

## 技術特定型環境支援における経済評価の方法：さとうきび栽培における赤土流出問題を事例として

森高，正博

九州大学大学院農学研究院農業資源経済学部門農業資源経済学講座食料流通学研究室

坂井，教郎

鹿児島大学農学部

横川，洋

九州大学大学院農学研究院：元教授

<https://doi.org/10.15017/2340989>

---

出版情報：九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 74 (1/2), pp.1-13, 2019-09-02. 九州大学大学院農学研究院

バージョン：

権利関係：

# 技術特定型環境支援における経済評価の方法 — さとうきび栽培における赤土流出問題を事例として —

森高正博\*・坂井教郎<sup>1</sup>・横川 洋<sup>2</sup>

九州大学大学院農学研究院農業資源経済学部門農業資源経済学講座食料流通学研究室  
(2019年5月7日受付, 2019年5月8日受理)

## Economic Evaluation on the Technique Oriented Environmental Payment: Application to the Red Clay Outflow in Sugarcane Cultivation

Masahiro MORITAKA\*, Norio SAKAI<sup>1</sup>, Hiroshi YOKOKAWA<sup>2</sup>

Laboratory of Food Marketing and Distribution, Division of  
Agricultural and Resource Economics, Department of Agricultural  
and Resource Economics, Faculty of Agriculture,  
Kyushu University, Fukuoka 819-0395, Japan

### 緒 言

沖縄県を中心に、さとうきび栽培に伴う赤土流出と、それによるサンゴの死滅の問題（以下、赤土流出問題と呼ぶ）について、さとうきび農家と漁業・観光関連業者、市民の間での外部不経済の問題として近年広く認識されるようになってきている<sup>1)</sup>。

一般的な環境政策は、直接規制、環境税、環境補助金など、排出量に応じて、規制、ペナルティあるいは補助金を与えたりするというものが一般的である。これに対して、赤土流出問題においては、圃場からの流出量推定は一定程度可能であるものの<sup>2)</sup>、立証可能な厳密さをもって測定することは困難である。あるいは厳密な測定に多大な費用がかかる。そのため、各圃場

に対して流出量が多いことを理由として規制やペナルティをかけ、農家の経営に不利益となる流出対策技術へ誘導することは困難である。また、外部不経済の発生源、すなわち、赤土の流出源が多数にのぼり、同時に、赤土流出により直接の被害を受ける業者、市民の数も多数にのぼる。そのため、この外部不経済を個別的な取引によって内部化することも困難である。そのため、流出量の大きな削減を実現するためには環境支払が必要とされることになる。

実際に、赤土流出問題においては、技術特定型の環境支援（複数ある赤土流出対策の中からいずれかの対策技術を採用した農家に対して、支援を行うもの）という政策手法が採られてきた<sup>3)</sup>。技術特定型の環境支援では、同じ対策を実施している農家に対しては、農

<sup>1)</sup> 例えば佐藤・川上 (1974), 翁長・米須ら (1999), 大見謝 (2003), 坂井・仲地ら (2007), 宮丸・儀間ら (2010) を参照されたい。

<sup>2)</sup> USLE方式など。

<sup>3)</sup> 農業からの赤土流出対策について、大きくは土木対策と営農対策に分かれる。前者は、圃場の勾配修正、沈砂池の設置などであるが、これは、流域全体についての社会的な見地から大規模な投資を伴って行われる対策である。一方、後者は、葉柄マルチ、春植え・株出への作型の転換、緑肥、さつまいもなどの輪作、グリーンベルト、堆肥投入、深耕など個々の農家の営農活動の中で、いかにインセンティブを与えて環境保全的な行動へ誘導するかという問題を伴ったものとなる。個別の対策の実態については、例えば持田・亀谷ら (2000), 新垣 (2005), 乃田・大澤ら (2009), 坂井・仲地ら (2010), 宮丸・儀間ら (2010), 岡川・堀江 (2015) などを参照されたい。また、井元・坂井ら (2008) は環境対策を行った生産物への支払いを通じた消費者の負担可能性も検討している。

<sup>1</sup> 鹿児島大学農学部

<sup>2</sup> 九州大学大学院農学研究院元教授

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture, Kagoshima University

<sup>2</sup> Former Professor of Faculty of Agriculture, Kyushu University

\* Corresponding author (E-mail: m-moritaka@agr.kyushu-u.ac.jp)

家間で流出削減効果が異なるとしても一律に支援が行われている。しかし、このことは不必要な圃場への支援といった、運用における非効率な面の発生を許容しなければならない<sup>4)</sup>。場合によっては、異なる対策を採った方がより費用対効果（流出対策費用対流出削減効果）が高いにもかかわらず、対策間の支援のバランスによっては、農家が（その支援を当てにして）費用対効果の悪い対策を選んでしまうという事態も発生する可能性がある（こうした農家の行動は逆選択と呼ばれる）。したがって、農家の技術選択が社会的に望ましい技術選択となるよう誘導（逆選択の抑制）するよう対策間の支援バランスがとれていなければならない。

社会的な観点からの環境政策の効率的な実施について、排出量に応じた経済政策の理論化は行われているが<sup>5)</sup>、排出量の立証可能性がない中で、技術特定型の環境政策をとる場合については、理論的整理がなされておらず、どのような政策立案・運用が望ましいか、あるいはどのように政策評価できるか不明確である。本稿は、第1に、理論的に技術特定型環境政策をどのように評価すべきか基本的アイデアを提示した上で、第2に、現在の赤土対策支援について実証的に評価することを課題とする。

また、環境政策を考えると、排出者に対してインセンティブを与えるか、ペナルティを与えるかという社会的な選択は、歴史的経緯や社会通念などを踏まえて判断される。上述のように、赤土流出対策については、環境支払しかとり得ないとしても、技術特型的環境支援は、それが必要以上に行われる場合、それは農業者への所得移転に転じてしまうため、過剰な支援とならないための線引きが必要である。

このことについて、EUの共通農業政策においては、環境配慮要件が直接支払の条件となっており（Cross compliance）、その条件にのるための環境対策技術がGAP（Good agricultural practice；適正農業規範）によって定められている。環境保全の費用を税金から農家に助成するのか、それとも回復費用として農家に負わせるのかという境界をなすのが、GAPによる基準値である（横川2011）。

赤土流出への営農対策についても、農家への支援（環境支払）と農家負担の境界は重要な論点である。赤土

GAP<sup>6)</sup>は、様々な流出対策技術について、支援対象となる技術なのか、農家において規範的に行われるべき（自主的な実施が期待される）技術なのかの境界を示すことになると思われる。なお、これまでの赤土流出対策への支援を通して、実施されてきた技術は、さとうきび栽培等における基礎的技術として、徐々に経営に浸透することも期待される。そこで、赤土GAPとして多くの農家が規範とすべき技術とは、多数の農家によって（補助金なしでも）経営的に受け入れられるようになった流出対策技術と考えるべきであろう。そこで本稿は、第3に、現時点における規範的技術と支援対象技術の線引きについて実証的に検討する。

