

1. 食料需給モデルを用いた食料安全保障のシミュレーション分析									
〔要約〕経済協力開発機構（OECD）が開発した食料需給モデルを拡充・改良して実施したアジアの低所得食料輸入地域に関するシミュレーション分析によれば、輸出国での不作、輸入国での為替変動が起こった場合、自由貿易政策の選択が食料安全保障に悪影響を及ぼす可能性がある。									
国際農林水産業研究センター・海外情報部					連絡先	0298(38)6382			
部会名	国際農業	専門	経済政策	対象	稲類、小麦	分類	行政		

〔背景・ねらい〕

開発途上地域では農業生産が低い水準で推移する中で人口増加は続いていることから、現在約 8 億人とされる栄養不足人口の将来の急速な減少は望めない状況にあり、食料安全保障は重要な政策課題である。一方、経済のグローバル化等による貿易構造の変化は著しく、アジア通貨危機に見られるような様々な矛盾も指摘されている。このため、計量経済モデルを用いた政策シミュレーション分析を行い、有限な資源を適正に利用し、効率的かつ人道的な食料分配を可能とする中長期の農業、貿易政策のあり方について検討する。

〔成果の内容・特徴〕

- JIRCAS が保有・運用する世界食料モデルの知見をもとに経済協力開発機構（OECD）が開発した先進国を中心とした食料需給モデルが次のように改良されている。
 - アジア地域の主食である米の需給予測を中・短粒種と長粒種の品質別に区分して行い、両者の異なる市場特性を反映させている。
 - 一括処理されていた開発途上諸国からアジアの低所得・食料輸入国（Low Income Food Deficit Countries）10 か国を再集計し、新たなモジュールが構築されている。
- この改良モデルを用い、表 1 に示すように①輸入先国で食用穀物の不作（3 割）が生じた場合、②さらに輸入国側で為替レートが下落（3 割）した場合を想定し、それぞれについて国内市場と国際市場の関係が深い場合（自由化）と浅い場合（非自由化）の人口一人当たりの穀物食料供給量を計算するシミュレーション分析を行っている。
- この結果は、図 1 に示すように、貿易の自由化が場合によっては輸入国の食料輸入価格の変動を増幅するとともに、供給の不安定化をもたらし、食料支出が家計に大きな割合を占める低所得の開発途上地域の食料安全保障に悪影響を及ぼす可能性のあることを示している。これは、従来のモデル分析が示すような「貿易自由化が市場規模の拡大を通じて世界価格の安定をもたらす」という結論とは異なっている。

〔成果の活用面・留意点〕

穀物輸出国を中心に、不作シナリオの蓋然性は低い、食料安全保障は個人やグループの問題であり大きな地域レベルで考えるのは妥当ではない、などの多くの反論があり、分析方法に改善の余地があるが、分析結果の基本的方向を変えるものではない。

〔 具体的データ 〕

表 1 シナリオの組合せ

シナリオ	貿易自由化 (アジア LIFDC)	作況 2000 年 (主要輸出国)	為替 2000 年 (アジア LIFDC)
基本予測	50% 価格移転	通常	一定
不作		3 割不作	一定
不作 + 為替		3 割不作	3 割下落
不作 + 自由化	100% 価格移転	3 割不作	一定
不作 + 為替 + 自由化		3 割不作	3 割下落

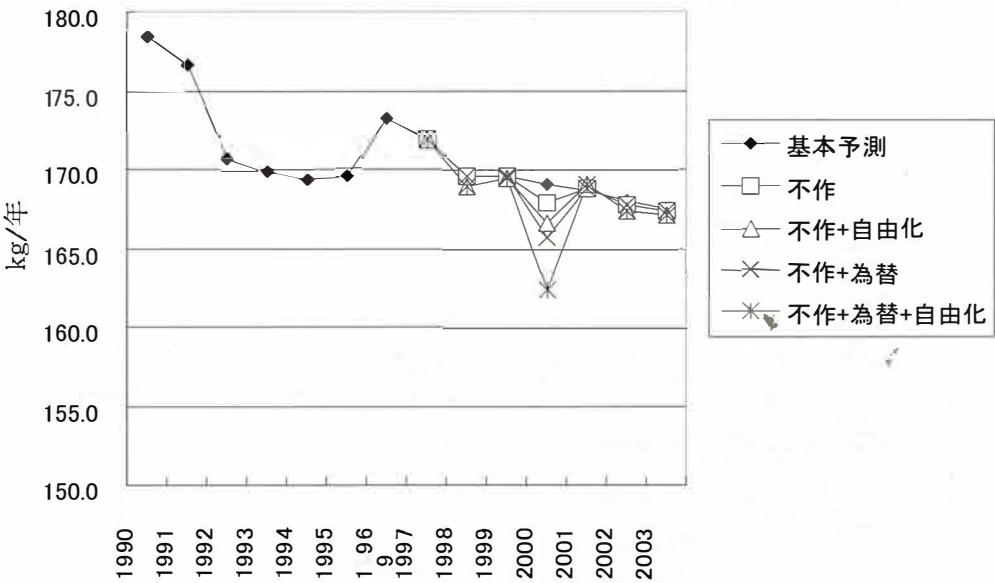


図 1 アジア低所得食料輸入国のシナリオ別一人当たり穀物食料供給量
注：穀物は、米、小麦（食用）、粗粒穀物（食用）の合計

〔 その他 〕

研究課題名：世界食料政策のシミュレーション分析と評価

予算区分：経常・行政対応〔計量モデル〕

研究期間：(6 ～ 10 ～ 12 年度)

研究担当者：小山修

発表論文等：経済協力開発機構会議資料（2000 年 1 月）（非公表）

「The possible effects of trade liberalization on the world rice market and on the food security situation」

2. ベトナムメコンデルタ在来稲における耐塩性品種選定のための遺伝的多様性の評価

〔 要約 〕 水稻 60 品種と陸稲 5 品種を含むメコンデルタ在来稲は、43 個の DNA マーカー（マイクロサテライトマーカー）を用いたクラスター分析により遺伝的多様性が明らかになり、それらメコンデルタ在来稲 61 品種から 14 の耐塩性品種を選抜した。

国際農林水産業研究センター・生物資源部						連絡先	0298(38)6305	
部会名	国際農業	専門	育種	対象	稲	分類	研究	

〔 背景・ねらい 〕

ベトナムでは高収量品種の導入に伴い在来稲の作付け面積が減少し、在来稲がもつ環境ストレス耐性等の遺伝的多様性の失われることが懸念されている。主要稲作地帯のメコンデルタでは在来種が多く栽培されており、持続的稲作への利用が考えれるがその遺伝的多様性は明らかにされていない。本研究では、DNA マーカー（マイクロサテライトマーカー）を用いてメコンデルタ在来稲の遺伝的多様性を明らかにし、有望な耐塩性品種を選抜した。

〔 成果の内容・特徴 〕

- メコンデルタ在来稲とジャポニカ型の日本水稻（4 品種）及びインディカ型水稻 6 品種は、43 個のマイクロサテライトマーカー（RM プライマー 37 個、McCouch *et al.* 1997 及び OSR プライマー 6 個、Akagi *et al.* 1996）の多型を用いたクラスター分析により、日本水稻と北部ベトナム起源の陸稲を含むジャポニカ型（グループ I）とインディカ型（グループ II、III 及び IV）に大きく分けられる（図 1）。
- メコンデルタ在来種は周縁部の水稻がグループ III、中部の在来水稻が IV に含まれることが判明し、ベトナム中・南部起源の陸稲とベトナム以外の典型的インディカ型水稻（グループ II）とは異なるが、耐塩性に関して地域特異性は認められない。
- 塩を含む水耕液での耐塩性検定（Yoshida *et al.* 1976）の結果、耐塩性のインディカ品種 Pokkaliy 及び日本稲の日本晴、金南風よりも高度耐性の 4 品種（Canh nong lun, Nang quoc do, Tamvuot, TD2）、同レベルの耐塩性の 10 品種（Ba chuc, Ba khieu, Ca dung phen, Nang Thuoc, Nang som ran, Nho do, Phcar Thotnot, Rong Xanh, Tieu rung, Socso）を選抜した。

〔 成果の活用面・留意点 〕

- メコンデルタ在来水稻（グループ III 及び IV）には相似係数の大小はあるが多様な遺伝的変異が内在されており、インディカ型稲の変異を拡大するための品種改良に利用できる。
- メコンデルタ在来稲から選抜した耐塩性の 14 品種は、耐塩性育種素材として品種改良に活用できる。

〔 具体的データ 〕

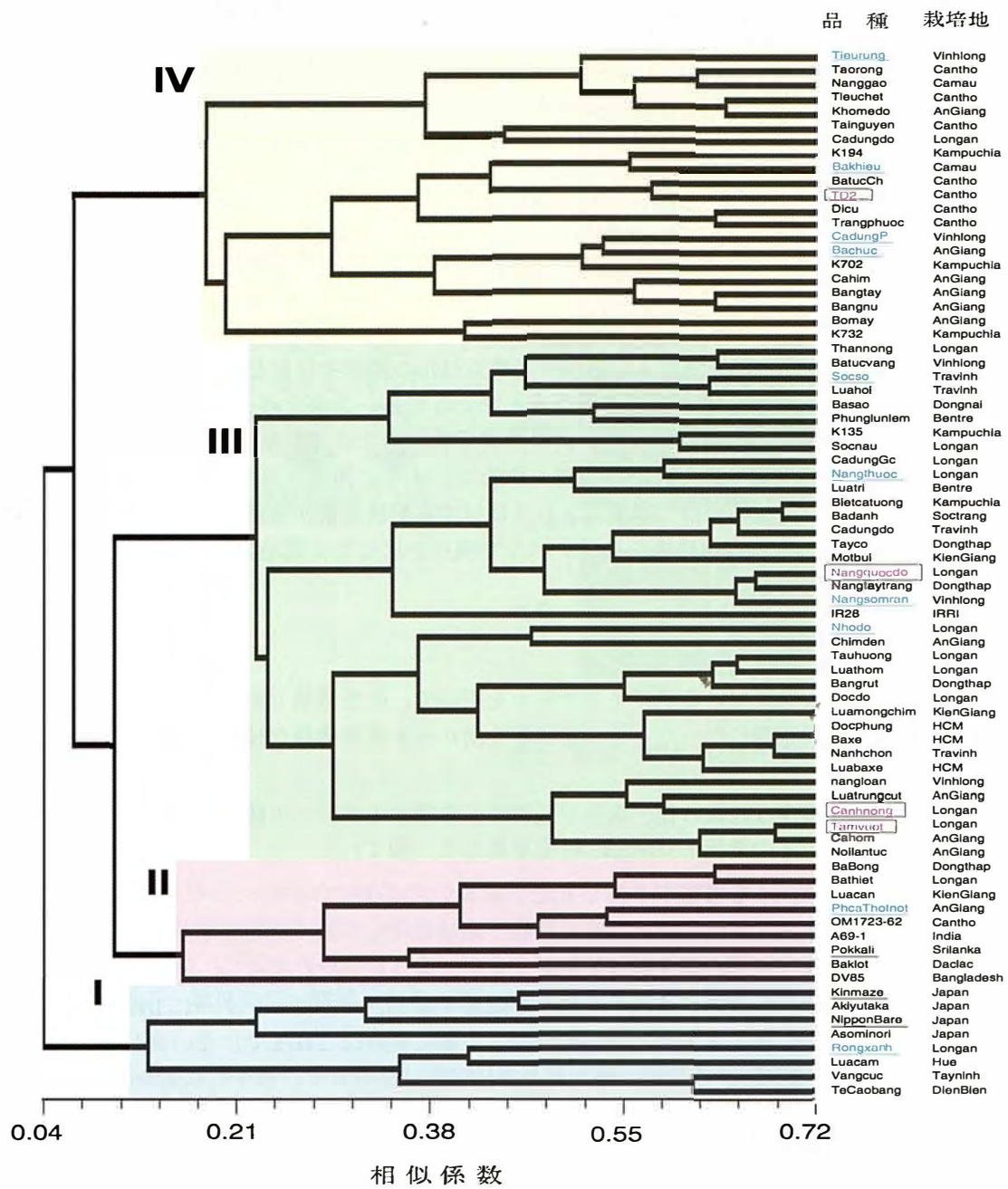


図 1 43 個のマイクロサテライトマーカー多型を用いた完全連結法によるベトナムメコンデルタ在来稲の遺伝的変異（四角は高度耐塩性、下線は耐塩性品種）

〔 その他 〕

研究課題名：メコンデルタ在来稲の遺伝学的研究
予 算 区 分：国際農林水産業招へい共同研究（1997JIRCAS フェローシップ）
研究 期 間：平成 11 年度（平成 10～11 年）
研究担当者：坂智広、Vuong Dinh Tuan（ベトナムクーロンデルタ稲研究所）
発表論文等：Tuan, V. D, 坂智広（1999）マイクロサテライトマーカーを用いたベトナム在来イネの遺伝的多様性の分析．育種学研究・第 1 巻（別 2）

