

1. 中央アジア地域の農林水産業特性及び研究技術動向

【要約】国際農林水産業研究センターの新たな対象地域として拡大した中央アジアの農林水産業及びその研究技術動向を緊急に調査し、農畜水産業特性と重要研究課題を抽出するとともに、今後の共同研究の可能性を明らかにした。

国際農林水産業研究センター 海外情報部				連絡先	0298(38)6346
部会名	国際農業	専門	経済構造	対象	
				分類	行政

【背景・ねらい】

中央アジア地域では大陸内部に特徴的な農林水産業が展開されているにも関わらず、その動向や研究情報は他のアジア地域と比較して著しく限られてきた。昨年度の国際農林水産業研究センター発足とともに新たに拡大した中央アジア地域を対象として、カザフスタン、ウズベキスタン及びキルギスタンの3カ国における情報の収集と分析を実施し、共同研究の可能性について検討した。

【研究の内容・特徴】

- ① 中央アジアは、南東の山岳部（パミール高原等）から西側の内陸河川に沿って、冷涼で乾燥したステップと砂漠が広がる400万km²にも及ぶ地域である。元来、その伝統的農業は、ステップ草原の遊牧と山麓や砂漠に点在するオアシス農業が主体であったが、現在では、1) 遊牧から定住した放牧農業、2) カザフ草原における天水畑作農業、3) オアシス農業を継承する大規模灌漑農業、4) 内水域漁業など、広大な内陸部に特徴的な農畜水産業が展開されている。
- ② 農業に関する重要問題は、ステップや山岳部草原の破壊、内水域の環境問題及び多様な植物遺伝資源の消失に集約される。優先される研究課題は、1) 持続的草地保全技術の確立と家畜生産及び加工利用技術の開発、2) 綿花の大規模灌漑生産に伴う土壌劣化やアラル海と流入河川域の環境対策、3) 天水畑作地域の土壌保全と持続的生産技術の確立、4) 植物遺伝資源の収集・保存及び評価・利用技術の開発である。
- ③ 研究組織は、各国とも農業科学アカデミー及び科学アカデミーとその傘下の研究機関で構成され、充実した体制と長い研究蓄積がある。現在、旧ソ連邦の崩壊に伴う経済不振の中で研究予算削減による研究施設や機器の更新が遅れている状況にあるが、全般に研究レベルは高く国際研究協力への期待が高い。草地保全、内水域の環境問題及び植物・動物遺伝資源の保存・利用など独自の研究課題を抱える中央アジア地域との共同研究は重要である。

【成果の活用面・留意点】

中央アジア地域は、大陸内部の特徴的な農林水産業特性と多様な研究課題を抱えるが、本調査を通じて明らかにした農畜水産業の特性及び重要研究課題は、今後の研究協力を策定、実施する上で有効である。

【具体的データ】



図1：中央アジア諸国



写真1：ステップ草原の羊放牧

表1：中央アジア諸国の国勢と農用地面積（1989年）

共和国	国土面積 (千km ²)	人口 (千人)	耕地面積 (100万ha)	採草放牧地 (100万ha)	作付面積 (千ha)	
					コムギ	綿花
カザフスタン	2,717	16,891	35.7	161.8	15,311	128
ウズベキスタン	447	20,322	4.5	21.6	466	2,108
キルギススタン	199	4,367	1.4	8.7	225	31
トルクメニスタン	488	3,622	1.2	32.6	66	633
タジキスタン	143	5,248	0.8	3.3	不明	不明

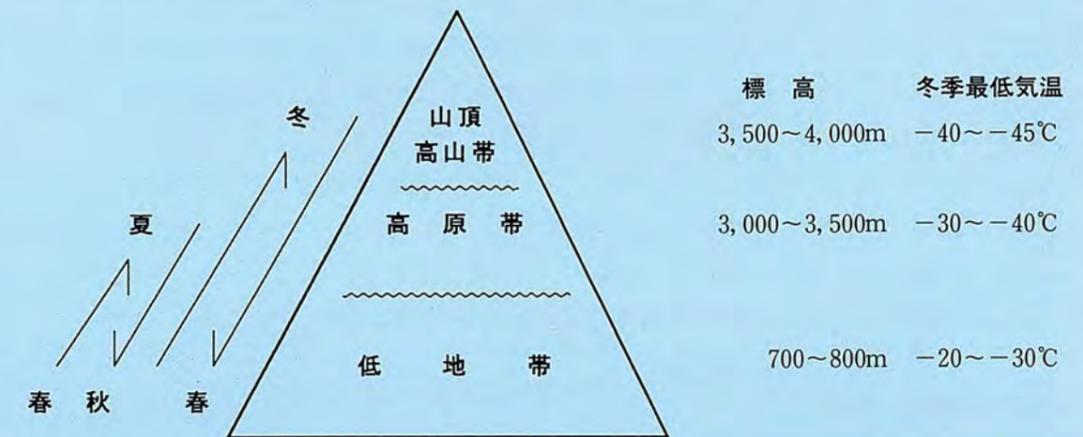


図2：キルギスの季節移動型羊放牧

注：草原の自然草種を対象に低地と高地の間を季節移動する。
冬季には、枯れ上がった草を求めて高山帯へ移動し、繁殖期を迎える。

【その他】

研究課題名：アジアII地域の農林水産業の特性及び技術開発方向の解明

予算区分：経常

研究期間：平成6年度

研究担当者：岡 三徳・鈴木正昭

発表論文等：岡 三徳・鈴木正昭(1994, 1995). 中央アジアの農林水産業特性と研究技術動向(1), (2), ロシア・東欧の農業, 6(3)p.21-31, 1994. 6(4)p.10-19.

3. 高等植物から得られた乾燥誘導性遺伝子群の構造と機能							
<p>【要約】 モデル植物のシロイヌナズナ及び耐干性マメ科作物のササゲから、前者では乾燥後短時間に誘導される16種の遺伝子、後者では乾燥により誘導される10種の遺伝子を単離した。これらの遺伝子の全塩基配列を決定した結果、乾燥耐性の獲得に関与すると考えられる種々のタンパク質との相同性が見いだされた。</p>							
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	バイテク	対象	豆類	分類	研究

【背景・ねらい】

乾燥耐性作物の作出は、乾燥地帯での農業生産の向上、安定化のための重要な課題である。乾燥耐性作物の分子育種のためには、植物の乾燥耐性の獲得に働く遺伝子の解明が必要となる。そのため、遺伝子解析の進んでいるモデル植物であるシロイヌナズナと西アフリカの乾燥地帯で栽培されている耐干性のマメ科作物であるササゲを用い、乾燥によって誘導される遺伝子群を単離して、その構造と機能を解析する。

【研究の内容・特徴】

- ① 濾紙上で風乾したシロイヌナズナでは、植物ホルモンのアブシジン酸 (ABA) の合成は約2時間後に起こり、10時間後に最大に達した。そこでABAによる2次的な遺伝子発現がまだ見られない乾燥1時間後の植物を用いてcDNAライブラリーを作成した。
- ② このcDNAライブラリーを用いて、短時間に誘導される16種の遺伝子を単離し、ERDと名付けた。ERDの発現をノーザン法で解析すると、ABAが合成される前の1時間の乾燥によって、すべてのERDが誘導された。
- ③ ERDの塩基配列を決定し、データベースとの照合から、乾燥耐性の獲得に関与すると考えられる種々のタンパク質との相同性が見いだされた (図1)。
- ④ 乾燥状態のササゲ (乾燥10時間後) から、乾燥によって誘導される10種類の遺伝子を単離し、CPRDと名付けた。ノーザン法を用いて、これらの遺伝子がすべて乾燥によって誘導されることを示した (図2)。また、ABAで誘導されるものとABAによっては誘導されないものとが存在することを示した (表1)。
- ⑤ すべてのCPRDの塩基配列を決定し、データベースとの照合を行った。その結果、シロイヌナズナで得られたcDNAと相同性を持つものや、これまで他の植物では報告されていない遺伝子が含まれていることを明らかにした (表1)。

【成果の活用面・留意】

シロイヌナズナとササゲから得られた乾燥誘導性遺伝子群は、これまでに開発してきた乾燥誘導性のプロモーターと結合して植物体に導入し、乾燥時に特異的に過剰発現させることにより、乾燥耐性植物の分子育種に利用できる。

【具体的データ】

図1: シロイヌナズナの乾燥によって誘導される遺伝子の機能

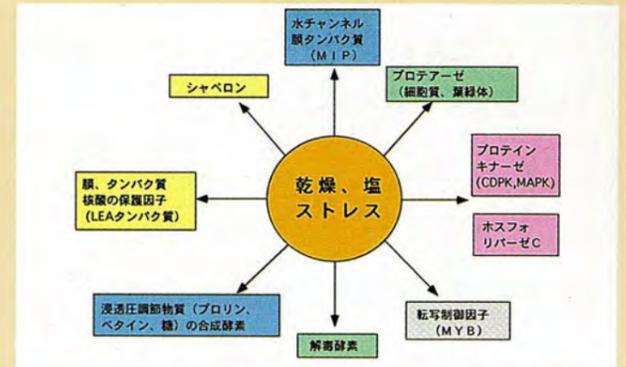


図2: カウピーのCPRD遺伝子の乾燥による発現誘導のノーザン法による解析

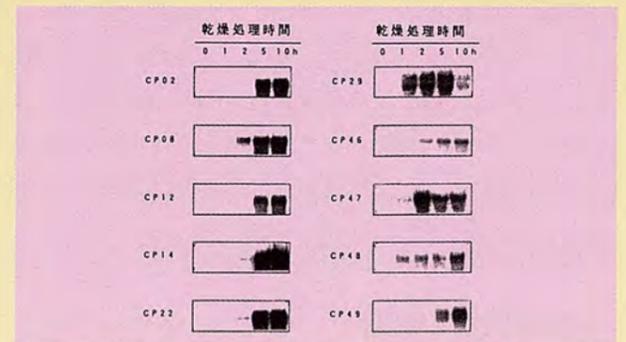


表1: ディファレンシャルスクリーニング法で得られたカウピーの乾燥誘導性の遺伝子

クローン名	インサート長 (bp)	個数 ¹⁾	相同性のあった遺伝子	各処理に対する誘導性		
				ABA	NaCl	Cold
1 CP02	1684	8	berberine bridge enzyme	+	+	-
2 CP08	1515	1	old yellow enzyme	+	+	-
③ CP12	1082	1	alcohol dehydrogenase	+	+	-
④ CP14	1227	7	dihydroflavonol 4-reductase	+	+	-
⑤ CP22	1129	2	dehydrine	+	+	-
6 CP29	1808	1		-	-	-
7 CP46	2882	1	lipoxygenase	-	-	-
8 CP47	1343	1		-	-	-
9 CP48	647	1	B2 protein	+	+	-
10 CP49	666	1		-	-	-

1) 個数は今回のスクリーニングによって取られた数を示す。
2) ○はシロイヌナズナで得られたcDNAと相同性をもつ遺伝子。

【その他】

研究課題名: カウピーの乾燥ストレス誘導性遺伝子の単離と解析

予算区分: バイテク育種

研究期間: 平成6年度 (平成5~9年度)

研究担当者: 篠崎和子, 寺尾富夫

発表論文等:

1. Characterization of an Arabidopsis cDNA for a soluble epoxide hydrolase gene that is inducible by auxin and water stress, Plant Journal, 6 : p. 259-269. 1994.
2. Cloning of cDNA for genes that are early-responsive to dehydration stress (ERDs) in Arabidopsis thaliana L.: identification of three ERDs as HSP cognate genes, Plant Mol. Biol., 25: p. 791-798. 1994.
3. Function and regulation of gene that are induced by dehydration stress in Arabidopsis thaliana, JIRCAS J., 1: p. 69-79, 1994.

