

沖縄における陸域での新たなサンゴ保全技術の開発

Development of a new land management practice for coral conservation in Okinawa, Japan

伊ヶ崎健大 *・大前 英 **・南雲不二男 **・岩井香泳子 *・小崎 隆 *

Kenta Ikazaki

Hide Omae

Fujio Nagumo

Kaeko Iwai

Takashi Kosaki

摘 要

沖縄ではサンゴの被害が収束しておらず、その対策は依然として喫緊の課題である。現在までのところ、被害の原因は白化、海水汚染や海底汚染による生息環境の悪化、食害であるとされるが、赤土汚染（陸域から海域への土壌の流入）はその全てに関与している。本研究では、赤土発生量の70%以上を占める農地（特にサトウキビ畑）において新たな赤土流出防止技術「シカクマメバンド」を開発し、その有効性を検証することを目的とした。「シカクマメバンド」の概要は以下の通りである：①シカクマメ (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) D.C.) をサトウキビの収穫が終わる3月下旬～4月上旬に植えることで、カバークロープ（被覆作物）として地表面を保護し、梅雨時期の赤土流出を抑制する。②9月のサトウキビ植付け時にシカクマメを等高線に沿ってバンド状に残す（農地の1～2割のシカクマメを残し、残りの8～9割のシカクマメは緑肥として土壌へ鋤き込む）。これにより、土壌肥沃度の改善が期待できるだけでなく、サトウキビ植付け部分から流出する赤土をシカクマメのバンドで捕捉することができ、赤土の畑外への流亡を抑制できる。③6・7月に若さや、10・11月に完熟種子が収穫できる。なお、対象作物にシカクマメを選定したのは、シカクマメの若さやおよび完熟種子が潜在的な経済価値を有するためである。国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点（石垣市）の傾斜圃場を用いた試験の結果、「シカクマメバンド」を導入した区では、表面流去水量および土砂濃度の低下により赤土の流出が94%抑制されることがわかった。このことから、「シカクマメバンド」が赤土流出防止技術として有効であることが示された。しかし、「シカクマメバンド」では農地の1～2割でサトウキビが栽培できないことから、今後の研究ではシカクマメが野菜や発酵食品等として農家の所得向上に貢献し得るか、その可能性を検討する必要がある。

1. 背景

1.1 サンゴ保全の必要性

サンゴ礁は重要な観光資源¹であると同時に、多様な漁業資源を育む「海のゆりかご」や「海の畑」であり、海洋動物の約25%が住まう「海の熱帯林」でもある（海の自然再生ワーキング・グループ 2003）。また、サンゴ礁は自然の防波堤として防災の観点からもその重要性が認識されている（海の自然再生ワーキング・グループ 2003）。さらに、サンゴは近年炭素（CO₂）貯留源としても注目を集めている（茅根らによる一連の研究：例えば Kayane et al. (1995)）。サンゴ（礁）は上記の様な多様な生態系サービスを提供するだけでな

く、住民の生活や文化の「場」でもあり（サンゴ礁地域研究グループ 1992）、その重要性に議論の余地はない。この様なサンゴ（礁）であるが、我が国では1960年代からその劣化が問題となり（川名 1994）、様々な取組みが見られるものの、未だ保全策は確立されていない（大見謝 2003）。

1.2 サンゴ被害の実態

サンゴの被害としては、①白化、②生息環境の悪化、③食害が挙げられる（山里 1991）。①白化は海水温度の上昇やサンゴ表面への赤土の付着などによる環境ストレスが原因とされ、②生息環境の悪化は主に赤土が海水中に停滞し太陽光を遮ること（サンゴと共生する褐虫藻の光合成が抑制される）が原因とされ、③食害は主にオニヒトデの大量発生が原因であるとされるが、赤土中の栄養塩（窒素、リン酸）がその大量発生の主

*首都大学東京大学院都市環境科学研究科観光科学域
〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1
e-mail ikazaki@tmu.ac.jp

