

## 学 位 論 文 要 旨

氏 名 土屋 博樹

題 目 沖縄県における赤土流出防止対策導入に対する公的支援に関する研究  
(Study on public supports for adoption of red soil runoff prevention measures in Okinawa, Japan)

沖縄県の畑地では、降雨時に赤土流出が発生することでサンゴ礁やリュウキュウアユなどの生態系および観光経済に与える影響が懸念されている。そこで工学的に様々な対策方法が提案されてきたものの、発生源である農地での対策導入は十分ではなく、その主な要因には、農家の「費用と労力の負担」があるとされ、農業政策・経済の分野では経済的な支援策の導入を求める意見もある。経済的な支援策の導入には、税金の支出を伴うことから、費用対効果分析による合理的な決定が求められる。

そこで本研究では、CVM 調査と対策費用の算出より、沖縄県民の赤土流出防止対策費用負担意思額を明らかにした。次に、沖縄県国頭村と東村でのアンケートにより赤土対策導入の現状と農家意識について把握し、モンテカルロ (MC) シミュレーションを用いた赤土流出量計算により、補填率の違いによる赤土流出量変化および対策費と赤土流出量の関係を検討した。さらに、CVM 調査で得た自由回答欄に記述される意見の違いによって、選択される支払意思と費用負担の主体に違いがあるのかという関係性についてテキストマイニングを用いて検討した。以上の研究内容より、得られた結果は以下の通りである。

1) CVM 調査によって得られた WTP より、沖縄県民の総世帯数 497,100 世帯 (2006 年 8 月 1 日沖縄県推計人口) を乗じることで TWTP を得た。一方で対策費用の算出には、対策農地に、さとうきび夏植え (6,060ha)、さとうきび春植え (1,480ha)、パイナップル (601ha) とし、対策方法を、グリーンベルト (6,428/10a)、葉ガラ梱包 (10,080/10a)、敷き草マルチ (25,725/10a) とした。それぞれの農地でかかる費用を、単一の対策方法が導入された場合を想定し、費用総額を算出した。その結果より、合意形成の可能性について明らかにした。

2) 赤土対策導入の現状は、マルチングとグリーンベルトの認知が高く、導入農家が多かった。また、農家の対策導入意思は、100%補填で 90%以上、50%、0%では減少し、100%補填で意思の無い農家は 150%補填でも意思が無かった。情報不足での赤土流出量推定値はばらつき、MC シミュレーションによる確率的把握が有効である。対策費用と赤土流出量に明確な関係はないが、両者にはパレート関係にある包絡線が描け、MC シミュレーションにより費用対効果を考慮した事業計画が可能であるといえる。

3) 自由回答欄に記述された意見をテキストマイニングし、意味のある言語の最小単位である形態素をキーワードとして捉えた。支払意思別と費用負担の主体別で、キーワードの出現傾向の違いを確認するために、それぞれ比率の差の検定を行った。また、キーワード間の関係を示すために、二段階テキストマイニングを行った。その結果、CVM 調査で選択される支払意思および費用負担の主体と自由回答欄の記述にある、いくつかのキーワードの間に何らかの関係があることが示唆された。

## 学 位 論 文 要 旨

氏 名 Hiroki Tsuchiya

題 目 Study on public supports for adoption of red soil runoff prevention measures in Okinawa, Japan  
(沖縄県における赤土流出防止対策導入に対する公的支援に関する研究)

In Okinawa there is a worry that red soil runoff (RSR) by rainfall in agricultural watershed is causing serious damage to local ecosystem such as coral reef and Ryukyu-ayu (*plecoglossus altivelis ryukyensis*) as well as tourism that depends on beautiful nature. Although various prevention measures have been proposed and implemented, measures to prevent RSR from farmlands are not enough. Major limiting factor is farmers' cost and labor. Therefore, some people emphasize the need of financial supports to farmers. For the introduction of financial supports, a rational decision based on cost benefit analysis is needed to justify tax expenditure.

The purpose of this study is to clarify the feasibility of financial supports for RSR prevention. Firstly, evaluation by contingent valuation method (CVM) of willingness-to-pay of local residents for RSR prevention was conducted. Next, the situation of RSR prevention measures (RSRPM) in Kunigami and Higashi Villages, Okinawa, was analyzed. The amount of RSR was calculated using Monte Carlo (MC) simulation. Then the relationship between subsidy rate and farmer's willingness to introduce RSRPM was studied by the questionnaire survey. Moreover, through the analysis of answers to the open question in CVM survey, the relationship between willingness-to-pay and cost burden types was studied by using text mining. As a result, the following was concluded.