## 分 析 方 法

以下、第1の課題に対して、契約理論を援用して、技術特定メニュー型環境支援における最適支援についての理論的整理を行う。まず排出者の技術別機会費用と流出削減量が既知であり、政策執行者にとって、個々の排出者ごとに支援内容を変更することができる場合を考え、その際の排出者の技術選択を社会的に望ましい選択へ誘導するための最小環境支払を導く。次に、排出者の技術別機会費用と流出削減量のタイプが判別できない場合について考え、全ての排出者に対して同時に社会的に望ましい技術採用へ誘導するような一律の技術特定メニュー型環境支払が存在しない場合があることを明らかにする。また、存在したとしても、排出者の技術変更に対する機会費用以上の環境支払、つまり、排出者への所得移転を含んだ環境支払が必要な場合があることを明らかにする。

第2、第3の課題については、農家アンケートによって、複数の流出対策技術それぞれに対する、経営面（収量増加、費用増加、労力増加、支援の大きさ）および環境面（流出削減量）からの技術評価データを収集する。いくつかの対策技術がある中で、農家の現在の技術選択は、各技術への支援がある中での合理的な選択となっていると期待される。農家ごとに包絡分析法（Data Envelope Analysis：DEA）を援用して技術選択モデルを計測し、農家の技術選択が経営面の技術評価に照らして個人合理的か否かを検証する。農家の現在の技術選択と計測結果によって示される合理的な技術とが一致すれば、計測を妥当なものとして受け入れる

<sup>4)</sup> 流出量に応じた農地区分を設けて、対策技術支援策の対象農地を選定し、支援の効率化を図るゾーニングの考え方については、坂井・森高ら（2015）、翁長・米須ら（1999）を参照されたい。

<sup>5)</sup> 例えば中泉（2004）に詳しい。

<sup>6)</sup> この基本的なアイデアは横川（2012）を参照されたい。

ことができる。

その上で、各技術の経営における定着度合いを検証する。上の技術選択モデルにおいて、もし、全ての技術への支援がなくなった場合に、それでも農家によって採用される技術があれば、それは、その農家経営に定着した技術と考えることができる。ある技術について、多くの農家に定着した技術があれば、それは赤土GAPにおける規範的技術といえる

次に、経営面に加えて赤土流出抑制面からの技術評価も加味して、社会的な意味で合理的な技術選択となっているかを個々の農家について検証する。そして、一律の技術特定メニュー型環境支払を効果的に実施しえる状況にあるのか否か、実証的に明らかにする。

### 技術特定メニュー型環境支払における最適支援

#### 1. 排出者の技術別機会費用と流出削減量が既知の場合

外部不経済の排出者の集合  $N=\{1,2,\dots,n\}$  に属するある排出者  $i \in N$  に対して、社会的に最適な排出削減技術の選択へ誘導するための支援について考える。排出者は代替的な排出削減技術の集合  $T=\{1,2,\dots,t\}$  より、ある一つの技術  $j \in T$  を選択しているものとする。ある排出者  $i$  が技術  $j$  を採用する場合の機会費用を  $o_{ij}$  で、排出削減量を  $e_{ij}$  で表す。ただし、 $j=1$  を特に「対策していない」という選択とし、 $o_{i1}=0, e_{i1}=0$  とおく。ただし、この排出削減量  $e_{ij}$  について立証可能性はないものとし、直接この数値に依拠して直接規制や環境税を課すことはできないものとする。

ここで、排出削減量1単位に対する経済的価値を  $v$  とし、外生的に与えられると仮定すれば、ある排出者  $i$  が技術  $j$  を採用した際の社会的な経済厚生を  $W_{ij}$  とすると、次のようになる。

$$W_{ij} = v \cdot e_{ij} - o_{ij} \tag{1}$$

ある排出者  $i$  の技術採用において技術  $\alpha$  が技術  $\beta$  よりも社会的に望ましい条件は、

$$w_{i\alpha} = v \cdot e_{i\alpha} - o_{i\alpha} \geq v \cdot e_{i\beta} - o_{i\beta} = w_{i\beta} \tag{2}$$

であり、これは次のように書き直せる。

$$\begin{cases} v \geq \frac{o_{i\alpha} - o_{i\beta}}{e_{i\alpha} - e_{i\beta}} & \text{if } e_{i\alpha} \neq e_{i\beta} \\ o_{i\alpha} \leq o_{i\beta} & \text{if } e_{i\alpha} = e_{i\beta} \end{cases}, \alpha, \beta \in T, \alpha \neq \beta \tag{3}$$

排出削減量  $e_{ij}$  を横軸、排出者の機会費用  $o_{ij}$  を縦軸とする平面上に各技術をプロットした場合、(3)式に示された  $(o_{i\alpha} - o_{i\beta}) / (e_{i\alpha} - e_{i\beta})$  は技術  $\alpha$  と技術  $\beta$  を通る直線の傾きである。

$$o_{ij} = \frac{o_{i\alpha} - o_{i\beta}}{e_{i\alpha} - e_{i\beta}} e_{ij} + \frac{e_{i\alpha} o_{i\beta} - e_{i\beta} o_{i\alpha}}{e_{i\alpha} - e_{i\beta}} \tag{4}$$

一方、(1)式は社会的な経済厚生についての無差別曲線であり、排出削減量の経済的価値  $v$  は(1)式の傾きである。

$$o_{ij} = v \cdot e_{ij} - w_{ij} \tag{1}'$$

また、この無差別直線は右下に位置するものほど、社会の経済厚生  $w_{ij}$  が大きい。

$e_{i\alpha} \neq e_{i\beta}$  の時に (3)式が意味することは、排出者  $i$  が技術  $\alpha$  から技術  $\beta$  へ転換する際に、追加的排出削減量当たりの追加的機会費用 ((4)式の傾き) が、経済的価値  $v$  ((1)'式の傾き) を上回る時には、技術  $\alpha$  の方が社会的に選好されるということである。

図1は、ある排出者  $i$  にとっての代替的な対策技術

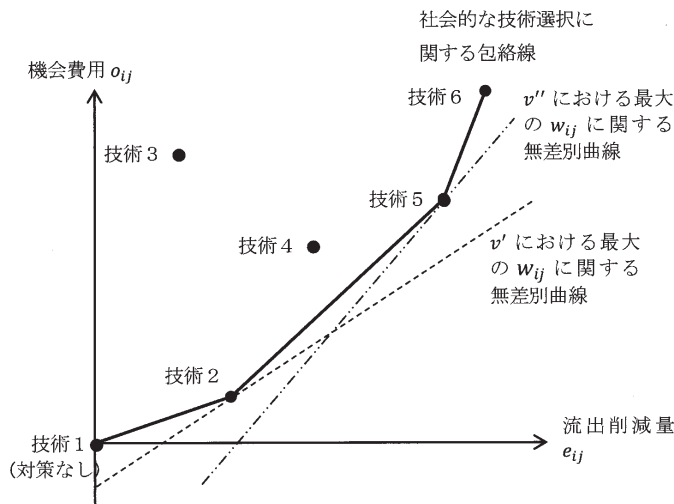


図1 社会的な技術選択に関する包絡線

をプロットした一例である。例えば、排出削減の経済的価値が $v$ であるとき、社会的に最も望ましい技術選択は図中の技術2であり、環境問題が深刻になり価値が $v$ と高くなると、社会的に最も望ましい技術選択は図中の技術5となる。このように価値 $v$ が変化することで社会的な選択対象となりえる候補も変化する。これらの候補をつなぐことで図に示す包絡線を形成することができ、これが価値 $v$ と社会的に望ましい技術選択の関係を示すものとなる。