4. リモートセンシングデータを用いた土壌侵食現象の解析手法の開発

【要約】 衛星リモートセンシングデータを用いて、植生活動の時間的変化から広域を対象とした地域分類を行う手法及び地表面の地形・被覆の状態から土壌侵食の顕著な地域の土地劣化現象を解析する手法を検討し、有効な算定アルゴリズムを示すことができた。

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	情報処理	対象	現象解析技術	分類	研究
-----	------	----	------	----	--------	----	----

【背景・ねらい】

パキスタン・パンジャブ州北部には、土壌侵食・土地劣化の顕著な天水農業地域が存在している。こうした土地の性状は時間とともに変化するが、その実態を把握する手段としてリモートセンシングデータを活用することが期待される。本研究では、衛星データから地表面の空間的特徴及びバンド間演算によって得られる指標値の分布を解析し、広域の土地劣化現象との関係について調べることとした。

【研究の内容・特徴】

- NOAA/AVHRR データから全球規模で作成されている GVI (グローバル植生指数) データはパキスタン全土レベルの土地利用分類及び地域毎の植生活動の時系列解析に有効であることが確認された。パキスタンにおけるラビー、カーフの2作期に対応して、農地では年2回の植生活動の極大期が存在するが、農地以外ではこうした特徴的な変化は見られない。また、天水農地では灌漑農地に比べて降水量の変動に対して GVI 値が敏感である点が明瞭に示された。(図1, 図2)
- SPOT/HRV パンクロマティックデータ (分解能10m) の空間解析により、土壌侵食による開析の進んだ谷の存在する範囲の抽出が可能であることが確認された。侵食域では、数10m 以下のスケールかつ特定の方向性を持たない濃淡のパターンが画像上で見られるために、適当な空間フィルターを適用することにより、他の地域との識別が可能となった。但し、人工物によるパターンとの混同も見られ、精度の向上のためには手法の改良を要することが指摘された。(図3)
- LANDSAT/TM データのバンド間演算により求められる指標値の中で、バンド2 (緑色域) とバンド3 (赤色域) から得られる地表面の被覆の程度を表す指標値が、侵食の進行度と関わりがあることを見出した。

【成果の活用面・留意点】

GVI データは空間の代表性の点から、詳細な地域分類には適さない面があり、目的に応じて高分解能のリモートセンシングデータの利用を検討する必要がある。また、土地劣化現象には様々な要素が含まれるが、手法の適用に際し、こうした類型区分を考慮することが重要である。

【具体的データ】

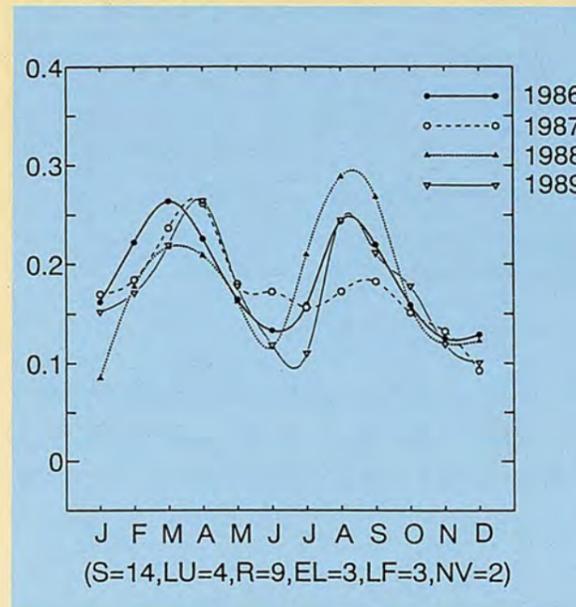


図1：天水農地における GVI 値の変化

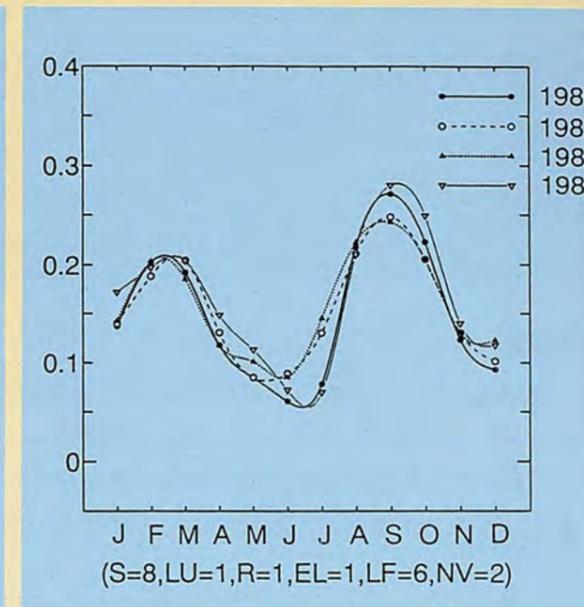


図2：灌漑農地における GVI 値の変化

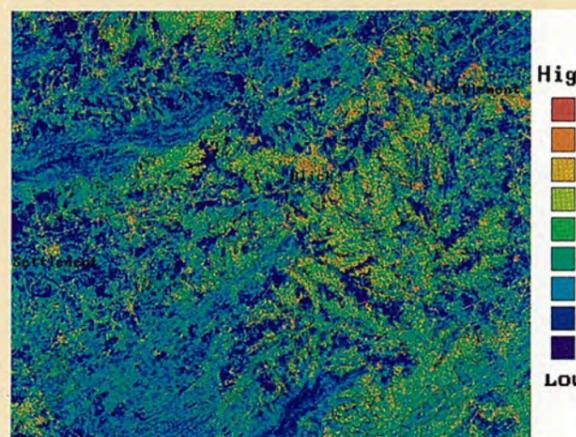


図3：SPOT データから推定した侵食度 (黒線内が侵食の顕著な地域)

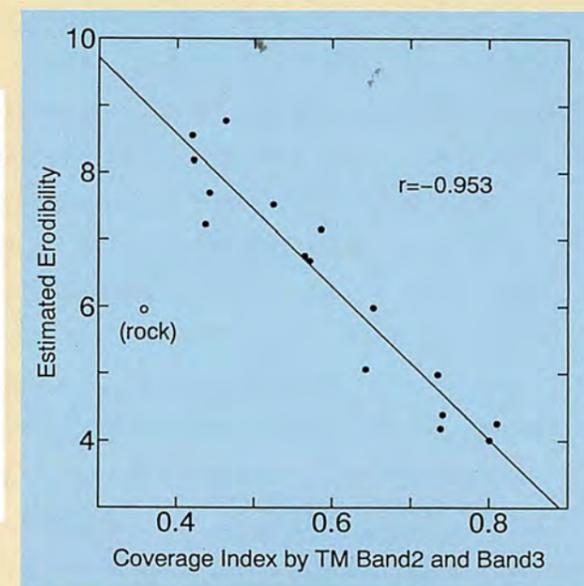


図4：被覆度指数と侵食度との関係 (各点はクラスタ分類された単位)

【その他】

研究課題名：熱帯耕地の侵食・劣化動態と対策技術の開発

予算区分：国際農業 (環境資源) プロ・経常

研究期間：平成6年度 (平成4～6年)

研究担当者：内田 論

発表論文等：Uchida, S. et al. (1994). Land Degradation Analysis of Rainfed Agricultural Area in Pakistan Using Remote Sensing Data, Proc. 15th Asian Conf. Remote Sens., Vol. I, C-4.

