

## 1.WTO 加盟の中国農業への影響

〔要約〕中国は WTO 加盟によって、小麦、トウモロコシ、大豆等の輸入が増大することが予想されるが、米の輸入は増えない可能性が高い。WTO 加盟後は、安価な農産物の輸入が増えることに加え、価格支持政策の実施が制限されるので、穀物の国内価格は上がりにくくなる。

国際農林水産業研究センター・海外情報部				連絡先	0298(38)6344	
部会名	国際農業	専門	経済政策	対象	分類	行政

### 〔背景・ねらい〕

1999 年 11 月中合意が成立したことにより、中国の WTO 加盟は現実味を増した。今後の中国の農業生産や農業政策の展望について検討する際には、WTO 加盟の影響について分析することが不可欠である。このため、中国が WTO 農業協定を遵守するとともに、関税割当制の導入や関税率の引き下げについて米中合意の内容が適用されると仮定した場合に、WTO 加盟が中国農業に与える影響を検討する。

### 〔成果の内容・特徴〕

1. 将来的な相対価格関係が現在と変化がなく、関税割当制の運用が公正になされる場合、小麦とトウモロコシの輸入は関税割当枠一杯になされる可能性がきわめて強い。ただし、現在程度の内外価格差の水準が維持されれば、2 次関税率が高いことから関税割当枠を超えた輸入が起こる可能性は小さい。(表 1)
2. 米については膨大な関税割当枠が準備されているが、輸送コストを考慮すれば、ジャポニカ米、インディカ米とも国産品が価格上の優位性を有する。したがって、大量の輸入が行われるとは考えにくく、関税割当枠はほとんど未消化に終わる可能性が高い。(表 2)
3. 大豆油については、国内価格が国際価格の 2 倍以上であること、2005 年の関税割当枠が現在の総消費量をも上まわっていることから、国内搾油産業の衰退と食用を除く大豆生産の衰退、ということになる可能性が高い。(表 2)
4. 1999 年の小麦、トウモロコシ、大豆の国内助成合計量 (AMS) は約 10% 程度と推計される。このことは、仮に中国が「非途上国」として WTO に加盟するとすれば、現在の穀物の政策価格を引き下げなければならないことを、また、仮に「途上国」資格での加盟が認められるとしても、これ以上政策価格を引き上げることが許されないことを、意味している。

### 〔成果の活用面・留意点〕

中国の WTO 加盟交渉は、2001 年 1 月時点でなお難航しており、農業に関する加盟条件も最終的に確定していない。国内農業に与える影響についても、中国の加盟が正式に決まった時点で、再度検討を行う必要があるが、分析結果の基本的方向については変わらないと思われる。

## 〔具体的データ〕

表 1 中国の WTO 加盟に関する米中合意内容 (関税割当品目)

(単位: 万トン、%)

	関税割当数量		1 次関税率	2 次関税率	
	初年度	2004 年		初年度	2004 年
穀物 (平均)			1% 調製品 10%	76%	65%
精米 (中短粒種)	133	266			
精米 (長粒種)	133	266			
小麦	730	963.6			
トウモロコシ	450	720			
大豆油	171.8	326.1 (2005 年)	9%	74%	20% (2005 年)

出所: FAS, USDA, U.S.-China WTO Accession Agreement (FAS Online), February 2000.

USTR, Market Access Commitments of the Government of China on Goods, Services and Agriculture (Press Release), April 1999.

注 1) いずれも現在は輸入割当制を実施。2) 大豆油は 2006 年より関税化。

表 2 穀物・大豆・大豆油の内外価格差 (1999 年 12 月)

(単位: 元/トン、%)

品目	地区	国内価格 (人民元)	国際価格 (人民元)	価格差
米 (ジャポニカ米)	東北	2002 ~ 2050	3801	-47 ~ -46%
			2470	-19 ~ -17%
米 (インディカ米)	揚子江中下流域	1580 ~ 2120	1868	-15 ~ +13%
小麦 (白小麦)	華北	1196 ~ 1420	764	+57 ~ +86%
トウモロコシ (黄)	東北 華北	921 ~ 1000 1036 ~ 1200	656	+40 ~ +52%
				+58 ~ +83%
大豆	東北 華北	1807 2000 ~ 2200	1436	+26%
				+39 ~ +53%
大豆油	華北	6980 ~ 7200	2930	+138 ~ 146%

注 1) 中国国内価格は各地の卸売市場価格。2) ジャポニカ米の国際価格は、カリフォルニア米 (中粒種) の精米工場渡し価格。上段は USNo.1、下段は USNo.4。3) インディカ米の国際価格は、タイ国貿易取引委員会発表の碎米混入率 10% の精米価格。4) その他の国際価格はシカゴ相場 (期近)。5) 換算レートは 1 米ドル = 8.3 ドル。6) 米国から中国への輸送コストは概ね 20 米ドル/トン程度。

### 〔その他〕

研究課題名: 中国の主要地域における新技術普及の農家経営、地域経済への影響評価

予算区分: 国際研究 [中国食料資源]

研究期間: 平成 12 年度 (9 ~ 15 年度)

研究担当者: 池上彰英、中本和夫 (農研センター)

発表論文等: 池上彰英 (2000): 中国の WTO 加盟と農業政策の課題、国際農林業協力、23(1):2-11

池上彰英 (2000): アジア諸国の WTO 対応 - 中国 -、農林統計調査、50(8):33-40

## 2. 日本在来小麦と中国育成小麦の赤かび病抵抗性遺伝子の比較と集積

[ 要約 ] 小麦赤かび病抵抗性品種の延岡坊主小麦 (日本在来) と蘇麦 3 号 (中国育成) との雑種 F1 に由来する半数体倍加系統を用い、関与する抵抗性遺伝子の数が推定され、両品種のもつ抵抗性遺伝子を集積した系統が作出できる。

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	小麦	分類	研究

### [ 背景・ねらい ]

小麦の赤かび病は、生産低下とかび毒汚染をおこす世界的な小麦の最重要病害であり、とくに開発途上地域における小麦の持続的安定生産には抵抗性品種の育成が重要な要素になる。しかし有効な抵抗性育種素材が限られており、抵抗性の遺伝様式も十分に明らかでない。そこで、日本と中国の品種で抵抗性の遺伝様式を明らかにし、それらの抵抗性を集積した有望系統を作出する。

### [ 成果の内容・特徴 ]

- 延岡坊主小麦 (日本在来) と蘇麦 3 号 (中国育成) の雑種 F1 から育成した半数体倍加系統 (120 系統) の抵抗性は、強とやや強で 7:1 に分離するので、両品種では少なくとも 3 個の抵抗性主働遺伝子が異なる。また、罹病性系統が分離しないので、延岡坊主小麦と蘇麦 3 号は共通の抵抗性遺伝子をもつ (表 1、図 1)。
- 6B 染色体長腕上の芒の抑制遺伝子 B2 によって短頂芒になる半数体倍加系統においては赤かび病抵抗性は 3 遺伝子モデルの 7:1 に分離するが、B2 を有しない長芒系統では 2 遺伝子モデルの 3:1 の分離比に適合する。また、両系統群で抵抗性の平均値に有意な差が認められることから、両親何れかの抵抗性遺伝子の 1 つが 6B 染色体長腕上の B2 遺伝子に連鎖する (表 1)。
- 延岡坊主小麦と蘇麦 3 号の抵抗性を集積し、両親並で小麦中間母本農 4 号よりも高度な抵抗性を示す 66 系統を選抜した。

### [ 成果の活用面・留意点 ]

- 複数の赤かび病抵抗性遺伝子に関する情報は、新しい抵抗性遺伝資源の探索と抵抗性遺伝子の集積に活用できる。
- 異なる遺伝資源の抵抗性遺伝子を集積した有望系統は、素材として小麦赤かび病抵抗性の品種改良に活用できる。
- 有望系統が、高いレベルの抵抗性をどの程度の頻度で後代へ伝えるか確認する必要がある。

### [ 具体的データ ]

表 1 (延岡坊主小麦 x 蘇麦 3 号) F1 由来の半数体倍加系統における赤かび病に対する反応と芒の形質の関係

芒の形質	赤かび病に対する反応 (FHB)				$\chi^2$ 値 (FHB)	
	R	MR	S	計	2 遺伝子モデル 3 (R):1 (MR)	3 遺伝子モデル 7 (R):1 (MR)
短頂芒	55	8	0	63	5.08 (P<0.05)	0.002 (P>0.9)
長芒	45	12	0	57	0.47 (P>0.1)	3.81 (P<0.05)
計	100	20	0	120	4.44 (P<0.05)	1.92 (P>0.1)

$X^2$  (芒) for 1:1 = 0.30 (P>0.1)

FHB: R- 強、MR- やや強、S- 弱

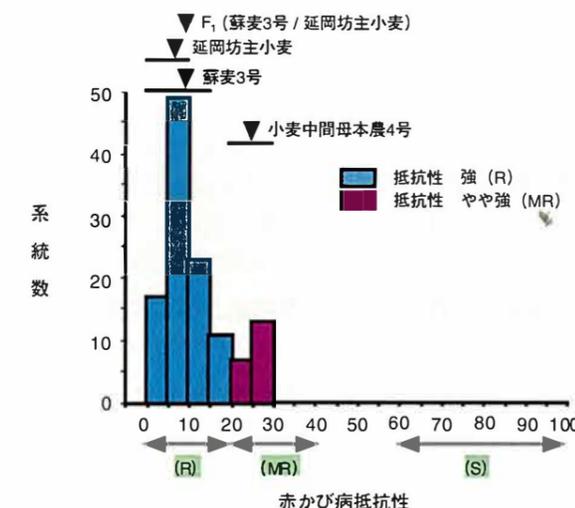


図 1 (延岡坊主小麦 x 蘇麦 3 号) F1 由来の半数体倍加系統における赤かび病抵抗性の頻度分布。  
\* 両端矢印の線は抵抗性強 (R)、やや強 (MR) および罹病性 (S) の標準品種のレンジを示す。

### [ その他 ]

研究課題名: 分子マーカー利用による小麦赤かび病抵抗性の選抜法の確立と抵抗性遺伝子の集積

予算区分: 麦緊急開発

研究期間: 平成 12 年度 (11 ~ 13 年度)

研究担当者: 坂智広、末永一博、稲垣正典

発表論文等:

- Ban, T. and K. Suenaga (2000). Genetic analysis of resistance to Fusarium head blight caused by *Fusarium graminearum* in Chinese wheat cultivar Sumai 3 and the Japanese cultivar Saikai 165. *Euphytica* 113: 87-99.
- Ban, T. and M. Inagaki (2001). Genetic difference of resistance to Fusarium head blight in two wheat cultivars, Nobeokabouzu-komugi and Sumai 3. In: Z. Bedö and L. Láng(eds.), *Developments in Plant Breeding, 'Wheat in a Global Environment'*, pp. 359-365, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

### 3. プロリン代謝系酵素遺伝子操作による環境ストレス耐性植物の開発

[ 要約 ] シロイヌナズナの プロリン分解酵素遺伝子の発現を抑制すると植物体の耐凍性および耐塩性が向上する。

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	バイテク	対象	野草類
				分類	研究

[ 背景・ねらい ]

近年土壌の塩類化、砂漠化等地球規模の環境劣化が深刻化している。また、異常気象は世界各地で農業生産に大被害を及ぼしており、これらの被害は特に開発途上地域で著しい。しかし、乾燥や塩害等の環境劣化に対する耐性作物の分子育種は、その耐性を獲得するための分子機構が複雑なため研究開発が遅れている。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することを目的とし、環境ストレス耐性に関与すると考えられているプロリンの機能に注目した。

[ 成果の内容・特徴 ]

1. 植物では、プロリンはおもにグルタミン酸から合成される。シロイヌナズナを用いて、この合成経路でのプロリン生合成の律速段階の反応を触媒する酵素は P5C 合成酵素 (P5CS) であることを明らかにし、この酵素をコードする *AtP5CS* 遺伝子を単離した。この遺伝子は乾燥誘導性であり、水ストレスを受けるとこの遺伝子の発現レベルが上昇し、細胞内にプロリンが蓄積する (図 1)。
2. アンチセンス法によりこの *AtP5CS* 遺伝子の発現を抑制したシロイヌナズナの遺伝子組換え体は、内生プロリンレベルが野生型に比べて著しく低く顕著な形態異常および乾燥感受性を示す (図 2)。
3. シロイヌナズナにおいて、プロリン分解系の律速段階の酵素はプロリン脱水素酵素 (ProDH) である。この ProDH 酵素をコードする *AtProDH* 遺伝子を単離した。この遺伝子は水ストレスにより発現が抑制され、プロリンや吸水処理により発現が誘導される (図 1)。
4. アンチセンス法により *AtProDH* 遺伝子の発現を抑制したシロイヌナズナの遺伝子組換え体では、内生プロリンレベルが野生型に比べて高く、高い耐凍性および耐塩性を示す (図 3)。
5. アンチセンス *AtProDH* 遺伝子組換え体では、野生型に比べて塩ストレス処理時の Na<sup>+</sup> イオンの取り込みが抑制されることから、プロリンが植物体内への塩の流入を防ぐ機能を持つことが示唆される。

[ 成果の活用面・留意点 ]

1. プロリン分解酵素の遺伝子 *ProDH* を用いたアンチセンス遺伝子組換え技術は、乾燥や塩や凍結等の環境ストレスに対する耐性植物の作出に応用できる。
2. プロリンは種々の植物で機能していることから、この技術は各種の作物に応用可能である。

[ 具体的データ ]

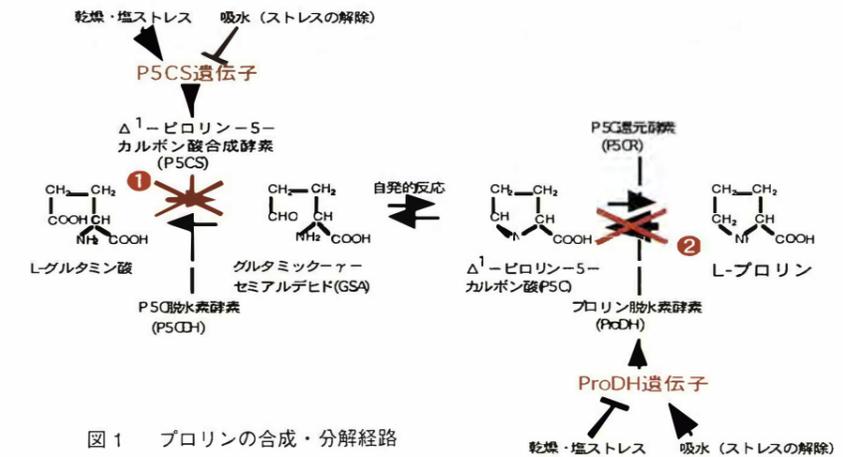


図 1 プロリンの合成・分解経路

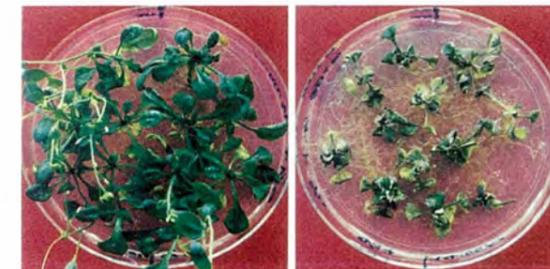


図 2 アンチセンス *AtP5CS* 形質転換体の耐乾性試験  
寒天培地で 4 週間栽培した植物体をシャーレのフタを開けることによる湿度低下 (乾燥処理) に 5 日間さらした。(写真左: 野生型シロイヌナズナ; 写真右: アンチセンス *AtP5CS* 遺伝子組換え体)

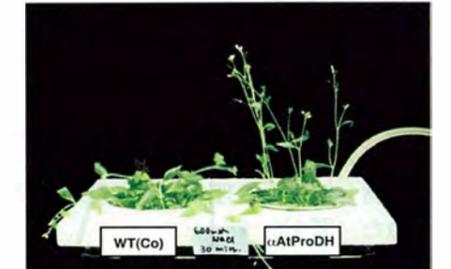


図 3 アンチセンス *AtProDH* 形質転換体の耐塩性試験  
水耕法で 4 週間栽培した植物体を 600mMNaCl を含む培地に移して花茎が倒伏するまでの時間を比較した。写真は、NaCl 処理 30 分後の野生型シロイヌナズナ (左) とアンチセンス *AtProDH* 遺伝子組換え体 (右)。

[ 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 12 年度 (8 年~ 12 年度)  
 研究担当者: 篠崎和子・中島一雄・楠城時彦・篠崎一雄 (理化学研究所)  
 発表論文等:

- 1) Kiyosue T., Yoshiba Y., Yamaguchi-Shinozaki K., and Shinozaki K.: A nuclear gene encoding mitochondrial proline dehydrogenase, an enzyme involved in proline metabolism, is upregulated by proline but downregulated by dehydration in *Arabidopsis*. *Plant Cell*, **8**, 1323-1335 (1996).
- 2) Yoshiba Y., Kiyosue T., Nakashima K., Yamaguchi-Shinozaki K., and Shinozaki K.: Regulation of levels of proline as an osmolyte in Plants under water stress. *Plant Cell Physiol.*, **38**, 1095-1102(1997).
- 3) Nakashima K., Satoh R., Kiyosue T., Yamaguchi-Shinozaki K. and Shinozaki K.: A gene encoding proline dehydrogenase is not only induced by proline and hypo-osmolarity, but is also developmentally regulated in the reproductive organs in *Arabidopsis*, *Plant Physiol.* **118**, 1233-1241 (1998).
- 4) Nanjo T., Kobayashi M., Yoshiba Y., Sanada Y., Wada K., Tsukaya H., Kakubari Y., Yamaguchi-Shinozaki K. and Shinozaki K.: Biological functions of proline in morphogenesis and osmotolerance revealed in antisense transgenic *Arabidopsis thaliana*, *Plant J.*, **18**, 185-193 (1999).
- 5) Yoshiba Y., Nanjo T., Miura S., Yamaguchi-Shinozaki K. and Shinozaki K.: Stress-responsive and developmental regulation of  $\Delta^1$ -pyrroline-5-carboxylate synthetase 1 (P5CS1) gene expression in *Arabidopsis thaliana*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **261**, 766-772 (1999).
- 6) Nanjo T., Kobayashi M., Yoshiba Y., kakubari Y., Yamaguchi-Shinozaki K. and Shinozaki K.: Antisense suppression of proline degradation improves tolerance to freezing and salinity in *Arabidopsis thaliana*, *FEBS Lett.*, **461**, 205-210 (1999).

### 4. タイ国コンケン県における農業生産に関わる窒素循環

〔要約〕 東北タイのコンケン県において求められた農業生産に関わる窒素フローから、農地における窒素収支は -40 kg/ha と見積られる。農地に還元される窒素量が 34kg/ha あるが、還元されない窒素量も 58 kg/ha であり、これらの未還元有機物資源を農地へ効率的に還元することにより、窒素収支の適正化が期待できる。

国際農林水産業研究センター・環境資源部			連絡先	0298(38)655			
部会名	国際農業	専門	資源利用	対象	現象解析技術	分類	行政

〔背景・ねらい〕

東北タイは、作物生産性が低く、不安定である。この原因として、低肥沃な土壌が挙げられている。このような地域で、持続型農業を確立するためには、農業生態系における養分循環の実態を把握し、地域の養分資源を有効利用し、土壌肥沃度向上のための方法を確立することが必要である。そこで、東北タイのコンケン県を対象に、地域レベルにおける窒素循環を明らかにし、養分資源としての利用実態の把握を行う。

〔成果の内容・特徴〕

1. 東北タイのコンケン県に関わる 1990～1992 年の統計資料、分析データ、研究報告、現地調査、タイ研究者の知見を基に、農地で生産された農作物が食生活や家畜の飼養、作物加工工場を経て、糞尿や廃棄物となり、処理もしくは農地に投入される窒素量を求め、コンケン県における年間の窒素循環を求めた (図 1)。
2. 作物残渣の生産量は 52 kg/ha と多いが、半分以上が圃場外へ持ち出されているか、焼却されている。家畜糞尿は大半が農地に施用されているが、生産量が 34 kg/ha とあまり多くない。人の尿尿、生ゴミは全く農地に利用されていない。化学肥料施用量は 18 kg/ha と低い。
3. 農地における窒素収支は -40 kg/ha と見積られる。農地に還元される窒素量が 34kg/ha であるのに対し、還元されない窒素量は 58 kg/ha であり、これらの有機物資源を農地へ有効に還元することが、窒素収支の適正化に重要である。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 本手法で得られる結果は、地域内で利用可能な有機物資源の有効利用のための行政的対応の策定に活用できる。
2. 土壌肥沃度を高めるように有機物資源を利用することが重要であり、そのためには、農地に施用された有機物の動態解明が必要である。
3. 有機物資源の利用実態をより明らかにするため、農家への聞き取り調査を行う必要がある。

〔 具体的データ 〕

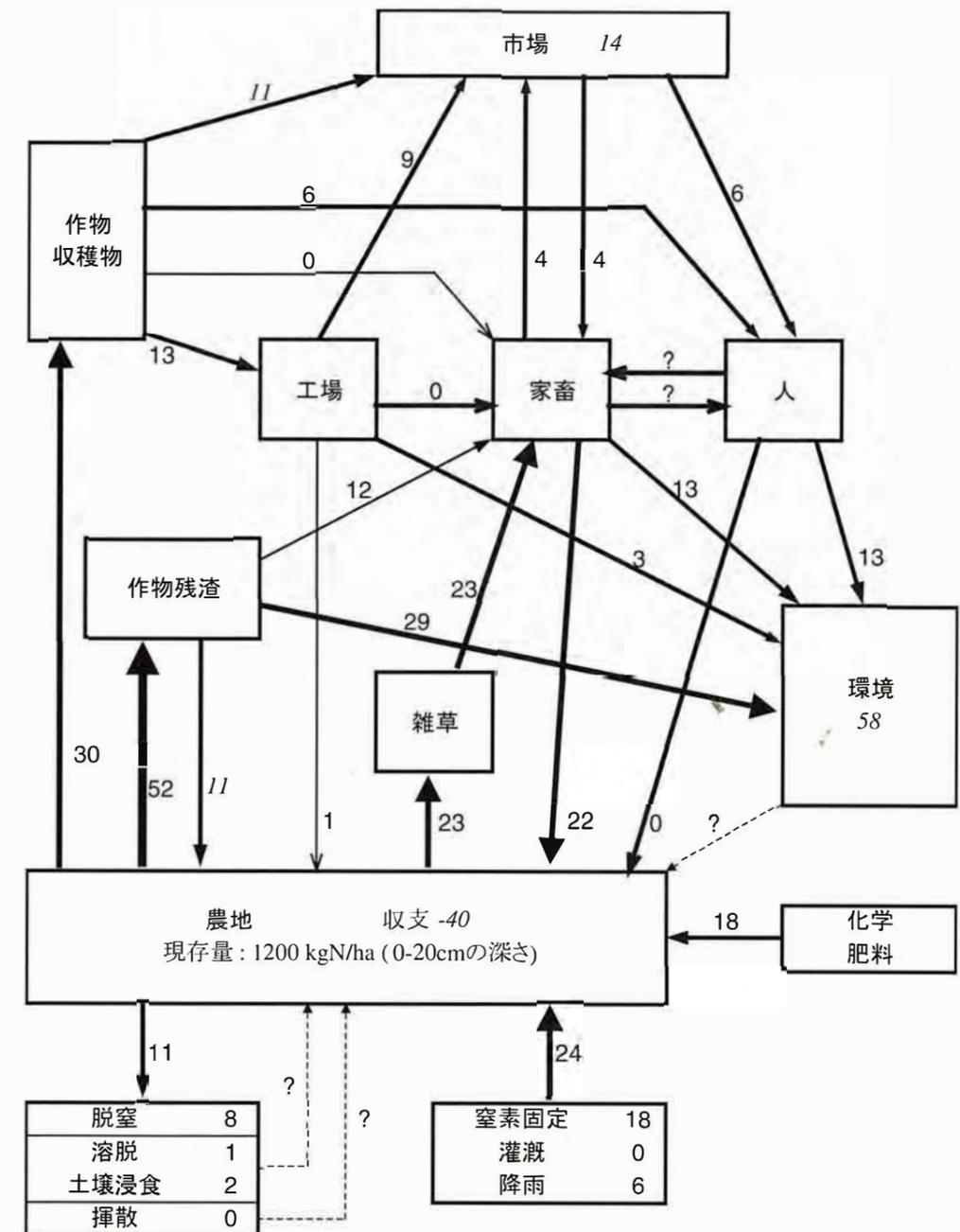


図 1 タイ国コンケン県における農業生産に伴う窒素循環 (1990-1992, kgN/ha/yr) (イタリックはインプットからアウトプットを引いた値)

〔 その他 〕

研究課題名: 東北タイの農業生態系における養分循環に関する調査研究  
 予算区分: 国際研究 [東北タイ]  
 研究期間: 平成 12 年度 (8～12 年度)  
 研究担当者: 松本成夫  
 発表論文等: 松本成夫・Kobkiet Paisancharoen・Vithaya Trelo-ges (1999) 東北タイコンケン県における農業活動に関する窒素循環. システム農学 15 別 1: 45-46.