一方、排出者 $i$ の個人合理性の視点からは、技術選択は機会費用の小さなものが最も合理的な選択である。この基準に則れば、図1におけるある排出者 $i$ にとっての技術選好は、技術1, 2, 4, 5, 3, 6の順となる。これを技術5が最も選好されるように支援を与えることを考える。ここで、支援は排出削減量に依存して与えることはできないと考えて、各技術ごとに支援の大きさが決められ、メニューとして排出者に提示される「技術特定メニュー型支援」が行われるものとする。排出者 $i$ への各技術への支援の大きさを $s_{ij}$ と表す。ただし $s_{i1}=0$ とする。この時、価値 $v$ の下での社会的に望ましい技術を $j^*$ で表すと、この技術 $j^*$ が選択されるための個人合理性条件は次の通りである。

$$s_{ij^*} - O_{ij^*} \geq s_{ij} - O_{ij}, \quad j^* \in T, \quad j \in T, \quad j^* \neq j \quad (5)$$

技術 $j^*$ へ技術選択を誘導するために必要最小限の支援は、

$$s_{ij^*} = O_{ij^*} \quad (6)$$

$$s_{ij} < O_{ij}, \quad \forall j \neq j^* \quad (7)$$

で与えられる。

## 2. 排出者の技術別機会費用と流出削減量のタイプが判別できない場合

排出者の各技術の機会費用と流出削減量のタイプとして $a, b$ の2つのタイプを想定しよう。外生的に与えられた価値 $v$ の下で、社会的に望ましい技術選択はそれぞれ、 $j^a = a, j^b = b$ とする。技術特定メニュー型支援を行う側（行政など）にとって、このタイプは排出者の私的情報であるとする。タイプの区分ができない場合、支援側は両タイプに一律のメニューを提示せざるを得ず、この時の技術 $j$ への支援を $s_j$ と表すこととする。

以下では、一律の技術特定メニューによって、社会的に望ましい技術採用を誘導することが可能かを検討する。なお、簡単化のために、対策なしを除く全ての技術の機会費用は正とし、また、任意の2つの技術間で機会費用が等しくなることはないものとする。

各タイプがそれぞれ社会的に望ましい技術を採用するための個人合理性条件は、次の通りである。

$$s_a - O_{aa} \geq 0 \quad (\text{IRa})$$

$$s_b - O_{bb} \geq 0 \quad (\text{IRb})$$

各タイプの誘因両立性条件は、次の通りである。

$$s_a - O_{aa} \geq s_b - O_{ab} \quad (\text{ICa})$$

$$s_b - O_{bb} \geq s_a - O_{ba} \quad (\text{ICb})$$

環境支援を行う側にとって、できるだけ少ない支援総額で、両タイプについてそれぞれ社会的に望ましい技術選択へと誘導したい。支援を行う側が行政であった場合は、その総支援額は税金によって賄われるため、(1)式に示される社会的な経済厚生には影響しない。しかしながら、農業環境問題では、汚染者負担の原則と排出権との境界が明確でないことが多く、出来る限り排出者への環境支援は、それが所得移転として過剰とならないような配慮が要請されることとなろう。

総支援額の最小化問題は次のようになる。

$$\min_{s_a, s_b} \theta s_a + (1-\theta) s_b \quad (8)$$

$$\text{s.t. } s_a - O_{aa} \geq 0 \quad (\text{IRa})$$

$$s_a - O_{aa} \geq 0 \quad (\text{IRb})$$

$$s_a - O_{aa} \geq s_b - O_{ab} \quad (\text{ICa})$$

$$s_b - O_{bb} \geq s_a - O_{ba} \quad (\text{ICb})$$

$$s_a \geq 0$$

$$s_b \geq 0$$

ただし、 $\theta$ は $a$ タイプの存在割合であり、 $0 < \theta < 1$ とする。

誘因両立性条件(ICa), (ICb)が同時に満たされる時、

$$O_{ba} - O_{bb} \geq s_a - s_b \geq O_{aa} - O_{ab} \quad (9)$$

となり、逆に、

$$O_{ba} - O_{bb} < O_{aa} - O_{ab} \quad (10)$$

である場合は、誘因両立性を満たすような非負のメニュー型支援は存在しないことになる。このような場合には、一部のタイプにおいては社会的に望ましくない技術選択が行われることを容認した上で、支援側の最適化問題を社会的な経済厚生の最大化、あるいは、総支援額に対する社会的な経済厚生の比率の最大化などへ変更することが必要となる。

**命題1:** 総支援額最小化問題において、 $O_{ba} - O_{bb} < O_{aa} - O_{ab}$ である時、 $a, b$ の2つのタイプに同時に社会的に望ましい技術採用へ誘導するような一律の技術特定メニュー型支援は存在しない。

次に、誘因両立性を満たすようなメニューの提示が可能な場合について分析する。この状況は、

$$O_{ba} - O_{bb} \geq O_{aa} - O_{ab} \quad (11)$$



の場合である。これを書き直すと、

$$O_{ba}-O_{aa} \geq O_{b\beta}-O_{a\beta} \quad (11)'$$

を得る。

ここで、支援  $s_a, s_\beta$  は次のように表すことができる。

$$s_a = O_{aa} + \Delta s_a, \quad \Delta s_a \geq 0 \quad (12)$$

$$s_\beta = O_{b\beta} + \Delta s_\beta, \quad \Delta s_\beta \geq 0 \quad (13)$$

すると、総支援額最小化問題は次のように書き直される。

$$\min_{\Delta s_a, \Delta s_\beta} \theta \Delta s_a + (1-\theta) \Delta s_\beta + \theta O_{aa} + (1-\theta) O_{b\beta} \quad (8)'$$

$$\text{s.t.} \quad \Delta s_a \geq 0 \quad (\text{IRa})'$$

$$\Delta s_\beta \geq 0 \quad (\text{IRb})'$$

$$\Delta s_a - \Delta s_\beta \geq O_{b\beta} - O_{a\beta} \quad (\text{ICa})'$$

$$\Delta s_a - \Delta s_\beta \leq O_{ba} - O_{aa} \quad (\text{ICb})'$$

目的関数 (8)' 式は  $\Delta s_a, \Delta s_\beta$  に対して単調増加するため、(IRa)', (IRb)' 条件を満たす範囲で可能な限り  $\Delta s_a, \Delta s_\beta$  を小さくすることで最少化できる。(ICa)', (ICb)' 式の各辺の符合について次の3つのケースがあげるので、以下、ケース別に最小化を検討する。

$$\text{(A-i)} \quad 0 < O_{b\beta} - O_{a\beta} \leq O_{ba} - O_{aa}$$

$$\text{(A-ii)} \quad O_{b\beta} - O_{a\beta} < 0 < O_{ba} - O_{aa}$$

$$\text{(A-iii)} \quad O_{b\beta} - O_{a\beta} \leq O_{ba} - O_{aa} < 0$$

(A-i) のケースでは、(ICa)', (ICb)' 条件より、

$$0 < O_{b\beta} - O_{a\beta} \leq \Delta s_a - \Delta s_\beta \leq O_{ba} - O_{aa} \quad (14)$$

