

平成24年度
海外技術調査報告



平成25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)では、農業機械化促進業務と研究資金業務を実施している。

そのうち、農業機械化促進業務では、①農作業の更なる省力化に資する農業機械・装置の開発、②環境負荷の低減及び農業生産資材の効率利用に資する農業機械の開発及び評価試験の高度化、③農作業の安全に資する農業機械の開発及び評価試験の高度化、④新たな農業生産システムの構築に資する IT・ロボット技術等の基盤的技術の開発の4つの柱を中心に研究を進めている。

これら革新的技術の開発に当たり、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る。

本報告は、平成 24 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ある。関係各位の参考になることを願っている。

平成 25 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

I. 果樹生産の省力化に関する先端技術の調査	園芸工学研究部	太田 智彦	1
II. 南欧における園芸用機械に関する調査	園芸工学研究部 〃	宮崎 昌宏 青木 循	9
III. 第7回日韓研究交流セミナー	評価試験部 〃 〃 〃 〃 基礎技術研究部	西川 純 松尾 陽介 杉浦 泰郎 手島 司 皆川 啓子 志藤 博克	16
IV. IFT12 への参加並びに米国西部稲作地帯における水稻種子生産と ポストハーベスト技術の調査	生産システム研究部	野田 崇啓	24
V. 国際会議 CIGR-AgEng2012 発表参加および先端施設園芸技術調査	園芸工学研究部	林 茂彦	31
VI. 国際学会および大学での講演と中国における防除の現状について	生産システム研究部 〃	宮原 佳彦 水上 智道	38
VII. 韓日シンポジウム「畑作物機械化の現状と発展方向」での講演	園芸工学研究部	宮崎 昌宏	45
VIII. 日本韓国の二国間試験協力に関する調査 ー試験協力協議及びトラクタ評価試験実施要領の調査	評価試験部	高橋 弘行 塚本 茂善 手島 司	52
IX. 韓国における出張評価試験（排出ガス試験）に係わる調査	評価試験部 〃	清水 一史 西川 純	78
X. 北米における野菜接ぎ木の現状に関する調査	基礎技術研究部	中山 夏希	90
XI. 「ボローニャクラブ第23回メンバー会議」への出席 およびヨーロッパの農業機械開発の状況調査	基礎技術研究部 企画部	小林 研 安原 学	98
XII. IEA Bioenergy Conference 2012 への参加 並びに欧州におけるバイオマスの熱利用に関する研究開発の調査	特別研究チーム (エネルギー)	日高 靖之	108
XIII. 国際会議「米生産における農業機械ーASEANの挑戦ー」への参加・講演 およびタイ農業機械化事情の調査	生産システム研究部 企画部 〃	梅田 直円 藤井 桃子 行本 修	116

I. 果樹生産の省力化に関する先端技術の調査

園芸工学研究部 果樹生産工学研究単位

主任研究員 太田智彦

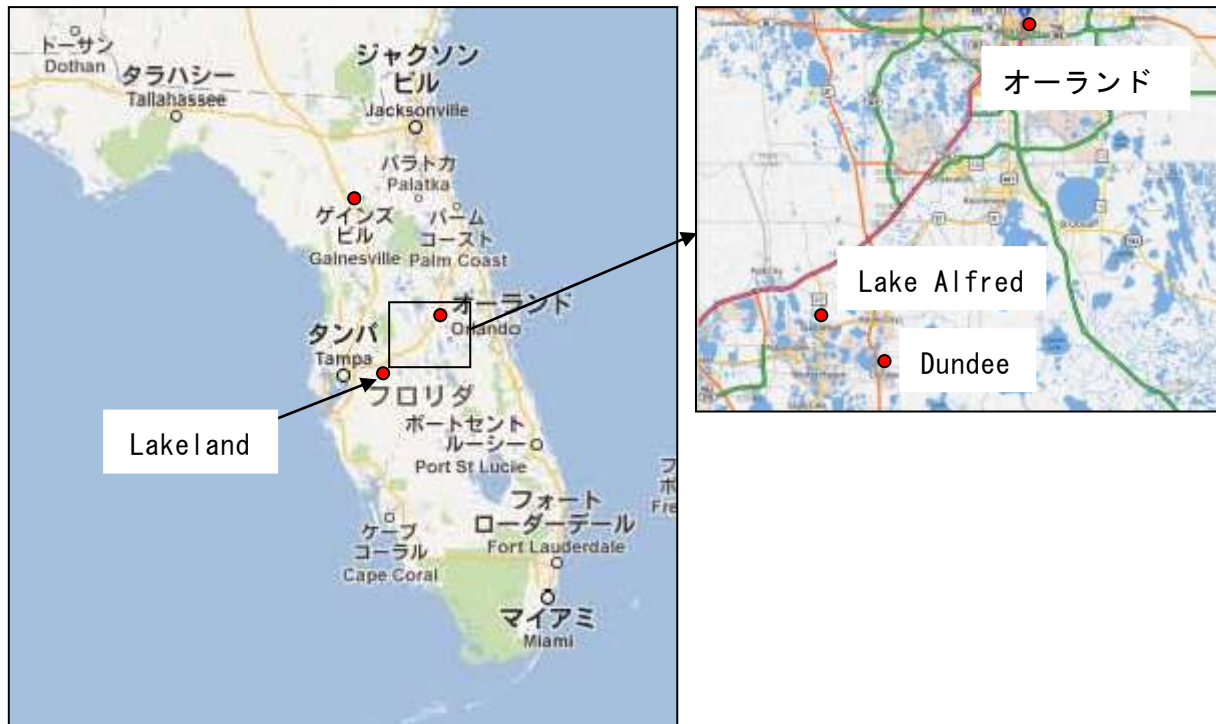
1. 目 的

フロリダ大学、同大学で開催される国際シンポジウム、果樹生産農家等で、アメリカにおける大規模果樹生産用機械の先端技術に関する調査を行うとともに、国際シンポジウムで研究発表を行う。

2. 調査日程

平成 24 年 4 月 1 日～8 日（8 日間）

日数	月 日	都市名	調査先・調査内容	移動手段・宿泊
1	4/1（日）	成田 オーランド	移動（ダラス経由） ホテル	航空機利用 オーランド泊
2	4/2（月）	Lake Alfred	シンポジウム参加 （フロリダ大学食糧農業科学研究 所カンキツ研究教育センター）	オーランド泊
3	4/3（火）	Lake Alfred	シンポジウム参加、発表 （フロリダ大学食糧農業科学研究 所カンキツ研究教育センター）	オーランド泊
4	4/4（水）	Lakeland	生産者ほ場（Lykes citrus grove） での果樹用機械、フロリダ大学開発 機調査（シンポジウム見学会）	オーランド泊
5	4/5（木）	Dundee	生産者ほ場での果樹用機械調査	オーランド泊
6	4/6（金）	Gainesvilles	果樹用機械研究調査 フロリダ大学 Gainesvilles 校食糧 農業科学研究所、機械航空宇宙工学 部での果樹用機械等、開発機調査	オーランド泊
7	4/7（土）	オーランド	移動（ダラス経由）	航空機利用 機中泊
8	4/8（日）	成田	移動	航空機利用



訪問都市

3. 主な訪問先と対応者

訪 問 先	対 応 者
Lakeland 市内生産者ほ場（シンポジウム見学会）	Reza Ehsani Associate Professor of Agricultural & Biological Engineering, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Science (IFAS) , Citrus Research & Education Center (CREC) 700 Experiment Station Road, Lake Alfred, FL 33850-2299
Dundee 市内生産者ほ場	Adam Pate Presedent, Statewide Harvesting & Hauling , LLC Dundee Citrus Grower Association Dundee, FL 33838-1804 J. Peter Chaires Executive Dir, New Varieties Development & Mgt. Corp Director, Business Development, FL Citrus Packers Lakeland, FL 33802
フロリダ大学 Gainesvilles 校 機械航空宇宙工学部 食糧農業科学研究所	John K. Scheller Professor, Dept. of Mechanical & Aerospace Engineering, University of Florida, Gainesville, FL 32611-0570 Won Suk Lee Associate Professor, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Science, Gainesville, FL 32611-6300

4. 調査結果の概要

2012 年 4 月 2 日から 4 日まで、フロリダ大学で世界的にもまれな果樹用機械をテーマとする、「果樹・ナッツの機械収穫・ハンドリングに関する国際シンポジウム」が国際園芸学会主催で開催された。そのシンポジウムに参加し、高機動型果樹用高所作業台車に関する研究の発表を行うとともに、参加者の研究発表を聴講した。さらに、実際に利用されている機械や研究中の果樹用機械を見学した。ここでは文献などによる事前調査の内容を加えて、フロリダのカンキツ用機械の現地調査結果、シンポジウムで得られた世界の果樹用機械研究の動向を紹介する。

1) フロリダの果樹用機械

(1) フロリダの果樹生産

アメリカのオレンジの生産量はブラジル(約 30%)に次いで世界第 2 位の約 750 万 t(約 10%)である。フロリダ州はアメリカで第 2 位のオレンジ生産量で、アメリカのオレンジの約 80%を生産している。フロリダ州の産業の中では農業は観光業に次いで 2 番目の規模である。農業生産物の大部分が果樹であるため、州をあげて果樹生産振興、研究開発に取り組んでいる。

(2) 機械収穫の概要

フロリダのカンキツ生産量の 98%が主にジュースなどの加工用であり、収穫機は加工用果実のために稼働している。手作業の場合、収穫所要コストは全コストの 50%といわれ、低コスト生産を達成するために、1950 年代から生産者、メーカ、フロリダ大学、農務省(USDA)研究所が協力・研究を始めた。1970 年初頭には収穫機開発のために生産者、メーカ出資で基金が設立され、収穫機開発が本格的に始まった。数年前まで機械収穫の割合が増加し、生産量の約 5%のカンキツが機械収穫するところまで達した。USDA・州政府からの機械化研究への補助金は 50 年以上前から現在まで続いている。

(3) カンキツ用樹体振動型収穫機(図 1)

シンポジウムの見学会で、Lakeland 市にあるオレンジ園で樹体振動型収穫機のデモを見学した。この収穫機は USDA 研究所とメーカが共同で開発した収穫機であり、試行錯誤を繰り返して完成した集大成とも言える機械のようである。収穫システムの構成は、① 2 台 1 対の収穫機、②それぞれの収穫機の後方について走行する 2 台の運搬車、③搬出用の同型運搬車 2 台、計 6 台がセットで稼働する。2 台の収穫機はまず、樹の両側から揺動ブラシを入れ、枝を揺らして熟した果実を落下させる。次に、落下させた果実を樹体下のコンベアで受け、自動で運搬車に積み込む。

走行しながら連続的に収穫し、大量に搬出できる画期的な収穫機で、1 樹当たり 5 秒ほどで高能率に収穫していた。園主はフロリダ最大級 2,000ha のオレンジ園を経営し、機械収穫により、収穫コストの 50%を削減できるとのことである。現在 6 セットほどフロリダで稼働している。

最近まで本機を含めて、機械収穫の割合が増加していたが、機械収穫の樹体に与える傷(枝の折れなど)がグリーンング病にかかりやすい要因と言われ、機械収穫の割合が減少している。



図 1 カンキツ用樹体振動型収穫機

(4) 慣行手収穫

生産者団体 Dundee Citrus Grower Association、収穫受託会社 Statewide Harvesting & Hauling, LLC、品種管理団体 New Varieties Development & Management Corporation の協力で Dundee 市内の果樹園の現地調査を行った。

① 手もぎ収穫 (図 2) : ほとんどの生産者は作業者を雇用、または、収穫受託会社に委託して手収穫を行っている。ハサミを使わず、引きもぎができるので 1 秒に 1 個ほどの速さで、両手で収穫していた。高所では、7 ～ 8 m ほどの長さのはしごで収穫していた。見学した果樹園では、作業者は収穫受託会社に出勤して、バスで果樹園に向かい、タイムカード代わりに指紋認証システムで出勤確認し、割り当てられた場所の収穫をしていた。入国審査の際も、公共のロッカーも指紋認証であり、一般的になっているようである。



図 2 フロリダでのオレンジ手収穫作業

② コンテナハンドリング運搬車 (図 3) : 収穫後の果実は肩にかけた収穫袋から大型コンテナに移し替え、その後、大型のコンテナをハンドリング運搬車にさらに移し替える。運転席から運転者が降りずにブーム操作だけでコンテナにブーム先端を引っかけることができる構造で、コンテナから運搬車の荷台に移し替えるときも、運転席からの操作だけでコンテナを傾けて、効率的に果実を移し替えていた。



図 3 コンテナハンドリング運搬車

(5) 小型農用車両 (図 4)

(株)クボタ製のゴルフカートのような小型農用車両が、園内の見回りや、病害部分に直接薬剤を手散布するために利用されていた。グリーンング病などの病害を早期に発見、対処するために、広大な園地をくまなく走行可能な小型の農用車両が便利だそうである。農用以外にもフロリダ大学キャンパス内や各地の緑地で、ジョンディア社の同様な車両とともによく見られた。



図 4 フロリダでの小型農用車両

(6) その他

収穫用機械の他に、トラクタ装着型で 3,000L 程度のタンク、軸流ファン、ポンプからなる防除機を見学した。樹体検出センサと電磁弁が装備されており、枝葉のないところでは噴霧を停止する防除機であった。この機能は通常のカンキツ園で利用される防除機に装着されているとのことである。草刈機もトラクタ側方装着式であった。大型トラクタが走行できる 3 m 程度以上の樹列間は、ほとんどの生産者が確保しているそうである。生産者によっては、通路と樹冠下の両方とも草刈機を利用する場合、通路と樹冠下の両方に除草剤を利用する場合、樹冠下だけ除草剤を利用する場合があるそうである。

所々で新たに移植したカンキツやカンキツ以外のモモ、ブルーベリーも見られた。グリーンング病が蔓延した園地を放棄し、新たに開園するケースも多いという。その中で、高

収益が望まれ、グリーンング病の心配のないモモなどの導入が試みられている。

2) フロリダ大学等の果樹用機械研究

フロリダ大学食糧農業科学研究所の Reza Ehsani 先生、Won Suk Lee 先生、機械航空宇宙工学部の John K. Scheller 先生の協力で研究中の果樹用機械実機を見学した。Lake Alfred 市の食糧農業科学研究所、Lakeland 市内オレンジ園でのシンポジウム見学会、Grandville 市内フロリダ大学キャンパスで見学・調査した。

(1) 精密栽培 (PF) 研究

カンキツの精密栽培 (PF) の研究がフロリダ大学での現在の果樹用機械研究のメインとなっている。

① 空撮用ラジコンヘリ (図 5) : 画像処理で生育状況を取得するために、20m 程度上空から安定的に空撮画像を撮像できるラジコンヘリのデモを見学した。ヘリには波長の異なるフィルタを付けた複数台のカメラを装備しており、様々な生育画像を高解像度で得ることができる。



図 5 空撮用ラジコンヘリ

② 収量測定運搬車 : 運搬車のコンベア上の複数果実を連続的に、画像処理を用いて収量を測定するシステムを開発していた。現在は、機械収穫した果実に混在した枝葉を高速に分別して分ける前処理機械を開発中であった。

(2) カンキツ収穫ロボットと画像処理技術

ハンドアイ方式の多関節マニピュレータによるカンキツ収穫ロボットが改良中であった。画像処理による果実検出技術の研究も実施されており、生育量測定や、グリーンング病の発見・検出のためにも画像処理技術が研究されていた。

3) 果樹・ナッツの機械収穫・ハンドリングに関する国際シンポジウム

(1) シンポジウム概要

シンポジウムの発表会場は Lake Alfred 市にあるフロリダ大学食糧農業科学研究所カンキツ研究教育センターの講堂 1 会場であり、参加者数約 150 名、55 件の発表があった。

(2) アメリカの果樹用機械

① オレンジなどのカンキツ用機械 : 開催大学ということもあり、カンキツに関する研究発表はフロリダ大学が 11 件と最も多かった。前述した PF 研究の他に、機械収穫についてコスト計算、国内経済に与える影響、果実の振動離脱解析、機械収穫の樹体生育・収量に与

える影響、機械収穫の歴史など、機械の普及拡大のため、多くの関連研究が発表された。

② オウトウ用機械：オウトウについてはワシントン州立大学が 5 件、ミシガン州立大学が 2 件の発表を行っており、軸を付けたまま収穫するための振動収穫技術の開発、機械収穫のための樹形の研究が行われていた。

③ リンゴ用機械：ワシントン州立大学がメーカの協力で作業者が収穫したリンゴ果実をパイプで吸引搬送し、自動で大型コンテナに積込む作業台車を開発していた。一斉に収穫できない果実の収穫作業の効率化のため、ハンドリングを効率化する研究であり、日本における果樹収穫作業の省力化の研究にも参考になると考えられた。ペンシルベニア州立大学も同様に USDA 研究所、メーカの協力で果実の吸引搬送と自動積み込みができる作業台車の開発が進められていた。

④ ブルーベリーなどのベリー用機械：Washington Tree Fruit Research Commission、ミシガン州立大学、ジョージア大学で振動収穫の研究が行われていた。

⑤ オリーブ用機械：全て振動収穫機に関する研究で、発表件数は 5 件あり、そのうち、アメリカとスペインとの国際共同研究が 3 件あった。USDA 研究所、メーカのトリンブルが協力している研究など共同研究が多かった。せん定機により樹体を機械収穫しやすくする樹形の研究もあった。

⑥ その他：ピスタチオの主幹振動型収穫機（トランクシェーカ）が、メーカ 3 社とカリフォルニア大学デービス校の共同で行われていた。モモ摘雷機がクレムソン大学から発表された。オウトウ樹体振動型収穫機、クリ拾上げ機がミシガン州立大学から発表された。カーネギーメロン大学からは果樹 PF 用の 3 次元樹体形状測定システムの発表があった。

（３）各国の果樹用機械

① スペイン：スペインはアメリカに次いで発表が多かった。Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) から、過去に研究したカンキツ収穫ロボット、開発中の運搬車上選別装置の発表があった。Universidad Politécnica de Valencia、IFAPA Centro Las Torres、コルドバ大学などから主幹振動型・樹体振動型収穫機、果実離脱に関する基礎研究が発表された。

② イスラエル：農業工学研究所から 2 件の発表があった。1 件は果実収穫の省力化研究の歴史、現状、将来展望を幅広くレビューする講演であり、もう 1 件はザクロの加工方法に関する研究発表であった。

③ イタリア：ペルージャ大学からオリーブの主幹振動型収穫機の発表があった。

④ チリ：Dayenú Ltda から、リンゴの PF のための品質・収量のほ場内変動調査結果の発表があった。

⑤ ブラジル：EMBRAPA Instrumentation と Federal University of São Carlos の共同でトマト作業台車、選別機の発表があり、3 名で収穫した果実を収穫機上に搬送し、さらに 3 名が 1 台の収穫機上に乗車して選別箱詰めを行う大型の機械であった。

⑥ スウェーデン：Olmatek KB からイチゴの拾上げ型一斉収穫機が発表された。掘取機のようなバーコンベアで株ごと機上に搬送し、機上で果実のみを積み込みする機械であった。

⑦ 日本：京都大学から、近藤直先生がロボット収穫・選別について基調講演を行った他、カンキツの品質評価のためのマシンビジョンの研究発表が行われた。筆者は「高機動型果樹用高所作業台車の開発」について（株）サンワ、福島県農業総合センター果樹研究所、青森県産業技術センターりんご研究所と共同で発表した。日本のロボット技術、電動技術、小型化技術は海外からも評価されていた。

5. まとめ・所感

今回の調査では、1950 年代から、生産者、メーカ、フロリダ大学、フロリダ州政府、USDA が一丸となって機械収穫システムを開発した歴史と成果を知ることができた。フロリダにあった USDA の果樹用機械研究部門は残念ながら廃止されたとのことであったが、試験研究の努力が関係者の間で語り継がれていた。今もアメリカで、産学官が協力して、多くの新たな果樹生産システムが研究開発されている。日本でも果樹、野菜といった園芸作物生産では機械による新たな省力・低コスト栽培技術開発の要望は高く、同じように産学官が協力して、園芸生産の発展のために機械開発に取り組むことが不可欠と思う。その開発協力の中で、農業機械に携わる一員として最善を尽くしたい。さらに、世界的に農業の省力・低コスト、安定生産が要望されている状況の中、国際的な技術協力関係は重要と考える。

フロリダ大学での研究現状調査については、オレンジ収穫ロボット以外にも森林用自律走行車両、草刈りロボットの研究など広く先端技術を利用した研究が行われており、日本製部品が多く利用されていた。生研センターの技術、研究の進め方にも興味があるとのことで、今後も研究者間の情報交換を行う予定である。

6. 収集資料

事前調査を含め、本調査で収集した文献リストを以下に示す。

- 1) Arnold W. Schumann, James P. Syvertsen, and Kelly T. Morgan, 2009. Implementing Advanced Citrus Production Systems in Florida-Eary Results. Proc. Flate Hrt. Soc. 122, 108-113
- 2) Barbara Hyman, Fritz Roka, Jim Syverisen, Bob Ebel, Tim Spann, and Reza Ehsani. 2010, Popular Mechanics. Florida Grower, 103(2), 20
- 3) Ernie Neff, 2004. Mechanical harvesting: It's all about the cost" Citrus industry,
- 4) Fritz Roka, Mechanical harvesting-What's the cost?. Citrus Industry, 88(7), 12
- 5) Fritz Roka, 2001. Outlook on Citrus Mechanical Harvesters. Citrus & Vegetable Magazine,
- 6) Galen K Brown, 2005. New Mechanical Harvesters for the Florida Citrus Juice Industry. Hortitechnology, 15(1), 69
- 7) Hannan, M. W., Burks, T. F., Bulanon, D. M., 2007. A Real-time Machine Vision Algorithm for Robotic Citrus Harvesting. An ASABE Meeting Presentation, 073125
- 8) J. D. Whitney, W. M. Miller, T. A. Wheaton, M. Salyani, J. K. Schueller, 1999, Precision Farming Applications in Florida Citrus. Applied Engineering in Agriculture, 15(5), 399-403
- 9) Jina Martin, 2003, Mechanical Harvesters. Citrus & Vegetable Magazine
- 10) Jodie Whitney, 2000. Performance of Mechanical Citrus Harvesters inn Florida. Proceedings of the International Society of Citriculture , 277-279
- 11) S. D. Tumbo, J. D. Whitney, W. M. Miller, T. A. Wheaton, 2002. Development and Testing of a Citrus Yield Monitor. Applied Engineering in Agriculture, 18(4), 399-403
- 12) S. H. Futch, J. D. Whitney, J. K. Burns and F. M. Roka, 2004. Harvesting: from manual to mechanical. Citrus industry. 21
- 13) Tom Burks, Fritz Roka. 2006. IFAS Citrus Initiative Annual Research and Extension Progress Report 2006-07 Mechanical Harvesting and Abscission. Advancement of autonomous guidace technologies,

Ⅱ．南欧における園芸用機械に関する調査

園芸工学研究部 部 長 宮崎昌宏

〃 野菜収穫工学研究単位

主任研究員 青木 循

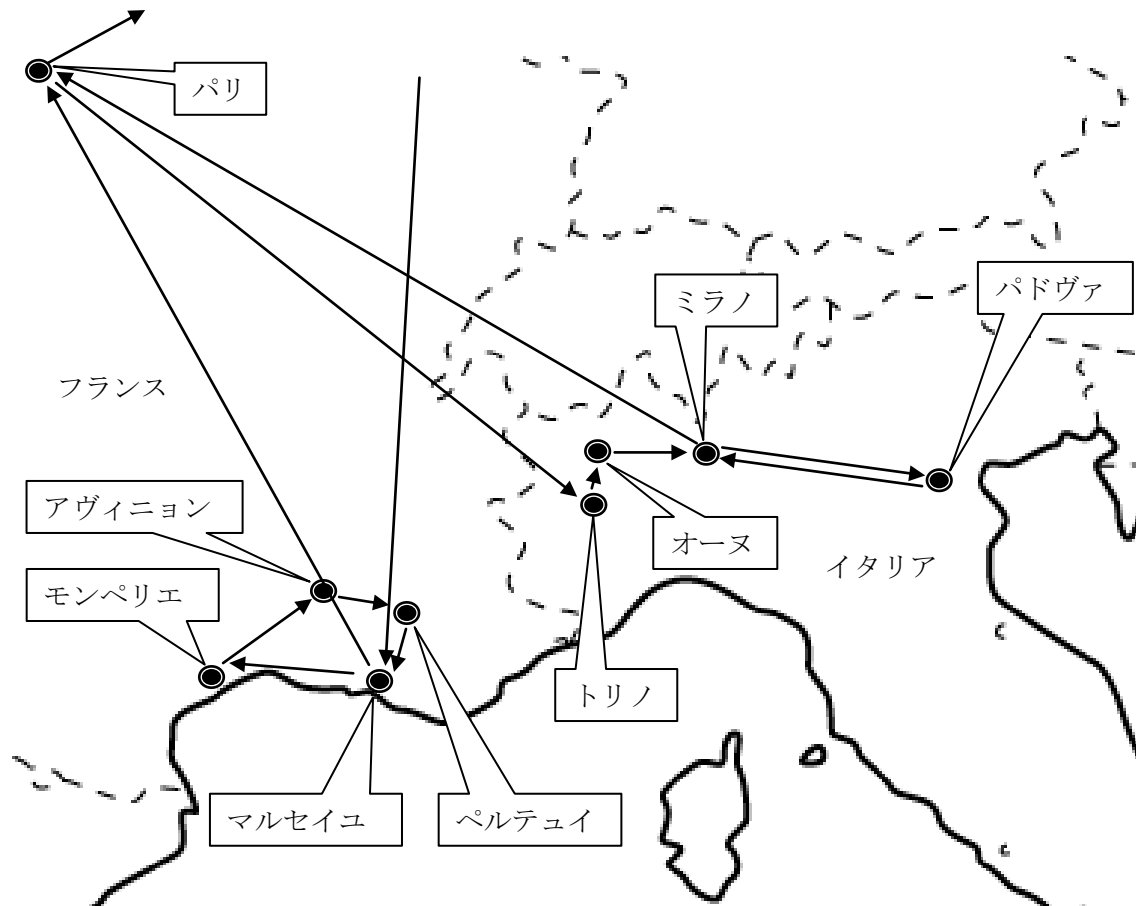
1. 目 的

フランス農業環境工学研究所（IRSTEA）、国立農業研究所（INRA）、南フランスの PELLENC 社、北イタリアの MONRAIL 社、HORTECH 社を訪問して、南欧の園芸用機械の最先端技術を調査する。また、南フランスと北イタリアの果樹園を訪問し、傾斜地果樹園における最新の機械化技術を調査する。

2. 調査日程

平成 24 年 5 月 9 日～5 月 17 日（9 日間）

日数	月 日	都市・施設名等	交 通	摘 要
1	5/9（水）	成田空港→アムステルダム空港 アムステルダム空港→マルセイユ空港	KL862 KL1409	マルセイユ泊
2	5/10（木）	マルセイユ→モンペリエ IRSTEA 訪問	鉄道 トラム	モンペリエ泊
3	5/11（金）	モンペリエ→アヴィニョン INRA 訪問	鉄道 バス	ペルテュイ泊
4	5/12（土）	PELLENC 社訪問 オリーブ園、ブドウ園見学	先方車	ペルテュイ泊
5	5/13（日）	ペルテュイ→マルセイユ空港 マルセイユ空港→パリ空港 パリ空港→トリノ空港	先方車 AF7669 AF1702	トリノ泊
6	5/14（月）	トリノ→オーヌ MONRAIL 社訪問 ブドウ園見学 オーヌ→ミラノ	先方車	ミラノ泊
7	5/15（火）	ミラノ→パドヴァ HORTECH 社訪問 パドヴァ→ミラノ	鉄道 先方車 鉄道	ミラノ泊
8	5/16（水）	ミラノ→ミラノ空港 ミラノ空港→パリ空港 パリ空港→	バス AF1702 AF280	機内泊
9	5/17（木）	→成田空港		



旅 程

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
IRSTEA	Jean-Paul Douzals Eric Cotteux Ariane Vallet Jean-Michel Roger	361 rue J.F. Breton - BP 5095 - 34196 Montpellier Cedex 5
INRA	Laurent Gomez Francoise Lescourret	Domaine Saint Paul Avignon Site Agroparc 84914 Avignon Cedex 9
PELLENC SA	Jose Montoya	Route de Cavaillon BP 47 84122 Pertuis cedex
MONRAIL srl	Filippo Rainero	Via Beauviermoz 11020 HONE (AO)
HORTECH srl	Luca Casotto	Viale dell'Artigianato, 20 35021 Agna - Padova

4. 調査結果の概要

1) IRSTEA (National Research Institute of Science and Technology for Environment and Agriculture)

IRSTEA は、1981 年に Cemagref (National Centre of Agricultural Machinery, Agricultural Engineering, and Water and Forests) という名称で設立されたナショナルセンターが、30 周年を迎えた 2011 年 11 月に名称変更したものである。まず、会議室で情報交換を行った (図 1)。その中で、散布システムの農業環境評価について紹介があった。現在、フランスでは 2018 年までに農薬使用量を半減させるプロジェクト (ECOPHYTO 2018) が進められており、対象作物に付着せずに大気中や土壌へ飛散してしまう農薬量の低減や生産者の操作に由来する余分な農薬使用量の削減を目指しているということであった。また、実験施設において、ノズル液滴の粒径分布測定装置 (図 2) や大型の風洞試験装置 (図 3)、ブームスプレーヤーのスプレー分布測定装置、バナナの防除機 (図 4) などを見学した。



図 1 Jean-Paul Douzals 氏 (右) と
Jean-Michel ROGER 氏 (中央)



図 2 ノズル液滴の粒径分布測定装置

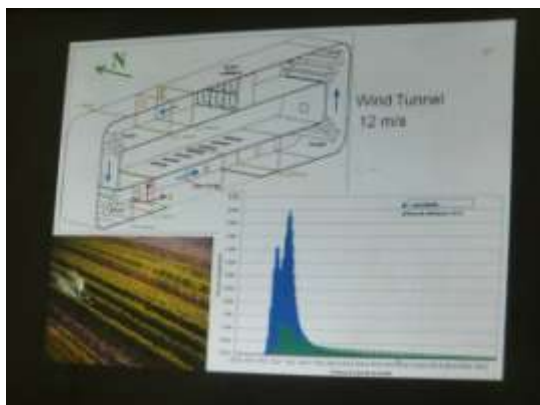


図 3 風洞試験装置の概要



図 4 バナナの防除機

2) INRA (French National Institute for Agricultural Research)

INRA は 1946 年に設立された国立の農業研究所で、農業、食品、栄養、食品安全、環境、土地管理など、特に「持続可能な開発」を重視した研究を行っている。こちらでは、果樹の枝径をセンサで測定し、水分管理を行うシステムを見学した。枝径を測定するセンサは

枝を両側から挟むようにして固定し、 $\pm 0.005\text{mm}$ の精度で枝径の変化を測定できるものである（図 5）。このセンサは果実径の測定にも利用でき、センサ出力に応じた適切な水分管理が可能であるということであった。このセンサは、既に商品化され、現場に普及している。また、この地域では果樹の安定生産のために降雹対策が必要ということで、樹列を全て覆う形で防雹ネットが設置されていた（図 6）。



