

開発途上国における高付加価値農業実現に向けての海外直接投資と食品製造業の役割

〔要約〕 アジア地域においては野菜・果樹や畜産等の付加価値の高い部門の生産が拡大するとともに、外国企業を中心とする食品製造業と農家との間で生産や販売に関する契約関係(垂直統合)が進展している。各国の農業付加価値の違いを統計的に分析した結果、農業生産における野菜・果樹の比率と食品製造業の付加価値が農業の付加価値向上に寄与することが解明された。また、外資比率の高い企業との契約農家は集荷業者に販売する非契約農家よりも高い労働生産性と土地生産性を持っていることが確認された。

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) 6304		
専門	開発経済	対象	外資導入政策	分類	研究

[背景・ねらい]

農業生産の穀物部門から野菜・果樹等への多様化と海外直接投資に牽引される食品製造業の発展が農業の高付加価値化に貢献することを国別データによって分析するとともに、その結果を現地調査データによって補完する。この現地調査においては、契約農家を契約企業の外資比率によって「外資比率の高い企業との契約農家」、「外資比率の低い契約農家」と区分し、海外直接投資(FDI)の役割を評価するところに新規性がある。

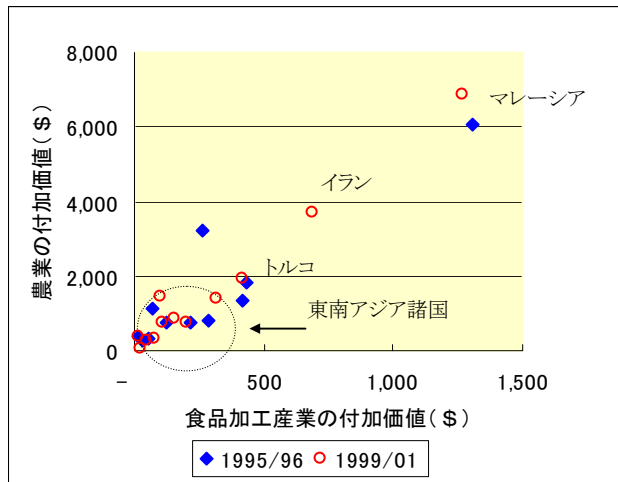
[成果の概要・特徴]

1. 国別データによる統計分析として、農業従事者1人当たりの付加価値と耕地に占める野菜・果樹面積比率、農業従事者1人当たりの耕地面積、農業従事者1人当たりの食品製造業の付加価値、灌漑率、国民1人当たりのGDP(国内総生産)の関係を分析した。このうち、農業従事者1人当たりでみた食品製造業付加価値と農業付加価値の関係を図1に示す。この結果、農業生産の多様化と食品製造業の発展は農業の高付加価値化に貢献することが解明された。(ここでの重回帰分析の対象国はアジア14か国、中南米13か国、アフリカ14か国、計41か国であり、1995/96年と1999/2000/2001年の双方にデータ入手可能な国があるためサンプル数は68である。)
2. 中国山東省におけるケーススタディとして、ネギ、リンゴ、鶏肉に関する契約農業を実施する企業を調査するとともに、契約農家と非契約農家の所得調査を実施した。なお、ここでの「契約」とは、一定の品質を満たした農産物を企業が事前の契約価格で買い取るというものである。
3. その結果、契約農家には、講習会や技術者の巡回を通じて企業から生産技術が移転されるとともに、優良な農薬や肥料の割安価格による提供などの便宜が図られていることが解明された。
4. 農家類型間での生産性を比較した結果、とくに外資比率の高い企業との契約農家は非契約農家と比べて高い労働生産性と土地生産性を示しており(図2参照)、食品の品質や安全性向上を通じて得られた企業の付加価値(利益)の一部が契約農家に還元されていることが解明された。
5. どの農家類型においても平均作付規模は1ha未満である。また、契約農業への参加の有無と農家の作付規模や学歴の相関をみても有意な関係がみられなかった。したがって、契約農業への参加において小農民への障壁は無いと考えられる。

[成果の活用面・留意点]

当研究成果は、開発途上国の食品製造業部門における外資導入の可否を決定するに際し、農業への影響から見た参考情報を提供する。

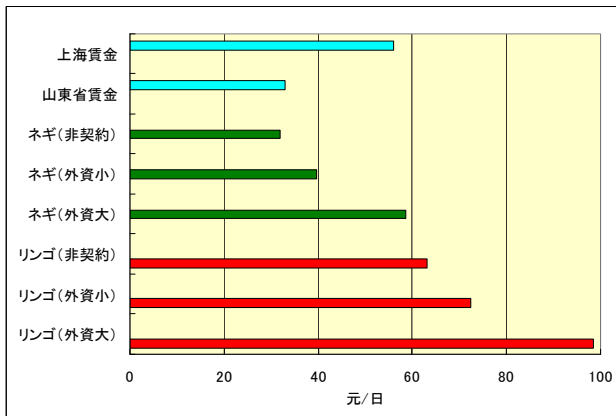
[具体的データ]



- 1) データは FAO:FAOSTAT, World Bank:WDI, UNIDO:Industrial Statistics による。
- 2) マレーシアは中進国レベルの所得水準であり、農業への過剰就業がかなり解消されているため、他の途上国と比較して農業、食品加工産業ともに高付加価値である。

図1 アジアにおける食品加工産業と農業の付加価値(農業従事者1人当たり)

(a) 労働生産性



(b) 土地生産性

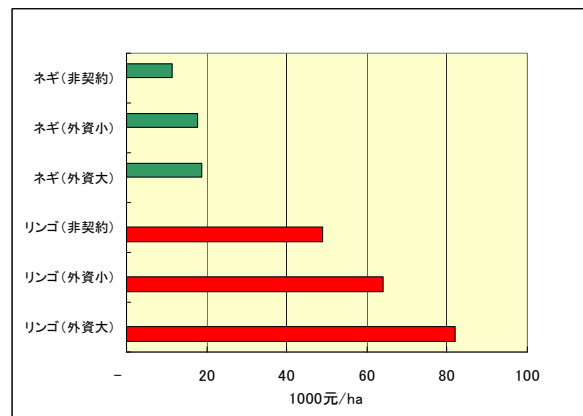


図2 農家類型別にみた労働生産性と土地生産性の比較 (中国山東省:調査は2004年)

- 1) 鶏肉の労働生産性は、それぞれ675(外資大)、286(外資小)、62(非契約)元/日である。
- 2) 外資大:外資比率の相対的に大きい企業との契約農家、外資小:外資比率の相対的に小さい企業との契約農家、非契約:契約農業に参加していない農家。

[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)

予算区分:交付金[アジア経済統合]

研究期間:2006年度(2006~2011年度)

研究担当者:多田稔・胡定寰(中国農業科学院)・宮田幸子(IFPRI)

発表論文等:

- 1) 多田稔・胡定寰・宮田幸子(2006):中国における契約農業の収益性ー山東省における青果物のケーススタディー. 日本農業経済学会論文集, 227-231.
- 2) Tada M. (2007): Possibility of Foreign Direct Investment and Vertical Coordination toward High Value Agriculture in Asia. JIRCAS Working Report, No.52..

モンゴルの首都近郊における酪農の経営向上に関する要因					
〔要約〕					
首都ウランバートル近郊の集約的酪農世帯は、現状では純利益をあげている。搾乳牛一頭当りの乳量増加要因としては、濃厚飼料給与の増加と経営規模が大きいことが、また純利益率増加要因としては年間平均牛乳出荷価格の高いことと経営規模が大きいことが寄与している。					
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) 6346
専門	開発経済	対象	乳用牛	分類	研究

[背景・ねらい]

モンゴル国では、現在でも遊牧による牧畜業が経済の柱となっているが、近年、1999/2000年から2001/2002年の3連続冬春期に半世紀ぶりの記録的な雪寒害(ゾド)に見舞われたことを背景に、遊牧をやめて都市近郊地帯に定住し、集約的畜産(特に酪農)を行う動きが見られている。また、政府も集約的畜産を政策的に推進している。

農耕に適さない気象条件から、自然草地を季節的に移動する遊牧経営が適しているとされてきたモンゴル国において、近年急増している飼料生産・購入を伴う定住・半定住型の集約的畜産が、経営的に成り立っているのか、また、どのような経営が優れているのかを検証し、政府の政策に反映させる必要に迫られている。

このため、酪農家の実態調査を実施し、酪農世帯の経営に関するデータを使用して、酪農世帯の経営分析を行った。

[成果の概要・特徴]

- 酪農がもっとも盛んであるウランバートル市の2地域(ガチョールト地区、ジャルガラント地区)及びウランバートル市を囲むトゥブ県の1地域(バトスベル地区)において、母集団117酪農世帯から無作為に抽出した合計30酪農世帯を分析対象とした。酪農世帯の平均搾乳頭数は13.3頭(最低8頭、最高40頭)、一頭当り年間搾乳量は2085リットル(最低1141リットル、最高3660リットル)である(図1、図2)。
- 分析対象酪農世帯は、平均で233万トゥグリグ(約23万円)の年間酪農売上純利益(酪農売上高－酪農生産費)をあげており、その酪農売上純利益率(酪農純利益÷酪農売上高)は25.4%であった。
- 重回帰分析の結果、酪農経営向上の要因としては、「搾乳牛一頭当り年間牛乳出荷量」の増加には、「搾乳牛一頭当りの濃厚飼料を増加させること」及び「経営規模が大きいこと(搾乳牛15頭以上)」が有意に寄与し(表1)、「酪農売上純利益率」を高めるためには、「年間平均牛乳出荷価格が高いこと」及び「経営規模が大きいこと(搾乳牛15頭以上)」が有意に寄与する(表2)。

[成果の活用面・留意点]

現状では、酪農経営は純利益をあげているが、酪農世帯が更に増加してくる中で、コムギ自給率の低いモンゴル国では、濃厚飼料の大部分を占めるフスマの供給には限界があり飼料価格の高騰が懸念される。

[具体的データ]

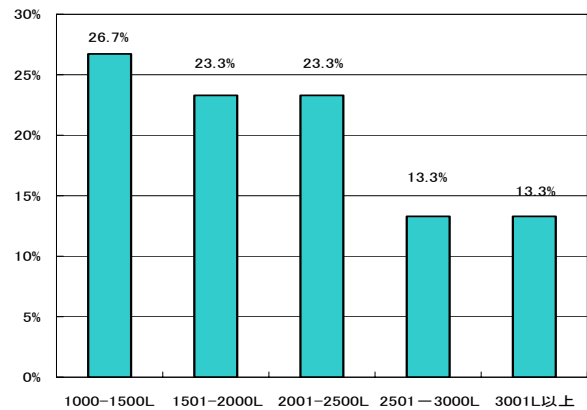
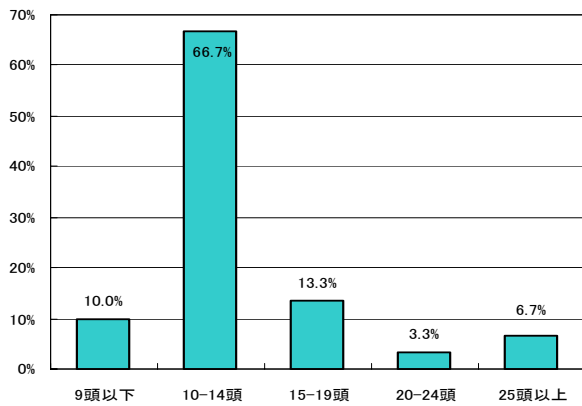


図1 分析対象世帯の搾乳頭数別割合

図2 分析対象世帯の一頭当り搾乳量別割合

表1 搾乳牛一頭当り年間牛乳出荷量の規定要因

記号	目的変数 (Y)	搾乳牛一頭当り年間牛乳出荷量	
	説明変数	推定値	t 値
A	定数項	0.757*	1.734
L/V	搾乳牛一頭当り労働力	0.104	0.928
E/V	搾乳牛一頭当り濃厚飼料	0.421***	3.597
D1	ダミー変数：牧地の移動有り	0.458	1.473
D2	ダミー変数：1999年以前から酪農経営	0.452	1.415
D3	ダミー変数：搾乳頭数15頭以上	1.110***	3.309
R ²	補正済決定係数	0.617	

V=搾乳頭数、L=労働力、E=濃厚飼料使用量

注：***、*はそれぞれ 1%水準、10%水準で有意であることを示す。

表2 酪農売上純利益率の規定要因

記号	目的変数 (Y)	酪農家純利益率	
	説明変数	推定値	t 値
A	定数項	-11.635*	-2.010
E/V	搾乳牛一頭当り濃厚飼料	0.978	1.627
P	年間平均牛乳出荷価格	3.267*	1.902
D3	ダミー変数：搾乳頭数15頭以上	4.091*	2.023
R ²	補正済決定係数	0.194	

注：*は 10%水準で有意であることを示す。

[その他]

研究課題：モンゴル等の乾燥・半乾燥地域における持続可能な定住型畜産の社会経済的存立基盤の解明
中課題番号：

予算区分：交付金〔基盤／定住型畜産〕

研究期間：(2004～2005年度)

研究担当者：小宮山博

発表論文等：

- 1) 小宮山博 (2005)：モンゴル国酪農家実態調査及び牛乳・乳製品消費状況調査の分析. 2005 年度統計関連学会連合大会講演報告集, 396-397.
- 2) 小宮山博 (2005)：モンゴル国における酪農の課題. 2005 年度日本国際地域開発学会春季大会プログラム・講演要旨, 30-31.

アジア開発途上地域の農業技術開発目標の重要度					
〔要約〕 <u>アジア開発途上地域の農業研究者、普及職員及び農家の間には、農業技術の開発目標の重要度や、技術開発目標の達成により期待される効果の認識に差がある。特に農業経営・技術普及に関する研究については、<u>貧困解消への寄与</u>が農家から期待されており、この分野の研究成果を農業技術政策へ反映させる努力が、<u>研究開発への信頼醸成</u>のために重要である。</u>					
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)6347	
専門	開発経済	対象	技術政策	分類	行政

[背景・ねらい]

研究資源が逼迫している開発途上国で効率的な技術開発を実施するには、技術開発目標の重要度を適切に評価することが必要である。このため、アジア開発途上地域8ヶ国(バングラデシュ、インド、インドネシア、ラオス、ミャンマー、スリランカ、タイ、ベトナム)を対象として、域内の共通性の高い技術開発目標 15 項目を選定し、259 名を対象としてアンケート調査を実施した。回答者の選定は、各国の調査協力者が行ったが、研究者だけでなく、技術政策に関与する行政機関の担当者、農家等が含まれるよう配慮した。調査には、科学技術予測調査(文部科学省)の手法を応用し、技術開発目標の重要度、期待される効果等を測定した。なお、15 項目の選定に際しては、各国で実施された農村調査、統計分析、既存の研究成果の分析等に基づいて提案された農業技術開発目標の中から、二カ国以上から同様の提案があることを基準とした。

[成果の概要・特徴]

1. 農業技術開発目標として「在来資源を利用した土壌肥沃度向上」、「病虫害や雑草との競合に対する耐性が高い新品種」、「収益性を向上させるための低投入型技術」といった労働集約的な技術開発が高い重要度を得た。一方、農村における過剰な労働力の存在を反映し、労働節約的(=資本使用的)な技術開発は、重要度が低いとの評価を得た(表1)。
2. 技術開発の重要度を表す重要度指数が 80 を超えた 6 項目の技術開発目標のうち、「病虫害や雑草との競合に対する耐性が高い新品種」は、技術開発が貧困解消、中長期的な経済発展及び環境問題の解決に結びつくことが高く期待されている。「在来資源を利用した土壌肥沃度向上」、「畑作地帯における土壌浸食防止技術」は、環境問題への寄与が期待されているが、経済発展に結びつくことを期待する者は少ない。一方、「農産物の需要を増大させる食品・飼料加工技術」、「高温・乾燥等の条件下で安定した収量をあげる新品種」、「収益性を向上させるための低投入型技術」は、貧困解消及び中長期的な経済発展への効果が強く期待されているが、環境問題への効果を期待する者は少ない(表1)。
3. 回答者のうち、「高温・乾燥等の条件下で安定した収量をあげる新品種」が環境問題に寄与すると考える者の割合は、研究者では高いが、普及職員、農家では低い。本技術を実用に関与する努力が、普及職員、農家の技術開発に対する信頼を得るために必要である(図1)。
4. 「低投入型技術の開発」が環境問題に寄与すると考える者の割合は、研究者では高いが、農家では低い。このことは、資材の過剰な使用に対する農家の認識が十分でないことを示唆している(図1)。
5. 研究者は「経営の現況、新技術の普及動向の把握」に農家よりも高い重要度を与えた。一方、当該分野の研究の実施が貧困解消に寄与すると考えている農家の割合は研究者よりも高く、この分野の研究推進を農業技術政策に反映させ、貧困解消の実現に貢献することが求められている(図1)。

[成果の活用面・留意点]

研究実施国の技術開発政策立案に使用される。各国の経済発展段階には差があるが、アジア諸国は急速な経済成長を続けており、開発の進展に伴い、技術の重要度も変化し得ることに留意する必要がある。

[具体的データ]

表1 農業技術開発目標の重要度指数*と期待される効果** (全回答者 259 名***の集計)

技術開発目標****	重要度指数	貧困解消	中長期的な経済発展	環境問題解決
1.在来資源を利用した経済性の高い土壌肥沃度向上技術の開発	88	B	C	A
2.病虫害や雑草との競合に対する耐性が高い新品種の開発	88	A	A	A
3.農産物の需要を増大させる食品・飼料加工技術の開発	82	B	A	D
4.高温・乾燥等の条件下で安定した収量をあげる新品種開発	81	B	B	D
5.収益性を向上させるための低投入型技術の開発	80	B	B	C
6.畑作地帯における土壌浸食防止技術の開発	80	C	C	A
7.農家調査による農家経営の現況、新技術の普及動向の把握	78	B	A	D
8.農民が入手可能な安価な農業機械の開発	78	B	A	D
9.経済効率性の高い防除技術の開発	78	C	B	A
10.輸出農産物の品質基準を満たすための品質向上技術の開発	75	D	B	A
11.水田で畑作物の栽培を可能とする水管理技術の開発	74	C	B	B
12.食品・飼料以外の新たな農産物の加工技術の開発	70	C	B	B
13.労働生産性の高い混作技術の開発	69	A	B	D
14.消費者の嗜好変化に基づく農産物需要動向の予測	67	D	A	D
15.労働節約型栽培技術の開発	63	C	A	D

* 重要度指数 = (当該課題の重要度が「高い」と回答した者の数 × 100 + 「普通」と回答した者の数 × 50 + 「低い」と回答した者の数 × 25 + 「不要」と回答した者の数 × 0) ÷ (「不明」と回答した者を除く重要度総回答者数)

** A: 技術開発により各効果が実現すると回答した者の割合が 80%以上、B: 65~79%、C: 50~64%、D: 50%未満

*** 研究者 107 名、普及職員 36 名、教育者 29 名、農家 27 名、政策立案者 27 名、研究管理者 18 名、その他 15 名

**** 太字は重要度指数が 80%以上の技術開発目標

高温・乾燥耐性新品種(上記 4.)

低投入型技術の開発(上記 5.)

経営、普及動向把握(上記 7.)

