

11. 沖縄地方の赤土流出防止に向けた流域経営システムに関する研究

－基金制度の視点から－

THE APPROACH OF WATERSHED MANAGEMENT FOR CONTROL OF THE SOIL DISCHARGE AND PRESERVATION OF THE CORAL REEF –THE FUND SYSTEM–

宮本善和*・成瀬研治*・松下潤**・恵小百合***

Yoshikazu Miyamoto*, Kenji Naruse*, Jyun Mtsushita**, Sayuri Megumi***

ABSTRACT; The soil erosion at farmland becomes serious impact on the ecosystem in the coral reef in Okinawa district. In order to solve these problems, it is necessary to build a support system for the integration of the measures in a river basin. This paper examines the approach of watershed management for the support system as follows, 1) the role and the collaboration in various stakeholder, 2) the requirements of building watershed management, 3) the image of watershed management in Ishigaki island, and 4) the fund system for environmental preservation.

KEYWORDS : watershed management , fund system , coral reef , soil erosion , collaboration

1 はじめに

沖縄地方では、近年、農地の赤土土壌の浸食が顕著になり、持続可能な農業として問題を抱えるとともに、微細土砂や栄養塩類の沿岸域への流出によってサンゴ礁の生態系へ悪影響を及ぼしている。沖縄県は1994年に「赤土等流出防止条例」を制定し、各種開発に伴う赤土流出の抑制を充実させているが、主要な発生源である農地における規制や対策は未だ不十分な状態にある。加えて、沖縄県石垣島における農業は概して零細で、経営基盤が弱く、流出抑制対策まで考慮した営農活動を自発的に行うには無理が多い。

このような問題を解決するため、土木学会重点研究課題「沖縄における流域管理と赤土流出抑制システムに関する研究開発（研究代表者：東京工業大学池田駿介教授）」の一環として、著者らは、大澤ら²⁾が石垣島名蔵川流域で研究を進めている赤土流出抑制に向けた「流域規模におけるハード対策の統合化」を補完・促進するため、環境保全型の流域経営システムを構築することを目的に研究を展開している。本稿は、このような研究の一端として、石垣島名蔵川流域における環境保全型の流域経営システムについて提案するとともに、そのシステムを資金面等から支援するための基金制度のあり方について分析・考察するものである。

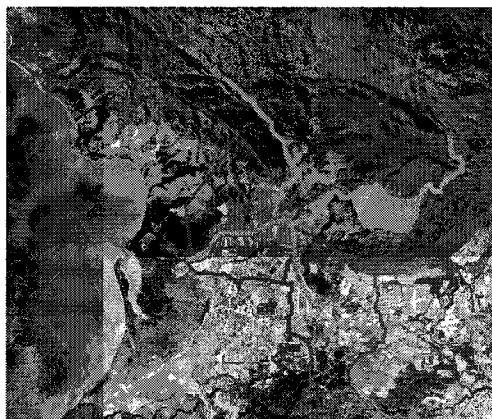


写真-1 石垣島名蔵川流域¹⁾

2 赤土流出問題と対策の実情

石垣島と西表島に挟まれた海域である石西礁湖は、世界最多の約360種類の造礁サンゴが生息し、我が国のサンゴの主要な供給源とされており、サンゴ礁の保全対策が急務となっている。サンゴの生息環境に悪影響を及ぼしている要因としては、(a)赤土等の流出に伴う微細土砂と栄養塩類による汚染、(b)海水温の高温化による白化現象、(c)オニヒトデの大発生による食害、(d)台風などの自然現象による影響、(e)海域の水質汚濁などがあげられる。これらの中で、流域の人間活動が大きく関与している問題としては、(a)赤土等の流出に伴う微細土砂と栄養塩類による汚染と、(e)海域の水質汚濁がある。

この内、(a)赤土等の流出に伴う微細土砂と栄養塩類による汚染については、近年、圃場整備事業や各種開発事業に対する流出抑制対策が講じられてきており、効果をあげてきている。しかしながら、その主要な

*中央開発株式会社 環境計画部 Environmental Planning Department, Chuo Kaihatsu Corporation.