図 5 枝径測定センサ



図 6 果樹園の防雹ネット

3) PELLENC 社および現地オリーブ園とブドウ園

PELLENC 社は 1973 年に設立された農業機械メーカーで、ブドウ、オリーブ生産用の機械生産、環境保全技術の開発を行っている。PELLENC 社では「AGRI Business Unit」および「GREEN & CITY TECHNOLOGY Business Unit」に分かれて活動を行っている。「AGRI Business Unit」における主要な製品は、ブドウやオリーブの収穫機、ワイン製造機器で、ブドウ収穫機は 300 台/年出荷されており、そのうち 200～250 台はフランス国内向けということであった（図 7）。一方、「GREEN & CITY TECHNOLOGY Business Unit」では、電動のせん定鋏や誘引機、振動機、チェーンソー（図 8）、刈払機、ヘッジトリマ、除草鎌、ブロアなどラインナップが豊富で、これら全ての商品が背負い式のバッテリーに接続して使用可能である。今後もこの部門のシェアは増加傾向ということであった。工場見学では、ブドウ収穫機や各種電動機器の製造ラインおよび電動機器の展示室などを紹介して頂いた。収穫機の機体後部は 3 点接続方式となっており、防除作業機への交換が可能であった。



図 7 ブドウ収穫機



図 8 電動チェーンソー

PELLENC 社の Montoya 氏の案内で、南フランスの Les Mees にあるオリーブ園を見学した（図 9）。このオリーブ園での樹形は開心型で、植付間隔は $4 \times 4\text{m}$ および $6 \times 6\text{m}$ の従来方式であった。このため大型機械での園内作業は困難であり、PELLENC 社の携帯型電動せん定ばさみと電動振動機を利用しているということであった。ピチョリン、アガンドが主な品種で、イタリア、スペインでは調理用として使用されるのに対し、フランスではパンにつけて食べるための利用が多いということであった。

Pertuis 近郊のワイン用ブドウ園を見学した（図 10）。このブドウ園では、ヨーロッパで一般的な垣根仕立ての栽培が行われており、機械による栽培管理・収穫作業の省力化のため、条間 2.5m、株間 1.2m の栽培様式であった。また、この地域の標準的な栽植密度は 3,600 本/ha 程度ということであった。非常に礫が多く、水はけの良いブドウ生産に適した土壌であった。



図 9 オリーブ園



図 10 ブドウ園

4) MONRAIL 社および現地ブドウ園

MONRAIL 社は 2003 年に法人化されたモノレール会社で、2003 年から 2004 年にかけて、イタリアで初めて、Aosta 渓谷の地元自治体と共同で総延長 930m の高地モノレールシステムを導入した。モノレールの施行は、日本の（株）ニッカリの技術協力を得て行っている。また、環境保全のため、SILIDEA 社と共同で電動モノレールの製造を行っており、観光地の人員輸送などに利用されている。電動モノレールに関して、使用されている AC サーボモータ（図 11）、バッテリー（図 12）等を見学した。バッテリーは、資源確保、コスト面で有利な鉄リン酸リチウム（ LiFePO_4 ）であった。



図 11 電動モノレール用のモータ



図 12 電動モノレール用のバッテリー

Hone 近くの Donnas において、MONRAIL 社が 2006 年に設置した総延長約 300m のモノレール等、急傾斜階段畑における乗用型モノレールの導入状況を見学した(図 13、図 14、図 15)。この地域は、赤ワイン用のブドウ産地として有名であり、この地域特有の階段畑の棚栽培が行われていた(図 16)。見学したブドウ園では、レール沿いに階段、プラットフォームなどが整備され、システム化が図られていた。この地域の階段畑棚栽培では、①石垣の蓄熱作用を利用できる、②地上高を確保することによる凍結防止効果が得られるなどのメリットがあるということであった。



図 13 急傾斜階段畑のモノレール



図 14 レールの敷設状況



図 15 モノレール利用生産者(右端)
と Filippo 氏(右から 2 人目)



図 16 棚栽培ブドウ園

5) HORTECH 社

HORTECH 社は、園芸用機械メーカーの MAS 社と HORTUS 社が合併して 2004 年に設立された農業機械メーカーである。こちらでは、工場内で製造中の野菜用移植機(図 17)、収穫機(図 18)などを見学した。移植機は、VISSER 社(オランダ)のソイルブロック苗を植え付ける機械で、エアーコンプレッサを利用したソイルブロックの分離機構を備えていた。収穫機は、乗用型自走式の機械で、日本製ディーゼルエンジン(37kW)を搭載しており、クローラの走行部を有していた。刈取部には、光学センサによる切断高さ制御機構やスイッチを用いた自動操縦機構が備えられていた(図 19)。切断刃は特徴的な星形の回転刃(図 20)を用いており、キクヂシャ、エンダイブ、チコリ、セロリ、キャベツ、ウイキョウなど多様な野菜を汎用的に収穫可能ということであった。また、環境に配慮した農業機械開発と

して、電動化も検討しているということであった。



図 17 トラクタ装着式の移植機



図 18 野菜用の多条収穫機



図 19 自動操縦機構の作物列検出部



図 20 星形の切断刃

5. 収集資料

- 1) Technology platform for research on plant protection product application equipment and techniques: ReducPol, September 2011. (パンフレット)
- 2) Jean-Gérard HUGUET, 1985. Appréciation de l' état hydrique d' une plante à partir des variations micrométriques de la dimension des fruits ou des tiges au cours de la journée. Agronomie, 5(8), 733-741.
- 3) SH Li, JG Huguet, PG Schoch, C Bussi, 1990. Réponse de jeunes pêchers cultivés en pots à différents régimes d' alimentation hydrique. II : Effets sur la croissance et le développement. Agronomie, 10, 353-360.
- 4) PELLENC SA カタログ、プレゼン資料、動画
- 5) MONRAIL srl カタログ
- 6) HORTECH srl カタログ、DVD

Ⅲ. 第 7 回日韓研究交流セミナー

評価試験部	原動機第 2 試験室	研究員	西川 純
〃	次 長		松尾陽介
〃	作業機第 1 試験室	室 長	杉浦泰郎
〃	原動機第 1 試験室	主任研究員	手島 司
〃	安全試験室	研究員	皆川啓子
基礎技術研究部	安全人間工学研究単位	主任研究員	志藤博克

1. 目 的

日韓研究協力セミナーは平成 22 年 6 月に生物系特定産業技術研究支援センター（以下、生研センター）と大韓民国農村振興庁農業科学院農業工学部との間で締結した「農作業安全・事故防止に関する研究協定」に基づいて実施されたものであり、農業機械の安全性向上のための研究を共同で推進することを目的として開催された。

2. 調査日程

平成 24 年 5 月 21 日～5 月 25 日（5 日間）

日数	月 日	都 市 名	摘 要
1	5/21（月）	成田空港→仁川空港 →水原市	移動 植物工場研究棟見学 通訳者との講演内容打合せ （水原市泊）
2	5/22（火）	水原市	農業機械の安全性向上のための日韓交流セミナー ① 農業機械の安全性向上技術研究 ② 農業機械の試験評価技術向上研究 （水原市泊）
3	5/23（水）	水原市→江華郡（車）	共同研究打ち合わせ会議 江華郡農業技術センター農業機械賃貸事業所訪問 朝鮮人参栽培農家訪問および田植え作業見学 （江華郡泊）
4	5/24（木）	江華郡→ソウル市 （車）	江華郡の農業・農作業見学 移動 （ソウル市泊）
5	5/25（金）	ソウル市→仁川空港 →成田空港	帰国



訪問都市

3. 主な訪問先と対応者

月 日	訪 問 先	対 応 者	住 所
5/21 5/22 5/23	農業科学院農業工学部	李 公仁, 李 龍範 李 尚奉 他	京畿道水原市勸善区水仁路 150
5/23	江華郡農業技術センター 農業機械賃貸事業所	Seo Ilwhan, 李 公仁, 李 龍範, 李 尚奉 他	仁川広域市江華郡佛恩面中央路 742-2
5/23	江華郡朝鮮人参栽培農家 および稲作農家	Han Hongyol Namgong Hyuncho	江華郡江華邑南山里近郊（朝鮮人参） 江華郡良道面乾平里近郊（稲作）

4. 調査結果の概要

5 月 21 日に水原市の農業科学院農業工学部の植物工場研究棟を見学した。翌日 22 日は農業科学院農業工学部 4 階の講堂にて日韓交流セミナーが開催された。23 日の午前には研究担当者間で共同研究打ち合わせ会議を行い、今後の日韓共同研究に関する話し合いと前日の交流セミナーの報告内容に関する追加の質疑が行われた。午後は江華郡近郊の農業技術センター農業機械賃貸事業所、朝鮮人参栽培農家および田植え作業の見学を行った。24 日午前、江華郡の農業現場や農作業を主に車中から見学した。

1) 農業科学院農業工学部植物工場研究棟

水原市農業科学院農業工学部敷地内にある植物工場研究棟施設（図 1）を見学した。3 階建ての建物は完全閉鎖型の植物工場の研究棟であり、播種、調製、収穫までを自動（一部半自動）で行える。基本的な構造は、蛍光灯ランプ、または LED を使用した多段式のもので、主にレタス等

の葉菜類を栽培しているとのことであった。建物 2 階には生育実験室があり、赤色 LED と青色 LED の比率を調整することで、生育にどのような影響があるか試験を行っていた（図 2）。韓国のロッテマート（大型ショッピングセンター）などでは、店内に実験的に完全閉鎖型植物工場を建設しているところもあり、韓国国内の認知度も高いようであった。



図 1 植物工場研究棟外観



図 2 生育実験室（2 階）

2) 研究交流セミナー

本セミナーは農業科学院農業工学部 4 階の講堂で開催された（図 3）。参加者は、韓国側が農村振興庁、地方自治体、大学、生産メーカーなど約 80 名、日本側が松尾評価試験部次長を始めとする 6 名であった。本セミナーはセッション 1 として「農業機械の安全性向上技術研究」の報告が、セッション 2 では「農業機械の試験評価技術向上研究」の報告がそれぞれなされ、最後に総合討議が行われた（図 4）。



図 3 研究交流セミナー会場の様子



図 4 研究交流セミナーの総合討議

（１）セッション 1：農業機械の安全性向上技術研究

a. 農業機械の事故実態および軽減方法（農業科学院農業工学部 金 秉甲 氏）

農業機械事故実態の把握および原因分析など基礎資料の確保を目的に、韓国で行った農作業事故調査の結果が示された。韓国での事故機種種の分析、事故頻度、時間帯別の事故発生割合等の詳細な報告が行われた。

b. 農業機械リスク低減のための研究（特別研究チーム（安全）安全人間工学 志藤博克（図 6））

農業機械のさらなる安全性向上を図るため、機械安全に関する国際規格に示されている本質的

安全設計の考え方に照らし、現状の農業機械に潜在する課題を抽出し、改善への可能性について整理した研究成果を報告した。予測可能な誤使用の例や、ユーザーのリスク許容レベルおよび安全装備へのコスト意識についての調査結果と併せ、主要な機種について今後改善が望ましい課題について示した。

c. 農用トラクタ運転教育用シミュレータの研究

(農業科学院農業工学部 金 有容 氏)

農業機械の人的要因による事故防止を目的に、農業機械事故を予防するための制度の導入や安全のための教育システム導入が必要とされており、農業機械の安全教育として使用できるシミュレータの構成や画像装置等の研究に関する報告が行われた。セミナー後、試作機を体験することができた。試作機は、前面にディスプレイ 3 台を配置し、運転席で操作することで、ディスプレイ上に走行コースが展開するようになっている(図 5)。



図 5 運転教育用シミュレータ

d. 農業機械の安全標識・操作表示の評価方法と改善研究 (評価試験部次長 松尾陽介 (図 6))

農業機械の安全標識・操作表示を多くの人が直感的に共通的に認識できるものとするを目的に、現行の農業機械に使用されている標識・表示の分類・整理方法、課題の抽出結果、問題点・課題の対応・解決方法、認識性の評価方法の報告を行った。

e. 農業機械の安全標識および操作表示の改善研究 (農業科学院農業工学部 金 亨權 氏)

農業機械の大型化、高性能化、安全標識が統一されていないために起こる使用者の混乱を解消することを目的とし、安全標識・操作表示の認識性向上のため、KS (韓国国家規格)、ISO 基準の安全標識・操作表示導入の検討内容や使用者実態調査結果、鑑定基準の改善案等の報告が行われた。

(2) セッション 2 : 農業機械の試験評価の技術向上研究

a. 農用トラクタの省エネ性能評価方法 (評価試験部原動機第 1 試験室 手島 司 (図 6))

農用トラクタの省エネルギー性能を機種間で比較し、客観的に評価する方法を確立することを目的とし、農業機械の耕うん時燃費を台上 PTO 負荷試験により再現・測定する方法や、旋回時燃費をほ場から舗装路面上に置き換えた際に乗ずる係数の算出方法等の内容を報告した。

b. 韓国の農業機械の排出ガス規制制度の導入

(農業技術実用化財団 農業機械検定チーム 金 官禹 氏)

韓国における農業機械の排出ガス規制は 2013 年から Tier-3 基準で開始され、2015 年からは排出ガスの規制値が強化された Tier-4 基準が導入される予定となっているが、日本では試験を行わない機関出力 19kW 以下の機関に対しても規制することとであった。試験方法は Tier-3 ではディーゼル特殊自動車 8 モード法が適用され、Tier-4 では NRTC が適用される予定であり、農業技術実用化財団では生研センター評価試験部と同様に排出ガス試験の認証を行う設備が整っている。2013 年に Tier-4 基準対応の全量希釈トンネル設備が導入される予定との報告が行われた。

c. 農業機械排出ガス試験評価方法 (評価試験部原動機第 2 試験室 西川 純 (図 6))

日本における農業機械の排出ガス規制の歴史、規制策定の流れ、規制年度毎の試験方法や規制値の移り変わりの説明を行った。日本ではすでに出力 56kW 以上機関において NRTC による排出ガ

ス試験方法が開始されており、DPF のような後処理装置の装着が必須となってくる。生研センターとしては試験方法や排出ガス低減技術に対応しながら試験研究、検査・鑑定を実施する予定であることを報告した。



図6 生研センターからの報告者（左から志藤、松尾、手島、西川）

3) 共同研究打ち合わせ会議

農業機械の安全性に関わる共同研究の研究協定は2012年末で期限が切れるため、今後の共同研究の方向性としてのテーマ拡大や、新たな研究協定の締結等に関する協議と、今後の研究者交流に関して、日程や対応者等の確認が行われた。また、5/22に開催された日韓研究交流セミナーの内容についても意見交換を行った（図7）。



図7 打ち合わせ会議の様子

（1）今後の共同研究の方向、研究協定書の締結等に関して

- ・韓国側から、2012年12月で研究協定の契約が切れるが、今後も共同研究を継続していきたいと考えている。共同研究内容に関しては、今まで安全を中心テーマにしてきたが、分野を広げ、包括的な内容で、その年のトレンドにあったテーマに沿ってセミナーを行う方式、または事前にテーマを設けて今までのようなセミナーを行うという方式で行いたいとの提案があった。

- ・日本側からは、農作業安全、事故防止に関しての協力や情報交換等は今後も行えればと考えている。そのために、研究協定の再締結も必要と考える。安全関係以外の新たなテーマを挙げ、これまでと同様の規模・内容のセミナーを定期的に開催する研究協力は、震災対応などがあって当面は十分な対応ができないと思われるが、専門家数名の派遣により情報交換を行うという形の対応は可能と考えている。また、農業技術実用化財団（FACT）とは、安全鑑定等の相互認証を目標にした協力は継続していく。FACTとは省エネ性能や排ガス測定における協力も行いたいと考えている、と返答した。

- ・韓国側から安全分野以外について、協定の内容を専門家の交流ということで締結するということがよろしいか。今までは、韓国の「災害予防科」と生研センターの「評価試験部」の協力体制であったが、今後は、その分野を広げたいとの要望があった。

・日本側からは園芸関係シンポジウムなどの開催により情報交換を行う対応であれば可能と考える。協力の内容が具体的な機械技術の話まで及ぶことになると、生研センターでは農機メーカーと緊プロを行っていることもあり、パテントのことなどで問題が生じる場合があるのではと考えている。そこは評価試験部の対応ではなくなるので、生研センター内での調整が必要であるため持ち帰り検討したい、と回答した。

・韓国側から、安全関係の研究協定に関しては再締結したほうが良いと考えるが、2013 年 1 月からの発効が必要なら、今年中に締結が必要なのでは、という質問があった。

・日本側からは、そのように締結しても良いと考える。しかしながら、相手方に出向いての締結ではなく、書面の確認を双方で行うことになる。全体的な研究協力に関する協定書の一項目に、安全関係を含める形になる可能性もある、と回答した。

（２）2012 年度研究者交流に関して

・韓国側から GPS と画像情報を利用した安全運転支援装置に関する情報収集のため研究者 1 名を派遣したいとの提案があった。

・日本側は、目的が GPS と画像情報を利用した安全運転支援装置に関する情報収集ということであれば、基礎技術研究部メカトロニクス研究単位の協力が必要と思われ、予定を確認する、と回答した。

・時期については 2012 年 9 月に、日本側の都合の良い日に派遣することで合意した。

（３）5/22 開催のセミナー内容等について（意見交換）

・日本側から、韓国の農作業事故件数、または農業機械事故による死亡者数はどの程度か、と質問し、

・韓国側から、統計データが無いので正確な数字は不明だが、発生率から推測すると韓国の農作業事故死亡者数は日本の 30%程度と考えられる。今のところの韓国の状況では、農作業死亡者を明確に減らすというのは難しい。なぜならば、韓国では高齢農業者の割合が現在増えているところであり、横ばいであるのは良い方なのではないかと考えている、との回答があった。

4）農業機械賃貸事業所と現地農業

（１）江華郡農業技術センター農業機械賃貸事業所

韓国農業科学院農業工学部のある水原から北西部に車で約 2 時間（約 100km）の江華郡農業技術センター農業機械賃貸事業所を見学した（図 8）。本事業所は 2000 年に設立され、レンタル機械としては畦塗り機、大豆スレッシャ、ディガ、マルチャ、播種機、ポテトハーベスタ、歩行用トラクタ等を主に取り扱っている。賃貸事業の他、修理補助事業や溶接、安全教育も行っているとのことであった。2000 年のレンタル台数が年間 177 台であったのに対し、2011 年では 4,899 台と大幅に増加しており、その需要の高さが伺えた（図 9）。貸し出しは必ず電話或いはインターネットによる予約で受け付けている。また、故障等で農機が貸し出せない場合を想定して、それぞれの機種で保有台数の 10%の機械は事業所に残しており、農家に滞りなく貸し出すことを心掛けているとのことであった。貸し出しはトラクタに取り付けて使用するアタッチメント式の作業機が多く、貸し出し後、故障して返ってくることは滅多にないという話であった。賃貸料は前払いの現金決済なので、天候の都合などにより予定よりも早く返却されたときに、その分を払い戻すよう要求されることがよくあるが、現在のところ、返金できる仕組みがないとのことであった。



図 8 江華郡農業技術センター
農業機械賃貸事業所の外観

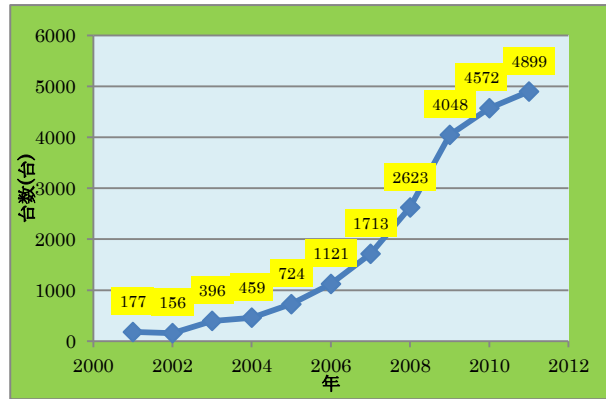


図 9 年別レンタル台数の推移

(2) 朝鮮人参栽培農家

江華郡近郊にある朝鮮人参農家を訪問した(図 10)。この農家では朝鮮人参を計 2 ha ほど栽培しており、今回見学したほ場には播種後 6 年目の朝鮮人参が栽培されていた。朝鮮人参は 6 年目のものが高級品として取り扱われる。栽培には長期間を要し、一度作付けするとその後に中耕管理ができない。また、品質が土壌によって決定されるため、細心の注意を払って行う作付け前の土壌作りが肝心であり、収穫後は土壌の栄養分が損失してしまうため、その後朝鮮人参を作付するためには土づくりに 2 年は必要とのことであった。さらに、日光が当たりすぎると朝鮮人参の生育に悪影響がでるため、畝ごとに手製の遮光屋根が設置されている。収穫は機械で行い、地上部を刈払機等で切断後、オニオンハーベスタのような専用機械で収穫する。収穫機は前述の農業機械賃貸事業所からレンタルしているとのことであった。価格は約 10 株で 12 万ウォン(約 8,400 円)であり、高値で買い取られている。しかし、6 年の間に病気や天災で収穫できないようになることもあり、朝鮮人参の栽培はハイリスク・ハイリターンであるとのことであった。



図 10 江華郡朝鮮人参農家

(3) 田植え作業

朝鮮人参栽培農家からすぐ近くにある農家の田植え作業を見学した。江華郡の 1 戸当たりの作付面積は約 2 ha、1 区画は 10~20a とのことであった。苗の運搬にはトラクタ後部に取り付けた専用のアタッチメントを使用しており、一度にトレー 50 個を運搬できる(図 11)。この農家では日本メーカーの田植機が使用されており、苗供給や植付は日本と同様の方法で行われていた(図 12)。



図 11 苗運搬用アタッチメント



図 12 江華郡の田植えの様子

5. 収集資料

- 1) 第 7 回研究交流セミナー講演要旨
- 2) 江華郡農業技術センター農業機械賃貸事業所の資料

IV. IFT12 への参加並びに米国西部稲作地帯における 水稻種子生産とポストハーベスト技術の調査

生産システム研究部 乾燥調製システム研究単位

研究員 野田崇啓

1. 目 的

北米で開催される食品科学技術者学会と展示会に参加し、研究課題「水稻種子等高能率消毒装置の開発」の学会発表を行う。また、アメリカ合衆国農務省西部研究所、カリフォルニア稲作試験場等を訪問し、水稻種子消毒、およびポストハーベストに関する取り組みを調査する。

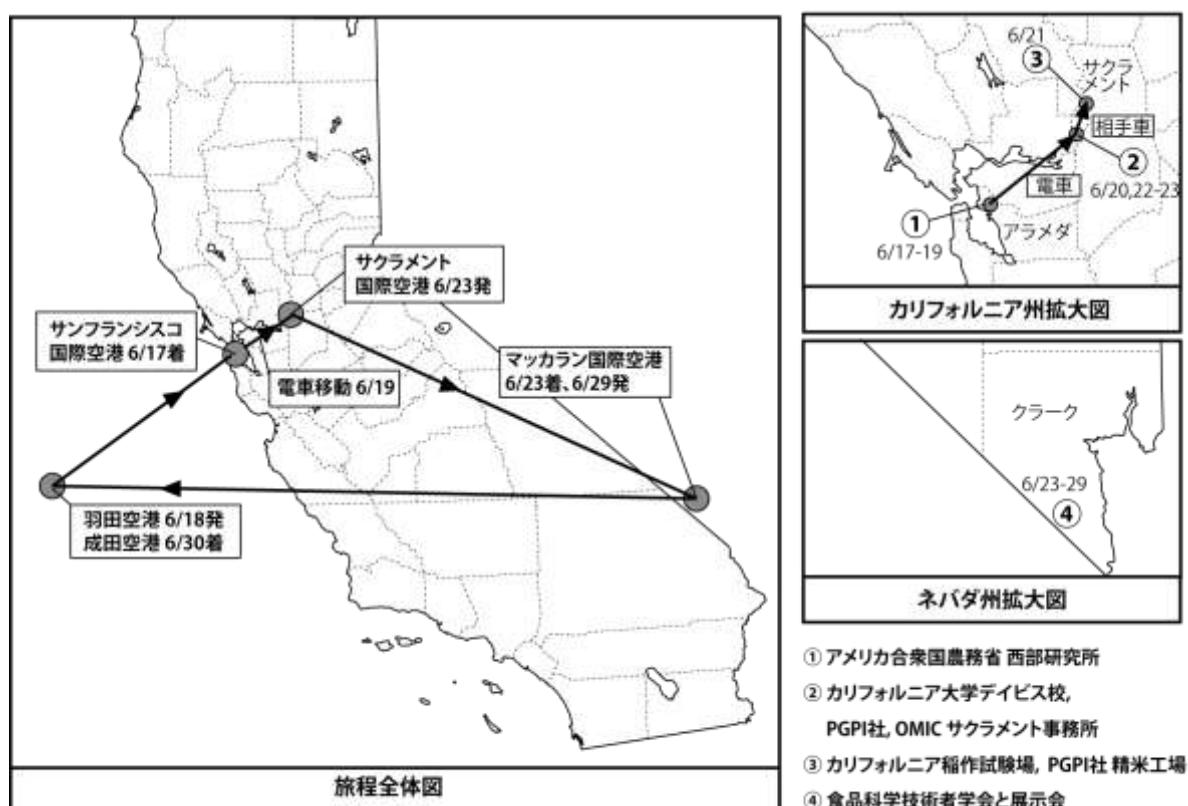
2. 調査日程

平成 24 年 6 月 17 日～30 日（14 日間）

日数	月 日	都 市 名	時 間	交 通	摘 要
1	6/17（日）	羽田 → サンフランシスコ → バークレー	24:05 → 17:20 → 19:00	AA5816 相手車	移動日 [バークレー泊]
2	6/18（月）	バークレー		相手車	アメリカ合衆国農務省 西部研究所訪問 [バークレー泊]
3	6/19（火）	バークレー → デイビス	13:00 → 15:00	電車	資料整理 [デイビス泊]
4	6/20（水）	デイビス → サクラメント	16:00 → 17:00	相手車	デイビス校 訪問 OMIC サクラメント訪問 [サクラメント泊]
5	6/21（木）	サクラメント → ウィリアムズ → コルサ → サクラメント	08:30 → 10:00 → 14:00 → 19:00	相手車	カリフォルニア稲作試験 場および精米工場訪問 [サクラメント泊]
6	6/22（金）	サクラメント → ウッドランド → サクラメント	10:30 → 11:00 → 18:00	相手車	PGPI 社訪問 [サクラメント泊]
7	6/ 23（土）	サクラメント → ロサンゼルス → ラスベガス	18:00 → 19:30 → 22:30	AA3101 AA1048 タクシー	打合せ・資料整理 [ラスベガス泊]
8	6/24（日）	ラスベガス			資料整理 [ラスベガス泊]
9 ～ 13	6/25（月） ～ 6/28（木）	ラスベガス		モノレール	食品科学技術者学会と展 示会参加、学会発表 [ラスベガス泊]
14 ～ 15	6/29（金） ～ 6/30（土）	ラスベガス → ロサンゼルス → 成田	07:20 → 12:25 → 15:50	AA1075 AA169	移動日 [6/29 機内泊]

3. 主な訪問先と対応者

訪 問 先	対 応 者
アメリカ合衆国農務省西部研究所（バークレー）	Dr. James Pan, Dr. Wally Yokoyama
カリフォルニア大学デビス校（デビス）	Dr. Zhongli Pan, Dr. Griffiths
OMIC サクラメント事務所（サクラメント）	豊泉 健
カリフォルニア稲作試験場（ビッグス）	Dr. Kent Mckenzie
PGPI 社 精米工場（コルサ）	George Graham, Ron Bruggman
PGPI 社（ウッドランド）	Dr. Yoshi S Mochizuki 他
食品科学技術者学会と展示会（ラスベガス）	William L. Ghirardelli 他



旅 程

4. 調査結果の概要

1) アメリカ合衆国農務省西部研究所 (USDA Western Regional Research Center)

アメリカ合衆国農務省西部研究所では、①食による健康促進を図るための作物育成と食品開発、②バイオテクノロジー技術を利用した新規食品や新製品の開発、③環境保全のための防除技術や効率的な食品製造技術の開発を行っている。本研究所を訪問し、食品加工研究室の James Pan 氏と研究に関する情報交換を行った。James 氏の研究室では、食品の栄養および加工に関する研究を主に行っている。民間企業との共同開発も行っており、ひら豆を利用してタンパク質を増強したシリアルなどを市販化している。その他、食物繊維を含んだ食品とダイエットに関する研究、小麦代替食品として主にグルテンフリーの食品開発の他、米の膨化、赤外線加熱による食品加工技術の研究開発を行っている。

研究施設では、温湿度を任意に設定できる恒温恒湿器（図 1）を見学した。本器を利用して、各種の食品に対する品質と乾燥条件の最適化に関する研究を行っている。その他、エクストルーダ方式の圧縮成型装置、米粒切片を作成するために用いたミクロトーム（図 2）などを見学した。現在は日本人の研究者は在籍していないものの、過去は民間企業や食品総合研究所からの任期付研究者がいたとのことである。近年はブラジルや中国からの研究者が多いとのことであった。



図 1 恒温恒湿器



図 2 ミクロトーム

2) カリフォルニア大学デイビス校

カリフォルニア大学デイビス校は、カリフォルニア州デイビスにある州立の総合大学である。同大学の生物農業工学課 (Biological and Agricultural Engineering Department) の Zhongli 氏と Griffiths 氏を訪問し、米のポストハーベストに関する情報交換を行った。Zhongli 氏は、カリフォルニア共同米研究財団法人 (California Cooperative Rice Research Foundation) からの委託研究として、カリフォルニア米のポストハーベスト研究を行っている。また、赤外線乾燥に関する専門家である。同研究室にて、赤外線加熱を利用した穀物乾燥技術に関する研究内容を伺った。また、日本で実用化した遠赤外線乾燥機について、遠赤外線の穀物への照射方法や放射体の設置位置などについて情報提供を行った。同研究室では、赤外線加熱を利用した研究として、トマトのピーリング、良質なアボガドオイルを抽出するためのアボガド加熱処理による酵素失活に関する研究などを行っている。Griffiths 氏の案内のもと実験室を見学し、触媒燃焼を利用した赤外線加熱乾燥試験装置（図 3）、高電圧パルス電界装置（図 4）、UV-B パルス発生装置、真空乾燥機などの試験装置と各種試験装置を用いた試験成果などについて話を伺った。



図 3 赤外線加熱乾燥試験装置



図 4 高電圧パルス電界装置

3) OMIC サクラメント事務所

OMIC サクラメント事務所は、カリフォルニア米輸出時の品質検査を行う政府第三者機関である。同事務所の事務局長である豊泉氏より、事業内容の紹介を受けた。

アメリカでは穀物輸出において小麦、オオムギなどの 9 品目は「Grain」と呼ばれ、国営検査が義務付けられている。しかし、米は「Grain」の中に規定されておらず、第 3 者機関が品質検査を行い、売買時の品質証明を行っている。

カリフォルニア米の多くは、サクラメントバレーで生産されており、その米は 94% が中粒種である。カリフォルニア米の輸出時には、ポートランドとサクラメントにある港に運ばれ、精米の状態で約 2 カ月かけて日本へ輸送される。日本への輸出米は、ミニマムアクセスで義務付けられている 72 万トンのうち、10 万トンは売買同時入札制度（外国の精米業者、輸入資格を持った商社、日本国内卸の三者が組んで、292 円/kg を上限とするマークアップ（輸入差益）を国に支払って落札する制度）の SBS 米、残りは販売先が決まっていない MA 米である。

SBS 米については、買い手の需要により検査項目は様々であり、GM 検査や農薬検査はもちろんのこと、精米白度などについても日本製の測定機器を用いて検査を行い、検査証明書を発行している。MA 米は、日本政府からの委託のもと、貿易商社が米を日本国内へ輸入し、その後政府米として競争入札される。MA 米は、中粒種の米（品種や産地は問わない）であり、日本米の基準において 2 等米以上の品質であることが規定されている。

SBS 米や MA 米は、ほぼ全てが加工用の米であるが、近年は日本食ファストフードや回転寿司などが炊飯米としての利用を検討しているとのことである。

4) カリフォルニア稲作試験場 (Rice Experiment Station)

カリフォルニア稲作試験場は、カリフォルニア共同米研究財団法人が運営する水稻研究所であり、カリフォルニア州で既に栽培されている品種、あたりに開発・育成された品種の原種生産と販売を行っている。OMIC サクラメント事務所の豊泉氏とともに、同試験場を訪問し、場長の Kent 氏の案内のもと、業務内容の紹介を受けるとともに所内を見学した。

