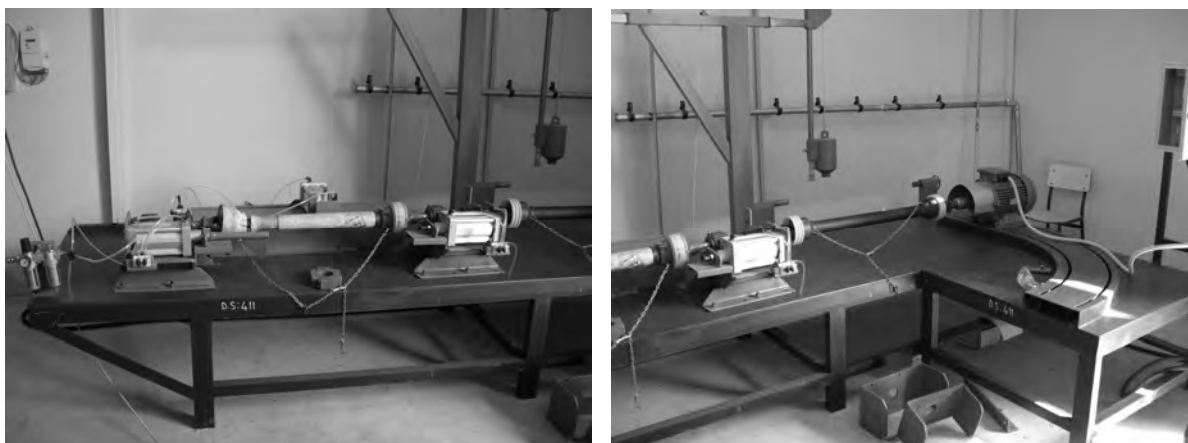


図 13 ドライブシャフトカバーの強度試験装置



図 14 ドライブシャフトカバーの耐久試験装置

### (10) Türk Traktör 工場訪問

ホテルから車で 30 分程度の場所にある Türk Traktör 工場を訪問し、同工場で生産しているトラクタや生産ラインの見学が行われた。



図 15 トラクタ保管スペース



図 16 トラクタの製造ライン



図 17 安全キャブやキャンピーの取付けライン



図 18 最終製品チェックブース



図 19 ペダル耐久試験装置



図 20 PM 測定装置(マイクロトンネル)

## 5. 収集資料等

- 1) 第 14 回 OECD テストエンジニア会議議案書
- 2) Türk Traktör 会社案内
- 3) TAMTEST 要覧

## 8. 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 次長 高橋正光  
" 作業機第 2 試験室  
室長 富田宗樹

### 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 コードに係る諸問題について討議して、必要な決定を行う。

### 2. 日程

平成 20 年 2 月 25 日～29 日

日数	月日	都市名	時間	交通	摘要
1	2月25日(月)	成田発 パリ着	11:05 15:45	JL405	[パリ泊]
2	2月26日(火)	パリ		徒歩	OECD 年次会議 [パリ泊]
3	2月27日(水)	パリ		徒歩	OECD 年次会議 [パリ泊]
4	2月28日(木)	パリ発	18:05	JL406	[機内泊]
5	2月29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 Mr. Michael Ryan	9, rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15 France

### 4. 調査結果の概要

#### 1) 参加国(人数) : 計62名

アメリカ : アメリカ(4)

欧州 : イギリス(3)、イタリア(7)、オーストリア(1)、ギリシア(1)、スペイン(1)、スロバキア(1)、セルビア(3)、チェコ(1)、デンマーク(1)、ドイツ(2)、トルコ(4)、フィンランド(1)、フランス(6)、ポーランド(1)、ポルトガル(1)、ロシア(2)

アジア : インド(1)、韓国(3)、中国(3)、日本(2)

国際機関 : EC(2)、CEMA(欧州農業機械工業会協議会)(1)、COPA COGECA(欧州農業法人・農業者連合会協議会)(1)、ISO(1)

OECD : OECD事務局(7)、IEA(1)

2) 期 間 : 2008年 2 月 26日 ~27日

3) 場 所 : IEA 2 階第 1 会議室(フランス共和国パリ市)(図 1)



図 1 IEA 全景



図 2 OECD 年次会議議場

#### 4) 議事要旨

##### (1) 議長、幹事、議事案の採択

事務局より、議長にランペル氏(オーストリア)、幹事にキム氏(韓国)及びホイ氏(米国)が推薦され、承認された。また、事前に配布した資料に基づき、本大会の議事案が提案され、承認された。

