

1. 未利用資源を活用した燃料ブロックの改良と普及方法の開発

〔要約〕 モンゴル国において、在来技術である家畜ふんと石炭粉を混ぜて固めた燃料ブロック技術を改良するとともに、その普及を図るため行政が仲介する普及システムを考案し実証した。その結果、地域資源の有効活用が評価され、ウブルハンガイ県の「2009 年度の経済と社会開発の基本方針」において本システムが導入され、小学校や幼稚園などの公的施設で実施される。

所属	国際農林水産業研究センター・農村開発調査領域		連絡先	029 (838) 6685	
専門	資源利用	対象	再生可能エネルギー	分類	行政

〔背景・ねらい〕

モンゴル国の牧民は、一般に大型家畜ふんを燃料としている。2000 年、2001 年のゾド(冷害)により大型家畜が減少した結果、燃料不足が起きつつある。一部ではそれを補うために、森林が違法に伐採され、森林破壊の原因の一つと考えられる。

燃料不足を補うため、家畜ふんに石炭粉やおがくずを添加した燃料ブロックは、従来より一部の牧民により作られているが、技術的、流通上の課題があり普及に至っていない。主な課題は(1)製作技術が確立されておらず品質が不安定である、(2)品質が安定しないので確実な納入先がない、(3)遊牧するので保管場所がない等があげられ、適正な配合と成形技術の開発、これらを解決した燃料ブロックの普及システムを確立することは、牧民の経済的自立および森林保全につながると考え、普及システムを開発する。

〔成果の概要・特徴〕

1. 減少した大型家畜ふんの代わりに、未利用資源である小型家畜ふんと石炭粉を利用する。しかし、このままではブロック形成ができないため、粘着力のある牛ふんを接着剤として配合する。配合比はモンゴルで一般的なゲルストーブが 5000 kcal/kg の耐熱性能であることから、4500 kcal/kg となるよう決定する。この燃料ブロックの製作方法の紹介ビデオ、マニュアルを作成し、県行政からソム・牧民への配布、普及に活用する。
2. 公共施設のボイラーでは、ボイラーに利用できない石炭粉が石炭重量の 20～30%も発生し、産業廃棄物(以下、産廃)として捨てられている。行政は石炭粉を無償で遊牧民に提供し、製作された燃料ブロックを買い取るシステムを考案した。買い取りを実施することで、保管場所の問題が解決し、牧民への安定的な石炭粉提供と現金収入につながる。買い取り以外は牧民の自家用の補助燃料になり、牧民による違法伐採防止に寄与する。
3. 本普及システムを導入することによる行政側へのインセンティブには、(1)産廃石炭粉の使用による石炭使用量の削減、(2)牧民の所得向上、(3)森林保護による環境保全などがある。実例として、ウブルハンガイ県の「2009 年度の経済と社会開発の基本方針(2008 年 12 月 26 日、ウブルハンガイ県人民会会議決定)」において本普及システムが導入され、7ソム(郡)の学校、幼稚園および病院など公的施設で活用された。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 牧民の補助燃料として燃料ブロックが定着することにより、森林保護の有効な対策の一つとなる。
2. 地域の燃料の価格を精査し、買い取り価格を適切に設定する必要がある。

[具体的データ]

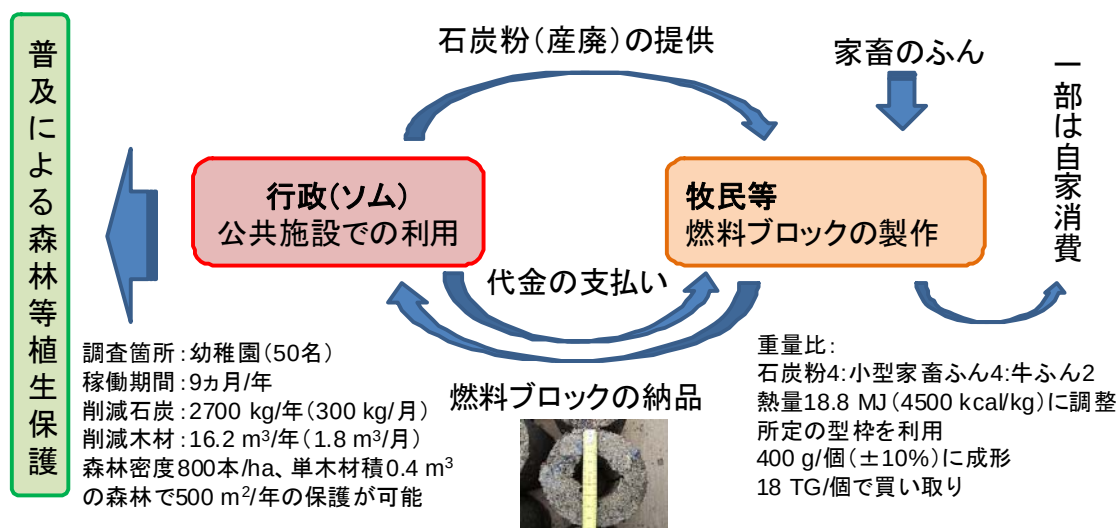


図1. 燃料ブロック普及システム概念



写真1. 燃料ブロック導入以前(左)



燃料ブロック導入後(右)

普及システム導入前後の変化

牧民：平均 20,000 TG の収入増加
燃料の安定確保

行政：木材購入費 120,000 TG/月の削減(幼稚園)。
石炭粉処分費の削減。

Аймгийн Иргэдийн Төлөөлөгчдийн Хурлын
2009 онд 10 дугаар сарын 26-ны өдрийн
тоот татварын хавсралт

АЙМГИЙН ЭДИЙН ЗАСАГ, НИЙГМИЙГ 2009 ОНД ХЭГЖҮҮЛЭХ ҮНДСЭН ЧИГЛЭЛ

Тав: Дэд бүтэц, хот байгуулалтын хүрээнд

要約：日本のJIRCASが開発した燃料ブロック普及システムをハラホリン・バトルウジ・ブーンバヤン・タラグド・バーロンバヤンウラン・ボグドおよびバヤンウドゥルの7ソムで実施

Бодлогын зорилт, арга хэмжээ	Хугацаа	Санхүүжилтийн эх үүсвэр	Хүрэх үр дүн
5.1.7. Японы JIRCAS байгууллага /олон улсын ХАА судлаачтай төвшөр ширхон шуурганы эх үүсвэртэй тэмцэх судалгааны багтай хамтран Хархорин, Бат-Өлзий, Зуунбаян-Улаан, Тарваг, Баруунбаян-Улаан, Богд, Баян-Өндөр сумдад шахмал түлш хийж сумын төвийн албан байгууллага, айл өрхийн түлшний хэрэгцээг хангах.	2009 онд	Олон улсын байгууллага, хувийн хэвшлийн хөрөнгөөр	1. Мод, модлог ургамалын түлшинд хэрэглэх хэрэгцээ багасч байгаль экологит үзүүлэх сөрөг нөлөө буурна. 2. Түлшний хоймолтой төв суурин газарт түлшний шинэ эх үүсвэр бүтэж, ноцолчлогдсон. 3. 2009 онд дээрхи сумдын төвийн албан байгууллага, айл өрхийн түлшний хэрэгцээний 20-иос дээшгүй хувийг шахмал түлшээр хангана.

図2. ウブスハンガイ県の「2009年度の経済と社会開発の基本方針」(第5章)抜粋

[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：2008年度(2006～2011年度)

研究担当者：木村健一郎・松本武司

発表論文等：国際農林水産業研究センター(2009)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報告書。

2.農村開発に資する植林による世界初のクリーン開発メカニズム(CDM)事業の国連登録					
〔要約〕長期の収奪型農業により、土壌侵食、地力劣化の著しい小規模農民の居住地域において、植林及びアグロフォレストリーによる持続的な農村開発並びに温室効果ガスの吸収を目的としたクリーン開発メカニズム(CDM)事業を形成する手法を開発・実証し、国連登録を行った。					
所属	国際農林水産業研究センター・農村開発調査領域		連絡先	029 (838) 6686	
専門	農村開発	対象	植林・アグロフォレストリー	分類	行政

〔背景・ねらい〕

クリーン開発メカニズム(CDM)は、開発途上国(ホスト国)で実施される温室効果ガス(GHG)排出削減プロジェクトで達成される排出削減量を、クレジット(CER)化を通じて先進国の排出削減目標量に計上できるシステムである。農村開発の一環として CDM を活用することにより、農村開発の持続性の確保に資することを目的として、パラグアイ国において、国連気候変動枠組条約(UNFCCC)の定める方法論を適用し、小規模植林CDMプロジェクトを形成し、プロジェクトの UNFCCC-CDM 理事会登録及び CER を取得するまでの手法を開発する。(図1)

〔成果の概要・特徴〕

1. パラグアイ国で6番目に平均所得が低く、小規模農民の多いパラグアリ県において、2市16集落を選定し、(1)参加型手法による農民の意識改革、(2)農家自身による農家開発計画(PIF)の作成、(3)PIF記載の所得向上活動ごとの農家グループの組織化、(4)経費の一部の農家負担による所得向上活動、(5)農家グループのうち植林グループにつき CDM 化の取り組み、(6)CDM 化の実現、(7)獲得 CER の農村開発への利用という一連の活動を実証し、CDM 化の実現を達成した。
2. CDMではUNFCCC-CDM理事会への登録が必要であり、そのためには植栽樹種ごとの成長シナリオ、ベースライン(現植生に蓄積されたCO₂量の現況及び将来予測)、リーケージ(植林によって移転される耕地及び家畜からのCO₂排出量の推計)、土地適格性(ホスト国で定める森林定義との整合性、1989年末以降森林ではなかったことの証明)、土地所有権、追加性の証明、モニタリング方法等に係る要件を全て満足させ、適正な文書、調査結果、根拠文献を整備し、UNFCCCに登録された指定運営組織(DOE)による有効化審査でその事実が確認されなければならない。植林 CDM では、ホスト国に基礎的データが不足するため、ベースライン及びリーケージの推定、土地適格性の証明、土地所有権の明確化が非常に難しい。(図2)
3. 調査では、苗畑の設置、参加農家ごとのベースラインの確定、植林計画(樹種、植栽年、アグロフォレストリーの有無)、政府文書の取得(森林定義、低所得地域宣言等)、農家との合意書及び土地権利証明書の取得等の基礎調査を実施し、プロジェクト設計書(PDD)を作成し、農家への技術指導及び苗の配布を行った。植栽は農家自身で行われ、参加農家167戸が有する240区画、215haにおける植林を2008年に完了した。
4. 作成した PDD は DOE による有効化審査を受け、DOE の指摘事項を追加調査等により解決した。その後、パラグアイ国政府からプロジェクト承認文書(LOA)を取得し、2009年3月に日本政府のLOAを受領した。2009年5月、農村開発に資する植林 CDM プロジェクトとしては世界で初めて国連登録される予定。(図3)
5. 調査地域における植林 CDM プロジェクトの展示のほか、調査で作成した方法論の適用に係るガイドライン等により、土地が豊富にありながら収奪型農業により土壌侵食、地力劣化の著しいパラグアイ国の他の地域及び南米の類似地区において、植林 CDM を活用した農村開発の普及が期待される。

〔成果の活用面・留意点〕

1. CER は植林地に蓄積された CO₂ のモニタリングと DOE による検証後、国連の承認を得て発行されるため、CDM 事業期間中のフォローアップが重要である。

〔具体的データ〕

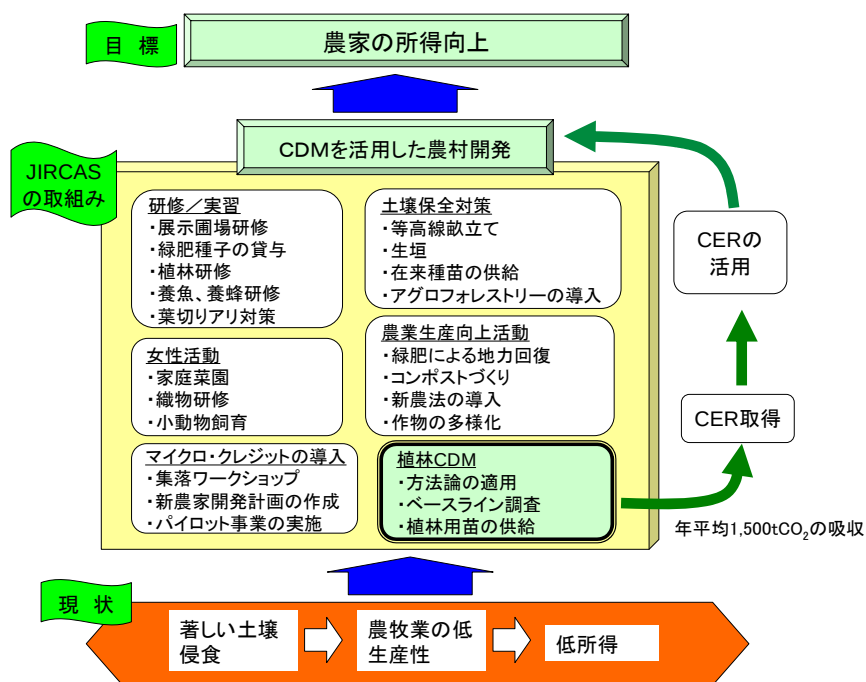


図1. 植林 CDM を活用した農村開発の概念.

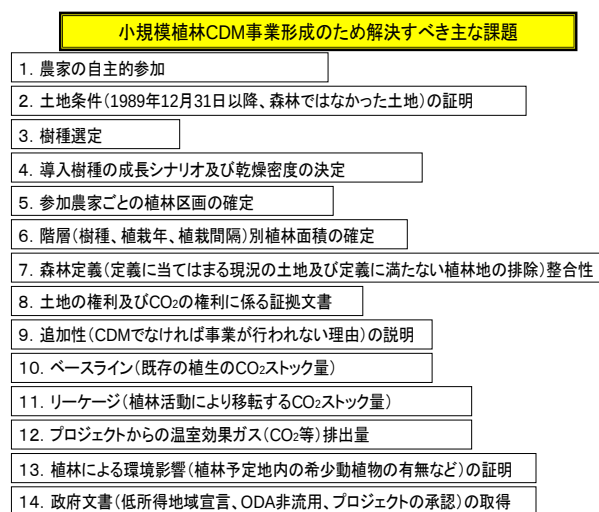


図2. 植林 CDM 事業の要件.

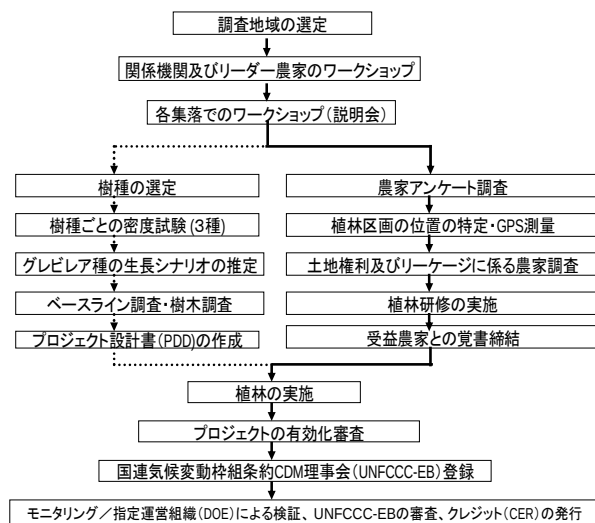


図3. 植林 CDM 調査の流れ図.

〔その他〕

研究課題: クリーン開発メカニズムの仕組みを活用した農村開発手法の開発

中課題番号: A-3)-(3)

予算区分: 交付金(温暖化防止)

研究期間: 2008年度(2008～2010年度)

研究担当者: 松原英治・木村健一郎・花野富夫(国立アスンシオン大学)

発表論文等: 国際農林水産業研究センター(2009)クリーン開発メカニズムの仕組みを活用した農村開発手法の開発報告書

3. MODIS を用いて中国黒龍江省における水稲作付域の変化を把握する					
〔要約〕 広域観測が可能な衛星データであるMODISデータを用い、中国東北部の代表的稲作地帯である黒龍江省全域に渡る毎年の水稲作付域を把握する手法を開発した。これにより、近年継続的に水稲が作付けられている地域、また、作付域の拡大や縮小が見られた地域の空間分布が示される。					
所属	国際農林水産業研究センター・国際開発領域		連絡先	029 (838) 6614	
専門	情報処理	対象	計測・探査技術	分類	研究

〔背景・ねらい〕

黒龍江省は、江蘇省と並ぶ中国におけるジャポニカ米の最大の生産地であり、その作付面積は、1990 年代半ばから急増してきている。近年においても、水稲作付面積が年々変動していることが省単位の統計値として示されているが、省内での分布とその変化に関する情報は整備されていない。そこで、広域観測が可能な衛星データを活用して、水稲作付域の抽出を行い、その分布状況を迅速にデータ化するための手法の開発が求められている。省レベルの広域を観測する衛星データの空間分解能は高くないため、ここでは水稲作付域の画素内面積率を求めることで、算定精度の向上を実現する。そして、2003 年から 2008 年までのデータに適用し、黒龍江省における水稲作付域の空間分布と近年の変動の特徴を明らかにする。

〔成果の概要・特徴〕

- 空間分解能が 250 m である MODIS のバンド 1 (B1) およびバンド 2 (B2)、500 m であるバンド 7 (B7) の反射率に換算されたデータ (農林水産衛星画像データベース (SIDaB) より提供: 全バンドデータの画素サイズをリサンプリングにより 250 m に加工) を用い、黒龍江省における水稲移植期に当たる 5 月下旬から 6 月中旬における雲の影響を除去した画像データを作成した。従来の手法 (可視・近赤外バンドによる土地被覆構成比率の推定) を発展させ、水域と裸地の識別に有効な中間赤外バンドを含む情報として 2 個の指標値 ($NDBSI = (B7-B1)/(B7+B1)$: 正規化裸地指数、 $NDVI = (B2-B1)/(B2+B1)$: 正規化植生指数) を求め、両指標値の 2 次元散布図から定義される 1 個の指標値を提案した。これを用い、湛水状態にある水稲作付域を湖沼等の水面と識別し、裸地、常緑樹による植生との混在状態を判定して、1 画素毎に水稲作付域の面積率を算定するモデルを開発した。
- 判別精度は、空間分解能が異なる複数の衛星データによる判読・分類結果を多段階的に用いることで評価した。一定の広がりがある区域を対象に算定面積を比較した結果、画素単位の分類では、分布域の多くが抽出されずに全体として約 40% 過小であったのに対して、本手法では、他の土地利用と混在する場合に対しても適切に抽出された (図1)。県単位の作付面積を、Landsat データ、および、本手法で MODIS データから算定した結果、両者は原点を通る直線近似において決定係数 (R^2) = 0.976 の相関を示した (図2)。
- 2003 年から 2008 年の黒龍江省水稲作付分布図を作成し (図3に 2008 年の分布図)、主要稲作地帯が省内中部から西部にかけての河川沿いの地域、および、東部の三江平原に広く分布する状況が示された。
- 算定した水稲作付面積を県別に集計し、2003 年から 2007 年の変化を調べたところ、省内東部および中部に位置する県において、増加傾向が顕著であったことが示された (図4)。

〔成果の活用面・留意点〕

- 本手法により、広域を対象に任意の区画における水稲作付分布を求めることができ、土地利用・水資源利用とその経年変化の正確な把握のため活用される。また、作付直後の時点でデータを得ることが可能であって、速報性に利点があり、地域毎の生産量を事前に把握し、コメ需給の短期的予測に活用される。
- 本手法は、水稲移植が同時期で、その時点で畑地がほぼ裸地状態にある地域への適用が可能であるが、湿地性の植生等との識別に関しては、課題が残されている。

[具体的データ]

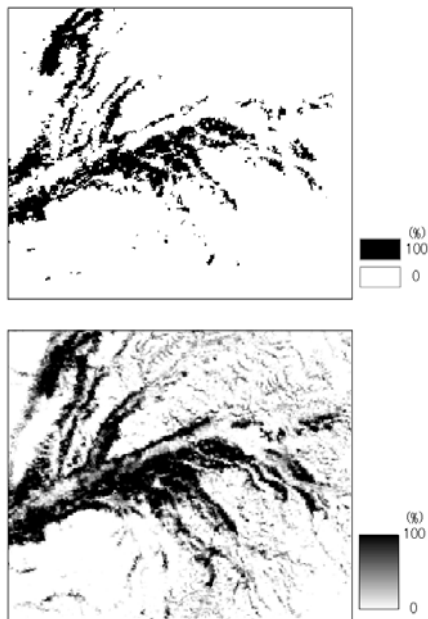


図1. 画素単位の分類(上)と本手法(下)との水稲作付域抽出の比較.

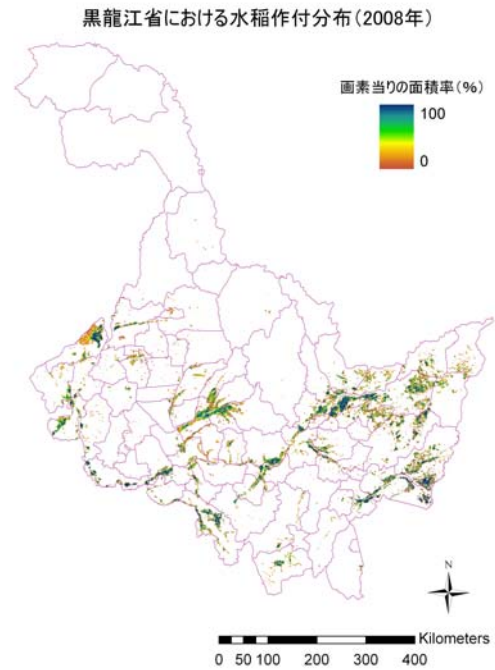


図3. 衛星データより求めた黒龍江省における水稲作付分布(2008年)

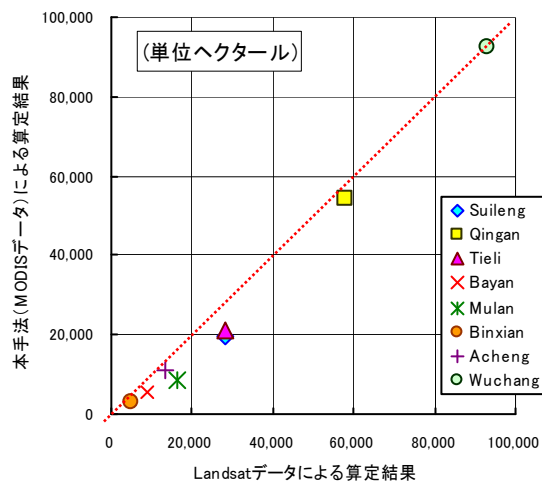


図2. Landsat データと本手法(MODIS データ)により算定した県別水田面積の比較(2003年).

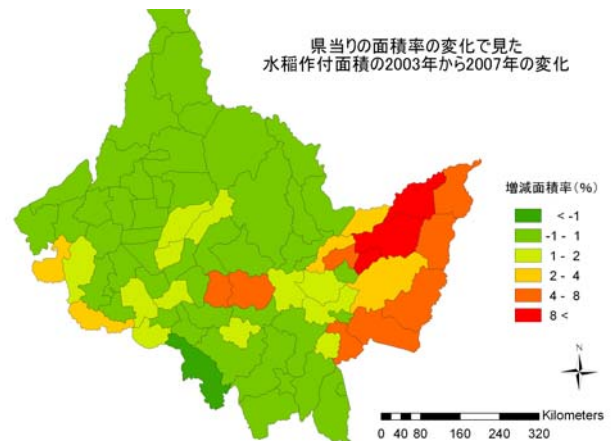


図4. 黒龍江省における2003年から2007年の間の県当りの水稲作付面積率の変化.

[その他]

研究課題: 中国食料の生産と市場の変動に対応する安定供給システムの開発

中課題番号: A-3)-(1)

予算区分: 交付金[中国食料変動]

研究期間: 2008年度(2004~2008年度)

研究担当者: 内田 諭・矯江(黒龍江省農業科学院)

発表論文等:

- 1) Uchida, S. (2006) Development of rapid mapping method of paddy fields using satellite data applied to Heilongjiang Province in China. *JIRCAS Working Report* 50, 1-7.
- 2) 内田 諭 (2008) MODIS データを用いた中国黒龍江省を対象とする水田面積算定手法の開発. システム農学 24(4), 207-215.