**国際農林水産業研究センター

要因だとも言われている。即ち、赤土の陸から海への流入がサンゴ被害の直接的・間接的な原因となっているのである。

1.3 赤土流出とは？

沖縄では国頭マージと呼ばれる細粒質で有機物含量の低い赤黄色土が総面積の半分以上を占める。一般に国頭マージは受食性が高く（渡嘉敷 2004）、また細粒質であるため、海に入ると停滞しやすい性質を持つ。この国頭マージの他に島尻マージやジャーガル²を含む赤土³の流出は、戦後のパインブームによる農地の造成や1972年の本土復帰以降に実施された沖縄振興開発計画による農業基盤整備事業や道路・ダム建設などにより深刻化した（沖縄県 1999；沖縄総合事務局開発建設部 赤土等流出防止対策検討会 2000）。この問題に対して、1995年に「沖縄県赤土等流出防止条例（通称：赤土条例）」が施行され、大規模開発に規制がかけられたため、開発事業に伴う赤土流出量は1/3に減少したが、農地からの流出量は未だ減少していない（仲宗根ら 1998；大見謝ら 2002）。これは、一つには条例が生産農家に対する努力目標や営農対策の指針を掲げているものの、赤土の流出に対する罰則や対策実施に対するインセンティブを設けていないためである。なお、沖縄県（2002）によれば、現在農地からの赤土流出量は全流出量の70%以上を占めている。

1.4 従来の農地での赤土流出対策

現在までに様々な農地における赤土流出防止技術が考案されている。マルチング（地表面の被覆）や月桃などのグリーンベルト、深耕、緑肥栽培などはその一例であり、赤土流出の軽減効果も確認されているが、未だ現場の農家には普及していない（安村 2002a；大見謝 2003）。沖縄県八重山支庁がサトウキビ農家30戸に対して2001年に実施した調査によれば、71%の農家が自分の農地から赤土が流出していると認識しているものの、サトウキビの夏植前の裸地圃場対策として有効な緑肥作物の栽培については、40%の農家が種子の無償配布や補助事業が導入されても実施しないと回答している（安村 2002b）。また同調査によれば、月桃などのグリーンベルトについても、71%の農家が種子の無償配布や奨励金制度の確立がなされても設置しないと回答しており（安村 2002b）、科学的に有効な流出防止技術であっても、農家には見向きもされていないのが現状である。この最たる理由は、農地での流出防止技術の実施が彼らの出費にはなっても収入には繋

がらないためであろう（大見謝 2003）。つまり、赤土流出防止技術はそれを行うことで農家にも利益がなければ、決して実効ある対策とはならないのである。

1.5 目的

以上を踏まえ、本研究では我が国のサンゴの大部分が生息する沖縄において、新たな陸域でのサンゴ保全技術（赤土流出防止技術）の開発を目的とした。

II. 方法

2.1 本研究の方法論（新たな赤土流出防止技術の紹介）

現在の農地における赤土流出は、植付け1年目のサトウキビ畑⁴で大雨が集中する6月（梅雨時期）および台風が集中する8・9月に地表面が裸地もしくはそれに近い状態になっていることに起因する（サトウキビの多くは8・9月に植えられ、一年半後の1～3月に収穫される）。そこで本研究では、「シカクマメバンド」という新たな赤土流出防止技術を提案する。技術の概要は以下の通りである（図1参照）。

- ① シカクマメ (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) D.C.) をサトウキビの収穫が終わる3月下旬～4月上旬に植える。これにより、地表面をカバークロープ（被覆作物）として保護し、梅雨時期の赤土流出を抑制できる。なお、シカクマメのカバークロープとしての有効性については、鬼頭ら（2010）で確認されている。
- ② 8・9月のサトウキビ植付け時にシカクマメを等高線に沿ってバンド状に残す（農地の1～2割のシカクマメを残し、残りの8～9割のシカクマメは緑肥として土壌へ鋤き込む）。これにより、土壌肥沃度の改善が期待できるだけでなく、サトウキビ植付け部分から流出する赤土をシカクマメのバンドで捕捉することができ、赤土の畑外への流亡を抑制できる。
- ③ シカクマメは6・7月に若さやが、また11・12月に完熟種子が収穫できる。

