1. キャッサバ加工部門への企業の新規参入は農家経営を改善する

〔要約〕 <u>インドネシア</u>最大の<u>キャッサバ</u>生産地である<u>ランプン州で</u>は少数の加工業者が市場を寡占していたが、近年のバイオ燃料ブームによってキャッサバの用途が拡大し、加工業への新規参入が進んでいる。 新規参入企業が提供する技術普及サービスや農家により有利な条件の契約栽培の導入は、農家の経営を改善できる。

所属	国際農林水産業研究センター・	連絡先	029(838)63	348			
専門	経営	対象	工芸	芸作物類		分類	行政

[背景・ねらい]

農家と農産物加工企業との間に良好な関係を築くことは、生産性や品質の向上、安定供給を実現するために有益である。インドネシア最大のキャッサバ生産地であるランプン州では、最低価格の保証、生産資材の供給等の便益を農家に与えるキャッサバ加工企業との契約が広く行われているが、同地域では少数の加工業者が市場を寡占し、農家が収益を改善するのが困難な状況にあった。一方、近年のバイオ燃料ブームなどによる需要増大は、キャッサバ加工業への新規参入を促進し、こうした新規参入企業による農家との新たな関係形成が、農家の経営環境に変化を起こす可能性を持つ。このため、同州のキャッサバ生産農家 80 戸(総経営耕地面積はランプン州キャッサバ栽培面積の約 0.02%に相当)を対象として、企業との関係、生産費、収益等を調査し、農家一企業間の関係が経営に与える影響を把握した。

[成果の概要・特徴]

- 1. 調査対象農家を加工企業との関係により、「企業と契約を持たない農家(グループ1)」、「地域の加工企業 と契約栽培を実施している農家(グループ2)」、「企業の技術普及プロジェクトに参加している農家(グルー プ3)」の3グループに分類した(表 1)。調査対象農家は、耕地規模に関して調査地域の分布と同様な分布 になるように選んだ。
- 2. グループ3が参加しているプロジェクトは、ランプン州には生産基盤を持たない日系食品企業が、 CSR(Cooperate Social Responsibility)の一環として実施しているもので、企業が提供する資金を原資として、 農家に肥料購入のための資金を無利子(若干の手数料は徴収される)で融資するものである。さらに、参加 農家は、トラクターを用いた安価な賃耕サービスや普及員による助言を受けることができる。
- 3. 各グループのキャッサバ生産費及び収益を算出したところ、単位面積当たりの収益は、グループ3が最大となった(表 2)。このことは、グループ3の生産物価格が最も高いことに起因している。キャッサバのデンプン含有量や収量は栽培期間の長さによって影響を受けるが、グループ3のキャッサバ栽培期間が、企業と契約を持たない農家に比べて長く、品質の高いキャッサバを収穫できたこと、販売先の制限がなく、最も有利な価格を提示する業者を販売先に選出できたことが、高価格を享受できた背景と考えられる。
- 4. インドネシア政府は、国を挙げてバイオ燃料を推進しており、キャッサバを原料とするアルコール生産に取り組む企業が増加している。こうした新規参入企業には、農家にとって魅力的な条件を提示するものが多い。例えば、ランプン州で新たにアルコール工場を建設中の企業は、在来企業が実施している保証価格の提示、資金の貸付に加え、高収量接ぎ木苗の普及、資金貸付対象の拡大(肥料費に加え、種苗費、賃耕費も対象)、高品質キャッサバに対する高い価格による買い上げ定期的な農家訪問などを契約条件として提示し、すでに1,000 戸の農家と契約を締結している。

- 1. 既存の契約栽培関係も、キャッサバの価格安定に寄与してきた側面を有する。既存業者の契約慣行を批判するのではなく、関係者による対話を通じ農家・企業双方にメリットにある関係形成を促す必要がある。
- 2. インドネシア一地方の事例であり、原油その他の燃料価格や他の農産物価格の影響を受ける。また、農外収入など契約以外の要因が農家の行動に影響を及ぼしている可能性がある。

表1 各グループの経営の特徴

	企業との関係なし(グループ1)	契約栽培(グループ2)	CSR技術普及(グループ3)
生産物価格		市場価格により決定。最低保証価格あり。	市場価格により決定。最低保証価格なし。
融資	なし	有利子融資	無利子融資
肥料の購入元		加工企業からのあっせん による	制限なし
生産物販売先	制限なし	加工企業に全量売却	制限なし
その他			トラクター賃耕サービス、技術指導実施

出典: 農村調査(2007)

表2 キャッサバ生産農家の生産費、収益、栽培期間

(単位: 千ルピア/ha)

	グループ1 :	グループ2 ク	ブループ3	全回答者
回答者数	39	24	17	80
経営耕地面積(ha)	1.5	1.2	1.2	1.3
世帯員数(人)	4.4	4.2	4.1	4.3
収量 (t/ha)	21.9	20.6	23.3	21.8
平均栽培期間(月) ^{ac}	8.9	9.4	10.0	9.3
生産物価格 (Rp/kg) ^{1) bc}	289	296	345	303
粗収益(1) ^{bc}	6,314	6,017	8,082	6,601
資材費				
種苗 ^{bc}	228	241	123	210
肥料 ^b	728	626	842	721
農薬	95	108	100	100
資材費計(2)	1,051	974	1,065	1,031
労働費				
雇用労働 [°]	1,261	1,720	1,394	1,427
家族労働 ^{bc}	236	406	712	388
労働費計 (3) ac	1,497	2,126	2,106	1,815
その他 (4)	501	654	859	623
費用合計 (5)=(2)+(3)+(4) ac	3,049	3,754	4,030	3,469
経営者余剰 (6)=(1)-(5) ab	3,266	2,263	4,052	3,132

出典: 農村調査(2007)

a: グループ 1-2 間の差は 5%水準で有意(t-検定)

b: グループ 2-3 間の差は 5%水準で有意(t-検定)

c: グループ 1-3 間の差は 5%水準で有意(t-検定)

1) 回答者の生産者価格の単純平均

[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、バイオマス利活用システムの設計・評価手法

中課題番号: B-(2), A-1)-(4)

予算区分: 交付金[アジア経済統合]、受託[文科省・熱帯プランテーション]

研究期間: 2007年度(2006~2010年度)

研究担当者: 杉野智英・Henny Mayrowani (インドネシア農業社会経済政策研究所)

発表論文等:

1) Sugino, T. and Mayrowani, H. (2008): The relationship between the cassava farmers-processor partnership and farmers' productivity: a case study in Lampung Province, Indonesia. 平成 20 年 3 月 29~30 日、熱帯農業学会 第 103 回講演会

2. 水供給変動がカンボジアのコメ市場に及ぼす影響

〔要約〕<u>水供給変動</u>の影響を把握することが可能な<u>カンボジアのコメ需給確率モデル</u>を開発し、各県のコメ生産および価格の動向を分析した。予期しない水供給変動が生じた場合、標高の高い地域と洪水の被害を受けやすい地域の作付面積変動が大きくなり、また、価格が上方へ変動する確率が高くなる。

所属	国際農林水産業研究	国際開発領域	連絡先	029(838)6	5383		
専門	開発経済	対象	現象解析技術			分類	研究

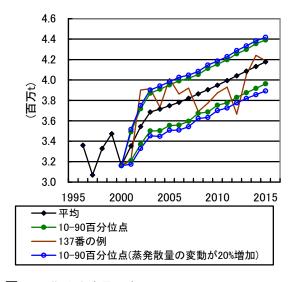
[背景・ねらい]

食料生産は、水循環・水資源の変動による水供給、水質などに大きく影響されるとともに、農業用水の利用を通じて水需要を変化させる。水供給の変動は、安定的な食料供給を脅かす可能性があり、地域的に異なる水需給の変化や異常気象、気候変動等による水循環・水資源の変化と、それぞれの地域の食料生産との相互影響メカニズムを特定、評価するとともに、農産物市場での影響を分析することが重要な課題となっている。このため本課題では、水位の変化の激しいメコン川に水供給の多くを依存するカンボジアの稲作を対象に、河川流域に近似する県(province)単位の分析が可能で、かつ、コメに関する水供給変化が把握可能な需給モデルを新たに開発した。この需給モデルをさらに確率モデル化し、水供給変動がカンボジアのコメ生産・市場に及ぼす影響の分析を行った。

[成果の概要・特徴]

- 1. モンスーンの影響により季節間の水位の差が大きなメコン川下流域に属し、水供給の変動が大きく洪水被害が頻発するカンボジアを対象に、水供給変化を考慮し、また、小流域に近似する県別の分析が可能なコメの需給モデルを開発し、コメの需要と供給の動向を検討した。さらに同モデルを確率モデル化し、作物に対する水供給量に相当する蒸発散量の変動が各県のコメ生産と市場に与える影響を検討した。
- 2. カンボジア全国における雨期作の生産量変動について、第90と第10百分位点(percentile)の差は、40万t程度であり、予測期間の平均生産量の約10%である(図1)。なお、この第90と第10百分位点の間には、乱数発生シミュレーション結果のおよそ80%が含まれる。一方、乾期作の生産量の変動について、コメ生産量の第90と第10百分位点の差は、18万t程度であり、予測期間の平均生産量の約17%である(図2)。相対的に見ると、乾期作の方が雨期作よりも生産量の変動が大きい。
- 3. 予期しない水供給の変動が20%増加した場合、コメ生産量の第90と第10百分位点の差は、雨期作について50万t程度に、乾期作について22万t程度に拡大する(図1、図2)。生産量に対して雨期作は2.5%ポイント、乾期作は3.8%ポイントの拡大であり、乾期作は水供給変動の影響を受けやすい。
- 4. 水供給の変動が雨期作の作付面積に与える影響を見た場合、東部の Rottana Kiri 県、Mondol Kiri 県、西部の Koh Kong 県など標高の高い地域と、洪水の被害を受けやすい Phnom Penh 市と Prey Veng 県で作付面積が大きく変動する(図3)。
- 5. コメの生産者価格の変動について、平均値と第 10 百分位点までの差が 2284 円/t であるのに対して、平均値と第 90 百分位点までの差は 2328 円/t であり、上方の幅が広い。また、水供給の変動が 20%増加した場合、上方へ 596 円/t、下方へ 342 円/t さらに拡大する(図4)。これは、水供給のさらなる変動の増加は、コメ 価格を大きく引き上げる可能性が高いことを意味し、貧困者の生活に悪影響を及ぼすことが予想される。 (2002 年平均為替レート、¥1=31.57riel で計算)

- 1. シミュレーションの期間は、2001年から2015年までである。
- 2. 人口、GDP、消費者物価指数、為替レートは、近年の成長額あるいは量が将来継続すると仮定している。
- 3. 収量(面積当たり生産量)は、過去のトレンドが継続すると仮定している。



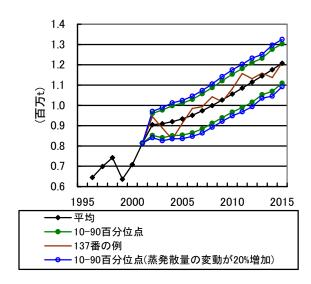


図1 雨期作生産量の変動

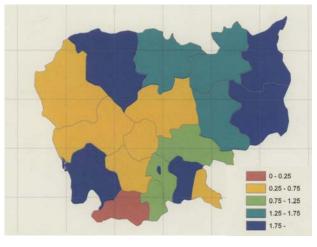
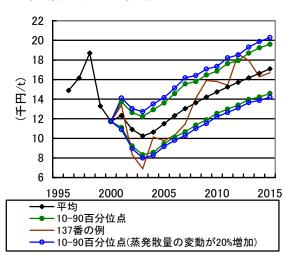


図2 乾期作生産量の変動



注)数値は、蒸発散量の変動が 20% 増加した場合の作付面積の変動 係数の増加を示す。

図4 生産者価格の変動

図3 雨期作作付面積の変動

「その他]

研究課題:水循環変動に対応した食料需給・対策評価モデルの開発

中課題番号:A-3)-(1)

予 算 区 分:農水受託プロ[水循環]・交付金プロ[インドシナ水供給変動]

研 究 期 間:2007 年度(受託:2003~2007 年度、交付金: 2006~2010 年度)

研究担当者:古家 淳·山本由紀代·鈴木研二·小林慎太郎

- 1) 古家淳・セスメイヤー(2007): 水供給変動がカンボジアのコメ市場に及ぼす影響の分析-水循環変動を考 慮したコメ需給モデルの開発-. 『農業経済研究』第79巻第1号,1-15.
- 2) Furuya J., Meyer D.S. (2008): Impacts of water cycle changes on the rice market in Cambodia: stochastic supply and demand model analysis. Paddy and Water Environment Vol.6, pp139-151.