4. 寒地稲作においては農家の栽培経験に応じた冷害リスク情報の伝達が重要					
〔要 約〕 水稲栽培の歴史が比較的新しい中国黒龍江省においては、農家の冷害発生リスクに対する認識、さらには耐冷性品種の作付けという実際のリスク対応が十分に進んでいない。特に、栽培経験の浅い水稲作経営農家の持続的発展のためには、農家の栽培経験に応じた冷害リスク情報の伝達が重要になる。					
所属	国際農林水産業研究センター・国際開発領域			連絡先	029 (838) 6350
専門	経営	対象	水稲	分類	行政

〔背景・ねらい〕

黒龍江省は中国最大のジャポニカ米生産地であるが、稲作発展の歴史は比較的新しいため、冷害発生が自らの経営に与える影響を十分に理解していない農家が多い。また、地球温暖化による平均気温の上昇によって、冷害発生リスクは稲作経営の持続的発展にとって大きな脅威ではなくなった、と考える農家もいる。こうした状況を踏まえ、水稲農家の冷害発生リスクに対する態度、そして耐冷性品種作付けという実際のリスク対応の状況を明らかにするため、2002 年の障害型冷害発生によって大きな被害を受けた虎林市で、水稲栽培の普及時期が異なる4つの村を選定し、冷害発生の5年後に当たる 2007 年に調査(調査戸数:163 戸)を実施した。

〔成果の概要・特徴〕

1. 虎林市では、2002 年に水稲単収が前年比 46.5%にまで減少したが、この数値は、省全体として被害が深刻であった 1969 年、1971 年、1976 年、1981 年の減少率を上回る。しかし、省の統計数値からは、2002 年が深刻な冷害発生年とは判断できない。これは、近年、冷害発生のタイプが遅延型から局所発生的な障害型に変化したことと技術進歩にともない水田面積が省全域に拡大したことが大きく原因している(図1)。
2. 水資源制約の厳しい黒龍江省では深水灌漑を実施することが難しく、耐冷性を有する水稲品種の作付けが有効な冷害対策となる。省内で栽培される主要な水稲品種 47 に対し耐冷性試験を実施したが、調査地域で栽培面積比率の高い3品種(墾稲 12 号、墾稲 10 号、空育 131 号)に関しては、平常年の収益が高い品種(墾稲 12 号、墾稲 10 号)で低温発生時の収益低下が大きかった(図2)。
3. 2002 年の冷害発生地域においては、そのとき減収幅が軽微であった空育 131 号の栽培面積が、次年度から大幅に増加したと言われている。しかし、調査農家の栽培品種を調べた結果では、空育 131 号を栽培する農家は 7.4%にとどまった。また、品種選択の際に最も重視する点に対する回答でも、「耐冷性」とした農家はわずかに 3%、「収量」と回答した 39%、「耐病性」と回答した 30%とは大きく差が開いた。
4. 品種名を伏せて図2を調査農家に示し、自らが栽培を希望する水稲品種を選んでもらったところ、水稲栽培の歴史が短い農村の農家ほど、冷害発生にともなう収益変動リスクが高い品種を選ぶ傾向があった(図3)。また、農家は水稲品種ごとの耐冷性を十分に熟知していない中で、実際に栽培している水稲品種は、図3で選んだ栽培希望品種より、冷害発生による収益変動リスクが一段高い品種という結果になった(図4)。
5. 以上の結果から、深刻な被害を受けた地域であっても、時間の経過とともに、農家の冷害発生リスクに対する警戒心は薄らいでしまう状況が明らかになった。また、冷害発生リスクへの理解、認識を深めるための情報伝達は、水稲栽培の歴史が短い農村で重点化する必要性が示された。そして、品種選択におけるリスク態度と実際の栽培品種に見られたギャップを埋めるためには、水稲の耐冷性に関する情報伝達と冷害リスクを考慮に入れた経営計画の策定が重要になることが示唆された。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 耐冷性試験では、夏期の異常低温による障害型冷害の発生を想定し、15℃を 4 日間継続させた試験区と 7 日間継続させた試験区の2試験区で収量変化を調べたが、実際に農家が品種選択を行う際に活用できる情報とするためには、温度や低温継続時間をより細かく設定した試験を実施する必要がある。

[具体的データ]

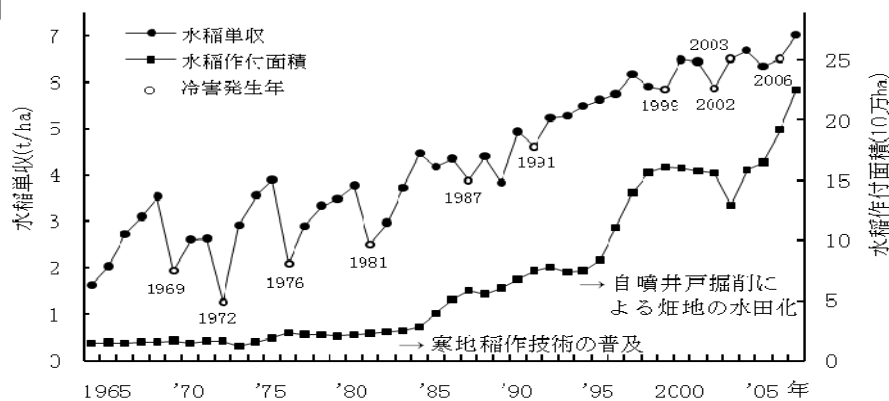


図1. 黒龍江省における水稲単収と作付面積の推移.

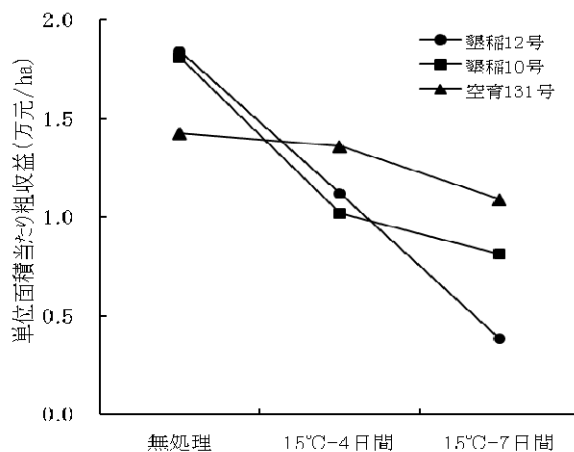


図2. 耐冷性の異なる水稲品種の収益.

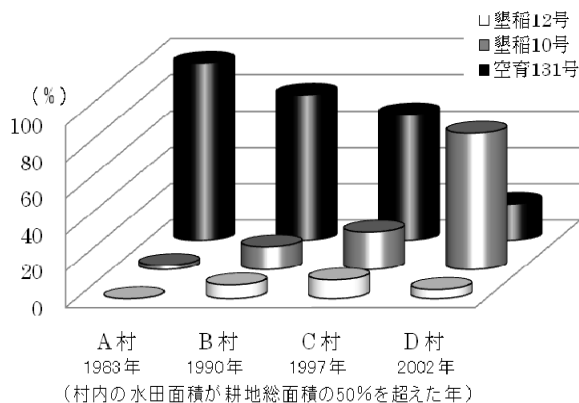


図3. 農家が栽培を希望した水稲品種.

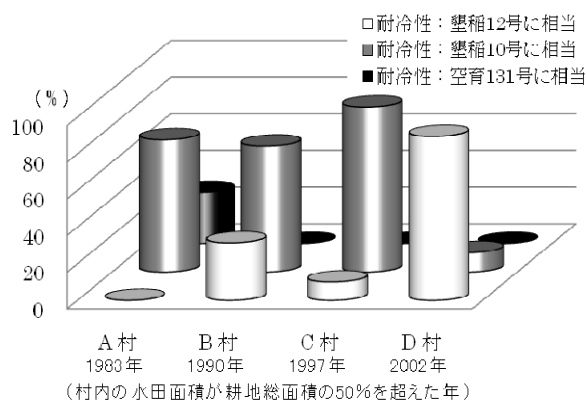


図4. 農家が実際に栽培している水稲品種.

[その他]

研究課題: 中国食料の生産と市場の変動に対応する安定的供給システムの開発

中課題番号: A-3)-(1)

予算区分: 交付金[中国食料変動]

研究期間: 2008年度(2004~2008年度)

研究担当者: 中本和夫・矯江(黒龍江省農業科学院)・李寧輝(中国農業科学院農業経済与発展研究所)

発表論文等:

- 1) 中本和夫・矯江・許顯濱 (2008) 持続的農業経営に向けたリスク管理と経営計画. JIRCAS 国際農業研究情報 No.59, 51-71.
- 2) 中本和夫・李寧輝・矯江 (2007) 黒龍江水稲生産与風險経営. 中国農業科学技術出版社.

5. イネのオゾン耐性に関与する遺伝子座の検出

〔要 約〕 オゾン耐性に関わる品種間差異を検定し、Kasalath がオゾン耐性品種であることを明らかにした。感受性の日本晴と Kasalath との分離集団を用いた QTL 解析から、葉の褐変化とバイオマス低下に関与する5つの QTL を同定した。オゾン耐性品種、および耐性遺伝子の QTL はオゾン耐性品種育成に有効に活用できる。

所属	国際農林水産業研究センター・生産環境領域			連絡先	029 (838) 6354	
専門	ストレス耐性、育種	対象	稲類		分類	研究

〔背景・ねらい〕

高濃度のオゾンは、イネの葉の障害、光合成効率の低下を引き起こす。中国などの問題地域の現在の大气中のオゾン濃度(50~70 ppb)によるイネの減収は5~10%とされているが、将来の東、東南アジアのイネ生産地帯でのオゾン濃度の上昇(100 ppb 以上)に伴い、減収程度は20%に達すると予測されている。このレベルのイネの減収は食糧の安定供給を脅かすことになる。このような背景から、オゾン耐性に関するイネの遺伝的変異を明らかにし、耐性に関与する遺伝子座の同定を試みた。

〔成果の概要・特徴〕

1. インディカ、ジャポニカ、水稻、陸稲から構成される23品種を温室で栽培し、オゾン濃度100 ppbを14日にわたり、午前9時から午後4時まで処理した。対照区のオゾン濃度は20 ppb以下とした。
2. オゾン処理に対する明瞭な品種間差異が見られ、Azucena、IR74では葉に強度の障害が現れ、日本晴、蜜陽23ではバイオマス量が低下したが(図1)、Kasalathはほとんど影響を受けなかった。
3. 日本晴×Kasalathのマッピング集団を用いたQTL解析から、葉の褐変化にかかわる4個のQTLとバイオマス量の低下に関する1個のQTLが検出された(表1)。
4. 葉の褐変に関する4個のQTLのうち耐性親のKasalathからは9番染色体のOzT9の1個のみで、他の3個は感受性親の日本晴由来であった。バイオマス低下に関するQTL(OzT8)はKasalath由来であった。
5. 日本晴の遺伝的背景にKasalathの染色体断片が導入された染色体置換系統(SL)を用いて、検出されたQTL、OzT3、OzT8、OzT9の効果を調査したところ、OzT9のQTLにKasalath断片が導入されたSL41では、褐変化は抑制されたが、OzT3領域がKasalathに置換したSL15では逆に褐変化が促進された(図2)。
6. OzT8座にKasalathの断片が導入された系統(SL37)は日本晴に較べて乾物重の減少量が低かったが、これは日本晴での光合成能力の低下が大きいためである(図3)。

〔成果の活用面・留意点〕

1. イネ遺伝資源で見られたオゾン耐性の遺伝的変異はオゾン耐性イネ品種を育成するのに十分の範囲であることが明らかになった。
2. 検出されたオゾン耐性に関与するQTLは耐性品種Kasalathから耐性遺伝子を導入する際に重要なツールとなる。

[具体的データ]

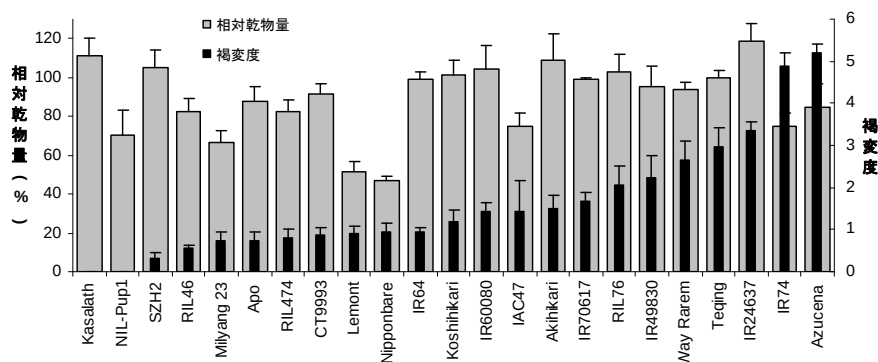


図 1. オゾン処理(100 ppb, 14 日間)に対するイネ品種の葉の褐変度および相対乾物重に対する影響.

表 1. オゾン耐性に関連する QTL

染色体	マーカー間隔	QTL	位置 (cM)	LOD	R ²	耐性の由来
【 褐変度 】						
3	R1925-R1927	OzT3	2	4.2	17.7	日本晴
4	R1427-C1016	OzT4	9	6.1	24.9	日本晴
5	C246-R521	OzT5	89	4.1	17.3	日本晴
9	C1454-G103	OzT9	18	3.3	14.5	Kasalath
【 相対乾物量 】						
8	R202 - R2676	OzT8	35	4.0	17.7	Kasalath

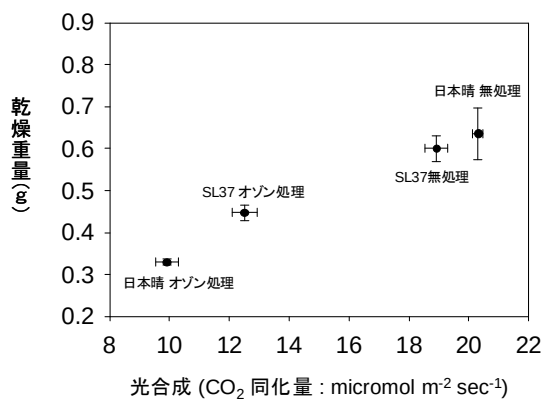


図 3. オゾン処理が日本晴と耐性系統 SL37 (Kasalath 由来の QTL OzT18 を保持)の光合成能に及ぼす影響.

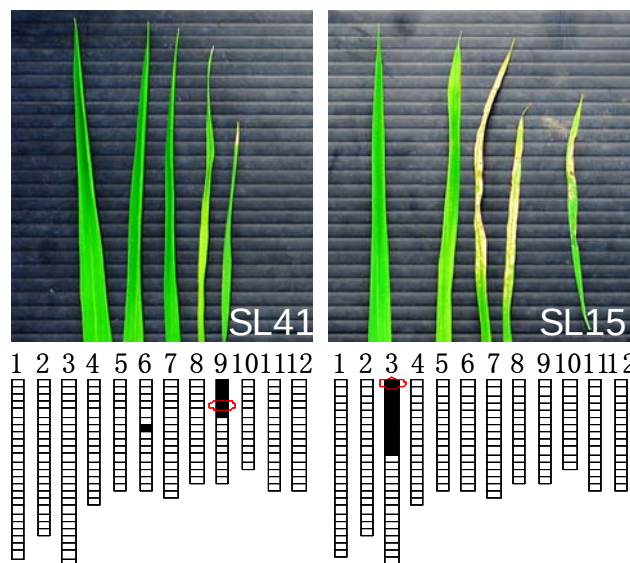


図 2. Kasalath 由来の QTL 領域を持つ SL41, SL15 のオゾン処理への反応 (葉は左から右へ葉令順に配置) および、それぞれの系統の染色体構成 (白: 日本晴、黒: Kasalath). SL41 は第 9 染色体に Kasalath 由来の耐性 OzT9 が導入され耐性を示す. SL15 は第 3 染色体の日本晴の耐性 OzT3 領域に Kasalath の断片が導入され感受性となる.

[その他]

研究課題: 不良環境耐性作物開発

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: 2008 年度 (2006~2011 年度)

研究担当者: Matthias Wissuwa・Michael Frei

発表論文等: Frei M., Pariasca Tanaka J. and Wissuwa M. (2008) Genotypic variation in tolerance to elevated ozone in rice: Dissection of distinct genetic factors linked to tolerance mechanisms. *Journal Experimental Botany* 59, 3741-3752.

6. ダイズの耐塩性を制御する QTL の同定

〔要約〕耐塩性簡易評価方法を開発し、広範囲のダイズ遺伝資源の耐塩性の検定により、栽培大豆 (*Glycine max*) FT-Abyara と野生ダイズ (*G. soja*) JWS156-1 を耐塩性品種として選抜した。耐塩性の QTL 解析の結果、栽培ダイズと野生ダイズにおいて同じ領域に効果の大きな QTL が検出され、両者が共通の耐塩性 QTL を持つことが明らかになった。同定した QTL と連鎖する DNA マーカーはダイズの耐塩性育種に利用できる。

所属	国際農林水産業研究センター・生物資源領域			連絡先	029 (838) 6351	
専門	作物遺伝資源	対象	だいず		分類	研究

〔背景・ねらい〕

塩害は世界のダイズ生産地帯、特に開発途上国の乾燥・半乾燥地域においてしばしば報告されている。また、地球温暖化に伴った降雨量不足および不良灌漑により塩類集積地が拡大しつつある。この問題への対応法として、耐塩性品種の育成が有力な手段である。しかし、耐塩性は遺伝的に複雑な形質とされ、育種現場での耐塩性の評価と選抜が必ずしも容易ではない。本研究では、耐塩性の評価に必要な簡易検定法を確立し、広範な栽培ダイズ (*Glycine max*)、および野生ダイズ (ツルマメ、*G. soja*) 遺伝資源から耐塩性を示す遺伝資源を選抜する。さらに、耐塩性の QTL (量的形質遺伝子座) 解析を行い、耐塩性育種に利用できる DNA マーカーを開発する。

〔成果の概要・特徴〕

- 耐塩性の簡易評価法を開発した。この方法ではダイズを栽培しているポットを放置した水槽に、塩水 (150 mM NaCl) を入れ、水位をポット内培土の上面と同じ約 15 cm に維持し、ポットの底面および側面にある小さな穴から塩水を浸透させる。塩水処理は第2本葉展開期から3~4週間行う。水槽内の塩水はポンプで常に循環させるため、植物に塩ストレスを均一に与え、かつ、根圏に酸素を供給することが可能となる。本評価法により大量のダイズ遺伝資源を評価することができ、その再現性も高い。この方法で選抜した耐塩性ダイズ系統は従来の水耕法でもその耐塩性が確認された。
- 耐塩性簡易評価法を用いて 600 以上の栽培ダイズ品種と野生ダイズ系統を検定した結果、ブラジルの栽培大豆品種「FT-Abyara」と日本の野生ダイズ系統「JWS156-1」が高い耐塩性を示した。
- 耐塩性栽培大豆品種「FT-Abyara」と塩感受性品種「C01」の組み換え固定系統 (RIL 集団) 96 系統 (F₇) を用いて連鎖地図を構築した。RIL 分離集団の耐塩性の評価では、前述の評価法を用いた (図1)。塩水処理は第2本葉展開期から3~4週間行う。QTL 解析の結果、耐塩性に関する効果の大きな QTL (寄与率 44%) が連鎖群 N に検出され、耐塩性遺伝子はダイズ N 連鎖群で SSR DNA マーカーの Sat_304-Satt237 間 (約 7cM) に座すると推定される (図3)。
- 野生種由来の耐塩性 QTL 解析では、塩感受性栽培大豆品種「Jackson」と選抜された耐塩性野生大豆資源「JWS156-1」の交雑に由来する F₂ 世代分離集団の 225 個体を供試した。耐塩性の評価法は、120 mM の NaCl を含む水耕液で約3週間生育させた (図2)。効果の大きい耐塩性 QTL (寄与率 68.7%) が検出された (図4)。この QTL において、耐塩性の対立遺伝子は野生ダイズに由来し、塩感受性対立遺伝子に対して不完全優性を示した。野生種由来耐塩性 QTL は、栽培大豆 FT-Abyara で検出された QTL と同じ領域に位置し、野生大豆資源と栽培大豆が共通の耐塩性 QTL を持つことが明らかになった。

〔成果の活用面・留意点〕

- 本研究で同定された QTL と連鎖する SSR マーカー Sat_304、Sat_091、Satt237 などはダイズの耐塩性 DNA マーカー育種に利用できる。
- さらに効率的な耐塩性育種を行うためには、耐塩性遺伝子とさらに緊密に連鎖するマーカー、あるいは耐塩性遺伝子内部の DNA マーカーを獲得する必要がある。

[具体的データ]

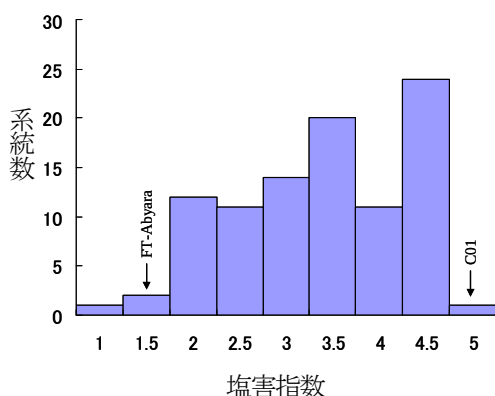


図1. 栽培大豆品種「FT-Abyara」(耐塩性)と「C01」(塩感受性)の交雑に由来する 96 RIL 系統 (F_7 世代)における塩処理後塩害指数の頻度分布(塩害指数は5段階に分類: 1 (生育正常)~5 (個体枯死)).

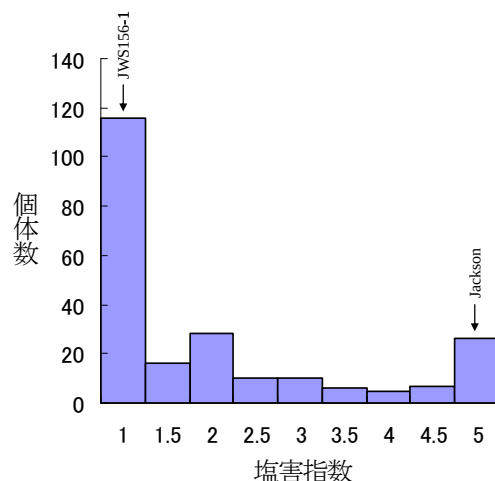


図2. 塩感受性栽培大豆品種「Jackson」と耐塩性野生種系統「JWS156-1」の交雑に由来する F_2 世代分離集団の 225 F_2 個体における塩処理後塩害指数の頻度分布(塩害指数は5段階に分類: 1 (生育正常)~5 (個体枯死)).

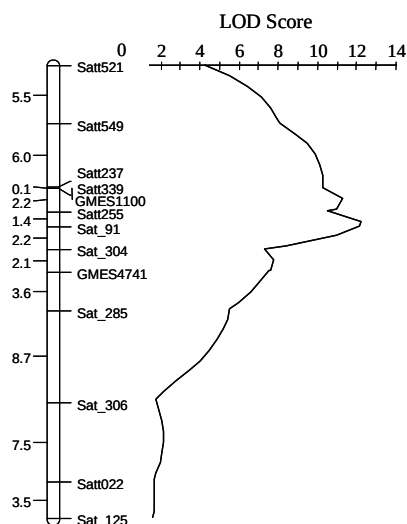


図3. 栽培ダイズ品種「FT-Abyara」(耐塩性)と「C01」(塩感受性)の交雑に由来する 96 RIL 系統 (F_7 世代)における連鎖群 N に検出された耐塩性の QTL.

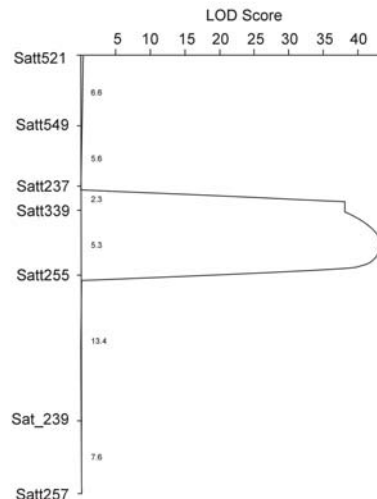


図4. 塩感受性栽培大豆品種「Jackson」と耐塩性野生ダイズ系統「JWS156-1」の交雑に由来する F_2 世代分離集団の 225 F_2 個体における連鎖群 N に検出された耐塩性の QTL.

[その他]

研究課題: 不良環境作物開発

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: 2008 年度(2006~2010 年度)

研究担当者: 許東河・Aladdin Hamwiah

発表論文等:

- 1) Hamwiah, A. and Xu, D.H. (2008) Conserved salt tolerance quantitative trait locus (QTL) in wild and cultivated soybeans. *Breeding Science* 58, 355-359.
- 2) Hamwiah, A. and Xu, D.H. (2008) QTL analysis for salt tolerance in wild soybean (*Glycine soja*). 育種学研究 10 別 1, 156.
- 3) Hamwiah, A., Benitez, E.R., Takahashi, R. and Xu, D.H. (2007) Mapping QTL conferring salt tolerance in soybean seedling stage. 育種学研究 9 別 2, 191.