**芝浦工業大学 システム工学部 Department of Systems Engineering, Shibaura Institute of Technology

***江戸川大学 環境デザイン学科 Department of Environmental Design, Edogawa University

発生源であるサトウキビ畑からの面源負荷については、主だった規制や誘導策もなく、沈殿池の設置を要請する趣旨の条例が制定されているものの、農業経営の脆弱性や沈殿効果の問題などから必ずしも効果があがっていない。また、沈殿池は土壌浸食の抑制にはつながらない。その他、石垣島の轟川流域では、農地からの赤土等流出抑制のためのマスタープランを策定して流域単位での対策を試行しているが、その効果は未確認である。他方、サンゴ礁を再生・増殖する試みは様々行われている。環境省では2003年度から石西礁湖を対象に、岡本らによるサンゴ礁再生技術³⁾を導入しサンゴ幼生着床実験を行っている。しかしながら、赤土流出等の影響により海域の環境がサンゴの着床が困難なレベルまで低下していることが危惧されている。

このような中、大澤ら²⁾は石垣島の名蔵川流域の農地での現地観測及びシミュレーションにより、マルチング、緑肥、グリーンベルト、春植え栽培、不耕起・株出し栽培など、種々の対策を検討した結果、不耕起・株出し栽培が赤土流出抑制に極めて高い効果があることを確認している。現在行われている夏植えサイクル主体の栽培方法から、例えば、春植え＋不耕起・株出しサイクルに栽培方法を転換することにより、約67%の削減効果が得られるのである。また、一つの参考であるが、このときの農家の減収は、従来の夏植えサイクル主体の栽培方法の約10%程度であり、石垣島全体で約1億7,300万円程度と試算される。このようなことから、この減収分相当をカバーすることができれば、農家の営農形態を赤土流出が少ない持続可能な環境保全型農法に転換できる可能性が示唆され、それを促進する支援方策を確立することが望まれる。

3 流域経営のステークホルダーと協働の可能性

3.1 流域経営システムの導入とその対象

先に示したように、赤土土壌の浸食を抑制するには、流域の農地におけるサトウキビの栽培方法を環境保全型に転換するなどの対策を講じることが必要である。また、葉殻によるマルチングを行う、間作を行う、浸食を受けにくい作物（バイオマス作物や水稻栽培など）に転換することなども考えられる。このような環境保全型農業への転換を促す誘導策としては、例えば、棚田などを有する中山間地域に適用されている直接支払制度などがあげられるが、石垣島の農地への適用にはまだ無理が少なくない。また、現状でも石垣島における農業は零細であり、持続的発展が可能な産業の活性化についても同時に考えていくことが求められる。

そのため、著者らは、流域の環境保全と持続可能な発展を促すための流域経営システムの導入を提案している。すなわち、流域で行われる様々な社会活動が流域の環境保全につながり、環境を保全することが流域経済の活性化にもつながるという流域経営のシステムを構築するのである。ここで、石垣島の主要産業としては、農業や漁業の一次産業とともに、観光業をあげることができ、そのステークホルダーやマーケットは流域内にとどまらず全国にわたる。また、石垣島周辺のサンゴ礁が我が国のサンゴの供給源になっているこ

ことを考慮すると、その恩恵や影響は海域を経て日本列島の広域に及ぶ。このようなことから、流域経営システムの対象を河川流域内だけで捉えるのではなく、日本列島の多くを下流受益地とした広域な流域圏として捉える。すなわち、サンゴ礁の保全のための流域経営システムを、環境面や経済面で関係性がある全国的な規模で検討するものとする。

3.2 石垣島における流域経営の可能性と要件

ここでは、石垣島の流域圏における主なステークホルダーを抽出するとともに、各々のステークホルダーが環境保全や流域経済の活性化に果たしうる役割の可能性について検討した。それらの結果を表-1に示す。抽出されたステークホルダーとしては、農業者、漁業者、一般住民、行政（石垣市、沖縄県など）、観光業者、観光客、企業、NPOなどである。これらのステークホルダーの多くは、何らか、石垣島の流域環境の恩