1) Total Willingness-to-Pay was calculated multiplying WTPs derived from CVM survey by 497,100 households (statistics of Okinawa prefecture as of August 1, 2006). On the other hand, the cost of RSRPM was calculated multiplying the total farmland area for each crop type (summer-planted sugarcane, spring-planted sugarcane, and pineapple) and unit cost for each prevention measure (buffer area method, straw rolls method, and mulching method). Based on these results possible prevention measures have been identified.

2) (1) Among the prevention measure alternatives, mulching and green-belt were popular for farmers. (2) Farmers' willingness to introduce the RSRPM was more than 90% in the case of the 100% subsidy and decreased in the case of the 50% and 0% subsidy. Farmers who did not have the willingness to introduce the RSRPM in the case of 100% subsidy did not have it even in the case of 150% subsidy. (3) The estimated value of RSR had variance under the condition of the insufficient information but the stochastic grasp of RSR by the MC simulation was effective. (4) There was no clear relationship between the cost of the RSRPM and the estimated RSR value, but there was a pareto relationship between these values and MC simulation was effective for the preliminary planning of cost-effective RSRPM.

3) Text mining was done for answers to the open question in CVM survey. 2-sample test for equality of proportions was conducted for the type of willingness to pay and the type of cost burden. Also double bounded text mining was done to show the relationship among key words. As the result, some relationship was found between answers to the open question and the types of willingness to pay and cost burden.

学位論文審査結果の要旨	
学位申請者 氏名	土屋 博樹
審査委員	主査 琉球大学 教授 酒井 一人
	副査 琉球大学 教授 吉永 安俊
	副査 鹿児島大学 教授 靱井 和朗
	副査 琉球大学 教授 仲地 宗俊
	副査 佐賀大学 准教授 近藤 文義
審査協力者	
題目	沖縄県における赤土流出防止対策導入に対する公的支援に関する研究 (Study on public supports for adoption of red soil runoff prevention measures in Okinawa, Japan)
<p>沖縄県の畑地では、降雨時に赤土流出が発生することでサンゴ礁やリュウキュウアユなどの生態系および観光経済に与える影響が懸念されている。そこで工学的に様々な対策方法が提案されてきたものの、発生源である農地での対策導入は十分ではなく、その主な要因には、農家の「費用と労力の負担」があるとされ、農業政策・経済の分野では経済的な支援策の導入を求める意見もある。経済的な支援策の導入には、税金の支出を伴うことから、費用対効果分析による合理的な決定が求められる。</p> <p>そこで本研究では、CVM調査と対策費用の算出より、沖縄県民の赤土流出防止対策費用負担意思額を明らかにした。続いて、CVM調査の選択形式の設問より、費用負担の主体と支払意思について整理し、マニュアル操作によるテキストマイニングを用いて自由記述を分析することで得られるテキストデータと関連付けることによって経済的な支援策の支払可能性を考察した。次に、沖縄県国頭村と東村でのアンケートにより赤土対策導入の現状と農家意識について把握し、情報不足状況下での従来法である比例推定式とモンテカルロ (MC) シミュレーションを用いた赤土流出量計算により、補填率の違いによる赤土流出量変化および対策</p>	

費と赤土流出量の関係を検討した。以上の研究内容より、得られた結果は以下の通りである。

1)CVM調査によって得られたWTP(1,621円)より、沖縄県民の総世帯数497,100世帯(2006年8月1日沖縄県推計人口)を乗じることでTWTP(806百万円)を得た。一方で対策費用の算出には、対策農地に、さとうきび夏植え(6,060ha)、さとうきび春植え(1,480ha)、パイナップル(601ha)とし、対策方法を、グリーンベルト(6,428/10a)、葉ガラ梱包(10,080/10a)、敷き草マルチ(25,725/10a)とした。それらの対策農地で単一の対策方法が導入された場合の費用総額として、グリーンベルト(523百万円)、葉ガラ梱包(470百万円)、敷き草マルチ(1,199百万円)を算出した。赤土流出防止対策効果としては、敷き草マルチがグリーンベルトと葉ガラ梱包より高いことが認められており、実際に県民の合意を得るためには、コスト面だけでなく費用対効果を含めた説明が必要である。