5. 乾燥地における複数列の混交防風林帯による微気象改良と作物

[要約] 中国トルファン地域の夏季の高温・乾燥・強風条件下において、防風林を複数列にすることで、微気象を改良し、気候緩和する効果が加算されることを明らかにした。

農業研究センター 耕地利用部 気象災害研究室		連絡先	0298(38)8418		
国際農林水産業研究センター 環境資源部, 中国科学院 新疆生物土壤沙漠研究所					
部会名	国際農業	専門	農業気象	対象	分類 研究

[背景・ねらい]

乾燥地における砂漠化の進行を阻止するためには、乾燥した裸地から農地に急変する限界地域の微気象改良が重要である。ここでは、中国トルファン地域の夏季の高温・乾燥・強風条件下において、複数列の数樹種の混交防風林帯による耕地内の微気象改良・気象緩和効果を明らかにするとともに、作物の生育促進、収量増加などの効果も明らかにする。

[研究の内容・特徴]

防風林は高さ8m、密閉度70%のシロニレ(白榆, *Ulmus pumila* L.)・スナナツメ(沙枣, *Elaeagnus angustifolia* L.)・コヨウ(胡楊, *Populus euphratica* Oliv.) 混交林である。

- ① 風速は、風上側から1列目の防風林によって減風した後、次第に回復し、2列目の直前までかなり回復するが、2列、3列目と列数の増加につれて加算的に減風する。減風に伴う気温・地表温の上昇によるマイナス効果が昼間にやや大きいが、乾燥地で重要な湿度が増加する特徴があり、防風林列数の増加につれて加算的效果が認められる(図1A)。
- ② 夜間の減風効果は昼間と類似している。気温・地表面は防風林付近で高いが、林間では放射冷却によって低下する。昼間よりも加湿効果が大きく、防風林列数の増加につれて加算効果も認められる。(図1B)。
- ③ ワタの草丈は、生育初期(図2A)には防風林から10H(高倍距離)までと2列目の-5Hまでが高く、1列、2列目の効果が出ている。生育終期(図2B)には1列目の3~8Hと2列目の-2H付近で高く、12H付近でやや低い。果実数(図2C)は草丈への効果が強調された状態であり、特に3~8Hと-2~-3Hが多い。
- ④ 乾燥地では気象環境が厳しく、灌漑水の欠乏のため、防風林の効果範囲は10H程度までと狭いが、複数列にすることで、微気象改良・気象緩和効果が加算される。

[成果の活用面・留意]

国内においても、強風・干ばつ頻発地域で活用できる。乾燥地では、日中の高温時には防風林によって少し過剰高温となるため、耐熱性作物の導入が必要である。

[具体的データ]

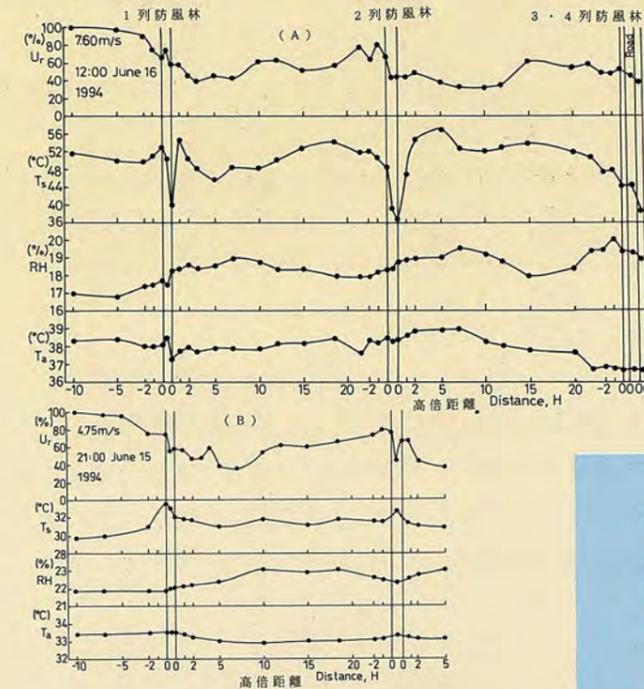


図1: シロニレ・スナナツメ・コヨウの混交防風林による昼夜の気象変化

注: 高倍距離(nH)は防風林の高さ(H)の倍数(n)で表した距離, +は風下, -は風上



写真1: シロニレ・スナナツメ・コヨウの混交防風林とオアシス内のワタ

[その他]

研究課題名: 乾燥地における複数列の混交防風林帯による微気象改良と作物

予算区分: 国際プロ(乾燥環境)

研究期間: 平成6年度(平成5-平成9年度)

研究担当者: 真木太一(農業研究センター)・鮫島良次・杜明遠(国際農林水産業研究センター)

発表論文等: ①真木太一・潘伯榮・杜明遠・上村賢治(1994). 中国トルファンの乾燥地における2列の防風林による微気象, 堆砂, 作物への影響, 農業気象, 49巻4号.

②真木太一・潘伯榮・鮫島良次・杜明遠(1994). 中国トルファンのポプラ防風林による夏季の気象改良と作物生育効果, 日本農業気象学会関東支部1994年度例会講要.

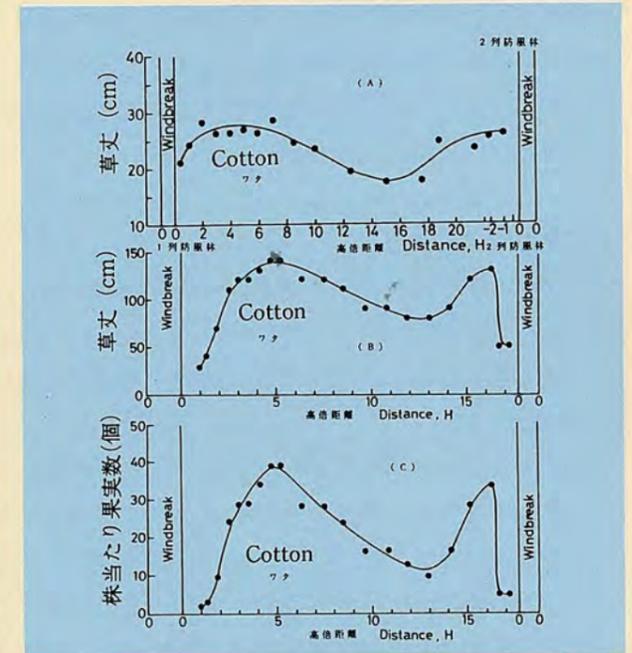


図2: シロニレ・スナナツメ・コヨウの混交防風林によるワタの草丈と果実数の変化

(A)生育初期, (B)生育終期, (C)株当たり果実数

6. 施肥時期がキマメ・ソルガム間作体系の生産性及び窒素利用効率に及ぼす影響

【要約】 半乾燥熱帯に広く分布する肥沃度の低いアルフィソル土壌において広く実践されているキマメとソルガムの間作体系では、窒素の施肥を一か月程度遅らせることにより、肥料窒素の利用効率を高め、生物的生产効率を向上させることが可能である。

国際農林水産業研究センター 環境資源部, 国際半乾燥熱帯作物研究所(ICRISAT) 連絡先 0298(38)8238

部会名	国際農業	専門	土壌肥料	対象		分類	国際
-----	------	----	------	----	--	----	----

【背景・ねらい】

半乾燥熱帯に広く分布する肥沃度の低いアルフィソル圃場においても、作付け初期においては比較的高濃度の硝酸が土壌水中に出現することが毎年確認されてきた。このことは窒素要求度が低い生育初期においては、作物生育に見合うだけの窒素が土壌から天然供給され得ることを意味し、基肥重視の従来からの施肥体系を見直す必要があることを示唆している。そこでキマメとソルガムの間作体系において、窒素の播種前施肥(播種前区)と播種後約1ヶ月の施肥(播種後区)との間で、生産性並びに窒素の利用効率などを比較した。

【研究の内容・特徴】

- ① 作物別収量：ソルガムは単作・間作両者において、播種後区の方が播種前区よりも高い収量を示した(図1)。キマメでは明瞭な差異は認められなかった。
- ② 間作の生産効率：間作構成作物の生育期間の違いを考慮に入れた間作の単作に対する生産効率の指標であるATER(Area-time equivalent ratio)は全乾物重並びに収量の両者において播種後区の方が播種前区よりも高い値を示し、収量についてはこの比が1.6近くにもなった(図2)。
- ③ 窒素利用効率：窒素の利用効率は、ソルガムで単作・間作ともに播種後区は播種前区の2倍以上となった(図3)。キマメでは両施肥処理間に明瞭な差は認められなかった。
- ④ 窒素の給源：ソルガムにおいては、土壌窒素への依存量は両処理区の間で大きな違いはなかったが、肥料窒素の利用率が高まった分だけ、播種後区の方が単作・間作両方においてより多くの窒素を集積した(図4)。
- ⑤ 以上の結果から、キマメとソルガムの間作体系では、窒素の施肥を1ヶ月程度遅らせることにより、肥料窒素の利用効率を高め、生物的生产効率を向上させることが可能であることが示された。

【成果の活用面・留意】

半乾燥地域の施肥管理の基礎技術として活用できる。今後、現場での数多くの実証試験が必要である。

【具体的データ】

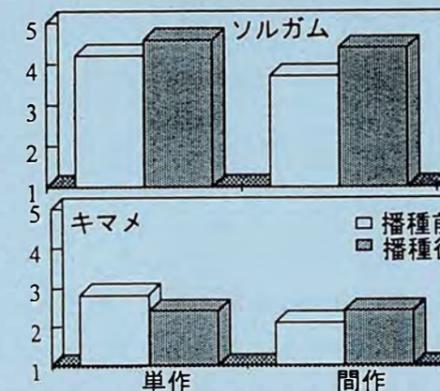


図1：子実収量(t/ha)

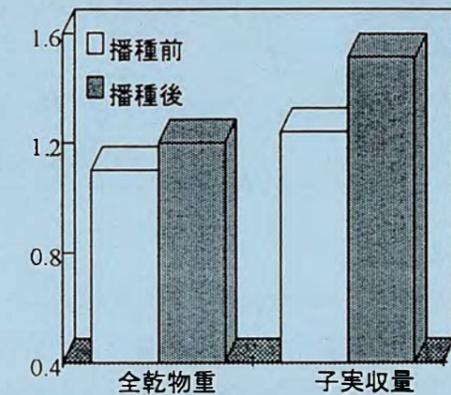


図2：乾物重及び子実収量当たりの土地一時間生産効率

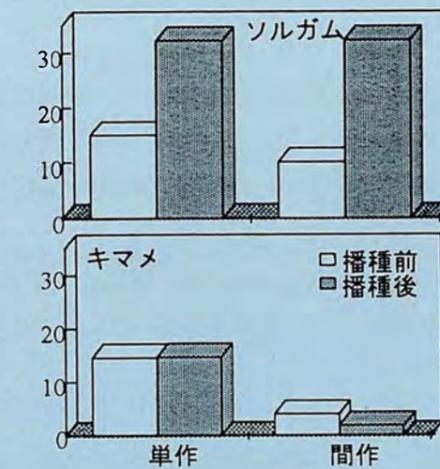


図3：窒素利用効率(%)

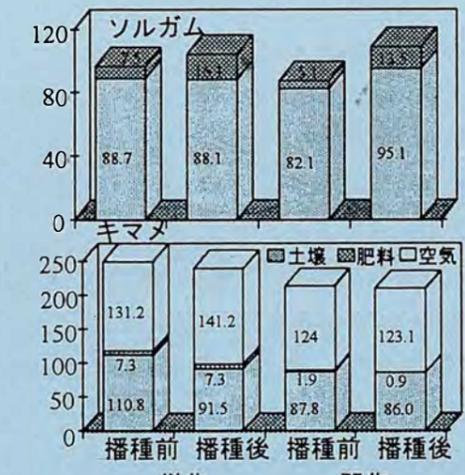


図4：給源別窒素収量(kg/ha)

【その他】

研究課題名：熱帯半乾燥地域における主要畑作の栽培技術の開発

予算区分：拠出金研究

研究期間：平成6年度(平成2-平成6年度)

研究担当者：伊藤 治(国際農林水産業研究センター, 現農業環境技術研究所)・片山勝之(国際農林水産業研究センター, 現農業研究センター)・C. Johansen・J. J. Adu-Gyamfi (ICRISAT)

発表論文等：①Ito, O. et. al. (1994). Effects of application methods of nitrogen fertilizer on pigeonpea/sorghum intercropping. In Proceedings of International Symposium on Pulses Research, April 1994. p. 203-204.