3. 転写調節遺伝子を用いた環境ストレス耐性植物の開発

〔要約〕植物の乾燥や塩害、凍結等に対する耐性機構で働く遺伝子群を調節している遺伝子を突き止めた。この遺伝子を導入した植物では、これまでにない高いレベルの乾燥・塩・凍結耐性を示した。この技術は種々の植物に応用できると考えられ、地球規模の環境劣化に対応できる作物の開発への応用が期待できる。

国際農林水産業研究センター・生物資源部、理化学研究所						連絡先	0298(38)6305	
部会名	国際農業	専門	バイオテク	対象	野草類	分類	研究	

〔背景・ねらい〕

今日の開発途上地域での爆発的な人口増加や地球レベルの環境劣化などにより、食料の安定的な供給は近い将来、人類にとって最も大きな課題になると考えられる。このため、乾燥地帯や寒冷地等の劣悪環境でも多くの収穫が望める作物の開発は、食料の安定供給に大きく貢献すると考えられる。現在、遺伝子組換え技術による病虫害や農業に耐性を持つ作物は、すでに開発されている。しかし、劣悪な環境に耐える植物の開発では、植物の持つ環境ストレスに対する耐性機構が複雑なことから開発が遅れている。本研究では植物の持つ環境耐性機構を分子レベルで明らかにして、環境ストレス耐性植物の分子育種に役立てることを目的とする。

〔成果の内容・特徴〕

1. 遺伝子研究が最も進んでいるシロイヌナズナを用いて、耐性機構で働いている 50 種以上の遺伝子を解析し、植物が乾燥状態になったときに遺伝子を働かせる調節機構が植物中に 4 種あることを明らかにした。
2. その一つの調節機構は乾燥の他、塩分や低温にも応答するが、この機構で調節されている遺伝子発現を制御する転写因子の遺伝子 (DREB1A) を単離した (図 1)。
3. この転写因子の遺伝子を植物中で強く発現するように、35S プロモーターと結合してシロイヌナズナに導入した。得られた遺伝子導入植物は乾燥や凍結に対して強い耐性を示した。しかし、成長阻害が見られ、このままでは実用的な耐性植物ができないことが示された。
4. そこで劣悪環境時に特異的に遺伝子の働きを調節する rd29A プロモーターに DREB1A 遺伝子を結合してシロイヌナズナに導入すると、得られた遺伝子導入植物はこれまでにない高レベルの乾燥・塩・凍結耐性を示した (図 2)。さらに、ほとんど成長阻害は見られず、種子の収量も正常だった。

〔成果の活用面・留意点〕

DREB1A 遺伝子が転写因子として働く環境応答機構は、植物が共通に持っている環境変化に対する耐性機構と考えられる。このため DREB1A 遺伝子と rd29A プロモーターの組み合わせは、イネや小麦やトウモロコシ等の環境ストレス耐性作物の他、環境ストレスに強い樹木などの開発への応用も期待される。また、用いている遺伝子は、本来植物が持っている遺伝子であり、環境が悪化したときだけに働くように調節していることから、遺伝子組換え植物としての安全性も高い。

〔 具体的データ 〕

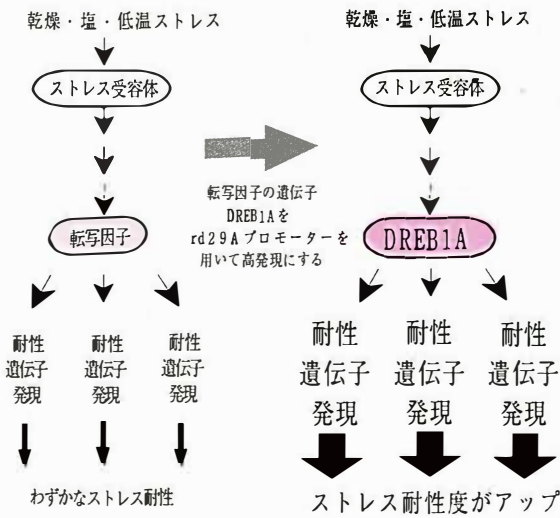


図 1 環境ストレス耐性増大のメカニズム

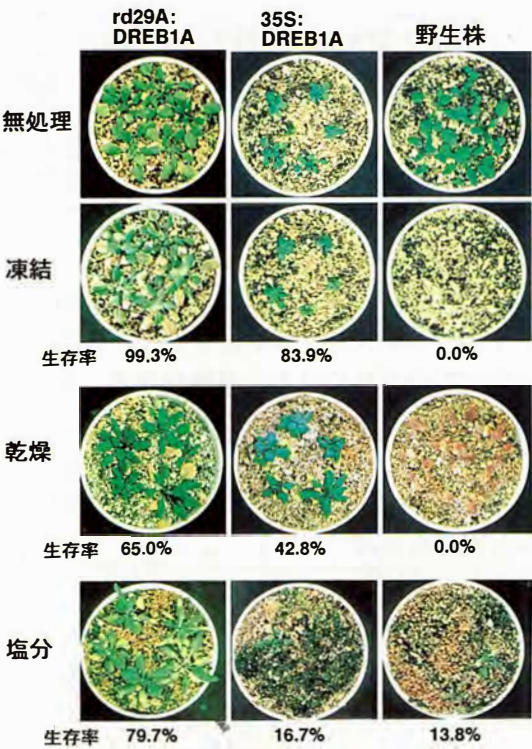


図 2 乾燥・凍結・塩耐性植物の作出

〔その他〕

研究課題名：乾燥・塩ストレス耐性の分子機構の解明と分子育種への応用

予算区分：生研機構基礎研究推進事業・経常

研究期間：平成 11 年度 (平成 8 年から 12 年)

研究担当者：篠崎和子・春日美江・劉強・中島一雄・Zabta K Shinwari・篠崎一雄

発表論文等：

- 1) Q. Liu, M. Kasuga, Y. Sakuma, H. Abe, S. Miura, K. Yamaguchi-Shinozaki and K. Shinozaki (1998) Two transcription factors, DREB1 and DREB2, with an EREBP/AP2 DNA binding domain separate two cellular signal transduction pathways in drought- and low-temperature-responsive gene expression, respectively, in Arabidopsis. The Plant Cell 10, 1391-1406.
- 2) Z. K. Shinwari, K. Nakashima, S. Miura, M. Kasuga, M. Seki, K. Yamaguchi-Shinozaki and K. Shinozaki (1998) An Arabidopsis gene family encoding DRE/ CRT binding proteins involve in low-temperature-responsive gene expression. Biochem. Biophys. Res. Commun.250, 161-170.
- 3) M. Kasuga, Q. Liu, S. Miura, K. Yamaguchi-Shinozaki and K. Shinozaki (1999) Improving plant drought, salt, and freezing tolerance by gene transfer of a single stress-inducible transcription factor. Nature Biotechnology 17, 287-291.

4. 中国山東省陵県における地下水水質と農耕地の窒素循環

〔要約〕 中国黄淮海平原の典型的な農業地域である山東省陵県においては、地下水の硝酸汚染は広域には顕在化していないが、農耕地土壌と環境への多量の窒素負荷が認められる

国際農林水産業研究センター・環境資源部				連絡先	0298(38)6306		
部会名	国際農業	専門	環境保全	対象	維持・管理技術	分類	研究

〔背景・ねらい〕

近年の人口増加と食生活の多様化にともない、中国の農業は質的にも量的にも大きく変化し、地域の環境に対するマイナスの影響が顕在化している。特に、集約農業地域においては、施肥にともなう環境の窒素汚染が懸念されている。本研究では、重要な農業生産地域である黄淮海平原の典型的地域、山東省陵県（1997 年における総人口、52.7 万人、全耕地面積、62,000 ha：図 1）を対象とし、窒素汚染の実態を調査すると同時に、地域の窒素循環とその環境負荷量を評価する。

〔成果の内容・特徴〕

1. 1997 年現在、陵県の農村人口率（88%）および一戸当たりの耕地面積（0.54 ha）は山東省の平均的な値である。主要作物は、小麦、トウモロコシ、野菜、および綿花であり、作物総栽培面積は 110,000 ha、農地利用率は 1.8、土壌は黄河沖積土である。
2. 地域内における、1997 年度の化学肥料による窒素施肥量は 18,738 tonN（平均施肥量は 297 kgN/ha）で、堆きゅう肥による窒素施肥量は 15,500 tonN（246 kgN/ha）と推定される。
3. 1997 年 6 月と 1998 年 9 月における、農村地域の 25 地点における井戸水中の硝酸態窒素濃度は、野菜の集約栽培地帯以外の 22 地点で 2 mgN/L 以下であり、多量の窒素肥料施用にもかかわらず、硝酸汚染が広域には進んでいない（図 2）。
4. 化学肥料と堆きゅう肥施用量、作物吸収量、およびその他のフロー量推定値は、陵県における 1997 年度の耕地への過剰な窒素供給量が 288 kgN/ha 相当であることを示している（図 3）。
5. 調査地域においては、伝統的な有機物の農地還元に加えて、多量の化学肥料が投入され、きわめて多量の窒素が耕地土壌へ負荷されている。以上のことから、近い将来、本地域において地下水の硝酸汚染等の窒素過剰施肥による環境問題が顕在化することが予測される。

〔成果の活用面・留意点〕

本研究により示された手法を利用して、圃場レベルで開発される環境保全型農業技術の有効性を評価することが可能となる。

〔 具体的データ 〕



図 1 調査対象地域の位置

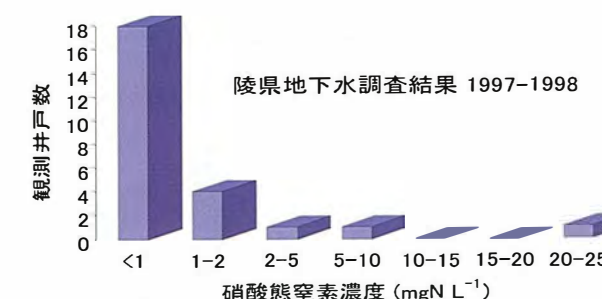


図 2 陵県における井戸水中の硝酸態窒素濃度調査結果（地下水位 1.4 ～ 3.4 m、深さ 2.1 ～ 13.3 m）

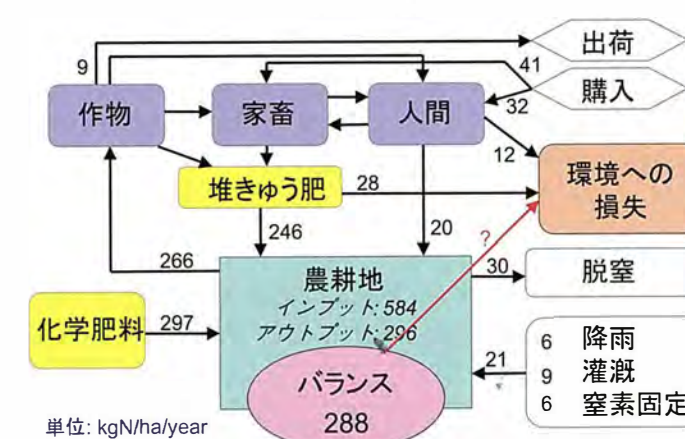


図 3 陵県における窒素フローの推定値（1997 年度）

〔 その他 〕

研究課題名：中国における環境保全型農業生産技術の評価と開発

予算区分：国際研究〔中国主要食料資源〕

研究期間：平成 11 年度（9 ～ 15 年度）

研究担当者：八木一行・宝川靖和

発表論文等：Yagi, K., Zhang, R., Zuo, Y., Li, Z., and Hosen, Y. (1999): Cycles of major elements in agro-ecosystems in Huang-Huai-Hai plain and their control - analysis of regional flows of organic matter and nitrogen, Proceedings of 2nd Planning Workshop on Evaluation and Development of Methods for Sustainable Agriculture and Environmental Conservation, p. 19-26