続いて、2)費用負担の主体と支払意思について分析した結果、費用負担の主体として①共同負担(49.41%)、②行政負担(37.15%)となり、行政に何らかの形で費用を負担することを求めていることがわかった。自由記述を分析した結果、「行政」は、政策実施者として、「農家」は、赤土対策の実施者として、「県民」は、政策実施者と支援者の両面を持つ主体として認識されている。また、赤土流出問題は農家だけの責任ではないという指摘も多くある。従って、行政による農家への経済的な支援策はある程度県民にとって受け入れが可能であることを示唆している。

3)赤土対策導入の現状は、マルチングとグリーンベルトの認知が高く、導入農家が多かった。また、農家の対策導入意思は、100%補填で90%以上、50%、0%では減少し、100%補填で意思の無い農家は150%補填でも意思が無かった。情報不足状況下での赤土流出量推定値はばらつき、比例推定式よりMCシミュレーションによる確率的把握が有効である。対策費用と赤土流出量に明確な関係はないが、両者にはパレート関係にある包絡線が描け、MCシミュレーションにより費用対効果を考慮した事業計画が可能であるといえる。

以上のように、本論文は沖縄県民の赤土防止対策に対する費用負担意思額の推定をし、回答者の支払意思と環境対策に対する具体的意見の関連性をテキストマイニングにより考察した。さらに、MCシミュレーションにより農家の対策導入意志を反映した赤土流出量推定を実施し、経済的な支援策の支払可能性を考察した。このようなアンケート結果を用いて、最終的にシミュレーションによる事業推定を行った沖縄県での赤土流出防止研究は新しいものであり、本論文は博士(農学)の学位として十分な価値があると判定した。

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏名	土屋 博樹
審査委員	主査 琉球大学 教授 酒井 一人
	副査 琉球大学 教授 吉永 安俊
	副査 鹿児島大学 教授 靱井 和朗
	副査 琉球大学 教授 仲地 宗俊
	副査 佐賀大学 准教授 近藤 文義
審査協力者	印
実施年月日	平成 24 年 1 月 6 日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) <input checked="" type="radio"/> 口答・筆答	
<p>主査及び副査は、平成 24 年 1 月 6 日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士（農学）の学位を受けるに必要な十分の学力ならびに識見を有すると認めた。</p>	

学位申請者 氏 名	土屋 博樹
<p>[質問 1] 平均値、中央値の話は、論文中にあるのか。中央値の利用の理由は半数以上の合意があるからとの説明であったが、他にないのか。</p> <p>[回答 1] 分散が大きくなる支払意思額分布の場合には、平均値が過大評価を示すことになり、予測精度として問題があるとされる。従って、中央値を代表値とすることが望ましいと考えた。</p> <p>[質問 2] 亜熱帯総合研究所(2002)の WTP(Willingness-to-Pay: 支払意思額)2,756 円は中央値・平均値のどちらを採用しているのか。</p> <p>[回答 2] 中央値を採用している。</p> <p>[質問 3] 国頭マージの土壌係数 <math>K</math> は他の土壌と比べてどうなのか。</p> <p>[回答 3] 沖縄県では、衛生環境研究所の調査結果の値を一般的に用いている。沖縄の他の土壌の <math>K</math> については、島尻マージは小さく、ジャーガルは大きな値となっている。</p> <p>[質問 4] 環境支払いは重要であるが、県民負担を税金として質問した理由は何か。温情効果の説明だけでは不十分ではないか。</p> <p>[回答 4] 赤土対策は 1 回だけ対策をすればいいということではなく、中長期に渡って対策が求められることから、回答者にとって継続的な費用負担を意味する税負担を支払手段として採用した。</p> <p>[質問 5] 税金とする場合、負担者を県民とするのはなぜか。全国民ではだめなのか。</p> <p>[回答 5] 県民は、赤土流出防止対策により守られる「青い海」の主たる受益者であると考えられる。沖縄の海の重要性に対する沖縄県民の意識は高く、県民自ら「青い海」を守っていく意識を問うという意味合いもあり、県民負担に関するアンケート内容とした。</p> <p>[質問 6] キーワードで、「海」から「税」までを分析しなかったのはなぜか。</p> <p>[回答 6] 当初、質問内容から当然出現すると考えられた「行政」、「農家」、「県民」というキーワードを除いて分析を行った。そして、出現数の最も多い「海」と税負担に対して何らかの特徴的な意見が記述されていると思われた「税金」というキーワードについて分析を進めたが、それだけでは県民の支払可能性を考察することは難しかった。そのため、改めて他のキーワードについて分析を実施する必要があると考える。</p> <p>[質問 7] 結論として合意形成が得られるとしているが、それはどの点からか。</p> <p>[回答 7] 適切な事業計画の元合意形成が得られると考えている。その条件は、本研究の結果から、CVM 調査によって得た県民の費用負担意思額推定から想定される支援規模であるこ</p>	