7. 植物の乾燥ストレス応答経路を負に制御する新規タンパク質の発見

〔要約〕 シロイヌナズナにおいて乾燥および高温ストレスに応答した耐性の獲得に寄与する転写因子 DREB2A と結合する新規タンパク質、DRIP を発見した。DRIP は DREB2A の分解を促進することにより、乾燥ストレス応答を負に制御することを明らかにした。また、DRIP の機能欠損により乾燥ストレス耐性が向上することを示した。

所属	国際農林水産業研究センター・生物資源領域		連絡先	029 (838) 6305	
専門	バイテク	対象	アブラナ科植物	分類	研究

〔背景・ねらい〕

地球上の各地で環境劣化による農業被害が起きており、環境ストレスへの耐性を高めた植物の開発が待たれている。DREB2A は乾燥や高温に応答して、これらのストレスへの耐性を高める遺伝子群の発現を活性化する転写因子で、その有用性が期待されている。シロイヌナズナの DREB2A タンパク質は通常の生育条件では細胞内での安定性が低い、ストレスシグナルを受けると安定性が高まって細胞核内に大量に蓄積して機能を発現する。一方で、通常の生育条件でも細胞内での安定性が高い改変型 DREB2A は、植物に導入すると通常の生育条件でも耐性遺伝子群の発現を活性化するが、その結果として植物の生育を遅延させる。したがって、シロイヌナズナは DREB2A の安定性を制御することで耐性遺伝子群の発現をコントロールし、ストレスがない条件では十分に生育できるようにしていると考えられるが、その機構は不明であった。本研究では DREB2A の安定性制御機構を解明するため、DREB2A と細胞内で結合するタンパク質の探索と機能解析を行い、環境ストレス耐性作物の分子育種のための有用な情報を得ることを目的とした。

〔成果の概要・特徴〕

1. 出芽酵母のツーハイブリッドスクリーニング法を用い、DREB2A と相互作用するタンパク質である DRIP1 (DREB2A INTERACTING PROTEIN1) を見出した。また、DRIP1 は実際に細胞の核内で DREB2A と相互作用することを確認した。
2. DRIP1 は、タンパク質を分解経路に運ぶ標識を付加するユビキチンリガーゼとして機能し、試験管内では DREB2A もその標的になることが確認された。このタンパク質分解経路を阻害する薬剤でシロイヌナズナを処理するとストレスのない条件下でも DREB2A タンパク質が蓄積するため、DREB2A はこの経路で分解されていると考えられた。
3. DRIP1 遺伝子の機能を恒常的に高めた形質転換シロイヌナズナにおいては、乾燥ストレスに応答した DREB2A 下流遺伝子の発現が遅くなった。逆に、DRIP1 および相同な遺伝子 DRIP2 の機能が共に失われた突然変異株 *drip1 drip2* では乾燥ストレスに応答した DREB2A 下流遺伝子の発現が強くなり、ストレスのない条件下でも DREB2A 下流遺伝子が発現していた。さらに *drip1 drip2* 変異株は、野生型と比較して高い乾燥ストレス耐性を示した(図1)。
4. 以上の結果から DRIP1 は DREB2A の分解を通じて乾燥ストレス応答を抑制していることが示された(図2)。これは DREB2A を標的として分解を促進するタンパク質の最初の単離例である。

〔成果の活用面・留意点〕

1. シロイヌナズナでは、DRIP 遺伝子が失われると乾燥耐性が向上する。作物においても遺伝子操作により必要に応じて DRIP の機能を抑制することで、乾燥耐性を向上できる可能性がある。
2. DRIP の機能が失われると、乾燥耐性は向上するが、同時に生育遅延や稔性の低下もおきる。これは DRIP が DREB2A 以外のタンパク質の分解も促進しているためと考えられるが、遺伝子操作にあたっては、適切なプロモーターの選択等により必要な時だけ機能抑制が可能になるような工夫が必要であると考えられる。

[具体的データ]

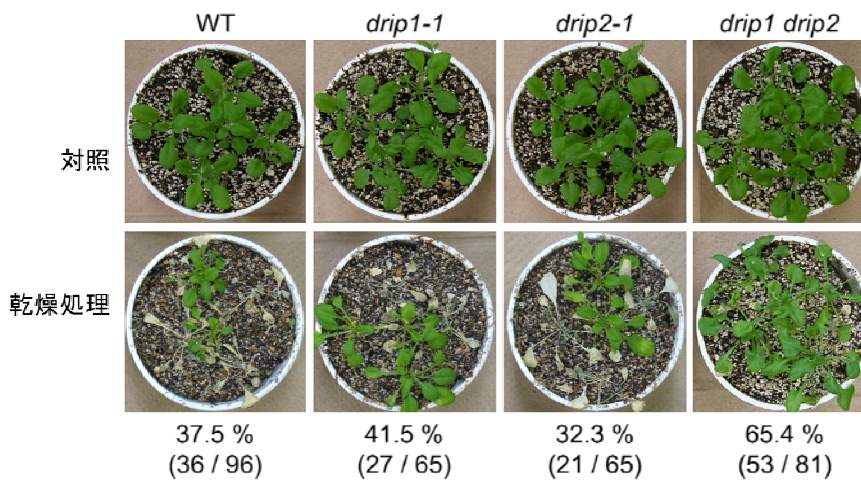


図1. DRIP の機能欠損による乾燥耐性の獲得.

2つの *DRIP* 遺伝子の機能が欠損した *drip1 drip2* 変異株(右端)は、野生型株(左端)と比較して、乾燥処理1週間後の生存率が高かった。乾燥処理は、2週間灌水を停止することで行った。

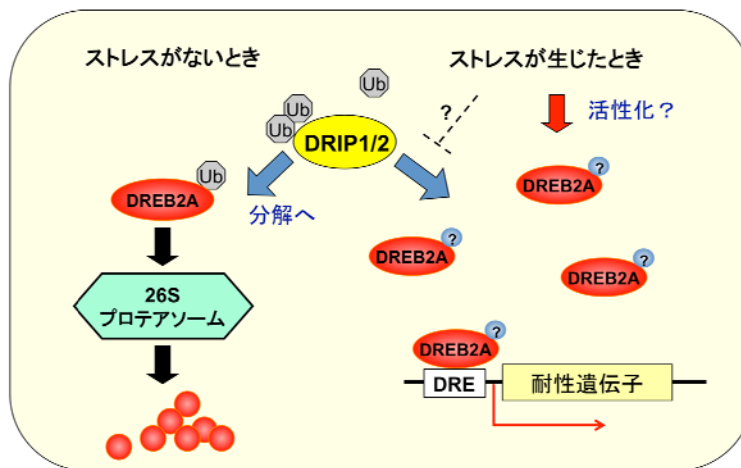


図2. DRIP が乾燥ストレス応答を負に制御するしくみのモデル.

DREB2A タンパク質は乾燥ストレスがないときでも合成されているが、DRIP が DREB2A に分解経路に向かう標識(ubi)を付加し、分解装置(26S プロテアソーム)における分解を促進することで、ストレス応答とそれに伴う生育阻害が抑制される。一方、ストレスが生じたときは、未知の機構により活性化された DREB2A がただちに蓄積して標的遺伝子を発現させることで、ストレス応答が引き起こされる。シロイヌナズナはこの機構により、急激な環境変化に対する素早い応答と、通常条件におけるストレス応答経路の抑制を両立していると考えられる。

[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]等

研究期間: 2008 年度(2004~2011 年度)

研究担当者: 秦 峰・溝井順哉・篠崎和子

発表論文等: Qin, F., Sakuma, Y., Tran, L.-S. P., Maruyama, K., Kidokoro, S., Fujita, Y., Fujita, M., Umezawa, T., Sawano, Y., Miyazono, K., Tanokura, M., Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2008) *Arabidopsis* DREB2A-interacting proteins function as RING E3 ligases and negatively regulate plant drought stress-responsive gene expression. *Plant Cell* 20, 1693-1707.

8. 一遺伝子系統の反応に基づいたイネいもち感染型の評価基準					
〔要約〕イネいもち病の真性抵抗性遺伝子を個々に有する23種のLTH一遺伝子系統群に対する病斑の感染型による評価基準は、各遺伝子の抵抗性程度も考慮しており、正確な抵抗性や罹病性の判定に利用できる。					
所属	農業生物資源研究所・植物科学研究領域 国際農林水産業研究センター・生物資源領域		連絡先	029 (838) 6352	
専門	作物病害	対象	稲類	分類	研究

〔背景・ねらい〕

イネいもち病菌レースを決定する際、葉身に形成された病斑の感染型により抵抗性(R)または罹病性(S)に二値化する。国際的ネットワーク下でレース判別システムを普及するためには、検定結果の統一化を図るための判定基準を明確にする必要がある。近年、国際農林水産業研究センターと国際稲研究所との共同研究により一遺伝子系統(判別品種)群が開発されたので、これらの反応に基づいた抵抗性遺伝子ごとの病斑評価基準を策定する。

〔成果の概要・特徴〕

1. 判別品種としての23種の真性抵抗性遺伝子を対象とした一遺伝子系統群を用いて、イネいもち病菌菌系の病斑の感染型を正確に評価し、それら反応パターンによりレース判定する。
2. その際、本評価基準によりいもち病菌孢子懸濁液のイネ判別品種群苗噴霧接種後に、イネ葉身に生じた病斑の感染型を抵抗性あるいは罹病性として判定する。
3. 感染型を0～5の6段階に分け、感染型0は肉眼では褐点も見えない強い抵抗性、一方、感染型5は一次支脈2本を越えて拡大した大型の病斑とする。
4. 感染型2と感染型3をR/Sの境界とするが必ずしも画一的でなく、抵抗性の感染型は抵抗性遺伝子の種類により判定する。
5. すなわち、無病斑型(*Piz-t*など)、褐点型(*Pia*など)、一次支脈に収まる小型病斑型(*Piz*など)、一次支脈幅程度または越える病斑型(*Pish*など)がある。

〔成果の活用面・留意点〕

1. イネは昼温25～28℃、夜温20～22℃の温室条件下で15～21日間、多肥育苗する。3.6葉期～4.6葉期前後の葉令(不完全葉を含まず)のイネにいもち病菌を孢子濃度 2×10^4 個/ml程度の懸濁液に調製し、均一に噴霧する。
2. いもち病菌は、病原性の低下を防ぐため罹病イネから分離時に、ろ紙法などで保存した菌株を用い、孢子形成処理後2～3日後の活性の高い孢子を供試する。
3. 病斑型の観察は接種5日目に予備調査を行い、最終判定は接種7～8日後に行う。特に*Pish*の感染型は、接種5日まで抵抗性と罹病性反応に違いがなく判定が困難である。
4. また、感染型は接種時におけるイネ葉の展開程度、育苗環境、いもち病菌株の病原力の強弱などにより影響を受ける。いもち病菌株の病原力が低下している場合、標準種のLTH(抵抗性遺伝子を持たない)を基準として調整する。
5. 一次支脈幅または越えて拡大する小型病斑(感染型2または感染型3)が多数生じた場合、それらが融合すると罹病性病斑と間違える恐れがあるので、孢子懸濁液濃度を 2×10^4 個/ml程度に調製する。特に判別品種、IRBL1-CL、IRBLkm-Ts、IRBLkh-K3、IRBLta2-Pi、IRBLta2-Reでは孤立病斑を対象に判定するように努める。
6. フィリピン、インドネシア、ベトナム、中国、韓国、IRRI、WARDA等のネットワーク参加の研究者で利用すると共に、JIRCAS working reportや国際学会の場を通じて、広く公表していく予定である。
7. 本評価基準は一遺伝子系統群を用いた場合のものであり、複数の抵抗性遺伝子を有する品種には用いない。
8. 一遺伝子系統群は、無償でIRRIへ分譲を求めることができる。

[具体的データ]

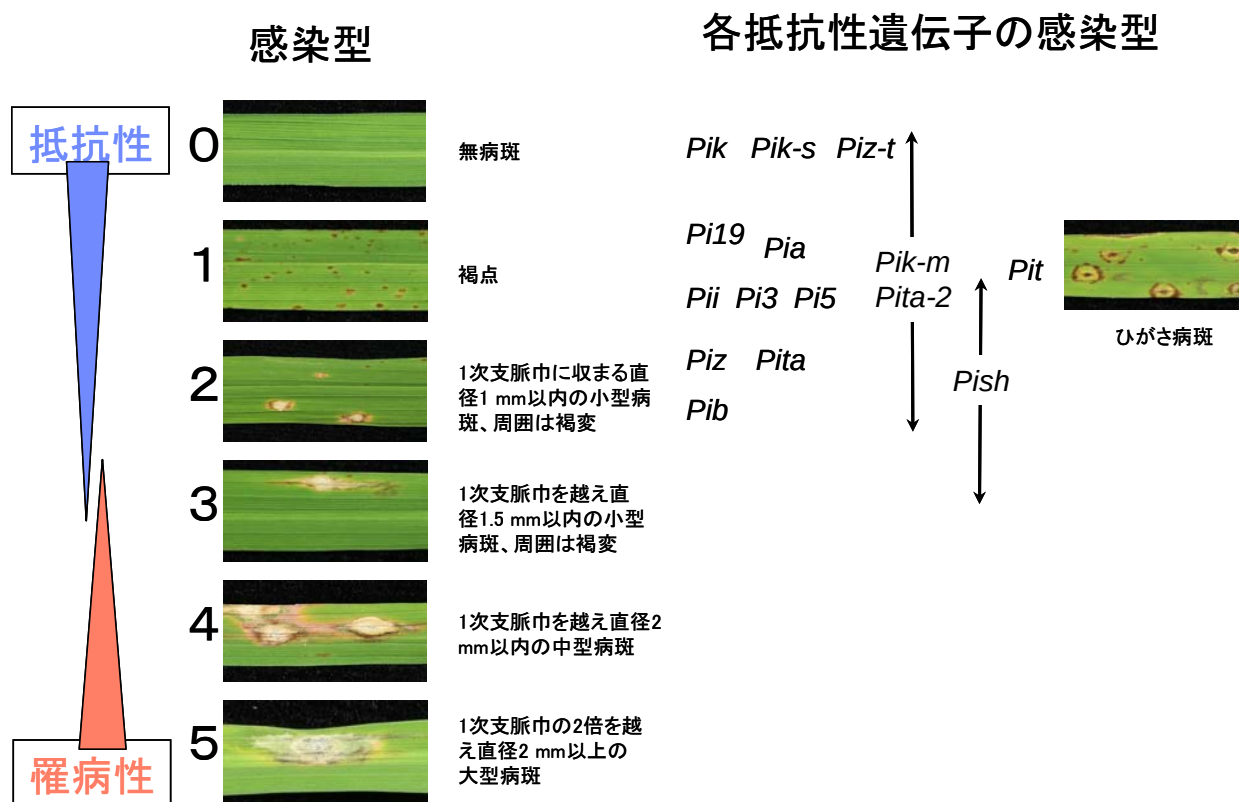


図1. レース判定のための感染型評価基準.

抵抗性遺伝子の種類によって、抵抗性反応程度は異なる。また感染に影響する因子として、イネの育苗状態、育苗環境、いもち病菌菌系の病原性により感染型は変動する。例えば、葉の抽出展開度が低いもの、多肥料条件で育苗したもの、低温、寡照条件のほうが、感染型が大きくなる。*Pit* は、輪状の特異的なひがさ病斑を示す。

[その他]

研究課題: いもち病菌レース評価システムと分類基準の構築

中課題番号: A-1)-(3)

予算区分: 交付金〔イネ安定生産〕

研究期間: 2007年度(2006～2010年度)

研究担当者: 林 長生(農業生物資源研究所)・福田善通(国際農林水産業研究センター)

発表論文等:

- 1) Hayashi, N. (2006) System for designation of blast races using international rice blast line -Proposal of a new method-. Workshop on a differential system for blast resistance for a stable rice production environment. p6-7, IRRI, Los Banos.
- 2) 林 長生・福田善通 (2007) イネいもち病抵抗性に関する一遺伝子系統群を用いた病原菌レース国際判別体系の提案. 平成 19 年度日本植物病理学会大会講演要旨予稿集 p74, 講演番号 223.
- 3) 林 長生・藤田佳克・安田伸子・福田善通 (2008) イネいもち病抵抗性に関する一遺伝子系統群を用いた病原菌レース国際判別体系の外国産いもち病菌による検証とその改良. 平成 20 年度日本植物病理学会大会講演要旨予稿集 p71, 講演番号 213 4. 26-28 くにびきメッセ日本植物病理学会.
- 4) Hayashi, N., Fukuta, Y. (2008) New designation system for pathogenic race of rice blast fungus using LTH monogenic lines in rice. JIRCAS Workshop In Identification and characterization of blast race and resistance gene based on differential system, 4-5.
- 5) Hayashi, N., Kobayashi, N., Vera Cruz, C.M., Fukuta, Y. (2009) Protocols for the sampling of diseased specimens and evaluation of blast disease in rice. JIRCAS Working Report 63,21-40.

9. ブラジルと日本のダイズさび病菌に対するダイズ品種の反応の違い

〔要約〕ブラジル及び日本のダイズさび病菌に対するダイズの抵抗性反応は、抵抗性遺伝子や品種によって著しく異なる。また、ブラジルの菌に抵抗性の品種は少なく、その抵抗性の程度も低い。ブラジルで育種に利用できる抵抗性遺伝子や品種の数は限定される。

所属	国際農林水産業研究センター・生物資源領域		連絡先	029 (838) 6364	
専門	作物病害	対象	だいず	分類	研究

〔背景・ねらい〕

ブラジルをはじめとする南米諸国は大豆の一大生産地であり、9割以上を輸入に頼る日本にとっては南米における大豆の持続的安定生産は極めて重要である。しかし 2001 年に南米で初めて発生が報告されたダイズさび病は、ブラジルにおいて 2006/07 作期で約 6 億ドルの減収をもたらす程に深刻化している。一方、本病害が古くから発生しているアジアでは AVRDC を中心とした抵抗性育種により、多数の抵抗性品種が同定・作出されている。既存の抵抗性品種、あるいは既知の抵抗性遺伝子の有効性を確認するためには、ダイズさび病菌の病原性に関する情報が不可欠である。

〔成果の概要・特徴〕

1. 供試した菌系は、複数のダイズの感染葉からの夏胞子を混合して得たバルク菌系で、2007 年 9 月に茨城県つくば市観音台で採取した 1 菌系、並びにブラジルパラナ州ロンドリーナ市 Embrapa 大豆研究センター温室で維持しているさび病菌から 2008 年 1 月と 8 月に採取した 2 菌系である。いずれも感受性大豆品種において、葉を中心とした植物体地上部に褐色の病斑を形成し、淡褐色の夏胞子を噴出、葉の黄変・落葉を早めるといった病徴を示す。
2. ダイズさび病抵抗性の判定のため、新たに定めた判定基準(表1)は、孢子堆を形成した病斑の頻度、病斑あたりの孢子堆形成数、裂開した孢子堆の頻度、図1に示した孢子形成量の4形質を指標とする。
3. 既知の5つの主働抵抗性遺伝子を有する品種を含む合計 13 のアジア原産の大豆品種の抵抗性反応を検定した。日本とブラジルのダイズさび病菌の違いは極めて大きく、*Rpp2* を持つ1品種及びブラジルではこれまで感受性を示している2品種を除いた 10 品種が日本の菌系に抵抗性を示すのに対し、ブラジルの2菌系に対しては、それぞれ4品種のみが抵抗性を示す。また、抵抗性を示す品種や抵抗性の程度は、2つのブラジルの菌系間で異なる。(表2)

〔成果の活用面・留意点〕

1. 抵抗性品種育成には複数の抵抗性遺伝子を利用する必要があるが、ブラジルで有効な抵抗性遺伝子(品種)は限定される。
2. 抵抗性の判定基準は 63 品種という多数の検定結果に基づいたものであるため、品種の抵抗性判定に広く利用出来る。
3. 育種母本として選定した品種・系統の抵抗性は、経時変動や地域変異を考慮し、ブラジル国内のより広い範囲で採集した菌系を用いて再確認する必要がある。

[具体的データ]



図1. ダイズさび病斑における胞子形成量の評価指標.

表1. 抵抗性関連形質の表現型の分類と品種の抵抗性判定基準(判定は 30 病斑の平均値を用いる)

形質	抵抗性表現型	感受性表現型
胞子堆を形成した病斑の頻度 (%)	$0.0 \leq x < 70.0$	$70.0 \leq x \leq 100.0$
病斑あたりの胞子堆形成数	$0.0 \leq x < 2.0$	$2.0 \leq x$
裂開した胞子堆の頻度 (%)	$0.0 \leq x < 70.0$	$70.0 \leq x \leq 100.0$
胞子形成量	$0.0 \leq x < 2.0$	$2.0 \leq x \leq 3.0$

抵抗性区分	判定基準
免疫性 (Immunity)	病斑形成なし。
強抵抗性	病斑形成あり。胞子堆および胞子形成なし。
抵抗性	4 形質について全て抵抗性の表現型を示す。
弱抵抗性	抵抗性と感受性の両方の表現型が 4 形質中に見られる。
感受性	4 形質について全て感受性の表現型を示す。

表2. 13 品種の日本菌系およびブラジル菌系に対する抵抗性検定

1～7 は既知の抵抗性遺伝子を有する品種(カッコ内は遺伝子名)、8～11 は遺伝子が未同定の抵抗性品種、12 及び 13 は感受性品種。

菌系 \ 品種	1. PI200492 (Rpp1)	2. Tainung 4 (Rpp1)	3. PI230970 (Rpp2)	4. PI417125 (Rpp2)	5. PI462312 (Rpp3)	6. PI459025 (Rpp4)	7. Shiranui (Rpp5)	8. PI416764	9. PI587880A	10. PI587886	11. PI587905	12. TK5	13. Wayne
日本菌系	HR	HR	S	LR	HR	R	HR	HR	IM	LR	HR	S	S
ブラジル菌系 - 1	S	S	R	R	S	R	R	S	S	S	S	S	S
ブラジル菌系 - 2	S	S	S	S	LR	LR	LR	LR	S	S	(Mix)	S	S

IM	: 免疫性	HR	: 強抵抗性	R	: 抵抗性	LR	: 弱抵抗性	S	: 感受性	(Mix)	: 2種の病斑が混在
----	-------	----	--------	---	-------	----	--------	---	-------	-------	------------

[その他]

研究課題: 南米における大豆さび病に安定的な抵抗性の同定

中課題番号: A-1)-(3)

予算区分: 交付金[大豆さび病]

研究期間: 2008 年度(2007～2008 年度)

研究担当者: 山中直樹

発表論文等: Yamanaka, N., Yamaoka, Y., Kato, M., Mori, T., Kudo, H., Passianotto, A.L. de L., Santos, J.V.M. dos, Benitez, E.R., Abdelnoor, R.V., Soares, R.M. and Suenaga, K. (2008) Differences between Japanese and Brazilian isolates of Asian soybean rust in the pathogenicity to resistant varieties and resistance genes. 41°Congresso Brasileiro de Fitopatologia, MEL-004.