八木一行，宝川靖和，張鋭，左余宝，李志傑（1999）：中国山東省陵県における地下水水質と窒素フロー，日本土壤肥料学会講演要旨集，45，p. 256

5. 根系分布からみた熱帯アジアの陸稲の水ストレス高感受性

〔要約〕熱帯アジアの陸稲は根系分布が一般に浅く、水ストレス下においても深層の根長密度が増加せず、根長あたりの水吸収速度も高まらないため水ストレスに対して感受性が高い。磷酸施肥は深層での根の形成を促進し、水吸収を高める。

国際農林水産業研究センター・環境資源部、国際稲研究所 (IRRI)				連絡先	0298(38)6306		
部会名	国際農業	専門	土壌肥料	対象	陸稲	分類	研究

〔背景・ねらい〕

熱帯アジアにおいて灌漑下での米の増産は可灌漑地と可利用水資源の減少によって抑制される傾向にある。このため陸稲など非灌漑下の米生産性の向上と安定化は増加する米の需要を満たすための重要な課題である。水と養分の可給性の低さが現在の陸稲の低収量 (1.2t/ha) の主要な原因であると考えられるが、陸稲の水吸収特性や窒素・磷酸などの養分と水吸収の相互作用についての理解は不十分である。そこで、水ストレス下での陸稲の根形態と水吸収の特性及び根形態に及ぼす窒素・磷酸施肥の影響を明らかにする。

〔成果の内容・特徴〕

1. 幼穂形成期～成熟期の水吸収量は土壌水分に敏感に反応し、畑無ストレス条件下 (土壌水ポテンシャル -0.03MPa) でも湛水条件下に比べ大きく低下し、畑ストレス下 (土壌水ポテンシャル -0.1MPa) ではさらに低下する (図1)。これに対し、窒素吸収は畑ストレス下でも比較的高く維持され、穂への転流が小さくなるのにもとない、茎と葉に集積する。吸収された窒素の利用効率と生産性の向上には、水吸収能の改善が重要である。
2. 無湛水下の強い水ストレスに対する陸稲の感受性は、深層からの水吸収能の低さによる (図2)。この原因は、陸稲ではトウモロコシに比較してストレス下で深層での根長増加が小さいこと (図3) と、根長当たりの吸収速度の低いことによる。
3. インド、フィリピン、タイの陸稲栽培地 6 地点での 30cm 以深の根長分布は平均 20% であり、他の畑作物に比較し一般に浅い。深くに貫通する冠根は、主に初期分けつの低位節間に由来しており、これら初期の冠根の生育促進が深根の形成に重要である。
4. 根の形態的発達、窒素施肥によって層位全体で根長密度が高くなる傾向にある (図4)。また、磷酸施肥により低位節間からの冠根が発達し根長分布が深くなることより、深層の水吸収を促進する。

〔成果の活用面・留意点〕

水ストレスの影響を軽減するための陸稲施肥管理の確立に資する。また、耐干性育種の基礎的知見となる。

〔 具体的データ 〕

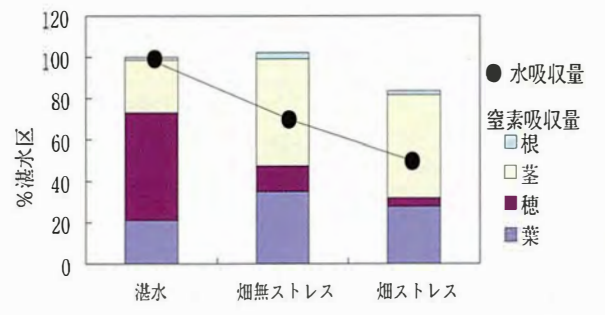


図1 土壌水分が水吸収と植物体各部位への窒素吸収に及ぼす影響

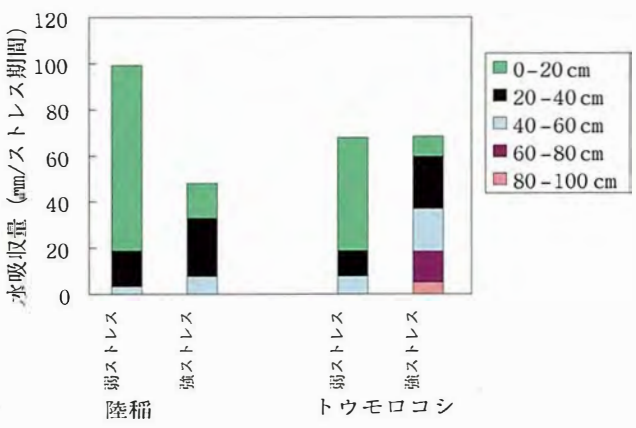


図2 水ストレス下での土壌層位からの水吸収量における陸稲とトウモロコシの比較 (水吸収量は土壌水分の変化量より推定)

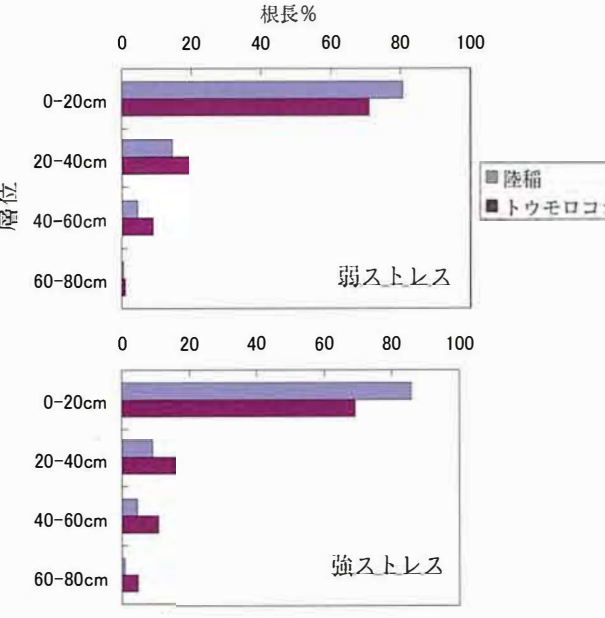


図3 水ストレスが陸稲とトウモロコシの土壌層位中の根長分布に及ぼす影響

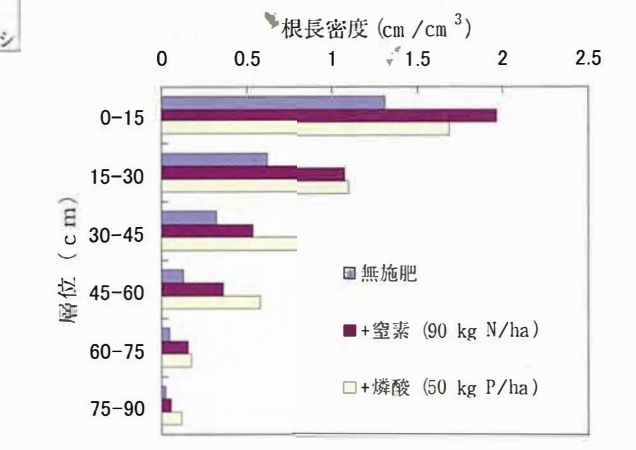


図4 酸性土において窒素・磷酸施肥が根長密度に及ぼす影響

〔 その他 〕

研究課題名：熱帯における水分ストレス下での稲生産の安定化
予 算 区 分：政府開発援助等拠出金研究
研 究 期 間：平成 6 ～ 11 年度
研究担当者：近藤始彦、MVR Murty (国際稲研究所)
発表論文等：M. Kondo et al. Approaches in plant-soil interaction to improve upland rice production. In Proceedings of International Symposium "World food security and crop production technologies for tomorrow" 8-9 Oct 1998, Kyoto, Japan, P 221-224

6. 香り米中の香り成分の定量法

〔要約〕 香り米に含まれる香り成分である 2-アセチル-1-ピロリンを同位体希釈法を利用した方法により、正確で簡便に定量することが可能である。また、香り米の植物体にも本物質が含まれている。

国際農林水産業研究センター・生産利用部

連絡先 0298(38)6358

部会名	国際農業	専門	食品	対象	水稲・米	分類	研究
-----	------	----	----	----	------	----	----

〔 背景・ねらい 〕

一部開発途上国では我が国と異なり、ポップコーン様の香りのある米が好まれる。この香り米の特徴的な香り成分は、2-アセチル-1-ピロリンであるが、この成分は揮発しやすいことと、香り米に含まれる量が極微量であることから、正確な定量を行うことが困難である。四国農業試験場においては、国内香り米の品質評価のため、香り成分の定量を開発したが、香り成分標準品の合成、定量における客観性等の問題のため、適用が難しい。

本研究では、重水素標識を行った 2-アセチル (d_3) -1-ピロリンを合成し、重水素標識体を内部標準とした同位体希釈法で香り米の 2-アセチル-1-ピロリンの正確・簡便な定量法を開発し、タイ東北部産の良食味香り米品種であるカオドマリ 105 の香り成分を定量する。

〔 成果の内容・特徴 〕

1. 香り米香り成分である 2-アセチル-1-ピロリンの標品および重水素標識体 2-アセチル (d_3) -1-ピロリンを合成することが必要である。従来の合成法はロジウムを触媒とし、高圧の水素ガスを用いて接触還元しているため、危険かつ高価である。そこで、選択的に安定同位体を標識でき、安価な試薬を使用する合成方法を開発・適用すると、簡易な合成が可能である (図 1)。
2. 得られた標品および重水素標識体を使用し、同位体標識法を使ったガスクロマトグラフ質量分析計の単一イオンモニタリングによる定量が可能である (図 2)。
3. 香り米の精米・苗の各部より 2-アセチル-1-ピロリンを抽出する方法を確立し、カオドマリ 105 を測定したところ、植物体のうち、苗の部分に香り成分が含まれ、根には香り成分が含まれない。

〔 成果の活用面・留意点 〕

香り米の香り成分である 2-アセチル-1-ピロリンを定量するために、重水素標識体を合成する必要がある。比較的高価な重水素化試薬を使用する必要がある。また、正確な分析を行うため、同位体希釈法を使用しているため、ガスクロマトグラフ質量分析計の使用が必須である。

〔 具体的データ 〕

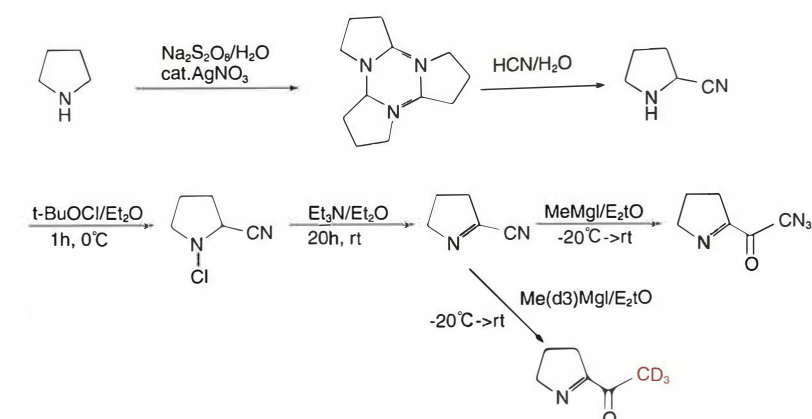
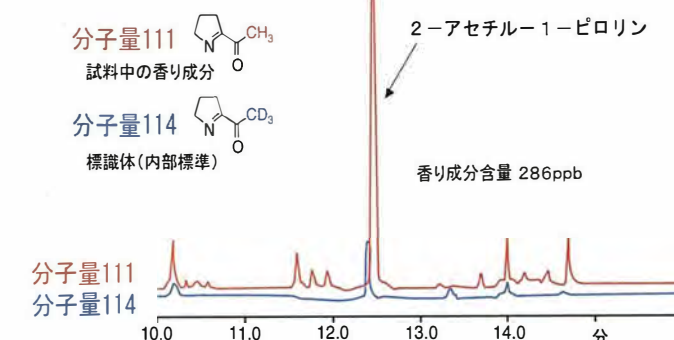