カリフォルニア州では、遺伝的形質が明確であり他品種や雑草種子等の混入の無い純正な種籾の量産化と稲作農家への広範な普及を目的とした原種プログラム (Foundation Seed Program) が布かれており、同プログラムは、カリフォルニア共同米研究財団法人とカリフォルニア大学デイビス校の原種認定制度との共同事業として遂行されている。カリフォルニア州の水稻種子生産農家は本試験場で生産された原種を購入し、種子生産を行っており、原種は水稻種子生産農家への配布前に種子消毒が行われている。

カリフォルニア州の水稻種子消毒の現状について、同州は温暖で乾燥した気候のため、日本ほど種子伝染性の病害は多くないが、現在問題となっているのがばか苗病である。その種子消毒方法として現在登録されているのは、6 % の次亜塩素酸ナトリウム（以下、

Bleach) 溶液による浸漬消毒方法である。具体的な処理として、6 %の Bleach 溶液に種子を 2 時間浸漬してからその溶液を排出して、その後、種子を水中で 24 時間浸漬処理を行い乾燥させる。しかし、この処理方法は植物の成長の抑制を妨げることが明らかになったため、現在は 2.5% Bleach 溶液に 24 時間漬ける方法が取られている。この方法では、前者に比較して、防除効果（防除価：85～95%）が高く、また操作も簡便であるとのことであった。稲試験場での原種の種子消毒では、もっぱらこの方法が行われている。

施設見学では、主として種子消毒施設を調査した。種子消毒施設には、Bleach 原液（濃度 12.5%）タンク（図 5）、種子タンク、および種子消毒用ポンプ（図 6）があった。原液タンクは容量 1.25kL であり、原液タンク下部の排出口をポンプと接続し、ポンプ内で水と混合して 2.5%濃度に希釈した後、種子を張り込んだ金属製のタンク（最大張込量 500kg（粃）程度）内へ溶液を投入し、種子消毒を行う。種子タンクの底面は安息角が設けられた多孔板でできており、タンク底部から溶液を排出後、同じ容器を用いて通風乾燥処理を行い、農家へ販売する。

研究所内の圃場は、播種から 2 週間から 1 カ月程度経過していた。Kent 氏は時々圃場を見回り、稲の生育状況やばか苗病の発生状況を調査しているとのことである。

その他、収穫後の市販種子を乾燥する乾燥ビンを見学した。こちらでは乾燥用の熱源として天然ガスを用いている。また、施設内には大型の太陽光発電パネルが設置されており、ウェブブラウザからリアルタイムで発電量などを確認できる。



図 5 Bleach 原液タンク

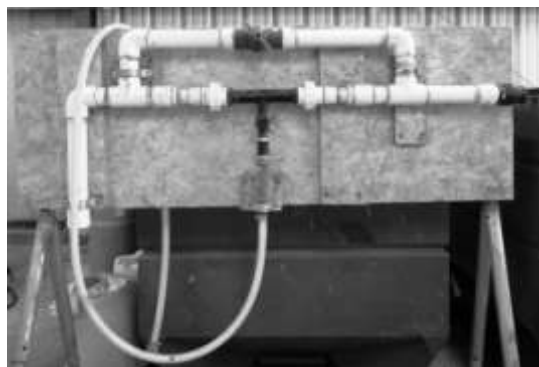


図 6 種子消毒用ポンプ

5) PGPI 社精米施設 (PGP International Rice Colusa Milling Facility)

PGPI 社は米の加工を主として行う民間企業であり、訪問先の精米工場は、乾燥施設から搬入された粃の粃すり、精米、選別を行う施設である。

同精米工場は、もち米の処理が 7 割、うるち米の処理が 3 割であり、PGPI 社の特徴であるもち米の処理が多いという特徴がある。処理量は、おおむね 10t/h の施設である。

荷受け段階では、重量、水分、虫の混入、焼け米などをチェックし、金属探知機、石抜き機、粗選別機を通過後、粃すりされる。粃すり機は日本企業製である。その後、精米が摩擦式、研削式（図 7）によって行われる。米の種類（うるち米、もち米）によって精米回数と順番を変更している。精米後は、インデント式の選別装置で碎米を取り除いた後、色彩選別機を通過し、製品として出荷される。色彩選別機は、2008 年にアメリカ国内で多発した黄変米に対応するため、RGB のカラーセンサを備えた色彩選別機（図 8）を導入した。その後、専用のバックに入れられ、出荷まで倉庫内で保管される。

本施設では、うるち米ともち米を同じ機械で取り扱っているため、コンタミに関して大変留意している。各種の清掃はもちろんのこと、残留の少ない、スクリュ搬送機を導入している。

精米後の米は、整粒（Head rice）、碎米（2nd Head）、くず米（brewery）に大別され、それぞれに価格が設けられている。碎米は米粉への加工に使えるほか、近年は発泡酒用の原料としても利用が進んでおり、価格が高騰しているとのことであった。その他の副産物として排出される糠と粃殻について、粃殻は、近隣の粃殻発電プラントの燃料となり、糠は家畜などの餌として加工利用されている。



図 7 研削式精米機



図 8 色彩選別機

6) PGPI 社（PGP International in Woodland）

同社の商品開発部長である、Dr. Yoshi .S. Mochizuki 氏を訪問し、米製品の商品開発および原料となる米生産の概要を伺った。同社は、主としてもち米などを加工利用した商品開発を行っており、もち米粉やシリアルバーの原料となるライスクリスプ（図 9）などを製造している。日本向けの商品として、従来からホットケーキミックスを製造し、輸出している。同社は専用の精米工場を保有し、契約農家からの米の購入を行っている。

米に関する現状を伺ったところ、現在では、アメリカやヨーロッパに小麦のグルテン患者が多く、その代替食品（グルテンフリー素材）として米が注目を集めている。また、欧米では、米は健康食品として認識されているようである。

日本への米製品の輸出について伺ったところ、関税の問題以外にも、日本はコンタミや製造安全性などに厳しい基準があり、モチ米粉などの日本向けの製品製造には、日本仕様の容器などを用いて対応しているとのことであった。

その後、同社の加工工場を見学した。工場では、エクストルーダ式造粒成型機によるライスクリスプの製造ラインおよび米粉製造のラインを見学した。米粉製造のラインでは、製造する米粉の粒度によってジェットミルやロールミルなどの粉碎機を使い分けている。

工場施設内は HACCP システムのもと、異品種や金属などのコンタミ防止対策が厳密に行われており、金属混入については、磁石のセパレータが製造ラインに対して複数回行われていた。



図 9 PGPI 社のライスクリスプサンプル

7) 食品科学技術者学会と展示会 (IFT Annual Meeting & Food Expo)

食品科学技術者学会と展示会は、世界最大規模の食品関係の学会と展示会である。同学会では、国際的に有名な大企業の CEO 等の基調講演が行われるとともに、食品化学、食品微生物学、食品工学など食品に関する各分野での口答発表とポスター発表が 100 のセッションに分かれて開催された。ポスターの発表点数は約 1,200 点であった。

また、同時開催の食品展示会では、900 以上の民間企業が参加し、機能性食品、加工食品、食品機械など 1,900 以上の展示が行われた。

筆者は、同学会の食の安全に関するポスターセッションにて、種子消毒に関する研究内容の発表を行った (図 10)。発表時には、約 10 名の来場者から質問を受けた。質問者からは、農産物表面の微生物は、種子に限らず食品分野でも問題となっているため、技術的な応用ができるのでは、とのアドバイスを得た。

口答発表では、主に食品工学、食品微生物学、トレーサビリティに関するセッションに参加し、放射線を利用した食品殺菌装置の開発、非加熱殺菌技術などの研究を傍聴した。

食品展示会では、ドイツの民間企業による蒸気を利用した食品殺菌装置の展示があり、情報交換を行った。本装置は、アフラトキシンなどで問題となっているナッツ類の表面殺菌を行うため、蒸気の凝縮熱を利用して加熱殺菌を行っており、同社は処理に CCP (Controlled Condensation Process) と名付けていた (図 11)。殺菌後の乾燥の手間を省くため、蒸気を用いているとのことであった。

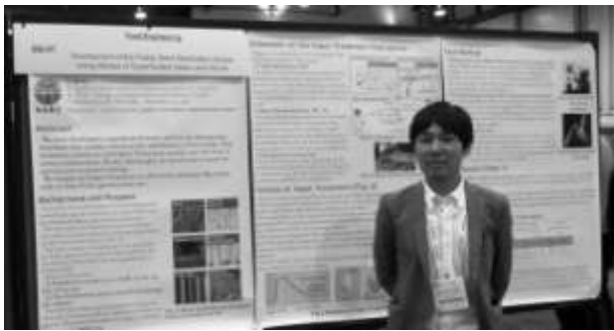


図 10 ポスター発表の様子



図 11 CCP 食品殺菌装置
(カタログより抜粋)

5. 収集資料等

- 1) アメリカ合衆国農務省 西部研究所要覧
- 2) カリフォルニア稲作試験場資料 -カリフォルニア州でのばか苗病について-
- 3) Carifornia Rice Commission カタログ
- 4) Carifornia 州倉庫協会 米の標準計測法
- 5) PGPI 社カタログ
- 6) IFT12 Digital Book of Abstract
- 7) IFT12 出展企業カタログ (BUHLER 社 CCP 食品殺菌装置等)

V. 国際会議 CIGR-AgEng2012 発表参加および先端施設園芸技術調査

園芸工学研究部 施設園芸生産工学研究単位

主任研究員 林 茂彦

1. 目 的

農業工学に関する国際会議 CIGR-AgEng2012（開催地：Valencia Conference Centre, Valencia, Spain、開催期間：7月8～12日）において、緊プロ事業で開発した移動型のイチゴ収穫ロボットの構成と収穫性能について、口頭発表（Title:Development of a movable strawberry-harvesting robot using a travelling platform）を行う。また、オランダワーゲニンゲン UR が中心となって開発しているパブリカ収穫ロボット、並びに移動栽培技術など最先端の施設園芸技術情報を収集する。

2. 調査項目

- 1) CIGR-AgEng2012 における研究成果の発表（Development of a movable strawberry-harvesting robot using a travelling platform）と、諸外国の先端研究情報。
- 2) Wageningen UR における施設園芸生産技術。

3. 調査日程

平成 24 年 7 月 4 日～14 日（11 日間）

日数	月 日	都 市 名	調査先・調査内容	摘 要
1	7 / 4（水）	Narita Wageningen	移動（Amsterdam 経由）	航空機、列車 Wageningen 泊
2	7 / 5（木）	Amsterdam	Wageningen UR セミナー 研究施設見学	Wageningen 泊
3	7 / 6（金）	Amsterdam	Greenhouse Horticulture 施設見学 移動ベンチ農家見学	Wageningen 泊
4	7 / 7（土）	Wageningen Amsterdam	移動	列車 Amsterdam 泊
5	7 / 8（日）	Amsterdam Valencia	移動 国際会議登録	航空機 Valencia 泊
6	7 / 9（月）	Valencia	国際会議参加	Valencia 泊
7	7 / 10（火）	Valencia	国際会議参加	Valencia 泊
8	7 / 11（水）	Valencia	国際会議参加	Valencia 泊
9	7 / 12（木）	Valencia	国際会議参加	Valencia 泊
10	7 / 13（金）	Valencia	移動（Paris 経由）	航空機
11	7 / 14（土）	Narita	移動	航空機

4. 主な訪問先と対応者

調査先	対応者	住所および連絡先
Wageningen UR CIGR-AgEng2010	Dr. Bontsema	http://www.wur.nl/UK/ http://cigr.ageng2012.org/

5. 調査結果の概要

1) CROP プロジェクト(Wageningen UR Greenhouse Horticulture)

Wageningen UR 施設園芸部門が推進する CROP プロジェクトは、2010 年 10 月に開始したプロジェクト（研究期間 4 年）で、高付加価値作物のロボット収穫と持続的生産のための知的センシングとマニピュレーションの実現を目指す。パプリカのほか、リンゴ、ブドウを対象に汎用的に利用できる収穫ロボットを開発する。走行部となるプラットフォーム部分は Canopy spraying system としても利用する計画である。Wageningen UR が中核機関を務め、Wageningen UR を含め 10 カ国 14 機関がパートナーとなっている。特筆すべきは南米のチリが参画していることである。チリはブドウの生産量が 620 万トンで、そのうち 84 万トンを輸出している。いずれも世界一である。プロジェクトの全体予算は 1,020 万€で、75%は EU が負担し、残り 25%を生産者が負担する。7 月上旬にクロアチアで評価会議があり、良好の評価を得て継続が承認された。

Wageningen UR はパプリカの収穫ロボット開発を担当している（図 1）。これまでに世界各国で実施された収穫ロボットの研究開発プロジェクト（48 事例）を、作物別、システム設計の有無、部品の開発手段、マニピュレータの軸数、作業時間、成功率などを分析した。その結果、対象作物はオレンジ、リンゴ、トマトが多く、花生産の収穫ロボットは 2 事例のみであった。ロボットの自由度は 3 軸が最も多かった。また、経済分析では、パプリカ収穫ロボットの能力を、稼働時間 20h/day、サイクル時間 6s/fruit、収穫成功率 95%と想定した場合、損益分岐点となるロボット 1 台の価格は 180,000€と試算している。

パプリカ用のハンドは、長さ 10cm の三角形で 6 つの小室に仕切られ、対象物を把持すると自然に湾曲する構造で、EU パテントとなっている（図 1）。ハンドは圧縮空気により開閉する。パプリカの場合、果柄を切断することにより主茎から果実を切り離す必要があるが、開発中のロボットハンドには果柄切断に関する特段のアイデアはない。



図 1 パプリカ収穫ロボット

マニピュレータは後述する Bleiswijk のパプリカ農家(Vollebregt)で調整中であるが、プラットフォームは Wageningen UR にあつてマシンビジョンの研究（障害物認識と回避方法）を進めている。具体的には複数フィルタを使ったマルチスペクトル画像、バンブルビー、Time-off flight (MESA) の画像を比較して果実検出を試みている（図 2）。射光部は左右に可動する構造である。マ

ルチスペクトル画像の解析により、波長別の認識（葉、農業資材、果実、茎、葉柄）を行い、900nm 以上の波長領域で果実認識が良好なことを確認した。Kinect sensor も試したが、太陽光の影響が大きく利用を断念した。識別対象物のうちソフト障害物とハード障害物の区別する方法に取り組み、例えば、葉や葉柄はソフト障害物として認識し、ロボットによる採果の際に上下に動かすことができ、これにより収穫成功率の向上を図るという考え方である。

マニピュレータは主茎などの障害物の回避機能を実現するため 9 軸を有する。プラットフォームの軸も制御すれば 10 軸となるが、採果時にカートの制御は行わない計画である。プラットフォームに枕地移動の機能はない。オランダの施設園芸では、走行台車などを自動で枕地走行させる技術が確立されているため、将来的にはそれらの技術との組み合わせる方針である。実験で用いているマニピュレータは、ミュンヘン工科大学（ドイツ）が設計した試作 1 号機（図 3）で、現在は 2 号機の開発も平行して取り組んでいる。マニピュレータ内部にはグリッパの開閉用の圧縮空気のチューブが挿入されている。マニピュレータは今後暫く農家でテストを続け、ベルギーでリンゴ収穫試験に適用した後、10 月頃に Wageningen UR に戻る予定である。

Vollebregt は CROP プロジェクトの現地サイト（図 4）で、黄色のパプリカを 5ha 規模で生産している。品種は Stayer の 1 品種なので導入先の選定としては最適である。黄色のパプリカは緑から黄色に変わるが、この着色判定が難しく、画像処理は確立されていない。パプリカの出荷は 3 月から 11 月で、収穫初期は 90% 着色で出荷するが、夏の時期は 50% 着色で出荷する。



図 2 マシンビジョン



図 3 マニピュレータ部



図 4 パプリカ農家

2) Wageningen UR (Wageningen)

Wageningen UR Farm Technology group と Greenhouse Horticulture が共同で研究を進め、CROP プロジェクトの他、トラクタのマスタースレーブ運転（EU プロジェクト、予算 350,000€、研究期間 1.5 年）、Food Packaging system（EU プロジェクト、予算 12.5 million€、研究期間 2012～2016 年）、鉢物の 2D Phenotyping、株間除草、アリストロメリアやチューリップの X 線診断、野良イモ防除技術、牧草地の雑草除去、鶏舎における卵検出などの研究を行っている。このうちマスタースレーブ制御用のトラクタは 380HP で、見学した当日にマスタ側のトラクタ（ドイツ CLAAS 製、無償供与）が納品された（図 5）。今秋から開始予定の Food Packaging system は、選果場の flexibility の向上を目的とし、Evaluation モジュール、Pick-up and place モジュール、Flexible packaging モジュール（デンマーク開発担当）から構成されており（図 6）、今後の成果が期待される。



図 5 マスタ用トラクタ

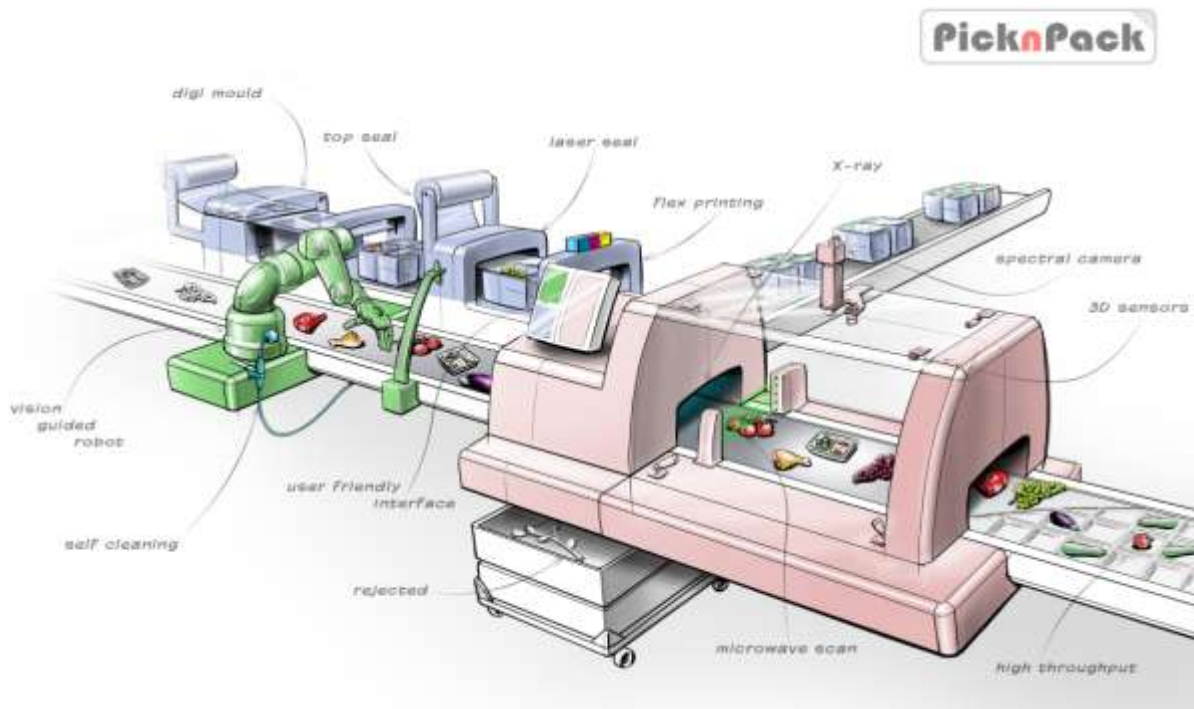


図 6 Food Packaging system のコンセプト

3) Wageningen UR Greenhouse Horticulture (Bleiswijk)

施設園芸部門の一部は、オランダ南西部の Bleiswijk にある。Wageningen が基礎研究を主にするのに対して、Bleiswijk は実践研究を担当する。植物生理学をベースにした環境制御や栽培技術の研究施設である。近くには施設農家の他、民間の研究施設や栽培コンサルタント会社なども集まっている。研究用グリーンハウスでは磨きガラスを利用した日射量の改善、集光ガラスと太陽光セルを組み合わせた温室（図 7）、2 重膜ガラス温室、光質の内容成分への影響（図 8）などの実験が行われていた。CROP プロジェクト用の温室区画もあり黄色と赤色のパプリカが栽培されている。



図 7 集光ガラス



図 8 光質の内用成分への影響

4) Bleiswijk の施設園芸

Evanty はアンズリウムを生産する農家で、3 年前に移動ベンチを導入した（図 9）。移動ベンチの導入規模は約 110×200m（12 スパン、ベンチ幅 9.2m）である。ベンチの押し込みと引き込み機構を別々に有する。周回時間はおよそ 4 時間である。装置 1 ユニットに対して底面灌水機構が 2 か所あり、ベンチの横移動が終わったのち 1, 200L の水槽が上下することにより底面給水を行う。灌水は 1 週間に 1 回ぐらいで、底面給水時間は 3 s 程度である。

生育管理と病虫害監視には、各スパンに懸架設置された自転車（バイク）を利用する。栽培熟練者が自転車に乗ってスパンを前後移動し、上方から生育の様子などをチェックする。収穫作業側のスペースは幅 3 m 程で、作業者の後ろに収穫台があり、その向こう側を無人搬送車が行き来する。収穫台にはレジスタが具備され、コンピュータにより作業者の作業管理と作物の品質管理を行う（図 9）。アンスリウムは無人搬送車で調整スペースに運ばれ、人力で選花され出荷容器に入れられる。容器はすべてコンピュータ管理され、FANUC のロボットがグレード毎に仕分けして貯蔵棚に一次収納する（図 9）。そして注文状況に応じてロボットが取り出し、出荷コンテナに並べ出荷される。この移動ベンチシステム装置を導入したのは FRANS van ZEEL というメーカで、その販売マネージャの話では、移動ベンチシステムの値段は 85～95€/m²（慣行 45～55€/m²）である。



図 9 Evanty の移動ベンチ（アンスリウム生産）

Pannekoek は胡蝶蘭（ファレノプシス）の鉢生産農家である。通常 35,000 鉢/week の出荷だが、この時期（夏季）は生産を落とし 20,000 鉢/week の生産を行っている。ポットに植え付け後、ベンチ単位で移動栽培する。数週間後に栽培エリアから引出し、画像処理により大小を分け、再度栽培エリアに行く。その後の栽培中に画像処理により色や大きさ基準に選別される。搬送パンには RFID（Radio Frequency Identification）が取り付けられ、コンピュータ管理されている。出荷スペースには 30,000 鉢のパッファがあり、注文に応じて出荷する。この生産施設の特徴は、作業スペースの 2 階に栽培施設があり、利用効率を向上させている点にある。

5) CIGR-AgEng2012

CIGR-AgEng2012 には基調講演のほか、口頭発表 700 以上、ポスター発表 800 以上の研究発表があった。基調講演者の一人 John F. Reid 博士（John Deere の製品革新技術部長）は、2009 年にも来日経験を持つロボットトラクタ制御の権威で、‘Current and future application of robotics and automation to agriculture’ と題した講演を行った。その中で、これまでの農業機械の技術革命を整理し、将来ビジョンとして自動化の 4 段階のステップ（自動制御、機械協調制御、隊形運転、無人運転）を提唱した。また、John Deere の展開する JDLink Data Management-machine knowledge center の説明を行い、その適応事例として、果樹のトラクタ走行、ピートモスの収穫（鉱山作業に近い技術）を紹介した。さらには将来におけるロボット農業機械の役割として、Smart robot による quality of life を向上させるロボット技術を提案した。

口頭発表の自動化技術セッションでは、マルチアーム型メロン収穫ロボットの動作シミュレーション（イスラエル；図 10）、ポット作物搬送用の小型作業台車（イタリア；図 11）、電気農業ロボットの利用技術（ドイツ；図 12）、情報収集型フォーレージハーベスタ（フィンランド；図 13）、QZSS を用いた農業車両の自動制御技術（日本）など最新の研究が報告された。マシンビジョン分

野では、収量予測を目的にリンゴの未熟果数をカウントする画像処理技術（フランス；図 14）、画像処理を用いたミニトマトの色選別（韓国）、ハイパースペクトルカメラを使ったキュウリの各部位（果実、葉、茎）の識別（カナダ）、画像処理によるタバコ葉の重なり判定（ドイツ）、レーザ光による雑草の選択防除（ドイツ）、イチゴの外観品質判別（日本）、視点変更によるパプリカ果実の認識（オランダ、CROP の一部；図 15）、画像処理を用いたブドウの病害判断（イタリア、CROP の一部）、フロリダのグリーンシトラスの果実検出（アメリカ）、チューリップの病害検出（オランダ）などが注目された。機械収穫技術に関しては果樹を対象とした振動収穫の研究が多い。

具体的にはオレンジの振動収穫技術（スペイン、バレンシア大学）、オリーブの手収穫と振動収穫の比較（スペイン）が報告された。筆者は、自動化技術セッションで移動型イチゴ収穫ロボットの構造と性能について講演を行い、収穫動作の高速化について意見交換した。1990 年代にリンゴ収穫ロボットの開発に携わったフランスの研究者は、リンゴ収穫の場合 1 ～ 2 s/果で処理できたことを紹介し、イスラエルの研究者はマルチャームによる高速化を提言した。

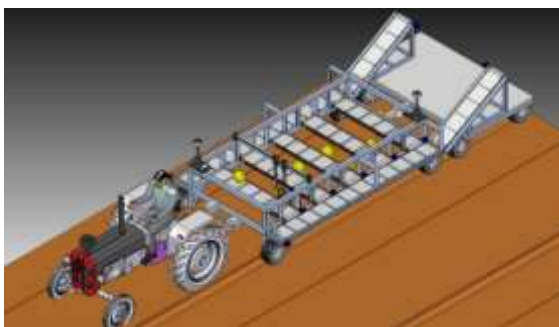


図 10 メロン収穫（イスラエル）

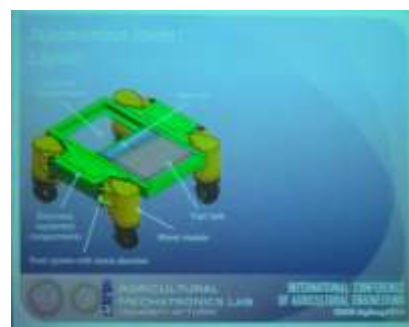


図 11 小型作業台車（イタリア）



図 12 電気農業ロボット（ドイツ）



図 13 情報収集フォーレージハーベスタ



図 14 リンゴの果実認識（フランス）

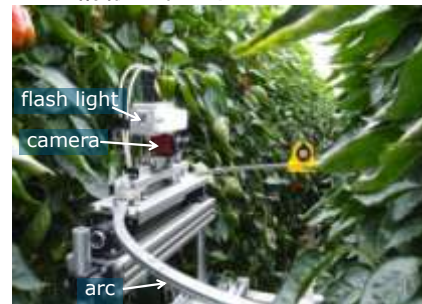


図 15 パプリカの認識（オランダ）

国際会議の一環として行われた現地見学では、カット野菜工場 Verdifresh を訪問した。カット野菜は農産物を工業製品に変換させるプロセスであるといえる。不揃いの農産物を細かく切断するし一定の大きさにすることにより、一般産業用機械が使えるようになる。Verdifresh は、全スペインに展開する Mercadona というスーパーマーケットにカット野菜を卸していて、カット野菜の 37.4% を扱う。商品はベビーリーフ、ハウレンソウ、ミックスベジタブル（スープ用、電子レ

ンジ用)、サラダボール(卵、ツナ、ベーコンなど)がある。農家から入庫された野菜はまず貯蔵室で1～4℃に冷蔵され、その後洗浄と荒切断(レタスの芯、ニンジンの葉など余分な部分の除去)、Chlorine 洗浄と水洗、振動による異物混入検査(リーフレタスのみ)、乾燥、混合、包装(ガス混入、メタル検出器、重量計、目視チェック)の工程を経て出荷される。工場経営における最大の課題は、生産ロスの低減である。

カット野菜工場の後、Verdifreshに野菜を供給する農業CARLOSを見学した。この生産者は150haを所有し、半分はオレンジ栽培に当てている。見学したのはオレンジ栽培の圃場である。残りの半分で、トウモロコシ、ハウレンソウ、えんどう豆を栽培し、生産物はすべてVerdifreshに出荷する契約栽培の形態をとる。雇用は40～45人で、トウモロコシ、ハウレンソウの生産には機械も導入されている。水の確保に最も重要な課題で、灌漑用水、地下水、雨水も使って栽培を行っている。地下水は大型のポンプを利用して地下160mから汲み上げており、電気代(特にポンプに維持管理)の削減に苦慮している。

6. 収集資料

- 1) Final Program of CIGR-AgEng2012
- 2) Proceedings of CIGR-AgEng2012 (USB)
- 3) CIGR Journal Selected Collection 14(1), 14(2), 2012
- 4) Automation Technology for Off-road Equipment 2012 (Proceedings of the 10-11 conference July 2012 conference, Valencia, Spain)
- 5) Wageningen University, Farm Technology Group, Annual report 2012

Ⅵ. 国際学会および大学での講演と中国における防除の現状について

生産システム研究部 部 長 宮原佳彦

〃 生育管理システム研究単位

研究員 水上智道

1. 目 的

中国で行われた国際学会に参加し研究内容を報告するとともに、他国の防除技術についての研究動向を調査する。また、Northwest A&F University にて講演する。さらに、北京と西安において市場調査等を行い、今後の研究開発を進めるための知見を得る。

2. 調査日程

平成 24 年 9 月 14 日～25 日 宮原（7 日間）、水上（12 日間）

日 数	日 付	都市名(出張者名)	摘 要
1	9/14 (金)	成田発→北京着 (水上)	移動日（飛行機利用） [北京泊]
2	9/15 (土)	北京 (水上)	北京市場調査 [北京泊]
3	9/16 (日)	成田発→北京着 (宮原)	移動日（飛行機利用）・講演学会の受付 [北京泊]
		北京 (水上)	資料整理・講演学会の受付 [北京泊]
4	9/17 (月)	北京 (宮原・水上)	学会参加および発表 [北京泊]
5	9/18 (火)	北京 (宮原・水上)	KINGPENG 社訪問 [北京泊]
6	9/19 (水)	北京発→西安着 楊凌 (宮原・水上)	移動日 [楊凌泊]
7	9/20 (木)	楊凌 (宮原・水上)	Northwest A&F University 発表 [楊凌泊]
8	9/21 (金)	楊凌 (宮原・水上)	Northwest A&F University 見学 [西安泊]
9	9/22 (土)	西安発→北京経由→ 羽田着 (宮原)	移動日（飛行機利用）
		西安 (水上)	西安市場調査 [楊凌泊]
10	9/23 (日)	楊凌 (水上)	資料整理 [楊凌泊]
11	9/24 (月)	楊凌 (水上)	楊凌現代農業示范園区見学 [楊凌泊]
12	9/25 (火)	西安発→北京経由→ 羽田着 (水上)	移動日（飛行機利用）

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪 問 先	対 応 者	住 所
9/15	北京新発地農産品市場	通訳者が対応	-
9/16 ～ 9/17	International symposium on Pesticides and Environmental Safety (2012)	-	8 Beichen Dong Road, Chaoyang District, Beijing P. R. China
9/18	KINGPENG	許明課長	北京市通州区宋庄镇 双埠斗村西
9/20 ～ 9/21	Northwest A&F University	崔 副教授 陳 教授 博 教授	陝西省楊凌西農路 22 号
9/22	西安新北城農副産品交易市場	通訳者が対応	-
9/24	楊凌現代農業示罔区	通訳者が対応	-

4. 調査結果の概要

1) 北京新発地農産品市場

北京市内にある北京新発地農産品市場を訪問した（図 1～4）。北京新発地農産品市場は北京最大といわれる市場であり、北京で使用される多くの食糧、野菜の一大集積地である。

