

# 石垣市轟川流域の赤土等流出防止対策に関する住民の評価

誌名	農村研究
ISSN	03888533
著者	田中, 裕人 上岡, 美保
巻/号	105号
掲載ページ	p. 15-24
発行年月	2007年9月

# 石垣市轟川流域の赤土等流出防止対策 に関する住民の評価

田中裕人\*・上岡美保\*

**要約**：本研究の目的は、石垣市の赤土等の流出を防止する対策について、二肢選択形式 CVM を適用して経済評価を行うことである。分析方法は、CVM を適用する。分析の対象は 600 名の石垣市の住民とした。赤土等の流出を防止する対策は、営農対策と土木対策がある。CVM では、これらの対策により、平成 23 年までに、赤土等の流出を 1 年間に 1 ヘクタール当たり 5 トンに削減することを想定した。その結果、1 世帯当たりの支払意志額の平均値は 14,932 円となった。石垣市には 20,626 世帯が居住している。このため、石垣市の総支払意志額は 3 億 799 万円になった。

**キーワード**：赤土等流出，営農対策，土木対策，CVM

## I. はじめに

沖縄県の土壌は、国頭マージ、島尻マージ、ジャーガル、クチャ等の赤土等が中心となっている<sup>1)</sup>。これらの土壌は浸食を受けやすく、地表面が裸地になっているところに強い降雨があると、赤土等が流出する。大見謝 (2003) によると、赤土等が流出しやすい理由として、土壌、降雨、地形のような自然的要因に、人為的インパクトが加わると赤土汚染が起きやすいとしている。この人為的インパクトには、大規模な開発、米軍演習、営農行為等のような活動が該当する。この赤土等の流出は、サンゴをはじめとする海洋生態系に影響を及ぼすだけでなく、水産資源、景観等にも影響を及ぼす。

沖縄県は、事業行為に伴って発生する赤土等の流出を規制することにより、公共用水域の水質汚濁の防止を図ることを目的として、平成 7 年に「沖縄県赤土等防止条例」を制定した。また、沖縄県は赤土流出対策に係る各種基準の策定を目的として、昭和 54 年に「土砂流出防止対策」、平成 7 年には「土砂流出防止対策」を強化した「土地改良事業等における赤土流出防止対策設計指針」を

制定した。

沖縄県赤土等防止条例は、沖縄県内で 1,000 m<sup>2</sup> 以上の土地に対して事業行為を行う者に届出・通知を義務づけるものである。呉 (2000) によると、沖縄県赤土等防止条例が制定されたことにより、制定以前と比較すると赤土等の流出量は削減されたとしている。条例の制定以前の開発事業による流出量は 1995 年には 179,600 t/年であったが、制定後の 1996 年には 50,740 t/年に減少した。このことは開発事業の面積自体が減少したことも一因であるが、単位流出量を見ると、126.0 t/ha/年から 59.9 t/ha/年に減少している。一方で、農地からの流出量は、1995 年の 198,700 t/年から 1996 年の 183,300 t/年に減少したにすぎず、単位流出量も 4.10 t/ha/年から 3.90 t/ha/年に減少しただけである。このように、農地からの減少率に大きな変化が見られなかったこともあり、それに伴い現状では農地からの流出割合が高くなっている。池田 (2005) は、「現在では、赤土流出の 4 分の 3 はサトウキビをはじめとする畑作地からの流出であると言われている」と述べている。

赤土等には、パイナップルやサトウキビが主に栽培される。このパイナップルやサトウキビは、裸地になる期間が存在する。特に、サトウキビの

\*東京農業大学国際食料情報学部

場合には、夏植が一般的である。夏植のサトウキビは、翌年の冬に収穫することになる。そのため、翌々年の夏に再びサトウキビを植えるまでの間は裸地になり、その期間は約半年にも及ぶ。しかも、その時期は梅雨の期間を含むこともあり、赤土等がさらに流出されやすくなっている。

本研究では、赤土等流出が特に問題となっている石垣市を対象にする。恵(2005)は、石垣島と西表島、竹富島に囲まれた石西礁湖には360種類のサンゴが生息しており、この一帯は世界でも有数のサンゴ礁であることを述べている。赤土等の流出は、この一帯の海洋生態系に影響を与えているとされるために、現状や対策に注目が集まっている。現在、石垣市では、農地からの赤土等の流出防止について、土木対策だけでなく、営農対策も実施している。