となる。差  $\Delta s_a - \Delta s_\beta$  が問題であるので、 $\Delta s_\beta$  については、 $\Delta s_\beta = 0$  と (IRb)' 条件の境界まで最少化することができる。すると、 $\Delta s_a = O_{b\beta} - O_{a\beta}$  とおけば最小の  $\Delta s_a, \Delta s_\beta$  で制約条件を満たすことができる。よって、最適支援は次の通りとなる。

$$s_a = O_{aa} + (O_{b\beta} - O_{a\beta}) > O_{aa} \quad (15)$$

$$s_\beta = O_{b\beta} \quad (16)$$

この内、 $a$  タイプへの支援については、その機会費用を補うだけでなく、右辺第2項に示される情報レントを上乗せして支援する必要がある。これは  $a$  タイプの排出者に対して、費用の補償にとどまらない所得移転となっているが、逆選択を抑止して社会的に望ましい技術選択を行うために必要な所得移転として甘受する必要のあるものである。

(A-ii) のケースでは、(ICa)', (ICb)' 条件より、

$$O_{b\beta} - O_{a\beta} \leq \Delta s_a - \Delta s_\beta \leq O_{ba} - O_{aa} \quad (17)$$

となる。ここで、不等式の第1の辺は負、第3の辺は正である。従って、 $\Delta s_a = \Delta s_\beta = 0$  とおけば、最小の  $\Delta s_a, \Delta s_\beta$  で制約条件を満たすことができる。よって、最適

支援は次の通りとなる。

$$s_a = O_{aa} \quad (18)$$

$$s_\beta = O_{b\beta} \quad (19)$$

(A-iii) のケースでは、(ICa)', (ICb)' 条件より、

$$0 < O_{aa} - O_{ba} \leq \Delta s_\beta - \Delta s_a \leq O_{a\beta} - O_{b\beta} \quad (20)$$

となる。差  $\Delta s_\beta - \Delta s_a$  が問題であるので、 $\Delta s_a$  については、 $\Delta s_a = 0$  と (IRa)' 条件の境界まで最少化することができる。すると、 $\Delta s_\beta = O_{aa} - O_{ba}$  とおけば最小の  $\Delta s_a, \Delta s_\beta$  で制約条件を満たすことができる。よって、最適支援は次の通りとなる。

$$s_a = O_{aa} \quad (21)$$

$$s_\beta = O_{b\beta} + (O_{aa} - O_{ba}) > O_{b\beta} \quad (22)$$

$b$  タイプへの支援には、逆選択を抑止するために、その機会費用以上の支援を行う必要がある。

命題2：総支援額最小化問題において、 $O_{ba} - O_{b\beta} \geq O_{aa} - O_{a\beta}$  である時、 $a, b$  の2つのタイプに同時に社会的に望ましい技術採用へ誘導するような一律の技術特定メニュー型支援が存在する。この内、(A-ii)  $O_{b\beta} - O_{a\beta} < 0 < O_{ba} - O_{aa}$  のケースでは、 $a$  タイプ、 $b$  タイプに対してそれぞれ機会費用分の補償のみを行うメニューで良いが、(A-i)  $0 < O_{b\beta} - O_{a\beta} \leq O_{ba} - O_{aa}$ 、(A-iii)  $O_{b\beta} - O_{a\beta} \leq O_{ba} - O_{aa} < 0$  のときは、それぞれ  $a$  タイプ、 $b$  タイプに対して、機会費用を補償する以上の支援を行わなければならない。

## 赤土流出問題における実証分析

### 1. 機会費用の計測方法

前節で明らかにしたように、一律の技術特定メニューによって社会的に望ましい技術選択へ排出者を誘導しようとする場合、(A-ii) のケースを除き、情報レントを追加的に支払う必要があるか(ケース (A-i)、(A-iii))、あるいは (10) 式のケースのように誘導そのものが実施不可能な場合もある。本節では、赤土流出防止のための営農対策に対して、一律の技術特定メニューを効果的に実施しえる状況にあるのか否か、実証的に検証する。

赤土流出問題における排出者として、ここではさとうきび栽培農家を想定する(以下、排出者の代わりに農家と表現する)。農家  $i \in N$  にとって代替的な赤土流出対策技術が複数ある場合、対策なしを基準として技術  $j \in T$  の機会費用を次の線形関数で特定化する<sup>7)</sup>。

$$O_{ij} = w_{iC} C_{ij} + w_{iL} L_{ij} - w_{iR} R_{ij} \quad (23)$$

<sup>7)</sup> 本節で行う DEA による重みの計測において  $w_i$  は、任意に定数倍することができる。(23)式に示される全ての重みについて  $1/w_{iS}$  倍したものを機会費用と設定しなおし、(24)式において同様に全ての重みを  $1/w_{iS}$  倍したものを評価値とすれば、 $\pi_{ij} = -O_{ij} + s_{ij}$  となり、前節の理論モデルと同質のものであることが分かる。

ただし、

$C_{ij}$  : 農家  $i$  が技術  $j$  を採用することによる費用の増減

$L_{ij}$  : 農家  $i$  が技術  $j$  を採用することによる労力の増減

$R_{ij}$  : 農家  $i$  が技術  $j$  を採用することによる収入の増減

$w_i$  : 各項目の評価の重み

である。この機会費用と支援の大きさの線形結合として、技術  $j$  に対する農家  $i$  の評価  $\pi_{ij}$  を次の通り特定化する<sup>7)</sup>。

$$\pi_{ij} = -o_{ij} + w_{is} s_{ij} = -w_{ic} C_{ij} - w_{il} L_{ij} + w_{ir} R_{ij} + w_{is} s_{ij} \quad (24)$$

合理的な農家  $i$  の現在の技術選択は、この  $\pi_{ij}$  が最も高いものを選択していると考えられる。そこで、現在の選択技術の利得が他の技術の利得と比較して相対的に最大化されるように DEA を用いて重み  $w_i$  を求める。

ただし、費用の増減、労力の増減、収入の増減、支援の大きさといった評価項目については、いずれも6件法あるいは7件法による農家の主観的な回答を利用する。DEAは通常、複数企業間での効率性評価において用いられる手法であり、この時、各評価項目は共通の単位の下で計られた実データを用いる必要がある<sup>8)</sup>。今回は、農家にとっての技術間の評価を行うことが目的であり、主観的な回答であっても同じ農家によって評価されていれば、各評価項目において技術間で共通の単位が用いられていると想定することができる。ただし、評価項目値の平行移動に対して直接影響を受けないようにするために、分析モデルには加法型DEAを採用する。また、表明選好データに基づいて農家間の比較を単純に行うことには慎重でなければならない<sup>9)</sup>。