2.2 シカクマメとは？

シカクマメは熱帯湿潤地が原産のマメ科シカクマメ属の作物で、広くアジアの国々（インド、インドネシア、マレーシア、ミャンマー、パプアニューギニア、フィリピン、タイ、ベトナム）で葉・花・若さや・根（イモ）・種子全てが食されている（吉原 1999）。日本では沖縄での夏季の野菜不足を補うため、1980年代に現国際農林水産業研究センター（JIRCAS）で品種改良

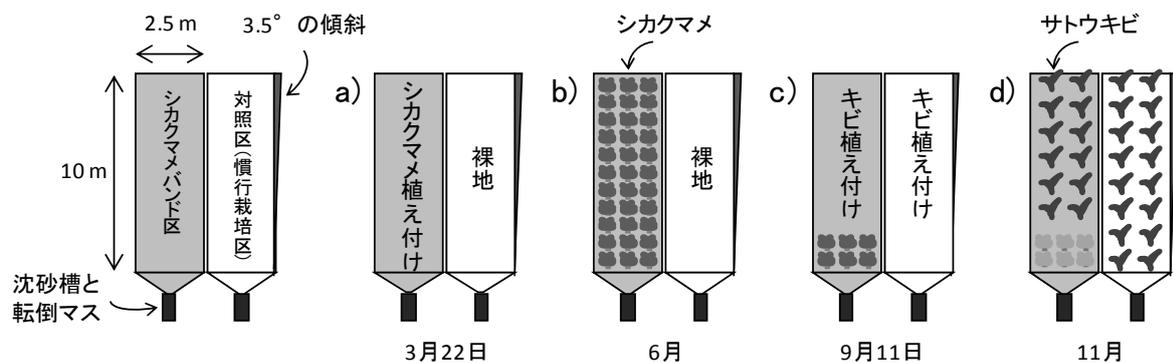


図1 試験設定

が行われ、現在沖縄や小笠原の一部などで改良品種「うりずん」が栽培されている。シカクマメは空中窒素固定能が高く、バイオマス量も大きいので、土壌肥沃度の改善にも貢献できる (吉原 1999)。

2.3 なぜシカクマメなのか？

上記の通り、赤土流出防止技術はそれを実施することで農家にも利益が出なければ、実効ある対策とはならない。ここではシカクマメの潜在的な経済価値を紹介する。①シカクマメは現在でも沖縄でゴーヤなどとともに島野菜として食されており、嗜好性は高い (野口ら 1986; 小沢ら1987)。また貯蔵性も高く、収穫後黒色ポリ袋などに入れ、水分の消耗と光を防げば室温で長期保存できる (野口ら 1986: 沖縄から船便で消費地までの運搬が可能である)。②完熟種子も栄養価が高く、ダイズ以外の豆としてはほぼ唯一たんぱく質含量が30%を超えるため (吉原 1999)、一味違った豆腐・納豆・味噌・醤油を作ることができる。明治大学農学部応用微生物学研究室の研究成果によれば (加藤英八郎 2012, 私信)、シカクマメを原料にした甘味噌はモニターの評価が非常に高い。③化粧品メーカーが完熟種子から抽出したエキスに皮膚のハリをもたらす弾力線維の再生を促進する効果を発見し、近年エイジングケア化粧品を発売していることから、完熟種子は化粧品の材料としても高い可能性を有する (資生堂 2008)。④シカクマメには害虫が付きにくく、病気にも強い (野口ら 1986; 小沢ら1987)、上記①～③で利用する若さやおよび完熟種子については、「完全無農薬の有機栽培」という高付加価値を付与できる可能性がある。

2.4 試験設定

「シカクマメバンド」の赤土流出防止技術としての有効性を検証するため、沖縄県石垣市の JIRCAS 熱帯・島嶼研究拠点 (東経 124° 11'41", 北緯 24° 22'43",