農地からの赤土等の流出については、防止対策は本来農家が行うべきである。しかし、対策の実施には多大な費用と時間、収穫面積の減少等が伴う。このため、農家単独では対策が困難になっており、農家に対する支援策が必要になる。そこで、本研究では、石垣市轟川流域で取り組んでいる赤土等流出防止対策について、CVMを適用して石垣市民の支払意志額の計測を行う。

## II. 石垣市轟川流域の概要と赤土等流出防止対策

石垣市の農畜産業は、サトウキビ、パイナップル、石垣牛が中心である。米については、収穫量は特に多いわけではないものの、第49回沖縄県統計年鑑(平成18年版)(<http://www.pref.okinawa.jp/toukeika/yearbook/yearbook49.html>)から計算すると、平成17年度で沖縄県の生産量の約48%が石垣市である。

本研究で対象とする轟川は、石垣市東部にある河川である。農地からの赤土流出防止対策推進現地検討委員会(2002)に記載されている石垣市長の発言として、石垣市の轟川、宮良川、新川川の3河川の赤土流出を防止できれば、赤土問題のほとんどが解決すること、轟川は2面張りの直線的

な河川であり赤土が流出しやすく、サンゴ礁への直接的な影響もあり、早急な対策の推進が必要であること、集中豪雨が発生しやすい夏場において、裸地期間が長いサトウキビ畑から多くの赤土が流出しているという認識があること等があった。

仲村(2005)によると、赤土等流出防止対策の一つである「流域環境保全農業確立体制整備モデル事業」は、「石垣島の轟川流域をモデル地域として、赤土対策モデル基本方針、流域マスタープランと呼ぶ赤土流出防止総合対策計画の2つを作り、その成果を他地域へ展開」するものであると説明している。また、このモデル事業によると、平成23年度までに、営農対策の削減量は現況から35%削減、土木対策の削減量は現況から30%削減、そしてこれらを組み合わせた総合対策の削減量は現況から52%削減するという具体的な目標が設定されている。平成16年度現在で11t/haの赤土等が流出されており、これを本土復帰後の昭和48年当時の流域状況の推測である5t/haの流出量にまで削減することが目標の一つになっている<sup>2)</sup>。

この赤土等流出防止対策についての対策の効果と課題については、表1に示した。土木対策は、勾配修正、沈砂池、排水路、区画の細分化、畦畔工がある。営農対策は、緑肥、間作、春植、株出、等高線栽培、盛土、葉柄、深耕、マルチング、グリーンベルト等である。春植及び株出についてはサトウキビが該当する。土木対策は主に沖縄県八重山支庁、営農対策は主に石垣市役所が担当している。

## III. アンケート調査の集計結果

本研究は、石垣市民を対象として、石垣市の赤土等流出防止対策に関するアンケート調査を行った。アンケートは2006年12月に実施した。調査方法は郵送調査であった。配布数は600部であり、回収数は97であった。回収率は16.2%であった。

本研究では、600部しか郵送できなかったため、サンプリングの効率性を考慮に入れて、CVMの

表 1 赤土等流出防止対策の一覧

土木対策	効果	課題
勾配修正 (石積み)	法面を石積みにすることで耕地内の傾きを修正し、雨水の流れを止めて耕土流出を防げる。	面積が減少する。作業が行いづらくなる。費用がかかる。
沈砂池	耕地から流出してしまった耕土を一箇所に集め、その先に流さないようにできる。	大きさが小さい。維持管理作業（泥上げ）が必要。（効果が低下する）
排水路	それぞれの耕地から流出した雨水を集めて処理できる。	埋まってしまうと水路系統全体の機能を維持できない。維持管理作業が必要。
区画の細分化	一区画の面積を減らすことにより、雨水の流速を落とし、耕土の流出を防ぐ。	作業効率の低下。面積の減少。
畦畔工（しがら工、植生工）	耕地内で発生した耕土の流出を止めることができる。	手間がかかる。実施するには近接の耕地の所有者同士の合意による。
営農対策	効果	課題
緑肥	生育すると耕地全体を包み込み耕土の流出や侵食を防止できる。	種子代等の費用がかかる。作業に別途手間がかかる。
間作	サトウキビの畝間を他の作物で埋め、耕土の侵食を防ぐ。	機械の作業に対応していない。手間がかかる。
春植	降雨の多い時期にサトウキビを栽培することにより、耕土流出を防止する。	新しい作付け体系であるため、多くの人たちに有効性について情報を広げていく必要がある。
株出	最も雨量が多い時期にサトウキビが耕地内で栽培されることで耕土流出を防止する。	新しい作付け体系であるため、多くの人たちに有効性について情報を広げていく必要がある。
等高線栽培	耕地の傾斜に合わせて栽培を行うため、雨水の流れを遅くし、耕土の流出を防止する。	作業に手間がかかる。耕地の周囲に機械の回転スペース（道路）が必要である。
盛土	耕地内の雨水の流れを止め、耕土流出を防止することができる。	作業に手間がかかる。
葉柄	耕地内で発生した耕土の流出を止めることができる。	手間がかかる。獣害の原因になる。短い期間しか機能を発揮できない。費用がかかる。
深耕	深く耕すことにより、耕地の雨水の浸透を助け、侵食を防止する。	普通の耕作と異なる作業を行う必要がある。（サブソイラー、コンボウなど）
マルチング	耕地内で発生した耕土の流出を止めることができる。	作業に手間がかかる。材料費がかかる。