3. イネいもち病抵抗性遺伝資源の多様性

〔要 約〕 <u>イネ遺伝資源</u>における<u>いもち病抵抗性</u>には幅広い<u>多様性</u>があるが、地域によって<u>遺伝変異</u>には偏りがある。特に南アジアやインド型の品種は多様性である一方、日本型品種の多い日本や東アジアでは<u>感受性</u>の品種が多いなど著しい偏りがあり、インド型や日本型品種の地理的分布や生態型分化に対応する。

所属	国際農林水産業研究センター・生物資源領域				02	9 (838) 636	1
専門	育種	対象	稲類			分類	研究

[背景・ねらい]

イネのいもち病抵抗性に関する広範な遺伝資源の多様性研究は、これまでも行われてきたが明確な結果が得られておらずインド型や日本型などのイネの生態型分化との関係も確かではなかった。これは対象とするイネ遺伝資源や抵抗性評価に用いるいもち病判別菌が限定されていたためである。また。一方で近年、国際農林水産業研究センターと国際稲研究所が共同開発した24種の抵抗性遺伝子を対象としたイネいもち病判別品種をもとに、病原性反応を明確に特徴づけたいもち病標準判別菌系20菌系が選抜された。これら菌系を用いて広くアジア、アフリカ、南北アメリカの在来品種を中心としたイネ遺伝資源について、抵抗性の多様性や遺伝的変異を解明する。このことを通じて新遺伝子の探索や、グローバルな視点から地域に対応した抵抗性品種育成のための基礎知見を確保する。

「成果の概要・特徴]

- 1. アジアを中心とする 922 品種および感受性標準 2 品種、判別品種 26 系統、合計 948 品種は、フィリピン産標準判別いもち病菌 20 菌系 (Telebanco-Yanoria ら、2008) に対するその抵抗性反応パターンから、クラスター分析により 6 つ(A-F) の品種群に分類できる(表.1)。
- 2. A、B、Cの3品種群は感受性、D、E、Fの3品種群は比較的抵抗性である。
- 相対的な抵抗性は F>E>D>A>C>B の順となり、品種群 B は最も感受性で、品種群 F は最も抵抗性である。
- 4. インド、バングラデッシュなどの南アジアの品種は多様性に富み、全ての品種群を均一に含んでいるが、品種群 B だけはその割合が少ない(図1)。
- 5. これに反して日本の品種は、変異に偏りがあり、品種群 B が特に高頻度であり、他の品種群の頻度は少ない。
- 6. 中国などの東アジア(日本を含まない)やインドシナ半島、フィリピン、インドネシアなどの東南アジア品種は、全ての 品種群をその分布に含んでいるが偏りが見られ、品種群 E や F の頻度が比較的高い。
- 7. アフリカやアメリカの品種(その他、n=38)数はすくないが、東アジア品種と同様の変異を示す。
- 8. インド型、日本型品種間でも変異に違いがあり、インド型がより多様性が高い。
- 9. いもち病抵抗性の多様性は、南アジアイネ品種が最も大きく、日本は少なくかつ変異は偏っている。東南アジアや東アジアの品種は、両者の中間的な多様性や変異の偏りを示す。またそれらの変異はイネ品種のインド型や日本型品種の違いにも対応している(データ省略)。

- 1. 伝資源の多様性や遺伝的分布の偏りは、新抵抗性遺伝子の探索や同定研究に利用できる。
- 2. 本解析結果は、フィリピン産標準判別菌系を用いた結果であり、他地域の菌系を用いた検証が必要である。またアフリカ、アメリカ、さらには野生イネや近代育成品種は含まれていないのでさらに広範囲な遺伝資源を用いた解析も必要である。

表 1. クラスター分析により分類された品種群ごとのいもち病罹性程度

			坩	地域ご	との品	锺		
り分類	-分析によ すされた 種群	日本	東アジア	東南アジア	南アジア	その他	平均および計	- 比較として用いられた一遺伝子系統群(判別品種) と感受性品種
Α	病班程度	3.7	3.5	2.7	2.9	3.0	2.9	IRBL11-Zh (<i>Pi11</i>), IRBL20-IR24 (<i>Pi20</i> (t)), IRBLzt-T (<i>Piz-t</i>),
	品種数	14	14	17	104	6	155	IRBL12-M (<i>Pi12</i>), IRBLb-B (<i>Pib</i>), IRBLa-A (<i>Pia</i>), CO 39 (<i>Pia</i>)
B	病班程度 B ————	3.3	3.8	3.4	3.7	2.5	3.4	LTH (Non), IRBLt-K59 (<i>Pit</i>), IRBL19-A (<i>Pi19</i>),
	品種数	78	17	28	21	12	156	IRBLsh-B (<i>Pish</i>), IRBLz-Fu (<i>Piz</i>), IRBLz5-CA (<i>Piz-5</i>)
С	病班程度	3.3	3.0	3.4	3.2	3.1	3.2	- IRBLks-F5 (<i>Pik-s</i>)
	品種数	26	5	7	98	1	137	-INDERS TO (FIN S)
D	病班程度	-	0.7	0.6	0.8	0.5	8.0	IRBL1-CL (<i>Pi1</i>),IRBL7-M (<i>Pi7</i> (t)),IRBLkh-K3 (<i>Pik-h</i>), IRBL9-W
	品種数	0	5	11	103	7	126	(<i>Pi9</i>), IRBLk-Ka (<i>Pik</i>), IRBLkm-Ts (<i>Pik-m</i>), IRBLkp-K60 (<i>Pik-p</i>)
F	病班程度	2.5	1.9	2.0	1.6	1.2	1.8	IRBLi-F5 (<i>Pii</i>),IRBL3-CP4 (<i>Pi3</i>),IRBL5-M (<i>Pi5</i>),
	品種数	18	20	55	119	12	224	IRBLta2-Pi (<i>Pita-2</i>)
F	病班程度	2.9	2.3	2.2	2.2	_	2.2	-IRBLta-CP1(<i>Pita</i>)
	F ———— 品種数	5	13	49	57	0	124	INDECA OF I(I Ita)

病班程度は、0(抵抗性)-5(感受性)の6段階でIRRIの標準評価システム(SES)により調査した。

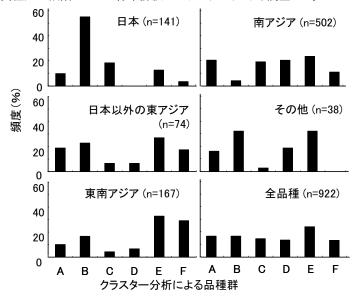


図 1. イネいもち病抵抗性の遺伝的多様性

[その他]

研究課題: いもち病抵抗性の分化解明と研究動向把握

中課題番号: A-1)-(3)

予 算 区 分: 交付金[イネ安定生産]、拠出金(日本-IRRI 共同研究プロジェクト)、ゲノム育種

研究期間: 2007年度(2006~2010年度)

研究担当者: 福田善通、小林伸哉、生井幸子、M. J. Telebenco-Yanoria (国際稲研究所)、大沢良(筑波大学)

発表論文等:

1) Mary Jeanie Telebanco-Yanoria, Ryo Ohsawa, Sachiko Senoo, Nobuya Kobayashi, Yoshimichi Fukuta. Diversity analysis for resistance of rice (*Oryza sativa* L.) to blast disease (*Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr.) using differential isolates from the Philippines. Plant Breeding (in press)

4. LTH 一遺伝子系統群を用いたイネいもち病菌レースの分類と新命名法

[要約]23の抵抗性遺伝子を個々に有するLTH一遺伝子系統をもとにしたイネいもち病菌レースの新国際判別体系(命名法)は、これまでのものと異なりレースと抵抗性遺伝子の関係が分かり易く、国際的な比較ができ、詳細な分類が可能で拡張性も備えている。

所属	農業生物資源研究所・植物科学 国際農林水産業研究センター・ク	à	連絡先	029	9 (838) 6352		
専門	作物病害	対象	稲類			分類	研究

[背景・ねらい]

熱帯地域では畑地帯や天水田でのイネいもち病の発生が多い。品種抵抗性を利用した防除が有効と考えられるが、インド型稲のいもち病抵抗性遺伝子型や熱帯地域に分布するイネいもち病菌レースの情報は少ない。国際判別品種が選定され現在でも補助的に使われているが、それらの遺伝的背景には、対象外の遺伝子も含まれ国際間の比較として十分には機能していない。近年、国際農林水産業研究センターと国際稲研究所の共同研究により育成された真性抵抗性遺伝子を持たない中国のイネ品種「Lijiangxintuanheigu (LTH) 麗江新団黒谷」に真性抵抗性遺伝子を1個ずつ導入した一遺伝子系統を用いることにより、いもち病菌レース判別が高い精度で行なえるようになった。LTH 一遺伝子系統を用いることにより、最適化されたイネいもち病菌レースの国際判別システムの構築が可能となったが、このためには稲熱病菌レースの統一した分類、命名法が必要である。

[成果の概要・特徴]

- 1. 30種のLTH一遺伝子系統のうち、国内外産の標準菌株や様々なイネいもち病菌レースを含む約50菌株に対する反応を噴霧接種による感染型により調査し、すべての菌株に同一反応を示したものを重複した系統として除き、残り26系統(23の抵抗性遺伝子対象)を判別系統としている。Pik座の一遺伝子系統の反応を、表1に示す。
- 2. いもち病菌レースの命名方式は、現行の国内の判別体系にも採用されている3判別品種を1つの群として、それぞれに1、2、4のコード番号を与え、親和性反応を示すコード番号の合計をレース番号とするGilmourの方法を採用している。本方式は、規則性、柔軟性に優れ、多数の判別品種からなる体系においても、レースと抵抗性遺伝子の対応が直感的に分かり易く、判別品種数が多い判別システムにも適している。
- 3. イネいもち病抵抗性遺伝子は、多数の複対立遺伝子が知られている。一遺伝子系統にも4つの遺伝子座に合計20系統の複対立遺伝子が含まれている。同座の対立関係にある遺伝子系統および密接連鎖関係にあると想定される遺伝子系統についてはPii、Pik、Piz、Pita遺伝子座毎に群分け配置している。
- 4. 図1のイネいもち病菌レース国際判別体系では、レース番号は5つの部分から構成される。第1群はLTH、IRBLa-A、IRBLsh-S、IRBLb-B、IRBLt-K59、第2群はPix座の3系統の複対立遺伝子、第3群はPix座の7系統の複対立遺伝子、第4群はPix座の4系統の複対立遺伝子、第5群はPita座の7系統の複対立遺伝子を配置する。親和性の反応を示したコード番号の合計でレースを表す。複対立遺伝子座については、i, k, z, taの遺伝子座を示す記号を各遺伝子座の前に挿入する。
 - たとえば、すべての判別系統に親和性反応を示す場合のレース番号は、「73-i7-k177-z17-ta733」となる。
- 5. 本判別システムは、今後得られる新規の抵抗性遺伝子についても無理なく取りこめる規則性、柔軟性、拡張性がある。
- 6. 本判別システムは国外内の学会等で提案し、意見を集約させて作成した。

「成果の活用面・留意点]

1. フィリピン、インドネシア、ベトナム、中国、韓国、IRRI 等のネットワーク研究者で利用すると共に、新たないもち病菌 レースの評価データとの確認作業を経て最終的な判別体系として確定する予定である。また一遺伝子系統群は、 IRRI に無償で分譲を求めることが出来る。

表 1. 海外産を含むイネいもち病菌に対する Pik座の一遺伝子系統の感染型

					いた	ち病菌	菌菌系			
一遺伝子系統 および 感受性系統	抵抗性遺伝子	1804-4 (J)	H05-72-1(J)	FR2 (G)	H02-58-1(M)	IBOS8-2-1(J)	H05-99-1(J)	H05-100-1(J)	H05-67-1(J)	H06-35-1(P)
IRBLks-S	Pik-s	S	5S	5S	5	5S	5S	5S	5S	0
IRBLk-Ka	Pik	S	5S	5S	4'	4	5	5S	0	5
IRBLkp-K60	Pik-p	S	4'	5S	5	1	2s	2s	1	0
IRBL7-M	<i>Pi7</i> (t)	S	5	5'	5S	2s	2L-3'	2L	0	5S
IRBLkm-Ts	Pik−m	S	5	2s	0	1	1'	2L	0	5S
IRBL1-CL	Pi1	S	4'	2L	2s	2L	2s	5	0	5S
IRBLkh-K3	Pik-h	S	2L	2s	1	1	1	1	1	5S
LTH	+	S	5S	5S	5	5S	5S	5S	5S	5S

J: 日本、G:ギニア、M: ミャンマー、P: フィリピン、3 to 5S: 感受性, 0 to 2L: 抵抗性

グループ	I		II		III		ſ	Γ	V		V	
遺伝子座			Pii	Pik		P	iz		Pita			
	Pish	+	Pii	Pik-h	Pi7(t)	Pik-s		<i>Pi9</i> (t)	Piz	Pita-2	Pita	Pi19
抵抗性遺伝子	Pib	Pia	Pi3	-	Pik-m	Pik		-	Piz-5	Pita-2	Pita	Pi20(t)
	Pit	-	Pi5 (t)	-	Pil	Pik-p		-	Piz-t	Pil 2(t)	-	-
一遺伝子系統	sh-S	LTH	i-F5	kh-K3	7-M	ks-S		9-W	z-Fu	ta2-Pi	ta-K1	19-A
(IRBL)	b-B	a-A	3-CP4	-	km-Ts	k-Ka		-	z5-CA	ta2-Re	ta-CP1	20-IR24
(IKBL)	t-K59	-	5-M	-	1-CL	kp-K60		-	zt-T	12-M	-	-
	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1
コード	2	2	2	-	2	2		-	2	2	2	2
	4	-	4	-	4	4		-	4	4	-	-
	S	S	S	S	S	S		S	S	S	S	S
いもち病	S	S	S	-	S	S		1	S	S	S	S
レース(仮)	S	-	S	-	S	S		-	S	S	-	-
	7	3	7	1	7	7		1	7	7	3	3

全ての判別品種が親和性のレースの例: 73-i7-k177-z17-ta733

図1. イネいもち病国際判別体系における系統の配置と命名法

[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[イネ安定性産]

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)

- 1) Nayashi N. (2006). Syetem 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(2006) LTH一遺伝子系統群によるイネいもち病菌レースの国際判別体系の提案 平成18年度温暖地水稲 育成系統立毛検討会 愛知県長久手町
- 3) 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

5. アフリカイネ、アジアイネおよび種間雑種の短期冠水耐性

〔要約〕 ギニアで広範囲なイネ遺伝資源の短期冠水反応性を評価した。冠水の耐性向上には、冠水中の<u>草丈伸長抑制、地上部乾物増加</u>に加え、退水後の<u>倒伏抑制</u>が重要である。アフリカイネの大部分は、冠水感受性であったが、Saligbeli は他のアフリカイネや冠水耐性(*Sub-1*)品種とは異なる冠水反応性を示した。

所属	国際農林水産業研究センター	連絡先	02	9(838)6355			
専門	栽培	対象	稲類			分類	研究

[背景・ねらい]

西アフリカに位置するギニアでは、海岸沿岸地域や河川流域に広がる天水田において、豪雨による急激な水位上昇に伴う数日から数週間の短期的な冠水がしばしば発生する。この短期冠水は、特に播種後のイネの生育に大きな影響を及ぼしている。ここで言う冠水とは、植物体の一部あるいは全部が水に被ることを指し示している。イネの短期冠水耐性とは、約10日間の完全冠水に対して十分な生存を維持できる性質を言う。通常に生育するイネは通導組織によって地上部から根への酸素供給をおこなうが、植物体が完全冠水すると酸素供給に障害が生じ、冠水中の植物体の酸素代謝が制限される。したがって、短期冠水常襲地域においては、完全冠水に対して耐性機能を持ったイネ品種の評価と導入が重要である。そこで、本研究は、対象地域における洪水等過剰水ストレスに対するイネの冠水耐性の向上を目的に、ギニアにおいて2年間にわたりポット(コンクリートタンク)および圃場において、最も冠水の被害が大きい育苗期のイネの短期冠水耐性を評価し、その耐性向上に密接に関連する重要形質の特定を行う。