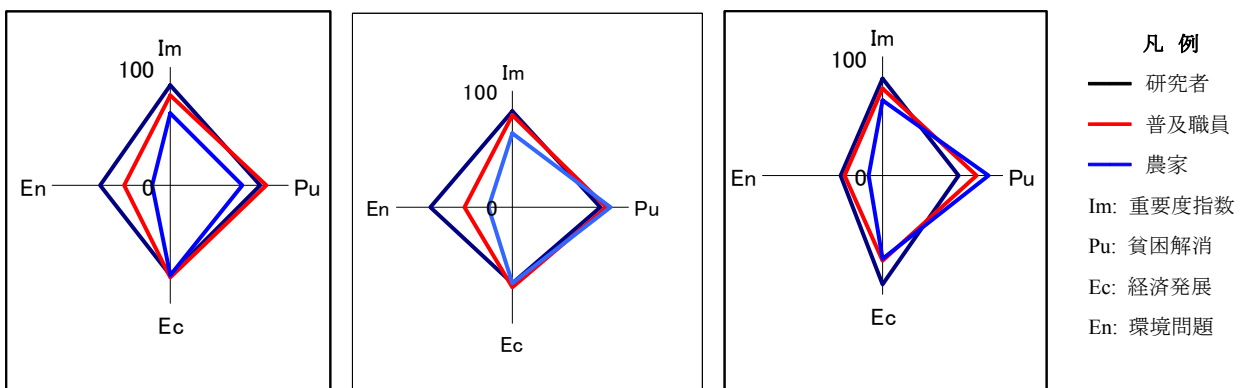


図1 回答者の属性と技術開発に対する認識

[その他]

研究課題: 多様な農業の推進のための技術課題に関する社会経済的研究

中課題番号:

予算区分: 交付金[多様な農業]

研究期間: 2005 年度 (2003~2005 年度)

研究担当者: 杉野智英

発表論文等:

- 1) Tomohide Sugino (2006): Prioritization of technological development goals for poverty alleviation through sustainable and diversified agriculture, Asia-Pacific development journal, 13(2), pp.25-55

活性型に変換した転写因子の遺伝子 *DREB2A* を用いた乾燥・高温ストレス耐性植物の作出技術の開発

[要約] 植物の乾燥と高温の両方のストレス耐性の獲得に働く遺伝子群を制御する転写因子遺伝子の活性化に成功した。この活性化した遺伝子を導入した植物では、乾燥や高温ストレス時に機能する複数の耐性遺伝子が強く働くようになり、乾燥ストレスにも高温ストレスにも高いレベルの耐性を示した。地球温暖化等の環境劣化に対応した作物の分子育種への応用が期待される。

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) 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]

地球温暖化等により世界的規模の環境劣化や異常気象が問題になっており、環境ストレス耐性植物の開発は農業問題からも環境問題からも重要な課題となっている。本課題では、乾燥、塩害、急激な温度変化といった環境ストレスに対して耐性な植物の分子育種を目指して、転写因子遺伝子である *DREB2A* に関する研究を行っている。*DREB2A* は環境ストレスに対する耐性の獲得機構で働く転写因子であり、一度に多数の耐性遺伝子を制御することから重要な有用遺伝子と考えられる。しかし、*DREB2A* は、植物の中で合成されてもそのままでは機能しないことが示されている。そこで、*DREB2A* の活性化の機構を明らかにし、活性化した *DREB2A* を有用遺伝子として用いて、環境ストレス耐性植物の作出技術を開発する。また、*DREB2A* が制御する耐性遺伝子群の同定を試みる。

[成果の概要・特徴]

1. 乾燥ストレスによる遺伝子発現を制御するシロイヌナズナの転写因子 *DREB2A* は、植物の中で合成されてもそのままでは機能しないことが形質転換体を用いて示された。
2. プロトプラストを用いたトランジェント発現系でドメイン解析を行い、*DREB2A* タンパク質の中央部に、このタンパク質の活性化を抑える働きを持つ領域があることを明らかにした。
3. GFP タンパク質と *DREB2A* の融合タンパク質を導入した形質転換体を用いた解析により、植物中で合成されたままの *DREB2A* タンパク質は、その活性化を抑制する領域の作用により、速やかに分解されてしまうために機能しないことを突き止めた。
4. この活性化を抑制する領域を削り取って活性型に改変した *DREB2A* を植物に導入すると、植物は乾燥ストレスに対して高いレベルの耐性を示した(図1)。さらに、高温ストレスにも高い耐性を持つことが明らかにされた(図2)。
5. マイクロアレイ解析法でゲノム全体の遺伝子の働きを調べると、この植物中では多数の乾燥ストレス耐性遺伝子のほか、ヒートショックタンパク質等の高温ストレス耐性遺伝子も強い働きを示すよう変化していた。これらの耐性遺伝子の働きで乾燥と高温の両方のストレス耐性が向上したと考えられた。
6. シロイヌナズナの *dre2a* 破壊株を用いて、マイクロアレイで同定された乾燥や高温ストレス耐性遺伝子の発現を定量PCR法で解析すると多くのストレス耐性遺伝子の発現が減少していた。また、これらの遺伝子のプロモーターには *DREB2A* の結合配列である DRE が存在することから、転写因子である *DREB2A* の直接の標的遺伝子と考えられた。

[成果の活用面・留意点]

1. 活性型 *DREB2A* 遺伝子は、地球温暖化に対応した作物の開発のための有力な遺伝子として利用できると期待される。
2. *DREB2A* の相同遺伝子はイネ等の単子葉植物も含めた多岐にわたる作物種に存在していることから、種々の作物で乾燥と高温の両方に耐性な作物の開発に利用できると考えられる。

1. [具体的データ]

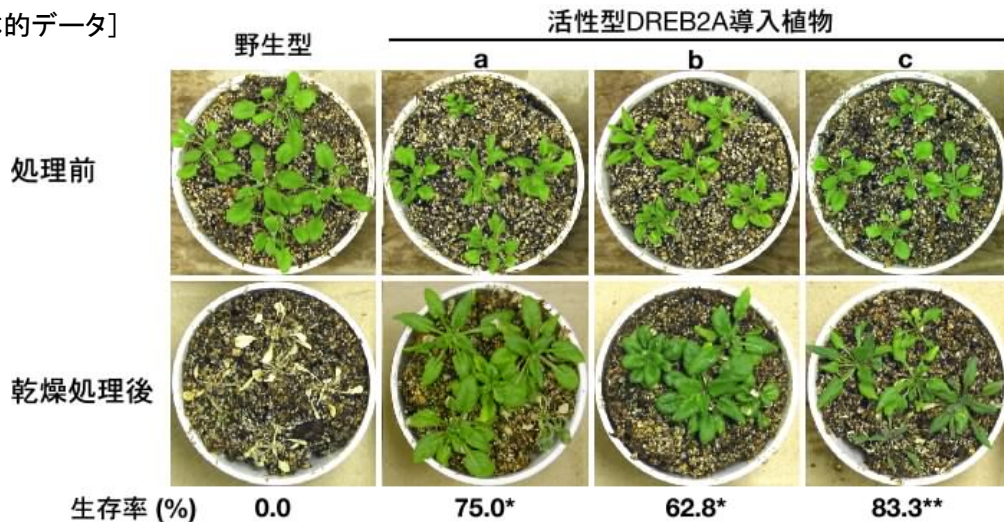


図1 活性型 DREB2A を導入したシロイヌナズナの乾燥ストレス耐性。2週間の灌水停止で野生型植物は全て枯れてしまう。このような過酷な乾燥条件でも、活性型 DREB2A を導入した形質転換植物(3種のライン)では多くが生き残った(Sakuma et al. 2006a 参照)。

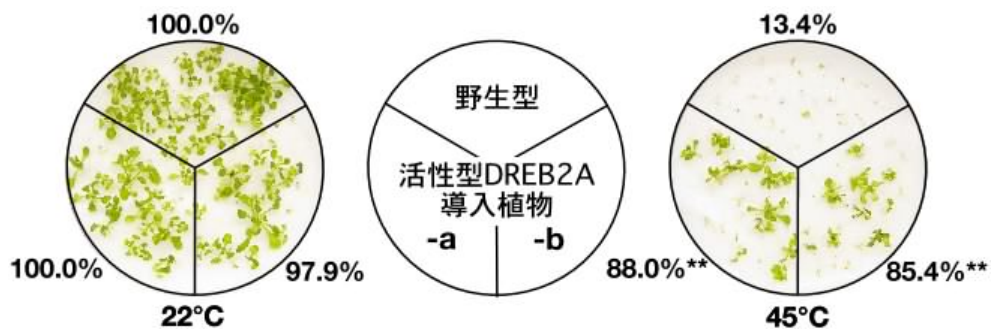


図2 活性型 DREB2A を導入したシロイヌナズナの高温ストレス耐性。発芽後1週間目の幼植物を45°Cで処理すると生存率はわずか 13%であったが、活性型 DREB2A を導入した形質転換植物(2種のライン)では生存率が 80%以上に向上した(Sakuma et al. 2006b 参照)。

[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・形態生理]、受託[農水省]等

研究期間：2006年度（2004～2011年度）

研究担当者：佐久間洋・圓山恭之進・秦峰・篠崎和子

発表論文等：

- 1) Sakuma, Y., Maruyama, K., Osakabe, Y., Qin, F., Seki, M., Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2006): Functional analysis of an *Arabidopsis* transcription factor, DREB2A, involved in drought-responsive gene expression. *Plant Cell* **18**, 1292-1309.
- 2) Sakuma, Y., Maruyama, K., Qin, F., Osakabe, Y., Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2006): Dual function of an *Arabidopsis* transcription factor DREB2A in water-stress- and heat-stress-responsive gene expression. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. **103**, 18822-18827.
- 3) 篠崎和子、佐久間洋：「改変型 DREB2A 遺伝子による植物の環境ストレス耐性の改善」平成 16 年 7 月 7 日国際特許申請、(PCT/JP2004/010003)。

トウモロコシの乾燥・高温ストレス応答性遺伝子発現を制御する転写因子 ZmDREB2A を用いた環境ストレス耐性植物の作出

[要約] シロイヌナズナの *DREB2A* 遺伝子は植物の乾燥と高温の両方のストレス耐性の獲得に働くが、合成されたままでは活性を示さず翻訳後の活性化を必要とする。これに対して、トウモロコシの *ZmDREB2A* タンパク質は活性化を必要とせず、ストレスによる mRNA の スプライシング によって機能が調節されていた。スプライシング後の *ZmDREB2A* cDNA を導入した植物では、乾燥と高温ストレス に対して 高いレベルの耐性 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]

植物は劣悪な環境になると、多数の耐性遺伝子群を働かせることにより耐性を獲得して適応している。これらの環境ストレスに対する耐性の獲得機構で働く転写因子は、一度に多数の耐性遺伝子を制御して、高い耐性を植物に付与するため重要な有用遺伝子と考えられる。シロイヌナズナにおいて、乾燥や高温ストレス耐性の獲得に機能している転写因子は、ストレス誘導性の *DREB2A* であることが明らかにされている。本研究課題では、単子葉植物であり重要な穀物でもあるトウモロコシを用いて *DREB2A* の相同性遺伝子を単離し、環境ストレス耐性獲得における機能の相違点や類似点を明らかにして、環境ストレス耐性作物の分子育種への応用のための基礎データを得ることを目的としている。

[成果の概要・特徴]

- シロイヌナズナの *DREB2A* 遺伝子に最も高い相同性を持つトウモロコシの EST 配列をもとに、RT-PCR により *ZmDREB2A* cDNA を単離した。
- ZmDREB2A* cDNA には長鎖型 (*ZmDREB2A-L*) と短鎖型 (*ZmDREB2A-S*) が存在したが、プロトプラストを用いたトランジェント発現解析で *ZmDREB2A-L* がコードするタンパク質は活性を持たないことを示した。
- ZmDREB2A* の発現は低温、乾燥、塩、高温ストレスによって誘導され、これらのストレスにより、活性型である *ZmDREB2A-S* の存在比が増加した。これらのストレスが加わることによってスプライシングが起こり、*ZmDREB2A-L* は *ZmDREB2A-S* に変換すると考えられた。
- トランジェント発現解析により、シロイヌナズナの *DREB2A* タンパク質は翻訳後の活性化を必要とするが、トウモロコシの *ZmDREB2A* タンパク質は活性化を必要としないことを示した。
- シロイヌナズナ中で、恒常的発現を制御する *CaMV35S* プロモーターを用いて *ZmDREB2A-S* を過剰発現すると、多くの乾燥ストレス誘導性遺伝子が高発現して乾燥ストレス耐性が顕著に向上したが、同時に生育の遅延も生じた。
- 生育の遅延を抑えて乾燥耐性を向上させるため、ストレス誘導性の *RD29A* プロモーターを用いて *ZmDREB2A-S* をシロイヌナズナ中で発現させると、乾燥耐性が向上するとともに野生型と同様の生育を示した(図1)。
- ZmDREB2A-S* を過剰発現したシロイヌナズナは高温ストレス耐性も示した(図2)。
- 高温ストレス応答性遺伝子の発現は、非ストレス条件下で *ZmDREB2A-S* 過剰発現シロイヌナズナにおいて増加していた(図2)。

[成果の活用面・留意点]

- ZmDREB2A* 遺伝子は、乾燥・高温ストレス耐性作物開発のための有用な遺伝子として利用できると期待される。
- ZmDREB2A* 遺伝子はトウモロコシ等の単子葉植物も含めた多くの作物種に利用できると考えられる。

[具体的データ]

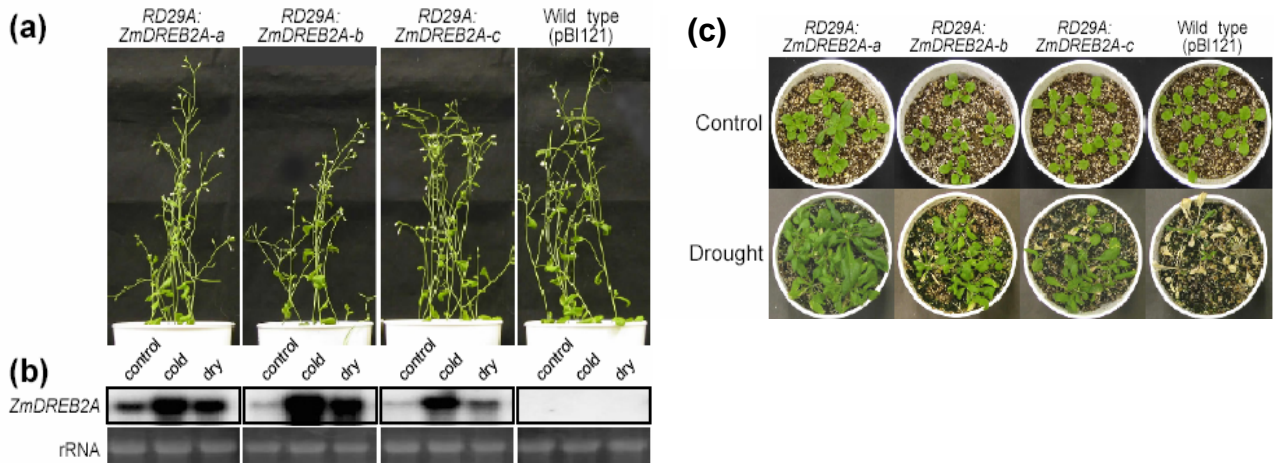


図1 RD29A プロモーターを用いて *ZmDREB2A-S* を過剰発現したシロイヌナズナ形質転換体 (3種のライン) の生育(a)、導入遺伝子の発現解析(b)、乾燥ストレス耐性試験(c) (Qin et al. 2007 参照)。

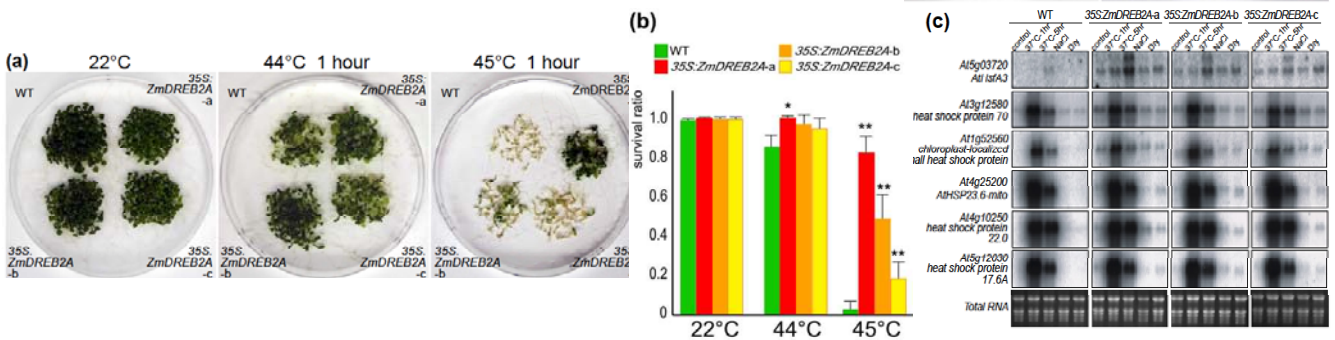


図2 *ZmDREB2A-S* を過剰発現したシロイヌナズナ形質転換体 (35S:*ZmDREB2A-S*, 3種のライン) の高温ストレス耐性試験(a)、高温ストレス処理後の生存率(b)、ノーザン法による高温ストレス誘導性遺伝子の発現解析(c)。

[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:2006年度(2004~2011年度)

研究担当者:秦峰・柿本真之・佐久間洋・圓山恭之進・篠崎和子

発表論文等:

- 1) Qin, F., Kakimoto, M., Sakuma, Y., Maruyama, K., Osakabe, Y., Tran, L.-S. P., Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2007): Regulation and functional analysis of *ZmDREB2A* in response to drought and heat stresses in *Zea mays* L. *Plant Journal* **50**, 54-69.
- 2) Yamaguchi-Shinozaki, K. and Shinozaki, K. (2006): Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stresses. *Annu. Rev. Plant Biol.* **57**, 781-803.
- 3) 篠崎和子、柿本真之、秦峰、佐久間洋、圓山恭之進:「トウモロコシ由来のストレス誘導性転写因子」平成 17 年 9 月 16 日特許出願(特願 2005-270970);平成 18 年 3 月 20 日国際出願(PCT/JP2006/306057)

イネの鉄過剰耐性・亜鉛欠乏耐性の簡易検定法					
〔要約〕 通常の水耕液に低濃度の寒天を添加することにより、急激なpH変化を抑制し、酸化還元電位の低下も再現でき、鉄過剰、あるいは亜鉛欠乏などの問題土壌に対するイネ品種の簡易耐性検定における精度を向上することができる。					
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]

水耕液を用いて問題土壌で起こりうる鉄毒性あるいは亜鉛欠乏などの養分ストレスに対するイネの反応を再現することは困難である。一般的な養液を用いた水耕条件では、根圏の理化学性の変化が維持できず pH が急激に変化し、さらに、鉄やリンなどが沈殿を形成し不可給態となるためである。また、水田土壌での微量元素害の発現で重要となる低い酸化還元電位を水耕栽培で再現することも困難である。このような背景から、鉄毒性、および亜鉛欠乏を水耕栽培条件でイネの品種を評価できる系を構築するため、低濃度寒天(0.1%)の利用を検討した。

[成果の概要・特徴]

1. 鉄毒性の評価に用いる鉄濃度(200 ppm)、亜鉛欠乏の亜鉛濃度(1 nM)を、それぞれ含む Yoshida の培地(1976)に 0.1%の寒天を添加した場合、鉄過剰、亜鉛欠乏の症状を再現できる。
2. 低濃度寒天培地においては、FeSO₄ として供給した鉄は寒天中に溶解し根圏にとどまり、通常の養液に必要な濃度 300mM より低い 200mM の濃度で鉄過剰症を再現させることができる。
3. 低濃度の寒天の使用により、養液中の pH の変化はゆるやかとなり、(図1-A)低 pH による毒性を回避するための pH 調整が不要となり、根圏の状態を維持することができる。
4. 寒天の添加によって溶液の流動性が低下し、液表面からの酸素の拡散が抑制される。酸化還元電位の低下は速やかであり、処理開始後4-5日で、水田における電位と同様な負の値となる。デンプンや糖などを添加することにより、酸化還元電位をさらに低下させることが可能である(図1-B)。
5. この培地を使用した場合、品種間の明瞭な差が根表面において観察される(図2)。これは、寒天の使用により根からの有機酸などの溢泌物が根表面に留まることができるためと考えられる。
6. 亜鉛欠乏耐性の品種間差異は、寒天を添加した場合にはそれぞれの問題土壌を含む圃場で評価した結果と同様である(図3)。寒天を添加しない水耕養液においては、圃場における評価と一致しない結果がみられる。

[成果の活用面・留意点]

1. 鉄過剰、あるいは亜鉛欠乏に関して、イネの品種間差異を明瞭に検出できる簡易評価検定法として、遺伝資源の選抜や遺伝子分析に利用することができる。

[具体的データ]

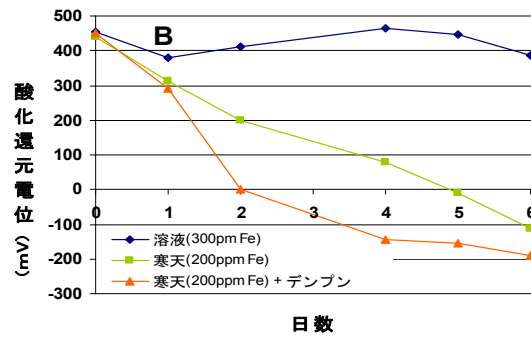
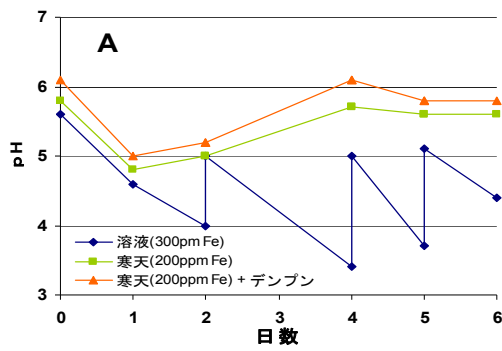


図1 養液中の pH(A) と酸化還元電位(B)の経時的変化

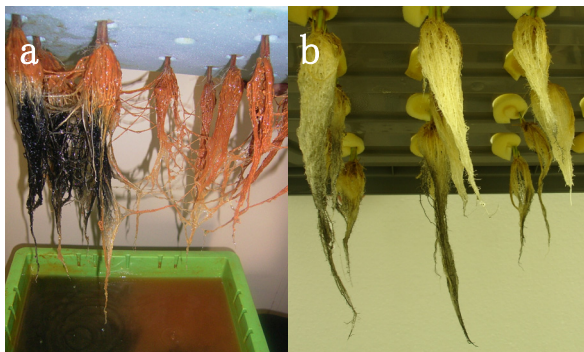


図2 寒天添加培地における鉄過剰 (a)、亜鉛欠乏 (b) 耐性の検定

- a 鉄過剰感受性品種 IR64(左側、黒色)
耐性品種 IR 24637 (右側)
- b 亜鉛欠乏耐性品種 IR 74(白色)
感受性品種 RIL 46(黒色)

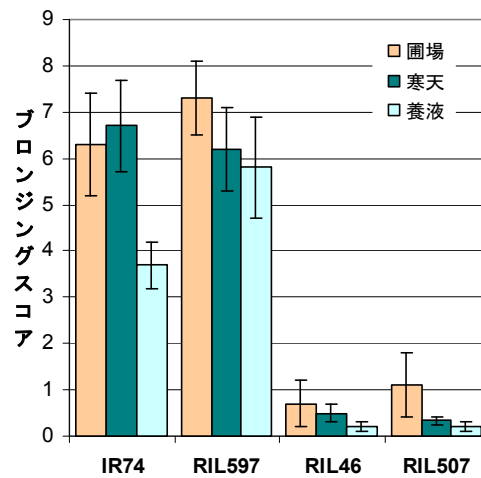
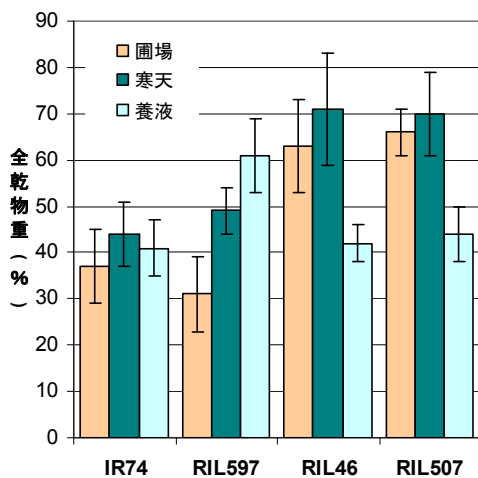


図3. 亜鉛欠乏耐性系統(RIL46 と RIL507)と感受性品種(IR74 と RIL597)の低濃度寒天添加養液、一般養液、および圃場条件での乾物重とブロンジングスコアの比較

[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: 2006年度(2006~2010年度)

研究担当者: Matthias Wissuwa, Yunxia Wang

発表論文等: Wissuwa, M, U Häußermann, RK Singh and AM Ismail (2006) Genotypic differences for tolerance to iron toxicity in rice. 13th international symposium on iron nutrition and interactions in plants. p. 124.