注1) (財)日本グラウンドワーク協会「第4回耕土流出防止対策に関する意見交換会白保地区」報告資料より修正して転載。

注2) 表中の「課題」は農家による意見である。

表 2 被験者の年齢と居住年数のクロス集計

	0～9年	10～19年	20～29年	30～39年	40～49年	50～59年	60～69年	70年以上	合計
20歳代	4	1	5	0	0	0	0	0	10
30歳代	5	4	2	5	0	0	0	0	16
40歳代	5	3	3	0	7	0	0	0	18
50歳代	2	1	5	2	8	12	0	0	30
60歳代	2	1	1	1	2	3	5	0	15
70歳以上	0	0	0	0	0	2	0	1	3
合計	18	10	16	8	17	17	5	1	92

注) 表頭に居住年数、表側に年齢を示した。

対象地域である轟川流域および石垣市の中心部を対象として、それぞれ300世帯に郵送した。サンプリングは、石垣市の住民基本台帳を用いて、系統抽出法にて行った。また、アンケート票を郵送する際に、表1に示した赤土等流出防止対策の項目について、効果及び課題とイメージ図を掲載した一覧も同封した<sup>3)</sup>。

アンケートの被験者の性別は、男性の回答数は59(64.1%)、女性の回答数は33(35.9%)であった。

居住する集落については自由回答形式で質問を行い、轟川流域及び周辺の農村部が47(52.2%)、石垣市中心部が39(43.3%)、非該当地区が1(1.1%)という結果になった。轟川流域及び周辺の農村の方が、回収率が高くなった。

表2は、被験者の年齢と石垣市の居住年数とのクロス集計の結果を示した。20歳代が10(10.9%)、30歳代が16(17.4%)、40歳代が18(19.6%)、50歳代が30(32.6%)、60歳代が15(16.3%)、70歳以上

表3 被験者の出身地

項目	回答数	割合 (%)
石垣市	60	65.9
竹富町・与那国町	5	5.5
石垣市と竹富町・与那国町以外の沖縄県	7	7.7
沖縄県以外	19	20.9
合計	91	100.0

表4 被験者の職業

項目	回答数	割合 (%)
会社員	21	22.8
農林業	18	19.6
漁業	1	1.1
観光業	3	3.3
自営業	11	12.0
公務員・教職員	11	12.0
主婦	8	8.7
無職・退職後	9	9.8
その他	10	10.9
合計	92	100.0

が3(3.3%)であった。50歳代が他の年代と比較して多かった。また、居住年数については、いずれの項目も20%以下であり、比較的均等に分布している。なお、クロス集計の結果からは、居住年数が10年未満の回答について、20歳代は40.0%、30歳代は31.3%、40歳代は27.8%となっている。

表3は、被験者の出身地を示している。石垣市出身が65.9%を占めているが、沖縄県以外の回答も20.9%あった。

表4は、被験者の職業を示している。会社員が最も多く22.8%であった。農林業は19.6%と多かった。これは、CVMの対象が轟川流域であり、前述したようにサンプリングも一部は轟川流域を対象としている。轟川流域の一帯は農業地域であることから、このように高い割合を示したと考えられる。

#### IV. 赤土等流出防止対策に関する集計結果

本節では、赤土等流出防止対策に関する住民の意識についての集計結果を示す。表5は、赤土等流出問題に関する回答を集計した結果である。「関心がある」が52.6%、「どちらかといえば関心がある」が39.2%であった。これらを合計すると、91.8%の被験者が赤土等流出問題に対して何

表5 赤土等流出問題についての関心

項目	回答数	割合 (%)
関心がある	51	52.6
どちらかといえば関心がある	38	39.2
どちらともいえない	5	5.2
どちらかといえば関心がない	1	1.0
関心がない	2	2.1
合計	97	100.0