「成果の概要・特徴]

- 1. 播種後 15 日目のイネの幼植物体を 7 日間完全冠水すると、ポットおよび圃場試験ともに、冠水中の草丈の伸長量と冠水解除後 14 日間の地上部乾物重増加比(冠水区/非冠水区)の間には、有意な負の相関関係が示される(図 1)。
- 2. IRRI(国際稲研究所)が同定した冠水耐性遺伝子 Sub-1 を有する品種(以降、冠水耐性品種と呼ぶ)については、冠水中の地上部伸長量は極めて小さく、冠水解除後の地上部乾物重増加比(冠水区/非冠水区)は大きい(図 1, 2)。
- 3. 大部分のアフリカイネ(Oryza glaberrima Steud.)については、冠水中の地上部伸長量は大きく、冠水解除後の地上部乾物重増加比(冠水区/非冠水区)は小さい(図1、2)。一方、アフリカイネのSaligbeliは、冠水中の地上部伸長量および冠水解除後の地上部乾物重増加比(冠水区/非冠水区)ともに大きい。
- 4. イネの短期冠水耐性向上には、完全冠水中の低酸素の嫌気的条件から、退水後の酸素代謝が可能な好気的条件へ変化する環境適応力が必要である。短期冠水に対するイネの反応性の指標(変数)は、①地上部伸長量、②倒伏程度、③地上部乾物増加量である(図 3)。
- 5. 第1主成分(I)と第2主成分(II)で、これら3つ指標(変数)が持っている情報の約74%の説明が可能で、第1 主成分は総合的な短期冠水耐性を示している(図3)。
- 6. ギニアにおけるイネの育苗期の短期冠水に対して、冠水耐性品種は高い耐性を示し、Saligbeli を除くアフリカイネは感受性を示す (図 4)。

- 1. 冠水耐性品種や Saligbeli について、物質生産能力等の生理的特徴について明らかにすることは、水ストレス耐性機能の詳細な解明につながる。
- 2. 特定した指標を短期冠水耐性の簡易検定法に適用できる。

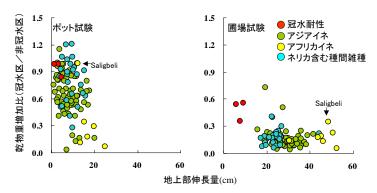
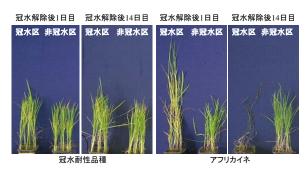


図 1 冠水中の地上部伸長量と冠水解除後の地上部乾物 増加量比の関係



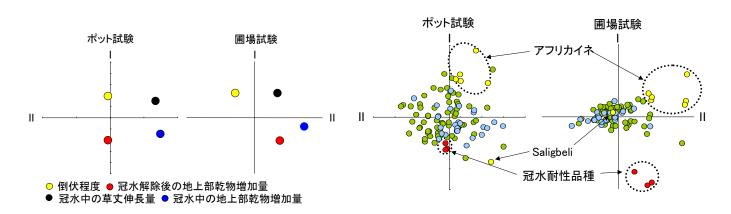


図3 短期冠水耐性に関連する主成分の変数プロット

図4主成分分析による短期冠水耐性評価 シンボルは図1に同じ.

[その他]

研究課題:アフリカにおけるイネの冠水耐性の向上

中課題番号:A-1)-(2)

予算区分:交付金[耐性ネリカ]

研究期間:2007年度(2006~2010年度)

研究担当者:坂上潤一

発表論文等: Kawano, N., Ito, O., and Sakagami, J-I.(2008) Flash flooding resistance of rice genotypes of *Oryza sativa* L., *O. glaberrima* Steud., and Interspecific hybridization progeny. Environmental and Experimental Botany 63, 9-18.

河野尚由・坂上潤一(2008) 西アフリカにおけるイネの冠水害 . 国際農業研究情報、No.57, 25-36.

Kawano, N., Ito, O., and Sakagami, J-I.(2007) Morphological and physiological responses of rice seedling to flash floods. Abstract of 9th Conference of the International Society for Plant Anaerobiosis, 27.

Kawano, N., Ito, O., and Sakagami, J-I.(2006) Flash flooding resistance of rice genotypes of *Oryza sativa* L.,*O. glaberrima* Steud., and Interspecific hybridization progeny. In Africa Rice Congress.

河野尚由、小林伸哉、福田善通、坂上潤一(2006) Oryza sativa L.、O. glaberrima Steud. およびその種間交雑種の Flash flooding 耐性. 日本作物学会講演紀事別号 Vol221, 206-207.

6. アグロバクテリウム法によるネリカの形質転換

〔要約〕 <u>アグロバクテリウム</u>の未熟胚への接種、および接種後の選抜条件を至適化することにより<u>ネリカ</u>品種の<u>形質転換法</u>を開発した。得られた形質転換体の外来遺伝子の植物染色体への組み込み、発現、後代への伝達および分離を確認した。この手法により、遺伝子組換えによるネリカの品種改良が可能となる。

所属	国際農林水産業研究センター・ク	連絡先	09	80 (82) 2396			
専門	バイテク、育種	対象	稲類			分類	研究

[背景・ねらい]

ネリカ (NERICA=New Rice for Africa) は、WARDA (Africa Rice Center)を中心とするグループにより開発されたアジアイネ (Oryza sativa L.) にアフリカイネ (O. glaberrima Steud.)を交配した種間雑種品種であり、高生産性の新しいイネ品種として大きな期待を集め、一部ではその普及が始まっている。理論上、ネリカには O. glaberrima のゲノムが 12.5%導入されており、これまでネリカへの遺伝子導入系は確立されていない。本研究では、遺伝子組換え技術により乾燥等のストレスに対する抵抗性をネリカ品種に付与することを目的として、ネリカの形質転換系を開発する。

[成果の概要・特徴]

- 1. アグロバクテリウム法によるネリカの遺伝子導入系を開発した。以下の手法により、陸稲ネリカ18品種のうち14品種において形質転換体を得ることができた。
- 2. 方法
 - ・バイナリーベクターpBIG-ubi::GUS(図1A)を保持する Agrobacterium tumefaciens LBA4404株をネリカ未熟胚に接種し、3 日間共存培養した。
 - ・共存培養後の未熟胚において、GUS 発現を確認した(図 1B)。
 - ・選択培地[500 mg/l クラフォランおよび20 mg/l ハイグロマイシンを含むN6D培地(Toki, 1997)]上で共存培養後の未熟胚を培養することにより、アグロバクテリウムの除去および形質転換カルスの選抜を行った。形成されたカルスは、再分化培地[250 mg/l クラフォランおよび 20 mg/l ハイグロマイシンを含む MS-NK 培地(Ishizaki and Kumashiro, 2008)]上で植物体を分化した(図1C)。形質転換効率には品種間差違が認められた(図2)。
 - ・再生個体は30 mg/1 ハイグロマイシンを含むホルモンフリーのMS 培地上で生長した(図1D)。
- 3. 形質転換体の解析
 - ・再生個体へのハイグロマイシン抵抗性遺伝子および GUS 遺伝子の導入を PCR により確認した(図 1E)。
 - ・形質転換体の葉において、GUS活性を確認した(図1F)。
 - ・温室内で育成した形質転換体の大部分[86.9%(166/191)]は正常な形態を示し、高い種子稔性を示した(図1G)。
 - ・導入遺伝子の後代への伝達および分離をサザンブロットにより確認した(図3)。

- 1. ネリカ品種への有用遺伝子導入に活用できる。
- 2. 形質転換効率について、品種間差違が存在するが、広く普及が見込まれる NERICA1 および NERICA4 は問題なく 形質転換可能である。

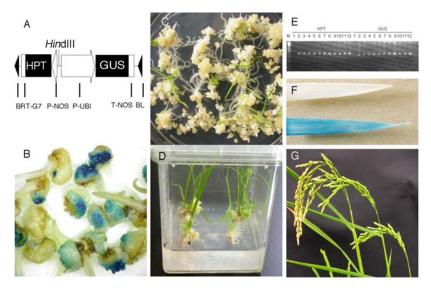


図1 アグロバクテリウム法によるネリカ形質転換体の作出. A, バイナリーベクターpBIG-ubi::GUS の T-DNA 領域の構造および Hindstart ト; B, アグロバクテリウム接種7 日後の未熟胚における GUS 活性; C, 20 mg/l ハイグロマイシンを含む培地上で再生したシュート; D, 30 mg/l ハイグロマイシンを含む培地上での再生個体の生長; E, 再生個体の PCR 検定(lane 1, 非形質転換体; lanes 2-11, 形質転換体; lane 12, バイナリーベクターpBIG-ubi::GUS); F, 形質転換体の葉における GUS 活性(上, 非形質転換体; 下, 形質転換体); G, 温室内で生長した形質転換体.

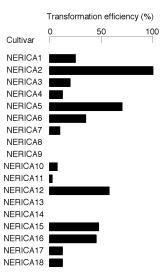


図 2 ネリカ 18 品種における形質転換効率(形質転換体の数/アグロバクテリウムを接種した未熟胚の数:%).

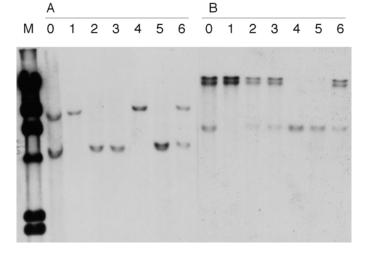


図3 T_1 世代におけるサザンブロット. A および B は別の T_0 個体に由来する. ゲノム DNA を Hindmで消化後, HPT 遺伝子の断片をプローブとしてハイブリダイズした. Lane $0, T_0$ 植物; lanes 1- $6, T_1$ 植物.

[その他]

研究課題: アフリカイネの乾燥・冠水耐性の改善

中課題番号: A-1)-(2)

予 算 区 分: 交付金[ストレス耐性ネリカ] 研 究 期 間: 2007 年度 (2006~2010 年度)

研究担当者: 石崎琢磨•神代隆

- 1) Ishizaki, T. and Kumashiro, T. Genetic transformation of NERICA, interspecific hybrid rice between *Oryza glaberrima* and *O. sativa*, mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. Plant Cell Rep (2008) 27: 319-327.
- 2) 石崎琢磨、神代隆 アグロバクテリウム法によるネリカの形質転換法開発. 第25回日本植物細胞分子生物学会講演要旨集、106.

7. 植物の乾燥や塩害等による浸透圧ストレスのセンサー遺伝子の発見

〔要約〕 <u>シロイヌナズナ</u>のゲノムに存在する11個の<u>ヒスチジンキナーゼ</u>の機能を解析し、このうちの <u>AHKI</u> 遺伝子が、植物の乾燥や塩害等による<u>浸透圧ストレスを受容</u>して、耐性の獲得に働く遺伝子群を制御する受容体の遺伝子であることを示した。この <u>AHKI</u> 遺伝子を植物中で高発現すると、多くの耐性遺伝子が高発現して植物の乾燥ストレス耐性が向上することを明らかにした。

所属	国際農林水産業研究センター	•生物資源領	頁域	連絡先	02	9 (838) 6305	5
専門	バイテク	対象	アブラナ科林	直物		分類	研究

[背景・ねらい]

世界的規模の環境劣化が問題になっており、環境ストレス耐性植物の開発は重要な課題となっている。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耐性の獲得機構で働く制御遺伝子は、多数の耐性遺伝子の働きを調節しているため高い耐性を植物に付与すると考えられる。浸透圧ストレスの受容体遺伝子に関しては酵母の系を用いた研究が進んでおり、膜結合型のヒスチジンキナーゼSLN1が浸透圧応答性受容体として働いていることが示されている。シロイヌナズナにも、11種のヒスチジンキナーゼ遺伝子が存在し、植物ホルモンの受容に関与している遺伝子が示されているが、浸透圧ストレスの受容体は明らかにされていなかった。本研究では植物の浸透圧ストレスの受容体遺伝子を明らかにして、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]

- 1. シロイヌナズナの11種のヒスチジンキナーゼ遺伝子を酵母の sln1 sho1 欠損変異株に導入すると、グルコース培地またはこれに 0.3MNaCl を加えた培地中で AHK1, AHK2, AHK3, AHK4, CKI1, CKI2 遺伝子を導入した場合に生育が可能になり、これらの 6種の遺伝子は酵母中で浸透圧ストレスの受容体として機能すると考えられた。
- 2. ノーザン法を用いて、酵母中で浸透圧ストレスの受容体として機能する6種のヒスチジンキナーゼ 遺伝子中、AHK1、AHK2、AHK3、AHK4遺伝子は乾燥や塩ストレス時に根や葉等の植物体中で強く発現 していることを示した。
- 3. 酵母中で浸透圧受容体として働くことや乾燥や塩ストレス時に植物体で遺伝子発現が観察された *AHK1*, *AHK2*, *AHK4*, *AHK4* 遺伝子が変異したシロイヌナズナを用いて、乾燥や塩ストレスに対する耐性を解析した。*ahk1* 変異体は野生株に比較して、乾燥と塩ストレスに対して生存率が減少しており、ストレス耐性が低下していることが示された。一方、*AHK2* または *AHK3* が破壊された変異体では反対に乾燥や塩ストレスに対し強くなっていた。また、*AHK2* と *AHK3* の両方が壊れた二重変異体ではさらに耐性が強くなっていたが、生長に遅れが見られた(図 1)。*AHK4* が破壊された変異体は変化を示さなかった。
- 4. マイクロアレイ解析により、ahk1 変異体では多数のストレス耐性遺伝子の発現が抑えられていることが明らかになった。一方、ahk2 ahk3 二重変異体では多くのストレス耐性遺伝子の発現が上昇していた。変異体の解析結果から AHK1,AHK2, AHK3 遺伝子はともに乾燥や塩害等による浸透圧ストレス応答に関与するが、AHK1 はポジティブに働き、AHK3 はネガティプに働くと考えられた。
- 5. AHK1 遺伝子をシロイヌナズナ中で強く働くように改変すると、ストレスが無い状態では改変していない対照 (野生株)の植物と同様に生育した。さらに、乾燥時には高いレベルの耐性を示した(図2)。

[成果の活用面・留意点]

イネやコムギやトウモロコシの他、開発途上地域の作物等に本遺伝子を導入して、干ばつや塩害に強い作物の開発を目指す。

1. [具体的データ]

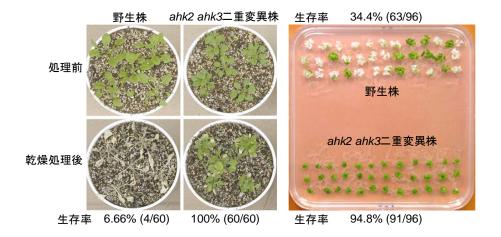


図1 ahk2 ahk3 二重変異株の乾燥ストレス耐性(左)と塩ストレス耐性(右) AHK2と AHK3 遺伝子が破壊された植物は乾燥や塩に対して耐性を示したが、生長に遅れが見られた。

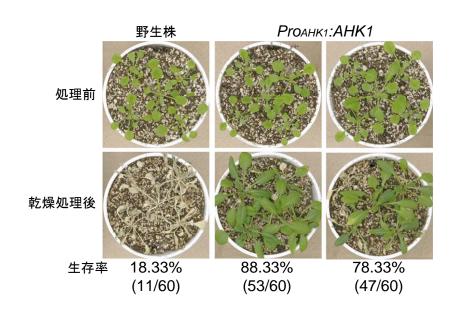


図2 *AHK1* を過剰発現させた シロイヌナズナの乾燥ストレス 耐性

AHK 1遺伝子が強く働く植物では、ストレスが無い状態では野生株(対照)と同様に生育した。 乾燥ストレスに対しては高い耐性を示した。

[その他]

研究課題: 植物の環境ストレス耐性機構の解明と耐性作物の開発

中課題番号: A-1)-(1)

予 算 区 分: 交付金[ストレス耐性機構]等 研 究 期 間: 2007 年度 (2004~2011 年度)

研究担当者: Lam-Son Phan Tran·秦峰·圓山恭之進·篠崎和子

- 1. Tran, L.-S. P., Urao, T., Qin, F., Maruyama, K., Kakimoto, T., Shinozaki, K., and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2007) Functional analysis of AHK1/ATHK1 and cytokinin receptor histidine kinases in response to abscisic acid, drought and salt stresses in *Arabidopsis. Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 104,20623-20628.
- 2. Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2007) Gene networks involved in drought stress response and tolerance. *J. Exp Bot.* 58, 221-227.