ブラジルにおけるダイズさび病菌の宿主					
〔要約〕 アジア型ダイズさび病菌(<i>Phakopsora pachyrhizi</i>)にとって最も感受性の高い宿主はダイズ、ツルマメ、クズで、次いで、 <i>Neonotonia wightii</i> 、インゲン、ヒメノアズキ、ライマメが高い。これらのうち、ブラジルでは野良生えのダイズや冬季灌漑栽培ダイズ、クズおよび <i>N. wightii</i> が本病の伝染源として注意を要する。					
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) 6305	
専門	作物病害	対象	だいず	分類	研究

〔背景・ねらい〕

南アメリカでは *Phakopsora pachyrhizi* によるアジア型のダイズさび病の被害が拡大している。本病はアジアでは古くから発生している病害であるが、南米では2001年にパラグアイで最初に発生したのに続き、2004年までにブラジル、アルゼンチン、ボリビアなどの南米のダイズ主要栽培地帯全域に広がった。中南米では *Phakopsora meibomia* によるさび病の発生が以前から知られていたが、新たに発生したアジア型のさび病は早期落葉を引き起こし、20%~80%の減収をもたらすなど、従来のさび病より被害が極めて大きい。*P. pachyrhizi* は宿主がないと生存できない絶対寄生菌なので、ダイズが栽培されない冬季間に宿主を除去することにより、さび病の発生を抑制することが期待できる。現在までに宿主として100種類以上が報告されているが、それらの感受性程度に関する報告は少ない。このため、ブラジルやパラグアイで利用されているマメ科作物、牧草、緑肥作物、雑草等のアジア型ダイズさび病菌に関する感受性を調査し、ダイズ栽培にとって注意を要する伝染源を明らかにする。

〔成果の概要・特徴〕

1. ダイズさび病を維持している温室で31種のマメ科植物を栽培して感染の程度を調査したところ、19種で病斑および夏孢子堆の形成がみられる(表1)。病斑、夏孢子堆および夏孢子的形成は、ダイズ(*Glycine max*)、ツルマメ(*Glycine soja*)、クズ(*Pueraria lobata*)上では極めて多く、*Neonotonia wightii*、インゲン(*Phaseolus vulgaris*)、ヒメノアズキ(*Rhynchosia minima*)、ライマメ(*Phaseolus lunatus*)では中程度である(表1、図1)。キマメ(*Cajanus cajan*)では発病初期にダイズ以上に多数の病斑が形成されるが、夏孢子堆および夏孢子形成率は低く、また落葉が早いので伝染源としての可能性は低い(図1)。
2. 病斑を形成しなかった種には、牧草では *Arachis pintoi*、*Desmosium ovalifolium*、*Leucaena leucocephala*、ミヤコグサ(*Lotus corniculatus*)、ムラサキウマゴヤシ(*Medicago sativa*)、*Stylosanthes guianensis*、ムラサキツメクサ(*Trifolium pratense*)、トックリツメクサ(*Trifolium vesiculosum*)、緑肥ではタチナタマメ(*Canavalia ensiformis*)、*Crotalaria spectabilis*、ハッシュウマメ(*Mucuna pruriens*)、雑草ではエビスグサ(*Senna obtusifolia*)がある。
3. ブラジル南部、パラグアイ南部では、ダイズ、クズ、インゲン、*N. wightii*、ヒメノアズキの他、*Desmodium tortuosum* に夏孢子堆が形成される。
4. 冬季間でも、ブラジル中西部では灌漑栽培のダイズに、ブラジル南部やパラグアイ南部では野良生えのダイズにさび病の感染が認められる。クズはダイズの生育初期には大きな群落を形成し、病斑が多数形成される。従って、これらのダイズやクズは伝染源として注意を要する。また、牧草として導入され、雑草化している *N. wightii* もブラジル南部でダイズの生育初期に夏孢子堆の形成が認められ、伝染源になりうる。
5. ブラジル南部やパラグアイではダイズ、クズおよび *N. wightii* に冬孢子が形成される。

〔成果の活用面・留意点〕

1. ダイズ圃場の周辺圃場における栽培作物・牧草の選定、および除去すべきマメ科植物の種類を特定するために活用できる。
2. 本試験で用いた以外にも感受性の高い植物種、あるいは品種系統が存在する可能性がある。

[具体的データ]

表1 マメ科植物におけるダイズさび病菌の病斑形成、夏孢子堆形成および夏孢子形成

学名	和名	利用種別	病斑面積率 (%) ^{a)}	夏孢子を形成した病斑の割合 ^{b)}	病原性 ^{c)}
<i>Glycine max</i>	ダイズ	食用	100	3	+
<i>Glycine soja</i>	ソルマメ	—	100	3	試験せず
<i>Pueraria lobata</i>	クズ	雑草	0-70	3	+
<i>Neonotonia wightii</i>		牧草・緑肥	15-30	3	+
<i>Phaseolus vulgaris</i>	インゲン	食用	5-50	3	+
<i>Rhynchosia minima</i>	ヒメノアズキ	雑草	10-40	3	+
<i>Phaseolus lunatus</i>	ライマメ	食用	10-15	2-3	試験せず
<i>Pueraria phaseoloides</i>	クズインゲン	緑肥	50-60	0-3	+
<i>Calopogonium mucunoides</i>	クズモドキ	牧草・緑肥	30-50	2	+
<i>Macroptilium lathyloides</i>	ナンバンアカアズキ	雑草	3-8	2	試験せず
<i>Vigna angularis</i>	アズキ	食用	0-20	1-2	+
<i>Centrosema sp.</i>		牧草	0-40	1-2	試験せず
<i>Lablab purpureus</i>	フジマメ	緑肥	30-60	1-2	+
<i>Desmodium tortuosum</i>		雑草	1-15	0-2	+
<i>Pisum sativum</i>	エンドウ	食用・緑肥	10	1	+
<i>Cajanus cajan</i>	キマメ	緑肥	50-60	1	+
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	クロバナツルアズキ	牧草・緑肥	30-80	1	試験せず
<i>Vigna unguiculata</i>	ササゲ	作物	0-10	1	試験せず
<i>Crotalaria juncea</i>	クロタラリア	緑肥	1	1	+

a) 1鉢の中で最も罹病していた葉の病斑面積率の範囲 (ダイズさび病の発生している温室内に19日～75日間曝露)

b) 0: 0%; 1: 10%未満; 2: 10～50%; 3: 50%以上 c) 病斑上に形成された夏孢子のダイズに対する病原性

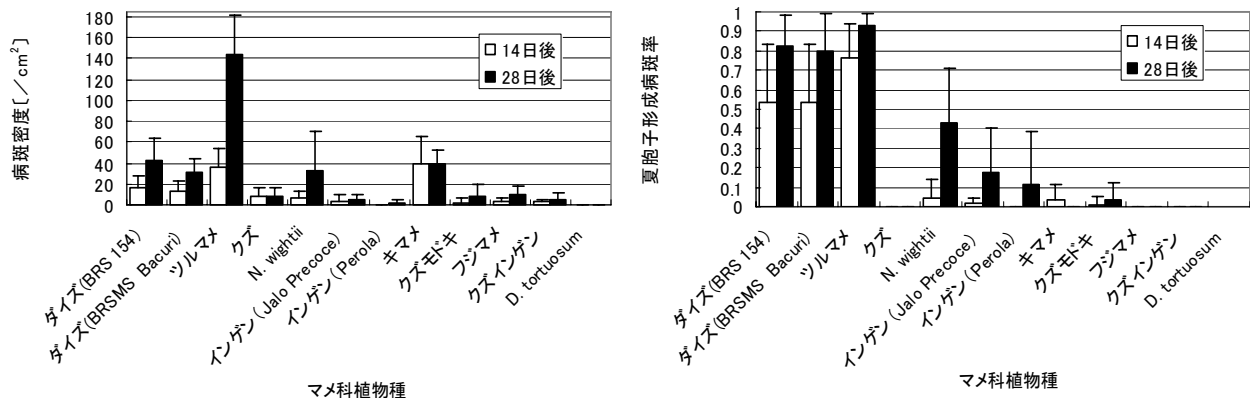


図1 各種マメ科植物のダイズさび病菌に対する感受性(ダイズさび病の発生している温室内に14日間または28日間曝露、縦棒は標準偏差)

[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: 2006年度 (2006～2010年度)

研究担当者: 加藤雅康・José Tadashi Yorinori (ブラジル農牧研究公社大豆研究センター)・Wilfrido Morel Paiva (パラグアイ地域農業研究センター)・山岡裕一(筑波大学大学院)

発表論文等:

- 1) Kato, M., Morel Paiva, W., Yamaoka, Y. and Yorinori, J.T. (2005). Situation of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) during winter of 2004 in southern Brazil and Paraguay. 13th Congreso Latinoamericano de Fitopatología – 3th Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. Libro de Resúmenes. 360.
- 2) Kato, M. and Yorinori, J.T. (2005). Variation in productivity of lesions, uredinia and urediniospores of *Phakopsora pachyrhizi* among leguminous plants. Proceedings of the National Soybean Rust Symposium. (<http://www.plantmanagementnetwork.org/infocenter/topic/soybeanrust/symposium/posters/1.pdf>).

西アフリカ・サヘル帯へ導入可能なササゲ品種					
〔要約〕 西アフリカ起源のササゲ遺伝資源からサヘル帯に導入可能な子実・飼料生産兼用品種を選定した。選定した品種は農民が栽培している品種より子実生産能力に優れ、密植によりさらにその生産量が高まる。					
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	遺伝資源	対象	他の豆類	分類	研究

[背景・ねらい]

ササゲは養分の乏しい砂質土壌が広がる西アフリカ・サヘル帯で最も重要なマメ科作物であり、その子実は地域住民の貴重な蛋白源となっている。しかしながら、その生産性は極めて低く、ササゲの持続的な生産性向上は地域の深刻な食糧問題の改善のため重要な課題の一つとなっている。とりわけ、ササゲ品種の改良と普及は投入できる資源に乏しい大多数の小規模農民にとって、最も受け入れ易い生産性向上の方法である。これまで、ササゲの品種改良は国際試験研究機関を中心に実施されてきたが、西アフリカ・サヘル帯での研究活動は極めて低調である。本研究では、西アフリカ・サヘル帯で求められている品種改良の方向性を明らかにするとともに、西アフリカに存在するササゲ遺伝資源から地域に導入可能な有望品種を選定した。

[成果の概要・特徴]

1. ニジェール国西部のサヘル帯に位置する3農村での聞き取り調査(全世帯数の約 16%)の結果、多くの農民(70%)は子実と飼料(茎葉部分)ともにバランス良く生産できる子実・飼料生産兼用品種を希望しているが(第1表)、現在栽培されている品種の子実生産能力の改良がより重要であると考えている農民が大多数である(調査農民の95%)。
2. 西アフリカで改良された育種系統を含むササゲ遺伝資源(約 140 品種・系統)をサヘル帯の低肥沃度砂質土壌で評価した結果、子実、飼料生産能力ともに優れている品種・系統は存在しなかったが、子実あるいは飼料生産能力のいずれかが優れている品種、子実と飼料生産能力が両者の中間に位置する品種が多数存在した(第1図)。
3. サヘル帯に導入可能な子実・飼料生産兼用品種として TN-28-87, TN256-87, IN92E-26 を選定した。これらの品種は農民が栽培している在来品種に比べ、やや早生で、子実が大きく、子実生産能力が優れている(第2表)。
4. ニジェール国西部のサヘル帯での農民圃場の調査結果から、ササゲの平均栽植間隔は、畦間 261cm、株間 190cm であった。これは現地で推奨されている栽植間隔である畦間 150cm、株間 75 cm よりもかなり広く、ササゲの生産を制限している大きな要因の一つと考えられる。農民が栽培しているササゲ品種は密植しても子実収量は高まらなかったのに対して、選定したササゲ品種 IN92E-26 は密植することにより子実収量がかかり高まった(第3表)。

[成果の活用面・留意点]

1. 選定したササゲ品種はサヘル帯のミレット-ササゲ間作体系の生産力向上に関する現地適応性試験に供試できる。
2. 選定したササゲ品種の飼料生産能力は農民が栽培している品種よりも劣っている。
3. 現地適応性試験では農家慣行の栽植密度を増すなど、選定したササゲ品種の潜在能力が十分発揮できるように農民レベルでの栽培法を改善する必要がある。
4. 現地適応性試験では病虫害による被害など、選定したササゲ品種の現地適応性を慎重に検討する必要がある。

[具体的データ]

表1 農民が望んでいるササゲ品種の生産タイプ(ニジェール西部・3農村での聞き取り調査結果 2005年)

質問: 望んでいる品種にもっとも近い生産タイプは下記のうちどれですか?	回答者	割合(%)
子実生産用品種	子実収量が地域で最高(100)、飼料収量はゼロ(0)	16 26.2
子実・飼料生産兼用品種 1	子実収量は 75 飼料収量は 25	1 1.6
子実・飼料生産兼用品種 2	子実収量は 50 飼料収量は 50	43 70.5
子実・飼料生産兼用品種 3	子実収量は 25 飼料収量は 75	0 0.0
飼料生産用品種	子実収量はゼロ(0)、飼料収量は地域で最高(100)	1 1.6

表2 西アフリカのササゲ遺伝資源から選定された品種の特性(ICRISAT サヘリアンセンター)

栽培年	品種	開花迄日数	成熟迄日数	子実収量 g/個体	百粒重 g	飼料収量 g/個体
2004	TN-28-87	49	74	24.3	17.2	78.7
	TN256-87	49	76	18.8	15.9	69.2
	IN92E-26	52	76	33.5	18.3	86.0
	在来品種 ¹	51	77	11.3	15.1	102.7
2005	TN-28-87	60	90	43.1	16.6	25.6
	TN256-87	63	96	30.6	15.9	28.7
	IN92E-26	63	90	31.6	17.3	17.5
	在来品種 ¹	69	94	18.0	15.8	25.4
	在来品種 ²	70	95	25.4	13.3	34.5

^{1,2} それぞれ、ナイジェリア北部、ニジェール西部で農民に栽培されている品種

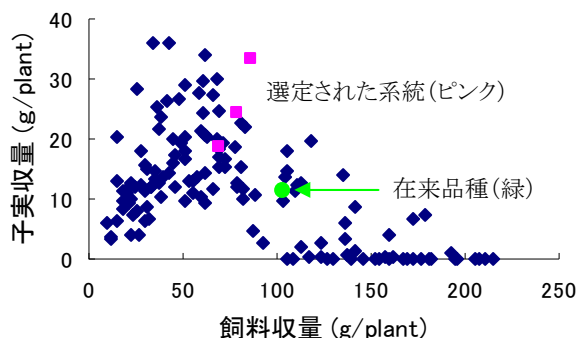


図1 ササゲ遺伝資源の飼料収量と子実収量との関係(ICRISAT サヘリアンセンター 2004年)

表3 選定したササゲ品種の栽植密度に対する反応(ICRISAT サヘリアンセンター 2005年)

品種	栽植密度 ¹	子実収量 (g/m ²)	飼料収量 (g/m ²)
IN92E-26	低	69.8	53.8
	高	79.7	66.8
在来品種 ²	低	27.4	102.8
	高	25.1	104.1

注: 無施肥栽培で農薬散布は開花期以降2回

¹ 低: 1個体/m², 高: 2個体/m²

² ニジェール西部で農民に栽培されている品種

[その他]

研究課題: 西アフリカ・サヘルの農牧混交地帯へ導入可能なマメ科植物遺伝資源の評価と活用

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: 2003~2006年度

研究担当者: 松永亮一・B.B.Singh(国際熱帯農業研究所)・Moutari Adamou(ニジェール国立農業試験場)・飛田哲・林慶一・上堂蘭明

発表論文等:

- 1) Matsunaga, R., Singh, B. B., Adamou M., Tobita, S., Hayashi, K. and Kamidohzono, A. (2006): Cowpea cultivation in the Sahelian region of West Africa: Farmers' preferences and production constraints. Jpn. J. Trop. Agr. 50 (4) 208-214
- 2) 松永亮一・B.B. Singh・M. Adamou・飛田哲・林慶一・上堂蘭明 (2006): 西アフリカ・サヘルに適したササゲ遺伝資源の評価と活用 2. サヘルの低肥沃度砂質土壌条件下におけるササゲ遺伝資源の評価. 熱帯農業, 50巻, 別号1, 77-78

西アフリカ・サヘル帯における作物残渣還元と化学肥料施用およびササゲとの輪作によるトウジンビエ生産量と土壤有機物の持続的向上

〔要約〕西アフリカ・サヘル帯においては、トウジンビエ残渣還元と化学肥料施用を組み合わせた肥培管理を行うことにより、砂質土壤に有機物が蓄積し、トウジンビエの生産量が増加する。また、家畜飼料として利用されているササゲを輪作に組み込むことにより、土壤有機物量はさらに高まり、トウジンビエの生産量もさらに増大する。

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) 6353	
専門	土壤・資源利用	対象	他の雑穀類	分類	研究

【背景・ねらい】

西アフリカ・サヘル帯に広がる砂質土壤は、他の熱帯土壤に比べ肥沃度が低く、降雨量が少なくその変動も大きいことと相まって、作物生産性は著しく低く不安定であり、食糧不足の要因となっている。土壤肥沃度の向上を通じ、サヘル帯の主要作物であるトウジンビエの生産性を増大させる試みとして、在来の有機物資源であるトウジンビエ残渣の農地還元と化学肥料の施用、ならびにササゲとの輪作を組み合わせた長期連用試験を行い、トウジンビエの生産性および土壤有機物量に対する持続的効果を明らかにした。

【成果の概要・特徴】

1. 長期連用試験は、サヘル帯に位置するニジェール国の国際半乾燥熱帯作物研究所(ICRISAT)サヘル支所にて1983年から行われている。処理は前作のトウジンビエ残渣還元の有無と化学肥料施用(30-30-0 kg N-P₂O₅-K₂O ha⁻¹)の有無を組み合わせた4処理である。トウジンビエ穂とササゲ地上部は収穫物として圃場から持ち出した。
2. 現地の農家はほとんど無施用でトウジンビエを栽培している。これに対し残渣還元や化学肥料施用を行うことによりトウジンビエ生産量は増大し、これらを併用すると生産量はより一層増大した(図1)。表層土壤の有機炭素量は残渣還元と化学肥料の併用で増加したが、単独および無施用では変わらなかった(図2)。なお、トウジンビエ生産量と年間降雨量には関係が認められなかった。
3. トウジンビエ単作とトウジンビエとササゲの輪作を比較すると、残渣還元もしくは化学肥料施用した場合でトウジンビエ地上部乾物量は増加したが、無施用では増加が認められなかった(図1)。表層土壤の有機炭素量は残渣還元と化学肥料を併用した場合に増加したが、単独および無施用では変わらなかった(図2)。
4. トウジンビエ地上部乾物重と表層土壤の有機炭素量には有意な正の相関($r^2 = 0.32$, $P < 0.01$)があった(図3)。土壤有機物量の増加は土壤の生物活性や保水性、養分保持容量を通してトウジンビエ生産量向上に寄与し、これにより作物から土壤への有機物還元量がより一層増え、土壤有機物量が増加し、トウジンビエ生産量がさらに増大したものと推測される。

【成果の活用面・留意点】

1. トウジンビエ残渣還元、ササゲとの輪作は資力に乏しい農民にも実施可能な技術であり、サヘル帯の食糧不足を解決できる技術要素として活用できる。
2. 化学肥料の施用は資力のある農民に対してのみ導入できる技術である。
3. トウジンビエ残渣は家畜の餌に利用されているため、トウジンビエ残渣の農地還元を進めるためには、ササゲ等による代替飼料の供給増大が必要である。

[具体的データ]

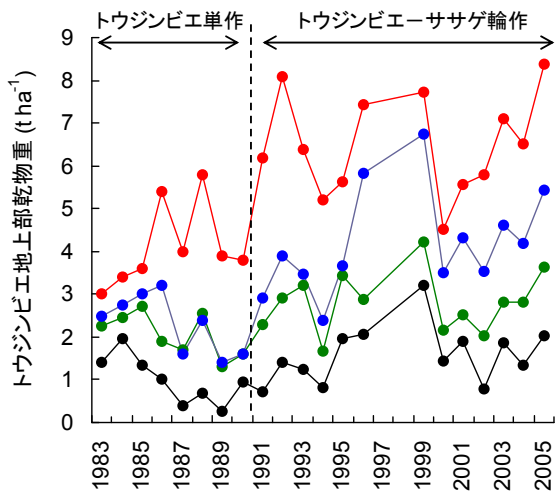


図1. トウジンビエ地上部乾物重に対する作物残渣還元と化学肥料施用の影響

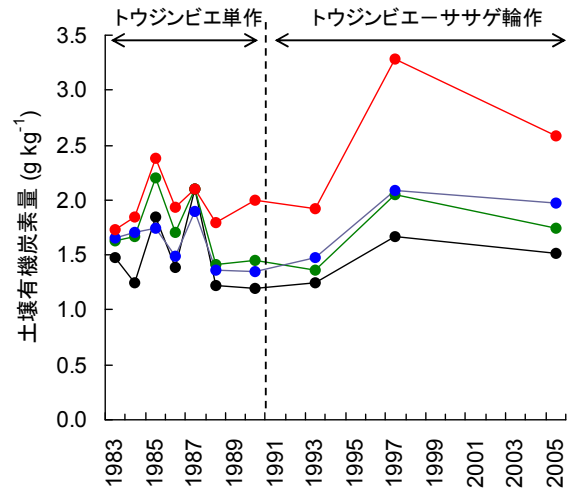
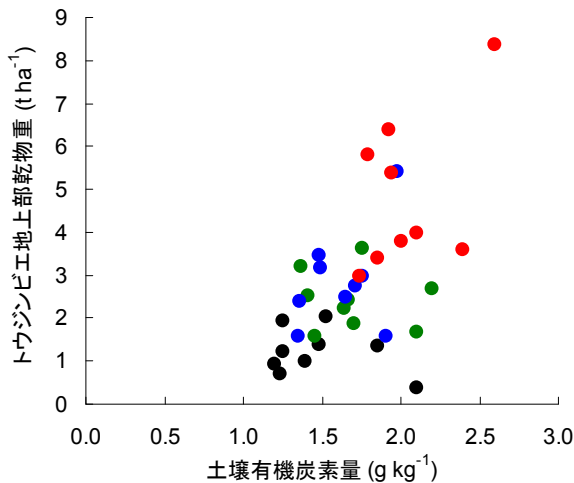


図2. 表層土壌の有機炭素量に対する作物残渣還元と化学肥料施用の影響



凡例	残渣還元	化学肥料
●	○	○
●	×	○
●	○	×
●	×	×

図3. トウジンビエ地上部乾物重と表層土壌の有機炭素量の関係

[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：2004, 2005 年度 (2003~2005 年度, 2006~2010 年度)

研究担当者：上堂 蘭明、松本 成夫、林 慶一、松永 亮一、飛田 哲、真常 仁志(京都大学)、Andre Bationo(国際熱帯農業研究センター熱帯土壌生物・肥沃度研究所)

発表論文等：

- 1) 上堂 蘭明・林 慶一・Andre Bationo・松永 亮一 (2006): ニジェール国サヘル域における長期作物残渣の還元がミレット生産、土壌炭素と窒素に及ぼす影響. 熱帯農業第 50 巻別号 1, 91-92.
- 2) Akira Kamidohzono, Keiichi Hayashi, Naruo Matsumoto, Ryoichi Matsunaga, Satoshi Tobita, Hitoshi Shinjo, Andre Bationo (2007): Effect of long term crop residue amendment on soil carbon and nitrogen on Psammentic Paleustalfs in the Sahel Zone, Niger. Proceedings for the 4th International conference of African Soil Science Society, 7-13 January, 2007, Accra, Ghana.