通訳者に先導されながら、市場内の調査を行った。北京市内には高級車が多く走っている中国において、食材についても同様なのかを確認するために、その管理方法と外観について調査した。市場内は本当に食品を扱っている場所なのかと思うほど衛生面で問題があると感じた。悪臭もあった。そもそも販売している場所そのものが衛生的に良くなかった。

トラックのナンバープレートを確認すると、北京周辺の省から農産物を山積みにして運んできていることが分かった。遠いところでは、黒竜江省（中国最東北の省、北朝鮮と接している）からさやえんどうを売りに来ていたトラックを確認することができた（図 5）。運送業者に委託することもあるようだが、多くの場合は生産者がこの市場まで来て、販売しているようであった。店構えはそのトラックが店となり、トラックの前で客を呼び込んでいる状態であった。最下段に山積みされた農産物は折れ曲がったものが多く、野菜から汁が出ているものも多々あった。

ただ、それ以外の食材の外観については、想像以上に綺麗なものが多く驚かされた。白菜や青ネギは日本で売られているものと同等のようであった（図 6）。数年前に、ドイツ・デンマークのスーパーで見学したものより高品質であった。



図 1 市場の入口



図 2 農産物の販売風景 1



図 3 農産物の販売風景 2



図 4 市場を上から見た風景



図 5 黒竜江省のトラック



図 6 青ネギの調製中

2) International symposium on Pesticides and Environmental Safety (2012)

Beijing International Convention Center にて学会発表を行った（図 7、8）。宮原は、セッション「Pesticide Quality, Formulation and Application Techniques」の「Enhancing Productivity & Sustainability Through Improved PPP Application Equipment and Standards」において、「Recent Advances and Future Prospects on Pesticide Application Equipment in Japan」を口頭発表した（図 9）。発表後、中国・アメリカ・フランスのノズルメーカーから質問があり、活発な意見交換が行われた。

水上はセッション「Pesticide Quality, Formulation and Application Techniques」の「Pesticide Quality & Safety」において「Reduced-drift Nozzles for High-volume Dilute Pesticide Application」をポスター発表した（図 10）。華南農業大学の宋先生から興味を持っていただいた。



図 7 学会の看板



図 8 学会の開会式



図 9 発表の様子（宮原）



図 10 発表の様子（水上）

3) KINGPENG 社

諸般の事情により、当初予定していた中国農業機械鑑定センターを訪問することができなかった。そこで、急遽、通訳者の助力により北京市農業機械部門の管理下にある KINGPENG 社を訪問することとなった。KINGPENG 社（図 11）は、植物工場を見据えたハウス等の施設の設計・コンサル・販売をするメーカーである。KINGPENG 社農芸師の許明氏から説明を受けた（図 12、13）。ハウス内の環境制御技術によって、他のメーカーと差別化を図っているようである。中国国内のみならず、東南アジア、東ヨーロッパ、アフリカへも輸出し事業を展開している。また、事業として施設を販売するだけでなく、農産物の生産を基本とした商業施設も考えており、農業と観光を合わせた事業展開を考えている。訪問時は、丁度、その事業拡大の真最中であった。

植物工場内の見学を行った（図 14～16）。まだ、本格的な事業になっていないようであり、今後の事業展開のために、研究をおこなっているようであった。導入している機械は、オランダ製の製品が多く、施設園芸におけるオランダ製品の底力を痛感した。



図 11 KINGPENG 社の正門



図 12 K 社業務説明の様子 1（左：許氏）



図 13 K 社業務説明の様子 2



図 14 植物工場正面



図 15 植物工場内部 1



図 16 植物工場内部 2

4) Northwest A&F University

Northwest A&F University は、陝西省西安から西へ車で 2 時間程度の楊凌にある。この楊凌は学園都市として位置づけられており、他の教育機関も多数存在した。また楊凌は国家プロジェクトにおける農業技術振興の重点地域の 1 つとして位置付けられている。中国では、農業分野において国家指定大学が 2 つあるが、Northwest A&F University は、その内の 1 つである。

本大学にて、ドリフト低減型ノズルについて水上が講演を行った（図 17、18）。現状、ブームスプレーヤ等で防除を行う機会が無く、セット動力噴霧による手散布で防除を行っているため、ドリフトへの関心は少ないように感じた。ただ、食品の安全・安心については、中国国内でも問題視されているようである。

大学内にある農機展示施設を見学した（図 19～22）。アメリカ・イタリアなど海外から輸入された農機も多く展示されていた。欧米のように広大な土地があるため、防除機について自走式やけん引式のものがあると考えていたが、自走式のものは小型の履带式機械だけであった。またトラクタマウント式の液剤散布機が展示されていた。日本では一般的なスライドブームは無く、折りたたみ式のものであった。また、ジョディアの飼料用収穫機においては、中国国内生産していることが主な理由のようだが、日本での購入価格の 1/3 程度で購入できるそうである。



図 17 Northwest A&F University の先生方



図 18 講演後の質疑応答



図 19 大学正門



図 20 農機展示棟の防除機 1



図 21 農機展示棟の防除機 2



図 22 農機展示棟の防除機 3

5) 西安新北城農副産品交易市场

西安市内にある西安新北城農副産品交易市场を訪問した（図 23、24）。西安新北城農副産品交易市场は、訪問時（9 月 22 日）に、はじめて開催された市場である。北京で訪問した市場とは異なり、これからの発展が見込まれる市場である。

通訳者に先導されながら、市場内の調査を行った（図 25、26）。ここでは、北京の市場と西安の市場でどの程度の差がみられるのかを主な調査対象とした。衛生面で比較すると、建物が新しい分、北京の市場よりは優れているように感じた。しかし、野良犬や野良猫などが、市場内を平気で農産物を漁っている光景をみると、北京とは異なる点で不衛生と見受けられた。品数については北京の市場と同程度か、やや劣る程度であった。量としては、北京の市場とは比べものにならないほど少なかった。少ないといっても、日本で行われる朝市などに比べれば、数十倍以上の規模はあった。食材の外観については、北京と同様に想像以上に綺麗なものが多く驚かされた。価格も安かった。大雑把に言えば、どの野菜もビニール袋一杯に詰め込んで、1 袋で 150 円弱であった。



図 23 市場の正門



図 24 市場の建物



図 25 市場内の風景 1



図 26 市場内の風景 2

6) 楊凌現代農業示範園区

Northwest A&F University 近くにある楊凌現代農業示範園区を訪問した(図 27)。楊凌現代農業示範園区は、農業に関わる国際的な工業団地とも言うべき地区である。中国政府が、さまざまな国から農業に関係する企業をこの土地に誘致し、農業の一大産業地に開発しようとしているようである。さまざまな企業が誘致されているが、今回はその中でも、有機または減農薬農産物の生産等を行っている台湾の企業を訪問した(図 28、29)。

ほうれん草の調製作業しているところを見学した(図 30)。今まで見てきた北京・西安の市場の農産物よりもさらに高品質なことが窺えた。包装についても日本と同様であった。企業としては、安全・安心という高付加価値をつけ高所得者向けに事業を展開しているようだ。事業として上手く軌道にのっていることから、我々が訪問している最中に、他の団体が大量で見学に来ていた。ただ、生産状態をみれば日本で行っている栽培体系と、あまり変わりは無かった。



図 27 正門



図 28 聞き取りを行った企業



図 29 他の見学者への対応



図 30 調製作業

5. 収集資料

- 1) International symposium on Pesticides and Environmental Safety(2012)
プログラムおよび要旨集など
- 2) KINGPENG 社のパンフレット
- 3) 楊凌農業高新技術産業示範区のパンフレット

VII. 韓日シンポジウム「畑作物機械化の現状と発展方向」での講演

園芸工学研究部 部 長 宮崎昌宏

1. 目 的

韓国農村振興庁国立農業科学院が主催する韓日シンポジウム「畑作物機械化の現状と発展方向」で、要請に応じて日本における露地野菜の機械化の現状と今後の発展方向について講演する。また、同シンポジウムで韓国における野菜機械化の現状と発展方向を調査するとともに韓国野菜農家を視察し、我が国における野菜作機械化の発展方向を検討する資とする。

2. 調査日程

平成 24 年 9 月 19 日～21 日（3 日間）

日数	月 日	都市・施設名等	交 通	摘 要
1	9 月 19（水）	成田空港 9：25－仁川空港 11：50 仁川空港（車）－農村振興庁－ホテル	KE706	通訳者との講演内容事前 打ち合わせ 農業科学館見学 水原泊 (Hotel Castle)
2	9 月 20 日（木）	ホテル－農村振興庁－ホテル	車	農村振興庁への挨拶 シンポジウム 水原泊 (Hotel Castle)
3	9 月 21 日（金）	ホテル－野菜農家－仁川空港 仁川空港 18：35－成田空港 20：55	車 KE705	京畿道龍仁市のキュウリ 栽培農家、トマト栽培農 家訪問 帰国

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
Rural Development Administration National Academy of Agricultural Science	生産自動化機械科 李 忠根 博士 植物工場研究室 李 公仁 博士	126 Suinro, Gwonseongu, Suwon, Gyeonggido 441-707, Republic of Korean 150 Suinro, Gwonseongu, Suwon, Gyeonggido 441-707

4. 調査結果の概要

1) 韓日シンポジウム

韓国農村振興庁国立農業科学院が主催した韓日シンポジウム「韓・日における畑作物機械化の現状と発展方向」に招待され、「露地野菜の機械化の現状と研究動向」に関する講演を行った。農村振興庁は韓国の行政機関で我が国の農林水産省に当たる農林水産食品部の傘下であり、農村振興に関する実験・研究・啓蒙・技術普及等の業務を担当している。今回のシンポジウムは国立農業科学院農業工学部生産

自動機械科がコーディネータを勤めた。本シンポジウムは、生産者の高齢化・担い手不足に直面している畑作の振興について、機械化をキーテクノロジーとして検討するものである。日本側としては、報告者のほかに農林水産省生産局農産部技術普及課の今野聡課長補佐が招待されている。

本シンポジウムには、農林水産食料部の行政官、国立農業科学院、国立食料科学院、ソウル大学、全南大学、儀城郡などの地域農業研究センターの研究者、韓国農機械工業協同組合、株式会社アセアテ、シンミネ流通法人などの民間企業、韓国農機械新聞などの報道関係者など多方面から 80 名程度の参加があった。以下シンポジウムの概要を記載する。

（１）日本の畑作物政策の動向（日本農林水産省課長補佐 今野 聡）

日本の畑作・野菜の政策動向について講演があった。①この 20 年間で農業生産額は約 4 分の 3 に農業所得は半減したこと、農業就業人口は 4 割減で、農業者の平均年齢は 66 歳と高齢化が進んだこと、畜産経営は規模拡大が進展したが、稲作の規模拡大はテンポが緩やかであるなど日本の食料・農業をめぐる動向の紹介があった。②今後の農政の展開として、小麦、飼料、大豆などの生産を大幅に増加し食料自給率は 50%を目指すこと、また、農政の 3 本柱は「戸別所得補償制度の導入」、「食の安全・安心の確保」、「農山漁村の 6 次産業化」であることが紹介された。最後に畑作の取り組み状況として麦、大豆の需要動向、生産量の推移、品質・単収の安定化の課題と技術対策、産地体制の整備について報告があった。本発表について、農機への補助金制度、大豆の安定多収技術、農機の実用化事業について質疑応答が行われた。

（２）日本における露地野菜の機械化の現状と研究動向（生研センター 宮崎昌宏）

露地野菜の機械化の現状と研究動向について講演を行い、我が国の野菜生産の現状、野菜栽培の特徴、野菜用機械の現状、野菜の種類と機械化、作業別の労働時間、加工・業務用野菜の需要動向を説明した。続いて、近年の注目すべき市販機の状況と開発中の農業機械を紹介した（表 1）。

表 1 紹介した野菜用農業機械

最近の市販機	開発中の作業機
土壌消毒散布機	石礫除去機
全自動接ぎ木装置	高精度てん菜播種機
ドリフト低減型ノズル	作業者装着型アシスト装置
GPS 車速連動装置	多条移植機
半自動多条移植機	キャベツ収穫機
ねぎ平床移植機	多条収穫機
全自動ネギ収穫機	たまねぎ調製装置
加工野菜用収穫機	循環栽培装置
長ネギ専用皮剥ぎ機	イチゴ自動選別装置

最後に、我が国での野菜作機械化の開発目標は、加工・業務用野菜産地育成する高性能農業機械、超省力生産システムを実現する植物工場・ロボット、食の安全・安心を確保し環境保全を実現する精密農業機械の開発が挙げられると述べた。また、野菜の作付面積は狭く、気象、土壌条件により栽培様式が多様であるため、その地域に応じた農機の開発が求められ、栽培、育種、病虫害などの分野の連携・共同が不可欠であること、機械化の推進は地域での大きな課題であり、導入に当たっては出荷体系など産地化を狙いとした戦略的要素が必要であり、技術シーズを結集させ、事業化、プロジェクト化を展開して地域全体での導入や行政的支援も考えていく必要があることを指摘した。本講演については、機械化と栽培様式について質疑応答を行った。

（３）韓国の農業機械の政策方向（農林水産食品部食料政策官 李範燮）

① 2011 年の韓国の農家数、農家人口は 26 年前を 100 とした場合、それぞれ 60、35 と大きく減少しているが、この間に一農家当たりの農業機械保有台数は 2.65 倍と増加した。

② 農機の輸出は増加傾向で、2011 年の輸出額は 6 億ドルで貿易収支は黒字である。輸入は日本からが

最も多く全体の 40%以上を占める。

③ 稲作の主要農作業はほとんどが機械化されたが、乾燥作業は約 60%と不十分な状態にある。一方、畑作は耕うん・整地と防除作業は機械化が進展しているが、播種・移植（機械化率 4%）や収穫作業（同 12%）は機械化が非常に立ち遅れている。

④ 農機の輸出については、中国製品との価格競争が深刻化している。高出力エンジンの排ガス排出規制（Tier 4）への対応が当面の最大課題である。

⑤ 2000 年からの重点政策は農業機械の利用率向上であり、農業機械銀行の活性化を図っている。農業機械関連の支援事業には、農

表 2 韓国における農業機械主要推進課題（7 次農業機械基本計画 '12～16）

主要推進課題	
農業機械 共同利用効率化	農業機械銀行の活性化 野菜別農作業員共同化及び農業機械適切供給 免税油類期間延長及び対象機種拡大
畑作物機械化	畑作物（ニンニク、タマネギ、トウガラシなど）機械開発普及 標準栽培法普及及び一貫生産システム経営体育成
農産食品 加工システム	品目別収穫後処理機械化開発 現場技術を融合した食品関連機械支援体系構築
新技術開発	IT, BT 融合未来型農業機械開発 化石燃料代替及びエネルギー節約型農業機械開発普及 環境配慮型農業機械開発普及
安全管理 制度構築	主要農業機械義務鑑定制度導入 農業機械管理制度（免許、保険など）導入基盤構築 農業機械安全教育強化及び専門家技術人力育成
輸出及び 産業活性化	輸出戦略協議会構成・運営 中古農業機械流通センター及び輸出支援センター設立 輸出戦略型農業機械開発及び ODA 事業連携

械購入支援のあり方について質疑応答が行われた。

（４）韓国の畑作物機械化の研究状況（国立農業科学院 崔 龍）

① 作物別の栽培面積は、米が 92 万 ha に及ぶが、野菜の栽培面積はトウガラシ 4.4 万 ha、ニンニク 2.6 万 ha、タマネギ 1.9 万 ha と小さい（表 3）。

表 3 韓国の作物別栽培面積

番号	作 目	栽培面積[ha]	番号	作 目	栽培面積[ha]
1	米	924,471	11	ジャガイモ	19,697
2	豆	70,265	12	リンゴ	19,179
3	トウガラシ	44,817	13	タマネギ	18,514
4	ゴマ	34,875	14	みかん	17,091
5	ハクサイ	21,386	15	トウモロコシ	15,326
6	エゴマ	29,640	16	ナシ	15,253
7	ニンニク	26,323	17	ネギ	15,231
8	はだか麦	25,169	18	ブドウ	13,359
9	サツマイモ	20,918	19	ダイコン	12,133
10	高麗人参	19,702	20	薬用作物	11,467

- ② 畑地は傾斜 7 %以上が全体の 2/3 で耕地整備はまだ 5 %以下と少ない。
- ③ 日本と同様に野菜の作目が多く、地域別の栽培様式が多様であり、多機種の農業機械が求められる。ニンニク農家 86%、タマネギ農家 67%、ジャガイモ農家 95%が栽培面積 0.3ha 以下の零細農家である。
- ④ トウガラシ（図 1）とハクサイ（図 2）は機械化一貫体系が構築された。現在、ニンニク、タマネギの機械化体系を開発しており、図 3 に開発中のタマネギ収穫機を示す。



図 1 韓国におけるトウガラシ栽培の機械化一貫体系



図 2 韓国におけるハクサイ栽培の機械化一貫体系



図 3 韓国開発中のタマネギ収穫機

(5) 機械化促進のための畑の基盤整備の方向 (ソウル大学 李仲用 教授)

① 畑地は傾斜地が多く、傾斜度は 2～30%が多い (図 4)。

② 水田が畑に転換され 2009 年以降、畑面積は増加傾向である。

③ 傾斜畑地の長さは、農業機械の能率と土壌の流亡に大きく関連する。

④ 傾斜度が 15～20 度の場合は傾斜長さ 25～40m とし、区画の切れ目に草生帯か承小水路を設置する必要がある。傾斜 30 度以上は、傾斜長は 20m 以下で階段畑に造成する。

⑤ 傾斜地での作業能率をシミュレーションした場合、傾斜度 30%以上になると作業能率は著しく低下した (図 5)。

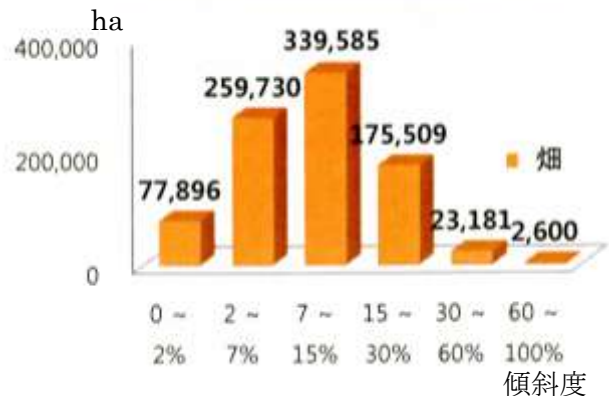


図 4 韓国の畑地の傾斜度

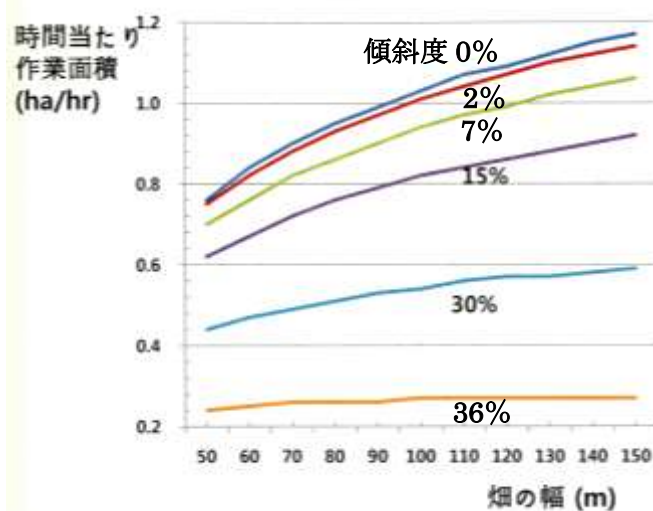


図 5 傾斜地での作業能率 (シミュレーション結果)

(6) 韓国の畑作物の省力機械化栽培状況 [大豆・雑穀] (国立食糧科学院 白仁烈)

① 韓国において、大豆の栽培面積は 7.8 万 ha と豆・雑穀の中では最も多く、次にエゴマ 3.2 万 ha、ゴマ 2.6 万 ha と続く。大豆は 83.5%が畑地で 16.5%が水田で栽培されている。

② 自給率はエゴマ 50%、ゴマ 13%、雑穀 27%と低い。

③ 年間労働時間は、大豆 33.4 時間、トウガラシ 174 時間、サツマイモ 90 時間である。

④ 大豆作では、経営規模別で機械化栽培体系が揃えられており、1 ha 以上の大規模機械化栽培では省力効果が 72%に達している。

⑤ 現在開発を行っている課題は、平畦 2 条式大豆収穫機、トラクタ装着型大豆脱穀機、小粒用雑穀脱穀機、ゴマ刈取機、並びにコンバインを利用した雑穀・緑豆の収穫作業の機械化である (図 6)。

⑥ 畑作物の機械化を促進するには、機械化適正品種の開発、既存の機械の適応性拡大、作物別・経営規模別機械化モデルの開発、畑作物の基盤造成と栽培団地の大規模化が挙げられる。



図 6 韓国の畑作用農業機械の開発状況

(7) ニンニクの生産機械化の推進事例 (慶尚北道儀城郡農業技術センター 金線福)

- ① 儀城ニンニクは日射量が豊富で降水量が少なく気温の日較差が大きく、香りが独特で薬理作用に優れブランド化している。
- ② 栽培農家数は減少したが、ニンニク単価の上昇で栽培面積は増加している。
- ③ ニンニクの機械化栽培体系の省力効果は 76%と大きく、機械化は引き続き拡大傾向にある。機械化が定着普及した理由として、各作業機が開発されており機械化一貫体系が構築できたこと、水田の転換畑で機械化が導入しやすかったこと、農業機械補助の支援事業が効果的にサポートした点が挙げられる。

(8) 総合討議 (司会 国立農業科学院 農業工学部部長 姜昌浩)

総合討議では時間を延長して熱心に畑作物の機械化の進展方向が話し合われた。

- ① 自給率の向上を図るためには、畑作の機械化を進展すべきである。そのためには、儀城ニンニクの成功事例を増やしていかなければならない。
- ② 多様な栽培様式があるが、機械化のためには地域内の栽培様式の統一が必要であり、産官学が一体となって取り組む必要がある。幅が一定のマルチフィルムを無償で配布するのも良いアイデアである。
- ③ 畑作関係の研究者、技術者が少ない。どのように育成すべきか。
- ④ 機械開発の役割分担、特に公的試験研究機関とメーカー、国と地域の研究者・技術者の連携が大切。また、実用化するための仕組み作りも重要である。

2) 野菜栽培農家見学

京畿道龍仁市のキュウリ栽培農家、トマト栽培農家を訪問した。

(1) キュウリ栽培農家

キュウリの栽培団地で専作農家 2 軒を見学した。いずれも従来型のパイプハウスの土耕栽培である。大都市ソウルへ販売しており、単価が安定している。労働力は外国人の雇用者と家族労働であり、後継者がいる。薬剤散布機、収穫台車とも手押し式であるが、その省力効果に満足していた (図 7)。一軒では付加価値を高めるためキュウリを真っ直ぐな形状に矯正する型枠栽培を行っていた (図 8)。収穫後の選別・箱入れがとても簡単になり、収量も安定しているとのことであった。また、園主はハウス栽培に関して千葉大学の篠原教授と交流があり、指導を受けている。



図 7 キュウリ栽培農家の手押し機器



図 8 キュウリの型枠栽培

(2) トマト栽培農家

有機栽培農家で、ハウスは軒高であり養液栽培のココピート培地耕である。温度センサ、CO₂センサによる環境制御を行っているが、今期は病害が発生し収量が大幅に低下していた。また、燃料代の高騰も懸念材料であった。無農薬栽培であることから完熟ジュースの製造や生産者の名前入りのケース販売を行っている。日本の太田市場への見学も複数回あり、日本への輸出に関心を持っていた。



図 9 トマト養液栽培の培地耕

5. 収集資料

韓日シンポジウム「畑作物機械化の現状と発展方向」の講演資料（韓国版と日本語版）

Ⅷ. 日本韓国の二国間試験協力に関する調査

－試験協力協議及びトラクタ評価試験実施要領の調査

評価試験部	部 長	高橋弘行
〃	安全試験室	
	室 長	塚本茂善
〃	原動機第 1 試験室	
	主任研究員	手島 司

1. 目的

現在、機械を輸出する相手国によっては、強制や任意の形での評価試験が実施されており、各製造者は相手国の実情や規則に合わせた対応をしているところである。日本と韓国の国際間流通においても、日本のトラクタ製造者は、輸出のために本機や ROPS の検査、安全装備確認を現地で実施している。一方、韓国の製造者も ROPS の型式検査、安全鑑定、小型特殊自動車認定のための手続きの意向が見られる。この場合、相手国に出向いて試験を受けているのが現状であるが、OECD トラクタテストコードによる指定機関での試験のように、自国で受検ができるのであれば、機械搬送や人員派遣等の経費などが軽減されることになる。即ち、同じ OECD トラクタテスト機関として指定され、計測の品質が認められている生研センター評価試験部と韓国農業技術実用化財団農業機械検定チーム (FACT) 間による相互認証の実施により、申請者の負担を軽減し、国際間流通の円滑化が図れることになる。評価試験部では、そのための第 1 段階として、相手国の施設を使用して生研センター職員が現地に赴き、試験を実施する体制の整備に着手した。本調査は、これら制度設立を目途として、韓国 FACT における施設を利用して本邦の基準に沿った試験ができ、さらに、FACT で行われている試験手順や要領が生研センターの施設でできることの確認と問題点の抽出という視点から実施された。

2. 調査日程

日数	月 日	都市名	調査内容
1	10 月 21 日 (日)	羽田・水原	
2	10 月 22 日 (月)	水原	打合せ、実施協議、設備確認
3	10 月 23 日 (火)	水原	トラクタ及び ROPS 試験
4	10 月 24 日 (水)	水原	トラクタ及び ROPS 試験
5	10 月 25 日 (木)	水原	トラクタ及び ROPS 試験
6	10 月 26 日 (金)	水原	トラクタ及び ROPS 試験、評価打合せ
7	10 月 27 日 (土)	水原・成田	

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	主な業務	主な対応者	住所等
農業技術実用化財団 農業機械検定チーム	農業機械 の試験	Dr. HA Ji-ho Dr. KIM Kwan-woo 他	221-2, Seodun-dong, Gwonseon-gu, Suwon, 441-857, KOREA

4. 調査結果の概要

4-1 試験協力の協議

生研センターと同じ立場にある韓国の検査機関(FACT)における評価試験が実施でき、また、FACTも生研センターで試験が実施できるような体制を確立し、日韓双方の依頼者負担の軽減を図る案を提示し、協議を行った。生研センターより図1-1、1-2について、説明を行った。将来の相互認証制度を前提としていることも補足し、趣旨が理解された。

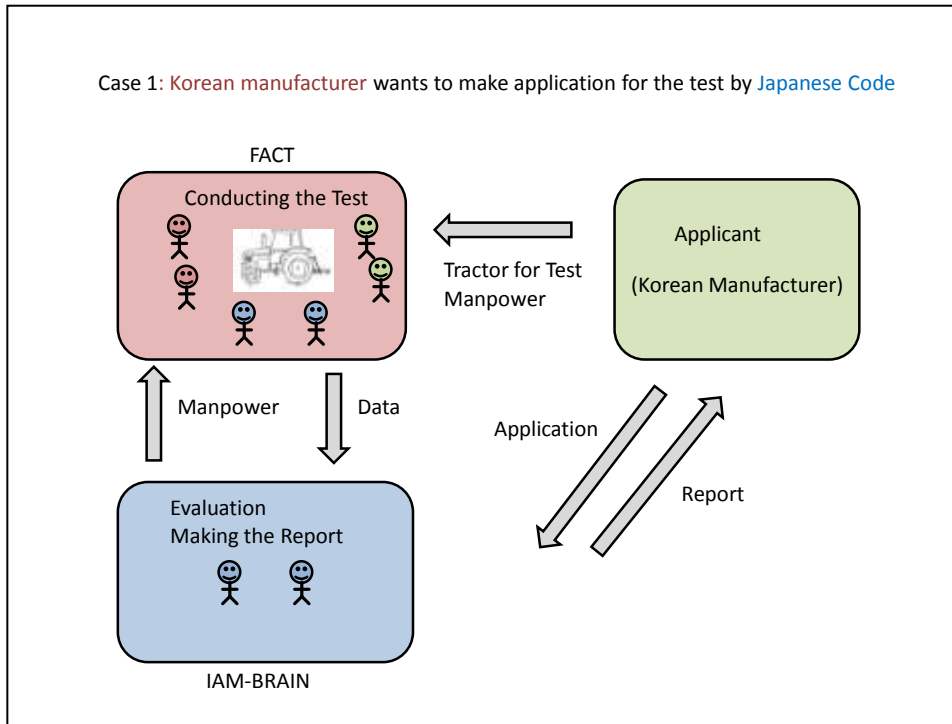


図 1-1 評価試験事例 1

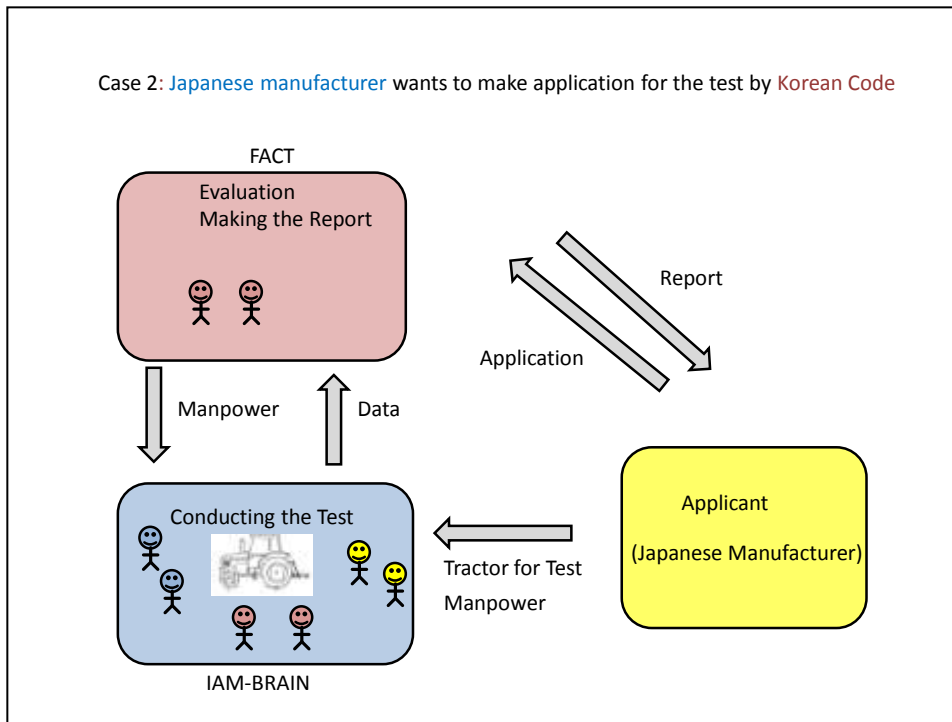


図 1-2 評価試験事例 2

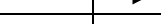
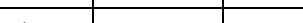
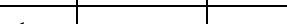
さらに、日本の評価試験における依頼者と生研センターで行っている事務処理をベースとして、本制度を実施する際に必要となる依頼者、FACT 及び生研センター相互の手続き等に関して、ROPS の型式検査(Example1)と安全鑑定(Example2)の 2 つの事例をもとに検討を行った。これまでの依頼者との間の手続きに加えて、依頼者と FACT 間及び FACT と生研センター間での手続きが必要となる（表 1-1）。その主な事項は、依頼者 FACT 間では、FACT 施設での試験実施申請と実施料支払いであり、FACT 生研センター間では、日程と試験内容の調整、準備作業及び結果についての討議である。これらについて、具体的な取り決めが必要となる。さらに、FACT に試験依頼があって生研センターで実施する際の手続きについても、従来からの FACT に対する事務手続きをベースとして業務の流れを整理しておく必要がある。FACT は、現在トラクタ本機及び ROPS の総合検定（型式検査に相当）及び安全装備確認（安全鑑定に相当）を実施しているが、2013 年からは総合検定の制度が変更される予定がある。このため、すべての評価試験に対して、本制度を実施するための手続き整備の見通しが難しい状況にある。このため、FACT 内部での検討を経てから実施の方法を探っていくことになったが、制度だけでも形を作っておくことが好ましいと考えられる。