7. 熱帯における水稲の湛水土壤中直播技術の開発

【要約】 遺伝資源の利用と栽培技術の改良により、催芽種子を直接嫌氣的な湛水土壤中に播種する技術を創出し、苗立ちを安定化させると同時に倒伏と雑草害を軽減させる技術を熱帯において開発した。

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 0849 (23) 4100

部会名	国際農業	専門	土壌肥料	対象	稲	分類	国際
-----	------	----	------	----	---	----	----

【背景・ねらい】

熱帯の水稲直播栽培では、水田を代掻きした2-3日後に催芽種子を土壌表面に散播する。そのため種子は鳥や鼠の害にさらされるのみでなく、強い日差しのため乾燥したり逆に強雨にたたかれ流されたりし、苗立ちは不安定である。また稲の基部は土壌表面にあるため根の地中への張りも弱く、倒伏も大きな問題である。さらに直播栽培では稲と雑草の種子がほぼ同時に発芽生育を開始するため雑草害も大きい。そこで遺伝資源の利用と栽培技術の改良により催芽種子を直播嫌氣的な湛水土壤中に播種する技術を創出し、苗立ちを安定させると同時に倒伏と雑草害を軽減させる。

【研究の内容・特徴】

- ① 湛水土壤中からの苗立ちの優れた適応品種が見いだされた。適応品種は東北インドやバングラデシュに起源を持つ天水田稲や深水稲に多く、また高収性の改良品種にも見つかった。適応品種の鞘葉の伸長は嫌氣的条件下でも優れており、地表から地中の種子へ、効率的に酸素が輸送されていると推定される。
- ② 種子の保存状態が悪いと種子の苗立ち能力が劣化 (Seed aging) した。品種間に大きな Seed aging 耐性の差が認められ、品種 ASD1 (インド) は嫌氣条件下での苗立ちが優れて、Seed aging 耐性特性をもっており、熱帯での直播品種育成の素材になりうる。
- ③ 代掻き直後の土壌が柔らかい時の散播またはカルバー被覆種子用湛水土壤中直播機の使用により条播で土壌中に播種できた。なお、現在日本で使われている直播機は熱帯の開発途上国の農民には高価すぎるため、簡易な直播機を開発した。ここで開発された嫌氣土壌中への播種法を、英語で Anaerobic seeding と名づけた。
- ④ 本播種法によりフィリピン、ベトナム及びミャンマーで安定した成果が得られた。改良された草型の湛水土壤中直播適応品種は移植で得られると同じ高収量を示した。
- ⑤ 倒伏は散播を条播にすることにより著しく軽減された。また倒伏は雑草の生育とも密接に関係していること、適応品種は雑草競合性が高いこと、苗立ちと雑草の発生は水管理と密接に関係していること等が解明され、今後節水栽培の確立を目指した学際的な試験研究が必要である。

【成果の活用面・留意】

この成果は基盤技術であるため、今後、各国の研究機関での追試が必要である。また、温帯への適用は、稲が土壌中にある時期が長くなるので、さらに今後の研究が必要である。

また、ジャンボタニシの害についての検討も残されている。

【具体的データ】

表1: 稲遺伝資源の湛水土壤中直播適応性の検索

遺伝資源, その入手先および アイソザイム型番号	検索品種数	選抜品種数	選抜率 (%)
IRGC 1 (Major, Indica)	93	7	9
2 (Minor, Aus)	29	5	17
3 (Satellite, Deepwater)	5	3	60
4 (Satellite, Deepwater)	2	0	0
5 (Minor, Basmati)	31	0	0
6 (Major, Japonica)	90	5	6
Not classifiable	8	0	0
IRGC 分画なし	509	5	1
INGER 育種系統	404	8	2
育種部 F ₁ ハイブリット	61	1	2
IRGC <i>Oryza glaberrima</i>	111	9	8
IRGC Indica (登熟日数100日以下)	979	125	13

IRGC=国際稲遺伝資源センター INGER=稲遺伝資源評価国際ネットワーク

表2: フィリピン2カ所における湛水土壤中直播適応品種 (8-10品種平均) と対照品種 (2品種平均) の苗立ちと収量。湛水土壤中直播機を使用し1993年乾期に実施。フィリピン国立稲研究所との共同研究。

調査項目	品種	Los Baños	Muñoz
苗立ち率 (%)	適応	80.5 a	57.4 a
	対照	64.0 b	24.6 b
苗個体乾物重 (mg)	適応	12.8 a	8.6 a
	対照	8.5 b	6.8 b
収量 (kg/ha)	適応	7600 a	6600 a
	対照	7500 a	6270 b

平均値に付けた文字 (a, b 等) が異なる時は5%レベルで統計的に有意な差があることを示す。

表3: 各種除草レベル下での湛水土壤中直播適応品種 IR41996-50-2-1-3 と対照品種 PSBRC 4 の収量と発生した雑草の乾物重。1993年乾期。

品種	除草レベル	収量 (kg/ha)	雑草乾物重 (kg/ha)
IR41996-50-2-1-3	完全	6000 a	241 c
	選択	6300 a	292 c
	無除草	5200 b	1536 b
PSBRC 4	完全	5000 b	671 c
	選択	5000 b	1550 b
	無除草	3100 c	3480 a

平均値に付けた文字 (a, b 等) が異なる時は5%レベルで統計的に有意な差があることを示す。

【その他】

研究課題名: 熱帯における水稲二期作の安定化技術の開発

予算区分: 拠出金研究

研究期間: 平成6年度 (平成2-平成6年度)

研究担当者: 山内 稔 (国際農林水産業研究センター, 現中国農業試験場)

K. Moody and T. P. Tuong (国際稲研究所)

発表論文等: ①Yamauchi, M., A. M. Aguilar, D. A. Vaughan and D. V. Seshu (1993). Rice (*Oryza sativa* L.) germplasm suitable for direct sowing underflooded soil surface. *Euphytica*, 67, p. 177-184.

②Yamauchi, M., P. S. Herradura and A. M. Aguilar (1994). Genotype difference in rice postgermination growth under hypoxia. *Plant Science*, 100, p. 105-113.

8. ブランコヤドリバエの人工飼育法の開発

〔要約〕 生物的防除手段として有用視されているヤドリバエ類の簡易大量累代飼育法の確立を目的として、ブランコヤドリバエを用い、卵期から幼虫期まで人工飼料による飼育法の開発を行った。

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	作物虫害	対象	昆虫類	分類	研究
-----	------	----	------	----	-----	----	----

〔背景・ねらい〕

害虫に対する天敵の利用は生物的防除の有力な手段であり、なかでも寄生性天敵であるヤドリバエの利用は、これまで有効性を認められながらも室内飼育の難しさから実用化に至っていない。このため、ヤドリバエの簡易大量累代飼育法の確立を目的として人工飼育法の開発を試みた。

〔研究の内容・特徴〕

- ① 昆虫組織培養用培地 IPL41 にリピッド溶液を加えた IPL41・L とカイコ血清 BMH あるいは牛胎児血清 FBS を組み合わせてブランコヤドリバエの無菌人工飼料とした。
- ② 人工飼料中のカイコ血清の濃度が高い程飼育成績が良好で、カイコ血清のみの飼料の場合、13%のハエ成虫が得られた。
- ③ 飼育容器として用いたプラスチック製の4穴のウエルに、表面殺菌したハエ卵を1ウエル当たり1個接種したが、各ウエルに脱脂綿を加えるとハエ幼虫のファネル形成率が高まり、その後のハエの成長・発育にも良い結果をもたらすことがわかった。
- ④ ファネル形成とその後3齢幼虫への成長・発育には、血清成分が必要であることがわかった。一方、カイコ血清にくらべて牛胎児血清の効果はかなり劣り、出来たファネルは薄く、無着色であった。

〔成果の活用面・留意〕

- ① 寄主体内における寄生性天敵の発育過程および生体防御機構を解明する手段となる。
- ② さらに成虫化率の向上を計るとともに羽化成虫の質の維持管理等の問題が残されている。

〔具体的データ〕

表1：ブランコヤドリバエの人工飼育*

培地の種類	供試卵数	発育した幼虫(%)		囲蛹殻形成(%)	ファネル形成(%)	成虫(%)
		I 齢	III 齢			
IPL41・L	53	74	0	0	0	0
IPL41・L+FBS	46	85	7	0	9	0
IPL41・L+BMH	184	84	38	32	65	1
BMH	56	86	36	32	75	13

*IPL41・L と FBS あるいは BMH は 1 : 1 の割合で混入した。

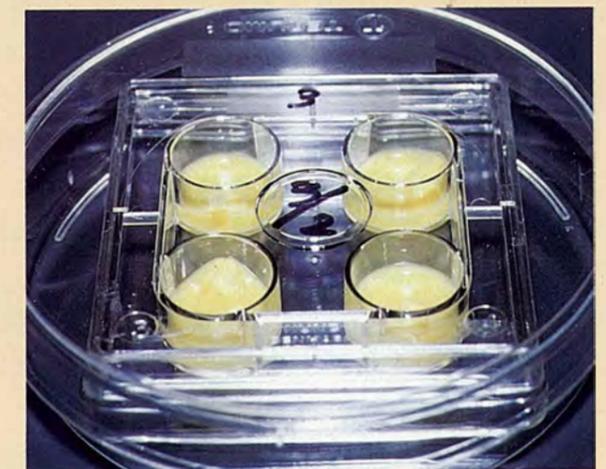


図1 (左上)：寄主アワヨトウ幼虫に産卵されたブランコヤドリバエ卵

図2 (右下)：人工飼育用のプラスチック製組織培養用容器 (4穴のウエル)

〔その他〕

研究課題名：主要害虫の生物的防除に関する研究

予算区分：経常

研究期間：平成4年～6年

研究担当者：八木繁実，中村 達

発表論文等：①Yagi, S. (1994). 4th SICONBIOL Abstract 29, Report (IICA) 1-8.

