

4. 沖縄県における赤土流出に関する フィールド調査

酒井 一人^{1*}・松井 宏之²・仲村渠 将¹・仲宗根 一哉³

¹琉球大学農学部地域農業工学科（〒903-0213沖縄県西原町千原1番地）

²宇都宮大学農学部農業環境工学科（〒321-8805栃木県宇都宮市峯町350）

³沖縄県衛生環境研究所（〒901-1202 沖縄県南城市大里字大里2085）

* E-mail: ksakai@agr.u-ryukyu.ac.jp

沖縄県では、1960年代半ば以降に人為的な赤土流出が社会問題として認識されるようになった。赤土流出の原因は、パイナップル栽培の普及に伴う山地開発の進展、キューバ危機に端を発した世界的な糖価高騰によるサトウキビの作付面積増加であるといわれている。さらに、1972年の本土復帰以降に行われた本土との格差是正を目的とした開発事業がそれに拍車をかけた。本報では、沖縄県が中心となって赤土流出防止のために進めてきた赤土流出に関するフィールド調査研究の流れについて記した。沖縄における赤土流出は、問題点が土壌侵食の一般的な視点である耕土流出ではなく、海洋汚染が中心であることである。1960年代から1990年代までは、赤土流出現象のメカニズムの把握に重きが置かれていたが、この10年のGPSやその他の調査技術の進歩により、海洋における調査が大きく進展したといえる。今後は、これまでの調査研究の成果を踏まえ、海洋保全のための赤土流出防止の目標値を明確化し、技術的および社会的に実効性の高い赤土流出防止対策を推進していく段階に進んでいくことが期待される。

Key Words : *times, italic, 10pt, one blank line below abstract, indent if key words exceed one line*

1. はじめに

沖縄県では、1960年代半ば以降に人為的な赤土等の土砂流出（以下、赤土流出）が社会問題として認識されるようになった。赤土流出の原因は、水稻栽培が衰退し、パイナップル栽培の普及に伴う山地開発の進展や、キューバ危機に端を発した世界的な糖価高騰によるサトウキビの作付面積増加であるといわれている¹⁾。さらに、1972年の本土復帰以降に本土との格差是正を目的としてすすめられた道路建設を中心とした開発事業や、圃場整備事業が赤土流出に拍車をかけた。赤土流出は、もずく養殖などの沿岸漁業への悪影響、サンゴ礁などの沖縄特有の生態系への悪影響や沖縄の観光資源である海を損ねるといった問題を抱えている。沖縄県は、1973年に沖縄県赤土等流出防止対策協議会を設置し、1976年に沖縄県県土保全条例の中に赤土等流出防止努力を義務づけるなどの取り組みを行った。しかし、具体的な規制のない段階では、赤土流出防止の抜本的な対策とはならなかった。その後、1995年に「赤土等流出防止条例」が施行され、これにより開発事業からの赤土流出は大幅に抑制された。しかし、産業構造上の弱者である農業サイドについては条例の規制対象には定められておらず、農地からの赤土

流出は現在でも大きな問題となっている。このような状況に対し、沖縄県では水質保全対策事業(耕土流出防止型)の導入により農地整備事業において圃場勾配修正や沈砂池建設などのハード面の整備を進めてきた。さらに、農地からの発生源対策として、農家にグリーンベルトやマルチなどの導入を進めているが、十分な防止効果を得ていないのが現状である。新垣²⁾は、農地で対策が進まない要因として、農家の費用や労力といった問題があると指摘している。さらに、現在、農地からの赤土流出量の定量的把握が必ずしも十分でないこと、これまで導入されている各対策の効果定量的な評価が十分でないこと、さらに赤土流出のサンゴ生態系への影響が定量的に把握できていないことなどが問題となり、農業サイドへの具体的な規制や補助・支援制度の導入はすすんでいない。そのような中、沖縄県は、2006年より赤土流出防止の具体的な数値目標の決定のための赤土流出状況と海洋・河川生態の関連性について調査を開始し、本格的な農業サイドにおける赤土流出に関する規制導入の検討に乗り出した。

本報では、沖縄県における赤土流出に関して、これまで行われた実験を含むフィールド調査研究や、現在進められている調査研究について、陸域および海洋に分類し

て記すことにより、赤土流出防止の実現に向けた取り組みについて紹介する。

2. 発生源(圃場)に関する調査

(1) 初期の調査研究

沖縄県における赤土流出に関する初期の調査研究としては、1960年代後半に翁長³⁴⁹⁾が行った沖縄の代表的な土壌(国額マージ、島尻マージ、ジャーガル)の侵食特性についての人工降雨装置を用いた実験がある。その後、大学内に設置された実験斜面(約15m)を用いた圃場実験を行い、より実現象に近い侵食メカニズムの解明を進めた⁹⁾。また、実際に営農が行われている圃場における調査としては、パイナップル畑において行われたものがある⁹⁾。1960年代後半から1970年代に行われたこれらの調査研究は、その後の赤土流出研究にとって、科学的知見として大きな意味を持つ。しかし、当時の採水は人によるものであり、観測できた降雨イベントも一部であり、1年間のような長期の赤土流出量を定量的に把握するには至らなかった。