## 5. ブラジルの草地およびダイズ畑における窒素収支

〔要約〕 ブラジルのセラードにおける連続草地と連続ダイズ畑での窒素収支を定量化する。連続ダイズ畑では窒素肥料を施用しないにもかかわらず下層に硝酸態窒素が蓄積する。両農地において窒素収支はマイナスになり、その度合は連続ダイズ畑の方が連続草地より大きい。

国際農林水産業研究センター・環境資源部			連絡先	0298(38)6353			
部会名	国際農業	専門	土壌	対象	だいず、牧草類	分類	研究

### 〔背景・ねらい〕

ブラジルの湿潤地域の草地では土壌の肥沃度が低いにもかかわらず肥料等の資材投入量が少ないために資源収奪型な土地利用の状態になっており、今後の安定持続的な生産力の維持に問題が生じている。土壌生産力を持続的に維持する土壌管理技術の確立が望まれており、ダイズによる空中窒素の固定を活用した農牧輪換システムの導入により土壌の肥沃度を維持させる技術の確立する必要性に迫られている。ここでは、連続草地および連続ダイズ畑の窒素収支を明らかにする。

### 〔成果の内容・特徴〕

1. イネ科牧草による肉牛の放牧とダイズ作を組み合わせた農牧輪換システムの圃場試験がブラジルの肉牛研究センターで 1993 年から継続している。その連続ダイズ畑と連続草地における窒素収支を比較検討した (表 1)。
2. 連続草地では下層に硝酸態窒素の蓄積が認められないが、連続ダイズ畑では下層における硝酸態窒素の蓄積が認められる (図 1)。
3. 連続ダイズ畑では収穫による持ち出しが空中窒素固定量より多く、しかも溶脱による消失もあるので、窒素収支は大きな負の値となり、土壌窒素が収奪される (図 2)。
4. 連続草地では肉牛による持ち出し量は少ないが、家畜排泄物からのアンモニア揮散と脱窒による消失が主体で、多少の窒素固定量があるものの、全体の収支はやはり負の値となる (図 2)。
5. 窒素肥沃度を持続的に維持するためには、草地、ダイズ畑ともに窒素のインプットが必要となる。

### 〔成果の活用面・留意点〕

草地のみならずダイズ畑においても、窒素肥沃度を維持するためには窒素施肥が必要であることが、長期連用試験圃場の結果から示されたが、現象の一般化のためには異なる地域での調査研究を実施する必要がある。

### 〔 具体的データ 〕

表 1 耕種概要

連続ダイズ畑
耕起・冬休閑
施肥 無窒素
連続草地
肉牛放牧
イネ科牧草 <i>Brachiaria</i> 属
施肥 無肥料

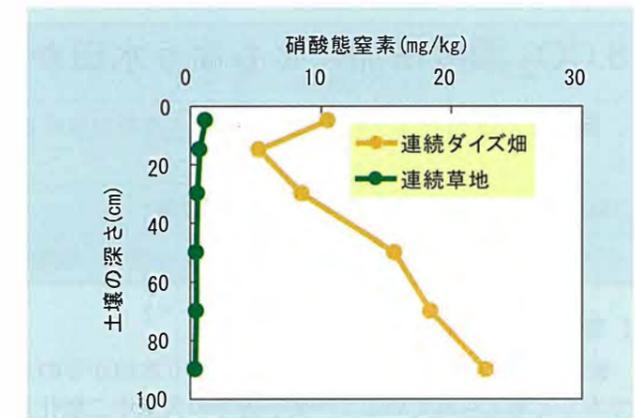


図 1 土壌断面の硝酸態窒素

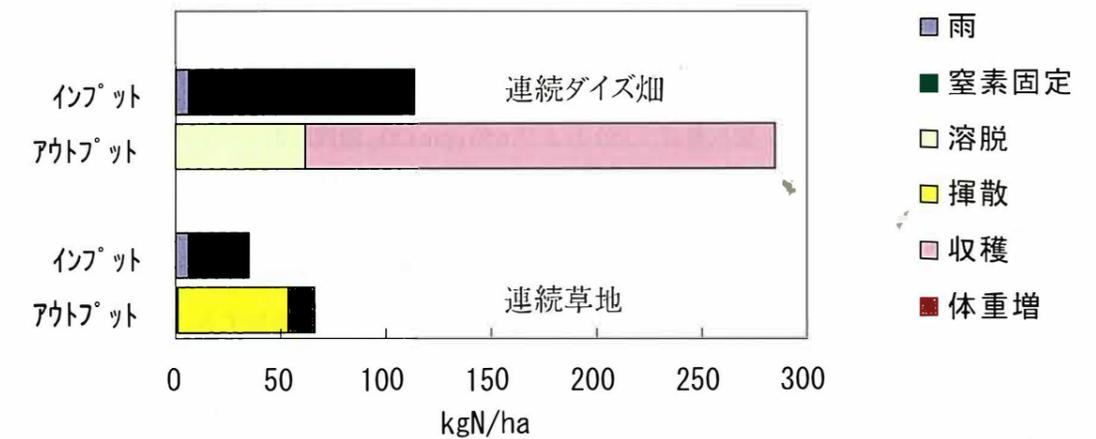


図 2 ダイズ畑と草地における窒素収支

### 〔 その他 〕

研究課題：熱帯湿潤畑における物質循環機能を活用した土壌管理技術の確立

予算区分：国際研究〔農牧輪換システム〕

研究期間：平成 12 年度 (9 ~ 12 年度)

研究担当者：神田健一・高橋幹 (農研センター)・C.H.B. ミランダ (ブラジル肉牛研究センター)

発表論文等：

- 1) Kanda, K. (2000) Nitrogen cycling in agropastoral system in the Cerrados. JIRCAS Newsletter No. 24:3
- 2) Kanda, K., Takahashi, M., C.H.B. Miranda (2001) Nitrogen flow in agropastoral system, Brazil. JIRCAS Journal, 9: 23-31

6.CO <sub>2</sub> 濃度増加にともなう水田からのメタン発生量増加							
〔要約〕 CO <sub>2</sub> 濃度増加は水稲バイオマスを増加させると同時に、水田からのメタン発生量を増加させる。							
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〕

世界的な水田耕作面積の拡大にともなう水田からのメタン発生量の増加は、地球温暖化の原因のひとつであると考えられている。一方、近年の大気中二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度の増加は、水田における炭素循環量を増加させるため、さらにメタン発生量を増大させることが考えられる。本研究では、6 基のチャンパー施設 (内容積: 20.0 m<sup>3</sup>) を用いて、現在の CO<sub>2</sub> 濃度条件下 (350 ppm) と高 CO<sub>2</sub> 濃度条件下 (650 ppm) で水稲を栽培し、大気 CO<sub>2</sub> 濃度増加が水田からのメタン発生に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

〔成果の内容・特徴〕

1. 水稲栽培期間におけるメタン発生量は、350 および 650 ppm CO<sub>2</sub> 濃度において、それぞれ 18.4 および 21.8 g/m<sup>2</sup> (1998 年)、5.6 および 13.7 g/m<sup>2</sup> (1999 年) であり、高 CO<sub>2</sub> 処理により水田からのメタン発生量は有意 (P<0.05) に増加する (図 1 および 2)。
2. メタン発生に対する CO<sub>2</sub> 濃度効果は両年とも栽培後期において顕著である (図 1 および 2)。
3. 高 CO<sub>2</sub> 濃度条件では、水稲の地上部バイオマス量は有意 (P<0.05) に増加する。また、茎数およびもみ収量も増加傾向 (P=0.05 で有意差なし) を示す (表 1)。
4. 多量の稲わらを施用した 1998 年では、栽培前期から稲わら起源のメタン発生が顕著に見られ、その結果、栽培期間全体でのメタン発生に対する CO<sub>2</sub> 濃度効果は小さい (図 1 および 2)。
5. 以上の結果は、大気中の CO<sub>2</sub> 濃度増加が水稲のバイオマス量を増加させると同時に、水田からのメタン発生量を増加させることを示唆する。

〔成果の活用面・留意点〕

地球環境変動の正のフィードバック効果として、将来における水田からのメタン発生量の推定に活用される。

〔 具体的データ 〕

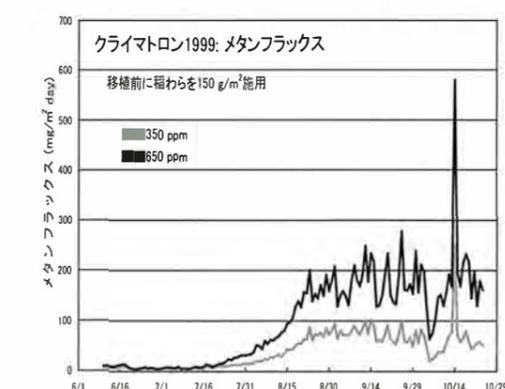
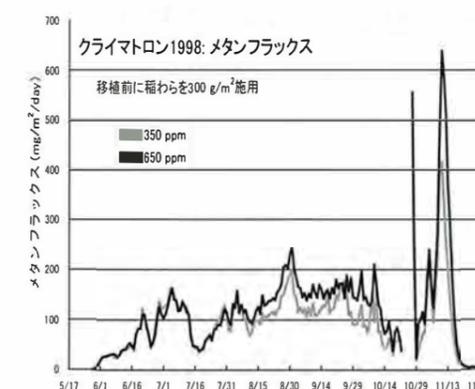


図 1 現在の CO<sub>2</sub> 濃度条件下と高 CO<sub>2</sub> 濃度条件下でのメタンフラックスの季節変化 (1998 年) (5/15 湛水・移植、10/15 収穫、移植時より、10 月下旬の最終落水まで常時湛水状態)

図 2 現在の CO<sub>2</sub> 濃度条件下と高 CO<sub>2</sub> 濃度条件下でのメタンフラックスの季節変化 (1999 年) (5/15 湛水・移植、10/6 収穫、移植時より、10 月下旬の最終落水まで常時湛水状態)

表 1 高 CO<sub>2</sub> 濃度処理が水田からのメタン発生と水稲収量に及ぼす影響

	メタン発生量*	地上部バイオマス量	地下部バイオマス量	茎数	もみ収量
	(g/m <sup>2</sup> )	(g/m <sup>2</sup> )	(g/m <sup>2</sup> )	(/m <sup>2</sup> )	(g/m <sup>2</sup> )
1998					
現在の CO <sub>2</sub> 濃度 (350 ppm)	18.4 a	1634 a	151 a	475 a	650 a
将来の CO <sub>2</sub> 濃度 (650 ppm)	21.8 b	1783 b	158 a	498 a	795 a
増加割合 (%)	18.5	9.1	5.0	4.7	22.4
1999					
現在の CO <sub>2</sub> 濃度 (350 ppm)	5.6 a	1657 a	140 a	478 a	774 a
将来の CO <sub>2</sub> 濃度 (650 ppm)	13.7 b	1802 b	138 a	511 a	839 a
増加割合 (%)	144.6	8.8	-1.5	7.0	8.4

数値の右側の異なる記号は、高 CO<sub>2</sub> 濃度処理にて有意差 (自由度 2 の 2 処理間の差に関する t 検定、P < 0.05) のあることを示す

\* 5/15 から 10 月下旬までの湛水期間の総発生量

〔 その他 〕

研究課題: 水田からのメタン発生量の評価とその抑制技術に関する研究

予算区分: 経常、科・戦略基礎 [FACE]

研究期間: 平成 12 年度 (9 ~ 12 年度)

研究担当者: 八木一行・李忠・酒井英光 (農環研)・小林和彦 (農環研)

発表論文等: Yagi, K., Li, Z., Sakai, H., and Kobayashi, K. (2000): Effect of elevated CO<sub>2</sub> on methane emission from a Japanese rice paddy, Proceedings of the FACE 2000 Conference, p. 40.

## 7. 積雪深の分布と融解状況をリモートセンシングで知る手法

〔要約〕衛星搭載マイクロ波放射計 SSM/I のデータにより、ユーラシア寒冷域の積雪深分布と、その融解状況を日単位で推定できる。

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	資源利用	対象	分類 研究

### 〔背景・ねらい〕

寒冷域は、一般に植生が脆弱なうえ気候変化の影響が大きく現われる傾向を持つ。更に、そこでの水循環は雪氷現象を伴うために、水資源の特性が際立って複雑である。このような地域での持続的生産のためには、積雪深やその融解の有無など、水資源の特性を把握して置くことが必要である。

### 〔成果の内容・特徴〕

- 北緯 35 度以北、東経 60 度～180 度の範囲にある積雪深が公表されている 830 地点から解析に耐える 339 地点を選抜し、1993 年 10 月～1998 年 4 月のデータを収集した。一方、米国の衛星 Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) 搭載のマイクロ波放射計 Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I) の画像から、積雪の地上観測地点が含まれる画素の値を取り出し、これを並べなおして、時系列衛星データセットを作成した (図 1)。
- 電磁放射強度 (輝度温度) の 19GHz と 37GHz との差 ( $\Delta T$ ) は、積雪深とほぼ一次の関係を持つ。一次関数の傾きと切片を、最大積雪深 (データセットから推定した気候値)、2 月の 19GHz 輝度温度、植生指数、夏の 37GHz 偏光輝度差 ( $T_{37V}-T_{37H}$ )、平均標高の 5 つの地理情報で重回帰し、これをもとに、ユーラシアでの積雪深分布を示す地図を作成することができる (図 2)。
- $\Delta T$  は、融解中の積雪に対しては融解水の含有率に応じて小さな値を示す。これは、液体水の誘電率の虚数部分が両周波数帯において極めて大きいためである。また、DMSP は太陽同期の衛星であるため、異なる時刻の画像が取得できる。これらを利用し、早朝と夕刻の DT の差をとることで融解している積雪の分布や強さを推定できる (図 3)。

### 〔成果の活用面・留意点〕

本研究で開発された手法と、農林水産計算センターの SSM/I データ提供システムを結合することによって、大陸スケールでの積雪深と融解域の実況を日単位で把握することができる。

### 〔具体的データ〕

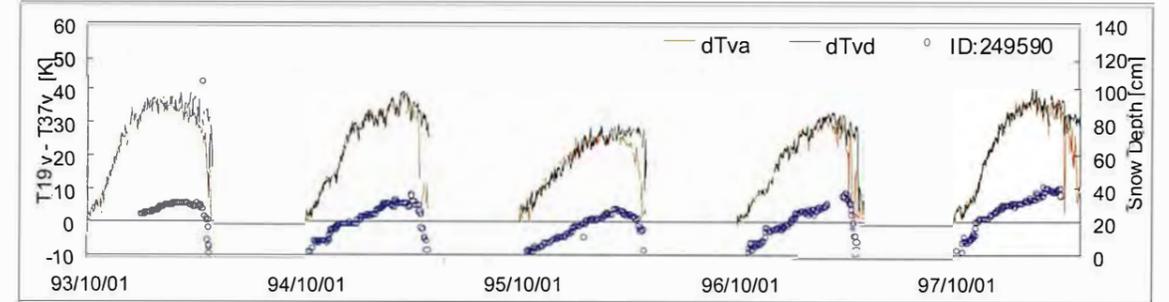


図 1 SSM/I 19GHz の垂直偏波と 37GHz の垂直偏波の輝度温度差と、積雪深の経時変化の例 (地点 ID249590: シベリア・ヤクーツク)。輝度温度差は早朝のもの (dTvd) と夕刻のもの (dTva) を示した。研究対象地域の 830 地点について同様の図を作成した。

$$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4.60 & 0.020 & 0.019 & 0.0038 & -0.14 & -0.00016 \\ -53.0 & 0.14 & 0.21 & 0.038 & 6.9 & -0.0019 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ SD_{max} \\ Tb_{19F} \\ COV \\ PI_S \\ \bar{Z} \end{pmatrix} \dots \begin{pmatrix} 0.73 \\ 0.62 \end{pmatrix}$$

$SD_{max}$ : 最大積雪深 [cm]  
 $Tb_{19F}$ : 2 月の 19GHz 輝度温度 [K]  
 $COV$ : IGBP 分類 1～7 の占有率 [%]  
 $PI_S$ : 7～8 月の 37GHz 偏光輝度差 [K]  
 $\bar{Z}$ : 平均標高 [m]

式 1.  $\Delta T$  と積雪深とを結び付ける 1 次式の傾き (a) と切片 (b) を求める式。これと SSM/I 画像より積雪深を計算する。

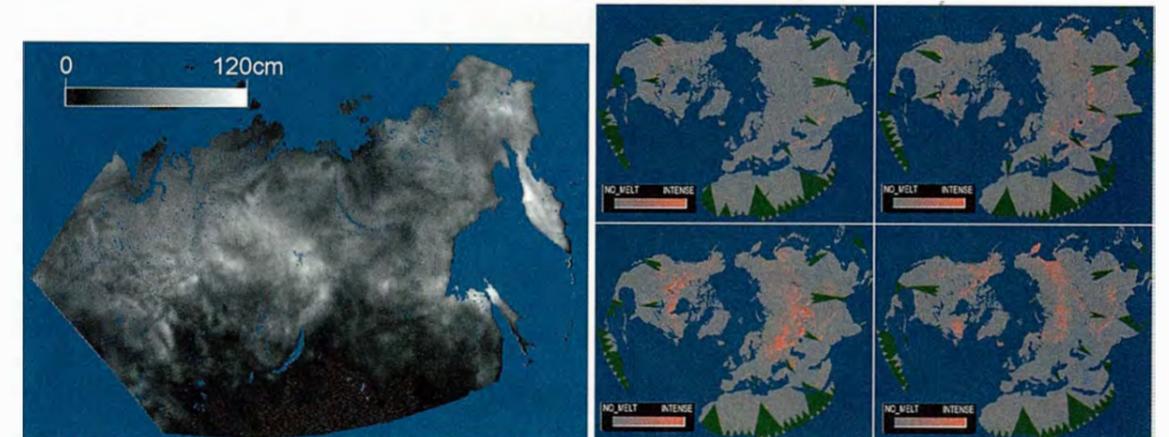


図 2 開発された手法により推定された、1998 年 3 月の積雪深分布。

図 3 1998 年 1 月～3 月の融解域の分布。

### 〔その他〕

研究課題: 高冷地域に賦存する水資源の特性解明

予算区分: 経常

研究期間: 平成 12 年度 (6～10～12 年度)

研究担当者: 大野宏之

発表論文等: Hiroyuki Ohno, Divaa Erdenetsetseg, Gombo Davaa, Dambaravjaa Oyunbaatar, Hironori Yabuki, Tetsuo Ohata (1999): Improvement of microwave remote sensing algorithm for snow amount estimation using geographic information, Preprint of the 3rd International Scientific Conference on the Global Energy and Water Cycle, p. 541-542

大野宏之, 矢吹伯裕, 大畑哲夫 (2000): 積雪深と SSM/I 輝度温度との一次関係の地理的分布, 日本気象学会 2000 年秋季大会講演予稿集, p. 436

## 8. セジロウンカに対する中国ジャポニカ水稲「春江-06」の品種抵抗性

〔要約〕中国ジャポニカ水稲「春江-06」の高度なセジロウンカ抵抗性は、優性の吸汁抑制形質と、劣性の殺卵誘導形質の複合作用によって発現し、両抵抗性形質は、それぞれ中間母本「秀水04」および「祥湖24」、「C81-40」に由来する。

国際農林水産業研究センター・生産利用部、 中国水稲研究所			連絡先	0298(38)6307			
部会名	国際農業	専門	持続農業	対象	作物保護	分類	研究