表6 30年前と現在との赤土等流出の比較

項目	回答数	割合 (%)
大変悪くなった	34	35.1
悪くなった	14	14.4
変化なし	3	3.1
良くなった	4	4.1
大変良くなった	0	0.0
30年前には石垣島にいなかった	42	43.3
合計	97	100.0

らかの関心を有していることが分かる。八重山新聞2003年1月1日付によると、2001年に石垣市約半数の農家を対象にして行われた調査結果では、赤土汚染について、「関心がある」と「大変関心がある」を合計すると、約92%であったことが示されている。5段階評価での項目はそれぞれ異なっているものの、その結果は一般の住民でも、農家でもほぼ同様の関心があるといえる。

表6は、石垣市の赤土等流出についての結果である。「30年前には石垣島にいなかった」という回答が最も多く、43.3%を占めている。これらの回答を除外して、30年前に石垣市に居住していた被験者だけを対象に再集計したところ、「大変悪くなった」が61.8%、「悪くなった」が25.5%、「変化なし」が5.5%、「良くなった」が7.3%であった。この中で「大変悪くなった」と「悪くなった」を合計した結果は87.3%になり、復帰以前と比較すると赤土等流出について悪化しているという認識が大部分であった。

表7は、赤土等流出の発生源について、どの行為について対策を行えば効果的であるかを質問したものである。この質問は複数回答可能な項目である。その結果、最も高い割合を示したものが「公共事業による開発行為」の76.3%であり、次いで「営農行為」の58.8%、「民間事業による開発

表 7 赤土等流出防止対策を行うと効果的であると思われる発生源

項目	回答数	割合 (%)
営農行為	57	58.8
公共事業による開発行為	74	76.3
民間事業による開発行為	45	46.4
その他	7	7.2
標本数	97	100.0

注) この質問は複数回答可能な項目である。

行為」の 46.4% である。

農家を対象に集計したところ、「営農行為」と回答した被験者は 18 名中 9 名であり、50.0% であった。農家以外の回答率は 60.2% であったことから、約 10 ポイントの差が確認された。農家以外の被験者と比較すると、農家である被験者は赤土等流出防止対策の効果に関する認識がやや低いという結果になった。

ここで、「公共事業による開発行為」の割合が高くなった理由としては、新石垣空港の建設に伴う赤土等流出問題がマスコミで取り上げられる機会が多くなっているためと思われる。なお、新石垣空港は赤土等流出について、発生源対策、浸透池や調整池の設置、機械処理方式を基本とした対策を行っている。また、「民間事業による開発行為」としては、沖縄県赤土等流出防止条例が制定され、他の行為と比較すると低い割合になっていると思われる。

「営農行為」についてはこの条例で流出防止が求められているわけではない。「営農行為」が「公共事業による開発行為」よりも低くなった理由としては、個々の農家の経営面積が各種事業による開発行為と比較すると小さいこと、農地は単位流出量が比較的小さいこと、営農行為が赤土等流出に影響を与えていることが必ずしも認知されていないこと等が考えられる。

表 8 に、赤土等流出が石垣市にどのような影響を与えているかと被験者が考えているものを示した。この結果、「サンゴ礁など生態系に影響を与える」が最も高く 95.9%、次いで「漁業に影響を与える」が 85.6% であった。これ以外の項目である「農業に影響を与える」、「観光に影響を与える」、

表 8 赤土等流出が与える影響

項目	回答数	割合 (%)
農業に影響を与える	50	51.5
観光に影響を与える	51	52.6
漁業に影響を与える	83	85.6
景観に影響を与える	45	46.4
サンゴ礁など生態系に影響を与える	93	95.9
その他	1	1.0
標本数	97	100.0

注) この質問は複数回答可能な項目である。

「景観に影響を与える」については、約半数の被験者は影響があると回答している。

赤土等流出はサンゴの死滅や外来生物の異常発生を誘発していると考えられていること等がマスコミ等で報道されていることから、生態系に影響を与えることについては非常に高い回答率となった。また、赤土等が海域に流出しているという報道がなされていることから、「漁業に影響を与える」という回答率も高かったと予想できる。

この中で、農家を対象にして集計したところ、「農業に影響を与える」と回答した被験者は 18 名中 13 名であり、72.2% であった。一方、被農家は 46.8% であった。赤土等流出は耕土が流出することから、実際に土づくりを行っている農家は影響を与えるとする回答率が高くなることが予想された。実際に、回答結果をみると約 25 ポイントの差があった。