バッファーチャンバー方式ガス収支測定法					
〔要約〕 閉鎖式チャンバーを測定チャンバーとバッファーに分割し、ガスを循環させ、バッファーのガス濃度変化を測定することで、精度の高い測定を行う <u>ガス収支測定法</u> 。安価なセンサーで計測装置を自作でき、とくに野外での計測に威力を発揮する。センサーの組み合わせで動物の <u>代謝</u> 、 <u>光合成蒸散</u> 、 <u>地表面蒸発</u> 、 <u>土壌呼吸</u> などに幅広く利用できる。					
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)6362
専門	測器	対象	計測・探査技術	分類	国際

[背景・ねらい]

チャンバー方式のガス収支測定法には通気式と閉鎖式がある。前者は外気の変化の問題、後者はチャンバー内のガス濃度変化が測定対象へ影響を及ぼす問題がある。加えてともにチャンバー内の濃度ムラの問題がある。そこで、これらの問題を解決する計測手法を開発した。

[成果の概要・特徴]

1. 構造：閉鎖式チャンバーを測定チャンバーとバッファーに分割し、ガスを循環させ、バッファーのガス濃度変化を測定する(図1)
2. 応答ラグの計算式：構造上応答ラグが生じるが、チャンバー・バッファー間のガス置換の漸化式(数式1)により計算できる。これに、センサーの応答ラグを合わせれば正確に応答ラグを推定できる(図2)。

$$a[n+1] = (a[n]+b) \cdot (1-c) + c \cdot a'[n]$$

$$a'[n+1] = a'[n] \cdot (1-c/d) + (a[n]+b) \cdot (c/d), \quad a[1]=a, \quad a'[1]=a' \quad \text{数式 1}$$

a: チャンバー濃度, a': バッファー濃度, b: チャンバー濃度変化, c: 置換率, d: バッファー倍率

$$a[n+1] = (1-c) \cdot a[n] + c \cdot b, \quad a[1]=a \quad \text{センサーの応答ラグ(拡散式サンプリングの場合)}$$

a: 内気濃度(センサーの表示値), b: 外気濃度, c: 置換率

3. 精度検定法：既知濃度のガス(例 100% CO₂)を注射針等で注入し、一定時間間隔で測定し、安定するまで計測を続行する。これにより、キャリブレーションとともに、安定時間から感度と気密性を確認する。
4. 利点：①外気の変化を受けない安定した計測。②循環機構とバッファーの攪拌により濃度ムラを解消した高精度の測定。③バッファーの容量を変え、ガス濃度の変化速度を調節することで幅広い対象、センサーの特性に対応。④機密要求性が低く製作が容易。⑤1組のセンサーで計測可能。⑥民生品センサーを活用して安価に製作できる(図3)。

[成果の活用面・留意点]

1. センサーの組み合わせにより、地表面蒸発量、土壌呼吸、光合成蒸散測定、動物の代謝の測定など多方面に活用できる。また、安価で維持管理が容易なセンサーを用いることで低価格な装置の組み立てが可能であり、途上国での汎用的用途また日本国内での教育現場での利用が考えられる。
2. 連続測定したい場合は、タイマーと換気ファンを追加し、ロガー付センサーを用いるか、あるいは、ダブルバッファーとし、バッファーの切り替えと換気を繰り返すことで可能。
3. 測定チャンバーの置換率は、測定装置の応答速度に大きく影響する。用途により異なるが、毎秒、測定チャンバーの30%のガスが置換されれば広範な測定に対処できる。

[具体的データ]

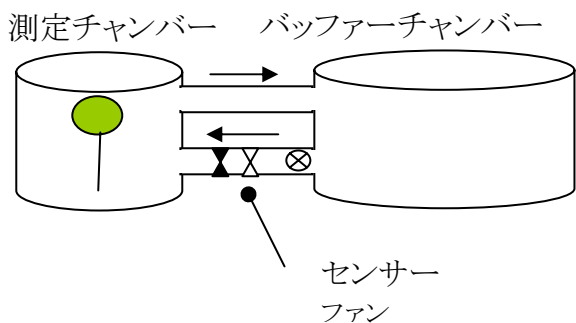


図1 バッファーチャンバー方式の原理

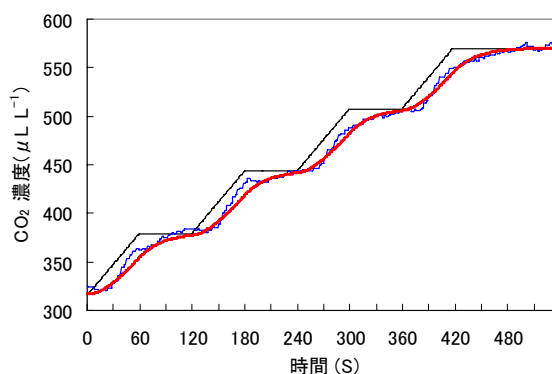
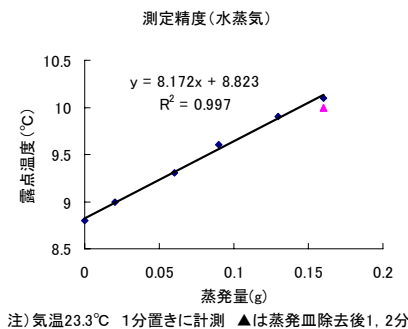


図2 応答ラグの実値と計算値

—:ガス注入量, —:測定値, —:計算値

装置諸元(チャンバー: 6L, バッファー(本体, パイプを含む): 26L, パイプ径:30mm, 風速:2.75m S⁻¹=置換率 0.32 S⁻¹, センサー:TESTO435-2), 4mlの純CO₂ガスをシリンダーで1分間かけて注入→1分間静置を4回繰り返した。



注) 気温23.3℃ 1分置きに計測 ▲は蒸発皿除去後1.2分

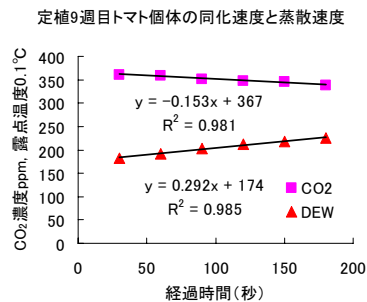


図3 光合成蒸散測定装置の組み立て例と測定精度検定の様子、および検定結果と測定例

注) 湿度センサー-Extech EA-20、CO₂センサー-TESTO535

[その他]

研究課題: 天水農業地帯における作物の節水栽培技術の開発

中課題番号: A-2)-(2)

予算区分: 交付金[天水農業]

研究期間: 2006年度(2006～2010年度)

研究担当者: 小田正人

発表論文等:

1) 小田正人 (2006): 特許出願

2) 小田正人 (2006): バッファーチャンバー法による光合成蒸散測定法. 日本農業気象学会平成2006年春季大会講演要旨集, p61

農民のエンパワメントによる技術開発手法					
〔要約〕 技術の核となる知識を、知識伝達用の技術によって農民に伝え、農民がこの技術を改変することで実用技術を得るという技術開発様式を提案する。知識伝達用の技術に単純かつ不完全な技術を用いると、農民の改変余地が大きく、改変意欲を引き出せる。					
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)6362	
専門	農民参加型研究	対象	技術開発	分類	国際

[背景・ねらい]

農民参加型研究は、農民の知識を活用した農民の主体性発揮による技術開発を目的としている。しかし、現在主流の選択モデル(技術メニュー・バスケット等)には、①農民の優先事項を出発点とするため現状に束縛される傾向が強い、②選択肢の増加は研究者の負担増となる、③選択肢となる技術の存在が前提で新技術の開発には使用できない、④農民の役割は選択にとどまっている等の問題が指摘される(図 1)。そこで、これらの問題を克服する農民参加型の新技術開発手法を開発する。

[成果の概要・特徴]

1. 発明モデル：従来法では、農民の優先事項からの出発に農民の主体性の発揮がかかっていたが、本モデルでは、自由な改変が主体性の発揮の中心となるので、出発点の幅が広い。新技術の核となる知識を知識技術(知識伝達用の技術)として構築する。農民は知識技術の実施を通して総合的に新知識を習得し、自身の知識と発想を加えて改変することで実用技術を得る(図1)。なお、旧来の技術移転モデルでは技術の完成度の高さが重要とされたが、本モデルの場合は、知識技術に単純かつ不完全な技術を用いると、農民の改変余地を大きくし、発明意欲を引き出しやすい。
2. 実施法(親子孫法)：研究者は手本として最低 1 区画で知識技術を実施する(親)。農民はこれを真似て自身の圃場で知識技術を実施する(子)。同時に各自の知識と発想を加えた試験区を作る(孫)。「子」・「孫」の数は各農民が受容能力や発想に応じて調整する(図 2)。知識技術の要件は、「新知識」を伝え、「興味」を引き、「単純」で改変の余地が大きく、実施が「容易」、結果が「正確」に評価できることである。
3. 実施例(東北タイ乾季野菜節水栽培技術開発)：節水栽培は、現状では野菜の生産量が小さく、優先事項ではないが、販売生産への道を開く可能性がある。研究者がプラスチックマルチを用いたトマトの節水栽培試験から図 3 の知識技術を構築し、10 戸の農家がこの改変に取り組んだ結果、改変は 44 種類に及び(表 1)、ねらい通り技術の創造過程(図 1)が達成された。改変技術の 95%は灌水回数が 15 回以下(栽培日数約 110 日)で、約半数が県平均収量を達成した。プラスチックマルチを使用せず、総灌水量 5mm 程度で標準収量を得た試験区も 4 区あった。評価集会で農民は、知識技術に用いられた資材は手近なもので代替できるとし、従来 200 回以上としていた最適灌水回数を 30~45 回でよいと結論した。これは、知識技術が伝達する知識が受けとられた証左といえる。ただし、試験データが示す節水レベルとは乖離があり、このことは農民にとって既成概念の枠を超えることの困難さを象徴している。すなわち、単なる自由改変ではなく、「親」・「子」を用いる実施法により、農民は自身の既成概念の枠を越える技術開発を達成できたといえる。

[成果の活用面・留意点]

1. 技術開発ないし普及のための農民参加型の手法として多方面で活用できる。
2. 開発された技術は個別性が高いため、普及に移す場合は適用性を研究者が判断し、場合によってはその技術を知識技術に再構築することが必要である。

[具体的データ]

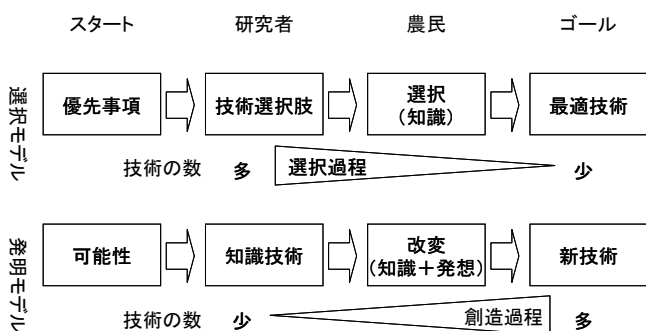


図1 選択モデルの課題と発明モデルによる解決

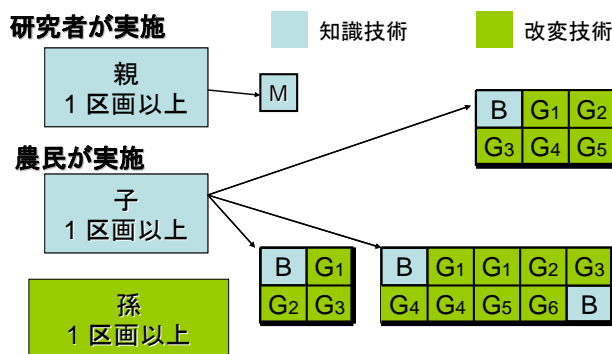


図2 親子孫法による試験区配置例



知識技術例の内容(東北タイ乾季野菜節水栽培技術開発)

- ホワイトプラスチックマルチ(単純、興味深い)
 - 点滴かんがいテープ、20 L タンク(正確、容易、興味深い)
 - 灌水スケジュール: 定植時、2、4、8、12 週目に毎回 1000 倍希釈 (12-9-6) 液肥を 20m の畝に対し 20L かんがい(新知識)
 - トマト苗の共同育苗(正確、容易)。
- ※ ホワイトプラスチックマルチはタイでは未販売=不完全
実用技術とするには、代替資材ないし管理法の開発が必須

図3 知識技術例

表1 東北タイ乾季野菜節水栽培技術開発における技術変更内容

変更項目	変更内容	変更区数合計
施肥・灌水管理	牛糞、化成肥料、灌水回数(3~30)、灌水量(5~200mm)	44
マルチ資材	稲ワラ、木の葉、無マルチ	28
灌水手段	手酌、畝中央溝、スプリンクラー	17
作物	チリウガラシ	11

注) 試験区数は全 56 区(反復を含む)。総変更数 44。変更数は項目間で重複を含む。

[その他]

研究課題: 天水農業地帯における作物の節水栽培技術の開発

中課題番号: A-2)-(2)

予算区分: 交付金〔天水農業〕

研究期間: 2006 年度(2006~2010 年度)

研究担当者: 小田正人

発表論文等:

- 1) Masato Oda, U. Sukchan and J. S. Caldwell (2005): The Invention Model: A New Type of Farmer-Researcher Partnership Created in Developing Water Saving Technologies. JIRCAS W. R. No.47 115-120
- 2) Masato Oda, U. Sukchan and J. S. Caldwell (2005): Farmers Begin to Invent Water Saving Cultivation in Northeast Thailand. Proceedings of the 18th International Symposium of the International Farming Systems Association: http://www.fao.org/farmingsystems/pdf/IFSA/Theme3_Knowing_and_Learning.pdf 28-34
- 3) Water saving vegetable production method, Thailand: FAO SARD Good Practice Database (<http://www.fao.org/sard/en/init/1574/1846/index.html>)

熱帯牧草 *Brachiaria humidicola* の硝酸化成抑制作用のアンモニウムイオンや低 pH による誘導

〔要約〕 熱帯牧草 *Brachiaria humidicola* の根からの分泌物は、土壌で進行する硝酸化成を抑制する作用を有するが、その作用は酸性条件下のアンモニウムイオンにより強く誘導される。

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	土壌・肥料	対象	牧草類	分類	研究

〔背景・ねらい〕

これまでの我々の研究により、熱帯牧草である *Brachiaria humidicola* が、根からの分泌物により土壌中の硝酸化成作用を抑制する事が明らかにされ、この現象を化学薬剤による硝酸化成抑制と対比する意味で、生物的硝酸化成抑制 (Biological Nitrification Inhibition, BNI) と呼んでいる。BNI作用の発現機構を解明することは、この BNI作用を栽培技術の中で活用し、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ために重要な課題であると考えられる。そこで、BNI作用の発現に関わる因子として培地中の窒素環境に着目し、窒素の有無並びに形態の違いにより BNI活性がどのように誘導されてくるかを検討した。

〔成果の概要・特徴〕

1. 窒素源として NH_4^+ を含む培養液で植物を60日間育成し、 NO_3^- 、 NH_4^+ を含む溶液または低pH処理液を使用して無傷の根から分泌物を集めた。BNI活性は、化学的硝化抑制剤の1つであるアリルチオ尿素 (Allylthiourea, AT) の0.22マイクロモルによって引き起こされる阻害を1 AT単位として表現することとした。根からの分泌物を塩化アンモニウムまたは硝酸アンモニウム液で集めた場合に、BNI活性が蒸留水の対照区より数倍高くなった(表 1)。この場合、分泌物収集液のpHは24時間後には3から4の範囲の酸性となった。酸性pHのみ、すなわち処理液として1 mM塩酸または硝酸を使用した場合、BNI活性の上昇は認められなかった。収集液に重炭酸アンモニウム溶液を使用し、 NH_4^+ の取り込みにより pH が酸性とはならない用にした場合には、BNI活性はこれらの中間的な値となった。BNI活性の上昇は、 NH_4^+ の存在と酸性 pH との相乗作用により誘導されることが示された。
2. BNI活性を根の分泌物収集溶液に NH_4^+ が存在する場合と存在しない場合について、 NH_4^+ および NO_3^- の存在で生育させた植物を使って、2時間のサンプリング間隔で24時間、および24時間の間隔で10日間モニターした。処理条件は図1の通りである。 NH_4^+ および NO_3^- で生育した植物の両方において、分泌物収集溶液中に NH_4^+ の存在する場合のBNI活性は、 NH_4^+ の存在しない場合に比較して数倍高かった (図2 a)。生育段階での窒素の形態については、 NH_4^+ 育成の場合が NO_3^- 育成の場合に比較して高かった。 NH_4^+ により誘導された活性は、10日間のモニター期間中でも維持されていた(図2 b)。この結果から、根によるBNIの発現には根圏における NH_4^+ の存在が重要であることが示された。

〔成果の活用面・留意点〕

1. この知見は、牧草の BNI 属性の遺伝子工学的な開発、特に、*Brachiaria humidicola* の根による BNI 活性の生成と発現に関係する遺伝子の分離に大きな意義がある。

[具体的データ]

表1 根分泌物収集液中のpH並びに窒素形態が硝化製抑制活性に及ぼす影響

分泌物収集液	収集液の pH (開始時-終了時)	BNI 比活性 (AT units.g ⁻¹ root DW. 24hr ⁻¹)
蒸留水	5.8 - 4.2	2.8
塩酸 (1 mM)	2.9 - 3.2	6.4
硝酸 (1 mM)	2.9 - 3.8	5.2
塩化アンモニウム (1 mM)	5.6 - 3.1	14.6
硝酸アンモニウム (1 mM)	5.6 - 3.9	10.6
硝酸カリウム (1 mM)	5.8 - 4.1	2.8
重炭酸アンモニウム (1 mM)	7.8 - 6.5	5.8
LSD		3.6

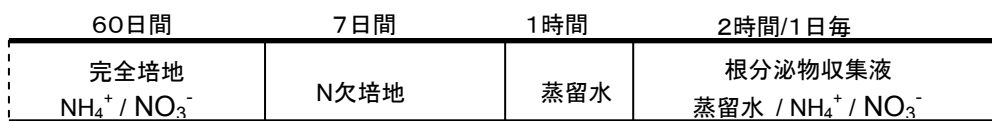


図1 栽培並びに処理条件

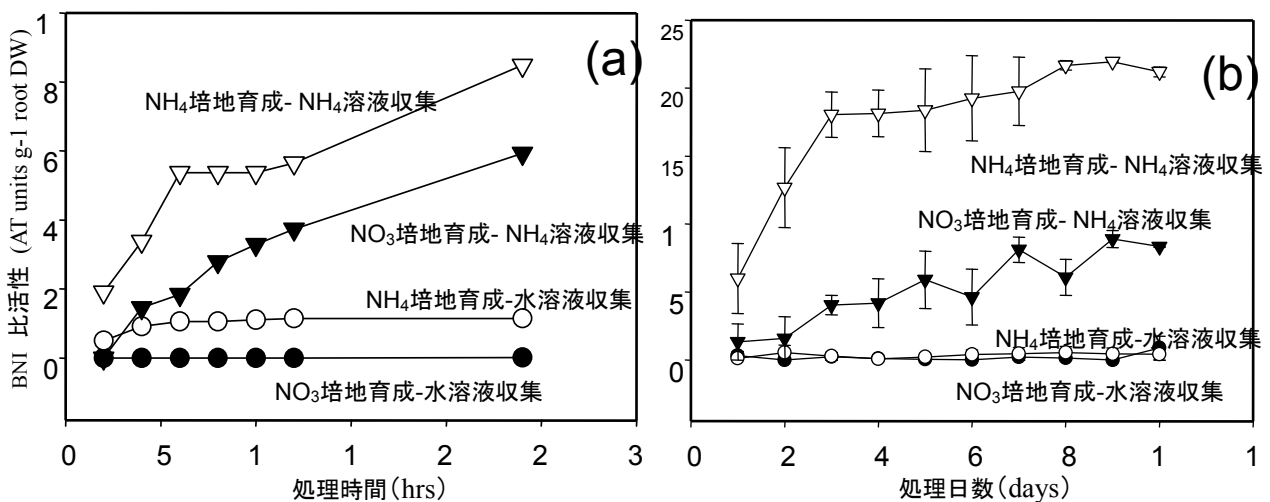


図2 育成中並びに根分泌物収集中の培地窒素形態が硝化製抑制活性に及ぼす影響

(a)短時間(1日間)モニター、(b)長時間(10日間)モニター

[その他]

研究課題:硝化抑制物質の分泌と作用機作の生理学的解明

中課題番号:A-2)-(4)

予算区分:交付金[硝化抑制]

研究期間:2006年度(2006~2011年度)

研究担当者:Guntur V. Subbarao、伊藤 治

発表論文等:

- 1) Subbarao, G.V., Ito, O., Sahrawat, K.L., Berry, W.L., Nakahara, K., Ishikawa, T., Watanabe, T., Suenaga, K., Rondon, M., and Rao, I.M. 2006. Scope and Strategies for Regulation of Nitrification in Agricultural Systems – Challenges and Opportunities. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25:303-335.
- 2) Subbarao, G.V., Wang, H.Y., Ito, O., Nakahara, K., and Berry, W.L. 2006. NH₄⁺ triggers the synthesis and release of biological nitrification inhibition compounds in *Brachiaria humidicola* roots. *Plant Soil*. DOI 10.1007/s11104-006-9156-6.