②八木繁実，中村 達 (1994). ヤドリバエの人工飼育 プレインテクノニュース 46 : p. 22-25.

9. 熱帯における野菜の重要害虫コナガの発生生態

[要約] タイ中部の灌漑地帯のアブラナ科野菜ほ場では、コナガは雨季、乾季ともに高い増殖ポテンシアルを有し、高密度で発生していることを示した。また、コナガの体型は小型で、その年較差がほとんど無いことを明らかにした。

国際農林水産業研究センター 生産利用部				連絡先	0298(38)6359		
部会名	国際農業	専門	作物虫害	対象	昆虫類	分類	研究

[背景・ねらい]

タイでは最近、アブラナ科野菜の栽培面積の拡大とその周年栽培化が普及し、コナガが多発するようになった。しかし、コナガの発生消長や体型の季節的差異等の生態に関する知見はほとんど得られていない。熱帯のコナガに関するこれらの知見は、温帯のコナガのそれらとの比較生物学的見地からも重要である。

[研究の内容・特徴]

中部平原の灌漑地帯にある2カ所のアブラナ科野菜ほ場にフェロモントラップを設置し、2年間に亘って毎週、誘殺虫数を調査した。また、温帯圏におけるコナガの体型を比較する目的で、定期的に誘殺虫の前翅長を計測し、季節変異の有無を検討した。

- ① タイでは通常、雨季にはコナガの密度は低下すると言われているが、農薬散布頻度の低い場合、(図1—Aの実線)あるいは高い場合(図1—Bの実線、破線)でも雨季(6月—11月)、乾季(12—5月)ともに誘殺数は多く、季節間の差異は認められなかった。したがって、年間を通じて増殖ポテンシアルは常に高く維持されていた。
- ② 作物の収穫後には誘殺虫数は急激に減少し暫く回復が認められないことから、コナガ雄成虫の飛翔範囲はかなり狭いことが窺えた。
- ③ 誘殺された成虫は小型で、日本では夏期の一時期にのみ誘殺されるそれに相当していた。また、前翅長は年間を通じて一定しており、季節変異は認められない。これは常に高温で年較差の少ない気象条件を反映していると結論した(図2)。

[成果の活用面・留意点]

本研究で得られた発生消長や形態的特性についての知見はタイをはじめ、熱帯圏におけるコナガの生態研究や防除を考えるうえで有用と考えられる。

[具体的データ]

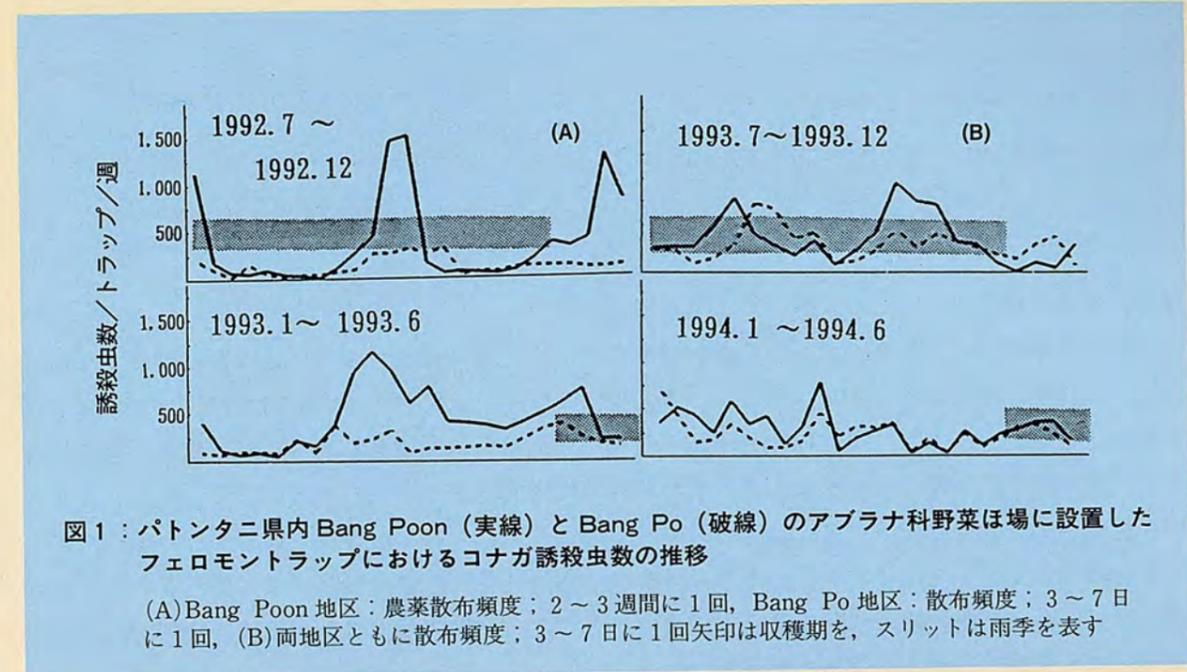


図1: パトタニ県内 Bang Poon (実線) と Bang Po (破線) のアブラナ科野菜ほ場に設置したフェロモントラップにおけるコナガ誘殺虫数の推移

(A) Bang Poon 地区: 農薬散布頻度; 2~3週間に1回, Bang Po 地区: 散布頻度; 3~7日に1回, (B) 両地区ともに散布頻度; 3~7日に1回 矢印は収穫期を, スリットは雨季を表す

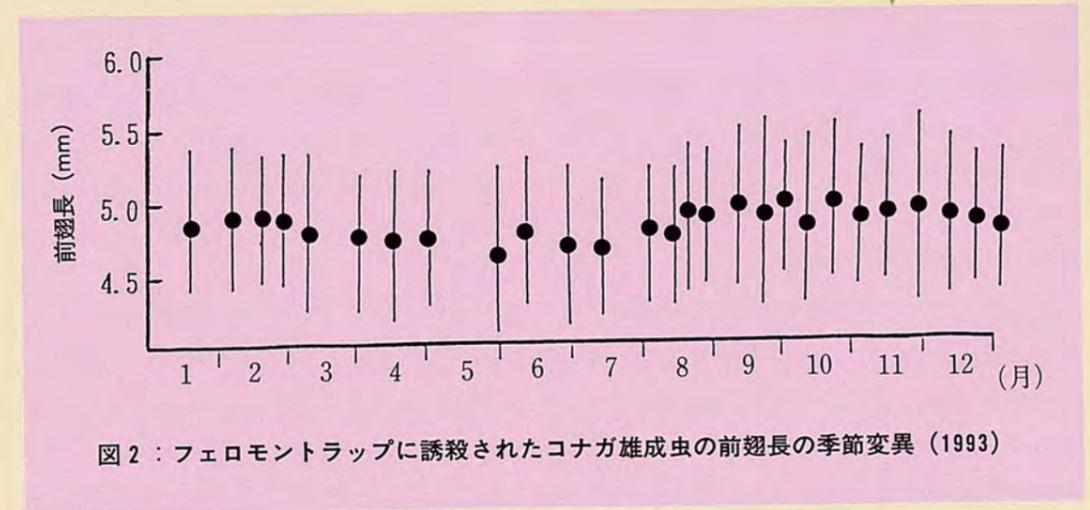


図2: フェロモントラップに誘殺されたコナガ雄成虫の前翅長の季節変異 (1993)

[その他]

研究課題名: 熱帯における野菜の重要害虫コナガの発生生態と防除

予算区分: 経常

研究期間: 平成3年~5年

研究担当者: 桑原雅彦

発表論文等: Kuwahara, M. and P. Keinmeesuke (1994). Population dynamics and control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, on vegetable crops in Thailand. Proc. Seminar on Thai-JIRCAS. p. 33-34.

10. スリランカの連珠溜池灌漑システムにおける水収支の解明とモデル化

[要約] スリランカ・ドライゾーンでは連珠溜池かんがいシステムが発展を遂げてきたが、近年、水利秩序の悪化が指摘されている。当システムの計画的更新の必要性を基本において、簡易な水収支モデルの作成を試みた。

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	基幹施設	対象	維持・管理技術	分類	国際

[背景・ねらい]

南アジアの熱帯稲作地帯では、十分な流域や水源を有しない地域を中心に古くから溜池を利用した灌漑システムが発展してきた。スリランカのドライゾーンにおいても、流域内に幾つもの皿溜池を連珠させることにより、用水の還元機能を最大限に活用できる構造を持った、連珠溜池灌漑システム(図1, 2)が長い歴史を有する。しかし溜池の過剰開発の結果、水利用秩序が低下し、連珠溜池灌漑システムの復興は今日、政府の農業政策の重要な柱の一つとなっている。しかし、このシステムの水収支を定量的に解明し、それを効率的な水管理に反映させる試みは、これまでほとんど行われていない。そのため水収支解析(図3)に基づき、連珠溜池灌漑システムの合理的な水管理を可能とする水収支モデルの開発を行った。

[研究の内容・特徴]

- ① 水収支解析の結果、溜池における浸透ロス率は4.7mm/dayと算定された。灌漑期でも溜池消費水量に占める無効利用分(蒸発・浸透ロスなど)の割合は50%を超え、水利用システムとしてみた場合、非効率な面のあることが判明した。
- ② 上流溜池ブロックから下流溜池への用水の還元率は2~4割にも及び、連珠溜池灌漑システムが還元水の利用に大きく依存していることが実証された。
- ③ 水収支解析により、降雨流出率、浸透ロス率、還元水率の値をそれぞれ水収支モデル定数として求め、それらを用いて各溜池の水収支(貯水量変動)シミュレーションを行い、実際の貯水量変動曲線と比較した。その結果、簡易なモデルであるにもかかわらず、水収支モデルの適用性は良好(図4)でありこのモデルは、今後の水管理改善の検討に十分利用可能である。
- ④ 流域内の溜池の過密化により、水利用や水質面で様々な弊害が出ているため、開発した水収支モデルを適用事例として溜池の統廃合について検討した。その結果、最上流の非効率な小溜池は下流溜池に統合しても、全体としては僅かな利用可能水量の減少で済むことが判明した。今後の連珠溜池灌漑システムの管理上、溜池の統廃合は十分検討すべき余地がある。