標高約 40 m) において、2012 年 3 月～11 月に圃場試験を実施した。まず、斜度 3.5°、斜面長 10m、幅 2.5 m のプロットを作成し、サトウキビの慣行栽培区 (対照区) とシカクマメバンド区を作成した。シカクマメバンド区では、3 月 22 日に二葉苗を 0.5 m×0.5 m に 1 苗の密度で移植した (図 1a)。対照区では、慣行栽培法に則り、9 月のサトウキビの植え付けまで 1～2 ヶ月に 1 度耕起し (5 月 10 日, 6 月 15 日, 8 月 14 日) 雑草の繁茂を抑えた (図 1b)。サトウキビ植え付け前の準備として、9 月 10 日に対照区では全面耕起し、シカクマメバンド区では斜面上部 8 m のシカクマメを緑肥として土壌に鋤き込み、斜面下部 2 m をバンドとして残した (図 1c)。翌 9 月 11 日に対照区およびシカクマメバンド区の斜面上部 8 m にサトウキビ (石垣市で一般的な農林 15 号) を畝間 1.25 m で植えるとともに (図 1c)、ハリガネ虫およびアオドウガネ幼虫の対策としてプリンスベイト (有効成分: フィプロニル) を用いた。また、予防的に 11 月 5 日にトレボン (有効成分: エトフェンプロックス) も施用した。なお、いずれの作物に対しても試験期間中に施肥は行っていない。

2.5 測定項目

測定項目は降水量、土砂 (赤土) 流出量、表面流出水量 (土壌に浸透せず地表面を流れる水の量で、赤土流出の営力) とした。降水量は転倒ます型降雨計 (TM525, Campbell science) による自動計測で (データロガーは CR1000, Campbell Science を使用)、土砂 (赤土) 流出量はプロットの最下部に設けた沈砂槽 (図 2A) に堆積した土壌を採取し、70°C で 48 時間以上乾燥した後秤量することで、表面流出水量は沈砂槽に接続された転倒ます (図 2B: 約 1L で 1 回転倒する) を用いた自動計測により測定した。なお、降水量と表面流出水量は 10 分毎に記録し、また土砂 (赤土) 流出量は大きな降雨イベント毎に測定した。

各降雨イベントで降水の侵食力を比較するため、本研究では Wishmeier and Smith (1978) による Universal Soil Loss Equation (USLE) の降雨係数 R に関連する指標値 EI_{30} (各降雨イベントの EI_{30} を一年間積算した値が R) を Foster ら (1981) の方法に従い算出した。



図2 3月28日の対照区の様子

沈砂槽 (A) で土砂と表面流去水を分離し、転倒ます (B) で表面流去水量を測定する。

III. 結果と考察

3.1 降雨の特徴

2012年には梅雨時期に2度(6月10日,6月22日), および台風シーズンに2度の大きな降雨イベントが観測された(8月1日の台風9号,9月28日の台風17号)。梅雨時期の降雨は比較的短時間(4~6時間)で終息したのに対して,台風による降雨は半日~1日と比較的長時間継続した(図3)。各イベントの総降水量は,それぞれ67.2 mm, 75.0 mm, 80.0 mm, 357.4 mmであり,いずれの台風も石垣島へは上陸しなかったものの,台風17号で300 mmを超える大雨が観測された(表1)。降雨強度の指標である最大1時間降水量はそれぞれ27.0 mm hr⁻¹, 48.1 mm hr⁻¹, 16.5 mm hr⁻¹, 37.3 mm hr⁻¹であり,台風時ではなく6月22日の降雨イベントで最も高い値が観測された(表1)。なお,気象庁の予報用語では,10 mm hr⁻¹以上20 mm hr⁻¹未満がザーザーと降る「やや強い雨」(台風9号が相当),20 mm hr⁻¹以上30 mm hr⁻¹未満がどしゃ降りの「強い雨」(6月10日の降雨が相当),30 mm hr⁻¹以上50 mm hr⁻¹未満がバケツをひっくり返したように降る「激しい雨」(6月22日の降雨と台風17号が相当)と分類されて

いる。また, Wishmeier and Smith (1978) による Universal Soil Loss Equation (USLE) の降雨係数 EI_{30} を各降雨イベントで算出すると,他の降雨イベントでは1,000 MJ mm ha⁻¹ hr⁻¹未満であったのに対して,台風17号では約3,000 MJ mm ha⁻¹ hr⁻¹と非常に高い値が観測された(表1)。