図 1 2-アセチル-1-ピロリンの合成法
最後の合成反応時に重水素標識を行う場合、重水素標識 Grignard 試薬を使用する

例) タイ東北部ロイエト県産
精米 (平成 10 年度産)



同位体希釈法による定量
(重水素標識体を内部標準とする定量法)

試料 (50 mg ~)

熱抽出

エタノールまたはジ
エチルエーテル (こ
のとき、最終濃度
200ppd になるよう、
標識体を加える)

ガスクロマトグラフ質量分析
単一イオンモニタリング

図 2 香り米の香り成分の定量法

〔 その他 〕

研究課題名: 国内外産米の理化学的特性の評価

予算区分: 経常

研究期間: 平成 9 ~ 11 年

研究担当者: 吉橋 忠

発表論文等: Yoshihashi, T. (1999) Quality evaluation of Khao Dawk Mali 105. Highlight of Collaborative Research Activities between Thai Research Organizations and JIRCAS. 144-145 (1999)

7. 精米からのインディカ品種判別法

〔要約〕 精米ゲル結合水の離水を利用した精米一粒からの簡易な DNA 抽出法を開発し、マイクロサテライトマーカーを利用した品種判別法と組み合わせることによって、精米での混米の判別が可能である。

国際農林水産業研究センター・生産利用部
タイ農業局パトゥンタニ稲研究センター

連絡先 0298(38)6358

部会名	国際農業	専門	食品	対象	水稻・米	分類	研究
-----	------	----	----	----	------	----	----

〔背景・ねらい〕

開発途上国で重要な食料資源となっている米の価格は、碎米の有無などに代表される収穫後処理の影響他、その米の品種に左右される。そのため、品種を特定することが全ての品質評価の基礎として重要である。しかし、開発途上国では、米の流通は精米で行われることが多く、粒径から判別する従来の方法では、正確な品種の判別が困難である。近年、経済発展に伴い需要が増大している良食味品種に、価格の安い他品種を混米する不正な取引が頻発しており、精米からその品種を判別する技術が求められている。

精米から品種を判別し、それによって混米を判別するため、品種の差異を DNA でとらえる方法を精米に適用し、開発途上国における条件でも正確に品種を判別できる技術を開発し、実用例として、タイ東北部産の良食味品種であるカオドマリ 105 への混米の判別に応用する。

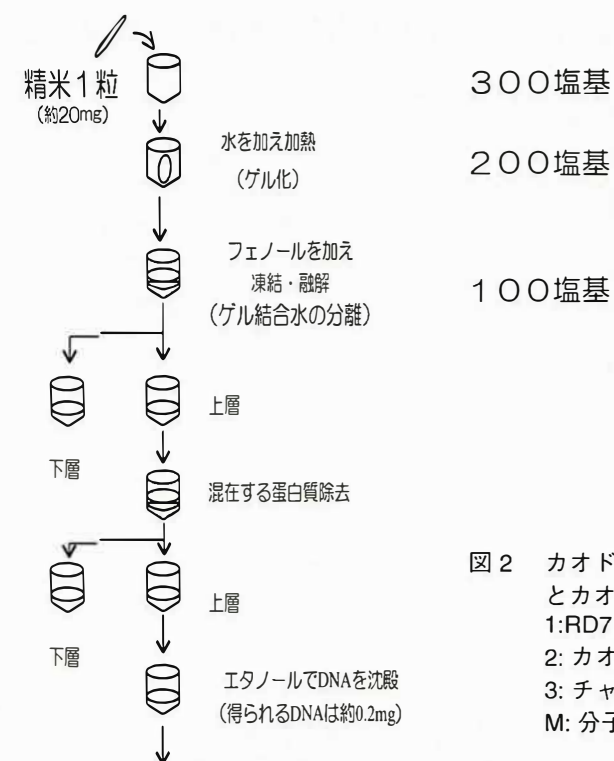
〔成果の内容・特徴〕

1. 精米には PCR による DNA 分析を阻害する多糖類が多く含まれるため、精米 1 粒から DNA を抽出することは困難である。そこで、核膜を塩化ベンジルで破壊する方法、機械的衝撃を利用する方法を適用したが、これらの方法は高価な試薬あるいは高価な装置を必要とするため、開発途上国への適用が難しい。そこで、精米ゲルの結合水を利用する方法 (図 1) を開発することにより開発途上国における混米判別が可能となる。
2. インディカ米は、国内産米に比べて品種間差が大きく、簡易な DNA 分析を行うことで品種の判別が可能な場合が多い。このため、マイクロサテライトマーカーを使用した分析により、東北タイ産カオドマリ 105 の判別が可能である (図 2)。
3. バンコク、クアラルンプールの各市場の精米試料に本判別法を適用したところ、双方よりカオドマリ 105 以外の品種が検出された。このことにより、本判別法は現場においても混米判別が可能である (図 3)。

〔成果の活用面・留意点〕

開発途上国における実際の混米判別に結びつけるために、現在タイ国・パトゥンタニ稲研究センターと共同で実用化の検討を行っている。判別にかかる費用は、1 試料あたり 300 円であるが、このコスト問題は、将来的な試薬 (主に酵素) 価格の低下に期待できるものと考えられる。

〔 具体的データ 〕



得られたDNAを溶解し、PCR→電気泳動で判別する

図 1 新たに開発した簡易 DNA 抽出法
精米をゲル化し、そのゲルの結合水と共に DNA を効率よく抽出する。



図 2 カオドマリ 105 の混合米としてよく使われる品種とカオドマリ 105 の電気泳動パターン
1:RD7
2: カオドマリ 105
3: チャイナート 1
M: 分子量マーカー

クアラルンプール市場品

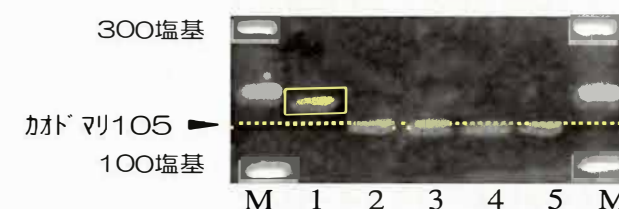
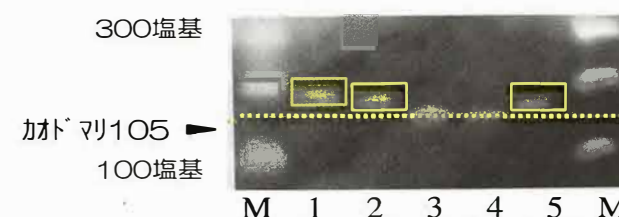


図 3 カオドマリ 105 市場品への適用

クアラルンプール市場品ではランダムに選んだ 5 粒のうち “1” が混米であることがわかった。

バンコク市場品



バンコク市場品でも同様に試験した結果 “1,2,5” が混米であることが判別できた。

〔 その他 〕

研究課題名: 分子生物学的米の品質評価および品質改善

予算区分: 経常

研究期間: 平成 9 ~ 11 年

研究担当者: 吉橋 忠

発表論文等: Yoshihashi, T. (1999) Quality evaluation of Khao Dawk Mali 105. Highlight of Collaborative Research Activities between Thai Research Organizations and JIRCAS. 144-145 (1999)
Yoshihashi, T., (2000) Simple and Rapid DNA Extraction from Milled Rice and Its Application to Thai Aromatic Rice (*Oryza sativa* L.) variety, Khao Dawk Mali 105. JIRCAS J. in press

8. タイ国東北部における在来反芻家畜の消化特性とエネルギー要求量

〔要約〕タイ在来種牛や沼沢水牛のような在来の家畜は大豆粕などのような蛋白質の補給がない場合でも、粗蛋白質含量が3%程度と低い粗飼料を効率良く消化できる。また、基本的な生体機能を維持するために必要なエネルギー量が低い。そのため、粗蛋白質含量の低い飼料を有効に利用した飼養管理が可能である。

国際農林水産業研究センター・畜産草地部				連絡先	0298(38)6308		
部会名	国際農業	専門	畜産	対象	牛	分類	研究

〔背景・ねらい〕

脊薄な土壌が広がる東北タイにおいては有畜農業生産システムの構築が望まれている。その一方で、在来種牛や沼沢水牛の飼養頭数が減少し、稲わらやサトウキビの葉等の粗飼料は十分には利用されていない。現地には養分要求量や消化特性が異なると考えられる数種の反芻家畜が飼養されている。持続可能な家畜生産を行うにはそれぞれの家畜の特性を把握した上で、限りある飼料資源を合理的に利用する必要がある。

〔成果の内容・特徴〕

- 種子採取後の粗蛋白質含量が3%程度のルギーグラス乾草に大豆粕を段階的に補給する消化試験を緬羊、ブラーマン種牛、沼沢水牛、タイ在来種牛を用いて実施した(図1)。
 - ① 緬羊では粗繊維の消化率が大豆粕の割合が多くなるにつれて高くなり、粗蛋白質含量が10%を越えたとその改善効果が認められなくなる。
 - ② ブラーマン種牛では大豆粕による蛋白質の補給がない場合、粗繊維の消化率が低い、飼料中粗蛋白質含量が6.5%を越えたと改善効果が認められなくなる。
 - ③ 一方、沼沢水牛とタイ在来種牛においては、大豆粕添加がなくても粗繊維消化率が高く、蛋白質含量が低い粗飼料でも繊維の消化が効率良くなされるものと考えられる。
 - ④ 特に在来種牛では、全体的にその消化率が高い傾向にある。
- ブラーマン種牛、沼沢水牛、タイ在来種牛をそれぞれ、延べ44、27および20頭の去勢雄を用いて実施したエネルギー出納試験における代謝体重当たりの代謝エネルギー摂取量とエネルギー蓄積量の関係から、それぞれの維持のための代謝エネルギー要求量を求めた。ブラーマン種牛、沼沢水牛、タイ在来種牛の値は日本飼養標準に示されている黒毛和種牛の値のそれぞれ、86、76、56%である(図2)。
- 以上の結果から、在来の家畜は粗蛋白質含量の低い粗飼料を蛋白質の補給がなくとも効率良く消化できる上、維持のためのエネルギー要求量が低く、粗蛋白質含量が低い飼料でも有効に利用できる。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 在来の家畜による、現地の飼料資源を活用した持続可能な家畜生産体系の構築に際し活用できる。
2. 在来家畜の維持に要する要求量は明らかとなったが、生産効率に関する知見はさらに収集する必要がある。

〔具体的データ〕

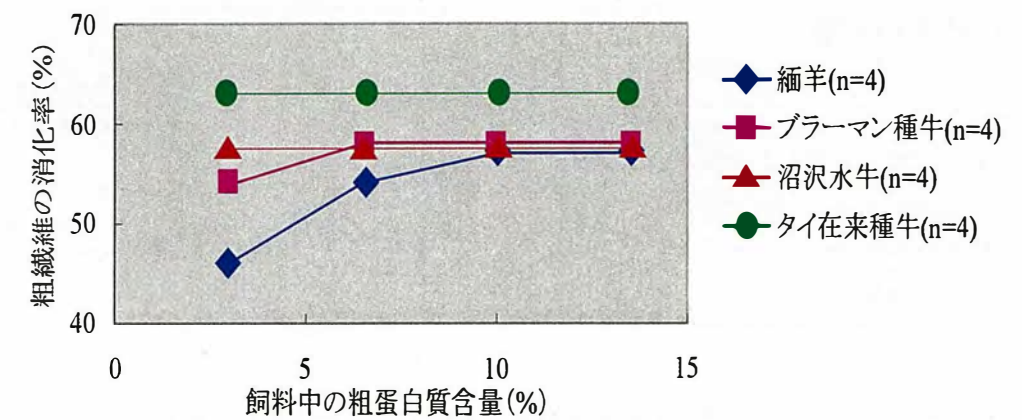


図1 大豆粕補給によるルギー乾草粗繊維消化率の変化の概念図

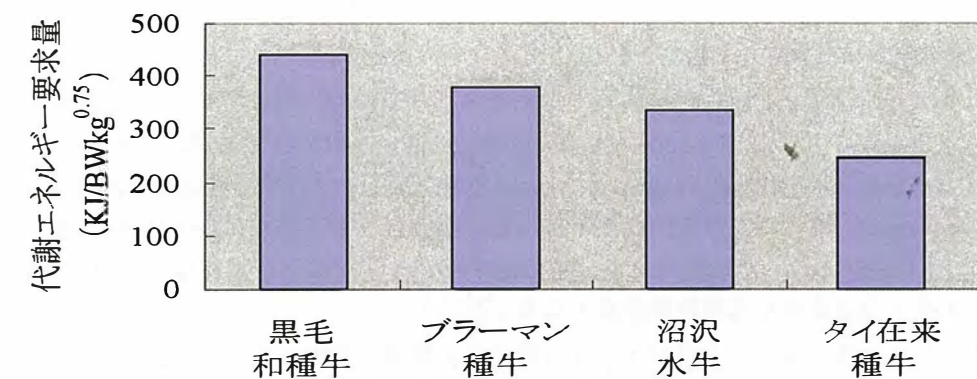


図2 維持のための代謝エネルギー要求量

〔その他〕

研究課題名：タイ国東北部における地域飼料資源を利用した大型反芻家畜飼養技術の開発

予算区分：国際研究（東北タイ）

研究期間：平成6年～11年

研究担当者：川島知之, Witthaya Sumamal, Pimpaporn Pholsen, Rampai Narmsrilee (コンケン家畜栄養研究センター), 寺田文典 (畜試)

発表論文等：Kawashima et al. 1998 Proceedings of the 8th World Conference on Animal Production, Seoul, Korea. Vol. 1, 396-397.