[成果の活用面・留意]

- ① 本研究成果は国際かんがい管理研究所(IIMI)から出版予定、中間レポートはワーキングペーパーとしてIIMIから出版済みで、関係機関に配布された。
- ② 本研究の成果は農業土木学会誌(94-12号)に発表された。

[具体的データ]

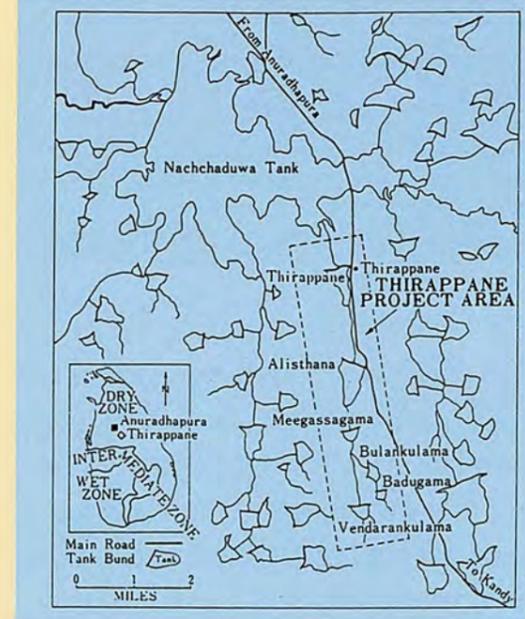


図1: 連珠溜池灌漑システムの分布状況

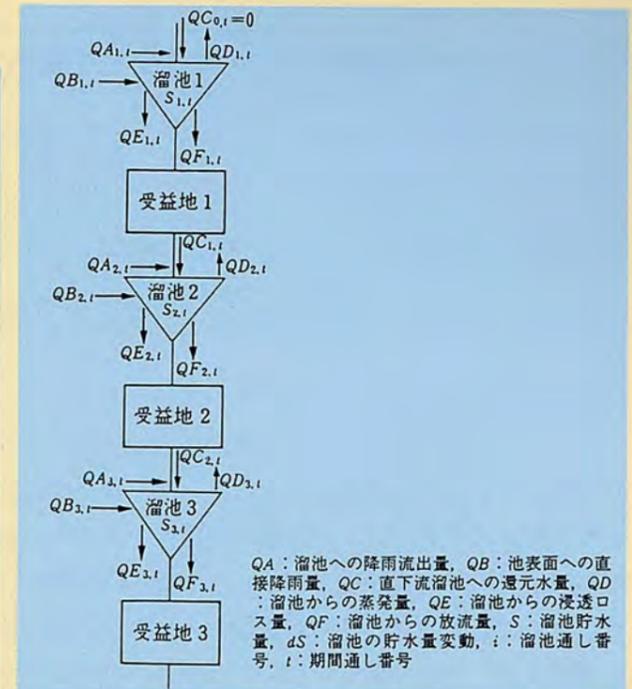


図2: 連珠システムの水収支基本構造

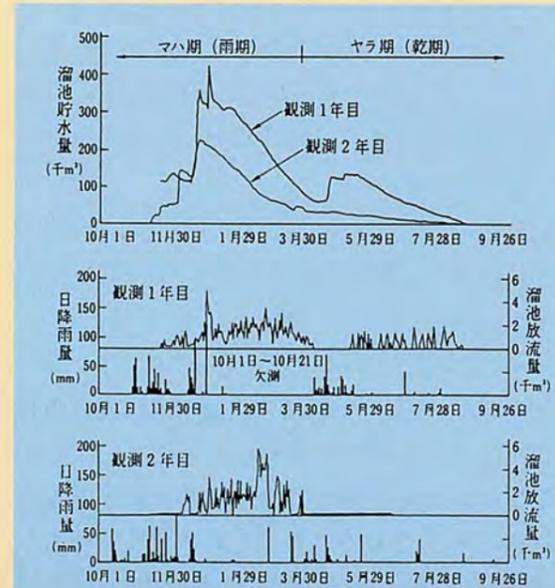


図3: 溜池貯水量変動と降雨量・放流量分布の関係 (Meegassagama池)

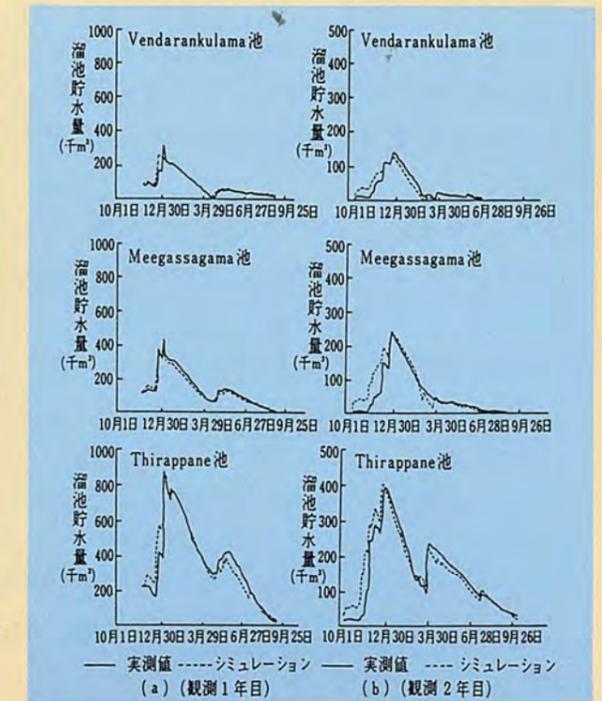


図4: 現況シミュレーション

[その他]

研究課題名: 溜池灌漑システムにおける水管理改善

予算区分: 経常

研究期間: 平成3年~6年

研究担当者: 板倉 純, スリランカ・国際灌漑管理研究所 (IIMI)

発表論文等: 板倉 純 (1994). スリランカ・連珠溜池灌漑システムの水収支モデル. 農業土木学会誌, 94-12号, p. 1~6.

11. アフリカ飼養牛の環境適応性と生産性の両遺伝能力を同時に推定する手法

[要約] アフリカ飼養牛のトリパノゾーマ及び暑熱等に対する環境適応性の指標として牛群滞在日数をとりあげ、さらに乳等の生産性の遺伝能力を同時に推定する手法を開発した。

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	飼育管理	対象	乳・肉用牛
				分類	国際

[背景・ねらい]

アフリカ熱帯地域の牛は、自然淘汰の中でトリパノゾーマ症はじめ多くの疾病や低栄養環境下でも生存しうる能力を獲得してきた。一方、爆発する飢餓、人口増加を吸収するにはアフリカ牛の生存能力以外にも乳、肉、労役等の生産性を高める育種改良が必要である。これまで、アフリカ牛についてトリパノゾーマ及びアフリカの劣悪な環境下に適応する遺伝能力を推定する手法はなかった。そこで、環境適応性の遺伝能力とともに、乳・肉等の生産性の遺伝能力を同時に推定する手法を開発する。

[研究の内容・特徴]

- ① 環境適応性と生産性の両遺伝能力について、ベイジアン手法をもとに遺伝的変異の大きさ及び両者の遺伝的関連性を推定する手法を開発した。さらに、その値をもとにして種雄牛あるいは個々の牛の両遺伝能力を推定する手法を開発した。両手法は、ともに反復手法として最尤値を求める(図1)。
- ② ケニア飼養のアフリカの環境下で飼育されている牛フリージアン種の乳量の遺伝率は0.172、初産分娩からの生存日数である牛群滞在日数の遺伝率は0.424、両者の遺伝相関は-0.452を示した(表1)。
- ③ 種雄牛20頭(娘牛412頭)のうち、娘牛乳量の遺伝能力が高い3頭(+98~136kg)は、逆に牛群滞在日数の遺伝能力は-127~-141日と最も低かった。一方、牛群滞在日数の遺伝能力の高かった2頭(+122~179日)は、逆に乳量の遺伝能力は-81~149kgと低かった(図2)。
- ④ 以上の結果から、アフリカの環境下で飼育されている牛は生存性の遺伝的変異が大きいものの、生産性の乳量とは負の遺伝的関連性を持っている事が明らかになった。したがって、両者を別々に推定し優秀な個体を選抜したならば、今まで獲得してきた遺伝的変異を損失する可能性がある。両者の遺伝的能力を高めるためには、同時に両者の関連性を考慮しながら遺伝的能力を推定する本手法が有効である。

[成果の活用面・留意]

本手法によって、今まで不可能だったアフリカ牛の両遺伝能力の解析が可能となる。

[具体的データ]

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc|ccc}
 X'X & 0 & X'Z & 0 & b1 & X'Y \\
 & X'DX & 0 & X'DZ & b2 & X'DXb2+X'DZu2+X'h \\
 & & Z'Z & & u1 & Z'Y \\
 \text{sym.} & & +g_{11}A^{-1} & g_{12}A^{-1} & u2 & Z'DXb2+Z'DZu2+Z'h \\
 & & & Z'DZ & & \\
 & & & +g_{22}A^{-1} & &
 \end{array}
 & = &
 \end{array}$$

$g_{ij} = [u'Au + \text{tr}(A^{-1}C_{ij})]$ $e_{22} = \Sigma h_i^2 / \Sigma d_i$
 X: 観測値の牛群に対する係数行列 Z: 観測値の種雄牛(個々の牛)に対する係数行列
 D: 対角行列 A: 血縁行列 Y: 乳量記録 h: 牛群滞在日数(あるいは期待値) d_i: 個体毎の牛群滞在日数期待値の分散 b1: 乳量に及ぼす牛群効果 b2: 牛群滞在日数に及ぼす牛群効果 u1: 種雄牛(個々の牛)の乳量に対する遺伝能力 u2: 種雄牛(個々の牛)の牛群滞在日数に対する遺伝能力 g₁₁(₂₂): 遺伝分散(11は乳量, 22は牛群滞在日数) g₁₂: 遺伝共分散 e₂₂: 牛群滞在日数の残差分散