1980年代に入ると、沖縄総合事務局⁹⁾や沖縄県¹⁰⁾は定期的に調査研究をおこないその報告を発行するようになった。これにより、沖縄県の様々な場所での赤土流出の状況を把握することができた。

(2) フィールド調査と赤土流出のモデル化

沖縄県では、USLE¹¹⁾を適用して、沖縄県全体の赤土流出量の推定を行っている¹²⁾。また、沖縄の作物や土壌についてのUSLEのパラメータの同定を進めてきた¹³⁾。しかし、USLEで算出される土壌侵食量は年間値であり、降雨イベントなど短い時間ステップの値は求められないこと、また、圃場面からの侵食量であり流域からの流出量に対しては大きく見積もる傾向があることなどの問題があり、他の利用可能なモデルの検討が必要とされていた。そのような中、大澤ら¹⁴⁾¹⁵⁾は農業流域において長期の詳細な観測および、降雨イベントの多点集中観測を行い、その観測結果をWEPP¹⁶⁾モデルに適用し、USLEが持つ上記の問題点を解決することが可能であることを示した。しかし、WEPPモデルの適用においては、多くの流域情報を必要とするため、沖縄県全体のような広範囲における適用には向いていない。そのため、現在は、県全体の把握にはGISを導入しUSLEにより評価し、より詳細解析が必要な地域にはWEPPモデルのように時間・空間的に詳細な結果を得ることができるモデルの適用が進められている。

(3) 最近の調査研究

これまでの赤土流出のフィールド調査では、主に流出土砂量が調査の対象であった。しかし、赤土による環境汚染は、栄養塩による河川や海などの水域の汚染であるという観点から、赤土流出量だけでなく窒素およびリンを中心とした栄養塩の流出量についても観測が進められている¹⁷⁾¹⁸⁾。栄養塩分析は、かなり簡単で安価になったものの、試料の調整や利用機材により土砂量のみ分析より結果に差が生じやすく、ここの調査報告について十分な吟味が必要であるといえる。

また、松井ら¹⁹⁾はこれまで赤土流出の対象とは考えられていなかった水田についての調査を行い、水田が赤土の発生源になっていることを示した。これは、サトウキビ畑の大開発以前には多く存在した水田の赤土流出防止機能を定量的に検証するための重要な調査結果であり、今後の調査による水田からの浮遊土砂流出メカニズムのより詳細な分析が期待される。

3. 海洋における調査

一般的に農地における土壌侵食は、生産性の高い耕土の流出による経済的損失が問題視されるが、沖縄県の場合は問題が認識された当初から、流出した赤土の海洋における悪影響が懸念されており、これまでも海洋における様々な調査が行われてきた。

沖縄県は、まず、沿岸域における漁業への影響についての調査を進めた²⁰⁾。また、海洋における汚染状況の調査方法および評価法を統一的に取り扱いことを目的として、大見謝らは簡易測定法とそれにより得られる指標としてSPSSを提案した²¹⁾。現在、沖縄県における赤土流出状況の報告においてはその手法および評価法が用いられている。

その後、沿岸域のサンゴ礁の自然としての価値および観光資源としての価値が高くなり、沖縄県では、定期的なサンゴ礁域の調査報告を行った²²⁾。さらに、沖縄県は2006年から、陸域からの赤土流出が海域に与える影響を定量的に評価し陸域における赤土流出防止の具体的な目標を定めるために、海洋における赤土堆積状況と生息する生物の関係についての詳細な調査を進めている²³⁾。この調査では、沿岸域の利用形態や保全の重要性などから、赤土堆積状況の改善目標の設定法についての検討を行っている。今後は、農業サイドとの調整を進め具体的な発生源対策推進に取り組んでいく段階に進んでいくと思われる。

4. おわりに

本報では、沖縄県が中心となって進めてきた赤土流出

に関するフィールド調査の流れについて記した。沖縄における赤土流出防止の難しさは、その問題点が耕土流出という土壌侵食の一般的な視点でなく、海洋汚染が中心であることである。言い換えれば、赤土流出を陸からの視点でなく海からの視点で見なければならないところにある。1990年代までは、赤土流出現象のメカニズムの把握に重きが置かれていたが、この10年のGPSやその他の調査技術の進歩により、海洋における調査が大きく進展した。今後は、これまでの調査研究の成果を踏まえ、海洋保全のための赤土流出防止の目標値を明確化し、技術的および社会的に実効性の高い赤土流出防止対策を推進していく段階に進んでいくことが期待される。