表-1 流域経営のステークホルダーと役割の可能性

ステークホルダー	現状	役割の可能性
農業者	サトウキビ栽培の零細事業者がほとんどで、赤土流出を発生させている。	・環境保全型農業への転換 ・グリーンツーリズム等、環境保全型の新産業の展開 等
漁業者	沿岸域を主体に漁業を行っており、赤土流出の影響を受けている。	・陸域の環境保全への支援 ・環境保全型観光への参加 等
一般住民	流域の居住者。赤土流出やサンゴ礁の環境劣化への関心は様々。	・環境保全への世論形成 ・募金や環境保全への参加 等
行政	赤土流出の抑制や地域活性化に取り組みを進めている。	・環境保全施策の充実 ・関係者の調整 ・様々な支援 等
観光業者	環境・文化資源を活用した観光業を展開しており、環境劣化の影響を受ける。	・環境保全型観光の導入 ・募金や支援 等
観光客	環境・文化資源の利用者で、環境劣化の影響を間接的に受ける。関心は低くない。	・募金や環境保全への参加 ・環境保全型産業の利用 ・リピーター、サポーター等としての関わり 等
企業	流域内外で様々な産業を展開しているが、環境保全への関心は様々。	・環境保全型観光の参入 ・CSRとしての社会貢献（寄付、支援） 等
NPO	流域内外で環境保全や地域活性化に取組み、環境保全への関心は概して高い。	・住民や関係者等への啓発・呼びかけ ・環境保全活動の充実 ・流域経営への参加 等

恵を享受して社会・経済活動を行っている訳であるが、概してそのような認識が希薄であるとともに、相互の交流や連携もほとんどないのが実状である⁴⁾。赤土流出問題に関する利害関係について言えば、農業者が赤土流出の加害者であり、その影響を漁業者や、観光業者、観光客が直接的、間接的に受けるという構造にある(図-1)。換言すれば、サンゴ礁の環境改善を図ることができれば、漁業者は本来の漁業が展開でき、観光業者も持続可能な経営ができるなど、相乗的に大きな利得を生み出すことが期待される。

次に、表-1 から、環境保全や活性化に対しステークホルダーが寄与できる可能性をみると、各々が何らかの役割を担える可能性がある。そして、それらのステークホルダーの協働によって相互の関係がプラスに働く(図-1)。流域経営システムの構築にあたっては、これらのステークホルダーの参加を促し、各々の役割を環境保全に向けて引き出し、つないでいくことが必要である。その際、ステークホルダーの参加を促進させるには、単なる環境保全への意識啓発にとどまらず、各々のステークホルダーの利得がなるべくプラスに働くように促すことが肝要である。ここで、利得がマイナスになる要素としては、先述した通り、環境保全型農法への転換による農業従事者の減収であるが、これを補完し、流域社会にさらなる利得を生み出す要素には、新規産業の創出、消費の拡大、雇用確保、技術向上、PR 効果、学習・体験効果、付加価値等による増収、満足感の増大、リピーターやファンの増大など、その可能性は多々考えられる。

加えて、流域経営を成立させるには、保全すべき流域の環境・文化資源の中において、環境保全のために貢献したいというエコロジカルなプライド、及び環境保全のために費用負担するというエコノミカルなプライドを醸成する(エコプライドの醸成)、流域の環境・文化資源を有効に活用しながら環境保全にプラスとなる好循環を形成する、多様な主体や個人の協働によって環境保全が図られる仕組みをつくることなどが重要である。ここで、流域経営に活用可能な石垣島の環境・文化資源としては、サンゴ礁、名蔵アンパル(ラムサール条約湿地に登録予定)、照葉樹の森、農耕地、食文化、琉球芸能などがある。また、これらを有効に活用した流域経営の手段としては、環境保全型の農業・漁業、エコツーリズム、グリーンツーリズム、ボランティア型観光、体験学習、地場産品販売などがありうる。