10. 西アフリカ・サヘル地域における風食抑制と収量増加を可能にする新たな省力的砂漠化対処技術「耕地内休閒システム」

〔要約〕 サヘル地域における省力的砂漠化対処技術「耕地内休閒システム」を開発し、その有用性を実証した。本技術により、砂漠化の主要因である風食の大幅な抑制とトウジンビエの増収を達成できる。

所属	京都大学大学院農学研究科・土壌学研究室 国際農林水産業研究センター・生産環境領域			連絡先	029 (838) 6355	
専門	土壌	対象	維持管理技術		分類	国際

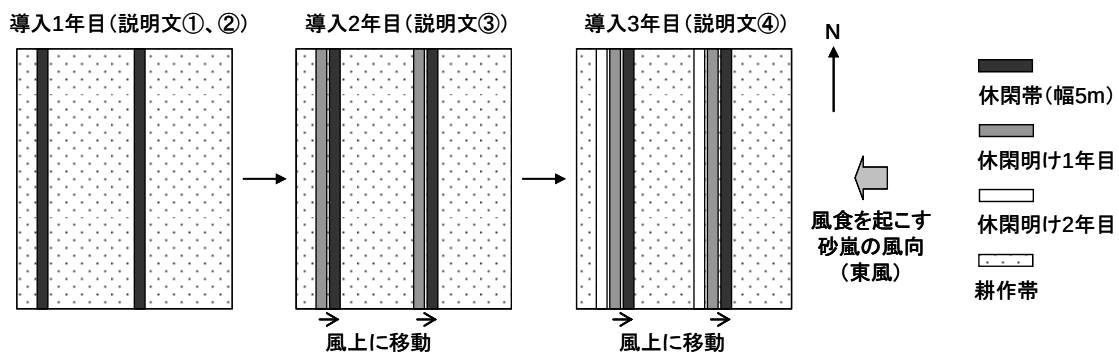
〔背景・ねらい〕

西アフリカ・サヘル地域では、食糧不足が慢性化しており、加えて風食（風によって比較的肥沃な表層土が飛散し、土壌肥沃度が低下する現象）による砂漠化が進行している。しかし、現地の農民が実施できる有効な対処技術はなく、風食の被害は軽減できていない。我々は、これまでの研究で、①風食の際に多量の土壌養分が飛散すること、②飛散した土壌養分は風下の5 m以上の幅の草本休閒地でほとんどが捕捉されることを明らかにした。これらの結果をもとに、サヘル地域の農民が実施できる風食抑制と作物収量の増加を目指す新たな省力的砂漠化対処技術「耕地内休閒システム」を提案する。

〔成果の概要・特徴〕

1. 「耕地内休閒システム」の概要を以下に示す。

- ① 耕地内に風食を引き起こす砂嵐の風向（東風）に対して垂直に幅5 mの帯状の休閒帯を複数作る。休閒帯は播種と除草を行わないことで形成される草本植生で、農民に新たな経済負担と労働負担をかけない。
- ② 休閒帯は作物の収穫が終わった後の乾季に多量の養分を含む風成物質（風によって運ばれる土壌粒子と植物残渣などの粗大な有機物）を効率よく捕捉する。
- ③ 次の雨季に休閒帯を風上に移動させ、前年に休閒帯であった場所は耕作を行う。
- ④ ②と③を繰り返す。なお、本地域では経済的な理由から一般に施肥は行われない。



2. 一本の休閒帯の風食抑制割合（飛散して来た土壌の捕捉割合）は74%である。
3. 休閒帯の間隔が広いほど、翌年その場所を耕作した場合にトウジンビエの収量は増加する（図1）。
4. 休憩明け1年目と休憩明け2年目の区画で作物収量に有意な差は認められず、休閒帯の増収効果は少なくとも2年間は持続する（図2）。
5. 2～4の結果に基づき、また休憩明け3年目以降は増収効果がないと仮定して、耕地内休閒システムの圃場全体での増収効果と風食抑制効果をシミュレーションした結果、休閒帯を最適な間隔に設けると、圃場全面を耕作する場合に比べて収量は36～81%増加し（図3）、風食も52～80%抑制されると推測される（図4）。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 家畜の摂食により休閒帯の植生が全て失われると、システムの効果は期待できない。なお、本調査地域は放牧圧が比較的高いが、休閒帯の植生が全て失われることはなかった。

[具体的データ]

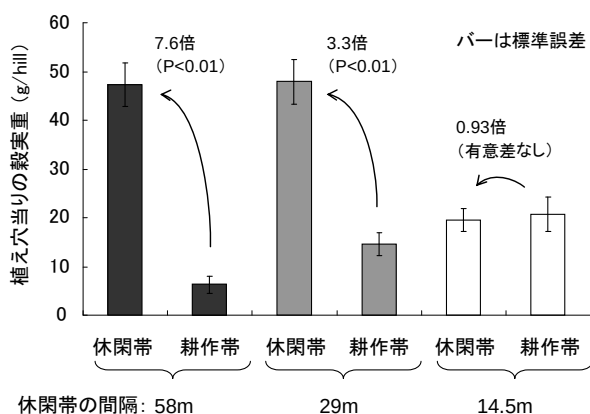


図1. 休閑帯の間隔が異なる圃場において休閑帯を翌年耕作した区(休閑帯)と連続耕作区(耕作帯)でのトウジンビエの収量。

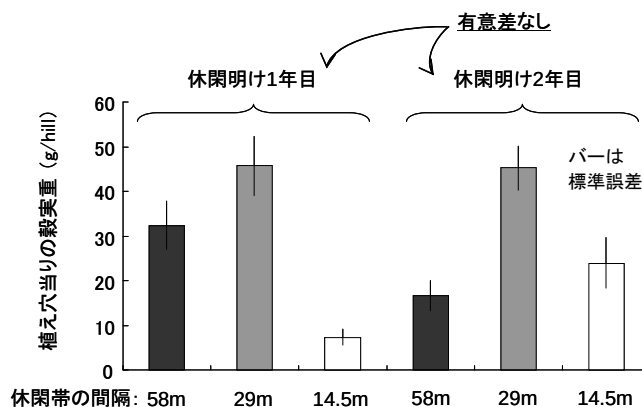


図2. 休閑帯の間隔が異なる各圃場において休閑明け1年目と2年目の休閑帯で耕作したトウジンビエの収量。

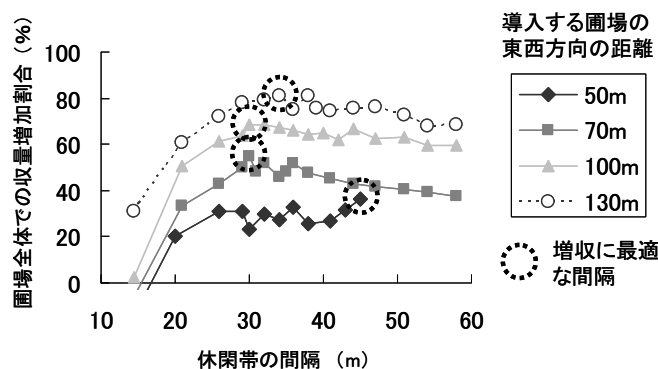


図3. 風食を起こす砂嵐の方向(東西方向)の距離が異なる圃場における休閑帯の間隔と圃場全体での収量増加割合の関係(⦿の区間の時に収量増加割合は最大になる)。

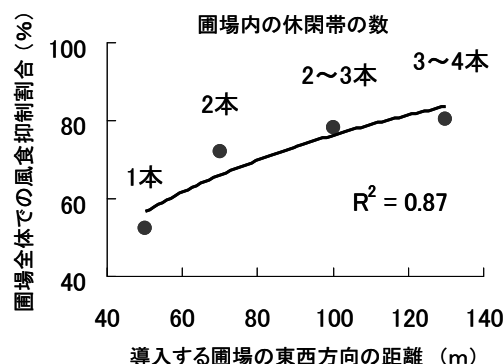


図4. 風食を起こす砂嵐の方向(東西方向)の距離が異なる圃場における増収に最適な休閑帯の間隔での風食抑制割合。

[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]

研究期間: 2006～2008年度

研究担当者: 伊ヶ崎健大・真常仁志・田中 樹(以上、京都大学)・飛田 哲

発表論文等:

- 1) 伊ヶ崎健大・真常仁志・田中 樹・飛田 哲・小崎 隆 (2008) 西アフリカ・サヘル地域における風食抑制と収量増加を目指す新たな砂漠化対処技術の提案. 熱帯農業研究1 (Extra issue), 41-42.
- 2) Ikazaki, K. Shinjo, H., Tanaka, U., Tobita, S. and Kosaki, T. (2009) Sediment catcher to trap coarse organic matter and soil particles transported by wind. *Transactions of the ASABE* 52(2). (accepted)

11. 前作にクロタラリア類を栽培すると東南アジアのトウガラシのネコブセンチュウ被害は大きく軽減できる					
〔要約〕 タイなどの熱帯地域において香辛料の原料として重要なトウガラシ(英名 <u>chili</u>)で広がっているサツマイモネコブセンチュウの被害は、 <u>クロタラリア</u> との輪作により軽減できる。					
所属	国際農林水産業研究センター・企画調整部		連絡先	029 (838) 6728	
専門	作物虫害	対象	他の果菜類	分類	国際

〔背景・ねらい〕

タイなどの熱帯地域では、青果用および加工用として辛味の強いタイプのトウガラシ(学名 *Capsicum spp.*、英名 chili、hot pepper)の生産が盛んであり、タイの栽培面積は、2007年時点で23,840ヘクタールに及んでいる。しかし、タイ東北部ではサツマイモネコブセンチュウ(*Meloidogyne incognita*)等の被害により著しく減収し(図1)、農民は、ほ場の変更や作付中止を余儀なくされている。そこで、熱帯地域で実践可能な被害軽減策を確立するために、温帯地域でセンチュウ抑制効果が認められているものの熱帯地域での知見が乏しいクロタラリア類の有効性を検討する。

〔成果の概要・特徴〕

1. サツマイモネコブセンチュウ汚染土壌で、クロタラリア3種(*Crotalaria juncea*、*C. breviflora*、*C. spectabilis*)を前作として播種・育成し、開花後鋤き込み、1か月齢のトウガラシ苗を移植すると、いずれのクロタラリアの場合でも、トウガラシに対するセンチュウの感染を良く抑える。ただし、クロタラリアとトウガラシとの混作ではセンチュウの感染を抑えることはできないので、前作としてクロタラリアを開花期(播種後50～60日程度)まで生育させることが必要である(図2)。
2. ゴマ、落花生、マリーゴールド、クロタラリア(*C. juncea*)を、1と同様に、前作として用いた場合でも、クロタラリアがセンチュウの感染を最も抑える(図3)。
3. ほ場試験(Ubon Ratchathani)でも、クロタラリア(*C. juncea*)による顕著なセンチュウ抑制効果が認められ、鞘数等に大きな違いが観察される(図4)。

〔成果の活用面・留意点〕

1. タイでは *C. juncea* が緑肥作物として一般に用いられているが、開花期の虫害により採種が困難となる場合がある。*C. breviflora* や *C. spectabilis* の栽培特性も十分確認した上で、利用することが必要である。
2. クロタラリアは、緑肥の効果も高く、化学肥料の削減とそれによるセンチュウ感染の軽減も期待できる。
3. クロタラリアは十分な栽植密度となるよう播種するとともに、開花期(播種後50～60日程度)まで生育させ、十分な生育量を確保することが必要である。

[具体的データ]



図1. サツマイモネコブセンチュウが侵入した
トウガラシの根系.

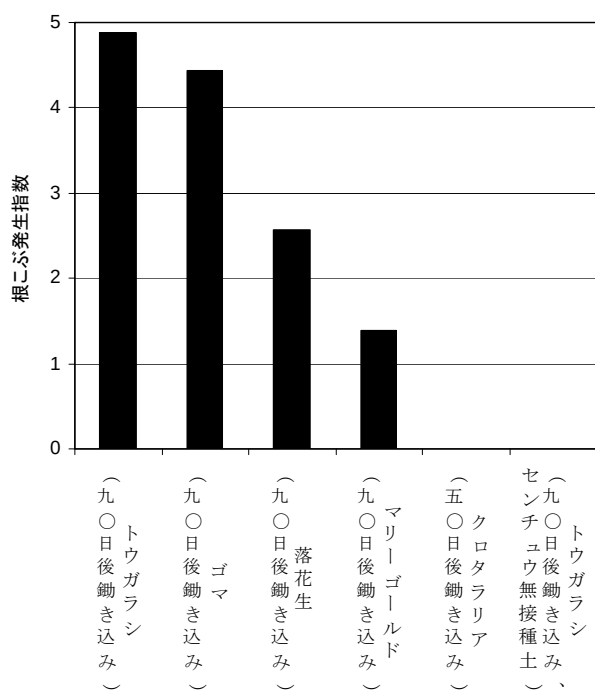


図3. トウガラシ栽培における各前作作物の
サツマイモネコブセンチュウ発生抑制効果.
試験方法、根こぶ発生指数は図2と同様。

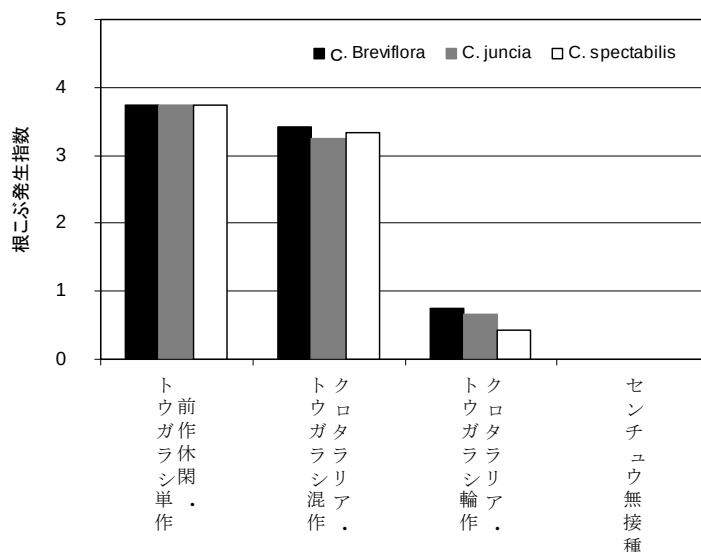


図2. トウガラシ栽培におけるクロタリヤのサツマイモ
ネコブセンチュウ発生抑制効果.

コンクリート枠にセンチュウ汚染土壌を入れ、トマト苗を移植して2か月後、1ヶ月齢のトウガラシ苗を移植した。クロタリヤ、トウガラシとも4本移植、3反復で行った。センチュウ根こぶ発生指数: 根こぶなし(0)、一株当たり数個の根こぶ(1)、根系の1/4以下に根こぶ着生(2)、根系の1/4~1/2に根こぶ着生(3)、根系の1/2~3/4に根こぶ着生(4)、根系の3/4以上に根こぶ着生(5)。



図4. クロタリヤを前作に導入した場合の後作のトウ
ガラシの生育状況(左: 休閑、右: 前作クロタリヤ、2
区制).

[その他]

研究課題: 熱帯地域における適正土壌管理規範確立のための技術開発

中課題番号: A-2)-(1)

予算区分: 交付金[熱帯土壌管理]

研究期間: 2006~2008年度

研究担当者: 宮田 悟・Nuchanart Tangchitsomkid(タイ農業協同組合省農業局植物病理研究グループ)・Sorasak Maneckao(同省農業局第4地域事務所 Ubon Ratchathani 試験地)

12. イネの少分げつ性遺伝子の高精度連鎖解析					
〔要約〕 イネ(<i>Oryza sativa</i> L.)品種合川1号の持つ低分げつ性に関わる遺伝子 <i>Ltn</i> は、SSR マーカー <i>ssr6049-23</i> と <i>ssr6049-2</i> の間に位置しており、その候補領域は 76.7kbp に絞られる。					
所属	国際農林水産業研究センター・生物資源領域			連絡先	029 (838) 6352
専門	育種	対象	水稻	分類	研究

〔背景・ねらい〕

イネ(*Oryza sativa* L.)の分げつ性は収量と密接に関わるため、遺伝的改良の対象となる重要な形質であるとともに、植物の形態形成を理解する上でも重要である。わが国では、収量性改善のため低分げつ品種合川1号が育成されている。この低分げつ性は、単一の優性遺伝子(*Ltn*)に支配されており、第8染色体長腕上に位置することが明らかにされている。国際稲研究所では収量性の改善を目的に少分げつ型の品種の開発が行われたが、合川1号ほど少ないものは育成されていない。本研究では、熱帯地域における直播栽培等で利用可能な低分げつ品種を育成すべく、インド型品種 IR64 の遺伝的背景に少分げつの導入をはかる共に、マーカー選抜育種に必要な基礎情報を得るために、高精度連鎖解析により *Ltn* の詳細な位置を明らかにすることを目的とする。

〔成果の概要・特徴〕

- BC₅F₂ 集団 94 個体の連鎖解析において、*Ltn* は第8染色体上の SSR マーカー *ssr5816-3* と A4765 の間に位置しており、*ssr5816-3* と A4765、*ssr5816-3* と *Ltn*、*Ltn* と A4765 の距離はそれぞれ 6.9cM、1.7cM、5.1cM である(図1)。なお、集団の交配組合せは IR64/合川1号//IR64*5 である。
- BC₅F₃ 集団 3550 個体を用いた高精度連鎖解析において、*Ltn* の候補領域は SSR マーカー *ssr6049-23* と *ssr6049-2* の間に特定され、日本晴塩基配列上では 76.7kbp に絞られる(図1)。

〔成果の活用面・留意点〕

- 少分げつ性遺伝子 *Ltn* の近傍に座乗する SSR マーカーの情報は、少分げつ性のマーカー選抜に利用できる。
- 育成されたインド型品種 IR64 を遺伝的背景に少分げつ性を導入した系統は、研究材料として熱帯でも活用できる。

[具体的データ]

第8染色体

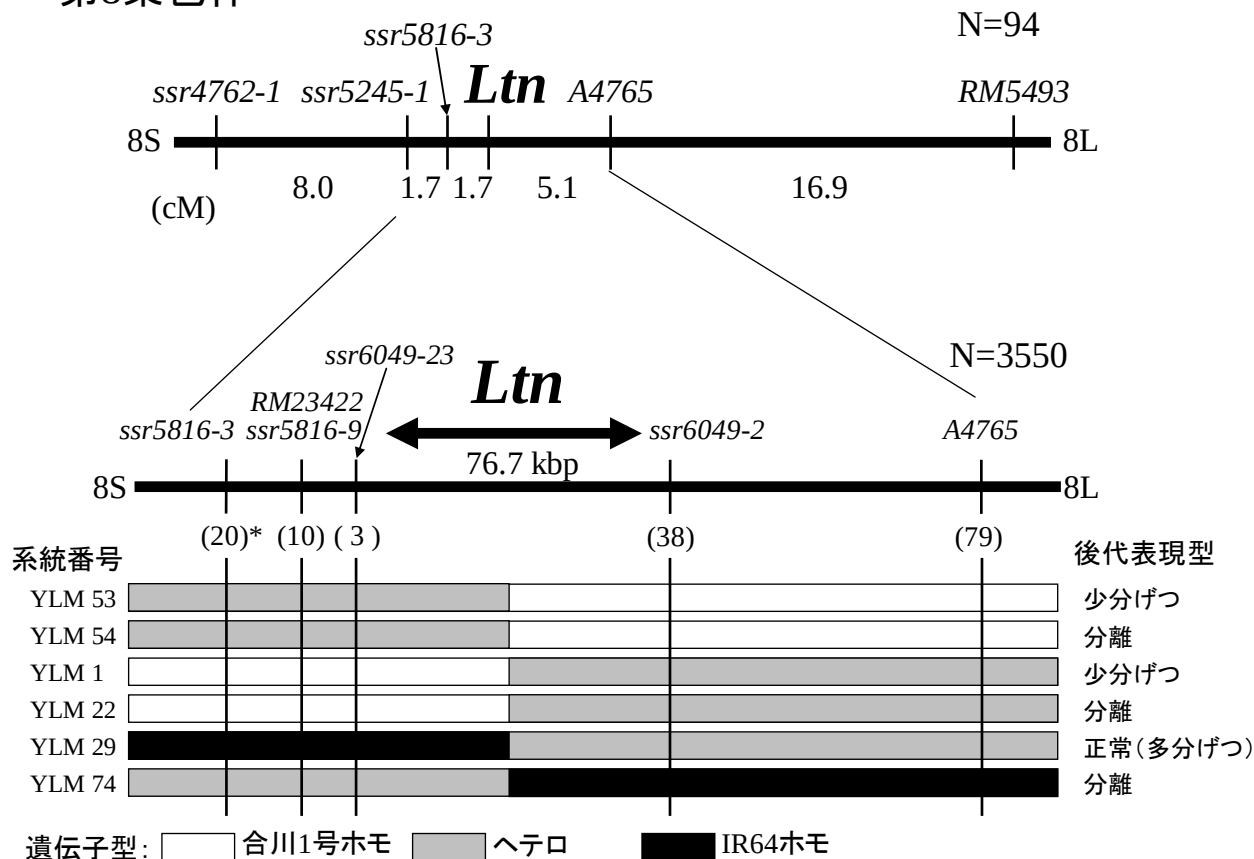


図1. イネ第8染色体長腕上の低分げつ性遺伝子 *Ltn* の高精度連鎖地図.

*中段括弧内の数値は *Ltn* とマーカー間の組換え個体数

[その他]

研究課題: 節水条件下における水稻栽培技術の開発

中課題番号: A-2)-(2)

予算区分: 交付金[節水栽培]、拠出金[IRRI 日本共同研究プロジェクト]

研究期間: 2008年度(1999~2010年度)

研究担当者: 小林伸哉・藤田大輔(国際稲研究所)・Leodegario A. Ebron(国際稲研究所)・福田善通

発表論文等:

- 1) 荒木悦子・Ebron, L.A.・Cuevas, R.P.・Mercado-Escueta, D.・Khush, G.S.・Sheehy, J.E.・加藤浩・福田善通 (2003) イネ品種合川1号の少分げつ性遺伝子の同定. 育種学研究 5 (別 1), 95.
- 2) Fujita, D., Ebron, L.A., Araki, E., Fukuta, Y. and Kobayashi, N. (2007) Mapping of a gene for low tiller number, *Ltn* (t), in Japonica rice variety Aikawa 1. Proceedings of the 2nd International Conference on Rice for the Future, 448-452.

13. エアロビク・ライスの連作による収量漸減現象に非生物的要因が関与する					
〔要 約〕 収量漸減現象が認められるエアロビク・ライス連作圃場からの採取土壌を用いたポット試験において、薬剤や熱処理によって生物的要因を排除してもイネの生育に有意な改善が見られないことから、この現象には <u>非生物的要因</u> が関与すると考えられる。					
所属	国際稲研究所・作物環境科学部 山形大学・農学部附属農場 国際農林水産業研究センター・生産環境領域			連絡先	029 (838) 6306
専門	土壌	対象	稲類	分類	研究

〔背景・ねらい〕

無代掻き、酸化的土壌条件、陸稲と比較した高収量を特徴とするエアロビク・ライス・システムは、国際稲研究所(IRRI、フィリピン)を中心に開発されている節水栽培体系であるが、連作障害がその普及の最大の障害となっている。これに対して主に病虫害の視点から検討されてきたが、それだけでは説明の困難な事例が散見される。IRRIの10作期に及ぶ連作圃場においても収量漸減現象が認められ、病虫害の影響とは異なる様相を呈しているが、そこに有意な非生物的要因が存在するのかどうか明らかでない。そこで、この連作障害に土壌由来の非生物的要因が関与しているとの仮説を立て、IRRI連作土壌を用いたポット試験によりこの仮説を検証した。

〔成果の概要・特徴〕

- 2001年より年2作付け10作期を経過したIRRI圃場の水管理法のみ異なる以下の2試験区より、表層0.2m未攪乱土壌を内径0.2mの塩ビ円筒で採取した。「連作土壌」：収量漸減現象(図1)の認められたエアロビク・ライス連作試験区(作付期に深度0.15mの土壌水分張力が-30 kPa(開花期-10 kPa)に低下した際に50 mmの灌水)；「非連作土壌」：減収の認められない非連作試験区(作付期常時湛水)。採土直後、塩ビ円筒をそのまま栽培ポットに加工し、以下の処理を各土壌に施した。〔熱処理〕：土壌試料中心部温度95-98℃で24時間処理；〔薬剤処理〕：移植7日後にカルボフラン(抗線虫剤)、ベノミール(抗真菌剤)を各3、1 mg施用。播種後14日の1株苗(品種：APO)を移植し、降雨を遮断した網室にて同一エアロビク・ライス環境下で栽培した(移植後12日間の湛水維持後、移植21日目より4日毎に450 mlの灌水；移植1日前にN、P、K、Zn：157、188、126、16 mg、移植33日目にN：157 mgを施肥)。試験は全て4反復、施用量はポット当たり。
- ポット試験開始時の両土壌の主な特性(pH、有機炭素、全窒素、可給態リン、交換性カリ、CEC、土性)には、pH(連作区7.1±0.0、非連作区6.8±0.2(平均±標準偏差))、可給態リン(連作区29.7±1.5、非連作区24.0±1.0 mg kg⁻¹)を除いて有意差(危険率5%)は認められず、圃場試験開始時には全項目で有意差がない。
- ポット内土壌水分および無機態窒素濃度(図2)には、連作土壌で生育に不利となる条件が認められない。
- 熱処理連作土壌では、土壌からの無機態窒素(図2)等の養分供給量の増加などによりイネの生育は促進されるが、無処理非連作土壌と比較して有意に低位水準である(図3)。連作障害の主因であると通常考えられている線虫・真菌類に有効な薬剤処理を施しても同様である(図3)。
- 以上から、エアロビク・ライスの連作障害には、土壌由来の非生物的要因が関与すると結論づけられる。

〔成果の活用面・留意点〕

エアロビク・ライス・システムの実用化のために、健全土壌の維持管理の観点からの研究が必要であることが示された。IRRIでこれまでに検討された微量要素(Ca, Mg, Mn, Mo, B, Zn, Cu, Fe)・リン酸・カリ以外の要素欠乏や、土壌中に存在する窒素(図2)等を吸収できない何らかの機作の存在する可能性、土壌物理性の変化の影響等の要因が否定できない。湛水管理の挿入により収量が復元傾向を示す現象等を手掛かりに要因を明らかにし、その回避策を提案することにより、本技術の現場への普及のためのブレークスルーが期待できる。