9. 土壌への有機物供給能力からみた農牧輪換システムへの導入
優良イネ科草種

〔要約〕 ブラジルサバンナのオキシソル（暗赤色ラトソル土壌）地帯におけるイネ科牧草 5 種の中で、土壌への有機物の供給能力の視点で地下部バイオマスを評価すると *Brachiaria brizantha* が最も多く、農牧輪換システムへの導入に適した草種である。

国際農林水産業研究センター・畜産草地部 ブラジル農牧研究公社肉牛研究センター				連絡先	0298(38)6365		
部会名	国際農業・草地	専門	栽培	対象	牧草	分類	研究

〔背景・ねらい〕

現在、南米の亜熱帯地域では牧草地と農耕地を相互に輪換することにより、地上部は放牧に利用しつつ、作物の連作によって損耗した耕地土壌中の有機物を回復させようとする農牧輪換システム（アグロパストラルシステム）の開発が進められている。そこで本研究では、主要牧草の地下部バイオマスを比較し、土壌への有機物供給能力という観点から農牧輪換システムの導入に適した草種を明らかにする。

〔成果の内容・特徴〕

1. ブラジル・マツトグロッソドスル州において少肥条件下（造成時に化成肥料で $N-P_2O_5-K_2O$ を 0-80-80kg/ha 施用）及び多肥条件下（同 0-160-160kg/ha 施用）で造成された 5 種の草地〔*Brachiaria decumbens* (BD), *B. brizantha* (BB), *Panicum maximum* 品種 Tanzania (TA), *P. maximum* 品種 Tobiata (TO) 及び *Andropogon gayanus*(AN)〕において造成 3 年目に地上部及びリター並びに地下部 0-10cm、10-20cm、20-40cm の乾物重を測定した。その結果、各草種の地下部バイオマスは全植物体バイオマスの 53-76% を占め、輪作体系下では重要な有機物供給源となる（図 1）。
2. 両施肥条件下ともに各草種の地上部バイオマス量の差は顕著でなかったが、地下部バイオマス量は $BB > BD > TA > TO > AN$ の順であり、BB の地下部バイオマスが他草種に比較して有意に大きく、特にこの傾向は多肥区において顕著である（表 1）。
3. 地下部バイオマスは下層にいくにしたがって減少したが、どの層においても BB の地下部バイオマスが他の草種を上回る（表 2）。
4. 以上の結果から、土壌への有機物供給能力は供試草種の中では BB が最も高く、この観点からは農牧輪換システムの導入には BB がよい。

〔成果の活用・留意点〕

1. 農牧輪換システムに導入する草種選定の判断基準となる。
2. オキシソル以外の土壌条件下では、違った傾向が予想される。

〔 具体的データ 〕

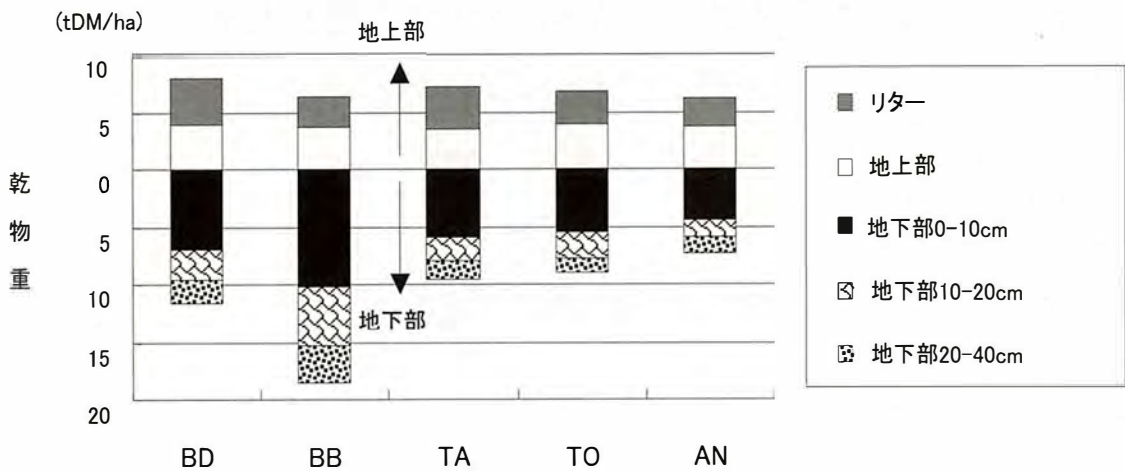


図 1 *B. decumbens* (BD)、*B. brizantha* (BB)、*P. maximum* 品種 Tanzania (TA)、*P. maximum* 品種 Tobiata (TO) 及び *A. gayanus* (AN) の造成 3 年目のバイオマス注：値は多肥区及び少肥区の平均値

表 1 少肥及び多肥下の地下部バイオマス

草種 / 品種	地下部バイオマス (tDM/ha)		
	少肥下	多肥下	平均
<i>B. decumbens</i>	9.6	13.7	11.7b
<i>B. brizantha</i>	16.2	21.9	18.7a
<i>P. maximum/TA</i>	8.6	10.4	9.5b
<i>P. maximum/TO</i>	7.9	10.1	9.0b
<i>A. gayanus</i>	6.4	8.2	7.3b
平均	9.7	12.7	11.2

注：異なる文字間には有意な差がある (p<0.05)。

表 2 多肥下の各層別の地下部バイオマス

草種 / 品種	地下部バイオマス (tDM/ha)		
	0-10cm	10-20cm	20-40cm
<i>B. decumbens</i>	8.56ab	2.59b	2.57abb
<i>B. brizantha</i>	11.63a	5.15a	4.30a
<i>P. maximum/TA</i>	6.35b	2.58b	1.49bb
<i>P. maximum/TO</i>	6.29b	2.67b	1.10bb
<i>A. gayanus</i>	4.95b	1.62c	1.63b
平均	7.56	2.92	2.22

注：異なる文字間には有意な差がある (p<0.05)。

〔 その他 〕

研究課題名： ブラジル中南部における持続型農牧輪換システムの開発
－持続型農牧輪換システムにおける草地利用・管理技術の開発－

予算区分： 国際研究〔農牧輪換システム〕

研究期間： 平成 9 ～ 11 (～ 13) 年度

研究担当者： 菅野 勉・Manuel C. Macedo・Valeria P.B. Euclides (ブラジル農牧研究公社)

発表論文等： Kanno, T., M.C. Macedo, V.P.B. Euclides, J.A. Bono, J.D.G. Santos Jr., M.C. Rocha and L.G.R. Beretta (1999) Root Biomass of Five Tropical Grass Pastures under Continuous Grazing in Brazilian Savannas. Grassland Science 45(1):9-14.

10. 作業道におけるフタバガキ科セラヤの更新技術

〔要約〕 半島マレーシアにおいて丘陵フタバガキ林の主な伐採対象樹種であるセラヤが天然更新する条件を調査した。その結果、従来のブルドーザを用いた集材方法でも、地形やセラヤの種特性を考慮することで、持続的な森林経営を行うことが可能となる。

国際農林水産業研究センター・林業部 マレーシア森林研究所				連絡先	0298(38)6360		
部会名	国際農業	専門	森林造成	対象	広葉樹	分類	国際

〔背景・ねらい〕

現在、半島マレーシアでは標高 300 メートル以上に分布する丘陵フタバガキ林で主な伐採が行われている。この尾根にはフタバガキ科樹木であるセラヤ (*Shorea curtisii*) が優占し、この樹種が主に伐採の対象となっている。このセラヤが伐採後に再生するための条件を、もっとも大きな攪乱を受ける作業道のデータを中心に用いて検討する。

〔成果の内容・特徴〕

1. 1988 年に択伐されたマレーシアのスマンコック森林区にある約 500m の作業道に更新するセラヤ稚樹の更新状況を調査した結果、以下のことが分かる。
2. 作業道の 3 割の長さをしめる平坦な尾根では、比較的大きな個体が多い。傾斜のある尾根は、全体の 1 割しかないものの、平坦な尾根に更新した稚樹とはほぼ同数が更新しているものの、樹高が 1m 以下の小さな個体が大半である (図 1)。
3. 作業道上に落下した種子は多少リターに被われていた方が定着して成長する確率が高いが、傾斜のある尾根では伐採直後に地表面をリターが覆うのが平坦な尾根よりも遅れるため、比較的小さな個体が多いと推測される。一方、斜面では稚樹が全く更新していない (図 1)。これは、作業道の傾斜と少ない母樹数が主な原因と推測される。
4. 平坦な尾根、傾斜のある尾根および斜面に植栽した苗木の成長結果では、傾斜のある尾根のものが一番で、平坦な尾根と斜面がほぼ同様の成長を示している (図 2)。これは、ブルネイ等の植栽実験とはほぼ同様の結果である。このことから、天然更新の困難な斜面でも植栽をすれば更新することがわかる。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 従来のブルドーザ集材方法でも、伐採時に地形を考慮した作業方法によりコストをかけずに次世代の天然更新を進められる。
2. 降雨が作業道の上を流れるのを防ぐ経済的、効率的な方法の開発が必要である。具体的には伐採後の林道に伐採で切り払われた枝葉などをおいておく方法が考えられる。
また、斜面下部では伐採終了後、すぐに苗木を植栽する必要もある。

〔 具体的データ 〕

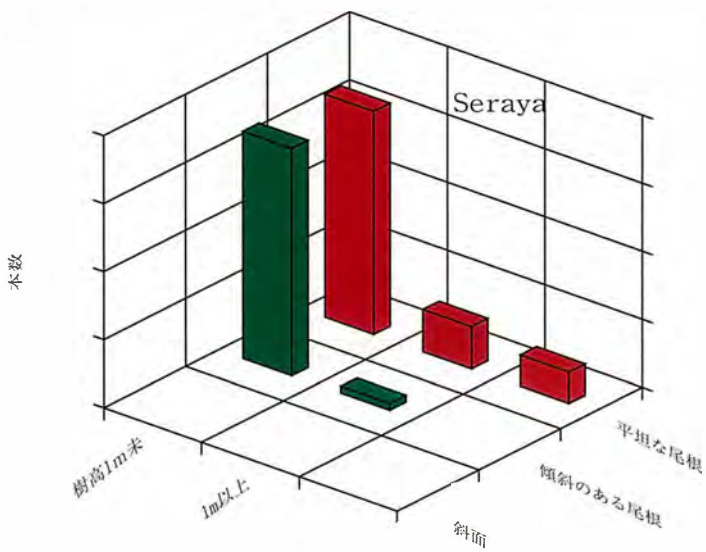


図 1 地形別の樹高の頻度分

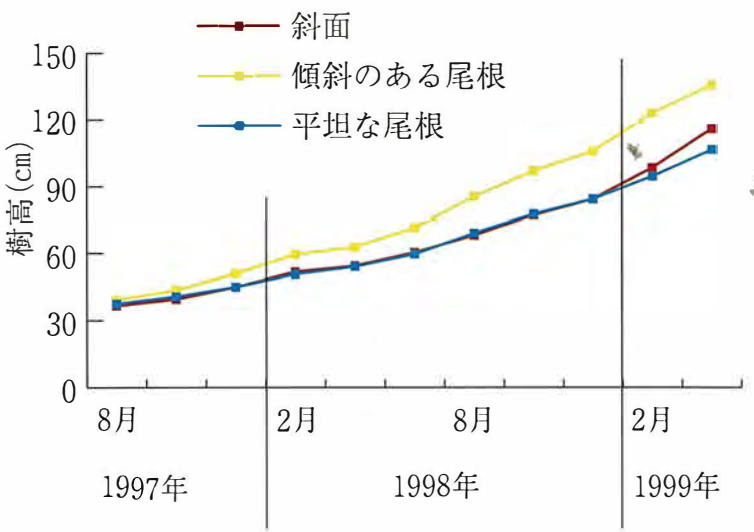


図 2 作業道に植栽された苗木の樹高成長

〔 その他 〕

研究課題名： 熱帯産在来有用樹の再生技術に関する基礎的研究開発

予算区分： 国際研究「在来有用樹」

研究期間： 平成 8 ～ 11 年

研究担当者： 落合幸仁・Azman Hassan (マレーシア森林研究所)