##### (2) OECD コードの改正

OECD コードの改正は、年次会議での採択後、上部機関である農業委員会での審議を経て、理事会において最終的に決定される。

事務局より、昨年採択された事項のうち、1 件を除いて本年より改正することが示された。除外されたものは、ROPS 試験における SRP から SIP への移行(座席基準点の定義の変更)である。これは、年次会議での承認後、イタリアから異議があり、WG で改訂を行ったためであり、事務局より、本年次会議の承認後、2009 年より変更する方針が示され、承認された。

2007 年年次大会の承認事項を反映した新しいコードの入手可能時期について CEMA から質問があり、事務局より、3 月第 1 週までに公開されることが示された。

また、SRP から SIP の移行に関し、EU から、OECD に追従する旨発言があった。これは、EU が、EU 指令と国家間の協定であって上位にある OECD コードとの整合を図っているためである。

##### (3) トラクタ試験コードに係る諸問題

###### ① 特殊トラクタのためのけん引試験コードの改善

トラクタの連続出力試験は通常 PTO 試験で行われる。しかし、PTO が無い、またはエンジン出力の全てを PTO ミッションに伝達できない特殊な構造のトラクタにおいては、これをけん引試験で行う必要がある。その連続運転時間は現在 2 時間とされているが、テストコースの曲線部等のため、一時的に負荷を除かなくてはならないことがあり、そ



の対応がワーキンググループで検討されてきた。

これについて、フランス(調整センター)より、最大牽引力で2時間連続して試験できない場合、一定の条件を満たせば、断続的な負荷を2時間掛けることで試験を行うことを認めるとの提案があり、討議の結果、原案通り採択された。

なお、わが国にはこのようなトラクタはない。

#### ②パワーブーストを装備したトラクタの性能試験

近年のトラクタには、電子制御により、過負荷が掛かった場合に出力を増加させる機構(パワーブースト)を装備したものがある。これらでは、その入切により出力が異なるため、パワーブーストを作動させない状態での測定を必須とし、作動させた状態の記述はオプションとすることが、既に決定されている。これを踏まえ、本年は、レポートの記述方法について、フランス(調整センター)より提案があった。

この議案は原案通り承認された。一方、議論の中で、電子制御されたトラクタにおいて、何をもって通常出力とすべきかについて問題提起があり、今後さらにワーキンググループで討議することとなった。

#### ③CVT トラクタの牽引試験

CVT(無段変速機構)を持つトラクタにおける、けん引試験のレポートの記述方法は、ギヤの位置等、通常のものとは異なる。そこで、記述方法がフランス(調整センター)から提案され、特に議論なく採択された。

### (4)ROPS コードに係る諸問題

#### ①ROPS コードへの ROPS 定義の追加

現在の ROPS コードでは、コード8(クローラトラクタ)を除き、ROPS の定義は記述されていない。コード8についても、ROPS の目的と構造が記述されているのみである。

ROPS の機能については、保護面と安全域の関係から間接的にわかる(想定した転倒状況において、保護面が安全域に入らないことを確認する方法を示すことにより、その状況での安全性確保という ROPS の機能を示している)ようになっている。そこで、アメリカより、メーカ等を含めた利用者を念頭に、コードの読みやすさを向上させるため、ROPS の目的及び機能についての定義を行う提案があった。なお、これは、ISO との整合を図ったものとのことであった。

これに対しては、各国より、ROPS の機能の定義を記述するかどうか及び文章案の字句について多くの異論があり、提案国より、次回大会で再度提案したいとの意向が示され、承認された。なお、この議論は、主に字句の問題であり、言語体系の異なる日本に影響はないと考えられた。

#### ②コード8における圧壊力の記述

コード8は、OECD における他の ROPS 試験コードとは異なり、ISO 3741(JIS A8910)(土工機械－転倒時防護構造－試験及び性能要求事項)が起源である。そのため、圧壊試験方法の記述が他のコードと違い、ビームの幅、負荷を加える位置等の試験方法が必ずしも明確でなかった。そこで、アメリカより、圧壊試験方法の記述をコード4に

準拠した内容にしたいとの提案があった。

これについて、起源となった ISO と OECD コードとの間で、どの部分で負荷を支えるかという想定が違うため、単純に同一視すべきでない等の慎重な意見があった一方、OECD コード本来の目的である試験データの互換性を確保するために、各国で同じ方法で試験が行われるべきとの支持があり、事務局も同様の見解を示した。