8. イネの環境ストレス応答性プロモーターと転写因子 OsNAC6 を用いた環境ストレス耐性イネ作出技術の開発

〔要約〕 <u>イネの OsNAC6 タンパク質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る。</u> OsNAC6 をイネ中で多量に作らせると、環境ストレス時に機能する複数の耐性遺伝子が強くはたらくようになり、<u>乾燥</u>および<u>塩ストレスに高いレベルの耐性</u>を示すが、植物には生育阻害が見られる。イネの<u>ストレス誘導性プロモーター</u>を利用して、ストレスを受けたときに OsNAC6 を多量に作るように改変したイネでは、生育阻害が改善される。

所属	国際農林水産業研究センター	連絡先	029	9 (838) 6305			
専門	バイテク	対象	稲類			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。本研究課題では、単子葉のモデル植物であり重要な穀物でもあるイネが乾燥などの環境ストレスを受けた時、多量に合成される転写因子 OsNAC6 に関する研究を行っている。OsNAC6 遺伝子と、イネのストレス誘導性プロモーターを利用して、生育阻害がほとんど見られることなく、ストレス耐性が向上したイネを作出する技術を開発する。

「成果の概要・特徴]

- 1. イネの NAC 型転写因子 OsNAC6 の遺伝子は、乾燥、塩ストレス、低温といった環境ストレスだけでなく、 いもち病菌の感染および傷害ストレスに対しても応答して発現することを見出した。
- 2. トウモロコシの恒常的にはたらくプロモーター(遺伝子発現を調節する領域)であるユビキチンプロモーターを用いて OsNAC6 遺伝子を過剰に作らせたイネでは、初期生育不良と種子収量の減少が見られたが、イネのストレス応答性のプロモーターである OsNAC6 プロモーター(Posnace)および LIP9 プロモーター(PLIP9)を用いて、OsNAC6 遺伝子を過剰に作らせたイネでは、初期生育の不良および種子収量の減少が軽減した(図 1a、b)。
- 3. Posnac6 および Plip9 を用いて、Osnac6 と蛍光を発するクラゲのタンパク質である GFP を融合したタンパク質の遺伝子を発現させたイネでは、乾燥ストレスあるいは塩ストレスを受けた際、細胞核に Osnac6-GFP 融合タンパク質が蓄積することが確認された(図 1c)。
- 4. Posnac6 および PLIP9 を用いて、OsNAC6 遺伝子がストレス時に強くはたらくように改変したイネは、幼苗期において、塩ストレスに対して、高いレベルの耐性を示した(図 2)。幼苗期における乾燥耐性も向上した。
- 5. マイクロアレイ解析法により、*OsNAC6* 遺伝子を過剰発現させたイネにおけるゲノム全体の遺伝子の発現を調べると、パーオキシダーゼをはじめ多数のストレス耐性に関わるタンパク質の遺伝子が強く発現していた。これらの耐性遺伝子のはたらきでストレス耐性が向上していると考えられた。

- 1. イネの *OsNAC6* 遺伝子は、塩ストレスおよび乾燥ストレスに対する耐性が向上したイネ科作物を開発するために利用できると期待される。ただし、幼苗期のストレス耐性は確認したが、成体における耐性および圃場での塩耐性、干ばつ耐性については、今後の解析が必要である。
- 2. イネのストレス応答性プロモーターである PosNAC6 および PLIP9 は、OsNAC6 など、ストレス耐性向上と同時に 生育阻害も引き起こすタンパク質の遺伝子を利用して耐性イネ科作物を開発する際に利用できると考えら れる。しかし、今回単離されたプロモーターを用いても若干の生育阻害が認められたことから、より優れたスト レス応答性プロモーターの探索あるいはプロモーターの改良を行う必要がある。

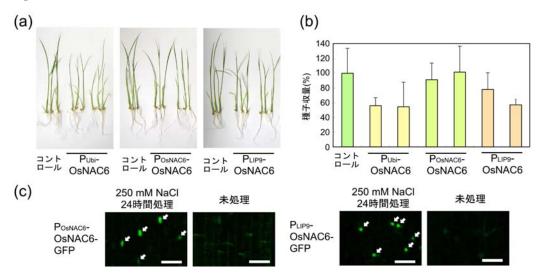


図1 イネのストレス応答性プロモーターを利用した OsNAC6遺伝子発現イネの作出。イネのストレス応答性 LIP9プロモーター(PLIP9) および OsNAC6プロモーター(POsNAC6)を用いて OsNAC6遺伝子を導入したイネでは、恒常的プロモーター(PUbi)を用いた時に比べ幼苗期の生育阻害(a) および種子収量の減少(b) が軽減した。PLIP9 および POsNAC6 を用いて OsNAC6 - GFP 融合タンパク質の遺伝子を導入したイネでは、塩ストレスを受けたイネの根の細胞核(矢印)に OsNAC6 - GFP 融合タンパク質が蓄積した(c)。バーは SOmegamma (Nakashima et al. 2007 参照)

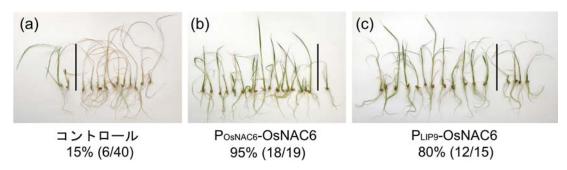


図2 ストレス応答性プロモーターを利用した OsNAC6 遺伝子発現イネのストレス耐性。PLIP9 および POsNAC6を用いて、OsNAC6 遺伝子がストレス時に強くはたらくように改変したイネは、塩ストレスに対して高いレベルの耐性を示した。発芽 2 週間のイネを 250mM NaCl 溶液で 3 日間処理後、NaCl を含まない水耕液に移して栽培を続けた。バーの左側は、NaCl 処理後も、新葉を出して生き延びたイネ。右側は枯死したイネ。(Nakashima et al. 2007 参照)

[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]、受託[農水省]等

研究期間: 2007年度(2004~2011年度)

研究担当者:中島一雄・伊藤裕介・圓山恭之進・篠崎和子

発表論文等:

Nakashima, K., Tran, L.-S., Van Nguyen, D., Fujita, M., Maruyama, K., Todaka, D., Ito, Y., Hayashi, N., Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2007): Functional analysis of a NAC-type transcription factor OsNAC6 involved in abiotic and biotic stress-responsive gene expression in rice. Plant J. 51: 617-30.

9. 土壌肥沃度に対する風食の影響を評価できる新装置を開発

〔要約〕

世界で初めて<u>風成粗大有機物</u>(風により飛散する粗大な有機物)の移動量を精度よく測定出来る<u>捕捉装置</u>を 開発した。本装置の使用により、<u>風食</u>が土壌肥沃度に与える影響を正しく評価できる。

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	02	9(838) 6355	
専門	土壌	対象	計測•探查技	術		分類	国際

[背景・ねらい]

風による土壌侵食である風食の研究は、1930年代のダストボウル以来アメリカで発展してきたが、アメリカでの主な風食被害が飛砂による作物の損傷と埋没であったため、研究の対象は土壌粒子の移動に限られてきた。一方、西アフリカ・サヘル地域においては、主な風食被害は相対的に肥沃な表土の飛散に伴う土壌肥沃度、特に当該地域で作物の生育を最も規定する土壌窒素の低下であるとされ、風食により飛散する土壌養分の量を正確に把握することが求められている。しかし、サヘル地域では風食の影響が及ぶ表層土に含まれる窒素の最大 1/3 が植物残渣などの粗大有機物(粒径が 0.2 mm 以上の有機物と定義)として存在しているにもかかわらず、当該地域における既往の風食研究では、アメリカでの研究の流れのまま粗大有機物を研究対象としてこなかったために、現在でも粗大有機物の移動量を正確に測定できない。そこで本研究では、風成粗大有機物の移動量を精度よく測定できる新たな捕捉装置の開発を目指した。

[成果の概要・特徴]

- 1. 新たな補足装置(Aeolian Materials Sampler、以下 AMS、外観を図1に示した)は入り口に対し出口の面積が大きい楔形をしており、入り口付近の風成粗大有機物をベンチュリ効果によって効率よく装置内へ引き込むことができる。一方装置内の収集容器は十分長く、いったん引き込まれた粗大有機物は出口から出ることなく収集容器にとどまる。さらに入り口にエプロンを付けることにより、地面がえぐれて入り口が地表面から浮くのを防ぐことができる。
- 2. AMS の性能を風洞実験によって調べ、以下の成果を得た。
 - 2-1. AMS の風成粗大有機物に対する捕捉効率 TE_{com} [%]は風速に対して変化せず、風に対する AMS の角度 $x[^{\circ}]$ の関数 TE_{com} = 61.0+18.0exp(-0.06x)で精度よく回帰できる (図 $2:TE_{com}$ は風速に依存しないため、 AMS の風に対する各角度での TE_{com} の平均値を用いて回帰した($R^2=0.94$))。
 - 2-2. AMS は風成粗大有機物に対して粒径淘汰を引き起こさないため、AMS によって捕捉された粗大有機物の 粒径分布は風食時に飛散した粗大有機物の粒径分布と等しく、両者の全窒素含量も等しい。
- 3. 国際半乾燥熱帯作物研究所ニアメ支所(ニジェール共和国)でAMS を用いた圃場試験を実施し、以下の成果 を得た
- 3-1. BSNE Sampler など、AMS より上の高度で風成粗大有機物を捕捉する従来の装置は、地表面付近の高さ 0-5 cm の流量を過大評価するが、AMS と組み合わせることで、風成粗大有機物の移動量を精度よく測定することができる(図 3)。
 - 3-2. 圃場で実測した粗大有機物の飛散量と AMS によって見積もられた飛散量はよく一致する(図 4)。

- 1. AMS によって捕捉された粗大有機物の重量と全窒素含量の結果から、粗大有機物の移動に伴って移動する窒素の量を正確に評価できる。
- 2. AMS は BSNE Sampler との併用が不可欠である。
- 3. AMS の捕捉量から飛散量を算出する際には、自動計測システムを用いて短い間隔で風向と風速 (風向のベクトル平均を求めるのに必要) を記録し、補正に必要な捕捉効率を計算する必要がある。
- 4. AMS は正面から左右 45°の風に対しては粗大有機物の移動量を精度よく測定できるが、それ以上の角度ではこの限りではない。従って、全方位で測定を行う場合には、4機の AMS が必要となる。

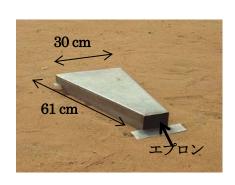


図1 AMS の外観

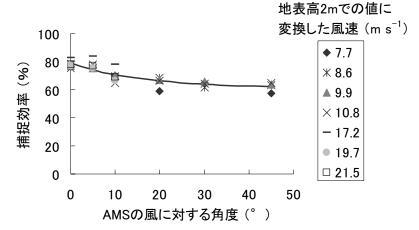
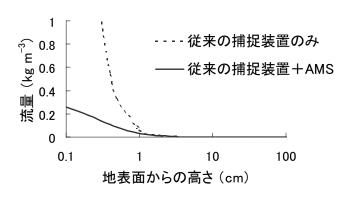


図2 粗大有機物に対する捕捉効率



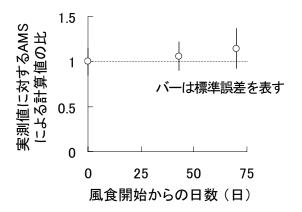


図 3 AMS の有無が高さ別流量(計算値)に 及 ぼす影響

図 4 地表面に残存する粗大有機物量の実測値と AMS を用いて計算した残存量の予測値との比 の経時変化

[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:2005~2007 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

- IKAZAKI Kenta, SHINJO Hitoshi, TANAKA Ueru, TOBITA Satoshi, KOSAKI Takashi. (2007): Development of a new sediment catcher to evaluate the effect of wind erosion on carbon dynamics in the Sahel, West Africa. International Symposium on Organic Matter Dynamics in Agro-Ecosystems, Poitiers, France, 16th –19th July, 2007
- 2) 伊ヶ崎健大・真常仁志・田中 樹・飛田 哲・小﨑 隆、(2007): 西アフリカ・サヘル地域における風食が有機物動態と養分動態に与える影響を評価するための風成物質捕捉装置の開発、日本土壌肥料学会平成 19 年度年次大会要旨集、118
- 3) IKAZAKI Kenta, SHINJO Hitoshi, TANAKA Ueru, TOBITA Satoshi, KOSAKI Takashi. (2008) : Sediment catcher to evaluate the effect of wind erosion on carbon dynamics and nutrient cycling. Trans. ASABE (投稿中)