発表論文等：

落合幸仁 (1996)、セラヤ 熱帯林の造林特性第 1 巻、国際緑化推進センター、157 ～ 160、

落合幸仁 (1996)、カプール類 熱帯林の造林特性第 1 巻、国際緑化推進センター、174 ～ 179

落合幸仁 (1996)、ウブン 熱帯林の造林特性第 1 巻、国際緑化推進センター、180 ～ 183

落合幸仁 (1999)、熱帯樹種の造林特性 (15) メランティサランプナイ、熱帯林業 86 ～ 88

Ochiai, Y and Sasaki, S. (1997), Regeneration of Seraya (*Shorea curtisii*) on logging roads in Semangkok, Peninsular Malaysia (口頭発表)

Ochiai, Y and Azman H. (1999)、Regeneration and growth of Seraya seedlings on a logging road in Peninsular Malaysia, The meeting on harvesting and regeneration techniques for tropical rain forest, Oct. 1999

落合幸仁 (2000)、熱帯林の再生、環境ハンドブック第二版、朝倉書店 (印刷中)

11. フィリピンにおけるマメ科およびネムノキ科有用樹の種子発芽促進処理技術

〔要約〕 フィリピンの荒廃草地造林に広範に用いられるネムノキ科 *Leucaena* 属を含む有用樹は、火入れ加熱処理、温水加熱処理とその組み合わせにより、簡易・効率的な種子発芽を促進することができる。

国際農林水産業研究センター・林業部 フィリピン大学林学部再生資源研究所				連絡先	0298(38)6309		
部会名	国際農業	専門	森林造成	対象	広葉樹	分類	研究

〔背景・ねらい〕

フィリピン共和国の森林率は、東南アジア諸国の中で最も低位にあり、森林資源の早急な回復が望まれているが、財政上の困難を抱える政府の林業政策には限界があり、広範な造林事業に期待をかけることは難しい。今後、森林資源を回復させていくためには、地域の森林所有者や農民が自発的に森林を造成し、利用することが出来るような省力的森林造成技術を開発し、普及させていくことが重要である。第一段階として、マメ科およびネムノキ科の荒廃草地造林樹種に対する簡便な種子発芽促進技術を開発する。

〔成果の内容・特徴〕

- 乾燥に強く、荒廃草地造林に適するマメ科およびネムノキ科木本種子は、給水阻害型の種皮構造を持ち、通常播種では高い発芽率を得ることが難しいことから、適切な発芽促進処理を施すことを必要とする。
- 発芽処理試験では、両科の在来有用樹 8 種を選出した後、播種後に周囲の草本に着火して加熱させる火入れ加熱処理、種子を一定時間温水に浸す温水加熱処理、砂により種子表面に傷を付ける加傷処理、計 3 種類の処理を試みる。ネムノキ科 *Leucaena* 属の 3 樹種は、温水加熱処理により発芽率が著しく向上し、高い促進効果が得られる。荒廃草地に播種造林を行う際の慣行手法である火入れ加熱処理においても発芽は促進するが、効果の上では最適温水処理に劣る。(表-1、図-1)。

〔成果の活用面・留意点〕

- フィリピン荒廃草地造林の最重要樹種であるネムノキ科 *Leucaena* 属の主要 3 種について、発芽速度、最終発芽率を著しく向上させる最適温水処理を決定した。今後、同種実生苗の簡易、確実な生産が可能となる。
- 火入れ処理の効果が温水処理に劣ることが判明したことから、荒廃草地で広範に行われている火入れ播種造林に際しては、火入れ終了後に最適温水処理を施した種子を播種することにより、種子の発芽・定着の確実性をより高められる。

〔 具体的データ 〕

表 1 マメ科およびネムノキ科有用樹に対する発芽促進処理の効果

現地名	科名	学名	発芽促進効果の有無		
			加傷処理	最適温水処理	火入れ処理
Mangium	ネムノキ科	<i>Acacia mangium</i>	—	*	—
Rain Tree	ネムノキ科	<i>Albizia saman</i>	—	—	—
Kupang	ネムノキ科	<i>Parkia roxburghii</i>	—	—	—
Diversifolia	ネムノキ科	<i>Leucaena diversifolia</i>	—	**	*
Native Ipil-ipil	ネムノキ科	<i>Leucaena leucocephala</i>	—	**	*
Giant Ipil-ipil	ネムノキ科	<i>Leucaena leucocephala</i> K28	—	**	*
Smooch Narra	マメ科	<i>Pterocarpus indicus</i>	—	*	—
Prickly Narra	マメ科	<i>Pterocarpus indicus f.echinatus</i>	—	—	—

発芽促進効果は最終発芽率で評価し、Mann-Whitney 検定により判定した (*は危険率5%有意、**は1%有意を示す)。

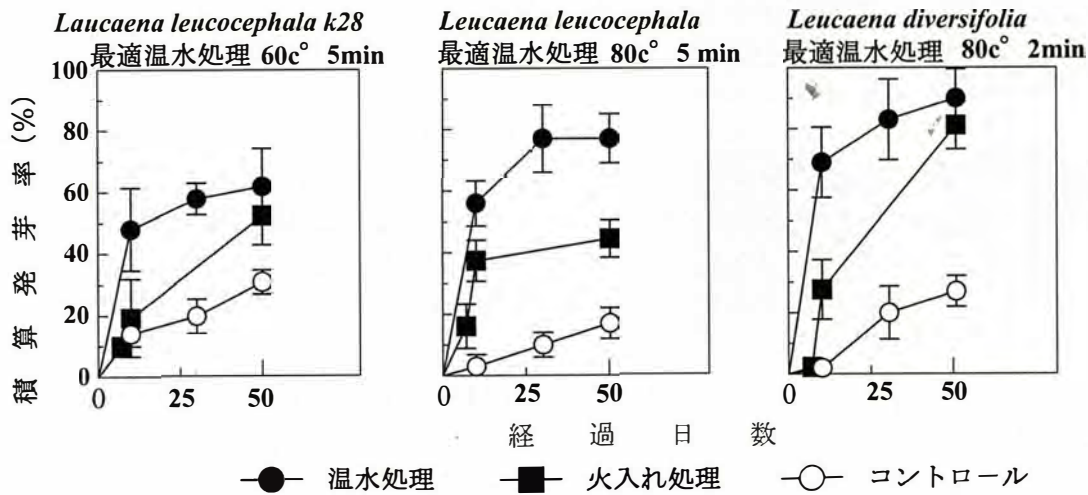


図 1 加熱処理による Leucaena 属の発芽促進効果

〔その他〕

研究課題名：在来有用樹の成長を促すカバーフォレストの造成技術
予算区分：国際研究「在来有用樹」
研究期間：平成 11 年度 (平成 10 ～ 13 年度)
研究担当者：高橋和規・Gascon, A. F

12. オニテナガエビの卵黄タンパク質ビテリンのアミノ酸配列決定および合成部位の解明

〔要約〕 養殖対象種であるオニテナガエビを用いて成熟卵黄タンパク質の主要な成分であるビテリンの精製、構造解析および遺伝子のクローニングを行い、肝臓で発現されていることを明らかにした。

国際農林水産業研究センター・水産部				連絡先		0298(38)6370	
部会名	国際農業	専門	水産	対象	甲殻類	分類	研究

〔背景・ねらい〕

エビ類は市場価値が高いことからアジア地域における養殖対象種として期待されている。しかし、種苗生産のための親エビを漁獲に頼らざるを得ないこと、親エビの人工的な養成が難しいことなどから種苗の供給が不安定である。そこで、安定したエビ類の種苗生産技術を開発することを目的にオニテナガエビを用いて成熟・産卵のメカニズムの解明を試みた。そして卵黄形成の重要な鍵となっているビテリンについて精製、構造解析および遺伝子のクローニングを行い、その産生組織を特定した。

〔成果の内容・特徴〕

1. 卵巣抽出物から逆相 HPLC で分離された 4 種の主要な分子 (図 1、Macr-A、B、C、および D) は、ウエスタンブロッティングにおいて抗ビテリン抗体と陽性反応を示したので、すべてオニテナガエビのビテリンと判明した。
2. 精製した 4 種のビテリンの N 末端アミノ酸配列 (33 残基以上) を図 2 に、また、lysyl endopeptidase の消化による内部配列情報を図 3 に示す。
3. ビテリンの産生組織と考えられている肝臓から全 RNA を抽出し、逆転写反応を行うことにより、cDNA を合成した。次に、この cDNA を鋳型にして、(2) で得た配列情報を基に縮重プライマーを設計し、PCR を行う。これにより 4 種のビテリンをコードする cDNA 塩基配列を明らかにした。
4. 得られた cDNA 断片をプローブにして、Northern hybridization 法によりビテリン mRNA 発現を調べた結果、これらの 4 種のビテリンの mRNA はそれぞれ 7 Kb であり、卵黄形成期に肝臓のみに発現していた (図 4)。
5. 本研究で得られた卵黄タンパク質ビテリンをコードする cDNA プローブを用いて、卵黄形成過程における mRNA の発現動態を調べることができる。

〔成果の活用面・留意点〕

卵黄形成過程における mRNA の発現動態を簡便に調べることが可能となり、人為的な成熟誘起法の開発、成熟に及ぼす内部神経ホルモンや外部環境因子の解明、成熟を制御するホルモンの探索などに利用することができる。

〔 具体的データ 〕

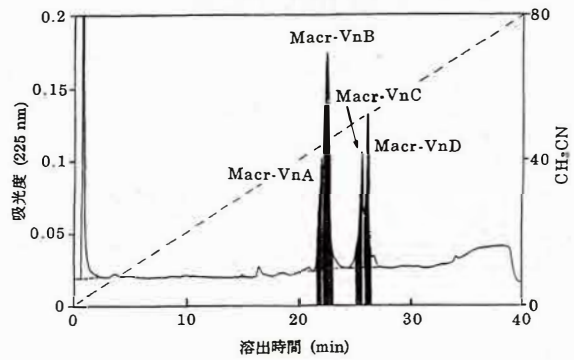


図 1 逆相 HPLC によるビテリンの精製

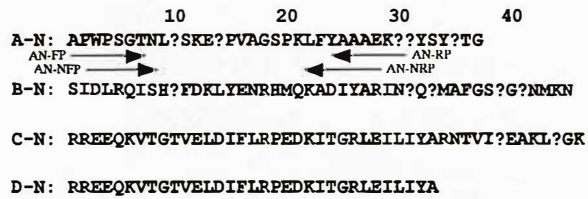


図 2 N 末端アミノ酸配列分析により同定されたアミノ酸配列

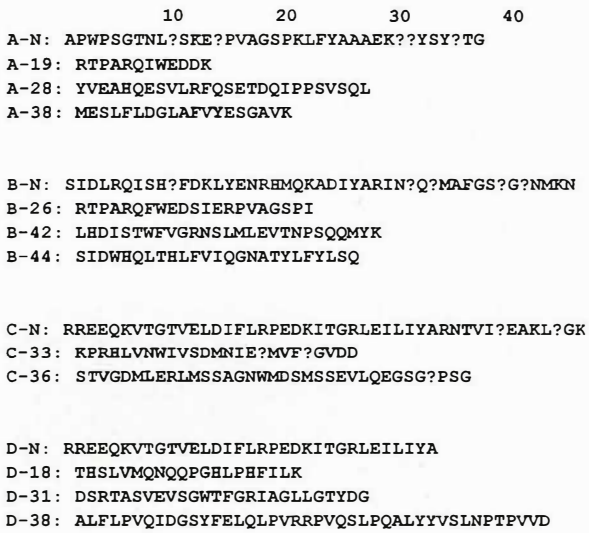


図 3 ビテリンを lysyl endopeptidase で消化して得たペプチド断片のアミノ酸配列

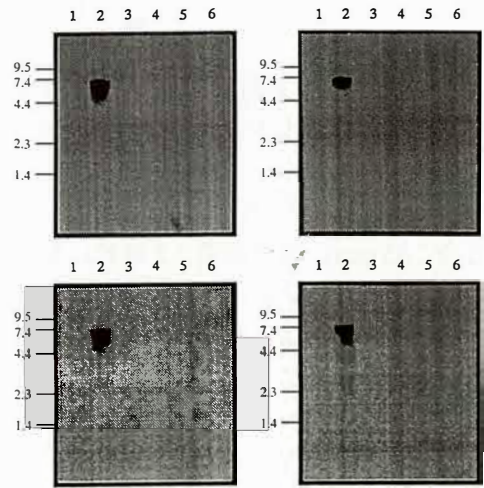


図 4 Northern blot 分析による様々な組織におけるビテリン mRNA の発現
1. 雄肝臓 2. 雌肝臓 3. 卵巣 4. 雌皮下脂肪体 5. 雌鰓 6. 雌筋肉