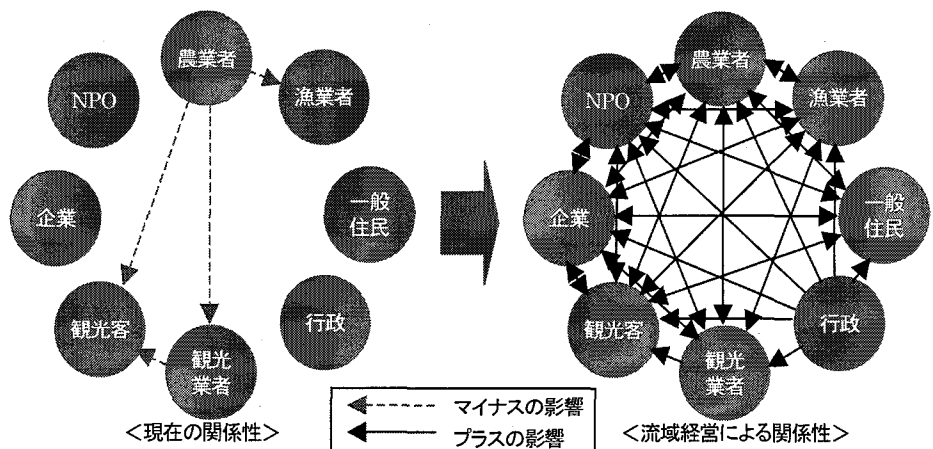


図-1 ステークホルダー間の関係性

4 名蔵川流域における流域経営システムのイメージ

以上のことを総合的に考慮し、名蔵川流域における流域経営システムの1つのイメージを図-2に提案する。実際は、先に抽出した全てのステークホルダーの良好な関係性を構築することが必要であるが、ここでは主に農業者、行政、観光客、企業の4つのステークホルダーの関係性を考慮している。

この流域経営システムの特徴は、年間約80万人が訪れる石垣島の観光客(沖縄県全体では年間約500万人)を広義の流域住民として捉え、募金、産品購入、エコツーリズム、サンゴ礁修復等のボランティア活動へ参加を促進することにある。石垣島の観光客のほとんどは、島が有する環境・文化資源に魅力を感じて来訪すると考えられ、石垣島のファンであり、環境・文化資源の積極的な利用者である。また、実際には来訪したことがなくとも、石垣島に魅力を感じている潜在的な観光客はもっと多いと考えられる。このような観光客に、サンゴ礁の保全のための意義を認識してもらうとともに、比較的関与が容易な募金などからはじめ、環境保全活動に多様な参加をしてもらうことにより、より深い満足感や貢献感を得てもらいながら、リピーターやサポーター等として、次第に強いつながりを求めていくのである。このような、参加、関わりの発展と好循環を促すには、宮本ら⁵⁾が開発した「参加の循環アプローチ」の適用が可能である。

また、企業については環境保全型農業への経営参入などの関与を求めていくとともに、CSR(社会的責任)として資金や技術支援などを求めていく。企業は、それらの関与のフィードバックとして、新規事業の開拓、