10. 西アフリカ・サヘル帯ファカラ地区に関する研究情報資源のメタデータ作成と公開

[要約] <u>西アフリカ・サヘル帯</u>ファカラ地区で、過去および現行のプロジェクトにより得られた<u>生態環境特性把握に関する情報、衛星画像</u>及び<u>雨量分布、土地利用</u>に関する<u>研究情報資源</u>は、<u>メタデータ</u>の作成及び公開によってその利便性が高まった。

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	029(838)6355	
専門	資源利用	対象	維持•管	管理技術		分類	国際

「背景・ねらい〕

西アフリカ、ニジェール共和国西部に位置するファカラ地区では、1991 年以来国際家畜研究所(ILRI)や国際半乾燥熱帯作物研究所(ICRISAT)をはじめとする研究機関が、サヘル帯の典型的な農牧混交帯としての位置づけにもとづいて、様々な調査・研究を精力的に行ってきた。また 2003 年からは JIRCAS も、「アフリカ土壌肥沃度」プロジェクトの実証サイトとしてファカラ地区での研究を開始した。しかしこれらの成果であるファカラ地区の研究情報データは機能的に管理されておらず、そのため利用者の利便が著しく損なわれていた。これら過去の研究情報の円滑な活用は、サヘル帯における農牧業研究の発展にとって必須であり、特に資源利用に関わる在来技術の評価や技術開発を行う現行プロジェクトに対し重要な情報源となる。そのため、これまでに各機関で収集されたデータをメタデータ(MD)として共通のフォーマットにまとめ公開することにより、過去の研究情報活用の利便性を改善することを目的とした。

「成果の概要・特徴]

- 1. MD 作成は、各機関の情報所有者ならびに専門家によるワークショップにおいて定義・手法の決定 (MD の 内容、情報保有者、使用ツールの決定)、繰り返し作業 (データ入力、検証)、パッケージ化と公表 (MD のメデイア化とウェブサイトへのアップロード)、の3段階の工程で作業を行った(図1)。
- 2. 共通フォーマットとして CSDGM(デジタル土地空間メタデータのための標準項目)に準じたフリーソフトウェア、M3Cat vr. 1.5 を使用した。また、各参画者から回収された情報の取りまとめ及び編集作業には、ArcCatalog vr. 9.0 を使用した。
- 3. MD のコンテンツは、ファカラ地区を対象とした調査・研究結果に限定した。データセットごとに連番、見出し、情報の定義、情報の保管場所、情報保有者と連絡先、フォーマットの種類、データ数量等を明記した。地理情報をともなうデータセットには、衛星画像等により位置情報を添付した。総計73 個のデータセット(うち25 個が地理情報データ)が MD として記述された。
- 4. MD には、JIRCAS アフリカ土壌プロジェクトにおける生態環境特性把握に関する情報、ICRISAT による衛星画像及び雨量分布、ILRI による1950年からの土地利用に関する情報等、異なる機関が個々に収集したデータベースの目録が所蔵されており(表 1)、これらの情報は DVD-ROM として関係機関に配布するとともに、JIRCAS ホームページ上に掲載し、ファカラメタデータとして一般に公開した。

「成果の活用面・留意点」

- 1. ILRI、JIRCAS、ならびに ICRISAT の研究成果が内外の研究者間で共有され、サヘル帯農牧混交地域での 農業開発におけるシステム研究を推進するための基礎情報源として活用される。
- 2. MD 作成のガイドラインとマニュアルは、異なる地域や目的への適用も可能である。
- 3. 情報アクセスをユーザーフレンドリーとし且つ常に最新の情報を提供できる管理システムが必要である。

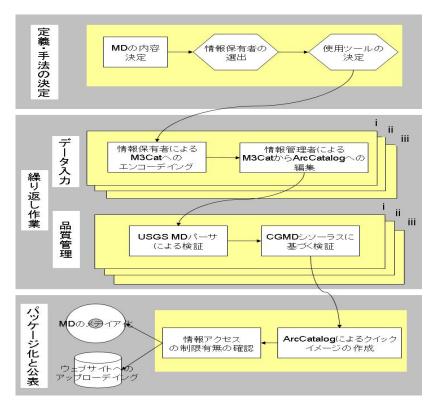


図 1. ファカラ MD 作成に関する作業 工程フローチャート

表1. MD に所蔵され ているデータセットの 例。(JIRCAS;国際農 林水産業研究センタ ー、INRAN;ニジェー ル国立農業研究所、 ICRISAT;国際半乾燥 熱帯作物研究所、 ILRI;国際家畜研究 所)

参画研	研究分野	or the ⊷* to lo 1				
究機関		所蔵データセット				
JIRCAS	豆資源	Answers of individual interviewed farmers to selections of the questions				
		他4個のデータセット				
JIRCAS	在来農法	Actual situation of land use for Zarma household 他 10 個のデータセット				
INRAN	社経	Household characteristics in Fakara expense 他 3 個のデータセット				
京都大学	遊牧民	Area cropped by sedentary Fulani (HS)他 2 個のデータセット				
京都大学	リスク管理	Household risk management in Fakara				
ICRISAT	地理情報	Daily rainfall measurements at landscape scale with a network of rain				
		gauges in 2004 他 16 個のデータセット				
ICRISAT	農業気象	Katanga AWS weather data 2000 Daily Output 他 22 個のデータセット				
ILRI	地理情報	Fakara Geomorphology map 他 7 個のデータセット(地理情報データ)				
ILRI	在来植物資源	Ethnobotanical survey				

[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: 2006-2007 年度

研究担当者: 林 慶一·松永亮一·飛田 哲·真常仁志·Gerard, B.·Laouali, A.·Traore, P.S.·Ayantunde, A.

発表論文等:

1) Documentation of ILRI/JIRCAS/ICRISAT Fakara data sets, JIRCAS Commissioned Research, http://www.jircas.affrc.go.jp/project/africa_dojo/Metadata/index.html

11. 複合経営のためのため池の水利用計画ツール

〔要約〕<u>ため池</u>を利用して<u>複合経営</u>を実践するには、数か月先を見越した<u>水利用計画</u>を立てる必要がある。経験のない農家が各自のため池の水量、乾季中の水の蒸発量、経営規模に応じた野菜や家畜の水消費量を簡単に読み取って複合経営が計画できる、円盤状の農家向け水利用計画ツールを作成した。

F	所属	国際農林水産業研究センター	連絡先	02	9(838)6362			
Ę	専門	経営	対象	複合経営			分類	国際

「背景・ねらい」

東北タイ天水農業地域では、小規模農家の収入増加の一助として、20m×30m 程度の自家用ため池を活用した複合経営が目指されている。実際に、国策として多数のため池が造成されているが、大半は養魚池として活用されているのみで、野菜、果樹等への活用が進んでいない。その理由のひとつに、経験のない農家にとって数か月先の収穫を見越した水の利用計画を立てることの難しさがある。そこで、農家向けの水利用計画ツールを作成することで、農家の水利用計画の立案を助け、複合経営の進展を促し、収入の増加を図る。

[成果の概要・特徴]

- 1. 複合経営におけるため池の水利用計画を作成できる農家向けのツールである。水利用計画シート(図 2)に、 水資源量・消費量読み取り円盤(図 1)の該当数値を順次記入し、計画の当否を判断する。
- 2. 使用法

[ステップ 1] 利用可能水量の計算

【資源量】 円盤のおもてを使う。外周でため池の土質(粘土質、砂質)、第2周で深さ、第3·4周で縦・横の長さを合わせる。第5周のため池面積を読み、6周以下で水深に応じた水資源量を読む。

【温存量】円盤のおもてで養魚のために残す水深における水量を読む。

【蒸発量】 円盤の裏を使う。青い線を合わせると外周が蒸発量にセットされる。第3周で計画期間の 各月に逐次合わせながら第4周以下で面積に応じた蒸発量を読み合計する。

利用可能水量 = - -

[ステップ 2] 水利用計画

円盤の裏を使う。緑の線を合わせ、かんがい量にセット。第3周で作物を、第4周以下で栽培面積に応じた消費水量を読む。赤い線を合わせ、家畜飲水量にセット。第3周で利用期間を、第4周以下で家畜種に対応する飲水量を読み各々頭数を乗じて消費水量を算出する。各消費水量を合計する。

[ステップ3] 計画のチェック

余剰水量 = -

マイナスならステップ2に戻って水利用計画を立て直す。

- 3. 農家モニタによる評価結果は、分かりやすさについて「良(40%)」、「中(60%)」と、農家にも十分理解可能であり、実用性については、「良(84%)」、「中(16%)」と良好な評価を得ている(表 1)。
- 4. ため池の形状はタイ国土開発局の基準(粘土質、砂質の2タイプで法面の傾斜が異なる)に則り、蒸発量はコンケン県の観測所データ、各作物(カスタードアップル、マンゴ、アスパラガス、水稲苗代、トウモロコシ、トマト、チリトウガラシ、ナス、コリアンダー、エシャロット、ササゲ、ダイコン、ケール、カリフラワー、キュウリ、空芯菜)の灌漑量は FAO の灌漑量算定手法、肉牛の飲水量は現地試験をもとに算出している。

- 1. 東北タイにおけるため池を利用した複合経営の促進に活用できる。
- 2. 漏水は東北タイに多い下層の粘土層に造成するため池では無視できるので見積もられていない。

3. [具体的データ] 青い線 大きい円盤 赤い線 (蒸発量) (土質) 赤い線 (家畜) 小さい円盤 緑の線 図1 水資源量、消費量読み取り円盤 (作物)

(操作1)知りたい項目(外周)に線を合わせる (操作2)円盤をずらして目的の値を読み取る

表 1 ため池水利用計画ツールの農民評価

評価項目	良	中	悪
1.形状	91(%)	9	0
2.色合い	93	7	0
3.文字サイズ	72	28	0
4.使い易さ	64	36	0
5.分かりやすさ	40	60	0
6.実用性	84	16	0

注) プロジェクトサイト Nong Saeng 村の農民 14 名に よる評価,資源量,蒸発量,作物消費水量,家畜消 費水量の各項目別の評価の平均値

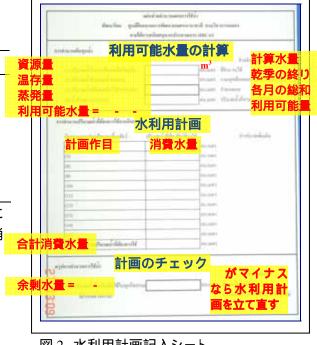


図2 水利用計画記入シート

[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:2007年度(2006~2010年度)

研究担当者: Uchada Sukchan、Prasop Verakornphanich (国際農業開発トレーニングセンター)、小田正人、 Praphasri Chongpraditnun (農業局)、J.S. Caldwell (緑資源機構)、Nongluck Suphanchaimat (コンケン大学)、

Ittiphon Phaowphaisal(コンケン家畜栄養センター)、Somsak Sukchan(国土開発局)

発表論文等: U. Sukchan, J. S. Caldwell, M. Oda and M. Wilaikaew (2006): On-farm Testing of Technologies for Integrated Farming. JIRCAS W. R. No.47 129-134

12. 熱帯低肥沃砂質土壌の可給態窒素量は吸光度測定法で推定できる

〔要約〕リン酸緩衝液を用いた土壌抽出液の280 nmでの吸光度は、西アフリカサヘル域の砂質土壌の可給態窒素量と有意な関係が認められ、また、トウジンビエの初期生育乾物重とも有意な関係が認められることから、その土地の窒素肥沃度を推定することができる。本法は分光光度計を用いた簡易で迅速な方法であり、途上国で適用可能である。

所属	東京大学大学院農学生命科学研究科 国際農林水産業研究センター・生産環境領域			連絡先	02	9 (838) 6355	i
専門	土壤•資源利用	対象	雑穀類			分類	研究

[背景・ねらい]

土壌の可給態窒素を測定するには、土壌を微生物活動に好適な条件で培養し、放出されてくる無機態窒素を測定する方法(インキュベーション法)が用いられるが、この方法では時間がかかる。そこで、pH7.0 リン酸緩衝液により抽出される有機態窒素量を測定する方法が相関の高い簡易測定法として知られている。この有機態窒素量を簡便に推定する方法として、抽出液を280 nm の吸光度で測定する方法が開発されている。

本研究は、リン酸緩衝液を用いた土壌抽出液の 280 nm における吸光度と可給態窒素量との関係およびトウジンビエの生育との関係を明らかにし、西アフリカサヘル域の低肥沃な砂質土壌に対する 280 nm 吸光度測定法の適用可能性を示すことを目的とする。

[成果の概要・特徴]

- 1. 供試土壌は、西アフリカのニジェール国ファカラ地区の3村それぞれから表1に示した区分の場所を選び、表層 0-15 cm を採取した。
- 2. 播種後 28 日のトウジンビエ乾物重と可給態窒素量(インキュベーション法)との間には有意な相関(r=0.69、1%水準)が認められる(図1)。西アフリカサヘル域の砂質土壌では、トウジンビエの初期生育は土壌の窒素供給量に影響される。
- 3. 可給態窒素量(インキュベーション法)とリン酸緩衝液を用いた抽出液の 280 nm 吸光度との間には有意な相関(r=0.77、1%水準)が認められる(図2)。この回帰式を用いて、リン酸緩衝液を用いた抽出液の 280 nm 吸光度からファカラ地区の土壌の可給態窒素量を求めることができる。本手法は可給態窒素 20 mg kg⁻¹以下の低肥沃な土壌にも対応できる。
- 4. 播種後28日のトウジンビエ乾物重とリン酸緩衝液を用いた抽出液の280 nm 吸光度との間には有意な相関(r = 0.79、1%水準)が認められる(図3)。リン酸緩衝液を用いた抽出液の280 nm 吸光度を測定することにより、その土地の窒素肥沃度を推定することができる。

- 1. リン酸緩衝液を用いた土壌抽出液の 280 nm 吸光度測定法は、分光光度計があれば実施可能であるため、 開発途上地域に導入しやすい手法である。
- 2. インキュベーション法による可給態窒素量とリン酸緩衝液を用いた土壌抽出液の 280 nm 吸光度との関係は 土壌により異なると思われるため、対象地域ごとに回帰式を作成することが必要である。