技術  $k \in T$  を採用している農家  $i \in N$  の評価の重みを求めるための加法型DEA (CRS) モデルは次の線形計画問題として定式化される<sup>10)11)</sup>。

$$\max_{w_i} \quad -w_{ic} C_{ik} - w_{il} L_{ik} + w_{ir} R_{ik} + w_{is} S_{ik} \quad (25)$$

$$\text{s.t.} \quad w_{ic} \geq 1 \quad (26)$$

$$w_{il} \geq 1 \quad (27)$$

$$w_{ir} \geq 1 \quad (28)$$

$$w_{is} \geq 1 \quad (29)$$

$$\begin{aligned} & -w_{ic} C_{ij} - w_{il} L_{ij} + w_{ir} R_{ij} + w_{is} s_{ij} \leq 0, \\ & \forall j = 1, \dots, k, \dots, n \end{aligned} \quad (30)$$

計測された農家  $i$  の重みを用いて、農家  $i$  にとっての各技術の機会費用  $o_{ij}$ 、 $\forall j \in T$  は (23) 式から、農家  $i$  にとっての各技術の評価  $\pi_{ij}$ 、 $\forall j \in T$  は (24) 式から各々得られる。また、ある技術  $\alpha$ 、 $\beta$  について、社会的に農家  $i$  が技術  $\alpha$  を選択することが望まれる場合、その誘因両立性条件は次のようになる。

$$\pi_{i\alpha} \geq \pi_{i\beta} \Leftrightarrow s_{i\alpha} - s_{i\beta} \geq \frac{1}{w_{is}} (o_{i\alpha} - o_{i\beta}) \quad (31)$$

逆に、技術  $\beta$  を選択することが望まれる場合、その誘因両立性条件は、

$$\pi_{i\alpha} \leq \pi_{i\beta} \Leftrightarrow s_{i\alpha} - s_{i\beta} \leq \frac{1}{w_{is}} (o_{i\alpha} - o_{i\beta}) \quad (32)$$

である。

## 2. データ

データは2011年8月に沖縄県石垣島のさとうきび栽培農家から任意抽出した41戸に対して、庭先での面接調査法により収集し、有効回答を34戸から得た。調査項目とその単純集計値は次の通りである。この中で、収量増加、費用増加、労力増加については、正の値だけでなく負の値もとり得る。これを、全て正の値となるように選択肢の得点を与えている。これは、加法型DEAが評価項目値の平行移動に対して影響されない特性を利用した処理である。また、調査データはリッカー・スケールとしてとられているが、本稿では、これを間隔尺度とみなして処理することとする。

なお、調査項目は、赤土流出対策技術による営農上の不利益や支援の大きさに関わるものであり、今後の支援の増加を意識した回答のバイアスが懸念される。ただし、本調査は行政の施策に直接反映される種類のものでないこと、調査員もさとうきび栽培農家であることから、実態にそぐわないレベルでのバイアスは回避されているものとする。

データの特徴として、沖縄県石垣市におけるこれま

<sup>8)</sup> DEAにおいて、各評価項目間で単位が異なることは許容される。

<sup>9)</sup> 通常、6件法や7件法で示された選択肢が適切にワーディングされて、各回答者間でどの選択肢も同じ程度を示していると仮定できる場合において、初めて回答者間の比較が可能となる。

<sup>10)</sup> なお、ここでは、凸性の条件がない、従って、その包絡線についてCCRと共通なモデルを用いる。また、加法モデルにおけるスラックの最大化という一般的な主問題ではなく、本稿の理論モデルと整合的な表現となる双対問題で表記した。

<sup>11)</sup> 本節の実証モデルは個別農家を対象としており、分析から得られる重みや機会費用の単位は農家間では揃わない。あくまで個別農家における重みや機会費用の評価項目間の比率のみが意味をもつことに注意しなければならない。ここで、前節の命題においても示されるように、複数農家にまたがる支援の最適化を検討する際には、機会費用の大きさについて農家間で比較可能であることが必要条件となってくる。そのため、上述の比較可能性のなさは、今後、手法上の重要な改善課題となってくる。

表1 調査項目の要約

調査項目		選択肢	平均	標本標準偏差
対策技術	緑肥	1: 採用, 0: 非採用	0.361	
	株出し	1: 採用, 0: 非採用	0.556	
	グリーンベルト	1: 採用, 0: 非採用	0.194	
緑肥	$e_{i緑}$ : 流出削減量	1: ほとんど減らない 2: わずかに減る 3: ある程度減る 4: かなり減る 5: 大幅に減る 6: ほぼ流出しなくなる	3.222	1.333
	$R_{i緑}$ : 収量増加	1: 大きく減少 2: ある程度減少 3: わずかに減少 4: 変わらない	5.417	1.025
	$C_{i緑}$ : 費用増加	5: わずかに増加 6: ある程度増加	4.306	0.951
	$L_{i緑}$ : 労力増加	7: 大きく増加	4.139	0.683
	$s_{i緑}$ : 支援の大きさ	1: ほとんどない 2: わずかにある 3: ある程度ある 4: かなりある 5: 十分にある 6: 十二分にある	1.444	0.773
株出	$e_{i株}$ : 流出削減量	1: ほとんど減らない 2: わずかに減る 3: ある程度減る 4: かなり減る 5: 大幅に減る 6: ほぼ流出しなくなる	3.931	0.896
	$R_{i株}$ : 収量増加	1: 大きく減少 2: ある程度減少 3: わずかに減少 4: 変わらない	2.750	1.402
	$C_{i株}$ : 費用増加	5: わずかに増加 6: ある程度増加	2.194	1.670
	$L_{i株}$ : 労力増加	7: 大きく増加	2.583	1.888
	$s_{i株}$ : 支援の大きさ	1: ほとんどない 2: わずかにある 3: ある程度ある 4: かなりある 5: 十分にある 6: 十二分にある	1.889	0.319
グリーンベルト	$e_{iグ}$ : 流出削減量	1: ほとんど減らない 2: わずかに減る 3: ある程度減る 4: かなり減る 5: 大幅に減る 6: ほぼ流出しなくなる	3.667	1.095
	$R_{iグ}$ : 収量増加	1: 大きく減少 2: ある程度減少 3: わずかに減少 4: 変わらない	3.750	0.732
	$C_{iグ}$ : 費用増加	5: わずかに増加 6: ある程度増加	4.278	0.701
	$L_{iグ}$ : 労力増加	7: 大きく増加	4.444	0.998
	$s_{iグ}$ : 支援の大きさ	1: ほとんどない 2: わずかにある 3: ある程度ある 4: かなりある 5: 十分にある 6: 十二分にある	1.139	0.487

注) 対策技術は複数回答である。

表2 農家の技術選択モデルの適合性

	採用されている各技術が採用した農家にとって最も合理的な技術と推定されるか否か								農家の技術選択が合理的といえるか否か	
	対策なし		緑肥		株出		グリーンベルト		戸数	割合
	戸数	割合	戸数	割合	戸数	割合	戸数	割合		
合理的	2	0.50	3	0.43	16	0.89	2	0.40	23	0.81
合理的でない	2	0.50	4	0.57	2	0.11	3	0.60	11	0.19
合計	4	1.00	7	1.00	18	1.00	5	1.00	34	1.00

注) 複数技術を採用している農家については、その内の少なくとも一つが合理的な技術であれば、合理的な技術選択をしている農家と判定した。

での調査・研究, 実践的な取り組みと普及の蓄積があったことで, 農家間の回答のパラつき(標本標準偏差)が小さく出ており, 比較的信頼できる回答が得られていることが分かる. また, 一方で, 行政による支援がやや停滞してきており, 全体に支援の大きさが小さいことが伺える.