図1: 環境適応性と生産性の両遺伝能力を同時に推定する手法

表1: 遺伝的パラメータの推定値

	乳量	牛群滞在日数
乳量	0.1718	-0.4516
牛群滞在日数	-0.1855	0.4239

対角線上は遺伝率, 非対角線上は遺伝相関, 非対角線下は表型相関

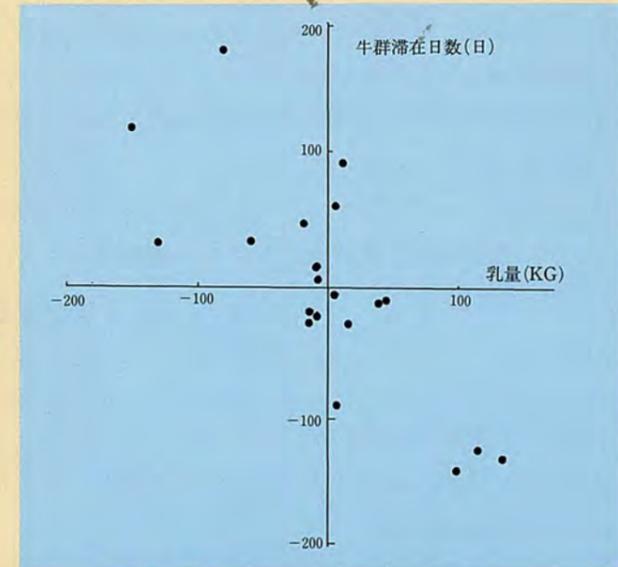


図2: 種雄牛の乳量・牛群滞在日数の育種価の分布

[その他]

研究課題名: トリパノゾーマ抵抗性牛の育成のための基礎特性の検定

予算区分: 国際プロ(トリパノゾーマ)

研究期間: 平成3年~7年

研究担当者: 富樫研治, J. E. O. Rege

発表論文等: Togashi, K. and J. E. O. Rege (1994). An iterative procedure for analysing a combination of censored and uncensored traits in sire and animal mixed models. Genetic selection evolution (Submitted).

12. 地域資源管理のためのマップデータベース構築とその汎用性

[要約] 地域レベルでの種々の土地資源およびそれらの利用状況を地図情報としてデータベース化し、土地荒廃の要因解析や地域計画等に活用できる汎用性を検討した。

国際農林水産業研究センター 畜産草部				連絡先	0298(38)6308
部会名	国際農業	専門	資源利用	対象	牧草類
				分類	国際

[背景・ねらい]

シリア東部のアジズ山地周辺で、土地固有の資源（地形・土壌・植生等）および利用状況（放牧・樹木伐採・耕作）を地図情報として調査収集・データベース化し、土地荒廃の危険度が高い農耕限界乾燥地域での資源管理対策に活用しうる汎用性を検討する。

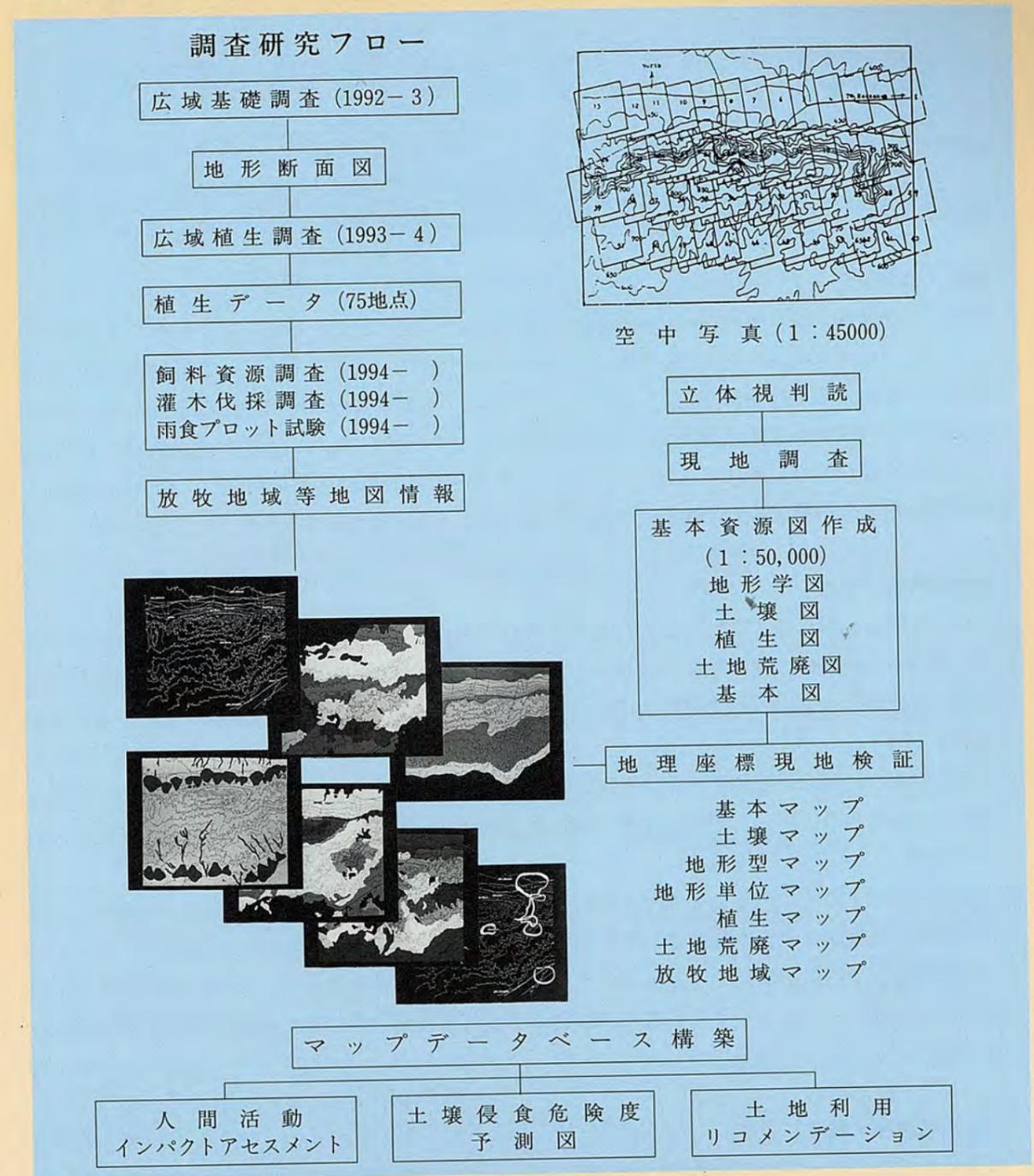
[研究の内容・特徴]

- ① 北アフリカ・西アジアの農耕限界地域の代表であるアジズ山地周辺地を選定し、踏査、空中写真立体視判読、現地検証により基本資源図（地形学図・土壌図・植生図・土地荒廃現況図・基本図）を作成した。
- ② 広域基礎・植生調査の結果をもとに飼料資源調査および灌木伐採調査を行い、資源利用状況を地理情報として収集した。
- ③ 上記の基本資源図及び資源利用状況をGIS（地理情報システム）によりデジタル化しマップデータベースを構築した。
- ④ 従来のマップデータベースはリモートセンシング等による物理・生物的地図情報が主体であったが、農業限界乾燥地域における土地荒廃の主要因と考えられる放牧・耕作・樹木伐採等の人為作用を地図情報として取り入れることにより、種々の要因を総合的に解析することが可能となった。

[成果の活用面・留意]

- ① 放牧、耕作、樹木伐採等人为作用が植生、土地荒廃に及ぼす影響を解明するための要因解析に活用できる。
- ② 放牧地域等地図情報は農家固有のものであり、農家によっては禁牧地域も放牧しているので、データの使用は研究目的にのみ限定する。

[具体的データ]



[その他]

研究課題名：アフリカの乾燥・半乾燥地帯における草地の資源変動の解明と保全技術の開発

予算区分：国際プロ（草地保全）

研究期間：平成元～6年

研究担当者：藤田晴啓・Gustav Gintzburger

発表論文等：Fujita, H., Nordblom, T. and Gintzburger, G. (1993). Rangeland resource evaluation for conservation and management. Pasture, forage and livestock program. ICARDA Annual Report for 1992. p. 238-246.

13. マレーアオスジカミキリ (*Xystrocera festiva*) の生態と防除

[要約] アカシア等マメ科ミモザ亜科樹木害虫、マレーアオスジカミキリの拡散は緩やかで一世代には半年～8カ月を要し、幼虫は樹幹の傷口から侵入しやすいこと等、生態的特性を明らかにした。これらの特性を配慮した造林計画、保育方法によって害虫の密度を下げる簡便な被害軽減法を示唆した。

国際農林水産業研究センター 林業部				連絡先	0298(38)6309		
部会名	国際農業	専門	森林育成	対象	熱帯広葉樹	分類	行政

[背景・ねらい]

拡大する熱帯林荒廃・劣化林地を再造林する動きは近年急速に高まっている。東南アジアではアカシア、ユーカリ等の外来早生樹が造林の中心の対象樹種で、一斉造林によって従来限定的であった害虫が大発生する可能性は高い。インドネシアでは *Acacia mangium* や *Albizia falcataria* 等マメ科ミモザ亜科樹木の造林は活発で、当亜科の害虫、マレーアオスジカミキリ (*Xystrocera festiva*) の大発生の兆候がすでに現れている。そのため当害虫の生態的挙動を明らかにし、経済的に廉価で簡便な防除技術を開発することを研究のねらいとした。

[研究の内容・特徴]

- ① カミキリは農村に植えられたマメ科ミモザ亜科樹木に普通に生息しており近くに造林地ができると侵入するが、侵入後の拡散は緩やかで、未成林草原などで数百メートル隔てられた林分間は容易には移動できない。対応樹種の造林を行う場合には村落等既存の生息地から隔離するよう配慮する (図1)。
- ② 林齢の異なる林分がモザイク状に配置され、被害が慢性的に発生しているアルビジア造林地では植栽2～3年目に侵入し、3～4年の増加期を経て7～10年の収穫伐まで個体群は安定している (図2)。
- ③ カミキリは1世代に半年～8カ月を要するため、従来の除間伐のシステムを改め、若齢林分では3カ月毎に被害木を除去すれば増加を抑制できる (図3)。
- ④ 地域によって農民が薪目的に若齢林の下枝刈を行い、切り跡がカミキリ個体群の増加期の産卵場所になっている。少なくとも植栽後4年間は下枝刈を禁止することが被害を抑制することにつながる。