表1 土壌試料を採取した場所の土地利用、管理方法および可給態窒素量

	土地利用	管理方法	可給態窒素 (mg kg ⁻¹)
1.	トウジンビエ畑	家畜糞尿・堆肥・家庭ゴミの投入なし	0 - 1
2.	トウジンビエ畑	牛コラリング 牛糞尿投入地点で採取	6 - 8
3.	トウジンビエ畑	牛・羊・山羊コラリング 牛糞尿投入地点で採取	9 - 15
4.	トウジンビエ畑	牛・羊・山羊コラリング 山羊・羊糞尿投入地点で採取	7 - 13
5.	トウジンビエ畑	住居隣接、堆肥投入、 家庭ゴミ毎日投入	10 - 19
6.	トウジンビエ畑	堆肥投入5年	5 - 15
7.	トウジンビエ畑	堆肥投入10年以上	4 - 9
8.	休閑地	休閑1年目	2 - 5
9.	休閑地	休閑5年目	1 - 6
10.	休閑地	休閑10年目	5 - 8
11.	保護休閑地	耕作・家畜の進入なし、10年以上	9 - 11

コラリング:夜間に家畜を停泊させることにより糞尿を集中的に投入する肥沃 度管理技術

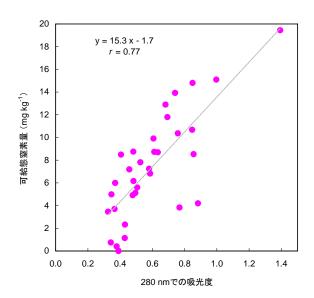


図2 リン酸緩衝液を用いた土壌抽出液の 280 nm における 吸光度 ²⁾と可給態窒素量(インキュベーション法)との関係

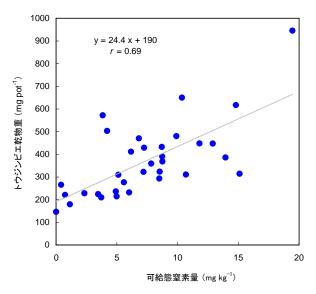


図1 可給態窒素量(インキュベーション法)と播種後 28 日のトウジンビエ乾物重 1)との関係

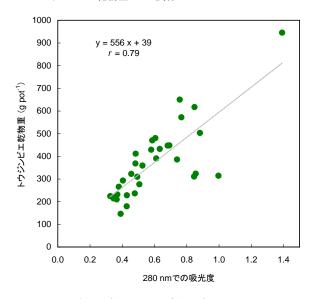


図3 リン酸緩衝液を用いた土壌抽出液の 280 nm における 吸光度 ²⁾と播種後 28 日のトウジンビエ乾物重 ¹⁾との関係

- 1) 1 kg の土壌を充填したポットに窒素以外の養分を十分に供給してトウジンビエを播種し、28 日後に地上部乾物重を測定した。
- 2) pH7.0 リン酸緩衝液 25 ml と風乾土壌 5 g を気温 20℃で1時間振とうし遠心器にかけた後、上澄み液を No.6 の濾紙で濾過し、分光光度計にてこの抽出液の 280 nm における吸光度を測定する。

[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: 2005~2007年度(2003~2005年度,2006~2010年度)

研究担当者: 鈴木香奈子、岡田謙介(以上、東京大学)、林 慶一、松永亮一、松本成夫、飛田 哲

発表論文等: Suzuki K, Matsunaga R, Hayashi K, Matsumoto N, Tobita S and Okada K. 2008. Applicability of phosphate buffer–extractable organic nitrogen as an indicator of available nitrogen in the sandy soils of the Sahel zone of Niger, West Africa. Soil Sci. Plant Nutr., 54: 449-458.

13. タイにおけるブラーマン種成去勢牛の維持エネルギー要求量

[要約] タイにおける<u>ブラーマン種成去勢牛</u>の維持に要する<u>代謝エネルギー要求量</u>は457 kJ/kgBW $^{0.75}$ であり、代謝エネルギーの生産時における<u>蓄積利用効率</u>は57.4%である。これは、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	連絡先	02	9 (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ブラーマン種成去勢牛に給与し、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および代謝エネルギーの生産時における蓄積利用効率を算出する。

[成果の概要・特徴]

- 1. ブラーマン種成去勢牛4頭による,延べ20例のエネルギー出納試験を行った(実験1)。供試牛の平均体重は385kgであった。給与飼料は、カバルケード乾草およびパンゴラグラス乾草を主体とし、ココナツ粕やパーム粕を種々の割合で混合したもの(粗蛋白含量12%,飼料1~4)とした。ブラーマン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した(表1)。試験期間中の平均気温は25.5度であった。実験1の出納成績をもとに、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結果は458kJ/kgBW^{0.75}である(BW: 体重kg)。
- 2. ブラーマン種成去勢牛4頭による,延べ20例のエネルギー出納試験を行った(実験2)。供試牛の平均体重は349kgであった。給与飼料は、パンゴラグラス乾草を主体とし、乾燥キャッサバ、米ぬか、ビール粕やパーム粕を混合したもの(粗蛋白含量12%)とした。ブラーマン種去勢牛の飼料の給与量として、上記実験1より求めた維持量のみ、維持の1.4倍、1.8倍および自由採食量に相当する乾物重を設定した(表1)。試験期間中の平均気温は25.0度であった。実験2の出納成績をもとに、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結果は454kJ/kgBW^{0.75}である。
- 3. 実験 1 および 2 から得られた, 40 例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, ブラーマン種成去勢牛の維持に要する代謝エネルギー要求量は 456.8kJ/kgBW^{0.75} であり, 代謝エネルギーの生産時における蓄積利用効率は 57.4%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。またアメリカのNRC 飼養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。

- 1. ブラーマン種成去勢牛の維持に要する代謝エネルギー量,および摂取代謝エネルギーの生産時における 蓄積利用効率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。

表 1	ブラーマン	種成去勢牛のエネルギー出納試験結果(kJ/BWkg ^{0.75})	
-----	-------	---	--

実験 1	飼料1	飼料 2	飼料 3	飼料 4	絶食
代謝エネルギー摂取量	471	484	571	601	_
熱発生量	477	481	499	504	259
エネルギー蓄積量	-7	2	71	97	-259
実験 2	維持量	維持の 1.4 倍	維持の 1.8 倍	自由採食	絶食
実験 2 代謝エネルギー摂取量	維持量 454	維持の 1.4 倍 637	維持の 1.8 倍 789	自由採食 943	絶食
					絶食 265

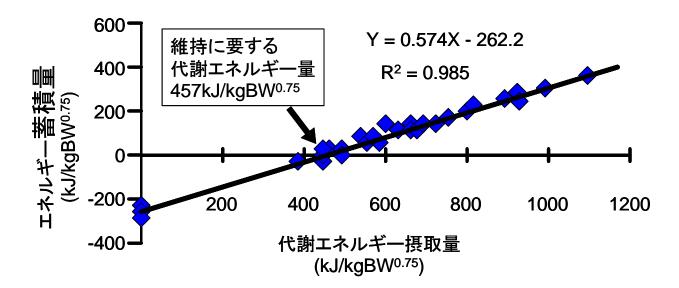


図 1 ブラーマン種成去勢牛における代謝エネルギー摂取量とエネルギー蓄積量との関係

[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: 2007年度(2006~2011年度)

研究担当者: 西田武弘・Anan Chaokaur・Peerapot Nitipot・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: A. Chaokaur, T. Nishida, I. Phaowphaisal, P. Pholsen, R. Chaithiang and K. Sommart. (2007) Energy metabolism and energy requirement for maintenance of Brahman steers in tropical conditions. Energy and protein metabolism and nutrition. p. 505-506. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.

14. 生しぼり豆乳を2段階で加熱すると豆腐の粘弾特性、保水性、歩留まりが向上する

〔要約〕豆腐ゲルの形成に関与する大豆タンパク質の変性温度に着目し、生しぼり豆乳を70℃10分→100℃5分の二段階で加熱すると、凝固剤を添加して調製される豆腐の粘弾特性、保水性、歩留まりが向上する。

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	9 (838) 6358	
専門	加工利用	対象	だいず			分類	研究

[背景・ねらい]

豆腐は中国や日本などの東アジア地域を中心に大衆化された伝統的大豆加工食品であるが、加工適性の高い大豆を安定的に確保することが困難な場合が多く、一定レベル以上の豆腐品質を確保できるような加工技術の開発が望まれている。

一般に豆腐は、 $98\sim105$ °Cで $2\sim5$ 分の一段階で加熱した豆乳に、凝固剤を加えて調製される。豆腐ゲルの形成には、大豆の主要なタンパク質である、グリシニン(11S、変性温度 92°C、ジスルフィド結合多い)と β -コングリシニン(7S、変性温度 71°C、ジスルフィド結合少ない)が関与しており、ジスルフィド結合の再配列による分子間架橋構造の形成の他に、非共有結合性のタンパク質分子間の相互作用が、豆腐ゲルの粘弾特性に重要な役割を果たしている。本研究では、これら性質の異なるタンパク質が異なる温度で加熱変性することに着目し、大豆タンパク質の段階的な加熱変性が豆腐ゲルの形成に及ぼす効果について検討した。

[成果の概要・特徴]

- 1. 精密な温度コントロールに基づく段階的な加熱を可能とするため、通電加熱装置を用いた内部加熱法を適用した。
- 2. 生しぼり豆乳を 70℃10 分→100℃5分の二段階で加熱し、グルコノデルタラクトンを凝固剤に充填豆腐を調製すると、100℃5分の一段階で加熱した豆乳を用いて調製された豆腐と比較して、ヤング率が有意に上昇するとともに離水率が低下する(P<0.05)。すなわち、崩れにくくなり保水性も向上する(表1)。
- 3. 段階的な加熱処理により、タンパク質が一斉に加熱変性する一段階加熱と比較して、より緻密できめの細かい豆腐ゲルを形成する(図)。
- 4. 異なる大豆品種や脱脂大豆を用いた場合も同様の効果がある。
- 5. 二段階加熱豆乳を用いて木綿豆腐やソフト豆腐を調製すると、豆腐の粘弾特性が向上するだけでなく(表2)、歩留まりも有意に(P<0.05)高くなる(表3)。
- 6. 凝固剤として硫酸カルシウムや塩化マグネシウム(にがり)を用いた場合も同様の効果がある。

- 1. 通電加熱装置の代わりに、湯煎等の外部加熱を用いても同様の結果が得られるが、豆乳の粘度上昇を低く抑えるために、温度制御に注意する必要がある。
- 2. 保水性が高く、崩れにくい豆腐が加工できるため、生食用、炒め物用等の用途別豆腐の開発が期待できる。
- 3. 良食味であるがゲル形成能の低い大豆にも有効であり、国産大豆の利用拡大も期待できる。

表1 グルコノデルタラクトン充填豆腐の物理特性

加熱条件	破断強度	ヤング率	離水率
加热条件	(kPa)	(kPa)	(%)
一段階加熱	19.81±1.57	141.21±4.54	16.54±0.31
二段階加熱	19.67±0.75	204.04±5.16*	12.85±0.51*

^{*}有意差あり(p<0.05)

表2 ソフト豆腐**の物理特性

加熱条件	破断強度	ヤング率	離水率
加热条件	(kPa)	(kPa)	(%)
一段階加熱	3.46±0.32	12.23±0.81	17.15±0.14
二段階加熱	3.88±0.26*	14.21±0.29*	13.41±0.30*

^{*}有意差あり(p<0.05)

表3 ソフト豆腐**の歩留まり

	20 1 1 1 1 2 1 2	щочу
加熱条件	固形分回収率	歩留まり
加热未干	(%)	(g/g 大豆)
一段階加熱	71.80±1.96	3.95±0.09
二段階加熱	75.66±1.19*	4.13±0.09*

^{*}有意差あり(p<0.05)

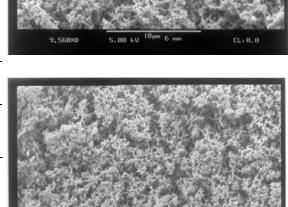


図 走査電子顕微鏡でみた豆腐ゲルの構造 (上:一段階加熱豆乳、下:二段階加熱豆乳)

[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:2007年度(2006~2011年度)

研究担当者:辰巳英三•門間美千子(食品総合研究所)•汪立君•李里特(中国農業大学)

発表論文等:

1) Wang, L., Li, D., Tatsumi, E., Liu, Z., Chen, X., and Li, L. (2007): Application of two-stage ohmic heating on tohu processing. Chemical Engineering and Processing 46(5): 486-490

^{**}凝固剤として硫酸カルシウムを用いた

^{**}凝固剤として硫酸カルシウムを用いた

15. オイルパーム幹からの効率的燃料用エタノール及び乳酸生産法の開発

〔要約〕伐採された<u>オイルパーム幹</u>中に多量の<u>樹液</u>が存在し、樹液には高濃度の<u>グルコース</u>が含まれていることを見出した。この知見をもとに、オイルパーム幹の樹液から酵母及び乳酸菌を用いて<u>エタノール</u>及び乳酸を容易に効率良く生産できることを示した。

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	9 (838) 6307	,
専門	資源利用	対象	バイオマス			分類	研究

[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幹は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放置又は焼却されており、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、東南アジアにおける膨大な農産廃棄物である伐採後のオイルパーム幹を用いて、燃料用エタノール及び生分解性プラステック原料である乳酸を生産する方法を開発する。

[成果の概要・特徴]

- 1. 伐採されたオイルパーム幹の中心から外層へ向けて3つの部分に分画し水分含量を測定したところ、中心領域、中間領域、外側領域にそれぞれ 83%、75%、68%の大量の水分が含まれていることを見出した(図 1)。
- 2. 中心、中間、外側領域から樹液を搾汁し、糖含量および組成を測定した結果、内部ほど高濃度の糖を含有しており、中心領域の樹液中の糖含量は約 10%に達し、その大部分が容易に発酵できるグルコースであることを見出した(表1)。
- 3. グルコース濃度 5.5%(pH6.0)に調整した中心部分からの樹液を用い、清酒酵母協会7号により発酵を行った結果、3.3wt%のエタノールを生産することができた(図2a)。
- 4. グルコース濃度 5.5%(pH7.0)に調整した中心部分からの樹液を用い、乳酸菌ラクトコッカス ラクティス ATCC19435 株により発酵を行った結果、5.0wt%の乳酸を生産することができた (図2b)。
- 5. 一本のオイルパーム幹(直径40cm、長さ8mとする)の樹液には約34kgのグルコースが含まれると推定され、 一本のオイルパーム幹の樹液から約17kg(22L)のエタノールと約34kgの乳酸が生産可能と考えられる。
- 6. 燃料用エタノール原料として用いられるサトウキビと比較すると、オイルパーム幹には中心領域ではサトウキビの糖含有量の約7割に相当する糖分が、中間領域でも約4割に相当する糖分が含まれており、伐採後のオイルパーム幹はエタノール及び乳酸の原料として極めて有望なバイオマス資源である。