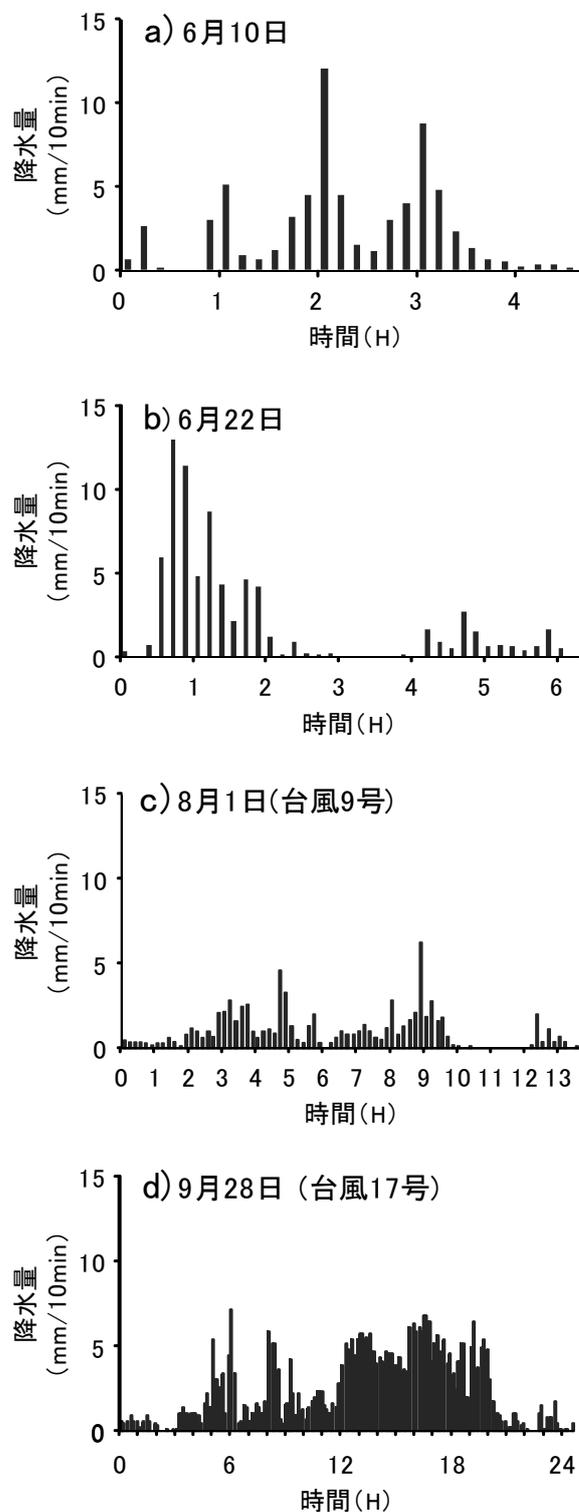


図3 各降雨イベントにおける10分間降水量の分布

表1 観測された降雨イベントの特徴

		6月10日	6月22日	8月1日	9月28日
				(台風9号)	(台風17号)
降水量	mm	67.2	75.0	80.0	357.4
最大1時間降水量	mm hr ⁻¹	27.0	48.1	16.5	37.3
El ₃₀ *	MJ mm ha ⁻¹ hr ⁻¹	630	980	340	2990

*Wishmeier and Smith (1978) による Universal Soil Loss Equation の降雨係数 R に関連する指標値

表2 各降雨イベントでの表面流去水量および土砂流出量

		対照区				シカクマメバンド区			
		6月10日	6月22日	8月1日	9月28日	6月10日	6月22日	8月1日	9月28日
				(台風9号)	(台風17号)			(台風9号)	(台風17号)
表面流去水量	mm	13.7	24.3	19.5	168.7	10.6	15.7	1.7	95.7
流出率*	%	20.4	32.4	24.3	47.2	15.8	20.9	2.2	26.8
土砂流出量	g	10220	22790	13668	176299	4430	2727	361	6453
	(Mg ha ⁻¹)	(4.1)	(9.1)	(5.5)	(70.5)	(1.8)	(1.1)	(0.1)	(2.6)
土砂濃度**	g L ⁻¹	29.8	37.5	28.0	41.8	16.7	6.9	8.5	2.7

