

[ 成果情報名 ] バイオエタノール生産を目的としたオイルパーム廃棄木からの樹液搾汁システムの開発

[ 要約 ] オイルパーム廃棄木より効率的に樹液を搾汁するシステムを開発した。本システムは、かつら剥き機(既存機)、シュレッダー(新規開発)、圧搾機(新規開発)により構成され、搾汁率約 80%の効率で、1 時間に約 500 kg のオイルパームトランクを処理することができる。

[ キーワード ] バイオエタノール、オイルパーム、樹液、搾汁システム

[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 利用加工領域

[ 分類 ] 技術 A

[ 背景・ねらい ]

オイルパームは樹齢と共に果実の生産量が低下するために約 25 年で一斉に伐採、再植され、その際大量のパーム幹(トランク)が廃棄される。我々は伐採後のパームトランクに、サトウキビに匹敵する糖が熟成により蓄積されることを見出し、パームトランクからの樹液を用いたエタノール生産技術の開発を行っている。これまでパームトランクから樹液を搾汁できる装置はなかった。ここでは、オイルパームトランクより効率よく樹液を搾汁するためのシステムを開発する。

[ 成果の内容・特徴 ]

1. 搾汁システムは、既存のかつら剥き機、シュレッダー及び圧搾ミルの 3 つより構成される。パームトランクの樹皮と外層を除いたパーム内層部(パームトランクコア)をシュレッダーにより破碎し、圧搾ミルにて破碎した細裂片からの搾汁を行なう(図 1)。
2. シュレッダーはパームトランクコアを回転させつつ前端より裁断部へ送る部分(図 2-1A)と送り込まれたトランクコアを破碎する部分(図 2-1B)から構成される。破碎部では受け及び加圧ローラーによりトランクコアは安定して支持され、回転刃により細裂片にまでカットされる。
3. 圧搾ミルは二連のミル(第一ミルと第二ミル)を有し(図 2-2)、各ミルはそれぞれ 3 本の回転油圧式加圧ロールにより構成される。投入口より供給された細裂片が第一ミルで搾汁され、搾汁された細裂片はネックシュートを通して第二ミルにて再度搾汁される。搾汁液はミル下の収受パンより回収され、搾汁残渣は排出シュートから装置外へ排出される。
4. サトウキビに比べてオイルパームの繊維が太く短い特徴を有することから、太い繊維に対応できるように圧搾ミル加圧ロールのグルーブ溝(縦方向の溝)を大きくし、細裂片の取り込みを向上させた。搾汁効率を上げるため加圧ロールのシェブロン溝(横方向の溝)を浅くすることで、細裂片の滑りを少なくした。
5. トランクコア(直径 15-20 cm、長さ 1.2 m)をシュレッダーにて破碎し、圧搾ミルにて細裂片から搾汁したとき、ミルの回転が遅く(第一ミル: 2.1 rpm、第二ミル: 2.4 rpm)、ミルの圧力が高いとき(第一ミル: 29.5 MPa、第二ミル: 32.5 MPa)、搾汁率は 80%であった(表 1、実験条件 1 と 2)。圧搾ミルには第一ミルと第二ミルの間に水流ポンプおよびノズルが装備されているため、加水することにより、搾汁率を向上することができる(表 1、実験条件 3 と 4)。

[ 成果の活用面・留意点 ]

1. 現在のシュレッダーは、ベニヤ加工後のトランクコア(直径 20 cm、長さ 1.2 m)にのみ対応できるが、破碎部をスケールアップすることにより、現在より大きなパームトランクに対応することが可能である。

[ 具体的データ ]



図1 オイルパーム廃棄木からの樹液搾汁システムの構成及び搾汁プロセス



図2 内層部(パームトランクコア)を細裂片にまで破碎するシュレッダー(2-1)と細裂片から樹液を搾汁する圧搾ミル(2-2)

表1 搾汁率に及ぼす圧搾機運転条件の影響

実験条件	シュレッダー 回転	ミル回転(第一ミル、 第二ミル)	ミル圧力(第一ミル、 第二ミル)	搾汁率, %
1.ミル低速	290 rpm	2.1 rpm, 2.4 rpm	29.5 MPa, 32.5 MPa	80.9
2.ミル高速	290 rpm	7.3 rpm, 7.9 rpm	29.5 MPa, 32.5 MPa	66.0
3.ミル中速	290 rpm	3.2 rpm, 3.4 rpm	17.7 MPa, 23.6 MPa	68.9
4.ミル中速+加水	290 rpm	3.2 rpm, 3.4 rpm	17.7 MPa, 23.6 MPa	79.2

[ その他 ]

研究課題：マレーシアにおけるオイルパーム幹(トランク)からの効率的燃料用エタノール製造技術の研究開発

中課題番号：A-1)-(4)

予算区分：受託 [ NEDO 提案公募型 ]

研究期間：2009 年度 ( 2006 ~ 2010 年度 )

研究担当者：村田善則、小杉昭彦、荒井隆益、森隆

発表論文等：

1) 森ら 日本国特許 特願 2009-238779 ヤシ幹(トランク)用シュレッダー及び搾汁システム

2) 村田ら 油ヤシ古木に活用の芽、日経産業新聞、平成 21 年 11 月 17 日

3) Murata et al. (2009) 第 6 回バイオマスアジアワークショップ

<http://www.biomass-asia-workshop.jp/biomassws/06workshop/poster/P-31.pdf>

**[ 成果情報名 ] 安全な国産エビ（バナメイ）の生産技術のシステム化**

**[ 要約 ]** エビの育成に必要な生物学的な基礎的知見を背景として、システム工学の知見を融合させ飼育試験を行い、徹底したコスト意識で実験から実証段階までの一貫した生産開発をする（2008年9月より）。同プラントは薬剤を使わない安全・安心なエビを供給する。

**[ キーワード ]** バナメイエビ、低環境負荷、閉鎖循環式システム、安全なエビ養殖

**[ 所属 ]** 国際農林水産業研究センター 水産領域

**[ 分類 ]** 技術 A

---

**[ 背景・ねらい ]**

海産エビ養殖業は100億ドル以上の生産額で、世界規模の巨大水産食品産業に成長した。一方で、集約的なエビ養殖が環境問題（残餌や排泄物による海洋汚染）を引き起こすことから、環境への影響が少ない実用レベルの養殖エビ生産技術開発が求められている。年間生産量300万トンにのぼる海産エビの75%はアジアの発展途上地域が担っている。その需要は、米国、日本のみならずヨーロッパ、中国でも年々伸びている。中南米原産のバナメイは美味で、低脂肪の健康的な食品としても注目されている。成長が早く病気に強いことから、東南アジアでもバナメイの養殖場が爆発的に増えている。バナメイは低塩分水でも飼育できることから環境負荷が低く、安心、安全な閉鎖循環式飼育技術を養殖産業にまで発展させる生産システムを開発する。

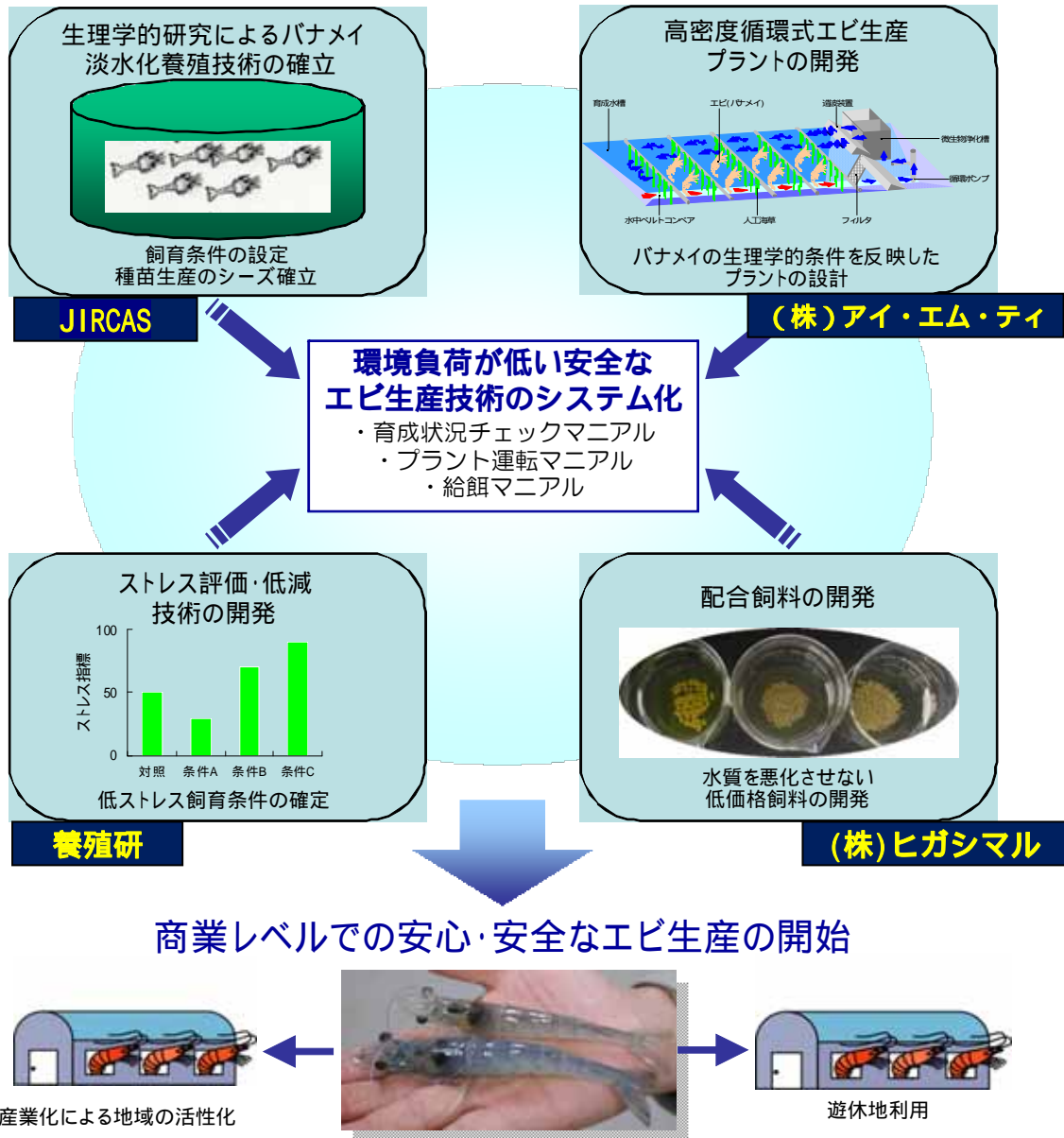
**[ 成果の内容・特徴 ]**

1. エビの育成に必要な基礎データ（浸透圧調整、酸素要求量、アンモニア排出量、水温、流速等）を定量的に把握する。
2. 成熟制御技術および熟度判定法等の研究成果と機械工学の知見を融合させ、世界初の「屋内型エビ生産システム（ISPS）」を開発した。安心、安全なエビ生産の実証プラントを新潟県妙高市に建設する。
3. エビのストレス評価方法を開発し、高密度状態でも低密度状態と同じように育成できる。
4. 給餌効率および餌養効果の高く、水中保型性に優れ、閉鎖循環式に適した安価な餌を開発する。
5. (独) 国際農林水産業研究センター、(株)アイ・エム・ティー、(独) 水産総合研究センター養殖研究所および(株)ヒガシマルが共同でプラント開発に取り組み、その成果により第7回産学官連携功労者表彰（農林水産大臣賞）を受賞した。

**[ 成果の活用面・留意点 ]**

1. 未経験者でも従事できるように各種マニュアル類を整備し、現地での教育に利用している。
2. エビ育成マニュアルを作成し、実証プラントで育成実験を行い、平成19年9月より商業運転を、平成19年12月より妙高ゆきエビ（10尾入×2袋、2100円）として販売を開始した。
3. 内陸部の遊休地を有効利用できるため、「立地条件を問わない」、「地産地消をベースとした地域産業の活性化」が期待できる。
4. 第1号プラントで生産されたバナメイは、中小企業地域資源活用促進法に基づく新潟地域産品に指定された（2008年）。
5. 得られたエビの各種生物学的な基礎知見は開発途上地域の養殖技術向上に寄与する。

[ 具体的データ ]



[ その他 ]

研究課題：安全なエビ（バナメイ）の生産システム・プラントの開発

中課題番号：A-1)-(7)

予算区分：受託 [生研センター]・交付金[エビ成熟]

研究期間：2008年度（2004～2008年度・2006～2010年度）

研究担当者：マーシー・ワイルダー、奥津智之、姜 奉廷、松田圭史、サフィア・ジャスマニー、ビディア・ジャヤサンカー、奥村卓二（養殖研究所）、三上恒生、野原節雄、野村武史（株・アイ・エム・ティ）、福崎竜生、慶田幸一（株・ヒガシマル）

発表論文等：1) Jasmani et al. (2010) Fisheries Science. 76(2): 219-225.

2) 松田ら (2010) 日本水産学会誌, 76:210-212.

3) Jayasankar et al. (2009) Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ), 43: 345-350.