〔 その他 〕

研究課題名： エビ類の成熟、産卵のメカニズムの解明と制御
予 算 区 分： 経常研究・STA 研究費
研 究 期 間： 平成 11 ～ 12 年
研究担当者： マーシー ワイルダー・楊衛軍
発表論文等：

- 1) Wei-Jun Yang, Tsuyoshi Ohira, Naoaki Tsutsui, Thanumalayaperumal Subramoniam, Do Thi Thanh Huong, Katsumi Aida and Marcy N. Wilder (2000). Determination of amino acid sequence and site of mRNA expression of four vitellins in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of Experimental Zoology (in press).
- 2) Naoaki Tsutsui, Ichiro Kawazoe, Tsuyoshi Ohira, Safia Jasmani, Wei-Jun Yang, Marcy N. Wilder and Katsumi Aida (2000). Molecul characterization of a cDNA encoding vitellogenin and its expression in the hepatopancreas and ovary during vitellogenesis in the kuruma prawn, *Penaeus japonicus*. Zoologi calScience (in press).

13. マングローブ汽水域における魚介類生産機能の解明

〔要約〕マレーシアにて、マングローブ林面積/河川面積の比が大きい水域（マタン：4.7）では漁獲量が多いが、割合の少ない（比：2.1）メルボック水域では魚類多様度が増大した。またマングローブ湿地は栄養塩、ケイ藻の貯蔵庫となり、これらは隣接海水中に供給されている。

国際農林水産業研究センター・水産部

連絡先 0298(38)6370

部会名	国際農業	専門	水産生物	対象	水産環境	分類	国際
-----	------	----	------	----	------	----	----

〔背景・ねらい〕

熱帯、亜熱帯地域の沿岸や汽水域に広く繁茂するマングローブは、陸地の保全の役割を担うとともに木材資源等に役立ち、さらに沿岸魚介類の生産を支えている。近年の工業開発や養殖地、農地等の拡大によりマングローブの減少が急速に進行する状況において、マングローブ汽水域生態系機能と魚介類生産との関わりを解明し、熱帯、亜熱帯地域の沿岸環境保全の意義を明らかにする。

〔成果の内容・特徴〕

- マレーシアにおいて、マングローブ林面積/河川面積の比が大きい水域（マタン：4.7）では漁獲量が多いが、割合の小さいメルボック水域（比：2.1）では魚類多様度が増大した。しかし、この割合の最も小さかったルムット水域（比：1.1）では漁獲量、多様度とも低かった（図1）。
（漁獲量は1操業あたりの重量、使用網：刺し網、大きさ：60.4 m × 1.8 m、形式：固定式3重底、網の目合：45 mm、操業時間：2時間、多様度：シン普森指数）
- マングローブ樹木の多い沿岸汽水域の海底土には有用貝類が多数生息しているが、マングローブ林の少ない水域では線虫類が多かった。前者水域では陸からの土砂がマングローブ林湿地に保留されるため海底土の粒子はより細かく、このような場が貝類の生育に適していると考えられた（図2）。
- マングローブ汽水域の食物連鎖は、マングローブデトリタス→エビ・カニ→魚類となっており、マングローブ林の少ない水域では動物プランクトンが魚類の主要な餌となっていた。
- マングローブ林の湿地は、陸圏の栄養塩の貯蔵場所となっており、またこの栄養を利用して有用な植物プランクトン（珪藻類）が多く増殖していた。この栄養塩とケイ藻は連続的に沿岸水域に供給され水産生物生産の基盤になるとともに、魚介類生産を阻害する有害プランクトン（赤潮プランクトン、有毒プランクトン等）の増殖を抑制していることが明らかになった（図3）。

〔成果の活用面・留意点〕

マングローブ林面積/河川面積の比が2.1以上のマングローブ生態系では、沿岸水域の魚介類生産および魚類多様性の値の高いことが明らかになった。この結果は熱帯・亜熱帯の沿岸域における農林水産業の生産維持方法の指針になると考える。

〔具体的データ〕

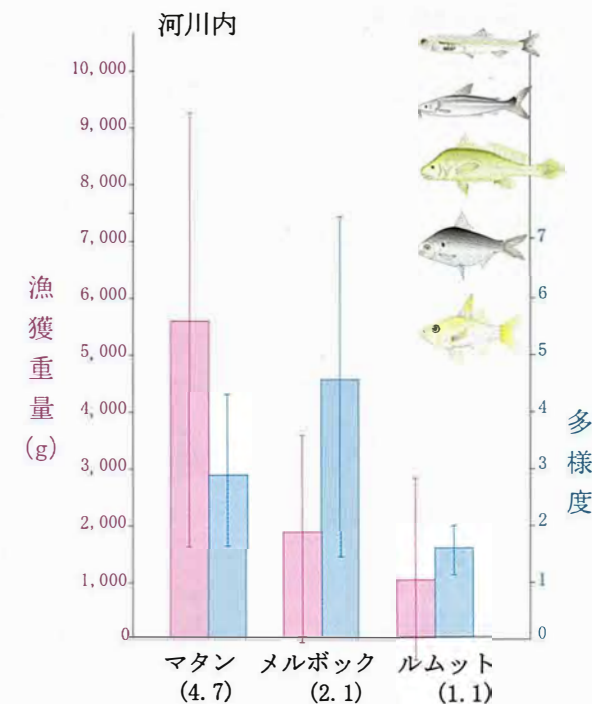


図1 マレーシア・マングローブ汽水域における漁獲量と魚類多様度

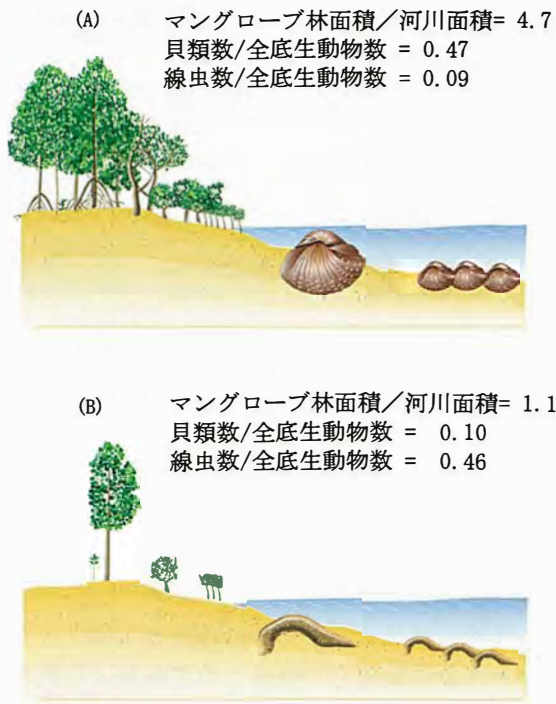


図2 異なるマングローブ汽水域の底生動物

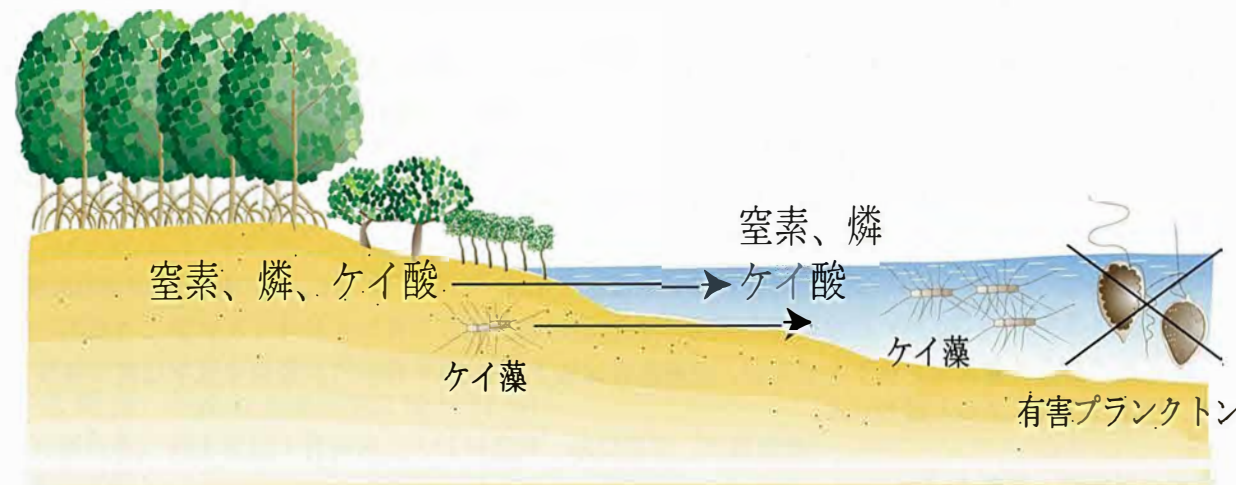


図3 マングローブ林の繁茂する湿地帯の役割

〔その他〕

研究課題名：熱帯・亜熱帯汽水域における生物生産機能の解明と持続的利用のための基準化

予算区分：国際農業（汽水域）

研究期間：平成7年～11年度

研究担当者：国際農林水産業研究センター水産部、林業部、環境資源部、海外情報部、水産庁研究所、森林総合研究所等

発表論文等：Proceedings of the International Seminar and Workshop, Nos. 1, 2, 3, 4 and 5, JIRCAS, 1996 - 2000.