*流出率=表面流去水量 (mm) / 降水量 (mm) × 100 (%)

**土砂濃度=土砂流出量 (g) / 表面流去水量 (L)

3.2 表面流去水量

対照区とシカクマメバンド区で表面流去水量を比較したところ、全ての降雨イベントにおいてシカクマメバンド区で対照区より低い値となった(表2)。これは、シカクマメバンド区で、シカクマメの根張りにより土壌の透水性が改善されたためだと考えられる。また、灘岡ら(2005)によれば、流出率(降水量に占める表面流去水量の割合)が20%を超えると急激に赤土流出が引き起こされるとされるが、対照区では全ての降雨イベントで流出率が20%を上回ったのに対して、シカクマメバンド区では降雨強度が高かった6月22日の降雨および台風17号でのみ流出率が20%を上回った。

3.3 土砂流出量

各降雨イベントにおける土砂流出量は、対照区でそれぞれ4.1 Mg ha⁻¹、9.1 Mg ha⁻¹、5.5 Mg ha⁻¹、70.5 Mg ha⁻¹であり、ほぼ El₃₀の大きさに比例した。また、本研究での単位 El₃₀ 当たりの土砂流出量は、翁長ら(1993)で報告されている値に類似したものであった。対照区での土砂流出量の合計89.2 Mg ha⁻¹は、表層土の仮比重(単位体積当たりの土壌の重量)を渡嘉敷義浩(2004)を参考に1.1 Mg m⁻³と仮定すると、表層土8.1 mmに相当した。Lal(1985)によれば、年間の侵食量(土砂流出量)が1 mmを超えると作物の生産性に影響が出るとされるが、本研究の対照区における土砂流出量はそれをはるかに上回る値であった。

一方シカクマメバンド区での土砂流出量は、1.8 Mg

ha⁻¹、1.1 Mg ha⁻¹、0.1 Mg ha⁻¹、2.6 Mg ha⁻¹であった(表2)。これは、それぞれ対照区での土砂流出量の43%、12%、3%、4%(全体としては6%)に相当した。6月10日の降雨イベントで流出抑制効果が低かったのは、観察結果よりシカクマメの被覆度が十分ではなかったことに起因すると考えられる。また、シカクマメバンド区での土砂流出量の合計5.6 Mg ha⁻¹は、表層土の仮比重を1.1 Mg m⁻³と仮定すると表層土0.5 mmに相当するが、これは上記の基準値(1 mm)を下回った。以上より、本研究で提案した新たな赤土流出防止技術である「シカクマメバンド」の有効性を実証することができた。

この「シカクマメバンド」で赤土流出が抑制されるメカニズムは台風9号以前と台風17号では異なると考えられる。即ち、台風9号以前ではシカクマメがカバークロープとして機能し、雨滴の衝撃から地表面を保護することで赤土の流出を抑制した(土砂濃度が対照区>シカクマメバンド区)のに対して、台風17号の時点では地表面の8割は植え付け直後のサトウキビに占められていたため、むしろ赤土流出は斜面下部のシカクマメのバンドによる土砂の捕捉によって抑制されたと考えられる。しかし、シカクマメのバンドによる捕捉だけで土砂濃度が台風9号以前よりも低くなることは考え難いことから、シカクマメを緑肥として鋤こんだことが土砂濃度の低下に寄与した可能性も否定できない。このメカニズムについては、今後さらなる検討が必要である。いずれにしても、「シカクマメバンド」に