〔成果情報名〕 モンゴル国の草原における牧民による自立的な井戸改修・維持管理手法の開発

〔要約〕 モンゴル国の草原において、井戸を拠点とした牧民のグループ化を行い、井戸修理チームによる井戸修理・維持管理体制を確立した。あわせて、資金調達的手段として羊を抛出することによるファンドを設立し、これを運営することで、牧民による自立的な井戸改修・維持管理ができる仕組みを開発した。

〔キーワード〕 モンゴル国、草原、井戸、維持管理、羊ファンド

〔所属〕 国際農林水産業研究センター 農村開発調査領域

〔分類〕 技術 A

#### 【背景・ねらい】

モンゴル国の草原における水資源の多くは井戸である。これらのうち動力による揚水を行うような深井戸は行政による改修等が計画的に行われるが、深さ 10 m 程度の浅井戸は改修や維持管理が行われず利用不能となっているものも多く、家畜の飲み水を確保できないことから放牧地の有効利用を阻害している。この主な原因は、改修・維持管理の責任の所在が明らかでない、改修・維持管理するための資金がない、地元で改修・維持管理する技術と体制がない、の 3 点である。このため、これらの問題を改善し、井戸の利用主体である牧民自身が、自立して改修や維持管理ができる仕組みを創出し、井戸の有効利用を図る。

#### 【成果の内容・特徴】

1. 井戸を利用する牧民は、牧民グループ（10～20 世帯）を創設し井戸改修計画を作成する。このことで牧民グループの井戸へのオーナーシップを高め、維持管理の実施主体を明確にする。
2. 井戸の改修や維持管理費を支弁する都度、関係の牧民から現金を徴収するシステムは、牧民の経済観念や現金管理の面でうまく機能しない。このため、牧民にとって抵抗感の小さい羊の生体抛出という方法で「羊ファンド」をあらかじめ牧民グループ内に設け、これを財源として井戸改修費用等に当てる。これにより井戸の改修・維持管理の実施促進を図る（図 1）。
3. 「羊ファンド」の羊は、グループの各牧民が、常に 1 頭の成雌羊をファンドの抛出分として飼育する。ファンドに抛出した個体は明確にして管理する（図 2）。井戸の改修・維持管理の際には、これらをあらかじめ決めた順番に現金化する。
4. バグ（村）行政は、バグ内のグループの牧民の中から、井戸を専門的に改修・維持管理するために必要な 3 名を選抜し、「井戸修理チーム」としてバグ内に組織する。このチームの井戸改修・維持管理のための技術力の養成を、井戸改修マニュアルや技術研修により行う。
5. 以上の仕組みによる井戸改修・維持管理の実施の流れは以下のとおりである（図 3）。  
牧民グループはバグ行政を通じ、「井戸修理チーム」に井戸の改修・維持管理要請を行う。  
「井戸修理チーム」が対象井戸の改修・維持管理の作業を実施する。  
グループは、改修・維持管理に要した費用を「羊ファンド」から支出する。
6. 2009 年 12 月現在、モンゴル国ウブスハンガイ県内に 21 グループが創設され、うち 2 グループが井戸改修を行った。モンゴル政府もこの手法を高く評価し、広範囲に適用すべく、井戸の維持管理のための手法として認知する手続きを始めている。

#### 【成果の活用面・留意点】

1. この方法により井戸の有効利用が可能となり今後放牧地の有効利用範囲の拡大が期待できる。
2. 羊ファンドの詳細な運用規約をグループ毎に決めておくことが必要である。

[ 具体的データ ]

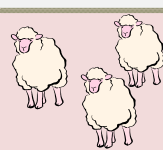
( 羊ファンドの内容 )

- グループの各メンバーが1頭の成雌羊(2~3歳)をファンド用に拠出する。
- ファンド用の羊の飼育は、拠出した牧民が行う。
- ファンド用の羊が病気、死亡した場合は補充を行う。
- 井戸改修・維持管理のため必要な際に、必要分の羊を売却し現金化する。
- 羊の現金化や自己のファンドの管理・運営はグループ毎に行う。
- 全グループのファンドの運営の確認をバグ(村)行政が行う。

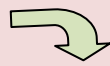
( 牧民 ) 資金不足



羊ファンド



区分	数量	金額(トグルグ)
1) 資材の輸送	1回	48,000
2) 資材費	1式	219,000
3) 作業費(人夫)	1式	140,000
4) 現地調査費	1回	8,000
計		415,000



ファンド羊の  
約10頭分

( 羊ファンドの利点 )

- 羊は牧民自ら飼うので管理が容易
- 雌羊で構成するので繁殖による増頭が可能
- 羊の事故死等に対する補充が容易
- 必要に応じた現金化が容易
- 生体管理のため、現金管理によるトラブルがない

図1 羊ファンドの創設



図2 羊ファンド用の羊の確定  
( 耳標等により明確化する )

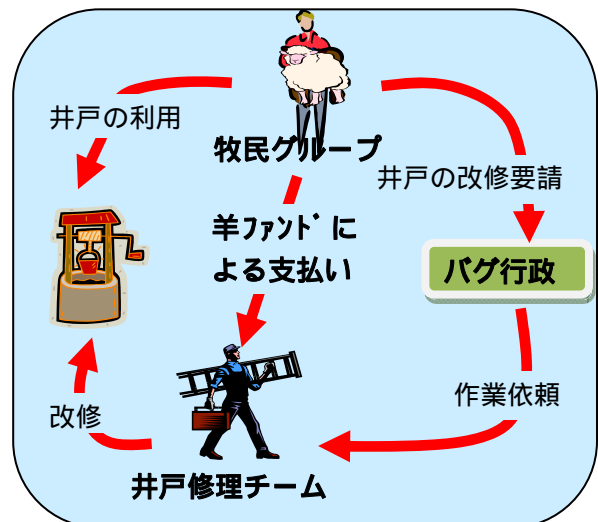


図3 井戸改修の流れ

[ その他 ]

研究課題：黄砂発生源対策のための牧民参加による放牧地マネジメント計画策定手法の開発  
 中課題番号：A-2)-(3)  
 予算区分：交付金〔黄砂発生源対策〕  
 研究期間：2009年度(2005~2009年度)  
 研究担当者：山中勇・松本武司  
 発表論文等：

〔成果情報名〕 大果で食味良好な半わい性のパパイヤ新品種「石垣ワンダラス」

〔要約〕 パパイヤの新品種「石垣ワンダラス」は、「ワンダーブライト」の自然交雑実生から選抜した両性系統である。半わい性の生育特性を持ち、大果で糖度が高く食味がよい。

〔キーワード〕 パパイヤ、半わい性、大果、良食味

〔所属〕 国際農林水産業研究センター 熱帯・島嶼研究拠点

〔分類〕 技術 A

---

#### 〔背景・ねらい〕

パパイヤは、世界の熱帯・亜熱帯地域で広く生産されている。生食用パパイヤは、「サンライズ」が世界市場および国内市場で高い評価を受けている。しかし「サンライズ」は、樹高が高くなり、台風の常襲地域では安定した生産が困難である。そこで、わい性で「サンライズ」と同等かそれ以上の果実品質特性を持つ、パパイヤの新品種育成を図る。

#### 〔成果の内容・特徴〕

1. 1997年に「ワンダーブライト」の自然交雑種子を播種し、2000年にわい性程度と果実品質で一次選抜した。2001年から品種登録に向け、80リットル鉢（赤黄色土：サンゴダスト：堆肥=5：2：2）に定植し、無加温のビニールハウス内で養液土耕栽培を行い、特性調査を開始した。2008年に栽培特性、果実品質とも優れているとの結論を得、2009年3月に品種登録を申請した。
2. 果形は、楕円に近い倒卵形で、平均1796gと大果である。果皮は鮮橙色、果肉は橙赤色である。果肉が厚く、果実に稜線が認められないため剥皮しやすく、調理性が高い（表1、図1）。
3. 糖度は平均13.9%と「ワンダーフレア」より高く「サンライズ」や「石垣珊瑚」と同程度である。強い芳香があり、食味良好である（表1）。
4. 樹勢は中庸で、樹姿は直立性の両性系統である。節間長は平均24mmと「サンライズ」に比べて短く、わい性品種である「石垣珊瑚」や「ワンダーフレア」に比べると長く、半わい性を示し、着花開始節は平均21節である（表1、図2）。

#### 〔成果の活用面・留意点〕

1. 果実の肥大は、無加温ビニールハウス栽培では季節に強く影響を受け、着果量によっても異なる。
2. 高温期・低温期には花粉稔性の低下による不受精のため、落花・落果が起りやすく、結実性を高めるためには雄性株の花粉を用いた人工授粉を行う必要がある。
3. 接ぎ木および挿し木繁殖が困難であり、また、ウイルス被害の回避のため、ウイルス無毒株の組織培養による増殖が好ましい。

[ 具体的データ ]

表 1. 「石垣ワンダラス」の樹体および果実特性 (2001~2005 年)

	石垣ワンダラス	石垣珊瑚	サンライズ	ワンダーフレア*
雌雄性	両性	雌性	両性	雌性
着花開始節位	21	15	25	16
節間長 (mm)	24	12	35	11
果実重 (g)	1796	840	540	620
果皮色	鮮橙	鮮橙	鮮橙	鮮橙黄
果肉色	橙赤	明赤橙	鮮橙赤	鮮橙黄
果肉厚 (mm)	25.8	21.9	22.8	18.4
糖度 (%)	13.9	13.8	14.2	13.1
香気:1(弱)~5(強)	5	5	5	2
稜線	無	弱	無	中

\*石垣島での主要品種

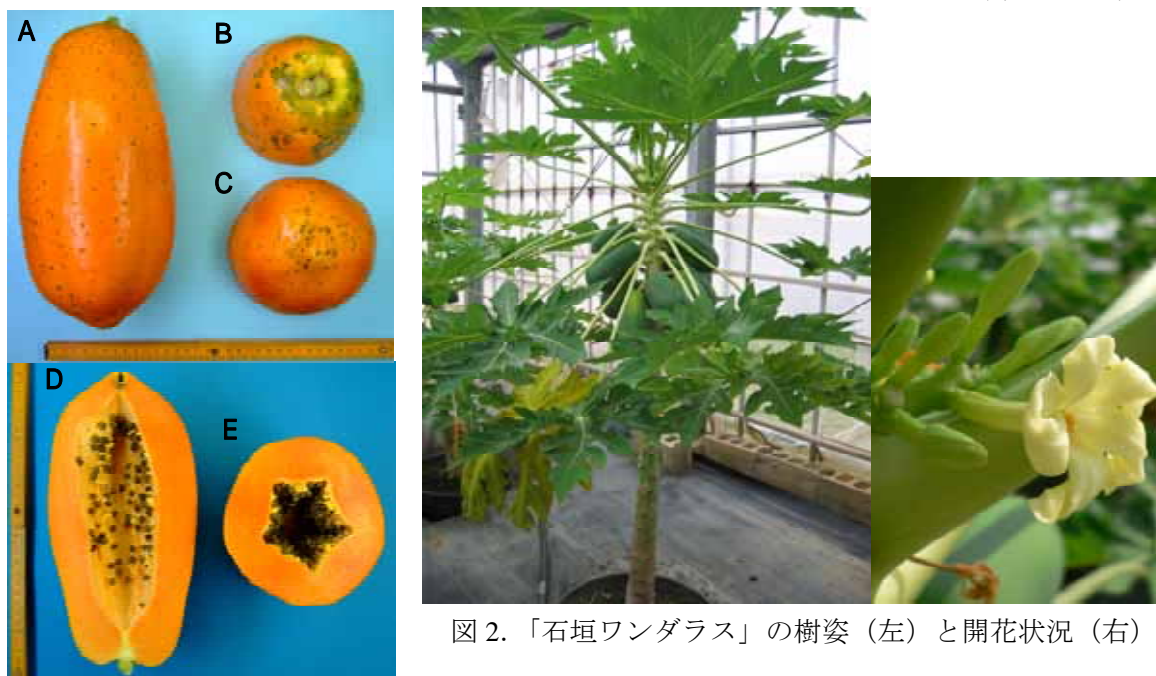


図 1. 「石垣ワンダラス」の果実 (2007 年 4 月収穫)

A: 側面、B: 果梗部、C: 果頂部、D: 縦断面、E: 横断面

[ その他 ]

研究課題: パパイヤ等熱帯果樹の高品質系統の評価と選抜、東南アジアにおける熱帯果樹 (ドリアン・マンゴスチン等) の低樹高整枝栽培技術と周年生産技術の確立

中課題番号: A-2)-(7)

予算区分: 交付金 [パパイヤ品質]、交付金 [熱帯果樹低樹高]

研究期間: 2008 年度 (1997~2005 年度、2006~2010 年度)

研究担当者: 深町 浩・加藤秀憲・日高哲志・玉城真男 (石垣島パパイヤ)・小川一紀・小森貞男・伏見 力

発表論文等: 品種登録出願申請中 (第 23577 号)



[ 成果情報名 ] DREB1A は糖代謝酵素群、DREB2A は分子シャペロン群を特異的に制御する  
[ 要約 ] DREB1A は糖代謝酵素群、DREB2A は分子シャペロン群を特異的に制御し、スターチ分解酵素遺伝子やスクロース代謝関連酵素遺伝子の転写制御を介したスクロースやラフィノース等の蓄積量の増加が、DREB1A 過剰発現植物の低温耐性能向上に重要であると考えられる。  
[ キーワード ] DREB1A、DREB2A、代謝、転写、低温・乾燥ストレス  
[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 生物資源領域  
[ 分類 ] 研究 A

---

[ 背景・ねらい ]

低温及び乾燥環境下では、様々な遺伝子発現が誘導され、多種類の代謝産物量が変化する。これら遺伝子発現や代謝産物量の変化は、低温及び乾燥耐性の獲得に関与していると考えられている。シロイヌナズナの *DREB1A* 遺伝子は低温ストレスに応答して遺伝子発現が誘導され、*DREB2A* 遺伝子は乾燥ストレスに応答して遺伝子発現が誘導される。*DREB1A* 遺伝子を恒常的に過剰発現した形質転換植物は低温及び乾燥ストレスに対する耐性能が向上し、*DREB2A* 遺伝子を恒常的に過剰発現した形質転換植物は乾燥ストレスに対する耐性能が向上する。本研究では、DREB1A 及び DREB2A が制御する代謝と転写に注目して網羅的な比較解析を行い、低温及び乾燥耐性能向上に関与する要素を抽出することを目的とする。

[ 成果の内容・特徴 ]

1. 低温処理後の非形質転換植物と DREB1A 過剰発現植物、乾燥処理後の非形質転換植物と DREB2A 過剰発現植物の代謝産物組成は、それぞれ相関が高い (図 1)。
2. スクロース及びラフィノース合成経路の代謝産物は、低温処理後の非形質転換植物と DREB1A 過剰発現植物で特異的に蓄積し、DREB2A 過剰発現植物では特異的な蓄積が見られないことから、これらの代謝産物量の増加は DREB1A 過剰発現植物の低温耐性能向上に関与していると考えられる。
3. 低温処理後の非形質転換植物と DREB1A 過剰発現植物、乾燥処理後の非形質転換植物と DREB2A 過剰発現植物の遺伝子発現は、それぞれ相関が高い。また、DREB1A は糖代謝酵素群、DREB2A は分子シャペロン群をコードする遺伝子発現をそれぞれ特異的に制御し、DREB1A と DREB2A は共に Dehydrin や Late embryogenesis abundant (LEA) タンパク質をコードする遺伝子発現を制御する (図 2)。
4. スターチ分解酵素遺伝子やスクロース代謝関連酵素遺伝子の転写制御を介したスクロースやラフィノース等の蓄積量の増加が、DREB1A 過剰発現植物の低温耐性能向上に重要である。

[ 成果の活用面・留意点 ]

1. 本研究ではシロイヌナズナを用いて低温や乾燥耐性能向上に関与する遺伝子群や代謝産物を明らかにした。これらの遺伝子や代謝産物は多くの作物においても同様に働くと考えられるため、ストレス耐性作物の作出や評価の指標として用いることができると考えられる。
2. 本研究成果を様々な作物に応用するためには、効率的な作物の形質転換技術の開発が必要である。

[ 具体的データ ]



図 1 代謝産物を用いた主成分分析

ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/MS) などの各種質量分析機器を用いて代謝産物は網羅的に分析された。各主成分の意味付けは、それぞれの植物の代謝産物の蓄積の特徴を反映した。黄緑 は無処理の非形質転換植物、水色 は低温処理後 1 日目の非形質転換植物、青 は低温処理後 4 日目の非形質転換植物、黄色 は乾燥処理後 1 日目の非形質転換植物、橙 は、乾燥処理後 3 日目の非形質転換植物、緑 は、形質転換植物に対する対照植物、青 は DREB1A 過剰発現植物、赤 は DREB2A 過剰発現植物の代謝産物組成を示した。