〔具体的データ〕

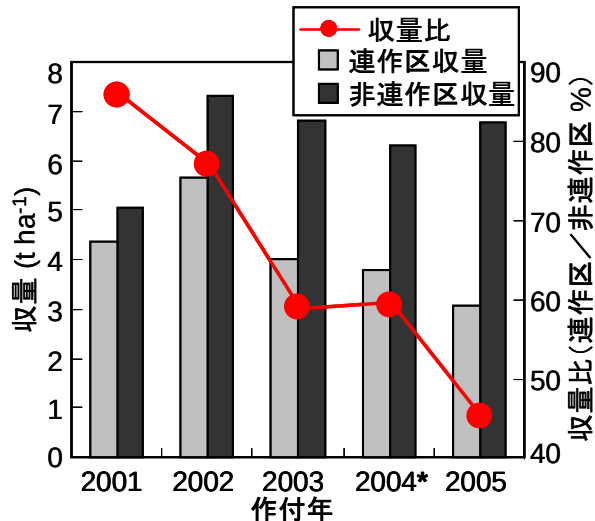


図1. エアロビク・ライス連作試験圃場において認められた収量漸減現象(乾季作4反復平均値)。

2001年乾季作より試験を開始し、年2作付け10作後の2005年雨季作収穫期にポット試験供試土壌を採取(水管理法以外同一栽培条件; 栽培品種: APO)。*非連作区では、2004年乾季・雨季の2作付けのみエアロビク・ライス環境下で栽培。それ以外は常時湛水条件下で栽培。

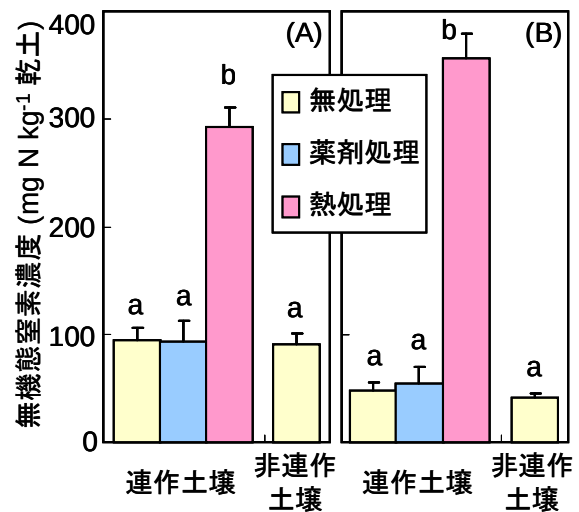


図2. ポット土壌中無機態窒素濃度(アンモニア態+硝酸態)。

(A) 移植17日後、(B) 移植47日後)。エラーバーは4反復の標準誤差。各測定日の、異なる添え字の平均値の間には5%危険率で有意差あり(LSD検定)。

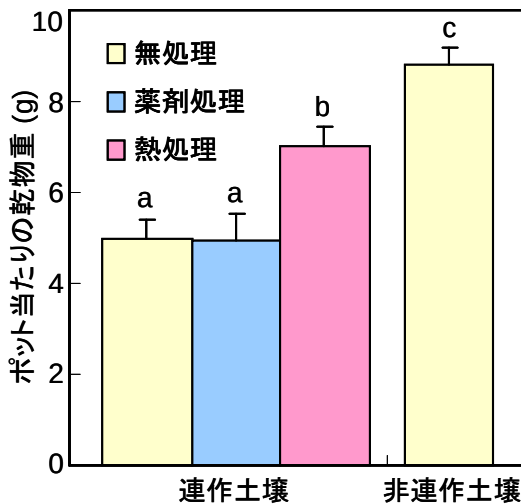


図3. 移植47日後(幼穂形成期)における地上部乾物重。エラーバーは4反復の標準誤差。異なる添え字の平均値の間には5%危険率で有意差あり(LSD検定)。

〔その他〕

研究課題: 節水条件下における水稻栽培技術の開発

中課題番号: A-2)-(2)

予算区分: 拠出金〔農水省・節水栽培〕、交付金〔節水栽培〕

研究期間: 2008年度(2005~2010年度)

研究担当者: 佐々木由佳(国際稲研究所、山形大学)・宝川靖和

発表論文等:

- 1) Sasaki, Y., Hosen, Y., Peng, S., Nie, L., Rodriguez, R., Agbisit, R., Fernandez, L., Bouman, B.A.M. and Kobayashi, N. (2006) Possibility of abiotic factors in a gradual yield decline under a continuous aerobic rice cropping system. 日本土壤肥料学会講演要旨集 52, 116.
- 2) Sasaki, Y., Hosen, Y., Peng, S., Nie, L., Rodriguez, R., Agbisit, R., Fernandez, L. and Bouman, B.A.M. (submitted): Do abiotic factors cause a gradual yield decline under continuous aerobic rice cultivation?. Soil Science and Plant Nutrition.

14. 東北タイの塩類集積地域における持続的地下水利用可能量マップ

〔要約〕 東北タイの Ban Phai 流域を例として、地下水流動モデル構築のための調査を実施し、分布型地下水流動シミュレーションにより持続的な地下水利用可能量マップを作成した。

所属	国際農林水産業研究センター・生産環境領域		連絡先	029 (838) 6359	
専門	水資源	対象	現象解析技術	分類	研究

〔背景・ねらい〕

東北タイの農業生産の主要な律速因子である水不足問題を緩和する方法の一つに地下水利用の促進がある。本研究では、コンケン県のノンセン村を中心とした流域を対象として、農業利用についての指針作りに寄与することを目的として、地下水位や水質の測定を実施するとともに、分布型地下水流動モデルで地下水の持続的な利用可能量マップを作成する。

〔成果の概要・特徴〕

1. 試験地として、東北タイ・コンケン県のノンセン村が位置する Ban Phai 流域を選定した。流域の東側は標高が高く、西に向かうに着いて低くなっている。調査は、(1) 土壌、地形、地質、土地利用などの情報収集と現地踏査、(2) 既存のボーリング孔と新たに設置したボーリング孔での地下水位や水質の測定、(3) 分布型地下水流動モデルを用いた地下水の持続的な利用可能量算出の手順で実施する。
2. 地下水の主な供給源は台地部で浸透した降水で、広域の地下水流動は東から西に向かう流れである。地下水の流出域である西部には、全溶存成分 (TDS: Total Dissolved Solid) の値が 2000 mg/L を超える塩類集積地が存在している。この地域の地下水利用は、雨季の水田の補給かんがいや洗浄水などに限られ、塩類を集積させないため排水を十分にすることがある(図1)。
3. 分布型地下水流動モデルを用いることによって、流域全体の地下水かん養量は約 $1.82 \times 10^5 \text{ m}^3$ (2006 年 10 月～2007 年 8 月) と算出できる。
4. 地下水の持続的な利用可能量を、地下水の TDS の値が 2000 mg/L 以下で、今後 10 年間の地下水位低下が 5m を超えない最大揚水量と定義することによって算出できる。対象とする流域、持続的な地下水利用可能量が、0-100、101-500、501-1000、1001-1500 $\text{m}^3/\text{d}/\text{km}^2$ と4つの地域に分類、それぞれの面積は、108、118、87、24 km^2 である。(図2)。
5. チー川近傍の農地に井戸 (34m 深) を掘削することによって、1月から4月の乾季に作物栽培が実現できる(図2の試験井掘削地点)。
6. 流域の中央部には、持続的な地下水利用可能量が 500 $\text{m}^3/\text{day}/\text{km}^2$ を超える地域が存在している。これらの地域では、地下水は雨季の稲作の補助水源、乾季の作物栽培、生活用水の水源として有望である。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 本研究の手順に従えば、他の地区でも同様の情報が得られ、東北タイでの地下水利用の普及に貢献するものと期待される。
2. 分布型地下水流動シミュレーションの計算には、差分モデルソフト (MODFLOW) を用いた。
3. 塩類集積地における地下水への TDS の供給源は、地下約 100m 深に存在する岩塩層を通過して地表面付近まで上昇した地下水と推定されているが、詳細なメカニズムの解明は今後の課題である。

[具体的データ]

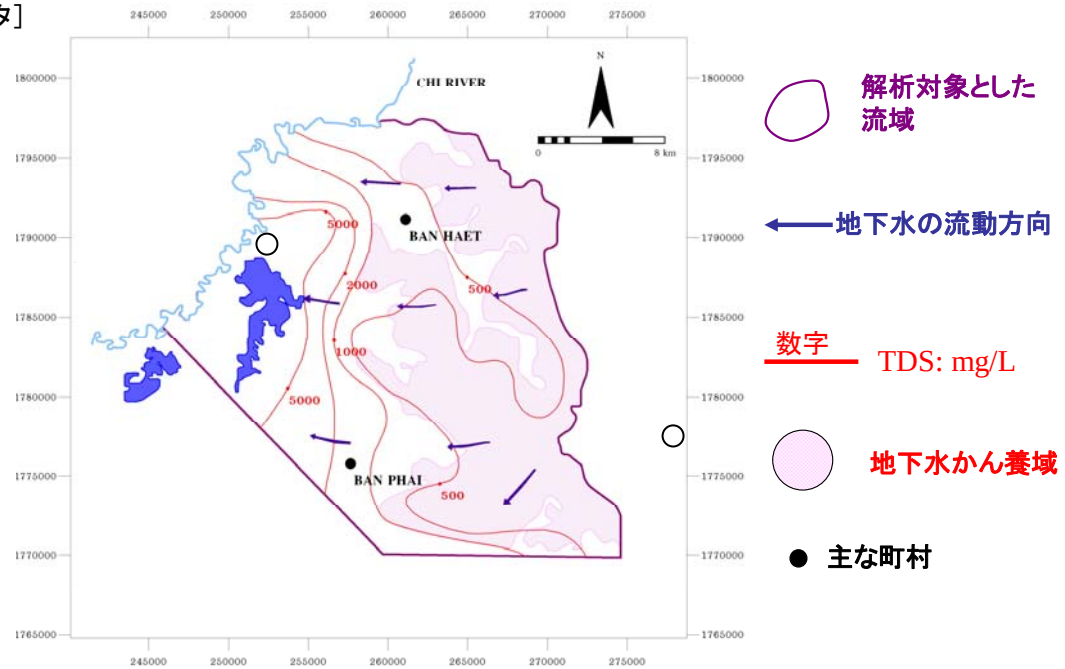


図1. 試験地での地下水流動方向とTDS の分布.

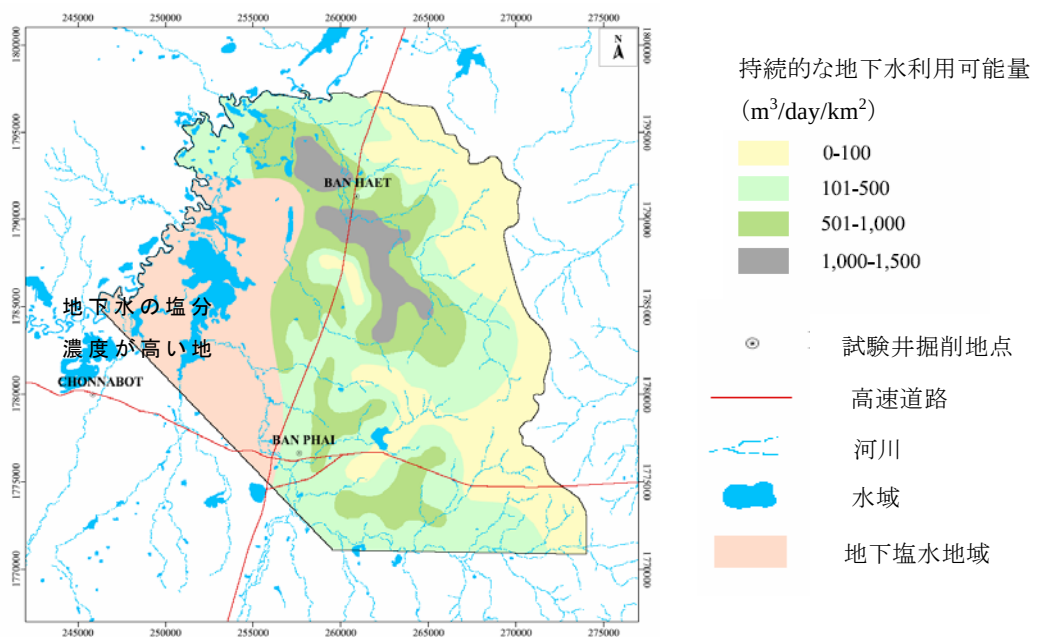


図2. 調査地域における持続的な地下水利用可能量の分布.

[その他]

研究課題: インドシナ天水農業地帯における農民参加型手法による水利用高度化と経営複合化

中課題番号: A-2)-(2)

予算区分: 交付金〔天水農業〕

研究期間: 2008年度(2006～2008年度)

研究担当者: Kriengsak Srisuk・Prayuth Senchai・Nongluck Suphanchaimat(コンケン大学)・濱田浩正・Somsak Sukchan(タイ土地開発局)

発表論文等: Srisuk, K., Senchai, P. and Hamada, H. (2008) Groundwater safe yield evaluation for agricultural usage in Ban Phai Subwatershed. Proceedings of the 3rd International Symposium on Sustainable Development in the Mekong River Basin. September 11-12, 2008, Khon Kaen, 217-224.

15. 東北タイの砂質傾斜農地における表面流出の発生メカニズムとため池の水位					
〔要約〕 東北タイコンケン近郊の砂質傾斜農地における表面流出は、粘土層の上にある砂質土層が飽和状態になった時発生し、ため池の水位上昇と強く関連している。					
所属	国際農林水産業研究センター・生産環境領域		連絡先	029 (838) 6359	
専門	水資源	対象	現象解析技術	分類	研究

〔背景・ねらい〕

東北タイに広く分布する砂質土壌は透水性が良く、降水は地下に浸透することが想定されるが、その一方で表面流出を貯留するためのため池も多く建設されている。本研究では、東北タイに広く分布する砂質傾斜農地での表面流出発生の定量的推定とため池の水位との関係を解析することを目的とする。

〔成果の概要・特徴〕

1. 試験地として、東北タイ、コンケン県のノンセン村の砂質傾斜地を選定した(図1)。低地は水田、傾斜地はサトウキビ畑で、地表面の傾斜は約3度である。試験地の地下水位はため池の底部よりも低く、ため池の貯水は地下水の影響を受けていない。
2. 現地の土壌は、約1 m深まではLoamy Sand層(LS層、透水係数は $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/sのオーダー)、その下はSandy Clay層(SC層、透水係数は 10^{-6} cm/sのオーダー)である。LS層に浸透した降水はSC層によって浸透を妨げられ、LS層に保持される。
3. 降水がLS層に浸透できる水量を浸透許容量と定義して、降水が浸透許容量を超えると表面流出が発生すると仮定した解析では、表面流出は、2003年9月20日から10月20日、2004年6月17日、2004年7月20日から8月20日、2004年9月20日に発生し、測定期間中の表面流出量は374 mm(全降水の約30%)と算出される(図2)。
4. ため池の水位上昇の著しい時期は、表面流出が発生している時期(6月中旬と8月以降)とほぼ一致し、砂質土が飽和状態になった時、表面流出が発生し、ため池の水位が上昇している(図3)。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 東北タイは4月から雨季が始まるが、ため池の水位が著しく上昇するのは、雨季の後半である8月以降である。雨季の前半は、ため池の貯水量が少なく、かんがい利用できる水は少ないので、その間は地下水を補助水源として利用するなどの計画を策定する必要がある。

[具体的データ]

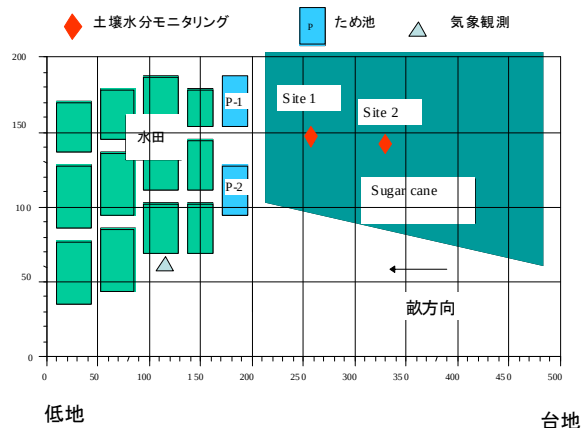


図1. 調査地点の概要.
(N: 16°9', E: 102°48')

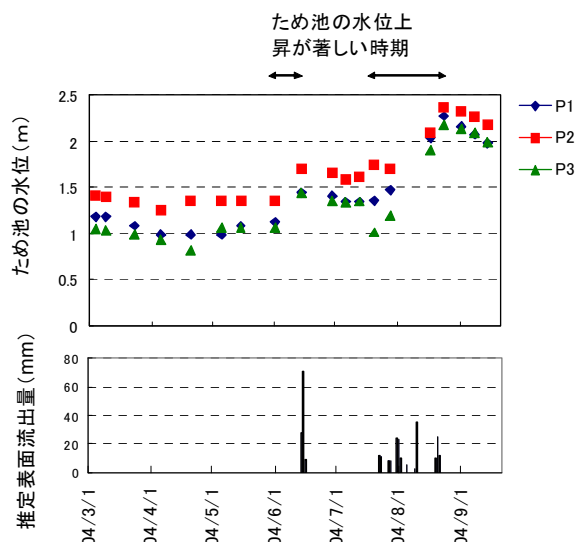


図3. ため池の水位変化と推定表面流出量.
(P3 は調査地点の近傍に立地するため池)

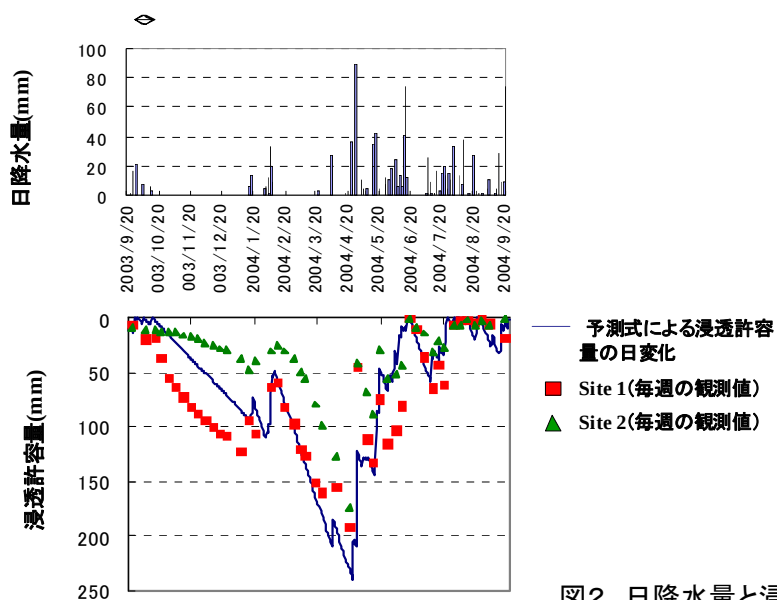


図2. 日降水量と浸透許容量の変化.

[その他]

研 究 課 題: インドシナ天水農業地帯における農民参加型手法による水利用高度化と経営複合化

中課題番号: A-2)-(2)

予 算 区 分: 交付金〔天水農業〕

研 究 期 間: 2008 年度(2006～2008 年度)

研究担当者: 渡部洋己(現農林水産省)・濱田浩正・諸泉利嗣(岡山大)、Somsak Sukchan (タイ土地開発局)

発表論文等:

- 1) Hamada, H., Watabe, H., Moroizumi, T. and Sukchan, S. (2008) Analysis of surface runoff in a sloping sandy soil in Northeast Thailand using soil water storage capacity. *Journal of Japan Society of Soil Physics* 109, 45-50.
- 2) 濱田浩正・吉永育生・濱田康治 (2009) 東北タイにおけるため池の水位と電気伝導度の期別変化. *水土の知* 77, 25-28.

16. タイ東北部における在来種育成牛の維持蛋白質要求量

〔要約〕タイ東北部における在来種育成牛の維持に要する飼料中粗蛋白質含量は6.1%以下、粗蛋白質摂取量は $4.38 \text{ gCP/kgBW}^{0.75}$ である。この要求量は、欧米系の肉牛（NRCの維持蛋白質要求量：飼料中含量7.2%、摂取量 $5.67 \text{ gCP/kgBW}^{0.75}$ ）に比べ低い値である。

所属	国際農林水産業研究センター・畜産草地領域			連絡先	029 (838) 6365	
専門	動物栄養	対象	肉用牛	分類	研究	

〔背景・ねらい〕

熱帯地域のタイでは現在、牛の飼料給与に関しては寒地に適応した牛の蛋白質出納データによって作成されたNRC飼養標準等が利用されている。しかし、東南アジア等の熱帯地域では、寒地に適した欧米系肉牛とは異なる体格や生理機能を有し、暑熱環境に適したゼブ系肉牛が主に飼養されている。また、飼料も熱帯地域特有のことが多い。しかし、これらを実際に組み合わせて、家畜の蛋白質出納を測定したデータは殆ど無い。そこで、タイ東北部在来種育成牛を用いて蛋白質出納試験を実施し、その出納量から維持要求量を算出した。

〔成果の概要・特徴〕

- 在来種育成雌牛 4 頭（平均体重 $132 \pm 11.7 \text{ kg}$ ）に稲ワラと乾燥キャッサバを主体に大豆粕によって蛋白質含量を調整した粗蛋白質含量（6.1%、9.4%、12.1%、15.4%）が異なる飼料を給与すると、6.1%含有飼料でも体重の減少は認められず蛋白質出納は正の値を示す。タイ東北部における在来種育成牛の維持に要する飼料中粗蛋白質含量は、6.1%未満である（表1）。
- 在来種育成雄牛 16 頭（平均体重： $105 \pm 9.3 \text{ kg}$ ）に暖地型イネ科牧草のムラトウⅡ乾草を粗飼料源として大豆粕によって蛋白質含量を調整した粗蛋白質含量（5.3、7.1、8.3、9.8%）が異なる飼料を給与すると、蛋白質蓄積量は粗蛋白質含量 5.3%含有飼料では負の値を示し、他の飼料では正の値を示す。タイ東北部における在来種育成牛の維持に要する飼料中粗蛋白質含量は、5.3～7.1%の間である。また、粗蛋白質摂取量と蓄積量との関係から維持に要する粗蛋白質摂取量は、 $4.38 \text{ gCP/kgBW}^{0.75}$ である（図1）。

〔成果の活用面・留意点〕

- タイ在来種育成牛に対する飼料配合ならびに給与量の計算に維持に要する蛋白質要求量として応用でき、熱帯地域の飼料資源を効率的に利用できる。
- 肉牛飼養標準作成の基礎数値として活用できる。
- 熱帯在来種牛は地域による多様性が大きく、また飼育環境によっても飼養成績が大きく異なる可能性がある。よって、異なる地域で本要求量を用いて飼料設計した場合は、その整合性を確かめる必要がある。

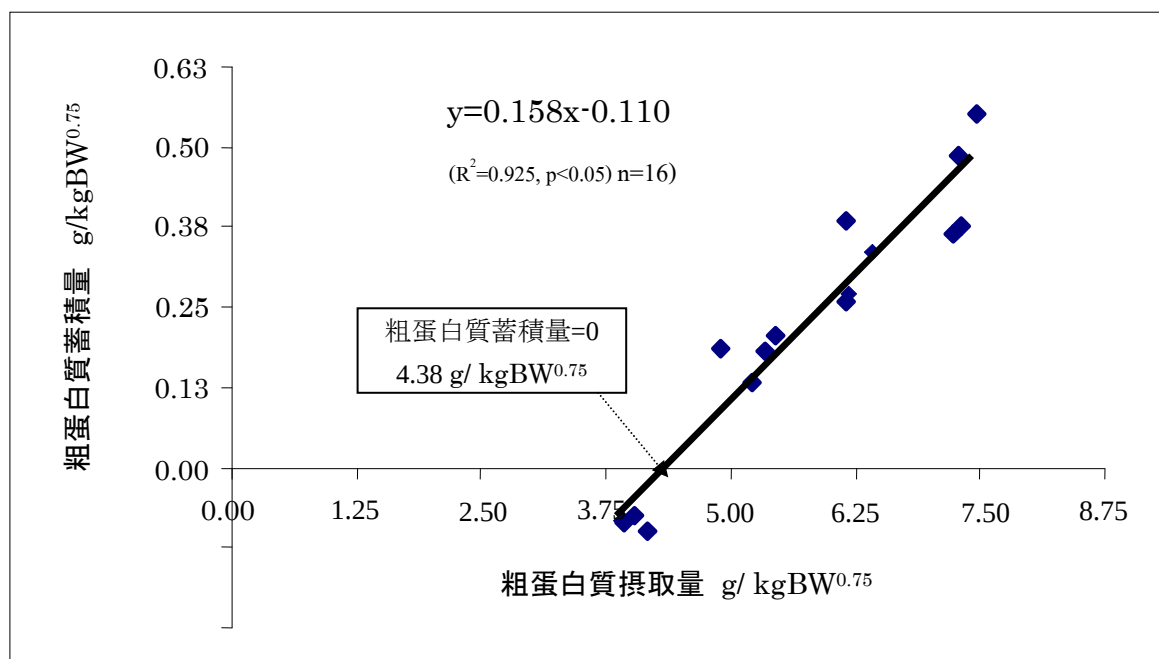
〔具体的データ〕

表1. タイ東北部における在来種育成牛の飼料中粗蛋白質含量と粗蛋白質蓄積量との関係

	飼料中の粗蛋白質水準			
	6.1%	9.4%	12.1%	15.4%
乾物摂取量 (kg/日)	2.75	2.67	2.76	2.66
平均日増体量 (kg/日)	0.20	0.45	0.21	0.40
粗蛋白質摂取量 (g/日)	176.1 ^d	252.7 ^c	340.9 ^b	414.2 ^a
粗蛋白質蓄積量 (g/日)	72.1 ^d	116.5 ^c	151.3 ^b	194.3 ^a

a, b, c, d 異符号間に有意差あり(P<0.05)

図1. タイ東北部における在来種育成牛の粗蛋白質摂取量と粗蛋白質蓄積量との関係.