### 3. 各農家における技術選択の合理性

この分析で合理性の判断を得られなかった2戸を除いた34戸の農家について, それぞれ加法型DEAモデルを実施した後, 採用されている各技術が採用した農

家にとって最も合理的な技術と推定されるか否かについて整理したものが表2である. 表2より, 現在の技術選択が合理的に行われている農家は, 34戸中23戸(67.6%)であり, 概ね, 技術選択モデルが農家の個人合理性を適切に反映しているといえそうである.

これを技術別にみると, 株出は営農上の位置づけが明確であり, ほとんどの農家で, 合理的に技術選択がなされている. 一方, 対策なしの農家と緑肥あるいはグリーンベルトを採用している農家においては, その技術が農家個人にとって合理的でない位置づけられているにも関わらず選択されているという農家がそれ



ぞれ約半数を占める。緑肥とグリーンベルトは比較的早い時期から支援対象となってきた経緯がある。合理的でないという農家自身の判断があるにも拘らず対策なしあるいは緑肥を採用し続けている場合、新技術の導入への技術的・資金的・精神的抵抗感などからくる技術選択の遅滞者と位置づけることができよう。また、グリーンベルト採用農家の場合、経営的に不合理であっても、赤土流出への意識が高いため、敢えて流出削減効果の高いグリーンベルトが採用されている者と考えられる。

#### 4. 赤土対策技術の経営への定着度合

次に、加法型DEAモデルの結果を用いて、いずれの技術に対しても支援が一切ない場合にも、それぞれの対策技術が採られ得るか否かを分析したものが表3である。表3より、緑肥と株出については、支援がなくとも採用することが経営上、合理的と推定される農家割合が既に70%強に達しており、これまでの支援・普及によって、通常のさとうきび栽培技術として定着したものと捉えることができる。

一方、グリーンベルトの機会費用が非正となっている農家割合は約50%にとどまっている。ただし、さとうきび栽培にとってプラスの技術となりえるという判断をしている農家は非常に少なく、グリーンベルトについては、せいぜい機会費用が0であり、対策なしと比較して損にもならないが、得にもならないという位置づけとなっていることが分かる。赤土対策のためには支援の必要な技術とみるべきであろう。

#### 5. 技術選択における個人合理性と社会合理性の整合性

最後に、現在の技術選択が個人合理的であっても社

会合理的でない、すなわち技術間の支援のバランスに起因して逆選択が起こっていないかを検証した。表4はその結果を整理したものであり、社会合理性について、「包絡線上の右上側の技術を選択」、「包絡線上の左下側の技術を選択」とあるのは、詳細な解説は割愛するが、流出削減の社会的必要性に依存してその選択技術の社会合理性が変わってくることを意味している。したがって、現状ではこの2項目に分類された農家の技術選択について、その社会合理性の判断は保留される。

表4から、個人合理的な技術選択は、社会的にみて最も望ましい技術選択とは一般に一致しないが、赤土流出対策に関する各技術への現在の支援のバランスは、概ね社会的にみて望ましい技術選択への誘導に成功していることが分かる。以下、それぞれの分類に含まれた農家の技術選択について、その特徴を述べる。

まず、個人合理性と社会合理性の両方を満たしている15件の技術選択の内訳は、緑肥3戸、株出11戸、グリーンベルト2戸であり、特に株出において整合性がとれていることが分かる。現状で株出への支援が相対的に高いこと、また、株出の赤土流出削減効果が相対的に高く評価されていることを考えれば、この結果は、当然の帰結といえよう。

次に、個人合理性と社会合理性をともに満たさない9件の技術選択の内訳をみると、内2件は対策なしを選択しており、3件はグリーンベルト、3件は緑肥、1件は株出を選択している。対策なしについて、支援を受けて対策を行った方が個人合理的であるにも関わらず対策なしが採られるということは、新たな技術導入に対する遅滞者とみることが出来る。このタイプの遅滞者が調査地域において1割に満たないということである。

表3 支援がない場合の対策技術別採用農家数

支援がない場合 の技術選択	緑肥		株出		グリーンベルト	
	戸数	割合	戸数	割合	戸数	割合
採用しない	6	0.17	7	0.19	17	0.47
どちらでも良い	4	0.11	2	0.06	15	0.42
採用する	26	0.72	27	0.75	4	0.11
合計	36	1.00	36	1.00	36	1.00

表4 技術選択における個人合理性と社会合理性の合致度

		個人合理性	
		満たす	満たさない
社会合理性	満たす	15	15
	保留：包絡線上の右上側の技術を選択		2
	保留：包絡線上の左下側の技術を選択	5	5
	満たさない	3	9
	総計	23	34

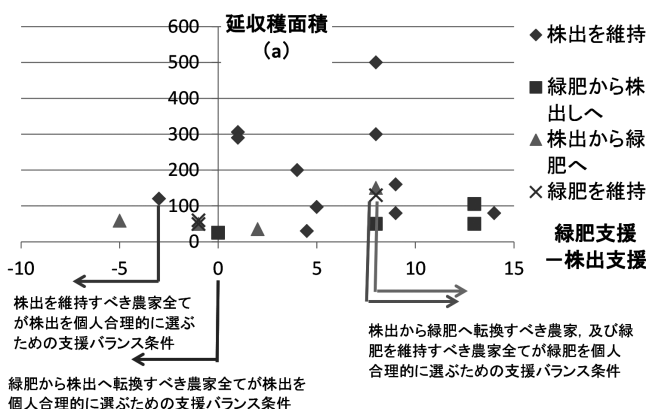


図2 更なる流出削減を目指す際の逆選択の境界

あり、これまでの赤土対策における支援が効果を発揮し、技術定着が進んだことの一つの証左である。一方、緑肥を現在選択している3件については、個人合理的にも、また、社会合理的にも株出を導入することが望ましいという結果となっている。こうしたタイプの遅滞者は往々にしてみられることであり、本調査対象地域以外の赤土流出地域においてこのような遅滞者がかなりの割合でいる場合は、更なる普及啓もう活動が必要となるであろう。グリーンベルトについて、グリーンベルトとして一般的な月桃は成長して効果を発揮するまでに年数を要するため、現状の評価を行った今回の調査では個人合理性を満たさないケースが出てきたものと考えられる。