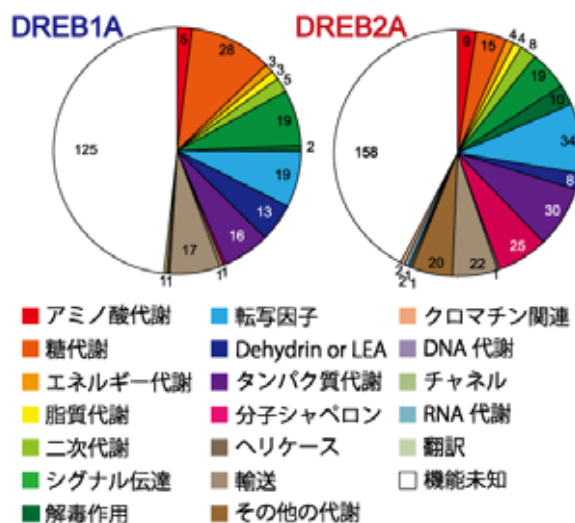


図 2 DREB1A と DREB2A が制御する下流遺伝子の分類  
DREB1A と DREB2A が制御する下流遺伝子の機能を 20 種類に分類した。

[ その他 ]

研究課題：植物の環境ストレス耐性機構の解明と耐性作物の開発  
中課題番号：A-1)-(1)  
予算区分：交付金 [ ストレス耐性機構 ]  
研究期間：2009 年度 (2006 ~ 2010 年度)  
研究担当者：圓山恭之進・篠崎和子  
発表論文等：Maruyama et al. (2009) Plant Physiol. 150:1972-1980

[ 成果情報名 ] 熱帯牧草 *Brachiaria humidicola* の根から分泌する生物的硝化抑制物質ブラキアラクトンの同定

[ 要約 ] 熱帯牧草 *Brachiaria humidicola* の根から分泌される硝化抑制作用を持つ物質「ブラキアラクトン」を同定した。*Brachiaria humidicola* を栽培した圃場の土壌ではアンモニア酸化が抑えられ、土壌からの亜酸化窒素発生が抑制される。

[ キーワード ] 生物的硝化抑制、熱帯牧草 *Brachiaria humidicola*、ブラキアラクトン、亜酸化窒素

[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 生産環境領域

[ 分類 ] 研究 A

---

[ 背景・ねらい ]

土壌中の微生物の働きにより起きるアンモニアの硝化（アンモニアが亜硝酸を経て硝酸へと酸化される反応、図 1）は土壌中での窒素循環に重要な役割を果たす一方、農業生産に用いられる窒素肥料の大幅な損失や土壌環境汚染を引き起こす一つの原因ともなっている。また、温室効果ガスである亜酸化窒素の土壌からの放出の一要因でもあることが知られている。ある種の植物が根から硝化を抑制する物質を分泌することを生物的硝化抑制作用（図 1）と呼んでおり、熱帯牧草 *Brachiaria humidicola*（BH）を用いてその作用について検討してきた。本研究はこの牧草が持つ生物的硝化抑制機構を明らかにして、本作用を用いた、より窒素利用効率が高く環境負荷の低い栽培体系を確立することを目指したものである。

[ 成果の内容・特徴 ]

1. BH が根より分泌する硝化抑制物質を C<sub>18</sub> 逆相クロマトグラフィー等により、遺伝子組み換えアンモニア酸化細菌の発する冷光を指標にして精製した。El mass および <sup>1</sup>H、<sup>13</sup>C、2 次元 NMR による構造解析の結果、新規環状ジテルペン物質「ブラキアラクトン」（図 2）を同定した。本物質は 5-8-5 員環と  $\gamma$ -ラクトン環を含む構造をとり、この牧草の根分泌液の持つ生物的硝化抑制活性の 60～90% に寄与している。さらにブラキアラクトンの分泌量は化学的硝化抑制剤であるニトラピリン換算で年間 5.0～14.6kg/ha に相当し、土壌中の硝化細菌数や硝化速度に影響を及ぼすのに十分な量である。
2. コロンビアにある国際熱帯農業センター（CIAT）において、BH2 系統（CIAT-679 と CIAT-16888）を 3 年間栽培したほ場における土壌中の硝化に関連した微生物群集は、同一地区内の裸地や大豆栽培ほ場に比べて 1/2 以下に減少し（図 3 の AOA、AOB）、土壌の硝化作用が 9 割（図 3 の棒）、亜酸化窒素発生量が 6 割以上（図 4）抑制されることが確認された。
3. 以上の結果は BH の根圏における生物的硝化抑制作用を証明するものである。

[ 成果の活用面・留意点 ]

1. 本牧草の生物的硝化抑制作用を活かす作付け体系の開発が期待される。
2. ブラキアラクトンの生合成機構を解明することにより、生物的硝化抑制能を持たない作物への本作用の付与が可能になる。

[ 具体的データ ]

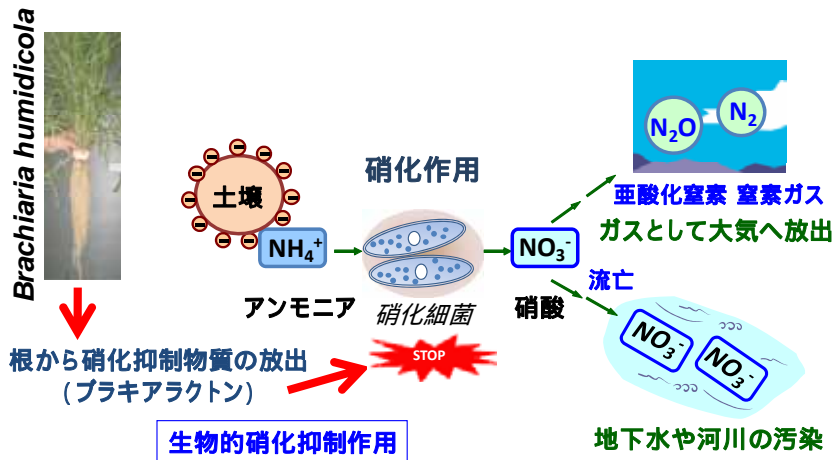


図 1 硝化作用と生物学的硝化抑制作用

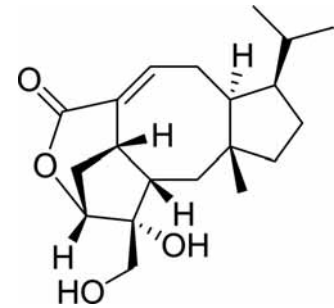


図 2 ブラキアラクトンの構造式

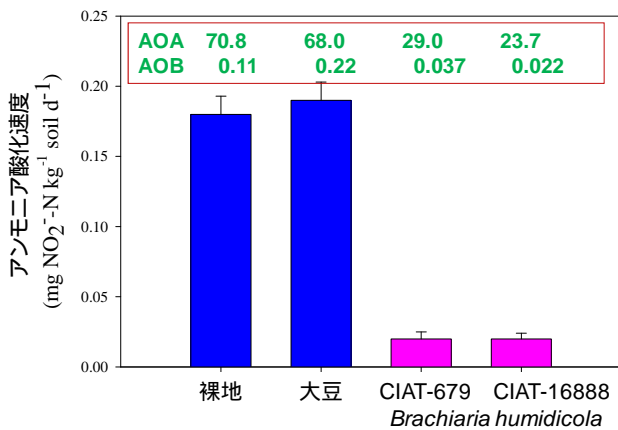


図 3 土壌の硝化速度

緑字はアンモニア酸化アーキア数 (AOA)、アンモニア酸化細菌数 (AOB) を示す (単位: 百万コピー / g 乾土)。大豆は ICAP34 を用いている。

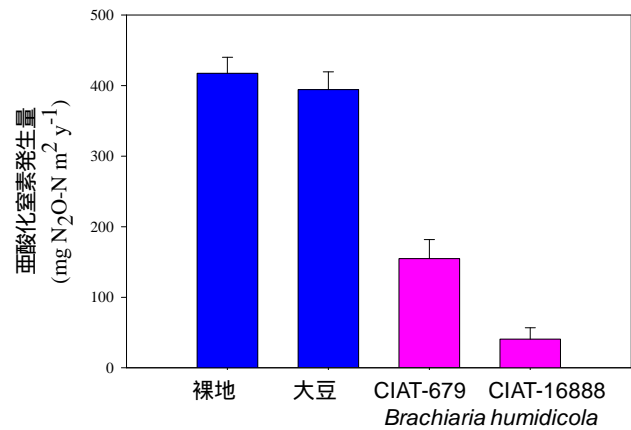


図 4 亜酸化窒素発生量

[ その他 ]

研究課題: 生物学的硝化抑制作用の解明とその利用

中課題番号: A-2)-(4)

予算区分: 交付金 [ 硝化抑制 ]

研究期間: 2009 年度 (2006 ~ 2010 年度)

研究担当者: G.V.スバラオ・石川隆之・中原和彦・吉橋忠・伊藤治・小野裕嗣 (以下食総研)・亀山真由美・吉田充

発表論文等: Subbarao et al. (2009) Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 106(41):17302-17307

[ 成果情報名 ] 幼苗期における在来品種の窒素反応は、改良品種よりも敏感である

[ 要約 ] イネの相対乾物生産重率と吸収窒素あたりの乾物生産効率には、顕著な品種間差異が幼苗期で認められ、在来品種は改良品種よりも窒素に対する反応が敏感であり、効率的乾物生産が可能である。

[ キーワード ] イネ、品種間差異、窒素反応、乾物生産

[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 生物資源領域・生産環境領域・畜産草地領域

[ 分類 ] 研究 B

---

#### [ 背景・ねらい ]

イネの生育にとって必須要素である窒素の吸収と乾物生産に関する遺伝的な要因を解明することは、水や土壌肥沃度などで制限のある環境下の陸稲地帯や天水田に適応したイネを開発する上で重要である。また灌漑水田などの栽培管理が容易な好適条件下においても、肥料の低投入でも効率的な生産が可能で、環境に負荷の少ない品種開発に役立てることができる。このために、イネ品種における窒素反応に関する品種間差異を明らかにする。

#### [ 成果の内容・特徴 ]

1. 生態型（インド型および日本型）、さらに改良の違い（在来品種から近代改良品種）を考慮した合計 31 品種・系統（表 1）を脱イオン水で 24 日間育苗後、窒素濃度が  $0 \text{ mg N L}^{-1} \sim 80 \text{ mg N L}^{-1}$  の 8 段階の水耕液で 14 日間栽培し、各窒素濃度の乾物生産の差異を  $0 \text{ mg N L}^{-1}$  区との比（RDW：相対乾物重率）で比較すると、栄養生長（幼苗）期に顕著な品種間差が確認できる。
2. これら 31 品種・系統は、7 段階の各濃度における相対乾物重率を用いたクラスター解析（Ward 法）の結果から、5 つのグループ（I-V）に分けられる。（表 1）
3. 相対乾物重率と窒素利用効率の最も高いのは、インド型の在来品種の Kasalath（I）であり、最も低いのは国際稲研究所（IRRI）が開発した半矮性品種群や日本の近代改良品種群など（V、10 品種）である。
4. 他の 3 つのグループは、インドの 2 品種（II）、陸稲を中心とする 8 品種（III）、在来品種と改良品種が混ざる 9 品種（IV）である。
5. 相対乾物重率と窒素利用効率（PNUE：吸収窒素 1g 当たりの乾物生産量）との位置関係から、5 グループを比較すると、どの窒素濃度でも同様な関係が認められ在来品種と改良品種の間では顕著な差異があるが、日本型やインド型などの生態型の異なる品種間差は明確でない（図 1）

#### [ 成果の活用面・留意点 ]

1. Kasalath などの在来品種の中に極めて窒素反応の良いものがあり、これら品種は低窒素条件下でも旺盛な生育が期待でき、高乾物生産性イネの開発研究に利用することができる。
2. 本試験では硝酸アンモニウムを窒素源として用いた。今後は、吸収窒素源の違い（アンモニア態と硝酸態窒素）の影響について明らかにしていく必要がある。
3. 本結果は、窒素の反応が最も顕著とされる幼苗期の結果であり、以降の生育期についての影響や反応についても検討していく必要がある。

[ 具体的データ ]

表 1 供試品種と幼苗期の窒素反応による分類

グループ	品種名(原産地) <sup>b</sup>			
	インド型		日本型	
	在来	改良	在来	改良
I	1. Kasalath(IN)			
II	2. Dular(IN)		3. Basmati217(IN)	
III			4. Azusena(PH)	10. コブキモチ (JP,1948)
			5. Davao(PH)	11. オワリハタモチ (JP,1951)
			6. 吉備 (JP)	12. どんとこい (JP, 1995)
			7. Moroberekan(GN)	
			8. おいらん (JP)	
			9. Trembese(ID)	
			19. 亀の尾 (JP)	20. コシヒカリ (JP, 1956)
IV	13. Surjamkuhi(BD)	16. Mahsuri(MA, 1956)		21. レイホウ (JP, 1966)
	14. Tadukan(PH)	17. 北陸143号 (JP, 1987)		
	15. Tetap(VN)	18. タカナリ (JP,1990)		
V		22. 台中在来1号 (TW, 1956)		28. 愛知旭 (JP, 1922)
		23. IR8(PH, 1966)		29. 日本晴 (JP, 1963)
		24. IR24(PH, 1974)		30. とりで1号 (JP, 1970)
		25. IR36(PH, 1976)		31. アキヒカリ (JP1976)
		26. 密陽23号 (KR, 1976)		
		27. IR64(PH, 1985)		