「景観に影響を与える」については、石垣市の景観を構成する要素として、重要なものの一つは海であると考えられるが、それ以外にも山、町並み等もある。また、赤土等流出の被害を受けている場所は石垣市全域にわたっているわけではない。そのため、他の項目と比較すると回答率が低くなったと思われる。「観光に影響を与える」についても同様のことが考えられる。ただし、住民の意識と観光客の意識は異なっている可能性があり、観光客を対象にして調査を行うことが今後の課題となる。

表 9 には、赤土等流出防止対策に関する重要性について質問した結果である。実際の対策である営農対策と土木対策についてはそれぞれ、「大事である」が 64 (66.7%)、72 (75.8%)、「どちらかと

表9 赤土等流出防止対策等の重要性について

項目	営農対策	土木対策	農地の維持管理体制づくり	環境教育の実施	地域住民の意識向上	農家の意識向上	観光客の意識向上
大事である	64 (66.7)	72 (75.8)	53 (56.4)	54 (56.8)	57 (59.4)	70 (72.9)	22 (23.9)
どちらかといえば大事である	24 (25.0)	17 (17.9)	30 (31.9)	29 (30.5)	31 (32.3)	20 (20.8)	27 (29.3)
どちらともいえない	7 (7.3)	4 (4.2)	8 (8.5)	9 (9.5)	5 (5.2)	4 (4.2)	28 (30.4)
どちらかといえば大事ではない	0 (0.0)	1 (1.1)	0 (0.0)	3 (3.2)	3 (3.1)	1 (1.0)	10 (10.9)
大事ではない	1 (1.0)	1 (1.1)	3 (3.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.0)	5 (5.4)
合計	96 (100.0)	95 (100.0)	94 (100.0)	95 (100.0)	96 (100.0)	96 (100.0)	92 (100.0)

注) ( ) 内は%を示している。

「いずれも大事である」が24 (25.0%)、17 (17.9%)であった。これらの対策については、どちらも「大事である」と「どちらかといえば大事である」を合計すると9割以上となる。ただし、「大事である」の割合は土木対策と営農対策とを比較すると約9ポイントの差があることから、土木対策は、特に重要性が認められていることが分かる。

土木対策と営農対策について、農家の回答について考察する。土木対策については、「大事である」が17名中14名、「どちらかといえば大事である」が3名であった。営農対策については、「大事である」が17名中11名、「どちらかといえば大事である」が6名であった。このことから、農家は農地からの赤土等流出防止対策を実施する場合には、これらの対策の重要性は認識しているといえる。

「農地の維持管理体制づくり」と「環境教育の実施」については、営農対策や土木対策と比較すると、直接的な対策ではなく、また効果が発現するまでに長期間を要する項目である。この二つの項目について考察すると、「大事である」がそれぞれ53 (56.4%)、54 (59.4%)、「どちらかといえば大事である」がそれぞれ30 (31.9%)、29 (30.5%)であった。この二つの項目は、ほぼ同様の傾向を示している。これらを合計すると9割弱であり、営農対策と土木対策とは大きな差は認められない。ただし、「大事である」の項目については約3割を占める結果となっており、上記二つの対策の結果と異なる。

残りの3つの項目については、各主体の意識向上に関する質問項目である。地域住民の意識向上については、「大事である」が59.4%、「どちらかといえば大事である」が32.3%であった。これら

を合計すると91.7%であり、傾向としては「農地の維持管理体制づくり」及び「環境教育の実施」とほぼ同様である。

「農家の意識向上」については、「大事である」が72.9%、「どちらかといえば大事である」が20.8%であった。これらを合計すると93.7%であり、土木対策と同様で最も高い数値を示した。「大事である」についても2番目に高い数値となった。

「観光客の意識向上」については、「大事である」が23.9%、「どちらかといえば大事である」が29.3%であり、これらを合計すると50.2%であった。これらの項目で過半数を占めているものの、他の項目と比較すると低い割合となっている。また、「どちらともいえない」が30.4%、「どちらかといえば大事ではない」が10.9%を占めており、赤土等流出については、観光客の意識は重要と考えるグループと、そうではないと考えるグループに差があったと推測される。