衛星データの解析によるモンゴル国全域での植生変動傾向

[要約]

衛星データから得られる植生情報を用いて、モンゴル国全域における 1981-2003 年の長期植生変動傾向(植生トレンド)と市場経済の導入前後における植生トレンドを求めて、時空間分布を明らかにした。国全域におよぶ植生劣化や際立った砂漠化傾向は見られなかった。しかし、1990 年代初頭の市場経済化以降には都市周辺などに劣化傾向の集中が見られており、今後の対策が必要である。

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]

モンゴル国は 1990 年代初頭に社会主義経済から市場経済へと移行した。以降、家畜頭数の急増に伴う植生劣化が報告されている。さらに近年、地球規模の気候変動による砂漠化の進行も指摘されている。一方、モンゴル草原の牧養力にはまだ余裕があるとするものもあり、客観的な状況把握には至っていない。そこで、衛星データから得られる植生情報を使ってモンゴル植生の変動傾向(トレンド)を解析し、過去 20 年余りのモンゴル国全域での植生トレンドの時空間分布を明らかにした。

[成果の概要・特徴]

1. 植生変動以外の要素を校正した 1981-2003 年の正規化植生指数(NDVI)データ(米国メリーランド大学提供 GIMMS/NDVI データ:8km ピクセル)を使って、各ピクセルにおける年間の最大 NDVI 値をその年の植生状況の代表値とし、年々変動を直線回帰して「傾き」を求めた。さらに、t-検定で有意な変動を示すピクセルのみを抽出して傾きに応じたクラス分けを行い、その時空間分布を解析する手法を開発した。
2. 1981-2003 年の長期植生トレンドによれば、10%水準で有意な変動を示した地域の面積は国土全体の約 11.8%であった。劣化傾向を示した面積は国土全体の 3.1%にとどまり、回復傾向を示した 8.4%と比べても小さかった。よって、モンゴル全域で植生が著しく劣化しているとの通説とは異なる結果となった(図 2)。全体的な構図としては、モンゴル国中央部から北部にかけて劣化傾向が見られた。
3. 社会主義経済下にあった 1981-1990 年で有意な植生変動を示した地域は全体の約 15.4%だったが(劣化 1.6%、回復 12.2%)、そのほとんどが回復傾向を示した東部に集中した(図 3)。一方、市場経済へ移行後で雪寒害の相次いだ 2000 年以降を除いた 1990-1999 年では、一転して劣化傾向が卓越した(劣化 4.6%、回復 1.7%)。ただし、有意な変動を示した地域の合計面積は全体の約 6.4%にとどまり、大きくはなかった(図 4)。局地的な劣化傾向が見られた中北部において GPS を用いた現地踏査およびピクセルサイズ 15-30m の衛星画像を用いた判読を行ったところ、NDVI の低下は耕作地・耕作放棄地が広く見られる地域に多く分布していることが明らかになった。また、ウランバートルとダルハンの 2 大都市周辺で土地利用変化が著しい地域に NDVI の低下が見られることも判明した。

[成果の活用面・留意点]

1. 一般に、NDVI は乾燥地など植生の疎らな地域では背景の土壌からの放射量の影響が強くなり、見かけの植生指数が大きくなることが知られているため、解析手法の適用に制約があることに留意する必要がある。

[具体的データ]

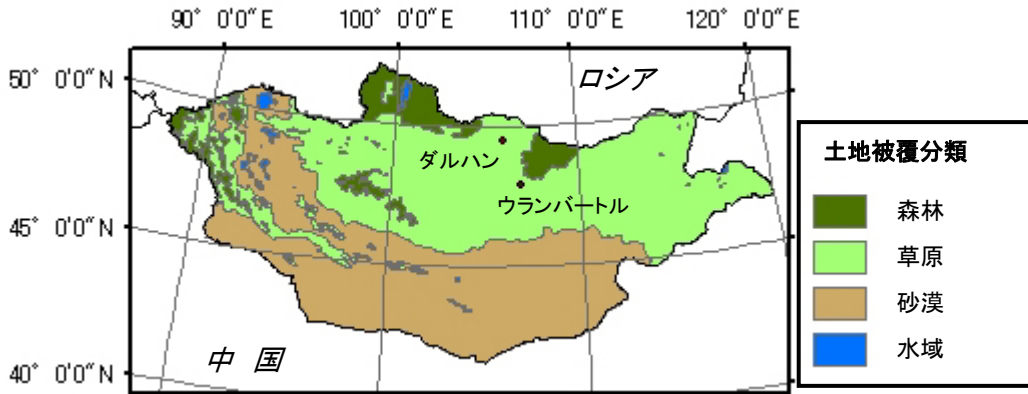


図 1. モンゴル国の土地被覆(出典:モンゴル国 National Atlas を改変)

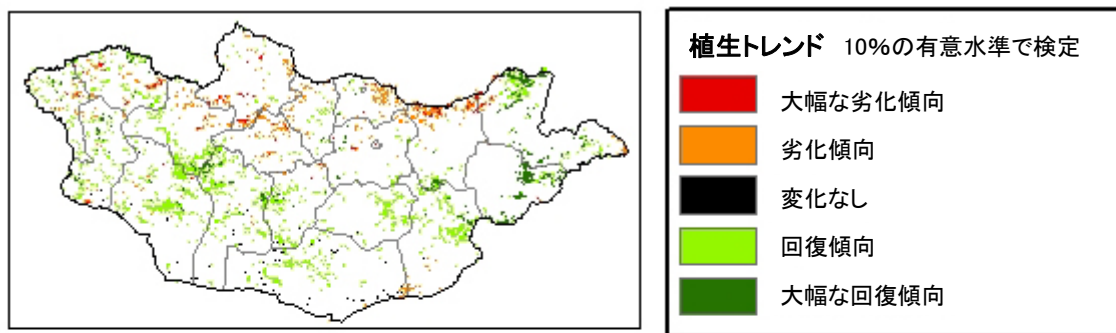


図 2. 1981-2003 年の長期植生変動傾向(*)

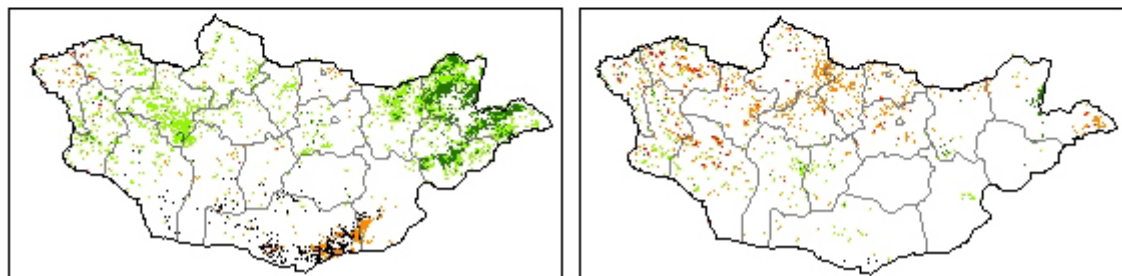


図 3. 1981-1990 年の植生変動傾向(*)

図 4. 1990-1999 年の植生変動傾向(*)

(*) 注: 有意な変動が認められない地域は白色とした。

[その他]

研究課題: リモートセンシングによる牧草現存量推定手法の開発

中課題番号: A-2)-(3)

予算区分: 交付金[乾燥地農牧システム]

研究期間: 2006年度(2006~2011年度)

研究担当者: 平野聡・下田勝久・鳥山和伸・小宮山博・山崎正史・鬼木俊次・Naran-Ochir・Tumenjargal (モンゴル国立農業大学)

発表論文等:

- 1) Hirano, A., Toriyama, K. and Komiyama, H. (2006): Spatiotemporal characterization of Mongolian grassland based on vegetation trend analysis. Proceedings of Asian Conference on Remote Sensing, CD-ROM.
- 2) 平野聡 (2006): モンゴルの植生変動-再訪. 日本写真測量学会平成 18 年度秋季学術講演会発表論文集, 105-108.

タイ東北部における在来種去勢牛の維持エネルギー要求量					
〔要約〕 タイ東北部における在来種去勢牛の維持に要する代謝エネルギー要求量は、477 kJ/kgBW ^{0.75} である。これらは日本飼養標準における黒毛和種去勢牛の維持に要する代謝エネルギー要求量の470 kJ/kgBW ^{0.75} とほぼ同様の値である。					
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]

牛の飼料給与量に関しては、タイでは現在、寒地に適応した牛のエネルギー収支データによって作成された欧米の飼養標準が利用されている。しかし、東南アジア等の熱帯・亜熱帯地域では、熱帯の厳しい自然環境に適応し選抜された地域在来牛やゼブ牛が主体であり、また飼料も熱帯・亜熱帯地域特有のものであり、実際にこれらを組み合わせて家畜のエネルギー収支を継続して測定したデータは殆ど無い。そこで、頭部をフードで覆うことによって呼吸量を24時間継続して測定できる装置を用い、本地域で利用可能な飼料を種々組み合わせて在来種去勢牛に給与し、エネルギーの出納量を測定することによって、維持に要する代謝エネルギー要求量を算出する。

[成果の概要・特徴]

1. 在来種去勢牛4頭による、延べ16例のエネルギー出納成績をもとに、維持に要する代謝エネルギー量を回帰分析により求めた。供試牛の平均月齢は36ヵ月、平均体重は185kg(175~210)kgで、表1に示した給与飼料を体重比で1.5%となるように1日2回に分けて給与した。飼料中の蛋白含量は7.1~7.8%となるように調製した。
2. 在来種去勢牛の飼料の給与量として、体重の1.5%に相当する乾物重を設定すると、飼料中の養分含量によってエネルギーの出納が負となる(表1)。平均気温は28.3度(最低~最高:15.2~40.0度)および湿度は54.6%(最低~最高:10.0~95.0%)であった。
3. 在来種去勢牛における全ての代謝エネルギー摂取量およびエネルギー蓄積量データ(図1)から求めた、維持に要する代謝エネルギー要求量は、476.6 kJ/kgBW^{0.75}である。これらは日本飼養標準における、黒毛和種去勢牛の維持に要する代謝エネルギー要求量の470.3 kJ/kgBW^{0.75}とほぼ同様の値である(BW: 体重kg)。またアメリカのNRC標準に示されている、欧米の種々の牛の維持に要する代謝エネルギー要求量である、401.7から543.9 kJ/kgBW^{0.75}のほぼ中間の値といえる。

[成果の活用面・留意点]

1. 在来種去勢牛の維持に要する代謝エネルギー量として飼料給与量の計算に応用でき、飼養標準作成の基礎数値として活用できる。
2. 飼料資源を有効活用し飼料効率向上を図るためには、給与する飼料の栄養価に関する情報を入手し、本成果とあわせて肉牛への適切な量の栄養分を供給する必要がある。
3. 在来種には地域や血統による多様性が大きいいため、本要求量を用いて精密に飼料設計した場合でも、体重の変動等を注意深く観察する必要がある。

[具体的データ]

表 1 飼料配合割合と在来種去勢牛のエネルギー出納試験結果

	飼料 1	飼料 2	飼料 3	飼料 4	絶食
飼料配合割合(%)					
パンゴラ乾草	99	40	30	20	
キャッサバチップ	-	58	54.8	21.1	
ビール粕	-	-	15	-	
キャッサバパルプ	-	-	-	57	
尿素	1	2	0.2	1.9	
エネルギー出納(kJ/BWkg ^{0.75})					
総エネルギー摂取量	792	774	860	740	
糞中エネルギー排出量	405	238	285	206	
尿中エネルギー排出量	18	14	11	12	
メタン中エネルギー排出量	71	94	86	66	
代謝エネルギー摂取量	298	428	478	455	
熱発生量	500	477	491	449	451
エネルギー蓄積量	-203	-49	-13	6	-451

4 頭のデータ, 平均体重(BW)185kg

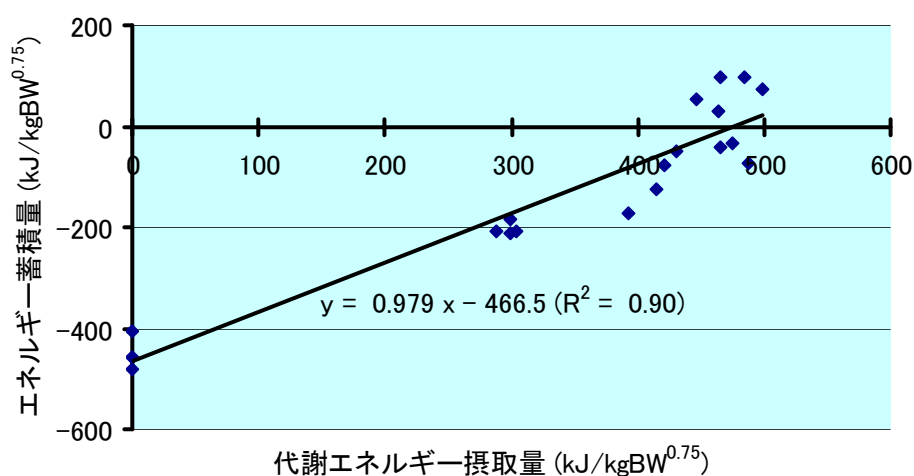


図 1 在来種去勢牛における代謝エネルギー摂取量とエネルギー蓄積量との関係

[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: 2006年度(2006~2011年度)

研究担当者: 西田武弘・Peerapot Nitipot・Anan Chaokaur・Kritapon Sommart(コンケン大学農学部)・Ittiphon Phaowphaisal・Pimpaporn Pholsen・Rumphrai Narmsilee・Somchit Indramanee(コンケン家畜栄養研究開発センター)

発表論文等: なし

ギニアグラスースタイロ混播草地におけるスタイロの維持管理法					
〔要約〕 <u>ギニアグラスとスタイロ</u> (<i>Stylothantes capitata</i> + <i>S. macrocephala</i> 混合品種)の種子をそれぞれ3kg/ha及び4kg/haの割合で播種造成した混播草地は、生産量がギニアグラス単播草地の1.5倍で、スタイロの種子成熟後に放牧を開始すると地下部にスタイロの埋土種子バンクが形成され、自然更新が可能となる。					
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	草地管理	対象	他のマメ科牧草	分類	研究

[背景・ねらい]

ギニアグラス(*Panicum maximum*)は生産性が高いため、南米の熱帯サバンナ地域で栽培が拡大しているが、無施肥条件下では生産性の低下が著しく、窒素供給源としてのマメ科牧草との混播栽培が重要な課題となっている。しかし、マメ科牧草は放牧家畜による選択採食を受けるために維持管理が難しく、永続性の高いマメ科牧草の選定と、そのギニアグラスとの組み合わせ利用法の確立が期待されている。そこでギニアグラス(品種 Tanzania)と、ブラジル農牧研究公社肉牛研究センターが作成したスタイロ(品種 Campo Grande, *Stylothantes capitata* と *S. macrocephala* の混合品種)の混播草地をブラジルサンパウロ州にある JATAK(全国拓殖農業協同組合連合会)農場内に造成し、放牧開始時期の調整によりスタイロの埋土種子バンク形成を促進し、自然更新による維持管理を図る。

[成果の概要・特徴]

- 2004年12月初旬に、ギニアグラス単播草地(播種量 6kg/ha)及びギニアグラスースタイロ混播草地(ギニアグラス 3kg/ha + スタイロ 4kg/ha)を造成し、スタイロの種子形成前(5月22日)と種子成熟後(8月5日)に分けて放牧(全て2頭/ha)を開始し、翌年の4月初旬までそれぞれの草地で定置放牧した。そうすると、混播草地における造成後1年間の総乾物生産量は 30.6 ton/ha で、単播草地(20.0ton/ha)より 50%有意に高まる。
- 種子成熟後に放牧した混播草地では、牛の排糞による種子散布が行われ、牛糞中に高密度でスタイロの種子が存在する(図1)。種子形成前に放牧した全ての草地では、糞に種子が含まれない。
- 種子成熟後に放牧した混播草地では、雨期直前の11月中旬に採取した土壌中のスタイロの埋土種子密度は 80 粒/(m²×5cm)に達し、播種量の 1/2 に当たる種子が土壌中に存在する(表1)。また、雨期初めには多くのスタイロの発芽実生が見られる(25.4 本/m²)。これらの実生は、約1年後に 4.6 本/m²の密度に減少するものの順調に生育し、更新可能な実生高に達する(図2)。
- 以上のことから、ギニアグラス 3kg/ha + スタイロ 4kg/ha の種子割合で造成した混播草地は、単播草地より 50%生産性が高く、スタイロの種子成熟後に放牧を開始すると、牛の排糞により種子散布が行われると共に埋土種子バンクが形成され、自然更新による維持更新が可能となり高い生産性が維持される。

[成果の活用面・留意点]

- 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活用出来る。
- スタイロの実生個体が減少してきた場合は、乾季の初めに再度休牧期間を設けて埋土種子バンクの形成を促す必要がある。
- スタイロの種子形成を行う休牧により放牧期間が短くなるため、その年の家畜の年間総増体量は2割程落ちるが、日増体量に影響はない

[具体的データ]

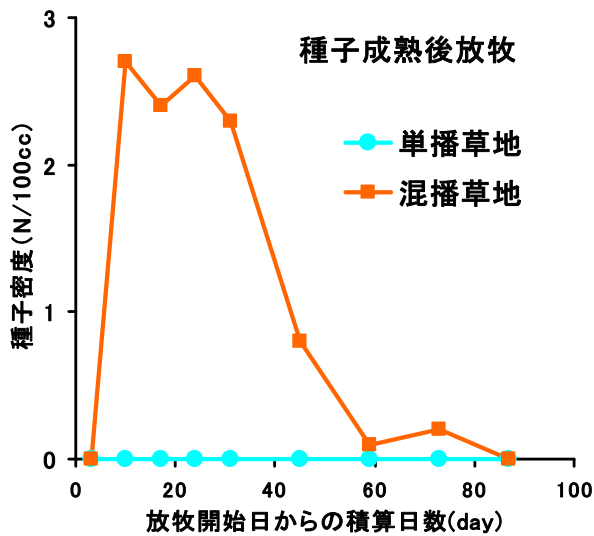


図1 種子成熟後に放牧した草地における牛糞中のスタイロ種子の密度変化 (種子形成前に放牧した草地ではスタイロの種子は検出されない)

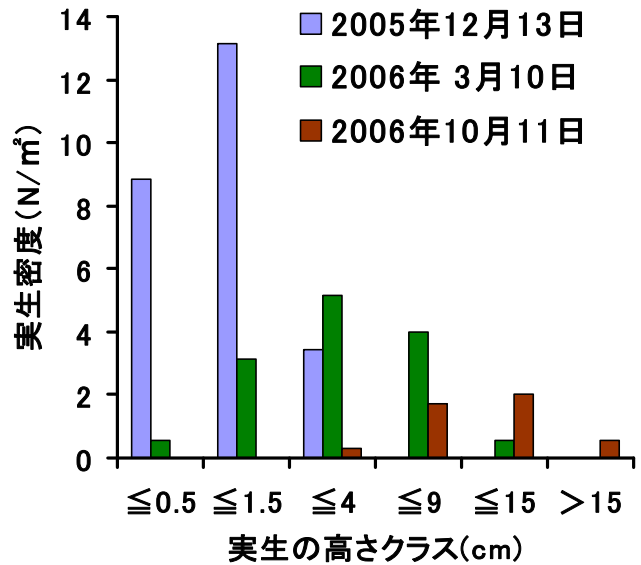


図2 種子成熟後に放牧した混播草地におけるスタイロの実生高階級分布の変化

表1. 種子成熟後に放牧開始した草地における *S. capitata* + *S. macrocephala* の埋土種子密度と発芽実生密度

	単播草地		混播草地	
	前放牧	後放牧	前放牧	後放牧
埋土種子密度 (N/(m ² ×5cm))	0	0	0	80.0
SD	0	0	0	470.0
発芽実生密度 (N/m ²)	0	0	0	25.4
SD	0	0	0	107.6

測定日: 埋土種子密度(2005年11月)、発芽実生密度(2005年12月)

前放牧: スタイロの種子形成前に放牧

後放牧: スタイロの種子成熟後に放牧

[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年度(2006~2008年度)

研究担当者: 下田勝久・塩谷哲夫(JATAK)

発表論文等:

- 1) 下田勝久・塩谷哲夫・川上隆治・牛腸英夫・Macedo M. C. M.・Ceasar・Miranda C. H. B. (2006): ブラジルにおけるギニアグラスースタイロ混播草地の造成と維持管理法の開発. 日本草地学会誌 52 巻別号, 284-285.