<sup>a</sup> 窒素反応による分類 (I-V) は、クラスター分析 (Ward 法) による。

<sup>b</sup> 原産国と育成年を示す。

改良品種と在来品種との違いは、育成記録があり交配育種により育成されたものとそうでないもので分けた。

BD: バングラデシュ, GN: ギニア

IN: インド, ID: インドネシア

JP: 日本, KR: 韓国

MA: マレーシア, PH: フィリピン

TW: 台湾, VN: ベトナム。

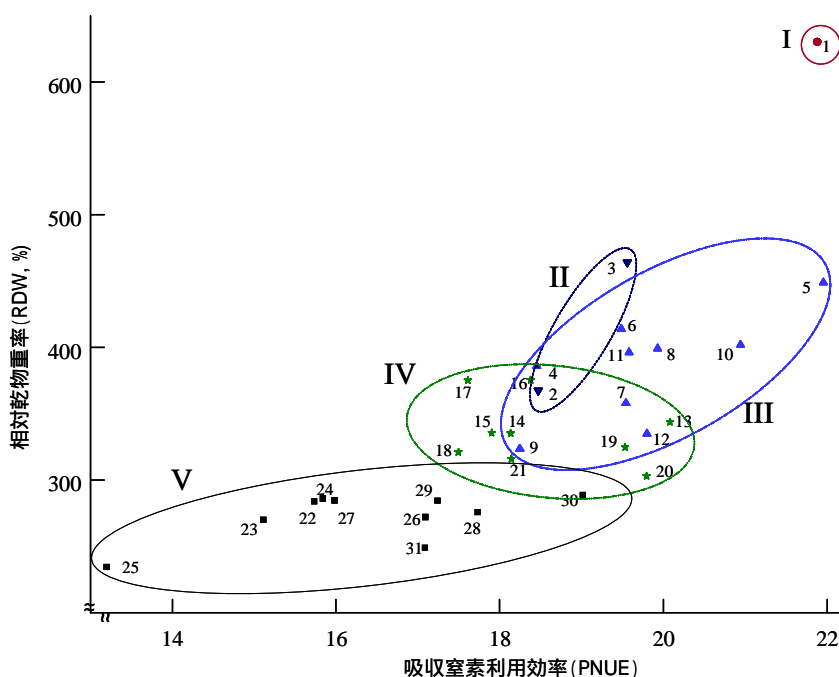


図 1 相対乾物重率 (RDW) と吸収窒素の利用効率 (PNUe) からみた品種グループの位置づけ  
注: 20 mg N L<sup>-1</sup> の濃度処理における試験結果。他の処理区でも品種グループ間で同様な位置関係が認められる。

[ その他 ]

研究課題: 不良環境耐性プロジェクト研究

中課題番号: A-1)-(1)

予算区分: 交付金 [ 不良環境耐性 ]

研究期間: 2009 年度 (2006 ~ 2010 年度)

研究担当者: 生井幸子・鳥山和伸・福田善通

発表論文等: Namai et al. (2009) Breeding Science 59:269-276

[ 成果情報名 ] SnRK2 型タンパク質リン酸化酵素は乾燥耐性と種子休眠を制御する

[ 要約 ] 3 種類の SnRK2 型タンパク質リン酸化酵素の遺伝子に変異したシロイヌナズナでは、乾燥耐性や種子休眠性の低下、アブシシン酸に対する感受性の低下が見られ、これらのタンパク質リン酸化酵素は、アブシシン酸による乾燥耐性と種子休眠の制御において重要な役割を担う。

[ キーワード ] シロイヌナズナ、タンパク質リン酸化酵素、アブシシン酸、乾燥耐性、発芽

[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 生物資源領域

[ 分類 ] 研究 B

[ 背景・ねらい ]

植物の乾燥耐性と発芽の制御技術を開発することは、安定した農業生産や地球環境の維持のためにも重要である。植物の乾燥耐性と発芽の制御は、植物ホルモンのアブシシン酸 (ABA) により制御されていることが知られている。これまでに、乾燥応答で重要な役割を果たしている転写因子 AREB1 は、ABA 存在下、3 種類の SnRK2 型タンパク質リン酸化酵素 SRK2D、SRK2E、SRK2I によって転写活性化することを試験管内実験で明らかにしている。本研究では、シロイヌナズナの変異体を用いて、SRK2D、SRK2E、SRK2I の乾燥耐性・発芽制御における役割を明らかにすることを目的にする。

[ 成果の内容・特徴 ]

1. SnRK2 型タンパク質リン酸化酵素 SRK2D、SRK2E、SRK2I の単一遺伝子変異シロイヌナズナから作出した *srk2d srk2e srk2i* 三重変異体 (*d/e/i*) は、高湿度 (湿度 80% 程度) では生育できるが、通常生育条件 (湿度 60% 程度) では生育できない (図 1A)。 *d/e/i* 変異体の葉の水分は、乾燥させると急激に低下する (図 1B)。種子の乾燥耐性も弱い。野生型植物体や一重変異体、二重変異体では、このような表現型はみられない。
2. *d/e/i* 植物体を高湿度条件で栽培すると、種子休眠性の低下が見られた (図 2A)。一重、二重変異体では、同じ条件で栽培しても種子休眠性の低下はみられない。
3. *d/e/i* 種子は、一重、二重変異体より、はるかに高濃度の ABA を含む培地でも発芽する (図 2B)。 *d/e/i* 植物体も ABA に対する感受性がきわめて低い。
4. ストレスを受けた *d/e/i* 植物体や種子では、LEA (Late Embryogenesis Abundant) タンパク質をコードする遺伝子やタンパク質脱リン酸化酵素 (PP2C) 遺伝子等、多くの ABA あるいはストレス応答性遺伝子の発現が野生型より減少している。
5. 乾燥応答で重要な働きをする転写因子 AREB1 群の変異体において発現レベルが低下している遺伝子や、種子で重要な働きをする AREB1 相同性転写因子 ABI5 の変異体において発現レベルが低下している遺伝子群の多くは、 *d/e/i* 変異体においても発現レベルが低下している。
6. SRK2E 遺伝子は主に気孔で、SRK2D、SRK2I 遺伝子は他の組織で発現している。
7. 以上の結果は、発現部位は異なるが機能重複している SRK2D、SRK2E、SRK2I は、ABA による乾燥耐性と種子休眠の制御において重要な役割を担うことを示す (図 3)。

[ 成果の活用面・留意点 ]

1. 活性型 SnRK2 型タンパク質リン酸化酵素遺伝子の過剰発現などにより、乾燥耐性が向上した植物や穂発芽しにくい作物を開発できることが期待される。

[ 具体的データ ]

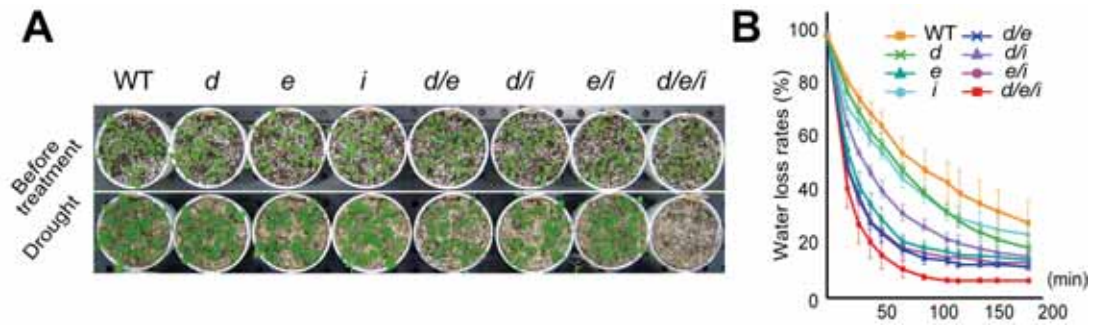


図1 . *srk2d srk2e srk2i* 三重変異体 (*d/e/i*) 変異体が示した乾燥感受性 (A) 野生型植物体 (WT) や *srk2d* 変異体 (*d*)、*srk2e* 変異体 (*e*)、*srk2i* 変異体 (*i*)、*srk2d srk2e* 変異体 (*d/e*)、*srk2d srk2i* 変異体 (*d/i*)、*srk2e srk2i* 変異体 (*e/i*) は、高湿度条件 (上) から通常生育条件 (下) に移しても生育できるが、*d/e/i* 変異体は枯死する。(B) *d/e/i* 変異体の葉の水分消失は他よりも早い。

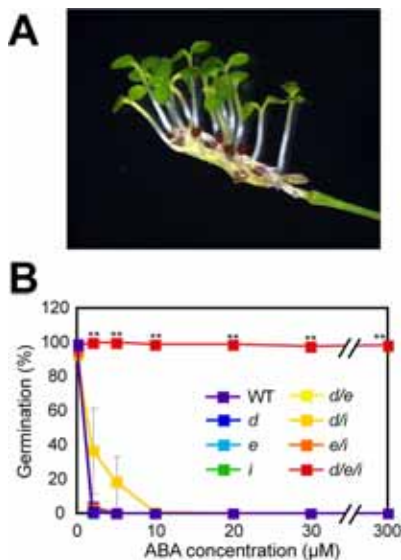


図2 . *d/e/i* 変異体が示した種子休眠性の低下と極めて強いABA非感受性 (A) 高湿度条件で *d/e/i* 変異体を栽培した時に観察された種子休眠性の低下。(B) ABAを含む培地に播種した *d/e/i* 変異体は非常に強いABA非感受性を示す。

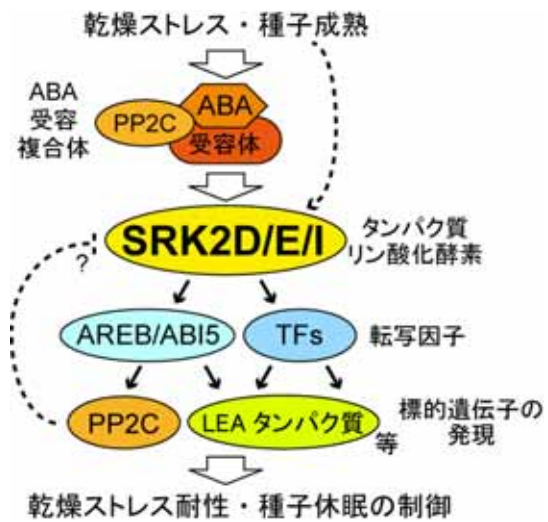


図3 . 乾燥ストレス、種子成熟におけるSRK2D/E/Iの役割のモデル SRK2D/E/Iは機能重複したABAシグナル伝達の正の調節因子であり、転写因子AREB/ABI5等のリン酸化を通じて、多くのABA調節遺伝子群の発現を調節し、乾燥耐性、種子休眠を制御する。

[ その他 ]

研究課題：植物の環境ストレス耐性機構の解明と耐性作物の開発

中課題番号：A-1)-(1)

予算区分：交付金 [ ストレス耐性機構 ] 科学研究費補助金 [ 基盤研究 (C) ] 等

研究期間：2009年度 (2006~2011年度)

研究担当者：中島 一雄・藤田 泰成・篠崎 和子

発表論文等：1) Nakashima et al. (2009) Plant Cell Physiol. 50:1345-1363

2) Fujita et al. (2009) Plant Cell Physiol. 50: 2123-2132



[ 成果情報名 ] バイオマスの糖化に利用できる新規なキシラン分解酵素複合体

[ 要約 ] 通性嫌気性細菌 *Paenibacillus curdlanolyticus* B-6 は、強力なキシラン分解活性を有する新規の酵素複合体(約 1,450 kDa)を生成する。この複合体は、骨格蛋白質 (280 kDa, 260 kDa) 及び 4 種類のキシランナーゼ活性を有するサブユニットにより構成され、キシランを含むバイオマスの糖化に利用できる。

[ キーワード ] 酵素複合体、キシランナーゼ、キシラン分解酵素、バイオマス、ザイラノソーム

[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 利用加工領域

[ 分類 ] 研究 B

---

[ 背景・ねらい ]

稲ワラ等のセルロース系バイオマスの酵素糖化において、主要構成成分であるセルロース、ヘミセルロース (特にキシラン) を如何に効率的に分解できるかは重要な技術課題である。パイナップル残渣処理槽から分離された通性嫌気性細菌 *Paenibacillus curdlanolyticus* B-6 は、キシラン高分解活性を持つが、その詳細は不明であった。本菌からヘミセルラーゼ高活性画分を精製、遺伝子解析した結果、キシラン分解酵素複合体を構成し、構造的に新規な酵素複合体であることを見出した。今迄、一部の嫌気性微生物のみセルロース・ヘミセルロース分解に関する酵素複合体 (セルロソーム) の存在が認められていたが、通性嫌気性細菌でも新規な酵素複合体 (ザイラノソームと仮称) を生産できることを確認した。

[ 成果の内容・特徴 ]

1. パイナップル残渣処理槽より分離された通性嫌気性菌 *P. curdlanolyticus* B-6 は高いヘミセルロース分解能を持ち、その活性は高分子量画分に存在する (図 1、Peak I -III)。
2. ゲルろ過により分取した約 1,450 kDa の画分を、イオン交換体および疎水性クロマトグラフィーにより精製しキシラン分解活性を有する巨大タンパク質を単離した (表)。
3. この巨大タンパク質は Native-PAGE で単一バンドを与えるが SDS-PAGE では 6 種のバンドを形成し、活性染色の結果から、約 280 kDa (S1) 及び 260 kDa (S2) の骨格蛋白質とキシランナーゼ活性を示す 3 種類のサブユニット (S7, S8, S11) 及び、エンドグルカナーゼサブユニット (S10) により、構成される酵素複合体であることが明らかになった (図 2)。S7 及び S8 サブユニットはキシランナーゼだけでなくエンドグルカナーゼ活性も示す。
4. 主要な 40 kDa のキシランナーゼサブユニット S11 (Xyn11A ; GenBank FJ956758) は、糖質分解酵素 (GH) ファミリー 11、リンカー様アミノ酸配列、及び糖質結合モジュール (CBM) ファミリー 36 を含む 2 つの機能ドメインがあり、セルロソームサブユニットに必須のドックリン類似構造は認められなかった (図 3)。
5. 以上のことから、通性嫌気性細菌 *P. curdlanolyticus* B-6 はセルロソームとは異なる高いキシラン分解活性を有する新規の酵素複合体 (ザイラノソームと仮称) を生産することが明らかである。

[ 成果の活用面・留意点 ]

1. キシランを基質にした場合、本菌のザイラノソームにより得られる最終産物はキシロビオース及びキシロオリゴ糖であるため、機能性キシロオリゴ糖として利用することができる。
2. *Clostridium* 属細菌が生産するセルロソームと併用することによって、キシランを多量に含むバイオマスの効率的糖化が実現できる可能性がある。

[ 具体的データ ]

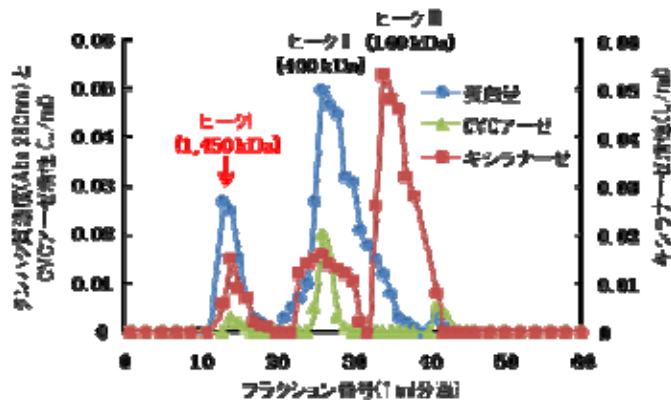


図1 *P. curdlanolyticus* B-6 培養液のセルロース吸着画分からのゲルろ過クロマトグラフィー

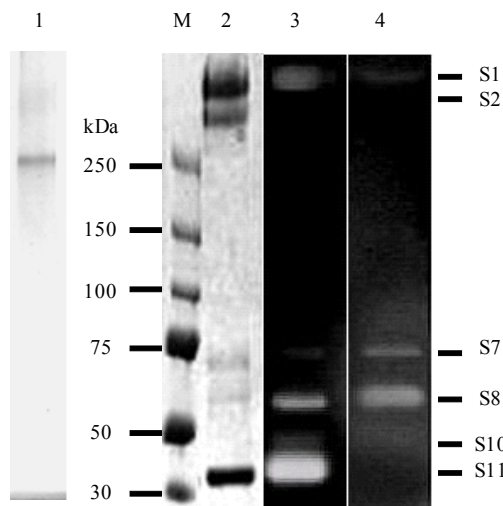


図2 精製した *P. curdlanolyticus* B-6 のザイラノソーム M は分子量マーカー、1, Native-PAGE、2, SDS-PAGE、3, キシラナーゼ活性染色、4, エンドグルカナナーゼ活性染色。S1, S2, S7, S8, S10, S11 は確認された酵素サブユニットを示している。