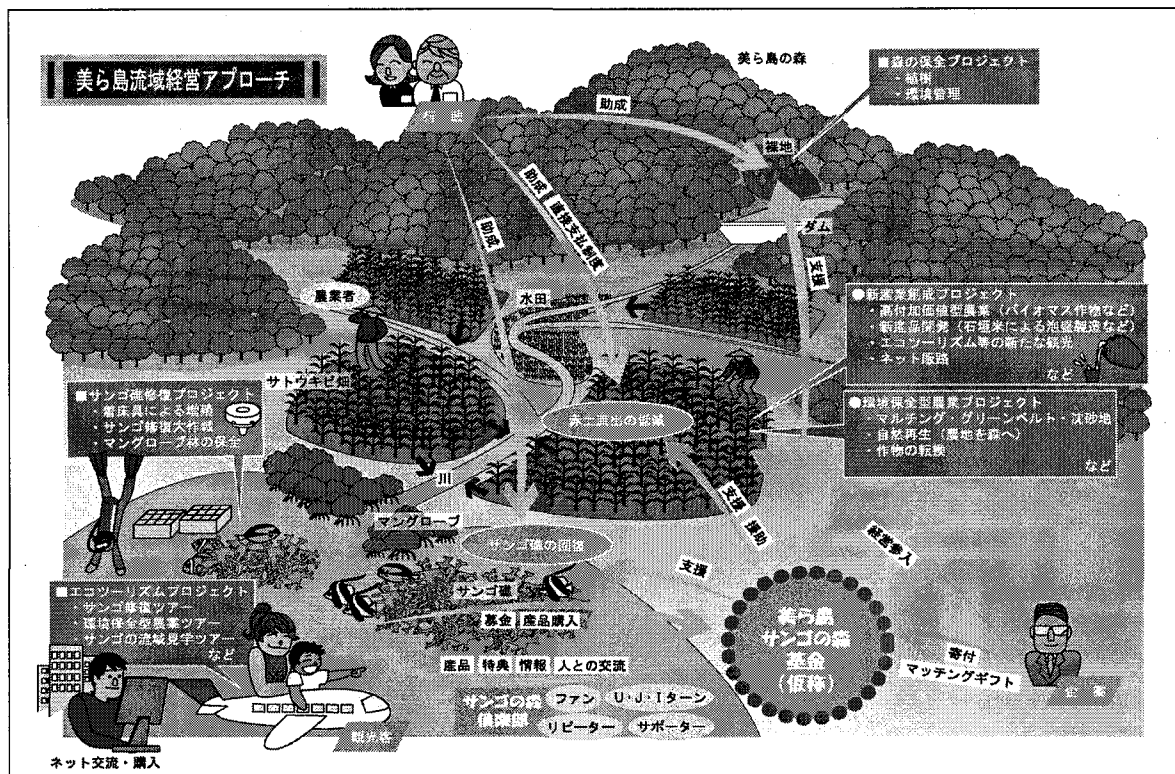


図-2 石垣島名蔵川流域における流域経営のイメージ

PR 効果などを得ることが想定できる。また、行政は環境保全に対する種々の支援を行うことを想定している。農業者はそれらのステークホルダーの支援を受けながら、環境保全型の営農、産品開発などの実践に取り組みとともに、環境保全型農業ツアーなどの受入れを担ってもらうことが想定できる。

このような相互の協働を促し、流域経営を進行していくため、「サンゴ礁修復プロジェクト」、「エコツーリズムプロジェクト」、「新産業創成プロジェクト」、「環境保全型農業プロジェクト」、「森の保全プロジェクト」などの各種プロジェクトを実行していくことが考えられる。

そして、これらのステークホルダーをつなぎ、環境保全に対する財源確保と資金・情報提供を行う動力源として基金制度を構築することを提案する。この基金制度の運営主体としては NPO などが想定できるが、各々の関与が好循環を描きながら発展するための仕組みづくりやコーディネートを行うことが求められる。

5 基金制度の事例分析

5.1 基金制度の事例収集

ここでは、環境保全に対する財源確保と資金・情報提供を行う動力源としての基金制度を検討するため、我が国の環境保全基金の事例を収集し、それらの基金制度の仕組みや特徴について分析する。

環境保全基金の事例収集にあたっては、その仕組みに様々な工夫がみられる事例を対象とし、事例の最新情報を容易かつ広範に入手可能であるインターネットを用いて行った。検索にあたっては、ホームページのタイトルに加え内容まで検索可能であり、検索スピードと情報量の取得に優れる“google”を用い、「基金」、「環境保全」、「募金」など、環境保全基金に関連するキーワードの組合せで検索を行った。ヒットした基金事例の内、類似の基金制度が複数ある場合は、より情報量が多い事例を選択し、情報が不十分な事例は対象