議論の結果、提案は原案通り採択された。

なお、コード 8 は型式検査基準のコード IV に相当するが、型式検査基準は既に本提案と同様に改正済みである。

### ③旧コード 8 の Extension の期限

2007 年のコード改正により、コード 8 は変更になったが、旧コード適合 ROPS の Extension(追加装着等)を認める期限を設ける必要があった。そこで、スペインより、旧コード 8 承認 ROPS の Extension の期限を 2009 年 2 月 28 日コーディネートセンター報告分までとする提案があり、採択された。

## (5) 研究提案及び報告

### ①自動制御に関する研究提案

イギリスより、牽引試験の燃料消費率をレポートに記述するための検討及び自動エンジン・トランスミッション制御のトラクタ各種性能に対する影響の検討を行うことが提案された。

これらの自動制御については、アメリカより、現状では農家に売り込むためのデータとなるようなものが OECD テストからは得られていないため、これが明らかになるような方法の提案を検討している旨発言があった。さらに、運転支援システムに関し、評価方法を付加試験として加える検討の提案があった。

これらの提案に対し、事務局は、精密農業の関連技術について 2009 年以降の年次大会で取り組むことは、参加国の理解が得られているとの認識を示した。

### ②バイオディーゼル及び環境負荷に関する提案

アメリカより、燃料の影響の評価方法はトラクタ試験方法が体系化された時点からの課題であり、今後 OECD で検討すべきとの指摘があった。また、スペインより、EU 排ガス規制への対応が問題になっている点の指摘があった。

さらに、OECD 及び IEA のバイオ燃料担当より、バイオディーゼルについて、各国の現状等の報告があった。

### ③ROPS コード改善に関する研究プロジェクト

従来、OECD トラクタコードにおける ROPS の評価試験は、基本的にトラクタ単体による転落・転倒を想定としてきた。しかしながら、近年の年次会議において、トラクタ以外の車両に装着された ROPS(これは EU 指令への対応も関係している)の試験方法の必要性や、作業機の大型化等に伴う転落・転倒時の質量増大により、ROPS の強度が不足するおそれが生じる等、コード制定時に想定していなかった問題点が指摘されてきた。

そこで、イタリア、スペイン、トルコ、イギリス、アメリカ、フランス及び CEMA に

より、これらに関する基礎研究プロジェクトが実施されてきた。本大会では、現時点での進捗状況についてプレゼンテーションがあった。

まず、フランスより総括報告が行われた。その中で、現時点でも OECD コードは概ね妥当な水準にあるが、トラクタのデザインや使用状況は OECD コード制定時点から変化しているため、従来と異なる形状のトラクタ用 ROPS への対応及びトラクタ以外の車両への適用が必要であるという認識が示された。

現行コードが適用困難な ROPS への対応方法としては、それぞれのデザイン及び用途に対し別々のコードを制定する方法、現行コードをベースに ROPS の能力、車両の特性及び用途から必要な試験を見積もる手段を定める方法、対象となる車両群をグループ化して、現コードに加えいくつかの新コードを定めて適用する方法という 3 種類のアプローチが示された。

また、トラクタ用 ROPS コードの見直しにあたり考慮すべき関連事項として、使用されている作業機の大きさ寸法及び質量、使用される場所の傾斜、ウエイトの装着状況が挙げられた。

さらに、各国から ROPS の挙動のコンピュータシミュレーションを中心とした研究の現状報告があった。

今後の研究予定は、コード 4 (トラクタ用 ROPS 静的強度試験) の適応範囲の確定とその範囲からはみ出すケースへの対応の検討を目的とし、事故分析及び実証試験結果をシミュレーションと融合させていくとのことである。さらに、同様の手法を、その後他のコードにも拡大させていく意向が示された。

#### ④事務局の研究提案募集

これらの議論を踏まえ、事務局より、今後、新技術に対応した試験の改善に取り組みたい意向が示され、提案があれば事務局に知らせるよう要請があった。

### (6) 国際機関間の連携

#### ① OECD と ISO の間の連携に関する覚書

OECD と ISO は共に国際的な規格を制定しているが、その意思決定方法や規格の内容は異なっている。そのため、両者の規格の内容を整合させる取り組みが行われ、2005 年にこれを進めるための協定が締結された。この協定は、OECD では 2005 年の年次会議で承認されたが、その中で、3 年ごとに見直すことが盛り込まれているため、本年はその延長の可否について検討が行われた。

事務局より、現在は相互理解を深めている段階であるとの認識と、協定を現状のまま 3 年間延長したいとの提案が示された。また、ISO からも、延長したいとの意向が示された。

議論の結果、異議なく協定の延長が採択された。

なお、現時点の連携の進捗状況であるが、トラクタ用 ROPS 静的強度試験方法 (OECD コード 4 と ISO 5700) について、テキストの読み込みと相違点のリストアップを行っているとの報告があった。