以上の結果を考察すると、現実的な対策である営農対策と土木対策は重要であると考えている被験者の割合が高く、約9割を占めていた。また、間接的であり、長期的な対策と考えられる農地の維持管理体制づくりと環境教育の実施については、重要性は認めつつも、営農対策や土木対策と比較すると重要性はやや低いと判断している。各主体の意識については、農家の意識向上が重要であるという意見が多く、農家に対策を期待していることが分かる。また、地域住民の意識向上の割合も決して低くはない。一方で、観光客の意識向上については意見が分かれている。おそらく、赤土等流出についての観光客の意識が重要であると判断している被験者は、観光客に赤土等流出の現

表 10 赤土等流出防止対策に関する効果的な環境教育

項目	回答数	割合 (%)
営農対策への参加	34	37.0
地域資源保全活動への参加	45	48.9
生物調査・海洋調査の参加	52	56.5
赤土等流出に関する標語・ポスターの応募	30	32.6
赤土等の流出現場の見学	83	90.2
ビデオやスライドを利用した講演会などの参加	50	54.3
その他	2	2.2
標本数	92	100.0

注) この質問は複数回答可能な項目である。

実を知ってもらうこと、赤土等流出対策を実施して生産された農産物を購入してもらうこと等を期待していること等が考えられる。一方で、赤土等流出は地域の問題であり、観光客には関連がないと考えている人もいるのであると推察される。

表 10 は、小学生や中学生を対象とした赤土等流出防止対策に関する効果的な環境教育についての回答結果である。最も高い回答率を示した項目は「赤土等の流出現場の見学」であり、90.2%を示した。次いで「生物調査・海洋調査の参加」が56.5%、「ビデオやスライドを利用した講演会などの参加」が54.3%であった。上位3つの項目については、見て、調べて、話を聞くことである。実際に保全活動に参加すること（「営農対策への参加」及び「地域資源保全活動への参加」）については、特に低い値を示していないものの50%未満の回答率であった。赤土等流出問題についての啓発を促すことが目的である「赤土等流出に関する標語・ポスターの応募」については最も少ない割合となったが、それでも約3分の1の被験者が効果的であると回答しており、いずれの項目についてもある程度は効果的であることを認めていることが集計結果から分かる。

## V. 赤土等流出防止対策に関する CVM の推定結果

本節では、環境評価手法の一つである仮想状況評価法（CVM）を適用して、赤土等流出防止対策に関する経済評価を行う。

赤土等流出を対象にした環境評価研究としては、呉（2003）がある。呉は、沖縄県宜野座村古知

屋潟原を対象として、二段階二肢選択形式の CVM を適用している。分析の内容は、沖縄の海をきれいにするための「赤土汚染改善基金」のようなものをつくり、公的助成だけでは不足する赤土汚染改善を補うための費用に関する支払意志額の平均値を推定することである。本研究の CVM と異なる点として、下記のことが挙げられる。第一に、呉のシナリオは仮想的な基金を設定しているのに対して、本研究は実際の赤土等流出防止の対策について質問していることがある。第二に、本研究では、農地からの流出防止対策のみを対象としていることがある。第三に、本研究では、赤土等の流出の削減目標しか示していないことがある。これは、赤土等の流出が目標のように削減されたとしても、どのような効果が発現されるかは、現時点では予測できないためである<sup>4)</sup>。

CVM にはいくつかの質問形式があるが、本研究では二肢選択形式を採用した。推定方法は、浅野・渡邊（2004）による方法を適用した。浅野・渡邊の方法は、二肢選択形式で推定が可能な方法であり、最小二乗法によって推定を行うので、推定が容易であること、被験者の負担が軽減できること、質問形式が現実の購買行動に類似していること等の利点がある。浅野・渡邊の推定方法は、下記のようにして行われる。

$$\begin{aligned} \text{平均値 WTP} = & (\text{定数項の推定値}) \times (\text{最大提示額}) \\ & + (\text{提示額の推定パラメータ}) / 2 \\ & \times (\text{最大提示額})^2 \quad \dots\dots(1) \end{aligned}$$

本研究でのシナリオは図 1 の通りである。図 1 の〇〇円には、100 円、500 円、1,000 円、3,000 円、5,000 円、10,000 円、20,000 円のいずれか一つが入る。なお、抵抗回答は、「基金で行うべきではない」が 22 (50.0%)、「内容や対策などが良くわからない」が 14 (31.8%)、その他が 8 (18.2%) となった。この抵抗回答を除外した結果、分析に用いる標本は 52 となった。

浅野・渡邊の二肢選択形式については、被説明変数は支払意志を示しており、提示額に対して支払意志を示した場合には 1、支払意志を示さない



轟川流域におけるシミュレーションによると、平成16年時点で、農地からの赤土等は1年間に1ヘクタール当たり11トン流出しているという結果になりました。また、復帰後の昭和48年は5トンの流出量があったと試算されています。

