

沖縄における陸域での新たなサンゴ保全技術の開発

第2報「シカクマメバンド」の最適化

Development of a New Land Management Practice for Coral Conservation in Okinawa, Japan

2. Optimization of the “Winged Bean Band”

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

沖縄では赤土汚染による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。前報（伊ヶ崎ら 2013）では、サトウキビ畑における新たな赤土流出抑制技術として「シカクマメバンド」を開発し、その有効性を実証した。ただし、畑のつぶれ地（サトウキビを栽植できない部分）の割合を左右するバンド（サトウキビを植え付ける際に畑に残す帯状のシカクマメの栽植部分）の最適幅の検討が課題として残された。そこで本研究では、（独）国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点（沖縄県石垣市）での圃場試験を通して、前報の幅（2 m）とその半分の幅（1 m）のバンドによる赤土流出抑制効果の違いを検証した。得られた結果は以下の通りである。①前報では「シカクマメバンド」により赤土流出が94%抑制されたが、シカクマメが畑の地表面を概ね被覆する時期までに大きな降雨イベントがあった場合や、台風によりシカクマメの植物体が被害を受けた場合には、「シカクマメバンド」の赤土流出抑制効果は低下し得る。②バンド幅の違い（1m と 2m）による赤土流出抑制効果の違いは見られないことから、バンドは幅1 m でも十分に赤土流出を抑制できる。以上のことから、仮にサトウキビ畑の斜度を3%程度と仮定すると、「シカクマメバンド」で高い赤土流出抑制効果と最小限のつぶれ地を両立するには、サトウキビを植え付ける際に約70 m 間隔で幅1 m のバンドを設定すれば良いことが示された。

1. 背景

サンゴおよびサンゴ礁は多様な生態系サービスを提供する資源である。例えば、文化的サービスとしてレクリエーションの機会を提供するだけでなく、供給サービスとしては漁業資源を供給し（海の自然再生ワーキング・グループ 2003）、調整サービスとしてはCO₂の吸収により炭素の隔離に貢献するとともに（Kayane et al. 1995）、防波堤として防災にも貢献している（海の自然再生ワーキング・グループ 2003）。しかしながら、我が国では1960年代からサンゴ（礁）の劣化が問題となり（川名 1994）、山里（1991）によれば、これは①白化、②生息環境の悪化、③食害に起因する。ここで、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要因だとも言われている。即ち、赤土の陸から海への流入（赤土流出）がサンゴ被害の直接的・間接的な原因となっていると考えられる。

この問題に対しては、赤土流出を抑制するため、現在までにマルチング（地表面の被覆）や月桃などのグリーンベルト、深耕、緑肥栽培などが提案されており、その効果も確認されている。しかしながら、赤土流出に対する罰則や対策実施に対するインセンティブが設けられていないこともあり、未だ現場の農家には普及しておらず（安村 2002；大見謝 2003）、陸域でのサンゴ保全策は確立されているとは言えない（大見謝 2003）。

*（独）国際農林水産業研究センター（JIRCAS）

〒305-8686 茨城県つくば市大町1-1

e-mail ikazaki@affrc.go.jp

**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

慣行農法(夏植え)