キャッサバパルプを用いた効率的な燃料エタノール生産技術の開発					
〔要約〕アルコール発酵用実用酵母の細胞表層にアミラーゼを提示させたアーミング酵母を開発し、この酵母を用いてキャッサバデンプン産業副生物のキャッサバパルプを原料としてエタノール生産を行ったところ、キャッサバパルプの主成分であるデンプンの分解と発酵が同時に進行し効率的にエタノールが生産された。					
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) 6307
専門	バイテク	対象	微生物	分類	研究

〔背景・ねらい〕

キャッサバはタイ、インドネシアでそれぞれ約2,000万トン／年生産される東南アジアの代表的な農作物であり、飼料やデンプンとして利用されている。デンプン製造工程では大量の絞りかす(キャッサバパルプ)が排出されるが一部が飼料や肥料として利用されているのみで有効な利用方法がない。そこで、キャッサバパルプを原料として燃料用エタノールを製造するための技術開発を行う。その際、低コスト化を目的に、アーミング酵母技術を用いて、アルコール発酵用実用酵母の細胞表層へアミラーゼを提示させ、主成分であるデンプンの糖化と発酵を同時に行う。一倍体酵母にアミラーゼを提示させた例はあるが、アルコール発酵用実用酵母(二倍体)へアミラーゼを提示させエタノール生産を試みた例はない。

〔成果の概要・特徴〕

1. タイにおける現地調査により、キャッサバデンプン工場では、キャッサバ塊茎重量の20～30%のキャッサバパルプが排出されていることが分かった(図1)。
2. 成分分析の結果、キャッサバパルプには100g(乾燥重量)あたり、デンプンが60.6g、セルロースが19.1g含まれていた(表1)。
3. デンプン成分の直接エタノール変換を目的として、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)により、アルコール発酵実用酵母株、清酒酵母協会7号(K7)を宿主として *Rhizopus oryzae* のグルコアミラーゼを細胞表層に提示した酵母(K7G)を造成した(図2)。
4. キャッサバパルプを穏和な水熱処理(140℃、1時間)及びセルラーゼ処理(*Trichoderma reesei* 由来、Sigma社製:キャッサバパルプ1gあたり3Uを用い、50℃、72時間反応)しセルロース成分を糖化した後、K7G株を用いてエタノール発酵を行うことにより、効率的にエタノールが生産され、5及び10%(w/v)のキャッサバパルプから16.8g/l及び26.5g/lのエタノールが生産される。

〔成果の活用面・留意点〕

1. キャッサバパルプ濃度の上昇に伴い変換率が低下するため(水熱処理の際、阻害物質が生成すると推定される)、高収率が求められる場合には、適正な原料濃度(5%程度)でエタノール生産を行うのが望ましい。
2. アミラーゼ無添加でデンプン成分をエタノールへ変換できるため、酵素経費の削減ならびに工程の簡素化が可能で、大幅なコスト削減が期待できる。

[具体的データ]



図1. 工場内で放置されるキャッサバパルプ
右下はキャッサバ塊根

表1. キャッサバパルプの成分

成分	g/100g 乾燥パルプ
デンプン	60.6
遊離還元糖	4.7
全窒素	0.4
繊維中の非デンプン性多糖 ^{a)}	
セルロース	19.1
キシラン	4.2
アラビナン	1.4
ガラクトサン	0.5
マンナン	0.7
リグニン	2.2
Total	93.8

a) 非デンプン性多糖の分析は硫酸加水分解した繊維をHPLCにて測定した。

[その他]

研究課題: 東南アジア・バイオマス

中課題番号: A-1)-(4)

予算区分: 交付金[アジアバイオマス]

研究期間: 2006年度(2006~2010年度)

研究担当者: 小杉昭彦・近藤昭彦(神戸大学工学部)・植田充美(京都大学農学部)・村田善則・Pilanee Vaithanomsat(カセサート大学農学・農学工業製品改良研究所)・Warunee Thanapase(カセサート大学農学・農学工業製品改良研究所)・森隆

発表論文等:

- 1) 小杉昭彦 タイにおけるソフトバイオマスからの効率的燃料エタノール変換技術の調査. 平成17年度 国際共同研究先導調査報告. 独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)ホームページ <http://www.nedo.go.jp/itd/fesendo/h17/gaiyou/theme10.html>.
- 2) A. Kosugi, A. Kondo, M. Ueda, Y. Murata, P. Vaithanomsat, W. Thanapase and Y. Mori. (2006): Ethanol Production from Cassava Wastes Using a Surface-Engineered Yeast Strain Displaying Glucoamylase. 第3回バイオマスアジアワークショップ発表要旨集, 112.

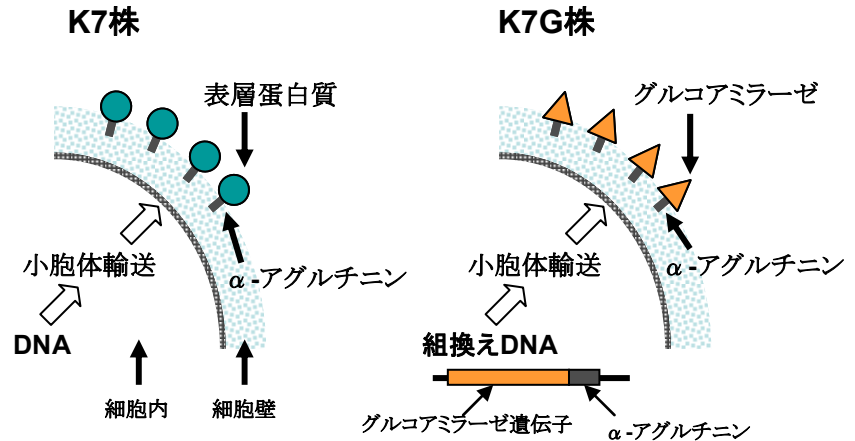


図2. アーミング酵母技術を用いたグルコアミラーゼの酵母細胞表面提示

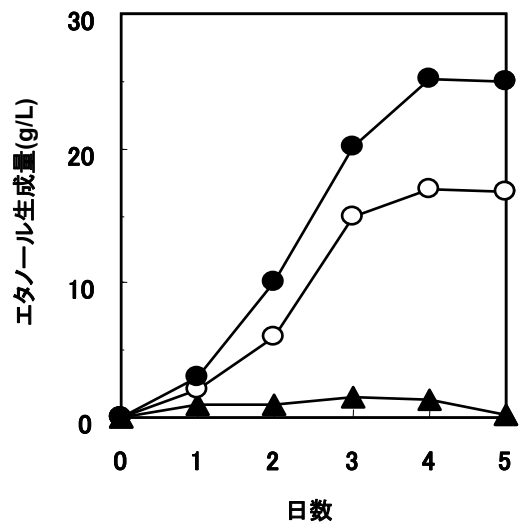


図3. グルコアミラーゼ表面提示実用酵母(K7G)を用いたキャッサバパルプからのエタノール発酵経過. 培養温度は30℃、静置培養にて行なった。▲, 5%キャッサバパルプ(K7); ○, 5%キャッサバパルプ(K7G); ●, 10%キャッサバパルプ(K7G)

α -グルコシダーゼ抑制活性(血糖値低下の指標)測定法の開発及びその適用による高活性「豆豉(中国伝統食品)」の発見

[要約] 有色試料に適用できる高感度簡便な α -グルコシダーゼ活性測定法を開発し、測定したところ、中国伝統食品である豆豉には、 α -グルコシダーゼの抑制活性の高いものがある。

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	食品品質	対象	大豆	分類	研究

[背景・ねらい]

生体は、ショ糖などの二糖類を α -グルコシダーゼで分解し、ブドウ糖に変換し糖を小腸から吸収することにより、血糖値を上昇させる。糖尿病患者や血糖値の気になる人は、血糖値の上昇を抑制するため、食前に α -グルコシダーゼを抑制する薬あるいは食品を摂取する。天然物にもこの抑制活性を有する物質が確認されているが、従来の活性測定法では405nmの吸光度を用いるため、食品抽出物等の有色の試料では正確な測定はできない。また、一般的に用いられるIC₅₀値は、コントロールとしての値が測定間でばらつくと大きく変動し、正確な値を求めるには熟練が必要である。そこで、有色試料に適用可能な測定法の開発を試み、さらに中国伝統大豆発酵食品である豆豉は、中国各地で生産され、その機能性が期待されており、成果情報12号(H16年度)では、強いアンジオテンシン変換酵素阻害作用を有する豆豉が報告された。以上のことから、この方法を豆豉に応用し活性の高い製品を探索した。

[成果の概要・特徴]

1. 測定した吸光度直線(抑制直線)の傾きを抑制活性の指標とする新しい測定法であり、応用範囲が広い。
2. α -グルコシダーゼの酵素源として、ラット小腸のアセトンパウダーを用い、96穴プレートにこの酵素を入れ、試料の希釈系列を作成し、各ウェルに添加した。合成基質4-Nitrophenyl- α -D-glucopyranosideを用い、37°C、40分加温し、アルカリ性で反応を停止させ同時に発色後405nmの吸光度を測定した。酵素のないブランクも同様に行った。
3. 陽性対照として用いた桑葉抽出液は、吸光度直線の傾きが-18.23を示し、強い抑制活性を示した(図1A)。コーヒーでは、直線の傾きが0.176を示し、ほぼ0に近く活性はほとんどないと考えられた(図1B)。
4. 強い α -グルコシダーゼの抑制活性を持ち医薬品でもあるボグリボースのそれぞれの濃度を、抑制活性の無いコーヒー試料に添加して有色条件下で傾きを求めた結果、良好な直線関係($r^2=0.92$)が得られ、この測定法の信頼性が確認された(図2)。
5. この測定法の変動係数は、実験内3.39%(n=4)、実験間2.68%(n=3)であった。この結果より、測定法として良好と確認された。
6. 各種の茶等(茶葉として熱水抽出の場合1%(w/v)、市販の茶ボトルではそのまま試料とした)を用いて検討した結果、抑制活性が確認されている桑葉抽出液とグアバ茶は、約18と4の傾きが得られ、その他の緑茶、紅茶、コーヒーは1以下であった(図3)。図3中の小グラフは試料の吸光度を示しており、試料によりさまざまであるが、この値は本法による測定値に影響を与えない。グアバ茶と桑葉抽出液は活性がすでに報告されており、傾きが約4以上あれば抑制活性があると判断できる。
7. 中国各地からランダムに選択した豆豉の水抽出試料(抽出濃度40%(w/v))は、いくつか高い抑制活性を有するものがあつた(図4)。特にBM(江西省)、KKHBS(湖南省)、MK(四川省)の3品は高値であつた。

[成果の活用面・留意点]

1. この方法では96穴マイクロプレートを用いることにより、多検体迅速測定が可能となる。
2. 実験間で比較するためには、酵素活性を常に一定にする必要があるので、予備実験等を行い、酵素添加量を調節すると良い。
3. 試料の測定には年次や製品ロットにも考慮する必要がある。
4. 高度な機械の必要もなく、マイクロプレートリーダーがあれば十分に行うことができ初心者にも適している。

[具体的データ]

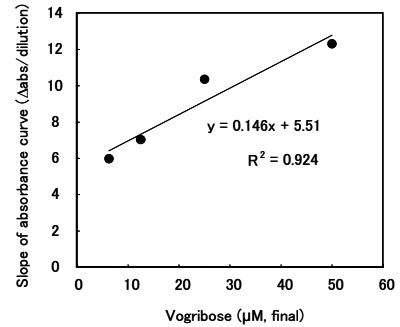
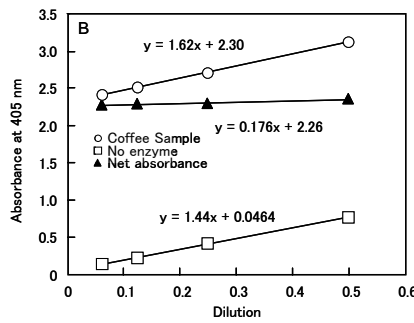
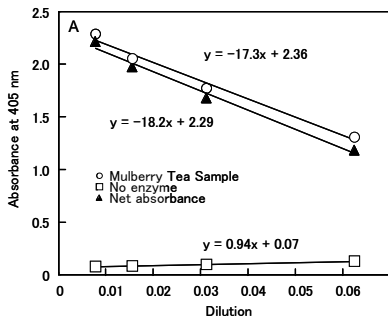


図1 桑葉抽出物(A)とコーヒー(B)の吸光度直線
○:酵素添加、□:酵素無添加 ▲:net(吸光度の差)値

図2 ボグリボースの濃度と吸光度直線の傾き α -グルコシダーゼ阻害薬を添加し、吸光度直線を作成しその傾きを求めた。

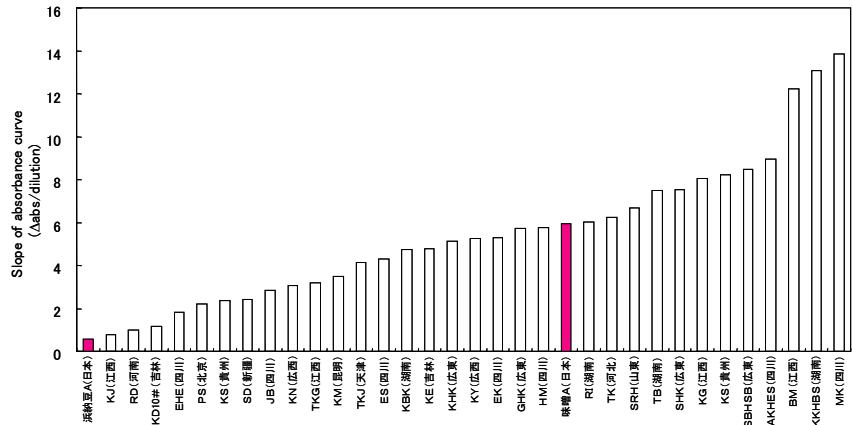
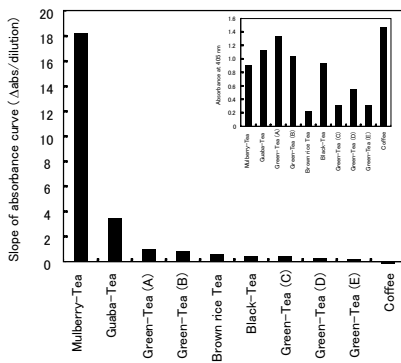


図3 各種の茶等の吸光度直線の傾き
小グラフ: 試料吸光度のみ

図4 中国各地の豆豉のグルコシダーゼ抑制活性
(赤カラムは日本の浜納豆と味噌)

[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年度(2006~2010年度)

研究担当者: 八巻幸二・李里特(中国農業大学)・程永強(中国農業大学)

発表論文等:

- 1) 八巻幸二, 森 隆(2006): 簡便な α -グルコシダーゼ抑制活性測定法: 抑制曲線の傾きを用いる方法. 日本食品科学工学会誌 53 巻 4 号, 229-231.
- 2) Chen, J., Cheng, Y., Yamaki, K., Li, L. (2007): Anti- α -glucosidase activity of Chinese traditionally fermented soybean (douchi). Food Chemistry 103, 1091-1096.

タイの市販オオバンガジュツにおける機能性ポリフェノール含量の季節変化

〔要約〕 タイ国内の市場を流通するオオバンガジュツでは、主要な4つの機能性ポリフェノール成分の含量に一定の季節変化が観察される。その主な原因は、土中保留中におけるポリフェノール成分ごとの一定方向への含量の増減である。

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	食品品質	対象	根菜類	分類	研究

〔背景・ねらい〕

タイのショウガ科根菜オオバンガジュツは、抗変異原性等の機能性を示すポリフェノール成分(表1)を豊富に含み、それらを利用した新たな用途開発の可能性を有する。しかし、タイ市場を流通するオオバンガジュツ根茎のポリフェノール含有パターンには大きな変動が見られ、その実態把握がポリフェノール成分利用のためには不可欠である。本研究では、オオバンガジュツの主要な4つの機能性ポリフェノール成分(2, 4, 6-トリヒドロキシカルコン(THC)、ピノセンプリン(PC)、カルダモニン(CA)、ピノストロビン(PS))について、季節に伴う含量の変化とその原因を明らかにする。

〔成果の概要・特徴〕

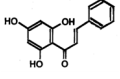
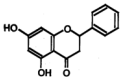
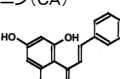
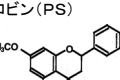
1. タイ国内の市場を流通するオオバンガジュツ根茎における各ポリフェノール成分の含量は、品種、栽培条件等に伴って様々であるが、市場流通品全体として見たときに、一定方向への季節変化が観察される。具体的には、その年の新物が採れる乾季前半に比べて、数ヶ月の土中保留を経る暑季では、フラバノンタイプのPC、PSが減少し、カルコンタイプのTHC、CAが増加する(図1、タイの季節とオオバンガジュツの栽培については図3参照)。
2. オオバンガジュツ農家の圃場における同一サンプル群の調査でも、市場と同様に、乾季前半の新物に比べて、暑季における数ヶ月の土中保留後のものではPC、PSが減少し、THC、CAが増加した(表2)。また、乾季前半に収穫した新鮮なオオバンガジュツによる貯蔵試験でも同様に、3週間の貯蔵中にPC、PSが減少し、THC、CAが増加した(図2)。
3. 以上の結果から、タイで栽培されるオオバンガジュツでは、土中保留中に根茎内でフラバノンタイプのPC、PSが開環し、カルコンタイプのTHC、CAに変換されるものと推定された。一般的にフラボノイドの生合成は、不安定なカルコンから安定なフラバノンへと代謝される経路を経るが、オオバンガジュツでは逆方向の変換が認められることから、その機構が注目される。カルコンとフラバノンはそれぞれ異なった機能性を示す可能性があることから、オオバンガジュツのこれら機能について今後の解明が期待される。

〔成果の活用面・留意点〕

1. オオバンガジュツの機能性ポリフェノール成分に着目した利用を行う場合、タイにおいては、それぞれの成分ごとに、より高い含量の期待できる時期があるため(図1、表2)、収穫・購入の際に留意すると良い。
2. オオバンガジュツ根茎は、収穫・購入後に貯蔵を行うことで、カルコン類(THC、CA)の含量をさらに高められる可能性がある(図2)。

[具体的データ]

表1 オオバンガジュツの主要ポリフェノール成分

1) 2',4',6'-トリヒドロキシカルコン(THC)	抗変異原性、抗菌性 等
	
2) ピノセンブリン(PC)	抗変異原性、抗菌性、抗炎症、血管弛緩 等
	
3) カルダモニン(CA)	抗変異原性、抗腫瘍 等
	
4) ピノストロピン(PS)	抗変異原性、抗腫瘍、抗化学物質・抗酸化の酵素誘導、筋肉弛緩 等
	

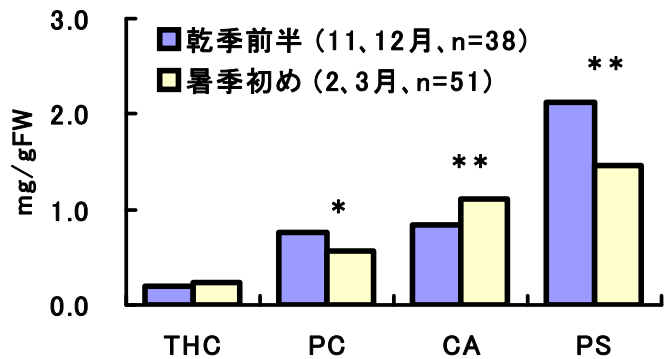


図1 タイの市販オオバンガジュツにおけるポリフェノール含量の季節変化 (t検定(対応なし)で有意水準 *5%、**1%)

表2 同一農家圃場におけるオオバンガジュツの主要ポリフェノール含有量の季節変化

農家	季節	THC	PC	CA	PS	
No.1	乾季 (11月)	0.04	0.83	0.43	2.70	乾季に比べ、暑季で △:増加、▼:減少
	暑季 (3月)	△ 0.15	▼ 0.44	△ 0.93	▼ 1.38	
No.2	乾季 (11月)	0.04	0.89	0.51	2.95	
	暑季 (3月)	△ 0.22	▼ 0.60	△ 1.25	▼ 1.75	
No.3	乾季 (11月)	0.05	0.82	0.45	2.76	
	暑季 (3月)	△ 0.26	▼ 0.73	△ 1.56	▼ 2.32	
No.4	乾季 (11月)	0.04	1.29	0.42	2.38	
	暑季 (3月)	△ 0.39	▼ 0.91	△ 0.62	▼ 0.71	

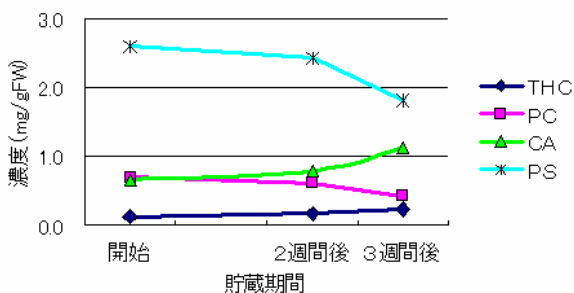
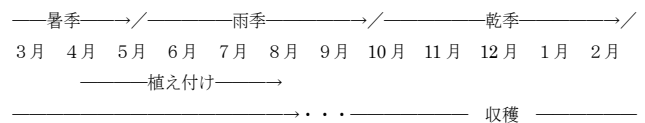


図2 オオバンガジュツ貯蔵中のポリフェノールの変化 (4°C、プラスチック袋包装)



タイ国におけるオオバンガジュツの植え付けは、4~5月の降雨の増加とともに始まる。雨季の間に生育し、収穫・出荷は9月頃から周年で行われる。乾季に入ると地上部は枯死するが、可食部である地下部は収穫までそのまま土中に保留される。

図3 タイ国におけるオオバンガジュツの栽培

[その他]

研究課題: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年度

研究担当者:伏見 力・Ladda Wattanasiritham (カセサート大、食品研究製品開発研究所(IFRPD))・中原和彦 発表論文等:

- 1) 伏見 力、Ladda Wattanasiritham、吉橋 忠、Gassinee Trakoontivakorn、中原和彦(2003): オオバンガジュツにおけるポリフェノール含有比の多様性. 日本農芸化学会2003年度大会講演要旨集, p217.
- 2) 伏見 力、ラッター・ワッタナーシリタム、杉浦 誠、小西弘晃、玖波井邦昭、鈴木芳孝、中原和彦(2005): タイ国の在来野菜オオバンガジュツ(*Boesenbergia pandurata* Schltr.)の栽培法. 日本園芸学会雑誌第74巻別冊2, p206.
- 3) 伏見 力、ラッター・ワッタナーシリタム、中原和彦(2006): タイ国におけるオオバンガジュツ(*Boesenbergia pandurata* Schltr.)の流通実態. 日本園芸学会雑誌第75巻別冊1, p412.