### 〔背景・ねらい〕

中国の多収性ハイブリッド水稲は米増産に貢献しているが、一方で水稲害虫を多発生させる重大な原因にもなっている。ハイブリッド水稲地帯で多発するイネウンカ類は、ジャポニカ水稲地帯にも飛来侵入し、重要な要防除害虫になっている。その結果、慣行化した殺虫剤散布は水稲害虫の殺虫剤抵抗性を発達させ、水田生態系への負荷の増大が持続的で安定した米の生産基盤を脅かしている。殺虫剤に過度に依存した現行の害虫管理を改善し、水田生態系と調和した総合管理技術を開発するために、中国水稲品種中に既存する虫害抵抗性を再評価し、その実用化を促す試験研究が求められている。

### 〔成果の内容・特徴〕

中国水稲「春江-06」は、高収量、高品質、病害抵抗性晩生ジャポニカ型品種として、1994年に中国水稲研究所で育成され、日中共同研究によって、高度なセジロウンカ抵抗性を有する事実が明らかにされた。

1. 春江-06のセジロウンカ抵抗性は、吸汁抑制に起因する非寄生性と卵巣発育の抑制、およびウンカの産下卵に対する誘導殺卵作用によって発現する(図1)。
2. セジロウンカに対する春江-06の吸汁抑制と殺卵作用の遺伝様式は、それぞれ独立した優性2遺伝子と劣性1遺伝子の関与を示唆している(表1)。
3. 春江-06の吸汁抑制抵抗性は、主として中間母本「秀水04」に、殺卵抵抗性は「祥湖24」と「C81-40」に由来する。
4. 中国ジャポニカ水稲の約10%の品種が吸汁抑制型抵抗性を、30%が殺卵型抵抗性を持っているが、春江-06を除いて、両抵抗性形質を兼備する品種は見いだされていない。

### 〔成果の活用面・留意点〕

春江-06は実用的なセジロウンカ抵抗性ジャポニカ品種の初めての品種例であり、その抵抗性の機作、遺伝、家系に関する研究結果は、セジロウンカ抵抗性ジャポニカ品種を育種する際の貴重な基礎的知見となる。

〔具体的データ〕

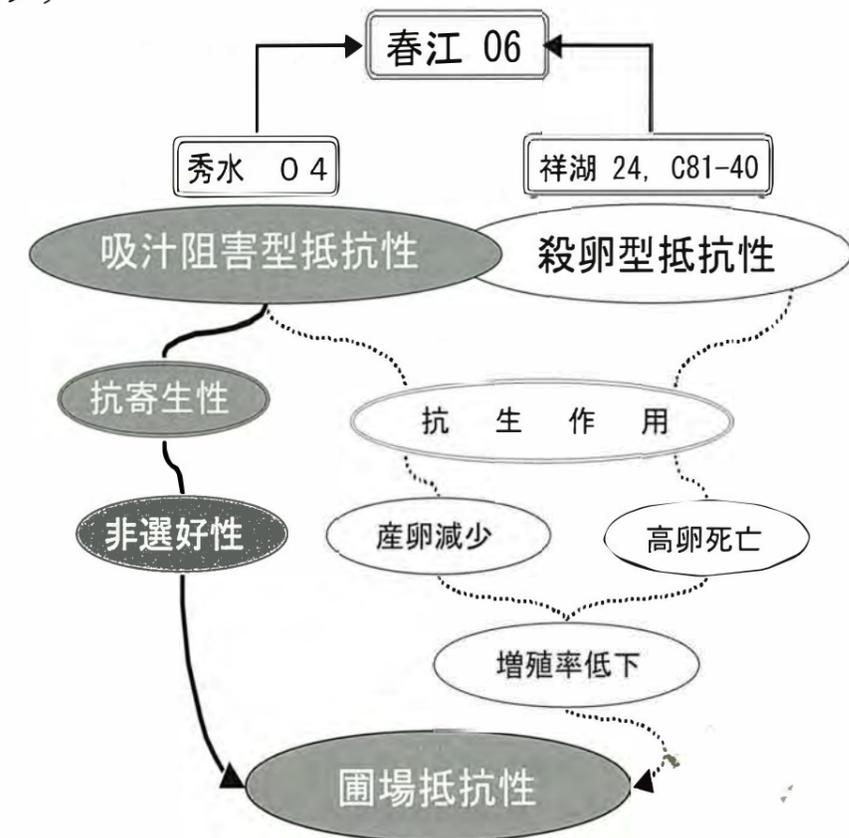


図1 春江-06のセジロウンカ抵抗性機作

表1 春江-06/TN1交雑F2イネのセジロウンカ抵抗性表現型の分離

F2集団	吸汁抑制/殺卵作用				カイ2乗 (45:15:3:1)	P
	有/無	有/有	無/無	無/有		
春江-06/TN1	42	14	4	0	1.44	0.70
TN1/春江-06	36	9	4	2	3.65	0.30

TN1: セジロウンカ感受性品種

### 〔その他〕

研究課題: 中国における移動性イネウンカ類の総合管理技術の開発

予算区分: 国際農業〔中国食料資源〕

研究期間: 平成12年度(9~13年度)

研究担当者: 寒川一成

発表論文等: ①寒川一成ら(1999)中国産ジャポニカ水稲「春江-06」のセジロウンカ抵抗性機作. 九病虫研会報45:45-53. ②寒川一成ら(2000)中国産「春江-06」のセジロウンカ抵抗性の遺伝様式と中国ジャポニカ稲における同抵抗性形質の分布. 九病虫研会報46:70-73. ③寒川一成(2000)中国ジャポニカ水稲のセジロウンカ抵抗性. 植物防疫54:238-241.

## 9. インドネシア産大豆の豆腐・テンペへの加工適性

〔要約〕インドネシア産大豆は、輸入米国産大豆と比べタンパク質含量が高く、豆腐加工適性に優れる。テンペ加工においては、粒の大きい大豆ほど収量および官能評価も高く、百粒重が 15g 程度の品種を用いれば、製品テンペの官能評価における輸入米国産大豆とインドネシア産大豆との明らかな差は認められない。

国際農林水産業研究センター・生産利用部、 インドネシア豆類イモ類作物研究所			連絡先	0298(38)6307			
部会名	国際農業・食品	専門	利用・加工	対象	農産物	分類	研究

### 〔背景・ねらい〕

インドネシアでは、大豆から様々な伝統的な加工食品が作られている。豆腐や無塩発酵大豆“テンペ”、醤油様発酵調味液“ケチャップ”、味噌様発酵大豆“タウチョ”等の大豆食品は、食素材として、調味料として、また貴重なタンパク源として、重要な役割を担っている。近年では、それらの需要の伸びとともに大豆の輸入量も急増し、総需要量の 1/3 にも達している。このため、インドネシア産大豆の生産振興のためには、インドネシア産大豆と輸入大豆の特性を調べて差異を明らかにするとともに、加工適性の優れた大豆を生産する必要が生じてきた。そこで、インドネシア産大豆の品質・加工適性を評価した。

### 〔成果の内容・特徴〕

インドネシア産大豆 14 品種および米国産輸入大豆 2 点を入手し、百粒重、タンパク質含量、脂質含量等を測定するとともに、豆腐およびテンペ加工適性を評価し、インドネシア産大豆と輸入大豆の特性を明らかにした。

1. インドネシア産大豆は、輸入米国産大豆に比べ、タンパク質含量が高く、脂質含量は低い。百粒重は、輸入米国産大豆より小さいものが多い。
2. グルコノデルタラクトンを用いた豆腐、インドネシアでよく見られる酢酸を用いた豆腐とも、豆腐の硬さと豆腐の収量の点でインドネシア産大豆が優位である (図 1, 2)。
3. テンペ加工においては、粒の大きい大豆ほどテンペの収量 (重さ、容量とも) が高く、官能評価も高い。百粒重が 15g 程度の品種を用いれば、輸入米国産大豆とインドネシア産大豆との明らかな差は認められない (図 3)。
4. 以上の結果をもとに、豆腐およびテンペ加工に適する大豆を図に表す (図 4)。

### 〔成果の活用面・留意点〕

インドネシア産大豆の特性が明らかになり、インドネシアにおける大豆栽培の振興に利用できる。しかし、今回の加工適性を評価したインドネシア産大豆は 14 点、輸入米国産大豆は 2 点に過ぎない。今後とも、他の品種や新しい品種について加工適性評価を続けていく必要がある。

### 〔具体的データ〕

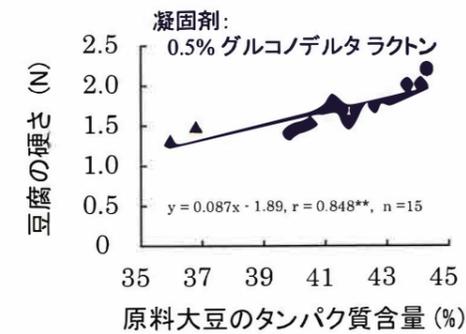


図1 原料大豆のタンパク質含量と豆腐 (充填豆腐タイプ)の硬さとの関係  
● : インドネシア産大豆  
▲ : 輸入米国産大豆

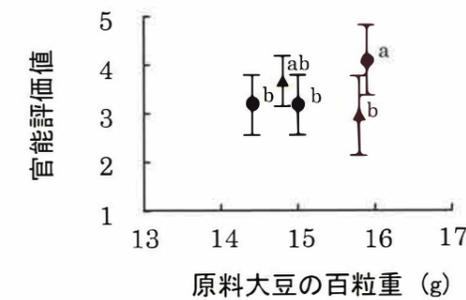


図3 原料大豆の百粒重と製品テンペの官能評価  
原料大豆使用量: 100 g。官能評価値: パネル 10人、平均値±標準偏差、総合評価、1(悪い) ~ 3(普通) ~ 5(良い)。異なる文字のついた値の間には5%水準で有意差あり。

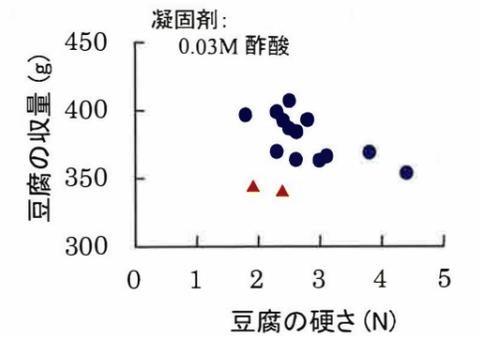


図2 酢酸を使用した豆腐 (木綿豆腐タイプ)の収量 (g)と硬さ  
原料大豆使用量: 200 g

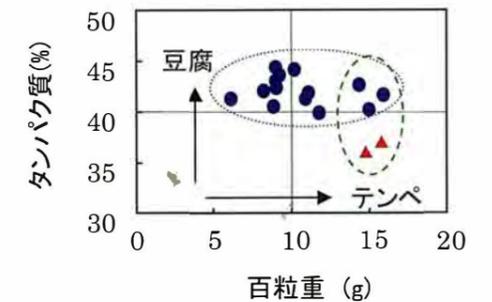


図4 インドネシア産大豆の豆腐およびテンペへの加工適性

### 〔その他〕

研究課題名: インドネシアにおける地域農産物の品質評価および有効利用

予算区分: 国際研究 [地域農業]

研究期間: 平成 12 年度 (10 ~ 12 年度)

研究担当者: 新国佐幸、Ginting, E., Antarlina, S. S., Utomo, J. S.

(インドネシア・豆類イモ類作物研究所)

発表論文等:

- 1) Utomo, J. S., Ginting, E., Antarlina, S. S., and Nikkuni, S., 2000. Evaluation of Indonesian soybean varieties for tofu and Tempe processing. Proceedings of the 3rd International Soybean Processing and Utilization Conference, October 15-20, Tsukuba, Japan, pp.347-348
- 2) Antarlina, S. S., Utomo, J. S., Ginting, E., and Nikkuni, S., 2000. Evaluation of Indonesian soybean varieties for food processing. RILET-JIRCAS Workshop on Soybean Research, Malang, Indonesia, September 28.

## 10. インドネシアにおける大豆発酵調味液ケチャップ製造用麹菌の改良

〔要約〕インドネシアの醤油様大豆発酵調味液ケチャップの麹製造用に、*Aspergillus* 属の有用株から紫外線照射により白色変異株を作成した。同国常在のアフラトキシン生産菌との識別が容易なため、スターター（種菌）として使用できる。

国際農林水産業研究センター・生産利用部、  
食品総合研究所・食品機能部・健全性評価研究室、  
インドネシア豆類イモ類作物研究所

連絡先 0298(38)6307

部会名	国際農業	専門	利用・加工	対象	農産物	分類	研究
-----	------	----	-------	----	-----	----	----

### 〔背景・ねらい〕

大豆からつくられる伝統食品の一つのケチャップは、インドネシアの醤油様の調味液である。その製造は、まず、煮熟した大豆に糸状菌を生育させ、大豆麹を調製することから始まる。その際多くの工場では、種菌を接種せず、放置した煮豆に自然に生育してくる *Aspergillus* 属等の糸状菌により大豆麹を製造する。しかしながら、インドネシアはまた、肝臓ガンを引き起こす可能性の高いカビ毒アフラトキシンを生産する *Aspergillus* 属糸状菌の常在地でもある。このため、安全性の観点から、ケチャップ麹の製造法を改良することを目的とする。

### 〔成果の内容・特徴〕

1. インドネシアの市場で購入、入手したラッカセイ、トウモロコシからは、高頻度でアフラトキシンが検出され、生産菌も分離される。
2. 採取したインドネシアの大豆麹試料からアフラトキシン生産性菌も分離されたことから、安全性の観点から大豆麹製造法を改良する必要がある（表1）。
3. *Aspergillus oryzae-flavus* 群のケチャップ用の優良菌株を選択し、紫外線照射により白色変異株を作成した。
4. これらの変異株は、製麹中に表面に出現した白色の胞子により、アフラトキシン生産菌とは外観から容易に識別され（図1）、また、変異株で調製したケチャップ諸味は、水溶性窒素、フォルモール窒素とも親株とほとんど変わらないことから、使用を推奨できる。

### 〔成果の活用面・留意点〕

インドネシアのようなアフラトキシン生産菌の常在地での白色変異株使用の有用性、必要性が認められ、今後、安全性の高い白色変異株の利用が期待される。

### 〔具体的データ〕

表1 インドネシアの農産物および麹から分離した *Aspergillus* 属菌株のアフラトキシン生産性

菌株	分離源	アフラトキシン (ppm) <sup>1)</sup>	
		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
GN1-2	ラッカセイ	N.D. <sup>2)</sup>	N.D.
GN2-2	ラッカセイ	2	Trace
GN2-3	ラッカセイ	14	0.8
Corn	トウモロコシ	0.2	Trace
PD3	粳	21	0.5
R2	精白米	0.9	Trace
M2	土壌	8	0.2
K-1	種麹 <sup>3)</sup>	N.D.	N.D.
1-1	麹, No.1	N.D.	N.D.
1-2	麹, No.1	N.D.	N.D.
1-3	麹, No.1	1	Trace
2-1	麹, No.2	N.D.	N.D.
2-2	麹, No.2	N.D.	N.D.
2-3	麹, No.2	N.D.	N.D.
2-4	麹, No.2	N.D.	N.D.
2-5	麹, No.2	13	0.3
4-1	麹, No.4	N.D.	N.D.
4-2	麹, No.4	N.D.	N.D.
4-3	麹, No.4	N.D.	N.D.
4-4	麹, No.4	N.D.	N.D.
4-5	麹, No.4	N.D.	N.D.
5-1	麹, No.5	N.D.	N.D.
5-2	麹, No.5	N.D.	N.D.
5-3	麹, No.5	N.D.	N.D.
5-4	麹, No.5	N.D.	N.D.
5-5	麹, No.5	N.D.	N.D.
5-6	麹, No.5	N.D.	N.D.
6-1	麹, No.6	N.D.	N.D.
6-2	麹, No.6	N.D.	N.D.
6-3	麹, No.6	N.D.	N.D.
6-4	麹, No.6	N.D.	N.D.
6-5	麹, No.6	N.D.	N.D.

<sup>1)</sup> 7日間培養したGY培地中のアフラトキシン濃度

<sup>2)</sup> 検出せず、検出限界、アフラトキシンB<sub>1</sub>で10 ppb

<sup>3)</sup> 日本製醤油用種麹



図1 白色変異株等を用いたケチャップ麹の調製

接種後3日間28℃での培養後の麹

- Control : 菌は接種せず (原料: 黒大豆)  
 1-1 : ケチャップ麹No.1からの分離菌株  
 2-5 : ケチャップ麹No.2から分離されたアフラトキシン生産菌  
 K-1 : 日本製種麹からの分離菌  
 T-1 : テンペ用の種菌  
 1-1 A : 1-1 からの白色変異株  
 K-1A : K-1 からの白色変異株

### 〔その他〕

研究課題名: インドネシアにおける地域農産物の品質評価および有効利用

予算区分: 国際研究〔地域農業〕

研究期間: 平成12年度(10~12年度)

研究担当者: 新国佐幸、後藤哲久(食総研・食品機能部)、Ginting, E., Antarlina, S. S., Utomo, J. S. (インドネシア・豆類イモ類作物研究所)

発表論文等:

1. Goto, T., Ginting, E., Antarlina, S. S., Utomo, J. S., Ito, Y., and Nikkuni, S., 1999. Aflatoxin contamination of agricultural commodities and fungi isolated from those in Indonesia. Proceedings of the International Symposium of Mycotoxicology, September 1999, Chiba, Japan, pp. 211-215.
2. Goto, T., Ginting, E., Antarlina, S. S., Utomo, J. S., and Nikkuni, S., 1999. Aflatoxin contamination of agricultural commodities on market and mycotoxin productivity of fungal isolates from Java, Indonesia. Final Program of the 113th AOAC International Annual Meeting, September 1999, Houston, USA, P. 74.
3. Nikkuni, S., Ginting, E., Antarlina, S. S., and Utomo, J. S., 2000. Improvement of Kecap koji making process using a white-spored mutant of koji mold. RILET-JIRCAS Workshop on Soybean Research, Malang, Indonesia, September 28.
4. Nikkuni, S., Ginting, E., Antarlina, S. S., and Utomo, J. S., 2000. Isolation of white-spored mutants from the koji molds for the production of Kecap, an Indonesian soy sauce. Proceedings of the 3rd International Soybean Processing and Utilization Conference, October 2000, Tsukuba, Japan, pp. 345-346.

## 11. 東北タイ緩斜面畑地におけるアレイクロッピング技術

〔要約〕 東北タイ緩斜面畑地においてアレイクロッピングに用いる樹種としては、ギンネムが適している。熱帯モンスーンの降雨に支配される樹木生育パターンからみて、緑肥として用いるための適正な刈込み間隔としては年3回、樹木間における作物の生育及び栽培管理上からみて、適正な並木間隔は20mである。

国際農林水産業研究センター・生産利用部			連絡先	0298(38)6307			
部会名	国際農業	専門	栽培	対象	畑作物・林木	分類	国際

### 〔背景・ねらい〕

東北タイでは、過去30年間に急速に森林が伐採され、年間を通じた植生の欠如により土地保水力が減少し干ばつと洪水が頻発するようになった。一方では、切り開かれた緩斜面畑における土壌浸食が著しく、持続的な農業生産が危惧されている。本研究は、作物と樹木を有機的に結合させた農業生産システムを構築する一環として、アレイクロッピングにおいて、樹木と作物の生育からみた適正な管理方式を明らかにすることを目的としている。

### 〔成果の内容・特徴〕

- マメ科3樹種 (*Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Desmanthus virgatus*) の生育を比較し、適応性が最も優れていた *Leucaena leucocephala* (ギンネム) を斜面畑地 (斜度5%) において等高線に沿い、土壌浸食防止のため株間25cmで並木植えたアレイクロッピング圃場 (0.5ha: 50x100m) を造成した (図1, 図2)。
- ギンネムの生育は旺盛であり、雨期始めの5月に地上部40cmで刈込んだ場合、雨期終わりの10月には樹高5m、樹冠幅4.5mに達する。
- 毎月伐採による再生量は、雨期に多く乾期で少なくなり、月別の降雨パターンと類似している (図3)。刈込みによる畑地への緑肥供給の目安となる累積再生量は、刈込み間隔が長くなるほど増加するが (図4)、一方で刈込んだ枝が大きくなると、土壌への混和作業が困難になる。
- 樹木近くの作物の生育は、雨期作では主として樹冠による光遮蔽、乾期作では樹根による土壌水分収奪のために阻害される。影響を受ける距離は、落花生3m、緑豆4mおよびスイートコーンで6mであり、作物の生育量が大きいほど樹木の影響が大きい。並木間隔をかえた場合、スイートコーンの群落中央部の生育は、5、10mで低下するが、20m間隔では対照区と同程度である (表1)。
- 以上の結果より、ギンネムを用いるアレイクロッピングにおける管理方式として、樹木の刈込みは省力と有機物供給を考慮して年3回 (雨期2回、乾期1回)、並木間隔は土壌浸食防止、作物生育および作業管理上から20mが適当と判断される。

### 〔成果の活用面・留意点〕

本成果は東北タイの緩斜面畑地におけるギンネムを主体としたアレイクロッピングの管理指針として利用できる。

### 〔具体的データ〕



図1 ギンネムの刈込み作業



図2 並木間における播種作業

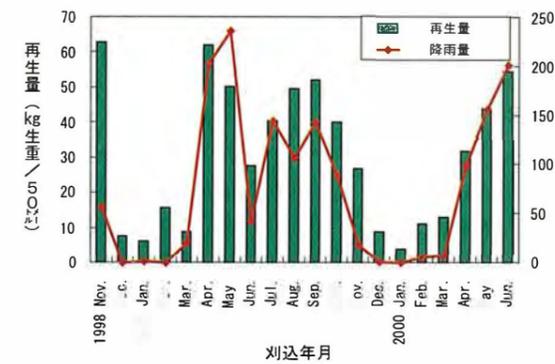


図3 ギンネム刈込み後の再生量の月別変化

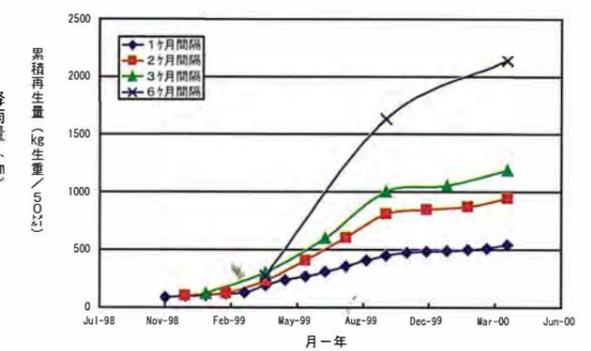


図4 刈込み間隔が累積再生量に及ぼす影響

表1 並木間隔をかえた場合のスイートコーン群落中央部の生育比較

試験区	並木間隔	成熟期全乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	
		平成10年 (雨期)	平成11年 (雨期)
アレイクロッピング	5m	217 a	257 a
	10m	756 b	635 b
	20m	1180 c	1080 c
対照区	—	1159 c	—