6. 技術間の支援のバランスと逆選択の可能性

上述の表4において、包絡線上の技術を選択している計7件の農家については、社会合理性を満たす技術の候補が複数あり、今回の分析ではそのどれが社会合理的か判断をつけることができない。ただし、その内5件がより対策費用が少なく、より流出削減効果の低い技術を選択している。そのため、より流出削減効果の高い技術への支援を強めれば、これらの農家に対して、そうした技術への転換を誘導することが可能となる。

しかし、誘導すべき技術の方向は農家の特徴によって異なってくる。収穫面積が小さく手刈りを主としている農家については、誘導方向は緑肥となっていることが多く、逆に、収穫面積が大きくハーベスタの利用が主となっている農家については、誘導方向は株出となっていることが多い。このことは、両技術への支援のバランスをうまく取ることができないと、望ましい

技術選択とは異なる技術選択へ誘導してしまうことや、既に社会合理的な選択を行っている農家15件についても、その選択を変更させてしまうことに繋がりがかねない(逆選択の発生)。

そこで、支援に関わらず現在の技術選択を行う農家を除き、緑肥と株出の間で支援のバランスによって技術選択が変わり得る農家について、適切な支援バランスを分析した。図2の数直線は、緑肥支援に対する評価値と株出支援の評価値の差について示しており、右側にいくほど、緑肥支援を強めることを意味し、左側にいくほど株出支援を強めることを意味する。そして、更なる流出削減を目指す場合に、個々の農家について、現状で株出を選択し、社会的にも株出を維持すべき農家群(「株出を維持」)、現状で緑肥を選択し、社会的には株出へ技術誘導すべき農家群(「緑肥から株出へ」)、現状で株出を選択し、社会的には緑肥へ技術誘導すべき農家群(「株出から緑肥へ」)、そして、現状で緑肥を選択し、社会的にも緑肥を維持すべき農家群(「緑肥を維持」)に分けた。そして、それぞれの農家ごとの技術選択の境界値を示した。この境界値よりも右、つまり緑肥支援の評価値と株出支援の評価値の差がその境界値よりも上回れば、その農家は緑肥を選択することを意味し、逆に、境界値よりも左であれば、株出を選択することを意味する。

したがって図より、株出しへ誘導すべき農家全てが株出を選択するためには、株出支援の評価値は緑肥のそれを3上回らなければならない(つまり、緑肥支援-株出支援 $\leq -3$ )。一方、緑肥へ誘導すべき農家全てが緑肥を選択するためには、緑肥支援の評価値は、株出支援の評価値を8上回らなければならない。図から明らかなように、両方の条件を同時に満たすような緑

肥と株出の支援のバランスは存在しないことが分かる。

ただし、株出しを維持すべき農家の延収穫面積は大きいので、これを基準として、対策メニューを区分するといった方法がとれるのであれば、より効果的に技術誘導を行うことができよう。例えば、小規模層については、緑肥支援一株出支援の評価値差を8前後にするよう、相対的に緑肥支援を手厚くし、一方で、大規模層については、緑肥支援一株出支援の評価値の差を-3前後にするといったことで、逆選択の発生を少なく抑えることが可能となる。

## 考 察

本研究では、まず技術特定型の環境支援が効率的に成立し得るか、理論的に検討した。圃場特性や技術特性の違いによって、どの技術が社会的に合理的かは異なると考えられる。排出者の技術別機会費用と流出削減量のタイプが判別できない場合に、一律の技術特定型環境支払いを行うと、以下の3つの帰結のいずれかが発生することを明らかにした。1) 一部のタイプの被支援農家においては社会的に望ましくない技術選択が行われることを容認しなければならない場合、2) いずれのタイプの農家に対しても、社会的に望ましい技術採用へ誘導するような一律の技術特定メニュー型支援が存在するが、そのうち一部のタイプの農家に対しては、行政から被支援農家への所得移転が発生せざるを得ない場合、3) いずれのタイプの農家に対しても、機会費用分の補償のみを行えば、社会的に望ましい技術採用へ誘導するような一律の技術特定メニュー型支援が存在する場合である。明らかに3)が望ましいが、いずれの状態にあるかは実証が必要である。

そこで、石垣島新川流域のさとうきび農家を対象に、加法型DEAを援用した農家の技術選択モデルを計測した。その結果、以下の点が明らかとなった。1) 少なくとも、調査地のような平場で圃場整備が進んだ地域においては、緑肥と株出は既に経営技術として定着したとみることできること、2) 個人合理的に行われた技術選択の多くは、同時に社会合理性も満たしていること、3) 対策技術そのものの導入が遅れている遅滞者は1割に満たないこと、4) 更なる流出削減を社会が要請する場合、緑肥へ技術誘導すべき農家と株出へ技術誘導すべき農家の両者を同時に満たすような支援のバランスは、調査地においては存在しないこと、である。

これらを踏まえて赤土における技術特定型環境支援の要点を述べると、第1に、調査地のような平場で

圃場整備が進んだ地域においては、緑肥を規範的技術として支援対象から外すことが可能となりつつあるということである。その理由の1つは、既に多くの農家で技術的に定着し、経営的メリットのみから導入され得る状況ができているためである。もう1つの理由は、更なる流出削減を目指す場合に、株出へ技術誘導すべき農家が多い中で、緑肥への支援を温存し続けると、これが足かせとなって、本来、株出を採用してもらいたい農家が依然として緑肥のみ採用し続けるということが起こりかねないためである(逆選択)。

第2に、より有効な支援体制をとるためには、技術指針におけるゾーニングの考え方が重要となり、平場、圃場整備の進んだ圃場は上述のような技術指針・支援方針を示し、平場でも収穫面積が小さく手回りを主としている農家や、傾斜地の農家・圃場に対しては、緑肥への支援を温存する、など条件別の技術指針・支援方針を示すことが重要であろう。

いずれにしても、本研究の調査対象が限定的であることから、ゾーニングや支援のバランスについては、技術・地域についてより広範な調査結果を基にして、規範的技術と支援対象技術の線引き、ならびに支援間のバランスについて検討を深めることが重要である。

## 謝 辞

本研究はJSPS科研費 JP 22580267の助成を受けたものです。

また、農家調査においては、石垣島土地改良区理事の池原吉剋氏に多大な協力を頂きました。この場を借りてお礼申し上げます。

## 要 約

本研究では、汚染の排出者に対して技術特定型の環境支援が効率的に成立し得るか、理論的に検討した。特に、技術別の機会費用と流出削減量について排出者のタイプが判別できない場合に、一律の技術特定型環境支援を行うと、一部のタイプの排出者に対して社会的に望ましい技術選択を遂行させ得ない可能性があることが示された。

実際に、沖縄のさとうきび農家に対する技術特定型の赤土流出対策メニューについて、36戸の農家の技術選択行動の個人合理性と社会的合理性について、加法型DEAを用いて検証した。

その結果、1) 平地で圃場整備が進んだ地域では緑肥と株出は経営技術として定着していること、2) 社会的合理性の観点から株出へ誘導すべき農家が多いこと、3)