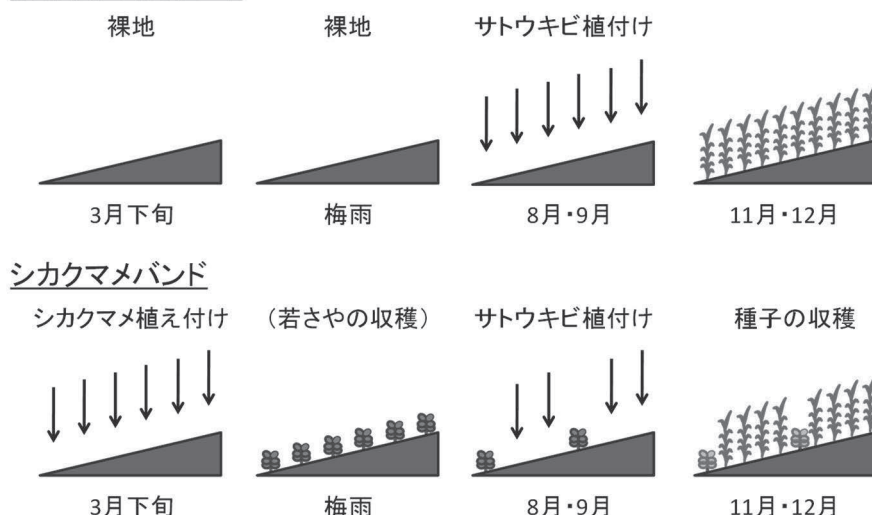


図1 「シカクマメバンド」の概要

そこで伊ヶ崎ら（2013）では、「シカクマメバンド」（図1）という赤土の主な発生源となっているサトウキビ畑における新たな赤土流出抑制技術を提案した。技術の概要は以下の通りである。

- ① シカクマメ (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) D.C., 品種名：ウリズン) をサトウキビ収穫後の3月下旬～4月上旬に植える。これにより、梅雨時期に地表面をカバークロップ（被覆作物）として保護し、赤土流出を抑制する。
- 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（残り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¹が期待できるだけでなく、サトウキビの植え付け部分から流出する赤土をバンドが捕捉することで、赤土の畑外への流亡を抑制する。
- ③ なお、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。

ここでシカクマメを選定した理由については、以下の3点から高い潜在的な経済価値を有すると考えられるためである。

- (i) シカクマメの若さやはゴーヤなどとともに沖縄では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間保存ができる（野口ら 1986）。
- (ii) 完熟種子の栄養価は高く、ダイズ以外のマメ科作物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・醤油が作れる。筆者らが完熟種子を原料に甘味噌およびそれを用いたアイスクリームを試作し、石垣市で観光客に対して試食アンケート調査を実施したところ（サンプル数約300）、甘味噌に対しても、アイスクリームに対しても、被験者の8割以上が「美味しい」もしくは「非常に美味しい」と回答した。

- (iii) 水もしくは有機溶媒で完熟種子などを抽出したエキスがコラーゲン産生促進作用およびヒアルロン酸産生促進作用（線維芽細胞、表皮細胞の両者による産生促進作用）を併せ持つことが明らかとなり（詳細については特開 2010-024222などを参照されたい）、化粧品メーカーが近年エイジングケア化粧品を発売していることから、シカクマメの完熟種子は化粧品の材料としても高い可能性を有する。

前報ではこの「シカクマメバンド」の有効性を圃場試験により検証し、サトウキビ植え付け1年目の赤土流出量を94%抑制できることを示した（伊ヶ崎ら 2013）。しかしながら、畑のつぶれ地（サトウキビを栽植できない場所）の割合を左右するバンドの最適幅の検討が課題として残された。そこで本研究では、バンドの最適な幅とバンドとバンドの間隔を検討した。バンド幅は本技術の農家の実施可能性に大きな影響を与えることから（畑のつぶれ地が大きい場合農家の実施可能性は低いと考えられる）、その最適値を明らかにすることは実用化の点で重要である。

II. 材料と方法

2.1 試験設定

圃場試験は沖縄県石垣市の（独）国際農林水産業研究センター（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、2013 年 3 月～2014 年 3 月に実施した。斜度 3.5°（6.1%）、斜面長 10 m、幅 2.5 m のプロットを 5 つ作成し、サトウキビの慣行栽培区（対照区）と 4 つの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 28 日に二葉苗を 0.5 m×0.5 m に 1 苗の密度で移植した。対照区では、慣行栽培法に則り、8 月末のサトウキビの植え付けまでおよそ 1 ヶ月に 1 度耕起し雑草の繁茂を抑えた。サトウキビ植え付け前の準備として、8 月 29 日に対照区では全面耕起した。同日シカクマメバンド区ではバンド幅が 1 m のプロットと 2 m のプロットを 2 反復で作成した。すなわち、4 つのシカクマメバンド区のうち 2 つでは斜面上部 8 m のシカクマメを緑肥として土壤に鋤き込み、斜面下部 2 m をバンドとして残し、またもう 2 つでは斜面上部 9 m のシカクマメを土壤に鋤き込み、斜面下部 1 m をバンドとして残した。8 月 30 日に対照区の全面およびシカクマメバンド区のバンド上部にサトウキビ（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、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。