参考文献

- 1) 赤土等流出防止対策検討会：技術者のための赤土流出防止対策入門書-青い海と豊かな川を守るために-, 2001.
- 2) 新垣祐治：赤土流出防止対策に関する研究-農家と行政の現状対策と意識調査からの考察-, 名桜大学総合研究 7, pp.35-45, 2005.
- 3) 翁長謙良：沖縄における農地保全の基礎的研究（第2報）-人工降雨による土壌侵食の実験的考察, 琉球大学農学部学術報告 16, pp.188-195, 1969.
- 4) 翁長謙良：沖縄における農地保全の基礎的研究 III -人工降雨による土壌侵食試験-, 琉球大学農学部学術報告, 20, pp.139-167, 1973.
- 5) 翁長謙良：沖縄における農地保全の基礎的研究 V 人工降雨によるマージ土壌の侵食試験琉球大学農学部学術報告, 21, pp.181-188, 1974.
- 6) 翁長謙良：沖縄における農地保全の基礎的研究 VII 一 国頭マージの土壌侵食標準試験区における流亡土量について一琉球大学農学部学術報告, 25, pp.351-359, 1978.
- 7) 翁長謙良：沖縄における農地保全の基礎的研究 VIII 国頭マージの土壌侵食標準試験区における流亡土量について (2) 琉球大学農学部学術報告, 26, pp.329-335, 1979.
- 8) 翁長謙良：沖縄県における農地保全の基礎的研究 (IV) バイン園における土壌侵食の調査研究 (I) 琉球大学農学部学術報告, 22, pp.299-307, 1975.
- 9) 沖縄総合事務局河川課：昭和 56 年度赤土砂流出抑制対策計画調査, 1982.
- 10) 沖縄県公害対策課：昭和 56 年度赤土流出機構調査結果, 1983.
- 11) Wischmeier WH, Smith DD : Predicting Rainfall Erosion Losses. A guide to conservation planning, USDA Agricultural No.537, 1-58, 1978.
- 12) 比嘉榮三郎ら：沖縄県における年間土砂流出量について 沖縄県衛生環境研究所報, 29, pp.83-88, 1995.
- 13) 比嘉榮三郎ら：沖縄県における各種作物の作物係数, 沖縄県衛生環境研究所報, 31, pp.147-151, 1997.
- 14) 大澤和敏, 酒井一人, 吉永安俊, 田中忠次, 島田正志：農業流域での多点同時観測による浮遊土砂動態の検討, 農業土木学会論文集, 229, 2004.
- 15) 大澤和敏, 池田駿介, 酒井一人, 島田正志：農業流域における土砂動態の現地観測および USLE・WEPP による評価, 河川技術論文集, 10, 179-184, 2004.
- 16) USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory : USDA-Water Erosion Prediction project: Hillslope profile and water-shed model documentation, NSERL Report No 10, 1995.
- 17) 仲村渠将, 吉永安俊, 酒井一人：沈砂池における浮遊土砂流出に関する現地観測, 農業土木学会論文集 75(3), 249-277-283, 2007.
- 18) 仲村 渠将, 吉永安俊, 酒井一人, 秋吉 康弘, 大澤 和敏：沖縄本島の畑地帯流域における浮遊土砂と栄養塩の流出, 水資源化システム学会誌 13(1), 37-43, 2007.
- 19) 松井宏之, 福永隆二, 清水智, 乃田啓吾：降雨出水時の水田からの浮遊土砂流出と USLE の適用可能性, 水工学論文集, 53, 673-378, 2009
- 20) 沖縄県水産試験場：赤土の流出による漁場の汚染状況調査報告書（昭和 52 年度）1978
- 21) 大見謝辰男：沖縄県の赤土汚濁の調査研究（第2報）—赤土汚濁簡易測定法と県内各地における赤土濃度— 沖縄県公害衛生研究所報, 20, 100—110, 1987.
- 22) 沖縄県自然保護課：サンゴ礁生態系保全調査報告書（平成 5 年度）, 1994
- 23) 沖縄県：平成 19 年度赤土等の発生源対策推進事業 赤土等に係る環境保全目標設定基礎調査, 2008.

(2009. 7. 6 受付)

Field Ressearch about Red Soil Runoff in Okinawa

Kazuhito SAKAI¹, Hiroyuki MATSUI², Tamotsu NAKANDAKARI¹ and Kazuya NAKASONE³

¹Dept. of Resional Agricutnural Engineering, University of the Ryukyus

²Dept. of Environmental Engineering, Utsunomiya University

³Okinawa Prefectural Institute of Health and Envrnment

In Okinawa, a red soil runoff has been recognized as a social problem from the middle of the sixties. The cause of the red soil runoff was the field development for a pineapple and a sugarcane cultivation. Moreover, the development to reduce the economical gap between Okinawa and Japanese Main Island made the problem large. In this paper, we showed the field research about the red soil runoff that was carried out in Okinawa. A difficulty of the red soil runoff problem in Okinawa is that the main point of the problem is not the loss of the fertile soil but the pollution of the ocean. Field researches had been carried out to grasp the mechanism of the red soil runoff from the sixties to the nineties. And, in this decade, researches in the ocean had progressed because of the development of the technology. In the future, it is expected that the red soil runoff protection measure that has the technical and social effectiveness will progress being based on previous researches.