アグロフォレストリーにおける換金作物としての薬用植物ノニの有効性					
〔要約〕 フタバガキ科等の実生苗定着促進に有効なアカシアマンギウム保護樹の林冠環境下で栽培できる換金作物を探索した結果、植栽後1年足らずで着果し、しかも年間を通じて果実を収穫できた薬用植物ノニ (<i>Morinda citrifolia</i>) を見出した。保護樹を間伐し光環境改善を図るほか、水はけの良い立地を植栽地に選ぶことで、より多くのノニの果実が収穫でき、アグロフォレストリー換金作物として利用可能であることが分かった。					
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	常緑広葉樹	分類	研究

[背景・ねらい]

熱帯地域の荒廃した天然林や利用価値が低く放置された人工林を将来的に多様な植物からなる森林へ転換することを目的に、林内に様々な在来種やフタバガキ科樹種や換金作物を植栽するアグロフォレストリー技術開発試験をマレーシア・サバ州で進めてきた。

このアグロフォレストリーに関わる研究ではこれまでに、フタバガキ科等の在来樹種の多くは苗木植栽初期にある程度の被陰が必要で、アカシアマンギウム (*Acacia mangium*、以下アカシア) が被陰を形成する保護樹として有効であることを明らかにした。保護樹による被陰下でも栽培可能で、しかも出来るだけ早く収穫できる換金作物を見出せば、熱帯林再生に地域住民の協力を得るアグロフォレストリーの実践が可能となる。

[成果の概要・特徴]

- マレーシア、サバ州サンダカン近郊の18年生アカシア林(1.6ヘクタール、立木本数1470本)を試験地として利用し、当該林分を異なる間伐強度(無間伐区、33%間伐区、66%間伐区)で伐採し、林内にフタバガキ科等の在来樹種や果樹、薬用植物などの換金作物の実生苗を植栽し、それらの生存、成長をモニタリングした。
- ノニ (*Morinda citrifolia*、和名 ヤエヤマアオキ) が各間伐処理区に植栽された換金作物のうち、唯一植栽後1年以内に果実を収穫できる植物であることが分かった(写真1、表1)。ノニは東南アジアや太平洋諸島に広く分布する常緑低木で、その果実には糖尿病や高血圧等に薬効があるとして古くから地域的に利用されてきた。最近では、ミネラル類、アミノ酸類、各種ビタミン類が豊富に含まれることが分かり、そのジュースがサプリメントとして国際的に市場を拡大している。
- ノニの果実収量には間伐率と斜面地形が有意な効果を示し(誤差分布としてガンマ分布を用いた一般化線形モデル、間伐 $p < 0.01$ 、斜面地形 $p < 0.001$ 、交互作用 n.s.)、斜面上部で66%間伐区に植栽されたノニが最も多い果実収量を示した(図1)。
- 斜面上部の土壌水分含量は斜面下部よりも年間を通じて低い値を示した(図2)。また、表層10cmにおける土壌の透水性は斜面上部で高かった(斜面上部 $1.6 \times 10^{-2} \sim 2.7 \times 10^{-3}$ cm/s、斜面下部 $2.0 \times 10^{-3} \sim 2.6 \times 10^{-5}$ cm/s)。斜面下部の一部は雨季に一時的に冠水することもあった。これらのことから、斜面上部の66%間伐区におけるノニの収量増加には、植栽立地の水はけの良さが関係していると推察された。

[成果の活用面・留意点]

- アグロフォレストリー技術開発試験の成果はサバ州林業局が進めるベンコカ森林保護区の熱帯林再生事業に活用される予定である。

2. [具体的データ]



写真1 アカシア林に植栽されたノニ(左)と果実(右)

表1 アカシア林に植えられた換金作物の植栽初期における収穫利用の可能性

カテゴリー	名称	主な利用部位	植栽後4年経過時点での状況
果樹	パラミツ	果実	未だ結実なし(最大で樹高 13.3 m に達する)
	パイナップル	果実	結実するが、動物(サル)によって食害される
	ランサット	果実	未だ結実なし(最大で樹高 7.9 m に達する)
	ランブタン	果実	未だ結実なし(最大で樹高 9.6 m に達する)
薬用植物	クミスクチン	葉	光不足で葉量が少ない
	トンカットアリ	根	成長が遅い
	ノニ	果実	1年目で既に結実、その後周年で収穫可能
香辛料	ショウガ	根茎	生存率低く、しかも生育不良
	コショウ	果実	生育不良

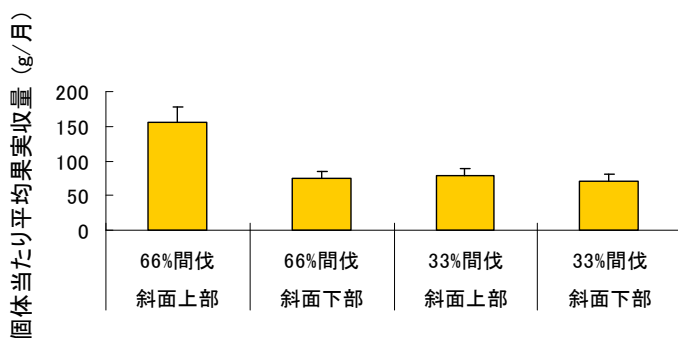


図1 間伐処理区内のノニ果実月平均果実収量 (2005年8月～2006年1月、エラーは標準誤差)

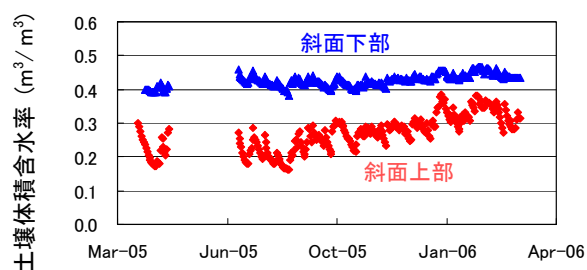


図2 間伐処理区の斜面上部と下部における土壌体積含水率の時系列変動

[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: 2006年度 (2006～2011年度)

研究担当者: 宮本和樹・山田毅・太田敬之 (森林総合研究所)・加茂皓一 (森林総合研究所四国支所)・Jaffirin Lapongan (サバ森林研究センター)

発表論文等:

- Miyamoto, K., Yamada, T., Ota, T., Kamo, K., Nakamura, S. and Lapongan, J. (2006): Growth performance, photosynthesis traits and fruit yield of Mengkudu (*Morinda citrifolia*) under an *Acacia mangium* stand. Abstract of International Agroforestry Conference (IAC) 2006, 26.

バナメイエビの成熟抑制ホルモンの発見

[要約]

眼柄切除によらない新しい人為催熟技術開発のため、卵巣培養系を用いた生物活性測定法により、バナメイエビ眼柄内の卵黄形成抑制ホルモン(vitellogenesis-inhibiting hormone : VIH)を探索した結果、VIHの単離に成功した。この成果は、エビ類成熟機構の解明に大きく貢献し、人為催熟技術開発に道を拓くものとして期待される。

所属	国際農林水産業研究センター・水産領域	連絡先	029 (838) 6630		
専門	増養殖技術	対象	他のえび類	分類	研究

[背景・ねらい]

エビ類の需要は、日本、米国が最大の輸入国として国際的に高まり、東南アジアを中心に、主に海産エビを用いた養殖生産が急激な発展を遂げてきている。現行では、稚エビから出荷サイズまでの育成方法は確立されてはいるが、安定的な稚エビを得るための成熟した親エビの育成技術は未確立である。そのため、技術全体としては非効率であり、成熟親エビの育成は持続的な養殖技術の開発に対するボトルネックとなっている。この解決策として、エビの成熟を制御するホルモンの利用による、効率的な人為催熟技術の開発を目指している。研究対象にしたエビは、最近東南アジアで盛んに養殖が行われているバナメイ種を用いた。

[成果の概要・特徴]

1. エビ類は眼柄切除により卵黄形成が誘導されることから、眼柄内に卵黄形成抑制ホルモン(vitellogenesis-inhibiting hormone : VIH)が含まれていると考えられている。しかし、その存在および作用機構は不明である。甲殻類においては、アメリカンロブスター、オカダンゴムシ、クルマエビからVIHが単離・同定されている。それら3種類のVIHは分子量が約10 kDaのペプチドで、甲殻類血糖上昇ホルモン(crustacean hyperglycemic hormone: CHH)族のメンバーであるので、バナメイにおいてもCHH族ペプチドのいずれかがVIHである可能性が高い。以上から、バナメイ種のCHHの貯蔵器官として知られている眼柄内に存在するサイナス腺から7種類のcrustacean hyperglycemic hormone (CHH)族ペプチドを単離した(図1)。
2. 1.で単離したCHH族ペプチドのVIH活性を検討するために、エビ卵巣を用いた簡易なVIH生物活性測定方法を開発した。
3. 2.のVIH生物活性測定方法を用いて、7種類のCHH族ペプチドのVIH活性を測定した。その結果、6種類にVIH活性があったので、この6種類をVIHと同定した(図2)。
4. VIH活性の力価が一番強いペプチドの構造を決定した。

[成果の活用面・留意点]

1. バナメイ体内に存在する内在性のVIHを抑制すれば、成熟が促進される。
2. VIH分泌を促す環境要因が明らかになれば、その要因の制御で人為催熟が可能になる。
3. 本成果を元に人為催熟技術が確立すれば、エビ類種苗生産の安定化に大きく貢献する。

[具体的データ]

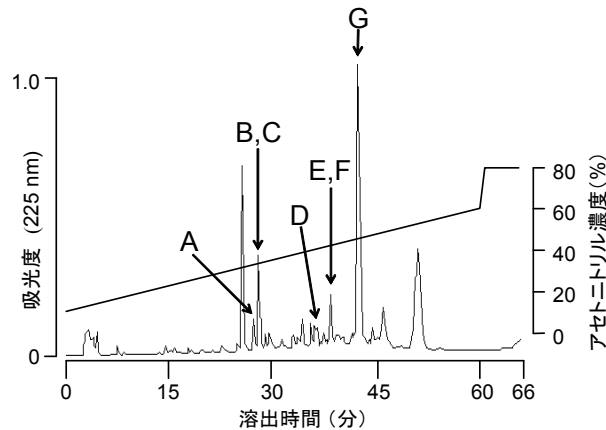


図1 バナメイの CHH 族ペプチドの単離

バナメイのサイナス腺を顕微鏡下で約 1,300 個摘出し、抽出後、逆相の HPLC を用いて分画し、7 種類の CHH 族ペプチド(A、B、C、D、E、F、G)を同定した。

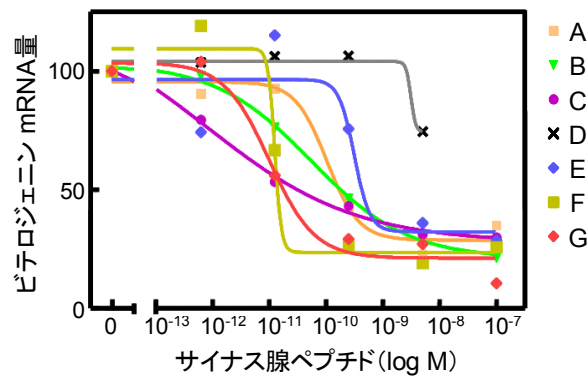


図2 バナメイの CHH 族ペプチドの卵黄形成抑制活性

VIH 活性は、7 種類のペプチドを単独でクルマエビの卵巣片培養液に加え、培養し、卵巣中の卵黄タンパク質遺伝子の発現が有意に抑制されるかを調べる方法である。その結果、6 種類 (A、B、C、E、F、G) のペプチドが濃度依存的に卵黄タンパク質遺伝子の発現を抑制した。

[その他]

研究課題:生殖機構解明によるエビ類の人為的成熟制御技術の確立と種苗生産の安定化

中課題番号: A-1)-(7)

予算区分:交付金[エビ成熟]

研究期間: 2006 年度(2006~2010 年度)

研究担当者:Marcy Nicole Wilder、大平剛、筒井直昭、川添一郎

発表論文等:

- 1) Tsutsui, N., Katayama, H., Ohira, T., Nagasawa, H., Wilder, M.N. and Aida, K. (2005). The effects of crustacean hyperglycemic hormone-family peptides on vitellogenin gene expression in the kuruma prawn, *Marsupenaeus japonicus*. *General and Comparative Endocrinology*, 144: 232-239.
- 2) Ohira, T., Okumura, T., Suzuki, M., Yajima, Y., Tsutsui, N., Wilder, M.N. and Nagasawa, H. (2006). Production and characterization of recombinant vitellogenesis-inhibiting hormone from the American lobster *Homarus americanus*. *Peptides*, 27: 1251-1258
- 3) Ohira, T., Tsutsui, N., Nagasawa, H. and Wilder, M.N. (2006). Preparation of two recombinant crustacean hyperglycemic hormone isoforms from the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* and their biological activities. *Zoological Science*, 23: 383-391.
- 4) Tsutsui, N., Ohira, T., Kawazoe, I., Takahashi, A. and Wilder, M.N. (2007). Purification of sinus gland peptides having vitellogenesis-inhibiting activity from the whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Marine Biotechnology* (In press)

マメ科カバークロープ作付け後の不耕起栽培による土壌・水管理技術					
〔要約〕 マメ科の <u>ムクナ</u> や <u>ヘアリーベッチ</u> をカバークロープとして作付けし、 <u>マルチ</u> として利用するソルガムやトウモロコシの <u>不耕起栽培</u> は、 <u>降雨の表面流出</u> と <u>土壌侵食</u> の低減、 <u>雑草発生</u> の抑制など、土壌・水管理に有効であり、 <u>増収効果</u> の利点も有する。					
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) 2314
専門	土壌	対象	作物一般	分類	研究

〔背景・ねらい〕

土壌肥沃度の低い熱帯・亜熱帯開発途上地域の低肥料投入型農業では、土壌侵食は土壌肥沃度を一層低下させる深刻な問題である。また、降水量の不足しがちな地域での作物栽培では、降雨の表面流出が土壌中への浸透を減らし、水不足に拍車をかけている場合が多い。こうした降雨の表面流出、土壌侵食および土壌の低肥沃度化などの問題を解決するために、マメ科のムクナ(*Mucuna pruriens*) やヘアリーベッチ(*Vicia villosa*) をカバークロープとして作付け、その後マルチとして利用する不耕起栽培の効果を総合的に評価する。

〔成果の概要・特徴〕

1. ムクナ作付け後に不耕起処理をした場合、土壌侵食量は自然休閑後の耕起栽培(慣行法)の4~5%に減少する(傾斜5度の場合)。一方、ムクナ作付け後の耕起処理では、土壌侵食量は慣行法の約35%に減少するが、その低減効果は不耕起処理より低い(図1)。
2. ムクナ作付け後の不耕起処理は、自然休閑後やムクナ作付け後の耕起処理より、降雨の表面流出を抑制する。表面流出の低下に相当する水量は下方浸透として排水される(表1)。
3. ムクナ、ヘアリーベッチ作付け後の不耕起処理では、その残さのマルチ効果のために、雑草発生量が少ない(図2)。従来、低投入型農業における不耕起栽培導入の制約要因として、除草剤の必要性があげられてきたが、カバークロープと不耕起栽培を組み合わせることにより、除草剤を利用しなくともソルガム、トウモロコシ等の主要作物の栽培が可能である。
4. 耕起の有無にかかわらず、カバークロープ作付け後では、標準窒素施肥量の半量でも、自然休閑後の標準施肥より増収効果がみられ、無施肥でも同等以上の収量が得られる(図3、図4)。

〔成果の活用面・留意点〕

1. ムクナ作付けの場合には作物を刈り払ってから後作を開始するのに対し、ヘアリーベッチは、亜熱帯地域の春先の高温(30℃以上)で自然枯死するので、刈り払うことなく後作の栽培が可能である。
2. 降水量の少ない地域では、表面流出水の低減が土壌貯留水の増大をもたらし、水分不足を緩和することが期待される。
3. 異なる土壌タイプの場合やその他のマメ科作物を利用する作付け体系についてはさらに検討を要する。

[具体的データ]

処理の組み合わせ

処理名	前作処理	耕起処理	施肥処理
ア	自然休閑	耕起	標準
イ	カバークロープ	耕起	半量
ウ	カバークロープ	不耕起	半量
エ	カバークロープ	不耕起	無施肥

標準施肥 = 100 kgN/ha
 試験圃場の傾斜角 = 2度、3.5度、5度
 栽培試験の組み合わせ
 2004: ムクナーソルガム (2004.3~2004.8)
 2005: ヘアリーベッチートウモロコシ (2004.11~2005.6)

表1 異なる処理が降雨の水収支に及ぼす影響 (2004)

傾斜 処理	2度			5度		
	ア	イ	ウ	ア	イ	ウ
表面流出率 (%)	39	28	7	41	26	10
下方浸透率 (%)	49	62	80	47	49	73
土壌水分増加率 (%)	12	10	13	12	25	17

表面流出の発生した個々の降雨に対して、その降雨日から降雨終了日2日後までの水収支。降水量から表面流出量および深さ90cmまでの土壌水分増加量を減じた量を下方浸透量として計算し、全栽培期間について積算した



図3 前作処理がトウモロコシの生育に大きく影響する (2005)

[その他]

研究課題: 傾斜枠・傾斜畑を用いた侵食土量と施肥養分動態の解明

中課題番号:

予算区分: 交付金

研究期間: 2005 (2003~2005)

研究担当者: 南雲不二男・干川明 (JIRCAS)・Roland Issaka (ガーナ土壤研究所)・Robert Zougmore (ブルキナファソ農業環境研究所)

発表論文等:

- 1) Zougmore, R., Nagumo, F. and Hoshikawa, A. (2006): Nutrient uptakes and maize productivity as affected by tillage system and cover crops in a subtropical climate at Ishigaki, Okinawa, Japan. *Soil Science and Plant Nutrition*. **52**: 509-518
- 2) Nagumo, F., Issaka, R.N. and Hoshikawa, A. (2006): Effects of tillage practices combined with mucuna fallow on soil erosion and water dynamics on Ishigaki Island, Japan. *Soil Science and Plant Nutrition*. **52**: 676-685

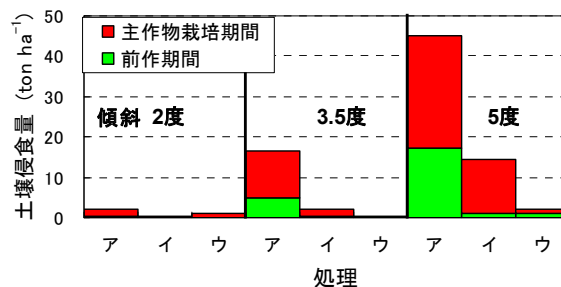


図1 異なる処理が土壌侵食に及ぼす影響 (2004)

前作期間(3~5月)、主作物栽培(6~8月)。総降水量は1288mm。

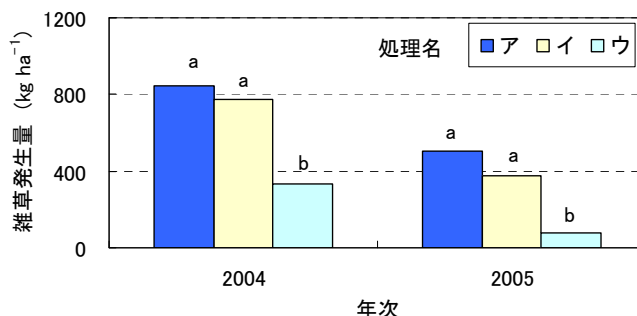


図2 異なる処理が主作物栽培時の雑草発生量に及ぼす影響。それぞれの年次で異なるアルファベットは5%水準で有意差があることを示す。2004年は播種後40日目、2005年は播種後42日目に調査。

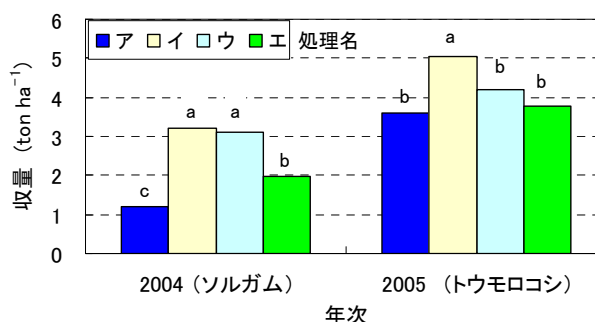


図4 異なる処理が作物収量に及ぼす影響。

それぞれの年次で異なるアルファベットは5%水準で有意差があることを示す。

耐暑性が高い丸莢のインゲンマメ新品種「ナリブシ」					
〔要約〕 インゲンマメの結莢率は高温によって低下するが、耐暑性が高い丸莢のインゲンマメ「ナリブシ」は平均気温28℃の高温条件でも結莢率の低下が小さく、若莢を生産することができる。					
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 (88) 6108	
専門	育種	対象	インゲンマメ	分類	国際

〔背景・ねらい〕

インゲンマメ(*Phaseolus vulgaris* L.)の結莢率は高温によって著しく低下するため、高温期にインゲンマメの若莢を生産することは難しい。国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点は耐暑性インゲンマメの開発を目指し、平成10年に「ハイブシ」(いんげんまめ農林1号)を初めて育成し、「ハイブシ」の優れた耐暑性と食味は高い評価を受けている。一方、「ハイブシ」と莢の形状の異なる丸莢の耐暑性品種が望まれている。

〔成果の概要・特徴〕

1. 新品種候補「ナリブシ」は昭和60年に国際農林水産業研究センター(旧熱帯農業研究センター)が実施した海外遺伝資源調査において、マレーシア国で収集した雑ばくな種子集団から、「石垣2号」として純系選抜した系統である。
2. 「ナリブシ」は高温下(28.1℃:石垣市の6月の平均気温)において160~180kg/a(28,000~34,000本/a)の若莢を収穫することができる(表1)。
3. 「ナリブシ」は「ハイブシ」より莢が長く(表1)、莢の中央部の横断面が円形である(図1aとb)。「ナリブシ」は、無限つる性、収穫開始までの日数が50~55日の中生種で、完熟種子は黒色である(図1c)。
4. 若莢のBrixは4.9であり、食味(甘味)はハイブシと同等である(表1)。
5. 「ケンタッキーワンダー」、「ナリブシ」及び「ハイブシ」の結莢率は、平均気温24℃でそれぞれ85.3%、83.3%、82.6%であり、平均気温28℃では23.3%、68.3%、70.1%である(表2)。このように、「ナリブシ」は「ハイブシ」と同等に高温下での結莢率の低下が少なく、耐暑性は極強である(表1)。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 品種登録出願中である。
2. 若莢の生産が困難であった平均気温28℃の高温期に若莢を生産することができるが、平均気温29℃になると結莢率が低下するため、若莢の生産は難しくなる。
3. 「ナリブシ」の耐暑性は、他品種へ耐暑性を導入するための育種素材として利用できる。

[具体的データ]

表1. 「ナリブシ」、「ハイブシ」および「ケンタッキーワンダー」の特性評価.