2.2 測定項目

測定項目は降水量、土砂（赤土）流出量、表面流去水量（表面流出量：土壤に浸透せず地表面を流れる水の量で、赤土流出の営力）、植被率である。降水量は転倒ます型降雨計（TM525, Campbell science）により自動計測した（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置した沈砂槽（前報の図 2 を参照されたい）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した。表面流去水量は沈砂槽に接続された転倒ます（1～2 L で 1 回転倒する）を用いた自動計測により測定した。また植被率については、鬼頭ら（2010）の方法を参考に、高さ約 1.5 m の位置から各プロットの地表面の写真を 5 反復で撮影し、写真全体（場合により一部をトリミング）に占める緑色のピクセルの割合から植被率を算出した。

なお、測定頻度については、降水量と表面流去水量は 10 分毎、土砂（赤土）流出量は大きな降雨イベント

毎、植被率はおおよそ 1 ヶ月毎である。

各降雨イベントで降水の侵食力を比較するため、本報でも 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 EI₃₀（各降雨イベントの EI₃₀ を一年間積算した値が R である）を Foster ら（1981）の方法に従い算出した。また、Wishmeier and Smith (1978) に従い、USLE における斜面長係数 L については式 (1) で、また斜面勾配係数 S については式 (2) により算出した。

$$L = (l/22.1)^m \quad \text{式 (1)}$$

ここで l は斜面長 (m)、m は無次元の指数で斜度が 1%未満の時 0.2、1-3%の時 0.3、3.5-4.5%の時 0.4、5%以上の時 0.5 である。

$$S = 65.41 \sin^2 \theta + 4.56 \sin \theta + 0.065 \quad \text{式 (2)}$$

ここで θ は斜度 (°) である。

本論文では斜度を度数 (°) で表す場合と割合 (%) で表す場合があるが、その関係は次式の通りである。

$$\theta = \tan^{-1}(s/100)$$

ここで s は斜度 (%) である。

III. 結果と考察

3.1 降雨イベントの特徴

2013 年には梅雨時期に 1 度（6 月 5 日）、また梅雨後台風による大きな降雨イベントが 3 度観測された（6 月 19-20 日の台風 4 号、7 月 13 日の台風 7 号、8 月 13 日の台風 12 号）。梅雨時期の 6 月 5 日の降雨は非常に短時間（約 80 分）で終息したのに対して、台風による降雨は 10-20 時間と比較的長時間継続した。降水量は、それぞれ 40.5 mm、206.4 mm、139.2 mm、126.3 mm であり、また降雨強度の指標である最大 1 時間降水量はそれぞれ 39.4 mm hr⁻¹、76.0 mm hr⁻¹、28.0 mm hr⁻¹、31.7 mm hr⁻¹であった（表 1）。強い台風 7 号が石垣島のすぐ南方を通過したため、最大瞬間風速は 7 月 13 日に最も高く、石垣市登野城（試験地から 6 km 南西）では 59 m s⁻¹ を記録した（図 2：1 時間平均風速は登野城の石垣島地方気象台で観測されたデータを示した）が、降水量および最大 1 時間降水量は台風 4 号が石垣島の東を通過した 6 月 19-20 日に最も高い値が観測された（表 1）。

EI₃₀ については、他のイベントでは 1,000 MJ mm ha⁻¹ hr⁻¹ 程度であったのに対して、台風 4 号では 4,000 MJ mm ha⁻¹ hr⁻¹ を超え、非常に高い値であった（表 1）。なお、2012 年の最大値は台風 17 号（9 月 28 日）時の 2990 MJ mm ha⁻¹ hr⁻¹ であった。

表1 観測された降雨イベントの特徴

		6月5日	6月19-20日 (台風4号)	7月13日 (台風7号)	8月13日 (台風12号)
降水量	mm	40.5	206.4	139.2	126.3
最大1時間降水量	mm hr ⁻¹	39.4	76.0	28.0	31.7
El ₃₀ *	MJ mm ha ⁻¹ hr ⁻¹	692	4110	908	1186