表 1-1 試験手続きの例

依頼者：韓国製造社

試験種類：トラクタ安全鑑定(日本)

試験実施場所：FACT

	依頼者	FACT	生研センター	備考
事前調整	② 			
	① 			
	③			
試験省略申請・依頼書				
試験省略確認・請求書				
試験実施依頼				
試験実施承認・請求書				
支払い				
				
実施契約				
供試機				
試験準備				
試験実施	○	○	○	
結果検討				
結果報告				

4-2 トラクタ試験実施要領の調査

1) 構造調査（重心位置測定）

（塚本茂善）

（1）試験手順

① 試験装置 重量測定には4枚のトラックスケール（図 2-1-1）を用い、4 輪それぞれの分担荷重が一度にわかるようになっている。また、FACT では近年まで図 2-1-3 のようなアルミフレーム製の三次元寸法測定器を使用し、トラクタ等の構造寸法を測定してきたが、新たにレーザースキャナ三次元測定器（FARO 製）を導入し、現在は本測定器を用いて構造寸法の測定を行っている（図 2-1-4、5）。本装置の測定精度は 2mm/25m となっており、構造寸法測定の使用に十分な仕様となっている。

② 寸法測定及び重量測定 これまでは構造寸法を測定する場所と重量測定を行う場所は異なっていたが、新しいレーザースキャナ三次元測定器を用いることで、重量測定を行うトラックスケール上で構造寸法測定を行うことが可能となり、トラクタの水平時と前輪持ち上げ時の重量及び構造寸法の測定が同時に行われる。前輪の持ち上げにはキャスター付きのジャッキを使用している（図 2-1-2）。



図 2-1-1 トラックスケール



図 2-1-2 トラクタの前輪持ち上げ作業の様子



図 2-1-3 アルミフレーム製三次元寸法測定装置



図 2-1-4 レーザースキャナ三次元測定器（FARO 製）と基準マーカ

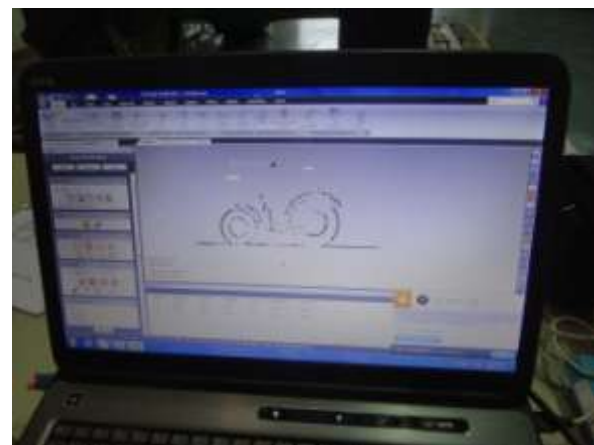
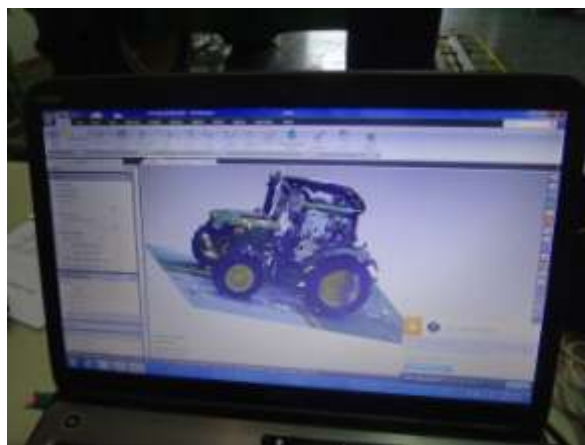


図 2-1-5 3D解析ソフトウェアを使った寸法計測

(2) 試験方法基準

韓国における重心位置の測定方法は日本の重心位置測定方法を用いており、日本と同じである。日韓の違いは寸法測定に用いる測定器の違いぐらいである。日本における重心測定野帳の英文版を図 2-1-6 に示す。

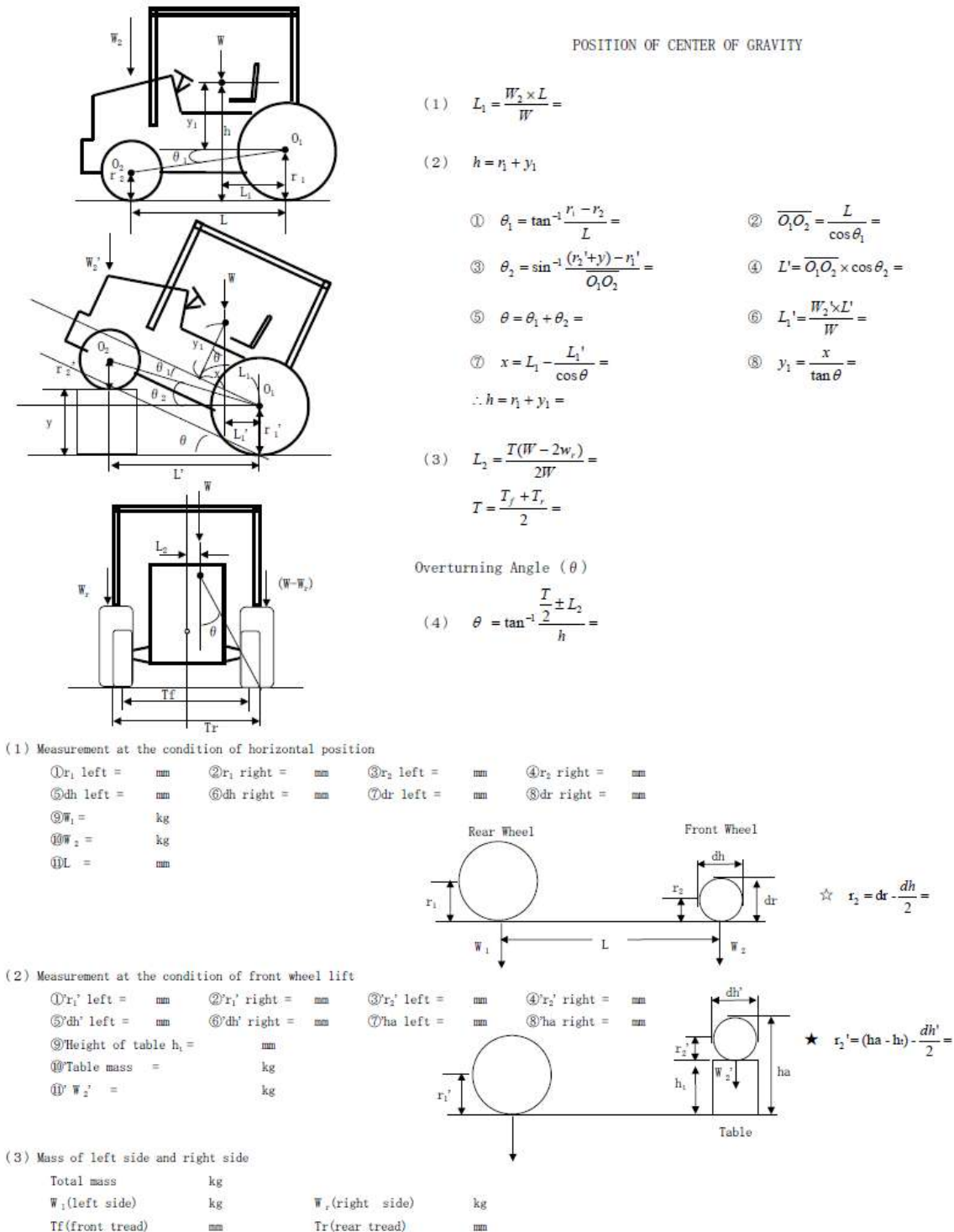


図 2-1-6 日本における重心測定野帳（英文版）

2) PTO 性能試験

(手島 司)

(1) 試験条件

① 供試機条件

供試機の据付けについては、動力計、ユニバーサルジョイントおよび供試機を一直線上に配置する必要があるが、最終的な供試機の向きの微調整はホイストで吊りあげて行うことがある。また、高さ方向の調節については、生研センターでは供試機を載せたリフティングテーブルで行っているのに対して、FACT では上下動が可能な動力計（図 2-2-1）で行っている。なお、生研センターではリフティングテーブルに供試機をパーキングブレーキを利かせて 3 点で固定しているが、FACT では床面への固定を行っておらず、パーキングブレーキを利かせているのみである。

② 試験時の大気条件

試験時の周囲温度 ($23 \pm 7^{\circ}\text{C}$)、周囲温度の測定位置（供試機の前約 2m・地上約 1.5m、覆い付き、図 2-2-2）、大気圧 (96.6kPa 以上) 等の条件は日韓ともに OECD テストコード準拠である。

③ 試験方法

最大出力試験、機関回転速度を変動させる全負荷試験、部分負荷試験を行う。



図 2-2-1 渦流式電気動力計（昇降台上）

図 2-2-2
周囲温度の測定方法図 2-2-3
熱電対用現場中継盤

(2) 測定項目

方法基準上に記載される測定項目のうち、燃料消費量についてはエンジン手前と戻り燃料の配管 2 箇所測定しており、測定 PC 上でその差分を測定値としている。温調装置 (40°C に設定) を介して供給される燃料の温度はエンジン手前で測定している。なお、戻り燃料は温調装置に入るように配管されている。他に PTO 軸トルク・回転速度、潤滑油・冷却水温度、周囲温度（図 2-2-3）、大気圧等を測定する。

(3) 計測器

① 動力計

最大吸収容量 400kW、最大回転速度 4500rpm の渦流式電気動力計。

② 計測センサ等

(ア) エンジン回転速度：動力計により PTO 軸回転速度を計測し、エンジン／PTO の減速

比を係数にして計算する方式。

(イ) PTO 軸トルク：動力計により計測。

(ウ) 各部温度：熱電対による。計測場所については、エンジンオイルが検油棒のところ、燃料は、トラクタフィールドポンプ手前約 30cm、送油管に T 字管を取り付けて熱電対を取りつける。冷却水については、ラジエータへの入り口ホース接続部に取り付ける。

(4) 計測要領

① 最大出力試験

最大出力が得られるようにガバナをセットし、出力が安定するまで十分な準備運転を実施した後、1 時間の内に均等間隔で 6 回以上測定した出力の平均値を最大出力とする。

② 全負荷試験

全負荷状態で機関回転速度を変動させながら、PTO 軸トルク・出力等を測定する。最大トルク時機関回転速度の 15% 下もしくは定格機関回転速度の 50% 下まで 100rpm ごとに測定を行っている。

③ 部分負荷試験

定格機関回転速度で最大出力が得られる位置にガバナをセットし、OECD テストコードに準拠した負荷をかけて PTO 軸トルク・出力等を測定する。

(5) 概評

試験時の大気条件や測定項目、試験方法等は OECD テストコード準拠であり、測定器や計測要領等にも日本と大きな相違は見られず、日本の方法基準やその要領に合わせた試験あるいはその逆のケースも実施可能である。

3) けん引性能試験

(高橋弘行)

(1) 試験条件

① 供試機条件 韓国の方法基準では、供試機は付加重錘を装着しない条件とするところは、以前改正し、現在実施されている日本の方法基準との整合がとれている。

② 試験時の大気条件 試験時の大気条件として、日本の方法基準が 35 度以下とするのに対して、5~35 度と違いがあるため、低温時の韓国の方法基準に基づくけん引試験では留意が必要となる。

③ 測定する速度段 測定する速度段については、「18km/h を超えない速度段までの測定」と規定しているのに対し、日本の方法基準では、「安全に行いうる速度範囲での測定」としている。生研センターのテストコースでも、コースの曲率の関係から実際には 20km/h 以下で試験を実施しており、さらに、最大出力の得られる速度段がこのような高速度の領域にはほとんどないことから問題はない。また、韓国の方法基準では、OECD テストコードと同じく、測定速度段は、最大出力の得られる段より一段上から、最大けん引力が得られる速度段から一段下までとなっているのに対して、日本の方法基準では、指定された 3 つの速度段のみである。しかしながら、生研センターにおける測定では、最大出力あるいは最大けん引力の得られる速度段の前後の段について、確認する目的で必ず計測は実施している。日本の方法基準と韓国の方法基準それぞれに基づく速度段で計測することについては、問題はない。

(2) 測定項目

方法基準上に記載される測定項目について、吸気温度、トランスミッション温度及び戻り油の燃料温度は計測しない。吸気温度は、外気温度と見なしており、また、戻り油の燃料温度は、燃料配管が戻り油を再循環させる方式ではないため、計測しない。進行低下率については、算出の方式が生研センターで実施する要領と異なっており、後述する。



図 2-3-1 PT0 回転速度検出装置

(3) 計測器

① 計測センサ等

(ア) エンジン回転速度：PT0 軸に取り付けた回転計により計測し（図 2-3-1）、エンジン/PT0 の減速比を係数にして計算する方式である。

(イ) 走行速度：DYC に装着の第 5 輪により計測している。

(ウ) けん引力：けん引桿に装着したロードセルにより計測する。ロードセルは、けん引桿の曲げ加重の影響を受けないように取り付けられている。



図 2-3-2 燃料系統配管

(エ) 燃料流量：車載型の流量計を DYC に搭載している。燃料の戻りをも計測する方法で燃料流量を計算している（図 2-3-2）。

(オ) 各部温度：熱電対による。計測場所については、エンジンオイルが検油棒のところ、燃料は、トラクタフィードポンプ手前約 30cm、送油管に T 字管を取り付けて熱電対を取りつける。冷却水については、ラジエータへの入り口ホース接続部に取り付ける。

② ダイナモメーターカー（DYC）

(ア) 動力計：フチノ製渦流式電気動力計

(イ) 計測システム：計測開始指令後にデータを自動取り込み。表の記入及びグラフ打点まで自動で行う。

(ウ) その他：供試機用燃料タンク、燃料流量計、速度計測用第 5 輪、発電機用エンジン

③ テストコース 外周 600m、幅 5m 弱と、外周に関しては、生研センターの 1.5 倍であり、コーナ部の半径 38.5m である。これより計算すると直線部分は 179m である。OECD テストで、例えば、最高速度 50km/h も出るようなトラクタの試験では、これでも短いとのこと。路面は、アスファルト製。

(4) 計測要領

① 測定点 各速度段について、最大出力点あるいはスリップ 15%での計測を実施している。軽負荷を含め、1 速度段で 6 点以上の計測を規定している日本の方法基準と異なる点である。低速域における計測では、15%のスリップ率となる点を目標に計測を行い、

時速 8km/h 以上など高速域での計測では、機関回転速度を監視しながら計測を行っている。低速、高速の中間領域においては、スリップ率と機関回転速度の双方を監視しつつ、15%スリップにいたる前に機関回転速度が定格点を下回るようであれば、最大出力点を計測し、回転速度が落ちない場合は 15%スリップでの計測を行う要領で実施していると思われる。

② スリップ率の算出要領 生研センターでは、無負荷でトラクタが走行する際の後輪 1 回転あたりの進行距離、エンジンから当該速度段の後輪までの減速比及びエンジン回転速度から理論速度を計算し、実速度は DYC に装備する非接触型速度計から算出している。FACT では、試験前に各速度段で無負荷走行を行い、機関回転速度と走行速度の関係を把握しておき、これを理論速度として使用している。日韓で、理論速度の算出方法は異なるが、どちらの方法でも差し支えなく、近年 FACT で採用している GPS による速度計測であれば、試験前の無負荷走行にかかる手間も短縮できると思われる。

(5) データ処理等

採用計測値については、各速度段、最大出力点又は 15%スリップ点について 3 つの計測値から平均値を求めて、さらに 3 つの値の標準偏差を確認の上、成績記載の数値を採用している。成績書については、OECD テストレポートに報告する表に準じた様式で記載される。また、成績書には記載しないが、機関回転速度に対するけん引出力、スリップ率、けん引力、けん引出力及び燃料消費率のグラフを描いていることが特徴である。

(6) 概評

FACT の施設で、日本の方法基準に基づくけん引試験の実施が可能であることを確認した。試験時の大気条件、計算方法、計測要領に若干の相違は認められたが、日本の方法基準にやその要領に合わせた試験実施が可能である。生研センターの施設を利用して韓国の方法基準による試験をするという逆のケースも実施可能であると判断された。

4) 油圧性能試験

(手島 司)

(1) 試験条件

① 供試機条件

供試機の据付については生研センター同様、トラクタの中心線がロードセルの真上に来るように左右位置を合わせ、前後位置はロアリンクヒッチ点やフレーム上の荷重点が移動する範囲の中央部付近にロードセルが位置するようにそれぞれ設置する。トラクタ後部をジャッキで支持し、前部を荷締機で固定する(図 2-4-1)のも同様である。ただし、FACT では前部もジャッキで支持している。



図 2-4-1
供試機固定の様子



図 2-4-2
油圧外部取出口

② 試験時の作動油温度条件

試験時の作動油温度については、恒温装置を用いて $65 \pm 5^{\circ}\text{C}$ に調整する。

③ 試験方法

油圧出力試験では、油圧外部取出口（図 2-4-2）に圧力計付きのカプラを連結し、リリース弁全開時の維持圧力、リリース弁設定圧力の 90%の時の油圧外部取出口で利用しうる出力等を測定する（OECD 準拠）。キャブ内の外部油圧レバーは全開の位置で動かないよう針金で固定している。

作業機昇降装置性能試験では、試験前に無負荷時ロアリンクヒッチ点の最低地上高や揚程を測定する。揚力については、ロアリンク水平状態を基準として、揚程両端を含む最低 6 点で使用可能な静的揚力を測定する。荷重点はロアリンクヒッチ点に取付けた水平バーや標準フレーム（ISO 準拠）重心（ロアリンクヒッチ点の後方 610mm、図 2-4-3）である。なお、生研センターで行っている連続昇降試験は行っていない（OECD テストコードにも記述なし）。



図 2-4-3 荷重点に取付けたロードセル
（左：ロアリンクヒッチ点、右：標準フレーム重心）

（２）測定項目

作動油温度、油圧、吐出量、揚力、揚程、フレームマストの傾き角度。

（３）試験装置の各種容量

① 油圧出力試験関係

最大油圧出力 100kW、最大吐出量 250L/min、最大圧力 24MPa

② 作業機昇降装置性能試験関係

最大揚力 100kN

（４）計測要領

油圧出力試験、作業機昇降装置性能試験ともに供試機据付け後はパソコンから吐出量、圧力、荷重点高さ等の設定やコントロールが可能である。作業機昇降装置性能試験において、オペレータがロアリンクを昇降させるタイミングは運転席前方のモニタ表示により指示（図 2-4-4）しており、全てパソコンベースで行われていることも含めて試験の効率化が進んでいる。



図 2-4-4 揚力測定試験の様子
（左：前方モニタの位置、右：表示内容）

（５）概評

試験時の測定項目、試験方法等は OECD テストコード準拠であり、測定器や計測要領等にも生研センターと大きな相違は見られない。日本の方法基準やその要領に合わせた試験あるいはその逆のケースも実施可能である。

5) 旋回性能試験

(高橋弘行)

(1) 試験条件

① 供試機条件 供試機は、付加重錘無しの状態、前輪の駆動を切り離せる 4 輪駆動トラクタは、2 輪駆動の状態を実施する。駆動軸選択については、日本の方法基準による供試条件と異なっているが、OECD コードと整合させている。

② 測定項目 旋回半径、最外側旋回半径、走行速度、旋回に要した時間

③ 計測器等 旋回半径は、トラクタボンネット上に取り付けた GPS センサにより計測を行っている (2-5-1)。また、光電センサと反射板を利用して周回時間の計測を実施している (図 2-5-2)。試験は、テストコース内側のコンクリート路面上で実施する。



図 2-5-1 GPS センサ (ボンネット上)

(2) 計測要領

① 旋回半径 約 2km/h の速度段を選択して、片ブレーキ有り無しについてそれぞれ左右の旋回を行う。供試機の 3 点リンクを利用して、光電センサを取り付け、路面上に置いた反射板の上を通過するよう供試機を旋回させる。これにより、周回時間を計測する。GPS による走行速度、周回時間から算出される GPS 取り付け位置における旋回半径、さらに GPS センサと前輪タイヤ接地部との位置関係とから前輪外側タイヤの描く旋回半径を求める。



② 最外側旋回半径の計算 GPS により計測される半径に対して、前輪接地部までの距離を考慮し、旋回半径が算出されるが、さらに図 3-5-3 の A、B、C、D の各点の GPS (図中の赤丸) からの座標を算出することで、各点と旋回中心までの距離が求められる。各点の値を比較することで、最外側旋回半径を求めるという方式を採用している。

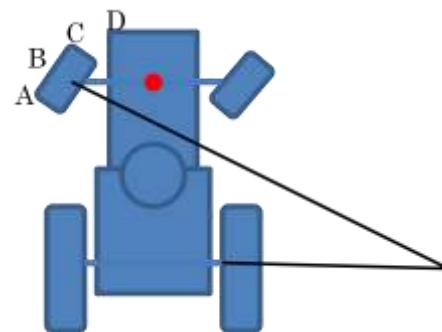


図 2-5-3 最外側計測箇所

(3) データ処理等

採用計測値については、各条件それぞれ 3 回の計測より平均値を求めて、さらに 3 つの値の標準偏差を確認の上、成績記載の数値として採用している。

(4) 概評

FACT の施設で、日本の方法基準に基づく旋回試験の実施が可能であることを確認した。生研センターの施設を利用して韓国の方法基準による試験をするという逆のケースも実施可能であると判断された。

6) 操舵性能試験 (図 2-6-2)

(高橋弘行)

(1) 試験条件

① 概要 日本の方法基準では、取扱試験の操舵性の確認のために実施しており、方法基準の中にはその試験方法を記載していないが、双方とも欧州指令を基本とした内容としており、操舵力計測のための走行方法は韓国の方法基準と同じである。但し、供試機条件等が若干異なっている。

② 供試機条件 許容される最大の付加重錘を供試機に搭載する。通常、揚力試験での試験フレーム上の揚力結果を基にその 70~80%をリアウエイトとし、単体の状態での前後バランスを考慮してフロントウエイトを積載する。

(2) 測定項目

操舵力、旋回し始めから規定された位置までの所要時間及び操舵角度を計測している。

(3) 計測器等

操舵力角計をハンドルに装着(図 2-6-1)、走行速度は GPS にて行う。

(4) 計測要領

試験は、倍力装置を機能させたときと倍力装置を機能させない場合について行う。倍力装置を機能させない場合の試験は、油圧操向装置への油を閉めて実施している。操舵時間に制限(5 秒ないし 8 秒)があるため、その所要時間を計測するが、試験後に確認する操舵力の経時変化における値の立上がり点及び平定点の間を操舵時間としている。

(5) 概評

日本及び韓国共に欧州指令を基本としているため、試験方法上の相違はない。計測器の違いや倍力装置の不具合を想定した試験の方法も異なっているが、双方の方法とも指令内容から適切な方法として認められている。試験実施上、特に問題はない。



図 2-6-1 操舵力角計



図 2-6-2 操舵性能試験風景

7) 常用ブレーキ性能試験

(高橋弘行)

(1) 試験条件

供試機に付加重錘は装着しない。2 輪駆動 4 輪駆動が切り替えられる形式のものは、2 輪駆動の状態で行う。タイヤ及び制動装置は、常温状態。常温状態の判断について、方法基準上 3 つの判断基準が設けられており、このうちひとつを満たすものと規定されている。試験走行速度は、最高速度もしくは $50 \pm 5 \text{ km/h}$ のどちらか低い方とする。

(2) 計測項目及び計測器等

走行速度については、GPS により計測し、踏力は、ブレーキペダル上に取り付けた踏力計で計測を行う。なお、踏力計の上にスイッチを設け、これを踏むことにより入力されるトリガ信号を計測開始点としている。

(3) 計測要領

走行速度、停止時間、停止距離共に運転者の走行やブレーキ操作にともなって、自動で計測されるため、走行、停止の繰り返しで、連続的な計測が可能である。これは、テストコースのほぼ同一の領域（路面）を使用し、スタンプテストを操作し、停止距離を 1 回の試験毎に計測する日本の方式と異なっており、試験実施の能率が高い。但し、瞬時に目標とする踏力となるように荷重をかけて、停止するまでそれを維持することが計測精度維持のために必要であることは、日本と同じであり、運転者の操作技術に依存する要素が大きい。

(4) 概評

日本の方法基準にはブレーキ試験の項目がないが、韓国の方法基準に基づく試験方法や成績記載の方法は、OECD コードと同じであるため、日韓それぞれでの試験実施について問題はない。

8) 駐車ブレーキ試験

(高橋弘行)

本試験については、実機による確認はしなかった。但し、試験方法は OECD コードと同じであり、日本の計測要領と同じである。

9) オペレータ耳もと騒音

(高橋弘行)

(1) 試験条件

この試験は、けん引性能試験中に実施する。そのため供試機は、けん引試験の時と同じく付加重錘無しの状態とする。測定する速度段については、日本の方法基準の場合、 7.5 km/h に最も近い速度段で計測を実施するが、韓国の方法基準では、この速度段に加えて、最大けん引力の得られる速度段及び最大けん引出力の得られる速度段とする。

(2) 計測項目及び計測器等

測定項目は、騒音レベル（A 特性）である。計測器やマイクロフォンを取り付ける装置は、日本と同様の方式をとっている。なお、テストコース片側の山側直線部は、片側間近に壁面があるため、騒音の計測にあたっては、反対側の直線部を使用するのが適当と思われる。

(3) 計測要領

騒音計の動特性は、「SLOW」で行い、値を読み取り、記録する。

(4) 概評

双方の基準のもとで実施することに問題はないが、計測値の少数以下 1 桁を 0 か 5 にする日本とそのままの数値を記録する韓国での違いに留意する必要がある。騒音の少数以下 1 桁目は変動が激しいため、韓国での方式で計測する際には、負荷を安定させたときにある程度の時間での測定値を平均化して計測値とする等、工夫が必要となる。

10) 走行通過騒音

(高橋弘行)

(1) 試験条件

供試機条件等は日本と同一である。4 輪駆動の車輪型トラクタについては、4 輪駆動の状態で試験を行う。付加重錘は装着しない。計測項目、計測器等も日本と同一である。

(2) 計測要領

騒音計の動特性は、「FAST」で行い、騒音計のピークホールド機能を使って計測する。なお、風速条件の数値による規定はないが、風速を計測している。強風のときには、試験を実施しない。

(3) 概評 前出の運転者耳もと騒音と同じ。

11) 防じん防水試験

(高橋弘行)

(1) 試験条件

供試機は、単体(付加重錘なし)で、4 輪駆動のものは、前輪も駆動する。

(2) 調査項目

クラッチハウジング内のさびの確認、前車軸左右キングピンケース部及びトランスミッションケース部潤滑油に対する水混入の有無を実施している。

(3) 試験装置

防水試験装置は、傾斜進入路のある水槽の底部に複数のフリーローラを並行に配置したものである。供試機の出入りを容易にするため、フリーローラには、回転をロックできる装置がある(図 2-11-1)。

(4) 試験実施要領

① 供試機の設置 供試機をフリーローラ上に載せ、固定は前方及び後方から、やや下方に向けて引っ張る。前輪デフロックのないものは、デフの効果により片車輪のみが回転するおそれがある。

② 試験 タイヤからの反力により、ハ



図 2-11-1 試験水槽



図 2-11-2 前車輪キングピンケースからの採取

ンドルが安定せず、結果として直進状態が保てずに機体がずれてこないよう、安全を考慮して、試験中は、オペレータがハンドルを保持している。

- ③ 試験後の調査 前車軸の左右キングピン及びトランスミッションケース(後車軸と兼用の潤滑油)から潤滑油を採取する。水分は油層の下部にたまると考えられるため、それぞれの部位のできるだけ下方から抜く。採取した潤滑油は、目視により水の混入を判定するが、判断が難しい場合は、半田コテをつけたときの音で判定する。クラッチハウジングへの水の浸入については、セルモータをはずした穴から、錆び等の有無を観察することにより判定している。(図 2-11-2、3、4)

(5) 概評

試験実施上の問題はない。試験後の水の浸入確認については、それぞれの分解箇所等が異なっているので、個々の国の要領に準拠して行うこと。



図 2-11-3 採取された潤滑油



図 2-11-4 半田コテによる判定

12) 取扱試験

(高橋弘行)

実機を使用した試験は実施しなかったが、野帳をもとにしての説明によると装備される機能を主に確認している。

4-3 安全キャブ・フレーム等試験実施要領の調査

1) ROPS (安全キャブ・フレーム) の強度試験

(塚本茂善)

今回の調査では、LS Mtron (韓国農業機械メーカー) の ROPS 試験に立ち会った。今回の試験は韓国の検査コード I (日本の型式検査コード I、OECD テストコード 4 と同じ) により行われた。

(1) 試験手順

- ① 試験装置 FACT は KOLAS (Korea Laboratory Accreditation Scheme、韓国の試験所認定制度) の認定を受けており、ROPS 強度試験に使用するロードセルや変位計などは定期的に校正が行われている。また近年、施設の安全対策に関する外部チェックがあり、試験装置の再塗装 (緑色→黄色) や安全標識の追加等を行ったとのこと。図 3-1-1~4 に試験装置を示す。



図 3-1-1 ROPS 強度試験装置
(全体写真)



図 3-1-2 水平負荷試験装置
シリンダストローク：1000mm
許容負荷：10t
制御速度：0.1～5mm/s
負荷可能範囲：高さ 1～4m、左右 4m、
前後 7m



図 3-1-3 垂直負荷試験装置（2 種類）
シリンダストローク：725mm
許容負荷：10t, 30t
制御速度：2mm/s 以下



図 3-1-4 シートベルト引張試験装置
シリンダストローク：500mm
許容負荷：1t
制御速度：0.1～5mm/s

② 構造調査

(ア) 構造寸法測定 FACT ではトラクタの構造寸法はこれまで図 3-1-5、3-1-6 のような構造寸法測定治具を用いて測定を行っていたが、最近ではレーザースキャナ三次元測



図 3-1-5 構造寸法測定治具



図 3-1-6 構造寸法測定治具のスケール部

定器（FARO 製：精度 2mm/25m）を用いて測定しているとのことであった。本三次元測定器を用いた測定では、図 3-1-7～3-1-10 のようにパソコン上で任意のポイントを指定することで、そのポイント間の距離が即座にわかるようになっており、ホイールベースや全高といったデータもすぐに算出することができる。