注) 対照区としては、近接の樹木無植栽圃場の材料を用いた。

### 〔その他〕

研究課題名 : タイ東北部における土壌保全型ファーミングシステムの開発  
 予算区分 : 国際農業 (東北タイ)  
 研究期間 : 平成12年度 (7~12年度)  
 研究担当者 : 梶木信幸・片岡健治 (宇都宮大)・田淵隆一 (森林総研)  
 発表論文等 : Kabaki, N. et al 1999. Development of sustainable farming systems in Northeast Thailand. Proceeding "JIRCAS Seminar in Bangkok 1999", 114-117

## 12. 下層土破碎処理による畑地土壌水分の有効利用技術

〔要約〕東北タイ緩斜面畑地において、サブソイラにより深さ 50～60cm の下層土破碎処理を行うことにより、雨期の斜面流去水を土壌深層に蓄えることができ、土壌水分を増加させるとともに、土壌硬度を減少させて、作物生育を促進することができる。

国際農林水産業研究センター・生産利用部

連絡先 0298(38)6307

部会名	国際農業	専門	栽培	対象	畑作物	分類	国際
-----	------	----	----	----	-----	----	----

### 〔背景・ねらい〕

東北タイの畑作は、なだらかな起伏が連続する丘陵地帯において営まれている。この地帯においては、降雨による表面流去水による土壌浸食が最も大きな問題であり、作物栽培のための表土と栄養分を洗い流して土地生産性を低下させている。一方、水利用の面からみても、流去水を十分に活用できないことは、資源の効率的利用の観点から改善が必要と考えられる。本研究は、緩斜面畑地において表面流去水を捕捉して、作物栽培に有効利用するための土壌処理技術を開発することを目的としている。

### 〔成果の内容・特徴〕

- 緩斜面畑地（斜度 5%）において、トラクタに装着した振動型サブソイラにより雨期始めの 5 月に下層土破碎処理を行う。斜面に直角方向（等高線状）、間隔は 120cm として、ブレードにより深さ 50～60cm まで亀裂を入れ、最下部は弾丸状の鉄塊により暗渠（直径 15cm）を形成する（図 1）。
- 作物の生育は下層土破碎処理により大幅に促進される。この効果は雨期作より乾期作において顕著に認められ、対照区が水分ストレスで萎凋し生育が阻害されるのに対して、下層土処理区では旺盛な生育を示す。処理の効果は当年度だけでなく、前年度に処理を行った圃場で次年度に作付けを行った場合においても、その程度は小さくなるが明らかである（表 1）。
- 乾期における土壌水分の推移をテンシオメータにより深さ別に測定した結果、日数の経過に従って表層から下層の順に土壌水分張力が高くなって乾燥していくことが認められる。下層土破碎区では、とくに深層で水分が高く維持される（図 2）。
- 乾期の不耕起栽培圃場の土壌硬度は、下層土破碎区でいずれの深度においても対照（無破碎）区より低い（表 2）。
- 以上の結果より、下層土破碎処理は雨期の表面流去水を捕捉することにより、土壌水分の分布および土壌硬度に好適な影響を及ぼし、作物の生育を促進するものと推測される。

### 〔成果の活用面・留意点〕

- 下層土破碎処理の影響は、とくに土壌の攪乱が少ない不耕起栽培において顕著にあらわれる。
- 下層土破碎処理の効果を高めるためには、圃場の状況に応じて、施工時期や施工方法（方向・深さ・間隔等）を検討する必要がある。
- 作物の水分ストレスを緩和するので、雨期のドライスペル、乾期始めの乾燥を克服して合理的な作付体系を構築するのに有効な手段である。

### 〔具体的データ〕



図 1 サブソイラによる下層土破碎作業

表 2 不耕起栽培圃場における深さ別土壌硬度（平成 12 年乾期作）

深さ (cm)	土壌硬度 (kg/cm <sup>2</sup> )	
	下層度破碎区	対照区
10	9.8	16.2
20	11.6	21.0
30	15.4	22.8

注) 土壌硬度計 (SR2) で測定

表 1 下層土破碎処理が作物の生育に及ぼす影響（平成 12 年）

作期 (作物)	処理	成熟期乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	
		平成 12 年処理	平成 11 年処理
平成 12 年雨期作 (スイートコーン)	下層土破碎	1455 (156)	1164 (122)
	無破碎 (対照)	927 (100)	955 (100)
平成 12 年乾期作 (ソルガム)	下層土破碎	921 (203)	739 (138)
	無破碎 (対照)	453 (100)	535 (100)

注) 下層土破碎処理は平成 11 年、12 年の 5 月、作物栽培は平成 12 年雨期・乾期に実施

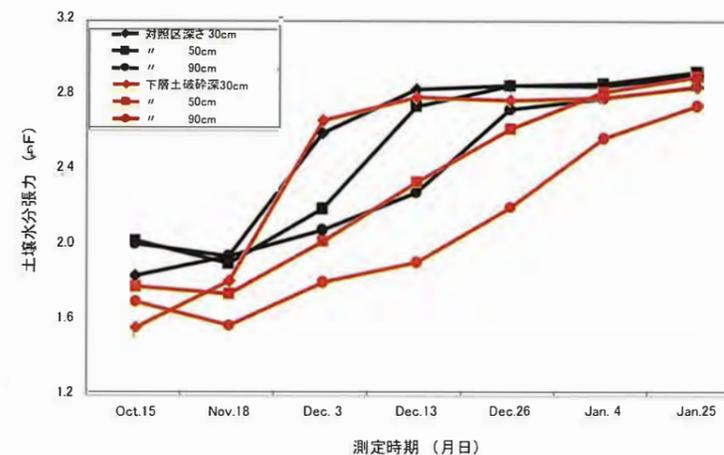


図 2 異なる土壌深度における土壌水分張力の変化（平成 11 年乾期ソルガム耕起栽培）

### 〔その他〕

研究課題名：タイ東北部における土壌保全型ファーミングシステムの開発

予算区分：国際農業（東北タイ）

研究期間：平成 12 年度（7～12 年度）

研究担当者：梶木信幸・三浦憲蔵（農研センター）

発表論文等：Kabaki, N. 2000. Technologies for efficient and labor saving cropping system in Northeast Thailand. Proceeding "Workshop on Linkage between Biological and Social Science 2000" edited by ITCAD-JIRCAS.

### 13. 東北タイ砂質畑地帯における不耕起栽培の適用性

〔要約〕 東北タイ砂質畑地帯において、不耕起栽培は土壤浸食防止、雑草発生の抑制および土壤水分の保持に有効である。不耕起栽培における作物の出芽と生育は雨期、乾期ともに耕起栽培におけるより優れている。

国際農林水産業研究センター・生産利用部			連絡先	0298(38)6307			
部会名	国際農業	専門	栽培	対象	畑作物	分類	国際

〔背景・ねらい〕

熱帯モンスーン気象条件下での作物栽培における圃場準備作業には多くの問題が伴う。雨の合間をぬって行う雨期始めの耕起作業は忙しく、圃場が軟らかい条件では不可能になり、また耕起後の大量降雨で土壤浸食が起きやすくなる。乾期における耕起作業は土壌が固く困難であるとともに、耕起により土壤水分が失われて作物の生育に不利な影響を与える。本研究は、東北タイ砂質畑地帯において、省力かつ効率的な作物生産を実現するために、不耕起栽培技術を開発することを目的としている。

〔成果の内容・特徴〕

1. 国際農林水産業研究センター圃場管理室において、逆転ロータリ耕機の爪を外して、円盤ディスクを取り付けた溝切り機に市販のドリルシードを接続した乗用トラクタ装着型不耕起播種機を試作した。現地の砂質土壌では駆動ディスクによる溝切りの精度が高く、作物残さや雑草が多い条件下でも確実な播種・施肥が可能である(図1)。
2. 不耕起播種は土壌が固い条件で行うので、降雨で土壌が軟らかく耕起作業が困難な場合にも播種作業が可能であり、作付促進に有効である。また、耕起後の降雨でしばしば起こる土壌流亡も認められない。雑草発生に関しては、土壌を攪乱しないこと、および播種前処理の除草剤で枯死した雑草による被覆効果で、新たな雑草の発生が抑制される(図2)。
3. 土壤水分は不耕起区が耕起区より高く推移する。土壤硬度は不耕起区が高く、とくに土壌が乾燥する乾期で著しく高く、作物根の貫入を阻害する場合も認められる(表1)。
4. スイートコーン、ソルガム等の作物の出芽性は不耕起区が高いが、その理由として雨期では耕起による土壌表面のクラスト形成が起きないこと、乾期では耕起区より土壤水分を高く維持することが考えられる。成熟期乾物重も出芽性を反映して、不耕起区が耕起区より高い傾向にある(表2)。
5. 以上の結果より、東北タイの砂質畑地帯における不耕起栽培の適用性は高く、作物生産の省力大規模化の見地から有望と考えられる。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 本成果は砂質土壌で行ったものであり、粘土質土壌等、土質が異なる場合は新たな検討が必要である。
2. 乾期の土壤硬度増加を緩和する手段として、有機物投入、下層土破碎等の対策が考えられる。

〔 具体的データ 〕



図1 不耕起播種(試作)機



図2 不耕起播種による出芽状況

表1 耕起及び不耕起が土壤特性に及ぼす影響

試験区	雨 期 (1999)				乾 期 (1998)			
	土壌水分 (%)		土壌硬度 (kg/cm <sup>2</sup> )		土壌水分 (%)		土壌硬度 (kg/cm <sup>2</sup> )	
	10cm	20cm	10cm	20cm	10cm	20cm	10cm	20cm
耕 起	6.04	9.44	0.1	3.0	1.77	3.08	3.3	3.9
不耕起	8.50	9.82	9.0	13.1	2.79	4.08	7.4	17.9

注) : 土壤特性は作物の条間(雨期:8月、乾期:11月)、深さ10と20cmで測定した。

表2 耕起及び不耕起が作物生育特性に及ぼす影響

試験区	雨 期 (1999: スイートコーン)		乾 期 (1999: ソルガム)	
	出芽率	成熟期乾物重	出芽率	成熟期乾物重
	(%)	(g/m <sup>2</sup> )	(%)	(g/m <sup>2</sup> )
耕 起	82.5 (100)	1403 (100)	70.6 (100)	697 (100)
不耕起	87.5 (106)	1690 (120)	82.1 (116)	927 (133)

〔 その他 〕

研究課題名 : タイ東北部における土壤保全型ファーミングシステムの開発  
 予算区分 : 国際農業(東北タイ)  
 研究期間 : 平成12年度(7~12年度)  
 研究担当者 : 梶木信幸・田村治男・小松 隆  
 発表論文等 : Kabaki, N. 2000. Technologies for efficient and labor saving cropping system in Northeast Thailand. Proceeding "Workshop on Linkage between Biological and Social Science 2000" edited by ITCAD-JIRCAS

## 14. 東北タイ畑地優占雑草に対する機械除草の効果

〔要約〕 東北タイの畑地で優占している雑草、ハシカグサモドキの防除には、管理機により作物条間のロータリ耕を行う機械除草の効果が高い。雑草防除に必要な除草回数は、作物の種類により異なり、初期生育速度が大きい作物ほど少ない。

国際農林水産業研究センター・生産利用部			連絡先	0298(38) 307			
部会名	国際農業	専門	栽培	対象	畑作物・雑草	分類	国際

### 〔背景・ねらい〕

熱帯モンスーン気象に属する東北タイでは、雑草の生育が旺盛であり、畑作物栽培における大きな問題となっている。高温下での手取り除草は過酷な労働であり、農家が収益安定のために、多作目の生産へ向かう意志を阻害させる原因の一つともなっている。本研究は、畑作物栽培において効率的な雑草防除体系を開発する一環として、機械除草技術の導入とその評価を行うことを目的としている。

### 〔成果の内容・特徴〕

1. 機械除草は、作物条間を管理機に装着したロータリにより耕起して行う(図1)。この作業は同時に作物に土盛りする培土も兼ねており、倒伏防止の効果もある。歩行と同じ速度(1.2 sec/m)で行い、管理機1台による10a当たりの作業時間は約1時間である。
2. 東北タイの畑地では、南米原産のハシカグサモドキ(*Richardia scabra* L)が優占しており、作物への強害草となっている(図2)。機械除草により根を引き抜くと水分を失い萎凋するが、防除効果を再び水に浸した時の回復度でみた場合、当初水分の60%以上を失った段階で不可逆的に枯死することが認められる(図3)。通常の圃場条件(晴天)において、この水分欠失になるには2~3時間で十分であり、降雨と晴天が相前後する雨期作の気象条件下における適用の目安となる(図4)。
3. 機械除草の効果は作物の種類によって異なる。ソルガムやパールミレットのように生育の速度が大きい作物は雑草害も小さく、スイートコーンや緑豆よりも除草回数が少なくても十分である。雑草の発生量も作物の種類および除草回数に応じて変動することが認められる(表1)。
4. 以上の結果より、東北タイ畑地優占雑草ハシカグサモドキへの機械除草の適用性は高く、雑草防除の省力化の観点から適用可能と判断される。

### 〔成果の活用面・留意点〕

1. 作物を傷つけずに作業を行うためには、条間隔が50cm以上必要である。
2. 雑草が大きくなるとロータリ爪に巻き付き、能率が低下するため、幼植物時点での適用が望ましい。
3. 作業前に作物条に追肥すると、培土により施肥効果を高めることができる。
4. 管理機の導入のため当面の投資が必要である。除草労賃、除草剤経費との比較、共同使用等も考慮に入れる必要がある。

### 〔具体的データ〕



図1 管理機による作物条間機械除草



図2 畑優占雑草(ハシカグサモドキ)

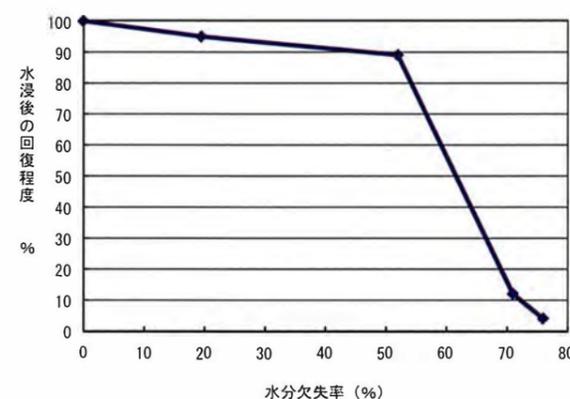


図3 水分欠乏がハシカグサモドキの回復度に及ぼす影響

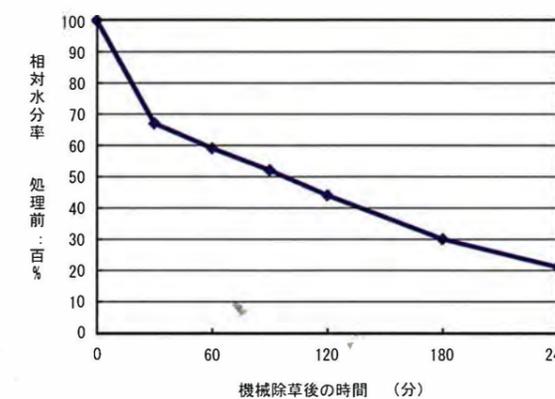


図4 機械除草後の体内水分比率の変化(ハシカグサモドキ)

表1 管理機による条間機械除草が作物及び雑草の生育に及ぼす影響(平成11年雨期作)

	雑草乾物重 (g/m <sup>2</sup> )				雑草乾物重 (g/m <sup>2</sup> )		
	除草回数				除草回数		
	0	1	2	3	0	1	2
スイートコーン	215 (41)	418 (80)	486 (93)	524 (100)	436	361	167
ソルガム	456 (81)	541 (96)	508 (90)	566 (100)	133	50	53
パールミレット	480 (70)	615 (90)	676 (98)	686 (100)	311	133	75
緑豆	87 (44)	110 (56)	143 (72)	198 (100)	575	442	475

注) 除草は管理機により播種後3, 6, 9週間後に実施した。

### 〔その他〕

研究課題名: タイ東北部における土壌保全型ファームリングシステムの開発

予算区分: 国際農業(東北タイ)

研究期間: 平成12年度(7~12年度)

研究担当者: 柁木信幸・森田弘彦(農研センター)

発表論文等: 森田弘彦・柁木信幸 2000. 東北タイの耕地雑草相の特徴と畑雑草ハシカグサモドキ防除の2,3の視点. 雑草研究 45 別 172-173

## 15. メコンデルタの水稲潤土直播栽培における収量性からみた最適播種量

〔要約〕メコンデルタの水稲潤土直播栽培において、慣行播種量（200～250kg/ha）より少ない播種量（50～100kg/ha）で最高収量が得られる。必要な苗立数確保と手播ムラを小さくするためには、播種量（80～100kg/ha）が奨励される。本播種量は慣行播種量の1/2～1/3に節減されるため新品種の普及および種子の更新が促進されると共に種子費用も節減できる利点がある。

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	栽培	対象	水稲	分類	国際

### 〔背景・ねらい〕

メコンデルタ水稲2・3期作地帯においては、極早生（約90日）および早生（95-105日）の穂数型品種を用いて、移植作業の省力化、良好な苗立ちおよび雑草防除を兼ね潤土面に催芽初を密播（200～250kg/ha）する潤土直播栽培の播種面積が250万ha以上に達している。近年、窒素施肥量の増加に伴い水稲の過繁茂、倒伏の増加、病害虫の多発による収量の停滞および新品種の普及に際し、多くの種子量を必要とすることが問題となっている。そこで収量向上と播種量の軽減を図るため最適播種量を検討する。

### 〔成果の内容・特徴〕

- 潤土直播栽培水稲のm<sup>2</sup>当たり穂数は、慣行播種量（200kg/ha）より播種量が少なくなるに伴って減少するが、1穂数および登熟歩合は播種量が減少するに伴い増加し、1穂登熟歩数は播種量が減少するに伴って増加する（表1, 図1）。
- 各播種量におけるm<sup>2</sup>当たり登熟歩数の慣行播種量に対する比率は、播種量が200kg/haから100kg/haへ低下するに伴って高くなる。播種量50～100kg/haの値が最も高く、25kg/haでは低下する（図1）。
- 雨期及び乾期作ともに、収量は播種量50～100kg/haで最も高く、この播種量より少ない場合または多い場合にも、収量が低下する（表1, 表2）。
- 高い収量を得るために必要な苗立数と手播による苗立ちムラを少なくするための最適播種量として80～100kg/ha播き奨励される。本播種量は慣行播種量の1/2～1/3に軽減されるため新品種の普及および種子の更新が促進されると共に種子費用も節減できる利点がある。

### 〔成果の活用面・留意点〕

- 本奨励播種量は灌漑排水の良い地区および高い苗立ちを得ている農家を対象とする。
- 本奨励播種量は慣行播種量に比べて少ないため、均一な播種を行うためには数回に分けて播種する必要がある。また、播種量80および100kg/ha播きの雑草発生量は慣行播種量よりやや多くなるので、代かきおよび除草剤を適期処理して雑草防除を行う必要がある。

### 〔具体的データ〕

表1 潤土直播栽培の収量および収量構成要素に及ぼす播種量の影響

播種量 (kg/ha)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )		1穂登熟歩数 (粒)		登熟歩合 (%)		収量 (t/ha)	
	1998 雨期	98-99 乾期	1998 雨期	98-99 乾期	1998 雨期	98-99 乾期	1998 雨期	98-99 乾期
25	361 c	429 e	30 a	46 a	62 a	82 b	3.02 b	5.48 c
50	410 b	475 d	29 a	44 b	60 ab	84 a	3.33 a	5.69 b
75	—	507 c	—	44 b	—	85 a	—	6.13 a
100	437 a	547 b	27 a	38 c	60 ab	83 ab	3.29 a	5.66 bc
150	453 a	—	21 b	—	59 b	—	2.70 c	—
200	446 a	611 a	18 b	31 d	55 c	78 c	2.25 d	5.09 d

注) 試供品種: IR64. 異なるアルファベット間には5%水準で有意差がみられる。

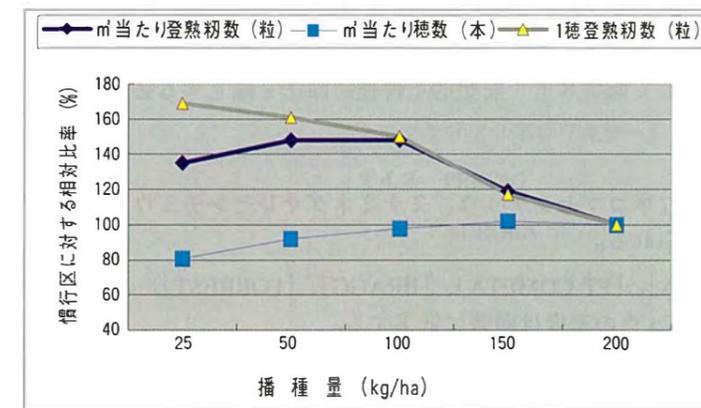


図1 各播種量における穂数、1穂及びm<sup>2</sup>当たり登熟歩数の慣行播種量（200kg/ha）に対する比率（1998年雨期作）

表2 各播種量における収量の慣行播種量

年次	作期	試験区 または場所	播種量 (kg/ha)							収量 (t/ha)
			25	50	75	80	100	150	200	
1998	雨期	SRT	136	149	—	—	144	123	100	1.97
〃	〃	NAM	—	127	—	—	124	—	100	2.65
〃	〃	SHSF	—	111	—	—	106	—	100	2.94
2000	〃	TN	—	—	—	—	106	—	100	3.65
1998-99	乾期	SR	110	116	123	—	115	—	100	4.84
〃	〃	NAM	—	—	—	—	98	—	100	4.93
〃	〃	SHSF	—	—	—	108	—	—	100	5.40
1999-00	〃	TN	—	—	—	—	109	—	100	6.11

注) SR: 播種量、NAM: 窒素施肥試験、SHSF: ソンハウス国営農場、TN: カントー省トノ県試験

### 〔その他〕

研究課題名: メコンデルタファーミングシステムにおける水稲の生育診断に基づく高品質多収技術の開発  
 予算区分: 国際農業 (メコンデルタ)  
 研究期間: 平成 12 年 (10～12 年度)  
 研究担当者: 平岡博幸、P.S.Tan, T.Q.Khuong and T.T.N.Huan (Agro. Dept., CLRR1)  
 発表論文等: Hiraoka H. Tan, P.S., Chin D.V., Khuong T. Q., and Hach C. U. 2000. Effect of seed rates and seeding methods on wet-seeded rice culture in alluvial soil of the Mekong Delta. International Workshop on Direct Seeding in Asian Rice Systems: Strategic Research Issues and Opportunities. Rice Research Institute of Thailand. & IRRI, Bangkok, Thailand. in Jan. 24- 27, 2000. Under editing.