[成果の活用面・留意]

成果はすでにインドネシア林業省に受け渡した。また、近隣諸国での発生の可能性や実態についても、自然環境の違いなどを配慮しながら検討、解析することが望まれる。

[具体的データ]

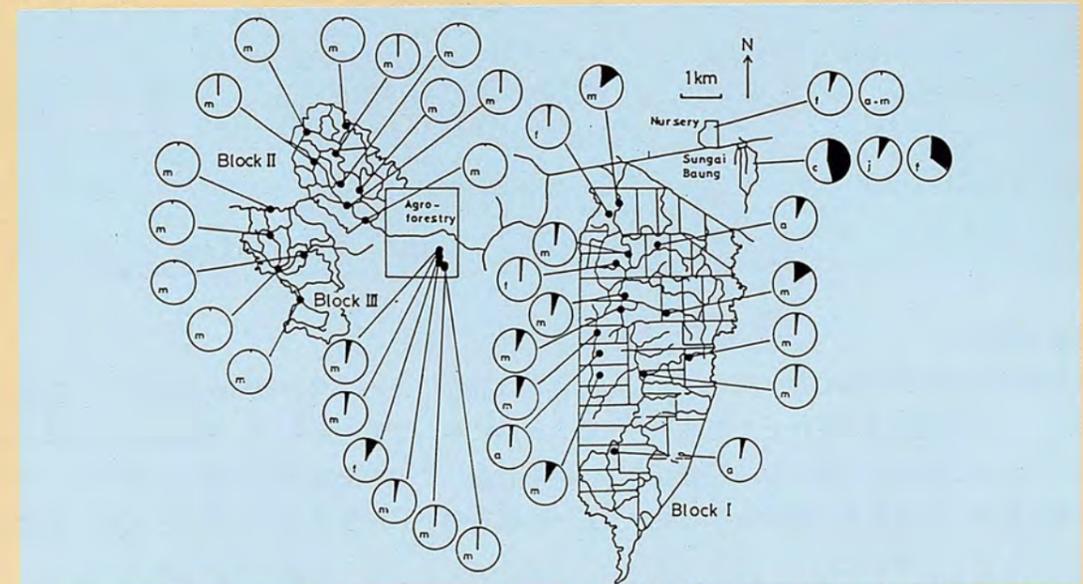


図1: ブナカットにおけるマレーアオスジカミキリの分布と植樹別被害率 (1992年5月)。

f: *Albizia falcataria*, c: *Albizia chinensis*, m: *Acacia mangium*, a: *Acacia auriculiformis*, j: *Pithecelobium jiringa*.

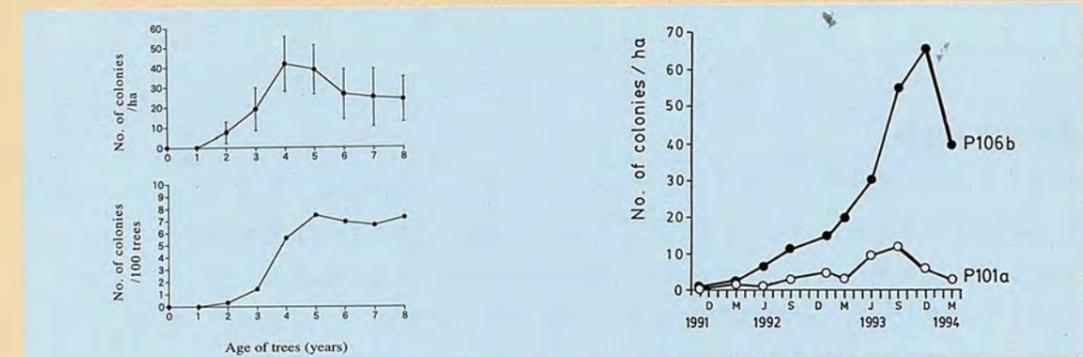


図2: クディリにおけるマレーアオスジカミキリの林齢別個体群密度

図3: クディリの1989年植林分におけるマレーアオスジカミキリの個体群レベル (ヘクタールあたりコロニー数) の変化
●: コントロール区, ○: 被害木除伐区

[その他]

研究課題名: インドネシアにおける造林地害虫の生態と防除に関する研究

予算区分: 経常

研究期間: 平成3年8月～平成6年8月

研究担当者: 松本和馬, Ragil Irianto, Burhan Ismail

発表論文等:

- ① K. Matsumoto (1992). Population density of albizia stem borer, *Xystrocera festiva* (Coleoptera: Cerambycidae), on various host plants in forestry and non-forestry areas. Proceedings Seminar dan Temulapang Pengembangan HTI Wilayah Sumatera. Palembang. 29-31 Oktober 1992: 79-96.
- ② K. Matsumoto, Ragil S. B. Irianto and Burhan Ismail (1994). Host Plant and distribution of the albizzia borer, *Xystrocera festiva* THOMSON, in the Benakat Trial Plantation Forest of BTR Palembang. Buletin Pengembangan Teknologi Reboisasi 3.

14. 耐暑性若莢用インゲンマメ品種「石垣1号」の育成

[要約] 亜熱帯に位置する南西諸島では、高温のため夏期の野菜栽培が困難である。そこで、夏期の野菜生産品目の多様化をめざして、夏期収穫の可能な耐暑性サヤインゲン「石垣1号」を品種育成した。

国際農林水産業研究センター 沖縄支所 作物育種研究室				連絡先	09808(3)9970
部会名	国際農業	専門	育種	対象	さやいんげん
				分類	普及

[背景・ねらい]

南西諸島は亜熱帯に属しかつ高地が乏しく、夏期は高温のため野菜の栽培が困難であり野菜不足のため、高価格で鮮度の低下した内地からの移入野菜に頼らざるをえない。国際農林水産業研究センター 沖縄支所では、先にこの野菜不足の解消を目指して熱帯野菜シカクマメ品種「ウリズン」を育成したが、熱帯野菜だけでなく需要が大きい温帯野菜でも耐暑性品種を開発し夏期の野菜供給を豊かにしようと考えた。

冬春期では、沖縄県は我が国でも有数のサヤインゲンの産地である。しかし、我が国には今まで耐暑性の高いサヤインゲン品種が無かったため、6月～10月までの高温期は既存の品種は結莢できず、沖縄県にはこの期間に収穫するサヤインゲン栽培は無かった。そこで、サヤインゲンで耐暑性品種の育成を試みた。

[成果の内容・特徴]

- ① 石垣1号は、昭和60年に国際農林水産業研究センター（旧熱帯農業研究センター）が実施した遺伝資源収集探索調査において、マレーシア国で収集した遺伝資源である雑駁なサヤインゲン種子集団から、純系選抜によって育成された耐暑性の品種である（写真1、図1）。
- ② 石垣1号は鹿児島県、沖縄県、東京都小笠原など夏期に高温となる地域で、結莢における耐暑性が高く、夏期栽培で収量性が高く高温による若莢の品質劣化も少ないと評価された。
- ③ 石垣1号は、無限つる性、収穫始期までの日数は播種期を問わず約50日の中生の品種で、花は赤紫色、種子は小粒の黒色、若莢は地色が淡緑で軽く曲がり、筋を有する平莢の品種である。
- ④ 石垣1号の結莢のための耐暑性の限界温度は28.0～29.5℃の範囲にあり、平年の気温であれば南西諸島の多くの地点で夏期栽培が可能である（図2）。
- ⑤ 耐暑性限界以下の気温条件下では、夏期栽培で石垣1号は収穫期間2カ月間で3t/10a程度の収量が得られ、食味は既存品種に同等である。

[成果の活用面・留意点]

若莢の地色が淡く筋ありインゲンであるため内地市場での評価は低い。低温期には収量性が低い。ため冬期栽培の適応性は低い。東京都の八丈島以南、鹿児島県の南西諸島部や沖縄県の夏期栽培の地場消費用として普及すると考えられる。

[具体的データ]



写真1. 石垣1号の若莢

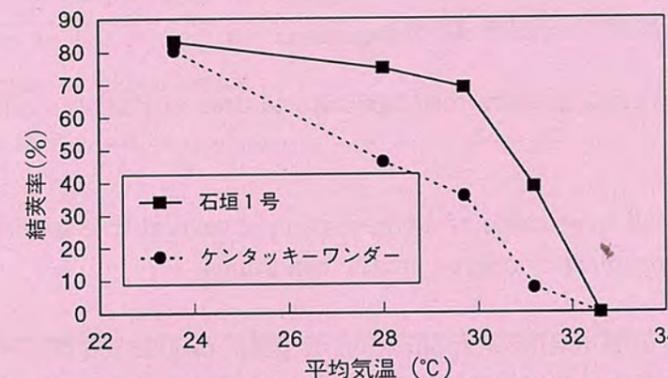


図1: 石垣1号とケンタッキーワンダーの結莢率に対する温度の影響

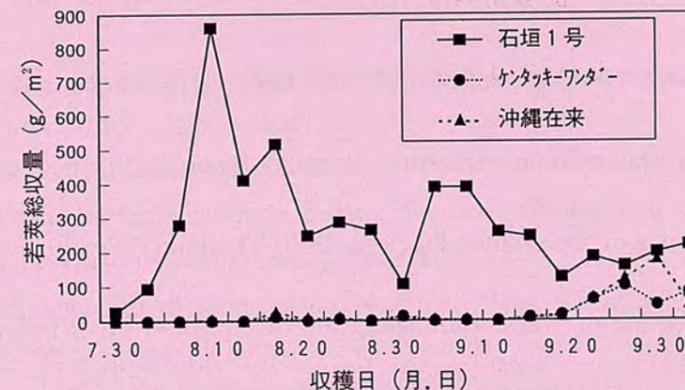


図2: 夏期栽培における収穫量（沖縄県石垣島, 1992年）

[その他]

研究課題名: 新規作物導入による新作付方式の開発,

予算区分: 経常・高収益畑作

研究期間: 昭和60年～平成6年

研究担当者: 中野 寛・桃木徳博・大塚紘雄・宮重俊一・花田俊雄・杉本明・中川仁・小林 真・松岡 誠・寺内方克・安田慶次・大城正市

発表論文等: Nakano, H. et. al. (1994). Collection of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) Germplasm in Malaysia and Thailand and Its Potential of Heat Tolerance. Japanese Journal of Tropical Agriculture 38. p. 239-245.