図 3-1-7 レーザースキャナ三次元測定器



図 3-1-8 測定のために設置した基準点

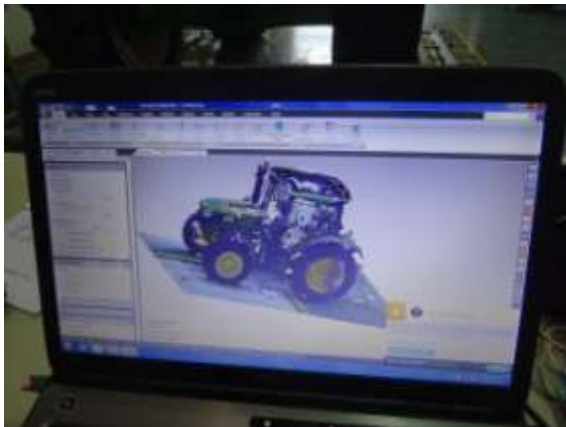


図 3-1-9 測定したトラクタの三次元画像例

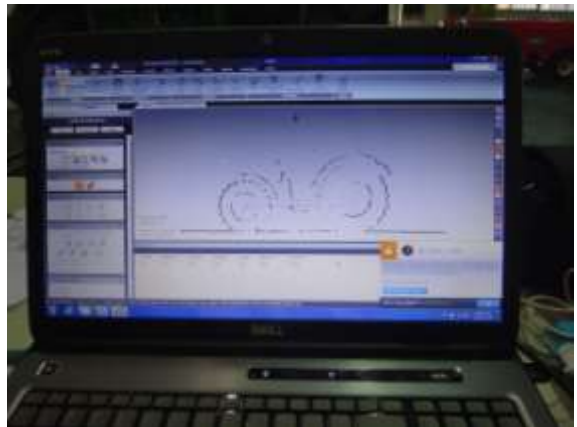


図 3-1-10 軸距の測定画面

(イ)安全域の設定 安全域を設定するための基準点である SIP（座席基準点）の位置を特定するため、座席を最後方・最高位置にセットし、座面上に測定治具をおいて SIP の測定が行われた。日本では 3 次元座標測定装置を用いて SIP の座標値を算出している。

図 3-1-11 の通り、SIP 測定治具の SIP 位置には棒鋼が差し込んであり、この棒鋼と安全域上端の位置関係を確認しながら座席上の安全域を設置する（図 3-1-12、13）。日本では安全域はコンピュータ上で設定をしているが、韓国では座席上に安全域の模型を直接搭載して強度試験を行っている。また、180 度転倒時の安全域への地面の侵入を確認するため、上部保護面（フレーム上端と前部支持点を結んだ線）を図 3-1-14 のようにロープで再現している。なお、現在はフレーム上と安全域上の数点についてモーションキャプチャを用いてリアルタイムに動きを測定しており、試験後に各測定点の動きを連続的に確認することができる。



図 3-1-11 SIP 測定治具



図 3-1-12 安全域設置の様子



図 3-1-13 設置後の安全域



図 3-1-14 ロープを使った保護面

(2) 試験方法基準

① 試験方法 韓国の各検査コードにおける試験順序と所要吸収エネルギー及び所要負荷は以下の通りである。いずれの検査コードもシートベルトアンカー試験が必須である。

コード 1		コード 2			
		後部装着		前部装着	
後部負荷	1.4M(J)	後部負荷	$2.165 \times 10^{-7} MZ^2 (J)$	後部負荷	500+0.5M(J)
後部圧壊	20M(N)	後部圧壊	20M(N)	後部圧壊	20M(N)
側部負荷	1.75M(J)	前部負荷	500+0.5M(J)	前部負荷	500+0.5M(J)
前部圧壊	20M(N)	側部負荷	1.75M(J)	側部負荷	1.75M(J)
前部負荷	0.35M(J)	前部圧壊	20M(N)	前部圧壊	20M(N)
OECD コード 4		OECD コード 7		OECD コード 6	

[M : 基準質量 (kg) Z : 基準軸距 (mm)]

コード 3		コード 4	
側部負荷	7000M (M/10000) ^{1.20} (N)	後部負荷	1.4Mx1.15 (J)
	13000 (M/10000) ^{1.25} (J)	側部負荷	(980+1.2M) x1.15 (J)
圧壊	20M (N)	圧壊	14.7M (N)
		前部負荷	0.35M (J)
OECD コード 8		ASAE S383	

[M：基準質量 (kg)]

日本の型式検査コード (OECD テストコード) とほぼ同じ。ただし、韓国の検査コードには Front ROPS (OECD テストコード 6) も含まれており、この点は日本と異なる。また、シートベルト試験が必須であることも日本と異なる。

(韓国検査コード 1 による各強度試験の様子)

・ 後部負荷試験



・ 後部圧壊試験



・ 側部負荷試験



・ 前部圧壊試験



・ 前部負荷試験



- ② 基準（判定方法） いずれの試験においても、フレーム及び保護面の安全域への侵入や、フレーム部材等の重大な亀裂や破損がないかどうかを目視により確認する。

（３）試験計測要領

① 強度試験装置の制御方法（図 3-1-15）

水平負荷試験：所要吸収エネルギーに達すると、自動的に油圧シリンダが戻される。

圧壊試験：所要荷重に達して 5 秒経過すると、自動的に油圧シリンダが戻される。



図 3-1-15 水平負荷試験時の制御画面

- ② 変形量の測定 所要吸収エネルギーの計算上必要となる ROPS の変形量は油圧シリンダに内蔵の変位計で計測。また、モーションキャプチャによる計測も行っており、安全域と ROPS の位置関係についてはこちらのデータを使用することも可。ただし、安全域への ROPS や保護面の侵入の有無は座席上に設置した安全域の模型を使って目視により判断している。
- ③ 日本との違い 日本では最大変形時におけるフレーム等の座標値を測定している

ため、いずれの試験も所要吸収エネルギー、所要荷重に達すると自動的に油圧シリンダが停止するが、戻し操作は任意に手動で行っている。また、所要吸収エネルギーの計算上必要となる ROPS の変形量は韓国と同じく日本においても油圧シリンダに内蔵の変位計により計測しているが、安全域と ROPS の位置関係については韓国と異なり、日本では三次元測定装置により計測したデータを使用している。

(4) データ処理

成績書の様式はほぼ OECD テストレポートの様式と同じであり、日本の検査成績書よりも詳しい情報が記載されている。また数値の丸め方は、寸法については 2 捨 3 入の 5mm 単位で記載しており、日本と同じである。

2) シートベルトアンカー試験

(塚本茂善)

(1) 試験方法

シートベルトの取付部の強度を確認するための試験で、OECD テストコードにもオプション試験として採用されている。なお、韓国の検査では必須となっている。試験順序と所要負荷は以下の通りである (図 3-2-1、2)。

- ① 前方引張試験 (水平面に対し 45 度前上方に引っ張る試験) $4448 + 4(m_s \times 9.81)$ (N)
 - ② 後方引張試験 (水平面に対し 45 度後上方に引っ張る試験) $2224 + 2(m_s \times 9.81)$ (N)
- m_s : シート質量 (kg)

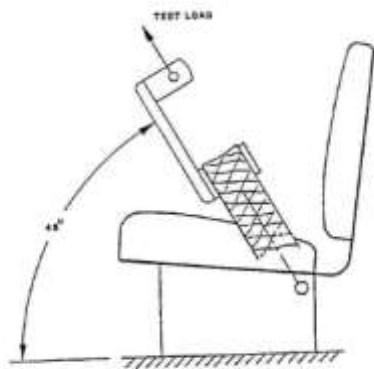


Figure 4.16
Load application in the upward and forward direction

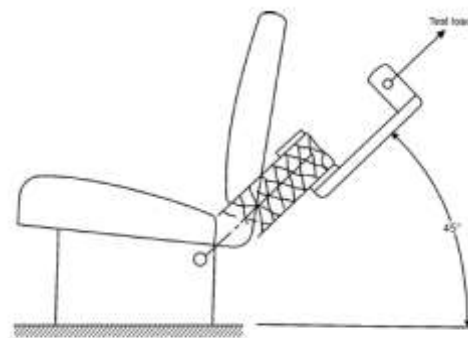


Figure 4.17
Load application in the upward and rearward direction

図 3-2-1 OECD テストコードに記載されている試験方法の図



図 3-2-2 前方引張試験の様子

(2) 基準（判定方法）

上記引張試験を行い、シートベルトの取付け部等に破損がないか目視により確認する。

・ 日本との違い

韓国では ROPS 試験の一貫としてシートベルトアンカー試験も必須となっているが、日本の型式検査ではシートベルトアンカー試験は必須ではなく、強度の保証されたシートベルトが装着されていればよいことになっている。

3) FOPS（落下物保護構造物）の強度試験

（塚本茂善）

OECD テストコード 10 と同じで、頭上への落下物から運転者を保護するための構造物に対する強度試験で、日本では現在のところ需要がないため、試験装置を保有していない。韓国においても FOPS は必須ではなく、メーカーからの要望に応じて試験を実施している。

(1) 試験手順

- ① 試験装置 質量 45kg の重錘（図 3-3-1、3-3-2）を電気式迅速開放装置に取り付け、それを天井クレーンで所定の位置まで持ち上げる。



図 3-3-1 FOPS 試験用の重錘及び FOPS 試験装置の外観

- ② 試験準備 まず、座席上に安全域を設置し（図 3-3-3）、FOPS（屋根部材）上に重錘の落下点を決定する（図 3-3-4）。落下点は安全域上で、かつ屋根部材で囲まれたエリアの中心もしくは中心にもっとも近い位置とする。重錘が FOPS（屋根部材）上に落下した際の最大変形量を測定するため、韓国では天井内張にロッド（棒鋼）を当て、その移動量で最大変形量を測定するという方法をとっている（図 3-3-5）。これは 2011 年にドイツで開催された OECD テストエンジニア会議のデモンストレーションで紹介された方法とほぼ同じである。
- ③ 強度試験 FOPS 試験は OECD テストコード 10 に基づき実施される。試験条件は下記の通りである。

ENERGY LEVEL (J)	SAFETY ZONE	DROP OBJECT	DIMENSIONS (mm)	MASS (kg)
1365	Clearance zone*	Sphere	$200 \leq \text{Diameter} \leq 250$	45 ± 2
1365	DLV**	Sphere	$200 \leq \text{Diameter} \leq 250$	45 ± 2

45kg の重錘が 1365J の位置エネルギーを持つ高さは 3.09m となるので、FOPS（屋根部材）上面から 3.09m の高さに重錘を持ち上げ、その地点から落下させる。なお、高さ計測にはレーザー距離計（図 3-3-6、3-3-7）を用いている。

（２）試験方法基準

- ① 試験方法 OECD テストコード 10 に基づき実施される。
- ② 基準（判定方法） 重錘の安全域の侵入や、FOPS 部材の安全域への侵入がないかどうかを確認。FOPS 部材の安全域への侵入の有無は、座席上に設置した最大変形量測定治具（図 3-3-5）により得られた最大変形量データから判断。

（３）試験計測要領

FOPS 試験はデモンストレーションとして実施されたため、今回は調査できなかった。

（４）データ処理

FOPS 試験はデモンストレーションとして実施されたため、今回は調査できなかった。



図 3-3-2 FOPS 試験用重錘（45kg）



図 3-3-3 キャビン内に設置された安全域

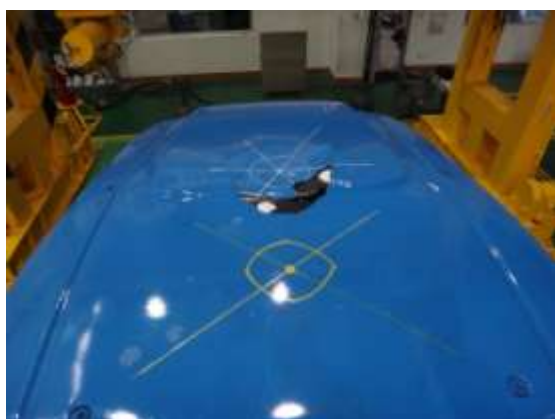


図 3-3-4 重錘落下位置



図 3-3-5 最大変形量測定治具



図 3-3-6 重錘のセッティング



図 3-3-7 重錘落下高さの確認

4-4 安全装備確認の調査

(手島 司)

1) 安全鑑定と安全検定

安全装備については、生研センターでは型式検査や安全鑑定の中で確認しており、その確認項目、基準および基準の補足説明の詳細は「安全装備の確認項目と安全鑑定基準及び解説」に記述されている。一方 FACT では呼称が「安全検定」となるが、「安全検定基準」の中に生研センターの安全装備の基準と解説を参考にしたほぼ同様の内容が、基準と解説を合わせた形で記述されている。さらに、生研センターでは公道走行に必要な機能を有することを確認するための「農耕作業用自動車等機能確認（以下、機能確認）」として実施している項目も含んだ内容となっている。

そこで、乗用型トラクタに関する基準の FACT と生研センターとの相違を中心に、安全鑑定と機能確認の 2 つの項目に分けて以下に述べる。

2) 「安全鑑定および機能確認」と「安全検定」との相違（乗用型トラクタについて）

(1) 安全鑑定と安全検定

① 運転・操作装置の操作力

運転・操作装置であるレバー・ペダル類の最大許容操作力については、安全鑑定基準にはないが内規に「レバーは 30kgf（約 300N）以下」「ペダルは 50kgf（約 500N）以下」との記述があり、実務上の基準としている。一方 FACT では駐車ブレーキについてのみ安全検定基準に規定されており、「駐車ブレーキがレバーの場合は 400N 以下、ペダルの場合は 600N 以下」となっている。

② 運転席

運転席の基準については、安全鑑定基準の方がより詳細であるもののほぼ同様といえる。一点だけ相違点を挙げるとすれば、FACT では「座席には背もたれやスプリング等の緩衝装置が必要」とされているが、安全鑑定基準にはそのような記述はない。

③ 安全標識の耐久性

安全標識について生研センターでは「絵、文字等が消えないもの」「容易に剥がれないもの」等の基準があるものの、特に耐久性の試験を行っていない。一方 FACT では、安全検定基準に耐久性試験の方法*が記述されており、FACT の方法基準によって安全装備の確認を行う場合は注意が必要である。なお、車体や機関の型式銘板についても、同様の耐久性試験を実施する旨が記述されている。

※安全標識を湿った布や燃料を含ませた布で各々 15 秒間こすり、30 秒経過後にはがれないこと、図・記号・文字等が判読可能であることを確認する。

④ 燃料タンクおよび給油口

燃料タンクについては、燃料残量確認が可能な構造であること、配線や端子から 20cm

以上離れていること、また給油口については、地面やプラットホームからの高さが 150cm 以下であること、30 度傾けた状態で燃料がこぼれないこと等の確認項目がある。

(2) 機能確認と安全検定

① 最大安定傾斜角度

運転席に 75kg の重錘を負荷した状態で左右の最大安定傾斜角度を測定する（機能確認では重錘なし）。

② 制動停止距離

FACT における乗用型トラクタの制動停止距離の基準は次式で表される。

$$S_{\max} \leq 0.15V + V^2/116$$

ただし、 $S_{\max}$ ：制動距離(m)、 V ：試験速度(km/h)

一例として、試験速度が 20km/h であった場合、機能確認の基準では停止距離は「5m 以下（空走距離含む）」であるのに対して、FACT の基準では「6.45m 以下」と計算される。乗用型トラクタについては制動停止距離の計算式が大きく異なるため注意が必要である（乗用型トラクタ以外は日本と同じく 5m 以下）。

③ 灯火類

前照灯、車幅灯、尾灯、制動灯、後退灯、方向指示器等の灯火類の各々の個数や色については機能確認基準と同様であるが、取付け位置については機能確認基準ほど細かい寸法は FACT の安全検定基準には記述されていない。

④ 後写鏡

後写鏡については、キャブ型や 4 柱式フレーム型については左右に 1 つずつ、それ以外は左側に 1 つ装着することが基準で定められている。

⑤ 警音器

警音器について基準は特にない（機能確認では車体前方 7m、地上 0.5～1.5m において、93～112dB(A)である必要がある）。

⑥ 計器装置

FACT では計器装置については、機関回転速度計、走行速度計、燃料計、走行距離計、アワーメータ等が装着されていること、それらを夜間に確認できるような照明等があることが基準に定められているが、機能確認では特にそれらの確認は行っていない。

⑦ 低速車両表示灯

韓国では乗用型トラクタおよび耕うん機用トレーラには図 4-1 のような黄色い低速車両表示灯の設置が義務付けられている。

この表示灯を 2 個設置する場合は左右対称に、1 個の場合は機体中心から左側に取り付け、前後左右から確認可能な位置とする必要がある。また、日没後自動点灯するか灯火類と同時に点灯または消灯する構造が要求されている。



図 4-1 低速車両表示灯

(3) 概評

FACT の安全検定基準の中に生研センターでいう安全鑑定や機能確認の内容が盛り込まれており、多少の相違は認められたが、FACT の施設で生研センターの方法基準等に基づく安全装備の確認が可能であることを確認した。生研センターの施設を利用して FACT の方法基準による確認をするという逆のケースも問題なく実施可能であると判断された。

IX. 韓国における出張評価試験（排出ガス試験）に係る調査

評価試験部 原動機第 2 試験室

室 長 清水一史

研究員 西川 純

1. 目 的

日本の農業機械メーカーが、韓国の基準や要領に基づく排出ガス計測試験を生研センターで受検できるようにするため、韓国の試験方法・基準、計測装置等を調査する。

2. 調査日程

平成 24 年 10 月 28 日～11 月 2 日（6 日間）

日数	月日	都市名	交通	調査内容	摘 要
1	10/28（日）	成田→仁川 →水原	NH907 車		水原泊
2	10/29（月）	水原		打ち合わせ、計測機器及び設備確認 機器管理状況（点検校正等）確認	水原泊
3	10/30（火）	水原		機関排出ガス計測試験方法確認	水原泊
4	10/31（水）	水原→天安 →水原	車	韓国農業機械・装置・技術国際博覧 会 2012 見学	水原泊
5	11/1（木）	水原		計測システム確認 計測機器及び設備作動状況確認	水原泊
6	11/2（金）	水原→金浦 →羽田	バス NH6984	調査結果のとりまとめ、意見交換	

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	主な業務	主な対応者	住所等
農業技術実用化 財団（FACT）	農業機械の試 験（実施機関）	Dr. Kwan-Woo KIM	221-2, Seodun-dong, Gwonseon-gu, Suwon, 441-857, KOREA TEL: +82-31-290-1954

4. 調査結果の概要

1) 排出ガス試験

(1) 韓国の排出ガス規制

軽油を燃料とする農業機械エンジンに対して、2013 年 7 月 1 日から排出ガス規制が適用される。試験方法は、後述の ISO8178 の C1_8 モードに沿った方法で実施される。出力範囲毎の規制値を表 1 に示す。

表 1 2013 年 7 月 1 日からの排出ガス規制

出力範囲	一酸化炭素	炭化水素	窒素酸化物	粒子状物質
19kW 以上 37kW 未満	5.5g/kWh 以下	7.5g/kWh 以下 (HC+NO _x)		0.3g/kWh 以下
37kW 以上 75kW 未満	5.0g/kWh 以下	4.7g/kWh 以下 (HC+NO _x)		0.4g/kWh 以下
75kW 以上 130kW 未満	5.0g/kWh 以下	4.0g/kWh 以下 (HC+NO _x)		0.3g/kWh 以下
130kW 以上 560kW 未満	3.5g/kWh 以下	4.0g/kWh 以下 (HC+NO _x)		0.2g/kWh 以下

更に、2015 年 1 月 1 日より表 2 に示す排出ガス規制値が適用され、NRTC 法及び ISO8178 の C1_8 モードに沿った方法で実施される予定となっている。ただし、19kW 未満のエンジンに対しては、NRTC 法の代わりに環境省長官が告示する測定方法（方法は、不明）で代替することができるとなっている。日本では 2011 年から PM の規制値が、2014 年から NO_x の規制値が、大幅に強化されるが、韓国では 2015 年に同時に強化される。また、NO_x の規制値については、日本では 56kW 以上が対象であるのに対し、韓国では 75kW 以上が対象となっている。

表 2 2015 年 1 月 1 日からの排出ガス規制

出力範囲	一酸化炭素	炭化水素	窒素酸化物	粒子状物質
8kW 未満	8.0g/kWh 以下	7.5g/kWh 以下 (HC+NO _x)		0.4g/kWh 以下
8kW 以上 19kW 未満	6.6g/kWh 以下	7.5g/kWh 以下 (HC+NO _x)		0.4g/kWh 以下
19kW 以上 37kW 未満	5.5g/kWh 以下	4.7 /kWh 以下 (HC+NO _x)		0.03g/kWh 以下
37kW 以上 75kW 未満	5.0g/kWh 以下	4.7g/kWh 以下 (HC+NO _x)		0.03g/kWh 以下
75kW 以上 130kW 未満	5.0g/kWh 以下	0.19g/kWh 以下	0.4 g/kWh 以下	0.025g/kWh 以下
130kW 以上 560kW 未満	3.5g/kWh 以下	0.19g/kWh 以下	0.4 g/kWh 以下	0.025g/kWh 以下

(2) 試験方法・基準

a. 韓国の試験方法・基準

韓国における試験方法・基準は表 3 のとおりである。生研センターの排出ガス試験設備を用いて、韓国の試験方法・基準に沿った試験を実施可能であることが確認できた。

表 3 韓国の試験方法・基準

項 目		方法・基準等
試験条件	試験エンジン	排出ガス試験時の最高出力は、設計最高出力の 5 % 以内
	燃料噴射ポンプ・ガバナ、燃料系統	メーカーの設計値に調整
	大気条件係数	$0.96 < f < 1.06$
	吸入空気系統	吸入負圧：最大出力時設計値 $\pm 0.1 \text{ kPa}$ インタークーラ温度：設計値 $\pm 5^\circ\text{C}$ 吸気温度 or 試験室温度： $25 \pm 5^\circ\text{C}$
	排気系統	排気圧：最大出力時設計値 $\pm 1.0 \text{ kPa}$
	燃 料	燃料温度： $33 \sim 43^\circ\text{C}$
装置	動力計	回転数：最大速度 $\pm 2\%$ 最大負荷時のトルク $\pm 2\%$ その他機関出力試験方法 KSR0071 を満たすこと。
	排出ガス分析装置	HC：FID、HFID、試料採取管の温度 $180 \sim 200^\circ\text{C}$ CH_4 ：GC FID 又は同等以上、NMHC 計算機能付 $\text{CO} \cdot \text{CO}_2$ ：NDIR NO_x ：CLD、HCLD 又は同等以上 測定精度：F. S. $\pm 3.5\%$ 測定範囲：測定データに基づき適切に選択
	PM 測定装置	希釈トンネル温度： 52°C 以下 採取方法：原則部分希釈法 PM 秤量室と天秤が必要 PM フィルタ：フッ素皮膜ガラス繊維フィルタ or メンブランフィルタ フィルタ直径： 47 mm （内径 37 mm ）以上 最小捕集量： 0.5 mg 以上（ 47 mm フィルタ）、 1.3 mg 以上（ 70 mm フィルタ） 秤量室温度： $22 \pm 3^\circ\text{C}$ 秤量室湿度： $45 \pm 8\%$ 天秤スケール：最小捕集量の 1% 天秤精度： 2% フィルタ秤量：試験前 4 h 以内、試験後 $2 \sim 36 \text{ h}$ 以内
装置精度	燃料消費量測定装置：燃料消費量の $\pm 2\%$ 以内 吸入空気量測定装置：吸入空気量の $\pm 2\%$ 以内 温度計（ 327°C 以下の温度測定用）： $\pm 2 \text{ K}$ 以内 温度計（ 327°C を超える温度測定用）： $\pm 15 \text{ K}$ 以内 大気圧：指示値の $\pm 1\%$ 以内 排気圧：エンジン最大排気圧の $\pm 5\%$ 以内 吸入負圧：エンジン最大吸入負圧の $\pm 5\%$ 以内 その他の圧力： $\pm 0.1 \text{ kPa}$ 以内 相対湿度：相対湿度の $\pm 3\%$ 以内 絶対湿度：指示値の $\pm 5\%$ 以内	

平成 24 年度海外技術調査報告

項 目			方法・基準等
校正用ガス等			濃度の±1%以内（軽油用の場合、±2%以内）
	CO	スパン ゼロ	CO+N ₂ バランス CO 用：窒素（HC<1ppmC、CO<1ppm、CO ₂ <400ppm、NO<0.1ppm）又は乾燥精製空気
	HC	スパン ゼロ 燃焼ガス	C ₃ H ₈ +N ₂ 又は空気バランス 乾燥精製空気 H ₂ が 40±2%、残り He
	NO _x	スパン ゼロ オゾン発生 源ガス	NO+N ₂ バランス NO _x 用：窒素（HC<1ppmC、CO<1ppm、CO ₂ <400ppm、NO<0.1ppm）又は乾燥精製空気 O ₂ （純度 99.5%以上）又は合成空気（HC<1ppmC、CO<1ppm、CO ₂ <400ppm、NO<0.1ppm、酸素含有率 18～21mol%）
	CO ₂	スパン ゼロ	CO ₂ +N ₂ バランス 窒素（HC<1ppmC、CO<1ppm、CO ₂ <400ppm、NO<0.1ppm）又は乾燥精製空気
試験モード		1 2 3 4 5 6 7 8	定格回転速度、負荷率 100%、重み係数 0.15 定格回転速度、負荷率 75%、重み係数 0.15 定格回転速度、負荷率 50%、重み係数 0.15 定格回転速度、負荷率 10%、重み係数 0.10 中間回転速度、負荷率 100%、重み係数 0.10 中間回転速度、負荷率 75%、重み係数 0.10 中間回転速度、負荷率 50%、重み係数 0.10 アイドリング回転速度、負荷率 0%、重み係数 0.15 ※中間回転速度：最大出力時エンジン回転数の 65～75%の範囲内での最大トルク時回転数。ただし、最大トルク時回転数が 60%未満の場合には 60%、75%を超えている場合は、75%とする。
試験方法	排出ガス分析装置 試験モード運転		十分に暖機を行うこと。試験前後のゼロ・スパンを記録計に記録すること。 試験前後のスパン値の違いが 2%以内であること。 各モードは 12 分運転すること。エンジンの安定のため、運転時間を延長することができる。ただし、この場合、事前にチェック者の確認が必要。 各モード運転中のエンジン回転数は±50rpm 以内、トルクは最大トルクの±2%以内。 分析計の出力信号は、各モードの最後の 3 分間記録計に記録して、平均する。 エンジン回転数、出力、吸気温度、吸入負圧、過給気温度、排出ガス温度、排気圧、燃料流量、燃料温度を試験中に継続記録する。
計算式			省略

b. 日本の旧試験方法・基準との主な相違点

2003 年の排出ガス 1 次規制や、2006 年～2008 年の排出ガス 2 次規制時のディーゼル特殊自動車 8 モード排出ガス測定（以下、D8）の技術基準（以下、旧試験方法・基準）との主な相違点は表 4 のとおりである。PM フィルタのソーク時間、PM 捕集前と捕集後の圧力の増加、各モードにおける実効重み係数の範囲などが、韓国の試験方法・基準に定められていないことから、韓国の試験方法・基準に従って試験を実施する場合、日本の旧試験方法・基準等に定められた基準を補完しながら試験を実施することが望ましいと考えられた。

表 4 日本の旧試験方法・基準と韓国試験方法・基準との主な相違点

項目	日本の旧試験方法・基準	韓国の試験方法・基準
大気条件係数	$0.98 < f < 1.02$	$0.96 < f < 1.06$
燃料性状の基準	あり	なし
試験時の燃料温度	なし (エンジン製造業者の推奨値)	あり (33～43℃)
D8 時の黒煙濃度測定、方法・基準	あり	なし
無負荷急加速黒煙濃度測定、方法・基準	あり	なし
PM フィルタのソーク時間	試験前：1 時間以上 試験後：1～80 時間	試験前：なし 試験後：なし
捕集フィルタを通過するガスの表面流速	あり (35～80cm/s)	なし
PM 捕集前と捕集後の圧力の増加	あり (25kPa 以下)	なし
各モードにおける実効重み係数の範囲	あり $((W_i - 0.005) \leq WF_i \leq (W_i + 0.005))$	なし
各モード時間	10 分以上	12 分
CO 等の測定	各モードの最後 60 秒	各モードの最後 180 秒
PM 最小捕集時間	シングルフィルタ法：20 秒以上 マルチフィルタ法：60 秒以上	なし
試験時の許容誤差	1～7 モード運転中のエンジン回転数は±20rpm 以内、8 モード運転中のエンジン回転数は±50rpm 以内、トルクは最大トルクの±2%以内。	各モード運転中のエンジン回転数は±50rpm 以内、トルクは最大トルクの±2%以内。
排気圧力測定位置	排気マニホールドから 0.5m 以内	なし
吸気圧力測定位置	吸気マニホールドから 0.5m 以内	なし

c. 日本の現行試験方法・基準との主な相違点

2011 年からの排出ガス 3 次規制時のディーゼル特殊自動車排出ガスの測定方法のうちディーゼル特殊自動車 8 モード法（以下、現行試験方法・基準）との主な相違点は表 5 のとおりである。韓国においても 2015 年 1 月 1 日より NRTC 法による排出ガス測定を実施予定のため、将来的には、日本の現行試験方法・基準、設備と同等程度になると考えられる。

表 5 日本の現行試験方法・基準と韓国試験方法・基準との主な相違点

項 目	日本の現行試験方法・基準	韓国の試験方法・基準
測定装置の直線性検証、確認時期 (エンジン回転速度、トルク、燃料流量、吸入空気流量、希釈空気流量、希釈排出ガス流量、PM 天秤、圧力計、温度計)	あり（回帰直線の傾き、回帰直線の y 切片、標準誤差 SEE、決定係数）、試験前 370 日以内	なし
測定装置の直線性検証、確認時期（希釈しない排出ガス流量）	あり（回帰直線の傾き、回帰直線の y 切片、標準誤差 SEE、決定係数）、試験前 185 日以内	なし
排出ガス分析装置の直線性検証、確認時期	あり（回帰直線の傾き、回帰直線の y 切片、標準誤差 SEE、決定係数）、試験前 35 日以内	なし
測定装置の精度	推奨	あり
NO ₂ －NO コンバータの変換効率の確認、確認時期	あり、試験前 35 日以内	なし
PM 天秤ゼロ・スパン調整	あり（0.1%以内）、試験前 12h 以内	なし
HC ハングアップ確認	あり（2 ppmC 以内）、試験前 8 h 以内	なし
排出ガス分析、MDLT 装置リーク確認	あり（通常流量の 0.5%未満）、試験前 8 h 以内	なし
大気条件係数	0.93<f<1.07	0.96<f<1.06
燃料性状の基準	あり	なし
試験時の燃料温度	なし (エンジン製造業者の推奨値)	あり（33～43℃）
D8 時の黒煙濃度測定、方法・基準	あり	なし
無負荷急加速黒煙濃度測定、方法・基準	あり	なし

項 目	日本の現行試験方法・基準	韓国の試験方法・基準
PM フィルタのソーク時間	試験前：1 時間以上 試験後：1 ～80 時間	試験前：なし 試験後：なし
捕集フィルタを通過するガスの表面流速	あり (0.90～1.00m/s)	なし
各モードにおける実効重み係数の範囲	あり $((W_i-0.003) \leq WF_i \leq (W_i+0.003))$	なし
各モード時間	10 分以上	12 分
CO 等の測定	各モードの最後 60～180 秒	各モードの最後 180 秒
PM 最小捕集時間	シングルフィルタ法：20 秒以上 マルチフィルタ法：60 秒以上	なし
排出ガス分析装置の応答時間	あり	なし
秤量室温度	22±1℃	22±3℃
秤量室露点	9.5±1℃	なし
試験時の許容誤差	定格回転数の±1 %以内 or±3 rpm の大きい方、トルクは最大トルクの±2 %以内。	各モード運転中のエンジン回転数は±50rpm 以内、トルクは最大トルクの±2 %以内。

d. 韓国の試験設備

a) 校正・管理状況

動力計、エンジン回転計、トルク計については、年 1 回校正を実施しているが、排出ガス分析装置、マイクロトンネル、PM 秤量用電子天秤、PM 秤量室等については、2013 年 7 月より排出ガス規制が開始するまでに実施する予定とのこと。

b) 動力計

アメリカ UNICO 製の動力計（吸収動力 110 kW）を使用している（図 1）。



図 1 動力計

c) 排出ガス分析装置

排出ガス分析装置は、生研センターで 2011 年度まで使用していた堀場製作所製 Mexa-9000 と同様、1990 年代前半に導入された装置である（図 2）。現在、製造中止となっている型式のため、今後、点検整備・校正時に異常がみつかったても、部品交換できないおそれがある。日本帰国後、韓国のベスト測器代理店連絡先を金官禹氏に連絡した。



図 2 排出ガス分析装置

d) 計測システム

計測システムは、PTO 計測システムと同じ会社のものを使用している（図 3）。認証等の計測試験にあたっては、日韓双方の基準に適合したプログラムシーケンス、計測システムによるマイクロトンネルの制御、消費燃料を容量から質量に変換するためのステップをシステムに付加することが必要と思われる。金官禹氏が韓国のシステムメーカーに信号のやりとり、改修について確認中である。



図 3 計測システム

e) マイクロトンネル

マイクロトンネルは、生研センターと同様、堀場製作所製の MDLT1300 を使用している。前述の計測システムとの通信を行っていないため、手動での計測のみが可能である。金官禹氏が韓国の堀場製作所グループ会社に信号のやりとりについて確認中である。

f) PM 秤量室及び電子天秤

韓国製の PM 秤量室、電子天秤を使用している（図 4）。PM 秤量室については、温度 22℃、湿度：45%に設定し、良好に作動することを確認できた。



図 4 PM 秤量室及び電子天秤

g) その他

韓国の試験方法・基準においても、最大出力時の吸入負圧を設計値の $\pm 0.1\text{kPa}$ 以内、最大出力時の排気圧を設計値の $\pm 1.0\text{kPa}$ 以内にすることが定められている。認証等の計測試験にあたっては、吸入負圧を測定するセンサ、吸入負圧や排気圧力を調整するバルブ等が必要である。また、インタークーラターボエンジンなどを測定する場合に備えて、熱電対端子台のソケットを増設する必要がある（図 5）。



図 5 熱電対端子台

e. その他

日本の現行試験方法・基準で定められている燃料性状を満たす軽油については、現在、新長期排出ガス用軽油として、特別に製造されている（一般の軽油の 2 倍程度の価格）。このため、将来的に、韓国で日本の排出ガス試験を実施する際には、日本の現行試験方法・基準で定められている燃料性状に適合する軽油を韓国で製造・準備可能かを確認する必要がある。

2) 韓国農業機械・装置・技術国際博覧会 2012

韓国農業機械・装置・技術国際博覧会は、韓国で隔年開催される農業機械博覧会であり、

今回は 2012 年 10 月 30 日から 11 月 3 日の日程で、忠清南道天安市で開催された。出展社は、韓国企業を主体として、363 社であった。クボタ、ヤンマーなどの日本企業も出展している。9 の展示ホールが設けてあり、トラクタ、田植機、コンバインなどが展示してある一般機械ホール及び Tier4 対応エンジン、ハイブリッドトラクタ、電気トラクタなどが展示してある未来・先端農業ホールを主に見学した（図 6 ～ 9）。表 6 に展示ホール及び展示機械の一覧を示す。

表 6 展示ホール及び展示機械の一覧

展示ホール	展示機械
1. Cultivation Management Machinery	Sprayer, Spreader, Mower, Safety Gear etc.
2. Cultivation Management Machinery	Dryer, Cooler, Heater, Power Cart etc.
3. Plowing and Harrowing Machinery	Plow, Harrow, Soil Coverer, Blanketing Machine etc.
4. Harvesting Machinery	Harvester, Thresher etc.
5. Future Advanced Agriculture Hall	Tractor, Speed Sprayer, AG Tire etc.
6. Livestock Machinery	Baler, Wrapping Machine, Forage Harvester, Diseases Control Device etc.
7. General Machinery	Tractor, Rice Trans planter, Combine etc.
8. Planting, Seeding, Forestry Machinery	Trans planter, Seeder, Sprinkler, Feed Mixer etc.
9. Horticulture Machinery & Material	Agricultural Helicopter, Greenhouse, Irrigation, Fan, Fertilizer etc.