[ その他 ]

研究課題：東南アジア・バイオマス

中課題番号：A1)-(4)

予算区分：交付金 [アジアバイオマス]

研究期間：2009年度 (2006~2010年度)

研究担当者：小杉昭彦・Patthra Pason (キングモンクット工科大学)・森隆

発表論文等：1) Pason et al. (2009) Appl Microbiol Biotechnol. 85:573-580

表 ゲルろ過 1,450 kDa 画分の酵素活性

各酵素	酵素活性 (U/mg 蛋白質)
キシラナーゼ	3.17
β-キシロシダーゼ	0.06
アラビノフラノシダーゼ	0.05
アセチルキシランエステラーゼ	0.11
アビセラゼ	0.01
カルボキシメチルセルラーゼ	0.12
セロビオトラーゼ	0.01
β-グルコシダーゼ	0.07



図3 *P. curdlanolyticus* B-6 のザイラノソームの主要酵素サブユニット Xyn11A (S11) のタンパク質構造モデル

N 末端側から糖質分解酵素ファミリー 11 (GH11)、アスパラギン酸・セリンリッチなリンカー様配列 (Linker)、C 末端側に糖質結合モジュールファミリー 36 (CBM36) の構造を有する。黄色は β シート構造、赤色は α ヘリックス構造を示している。

[ 成果情報名 ] 食品中の血糖値上昇抑制物質 1-デオキシノジリマイシンの高感度定量法

[ 要約 ] 東アジア・東南アジアにおける伝統食品等に含まれ、食事後の血糖値の上昇を抑制する 1-デオキシノジリマイシンは、高速陰イオン交換クロマトグラフィー・パルス電流検出法 (HPAEC-PAD) を用いて、従来法より簡便に定量することができる。

[ キーワード ] 伝統食品、1-デオキシノジリマイシン、HPAEC-PAD

[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 利用加工領域

[ 分類 ] 研究 B

---

[ 背景・ねらい ]

1-デオキシノジリマイシン (1-deoxynojirimycin; DNJ) は、消化管において糖質分解酵素であるグルコシダーゼに対する阻害剤として働き、食事後の血糖値の上昇を抑制する。DNJ は桑葉や中国伝統食品である発酵食品等にも含まれ、初期糖尿病の抑制に有効と推定されている。桑葉を用いた食品など、DNJ を含む食品は東アジア・東南アジアにおいて伝統的に生産・消費されており、その DNJ 含量を明記することは、高付加価値化を図るうえで重要である。しかし、従来法の複雑なクロマトグラムから DNJ ピークの確認は困難である。そのため、より簡便な手法が求められている。

[ 成果の内容・特徴 ]

1. DNJ は、アルカリ性移動相において、高交換容量の陰イオン交換カラムにより、塩基性官能基を持つ弱酸として、他の糖質と効率よく分離される。また、パルス電流検出により、糖質のみを選択的かつ高感度で検出するので、共存する糖質が問題となる加工食品での分析においても、DNJ が分離でき、妨害ピークが少ない ( 図 1 )。また、分析のための試料処理が水抽出のみで簡便である。
2. DNJ 量 5 ng から検出・定量が可能で高感度であり、高濃度まで優れた定量性を示す ( 図 2 )。
3. 原理的に他糖質類の共存の影響が少ないことから、桑葉に含まれる DNJ だけではなく、他糖質類の共存が問題となる、伝統食品中の DNJ 量を測定することができる。溶出された DNJ は質量分析によって確認することもできる。
4. 中国、タイ及び日本の市販食品の DNJ 量を本手法により測定したところ、表 1 の結果が得られた。

[ 成果の活用面・留意点 ]

1. 試料に標準品を添加した試料を分析することで、DNJ の溶出位置を確認できる。
2. DNJ は加熱処理に対して安定である。このため、DNJ を含有する食品を製造する際、加熱がその機能性に影響しないことが示唆される。
3. 発酵食品中に含まれる DNJ 含有量も、分析が十分可能であると推定される。

[ 具体的データ ]

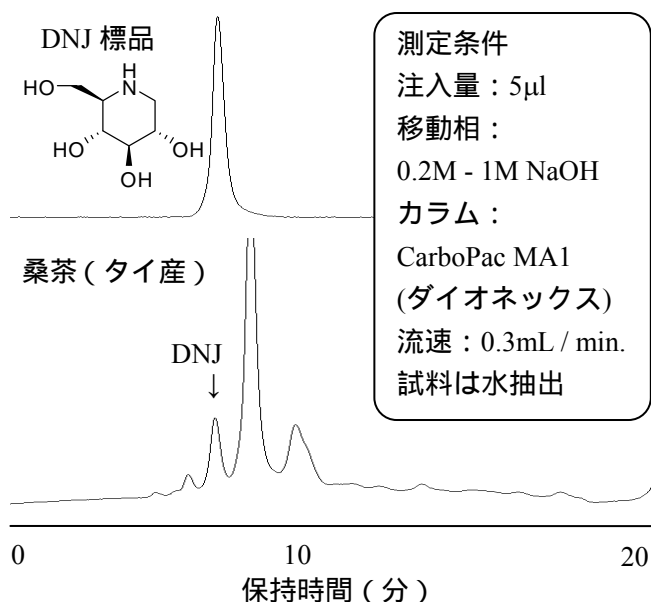


図1 DNJ 標品・タイ産桑茶ティーバックの HPAEC-PAD クロマトグラム

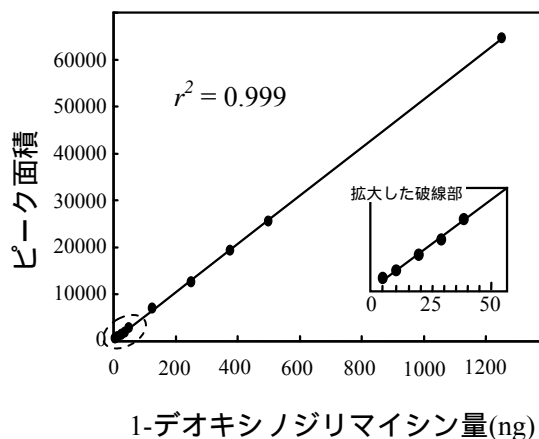


図2 DNJ の検量線

表1 市販桑葉加工品における 1-デオキシノジリマイシン含量の測定結果

試料	産地	DNJ 含量 (乾物重%)
桑葉ティーバック	中国	0.221 ± 0.0092
桑葉エキスタブレット	日本	0.129 ± 0.0026
桑葉茶	タイ	0.092 ± 0.0086
桑葉ティーバック	タイ	0.234 ± 0.0073
桑葉含有膨化スナック	タイ	0.007 ± 0.0004
桑葉含有タイ風クッキー( トンムアン )	タイ	0.011 ± 0.0005
桑葉含有穀物粉末飲料 (A)	タイ	0.023 ± 0.0011
桑葉含有穀物粉末飲料 (B)	タイ	0.007 ± 0.0014
Bael 果実入り桑葉茶ティーバック	タイ	0.214 ± 0.0034
紅花入り桑葉茶ティーバック	タイ	0.236 ± 0.0088

[ その他 ]

研究課題：アジア農産物の高付加価値化

中課題番号：A-1)-(5)

予算区分：交付金〔高付加価値化〕

研究期間：2009 年度 ( 2006 ~ 2010 年度 )

研究担当者：吉橋忠・Do Thi Thu Huong・Patcharee Tungtrakul( カセサート大学食品研究所 )・Sumitra Boonbumrung ( カセサート大学食品研究所 )・八巻幸二 ( 食品総合研究所 )

発表論文等：Yoshihashi et al. (2010) J. Food Sci., DOI: 10.1111/j.1750-3841.2010.01528.x

[ 成果情報名 ] コブミカン (*Citrus hystrix*) の葉に含まれる抗変異原物質フラノクマリンの同定

[ 要約 ] 東南アジアで広く食用に利用されているコブミカン (*Citrus hystrix*) の葉は、複素環アミン類等の変異原物質に対して強い抗変異原性を示す。コブミカンの葉に含まれる主要な抗変異原物質は、epoxypeucedanin 及び epoxybergamottin である。

[ キーワード ] 抗変異原性、コブミカン、タイ野菜、フラノクマリン、エームス試験

[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 利用加工領域

[ 分類 ] 研究 B

---

[ 背景・ねらい ]

抗変異原性を有する食品を適切に摂取することにより発ガンリスクを低減できるとの考えから、抗変異原性は食品の重要な生理機能性の一つとして認識されている。機能性食品や医薬の原料等としての産業利用を通じて、開発途上地域の農産資源高付加価値化を図るため、東南アジアで利用されている数百種の在来食用植物の中から、抗変異原性の優れたものを見出し、その特性を明らかにする。コブミカンの葉は独特のさわやかな芳香を持ち、東南アジアで広く常食されており、タイなどでは全国的かつ恒常的に流通している。

[ 成果の内容・特徴 ]

1. コブミカン葉 ( 図 1 ) のメタノール抽出物は、複素環アミンに対する強い抗変異原性 ( エームス試験法 ) を示す。植物体 1 mg ( 新鮮重 ) から得られた抽出液が、Trp-P-1 ( 1 ng ) により引き起こされる突然変異の 90 ~ 100% を阻害する ( 寒天プレート 1 枚当たり ) 。季節、産地間の差はあまり大きくない。
2. コブミカン葉の抗変異原性は 100%、10 分間の加熱調理後も低下しない。
3. コブミカンの葉に含まれる主要な抗変異原物質は、エポキシ化されたプレニル基が結合したフラノクマリンの 2 種の誘導体 epoxypeucedanin 及び epoxybergamottin である ( 図 2、3 ) 。両物質は、変異原物質を活性化させる肝臓の酵素 ( チトクロム P450 ) を阻害することにより抗変異原性を発揮する。特に epoxybergamottin は含量が高く、IC<sub>50</sub> 値も低い ( 抗変異原性が高い ) ことから、有望な成分である。

[ 成果の活用面・留意点 ]

1. コブミカンの葉に含まれる抗変異原物質は水に溶けないので、葉自体を摂取できるように、細かく刻んだり、揚げたりするなど調理加工方法を工夫する必要がある。
2. プレニル化フラノクマリン類が人体に吸収されることが他の研究により明らかとなっている。

[ 具体的データ ]



図1 コブミカンの葉（左、中）とコブミカン葉を使った料理ホーモック（右、白身魚のココナツミルク蒸し）

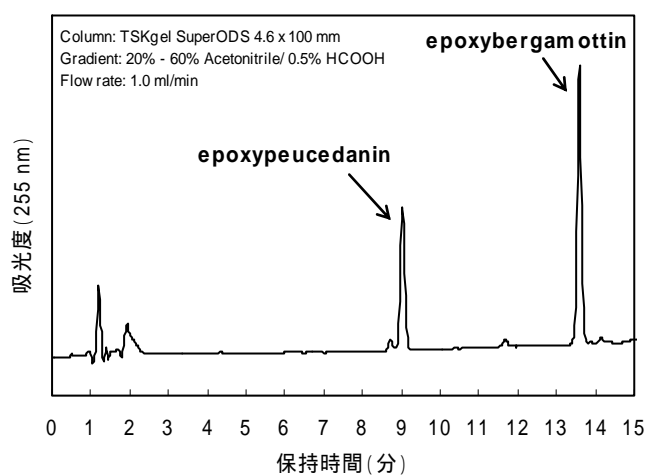


図2 コブミカン葉エーテル抽出物の HPLC による分画  
 2つの主要抗変異原物質が高濃度に含まれていることがわかる。

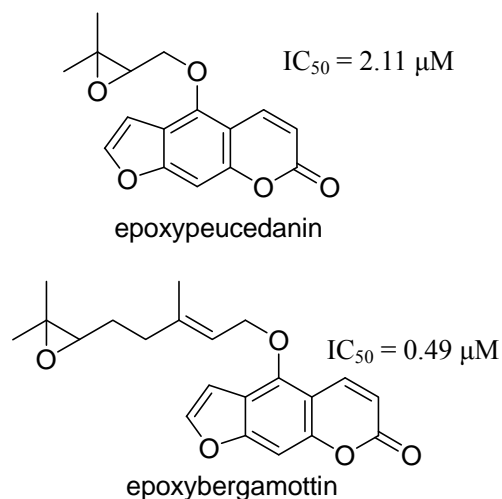


図3 コブミカン葉の主要抗変異原成分  
 $IC_{50}$ の値は、ラット肝S 9画分の変異原活性化酵素（チトクロム P450 ethoxyresorufin O-deethylase）に対する50%阻害濃度。

[ その他 ]

研究課題：アジア農産物の高付加価値化

中課題番号：A-1)-(5)

予算区分：交付金〔高付加価値化〕

研究期間：2009年度（2006～2010年度）

研究担当者：中原和彦・吉田充（食総研）・G. Trakoontivakorn, P. Tangkanakul（カセサート大食品研）

発表論文等：中原ら、日本農芸化学会 2009年度大会（福岡）講演要旨集 p.14

**[ 成果情報名 ] 海藻ジュズモ属の一種との混合飼育下でのウシエビの成長促進**

**[ 要約 ]** 不要とされているエビ養殖池に繁茂する海藻（ジュズモ属の一種）をウシエビとともに飼育した。ウシエビは本種を積極的に摂餌し、稚エビ齢（16, 44, 58, 93, 128 日齢）のいずれにおいても、海藻と混合飼育するとウシエビは良好な成長を示す。

**[ キーワード ]** ジュズモ属海藻、廃棄海藻、混合養殖、ウシエビ、成長促進

**[ 所属 ]** 国際農林水産業研究センター 水産領域

**[ 分類 ]** 研究 A

---

**[ 背景・ねらい ]**

ウシエビは1990年代から東南アジアにおいて重要な輸出産物である。中でもタイは集約的エビ養殖の先進国であるが、エビ池造成に伴う環境破壊およびウイルス病の頻発が深刻な阻害要因となっている。このような問題を改善するために零細養殖業者に向けた低投資かつ持続的な汽水産エビ養殖技術を開発・提案する。当該地域で主流であるエビの集約的単一養殖池に海藻類を生育させ、水の浄化を行うとともに、天然により近い養殖環境を作り出し、エビのストレスの低減を図ることで安定的な生産に資する。本成果は、エビ養殖業者らによって本来廃棄されている海藻をあえて利用し、ウシエビに対する本海藻の餌料効果を明らかにする。