と、支払者の行政施策に求める内容(特に、税利用の透明性)を考慮したものであること、農家の対策導入意志を十分考慮した対策効果を定量的に説明できることである。

[質問 8] 「敷草マルチ」マルチのコスト計算に深耕などが含まれているが、これらがコスト高の原因になっている。これらをコスト計算に入れたのはなぜか。

[回答 8] 政策実施コスト推定には、具体的な対策費単価見積が必要である。しかし、「敷草マルチ」と言っても様々な方法があり、具体的な定義がない。そのため、本研究では沖縄県が石垣島轟川流域マスタープランで示している対策費単価を利用した。

[質問 9] 中央値 WTP を代表値として採用する理由に、経済学的・統計学的な観点(浅野・児玉, 2000: 寺脇, 2002)から中央値を採用するとあるが、具体的にはどういうことなのか。

[回答 9] 支払意思額分布の非対称度が強くなる傾向を示す場合には、分散が大きくなり平均値が過大評価される。従って、中央値を代表値に採用する方が、予測精度として頑健である。

[質問 10] 第 5 章の結論の今後の課題が一般化しすぎているのではないか。

[回答 10] ご指摘のように、沖縄県が設置する各種審議会での有識者や県議会での議論は、新たな税負担を導入する場合には、必要な方法であると考えられるが、学位論文に記述するには一般化しすぎているところがあるので修正する。

[質問 11] 赤土問題の理由として、水田の減少を挙げているが、行政として水田を復活させるという意識はあるのか。

[回答 11] 水田の赤土流出防止効果の評価を行おうとする動きはあるが、水田復活を進めるのは畑地の水田化という圃場整備事業が難しく、行政的に難しい。また、沖縄県ではパイプラインによる水田灌漑がおおく、排水の水田誘導システムの構築は農家合意が得にくいのではないかと考える

[質問 12] 作物は、サトウキビ、パイン主体なのなのか。

[回答 12] 国頭村と東村での栽培作物の作付面積に占めるサトウキビの割合は、それぞれ 24.3%、12.6%、パイナップルでは 35.7%、61.8%となっていることから、サトウキビとパインが主体である。

[質問 13] 赤土流出防止対策によりどれほど改善すると回答者は理解しているのか。

[回答 13] 赤土対策による改善の程度についての理解は、対策導入による流出土砂量の削減効果を示すことによって認識されると考える。今回の調査では、質問文にそのような効果を示していない。そのため、具体的コストと必要費用を示した場合には違う結果が得られた可能性はある。

[質問 14] 赤土流出量の推定を USLE を用いて行っているが、パラメータの現実性をどのように考えるか。

[回答 14] USLE が流域からの土砂流出の推定に関して、運搬能を考慮していないために過大評価する傾向にあることが認められている。モデルとしては RUSLE などその点を改善されたモデルの導入が有効であると考ええる。しかし、本研究では、行政による事前評価という視点からモデルについては議論せず、沖縄県がこれまで使っているパラメータ値を用いた。

[質問 15] TWTP(Total Willingness-to-pay: 総支払意思額)8 億円でどれほどの改善が可能であると考えられるのか。

[回答 15] 現在のところ、8 億円の範囲内で最適な対策法を導入した場合の改善効果については、推定を行っていないので今後の課題としたい。

[質問 16] 赤土流出量推定において、アンケート結果の対策導入農家数の割合を用いているが、面積割合を用いる必要はないか。

[回答 16] 今回のアンケートは農家数に対する導入意思割合を調査したものであり、どの農家が、どの圃場で、対策を導入するかについての情報は得ていない。しかし、このアンケートは一般的なものであり、そのような情報が不足している状況を情報不足状況下と呼び、モンテカルロシミュレーションにより想定されるあらゆる状況をシミュレーションし、統計的に分析した。

[質問 17] 東村と国頭村の補助体制の違いとは何か。

[回答 17] 聞き取り調査時に東村では生分解性マルチやグリーンベルトの資機材の無償配布を行っており、対策導入意思割合のマルチ+GB が高くなっている。

[質問 18] 本研究で用いている「敷き草マルチ」は、ビニールマルチを含むのか。

[回答 18] ビニールマルチを含まない。