図 6 ハイブリッドトラクタ【conceptual model】(韓国 LS 製)



図 7 電動トラクタ【conceptual model】(韓国 大同工業製)



図8 DPF 搭載エンジン（韓国 INTEZEN 製）



図9 DPF搭載エンジン（韓国 大同工業製）

5. 收集資料等

- 1) 韓国 KC1-8 モードの測定方法
- 2) 韓国のエンジン排出ガス規制

X. 北米における野菜接ぎ木の現状に関する調査

基礎技術研究部 バイオエンジニアリング研究単位

研究員 中山夏希

1. 目 的

北米野菜接ぎ木シンポジウムへの参加および北米における野菜接ぎ木苗利用の現状について調査する。

2. 調査日程

平成 24 年 11 月 5 日～11 月 15 日（11 日間）

日数	日 付	都 市 名	摘 要
1	11 月 5 日（月）	成田発 シカゴ着発 オーランド着	移動日 [オーランド泊]
2	11 月 6 日（水）	オーランド	調査準備 [オーランド泊]
3	11 月 7 日（木）	オーランド	SPEEDLING 社訪問 [オーランド泊]
4	11 月 8 日（金）	オーランド	Vegetable Grafting Symposium への参加 [オーランド泊]
5	11 月 9 日（土）	オーランド	接ぎ木アドバイザーミーティングへの参加 [オーランド泊]
6	11 月 10 日（日）	オーランド	資料整理 [オーランド泊]
7	11 月 11 日（月）	オーランド発 デンバー着発 アリゾナ着	移動日 [アリゾナ泊]
8	11 月 12 日（火）	アリゾナ	アリゾナ大学訪問 [アリゾナ泊]
9	11 月 13 日（水）	アリゾナ発 ロサンゼルス着	 [機内泊]
10	11 月 14 日（木）	ロサンゼルス発	 [機内泊]
11	11 月 15 日（金）	羽田着	

3. 主な訪問先と対応者

訪 問 先	対 応 者	住 所 等
SPEEDLING	Mark Worley 氏 Sandra Fischbun 氏	3440 Cockroach Bay Road Sun City, Florida 33586-7098
Vegetable Grafting Symposium	-	Sheraton Orlando North Hotel 600 North Lake Destiny Drive Maitland, Florida 32751
接ぎ木アドバイザーミーティング	-	
University of Arizona	久保田智恵理 教授	Tucson, Arizona 85721

4. 調査結果の概要

1) SPEEDLING 社 (図 1、2)

SPEEDLING 社は野菜および花苗の生産、販売を行っている。野菜苗では、主に生食用および加工用トマト、ブロッコリ、カリフラワ、キャベツ、芽キャベツ、セロリ、レタス、ネギ、ピーマン、ナス、スイカの苗生産を行っている。フロリダ(2件)、ジョージア(1件)、カリフォルニア(3件)、テキサス(1件)とアメリカ国内に7つの事業所を持つ。今回はFloridaのSun Cityにある本社を訪問した。敷地面積は8ha程度である。



図 1 SPEEDLING 社の事務所

今回は、トマト苗の栽培を行っているハウスを見学した。SPEEDLING 社の特徴の一つとして、苗の大量生産と資材の低コスト化を目的に開発した育苗ベンチおよびセルトレイがある。育苗ベンチはセルトレイを渡す支柱(図3)のみで網棚等はない。セルトレイは発砲スチロール製で、図3のように育苗ベンチにセルトレイを渡して置く。アンダートレイは使用しない。



図 2 ハウス

トマト苗(図4)の栽培では、アメリカでは露地栽培が一般的であり、ハウスを強くする必要があるのであるため(ハードニング)、栽培期間は1サイクル30~35日程度で、通常の28日間程度の栽培期間よりゆっくり長く育てるとのことだった。散水は上面散水(図5)である。水と肥

料についても、ハードニングを目的として、必要最低限の散布で育てるとのことだった。

セルトレイは、季節の日射量に応じてセル数を変え、冬はセル数の少ないトレイ、夏は多いトレイにするとのことだった。また、地域によってもカリフォルニアでは年間通して 242 穴を使う等、各地で栽培様式は異なる。

その他の野菜苗も含めて、作物に応じて発芽庫（図 6）には 1～4 日程度入れている。

トマト苗の販売価格は 45\$/1000 本であるとのことだった。

播種作業では、花と野菜とで各ラインに分かれ（図 7，8）、ラインの作業人員は 2～3 名で、基本的には機械が行うため、セルトレイおよび種の供給を行っていた。

種については、品種は購入者側の要望に合わせている。また、使用する種は、事前に発芽試験を行い、発芽が悪いものについては購入者側に種を変えてもらうため、基本的な発芽率は 99%以上であるとのことだった。セルトレイの色が白と黒の 2 種類あったが、購入者側のニーズに応じている。

接ぎ木苗に関しては、現在、生産されていない。最近、スイカの接ぎ木の需要が増えているということであるが、接ぎ木苗生産を行うためのシステムがなく、そのための施設を導入するよりも、グアテマラや南米等の労賃の安いところで接ぎ木を行い、断根苗を輸入するビジネスモデルを行うなどしていききたいとのこと、現在、トライアル中とのことだった。



図 3 ハウス内の育苗ベンチ（トマト）



図 4 トマト苗



図 5 灌水装置



図 6 発芽庫



図 7 花の播種作業ライン



図 8 野菜苗の播種作業のライン

2) 北米接ぎ木シンポジウム (図 9)

シンポジウムにおける口頭発表の講演数は 20 課題、ポスター発表は 7 課題であった。トマト用の接ぎ木装置を開発しているオランダの ISO 社、接ぎ木苗生産販売業者であるイスラエルの Hishtil 社等の講演発表があった。

ISO 社からは、接ぎ木装置の開発の歴史と現在の最新の開発機に関する内容が報告された。ISO 社では 2006 年よりトマトおよびナス用接ぎ木装置の開発を行っている。2009 年に紹介され



た全自動型接ぎ木装置は、1,000 本/時の作業能率を有する。図 9 シンポジウムの様子
（5 株）の苗を同時に取り出し、接ぎ木部に向かう搬送レーンに載せ、1 本毎に接ぎ木が行われる。台木、穂木ともに子葉は残さず切断し、平接ぎで接ぎ木を行う。また、画像処理によって胚軸径が一定の範囲外のは排除している。接ぎ木資材は天然ゴムの専用チューブを用いており、3 か所で把持できるようになっている。流れとして、予め天然ゴムチューブを広げ、台木および穂木を挿入し、切断面を合わせてゴムチューブを締める。ゴムチューブの締め方も 2 段階あり、一度ある程度まで締めて切断面の横方向のずれをなくし、次に縦方

向にずれることがないようにゴムチューブを縦方向に伸ばし、締める際の縮む力によって台木および穂木の切断面を合わせている。この全自動型では接合資材の素材として天然ゴムを使用していたが、この天然ゴムが、素材自体のばらつきと環境の違いにより、劣化状態が一定しないという欠点を持つため、次の開発機ではシリコンチューブに変更している。

最近開発された装置は半自動型である。そのコンセプトとして、操作が簡単であること、消毒しやすいこと、苗と機械との接点が少ないこと、苗の動きが最小限であること、広範囲の苗に適応可能であること、シリコンチューブを使用すること、作業能率が 1,000 本/時以上であることとしている。作業工程としては、台木はあらかじめ他の装置により、一定の高さに切断し、台木のセルトレイごと接ぎ木装置にセットする。穂木は、人がセルトレイから 1 本ずつ引き抜き、供給用の回転テーブルに手供給する。台木用のセルトレイは Star & Hex Plug Trays（以下、スタートレイ）

を使用している。このスタートレイは、セルトレイの下から根鉢を把持するための治具が挿入でき、根鉢ごとセルトレイ上に押し上げることができる。装置の動作は、台木のスタートレイをベースに 1 列（短軸方向）毎に苗をトレイ上に持ちあげる。穂木と台木を並べて把持し、同時に切断する。次に、チューブを広げ、台木および穂木を挿入し、両苗が横ずれしない程度にシリコンチューブを締めて、最後に穂木を下方に押し付けて切断面を接合する。接ぎ木方法は、説明用の動画では平接ぎを行い（斜め切断も可能であるとのこと）、ISO 社の接ぎ木資材はシリコンチューブだった。台木はスタートレイから押し上げられた後は移動することなく、台木を中心に穂木やチューブ等が動作していた。

Hishtil 社からは、会社概要、接ぎ木を行う目的および利点、接ぎ木方法、自社の研究開発等に関する報告がされた。Hishtil 社の概要としては、1974 年創業、年間 8,000 万本の接ぎ木苗生産を行っている。

接ぎ木を行う利点は、高収量、高品質、耐病性、化学物質の低減等であり、特に高収量という点が強調されていて、現状に対して接ぎ木苗を使用することにより 80%の収量増加になるとのことだった。接ぎ木を行う上では 4 つの原則があり、徹底した衛生管理、再現性、



図 10 接ぎ木資材（ISO 社）

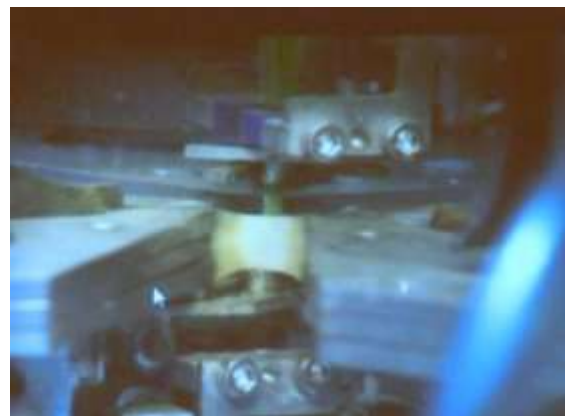


図 11 半自動型での接ぎ木方法（ISO 社）



図 12 半自動接ぎ木装置（ISO 社）

信頼性、季節性とのことだった。衛生面では、種子由来の病気および接ぎ木面からの感染病を防ぐため、高い衛生管理を行っている。再現性という点では、対象が植物体であり、手接ぎといった人による作業であり、これらに対して安定した苗生産を行うため、切断面の長さや根鉢から切断面までの胚軸の長さ等々、接ぎ木を行う際の細かい規定を設定し、品質管理を行っている。接ぎ木方法は、トマト、スイカともに斜め合わせ接ぎであった。トマトでは、穂木側の子葉を残していた。スイカは、片葉切断接ぎだった。接ぎ木資材は、トマトは胚軸径の太さに応じて 2 種類の径のチューブを用いて、スイカはクリップを用いていた。スイカでは、穂木、台木の生育段階が同程度の苗で接ぎ木を行うとのことだった。信頼性の点では、自社にては場試験を行い、また細かい製品規格を規定している。季節性の面では、現状では、高い技術チームが必要とされる需要と季節的な小口の需要とで 2 種類に分類されるとのことで、今後、高い貯蔵技術と全自動または補助的な接ぎ木装置が欲しいとのことだった。



図 13 会場に配布された
接ぎ木説明用の資料
(Hishtil 社)



図 14 接ぎ木による利点
(Hishtil 社)

3) 接ぎ木アドバイザーミーティング (図 15)

接ぎ木アドバイザーミーティングは、アメリカに接ぎ木苗生産システムの導入を図るため、大学、アメリカ合衆国農務省 (USDA) 等の研究者および生産者が集まった研究グループである。4 つの目的別に 7 つのワーキンググループがいずれかに分類されている。オブジェクト 1 は生産・流通コスト削減に関する技術開発および現場に簡易に導入可能な技術開発を目的とする。オブジェクト 2 は、栽培体系に関する基礎・応用研究およびフィールド



を目的とする。オブジェクト 3 は、接ぎ木技術進展の指導者および参加者への情報提供のための経済・社会的メトリックおよび指標の検討を目的とする。オブジェクト 4 は、普及のための支援活動および教育プログラム開発を目的とする。7 つのワーキンググループは、オブジェクト 1 に接ぎ木技術を検討するグループ、オブジェクト 2 にキュウリおよびトマトの栽培体系検討の各グループおよびポス

トハーベットの品質に関するグループ、オブジェクト 3 に経済および社会的分析に関するグループ、オブジェクト 4 に普及およびそれに伴う教育等について検討するグループ、その評価に関するグループがそれぞれ分類されている。以上の各グループが、今年度の研究報告を行った。

会議において、アメリカで接ぎ木苗を導入する際に重要視されることは、コストと多収量であるとのことだった。土壌消毒の問題があるにせよ、あくまでビジネスであり、導入には安い資材と安い人件費による安い接ぎ木苗生産がなければ、現状の通常の苗に取って変わるのには難しいとのことだった。例えば、接ぎ木を行う場合は、台木および穂木の 2 本必要になり、今までの接ぎ木を行わない苗の 2 倍の種代がかかることから、接ぎ木苗に関しては側枝を 2 つにする栽培様式にすることで現状のコストと同等にする方法等、コスト面に関する議論が盛んに行われていた。

4) アリゾナ大学 (図 16)

アリゾナ大学は、アリゾナ州ツーソンにある州立大学で、今回は、大学キャンパスから北 5 km 程に位置する Controlled Environment Agriculture Center (農業環境コントロールセンター) を訪問した。農業環境コントロールセンターには、研究室、講義室、育苗室およびハウス (図 17) 等の教育および研究用の施設がある。また、アメリカの大学は、普及の役割も担っていることから、そのための施設でもあるとのことだった。ハウスでは、各種研究および学生のトマトの栽培実習等が行われていた。



図 16 Controlled Environment
Agriculture Center (アリゾナ大学)

接ぎ木については、2 つの研究の説明を受けた。まず 1 つ目は、断根接ぎ木苗の貯蔵および輸送方法に関する研究、2 つ目に苗生産に要する資材および機材を用いた場合等のコスト試算に関する研究についてだった。

まず 1 つ目の断根接ぎ木苗の貯蔵および輸送方法に関する研究については、長距離輸送を想定した場合での接ぎ木苗の断根する際の最適なタイミングの検討、また、輸送時の低温貯蔵が必要か否かに関する検討を行っていた (図 18、19)。結果としては、スイカでは最低 5 日間、トマトでは 7 日間養生した後に断根するのが良く、また梱包時には、輸送時の温度上昇を防ぐため、保冷剤 (低温過ぎない程度で) および断熱材を使用することが良いという結果だった。

2 つ目の苗生産に要する接ぎ木資材および機材を用いた場合等のコスト試算については、生産規模に応じ (100 万本または 1 億本/年間)、クリップやチューブ等の接ぎ木資材の価格、接ぎ木装置の価格、接ぎ木装置の作業能率等を各パラメータとして、これらの増減にともなう接ぎ木 1 本当たりの価格変動を試算していた。結果として、接ぎ木資材 (クリップ、チューブ等)、接ぎ木装置の価格、機械の作業能率の 3 つの点に注目すると、接ぎ木装置の価格に

伴い苗価格は上昇するが、作業能率の増加に伴い苗価格は減少していた。その両者のバランスがどこにあるのか複合的に試算した上で結論が見えたら、なおのこと良かった。しかし、機械費以上に苗価格に影響するのが接ぎ木資材だった。機械費は、苗生産量が増せば減少するが、接ぎ木資材費は生産量に応じて減少するものでもなく、そのまま苗価格に上乗せされるものであるため、確かにその通りであるが、数値として示されることにより、改めて、より安い接ぎ木資材を使用することの重要性を感じた。



図 17 実験用ハウス



図 18 育苗庫



図 19 育苗庫内での接ぎ木試験の様子（スイカ）

5. 収集資料

- ・北米接ぎ木シンポジウム講演集および CD

[HP (<http://mbao.org>) にてシンポジウムでのスライド参照可能]

3. 主な訪問先

日 付	訪 問 先	住 所 等
11/ 7	EIMA2012	Bologna Fiere
11/ 8	EIMA2012	Via della Fiera, 20-40127
11/ 9	ボローニャクラブ 第 23 回メンバー会議	Bologna, Italy
11/10	ボローニャクラブ 第 23 回メンバー会議	



訪問都市

4. 調査結果の概要

1) ボローニャクラブメンバー会議

(1) ボローニャクラブの概要

ボローニャクラブは、世界各国の農業機械の研究、開発、製造、販売等、様々な分野の関係者が集まり、農業機械開発のための戦略について意見交換を行うサロンの組織である。クラブは 1989 年に設立され、2012 年 11 月現在、世界 42 カ国と 3 つの国際機関から 116 人がメンバーとなっている。メンバー会議は、概ね毎年 1 回開催されている。

(2) 第 23 回メンバー会議

ボローニャクラブの第 23 回メンバー会議は、2012 年 11 月 9～10 日の間、イタリアのボローニャ見本市センターを会場として開催された。

オープニングセッションに続いて、2つのセッションで合わせて8件の講演がなされた。

a. セクション 1：農作業のロボット化までの道程とその実現に向けて行うべき準備

a) 自律走行車両開発の現状と展望：J. Posselius (CNH 社)

①ビジョンシステム

ニューホランド社の 3D ビジョンシステムである IntelliFill は1枚の写真から遠近を3段階で表示するもので、牧草収穫時における伴走トレーラへの搬送筒位置制御に適用されている。

②テレマティクスと車両間通信

ニューホランド社の IntelliCruise Feed rate control は、収量に応じてコンバイン速度を（作業可能な最高速に）制御することにより、わら流量を一定化している。

③ISOBUS

トラクタが作業機を制御する第1世代から、作業機がトラクタを制御する第2世代へと変わってきている。

④最近の自律走行研究

コンバインとトラクタの車両間通信 (V2V) による、伴走（有人）トラクタの自動シンクロ運転 (CASE 社)、コンバインと伴走無人トラクタのシンクロ運転 (KINZE 社 Autonomy Harvest System)、2台のトラクタ（有人トラクタとロボットトラクタ）をワンマン運転するシステム (FENDT 社 GuideConnect) およびレーザとトランスポンダを使用した GPS を使わない低コスト自律トラクタ (Autonomous Tractor 社 (米国) SPIRIT、図 1) の説明。SPIRIT は、2013 年に市販開始予定。



図 1 SPIRIT トラクタ
(Autonomous Tractor 社 HP より)

b) 車両群の管理と協調運動：C. Sorensen (Aarhus 大学, デンマーク)

①車両群管理 (Fleet Management、以下 FM) とは

すべての機械をオンラインでモニタリングすることによって、作業の自動登録、スケジューリング、割り当ておよび運転パターン最適化モデルを作成する。他に、機械の保守や盗難防止のための管理も行う。

②FM の概要

FM を構成する要素は、農業機械、インターネット環境、携帯電話等の通信機器、オートガイダンスコンピュータ、最適化プログラムおよびデータベース等であり、タスクプランニングデータベースー通信の一連のフローで情報管理を統合する。

③FM の効果

FM の適用により、不整形圃場でのコンバイン収穫作業における伴走トラクタの経路作成やバイオマス作物のほ場からの運搬のための作業の最適化計画作成などが可能となる。これにより、ほ場の土壌踏圧が軽減できる。

また、複数ほ場を対象とした作業計画・管理も行え、作業の無駄時間を最少にすることができる。これにより、大麦生産の場合 10～18%の CO₂ 排出削減と作業能率の向上が期待できる。これをデンマークの穀物生産（総面積 1,500,000ha）に適用した場合、年間 27,000～37,000 トンの CO₂ 排出量を削減すると試算される。これは、燃費 20km/L の自動車 6,000 台が 50,000km 走行した際に排出される CO₂ に匹敵する。

④FM システム実現に向けての課題

効果の実証、継続的な教育・訓練が不要なシンプルなインターフェースの開発、データ記録・保管の自動化、外部のマネージメントシステムやプログラムとの統合、利用可能なスケジューリングプログラムと最適化プログラムの開発

c) ロボットによる収穫作業—過去からの教訓と未来の可能性：近藤 直（京都大学）

①日本における農業ロボットの開発事例と収穫ロボットの課題

日本では、これまでに苗植え替え、接ぎ木、青シソ選別などのロボットが開発・実用化されているが、収穫ロボットの実用例はない。収穫ロボットは、1982 年から京都大学においてトマトを対象として研究が始まり、その後、レタス、キュウリ等を対象としたものが研究されている。これらは、いずれも対象物を収穫できている。ただし、速度が遅く高価という共通の問題点を抱えている（人力比で能率は人力の 1/3、コストは 3 倍。）。

②農業ロボット開発の歴史

農業ロボットの歴史を振り返ると、1982 年からの第 1 世代では植物の特性を利用した苗生産用ロボットの時代であり、1992 年からの第 2 世代は、栽培技術と工学技術を融合した果実収穫ロボットの時代、2002 年からの第 3 世代は、精密農業や生産情報も取り入れた果実選別ロボットの時代だった。2012 年からの第 4 世代は高齢農家サポートや環境対応をキーワードとした多様な機能を持つ農業ロボットの時代になると考える。

③収穫ロボットの実用化に向けて

実用的な収穫ロボットを開発するためには、第 2 世代で行ったのと同じように工学的アプローチに加えて、形態的特性をロボットが作業しやすいように変える（例えば、果実が葉群から分離（露出）している。形状や大きさの均一性が高い。）などの園芸学的なアプローチも検討すべき。

d) 現場適用を具体化する上でのフォーカス・ノート

(a) 農業へのロボット工学および自動化技術適用の現状と将来展望：

J. Reid (John Deere 社, 米国)

オートマチックガイダンスシステム (AutoTrac) とコンバイン収穫作業時における伴走トラクタの最適走行ルート作成システム (Machine Sync) の組み合わせにより、先頭車両が後続車両の運転をコントロールする Formation Driving などジョンディア社の研究・開発を事例を紹介した後、圃場内における無人作業の展望を述べた。今後、ロボット農業へ移行するためには、レーザスキャナ、ステレオビジョン、カラービジョン、熱画像等のマルチ・センサ・フュージョンによる安全装置の開発が必要であとし、障害物検出システム

を紹介した。さらに、具体的作業として、垣根仕立ての果樹園での防除作業は、オペレータの農薬被爆回避の観点からロボット化が解決策の一つであるとし、防除用自律走行トラクタを提案した。

(b) 特定作物栽培におけるロボット化の可能性：Q. Zhang（ワシントン州立大学）

J. Reid 氏が引き続き概要を代講した。

ロボット化を考える場合、農薬の選択散布や高垣仕立てのホップの誘引などの単純な作業と生食用リンゴの収穫やアスパラガス収穫などの複雑な作業に分類し、どれがロボット化に向いているか（ロボット化し易いか）を考える必要があるとし、開発中のホップ誘引装置と病害虫モニタリング・防除システムを紹介した。

e) 農業における自動制御：A. Isidori（ローマ大学）

自動制御の歴史、国際自動制御連盟（IFAC）および米国電気電子学会（IEEE）の活動概要、2012 年 IFAC ミーティングで発表のあった農業ロボット関連研究を紹介した。

b. セッション 2 農業機械における Life Cycle Assessment (LCA)：最初のアプローチ

a) LCA の基本原則：V. Bellon-Maurel（国立環境農業科学技術研究院 (IRSTEA), フランス）

①方法としての LCA

環境インパクトの少ない機械を実現するには、環境インパクトを測定する必要がある。例えば、CO₂などの排出とエネルギーなどの消費を分析することで農業機械が及ぼす環境インパクトを評価・予測できる。

②LCA のシステム構築法

まず、排出と消費の要因をリストアップし、次に個々の要因のインパクトを評価する。要因のインパクトの標準化により主要因を明確にできる。

③農業機械および農作業における LCA 手法の適用事例

ほ場へのスラリー施用による窒素（NH₃および N₂O）の大気中への放出量について、注入、散布など 4 種類の施用法間で評価した。生物物理学モデルおよび性能試験に基づいた正確な LCA 項目表を作成して検討した結果、窒素放出は、気象、土壌、施用装置の特性に依存することが判明した。また、一般的に窒素放出は、施用法よりも気象と土壌の条件がより強いインパクトを及ぼしたが、NH₃放出は土壌注入に、N₂O 放出は土壌の踏圧度合に依存した。

b) 農業機械工業の視点：P. Pickel (John Deere 社, ドイツ)

国際的な LCA の動向について、ISO14000 シリーズの環境マネジメントシステム規格を説明した後、コンバインにおける環境インパクト要因分析結果（81%が燃料消費だった）、農業生産における CO₂ 排出削減の可能性分析（動力伝達系などを例示）、農業で生産される再生可能エネルギーで稼働可能な農業機械数の分析等の事例を紹介した。最後に、環境を考慮した設計を行う上で、今後は、持続性に関わる環境、社会、経済性の 3 点すべてについて考慮する必要があるとの結論を示した。

2) EIMA2012

EIMA は、イタリア農業機械工業会が主催する農業機械の国際展示会であり、隔年開催される。主催者発表によれば、本展示会への出展企業数はイタリアを中心に世界 40 ヶ国

1,728 社であり、開催期間（5 日間）の来場者数は 196,192 人（うち海外からの来場者は、140 か国 32,133 人）であった。

①トラクタ

75kW 以下の小型トラクタは、果樹園等の不整地での作業性に優れるアーティキュレイト式トラクタ（図 2）が多数展示されていた。また、中国およびインドからも複数社の出展があった（図 3）。



(a) ホイールタイプ



(b) ハーフクローラタ

図 2 アーティキュレイト式トラクタ



図 3 中国メーカーのトラクタ

75kW を越える大型トラクタは、欧米の第 4 次排ガス規制（Tier IV、Stage III B）に適合するため、 No_x 浄化対策として SCR（Selective Catalytic Reduction）システムを搭載していた。本システムをエンジンルーム内に納めるのは寸法的に困難なため、各社とも運転席下部に配置していた（図 4）。また、100% バイオディーゼル燃料（B100）対応のトラクタも目立った。



図 4 SCR システム搭載トラクタ

②防除機

ブームスプレーヤーは、散布幅 30m 程度の大型のタイプが、けん引式、自走式とも多数展示されており（図 5）、作業速度に応じて散布量を制御するコントローラや GPS 作業ナビゲータが装備されているものが多かった。また、遠心ファンによる有気散布方式の静電防除機（図 6）が数社から出展されていた。



図 5 自走式ブームスプレーヤー



図 6 有気散布方式の静電防除機

③園芸用機械

野菜移植機は、ソイルブロック、セルトレイおよびペーパーポットの各苗に対応したものが展示されており、苗供給方式として半自動と全自動、走行方式では歩行式、自走式お

よびトラクタけん引式と多様であった。図 7 に示したのは、トラクタけん引式の半自動ソイルブロック苗移植機で、作業者はコンテナ内の苗を 1 列単位で各条のシュートに投入する。シュート末端には一対のベルト駆動方式の植え付け部があり、シュート内を落下してきた苗を一定間隔で置床していく。構造が単純であり、毎時 5,000 本の作業能力がある。



(a) 作業風景 (HORTECH 社 HP より)



(b) 植え付け部

図 7 ソイルブロック苗移植機

野菜収穫機は、加工用トマト収穫機やニンジン収穫機のほか、ベビーリーフ収穫機が多数展示されていた。ベビーリーフ収穫機の基本構造は各社共通であり、作物を地際で刈取った後にベルトコンベアで斜め上方に搬送して、作業者がコンテナに収納していくという方式であった。図 8 に示したものは、刈取り・搬送時に波形ベルトで収穫物を挟持することで、立った姿勢を保ったままコンテナに収納できるようになっている。



図 8 ベビーリーフ収穫機

果実収穫機は、シェーカ等で地面に落下させ、ナッツ類等の殻付き果実（シェル・フルーツ）やオリーブ、コーヒー豆を回転するゴム製ブラシで掻き集めた後に吸引する収穫機（図 9）が展示されていた。図 10 に示したのは、ブドウなど垣根栽培対応の果実収穫機で、左右の車輪で作物列を跨いで自走しながら、リングを層状に重ねた摘果機構を上下に振動させて果実を採集する。採集された果実は、葉などの夾雑物を取り除かれた後、タンクに収容されるようになっている。なお、本機は収穫の他に、用意された各種アタッチメントを装着することで、中耕、除草等の管理作業にも適用できる（図 11）。