別紙に示した営農対策と土木対策等により、平成23年までに、復帰後の流出量となる1年間に1ヘクタール当たり5トンに削減する(6トン分割減する)ことを目標とする計画があります。そこで、仮に基金を設立して、これらの対策の費用にあてるとします。あなたの世帯は、轟川流域の赤土等流出防止の対策を行うために、1年間で〇〇円支払ってもよいとお考えですか。なお、この費用は平成23年まで毎年支払うものとし

図1 轟川流域の赤土等流出防止の対策に関するシナリオ

表11 二肢選択形式CVMの推定結果

	係数	t値
定数項	1.0475	24.546
提示額	$-3.009 \times 10^{-5}$	-6.261
自由度修正済み決定係数	0.4742	

場合には0としている。また、説明変数は提示額になる。これらの変数を用いて最小二乗法を行った結果が、二肢選択形式CVMの推定結果となっており、これらを表11に示した。

推定は3次項まで含めて行ったが、自由度修正済み決定係数と提示額のt値を勘案して、1次項までとした。表11の結果をもとにして、赤土等流出防止対策に対する支払意志額の平均値の計測を行う。本研究では最大提示額を20,000円としたので、この金額をもとに(1)式より計測した結果、14,932円となった<sup>5)</sup>。この結果は、呉(2003)の6,598円と比較すると高くなったが、本研究では対策の内容がより明確であること等、シナリオの条件が異なっているためであると考えられる。

平成19年1月現在で、石垣市の人口は47,807人、世帯数は20,626世帯である。石垣市には住民登録していない人も多いが、公表されている世帯数をもとにして、赤土等流出防止対策に関する支払意志額の算出を行う。その結果は、3億799万円になった。

呉(2003)は、沖縄県環境保健部が調査した被害

額を引用しており、その結果は1億4,688万円であった。本研究の結果は、石垣市のみを対象としているが、今回の支払意志額の合計は沖縄県の被害額を上回っている。

2006年6月7日付の八重山毎日新聞によると、赤土流出防止対策として取り組んでいる水質保全対策事業は、農地対策としてほ場のこう配修正(3%以内)、のり面保護、グリーンベルトの設置、排水対策として排水路、沈砂池、浸透池等を設置するものである。2006年度の新規地区である轟川流域の石垣市第5地区(143ha)の場合には、6年間で総事業費が7億7,700万円を予定している。また、『広報いしがき』によると、2005年度の流域環境保全農業確立体制整備モデル事業の予算は、1,557万円であった。

轟川流域では05年度までに1地区(27ha)が完了し、残り3地区(計470ha)で継続されていること(2006年6月7日付八重山毎日新聞)、上記の事業以外にも対策が実施されていることがあるが、本研究の結果からは、著者らが把握している費用だけで比較すると、赤土等流出防止対策にかかる費用よりも、便益の方が大きくなることが明らかになった。

また、本研究は轟川流域のみを対象としており、またアンケート調査を轟川流域と石垣市中心部に限定したために、支払意志額の平均値が高く

算出された可能性がある。しかし、前述したように、仲村（2005）によると、轟川流域で行われる事業の成果を他地域へ展開することが考えられており、今後石垣市全域の流出源で赤土等流出防止対策がこれまで以上に進展することが期待される。そのような状態になれば、轟川流域及び石垣市中心部に居住していない住民にとっても赤土等流出防止対策は身近な問題になり、関心が高まるであろう。

## VI. むすび

本研究では、石垣市轟川流域の赤土等流出防止対策について、CVMを適用して住民の支払意思額の平均値の計測を行った。その結果、14,932円となり、石垣市全体では3億799万円になることを明らかにした。費用が完全に明らかになっていないので、便益との単純な比較はできないが、評価額の平均値を見る限り、高い値を示している。このため、今後も赤土等流出防止対策を積極的にすすめることが重要であるといえる。

なお、本研究のCVMの結果は石垣市の住民を対象にしたものである。赤土等の流出は、地域住民にとって外部不経済になっているといえるが、その対象は住民にとどまらず、観光客に対しても大きな影響を与えているといえる。

2006年3月9日付沖縄タイムスタ刊([http://www.okinawatimes.co.jp/day/200603091700\\_01.html](http://www.okinawatimes.co.jp/day/200603091700_01.html))によると、石垣市は2005年の入域観光客数は75万