## 16. パラグアイの有害線虫抑制に有効なダイズ品種、輪作作物及び対抗植物

〔要約〕 ジャワネコブセンチュウの線虫密度低下にダイズ5品種、ミナミネグサレセンチュウではダイズ1品種、輪作作物1品種、対抗植物1品種、ニセフクロセンチュウではダイズ3品種、輪作作物1品種が利用できる。

国際農林水産業研究センター・生産利用部、 農業研究センター、北海道農業試験場、 パラグアイ農牧省、国際協力事業団パラグアイ農業総合試験場			連絡先	0298(38)6362			
部会名	国際農業	専門	作物虫害	対象	ダイズ	分類	国際

### 〔背景・ねらい〕

現在、パラグアイは日系農協を中心に大規模なダイズの不耕起栽培で世界一の単収を上げている。今後とも高生産性を維持し安定化させるためには栽培・土壌・病害虫等の問題を解決しなければならない。その一つに線虫問題があり、輪作体系を通して低コスト・安定的な耕種防除法を確立する必要がある。

### 〔成果の内容・特徴〕

1. パラグアイのダイズ栽培地ではジャワネコブセンチュウ、ミナミネグサレセンチュウ及びニセフクロセンチュウの3種の有害線虫が認められる。
2. ダイズ品種（「BR-6」、「SANTA ROSA」、「FT-COMETA」、「BRAGG」、「FORREST」）の5ヶ月間栽培（以下同じ）によりジャワネコブセンチュウの密度は顕著に低下する。
3. 輪作作物（エンバク「ハイオーツ」）、対抗植物（クロタラリア）、ダイズ品種「PEKING」を栽培することで、ミナミネグサレセンチュウの密度を播種時の90%～20%に低下できる。
4. ダイズ品種（「SHARKY」、「PICKETT」、「FORREST」）、輪作植物（ソルガム）を栽培することで、ニセフクロセンチュウの密度は80%～30%に低下できる。

### 〔成果の活用面・留意点〕

1. ダイズ圃場の発生線虫の種を確定後、有効な耕種防除のための作物を選定する必要がある。
2. ソルガムはミナミネグサレセンチュウには効果が無く反対に線虫を増やし、被害を助長するので栽培に当たって注意する必要がある。

### 〔具体的データ〕

表1 ダイズ品種、輪作作物および対抗植物のダイズ加害線虫抑制効果

線虫	作物(品種)	線虫密度		減少率
		初期	終期	
ジャワネコブセンチュウ	ダイズ BR-6	8.0	0	100.0%
	SANTA ROSA	39.0	0	100.0
	FT-COMETA	39.0	0.1	99.7
	BRAGG	16.3	0.1	99.4
	FORREST	16.3	0.4	97.5
ミナミネグサレセンチュウ	AURORA	3.2	16.0	*****
	エンバク「ハイオーツ」	21.1	1.6	92.4
	クロタラリア「ネコブキラー」	6.9	3.4	50.7
	ダイズ PEKING	31.2	24.5	21.5
	AURORA	47.2	79.6	*****
ニセフクロセンチュウ	ソルガム「ラッキーソルゴ」	0.2	182.8	*****
	ダイズ SHARKY	132.4	25.1	81.0
	PICKETT	46.0	21.1	54.1
	FORREST	60.1	36.6	39.1
	ソルガム「ラッキーソルゴ」	8.0	5.5	31.2
ダイズ AURORA	115.2	204.8	*****	

ジャワネコブセンチュウは鉢試験結果。他の2種は圃場試験結果。  
初期：栽培前線虫密度(A)、終期：栽培後線虫密度(B)、減少率： $[1 - (B/A)] \times 100\%$   
線虫密度：線虫数/土壌20g、線虫分離法：ベルマン法72時間、25℃。  
\*\*\*\*\*：増加のため、数値表示せず

### 〔その他〕

研究課題名：大豆作における線虫発生生態の解明と防除技術の開発

予算区分：国際研究(南米大豆)

研究期間：平成12年度(10～13年度)

研究担当者：清水 啓(生産利用部)・Fabio Centurion(国際協力事業団パラグアイ農業総合試験場)・奈良部孝(農研センター)・植原健人(北農試)

発表論文等：Shimizu, K., F. Centurion, T. Narabu and N. Minagawa (2000) Plant parasitic nematodes in a soybean field in Paraguay. X X II Congresso Brasileiro de Nematologia 140pp., 102.

## 17. 脂肪細胞への分化抑制効果を示す大豆発酵食品中の生理機能性成分

〔要約〕タイのタウジャオ(みそ様発酵食品)、醤油、腐乳、日本の味噌などの大豆発酵食品に含まれる物質 1-メチル-1,2,3,4-テトラヒドロ-β-カルボリン-3-カルボン酸(MTCA)は、脂肪細胞への分化を抑制する。MTCA の含量を定量することにより脂肪細胞への分化抑制活性を推定することができる。

国際農林水産業研究センター・生産利用部、食品総合研究所		連絡先	0298(38)6358		
部会名	国際農業	専門	利用・加工	対象	農産物
				分類	研究

### 〔背景・ねらい〕

アジア各国では多様な伝統的大豆発酵食品が製造されている。それらは原料由来の成分あるいは発酵微生物の代謝産物、加工・熟成過程において生じる多様な化合物を含んでいるため、生理機能性等の有益な特性を有する成分が存在する可能性が高い。成分の生理機能性解明により、従来とは異なった視点での品質向上や高付加価値化も可能となり、大豆の利用拡大や地域経済活性化への効果が期待される。

### 〔成果の内容・特徴〕

1. マウス脂肪前駆細胞 3T3-L1 は各種ホルモン処理により脂肪細胞へ分化する。この脂肪細胞分化に対する影響について、様々な食品抽出物を培地に添加して調べることにより、いくつかの大豆発酵食品の抽出物が抑制効果を示すことがわかる(表1)。
2. みそに含まれている脂肪細胞分化抑制因子は1-メチル-1,2,3,4-テトラヒドロ-β-カルボリン-3-カルボン酸(MTCA)の2種の立体異性体である(図1、2)。
3. 効果の見られる大豆発酵食品には共通してMTCAが含まれている(図3)。
4. 図4に示す結果、及び、デキサメタゾン(DEX)及びメチルイソブチルキサンチン(MIX)非感受性変異株 3T3-F442A 細胞において抑制効果が著しく低いことから、MTCAの作用は、インスリンによる糖の取り込みを阻害するのではなく、DEX-MIXによる脂肪細胞分化のイニシエーションを阻害することにより脂肪細胞分化を抑制すると考えられる。

### 〔成果の活用面・留意点〕

生体における作用や過剰摂取による副作用の有無等について、動物実験を通じて確認することが必要である。

### 〔具体的データ〕

表1 試験に用いたアジアの発酵食品

生産国	食品名
日本	みそ
インドネシア	タウチョ(豆鼓)、ケチャップマニス(甘い醤油)、タバカタンヒタム*(紫黒米を発酵させたもの)、プティスウダン*(発酵エビ)、テラシウダン*(発酵エビ)
タイ	タウジャオ(豆鼓)、トゥアナウ(納豆の近縁食品、乾燥)、スープ(腐乳、豆腐よう)、スイーユ(醤油)

下線は高い脂肪細胞分化抑制効果を示した試料。無印の試料は主原料が大豆であるもの。\*印はそれ以外のもの。

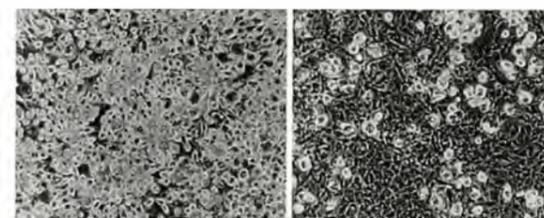


図2 MTCAによる脂肪細胞分化の抑制(左)対照、(右)R,S-MTCA(20μg/ml)添加区  
 図中、白く見えるのが脂肪細胞、黒い部分は未分化の細胞。この条件で、脂肪細胞分化の指標であるGPDH(グリセロリン酸脱水素酵素)の誘導は55.1±2.7%抑制される。

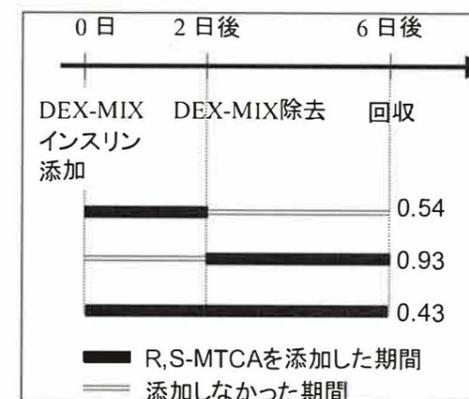


図4 MTCAの添加時期と脂肪細胞分化抑制効果の関係  
 数字は、GPDHの活性(U/dish)。R,S-MTCAの濃度は20μg/ml。無添加区(対照)では、0.95 U/dish、バックグラウンド(分化させない場合)は0.04 U/dish。

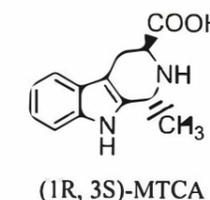
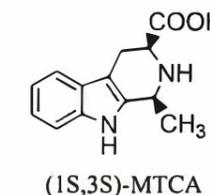


図1 みそから単離された活性物質の構造

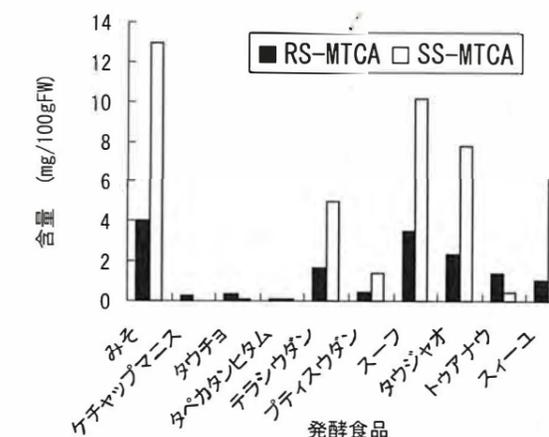


図3 各発酵食品中のMTCA含量

### 〔その他〕

- 研究課題名：東南アジアの大豆発酵食品に含まれる生理機能成分  
 予算区分：経常  
 研究期間：平成12年度(8～12年度)  
 研究担当者：中原和彦(生産利用部)、新本洋士、小堀真珠子、亀山真由美、永田忠博、津志田藤二郎(食総研)  
 発表論文等：(1) 中原、新本、小堀、津志田(1997)：日本動物細胞工学会第7回大会要旨集, p.8. (2) 中原、新本、小堀、亀山、永田、津志田(1998)：日本農芸化学会1998年度大会講演要旨集, p.111.

## 18. 腫瘍壊死因子 (TNF $\alpha$ ) はマウスのトリパノソーマ感染抵抗性に寄与している

[ 要約 ] トリパノソーマ・コンゴレンス原虫を感染させた腫瘍壊死因子 (TNF $\alpha$ ) 遺伝子欠損マウスの病態を解析することによって、TNF $\alpha$  はマウスにおける原虫増殖を抑制し、トリパノソーマ抵抗性に寄与していることが判る。

国際農林水産業研究センター・畜産草地部、 国際畜産研究所 (ILRI)		連絡先	0298(38)6308		
部会名	国際農業	専門	生理	対象	実験動物
				分類	研究

### [ 背景・ねらい ]

トリパノソーマ症は原虫によって引き起こされる人および家畜の感染症であり、アフリカ大陸の湿潤、亜湿潤地域に蔓延し、当該地域の家畜生産性を著しく阻害している。これら発展途上地域においては、急激な人口増加と食生活レベルの向上に伴い畜産物の需要が今後もさらに増加し続けると考えられ、トリパノソーマ症などの家畜感染症の防除は重要課題である。近年、国際家畜研究所 (ILRI) においてトリパノソーマ症の抵抗性に関わる遺伝子の連鎖解析がマウスならびに牛を用いて行われ、腫瘍壊死因子 (TNF $\alpha$ ) がその有力な候補遺伝子のひとつとして浮かび上がってきた。本共同研究においては、家畜衛生試験場で作出された TNF $\alpha$  遺伝子欠損マウス (KO マウス) を用いて *Trypanosoma congolense* 原虫の感染実験を実施し、感染マウスの病態解析を通じてトリパノソーマ症における TNF $\alpha$  の役割を解明することを目的とする。

### [ 成果の内容・特徴 ]

1. KO マウスは *T. congolense* 原虫の感染に対して極めて高い感受性を示し、ほとんどの個体が感染後 30 日から 40 日のうちに衰弱し、死亡する (図 1)。KO マウスの平均生存日数は 34 日であり、野生型マウスの 63 日に比べて有意に短い (図 2)。これらの結果から TNF $\alpha$  はマウスのトリパノソーマ抵抗性を決定するうえで極めて重要な役割を果たしていることが強く示唆される。
2. KO マウスでは野生型マウスに比べて末梢血中の原虫密度が有意に高い値を示し、TNF $\alpha$  は原虫の増殖を制御する上でも重要な役割を果たしていることが示唆される (図 3)。
3. 原虫に対する特異的抗体、急性期応答蛋白質、あるいはサイトカインなどの生体防御関連物質の産生動態については、KO マウスと野生型マウスとの間に大きな差は認められない。また、トリパノソーマ感染にともなう貧血の程度についても両マウス系統の間に違いは認められない。

### [ 成果の活用面・留意点 ]

1. トリパノソーマ感染抵抗性において TNF $\alpha$  は重要な役割を果たしている。  
この知見はトリパノソーマ抵抗性家畜の育種のための基礎的知見となる。
2. トリパノソーマ感染抵抗性における TNF $\alpha$  の作用機構の詳細について、さらに解析する必要がある。

### [ 具体的データ ]



図 1. 感染 35 日後のマウスの状態

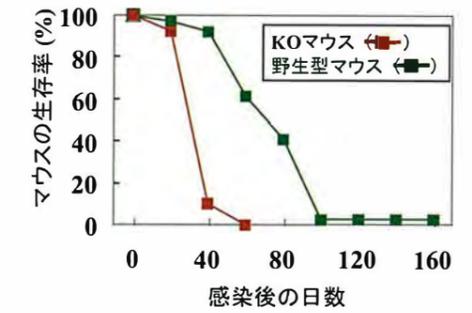


図 2. トリパノソーマ感染 マウスの生存曲線

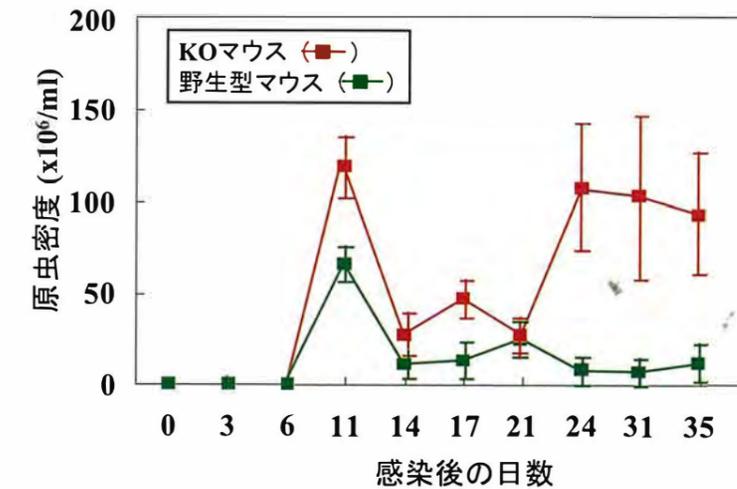


図 3. 感染マウス末梢血の原虫密度の変化

### [ その他 ]

研究課題名: トリパノソーマ症における TNF $\alpha$  の役割解明

予算区分: 経常

研究期間: 平成 12 年度 (9 ~ 11 年度)

研究担当者: 木谷 裕

発表論文等:

- 1) Kitani *et al.*(1999). Acute phase response in TNF $\alpha$  deficient mice during *Trypanosoma congolense* infection. Proceedings of 25th Meeting of the International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control (ISCTRC) p179.
- 2) Kitani *et al.*(2000). The roles of TNF $\alpha$  in genetic resistance of mice to *Trypanosoma congolense* infection. Proceedings of International Veterinary Cytokine and Vaccine Conference p.310-311.

## 19. カザフスタン産マメ科牧草エスパルツェトの種子は、地域的変異があり、強いアレロパシーを示す

〔要約〕 カザフスタン産エスパルツェト (*Onobrychis* spp.) は 1 個の果皮の中に 1 個の種子を有し、その形態には地域的変異がある。果皮付種子の発芽は、果皮を除去した裸種子よりも遅れる傾向がある。サンドイッチ法によりアレロパシーを検定すると、果皮を除去した種子が最も強い。

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	栽培	対象	牧草	分類	研究

### 〔背景・ねらい〕

中央アジアには広大なステップおよび山岳部草原が拡がり、旧ソ連邦時代の計画経済社会においては牧畜が行われていた。しかし、ソ連邦が崩壊し共和国が独立してから、社会経済的な影響も加わり、ステップを中心とした草地の荒廃が進んでいる。この荒廃を抑えるためには、在来マメ科牧草エスパルツェトの導入も重要な技術であり、その際、雑草コントロールの観点からアレロパシーが重要な特徴である。そこで、種子の形態、発芽特性、並びにアレロパシーの強さを明らかにし、本種を定着させるための基礎的知見を得る。

### 〔成果の内容・特徴〕

1. カザフスタン国内から採種したエスパルツェトは、1 個の果皮の中に 1 個の種子を有するが、果皮付の種子の千粒重は 19.7 ~ 24.1g、果皮を除去した種子のそれは 14.8 ~ 16.3g、その比は 0.65 ~ 0.75 であり、種子の形態は地域によって異なる (表 1)。
2. エスパルツェトの種子の初期発芽率は、果皮付よりも果皮を除去したほうが良い (図 1)。
3. 種子からのアレロパシーの強さをサンドイッチ法で検定すると、果皮を除去した種子の活性が最も強い (表 2)。

### 〔成果の活用面・留意点〕

1. 中央アジアの荒廃したステップ草地へのエスパルツェトの導入・定着時の技術的なデータとして幅広く活用できる。
2. エスパルツェトはアレロパシーの強い植物群に分類されるが、実際の草地における発芽の特徴およびアレロパシーは今後の検討が必要である。

### 〔 具体的データ 〕

表 1 カザフスタンの採取系統エスパルツェト種子の千粒重の比較

採取地	千粒重 (g)		B / A
	果皮付種子 (A)	果皮除去種子 (B)	
Almaty・KIA	24.1	15.7	0.65
Almaty・KIP	19.7	14.8	0.75
Karaghand	22.0	16.3	0.74

KIA; カザフスタン農業研究所、KIP; カザフスタン草地飼料研究所、Karaghand; カザフスタン中央部の都市

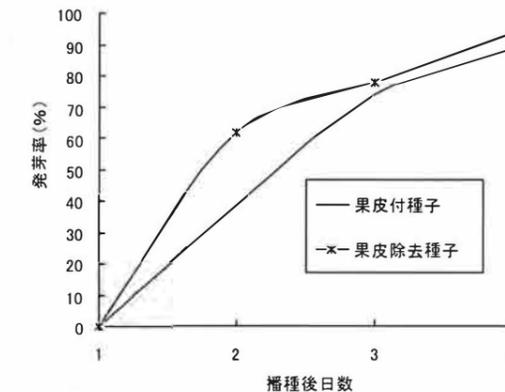


図 1 エスパルツェトの初期発芽に及ぼす果皮の除去の影響  
設定温度 25℃、12 時間日長の人工光グロースキャビネットにて発芽を調査

表 2 サンドイッチ法<sup>1)</sup>によるエスパルツェトのアレロパシーの検定

検定組織	1 個での検定		5 個での検定	
	幼根長 (mm)	下胚軸長 (mm)	幼根長 (mm)	下胚軸長 (mm)
対 照 区	15.1 (100) <sup>2)</sup>	29.0 (100)	15.1 (100)	29.0 (100)
果皮付種子	14.6 ( 97)	14.9 ( 51)	10.9 ( 72)	7.8 ( 27)
果皮除去種子	10.7 ( 71)	11.8 ( 41)	5.7 ( 38)	3.0 ( 10)
果皮のみ	13.8 ( 91)	17.9 ( 62)	12.9 ( 85)	8.7 ( 30)

1) 藤井・渋谷 (1991): 雑草研究 36 (別), 150-151

2) 対照区に対する % を示す; 検定植物、レタス

### 〔 その他 〕

研究課題名: 中央アジアにおける持続的草地管理技術の開発

予算区分: 国際農業 [中央アジア]

研究期間: 平成 12 年度 (8 ~ 11 ~ 12 年度)

研究担当者: 佐藤健次, 藤井義晴 (農環研), 安藤康雄, Edik Urazaliev (カザフスタン農業研究所)

発表論文等: 佐藤健次, 藤井義晴 (2000): エスパルツェトの発芽特性及びアレロパシー. 雑草研究, 45 (別), 94-95.