**[ 成果の内容・特徴 ]**

1. ウシエビに十分な人工餌料を与えているにも関わらず、エビはジュズモ属の一種(*Chaetomorpha ligustica*)を積極的に摂餌する。本海藻を食したウシエビ排泄物は緑色で、クロロフィル a 含量はエビ単一飼育区（単一区）に比較して20-50倍となった(図1, 4)。
2. 単一区と比較して海藻混合飼育区（混合区）では、日令に関わらずウシエビの日間成長率が増加していた。特に若令期のウシエビでは顕著である（図2）。
3. 本海藻は低塩分海水でも発育するので、雨期と乾期で塩分変動の激しい汽水産エビ養殖池に適している。水温 20-30℃の広い温度帯で生育が良好であり、東南アジア諸国の汽水産エビ養殖池に十分適用できる。水中無機栄養塩の摂取が良好で、水質の浄化にも適している(図3)。
4. ウシエビと本種との混合養殖を池に応用した場合、投餌量が抑えられ、従来の単一養殖法と同様の収量が得られるにも関わらず、生産コストが低くなる。

**[ 成果の活用面・留意点 ]**

1. 海藻により水質が安定するため、大型曝気装置や水交換のような池環境維持のためのガソリン・電気代等のコストが抑えられ、生産効率が高くなるとともに温室効果ガス削減につながると推察できる。
2. 投下資本が少なく零細養殖業者にも適用が可能である。
2. 海藻を餌料として利用し、稚エビの成長促進が期待できることからコスト低減できる。
3. 海藻類は安定的に生育し、酸素の供給にも寄与し、良好な水質を長期間に比較的容易に維持できることから、エビ養殖池の持続的利用に有効である。
4. 海藻によるエビのストレス軽減作用や免疫賦活作用、さらに現在タイ国内で蔓延している疾病に関する防除効果については今後さらに検討が必要である。

[ 具体的データ ]

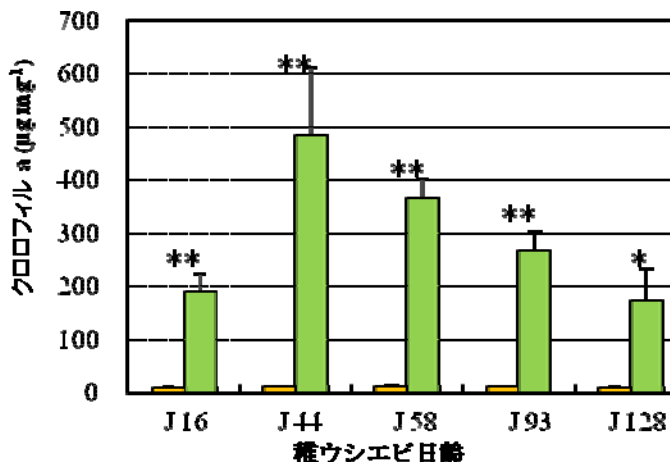


図 1 各日齢における稚ウシエビ排泄物に含まれるクロロフィル a 量  
 J1=稚エビ 1 日令、単一区 (橙)、混合区 (緑)  
 \*p<0.05、\*\*p<0.01

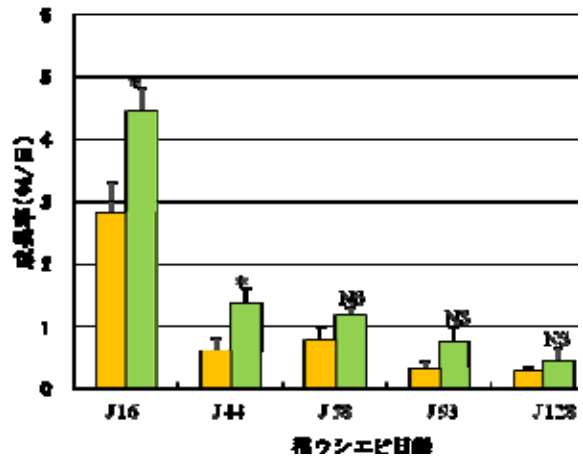


図 2 各日齢における稚ウシエビ成長率  
 単一区 (橙)、混合区 (緑) \*p<0.05、  
 NS : 有意差なし

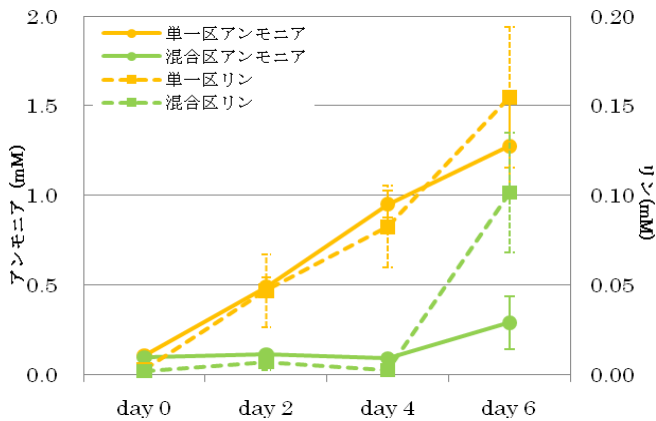


図 3 ウシエビ・海藻混合養殖下における飼育水中の無機栄養塩類の変化



図 4 水槽内でジュズモの一種を積極的に摂餌するウシエビ

[ その他 ]

研究課題：環境に配慮した持続的生産のための複合養殖システムの開発

中課題番号：A-1)-7

予算区分：国際プロ [水産養殖]

研究期間：2009 年度 (2006 ~ 2010 年度)

研究担当者：浜野かおる、筒井功、Prapansak Srisapoome (タイ・カセサート大)、Dusit Aue-umneoy (タイ・キングモンクット大)

発表論文等：Tsutsui et al. (2009) Aquaculture International 17: DOI 10.1007/s10499-009-9274-2



**[ 成果情報名 ] 西アフリカ・サヘル地域の農村における農地 - 集落系の窒素フローの評価**

**[ 要約 ]** 西アフリカ・サヘル地域では、農地から村に持ち込まれる収穫窒素物の66%は粗放管理畑に依存しているが、粗放管理畑への窒素供給は風成塵のみであり、窒素投入量から窒素持ち出し量を差し引いた値はマイナスである。一方、村からの廃棄物、家畜糞尿、尿尿は全て村に近い畑に投入されるため、これらの畑では4~13 t N 年<sup>-1</sup> (7~245 kg N ha<sup>-1</sup> 年<sup>-1</sup>) の窒素過剰となり、系内に窒素の偏りが生じ、少ない窒素資源が効率的に利用されていない。

**[ キーワード ]** サブサハラ・アフリカ、砂質土壌、土壌肥沃度管理技術、有機物管理

**[ 所属 ]** 国際農林水産業研究センター 生産環境領域

**[ 分類 ]** 研究 B

---

**[ 背景・ねらい ]**

西アフリカ・サヘル地域では農業生産向上のための土壌肥沃度管理技術開発が必要である。低肥沃な砂質土壌を適切に管理し農業生産性を高めていくには、まず在来の有機物資源を効率的に利用していく必要があり、そのため有機物資源量の評価を行うことが重要である。そこで本研究では、2003年以來行われている JIRCAS 交付金プロジェクトの研究サイトであるニジェール・ファカラ地区において、在来の農地管理システムに沿った窒素フローを推定し、現状における集落-農地系の資源利用状況を評価する。

**[ 成果の内容・特徴 ]**

1. ファカラ地区の農地は大きく分けて3つの管理区分が存在することが分かっている。即ち、リサイクリング（家庭からの有機廃棄物の農地還元）による農地管理、コラリング（遊牧民の家畜を夜間農地に係留して糞尿を還元）による農地管理そして休閑による粗放的な農地管理であり、リサイクリングは更に、隣接畑、脱穀畑、そして運搬堆肥畑に細分される。農地の84%が粗放管理に属する。
2. 総生産、脱穀残渣、運搬堆肥、風成塵は実測値を用い、家畜排泄物は現存頭数から推定した。総生産物の用途は、聞き取り調査で割合を求め、それ以外は文献値で推定した。
3. 農地からの持ち出しは、トウジンビエ、ササゲ豆およびハイビスカスの子実（食料）、茎葉（家畜飼料・建築材）および野草（家畜飼料）である。収穫物のほとんど（窒素換算で66%）は粗放管理畑から持ち出されているが、当該農地に供給される窒素は風成塵のみで非常に少ない。このため、粗放管理畑では-65 t N 年<sup>-1</sup> (-9 kg N ha<sup>-1</sup> 年<sup>-1</sup>) の窒素収奪となる。
4. 村の廃棄物は（建築材として利用されるトウジンビエ茎の廃物）は家畜糞尿と共に運搬堆肥として村に近い畑に投入される。ただし、家畜糞尿の利用率は非常に低く、農地に還元される量は僅かである。脱穀残渣、尿尿も村に近い畑に投入される。村に近い畑では、これらの投入による窒素供給量が作物収穫による窒素収奪量より多い。このため、村に近い農地では4~13 t N 年<sup>-1</sup> (7~245 kg N ha<sup>-1</sup> 年<sup>-1</sup>) の窒素過剰となっている。
5. ファカラ地区の持続的生産を実現するためには、現地にある未/低利用の有機物を適切に使った肥培管理や栽培システムが必要である。

**[ 成果の活用面・留意点 ]**

1. 新しい資源管理手法を導入する際、養分資源の利用効果を定量的に評価できる。

[ 具体的データ ]

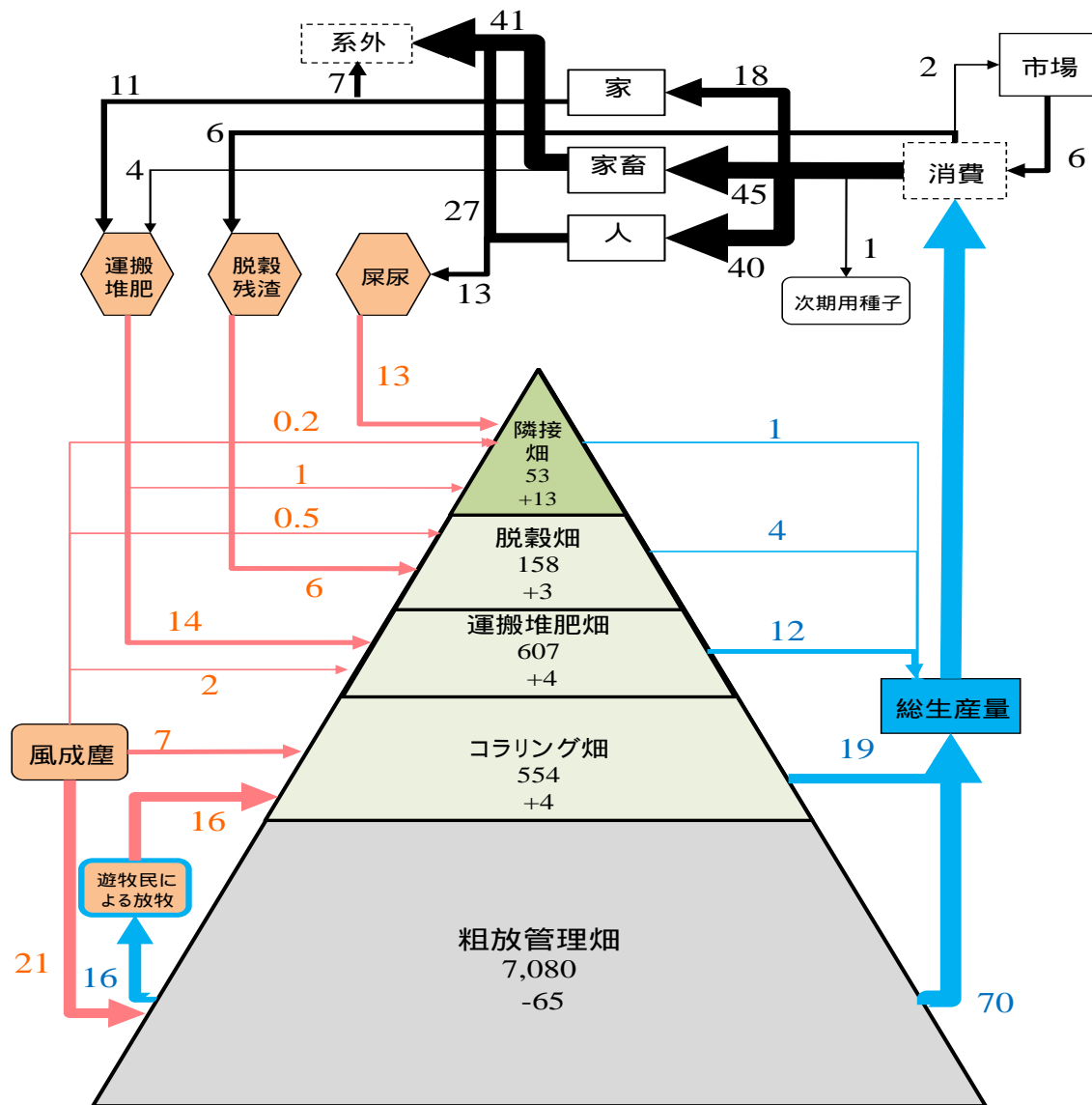


図1 ニジェール・ファカラ地区における集落—農地系の窒素フロー

\*尿尿の値は文献値を参考に推定した。それ以外は、実測値に基づき算出した。

\*\*ファカラ地区は人口 5,825 人、農業従事者割合 100%、家畜頭数 5,874 頭 (牛 2,564 頭、ヒツジ 1,433 頭、ヤギ 1,874 頭) (2006 年の調査に基づく)

\*\*\*図中三角形上段：農地区分名、中段：農地面積(ha)、下段：窒素収支 (t 年<sup>-1</sup>)、フローの数字：窒素量(t 年<sup>-1</sup>)

[ その他 ]

研究課題：西アフリカの半乾燥熱帯砂質土壌の肥沃度の改善

中課題番号： A-2)-(1)

予算区分：交付金 [アフリカ土壌プロ]

研究期間： 2009 年度 (2003~2010 年度)