### 注

- 1) 本文の以降では、「赤土等」と表記するが、引用の箇所については、引用元に従い「赤土」と表記する場合もある。
- 2) これらの流出量は、シミュレーションの結果から予測されたものである。これらの流出量は第1節で説明したものと異なるが、そのことは栽培品目や地域が異なるためであると推察される。
- 3) 赤土等流出防止対策に関する図についても、(財)日本グラウンドワーク協会「第4回耕土流出防止対

人であった。石垣市の観光客は、独特の景観や食文化等を目的として訪問していることが多いと思われる。赤土等流出については、その景観を悪化させているだけではなく、サンゴ礁をはじめとする貴重な生態系を悪化させている。この他にも、赤土等の流出は、近海の漁獲にも多少の影響を与えていること、ダイビング等の観光業にも影響を与えていることも挙げられる。このため、赤土等流出は、石垣市民だけでなく観光客に対しても外部不経済を及ぼしていると考えられ、赤土等流出の防止対策について支払意志を示す観光客は多いと推察される。今後の課題は、観光客を対象として、このような赤土等流出の防止対策に関する支払意思額の推定を行うことである。

## 付記

本研究は、本研究は文部科学省の科研費(18780175)の助成を得た。沖縄県八重山支庁農林水産整備課の増村光広氏、島袋進氏、石垣市役所農政経済課の片桐政順氏、環境政策課の豊里好文氏には、石垣市の赤土等流出に関する現状と防止対策等についてご教授いただくとともに、アンケートの作成の際には大変貴重なコメントを頂戴しました。沖縄総合事務局農林水産部の太田英理氏には、赤土等に関する概要等をお聞きしました。東京農業大学の岩本博幸先生には、調査の一部にご協力いただきました。記して感謝の意を表します。

- 策に関する意見交換会白保地区」報告資料からの転載である。この図の利用の許可は沖縄県八重山支庁よりいただいた。
- 4) 赤土等流出量の削減による効果を示すことができればより理想的であったが、そのような効果の予測は困難であることを沖縄県八重山支庁より示唆いただいた。
- 5) 本研究では抵抗回答を除外して推定を行っているため、評価額が高くなった可能性はある。

## 引用・参考文献

浅野耕太・渡邊正英(2004)「二肢選択形式CVにおける平均WTPの一致推定」『農業経済研究』第76巻第3号、

180-185.

池田駿介 (2005) 「課題解決のための学術・技術体系の構築に向けて—沖縄の赤土問題とサンゴ礁保全を例として—」『学術の動向』2005年2月号, 66-69.

恵小百合 (2005) 「流域経営の視点による赤土流出抑制型農業とサンゴ礁再生計画」『農林統計調査』2005年10月号, 38-42.

仲村 元 (2005) 「流域対策最前線からの報告」『流域対策による赤土抑制シナリオの検討報告・意見交換会』(<http://www.ecosys.or.jp/eco-japan/information/ishigaki/>)

農地からの赤土等流出防止対策推進検討委員会 (2002) 『農地からの赤土等流出防止対策推進現地検討会—轟川流域をモデルとした検討—』(<http://ogb.go.jp/nousui/kannai-link/tochikairyo/akatsuchi/020913.pdf>)

呉 錫畢 (2003) 「赤土汚染による生態系及び環境の損害評価分析—CVMによる経済評価—」『商経論集』第31巻第2号, 93-108.

呉 錫畢 (2000) 「沖縄県における赤土汚染の環境影響に関する研究」『商経論集』第29巻第1号, 15-31.

大見謝辰男 (2003) 「赤土等の流出によるサンゴ汚染」『沿岸海洋研究』第40巻, 第2号, 141-148.

( 受付 2007年5月17日 )  
( 受理 2007年7月17日 )

## Valuation of the Measures to Prevent the Drain of the Red Clay on Todoroki River Basin in Ishigaki City

Hiroto TANAKA (Tokyo University of Agriculture)

Miho KAMIOKA (Tokyo University of Agriculture)

The purpose of this study is to evaluate the measures to prevent the drain of red clay in Ishigaki City by dichotomous contingent valuation method (CVM). The subjects of the study are 600 inhabitants in Ishigaki City. The measures to prevent the drain of the red clay are by farming measures and construction measures. It is presumed with CVM that the drain of red clay will be reduced to 5 t/ha in 2011 by these measures. As a result, the mean of willingness to pay was 14,932 yen. 20,626 households live in the city. The total willingness to pay was 307,990,000 yen in Ishigaki City.

**Key words** : drain of the red clay, farming measures, construction measures, CVM