表-2 環境保全基金の事例

基金名	目的	特徴
トトロのふもと基金	開発から丘陵地を保全し、里山や平地の生物多様性を保全	・人気アニメキャラクターを里山環境保全のシンボルとして呼びかけ ・3000 円で「葉書サイズ～ノートサイズ」の森が購入可能と訴えかけ
シンボルバッジ BATFOREVER 募金	北海道の大自然に“バットの森”を造林	・バッチ 2 個の売り上げで、アオダモの苗木を植樹可能と訴えかけ ・アオダモ植樹に現役プロ野球選手も参加
瀬戸内オリブ基金	瀬戸内海の豊島の自然を回復するために、「オリブ」の木を植樹	・産業廃棄物の不法投棄で注目を集めた豊島に自然環境を取り戻そうと呼びかけ ・有名衣料品店に募金箱を置き、広く呼びかけ
緑のよこすかチャリティクリック	首都圏近郊緑地特別保全地区を、企業と市民と行政が共同して保全	・企業と市民と行政がインターネットを通じて共同で緑地保全が可能と呼びかけ ・協賛企業のパナー 1 クリックにつき 10 円を協賛企業から横須賀市に寄付できる
沖縄グリーン電力基金	環境にやさしい自然エネルギーの普及促進	・自然エネルギーの設備支援に寄付すると、電力会社からも寄付が行われる（マッチングギフト） ・趣旨に賛同するお客から、毎月一定額（1 口 500 円）を電気料金の支払いと併せて徴収する
首里城基金	県民の文化的財産である、首里城関係の文化遺産の収集・保存し次世代へ継承	・灰燼や国内外に散逸した首里城の文化遺産の収集・保存を訴えかけ ・国、県、市町村、各種団体の協力を得て、首里城基金を設置
QAB 美ら島募金	沖縄全土のサンゴが絶滅してしまわぬようオニヒトデ駆除の実践	・琉球朝日放送から、ニュースを通して、サンゴの現状を訴えかけ、ダイヤル Q2 を用いることで、電話から簡単に募金が可能と PR

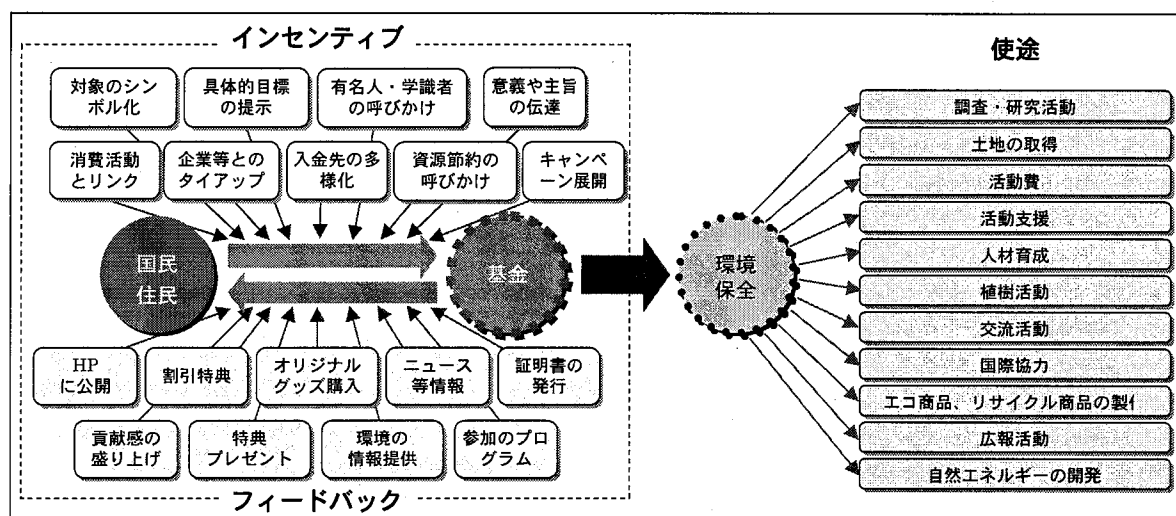


図-3 環境保全基金制度のモデル

から除外した。また、沖縄地方に関係する基金制度は優先的に選択した。その結果、計 41 の環境保全基金の事例を収集できた。収集事例の一部を表-2 に示す。

5.2 事例における基金制度の仕組みの分析

収集事例について、募金者である国民・住民と基金との双方向の関係性について着目し、制度の分析を行った。その結果、基金制度の仕組みは、「国民・住民に募金を促すためのインセンティブ」、「基金から国民・住民へのフィードバック」、「環境保全に対する基金の用途」の 3 つの要素で構成されることが分かった。