研究担当者：林 慶一、松本成夫、伊ヶ崎健太、真常仁志、飛田 哲

発表論文： 1) Hayashi *et al.* (2009) JARQ 43 (1):63-69

2) 林ら (2009) 日本土壌肥料学会講演要旨集 55:14

[ 成果情報名 ] 西アフリカ・サヘル地域における持続的作物生産のための有機物資材の必要投入量は  $0.8 \text{ t C ha}^{-1}$  である

[ 要約 ] 西アフリカ・サヘル地域における土壌有機物動態の予測に対し、既存の土壌有機物動態モデル Rothamsted Carbon Model の予測精度は、調査した全ての土壌管理技術において概ね良好であり、土壌有機物動態の長期的予測は可能である。検証したモデルによれば、持続的作物生産のための有機質資材の必要投入量は約  $0.8 \text{ t C ha}^{-1}$  である。

[ キーワード ] 土壌有機物、Rothamsted Carbon Model、サヘル

[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 生産環境領域

[ 分類 ] 研究 B

[ 背景・ねらい ]

これまでに多くの既存研究が、西アフリカ・サヘル地域の低肥沃度砂質土壌における、有機質資材投入による作物生産量向上と土壌有機物量の増大を報告しているが、多くは短期的結果に基づく報告であり、長期的視野にたった持続的作物生産を評価したものとは言い難い。このような短期的結果に基づく技術の長期的持続性の評価には、シミュレーションモデルを用いた予測が有効と考えられる。しかし、多くの既存モデルは温帯地域を対象として構築されたものであり、熱帯半乾燥気候であるサヘル地域において活用するには、モデルの適用可能性を導入前に検討する必要がある。そこで、既存土壌有機物動態モデルの中でも、利便性が高い Rothamsted Carbon Model (以下 Roth-C) の当該地域における適用可能性を、ニジェールの長期連用圃場で得られた実測データとモデル予測値の比較検証により明らかにする。

[ 成果の内容・特徴 ]

1. 土地管理の異なる二つの長期連用圃場において観測された土壌有機炭素 (SOC) 量の変化と、Roth-C によって予測された SOC 量の変化を比較し、Roth-C の適用可能性を検証する。
2. 二つの長期連用圃場 (計 32 処理) におけるモデル精度は概ね良好である (図 1、図 2)。
3. 全ての長期連用圃場において実測値とモデル値の間の不適合度を示す LOFIT (Lack of Fit) および RMSE (Root Mean Square Error) に有意差がなく (表 1)、サヘル地域において、Roth-C は土壌管理条件に関わらず、土壌有機物動態を長期的に予測可能である。
4. JIRCAS がニジェールの土壌肥沃度向上のために提案した 27 の技術オプションと、国際半乾燥地熱帯作物研究所 (ICRISAT) における長期連用試験 32 処理の、計 59 処理からモデル計算された 10 年間 SOC 変化量と年平均投入炭素量の関係から、調査地における SOC 維持に必要な投入炭素量は約  $0.8 \text{ t C ha}^{-1}$  である。なお、回帰式の決定係数は 0.948 で、有意 ( $p < 0.01$ ) である (図 3)。計算された必要投入炭素量は、作物残渣として約  $1.6 \sim 2.0 \text{ t ha}^{-1}$ 、堆肥として約  $2.0 \sim 4.0 \text{ t ha}^{-1}$  であり、収穫残渣還元や堆肥投入により充足できる。

[ 成果の活用面・留意点 ]

1. 計算された必要投入炭素量は SOC を維持するための目安であり、作物生産量を保障するものではない。
2. 本試験の結果はサヘル地域を代表するものとして、ニジェール国で行われたものである。また、全ての SOC 量は表層土壌試料のデータである。なおモデルの精度検証は作物残渣還元処理を対象とした。
3. Roth-C は空間情報と組み合わせることにより地域レベルでの炭素動態予測が可能である。

[ 具体的データ ]

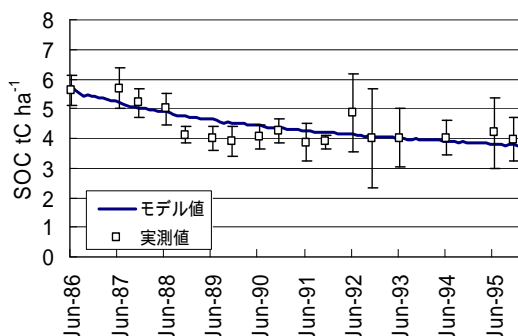


図1 慣行栽培・作物残渣無投入区におけるSOCモデル値および実測値の経年変化  
エラーバーは標準偏差 (n=4)

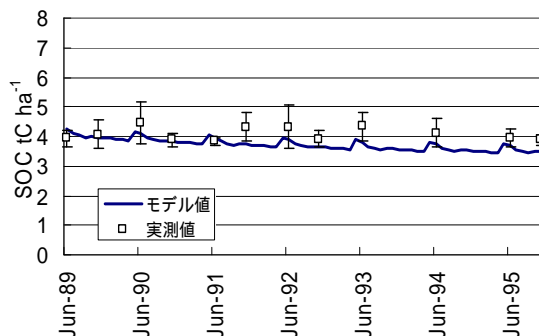


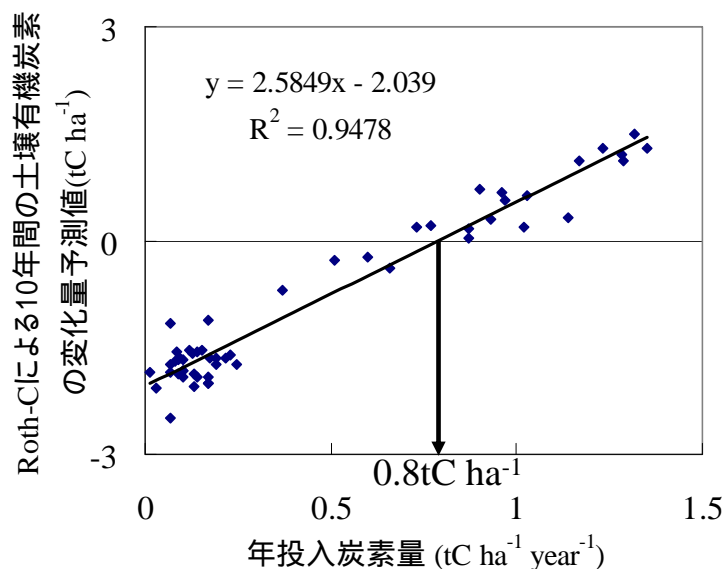
図2 慣行栽培・作物残渣投入区におけるSOCモデル値および実測値の経年変化  
エラーバーは標準偏差 (n=4)

表1 二つの長期連用圃場におけるモデルSOC値と実測SOC値の統計的適合度

調査地	処理	残渣無投入区		残渣区	
		LOFIT	RMSE (%)	LOFIT	RMSE (%)
調査地1:作物残渣と化学肥料の組み合わせ (1983年~)	化肥なし	45.90	29.59	11.07	12.65
	化肥あり	34.38	22.97	32.67	17.46
調査地2:ミレットとササゲの単・間作、畝立ての有無および輪作の組み合わせ(1986年~) ※ただし作物残渣還元区は1989年~	Int-Rid-NR	12.28	8.73	11.36	10.34
	Int-Rid-Rot	44.52	14.79	3.90	5.49
	Int-Flat-NR	7.18	7.53	3.00	5.64
	Int-Flat-Rot	14.39	10.66	6.19	8.29
	Sole-Rid-NR	13.92	9.81	3.98	6.10
	Sole-Rid-Rot	28.74	11.76	16.52	9.76
	Sole-Flat-NR	12.16	9.51	4.23	7.60
	Sole-Flat-Rot	12.01	8.62	10.25	9.75

Int: 間作, Sole: 単作, Rid: 畝あり, Flat: 畝なし, NR: 輪作なし, Rot: 輪作(偶数年ミレット作), 太青字は統計処理ソフト(Modeval)によって、モデル値と実測値が統計的に一致していると判別されたものを示す

図3 Roth-Cによる10年間のSOC変化量予測値と年投入炭素量の関係



[ その他 ]

研究課題：アフリカ土壌

中課題番号：A-2)-(1)

予算区分：交付金 [ アフリカ土壌 ]

研究期間：2008～2009年度

研究担当者：中村智史・林慶一・大前英・真常仁志・飛田哲

発表論文等：Nakamura et al. (2009) 5<sup>th</sup> conference of the African Soil Science Society、2009年11月、カメルーン

[ 成果情報名 ] アフリカイネ(*Oryza glaberrima*)の中には長期完全冠水において地上部を伸長させ成長できるものがある

[ 要約 ] アフリカイネ *O. glaberrima* は、冠水中に地上部が伸長することで冠水から逃れる性質いわゆる冠水抵抗性を示す。その洪水被害軽減のメカニズムは、冠水中の高伸長速度、水面上に抽出した葉の光合成機能と乾物生産能力の向上である。

[ キーワード ] アフリカイネ、冠水被害軽減、地上部伸長、光合成、純同化率、葉面積

[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 生産環境領域

[ 分類 ] 研究 B

---

[ 背景・ねらい ]

サブサハラアフリカ地域の稲作の約 9 割が灌漑排水設備のない圃場で営まれている。このような場所では降雨量の年次変動が大きく、毎年洪水や干ばつの被害が多発している。このため、安定的コメ生産を維持するためには、現地の水環境に適応した稲作技術の導入が重要である。本研究は、アフリカの低湿地等で発生する洪水条件下の稲作技術開発を目的として、アフリカで古くから栽培されているアフリカイネ (*O. glaberrima* Steud.) を長期間の冠水条件下で生育させて、洪水の被害軽減のための機作を栽培生理学的に明らかにする。

[ 成果の内容・特徴 ]

1. 試験圃場において、*O. sativa*30 品種、*O. glaberrima*27 品種を生育初期から中期にかけて、31 日間という長期完全冠水条件下で生育させると、*O. sativa* の一部は枯死するが、*O. glaberrima* の全ては生存する。冠水区内におけるイネの地上部の伸長速度および乾物増加速度は、*O. glaberrima* が *O. sativa* に比べて 1%水準で有意に大きい (表 1)。
2. 長期冠水の被害を軽減して生育を維持する特性を冠水抵抗性と呼ぶ。この場合の抵抗性とは、冠水から逃避する性質を示す。代表的な深水イネ品種 Nylon (*O. sativa*)と Yélé1A (*O. glaberrima*) は高い冠水抵抗性を示し、深水感受性の Banjoulou に比べて冠水中に顕著な地上部乾物生産量と全葉面積の増大を示す (表 2)。特に、Yélé1A は Nylon に比べて完全冠水条件下でより大きい生育量を示す。
3. *O. glaberrima* の冠水被害を軽減するメカニズムは、水位上昇に伴う茎葉伸張によって新葉をいち早く水面上に抽出し、新葉の光合成能力を向上させていることである (表 2)。このメカニズムには、冠水中の葉部の純同化率 (葉面積当たりの乾物重増加速度) が密接に関連している (図 1)。

[ 成果の活用面・留意点 ]

1. 成果は、アフリカの低湿地に適用する冠水抵抗性品種の現場への導入の際に活用できる。

[ 具体的データ ]

表 1 冠水条件が冠水中の地上部の伸長速度および乾物増加速度に及ぼす影響

栽培種	非冠水区		完全冠水区	
	伸長速度 (cm d <sup>-1</sup> )	乾物増加速度 (g d <sup>-1</sup> )	伸長速度 (cm d <sup>-1</sup> )	乾物増加速度 (g d <sup>-1</sup> )
<i>O. sativa</i> (n=30)	1.20 ± 0.04	0.39 ± 0.02	1.63 ± 0.05	0.04 ± 0.01
<i>O. glaberrima</i> (n=27)	1.08 ± 0.05	0.37 ± 0.02	1.97 ± 0.03	0.10 ± 0.01
t検定 ( <i>O. sativa</i> x <i>O. glaberrima</i> )	NS	NS	**	**

数値は平均値±標準誤差．冠水期間は31日．NS、\*\*はそれぞれ有意でない、1%水準で有意．

表 2 冠水条件が地上部の乾物生産量と葉面積に及ぼす影響

品種	一部冠水区	完全冠水区
	地上部乾物生産量 (g plant <sup>-1</sup> )	
Banjoulou	8.83 ± 1.0 a	0.74 ± 0.1 a
Nylon	7.25 ± 2.4 a	2.92 ± 0.5 b
YéléIA	6.12 ± 0.5 a	3.75 ± 0.2 b
葉面積 (m <sup>2</sup> plant <sup>-1</sup> )		
Banjoulou	8.19 ± 1.1 b	0.69 ± 0.1 a
Nylon	6.90 ± 1.0 ab	2.25 ± 0.6 ab
YéléIA	4.73 ± 0.5 ab	3.02 ± 0.2 b
個葉光合成速度 (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		
Banjoulou	22.3 ± 0.6 b	11.0 ± 1.0 b
Nylon	23.5 ± 0.4 b	21.1 ± 3.1 b
YéléIA	30.3 ± 0.1 a	34.8 ± 1.5 a

数値は平均値±標準偏差．同一アルファベット間  
は5%水準 (Duncun法) で有意な差がない．一部  
冠水区は処理開始時に草丈の半分を冠水．測定  
は冠水後37日目．試験はグロスチャンパー内  
で行った．Banjoulou (*O. sativa*) は深水感受性  
品種、Nylon (*O. sativa*) およびYéléIA (*O.*  
*glaberrima*) は深水イネ品種．

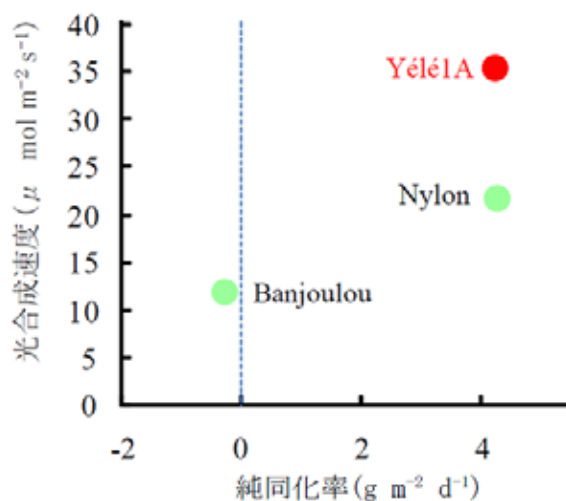


図 1 完全冠水区の純同化率と光合成速度の  
関係  
測定は冠水後 37 日目．試験はグロスチャン  
パー内で行った．

[ その他 ]

研究課題：アフリカにおける冠水耐性の向上

中課題番号：A-1)-(2)

予算区分：アフリカ低湿地

研究期間：2008 年度 (2006 ~ 2008 年度)

研究担当者：坂上潤一・城宝由紀子・Nestor Bourouno (IRAG)

発表論文等：1) Sakagami et al. (2009) Annals of Botany 103:171-180.