*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流出率, 土砂流出量および土砂濃度

		対照区				シカクマメバンド区			
		6月5日	6月19-20日 (台風4号)	7月13日 (台風7号)	8月13日 (台風12号)	6月5日	6月19-20日 (台風4号)	7月13日 (台風7号)	8月13日 (台風12号)
流出率*	%	52.6	58.4	51.1	25.4	67.6	67.4	22.2	22.7
土砂流出量	Mg ha ⁻¹	10.9	71.2	16.0	16.4	14.4	26.3	4.3	1.1
土砂濃度**	g L ⁻¹	51.2	59.0	22.5	51.0	52.7	18.9	14.0	3.7

*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)

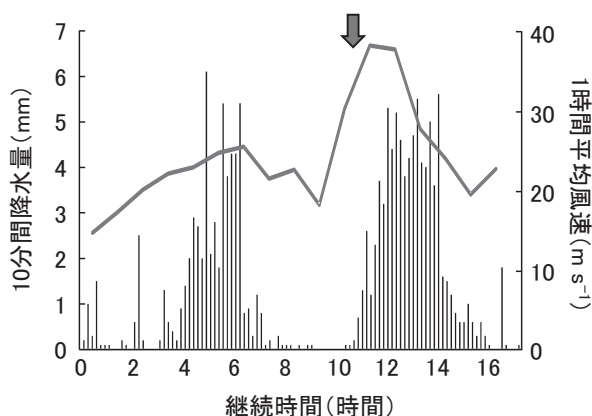


図2 台風7号での10分間降水量および1時間平均風速

矢印で示した時刻に石垣市登野城では最大瞬間風速 59 m/s¹ を記録した

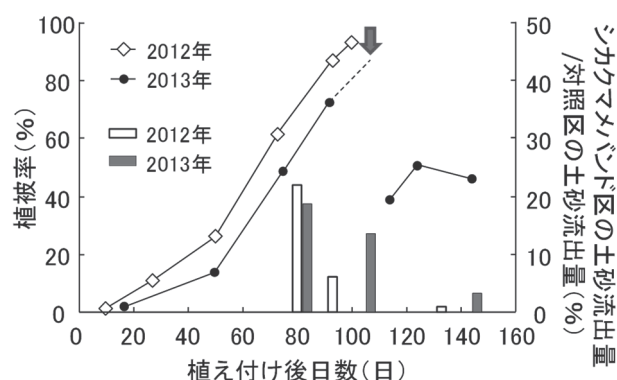


図3 2012年および2013年における植被率と対照区の土砂流出量に対するシカクマメバンド区の土砂流出量の割合

矢印で2013年の台風7号を示した

3.2 土砂流出量

土砂流出量については, 対照区でそれぞれ 10.9 Mg ha⁻¹, 71.2 Mg ha⁻¹, 16.0 Mg ha⁻¹, 16.4 Mg ha⁻¹であり (表2), El₃₀の大きさに比例した。前報の4降雨イベントおよび本報の4降雨イベントの合計8イベントにおける対照区での土砂流出量と El₃₀の関係は, 土砂流出量 (Mg ha⁻¹) = 0.0186 × El₃₀ (R²=0.92, P<0.001)であった。また, 2013年も単位 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。

2013年の梅雨および台風シーズンにおける対照区での土砂流出量の合計は 114.4 Mg ha⁻¹であり, これは

2012年の 89.2 Mg ha⁻¹を約30%上回った。表層土の仮比重 (単位体積当たりの土壌の重量) を渡嘉敷 (2004) を参考に 1.1 Mg m⁻³と仮定したところ, 114.4 Mg ha⁻¹は表層土 10.4 mmに相当し, これは作物の生産性に影響が出るとされる 1 mm (Lal 1993)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, 14.4 Mg ha⁻¹, 26.3 Mg ha⁻¹, 4.3 Mg ha⁻¹, 1.1 Mg ha⁻¹であった (表2)。これは, 対照区での土砂流出量のそれぞれ 132.3%, 37.0%, 27.1%, 6.5% (全体としては 40.3%で, 赤土流出抑制率は 59.7%) に相当した。6月5日の降雨イベントにおいてシカクマメバンド区の土砂流

表3 台風シーズン後の各降雨イベントにおける土砂流出量 (Mg ha⁻¹)

	10月6日 (台風23号)	11月1日	12月5-6日	2月7日	合計
対照区	2.2	1.1	10.5	2.8	16.6
バンド幅1m	0.0	0.0	0.8	0.6	1.4
バンド幅2m	0.0	0.0	1.1	0.3	1.3