〔その他〕

研究課題: インドシナ半島における肉用牛飼養標準ならびに飼料資源データベースの構築

中課題番号: A-2)-(3)

予算区分: 交付金〔熱帯畜産〕

研究期間: 2008年度(2006～2011年度)

研究担当者: 大塚 誠・Kungwan Thummasaeng (ウボンラチャタニー大学)・Annut Chantiratikul (マハサラカン大学)

発表論文等:

- 1) Chumpawadee, S., Chantiratikul, A., Rattanaphun, V., Presert, C. and Kookaew, K. (2009) Effect of dietary crude protein levels on nutrient digestibility, rumen fermentation and growth rate in Thai-indigenous yearling heifers. *J. Anim. Vet. Adv.* **8**(2), 297-300.
- 2) Chantiratikul, A. and Chumpawadee, S. (2009) Protein requirement of yearling female Thai-indigenous cattle. *JIRCAS Working Report* **64**, 48-50.
- 3) Senarath, S. et al. (2009) Protein requirement for maintenance of yearling Thai native cattle. *JIRCAS Working Report* **64**, 83-86.

17. 農牧輪換システムの導入により大豆と小麦の生産性が改善する					
〔要約〕 南米の熱帯サバンナ地域において、連作により生産性の低下した大豆－小麦体系の畑に農牧輪換システムを導入すると、 <u>土壌の理化学性</u> とともに大豆と小麦の生産性も改善する。					
所属	国際農林水産業研究センター・畜産草地領域		連絡先	029 (838) 6308	
専門	栽培・土壌	対象	だいず・他のイネ科牧草	分類	国際

〔背景・ねらい〕

南米の熱帯サバンナ地域では 1980 年代に行われたセラード開発以降、広大な面積の農地が開発された。しかしながら、これらの農地では長年の連作により生産量の低下と土壌理化学性の悪化が問題となっている。この問題の解決法として農牧輪換システムの導入があるが、その生産性低下に対する改善効果について、定量的な解明は遅れている。そこで、パラグアイの CETAPAR-JICA にある大豆－小麦体系の連作畑を7年間ギニアグラス草地に転換した圃場を耕地へ再転換した(図1)。この圃場(輪換畑)と連作畑の4年間の収量を全量測定し、草地と連作畑の土壌を採取・分析することで大豆－小麦の生産性と土壌の理化学性の改善効果を定量的に明らかにする。

〔成果の概要・特徴〕

1. 収量の年次変動は早魃等のため大きい、大豆、小麦とも輪換畑の方が連作畑より高い(図2、3)。連作が問題となる以前のこの地域における大豆の最高収量が約 3 トン/ha であったことから、輪換による大豆収量の改善効果は高いといえる。
2. これらの改善効果は4年程度継続する(図4)。
3. 連作畑では不耕起栽培のため地表面にリン等の養分が蓄積し、根の地表面への集中により早魃への耐性が低下する等の悪影響が問題になっているが、農牧輪換システムの導入によりリンやカリウムの浅い土層への蓄積は解消される(表1)。加えて、ギニアグラスのリターや根の伸張により土壌有機物の蓄積が進むと共に団粒構造も発達する。
4. 以上のことから、大豆－小麦体系の連作畑に農牧輪換システムを導入すると、土壌の理化学性が改善されるとともに大豆と小麦の生産性も改善する。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 試験はパラグアイで行われたが、ブラジルのセラード地帯を中心とした熱帯サバンナ地域でも活用出来る。
2. 輪換効果は 4 年程度で消失するため再度草地化する必要がある。

[具体的データ]

農牧輪換区

1994～96 1997～ 2003 2004～07 輪換予定
大豆-小麦 ギニアグラス草地 大豆-小麦 草地

連作区

1994 ~ 2007 連作予定
大豆-小麦 大豆-小麦

図1. 作付けスケジュール.

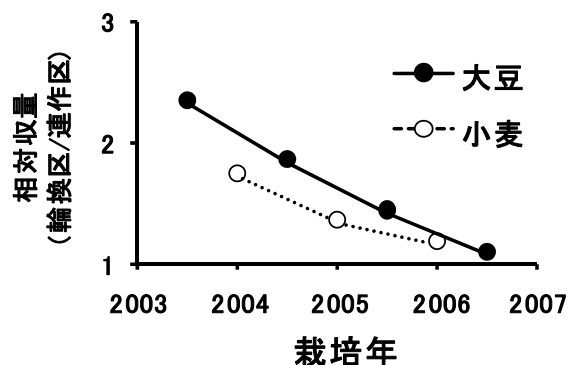


図4. 大豆と小麦の相対収量の経年変化.

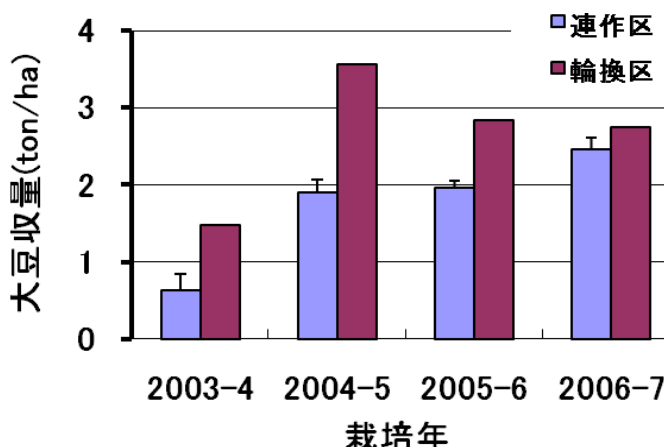


図2. 農牧輪換区が大豆収量に与える影響.

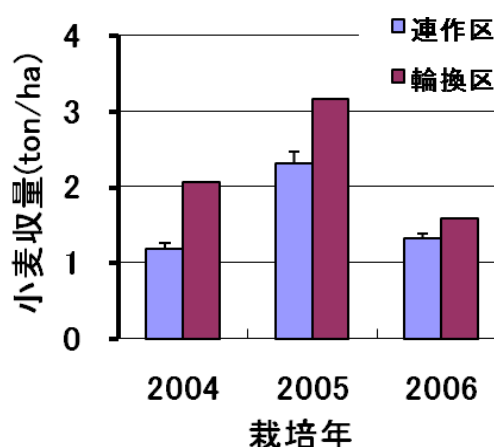


図3. 農牧輪換区が小麦収量に与える影響.

輪換区(計 3ha。2003 年 11 月初旬に再転換):連作区(計 2.1ha)

表 1. 農牧輪換区と連作区における土壌の理化学性の違い

深さ(cm)	リン (mg/Kg)		カリウム (mol/L)		有機物 (%)		深さ(cm)	団粒 ≥ 0.25 mm (%)	
	輪換区	連作区	輪換区	連作区	輪換区	連作区		輪換区	連作区
0-10	3.40 $\pm$ 3.05***	12.10 $\pm$ 6.10	0.33 $\pm$ 0.21***	0.70 $\pm$ 0.38	3.76 $\pm$ 0.55***	3.15 $\pm$ 0.50	0-5	92.2 $\pm$ 0.6***	85.1 $\pm$ 1.5
							5-10	92.4 $\pm$ 0.7*	89.1 $\pm$ 1.6
10-20	0.45 $\pm$ 0.39***	2.04 $\pm$ 1.12	0.13 $\pm$ 0.14***	0.38 $\pm$ 0.29	2.75 $\pm$ 0.51***	2.28 $\pm$ 0.48	10-20	92.9 $\pm$ 1.1*	89.2 $\pm$ 2.1
20-40	-	1.05 $\pm$ 1.16	-	0.30 $\pm$ 0.25	1.99 $\pm$ 0.59**	1.65 $\pm$ 0.22	20-40	91.9 $\pm$ 2.4	89.5 $\pm$ 3.7
40-60	-	0.82 $\pm$ 1.13	-	0.24 $\pm$ 0.21	1.54 $\pm$ 0.23**	1.39 $\pm$ 0.14	40-60	91.4 $\pm$ 0.9	89.5 $\pm$ 3.0

リン・カリウムはMehlich-III法で、有機物含量はWalkley-Black法で、団粒構造は、大起理化工業社製の土壌団粒分析器を使用して分析

*: (P<0.05). **: (P<0.01). ***: (P<0.001) サンプル時期:調査開始時点の2003年11月

[その他]

研 究 課 題: 農牧輪換システムにおける大豆の生産性向上効果の解明および草地管理技術の開発

中課題番号: A-2)-(3)

予 算 区 分: 交付金〔熱帯畜産〕

研 究 期 間: (2004～)2006～2008 年度

研究担当者: 下田勝久・堀田利幸・干場 健(CETAPAR-JICA)

発表論文等:

- 1) Shimoda, K. *et al.* (2009) Evaluation of an Agropastoral System Introduced into Soybean Fields in Paraguay: Positive Effects on Soybean and Wheat Production. *JARQ* (in press)
- 2) Shimoda, K. *et al.* (2007) Evaluation of effects of an agro-pastoral system on soybean production and soil properties. *JIRCAS Working Report* **51**, 67-71.

18. オイルパーム古木中の糖は貯蔵中に増加し、有望なバイオエタノール原料となる					
〔要約〕 <u>オイルパーム古木の樹液中の糖</u> は伐採後貯蔵中に増加し、最大 14～16%に達することを見出した。この発見は、伐採され利用方法のない古木が、適切な <u>熟成</u> により、サトウキビに匹敵する <u>バイオエタノール資源</u> となることを意味する。					
所属	国際農林水産業研究センター・利用加工領域			連絡先	029 (838) 6307
専門	資源利用	対象	バイオエタノール	分類	国際

〔背景・ねらい〕

オイルパームは東南アジアにおける代表的な農作物であるが、油脂生産性を維持するために 20～25 年ごとに伐採、更新される。伐採されたオイルパーム古木は脆弱な構造により木材としての価値に乏しく、大部分はプランテーション内で破碎、放置され、なかには薬剤注入により立ち枯れさせる場合もあり、深刻な環境汚染源となることが懸念されている。そこでこの膨大な農産廃棄物である伐採オイルパーム古木を用いて、効率的な燃料用エタノールを生産する方法を開発する。

〔成果の概要・特徴〕

1. オイルパーム古木(高さ約 8.6 m、樹齢 27 年)を、地上約 0.6 m から伐採し、約 2 m 60 cm ずつ、3 等分し、保存した(気温 29℃～37℃)(図1)。伐採パーム古木を 0 日目、1 日目、7 日目、15 日目、30 日目、60 日目、90 日目、120 日目ごとに、12.5 cm 幅のディスク上にスライスし水分含量を測定した結果、水分蒸発は低く抑えられており、中心部及び中間部ではほとんど変わらず、外層部では最大 20%程度減少することが判った。
2. 120 日目まで貯蔵した伐採パーム幹を中心、中間、外層部に分け搾汁し、樹液を採取した。樹液中の全糖量をフェノール硫酸法で測定したところ、すべての部分において急激に糖濃度が上昇し、30～60 日間の貯蔵により中心部で最大 20.2%、中間部で最大 20.7%、外層部で最大 18.5%に達することを見出した(図2a)。
3. 同様に伐採パーム幹樹液中の遊離糖を HPLC で測定した結果、すべての部分で発酵可能な糖であるスクロース、グルコース、フルクトース濃度が急激に上昇し、30～60 日間の貯蔵により中心部で最大 16.1%、中間部で最大 14.1%、外層部で最大 14.5%に増加することを見出した(図2b)。
4. オイルパーム古木を適切に熟成させた時に得られる樹液から生産可能なエタノール量とサトウキビ搾汁液からのエタノール生産可能量を比較すると、サトウキビからは 4.5～7.2 kL/ha であるのに対し、オイルパーム古木樹液からは 9.5～10.3 kL/ha である(表1)。
5. 現在は廃棄物となっているオイルパーム古木が、極めて有望なバイオエタノール資源であることを明らかにした。

〔成果の活用面・留意点〕

1. オイルパーム古木は直径 30～60 cm、長さ 8～12 m と巨大であるため、専用の搾汁装置を新規に開発する必要がある。
2. オイルパームの品種並びに栽培条件の違いが糖含量に及ぼす影響を確認する必要がある。
3. 従来種に比べ、より低く、幹が太い矮性品種の導入が近年進んでいるが、生産性が低下する樹齢25年の時点での幹のサイズと樹液量が不明である。
4. オイルパーム古木の樹液から、マレーシア、インドネシアでそれぞれ百万kL／年以上のエタノール生産の可能性がある。

[具体的データ]

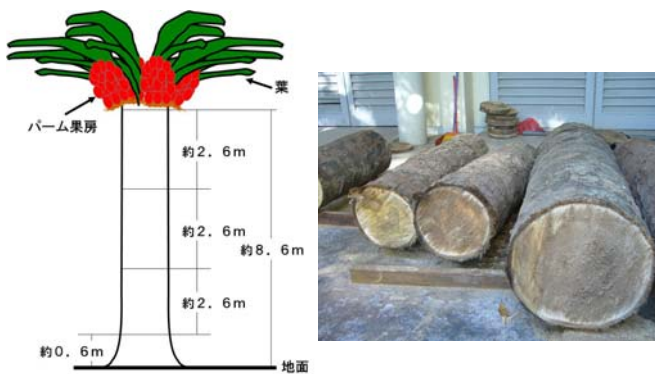


図1. オイルパーム古木の伐採と貯蔵(熟成)試験.
写真左はパーム古木の伐採方法。写真右はパーム古木の貯蔵試験、直径は30~60 cm。

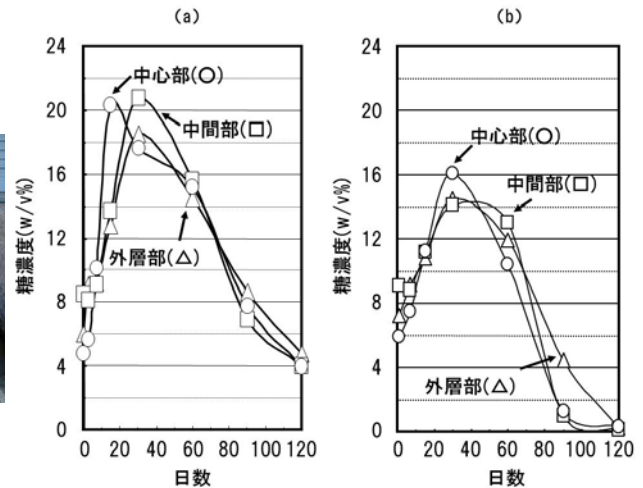


図 2. パーム古木の貯蔵(熟成)期間中の各部分における糖含量の変化.

(a)は全糖量を示し、(b)は HPLC 分析による発酵可能糖量の変化を示す。○は中心部、□は中間部、△は外層部を示す。

表1 オイルパーム古木とサトウキビ搾汁液とのエタノール生産性の比較

	サトウキビ 茎	オイルパーム古木*1 (熟成後)		
		中心	中間	外層
水分含量	70%	83%	75%	68% ×0.8
搾汁液中の発酵糖濃度	16%	16%	14%	15%
単位重量当たり発酵糖含量	112g/kg	95.4g/kg ⇒ 107.8 kg/本		
単位面積当たり生産量	60-90*2 トン/ha	154-168トン/ha *3 (136-148 本/ha)		
エタノール生産可能量	4.5-7.2*2 kL/ha	9.5-10.3 *3 kL/ha		

*1, オイルパーム古木の平均値として、直径38cm、長さ10m、比重1.0と想定した。*2, 約1年間の生産量。*3, 約25年間の生産量。

[その他]

研究課題: 東南アジアバイオマス資源の利活用技術開発

中課題番号: A-1)-(4)

予算区分: 交付金[東南アジア・バイオマス]、受託[NEDO 提案公募型]

研究期間: 2008年度(2006~2011年度)

研究担当者: 小杉昭彦・村田善則・荒井隆益・森 隆・田中良平(森林総合研究所)・山田 肇(東京大学)

発表論文等:

- 1) 小杉昭彦・森 隆・村田善則・河村文郎・田中良平・山本幸一・山田 肇・オスマン スレイマン・ロキア ハシム・ロズマ ビンティ アマッド. 特許願 2008-109229. 「パーム幹からの樹液採取方法」.
- 2) Mori, Y. (2008) 5th Biomass-Asia Workshop, Guangzhou, China.
- 3) 小杉昭彦・森 隆・村田善則・田中良平・眞柄謙吾. 特許第 4065960 号. 「エタノール及び乳酸の製造方法」.

19. アミラーゼ、セルラーゼ、 β -グルコシダーゼ表層提示酵母の開発とキャッサバパルプからの直接エタノール生産					
〔要約〕2種類のアミラーゼ、2種類のセルラーゼ及び β -グルコシダーゼを細胞表層に提示したアーミング酵母を開発した。この形質転換酵母は、デンプンとセルロースを主成分とするキャッサバパルプから直接エタノールを生産することが出来る。					
所属	国際農林水産業研究センター・利用加工領域		連絡先	029 (838) 6623	
専門	バイテク	対象	バイオエタノール	分類	研究

〔背景・ねらい〕

キャッサバは東南アジアの代表的な農作物で、主にデンプンとして食品等に利用されている。デンプン製造工程では大量の搾りかす(キャッサバパルプ)が排出されるが、一部が飼料とされるものの有効な利用法はない。そこでキャッサバパルプからの燃料用エタノール生産のための技術開発を行う。キャッサバパルプの構成成分はデンプン(乾燥重量比、約60%)とセルロース系繊維(同、約30%)であることから、これらの成分の分解に必要な2種類のアミラーゼ、2種類のセルラーゼ及び β -グルコシダーゼを同時に表層提示したアーミング酵母を開発し、キャッサバパルプからの直接エタノール生産を試みる。

〔成果の概要・特徴〕

1. アーミング酵母技術(細胞表層蛋白質 α -アグルチニン遺伝子を活用して異種蛋白質を酵母の表層に発現させる技術)を用いて、エタノール発酵酵母を宿主として、2種類のアミラーゼ、2種類のセルラーゼ、 β -グルコシダーゼの5つの酵素を同時に細胞表層に提示したアーミング酵母を作成した(図1)。
2. このアーミング酵母は、5種類の酵素を生産し(表1)、可溶性デンプン、ボールミル処理セルロース、 β -グルカンから直接エタノールを生産できる。
3. キャッサバパルプを150℃で1時間の条件で水熱処理し、本アーミング酵母を用いてエタノール発酵を行うと、キャッサバパルプ中のデンプン及びセルロース繊維が分解され、5%のキャッサバパルプから10g/Lのエタノールが生産される(図2)。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 今回開発したアーミング酵母はデンプンとセルロースの分解に必要な5種の酵素を生産し、外部からの酵素添加が不要であることから、キャッサバパルプのようなデンプンとセルロースが混在するバイオマスからのエタノール生産の低コスト化に寄与する可能性がある。
2. 本アーミング酵母は凝集性を有しているため、発酵後の酵母の回収・再利用が容易である。一方、セルロースなどの不溶性基質に使用する場合には、酵母がフロックを形成し細胞表層に提示された酵素が十分に作用しないことがある。

[具体的データ]

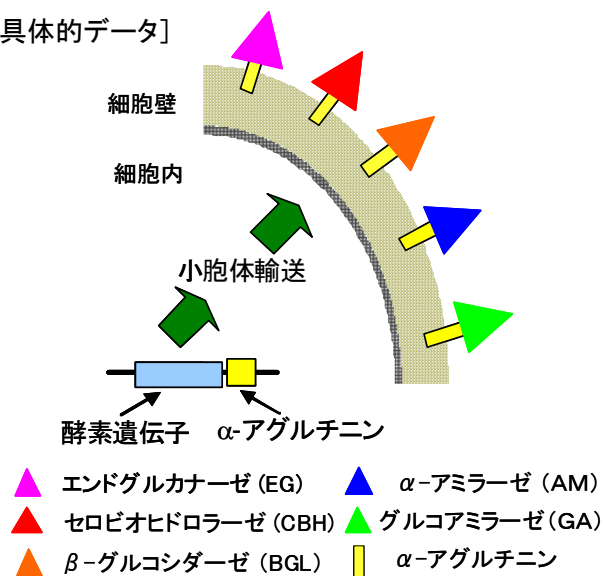


図1. セルラーゼ、アミラーゼ及び、 β グルコシダーゼを細胞表面提示したアーミング酵母

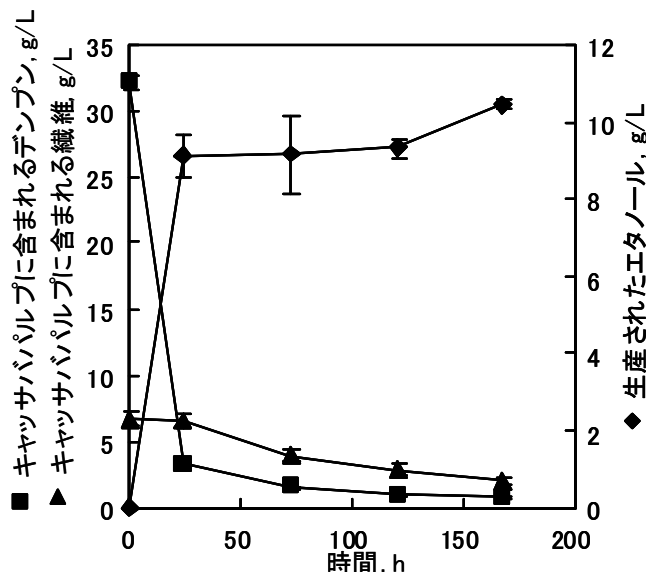


図2. 5%キャッサバパルプ培地におけるエタノール生産

表1. 5つの酵素を細胞表面提示したアーミング酵母の酵素活性

酵素	基質	酵素活性*
セロビオヒドロラーゼ	PNP- β -D セロビオシド	3.0
エンドグルカナナーゼ	カルボキシメチルセルロース	0.5
β -グルコシダーゼ	PNP- β -D-グルコピラノシド	2.7
グルコアミラーゼ	可溶性デンプン	5.2
α -アミラーゼ	2-クロロ-4-ニトロフェニル 6 ⁵ -アジド-6 ⁵ デ オキシ- β -マルトペンタオシド	75.4

*酵素活性; U/g [dry weight] of cell

[その他]

研究課題: 東南アジアバイオマス資源の利活用技術開発

中課題番号: A-1)-(4)

予算区分: 交付金[東南アジア・バイオマス]

研究期間: 2008 年度(2006~2010 年度)

研究担当者: 村田善則・Waraporn Apiwatanapiwat(カセサート大学農業・農業工学生産改良研究所)・小杉昭彦・山田亮祐(神戸大学工学部)・近藤昭彦(神戸大学工学部)・荒井隆益・森隆

発表論文等:

- 1) 村田善則・Waraporn Apiwatanapiwat・小杉昭彦・山田亮祐・近藤昭彦・荒井隆益・森隆 (2008) アミラーゼ、セルラーゼ、 β -グルコシダーゼ表面提示酵母によるキャッサバパルプからのエタノール生産. 日本生物工学会, 平成 20 年 8 月, 仙台.
- 2) Murata, Y., Apiwatanapiwat, W., Kosugi, A., Yamada, R., Kondo, A., Arai, T. and Mori, Y. (2008) Ethanol production from cassava pulp using surface-engineered yeasts codisplaying amylolytic and cellulolytic enzymes. 第 5 回バイオマスアジアワークショップ.
- 3) Kosugi, A., Kondo, A., Ueda, M., Murata, Y., Vaithanomsat, P., Thanapase, W., Arai, T. and Mori Y. (2009) Production of ethanol from cassava pulp via fermentation with a surface-engineered yeast strain displaying glucoamylase. *Renewable Energy*. (in press.)