- 1. オイルパーム幹は直径 $30\sim60$ cm、長さ $8\sim12$ mと巨大であるため、専用の搾汁装置の開発が必要である。
- 2. エタノールや乳酸を効率的に回収するために、樹液をある程度濃縮した後に発酵を行うことが望ましい。

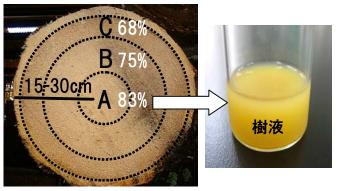


図1 オイルパーム幹の各領域における水分含量と搾った樹液 A; 中心領域, B; 中間領域, C; 外側領域, %は各領域の水分含量を示す。写真右は中心領域から搾汁した樹液。

表1 樹液に含まれる遊離糖組成

	領域					
遊離糖	中心 (A)	中間 (B)	外側 (C)			
アラビノース	6.5	3.0	1.9			
ガラクトース	0.9	0.8	1.0			
グルコース	85.2	52.2	13.1			
キシロース	0.7	0.8	1.4			
ラムース	0.4	0.5	0.5			
フラクトース	4.1	3.1	2.1			
その他	0.3	0.1	0.1			
Total (g/L)	98	60.5	20			

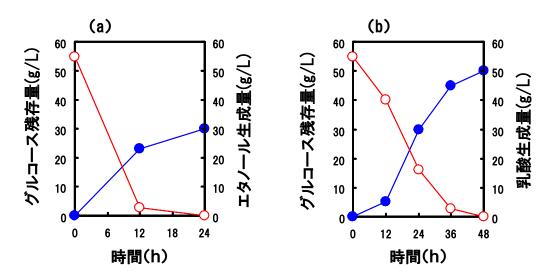


図2 オイルパーム幹の樹液を用いたエタノール及び乳酸生産。(a); エタノール発酵経過、(b); 乳酸発酵経過。(○): グルコース、(○): エタノール又は乳酸。

[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]、受託[NEDO 提案公募型]

研究期間: 2007年度(2006~2011年度)

研究担当者:小杉昭彦·村田善則·森隆·田中良平(森林総合研究所)·眞柄謙吾(森林総合研究所) 発表論文等:

- 1) 小杉昭彦・森隆・村田善則・田中良平・眞柄謙吾 日本国特許 JP2007/74764 「エタノール又は乳酸の製造 方法」
- 2) 森隆・小杉昭彦・村田善則・田中良平・眞柄謙吾「オイルパーム幹からのエタノール及び乳酸の生産」日本エネルギー学会 平成19年8月福岡
- 3) 森隆・田中良平・Mohd Nor Mohd Yusoff (FRIM)・Othman Sulaiman (USM)・Shu Yoshida (Sojitz Machinery co, Ltd) 第4回バイオマスアジアワークショップ

16. 食品中の Y — アミノ酪酸 (GABA) の簡易迅速定量法の開発

[要約] γ — アミノ酪酸(GABA) アミノ基転移酵素の作用を活用し、96 穴マイクロプレートを利用して測定できる GABA の簡易迅速定量法を開発した。本法を用いることにより 多検体の食品中の GABA 含量を短時間かつ低コストで測定できる。

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	食品品質	対象	食品			分類	研究

[背景・ねらい]

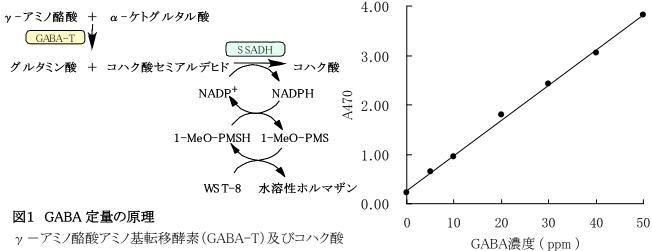
 γ - アミノ酪酸(GABA)は、天然界に広く存在するアミノ酸の一種である。血圧降下作用や、精神安定作用などの生理機能性が知られており、この作用を期待し、GABA を添加、あるいは強化した食品が多く製造されている。 GABA の定量分析は、混在する種々のアミノ酸の影響を排除するために、アミノ酸分析計や HPLC 等の機器を用いた分離分析法により行われている。しかし、これらの手法では、高額機器を必要とする上に、多検体を同時に分析することが出来ない。そこで、多検体の食品中の GABA 含量を簡易に測定可能な比色分析法を開発した。

「成果の概要・特徴]

- 1. 測定原理を図1に示す。γ アミノ酪酸アミノ基転移酵素反応及びコハク酸セミアルデヒド脱水素酵素反応 を共役させることにより、特異性が高く、高感度な検出が可能である。
- 2. 分析操作は以下のように行う。50ppm までの GABA を含有する試料を 96 穴マイクロプレートに分注し、 Pseudomonas fluorescens 由来 γ ーアミノ酪酸アミノ基転移酵素、コハク酸セミアルデヒド脱水素酵素、α ーケトグルタル酸及び NADP⁺を加え、30℃で 15 分間反応させた後、酸性で反応を停止させる。これに電子伝達体1ーメトキシフェナジンメタスルフェート(1-MeO-PMSH)及びテトラゾリウム塩 WST-8 を加え、還元による水溶性ホルマザンの発色を 470nm の吸光度により測定する。
- 3. 図2に示す検量線が得られ、優れた定量性を示す。精白米・玄米・発芽玄米の水抽出物中の GABA 含量を本法及び HPLC 法によって測定し比較したところ、図3のように、高い相関が得られた。
- 4. 本法は GABA に対し高い特異性を有しており、GABA 標準試料に 100ppm のグルタミン酸、セリン、グリシン、ヒスチジンを添加しても妨害されることなく、同様の検量線が得られ、これらのアミノ酸が混在する食品中の GABA 含量の分析に用いることができる。
- 5. タイ産の各種玄米試料の水浸漬処理による、GABA 含量の変化を本手法により測定したところ、低温乾燥米と天日乾燥米では GABA 含量の増加が確認された。一方、タイにおいて雨期に広く適用されている高温乾燥処理されたコメではGABAの増加は認められず、高温乾燥によるGABA生成酵素の失活が反映されたことから、本法の妥当性が示された。

「成果の活用面・留意点」

- 1. 96 穴マイクロプレートを使用し、簡易な操作で行えるため、多検体の同時定量が可能である。
- 2. GABAを多く含有する食品では50ppm以上含まれており、50ppm以上のGABA含量が予想される場合は、 試料を希釈し、定量をおこなう。
- 3. 検量線は、測定毎に作成する必要がある。
- 4. 発色のために加える電子供与体とテトラゾリウム塩は、8 連ピペットで迅速に加え、添加後は 30 分以内に測定する。
- 5. 簡易な定量においては、標準溶液との発色の目視による定量も可能である。特に、一定量のGABA含量を確認する場合には有効である。
- 6. 有色物質や油脂の混入等に対しては、適切な前処理を行うことで定量が可能である。



γーアミノ酪酸アミノ基転移酵素(GABA-T)及びコハク酸セミアルデヒド脱水素酵素(SSADH)で NADP⁺からNADPH への変換を行い、電子伝達体を介して WST-8(赤色)を還元して生成する水溶性ホルマザン(黄色)を測定することで、GABAを定量する。

図2 GABA 標準試料を用いた検量線

相関係数は 0.999 であり、50ppm まで高い直線性を示した。

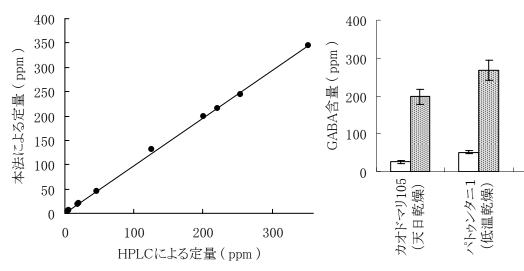


図3 プレカラム誘導体化 HPLC での定量と本法の比較 各種コメ試料では、非常に高い相関(0.999)を示す。 このことから、HPLC に同等の精度での定量が可能で ある。

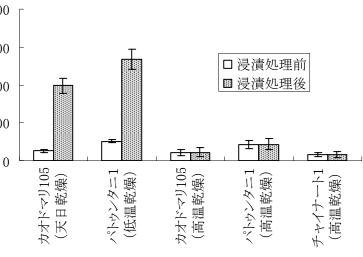


図4 タイにおける各種品種での GABA 生成能の検討 高温乾燥を経た試料では、内在酵素の失活のため浸漬 処理による GABA 生成が起こらないと考えられ、本手法に よる GABA の定量は妥当な結果を示した。

「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:2007年度(2006~2011年度)

研究担当者: 吉橋忠・Warunee Varanyanond・Patcharee Tungtrakul・Vipa Surojanametakul(カセサート大学食品研究所)

発表論文等:

1) 特許出願 特願 2008-106488

17. タイ北部の伝統大豆発酵食品トゥア・ナオから分離される納豆菌の遺伝資源としての有用性

[要 約] タイ北部の大豆発酵食品h-pア・ナオ ($\underline{Thua\ Nao}$)から分離される \underline{M} 豆菌 ($\underline{Bacillus\ subtilis}$ (natto))は、日本の納豆製造用菌株と比べて<u>遺伝的多様性</u>に富み、 \underline{r} ミラーゼ活性、 \underline{r} ブチリシン \underline{NAT} 活性、粘物質生産能などが顕著に高い菌株が見出される。

所属	国際農林水産業研究センター・利用加工領域			連絡先	02	9 (838) 6358	}
専門	加工利用	対象	微生物			分類	研究

[背景・ねらい]

タイ北部の伝統大豆発酵食品トゥア・ナオ (Thua Nao) は、製法が納豆に類似するが、伝統的な家内工業生産が維持されているため、工場生産のために特定菌株による寡占化が進んだ日本の納豆に比べて、発酵に関与する納豆菌(Bacillus subtilis (natto))の遺伝的多様性が保たれ、優れた特色のある菌株の存在も期待される。本研究では、トゥア・ナオから納豆菌を分離し、RAPD 法による DNA 多型の比較により、分離菌株の遺伝的多様性について確かめる。また、大豆発酵食品の栄養強化に関与し得る特性としてプロテアーゼ活性およびアミラーゼ活性を、保健機能の強化に関与し得る特性としてズブチリシン NAT (いわゆるナットウキナーゼ)活性および粘物質の生産能を評価する。

「成果の概要・特徴]

- 1. タイ北部のチェンライ県およびパヤオ県の8市場で収集した9点のトゥア・ナオから45株の納豆菌を分離し、 日本の納豆製造に多く利用される宮城野菌を対照菌株として、以下の特性の評価結果を得た。
- 2. 分離納豆菌株から抽出した DNA の RAPD パターンには、分離菌株の遺伝的多様性を裏付ける多数のパターンが見出される(45株は19種類のパターンに分類された、図1)。
- 3. カゼイン分解法によってプロテアーゼ活性を比較したが、対照菌株との差はほとんど見られない。
- 4. ブルーバリュー法によってアミラーゼ活性を比較すると、対照菌株の5倍以上の活性を示す菌株が存在する (45株中10株、図2)。
- 5. フィブリン平板法によってズブチリシン NAT 活性を比較すると、対照菌株の2~3倍程度の活性を示す菌株が存在する(45株中5株、図3)。
- 6. GSP培地およびNA培地上での粘物質生産の有無によって粘物質生産能を比較すると、対照菌株より強い粘物質生産能を示す菌株が存在する(45株中7株、図4)。

- 1. トゥア・ナオから分離される納豆菌は、単に遺伝的な多様性に富むだけでなく、タイでの長年の食経験により、 食品への応用について安全性が確保されている点において、非常に有用な遺伝資源である。
- 2. トゥア・ナオから分離される納豆菌には、アミラーゼ活性、ズブチリシン NAT 活性、粘物質生産能において、 日本の納豆製造に利用される宮城野菌と比べて優れた菌株が存在し、食品等への利用が可能である。
- 3. トゥア・ナオから分離される納豆菌は、遺伝的な多様性に富むので、その他の形質においても優れた菌株の 存在が期待される。
- 4. タイ国内でも食品の工場生産化が進む現状において、こうした伝統発酵食品等に潜む貴重な遺伝資源の保全が確実に行われているとは必ずしも言えない。本成果のような具体的事例を示しながら、発展途上国が自国の貴重な食品微生物遺伝資源に注目し、機を逸せずしてその保全を進められるよう、提言して行く必要がある。

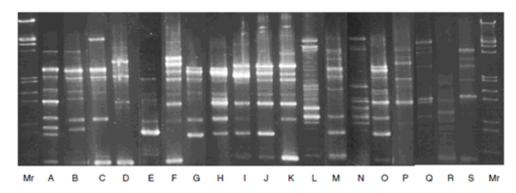
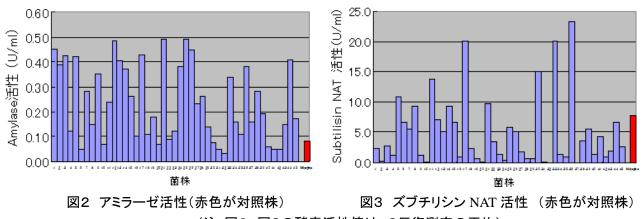


図1 トゥア・ナオ分離菌株 DNA の多様な RAPD パターン(対照株も、パターン A に分類される)



(注:図2、図3の酵素活性値は、3反復測定の平均)

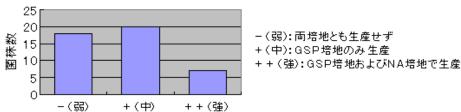


図4 粘物質生産能(対照株は、+(中)に属する)

[その他]

研究課題:タイ伝統大豆発酵食品 Thua nao からの納豆菌(Bacillus subtilis (natto))の分離、特性調査、保存中課題番号:A-1)-(5)