流出量が対照区のそれを上回ったのは、試験の都合上シカクマメを手で移植する際に、人間の踏圧により最表層の土壌が堅密化してしまい、流出率が高まってしまったためだと考えられる(表2)。ただし、実際に「シカクマメバンド」を畑で実施する際には、今回の試験の様に人の手で移植することはないことから、このような現象は見られないと考えられる。

上述の通り、2013年の「シカクマメバンド」の赤土流出抑制率は59.7%であり、前年の94%を大きく下回った。この理由については、主に以下の2点が考えられる。

- ① 2012年とは異なり、2013年はシカクマメが地表面を概ね被覆する前の6月19-20日(図3では植え付け後83-84日目)に大きな降雨イベントがあり、シカクマメがカバークロップとして赤土流出を効果的に抑制することができなかった。
- ② 7月13日の台風7号(図3では矢印で示した)の際に、20ms⁻¹以上の「非常に強い風」および30ms⁻¹以上の「猛烈な風」(図2)によりシカクマメが大きく損傷し植被率が40%を下回ったため、カバークロップとしての機能が低下した。

このことから、「シカクマメバンド」では、シカクマメが畑の地表面を概ね被覆する時期までに大きな降雨イベントがあった場合や、台風によりシカクマメの植物体が被害を受けた場合には、赤土流出抑制効果が低下し得ることが示唆された。

また②については、植被率が台風7号の後に回復しなかったにも関わらず、8月13日の台風12号の際には、「シカクマメバンド」の赤土流出抑制率が93.5%に上昇した。これは、一つには植被率を写真全体に占める緑色のピクセルの割合から算出しているため、台風により枯れ落ちたシカクマメの落葉による土壌表面の被覆を考慮に入れることができなかったことに起因すると考えられる(黄色に変色した落葉は表層土と色が似ているため、画像解析では精度良く検出することができない)。またもう一つには、同じ植被率40%でも6月のシカクマメと8月のそれを比べると8月の方がバイオマス量が高く草丈も高いため、台風時の様に横殴

りに降る雨に対しては8月のシカクマメの方が地表面を保護する能力が高かったことに起因すると考えられる。

3.3 「シカクマメバンド」における最適なバンド幅とバンド間隔の検討

「シカクマメバンド」では、時期により赤土流出を抑制するメカニズムが異なる。即ち、サトウキビ植え付け前にはシカクマメがカバークロップとして機能し、雨滴の衝撃から地表面を保護することで赤土流出を抑制するが、サトウキビ植え付け後には、畑に残されたシカクマメのバンドが流出した赤土を捕捉することで赤土流出を抑制する。2013年の梅雨および台風シーズンの大きな降雨イベントは、いずれもシカクマメがカバークロップとして機能している時期に見られた。従って、これらのイベントではバンド幅の違いによる赤土流出抑制効果の違いを検証することができなかった。そこで本研究では、流出量自体は少ないものの、台風シーズン後の降雨イベントにおける各区の土砂流出量を比較した(表3)。ここで注意したいのは、対照区、バンド幅が1mの区、同2mの区では斜面長が異なり(それぞれ10m, 9m, 8m)、そもそもサトウキビ植栽部分から流出する赤土の量が異なるという点である。今、式(1)より対照区、バンド幅が1mの区、同2mの区でLがそれぞれ0.673, 0.638, 0.602である(つまり斜面長が短いため、バンド幅が1mの区ではそもそもサトウキビ植栽部分から流出する赤土の量が対照区に比べて5.1%, 同2mの区では10.6%少ない)ことから、それを補正後にバンド幅が1mの区および同2mの区で赤土流出抑制率を算出すると、それぞれ91.1%および90.9%であった。このことから、バンド幅の1mと2mの違いは赤土流出抑制効果に大きく影響しないことがわかった。

以上の様に実用上最適なバンド幅は1m(それ以下だと今度は作業上扱いが難しくなると考えられる)であることが示されたが、それではそのバンドを何m間隔で畑に設置すれば良いのだろうか。今、斜度3.5°(6.1%), 斜面長9m(つまりLS=0.374)から流出す