20. 栽培時期等の調節によるタイ在来野菜の抗酸化性向上

〔要約〕タイの在来野菜20種の抗酸化活性は栽培時期により変動し、乾期作では暑期作に比べ抗酸化活性が高まる。バジル類では、遮光または水ストレスを与える処理により抗酸化性が低下する。栽培時期等を調節することにより抗酸化性を向上させることができる。

所属	国際農林水産業研究センター・利用加工領域			連絡先	029 (838) 6358	
専門	栽培	対象	葉茎菜類		分類	研究

〔背景・ねらい〕

抗酸化性は、健康維持に必要な野菜の重要な機能の一つであり、品質評価の重要項目としても認識が高まりつつある。タイの農村では、多様な在来野菜が伝統的に利用されており、抗酸化性の強いものが数多くある。近年では、需要が高まりから、一年を通じてこれらの野菜の生産が行われるようになってきている。しかし、在来野菜の抗酸化性が栽培時期や栽培方法によってどのように変動するのか、ほとんど知られていない。本研究では、圃場栽培における各種在来野菜の抗酸化性の季節変動と、2種のバジル類(メボウキおよびカミメボウキ)を用い、日照及び灌水条件の影響を調べた。

〔成果の概要・特徴〕

1. 乾期(11月～2月中旬)に栽培したタイの在来野菜20種の可食部分における抗酸化活性(DPPHラジカル消去活性、 $\mu\text{mol/gFW}$ Trolox 相当量)は、暑期(2月中旬～5月)に栽培したものに比べ総じて高かった(図1)。乾期は晴天が続くため、暑期よりも日照時間が長い。
2. 特に、シソ科野菜であるメボウキ(*Ocimum basilicum*)やカミメボウキ(*Ocimum sanctum*)などのバジル類では、乾期作のものが暑期作のものに比べ各々3.5及び2.5倍も抗酸化活性が高かった。これらのバジル類は東南アジアで広く栽培されており、生食されたり、炒め物やスープ料理等に使われる。バジル類の抗酸化活性は高いもので150～200 $\mu\text{mol/gFW}$ Trolox 相当にも達し、ハウレンソウやブロッコリーなどの比較的抗酸化活性が高い温帯野菜の抗酸化活性3～5 $\mu\text{mol/gFW}$ Trolox 相当をはるかに上回る。
3. メボウキ及びカミメボウキの抗酸化活性は、ネット等を用いた遮光処理により大きく低下した(図3)。また、野菜の収量も遮光処理により減少した。(対照区では各々2.0 及び 1.8 t/ha。50%遮光区では各々0.88 及び 0.77 t/ha)
4. ポット栽培試験の結果、収穫前の2週間水ストレスをかけた条件(120 ml/pot/day, 40～70 centibar)では、水ストレスなし(240 ml/pot/day, 10～25 centibar)の場合に比べ抗酸化活性が、メボウキでは約30%、カミメボウキでは約10%低下した。
5. 収穫後、24時間室温(30℃)で保存した場合、外観はほぼ良好であり、残存抗酸化活性はメボウキで約85%、カミメボウキでは約90%であった。これ以上保管すると、葉が萎れるとともに、抗酸化活性が急激に低下する。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 施肥条件や気温の影響も無視できないと考えられるので、今後検討すべきである。
2. 収穫後は、なるべく24時間以内に流通させるのが好ましい。
3. バジル類の抗酸化成分としては、フェノール化合物であるローズマリー酸等が知られている。

[具体的データ]

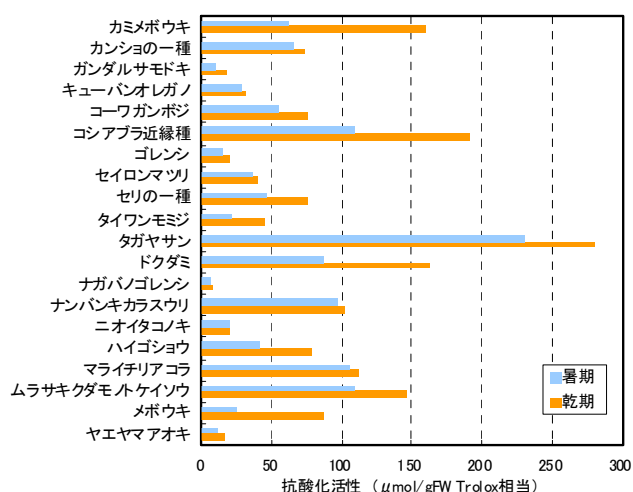


図1. タイ在来野菜の抗酸化性の季節変動。
ナコンパトム県カンペンセーン郡にあるカセサート大学農学部試験圃場で栽培し、可食部分を採集し、メタノール抽出物の抗酸化性をDPPH法により測定した。各データは試料15点の平均値。データの誤差範囲は±5%以内。各野菜の学名は上から順に *Ocimum sanctum*, *Ipomoea batatas*, *Clinacanthus nutans*, *Coleus amboinicus*, *Garcinia cowa*, *Eleutherococcus trifolius*, *Averrhoa carambola*, *Plumbago zeylanica*, *Oenanthe stolonifera*, *Polyscias fruticosa*, *Cassia siamea*, *Houttuynia cordata*, *Averrhoa bilimbi*, *Momordica cochinchinensis*, *Pandanus odoratus*, *Piper sarmentosum*, *Tiliacora triandra*, *Passiflora edulis*, *Ocimum basilicum*, *Morinda citrifolia*。



図2. シソ科の野菜メボウキ(上)及びカミメボウキ(下)。

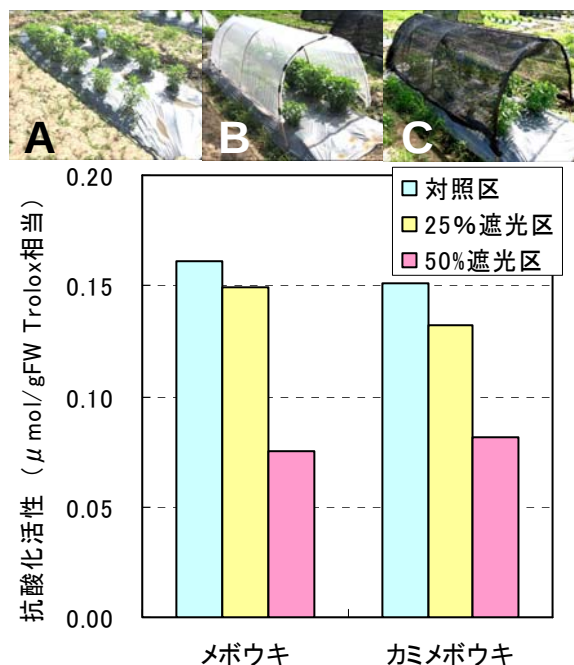


図3. 遮光処理による抗酸化活性低下。
上段:栽培試験の様子。左から対照区(A)、25%遮光区(B)、50%遮光区(C)。
下段:各処理区における抗酸化活性データの誤差範囲は、±5%以内。

[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: 2006~2008年度(2006~2011年度)

研究担当者: 中原和彦・Vorapong Tiratanakul (AVRDC)・鈴木正昭(AVRDC)・Peter Aun-Chuan Ooi (AVRDC)

発表論文等:

- 1) Tiratanakul,V., Suzuki, M. and Nakahara, K. (2006) A study of the effect of shading on antioxidant activities of basil (sacred basil and sweet basil). International conference on indigenous vegetables and legumes (Hyderabad, India)
- 2) Tiratanakul,V. (2007) Horticultural parameters controlling functionality. JIRCAS International Workshop. Functional properties and utilization of local vegetables.

21. 中国伝統のおから発酵食品から分離された枯草菌は α -グルコシダーゼ阻害活性を有するデオキシノジリマイシンを産生する					
〔要約〕中国伝統食品であるおから発酵食品から分離された枯草菌(<i>Bacillus subtilis</i> B2)の代謝物に血糖値を上昇させる働きのある酵素 α -グルコシダーゼを強く阻害する活性を確認し、その主成分はイミノ糖である 1-デオキシノジリマイシンであることを見いだした。					
所属	国際農林水産業研究センター・利用加工領域			連絡先	029 (838) 6358
専門	食品品質	対象	だいず	分類	研究

〔背景・ねらい〕

途上国等においても、健康への関心の高まりとともに、食品や農作物の健康機能性に対する要望が強まり、機能性研究・開発は食品の高付加価値化のための有力な方策となってきた。一方、中国等の多くの途上国では、多様な気候風土の下に多様な民族が生活し、固有の伝統食品が発達している。特に、中国には「医食同源」の考え方があり、古来より食事が健康を保つ有効な手段と認識されていることから、中国等の伝統食品には強力な機能性や新規機能性の存在が期待される。本研究では中国伝統のおから発酵食品の初期糖尿病の抑制に有効と推定される血糖上昇抑制作用を解析した。

〔成果の概要・特徴〕

1. 中国伝統食品であるおから発酵物が α -グルコシダーゼ阻害活性を有することを見いだした。
2. このおから発酵食品から採取された枯草菌(*Bacillus subtilis* B2)は、その培養上清中に、 α -グルコシダーゼの阻害物質を生産した（図1）。
3. この枯草菌はおから以外的大豆粉、でんぷん等でも良く生育し、特に大豆成分を含む培地では強い α -グルコシダーゼ阻害活性を示した（図2）。
4. 活性炭カラムクロマトグラフィーを用いて、5%～30%のエタノール濃度勾配により、溶出させた結果、エタノール 10%近辺で α -グルコシダーゼ阻害活性が最大となった。陽イオン交換クロマトグラフィ(CM-セファロース)でこの活性画分をさらに、分画し pH3.7 付近で最大の阻害活性画分を得た。HPLC (TSKgel amide-80, CH₃CN:H₂O)でこの活性画分を分析した結果は、標準品の 1-デオキシノジリマイシン(DNJ)と一致した(図3)。この活性画分を質量分析した結果、164 の分子イオンピークを検出し、NMR 測定では、DNJ と一致した結果を得た(図4)。
5. 以上の結果から *B. subtilis* B2 が生産する α -グルコシダーゼ阻害物質を DNJ と同定した。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 中国伝統食品の一つであるおから発酵物から検出された枯草菌 *B. subtilis* B2 は標準的な培地、でんぷん等でも生育する安定な菌であり、同時に抑制活性を産生すると想定され、他の発酵食品に応用可能であり、この枯草菌を用いて、発酵食品を製造することは、血糖上昇を抑制する抗糖尿病食品の開発につながることを期待される。

[具体的データ]

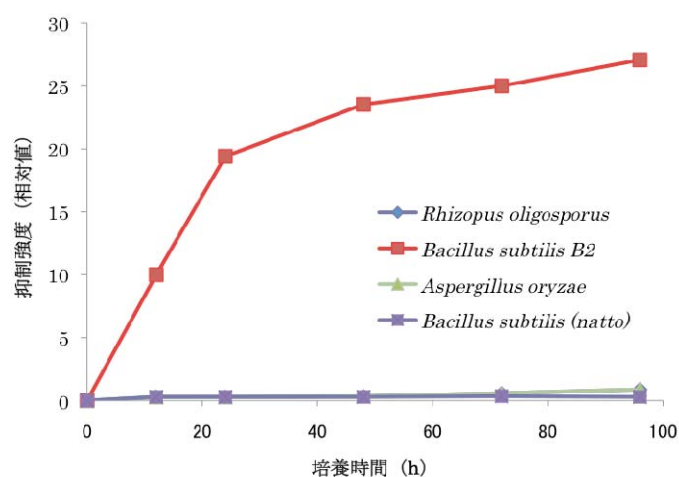


図1. 各種食用菌の培養液のグルコシダーゼ抑制活性.
各種食用菌をおから培養液で培養し、その遠心上清の抑制活性を測定した。

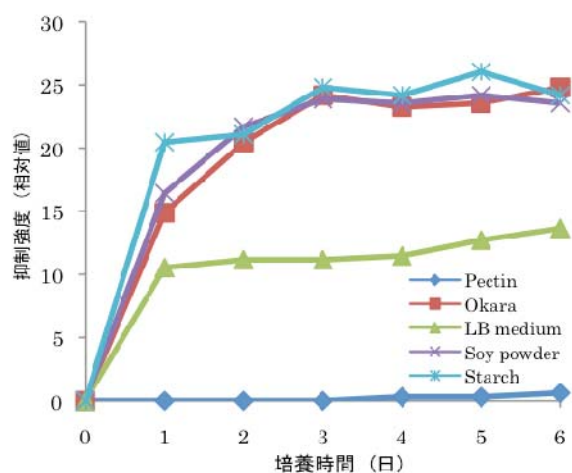


図2. 培養基質の違いによるグルコシダーゼ阻害活性の変化.

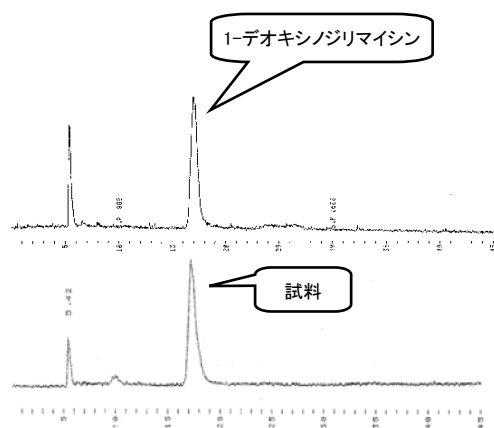


図3. HPLC クロマトグラフィー

Sample	13C	1H	J (Hz)	
78.894	3.530 t	9.3		
70.454	3.611 t	10		
69.632	3.796 m			
62.614	3.208			
60.35	3.955 dd	12.8	3.1	
	3.895 dd	12.7	5.2	
48.533	3.505 t	12.4		
	2.982 t	12.1		

DNJ	13C	1H	J (Hz)
79.008	C-3	3.515 t	9.9
70.65	C-4	3.592 t	9.9
69.837	C-2	3.782 m	
62.642	C-5	3.184 m	
60.547	C-6	3.953 dd	12.7 2.9
		3.878 dd	12.6 5.3
48.676	C-1	3.508 t	12.7
		2.959 t	12

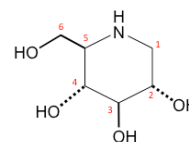


図4. NMR による分析結果 (Sample と標準品 DNJ 重水中).

[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: 2008 年度 (2006~2011 年度)

研究担当者: 八巻幸二・朱運平(中国農業大学)・吉橋忠・李里特(中国農業大学)・亀山眞由美(食品総合研究所)

発表論文等:

- 1) Yun-Ping Zhu, Li-Jun Yin, Yong-Qiang Cheng, Kohji Yamaki, Yutaka Mori, Yi-Cheng Su, Li-Te Li (2008) Effects of Sources of Carbon and Nitrogen on Production of α -glucosidase Inhibitor by a Newly Isolated Strain of *Bacillus Subtilis* B2. *Food Chemistry* 109, 734-742.
- 2) Yun-Ping Zhu, Tadashi Yoshihashi, Yutaka Mori, Lite Li, Mayumi Ohnishi-Kameyama, Kohji Yamaki (2008) Comparison of the characterization of Chinese traditionally fermented okara using various microorganisms. 第 96 回日本食品衛生学会講演要旨集, p130.

22. 早生樹と組み合わせた効率的な郷土樹種の育成

〔要約〕 郷土樹種 *Hopea odorata* はタガヤサン (*Senna siamea*) と組み合わせて植栽することで生存率・成長量ともに最も高くなり、効率的に育成することができる。早生樹と *Hopea* の成長はトレード・オフの関係であり、ユーカリやアカシアのような特に成長の早い早生樹でも適切な間伐を行い十分な光環境を確保すれば、*Hopea* を十分に育成できる。

所属	国際農林水産業研究センター・林業領域		連絡先	029 (838) 6309	
専門	森林造成	対象	早生樹・郷土樹種	分類	研究

〔背景・ねらい〕

タイの森林面積は国土面積の約33%(1,680万ha)であり、タイ政府は今後10年間でそれを40%まで回復させることを目指している。荒廃草地の緑化には早生樹が適しており、造林技術も確立されている。一方で、多様な利用価値がある郷土樹種は資源量が減少しているが、これを育成する技術は確立されていない。郷土樹種を育成する手法として、早生樹林の中に郷土樹種の苗を植栽し、早生樹を間伐(抜き切り)しながら郷土樹種を育成する「複層林施業」がある。本課題では、タイ東北部のサケラートにおいて過去に設置された複層林試験地を復元し、早生樹と郷土樹種の成長解析を通して育成方法を開発する。

〔成果の概要・特徴〕

- 当試験地では、1987年に3種の早生樹が4通りの植栽密度で植えられ、3年後にフタバガキ科の郷土樹種 *Hopea odorata* (以下 *Hopea* とする) が4m×4mで植栽された。1994年には一部の区画で本数当たり50%の間伐が行われた。2007年に再調査を行い、過去のデータを合わせ解析した。
- ユーカリ (*Eucalyptus camaldulensis*) とアカシア (*Acacia auriculiformis*) は材積成長量が8.8～11.3 m³/ha/年と比較的成長が早く、タガヤサン (*Senna siamea*) は同1.0～1.3 m³/ha/年と遅い特性がある。
- ユーカリやアカシアの樹下に植栽した *Hopea* は最初の数年間は高い生存率を維持し(図1)、早生樹による保護効果が見られるが、その後被陰され、生存率は低下する。一方、タガヤサンの樹下に植栽した *Hopea* は初期死亡率が高いが、その後は死亡する個体は少なく高い生存率を維持する。
- Hopea* はタガヤサンの樹下に植栽した区画で成長が良く、特に植栽間隔2m×8mで植えて間伐を行った区画では最大の成長量を示し、*Hopea* を単独で植栽した区画より成長量が大きくなる(図2)。
- ユーカリやアカシアの間伐区では、無間伐区に比べ *Hopea* の成長が促進され(図3)、十分な光環境を確保すれば、樹下植栽により *Hopea* を十分に育成できる。
- 早生樹と *Hopea* の成長には明瞭な負の相関が見られる(図4)。すなわち、早生樹と *Hopea* の成長はトレード・オフの関係にあり、早生樹の間伐し量を減らせば *Hopea* の成長を維持できる。
- Hopea* は早生樹と組み合わせて植えることで、生存率と生産性をあげることが可能である。同時に、早生樹を定期的に収穫することにより、郷土樹種が成長するまでの期間、造林者は現金収入を得られる。

〔成果の活用面・留意点〕

- 早生樹林を郷土樹種 *Hopea* との混交林、または *Hopea* の純林へ導くための技術として活用できる。
- アカシアやユーカリと組み合わせる場合では、間伐強度を強めるか回数を増やし早生樹の胸高断面積を低く(5 m²/ha程度)抑えることが、樹下植栽した *Hopea* の成長を維持するために必要である。
- 試験地の *Hopea* 林では雨期になると、*Hopea* と共生する食用キノコが発生する。このキノコは周辺住民の食料や、現金収入手段として非常に貴重な資源である。その他にも樹脂の利用などフタバガキ科の郷土樹種を植栽することによって得られる付加価値は大きい。

[具体的データ]

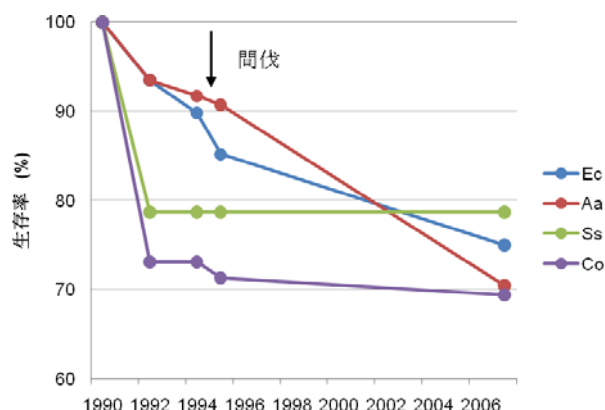


図1. 早生樹林に樹下植栽した *Hopea* の生存率の推移(早生樹の植栽間隔 $2\text{m} \times 8\text{m}$ 、間伐あり).

Ec: ユーカリ、Aa: アカシア、Ss: タガヤサン、Co: 対照区

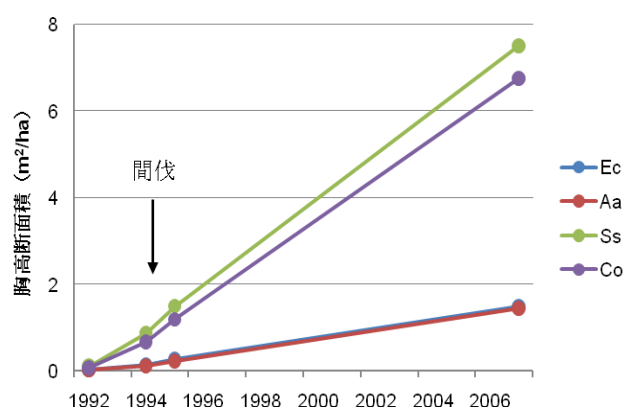


図2. 早生樹林に樹下植栽した *Hopea* の胸高断面積の推移(キャプションは図1と同じ).

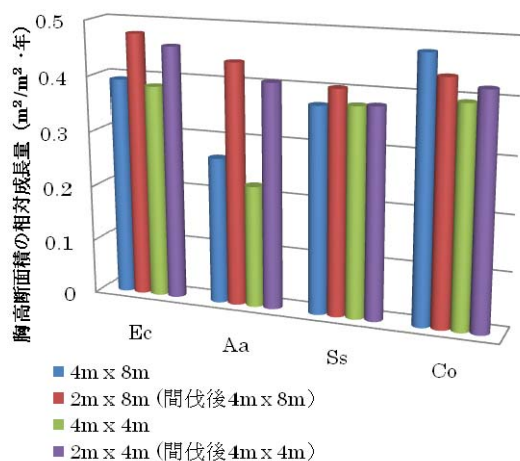


図3. 早生樹を間伐して1年後(1995年)の *Hopea* の相対成長量.

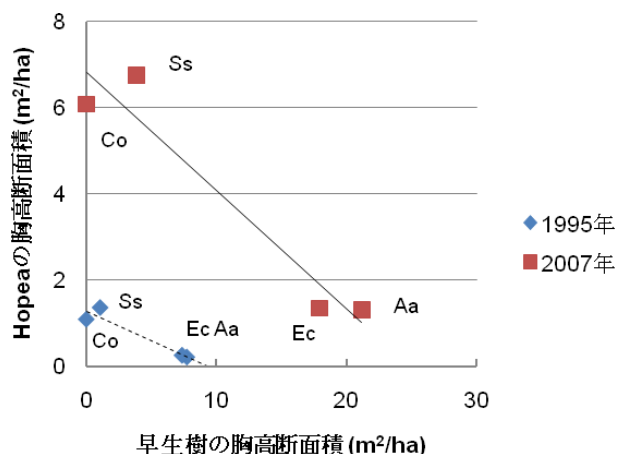


図4. 早生樹と *Hopea* の胸高断面積の関係(早生樹の植栽間隔 $2\text{m} \times 8\text{m}$ 、間伐あり).

[その他]

研究課題: 熱帯モンスーン地域における有用郷土樹種育成技術と農林複合経営技術の開発

中課題番号: A-2)-(6)

予算区分: 交付金[郷土樹種育成]

研究期間: 2008年度(2006~2010年度)

研究担当者: 酒井敦・Thiti Visaratana・Tosporn Vacharangkura(タイ王室林野局)

発表論文等:

- 1) 酒井 敦・Vacharangkura, T.・Visaratana, T.・Thai-ngam, R.・石塚森吉・田中信行 (2008) 東北タイにおいて早生樹下に植栽した郷土樹種 *Hopea odorata* の成長. 第119回日本森林学会大会学術講演集, p318.
- 2) Sakai, A., Visaratana, T., Vacharangkura, T., Chiba, Y. and Nakamura, S. (2008) Experiments of uneven-aged forest plantation combining fast-growing trees and indigenous trees in northeast Thailand. Abstracts of the Conference on Feasibility of Silviculture for Complex Stand Structure, p106.
- 3) Sakai, A., Visaratana, T., Vacharangkura, T., Thai-ngam, R., Tanaka, N., Ishizuka, M. and Nakamura, S. (2009) Effect of species and spacing of fast-growing nurse trees on growth of an indigenous tree, *Hopea odorata* Roxb., in northeast Thailand. *Forest Ecology and Management* 257, 644-652.