「国民・住民に募金を促すためのインセンティブ」で工夫されている要素について分類・整理すると、(a) 保全対象のシンボル化、(b) 具体的目標の提示、(c) 有名人・学識者の呼びかけ、(d) 意義や趣旨の伝達、(e) 消費活動とのリンク、(f) 企業等とのタイアップ、(g) 資源節約の呼びかけ、(h) 入金先の多様化、(i) キャンペーンの展開などの工夫事項があげられた。次に、「基金から国民・住民へのフィードバック」としては、(a) ホームページで募金者名等の公開、(b) 割引特典、(c) オリジナルグッズの購入、(d) ニュース等の情報発信、(e) 募金の証明書の発行、(f) 貢献感の盛り上げ、(g) 特典プレゼント、(h) 環境保全状況の情報提供、(i) 参加のプログラムの提供などの工夫事項があげられた。さらに、「環境保全に対する基金の用途」については、(a) 調査・研究活動、(b) 土地の取得、(c) 活動費、(d) 活動支援、(e) 人材育成、(f) 植樹活動、(g) 交流活動、(h) 国際協力、(i) エコ商品・リサイクル商品の製作、(j) 広報活動、(k) 自然エネルギーの開発などがあげられた。

例えば、「トトロのふるさと基金」では、里山や平地林の保全を広く訴えるために、映画アニメのキャラクターである「トトロ」を里山環境のシンボルとして用いて募金の効果をあげている（対象のシンボル化）。また、「緑のよこすかチャリティークリック」では、横須賀市のインターネットの利用者が基金の協賛企業のバナーをクリックして広告を閲覧することで、協賛企業から横須賀市に緑化保全費が寄付されるという仕組みを導入しており、住民は自己負担なしで緑地保全に対する貢献が可能である（企業等とのタイアップ）。

以上の分析結果をもとに、基金制度の仕組みをモデル化すると図-3 のように表すことができる。この環境保全基金のモデルを活用することで、より良い環境保全基金の制度設計を行うことが可能である。

6 サンゴ礁の環境保全に向けた基金制度の検討

前章で得られた環境保全基金のモデルを、石垣島の名蔵川流域の実態に照らしその可能性を検討する。

まず、募金を促すインセンティブについてであるが、「対象のシンボル化」の対象としては、サンゴ礁の生態系が相当する。サンゴ礁自体をシンボル化する、もしくはクマノミなどのサンゴ礁の生態系を象徴する生物をシンボル化することも考えられる。また、このシンボルは先述したエコプライドにつながる要素であることが望ましい。多くの観光客が親しみを覚えるシンボルを設定することが重要である。「具体的目標の提示」に関しては、環境保全型農法を営む農地面積を数量的に示す、赤土流出量の許容値を分かりやすく示す、募金の効果をサンゴ礁の回復の数値指標で示す（例えば、「1,000 円でサンゴが約〇〇m² 回復します」など）ことなどが考えられる。「有名人・学識者の呼びかけ」としては、石垣島出身の芸能人や、海の環境に関わる著名人、サンゴ礁保全に関係する学識者などを協力者として確保し、PR 活動に積極的に関与してもらうこと

が想定できる。「意義や主旨の伝達」については、サンゴ礁の生態系の危機的状況や、赤土流出の影響、石西礁湖が我が国のサンゴの供給源であることなどを分かりやすく伝えるとともに、赤土流出抑制対策の効果や募金の効果などを分かりやすく PR することが重要である。「消費活動とのリンク」については、サンゴ礁の環境保全を PR したオリジナルグッズの開発・販売や、流域経営の結果として産出される特産品などを優先的に購入できるような仕組みをつくることが考えられる。

「企業等とのタイアップ」については、航空会社や観光業者とタイアップして観光客に募金を呼びかける、企業の CSR として寄付や支援を呼びかけることなどが考えられる。「資源節約の呼びかけ」においては、例えば水道供給者や電力会社などとタイアップし、資源節約を行えばマッチングギフトとして基金に寄付が行われるなどの仕組みを開拓することが考えられる。「入金先の多様化」については、コンビニエンスストアやインターネットによる入金ルートの開拓、環境保全型のクレジットカードの開発などが想定できる。さらに、「キャンペーンの展開」については、期間集中的に募金キャンペーンを展開することなどが効果的である。