よりサトウキビの植え付け以前はもとより、サトウキビ植え付け後も赤土流出を効果的に抑制できることがわかった。

IV. 結論と今後の課題

本研究では、沖縄でのサンゴ保全に陸域から取り組み、新たな赤土流出防止技術「シカクマメバンド」を開発した。シカクマメが①カバークロップとして有用であること、②野菜や発酵食品等として高い可能性があり、地域の人々だけでなく観光客に対してもアピールのできる潜在的な経済価値を有すること、③病害に強く「完全無農薬の有機栽培」という高付加価値を付与できる可能性があることから、本研究では対象作物にシカクマメを選定した。石垣市での圃場試験の結果、シカクマメバンドによりサトウキビ植え付け1年目の赤土流出量を94%抑制できることがわかった。このことから、「シカクマメバンド」の赤土流出防止技術としての有効性を実証することができた。ただし、この「シカクマメバンド」では農地の10~20%でサトウキビを植え付けることができないことから、この「シカクマメバンド」が実効ある対策となるためには、シカクマメの栽培がサトウキビの栽培より農家に利益をもたらすものでなくてはならない。よって、今後の研究では、シカクマメが野菜や発酵食品等として農家の所得向上に貢献し得るか、その可能性を検討する必要がある。またこの際、シカクマメを緑肥として鋤き込むことで化学肥料の使用量を抑えることができることから、その減少可能性も経済的に評価する必要がある。さらに、本研究の圃場試験ではシカクマメのバンドの割合を農地の20%としたが、10%でも十分な赤土流出抑制効果が得られる可能性があることから、今後の研究では、このシカクマメのバンドの最適な幅についても検討する必要がある。

謝辞

本研究の実施に際しては、JIRCAS 熱帯・島嶼研究拠点前所長小沢聖博士、現所長松永亮一博士、干川明氏、池間浩千氏、琉球大学農学部鬼頭誠教授にご協力を頂いた。ここに記して深く感謝の意を表す。

注

¹ 環境省 (2010)によれば、沖縄・奄美・小笠原のサンゴ礁域の経済的価値は少なくとも年間①観光・レクリエーション: 2399 億円, ②漁業: 107 億円, ③海岸防護機能: 75.2 億~839 億円と推定されている。

² 沖縄の土壌については渡嘉敷義浩 (2004) が詳しい。

³ 決して全ての土壌が赤色ではないが、総称として赤土とよばれる。

⁴ 沖縄県農林水産部 (2011) によれば全農地の1/3を占める。

参考文献

- Wishmeier, W.H. and Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. Agriculture Handbook No. 537, Washington D.C.: USDA.
- 海の自然再生ワーキング・グループ 2003. 海の自然再生ハンドブック—その計画・技術・実践—, 第4巻サンゴ礁編. 東京:ぎょうせい.
- 大見謝辰男 2003. 赤土等の流出によるサンゴ礁の汚染. 沿岸海洋研究 40 (2) :141-148.
- 大見謝辰男・比嘉榮三郎・仲宗根一哉・満本裕彰 2002. 赤土条例施行前後における沖縄沿岸の赤土等堆積状況比較. 沖縄県衛生環境研究所報 36: 77-84.
- 沖縄県 1999. 平成10年度流域赤土流出防止等対策調査, 平成10年度環境庁委託業務結果報告書. 沖縄: 沖縄県文化環境部環境保全室.
- 沖縄県 2002. 平成13年度沖縄県における赤土等流出源実態調査報告書. 沖縄: 沖縄県文化環境部環境保全室.
- 沖縄県農林水産部 2011. 沖縄の農林水産業. 沖縄: 沖縄県農林水産部農林水産企画課.
- 沖縄総合事務局開発建設部 赤土等流出防止対策検討会 2000. 技術者のための赤土等対策入門書. 沖縄: 社団法人沖縄建設弘済会.
- 小沢聖・和田実・高尾保之・山下三雄・登坂三紀夫・井口正雄・友松俊夫 1987. シカクマメ新品種'ウリズン'の小笠原における適応性. 東京都農業試験場研究報告 20: 1-18
- 翁長謙良・呉屋昭・松村輝久 1993. 沖縄島北部赤黄色土の土壌侵食の評価と対策. 土壌の物理性 63: 19-34.
- Kayane, H., Suzuki, A., Saito, H. 1995. Diurnal changes in the partial pressure of carbon dioxide in coral reef water. Science 269: 214-216.
- 川名英之 1994. 第5章 沖縄の海水汚染とサンゴ. 「ドキュメント日本の公害 第10巻飲料水・海水汚染」(東京: 緑風出版) :391-525.
- 環境省 2010. サンゴ礁生態系保全行動計画: http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=15568&hou_id=12430 (アクセス日 2011.11.25)
- 鬼頭誠・ファジリ アヌグロホ・山下登志雄・小橋川範 2010. 亜熱帯域におけるシカクマメのカバークロップおよび食用作物としての利用可能性. 熱帯農業研究 3 (1) :1-5.
- サンゴ礁地域研究グループ 1992. 熱い心の島—サンゴ礁の風土誌 (日本のサンゴ礁地域第2巻). 東京: 古今書院.