23. 初期生活史特性に基づくラオス在来テナガエビ *Macrobrachium yui* の種苗生産技術

〔要約〕 ラオス北部に生息し、零細農民の貴重な現金収入源である陸封型テナガエビ *M. yui* の種苗生産技術を開発した。本種は両側回遊型テナガエビ同様、浮遊幼生期を有し、孵化から浮遊幼生期まで洞窟河川内で過ごす。浮遊幼生を 3.5 ppt に調整した人工海水で飼育することにより、その多くを着底に至るまで成長させ、さらに着底後、直ちに淡水飼育に切り替えることで飼育可能である。

所属	国際農林水産業研究センター・水産領域		連絡先	029 (838) 6609	
専門	増養殖技術	対象	他のえび類	分類	研究

〔背景・ねらい〕

ラオス北部を流れるメコン川支流に生息するテナガエビ *Macrobrachium yui* は、高値で取引され、流域の零細農民の主要な現金収入源となっている。ところが近年、テナガエビの漁獲量が落ち込み、現金収入が減少している。このため、資源保全策の一つとして種苗放流や養殖生産による人工的な増殖手法が期待されている。しかし、これまでラオス国内における *M. yui* の種苗生産は成功しておらず、その生物学・生態学的特性もほとんど明らかにされていない。本種の成体は、本流から洞窟河川に遡上する性質を持つことから、幼生期にも特異的な性質が存在し、それが種苗生産技術開発の鍵となる。そこで、野外及び飼育下で生活史の特性を把握しながら種苗生産試験を行った。

〔成果の概要・特徴〕

1. 採集したテナガエビ *M. yui* をオスとメスを隔離して飼育しても受精卵を得ることができることから、交尾は採集時にすでに行われていると考えられる。そのため、メスだけを選別して種苗生産試験用に供する。
2. 採集したメスエビの抱卵は飼育下では周年行われるが、抱卵割合が最も高くなるのは 6 月～7 月・11 月～12 月の年 2 回である。
3. *M. yui* の一腹卵数及び卵の大きさは、他の陸封型テナガエビに近似する(図1)。しかし、その発生様式は両側回遊種と同様で、直達発生せず浮遊期を経て変態後、親エビと類似した形態となる(図2上下)。
4. 浮遊期を過ごす洞窟河川水の電気伝導度は高く、わずかながら塩分を含む。また、両側回遊型テナガエビの中で、本種と同様ゾエア期の短い種では 10 ppt 前後の塩分濃度で幼生が成育することから、塩分濃度 10.5, 3.5, 1.7, 0.0 ppt の 4 条件で本種の幼生飼育実験を行うと、着底までの生存率は 3.5 ppt の塩分濃度で安定して高い(図3)。
5. 着底した幼生を 3.5 ppt の塩分濃度で継続飼育すると生存率が低下するが、着底後、直ちに飼育水を淡水に交換して飼育すると、高い生存率を維持し続け、幼生期を経て稚エビにまで成長する(図2下, 図4)。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 現地では、インフラ整備が遅れているため、集約的な完全養殖は現段階では不向きである。また、粗放的完全養殖については、養殖の場となる水域の生態系構造を考慮した上で、その可否を判断すべきである。
2. ここで開発された技術は種苗放流事業への利用が考えられる。但し、種苗放流による *M. yui* の天然個体群への影響を評価した上で行われるべきである。また、どの成長段階で放流するのが効果的であるかは *M. yui* の生物学的・生態学的特性に基づいて検討する必要がある。
3. 抱卵期中に受精卵が親エビから脱落してしまう現象がしばしば観察されている。1腹からできるだけ多くの幼生を得るためには、今後、親エビ管理手法の検討も重要になる。

[具体的データ]

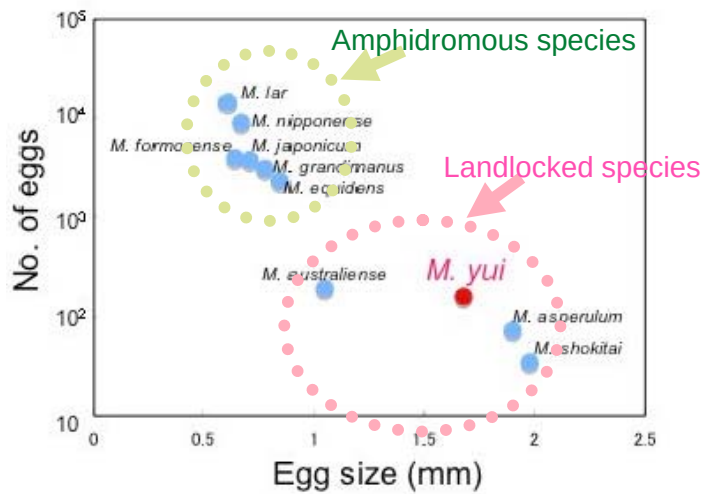


図1. テナガエビ類の卵サイズと抱卵数.

緑枠: 両側回遊種、ピンク枠: 陸封種 (Shokita, 1979) より改変

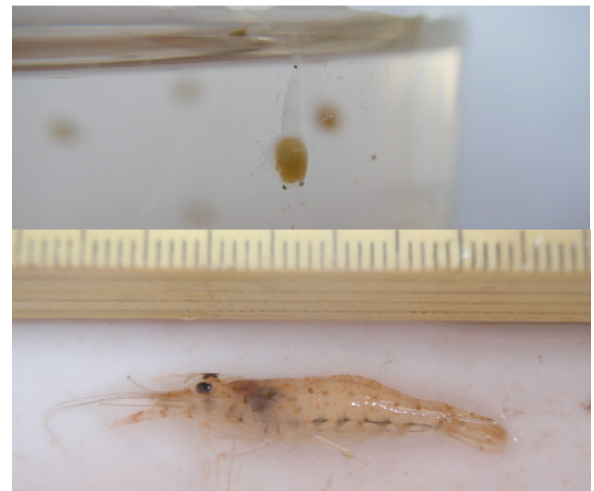


図2. 孵化直後の浮遊幼生(上)と
孵化後、180 日後の稚エビ(下).

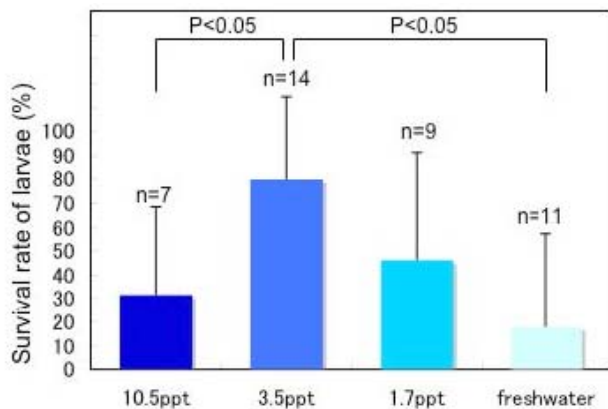


図3. 各塩分濃度飼育下における浮遊幼生.
(ゾエア)の着底に至るまでの平均生存率

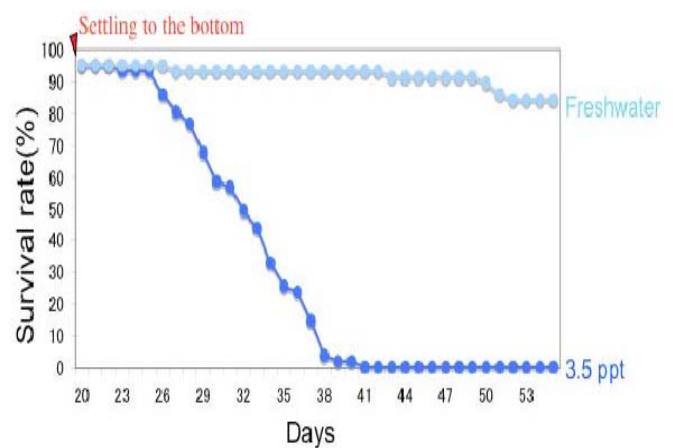


図4. 着底後、飼育水を淡水に切り替えた場合と
3.5ppt 人工海水で飼育しつづけた場合の幼生
(ポストラーバ)の生存率推移.

[その他]

研究課題: 発展途上地域に適した水産養殖技術開発

中課題番号: A-1)-(7)

予算区分: 交付金[水産養殖技術開発]

研究期間: 2008 年度 (2006~2010 年度)

研究担当者: 伊藤 明・Oulaytham Lasasimma (ラオス水生生物資源研究センター)・Pany Souliyamath (ルアンプラバン県ナルワン水産ステーション)

発表論文等:

- 1) 伊藤 明・Oulaytham Lasasimma・Pany Souliyamath・森岡伸介・北村章二 (2008) ラオス北部における在来テナガエビ *Macrobrachium spp.*の回遊パターンとそれを利用した伝統漁法. 平成 20 年度日本水産学会年会講演要旨集.
- 2) Ito, S., Lasasimma, O., Souliyamath, P., Morioka, S., Khamsivilay, L. and Kitamura, S. (2008) Study on seed production in the indigenous prawn, *Macrobrachium yui* in Northern Laos. Abstract of the 5th World Fishery Conference.

24. ラオスにおける淡水在来魚キノボリウオ亜科 2 種の集約的種苗生産

〔要 約〕 仔魚の初期餌料として有効な淡水産ワムシ(*Brachionus* sp.)の大量培養技術を導入することにより、ラオスにおいて需要の高いキノボリウオ亜科魚類のキノボリウオ(*Anabas testudineus*)およびスネークスキングラミー(*Trichogaster pectoralis*)の集約的種苗生産が可能となる。また、キノボリウオの仔稚魚期に頻発する共食いを軽減するには、大型・小型個体の選別および給餌管理が有効である。

所属	国際農林水産業研究センター・水産領域			連絡先	029 (838) 6370	
専門	増養殖技術	対象	淡水魚	分類	国際	

〔背景・ねらい〕

ラオスでは、近年の人口増加に伴う食料増産の必要性から魚類養殖が振興され、同国の養殖生産量は年々増加しつつある。しかし、養殖生産量の大半(80%以上)をティラピア等の外来魚種に依存し、これら外来種の天然水域への侵入が強く危惧されている。このため、生物の多様性の保全や持続的養殖開発の観点から、在来魚類の養殖技術開発の必要性が大きくなってきているが、これまで同国では、一部の種(*Barbonymus gonionotus* 等)を除いて、在来魚種の養殖はほとんど行われてこなかった。これは、種苗生産の対象魚種が外来種に限定され、在来種の仔稚魚の飼育と、その餌料となる小型動物プランクトンの培養に関する試験研究がほとんど行われていなかったためである。こうした背景から、本研究では、ラオスで需要の高い 2 種の在来キノボリウオ亜科魚類(キノボリウオ *Anabas testudineus* およびスネークスキングラミー *Trichogaster pectoralis*)の成熟と産卵、仔稚魚に関する生物学的知見を集積するとともに、初期餌料となる小型動物プランクトンの培養方法を考案し、現地に適した種苗生産手法を開発する。

〔成果の概要・特徴〕

1. 催熟ホルモンの筋肉注射により、上記 2 種の親魚から採卵が可能であり、計画的に受精卵が得られる。また、農業用肥料(N:P:K=15:15:15)を施した水中で培養した単細胞緑藻を餌料として淡水産ワムシ(*Brachionus* spp.)を大量培養し、これを仔魚の初期餌料とすることで、両種の集約的種苗生産が可能となる(図1)。また、キノボリウオは、水槽で飼育した親魚が 2007 年 5 月～2008 年 2 月の間に計 8 回の採卵が可能であったことと、天然稚魚の耳石日周輪による日令査定を通じた孵化日推定の結果から、人工飼育下でも天然でも年間を通じ長い繁殖期間を有するものと考えられる。
2. 両種仔稚魚の水槽内での成長と、それに伴う仔稚魚の行動変化や形態発育を調査し(図2)、種苗生産効率の向上に必要な生物学的知見を集積した。その結果、キノボリウオでは、体長 5 mm を超える頃から激しい共食いが生じる。共食いは個体間のサイズ差が約 1 mm 以上となり、また給餌量が少ない場合に特に共食いが頻発する(図3)。その軽減手法として、選別網による大型・小型個体の選別、および給餌管理(高い餌密度の維持)が有効である。

〔成果の活用面・留意点〕

1. キノボリウオおよびスネークスキングラミーは、両種とも空気呼吸魚であるため、飼育水への人為的な酸素供給を行う必要がなく、また高密度での養殖が可能であることから、大規模な池等を有さない小規模養殖業者への普及に適している。
2. キノボリウオは長期間の繁殖ポテンシャルを有するが、仔稚魚の育成には最低 22 度以上の水温が必要であるため、ラオス中部における本種の種苗生産が可能な時期は、5～10 月と考えられる。
3. キノボリウオは肉食魚でありタンパク質要求量が高く、養殖の際に餌料コストが大きくなることが予想されるため、安価な養殖用餌料の開発が将来的に必要である。一方、スネークスキングラミーは雑食性であることから、餌料コストを抑えることが可能であり、また共食いも生じないため、キノボリウオよりも小規模養殖業者への普及に適している。

〔具体的データ〕

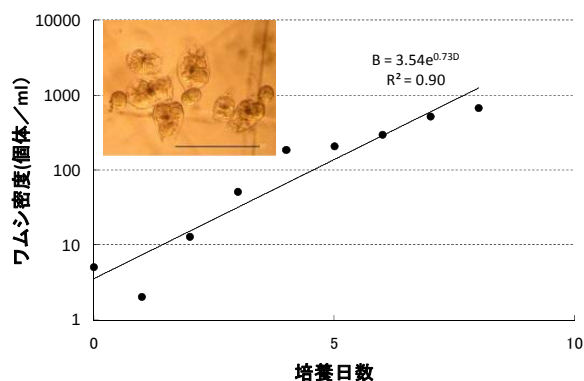


図1. 大量培養された淡水産ワムシ *Brachionus* sp.(写真、scale bar: 0.5 mm)とその増殖パターン (Morioka et al. 2009a を改変)。

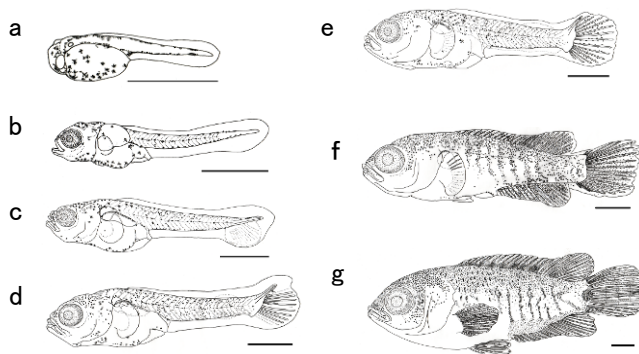


図2. 孵化後 0 日(a), 2 日(b), 5 日(c), 7 日(d), 11 日(e), 16 日(f)および 35 日(g)のキノボリウオ仔稚魚 (Morioka et al. 2009b を改変) (scale bar: 1mm)。

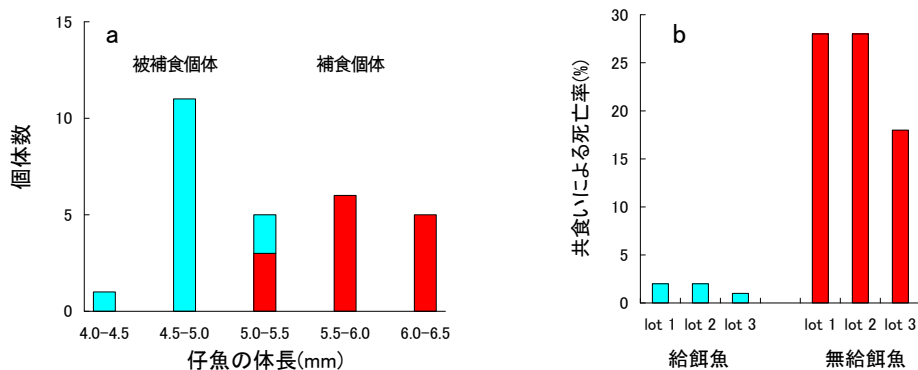


図3. 共食い開始期(孵化後12日目, 平均体長 5.2 ± 0.6 mm)の補食・被補食個体の体長差(a)と, 給餌・無給餌条件下での共食い発生率の差(b) (Morioka et al., 2009a を改変)。

〔その他〕

研究課題: 発展途上地域に適した水産養殖技術開発

中課題番号: A-1)-(7)

予算区分: 交付金〔水産養殖技術開発〕

研究期間: 2008 年度(2006～2010 年度)

研究担当者: 森岡伸介・Bounsong Vongvichith・Latsamy Phounvisouk (ラオス水生生物資源研究センター)

発表論文等:

- 1) Morioka, S., Sakiyama, K. Ito, S. and Vongvichith, B. (2009) Technical report and manual of seed production of the climbing perch *Anabas testudineus*. JIRCAS Working Report. 61,1-27
- 2) Morioka, S., Ito, S. Kitamura, S. and Vongvichith, B. (2009) Growth and morphological development of laboratory-reared larval and juvenile climbing perch *Anabas testudineus*. Ichthyol. Res. 56. (in press)
- 3) Morioka, S., Phounvisouk, L., Vongvichith, B., Ito, S. and Kitamura, S. (2009) Prolonged breeding potential of the climbing perch *Anabas testudineus* observed in Laos. Proceedings of the 5th World Fisheries Congress. (in press)

25. メコンデルタ地域におけるキングマンダリン生育初期のグリーンング病感染率低減技術					
〔要約〕 メコンデルタ地域においてキングマンダリンを定植する場合、定植10日前にネオニコチノイド系薬剤を苗の株元に灌注処理し、グリーンング病を媒介するミカンキジラミが低密度となる雨季後半から乾季前半に定植すると、生育初期の感染率を低減できる。					
所属	国際農林水産業研究センター・熱帯・島嶼研究拠点		連絡先	0980 (82) 2308	
専門	作物病害・作物害虫	対象	かんきつ類	分類	国際

〔背景・ねらい〕

カンキツのグリーンング病(以下 HLB という)は、ミカンキジラミにより伝搬される細菌 *Candidatus Liberibacter asiaticus* により引き起こされる。HLB の激発地であるベトナムのメコンデルタ地域では、気温の季節変化が小さく、一年を通して生長が旺盛な気候を活かしたカンキツ生産が盛んである。しかし、カンキツ樹は生育初期に HLB に感染すると早期に衰弱するため、果樹園の経済栽培年限を延ばすためには、生育初期の防除が重要である。同地域の生育初期防除の主体は、無病苗の利用とネオニコチノイド系殺虫剤の定植2か月目からの株元灌注処理による媒介虫の防除であるが、媒介虫の発生量の季節変動や、定植直後の感染について考慮されていない。

そこで、媒介虫密度変動による感染リスクの季節変動とネオニコチノイド系殺虫剤の作用特性を活かした施用方法に基づく、メコンデルタ地域でのキングマンダリン栽培における生育初期の HLB 防除指針を示す。

〔成果の概要・特徴〕

1. メコンデルタ地域の5カ所の無防除のキングマンダリン園では、ミカンキジラミの密度(匹/樹)は乾季の後半から雨季前半に高まる一年一山型の季節変動を示しながら、樹の成長とともに増加する。一方、HLB 罹病樹率はミカンキジラミ密度が高い時期から3～5ヶ月程遅れて上昇し、それ以外の時期はほとんど上昇しない。従って、潜伏期間を考慮すると、HLB 感染リスクは虫の密度が高まる乾季の後半から雨季前半に高く、雨季後半から乾季前半は低いと考えられる(図1)。
2. ネオニコチノイド系殺虫剤は、施用10日後から有効成分が植物全体に浸透移行して殺虫効果を現し、その後2ヶ月間は効果が持続する(図2)。定植の10日前に施用することで定植直後の感染を抑制でき、感染リスクが高い乾季後半の定植でも、慣行の防除と比較して初年目の発病率を半減できる(図3)。
3. 11月(雨季後半から乾季前半)のミカンキジラミ密度が低い時期に定植することで、無防除でも植え付け後1年間の感染を低減でき、薬剤の施用と合わせることでより高い防除効果が得られる(図3)。
4. 以上から、メコンデルタ地域のキングマンダリン栽培における HLB 初期防除の指針として、以下の3つを組み合わせた防除法が有効である(図4)。
 - 1) 生育初期感染を抑えるため、無病苗の定植をミカンキジラミの密度が低い雨季後半から乾季前半に行う。
 - 2) 定植直後から薬効が得られるよう、定植10日前にネオニコチノイド系殺虫剤(成分:イミダクロプリド 10%) 50倍液 50 ml を株元灌注処理する。
 - 3) 定植後は、定植後2ヶ月おきに同剤施用を行う。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 本成果をマニュアルとして普及組織等を通じて普及することでメコンデルタ地域のキングマンダリン栽培においてグリーンング病の初期防除を改善する。
2. ベトナムの他の地域、他のカンキツ類に活用するためには、媒介虫の個体群動態、薬剤の作用特性が異なる可能性があるので別途検討する必要がある。

[具体的データ]

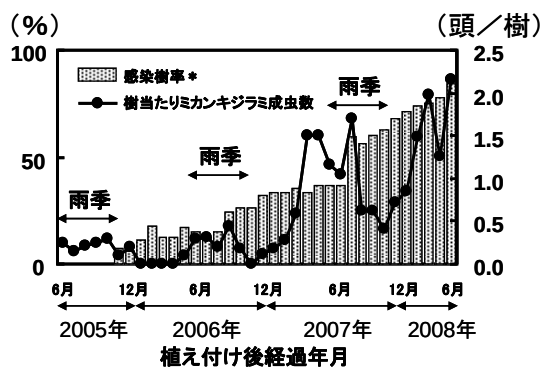


図1 新植キングマンダリン園におけるミカンキジラミ成虫寄生数の変動と感染樹率上昇との関係

* 感染樹率=PCR陽性樹数×100/調査樹数、ミカンキジラミ成虫数は、全木見取り調査による。いずれも、5園場(合計666樹、ただし、途中枯損有り。)の調査の平均値。

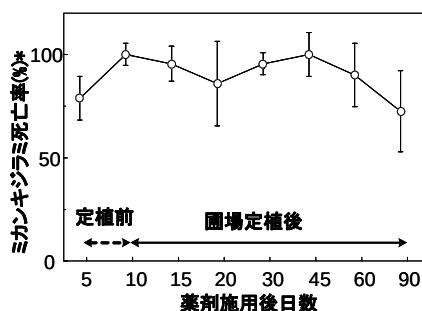


図2 定植10日前にイミダクロプリドを株元灌注処理したキングマンダリン苗上でのミカンキジラミの死亡率*

横破線は網室内、横実線は圃場での生育期間を示す。エラーバーは標準誤差を示す。

* Abbottの式による補正死亡率。

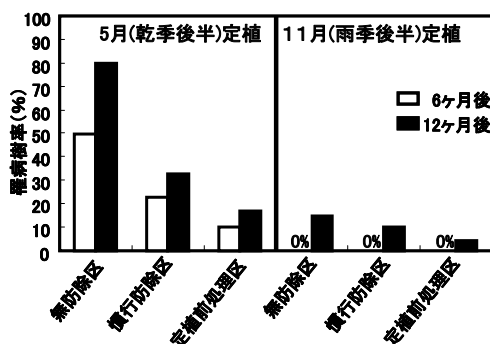


図3 植え付け時期とネオニコチノイド系殺虫剤施用方法の違いがキングマンダリンの生育初期のグリーンング病罹病樹率に及ぼす影響

慣行防除区: 定植2ヶ月後から2ヶ月おきにイミダクロプリドを株元灌注処理

定植前処理区: 定植10日前及び定植2ヶ月後から2ヶ月おきにイミダクロプリドを株元灌注処理

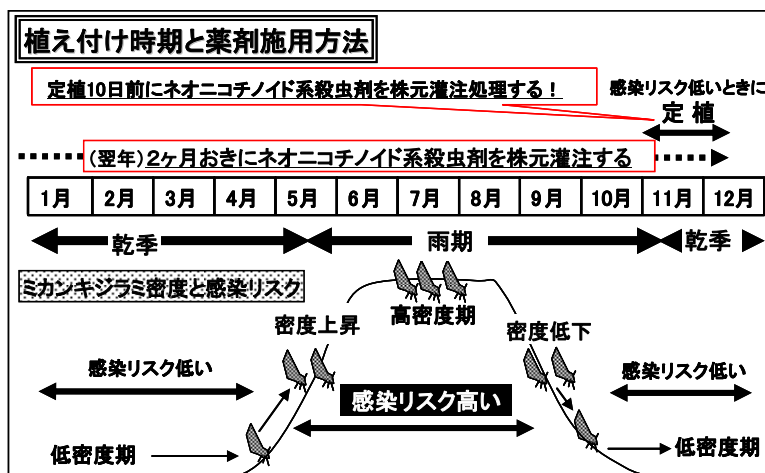


図4 グリーニング病感染リスクの季節変動を考慮した定植時期と薬剤施用による生育初期感染率低減技術

[その他]

研究課題: 激発地におけるカンキツグリーンング病管理技術の開発

中課題番号: A-3)-(4)

予算区分: 交付金[グリーンング病]

研究期間: 2008年度(2006～2011年度)

研究担当者: 市瀬克也・Do Hong Tuan(ベトナム南部果樹研究所)