る赤土を幅 1 m のバンドで捕捉できるとすると、式 (1) および (2) より、畑の斜度が 2% の場合は 244 m 毎に (実際にはそこまで斜面長がないため、斜面の最下部に設ければよい)、3% の場合は 74 m 毎に (つぶれ地=1.3%)、4% の場合は 26 m 毎に (つぶれ地=3.7%)、5% の場合は 15 m 毎に (つぶれ地=6.3%)、6% の場合は 9.5 m 毎に (つぶれ地=9.6%) 設置すれば良いことがわかった。

IV. 結論と今後の課題

本研究では、筆者らが前報で開発した新たな赤土流出抑制技術である「シカクマメバンド」の最適化に取り組んだ。その結果、「シカクマメバンド」では、斜度に応じて (斜度<6%を想定) 幅 1 m のバンドを 9.5 m 以上の間隔で設置することで、高い赤土流出抑制効果と最小限のつぶれ地 (9.6%以下、斜度が 3%なら 1.3%) を両立できることがわかった。

2013 年は梅雨明け直後のまだシカクマメが地表面をあまり被覆していない時期に大きな降雨イベントがあり、さらに台風の「非常に強い風」および「猛烈な風」によりシカクマメの植物体が損傷したため、2012 年に比べて「シカクマメバンド」の赤土流出抑制効果が低下した (2012 年は 94%抑制できたが、2013 年は 60%の抑制に止まった)。よって、上記の様な場合には、「シカクマメバンド」の赤土流出抑制効果は低下し得ることがわかった。

実用化に向けてのさらなる課題としては、新たな観光資源としてのシカクマメの経済評価が挙げられる。

「シカクマメバンド」ではシカクマメをサトウキビ畑の中に導入するため、そのシカクマメの栽培が最低限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。I. 背景でも触れたが、筆者らが完熟種子を原料に甘味噌およびそれを用いたアイスクリームを試作し、石垣市で観光客に対して試食アンケート調査を実施したところ (サンプル数約 300)、甘味噌に対しても、アイスクリームに対しても、被験者の 8 割以上が「美味しい」もしくは「非常に美味しい」と回答した。今後はこれらの食品がお土産品として成立し得るか、またこれらの食品に「購入することでサンゴを守れる」という付加価値を付与することができるかについて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・島嶼研究拠点所長江川宜伸博士、干川 明氏、池間浩千氏、高橋正史氏にご

協力を頂いた。ここに記して深く感謝の意を表する。

注

¹ 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ため、土壌肥沃度の改善にも貢献できる (吉原 1999)

参考文献

- 伊ヶ崎健大・大前 英・南雲不二男・岩井香泳子・小崎 隆
2013. 沖縄における陸域での新たなサンゴ保全技術の開発.
観光科学研究. 6: 17-23.
- 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.
- 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.
- 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.
- 渡嘉敷義浩 2004. 第1章 2-1-3土壌資源評価 (沖縄に分布する特殊土壌). 「九州・沖縄の農業と土壌肥料」 (日本土壌肥科学会九州支部) : 24-28.
- 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 2002. 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.

山里清 1991. サンゴの生物学. 東京:東京大学出版会.

吉原恵子 1999. シカクマメ. 「食品加工総覧 第9巻」 (農文協) : 399-404.

Lal, R. 1993. Soil erosion and conservation in West Africa. *In* Pimentel, D. (ed.). *World Soil Erosion and Conservation*. Cambridge Univ. Press.: 7-25.

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). In the previous study, we developed the “winged bean band (WBB)” to control water erosion in the fields and verified its effectiveness. The objective of this study was to optimize the WBB, that is, to secure the effectiveness of the water erosion control and, at the same time, to minimize the land where the winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) D.C.) is left as a band and the sugarcane cannot be planted (the cost for the farmers). Field experiment conducted at the Tropical Agriculture Research Front, Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS) from March 2013 to March 2014 revealed that the high effectiveness of water erosion control and low cost for farmers can be achieved when the width of the winged bean band is 1 m and they are established at the interval of more than 9.5 m, depending on the steepness of the field (when the slope of the field is 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, then the interval should be 244 m, 74 m, 26 m, 15 m, 9.5 m, respectively). In the future study, we will investigate if the WBB can improve farm income, which is critical to the practicality for the farmers in Okinawa.