[ 成果情報名 ] 熱帯多雨域を対象とする衛星観測情報を用いた土地利用データ作成手法の開発

[ 要約 ] 観測条件の良い Landsat データの年間取得数が極めて少ない場合でも、複数年分用いることで、地表面状態の年間の変化を推定し、土地利用を判別することが可能となる。これにより、雲の影響を強く受ける熱帯多雨域を対象とした 30 mメッシュの土地利用データが整備される。

[ キーワード ] 土地利用、判別手法、Landsat、熱帯多雨域

[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 国際開発領域

[ 分類 ] 研究 B

---

#### [ 背景・ねらい ]

本成果は、衛星データによる土地利用判別が困難である熱帯多雨域に適用できる、土地利用データ作成手法の開発を目指したものである。この地域では、作付時期が多様である一方、条件良く観測した衛星データの取得数が少なく、同一年のデータを用いた土地利用判別は困難である。ここでは、複数年に渡り得られた衛星観測情報から、同一地点の地表面被覆状態の年間での変化を推定し、雲の影響を取り除いた土地利用データの作成手法を開発し、効果を明らかにする。

#### [ 成果の内容・特徴 ]

1. 現地での観察によって、同一の土地利用であっても、1 時点では地表状態は様々に異なる場合があるが、土壌、植生、水分による被覆の程度を年間の最大値で表すと、土地利用種毎に共通した特徴が見られる。水田の場合、いずれも年間最大値も高くなり（図 1）、畑地の場合、土壌と植生の年間最大値は高いが、水分の年間最大値は低い。
2. 複数年に渡るが、多時点において得られた Landsat データに対し、いずれも値域が-1 から 1 となる、土壌に関する 2 指数（NDBSI (Normalized Difference Bare Soil Index)：正規化裸地指数、NDSI (Normalized Difference Soil Index)：正規化土壌指数）、植生に関する 1 指数（NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)：正規化植生指数）、水分に関する 2 指数（LSWI (Land Surface Water Index)：地表水指数、NDWI (Normalized Difference Water Index)：正規化水指数）を適用し、年間の土地被覆変化を推定し、土地利用を判別する手法を開発した（図 2）。
3. 本手法により、雲の被覆の影響が大きいインドネシア・ジャワ島西部を対象に、複数年に得られた Landsat データを組み合わせ、雲の影響を取り除いた 30m メッシュの土地利用データを作成し図として表した（図 3）。
4. 高空間分解能データ（QuickBird）から判読される土地利用との比較によって判別精度を検証したところ、単時点の Landsat データを用いて判別した場合、全体で 45.1%の正答率であったものが、本手法では 59.9%に向上した。また、水田に関しては、単時点データによる正答率が 63.6%であるのに対し、本手法では 87.9%となった（表 1）。

#### [ 成果の活用面・留意点 ]

1. インドネシア国内機関では、Landsat 衛星データの画像を目視判読して土地利用図を作成してきたが、本手法により画素単位の判別を実現し、より正確な土地利用データが作成される。
2. 最近になり、グローバルな 30 m メッシュ標高データが利用できるようになったが、同程度の空間分解能の土地利用データを作成することで、様々な地域の農業環境の分析が効果的に行える。
3. 衛星の多波長データ成分を直接に用いるのではなく、地表状態の変化に着目した土地利用の判別であるため、項目や観測時期の偏りによっては判別の正答率が低くなる場合がある。

[ 具体的データ ]



図1 水田上で同時に見られる多様な地表状態と想定される指標値の年間最大値

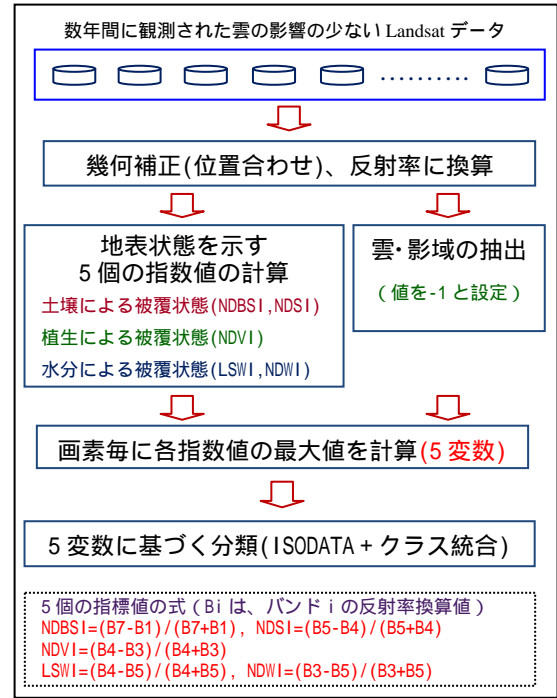


図2 土地利用分類データ作成の流れ図

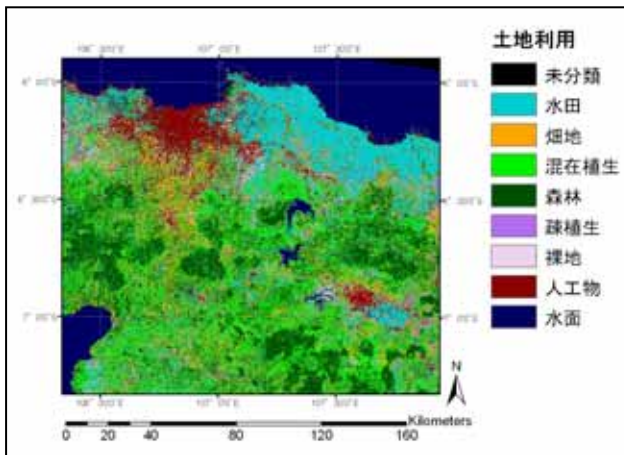


図3 作成された土地利用図

表1 本手法と単時点 Landsat データによる分類との土地利用判別正答率の比較

土地利用項目	本手法	単時点
水田	87.9	63.6
畑地	48.5	20.6
混在植生	65.9	45.3
森林	61.2	76.0
疎植生	100.0	16.4
裸地	17.0	20.0
人工物	90.3	85.7
水面	66.7	0.0
<b>全体</b>	<b>59.9</b>	<b>45.1</b>

QuickBird 画像判読結果との比較 (数値は%)

[ その他 ]

研究課題：局所から地域レベルの農地ファクトデータ整備のための地理情報システム利用技術の高度化

中課題番号：A-3)-(2)

予算区分：交付金[GIS 利用技術高度化]

研究期間：2009 年度 (2006 ~ 2010 年度)

研究担当者：内田 諭・Rizatus Shofiyati (インドネシア農業土地資源研究開発センター)

発表論文等：1) 内田 諭 (2009) 写真測量とリモートセンシング 48(6):348-356

2) Uchida et al. edited (2009) Proc. ICALRD-JIRCAS Workshop: ISBN 978-602-8039-18-5



[ 成果情報名 ] 大メコン圏における経済統合が農業に与える影響評価と貧困解消を実現するための政策提言

[ 要約 ] 大メコン圏の国境周辺地域の比較事例研究を通じて、農業分野の経済統合が、産地形成の進展、雇用機会の増大等により貧困解消に寄与している一方、競争激化により作目転換等を強いられている地域が存在し、激変緩和のための関係国間の政策調整が必要である。

[ キーワード ] 大メコン圏、経済統合、産地形成、作目転換、政策調整

[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 国際開発領域

[ 分類 ] 行政 B

---

[ 背景・ねらい ]

東南アジア大陸部の中で開発の遅れている大メコン圏の国・地域間の代表事例の比較研究を通して経済統合の進展が同地域の農業、特に農業多様化、高付加価値化、生産・流通の連携による農家収入源や雇用機会の多角化に与える影響を明らかにし、関係国農業の激変緩和のための有用な方策を抽出する。国際河川メコン河が流れるタイ、ラオス、ベトナム、ミャンマー、中国雲南省のいわゆる大メコン圏は、近年、広域交通網等の整備や国境貿易体制の改善等経済統合が進む中で、アセアン諸国間、アセアン・中国間の農産物関税が削減され、貿易構図の変化が生じている。

[ 成果の内容・特徴 ]

1. タイ東北部とラオス北部との間(事例1)では、ラオスの飼料用トウモロコシの物財費はタイより安く、タイ飼料会社の投資による飼料用トウモロコシの契約栽培が拡大し、タイへの輸出が促進されている。一方、タイ側では飼料用トウモロコシが減少し、相対的に収益性の高いゴム、サトウキビ、キャッサバ等の資源作物へ転換が進んでいる(表1)。
2. タイ北部と中国雲南省との間(事例2)では、ニンニク産地間の競合が顕在化しており、タイ側は農業経営費が高いことや収量が著しく劣っていることから、雲南省の価格競争力が高く、タイ北部では競合の少ない品目への転換を余儀なくされている。しかし、農家によっては作物転換がうまく進まず、農業所得が低下している例も見られる(図2)。
3. 雲南省とラオス北部との間(事例3)では、土地資源の制約がある雲南省の国境周辺の集落からラオス側への農民の出作が2008年には前年に比べて3倍に増え、また出稼ぎも1.5倍に増加している。また、中国企業によるラオス側での輸出用サトウキビ、天然ゴム等の契約栽培の拡大が現地農家の生産・雇用を促進し、双方の農民とも所得機会の増加が見られる。
4. 事例研究を通じて、各国は比較優位品目への促進措置を講じる一方、比較劣位品目への対応効果や作物転換支援の不足、非関税障壁等の問題が見られる。タイではニンニク、トウモロコシの激変緩和対策を個別に講じたが、十分な効果を発揮し得ず、さらに検疫等の非関税障壁による摩擦も見られる。今後、ASEAN-中国間FTA等の枠組みに地域協力の視点を強化していくことが重要であり、作物転換への技術・資金の支援、検疫等の非関税障壁の是正、地域合意に基づく輸出・産地対策等についての合意形成に活用していくべきである(表2)。

[ 成果の活用面・留意点 ]

1. 大メコン圏における経済統合の負の影響は、政治的にセンシティブな問題であるにもかかわらず、関係国では十分な実態解明がなされておらず、本研究のワーキングレポートの成果(英文)の活用が期待される。
2. 政策提言の内容は、東アジア地域の共通的な農業政策の構築に寄与できる。

[ 具体的データ ]

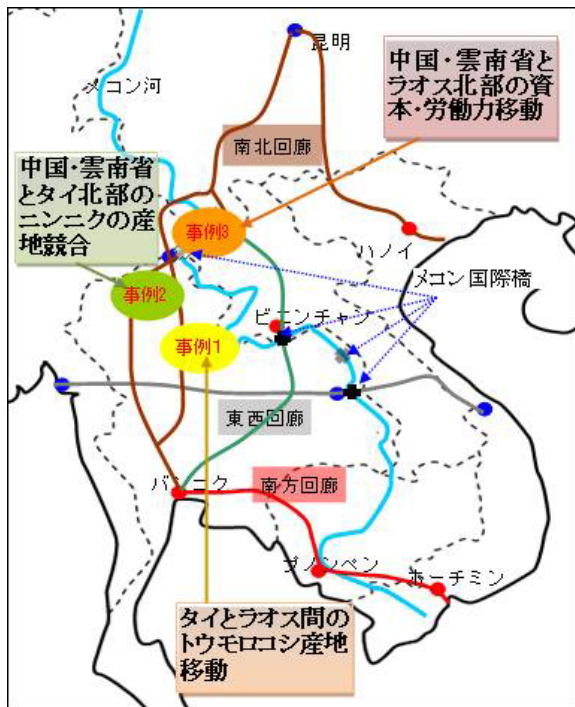


図1 大メコン圏と事例研究サイト

	ラオス (n=48)	タイ (n=43)
物財費 (US\$/ha)	260.1	480.4
雇用労賃 (US\$/ha)	243.7	113.1
借入利子 (US\$/ha)	71.4	23.7
農業経営費 (US\$/ha, A)	575.2	617.2
単収 (ton/ha, C)	5.6	4.9
産地価格* (US\$/ton, B)	140.7	143.6
所得 (US\$/ton, B-A/C)	<b>38.0</b>	<b>17.7</b>
主作付品目の変化 (2006-2008年の増減%)	トウモロコシ(5) 籾(23) ハトムギ(-93) キャッサバ(新)	トウモロコシ(-6) サトウキビ(14) キャッサバ(33) ゴム(49)
事例調査によるデータ。 *2006、2007の平均		

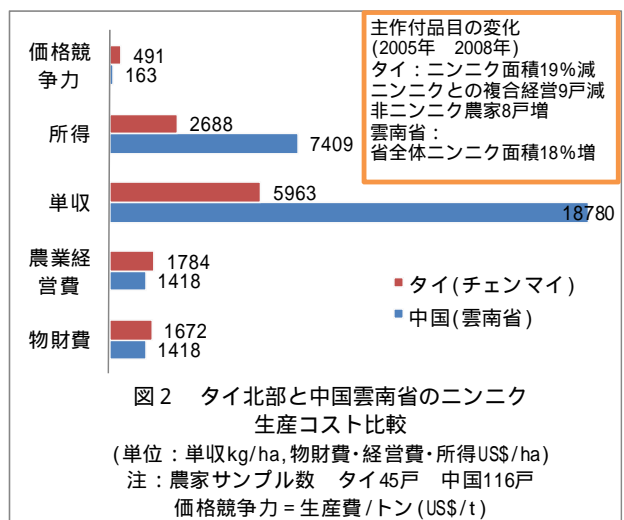


表2 関係国で実施された関連政策課題と今後可能な政策案

問題点	実施された主な政策	可能な政策方向案
<ul style="list-style-type: none"> <li>比較優位品目への促進措置が先行</li> <li>比較劣位品目対応効果が乏しい</li> <li>作物転換制度の支援が必要</li> <li>非関税障壁がみられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ニンニク作付転換プログラム(タイ)</li> <li>ニンニクの非関税枠外輸入の監視強化(タイ)</li> <li>トウモロコシの緊急買い上げ措置(タイ)</li> <li>輸入検疫強化(タイ、中国)</li> <li>輸出企業FDI、関税上の支援(中国)</li> <li>外国企業による契約栽培を奨励(ラオス)</li> <li>農地利用権を外国人にも譲許(ラオス)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作物転換への技術と資金支援</li> <li>検疫等非関税障壁の地域内の調和</li> <li>地域の合意に基づく輸出・産地対策</li> <li>地域条件に即したセーフカード等激変緩和対策の実施ルール策定</li> <li>ASEAN - 中国間FTA等に地域協力の視点を強化</li> </ul>

[ その他 ]

研究課題：東アジアにおける経済統合の進展が農業に与える影響の分析と農村の貧困解消を実現するための政策提言

中課題番号：B-2)-(2)

予算区分：交付金〔アジア経済統合〕

研究期間：2006～2009年度

研究担当者：銭文佳・宮田 悟・安藤益夫・康雲海(雲南省社会科学院)・Nonluck Suphanchaimat (コンケン大学農学部)・Pornsirir Suebpongsang (チェンマイ大学農学部)・Khone Savanh Vongxay (ラオス農林省)

発表論文等：JIRCAS Working Report No.69 (2010)