緑肥へ技術誘導すべき農家と株出へ技術誘導すべき農家の両者の合理的な選択を同時に満たすような技術特定型支援は、調査地域では実現できないこと、を明らかとした。今後の支援方針として、平地における緑肥を支援対象技術から規範的技術（農家が自主的に行うべき技術）に位置づけを変え、株出へ誘導すべき農家が緑肥を選択しないよう支援のバランスを調整することが望まれる。

## キーワード

赤土, DEA, 技術特定型環境支援, 逆選択, 環境政策

## 文 献

- 新垣裕治 2005 赤土等土壌流出防止策に関する研究—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: 35-45
- 井元智子・坂井教郎・矢部光保・横川 洋 2008 環境保全型農業と観光の経済循環システム構築に向けて: 石垣島赤土流出防止対策コスト負担シミュレーション. 九州大学大学院農学研究院学芸雑誌, 63(1): 87-98
- 宮丸直子・儀間 靖・安仁屋政竜・山口 悟・大工政信・亀谷 茂 2010 沖縄での畑作物生産向上と環境保全のための赤土流出防止技術. ペドロジスト, 54(1): 56-58
- 持田秀之・亀谷 茂・赤地 徹・大城正市 2000 沖縄本島における細粒赤土の流出防止のための被覆作物の栽培条件. 日本作物学会紀事, 69(2): 254-255
- 中泉拓也 2004 近年の環境政策の契約理論的考察. 経済系, 218: 53-75
- 乃田啓吾・大澤和敏・池田駿介・小沢 聖 2009 サトウキビ畑における営農的侵食抑制対策の評価. 農業農村工学会論文集, 77(2): 153-162
- 岡川 梓・堀江哲也・須賀伸介・日引 聡 2015 久米島農家の赤土流出対策実施・サトウキビ作型選択の要因. 環境科学会誌, 28(6): 432-437
- 翁長謙良・米須竜子・新垣あかね 1999 沖縄における赤土流出の経緯と対策. 琉球大学農学部学術報告, 46: 71-82
- 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
- 坂井教郎・森高正博・横川 洋 2015 赤土流出対策の検証と費用負担問題—石垣島の圃場データの分析から—. 農林業問題研究, 51(2): 65-73
- 坂井教郎・仲地宗俊・内藤重之・白玉久美子・久田沙綾 2010 南西諸島における農地からの赤土流出防止政策の方向性. 島嶼研究, 10: 1-11
- 坂井教郎・仲地宗俊・白玉久美子・安田 元 2007 石垣島における農地からの赤土流出の実態と農家の意識, 農業経済研究 別冊 日本農業経済学会論文集 2007年, 333-338
- 佐藤一敏・川上和宏 1974 沖縄のサンゴ礁海域を汚濁している土壌粒子の流出機構に関する研究 (1) —地域住民の生活実感をもとにした汚濁の現状の把握—. 沖縄農業, 12(1・2): 37-45
- 横川 洋 2011 景観概念を生かした農業環境問題の把握方法と農業環境政策論. 横川 洋・高橋佳孝編著: 生態調査的農業形成と環境直接支払い. 青山社, 神奈川, 3-17頁
- 横川 洋 2012 沖縄県赤土等流出対策プログラム全体構想図の意味するもの—赤土GAP・環境支払い・協同原則のミックスによる赤土流出防止プログラムの形成—. 横川 洋編著: 赤土GAP・環境支払い・協同原則のミックスによる赤土流出防止プログラムの形成 平成22-24年度科学研究費助成対象研究 (基盤研究C) 報告書, 1-4頁

## 付 録

調査票のうち、本研究に用いられた箇所の抜粋を示す。

## Summary

This research firstly analyze theoretically the efficiency of the technique oriented environmental payment, hiring a certain countermeasure technique is subsidized, to the polluter. We reveal that if the polluter type relative to the opportunity cost and the amount of pollution reduction of a technique is hidden information, environmental payment above will fail to attain the socially optimal technique choice for all polluter in some case.

Secondly, using additive DEA, we verify the 36 sugarcane farmers' individually and socially rationality in choosing the countermeasure technique for red clay outflow from their farmland in Okinawa, Japan.

We find that 1) green manure crop/cover crop and ratoon sugarcane cultivation practice have been already established as a basic technique from the managerial point of view in consolidated farmlands in a flat area, 2) for majority of farmers, ratoon sugarcane cultivation practice is preferable to green manure crop/cover crop from the social point of view, 3) in the study area, there is no feasible solution to make all type of farmers choose socially optimal technique through the technique oriented environmental payment. It is recommended that the payment for the green manure crop/cover crop in consolidated farmlands in a flat area should be expired as a normative technique in the survey area in order to reduce the adverse technique selection by farmer like not to choose ratoon sugarcane cultivation practice but green manure crop/cover crop.

**Key word:** Sadverse selection, DEA, environment policy, red clay outflow, technique oriented environmental payment



質問 営農対策または赤土流出対策として、次の①～③の 3 つの対策についてお聞きします。今現在採っているやり方はどれですか？ ○をつけてください。

( ) ①緑肥 (緑肥を行い、適宜、堆肥散布や深耕、水路の雑物除去などを組み合わせる)

( ) ②株出 (株出を行い、適宜、堆肥散布や深耕、水路の雑物除去、葉ガラ梱包などを組み合わせる)

( ) ③グリーンベルト

あなたのさとうきび経営にとって、いずれかの対策を行う場合、何も対策を行わなかった場合と比べて、効果や費用・手間はどの程度増加(減少)しますか？

1) それぞれどの程度赤土流出量が減少しますか？

①緑肥 ( ) , ②株出 ( ) , ③グリーンベルト ( )

選択肢：1:ほとんど減らない 2:わずかに減る 3:ある程度減る

4:かなり減る 5:大幅に減る 6:ほぼ流出しなくなる

2) さとうきびの収量はそれぞれどの程度変化しますか？ なお、台風など収量減少のリスクがある場合はその点も含めて評価してください。

①緑肥 ( ) , ②株出 ( ) , ③グリーンベルト ( )

選択肢：1:大きく減少 2:ある程度減少 3:わずかに減少 4:変わらない

5:わずかに増加 6:ある程度増加 7:大きく増加

3) さとうきび作と流出対策にかかる費用はどの程度変化しますか？

①緑肥 ( ) , ②株出 ( ) , ③グリーンベルト ( )

選択肢：1:大きく減少 2:ある程度減少 3:わずかに減少 4:変わらない

5:わずかに増加 6:ある程度増加 7:大きく増加

4) さとうきび作と対策にかかる労力はどの程度変化しますか？

①緑肥 ( ) , ②株出 ( ) , ③グリーンベルト ( )

選択肢：1:大きく減少 2:ある程度減少 3:わずかに減少 4:変わらない

5:わずかに増加 6:ある程度増加 7:大きく増加

5) 現在、それぞれの対策を行う場合、行政などによる支援は十分に受けれますか？

①緑肥 ( ) , ②株出 ( ) , ③グリーンベルト ( )

選択肢：1:ほとんどない 2:わずかにある 3:ある程度ある

4:かなりある 5:十分にある 6:十二分にある