## 20. 2 種のアグロパストラルシステムにおける *Panicum maximum* 草地の乾物生産性と飼料価値の比較

[ 要約 ] 4 年間夏ダイズ単作跡地に造成された *Panicum maximum* 放牧草地では、高い乾物生産性及び飼料価値が示される。4 年間夏ダイズ冬ミレット輪作跡地においても *P. maximum* の高い乾物生産性、飼料価値を発揮させるには、窒素などの施肥管理が重要である。

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、荒廃した草地の更新を図りつつ、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。本研究では、アグロパストラルシステムにおける前作作物が後作 *P. maximum* 草地の牧草生産性に及ぼす影響、並びに生産に及ぼす要因について明らかにする。

### [ 成果の内容・特徴 ]

1. ブラジル肉牛研究センター内の 4 年間夏ダイズ単作跡地、及び 4 年間夏ダイズ冬ミレット輪作跡地に造成された *P. maximum* 放牧草地 (0.7ha、各 2 反復) において 1998 年 4 月より 1999 年 1 月まで 6 週間ごとに刈り取り調査（移動ケージ法）を行い、牧草生産量、リター分解量、及び総乾物生産量を測定した。前作ダイズの 1993 年から 1996 年までの 4 年間の平均収量は夏ダイズ単作区が 2500kg/ha、夏ダイズ冬ミレット輪作区が 2618kg/ha である。
2. 調査期間中の牧草の乾物現存量平均値、牧草生産量、総乾物生産量のいずれも、夏ダイズ単作跡区において顕著に高い傾向が認められる（表 1）。
3. 1998 年 5 月及び 9 月に牧草地上部サンプルを採取し、*In vitro* 有機物消化率、及び粗タンパク質、中性デタージェント繊維、酸性デタージェント繊維、リグニン、N、Ca、Mg、P、K、Na、Fe、Zn、及び Cu の含有率を測定すると、夏ダイズ単作跡区の粗タンパク質、窒素及び銅の含有率は夏ダイズ冬ミレット輪作跡区よりも有意に高かったが（表 2）、その外の含有率には差が認められない。
4. 土壌分析では、両処理区の土壌中の全窒素、銅の含有率に差は認められないが、インキュベーション窒素含有率（可給態 N）は夏ダイズ冬ミレット輪作跡区が有意に高い（表 3）。これらから、夏ダイズ冬ミレット輪作跡区では、夏ダイズ単作跡区に比較して、土壌中の窒素が後作の *P. maximum* に吸収されにくくなっていることが推察され、こうした前作の違いによる土壌の理化学的特性の変化が後作の *P. maximum* 草地の乾物生産性及び飼料価値に影響を与えているものと推察される。

### [ 成果の活用面・留意点 ]

1. 夏ダイズ単作跡区では、土壌肥沃度や肥料に対する要求性の高い *P. maximum* でも高い乾物生産性及び飼料価値が示されることが明らかとなった。土地利用効率の向上、ダイズ裏作雑草の抑制及び土壌養分の保全という観点からすると夏ダイズ冬ミレット輪作の方が望ましいが、その輪作跡地でも *P. maximum* の高い生産性を期待する場合には窒素等の施肥管理が必要となる。
2. 前作の作付け体系の違いによる土壌の理化学的特性の変化については、長期的な視点からの検討が必要である。

### [ 具体的データ ]

表 1 夏ダイズ単作跡、及び夏ダイズ冬ミレット輪作跡 *Panicum maximum* 草地の平均乾物現存量及び乾物生産量 (n=10)

処理区	平均乾物現存量 (DM t/ha)	乾物生産量 (DM t/ha/253 日)		
		牧草生産量	リター分解量	総生産量
夏ダイズ単作跡	12.7 ± 1.7	10.1 ± 0.7	6.5 ± 1.0	16.6 ± 1.7
夏ダイズ冬ミレット輪作跡	9.0 ± 1.3	5.1 ± 3.6	5.3 ± 0.7	10.3 ± 2.9
平均	10.9	7.6	5.9	13.5

表 2 *P. maximum* 草地の地上部植物体サンプルの粗タンパク質、窒素及び銅含有率及び消化率

処理区	粗タンパク質 (%)	消化率 (%)	窒素 (%)	銅 (mg/kg)
夏ダイズ単作跡	12.7 ± 1.7	56.0 ± 4.0	1.92 ± 0.13	6.50 ± 0.27
夏ダイズ冬ミレット輪作跡	8.6 ± 1.8	51.8 ± 5.0	1.31 ± 0.21	4.55 ± 0.50
平均	10.7	53.9	1.61	5.53
各処理区内反復数	(n=4)	(n=4)	(n=12)	(n=4)

表 3 *P. maximum* 草地の土壌分析値

処理区	全窒素 (%)	インキュベーション窒素 (mgN/kg soil)	銅 (ppm)
夏ダイズ単作跡	0.098 ± 0.002	49.3 ± 2.5	3.56 ± 0.58
夏ダイズ冬ミレット輪作跡	0.098 ± 0.003	60.3 ± 4.0	3.32 ± 0.67
平均	0.098	54.8	3.44
各処理区内反復数	(n=8)	(n=4)	(n=4)

土壌サンプルは 1998 年 8 月に採取。インキュベーション窒素は土壌を 30 °C で 4 週間保温静置後、10%KCl 溶液で抽出された硝酸態及びアンモニア態窒素の合計値。

### [ 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 12 年度 (9 ~ 11 ~ 13 年度)

研究担当者：菅野 勉・Manuel C. Macedo (ブラジル農牧研究公社)・神田健一・吉村義則 (草地試)・中村卓司

発表論文等：Kanno, T., M.C.M. Macedo, S. Uozumi, V.P.B. Euclides, J.A.Bono, Y. Yoshimura, M. R. Correa, and J.D.G.Santos Jr. (2000) Development of grassland management technology for sustainable agropastoral systems in the sub-tropical zone in Brazil. In *JIRCAS Working Report No.19*.

## 21. ブラジル東北セラードのダイズ栽培におけるイオウの栄養診断基準

〔要約〕ダイズにおけるイオウ (S) 必要量を収量および子実蛋白質組成に着目して調査したところ、葉あるいは子実の S 含有率が 1 g/kg 未満の場合は非常に不足、1 g/kg ~ 2 g/kg の場合は不足、2 g/kg ~ 2.3 g/kg の場合は低く、2.3 g/kg 以上の場合は正常である。

国際農林水産業研究センター・海外情報部、 ブラジル農牧研究公社大豆研究所		連絡先	0298(38)6347				
部会名	国際農業	専門	土壌肥料	対象	ダイズ	分類	研究

### 〔背景・ねらい〕

ブラジルの大半を占める酸性土壌では元来イオウ (S) が不足していると見られるが、リン酸石灰や硫酸の施用により顕在化することが少なかった。近年保証成分含有率の高い肥料への移行により S 欠乏が起こりやすくなっているにもかかわらず、これに着目した解析的試験は少ない。特にブラジル東北セラードの新興畑作地帯では S の土壌集積も少なく、微量元素も不足気味である。こうした条件下で作期ごとに過不足なく S を施用する技術が求められている。

### 〔成果の内容・特徴〕

1. ブラジル東北セラードの 2 種の土壌において S, マンガン, 亜鉛, ホウ素あるいは銅のいずれかを欠く養分液を適宜灌水してダイズを栽培し完全養分液灌水区の生育と比較したところ、着目元素の中で最初の生育阻害要因となるのはいずれの土壌においても S 欠乏である (図 1)。
2. ダイズ葉における可視的な S 欠乏症発現限界含有率は葉位によらず 1 g/kg である (図 2)。
3. 開花期第 3 葉および収穫期子実中の S 含有率は、ほぼ 1:1 で変動する ( $y = 0.94x + 0.13, R^2 = 0.65$ )。
4. 開花期第 3 葉あるいは子実の S 含有率が 2 g/kg 以下になると相対粒重が最大値の 80% 以下となる (図 3)。しかし、同含有率近辺ではそれ以上の場合と比べ開花期の作物体乾物重および葉色に差は生じない。
5. 蛋白質組成が標準栽培された子実と同様になるには子実中 S 含有率として 2.3 g/kg 以上が必要である (図 4)。
6. 以上の結果により、開花期第 3 葉あるいは子実の S 含有率が 1 g/kg 未満の場合は非常に不足、1 g/kg ~ 2 g/kg の場合は不足、2 g/kg ~ 2.3 g/kg の場合は低く、2.3 g/kg 以上の場合は正常と分類できる。
7. 良好な収量および子実品質を期するためには開花期第 3 葉あるいは子実中の S 含有率が 2.3 g/kg を下回る以前に次の作付に向けて S 資材の施用を行う。

### 〔成果の活用面・留意点〕

1. 土壌中での S 集積状況と作物に対する可給性を調査し、S 資材とその施用量を併せて検討する必要がある。
2. 輪作において支障を来さないために、ダイズに必要十分な S 施用量がそれ以外の作物にとっても適当であるかを検討する必要がある。

### 〔具体的データ〕

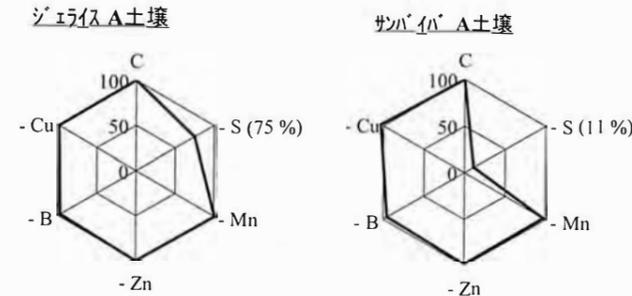


図 1 ブラジル東北セラードの 2 種の土壌における処理別相対粒重 注: 完全区 (C) の値を 100 とした

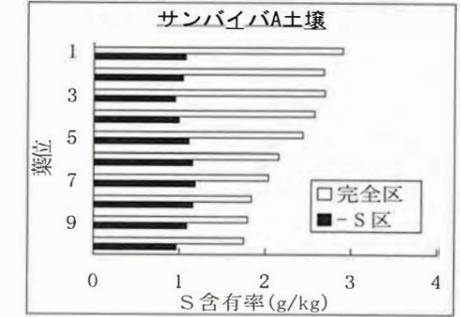


図 2 サンバイバ土壌におけるイオウ欠乏症発現直後の葉位別イオウ含有率

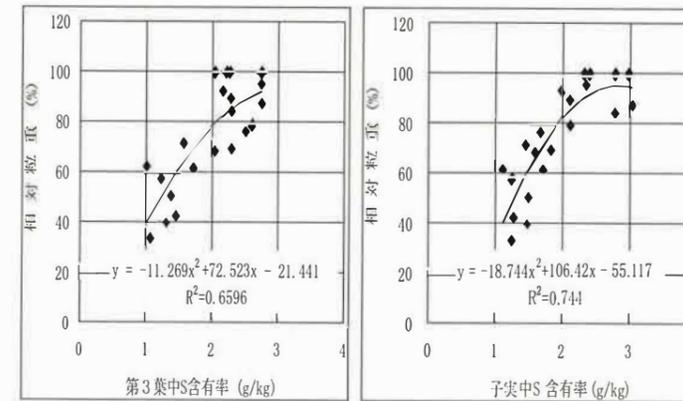


図 3 第 3 葉中および子実中イオウ含有率と相対粒重との関係 (注: 各土壌の最大粒重を 100 とした。)

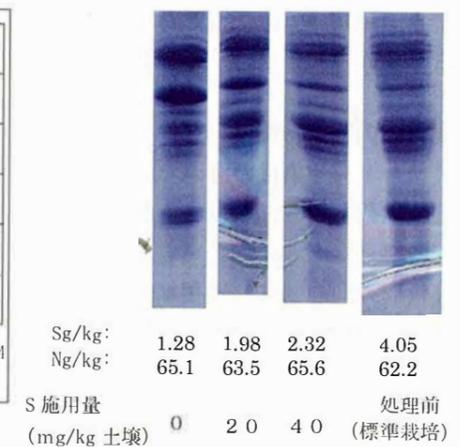


図 4 イオウ含有率を異にするダイズ子実中蛋白質の電気泳動分布 (サンバイバ B 層土壌)

### 〔その他〕

研究課題名: 南米諸国における大豆の高位生産・利用技術の総合的開発研究  
—大豆の持続的生産のための土壌肥管理技術の開発—

予算区分: 国際研究 [南米大豆]

研究期間: 平成 12 年度 (10 ~ 12 ~ 13 年度)

研究担当者: 櫃田木世子

発表論文等: 櫃田木世子, Sfredo, G. J., Lantmann, A. F. (2000) ブラジル東部の 2 種のセラード土壌におけるイオウおよび微量元素の可給度、第 1 報 ダイズの生育阻害要因としてのイオウ、日本土壌肥科学会講演要旨集 46:151

## 22. 環境インパクトの小さい熱帯天然林の伐採技術

〔要約〕天然林択伐作業技術として伐倒方向の制御およびタワーヤーダ集材方式を活用することにより、集材作業における環境インパクトを著しく減少できる。

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 (FRIM)			連絡先	0298( 38) 6363			
部会名	国際農業	専門	森林生産	対象	熱帯広葉樹	分類	研究

### 〔背景・ねらい〕

マレーシアの木材生産林として区分されている丘陵フタバガキ天然林では、択伐—天然更新による持続的森林管理・利用が長期にわたって実施されてきた。従来の択伐作業では森林環境への影響が非常に大きく、有用樹の天然更新が阻害され将来の森林生産が困難になるほか、多様性の少ない林相へ劣化してしまう例が多い。熱帯天然林の択伐作業に焦点をあて、インパクトの定量を行うとともに、これまでの方法を分析・改善し、インパクトの少ない伐採方法を提案する。

### 〔成果の内容・特徴〕

- ブルドーザ集材の跡地では、土壌圧密によって土壌密度が大きくなる (1.7 程度以上)。この圧密攪乱は年数とともに回復するが、とくに乾燥している尾根上では回復が遅く、湿潤な斜面では早い傾向である (表 1)。
- 伐倒方向の制御は残存木への被害低減に効果が大きく、その制御可能範囲は、大径木 (樹高 50m, 胸高直径 50cm 超) では、立木の自然傾斜方向から左右 45° まではほぼ確実で、条件によっては 90° まで可能である。しかし、巨大な板根を持つ径木では、伐倒角度は板根の方向に規制される (図 1)。
- タワーヤーダ利用の熱帯大径木架線集材技術開発の基本コンセプトは、①集材路の作設を主尾根上に限定し、重機械を斜面や沢に入れないこと、および②まばらな伐採対象木の択伐に適合させるため、架設撤去の容易さと機動性を追求することであり、ケーブル張力は地形条件に応じて変化させる。
- トレンガヌ州丘陵フタバガキ林の択伐地での実証試験において、スパン 260m・横取り幅 50m が実用的な作業範囲として確認でき、これまで 26mm の主索を使用していた 6 トン材の運搬に 20mm 主索の利用が可能となり、架設撤去時間の大幅短縮と負荷の低減、機体重量の軽減が実現できた (図 2)。この方法により、集材跡地に強度攪乱 (表土喪失と圧密を伴う) のほとんど見られない低インパクトな集材が可能となる。

### 〔成果の活用面・留意点〕

タワーヤーダを利用した架線集材による択伐技術を熱帯天然林に利用するためには実用化の検討を必要とする。

### 〔 具体的データ 〕

表 1 集材路土壌密度の経年回復

		直後	1 年	3 年	7 年
集材路	乾燥尾根	1.68	1.67	1.52	1.50
	湿潤斜面	1.60	1.24	1.21	1.15
自然林地	乾燥尾根	0.72	0.77	0.71	0.73
	湿潤斜面	0.75	0.78	0.69	0.79

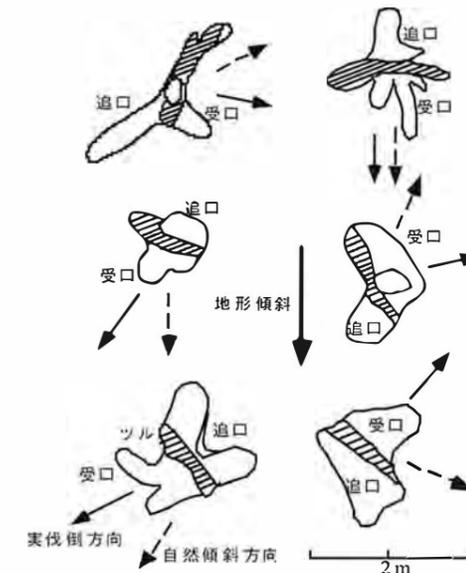


図 1 伐倒方向規制と伐根の形状  
ツルの方向が複雑な板根の制約を受け、伐倒方向もそれに制約される。

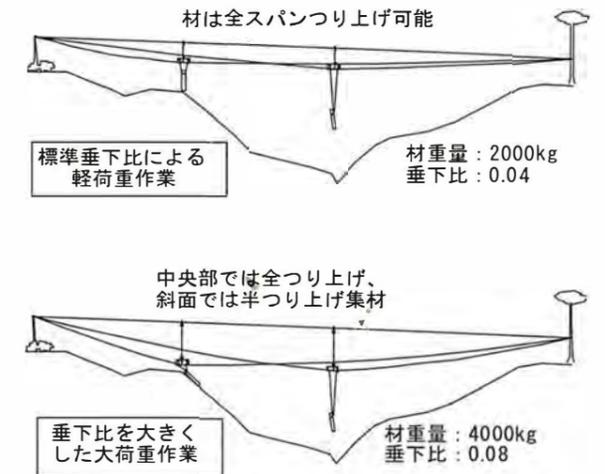


図 2 開発した架線集材方式のコンセプト  
荷重の大きさと位置に応じて垂下比を機動的に変化させることにより、小形で低インパクトのシステムによる作業が可能

### 〔 その他 〕

研究課題名：熱帯天然林伐採方法の検討

予算区分：国際農業〔熱帯荒廃二次林〕

研究期間：平成 12 年度 (8 ~ 10 ~ 13 年度)

研究担当者：佐々木尚三・Md. Farid Abd. Rashid・Ahmad Salam (FRIM)・山田健 (森林総研)

発表論文等：

- 1) S. Sasaki, Y. Ochiai, T. Yamada, S. Umeda, Ahmad S., Directional felling and its effect on site in a Dipterocarp forest, Peninsular Malaysia, Extended Abstract Volume of IUFRO Div. 8 Conf. Proc., 19-23 Oct. 1998, Kyoto, Japan.
- 2) S. Sasaki, R. Oikawa, Ahmad S., Adnan A., T. Yamada, New mobile skyline yarder for low impact harvesting in Malaysian forests, Abstract of the Meeting on Harvesting and Regeneration Techniques for Tropical Rain Forest, 11-13 Oct 1999 Kuala Lumpur.
- 3) S. Sasaki, R. Oikawa, Ahmad S., Adnan A., Development of a New mobile skyline yarder for harvesting Malaysian forests, CFFPR 1999 "Tropical Forest Harvesting: New Technologies Examined", 22-24 Nov 1999, Kuala Terengganu.

## 23. エビと二枚貝の混合養殖による有機汚濁物質の軽減

〔要約〕ウシエビ（ブラックタイガー）養殖によって排出される有機汚濁物質を減少させ、疾病の発生を抑制する方法としてウシエビとミドリイガイとの混合養殖は有効である。

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	生物生産、 増養殖技術、 漁場環境	対象	甲殻類、貝類	分類	国際

### 〔背景・ねらい〕

東南アジアにおけるエビ類の養殖は配合飼料や化学薬品等の使用により飛躍的發展を遂げてきた。特にタイはウシエビ *Penaeus monodon* の集約的養殖の比率が8割以上であり、くるまえば類では世界最大の養殖生産をあげている。この集約的養殖が興隆する一方では、廃水及び汚泥による有機物汚濁が進行し疾病の頻発、生産性の低下などの問題が顕在化しており、養殖場の持続的利用のための技術開発が急務となっている。本課題では養殖の過程で排出される有機物の負荷量を軽減するためにウシエビと濾過食性二枚貝であるミドリイガイ *Perna viridis* との混合養殖実験を行い物質収支や水底質変化についてウシエビの単一種養殖と比較する。

### 〔成果の内容・特徴〕

タイ中央部のペチャブリー県にあるウシエビ養殖場でコンクリート水槽及び大規模素堀池を用い、ウシエビとミドリイガイを混合飼育（混合比率 1:0.65 ~ 1.3 個体）して生残率、窒素炭素収支等を算出した。

1. コンクリート水槽ではウシエビの生残率はウシエビ収容密度 20, 30, 50 個体/m<sup>2</sup>の単一養殖区ではそれぞれ 74, 70, 62%、同収容密度の混合区では 68, 65, 59%と単一区の方がやや高く、密度が高くなるにつれ下降する傾向が見られた。エビの平均サイズは高密度飼育では著しく小さく、また混合区の方が単一区よりも大きい。ミドリイガイの生残率はエビの収容密度が高いほど低く、エビによる食害を強く受けている。(図1)
2. コンクリート水槽実験における餌料中窒素のエビ、排水（沈積物含む）、その他（貝への固定、脱窒等）への転換量を図2に示す。排水への転換率は、単一区の20, 30, 50 個体/m<sup>2</sup> 収容実験水槽でそれぞれ 75, 72, 36%、混合区で 60, 71, 30%であり、いずれも混合区の方が少ない。ミドリイガイへの固定率は低生残率のため 20 個体/m<sup>2</sup> で 0.1%に過ぎなかった。その他は主に脱窒と考えられる。
3. 面積 0.7 ~ 0.8ha の素堀池の実験ではウシエビが単一養殖で 2.0t/ha、混合養殖で 1.5t/ha とミドリイガイが 0.8t/ha 生産された。混合養殖でエビの生産が低いのは植物プランクトン量が単一養殖よりも高かったため、昼夜の溶存酸素濃度変動が大きくなったためと考えられる。ミドリイガイは餌料中窒素の 2.7%、炭素の 4.4% を除去している。エビとの合計により取り上げられた窒素は 22.6%、炭素は 16.3% となり、この値は単一養殖より多かった。一方混合養殖池では汚泥の堆積量が単一養殖の半分程度であった(図3)。

### 〔成果の活用面・留意点〕

1. 素堀池の実験では貝を付着させた竹竿が動水車による流れを妨げ水質が悪化する現象も見られたので、竿の配置及び動水車の稼働について池内の流速制御の観点から検討する必要がある。
2. 実用的な混合養殖法が確立されれば、廃水処理池を持たない小規模養殖業者に本手法を普及させエビ養殖による環境汚染を軽減させることが出来る。