#### ② CEMA コメント

OECD に対しては、レポート承認日程の短縮について強い要請がなされた。また、2009 年 7 月 1 日より実施されるトラクタ EC 新指令について、ブレーキ指令、クローラトラクタにおける懸念が示された。

③COPA COGECA コメント

より実用的なトラクタ性能試験データ提供の要請があった。また、PTO による死傷事故の多さが指摘され、PTO に関する安全対策の基準化が要請された。

**5. 収集資料等**

- 1) 2008年OECD会議議案書
- 2) 改正OECDテストコード

## 9. 第 2 回日韓研究交流セミナー 「農業機械の安全性のための研究及び評価技術」

評価試験部 安全試験室  
 研究員 水上智道

出席者一覧（日本側）

	農研機構 機械化促進担当理事	竹原敏郎
基礎技術研究部	安全人間工学研究 主任研究員	中野 丹
〃	安全人間工学研究 主任研究員	菊池 豊
〃	安全人間工学研究 特別研究員	岡田俊輔
	評価試験部 部長	森本國夫
	〃 次長	高橋正光
	〃 原動機第 1 試験室 室長	杉浦泰郎
	〃 作業機第 2 試験室 室長	富田宗樹
	〃 安全試験室 研究員	水上智道

### 1. 目的

このセミナーは独立行政法人農業・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と大韓民国農村振興庁農業工学研究所が相互に協力して農業機械の安全性の向上のために研究を進めることを目的として、平成 17 年 12 月に締結した「農業機械の安全性向上に関する日韓研究協力協定」の一環として実施したものであり、本年度はこれの第 2 回目にあたる。

### 2. 日程

平成 19 年 9 月 17 日（月）～21 日（金）

日数	日付	都市名	摘要
1	9/17(月)	東京(成田) →ソウル(仁川) →水原	・移動 ・通訳者と講演内容の事前打ち合わせ
2	9/18(火)	水原	・日韓による安全性向上に関する講演 ①日本と韓国の農業機械安全実態 ②農業機械安全性試験評価技術
3	9/19(水)	水原	・日韓による安全性向上に関する講演 ③農業機械安全人間工学研究 ・来年度以降の協力体制に関する会議
4	9/20(木)	水原	・農業機械性能試験設備等の見学 (テストコース、PTO 試験装置、油圧試験装置等) ・農業科学館見学
5	9/21(金)	水原 →ソウル(仁川) →東京(成田)	・移動日

### 3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
9月17日(月) ～21日(金)	農村振興庁農業 工学研究所	Cho Yeoung-Kil(所長) Kim Hakkyu(機械利用試験科長)	京畿道水原市進善 区西屯洞 249

### 4. 調査結果の概要

本セミナーでは、大きく分けて3つの講演セッション(①日本と韓国の農業機械安全実態、②農業機械安全性試験評価技術、③農業機械安全人間工学研究)が設けられており、日本側から5課題、韓国側から4課題の講演が行われた。また、両研究機関で締結した協定における来年以降の協力体制について、会議が開かれた。



図1 セミナー参加者集合写真



図2 講演風景

#### 1) 講演内容の概要

##### (1)セッション1 日本と韓国の農業機械安全実態

###### ①第1課題 日本の農業機械化の現状及び研究動向

竹原理事より、生研センターの業務・組織などについて説明があった。本研究所で開発された農業機械の紹介や、日本の農作業事故防止のための取り組み等について講演があった。



図3 竹原理事講演風景1



図4 竹原理事講演風景2

②第2課題 韓国のトラクタ ROPS 及びシートベルト利用実態の調査

金赫柱氏より、ROPS 及びシートベルトに対する運転者の安全認識率を高め、利用効率を向上させるための基礎資料作成の一環として本課題の講演があった。概要としては、韓国では、アメリカや日本に比べ ROPS 装着率が高く 84.1%と報告があった。シートベルトの装着率(44.3%)と利用率(5.2%)で、日本と比較すると装着率においては同程度であるが、利用率については非常に低いことが示された。

③第3課題 農業機械の事故実態調査結果概要 歩行型トラクタと運搬車

水上が歩行型トラクタと運搬車における事故実態の調査を報告した。ヒヤリハットも事故件数にカウントされているか等について質問があった。



図5 水上質疑風景1



図6 水上質疑風景2

(2)セッション2 農業機械安全性試験評価技術

④第4課題 農業機械の安全鑑定基準と安全装備の現状

富田室長より、講演があった。安全鑑定基準の概要について説明があり、主な農業機械である乗用型トラクタと自脱型コンバインにおける特徴的な安全鑑定基準と安全装備について紹介があった。農業者の高齢化などの影響から、傷害事故は依然として高いことが示された。これを改善・軽減するために、詳細な検証を進めていることも併せて報告された。