募金者へのフィードバックとしては、まず、個人の貢献感を高める工夫を行うことが重要である。募金によるサンゴ礁の回復状況を数値指標などで分かり安く伝達する、募金者に環境保全への貢献の証をフィードバックすることなどが考えられる。また、募金者とのコミュニケーションを促進することも重要である。サンゴ礁の環境保全の実態や進展をニュースレターなどでフィードバックする他、産品購入や参加のプログラムを継続的に情報発信するとともに、募金者の声を集めるなど双方向のコミュニケーションを行うことが肝要である。また、募金者に優先的にサンゴ礁の環境保全に関連したエコツーリズムを用意する、特産品の割引販売を行う、オリジナルグッズの購入を可能にするなどの様々な特典を準備することも考えられる。

基金の使途としては、まず、環境保全型農業への転換を図ろうとする農家への直接的、間接的な支援が考えられるが、一定のルールや支援の仕組みを確立することが必要である。また、サンゴ礁の再生事業への支援も重要である。その他、多様なステークホルダーの交流・連携を促進するための支援や、関連した調査・研究活動、多様な参加のプログラムの開発・運営などの活動費、サンゴ礁の環境保全を担う人材の育成などに使用することが考えられる。基金の運営主体としては、既に石垣島で環境保全基金の運用に取り組んでいる「美ら海・美ら山募金推進協議会」と調整を図ることが考えられる他、独自の機関の創設も想定できる。

以上、石垣島における環境保全基金の適用性について考察したが、ここに示した内容はあくまで、著者らの周辺での議論にとどまっており、幾つかの可能性を提示したに過ぎない。具体的には、その構築に向けて、多くのステークホルダーと建設的な意見交換を重ねていくことが必要である。

7 おわりに

本稿では、沖縄地方の赤土流出問題の解決に向けて、環境保全型の流域経営システムを導入することの意義、可能性、成立要件について整理した上で、石垣島の名蔵川流域を対象とした流域経営システムのイメージについて提示するとともに、そのシステムの財源確保と資金・情報提供を支援する基金制度のあり方と可能性について明らかにした。今後の研究課題は、(a)流域経営システムの詳細検討、(b)流域経営システムの適用のための条件整備、(c)基金制度の詳細検討とその運営基盤の検討、(d)現地における意見交換と適用に向けた関係づくり、(e)ハード対策と統合化した政策提案などである。沖縄地方の赤土流出問題が多様なステークホルダーの協働によって発展的に解決され、持続可能な産業振興が図られるよう、今後も精力的な研究に取り組んでいきたい。最後になったが、本研究の実行にあたって、様々な示唆と貴重な助言を与えてくださった東京工業大学池田駿介教授をはじめ、全ての研究関係者に謝意を表すものである。

参考文献：

- 1) 写真提供：環境省サンゴ礁モニタリングセンター
- 2) 大澤和敏・山口悟司・池田駿介・高椋恵：農地における土砂流出抑制対策の比較試験，水工学論文集，49，pp.1099-1104，2005.
- 3)[特許]発明者：岡本峰雄・古島靖夫・野島哲，サンゴ礁の人工増殖具及び増殖方法，特許第 3530832 号 2004 年 3 月 5 日，特許権者：海洋科学技術センター。
- 4) 山崎政勝・柏崎冬鷹・畠堀蒼子・光田国広：石垣島における赤土問題に関する利害関係者の意識構造-芝浦工業大学「学生プロジェクト」の現地調査を踏まえた対策の提案-，地球環境シンポジウム講演論文集 Vol: 13 巻,2005.(投稿中)
- 5) 宮本善和・福井渉・道上正規・喜多秀行・檜谷治：水環境保全活動に対する住民参加を促進する方法論に関する研究，水工学論文集，45，pp.25-30，2001.