予算区分:個別課題

研究期間:2006年度(単年度)

研究担当者:伏見力・Ladda Wattanasiritham(カセサート大学食品研)・稲津康弘・中村宣貴・川本伸一(農研機構食総研)

- 1) Inatsu, Y. Nakamura, N. Yoshida, Y. Fushimi, T. Wattanasiritham, L. Kawamoto, S. (2006): Characterization of Bacillus subtilis strains in Thua nao, a traditional fermented soybean food in northern Thailand. the Letters in Applied Microbiology, 43, 237-242
- 2) 伏見力・中村宣貴・稲津康弘・Kamal S. WeeRacody・Ladda Wattanasiritham・川本伸一(2005):タイ国のトゥア・ナウより分離した納豆菌の諸性質について. 日本食品科学工学会第52回大会講演集, 121
- 3) 稲津康弘・中村宣貴・Kamal S. WeeRacody・伏見力・Ladda Wattanasiritham・川本伸一(2005):タイ国の無 塩大豆発酵食品より分離した納豆菌の諸性質. 日本調理科学会平成17年度大会研究発表要旨集, 132

18. マレー半島マングローブ汽水域における餌料性甲殻類の生態特性

[要約]半島マレーシア北西部の2ヶ所のマングローブ汽水域において、魚類の餌料として重要な小型甲殻類のアミ類(Mysida)及びアキアミ類(Acetes)の生態調査を実施し、種群構成、生物量、時空間分布など汽水生態系の生産構造や環境収容量の算出に欠かせない生態特性に係わる基礎知見を得た。

所属	国際農林水産業研究センター・水産領域			連絡先	02	9 (838) 6357	,
専門	生物生産	対象	甲殼類			分類	研究

[背景・ねらい]

アキアミ類(Acetes)やアミ類(Mysida)などの小型甲殻類はマングローブ汽水域に生息する様々な魚類の主要餌料生物として低次生産と高次生産生物を繋ぐ重要な役割を担っている。他方、熱帯アジアのマングローブ汽水域において、これら小型甲殻類の生態に関して公表された成果はほとんど見あたらない。このため、マングローブ汽水域の生産構造の解明や環境収容量を算出するうえで大きな障壁となっている。以上の点を踏まえ、本研究では半島マレーシア北西部を代表するムルボックとマタンマングローブ(図1)において小型ソリネットを用いた周年採集を実施し、魚類の餌料として重要な表性甲殻類の種群構成、時空間分布と生物量を把握するための調査を実施した。さらに、マングローブ水域生態系に対する理解の深化を図るため、優占種の個体群動態並びに繁殖生態を精査した。

[成果の概要・特徴]

- 1. 半島マレーシアのマングローブ汽水域の餌料性甲殻類として、アキアミ類(Acetes)3種及びアミ類 (Rhopalophthalmus, Acanthomysis, Notoacanthomysis, Mesopodopsisに属する)6種の計9種が優占した。これら出現種の時・空間分布傾向は調査した二つのマングローブ間で大きな違いはなかった(図2)。
- 2. 一方、餌料甲殻類の生物量はマングローブ間で差が認められ、調査の質・量が揃った亜潮間帯で比較すると、マタンマングローブのバイオマス(湿重量)はムルボックに比べおよそ5倍高い値を示した(p < 0.05)。また、マングローブ間で差が認められるものの、隣接海域にくらべて生物量は明らかに高く、「マングローブ汽水域が高い生産性をもつ」という一般概念の妥当性は餌料性甲殻類の生物量の面では支持される(表1)。
- 3. 汽水を代表するMesopodopsis属アミ類の繁殖生態研究から、熱帯性アミ類は温・寒帯性種と異なり生活 史の諸特性(成熟サイズ、抱卵数、卵サイズなど)に季節変動をもたないことが示されたほか、特に注目すべ き点として、マングローブ汽水域を住処とする群は海域の個体群に比べて大型卵を少数産出し(体長7mm の雌の推定抱卵数は前者が8、後者が 15)、その後の全生活史段階においても沿岸群より明らかに大型で あるなど、異なる繁殖特性をもつことが明らかになった(図3)。

- 1. マングローブ汽水域の生物量データは今後開発を企図しているモデルのパラメーターとして利用可能である。同時に、環境の異なるマングローブの生物生産性を比較するうえで目安の数値として活用できる。
- 2. これまで、熱帯性アミ類の個体群動態が詳細に研究された事例はない。本研究で得られた出現種各々の時空間分布に関するデータはマングローブ汽水域の生態研究の進展に貢献する。今後、未同定種の確定につとめることによって生態系モデルの精度向上にも繋がる。
- 2. Mesopodopsis属が生息場所の違いによって繁殖特性に差が持つことが明示されたのはこれが最初で、またアミ類全体においても初めてと認識される。このことは今後、アミ類の環境適応や種分化機構の研究に大きく貢献するものと考えられる。



図1. 半島マレーシアと調査地域 (ムルボック及びマタンマングロー ブ汽水域)

表1. 半島マレーシア北西部の各調査地における表性甲殻類の生物量の比較

•	Merbok マ	ングローブ	Matang マ.	ングローブ	Teluk Kumbar∗		
動物群	潮間帯	亜潮間帯	潮間帯	亜潮間帯	潮間帯	亜潮間帯	
Mysidacea	832.1	33.4	41.8	91.3	95.8	no	
						data	
Acetes	837.6	99.5	22.0	247.3	15.1		
Penaidae	76.9	4.3	306.2	354.6	1.0		
Other Shrimps	1.8	2.0	47.5	42.7	0		
年間平均(mg/m)	1789.4	139.2	417.3*	735.9	111.9		

*2006年6~9月+2007年3月 ** マングローブの無い海岸

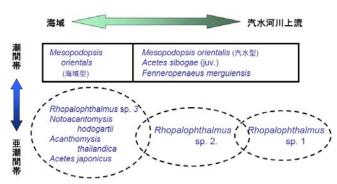


図2. 半島マレーシアのマングローブ水系における表性甲殻類群集の分布様式模式図 (Hanamura et al., 2007a を改変)

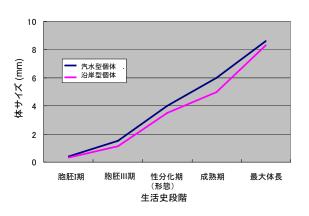


図3. Mesopodopsis orientalis(雌)の汽水及び沿岸個体群の各生活史段階におけるサイズの比較: Emb;抱卵幼生; Sexing, 性分化(形態); Mature, 性成熟; Max size, 最大体長 (Hanamura et al., 2008 を基に作図)

[その他]

研究課題:熱帯・亜熱帯水域の生物資源管理研究

中課題番号:A-1)-(7)

予 算 区 分:交付金[水域資源管理]

研究期間:2006年度(2006~2011年度)

研究担当者: 花村幸生・SIOW Ryon・CHEE P.-E. (マレーシア水産研究所)

- 1) Hanamura, Y., Siow, R. and Chee, P.-E. (2007a): Abundance and spatio-temporal distributions of hyperbenthic crustaceans in the Merbok and Matang mangrove estuaries. Malaysia. JIRCAS Working Rep., 56: 35-41.
- 2) Hanamura, Y., Siow, R. and Chee, P.-E. (2007b): Abundance and spatio-temporal distribution of *Acetes* shrimp (Crustacea, Sergestidae) in the Merbok and Matang mangrove estuaries, Peninsular Malaysia. Malaysian Fish. Journ., 6: 16-25.
- 3) Hanamura, Y., Siow, R. and Chee, P.-E. (2008): Reproductive biology and seasonality of the Indo-Australasian mysid *Mesopodopsis orientalis* in a tropical mangrove estuary, Malaysia. Estur. Coast. Shelf Sci., 77:467-474.

19. 低投資・環境共生型ウシエビ・海藻混合養殖技術の開発

[要約] 東南アジア諸国に多い小規模・零細エビ養殖業者も適用可能な低投資で環境負荷の少ない、安定したウシエビ養殖技術の開発を目指し、数種の海藻類との混合養殖実験を行った。シオグサ科植物およびクビレズタとの混合養殖は、エビの投餌量や養殖池環境維持費の削減を可能にし、従来の養殖法よりも生産効率を向上させた。

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	海藻類・エビ	類	分類	国際

[背景・ねらい]

東南アジアにおける汽水産エビ養殖は経済上非常に重要な位置を占めている。しかし近年、東南アジアにおける多くの汽水産エビ類の集約的養殖は、微生物やウィルスによる病気の発生や成長率の悪化に直面している。 一方、マングローブ林をできる限り残した状態で利用する伝統的な粗放的養殖では、広大な敷地を必要とし生産性は低いものの、疾病はほとんど見られない。

本課題は、自然環境を維持しつつ低投資かつ持続的な汽水産エビ養殖技術を開発することを目的にしている。病気に罹患しにくい健康なウシエビ(Penaeus monodon)を集約的に生産するために、現在主流であるエビ単一の集約的養殖池の中に海藻類を生育させ、自然に近い環境を作り出す。海藻類にはウシエビの餌となる種および隠れ家となる種を選択する。このように機能の異なる海藻をエビと共に養殖することによって、水を浄化しながら、ウシエビの耐病性強化およびストレス軽減をはかる。

[成果の概要・特徴]

- 1. ウシエビの生理的特徴として水温、塩分の適応範囲が約 10-40℃、0-50pptと広い。シオグサ科植物2種(ナガモツレ: /Rhizoclonium tortuosum/およびシオグサ属の一種: /Cladophora/ sp.) は広塩性で7-75pptまで生育が可能であり、塩分変動の激しい汽水産エビ養殖池に適している。一方、クビレズタ(/Caulerpa lentillifera/)は18-38pptにおいて生育可能で、乾季の沿岸部における汽水産エビ養殖池に適応可能である(図1)。シオグサ科植物2種およびクビレズタはともに水温20-30℃で生育が良好であり、エビ養殖池に適用できる。
- 2. 2L ガラス水槽でウシエビを海藻類と混合養殖すると、養殖水中のアンモニア態窒素が顕著に減少する。そのため、水交換をしなくとも溶存無機態窒素濃度を低く保つことができる(図2)。
- 3. ウシエビは対照区および海藻混合区ともに人工餌料を充分与えられているにも関わらず、海藻類を積極的に摂餌する。特にナガモツレはウシエビの成長を促進する(図3)。
- 4. クビレズタはウシエビには摂食されにくいが、成長したエビの脱皮時等の隠れ家として利用される。海藻内の水温は海藻外と比較して日較差が1℃ほど小さく、安定している。
- 5. 通常100%の死亡率を示すイエローヘッドウィルス病感染後も、海藻との混合養殖では約10%が生存し、 平均約30gのウシエビが養殖開始 5 ヵ月後の収穫時には平均約50gと成長する。海藻摂食によってあるい は海藻による環境の安定化によってウシエビ免疫系が亢進し、生残すると考えられる。
- 6. 本技術の実証試験によると、従来の単一養殖法と同等の収量が得られるにも関わらず、投餌量が抑えられるため、増肉係数が低くなる。また、海藻により水質が安定するため、大型曝気装置や水交換のような池環境維持のための電気代等のコストが抑えられ、生産効率が向上する(表1)。

- 1. 一つの池で実施可能で広い土地を必要としないため、零細養殖業者にも適用が可能であり、各地で蔓延しているウィルス病被害も軽減できる。
- 2. 気候の異なる地域での実証試験を行い、地域毎に適切な海藻類を選択する必要がある。
- 混合養殖に利用した海藻も収穫して有効利用するには、加工・流通に関しての研究が今後必要となる。

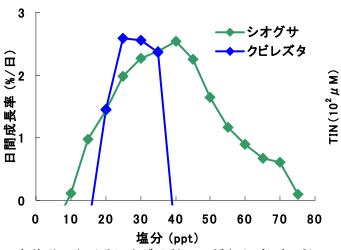


図1 各塩分におけるシオグサ科の一種およびクビレズタの 日間成長率

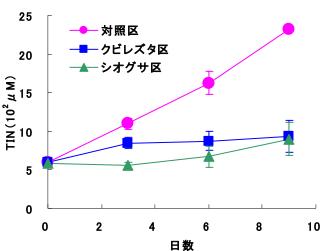
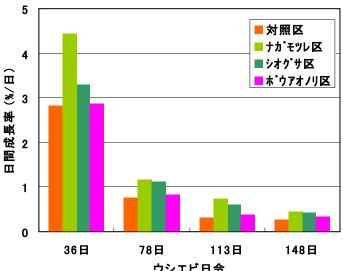


図2 ウシエビ海藻混合養殖による総無機態窒素 量の変化



ウシェビ日令 図3 各海藻との混合養殖におけるウシエビの日 間成長率(n=5)

対照区:ウシエビ1尾のみ

試験区: ウシエビ 1 尾および各海藻種 1.5g

両区とも毎日水交換を行った

表1 実証池を用いた養殖実験結果

ス・ パーピーン で と と と と と と と と と と と と と と と と と と						
	単一養殖池	海藻混合養殖池				
処理						
海藻	_	ナカ゛モツレ&クヒ゛レス゛タ				
曝気法	回転式曝気装置	底面曝気				
養殖データー						
密度(尾/m²)	25	25				
収量 (kg)	233.2	251.4				
平均体重(g)	20.2	18.1				
生残率 (%)	57.8	69.5				
投餌量(kg)	380.5	346.3				
増肉係数*	1.63	1.38				
対費用効果						
電気代(バーツ)	4,370	2,163				
餌代(バーツ)	14,459	13,159				
売り上げ(バーツ)	27,901	30,751				
収支(収入/支出)	1.48	2.01				
·	·	·				

*增肉係数=投餌量(kg)/収量(kg)

[その他]

研究課題:環境に配慮した持続的生産のための複合養殖システムの開発

中課題番号:A-1)-(7)

予 算 区 分:交付金[水産養殖]

研究期間:2007年度(2006~2010年度)

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

- 1) Hamano, K., Aue-Umnuoy, D., Srisapoome, P. and Tsutsui, I. (2007): Profitable environmental remediation with seaweeds in an intensive marine shrimp sulture. Abstract of XIXth International Seaweed Symposium, 155
- 2) Tsutsui, I., Aue-Umnuoy, D., Srisapoome, P. and Hamano, K. (2007): Possible implications on the co-cultivation on black tiger shrimp and clasophoraceae species on a southeast asian shrimp farm. Abstract of XIXth International Seaweed Symposium, 77