特性項目	一次特性			特性項目	二次特性		
	ナリブシ	ハイブシ	ケンタッキーワンダー		ナリブシ	ハイブシ	ケンタッキーワンダー
草型	無限つる性	無限つる性	無限つる性	開花期	中	中	晩
莢の長さ (cm)	14.6±0.5a	12.8±0.4b	17.1±0.6c	収穫始期	中	中	晩
莢の横断面	円	楕円	楕円	成熟期	中	中	晩
莢の地色	淡緑	淡緑	緑	耐暑性	極強	極強	中
若莢の一莢の重さ(g)*	6.2±0.5a	5.6±0.5a	7.7±0.4c	Brix (若莢)*	4.9±0.1a	4.9±0.1a	3.9±0.1b
一莢内の粒数	6.3±0.2a	5.3±0.2b	9.3±0.3c	食味(甘味)*	多	多	中
百粒重 (g)	25.0±0.3a	27.2±0.3a	48.6±0.3b	若莢の収量*(本/a)	30,754±412a	35,480±668a	6,442±173b
完熟種子の地色	黒	黒	茶	若莢の収量*(kg/a)	175.3±2.3a	184.5±3.4a	52.7±1.4b

* 開花後 14~15 日目の若莢を収穫した。収穫時期は 6 月初旬~6 月下旬(平均気温 28.1°C:石垣市)である。

異なるアルファベットは、5%水準 (Tukey) で有意差を示す。

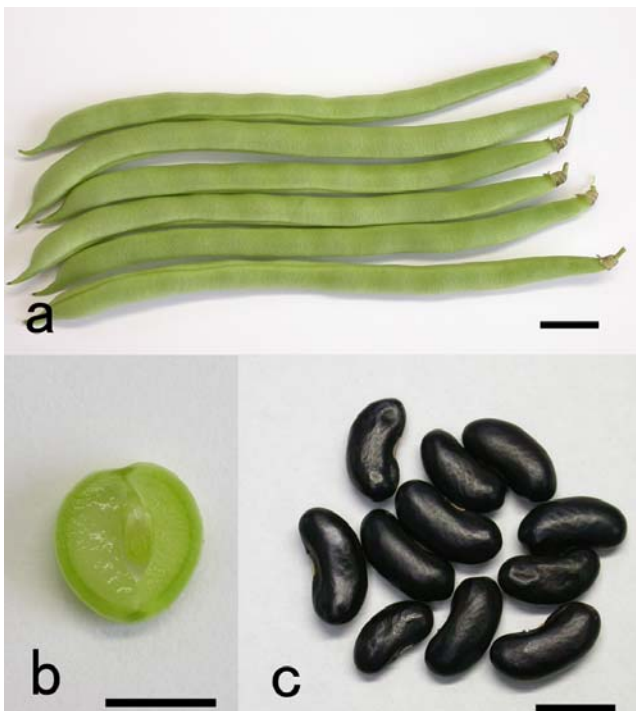


図 1. a:開花後 14 日目の「ナリブシ」の若莢

b:若莢中部の横断面の形状 c:完熟種子

bar は 1cm

[その他]

研究課題:ハイブシの耐暑性導入による野菜用サヤインゲンの開発

中課題番号:

予算区分:

研究期間:2006 年度(2001~2005 年度)

研究担当者:柏葉晃一・江川宜伸・大前 英・庄野真理子

発表論文等:平成 18 年 1 月初旬に品種登録出願申請

表2. 高温下における「ナリブシ」の結莢率

気温 (°C)		結莢率 (%)		
平均	昼/夜温	ナリブシ	ハイブシ	ケンタッキーワンダー
対照区				
24	26/22	83.3±1.9a	82.6±1.4a	85.3±0.7a
高温処理区				
28	30/26	68.3±0.8a	70.1±0.8a	23.3±0.9b
29	31/27	18.2±0.8a	17.7±0.5a	7.1±0.9b

温度設定条件は昼 12 時間/夜 12 時間。自然光条件で温室栽培。

異なるアルファベットは、5%水準 (Tukey) で有意差を示す。

わい性で、耐暑性に優れた食味良好なパパイヤ新品種「石垣珊瑚」

〔要約〕

パパイヤの新品種「石垣珊瑚」は、「ワンダーブライト」の自然交雑実生から選抜した単為結果性のある雌性系統である。耐暑性を備え、わい性で豊産性の栽培特性を持ち、果実は強い芳香があり、高糖度で食味がよい。

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 (83) 6110		
専門	果樹、育種	対象	他の果樹類	分類	国際

〔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。しかし樹高が高くなり耐暑性にも欠けるため、台風の常襲地域や高温地帯では安定した生産が困難である。そこで、わい性および耐暑性を備え、「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。

〔成果の概要・特徴〕

- 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。2005年に栽培特性、果実品質とも優れているとの結論を得、2007年2月に品種登録を申請した。
- 果実は、平均840gで、果皮は鮮橙色、果肉は明赤橙色である(表1、図1)。糖度は平均13.8%と「ワンダーフレア」より高く、強い芳香があり、食味良好である(表1)。
- 節間長は平均12mmと「サンライズ」に比べて短く、わい性品種である「ワンダーフレア」と同程度のわい性を示し、着花開始節は平均15節である(表1、図2)。
- 耐暑性に加えて、単為結果性を有する雌性系統であるため、豊産性で周年生産が可能である(表1)。

〔成果の活用面・留意点〕

- 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。
- 雌性系統であるため栄養繁殖を行う必要があるが、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. 「石垣珊瑚」の樹体および果実特性

(国際農林水産業研究センター 沖縄支所、2001～2005 年)

	石垣珊瑚	サンライズ	ワンダーフレア*
雌雄性	雌性	両性	雌性
着花開始節位	15	25	16
節間長(mm)	12	35	11
果実重(g)	840	540	620
果皮色	鮮橙	鮮橙	鮮橙黄
果肉色	明赤橙	鮮橙赤	鮮橙黄
肉質	4	5	4
糖度(Brix%)	13.8	14.2	13.1
香気	5	5	2
耐暑性	5	1	5

肉質: 1(粗)～5(密)、香気: 1(少)～5(多)、耐暑性: 1(弱)～5(強)

*石垣島における主要品種

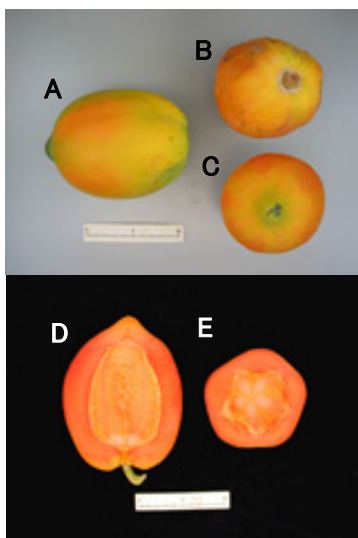


図1. 「石垣珊瑚」の果実

A: 側面、B: 果梗部、C: 果頂部、D: 縦断面、E: 横断面



図2. 「石垣珊瑚」の樹姿(左)と開花結実状況(右)

[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

中課題番号:

予算区分: 交付金

研究期間: 2005年度(1997～2005年度)

研究担当者: 深町 浩(農研機構果樹研究所)・加藤秀憲・日高哲志(鹿児島大学)・玉城真男(石垣島パパイヤ)・小川一紀(農研機構果樹研究所)・小森貞男(岩手大学)・米本仁巳

発表論文等: 品種登録申請中

パッションフルーツ冬実中の酸含量を低下させる温度管理法					
〔要約〕					
夜温 15℃前後の無加温栽培におけるパッションフルーツ(品種:「サマークイーン」)の冬季収穫果実は酸含量が高い。昼温 30℃、夜温 25℃程度に管理する加温栽培を行うことにより、酸含量が低く糖酸比の高い果実が収穫できる。					
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 (83) 6110
専門	生理、栽培	対象	他の果樹類	分類	国際

〔背景・ねらい〕

パッションフルーツ交雑種 (*Passiflora edulis* × *P. edulis* F. *Flavicarpa*) は、主に亜熱帯地域で栽培されている。日本では夏季に収穫される果実(夏実)は、酸含量が低く生食に適している。一方、冬季は無加温ビニールハウスでは夜温 15℃前後で栽培されているが、収穫される果実(冬実)は酸含量が高く生食には適さない。生食用果実としてパッションフルーツの消費を拡大するには、食味のより優れた果実、特に酸味の少ない果実生産が望まれている。そこで、酸含量の低い冬実生産のため、栽培期間中の気温が果汁中の酸含量に及ぼす影響を調査し、減酸に適切な管理温度を明らかにする。

〔成果の概要・特徴〕

1. 品種「サマークイーン」果実の受粉後収穫(落果)までの期間(日数)は、17～30℃の範囲では気温が高いほど短い(表1)。
2. 昼温 30℃で栽培した場合、夜温の高低は糖度(Brix)にほとんど影響しない(表2)。
3. 昼温 30℃で栽培した場合、夜温 25℃の時に収穫時の酸含量(滴定酸度)は最も低くなり、糖酸比は最高となる(表2)。
4. 昼温 30℃、夜温 30℃での栽培では、果皮の着色が進まないうちに落果する(表1)。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 本実験で供試した「サマークイーン」は、20 リットル容量のポットにパーライト 25%、ピートモス 25%、埴土 50%の割合で混合した培土で栽培している。
2. パッションフルーツは土壌病害(フザリウム菌など)により立枯れ症が発生しやすいので、過かん水による土壌の過湿は避けなければならない。また、土壌の乾燥も減酸を抑制するので避ける必要がある。
3. この成果は沖縄に限らず、熱帯・亜熱帯地域での活用が期待できる。

[具体的データ]

表1. パッションフルーツ冬実の要成熟日数および果実品質に及ぼす気温の影響

処理区 ¹⁾	要成熟日数 (日)	果実重 (g)	果汁割合 (v/w)	果皮色 ²⁾		
				L値	a値	b値
30/30°C	53.5 d	66.5 c	30.6 b	54.6 a	6.8 b	31.5 a
30/25°C	63.8 c	72.4 bc	31.1 b	40.1 b	17.1 a	17.8 b
30/20°C	73.0 b	77.6 b	35.4 a	35.5 c	16.7 a	11.5 c
24/17°C	86.8 a	93.5 a	35.2 a	32.4 d	9.7 b	8.3 d

異なるアルファベットは5%水準で有意差あり。

¹⁾ 昼温/夜温。精度は±1.0°C。時間は、昼12時間/夜12時間とした。

²⁾ L値: 明るさ、a値: 赤色の強さ、b値: 黄色の強さ。

表2. パッションフルーツ冬実の果実品質に及ぼす気温の影響

処理区 ¹⁾	糖度 (Brix)	酸含量(% ²⁾)	糖酸比
30/30°C	18.1 b	3.32 b	5.5 b
30/25°C	18.5 ab	2.81 c	6.7 a
30/20°C	18.5 ab	3.22 b	5.8 b
24/17°C	18.6 a	3.99 a	4.7 c

異なるアルファベットは5%水準で有意差あり

¹⁾ 表1参照

²⁾ 滴定による酸含量

[その他]

研究課題: 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開発

中課題番号: A-2)-(7)

予算区分: 熱帯果樹低樹高栽培

研究期間: 2006年度(2006~2010年度)

研究担当者: 米本仁巳・香西直子(香川大)・片岡郁雄(香川大)・A. A. Macha・A. K. Chowdhury・近藤友大(京大)・雨宮俊(京大)・樋口浩和(京大)・緒方達志・野村啓一(神戸大)・井出 舞(神戸大)

発表論文等:

- 1) M. M. Macha, A. K. Chowdhury, K. Nomura, M. Ide and Y. Yonemoto (2006): Effect of temperature regime and soil moisture level on fruit quality of 'Summer Queen' passionfruit (*Passiflora edulis*×*P. edulis* F. *Flavicarpa*). 熱帯農業(50: 70-75)
- 2) N. Kozai, I. Kataoka, T. Kondo, S. Amemiya, H. Higuchi, T. Ogata and Y. Yonemoto (2006): Effect of temperature regime on fruit quality in winter crop 'Summer Queen' passionfruit (*Passiflora edulis*×*P. edulis* F. *Flavicarpa*). 熱帯農業(投稿中)

シロサポテの果実成熟特性					
〔要約〕					
シロサポテ品種「クシオ」の果実は、肥大停止後も果肉糖度および乾物重割合が上昇する。 <u>渋み成分</u> であるポリフェノールの含量は、果実成熟後期も緩やかに減少する。収穫適期は受粉後 200 日以降である。					
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 (83) 6110
専門	生理、栽培	対象	他の果樹類	分類	研究

〔背景・ねらい〕

メキシコ原産でミカン科に属するシロサポテ (*Casimiroa edulis* Llave et Lex.) は、果実は酸味が少なく甘く、生食に適する。また、果肉ピューレは長期間冷凍貯蔵しても風味が変化しない。加えて豊産性で栽培が容易なことから、新規の垂熟帯果樹として有望である。しかし、追熟性果実であり、外観での収穫期の判定が困難であること、追熟後の日持ちが短いこと等の問題があり、経済栽培されている例は少ない。また、品種により果実にわずかな渋みがある場合があり、渋みに敏感な消費者の嗜好に影響することが思慮される。このため、食味に関与する糖や渋み物質の果実生育期間中における推移等の果実成熟特性を調査し、適切な収穫期を明らかにすることは、シロサポテの今後の消費拡大に不可欠である。

〔成果の概要・特徴〕

- シロサポテ品種「クシオ」の果実はS字曲線を描いて肥大し、受粉後 185 日 (受粉後日数 days after pollination (DAP)) にはほぼ肥大を停止する (図1)。
- 果肉糖度(Brix)は、果実肥大より遅れて 120DAP 頃から急速に上昇し、果実肥大停止後も上昇を続ける。220DAP には 18~20%と生食に十分な糖度となる (図1、図2)。
- 果肉乾物重割合は、果実の成熟に伴い糖度とほぼ平行して増加する (図2)。果実成熟後期の果肉デンプン含量の変化は小さいことから、この間の急激な糖度上昇は果肉内のデンプン分解によるものではなく転流物質によるものである (図3)。
- 果実成熟後期のデンプン含量は 1.5%以下と少なく、追熟によるデンプンの糖化量は少ない (図3)。このため、高糖度果実を生産するには、果肉の糖度が十分に上昇してから収穫する必要がある。
- 果肉中の渋み物質であるポリフェノール(カテキン相当量)は、88DAP から 116DAP にかけて急減し、その後は果実の成熟に伴い緩やかに減少し、200DAP にはほとんど渋みを感じない程度になる (図3)。このため、渋みの少ない果実を生産するにはポリフェノールが十分に減少する 200DAP 以降に収穫する必要がある。
- 果皮色は、樹上での変化は少ないが、追熟して軟化すると黄色みを帯びるようになる (図4下)。

〔成果の活用面・留意点〕

- シロサポテの収穫適期を知るための実用的な指標作りに役立つ。
- 供試した果実は、沖縄県で露地栽培された品種「クシオ」である。シロサポテの栽培品種には早生種から晩生種まであるので、品種ごとの収穫適期を検討する必要がある。
- 品種によりポリフェノール含量が異なるので、その含量を考慮して品種、適地を選定する必要がある。「クシオ」はポリフェノール含量が比較的少ない品種である。

[具体的データ]

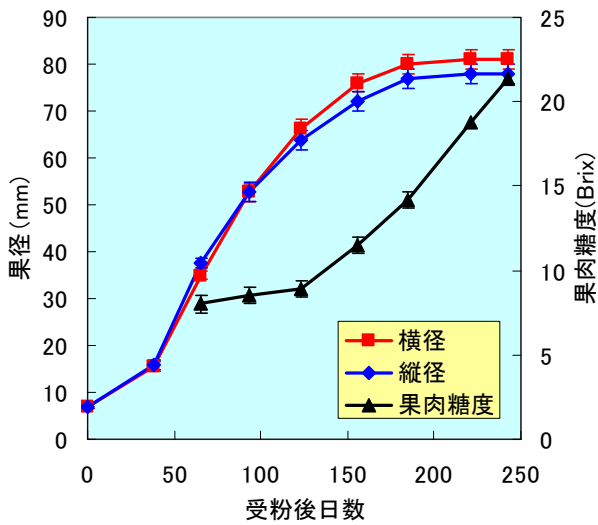


図1. シロサポテ「クシオ」の果実肥大と果肉糖度の推移(2003)

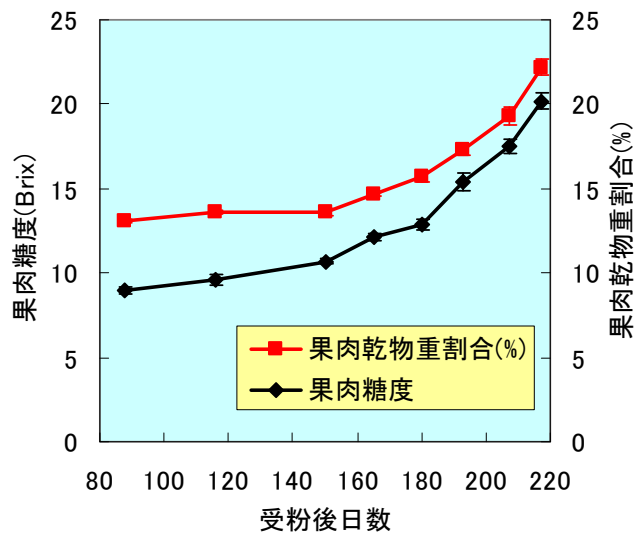


図2. シロサポテ「クシオ」の果肉乾物重量割合と果肉糖度の推移(2004)

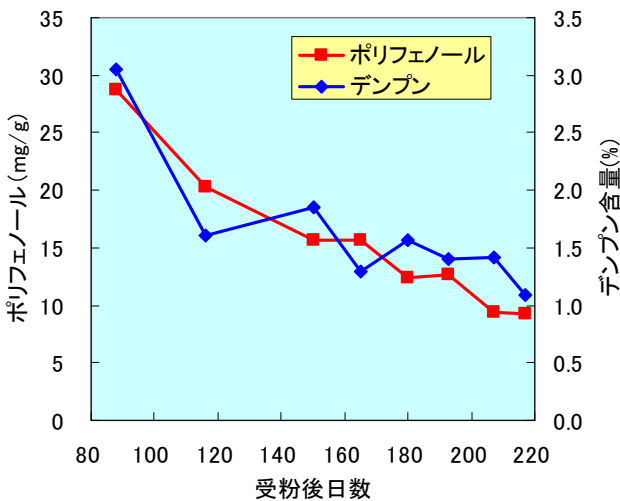


図3. シロサポテ「クシオ」果実発育期間中のポリフェノールとデンブンの推移



図4. シロサポテの結実状態(上)と追熟後の果実(下)

[その他]

研究課題: 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開発

中課題番号: A-2)-(7)

予算区分: 熱帯果樹低樹高栽培

研究期間: 2006年度(2006~2010年度)

研究担当者: 米本仁巳・野村啓一(神戸大)・井出 舞(神戸大)・井上裕嗣(沖縄農研セ)・真境名真弓(沖縄農研セ)・奥田均(三重大)

発表論文等:

- 1) Y. Yonemoto, K. Nomura, M. Ide, H. Inoue, M. Majikina and H. Okuda (2006): Index for harvesting time of white sapote (*Casimiroa edulis* Llave & Lex.) cv. 'Cuccio'. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 81: 18-22.