- 資生堂 2008. 資生堂、「シカクマメ種子エキス」に皮膚のハリをもたらす「弾力線維」の再生を促進する効果を発見:
<http://group.shiseido.co.jp/releimg/1536-j.pdf> (アクセス日 2013.1.28)
- 渡嘉敷義浩 2004. 第1章 2-1-3 土壤資源評価 (沖縄に分布する特殊土壌). 「九州・沖縄の農業と土壤肥料」(日本土壤肥料学会九州支部): 24-28.
- 仲宗根一哉・比嘉榮三郎・満本祐彰・大見謝辰男 1998. 沖縄県における赤土等年間流出量 (第2報) - 赤土等流出防止条例施行後の年間流出量の推算 - . 沖縄県環境衛生研究所報 32: 67-71.
- 灘岡和夫・山本高大・Enrico Paringit 2005. 長期観測連続データに基づく農地流域からのサンゴ礁への赤土流出特性の解析. 海岸工学論文集 52: 1096-1100.
- 野口正樹・沖村誠・市橋隆寿・小沢聖・築島安宏・和田文男・比屋根義一・坂本守章 1986. 亜熱帯における夏野菜としてのシカクマメ新品種'ウリズン'の栽培と利用方法. 熱研沖縄支所研究資料 4: 1-20.
- Foster, G.R., McCool, D.K., Renard, K.G. and Moldenhauer, W.C. 1981. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. *J. Soil Water Cons.* 36: 355-359.
- 安村茂樹 2002a. 轟川周辺の赤土流出に関する文献収集調査, 「平成13年度環境基本計画推進調査費(政策分)石垣島サンゴ群生地被害実態原因究明緊急調査報告書」(東京: 環境省自然環境局): 94-108.
- 安村茂樹 2002b. 地域住民主体のサンゴ礁保全のための NGO 地域拠点の役割. 第5回日本サンゴ礁学会公開シンポジウム予稿集「サンゴ礁環境の危機と保全・回復」:
<http://www.wwf.or.jp/shiraho/lib/Akatsuchi-yasumura.pdf>
 (アクセス日 2012.11.27)
- 山里清 1991. サンゴの生物学. 東京: 東京大学出版会.
- 吉川恵子 1999. シカクマメ. 「食品加工総覧 第9巻」(農文協): 399-404.
- Lal, R. 1985. Soil erosion and its relation to productivity in tropical soils. *In* El-Swaify S.A., Moldenhauer, W.C. and Lo, A. (eds.). *Soil Erosion and Conservation*. Soil Conservation Society of America: 237-247.

Abstract

In Okinawa, corals are being damaged by bleaching, feeding by crown-of-thorns starfish (*Acanthaster planci* (L.)) and habitat degradation from seawater pollution, and all of which are closely related to the water-eroded soil materials from the cultivated fields (especially sugarcane fields). The objective of this study, therefore, was to develop

a land management practice which can control water erosion in the fields and improve farm income. We designed "winged bean band" as the practice in which the winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) D.C.) serves as a cover crop. The effectiveness of "winged bean band" was investigated by the field experiment in the Tropical Agriculture Research Front, Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS) from March to November 2012. It was revealed that the loss of soil materials caused by water erosion was reduced by 94% using the "winged bean band" and thus, we conclude that the "winged bean band" is effective for controlling water erosion. In the future study, we will evaluate if the "winged bean band" can improve farm income, which is critical to the feasibility of "winged bean band" for the farmers in Okinawa.