### 〔具体的データ〕

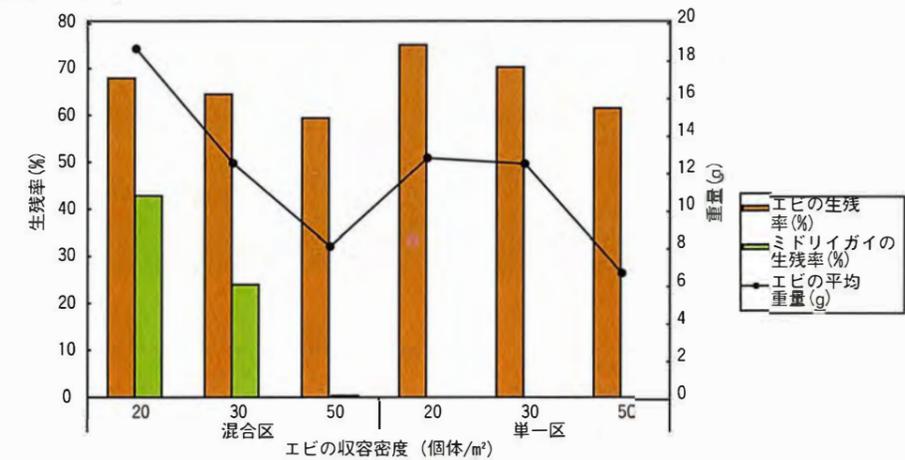


図1 エビ単一及びミドリイガイとの混合養殖（コンクリート水槽）における生残率と取上時の平均重量

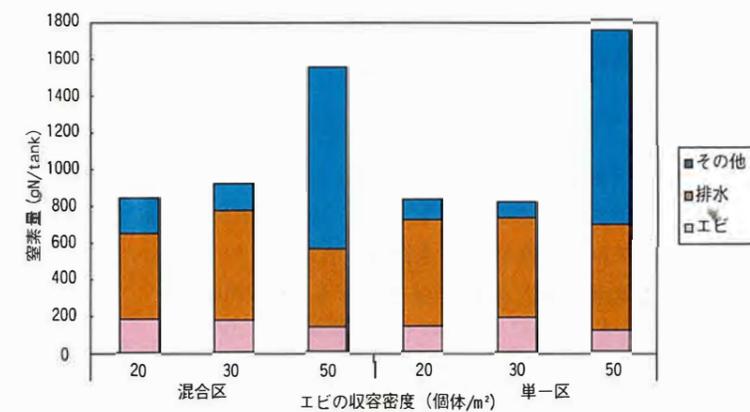


図2 各収容密度の単一区、混合区における餌料中窒素の各要素への転換（コンクリート水槽）

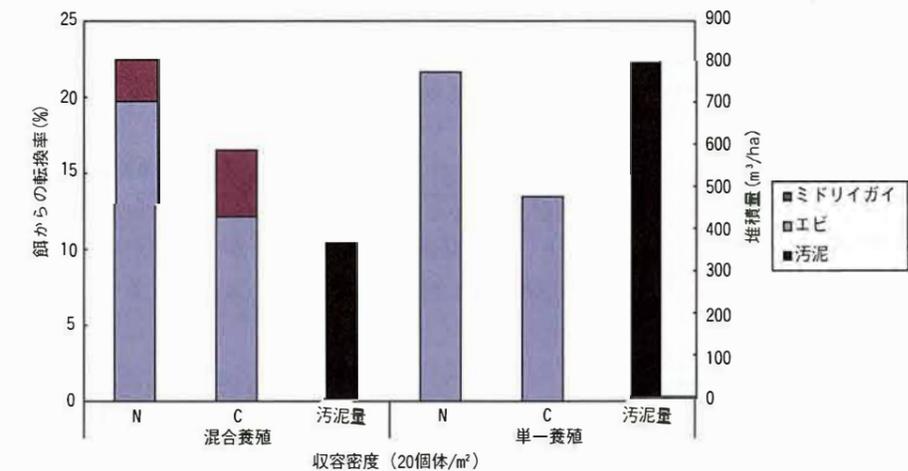


図3 混養池と単養池における餌料中窒素・炭素のエビとミドリイガイへの転換率と汚泥堆積量

### 〔その他〕

研究課題：閉鎖性水域における持続的生産技術の開発研究  
 予算区分：経常  
 研究期間：平成12年度（10～12年度）  
 研究担当者：日向野純也、Phongchate Pichitkul（カセサート大学水産学部）  
 発表論文等：未発表

## 24. マングローブを利用した養殖排水の浄化

〔要約〕エビ養殖池からの排水をマングローブ植林地に導入すると、その高い窒素除去能により環境負荷を低減できる。

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	増養殖	対象	栄養塩	分類
						国際

### 〔背景・ねらい〕

インドネシアをはじめとする東南アジア諸国では、外貨獲得の手段としてエビを主体とする沿岸養殖が盛んであり、マングローブ後背地を含む沿岸域を切り開いて造成した池より、多量の廃排水を出してきた。沿岸域の減少は本来自然の持つ自浄作用を損なうとともに、排水は富栄養化や生物多様性の減少を引き起こし、漁業対象となる有用生物群集・相に悪影響を及ぼすことから、地域経済に打撃を与えることが危惧される。

本研究ではエビ養殖池からの排水をマングローブ植林地に導入して水質の浄化を行い、再び養殖池に戻す半閉鎖系の実験区画を設定し、環境負荷低減効果を調べた。

### 〔成果の内容・特徴〕

エビ養殖池からの排水をマングローブ植林地およびバイオフィルターとしてのカキの養育池および海藻池に導入し、再び養殖池に戻す半閉鎖系の実験区画を設定し、92日間実験を継続した(図1)。この区画はエビ養殖池、エビ養殖池からマングローブ池に至る水路1、マングローブ池、マングローブ池からカキ養殖池に至る水路2およびカキ+海藻池の5区画からなる。

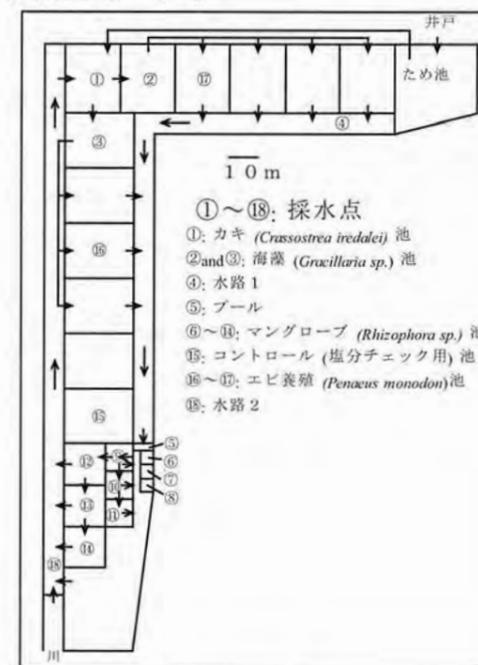
1. 無機態窒素栄養塩は、水路1およびカキ+海藻池で増加する一方、エビ池では減少した。マングローブ池ではほぼ増減はなかった。クロロフィル a はエビ養殖池で大きく増加したが他の区画では減少した(表1)。
2. 水路1が栄養塩の分解生成の場合、マングローブ池が分解生成と取り込みとがほぼ平衡した場であり、エビ養殖池では植物プランクトンにより栄養塩が取り込まれていることを示唆している。カキ+海藻池では、無機態溶解窒素濃度  $200\mu\text{M}$  を超える値が観測されている井戸水からの窒素供給が比較的大きかったと考えられる。
3. 実験期間中に投入された餌の量は  $950\text{Kg}$ 、エビ体内に取り込まれた量を除き、 $45.9\text{KgN}$  が環境中に放出された(表2)。養殖池内に堆積する窒素量を50%と仮定し、井戸からの供給を加える一方、カキによる摂食量、現存量の増加分等を差し引くと、実験期間内に  $22.37\text{KgN}$  がマングローブ生態系その他によって除去されたことになり、窒素の除去速度は  $62\text{-}232\text{mgN/m}^2\text{/day}$  と算出される。

### 〔成果の活用面・留意点〕

マングローブ域の単位面積当たりあるいは樹木1本当当たりの浄化能から、環境に負荷を与えない魚介類の養殖量及び投餌量を求めることが可能である。

植林したマングローブ林が生産力の高いマングローブ生態系として発達すれば、有機物の取込みとともに、低投餌の養殖が可能になると期待される。

### 〔具体的データ〕



## 25. 地中点滴装置を用いたかん水施肥によるハクサイ心腐れ症の軽減

〔要約〕地中点滴装置を用いて、窒素施肥量を低減したかん水施肥を行うことにより、ハクサイの結球重量は慣行施肥栽培と同等であるが、心腐れ症を軽減することができる。軽減の程度には品種間差異が認められ、耐性の1品種についてはほぼ完全に克服できる。

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	肥料	対象	葉茎菜類	分類	研究

### 〔背景・ねらい〕

アジア野菜研究開発センター (AVRDC) において、ハクサイの耐暑性品種が育成され、東南アジア各国で栽培面積が増大しつつある。しかしながら、熱帯・亜熱帯の高温多湿な地域では、心腐れ症等の生理障害が大きな問題になっている。本研究では、亜熱帯の圃場条件下で、ハクサイ心腐れ症の発生条件と軽減対策を明らかにする。

### 〔成果の内容・特徴〕

1. ハクサイの秋植え栽培 (11 月中旬定植、1 月下旬収穫) における期間中の平均気温は 19 ~ 23 °C の範囲にあった。期間中の降水量は 558 mm で、全かん水量を 9 mm とした結果、土壌の体積水分率は 0.1 ~ 0.3 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> の範囲にあった。
2. CDU 入り化成肥料を用いた慣行施肥区 (25 g N m<sup>-2</sup>) と、窒素施肥量を低減 (5 g N m<sup>-2</sup>) したかん水施肥区の間で、結球重量に有意差は認められない (表 1)。結球重量には品種間差異が認められ、無双 (2.06 kg) > 大福 (1.87 kg) > 優黄 (1.72 kg) > 大福 60 (1.59 kg) = 新あづま山東 (1.51 kg) の順に大きい。
3. 施肥法、品種、施肥法×品種交互作用の変動因別に、それぞれ 0.1%、0.1%、1% 水準で心腐れ症発生率に有意差が認められる (表 1)。心腐れ症軽減の程度には品種間差異が認められ、耐性の1品種 (優黄) については、かん水施肥により心腐れ症をほぼ完全に克服できる (表 2)。
4. 心腐れ症感受性品種 (無双) と耐性品種 (優黄) の間で、また慣行施肥区とかん水施肥区の間で、外葉と内葉のカルシウム含量はほぼ等しく (図 1. A)、全窒素含量は大きく異なる (図 1. B)。その結果、かん水施肥により内葉の Ca/TN 比が高まる (図 1. C)。
5. 通常、ハクサイ心腐れ症はカルシウム欠乏症と診断されるが、石灰質肥料を施用した土壌、石灰岩を母材とするアルカリ性土壌においても発生する。本研究の結果からは、窒素過多が主な原因と考えられる。

### 〔成果の活用面・留意点〕

活用事例：AVRDC 育成の耐暑性ハクサイ 5 品種を用いた春植え栽培 (3 月中旬定植、5 月中旬収穫) において、窒素施肥量を低減したかん水施肥を行うことにより、結球重量は慣行施肥栽培と同等以上であるが、心腐れ症を大幅に軽減することができる。

### 〔 具体的データ 〕

表 1 結球重量および心腐れ症発生率に関する分散分析の結果

変動因と従属変数	自由度	有意確率
収穫日		
結球重量	2	0.001
心腐れ症発生率	2	0.019
施肥法		
結球重量	1	0.086
心腐れ症発生率	1	<0.001
品種		
結球重量	4	<0.001
心腐れ症発生率	4	<0.001
施肥法×品種		
結球重量	4	0.088
心腐れ症発生率	4	0.004

表 2 心腐れ症の品種間差異

品種	心腐れ症発生率 (%)	
	慣行施肥	かん水施肥
無双	100 a	5 b
優黄	23 b	0 b
新あづま山東	99 a	84 a
大福	96 a	1 b
大福 60	100 a	34 ab

心腐れ症発生率 = (心腐れ症発生株数 × 100 / 調査株数)、同列内で添え字の同じ平均値は有意差がないことを示す (P>0.05, Tukey's HSD test)。

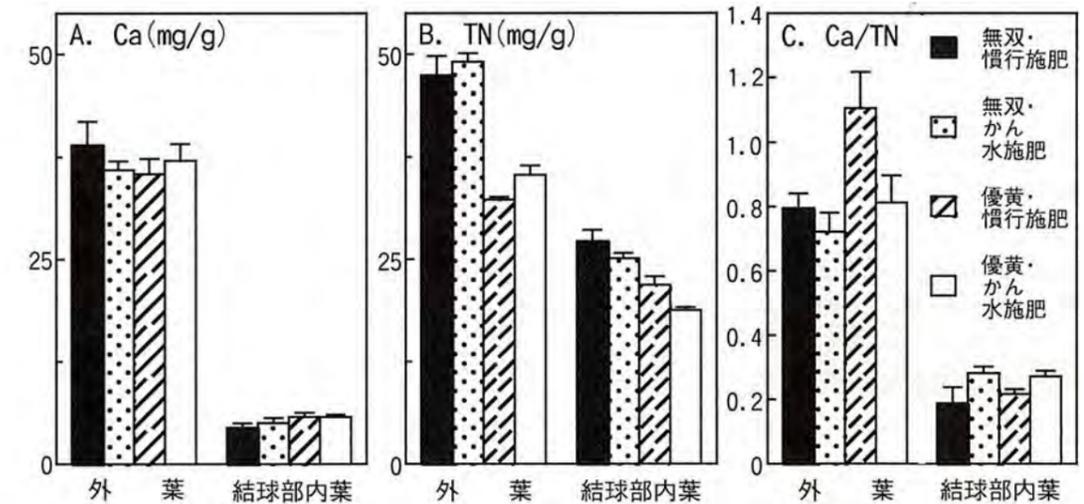


図 1 ハクサイの外葉と結球部内葉のカルシウム (Ca) および全窒素 (TN) 含有率と Ca/TN 比 (図中の線は標準誤差)

### 〔 その他 〕

研究課題名：亜熱帯におけるハクサイ心腐れ症の発生機構の解明

予算区分：経常、国際農業 [効率的環境管理技術]

研究期間：平成 12 年度 (8 ~ 12 年度)

研究担当者：菅原和夫、増田泰三、Lauro G. Hernandez、坂西研二、大脇良成

発表論文等：地中点滴施肥によるハクサイ心腐れ症の軽減、日本土壌肥科学会講演要旨集、第 45 集、1999

## 26. パパイア奇形葉モザイクウイルス (PLDMV) の全塩基配列

〔要約〕 東南アジア各国への蔓延が懸念されているパパイア奇形葉モザイクウイルス (PLDMV) の全塩基配列の解読により、その遺伝子構造を明らかにした。

国際農林水産業研究センター沖縄支所・作物保護研究室				連絡先	09808(3)9111
部会名	国際農業	専門	診断予防	対象	果樹類
				分類	研究

### 〔背景・ねらい〕

パパイアのウイルス病は果実に病斑を生じ商品価値を著しく損なうため、沖縄以南の熱帯アジア地域をはじめ世界中で大きな問題になっている。その病原の一つとして知られているパパイア奇形葉モザイクウイルス (PLDMV) は、これまでわが国の固有のウイルスとされてきたが、近年台湾各地でも発生が報じられ、東南アジア各国への蔓延が懸念されている (図1、図2)。

そこで本研究では、これまで明らかにされていなかった PLDMV の全塩基配列を解明し、その遺伝子構造を明らかにすることにより、分子生物学的手法による同病制御法の開発をめざした。

### 〔成果の内容・特徴〕

1. PLDMV 遺伝子の既知配列をもとに、5'RACE などの手法を用いて cDNA 断片群を得、そのシーケンスから、全塩基配列を決定した。
2. PLDMV は、10,153 塩基の RNA からなっている。5' 末端にはポリ A 配列とそれに続く 134 塩基からなる非翻訳領域が見いだされ、135 塩基目から 9,942 塩基目にかけて長大な読み取り枠 (ORF) が存在する。3' 末端には 208 塩基からなる非翻訳領域とポリ A 配列が存在する。ORF は、3,269 アミノ酸により構成され、10 種類のタンパク質がコードされている (図3、表1)。アミノ酸配列にもとづいた各タンパク質のホモロジー検索では、高い相同性を示すウイルスは見いだされず、PLDMV が他種ウイルスとの組換えによってできたウイルスなどではなく、独立したウイルス種であることを示している。
3. PLDMV と同時に発生しているパパイア輪点ウイルスパパイア系統 (PRSV-P) の各タンパク質のアミノ酸配列を PLDMV のそれと比較すると、これまで両者の識別に用いてきた CP は他のタンパクに比べ相同性が高く (図4 右端)、P1 (図4 左端) が最も相同性が低いことが明らかになった。

### 〔成果の活用面・留意点〕

1. PLDMV 遺伝子の P1 タンパク部分を識別することで RT-PCR などにより精度の高い遺伝子診断ができる。
2. 本遺伝子を用いた、PRSV-P・PLDMV 抵抗性組換えパパイアの作出を、アメリカ農務省・コーネル大学・JIRCAS との共同研究として実施中である。

### 〔具体的データ〕



図1 PLDMV に感染したパパイアの果実

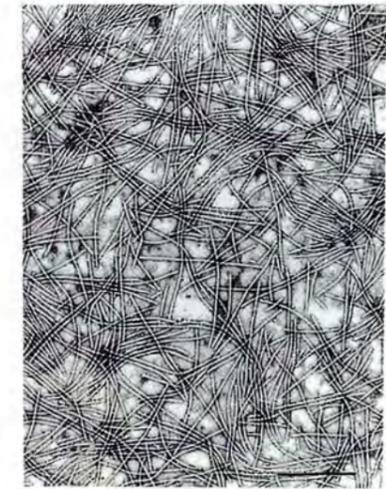


図2 純化 PLDMV 粒子 バーは 500nm

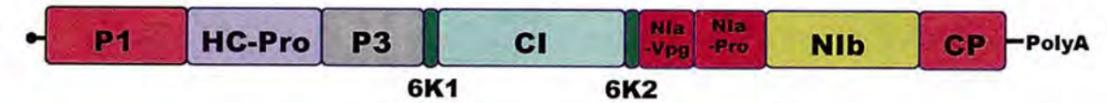


図3 PLDMV の遺伝子構造

表1 PLDMV のタンパク質と機能

名称	アミノ酸数	機能
P1	480	細胞間移行、プロテアーゼ
HC-Pro	458	アブラムシ伝搬、プロテアーゼ
P3	348	プロテアーゼ関連因子?
6K1	52	?
CI	635	ヘリカーゼ
6K2	52	?
Nla-Vpg	187	ゲノム結合タンパク
Nla-Pro	243	プロテアーゼ
Nib	521	ポリメラーゼ
CP	293	外被タンパク

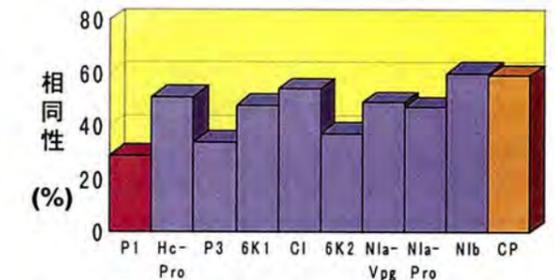


図4 PLDMV と PRSV-P のタンパク質の相同性  
これまで両者の識別に用いてきた CP より P1 のアミノ酸配列が最も相同性が低い。

### 〔その他〕

研究課題名：植物ウイルス遺伝子を用いたパパイアウイルス病抵抗性植物の作出  
 予算区分：経常  
 研究期間：平成 12 年度 (11 ~ 13 年度)  
 研究担当者：眞岡哲夫・野田千代一  
 発表論文等：投稿準備中

## 27. 植物にも存在したナトリウム (排出) ポンプ (Na<sup>+</sup>-ATPase)

[ 要約 ] 海産の藻類 *Heterosigma akashiwo* のナトリウム (排出) ポンプをコードする遺伝子 (*HANA*) は 1330 アミノ酸からなる推定分子量 146 kDa、10 の膜貫通領域を持つ膜タンパクをコードしている。*HANA* は、植物からは初めてクローニングされたナトリウムポンプの遺伝子である。

国際農林水産業研究センター沖縄支所・国際共同研究科		連絡先	09808(8)6202		
部会名	国際農業	専門	生理、 バイテク	対象	藻類
				分類	研究

### [ 背景・ねらい ]

世界各地で見られる、土壌の塩類集積や海水の進入などによる塩害拡大により、耐塩性作物の作出が求められている。植物には、ナトリウムを直接細胞外へ排出するポンプとして働くタンパク質は存在しないと考えられていたが、本研究では遺伝子導入による耐塩性作物作出技術の開発の一環として、海産の藻類 *H. akashiwo* より Na<sup>+</sup>-ATPase (ナトリウムポンプ) 遺伝子をクローニングする。

### [ 成果の内容・特徴 ]

1. *H. akashiwo* cDNA ライブラリーから、植物からは初めてとなるナトリウムポンプ (図 1、図 2) の遺伝子 (*HANA*, 4467bp) のクローニングを行った。
2. *HANA* タンパクは、1330 アミノ酸からなる推定分子量は 146 kDa の膜タンパクで、10 の膜貫通領域を持つと考えられる (図 3)。
3. *HANA* タンパクは、アミノ酸全体で、動物の Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase (ナトリウムポンプ) と 40% 以上の相同性を示す。しかし動物と違い、7 番目と 8 番目の膜貫通領域の間に 285 アミノ酸の長い親水性部位を持つことが大きな特徴となっている (図 3)。おそらく動物のようなヘテロなサブユニット (β サブユニット) 構造は持たないと思われる。
4. 培地の塩濃度を変化させても遺伝子、タンパク質の発現量は共にほとんど変化は見られない (data not shown)。細胞外のナトリウム塩濃度が上昇しても、細胞内の塩濃度は変化していない可能性を示唆している。
5. アミノ酸配列に基づいた P-type ATPase タンパク質の系統樹 (図 4) の中で *HANA* タンパクは、無脊椎動物の Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase α サブユニット群と最も近い分子であり、Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase のクラスターに分類される。イーストの Na<sup>+</sup>-ATPase (ナトリウムポンプ) は Ca<sup>2+</sup>-ATPase (カルシウムポンプ) のクラスターに分類されるため、Na<sup>+</sup> 輸送に関して別の系統発生が行われたと考えられる。

### [ 成果の活用面・留意点 ]

*H. akashiwo* のナトリウムポンプの遺伝子 (*HANA*) は遺伝子導入による耐塩性作物作出のための候補として有望である。

[ 具体的データ ]