図7 富田室長質疑風景1



図8 富田室長質疑風景2

⑤第5課題 DGPS を利用した制動性能・旋回半径及び操向能力試験装置

金有容氏から、講演があった。現行の旋回半径測定方法の問題点(旋回軌跡測定時、多くの手が必要、作業時の危険性、測定誤差)が示された。これを改善するため、DGPS を用いた速度センサー等により、旋回半径の測定が可能なが示された。

⑥第 6 課題 トラクタの安全・環境評価試験方法

杉浦室長より、欧州司令に準拠した視認性や操舵性の確認試験及び機関排出ガス性能試験について説明があった。併せて、バイオディーゼル燃料のトラクタへの利活用の話題についても触れて講演があった。



図 9 杉浦室長講演風景



図 10 杉浦室長質疑風景

(3)セッション 3 農業機械安全人間工学研究

⑦第 7 課題 韓国の農作業安全示範事業の推進状況

沈美玉氏より、農業者の健康面、農作業環境の有害要因の排除、農作業の軽減に対し、取り組んでいる事業内容について講演があった。農業者、農業現場に密着した活動がなされていることが紹介された。

⑧第 8 課題 農用トラクタの振動低減のためのシート開発

朴世鎮氏より、人間工学に基づいた快適なトラクタ用シートの評価及び開発について講演があった。

⑨第 9 課題 トラクタ運転席周りのユニバーサルデザイン

菊池主任研究員より、農業機械におけるユニバーサルデザインや人間工学的な視点から想定される安全・労働軽減の事例について講演があった。



図 11 菊池主任研究員講演風景



図 12 質疑風景



## 2) 来年度以降の協力体制に関する会議

[協議及び両者合意事項の概要]

### ●合意事項

<2008 年度>

- ・韓国で再度、同セミナー第3回大会を9月に開催。
- ・第3回大会において韓国の農業生産現場及びメーカーの見学。
- ・排ガス測定技術供与のため、生研センターが韓国研究者の短期受け入れ(受益者負担)。

<2009 年度>

- ・日本で同セミナー第4回大会を開催。

<今後の予定>

- ・より一層の研究者及び技術(特に安全に関する)の交流・情報交換の促進。
- ・当初からの大きな変更点は無く、日韓研究協力協定に基づき計画通り遂行することを確認。

### ◆協議事項

<韓国→日本>

- ・安全面以外においても、研究者及び技術の交流・情報交換の促進を望む。  
→前向きに検討したいが、安全チームとしては安全面に関することを主としている。

<日本→韓国>

- ・排ガス技術供与後、韓国での運営上のフォローアップ(日本人研究者の派遣)も必要ではないか。  
→予算の都合上、来年以降、設備設置を待ってから活用したい。



図 13 会議風景1



図 14 会議風景2

### 3) 試験設備見学

同研究所内にある試験設備及び見学風景



図 15 静的強度試験装置

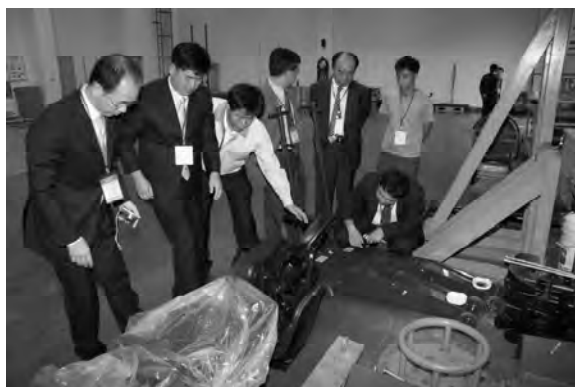


図 16 静的強度試験装置の説明風景



図 17 圧壊強度試験装置



図 18 PTO 試験装置説明風景



図 19 PTO 試験装置



図 20 シートベルトのアンカレッジ試験用ジグ

### 5. 収集資料等

- 1) 第2回日韓研究交流セミナー講演要旨
- 2) 農業工学研究所 2006 年研究報告書
- 3) 農業工学研究所紹介パンフレット

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当センターの  
許諾を得て下さい。

(お問合せ先：企画部 機械化情報課)

平成 19 年度 海外技術調査報告

頒布価格 577 円 (本体価格 550 円)

---

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 20 年 3 月 31 日