図 9 シェル・フルーツ収穫機



図 10 果実収穫機



図 11 果実収穫機に装着された中耕ロータリ

④その他

ロボット芝刈り機の展示が目立った。ベルギーやイタリアなど 5 社から刈り幅 25 cm 程度から 105 cm までのものが展示されていた。

最大刈り幅の機種（図 12）は、3.6km/h の作業速度で最大 20,000m²の作業が可能である。作業領域の外縁に埋設された電線による電磁誘導で自動走行するようになっている。

また、トラクタ以外の機種でも中国企業からの出展が多く、中国コーナー的なエリアも設けられ（図 13）、刈払機、背負式動力散布機および小型歩行型管理機等が各社から展示されていた。



図 12 ロボット芝刈り機



図 13 中国企業のブース群

5. 収集資料

- 1) ボローニャクラブ第 23 回メンバー会議資料
- 2) 各社カタログ

XII. IEA Bioenergy Conference 2012 への参加並びに欧州におけるバイオマスの熱利用に関する研究開発の調査

特別研究チーム(エネルギー)

主任研究員 日高靖之

1. 目 的

オーストリアで開催される IEA Bioenergy Conference 2012 に参加し、小型籾殻燃焼熱風発生装置の成果を発表するとともに、欧州におけるバイオマス燃焼利用の研究開発現状について調査する。併せて、オーストリアのバイオガス研究施設とプラントを調査し、バイオマス燃焼コジェネシステムの現状を調査する。

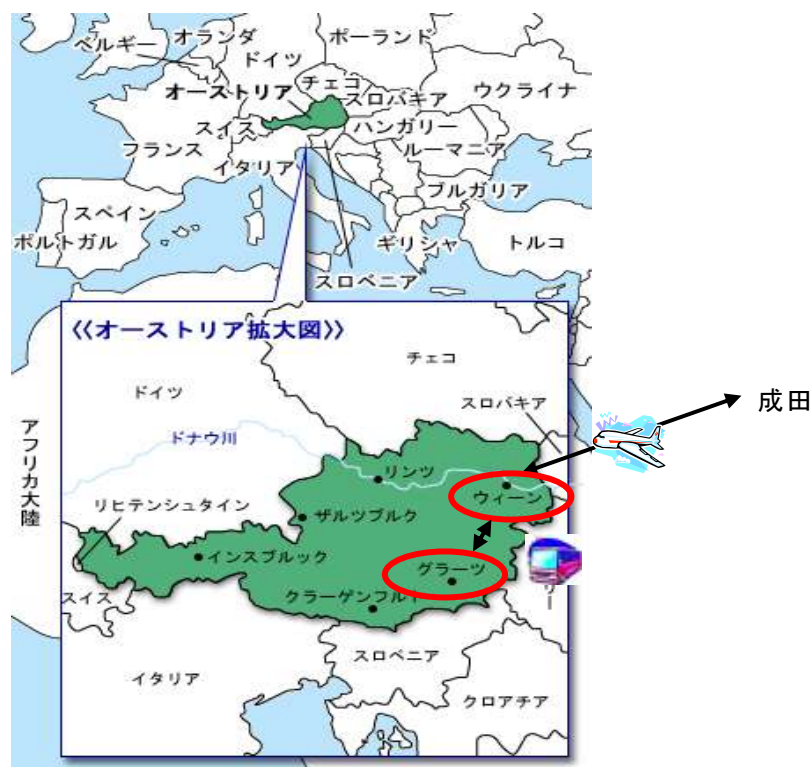
2. 調査日程

平成 24 年 11 月 12 日（月）～11 月 17 日（日）（6 日間）

日数	月 日	都市・施設名等	時 間	交 通	摘 要
1	11/12 (月)	成田空港 発 ウィーン国際空港 着 ウィーン国際空港 発 ウィーン市内 着	12:15 16:10 — 17:00	OS52 (航空機) 電車	機内泊 ウィーン泊
2	11/13 (火)	ホテル → 会場：シェーンブルン コンファレンス センター	8:40 18:00	電車	 ウィーン泊
3	11/14 (水)	ホテル → 会場(ポスター発表)	8:40 18:00	電車	ウィーン泊
4	11/15 (木)	ホテル → ①Reidling 農業バイオガスプラ ント ②IFA Tulln バイオガス研究施設 ③Vienna バイオガスプラント	8:00 18:00	バス	 ウィーン泊
5	11/16 (金)	ホテル → ウィーン国際空港 ウィーン国際空港 発	8:30 11:52	電車 OS51 (航空機)	 機内泊
6	11/17 (土)	成田空港 着	8:30		

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
Schönbrunn Palace Conference Centre (IEA Bioenergy Conference 2012)	Dr. Josef Spitzer (Chairperson)	47-49, 1130 Wien, Austria
Reidling Agricultural Biogas Plant	Mr. Karl Pfiel	Schulgasse 6 A-3454 Reidling
IFA Tulln Biogas Research Facilities	Dr. Michael Fuchs (Coordinator)	Konrad Lorenz Strasse 20 A-3430 Tulln
The Vienna Biogas Plant	Dr. Michael Fuchs (Coordinator)	Johann-Petrak-Gasse 7 1110 Vienna



旅 程

4. 調査結果の概要

1) IEA Bioenergy Conference 2012

国際エネルギー機関（IEA：International Energy Agency）は、当初 1973 年の第 1 次石油危機を契機にアメリカのキッシンジャー米務長官の提唱のもと、加盟国の石油供給危機回避と安定したエネルギー需給構造を確立することを目的に設立された。しかし、エネルギー市場の変化に伴いその役割も変化し、現在の焦点は、気候変動に関する政策と市場改革、再生可能エネルギー技術開発における協力体制作りと加盟外国々への普及活動である。加盟基準は、OECD 加盟国（現在 34 カ国）で備蓄基準（前年の 1 日当たり石油純輸入量の 90 日分）を満たしていることである¹⁾。

IEA は 1978 年に IEA Bioenergy を設立した。IEA Bioenergy は、バイオエネルギー研究に関する国家プログラムを持つ国家間協力と情報交換を改善することを目指し、協定が実施できる最初の組織である。23 カ国に加え、欧州委員会が現在参加しており、日本では NEDO

が代表機関となっている。IEA Bioenergy は、バイオエネルギーが将来に向け世界のエネルギー供給に対し、持続的で実質的に貢献できコスト競争力のあるバイオエネルギー生産体制を加速させ達成することを目標としている²⁾。

本年度の IEA Bioenergy Conference 2012 は、オーストリアのウィーンで開催された。会場はシェーンブルン宮殿内にあるコンファレンスセンター（図 1）で、世界 31 カ国から 283 名の参加者があり、60 の口頭発表（日本から 1 課題）と 30 のポスター発表（日本から 2 課題）があった。IEA Bioenergy は、バイオマスの収穫・収集からエネルギー分配の広い分野について 12 の task を実施しているが、本会議ではバイオマスのガス化・エタノール化・燃焼技術・熱分解に関する 6 の task に焦点を絞った会議であった。

初日のオープニングセッション（図 2）で、20-20-20 政策の説明と各国の取り組みについて報告があった。EU では 2020 年までに、温室効果ガスの排出量の 20%削減、エネルギー使用量の 20%削減、再生可能エネルギー使用率を 20%にする政策目標を掲げている。ただし、この目標は EU 全体での目標であり、各国での取り組みや手段方法については様々である。オーストリア、スウェーデン、スイスの推進状況の紹介があり、EU のバイオエネルギー市場の動向が報告された。その後、次の 12 セッションが開催された。①Thermal Gasification of Biomass、②Biorefineries: Co-production of Energy and Materials from Biomass、③Sustainable International Bioenergy Trade、④Biomass Combustion - Small Scale Systems、⑤Biomass Feedstocks for Energy Markets、⑥Socio-economic Drivers for Bioenergy Projects、⑦Energy from Biogas、⑧Greenhouse Gas Balances of Bioenergy Systems、⑨Commercializing Liquid Fuels from Biomass、⑩Integrating Energy Recovery into Solid Waste Management、⑪Cross-cutting Topics、⑫Pyrolysis of Biomass



図 1 シェーンブルンコンファレンスセンター



図 2 オープニングセッションの様子

Thermal Gasification of Biomass のセッションでは、バイオガスによる Combustion Heat and Power (CHP：熱電併給)プラントについて多くの報告があった。紹介されたプラントでは 8.5MW の熱、2.8MW の電力を供給でき、暖房用熱は温水で Local heat grid を通じて 5.2km の距離まで供給可能としていた。バイオガスの精製技術についての発表では、日本でのコスト高 (15 \$ /GJ) が指摘 (アメリカ 2 \$ /GJ、クエート 0.2 \$ /GJ、ニュージーランド 7 \$ /GJ) されていた。日本からは、産総研から農業残渣から触媒精製による LP ガスの精製技術、いわゆる Bio-LPG について紹介があった。既存のインフラを利用したままエネルギーの供給が可能であり、288kt (日本の LPG 使用量の 2%) 生産に向けて実用プラントを建設する予定

であるとの報告があった。

Biomass Combustion - Small Scale Systems では、家庭用暖房機の効率を向上させるために、煙突に熱交換器と蓄熱技術の機能を組み合わせたロングウッドストーブの発表があった。熱効率 90% を達成し、今後は温水器も取り付け熱のカスケード利用を試みるとの報告があった（図 3）。家庭用暖房ペレットストーブと熱電素子を組み合わせた発表（図 4）もあり、素子が高価なため発電コストを問題視していた。この他、バイオマス燃焼炉が小型になるに従い、PM（Particulate Matter：粒子状物質）や PAH（Polycyclic Aromatic Hydrocarbon：多環芳香族炭化水素）の発生が増加するため、その危険性と健康被害および対策について報告があった（図 5）。同セッションにおける筆者のポスター発表では、「穀殻以外の穀物残渣も燃やせるか」との質問があった（図 6）。

Commercializing Liquid Fuels from Biomass では、民間企業からのプラント事業に関する報告が 4 件あった。飛行機の燃料をバイオ燃焼に移行するという方針もあり、セルロースからエタノールを取り出す事業はまだまだ進行形であった。コストに関する質問が殺到したが、変動要因があるためコストの内訳に関してはコメントを控えることが多かった。

Greenhouse Gas Balances of Bioenergy Systems のセッションでは、バイオマスを地球規模で利用することにより、地上の植覆割合が減り albedo（地球全規模での反射比）が増えるため熱の放出が増え、その結果 CO₂ 増加による温暖化よりも寒冷化が進むのではないかと言うシミュレーション結果の報告があり、物議をよんでいた。

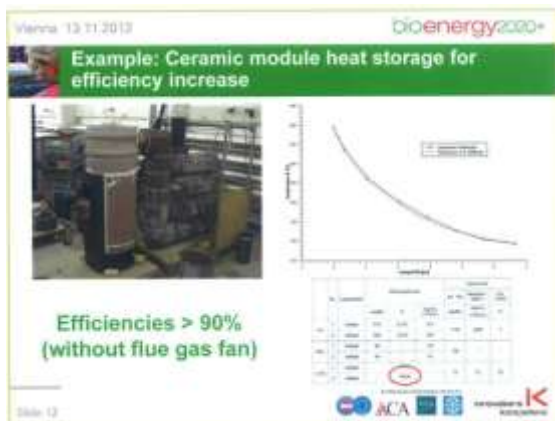


図 3 ロングウッドストーブによる熱効率改善の報告²⁾

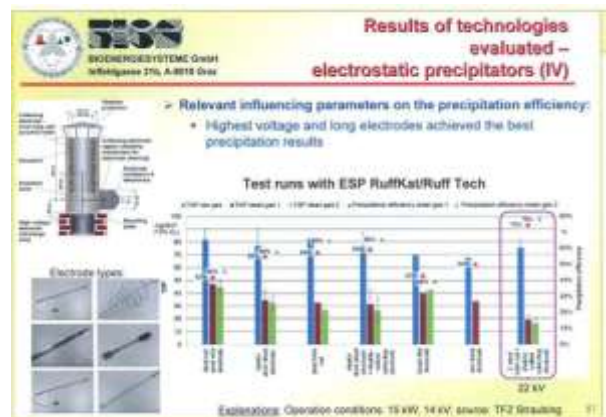


図 4 小型燃焼炉と熱電素子を使った発電の報告²⁾

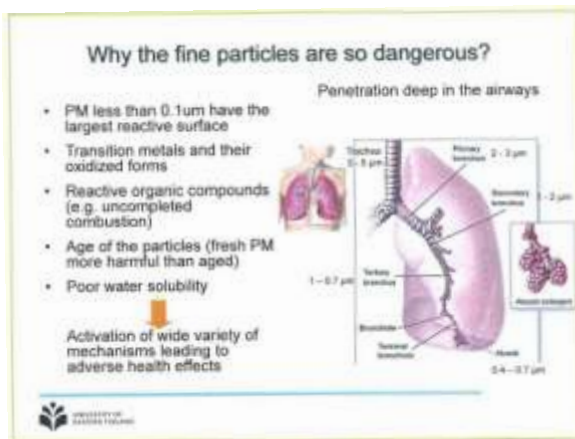


図 5 PM による珪肺症の報告²⁾

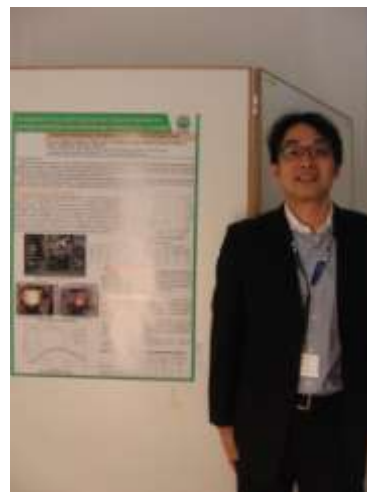


図 6 著者の発表の様子

2) Reidling Agricultural Biogas Plant

Reidling Agricultural Biogas Plant の所有者でありバイオガスパラントオペレータでもある Karl Pfiel は、約 5,000 頭の養豚組合である。オーストリア南部のニーダーエスターライヒ州 Reidling 地域 Tullnerfeld 村に位置している。1 年間に 7,000t 豚の堆肥とメイズを主としたエネルギー作物の 11,000t を基盤としてバイオガス生成に活用している³⁾。

荷受けしたバイオマスは粉砕器（図 7）により粉砕され、その後バンカーサイロに貯蔵（図 8）される。ガス生成量に応じて反応層（図 9）の中に投入される。発酵温度は 40-50℃ の中温発酵で、比較的長い時間をかけてメタン発酵を行っていた。高温発酵は制御が難しいそうである。落雷も多いため避雷針の他、非常時にガスを燃焼排出するバーナも設置していた。

バイオガスの日生成量は 12,000m³ である。発生したバイオガスは発電量 500kW のガスエンジン [CHP、GE イエンバッハバイオガスエンジン（図 10）] 2 台に送られ発電を行い、同時に温水を生成する。バイオガスの発生量、温度、Ph はコンピュータ制御されており、モニター画面で監視（図 11）している。発酵タンクのサンプルについてもバッチテストで品質を管理している（図 12）。発酵消化液は貯留池（図 13）に蓄積され、スラリーインジェクタ（図 14）で農地還元される。地域の農家と良好なパートナーシップを結んでいるという説明であった。

熱エネルギーは Local Heat Grid を使って地域に供給される。その供給距離は 4 km で、熱エネルギーの媒体は温水である。暖房地域には、20 世帯、幼稚園、Reidling 小学校が対象となっている³⁾。

電気および熱エネルギー発生コストは 0.06~0.07€/kWh である³⁾。



図 7 残渣の荷受け時粉砕機



図 8 貯蔵用バンカーサイロ



図 9 メタン発酵タンク



図 10 CHP ガスエンジン



図 11 監視モニター画面



図 12 発酵サンプルのベンチテスト



図 13 メタン発酵消化液の貯留池



図 14 スラリーインジェクタ

3) IFA Tulln Biogas Research Facilities

IFA Tulln (図 15) は、1994 年に農業分野におけるバイオテクノロジーに焦点を当てた研究所として設立された。研究所は、ウィーン天然資源生命科学大学、ウィーン獣医大学、ウィーン工科大学と連携しており、今日では 150 名以上の研究職員が 6 部門で働いている。研究所で集中的な研究分野であるメタン発酵によるバイオガスの研究 (図 16) は、Bioenergy2020+ と共同実施されている。シュガーケーンの発酵ではペクチンによる泡の発生を防ぐため、二段発酵の研究が進められていた (図 17)。この他バイオプラスチックの研究も行われていた (図 18)。



図 15 IFA Tulln 研究所



図 16 メタン発酵研究施設



図 17 二段発酵の実験機



図 18 バイオプラスチックの展示

4) Vienna Biogas Plant

Vienna Biogas Plant は、ウィーン自治体のバイオガスプラントで、2007 年に開業し現在も商業運転を続けている（図 19）。廃棄物焼却プラントおよび中央の廃水処理プラントとともにウィーン近郊に位置している。このバイオガスプラントでは、ウィーン市内の一般家庭や食堂の厨房から出る残飯のような植物性の有機性廃棄物すなわちバイオ廃棄物の収集（図 20）を行い、バイオガスの精製、発電、暖房熱の供給を行っている。主に暖房供給が主業務である。廃棄物は 17,000t 収集され、年間 170 万 m^3 バイオガスが生成されている⁴⁾。



図 19 生ゴミバイオガス発生プラント



図 20 生ゴミの受け入れ

収集された生ゴミは一次貯留層（図 21）に入れられ選別後、一次発酵層に送られ最終的に二次発酵層（図 22）に送られる。バイオガスは CHP ガスエンジンで燃焼されるが、この時の電気は施設の運営に消費される。専らウィーン市内への温水供給がメインである。都市近郊であるためフィルタによる空気浄化も設置していた（図 23）。

発電については、ペットボトル等のプラスチックの燃焼施設で蒸気タービンを使って行われていた（図 24）。熱量が高いためこの方法の方が、効率が良いそうである。この施設もバイオガスプラントに併設されており、ウィーン市内ゴミは一様にこの施設の周辺に回収されているようである。



図 21 生ゴミの一次貯留層



図 22 二次発酵タンク



図 23 空気浄化装置



図 24 プラスチックゴミ焼却-発電プラント

5. 収集および引用資料

- 1) <http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/energy/iea/iea.html>
- 2) IEA Bioenergy Conference 2012 Proceedings, 2012, IEA Bioenergy, PAUL GERIN DRUCKEREI, Austria, 1-596.
- 3) OPTIMISED DIGESTION OF ENERGY CROPS AND AGRICULTURAL WASTES IN A LOCAL BIOGAS PLANT IN REIDLING, AUSTRIA, BIOGAS IN THE SOCIETY Information from IEA BIOENERGY TASK 37 Energy from biogas and landfill gas, 1-3.
- 4) Wien Energie Annual Review 2010/11, WIEN ENERGIE GmbH, Austria, 1-73.

XIII. 国際会議「米生産における農業機械－ASEAN の挑戦－」への参加・講演およびタイ農業機械化事情の調査

生産システム研究部

収穫システム研究単位 主任研究員 梅田直円

企画部

機械化情報課 課 長

兼国際専門役

嘱 託

藤井桃子

行本 修

1. 目 的

タイで開催される国際会議「米生産における農業機械－ASEAN の挑戦－」に関し、主催者の Naresuan 大学より生研センターに行本前機械化担当理事を講演者として派遣するよう要請があった。要請に応じ国際会議で講演を行うとともに ASEAN 各国の農業および農業機械化事情について調査する。また、タイ農業機械化研究所を訪問し、タイの農業、農業機械、研究・開発動向等について調査する。さらに、現地農家を訪問し、農家の現状、農業に対する意見・希望等について調査する。

2. 調査日程

平成 24 年 11 月 22 日～30 日（9 日間）

日数	月 日	都 市 名	調 査 先
1	11/22 (木)	成田→バンコク	
2	11/23 (金)	バンコク→Bangkean→バンコク	タイ国農業機械化研究所
3	11/24 (土)	バンコク→Nakornpratomg 県→バンコク	農家
4	11/25 (日)	バンコク→チェンマイ	
5	11/26 (月)	チェンマイ (Empress Convention Centre)	Agricultural Machinery in Rice Production:A Challenge for ASEAN
6	11/27 (火)	チェンマイ (Empress Convention Centre)	Agricultural Machinery in Rice Production:A Challenge for ASEAN
7	11/28 (水)	チェンマイ (Empress Convention Centre)	Agricultural Machinery in Rice Production:A Challenge for ASEAN
8	11/29 (木)	チェンマイ→バンコク	
9	11/30 (金)	バンコク→羽田	

3. 主な訪問先と対応者

月 日	訪 問 先	対 応 者	連 絡 先
11/23	タイ農業機械化研究所	Agricultural Engineering Research Institute Director Mr. Akkapol Senanarong	Jatuchan, Bangkok 10900, Thailand Tel. +66(0)2940-5790
		Chulalongkorn Univ. Emeritus Prof. Dr. Surin Phongsupasamit	Phayahtai, Rd., Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand Tel. +66(0)2218-6593
11/24	農家	Chulalongkorn Univ. Emeritus Prof. Dr. Surin Phongsupasamit	Phayahtai, Rd., Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand Tel. +66(0)2218-6593
		Kasertsart University Emeritus Prof. Dr. Tanya Niyamapa	—
		Mr. Panaya Somwon	Nakornpratomg 県
11/26 ～ 11/28	Agricultural Machinery in Rice Production : A Challenge for ASEAN	Naresuan Univ. President Prof. Dr. Sujin Jinahyon	Empress Convention Centre, 199/42 Chang Klan Road Chiang Mai 50100, Thailand

4. 調査結果の概要

1) タイ農業機械化研究所 (Agricultural Engineering Research Institute)

タイ農業機械化研究所を訪問し、タイの農業、農業機械、研究・開発動向等について調査した（図 1）。調査は、Akkapol 所長へのインタビュー形式の聞き取りと研究施設の見学とを実施した。チュラロンコン大学 Surin 名誉教授にも同行して頂いた。

聞き取り調査の結果は以下の通りである（図 2）。本研究所は、タイ政府農業省の下部組織であり、稲作以外の作物（サトウキビ、キャッサバ、豆類、オイルヤシ等）に関する機械化について研究を行っている。コンケン、チェンマイ等の 3 カ所に支場が有り約 300 人程度（内、研究職員 43 名、エンジニア 45 名）の職員が勤務している。予算は、全体（人件費、施設費等を含む）で、約 5 億バーツ（約 15 億円）あり、そのうち約 1 億バーツ（約 3 億円）が研究費にあてられる。予算の大部分は政府（農業省）からの給付であるが、農業省以外の省庁へのプロジェクトに応募し予算を獲得することもある。また、民間企業や大学等との共同研究を実施する場合もあり、その場合には、試作や部品等で支援を受けている。

現在取り組んでいる研究テーマは、パイナップル調製用搬送装置、水田における他作物利用



図 1 タイ農業機械化研究所にて



図 2 Akkapol 所長との会談

のための播種機（ベビーコーン、大豆等用）、キャッサバプランタ、ゴムの木用カッタ、ボイラ利用のためのオイルパームペレット成形機、キャッサバ予措施設、クコ油生成技術等と、多岐にわたっている。また、近年、先端技術の一つとして、ロボット、精密農業等にも取り組んでいる。ロボットのテーマの一つとしてトラクタの自動操縦システムの研究・開発に取り組んでおり、タイの未来農業への利用を目指している。精密農業については、GPS を使った位置認識と地理情報との組み合わせに関する研究を手がけ始めたところであり、これからさらに発展させる予定である。

農業機械の開発状況は、日本の農業機械を参考にしている点もあり、例えば、日本型ロータリを改良し、タイオリジナルのロータリを開発し、現在 400 台ほど出荷されている。また、コンバインは、ヨーロッパの汎用コンバインを改良しオリジナルのコンバインを開発した。この機械は、フィリピン、バングラディッシュ、パキスタン等への輸出も行っている。

機械の検査・鑑定等は、工業省所管の TS (Thai standard) に沿ってテストングエージェンシーが行うが、ほ場試験等は委託を受けてタイ農業機械化研究所が実施することがある。

研究施設の見学では、これまでに開発された機械、研究・開発に取り組んでいる機械・施設等を見ることができた（図 3、図 4）。



図 3 キャッサバプランタ



図 4 播種機の基礎試験の様子

2) 現地農家調査

タイ Nakornpratom 県の農家を訪問し、現地農家の現状等について聞き取り調査を行った。Nakornpratom 県は、バンコクの西 20～30km に位置する水田作が中心の農村地域である。調査には、カセサート大学 Tanya 名誉教授とチュラロコン大学 Surin 名誉教授に同行して頂いた。訪問した農家はパナヤー氏で、家族中で迎えて頂いた（図 5、図 6）。

パナヤー氏は、水稻 8.3ha、サトウキビ 3 ha、野菜 0.7ha、タケノコ 0.5ha を男 4 人、女 1 人で栽培しており、タイの水稻農家としては大きい方である。水稻は直播栽培で、年 2 回程度（2 年で 5 回）収穫している。タイの平均単収は 2.7～3.0ton/ha 程度だが、パナ



図 5 パナヤー家の皆様

ヤー氏のは場では害虫の被害が少なく、水害もなかったため、第 1 期が 6.3ton/ha、第 2 期が 5.0ton/ha 程度との話であった。昔は、栽培期間は 6 ヶ月程度であったが、近年では品種改良、灌漑施設の整備の効果により 4 ヶ月程度まで短縮され、3 期作も可能である。ただし、は場を休ませる期間がないので、害虫が発生すると被害が甚大になる。所有機械は、トラクタ 3 台（フォード、クボタ 95PS、クボタ 34PS）であった。耕耘作業は所有トラクタで行い、播種はブロードキャスタ、薬剤散布は背負い式動力散布機で行っている。収穫作業は、500BT/ライ（1 ライ $\approx$ 0.16ha）（約 1,500 円）で、コントラクタに委託している。対政府購入価格は、15,000BT/ton（約 45,000 円、籾水分 14%）であり、第 1 期で 53 万 BT（約 160 万円）の収入を得たという。この収入について満足しているかとの質問には、「すごく満足している。国民の約 65%が農業に従事している。国民の 60%以上に収入があるということは、幸せなことだ。」と、意見をもらい、農業が国を支えていることに対する農家としての誇り等を感じた。ただし、担い手については、若者の農業離れを危惧している。水稻や野菜作は体力等の面から高齢になるとできなくなる。若者は大学などへ進学し、専門の仕事をするのを望んでいる。その結果、これまでは父から子へ農業技術を伝授していたが、今後このシステムが崩壊することで技術の伝承が途絶えることを懸念している。最後は、パナヤー氏から日本農業の現状について多くの質問を受け、海外の農業への関心の高さが伺えた。

は場では、水稻収穫作業を見学することができた（図 7）。収穫機はタイ製汎用コンバインであったが、オペレータと話せず機械の詳細は不明である。作業速度は 1m/s 程度であったが、損失は多く発生しているのが観察された。収穫物は、この地域では一般に種子用や自家消費分を除き、収穫直後にそのまま業者に売渡すという。



図 6 聞き取り調査の様子



図 7 コンバインによる水稻収穫作業

3) 国際会議「米生産における農業機械 —ASEAN の挑戦—」

(Agricultural Machinery in Rice Production: A Challenge for ASEAN)

2012 年 11 月 26 日～28 日、タイのチェンマイで開催された国際会議「米生産における農業機械—ASEAN の挑戦—(Agricultural Machinery in Rice Production: A Challenge for ASEAN)」に参加し、行本が日本の農業機械化の現状について講演するとともに、ASEAN 各国の農業および農業機械化事情について調査した（図 8）。

本会議は、ASEAN 各国で発生している持続的農業、農業機械化および国際競争力等に係わる問題を解決するために、ASEAN 各国に加え日本、韓国、中国の連携を図る契機となることを目的としている。会議は、基調講演（3 講演）、招待講演（6 講演）、ASEAN 各国からの概要報告（6 課題）から構成されている。また、企業、大学等から研究成果および製

品の展示があり、多くの情報を得ることができた（図 9）。



図 8 国際会議オープニングセレモニー



図 9 Singha 社のブース

（１）基調講演

基調講演は、オープニングスピーチを含め 3 課題報告された。

Dr. Laddawan は「Future of Rice: Future of the World」と題して、米について想定される今後の課題について報告した。現在、世界で大きく変化している物として、人口、消費、米（穀物）価格、気象、農業技術等がある。この変化で米は不足傾向にある。しかし、増産のための品種改良および効率的な投入資材（肥料等）の開発の遅れ、気象変動による害虫、疾病の増加、投機目的による販売価格の操作等から、販売価格が高騰し貧困層への圧迫等が問題となっている。これらの問題を解決するために必要な課題として、①食糧の安全保障の確率、②食品安全性の確保、③流通管理の高度化、④新たな価値や付加価値の創成をあげた。具体的には、①研究開発による生産性向上、天然資源の効率活用や持続的生産技術の開発、②品種改良等による米品質の改良、有機農業や適正農業規範（ギャップ）の実行、③「農家から工場」、「農家から消費者」等、場面に応じ個別に最適な流通管理システムの構築、③ブランドや新たな用途の開発を図る等、今後の米生産に対する提言を行った。

（２）招待講演

招待講演では、日本、韓国、中国およびタイから、持続的農業や精密農業等に関する各国の先進的な農業に関する報告がなされた。

行本は、「Trend in Advanced Agricultural Machinery Development in Japan」と題し講演した（図 10）。講演では、日本における機械化の歴史と効果、高機能農業機械の開発動向、日本農業の方向と今後の機械化等について取り上げた。高機能農業機械の開発動向では、高効率化を支えた自動化技術の概要について、自脱コン



図 10 招待講演（行本）

バインを例としてあげ、自動車速制御、自動車体水平制御、自動刈り高さ制御等について解説した。さらに、主に生研センターが関与した近年の研究と新機軸を備えた新商品の事例として、小型汎用コンバイン、水田除草機、ナビゲーション付きブロードキャスト、

日本型精密農業、ロボットトラクタ等を紹介した。質疑では、高価な農業機械を農家が購入する際の補助金に関する質問等があり、議論を深めることができた。また、休憩時間にも、田植と直播を比較した長所と短所について、コンバインの走行性についてなど聴講者から多くの質問を受け、日本の高度な農業機械技術に対する関心の高さを伺うことができた。

(3) ASEAN 諸国概況報告

概況報告では、タイ、ベトナム、インドネシア等の 6 カ国から報告があった。各国から農業の概況、機械生産・機械化の現状、課題等について報告があったが、各国で共通の課題としてポストハーベストロスの問題があった。日本では、4～6%程度であるが、ベトナムでは 13.7%、フィリピンでは 17.6～26.2%との報告があった。乾燥や輸送、精米工程で特に多く発生しており、穀粒の特性や調製機器類の改良等今後の技術開発に期待される。

また、各国の報告を受け問題の解決および連携の強化を目的に ASEAN+3（日本、韓国、中国）のワークショップを開催した（図 11）。とりまとめ結果を表に示す。今後、これらの指針を基軸に、各国および産学官での連携・協力を取り、より効果的に農業機械化を図ることを確認した。



図 11 ASEAN+3 ワークショップ

表 米生産活性化のための指針

Summary • Land preparation • Crop establishment • Crop growing management • harvest • Post harvest • Testing standard
Policy • Financial technical support for farmer • Regulation of agricultural machine • Strengthen academic institute of agricultural machine • Service provider • Encourage farmer organization • Linkage between the Farmer, Institute and Industry
Area of collaboration • Research on reduction of post harvest loss • Establish test code for agricultural machine in rice production
Action plan • Sustainable agriculture • Strengthen collaboration in research database and agricultural machinery network • Strengthen network Gov. Insustry Academic

5. 収集資料等

- 1) 農業機械 36 年（タイ農業機械化研究所発行）（タイ語）
- 2) 米生産における農業機械 —ASEAN の挑戦— 講演要旨・発表原稿（電子版）

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 24 年度 海外技術調査報告

頒布価格 640 円 (本体価格 610 円 + 消費税 5%)

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・発行 平成 25 年 3 月 31 日