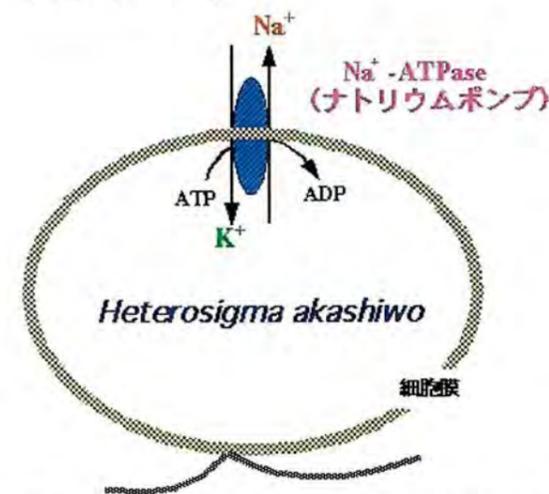


図 1 *Heterosigma akashiwo* 細胞膜の持つナトリウムポンプの模式図

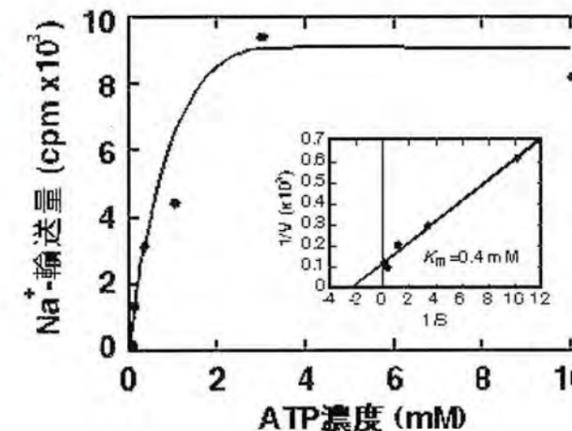


図 2 *Heterosigma akashiwo* 細胞膜の持つナトリウムポンプの活性

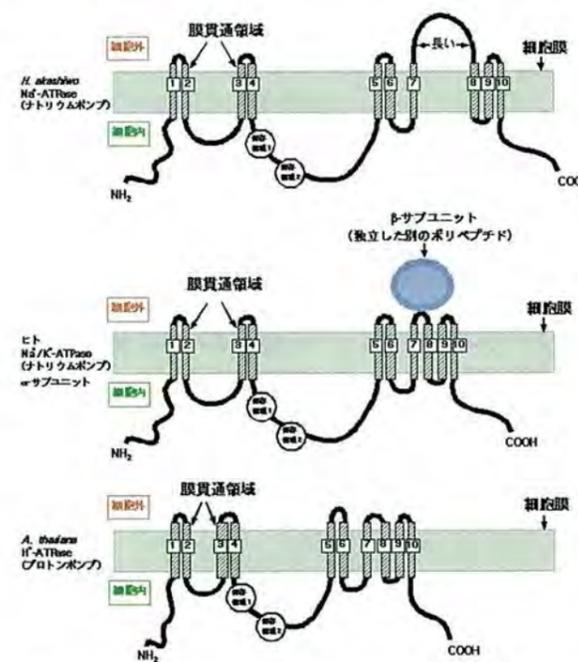


図 3 *HANA* と Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase, H<sup>+</sup>-ATPase 間の 2 次構造の比較

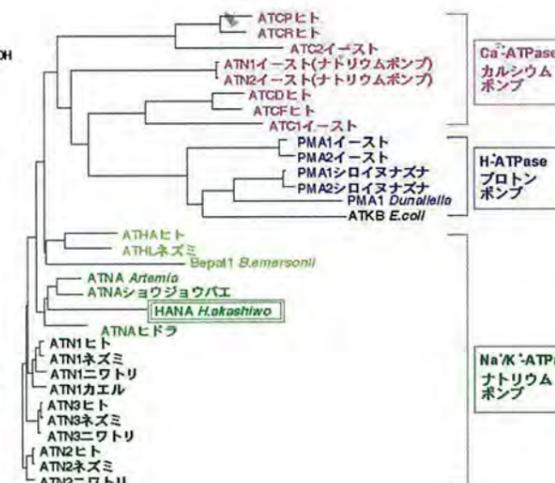


図 4 様々な P-type ATPase の系統樹

### [ その他 ]

- 研究課題名：耐塩性作物育成技術の開発  
 予算区分：国際農業 [耐塩性作物育成技術]  
 研究期間：平成 12 年度 (4 ~ 13 年度)  
 研究担当者：庄野真理子、和田雅人 (果樹試・リング支場)、原論吉 (東京医科歯科大・医学部)  
 発表論文等：  
 1) 遺伝子情報データベース DDBJ に登録 (accession number AB017481)  
 2) M. Shono, M. Wada, Y. Hara and T. Fujii (2001), Molecular cloning of Na<sup>+</sup>-ATPase cDNA from a marine alga, *Heterosigma akashiwo*, Biochim. Biophys. Acta 1511,193-199

## 28. 高温処理による生理的花粉不稔を利用したサヤインゲン簡易交配法

〔要約〕 サヤインゲンに高温ストレスをかけると花粉不稔が生じる。この性質を利用して種子親に高温処理して開花当日に正常花粉を授粉する簡易な交配法により、高い交配成功率で確実に F<sub>1</sub> 雑種種子が得られる。

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	国際農業、野菜・茶業、九州農業野菜・花き	専門	育種	対象	いんげんまめ	分類	研究

### 〔背景・ねらい〕

サヤインゲンの交配は花の構造上困難が多い。すなわち雌雄蕊を内包する竜骨弁がらせん状に回転しており除雄が難しく、交配を行う上で大きな障害となっている。交雑育種を効率的に推進するために、確実に簡易な交配法を開発する必要がある。

### 〔成果の内容・特徴〕

1. ‘ライトグリーン’の開花期に 35℃、72 時間の高温処理を行うと、処理開始日から 8～14 日後に開花する花を自殖させるとほとんど着莢しない（表 1、図 1）。しかし、高温処理した‘ライトグリーン’（種子親）の処理開始後 10～14 日目の開花当日に、‘ハイブシ’の花粉を授粉することにより高い着莢率で種子を獲得できる（表 1、図 1）。
2. 用いた品種の胚軸色は、‘ライトグリーン’は緑、‘ハイブシ’は赤紫である。交配により得られた種子を播種し、胚軸の着色に基づいて雑種性を検定する（F<sub>1</sub> では赤紫）と、高温処理開始後 10～12 日目の交配で得られる種子はすべて雑種である（表 2、図 2）。
3. 交配方法は次のとおりである。開花当日の朝、開いた‘ライトグリーン’の旗弁をつかみ翼弁を押し下げる、竜骨弁開口部から柱頭を露出させる。そこに花粉親として用いる当日開花した‘ハイブシ’の花粉を授粉する。
4. 従来の蓄受粉では除雄の際花柱を傷つける等の失敗が多く、交配成功率も 11.1%と低い（表 1、図 1）。一方、本法は除雄が不要で交配に要する時間が短くて済むうえ、交配成功率がほぼ 100%である（表 1、図 1）。
5. 雌性生殖器官は雄性生殖器官より高温ストレスに抵抗性であるが、35℃ 72 時間という処理では、処理開始後 9 日目には雌性生殖器官も障害を受ける（表 1、図 1）。

### 〔成果の活用面・留意点〕

サヤインゲンは高温ストレスに感受性の野菜であるが、本法が広く他の品種にも応用できるか検討する必要がある。

### 〔具体的データ〕

表 1 ‘ライトグリーン’を 35℃で 72 時間処理した後の自殖および‘ハイブシ’花粉の交配による着莢率と獲得種子数

	処理開始後日数	自殖/交配花数	着莢数	獲得種子数 (一莢あたり)
‘ライトグリーン’の自殖	8	2	0 (0%)	—
	9	14	0 (0%)	—
	10	16	0 (0%)	—
	11	9	0 (0%)	—
	12	2	0 (0%)	—
	13	6	1 (16.7%)	6 (6.0)
	14	13	2 (15.4%)	7 (3.5)
	15	12	9 (75.0%)	28 (3.1)
	16	7	7 (100%)	22 (3.1)
‘ライトグリーン’ × ‘ハイブシ’	8	4	3 (75.0%)	8 (2.7)
	9	16	1 (6.3%)	1 (1.0)
	10	21	12 (61.9%)	34 (2.8)
	11	28	28 (100%)	34 (2.8)
	12	9	9 (100%)	121 (4.3)
	13	12	12 (100%)	41 (4.6)
	14	16	14 (87.5%)	42 (3.5)
	15	6	6 (100%)	24 (4.0)
	(参考) 蓄受粉	17	18	2 (11.1%)

表 2 ‘ライトグリーン’を 35℃で 72 時間処理した後、‘ハイブシ’との交配で得られた種子の雑種性

	処理開始後日数	供試種子数	発芽種子数	雑種性	
				+	-
‘ライトグリーン’ × ‘ハイブシ’	10	24	16	16	0
	11	30	21	21	0
	12	16	9	9	0
	13	22	19	15	4
	14	30	26	19	7
15	18	10	4	6	
(参考) 蓄受粉		3	3	3	0

### 〔その他〕

研究課題名： サヤインゲン品種「ハイブシ」の耐暑性の他品種への導入

予算区分： 経常；基礎研究推進事業

研究期間： 平成 12 年度（10～13 年度）

研究担当者： 江川宜伸・塚口直史（生研機構）・竹田博之・鈴木克己

発表論文等： インゲンマメの耐暑性に関する研究 10. 高温による生理的花粉不稔を利用したサヤインゲンの簡易交配法 熱帯農業 45 (別 1)：41-42 (2001)

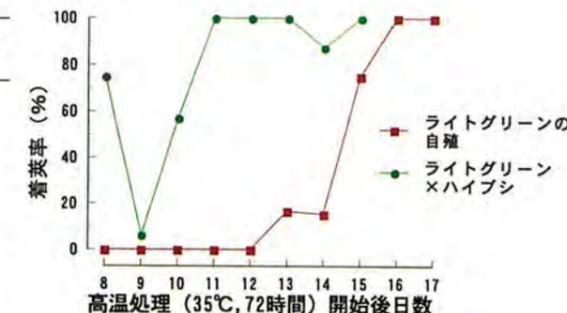


図 1 「ライトグリーン」を 35℃で 72 時間処理したあとの放任受粉（■）および「ハイブシ」花粉の交配（●）による着莢率



図 2 胚軸色に基づく雑種性の確認。高温処理開始後 11 日目の交配種子から発芽した個体の胚軸

## 29. サヤインゲン品種「黒種衣笠」で見つかった細胞質雄性不稔

〔要約〕 サヤインゲン品種「黒種衣笠」を種子親、「ハイブシ」を花粉親として得られる雑種を栽培すると着莢が極めて不良となるが、逆交配の F<sub>1</sub> は正常に着莢し花粉稔性も高い。この不稔は「黒種衣笠」の細胞質雄性不稔によるものであり、サヤインゲンの F<sub>1</sub> 雑種を獲得するうえで有効である。

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	国際農業、野菜・茶業、九州農業野菜・花き	専門	育種	対象	いんげんまめ	分類	研究

### 〔背景・ねらい〕

F<sub>1</sub> 雑種が示すヘテロシスは作物育種に広く利用されており、JIRCAS 沖縄支所が育成した耐暑性サヤインゲン品種「ハイブシ」と他品種との F<sub>1</sub> においても高温下で多収を示す結果が得られている。サヤインゲンのヘテロシスを実際の育種において利用するには雄性不稔細胞質の利用が有効である。

### 〔成果の内容・特徴〕

1. 「黒種衣笠」×「ハイブシ」の交配により得られる F<sub>1</sub> 植物を 25～28℃の空調ガラス室で栽培すると花粉稔性（アセトカーミン染色による）は 36.8%（27.8～41.0%）と半不稔を示す。一方、逆交配の F<sub>1</sub> は花粉稔性が 83.8%と高く（表 1）、着莢は正常である。したがって、観察される半不稔は「黒種衣笠」の雄性不稔細胞質による。「黒種衣笠」の有する稔性回復遺伝子は配偶体的に働く。
2. 「黒種衣笠」×「ハイブシ」F<sub>1</sub> 植物の放任受粉による着莢率を 128 花について調査したところ 0.8%で、25～28℃の栽培条件下ではほとんど着莢しない。一方、蕾授粉（図 1）による F<sub>1</sub> ×「ハイブシ」の戻交配の着莢率は 30.0%である（表 1）。
3. 開花当日に除雄をしないで「ハイブシ」花粉を戻交配すると（図 2）、着莢率は 90.0%である。同様に F<sub>1</sub> ×「黒種衣笠」、F<sub>1</sub> ×（「ハイブシ」×「黒種衣笠」）の交配における着莢率はそれぞれ 75.0%、53.6%であり、雌性不稔は認められない（表 1）。
4. （「黒種衣笠」×「ハイブシ」）×「黒種衣笠」による戻交配世代では、半不稔と可稔が 1:1 に分離する（表 2）。

### 〔成果の活用面・留意点〕

「ハイブシ」との F<sub>1</sub> 品種の育成には、まず①「ハイブシ」の雄性不稔系統を開発する、次に②「黒種衣笠」の雄性不稔細胞質に対して胞子体的に働く稔性回復遺伝子を探索し、③雑種強勢が良く現れる系統（品種）に導入しなければならない。

### 〔具体的データ〕

表 1 「ハイブシ」と「黒種衣笠」との F<sub>1</sub> 雑種の花粉稔性と戻交配の結果

交配組合せ*	交配花数	着莢数 (%)	獲得種子数 (一莢当たり)	花粉稔性 (%)
(KK × HB) の自殖	128	1 (0.8)	1 (1.0)	36.8
(HB × KK)	-	-	-	83.8
{ (KK × HB) × HB } <sup>1)</sup>	20	6 (30.0)	31 (5.2)	
{ (KK × HB) × HB } <sup>2)</sup>	10	9 (90.0)	49 (5.4)	
{ (KK × HB) × KK } <sup>2)</sup>	12	9 (75.0)	49 (5.4)	
{ (KK × HB) × (HB × KK) } <sup>2)</sup>	28	15 (53.6)	72 (4.8)	

\*KK: 「黒種衣笠」、HB: 「ハイブシ」

1) 開花 1～2 日前に除雄し、直ちに授粉（蕾授粉）

2) 開花当日に、除雄せず授粉

表 2 （「黒種衣笠」×「ハイブシ」）×「黒種衣笠」B<sub>1</sub>F<sub>1</sub> 個体における半不稔と可稔の分離

	半不稔	可稔
花粉稔性	12.8-26.5%	87.0-95.4%
個体数	4	5
想定される遺伝子型	<i>Rf/rf</i>	<i>Rf/Rf</i>
$\chi^2$ for 1 <i>Rf/rf</i> : <i>Rf/Rf</i> = 0.111		(0.80 > P > 0.70)

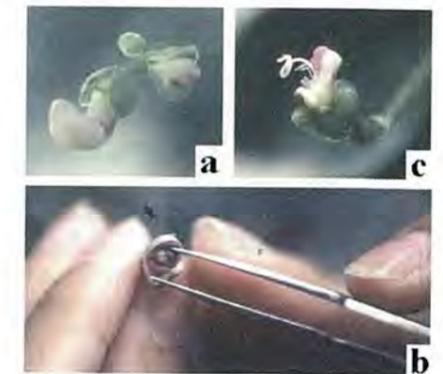


図 1 蕾授粉。開花 1～2 日前の蕾 (a) の旗弁を開き (b)、竜骨弁を割り裂いて除雄し、柱頭を露出させ (c)、交配する。



図 2 雄性不稔細胞質利用による交配。開花当日の花 (a) の旗弁と翼弁をつかみ柱頭を露出させ (b)、授粉 (c) する。

### 〔その他〕

研究課題名： サヤインゲン品種「ハイブシ」の耐暑性の他品種への導入

予算区分： 経常；基礎研究推進事業

研究期間： 平成 12 年度（10～13 年度）

研究担当者： 江川宜伸・塚口直史（生研機構）・竹田博之・鈴木克己

発表論文等： インゲンマメの耐暑性に関する研究 9. サヤインゲン品種「ハイブシ」と「黒種衣笠」の品種間雑種に見られた不稔について 熱帯農業 44 (別 2) : 81-82 (2000)

### 30. サトウキビにおけるスクロースリン酸シターゼ (SPS) 遺伝子の識別法

〔要約〕 サトウキビの光合成および糖蓄積に関与している酵素スクロースリン酸シターゼ (SPS) の遺伝子は、トウモロコシの SPS 遺伝子の一部を用いたサザンプロット法により識別できる。

国際農林水産業研究センター沖縄支所・作物育種世代促進研究室			連絡先		09808(2)2306		
部会名	国際農業、バイオテク	専門	バイオテク	対象	工芸作物類	分類	研究

〔背景・ねらい〕

スクロースリン酸シターゼ (SPS) は、光合成系における転流スクロースを合成する酵素として注目されている。サトウキビでは、茎でのスクロースの合成・貯蔵に関わっており、スクロース含有率に関係する重要な酵素と考えられている。そこで、本研究では品種育成に役立てるため、サザンプロット法によって SPS 遺伝子を識別する方法を開発する。

〔成果の内容・特徴〕

1. トウモロコシで単離されている SPS 遺伝子を切断して4つのプローブとし、サトウキビのゲノム DNA でサザンハイブリダイゼーションを実施すると、いずれのプローブでもバンドが検出できる。(図 1-a)
2. 制限酵素 *Xba* I で断片化したゲノム DNA では、4つのプローブで同じ泳動位置に共通したバンドがみられ、バンドを呈する DNA 断片は4つのプローブと一致する部分を含んでいる。また、制限酵素 *Hind* III または *Sac* I と C 断片プローブを組み合わせた検出では、ひとつのバンドしかみられず、バンドを呈する DNA は *Hind* III および *Sac* I のそれぞれに2つずつの共通した制限酵素認識配列を有している。これらのことから検出されるバンドは SPS 遺伝子であると考えられる。(図 1-b,c)
3. サトウキビの SPS 遺伝子は、3' 末端外側の異なる位置に *Sac* I 認識配列を有していると考えられ、ゲノム DNA を制限酵素 *Sac* I で切断し、D プローブを用いて検出すると SPS 遺伝子近傍の変異が識別できる。この方法で検出すると品種間で異なるバンドパターンがみられる。ただし、下位に共通してみられるバンドは、SPS 遺伝子に共通した断片に由来するバンドで、特定の遺伝子を示すものではない。(図 1-c,d)

〔成果の活用面・留意点〕

1. 遺伝資源の評価・利用に活用できる。
2. 新たな SPS 遺伝子のスクリーニングに利用できる。
3. トウモロコシの SPS 遺伝子とは同源性の低い SPS 遺伝子が知られており、検出できない SPS 遺伝子があることに注意する必要がある。

〔具体的データ〕

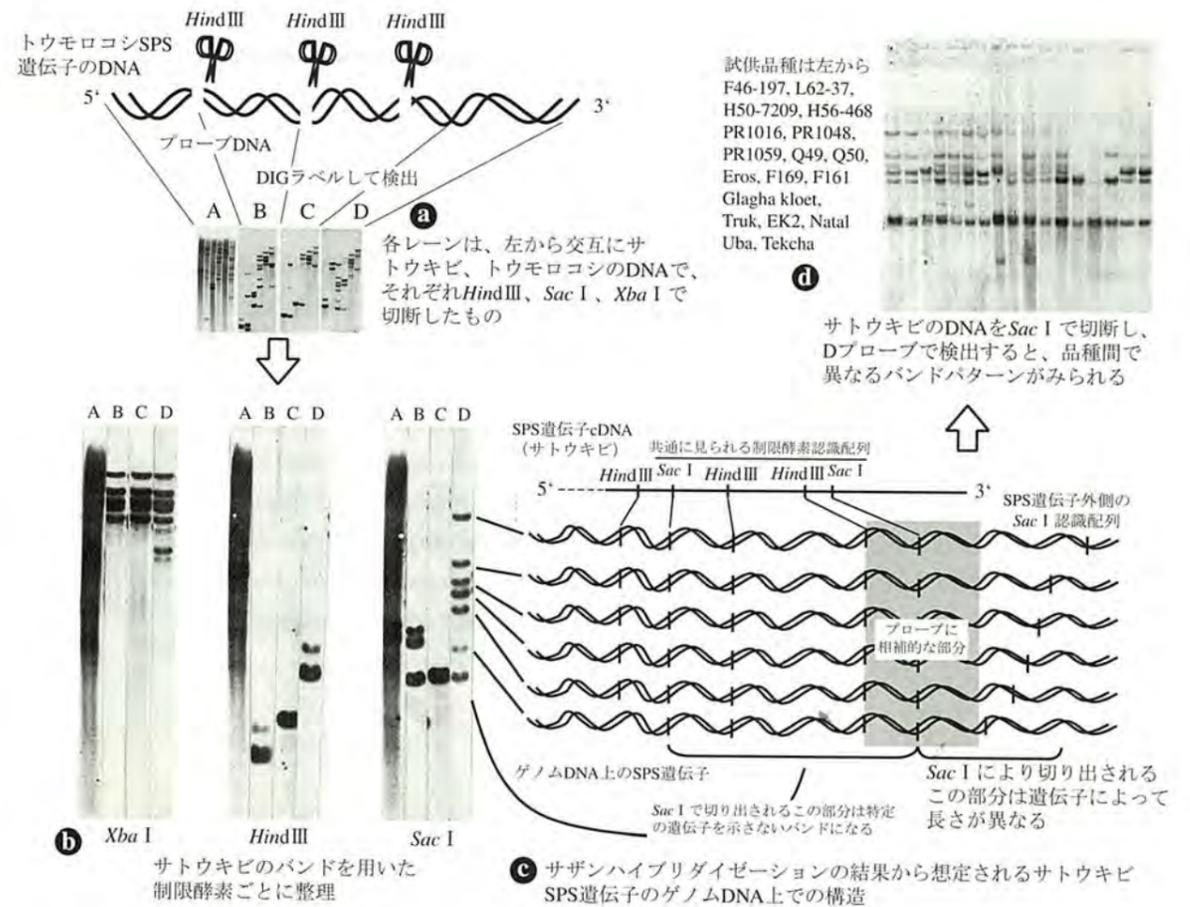


図 1 サトウキビの SPS 遺伝子が識別できる理由

〔その他〕

研究課題名：サトウキビ高糖性遺伝子の解析  
 予算区分：経常  
 研究期間：平成 12 年度 (9 ~ 11 年度)  
 研究担当者：寺内方克、齊藤 彰 (九農試)、宮崎 力 (科学振興事業団)、木村貴志 (九農試)、出田 収、松岡 誠  
 発表論文等：Terauchi T., M. Quintana, C. Bangwaek and Matsuoka M. (2000) Gene analysis of sucrose accumulation related enzyme. 6th ISSCT Breeding Workshop Abstracts:8