14. サヤインゲンの花粉稔性による耐暑性検定

〔要約〕 サヤインゲンの花粉稔性は開花約 10 日前の高温ストレスにより低下する。花粉稔性と着莢率の間には高い正の有意な相関関係 ($r=0.98$) が認められる。開花約 10 日前の高温感受性を花粉稔性により検定することでサヤインゲンの耐暑性を評価できる。

国際農林水産業研究センター・沖縄支所作物導入栽培研究室				連絡先	09808(8)6108
部会名	野菜・茶業、国際農業	専門	生理	対象	果菜類
				分類	研究

〔背景・ねらい〕

作物の高温障害は、生殖生長期に顕著に現れる。夏期の高温下で栽培したサヤインゲンで、耐暑性が劣る品種では若莢収量が著しく減少するが、耐暑性品種では収量の減少が小さい。サヤインゲンでは、開花期と開花約 10 日前の高温により着莢率が低下することが知られている。本研究は、開花 10 日前の高温が花粉稔性に影響を与えるか、また、花粉稔性の調査により耐暑性の検定が可能かどうかを検討する。

〔成果の内容・特徴〕

1. 花粉稔性は、開花前日の花蕾をエタノール酢酸 (3:1) 溶液で固定した後、花粉を取り出しアセトカーミンで染色し、染色した花粉数/全花粉数の割合で示す。
2. ガラス温室 ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) で育てたサヤインゲン (品種: 'ケンタッキーワンダー') を人工気象器内に移し、1 日高温処理 ($32^\circ\text{C}/28^\circ\text{C}$) を行い温室 ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) に戻した場合、花粉稔性は処理後約 8 ~ 11 日目に低下する (図 1)。すなわち開花約 10 日前 (花粉四分子期頃) の高温は花粉稔性を低下させる。
3. 開花 10 日前に高温処理し適温下に戻し、開花時に花粉稔性を調査した花に印をつけ、着莢率 (同じ花粉稔性を示した花の総数に対する着莢した莢の割合) を調査した結果、花粉稔性と着莢率の間には高い正の有意な相関 ($r=0.98$, 0.1% 水準で有意) がみられる (図 2)。
4. 人工気象器での実験と同様に、石垣島のは場条件下で栽培したサヤインゲンでは、花粉稔性は開花約 10 日前の気温の影響を受けている (図 3)。
5. 耐暑性品種 'ハイブシ' および耐暑性として選抜した系統 '石垣 2 号' は、他の耐暑性が劣る品種に比べて高温条件下でも高い花粉稔性を示す (図 3、4)。
6. 開花期の高温は着莢率を低下させるが、花粉稔性は低下させない (図 1)。着莢率低下は葯の非裂開、柱頭の伸長によると思われる。

〔成果の活用面・留意点〕

花粉稔性の調査には保存した花を使用できる。花粉稔性は開花約 10 日前の高温に対する耐性のみを表す。それに対し着莢率での検定は、開花当日・開花約 10 日前両方の高温に対する耐性を複合的に表すため、開花当日の耐暑性は別に検定する必要がある。

〔具体的データ〕

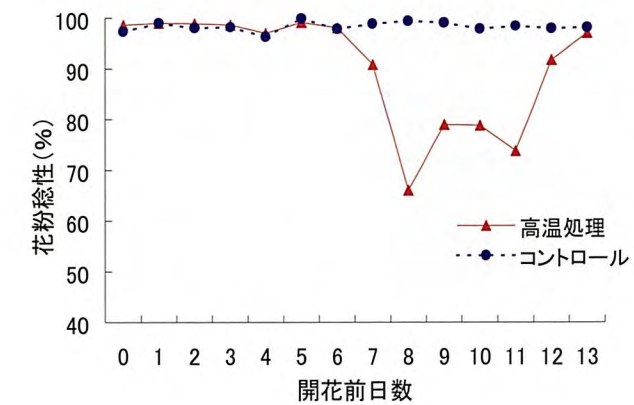


図 1 開花前の高温処理が花粉稔性に及ぼす影響

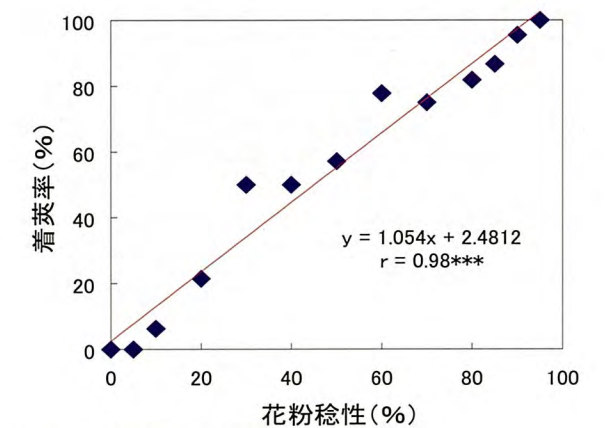


図 2 花粉稔性と着莢率の関係 (***) は 0.1% 水準で有意)

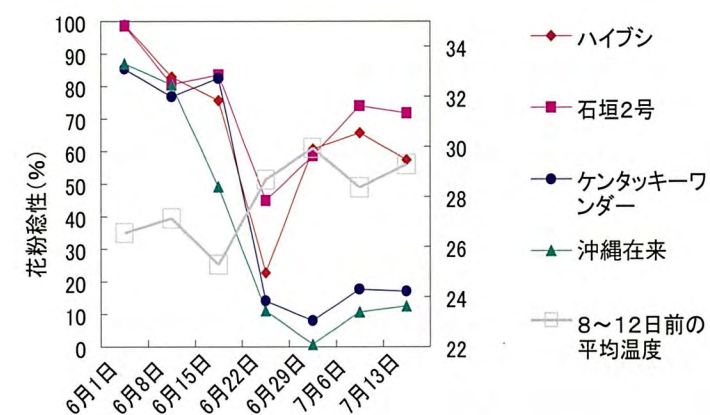


図 3 は場条件下での各品種の花粉稔性の変化

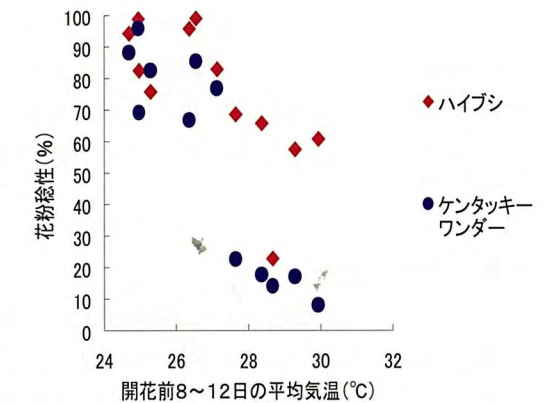


図 4 開花前 8 ~ 12 日の気温と花粉稔性の関係

〔その他〕

研究課題名: 環境ストレス下における作物の形態形成に関する研究

予算区分: 経常; 基礎研究推進事業

研究期間: 平成 11 年度 (平成 10 ~ 12 年)

研究担当者: 鈴木克己・竹田博之・江川宜伸・塚口直史 (生研機構)

発表論文等:

- 1) Morphological study on injury of pollen of snap bean by heat stress. Proc. Int. Symp. "World Food Security". Kyoto: 203-206, 1999.
- 2) 石垣島の栽培条件下における耐暑性サヤインゲン「ハイブシ」と他品種との花粉稔性の比較 日作紀 68 別 1:124-125, 1999.

15. 亜熱帯地域の降雨エネルギーおよび雨滴粒径分布の特性

〔要約〕 マイクロフォン型雨滴粒径測定装置による降雨エネルギー値算定法を用いると、石垣島（亜熱帯）とつくばの実測値は Wischmeier 式（降雨エネルギー式）を上限に三原式を下限に幅広い分布を示す。石垣島では弱い降雨強度で Wischmeier 式を超える過大領域が存在する。

国際農林水産業研究センター・沖縄支所地力維持研究室				連絡先	09808(3)7112
部会名	国際農業	専門	土壌	対象	現象解明技術
				分類	研究

〔背景・ねらい〕

近年、沖縄本島を始めとする南西諸島の沿岸海域において、大量の赤土が河川から流出し、サンゴ礁や藻場の生態系に著しい影響を及ぼしている。ことに、亜熱帯地域では降雨強度、雨滴粒径とも大きく、流域の侵食に与える影響も大きい。既存の降雨エネルギー式は、降雨強度に対して一義的なエネルギー値を算出するが、実際の降雨エネルギーの分布は広範囲であり、地域別の降雨エネルギー値の特性も明らかでない。降雨エネルギー値の算定には雨滴粒径、個数と落下速度を必要とする。従来、粒径測定には濾紙を数秒間降雨に当て、その痕跡から雨滴径を判定するという煩雑な濾紙法が用いられてきた。マイクロフォン型雨滴粒径測定装置（Disdrometer；図 1）は、雨滴径と個数の自動測定が可能であり、この装置の観測値から降雨エネルギー値を簡単に精度よく算出し、亜熱帯地域の降雨エネルギーと雨滴粒径分布の特性を明らかにする

〔成果の内容・特徴〕

1. マイクロフォン型雨滴粒径測定装置は、雨滴粒径 0.3mm 以下では感知不能であり、粒径 1mm までは感知漏れがあるが、それによる降雨エネルギー値の誤差は 0.19 ～ 2.48% と極めて小さく、実用上支障のない量であり、本装置が精度良い降雨エネルギー値算定の手段となる。
2. 石垣島（亜熱帯）およびつくば（温帯）における実際の降雨強度に対する降雨エネルギー KE 値は、現在一般に使われる Wischmeier 式を上限に、三原式を下限とし、1 個の式では表せない程に幅の広い分布をしている（図 2）。特に、石垣島（亜熱帯）の降雨エネルギー値では、降雨強度 30mm/h 以下で Wischmeier 式をも超える過大領域が見られる。
3. 降雨強度 8.5mm/h で過大領域にある石垣島のエネルギー値（ $KE=29J/m^2 \cdot mm$ ）とつくば（ $18J/m^2 \cdot mm$ ）を比較すると、その粒径分布は、前者では 0.5 ～ 5mm 粒径まで広い範囲に分布するが、後者では 1 ～ 2mm のところにピークをもつ狭い範囲に分布が集中している（図 3）。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 本測定法による降雨エネルギー値は、国頭マージ等亜熱帯地域の土壌侵食量の推定、USLE 式における降雨係数の算定、飛散（雨滴）侵食量の推定、土壌クラストの生成過程の解明に利用できる。
2. マイクロフォン型雨滴粒径測定装置を使用する場合、雨量計との併用が望ましい。

〔具体的データ〕

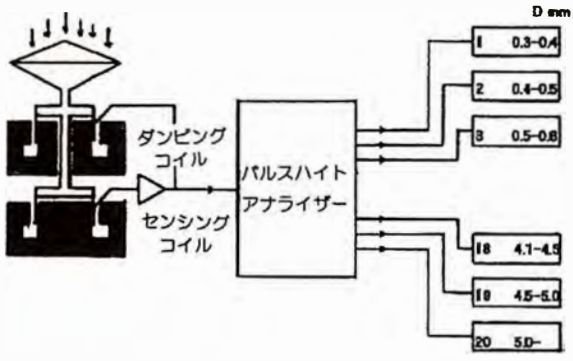


図 1 Disdrometer（雨滴粒径分布測定装置）の構成

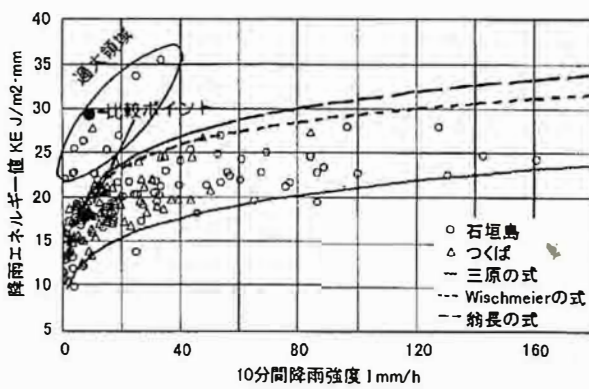


図 2 降雨強度と降雨エネルギー値の関係（石垣島 1995 年、つくば 1994 年）

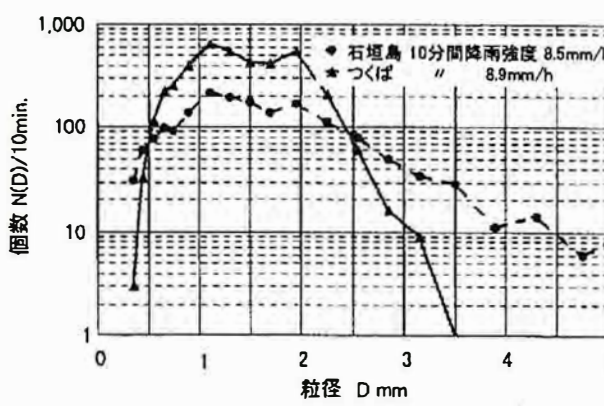


図 3 石垣島とつくばでの粒径分布特性

〔その他〕

研究課題名： 流入物質が汽水域の生物生産機能に及ぼす影響の解明
予 算 区 分： 国際農業 [汽水域]、経常
研究期間： 平成 11 年度（平成 7 年～ 11 年）
研究担当者： 坂西研二、麓多門（農環研）、大脇良成（農研センター）、菅原和夫（農環研）
発表論文等： Disdrometer を用いた雨滴粒径分布と運動エネルギーの測定、農業土木学会論文集、204 号、119 ～ 125(1999)