

## エコシステム・サービス機能の保全と農用地の利用に関する 最適政策の設計

吉永健治\*

### 1. 研究の背景と目的

エコシステム・サービス機能は人間の生存に不可欠な便益を提供している。エコシステム・サービス機能として3つの機能、すなわち生産的機能、調整的機能、及び文化的機能が認識されている<sup>(1)</sup>。2001年国連において、国連ミレニアム・エコシステム評価（UN Millennium Ecosystem Assessment）プログラムが取り上げられ、エコシステム・サービスの価値と人間とのかかわり、その機能の評価と保全に関して各国が協調して取り組んで行くことになった（WRI[15]）。

地域レベルにおいて、特に、農業とエコシステムのかかわりは相互依存的な関係にあり、一方の変化が他方に大きな影響を与える。例えば、生産インプット（肥料や農薬）を多用する集約的な生産行為による土地利用は生物多様性に悪影響を与え、エコシステム・サービス機能を低下させる。エコシステム・サービス機能の低下は土壌の肥沃度、害虫被害、作物の成長に影響をもたらす生産性の低下につながる。また、エコシステム・サービス機能の低下はその便益を享受してきた社会に大きな外部不経済をもたらす結果となる。

一般的に、農家は市場原理に従い収益を増加する生産方法を選定する。特に科学肥料や殺虫剤などの生産インプットを使用する集約的な土地利用は周辺の土壌、湖沼、林、沿岸などのエコシステムに影響を及ぼす。しかし、農家にとって、エコシステムに配慮した土地利用を行うためには何らかのインセンティブが付与され、改善された生産行為による便益がコストを上回る必要がある。

EU諸国においては、農業による環境便益の供給を促進することを目的として、公的機関が策定する農業・環境プログラムに沿った土地利用や生産行為を農家が適用することを条件に農家に対して所定の支払いが行われている。今日、これは農業・環境政策における直接支払制度として広く知られている<sup>(2)</sup>。

しかし、こうした農業による環境便益の供給を促進する政策を設計するに当たって、農家と公的機関との間に農家の土地利用、生産方法やエコシステムにかかわる資源に関して情報の非対称性が存在する。すなわち、農家は自らが有する土地利用や生産方法に関し公的機関より詳細な情報を有する。両者におけるこの情報の非対称性によって最適な政策を設計することが困難になる。例えば、農家は自らの土地利用や生産方法の効率性に関して偽りの行動をとることにより、より有利な政策から利得を得ることができるからである。一方、公的機関は、農家のそうした行動を網羅的に把握することは多くの取引費用がかかり困難である。ここで、公的機関にできることはそうした農家の偽りの行動を防ぎ、農家が与えられた政策に対して正直に選択するような政策メカニズムを設計することである。

---

\* 東洋大学国際地域学部教授

本稿では、エコシステム・サービス機能の供給と保全を促進するための政策設計、すなわち持続的な土地利用とそのため政策インセンティブに関する最適政策に関して分析を行う。分析は、農家と公的機関との間に土地利用と生産方法に関して情報の非対称性が存在するとし、メカニズム・デザイン理論(Mechanism Design Theory)を適用して分析する。

メカニズム・デザイン理論は、ゲーム理論や代理人理論(Principal-Agency Theory)などとともに、情報の非対称性が存在する社会、経済および環境問題などの政策分析を対称とした有効な手段として注目を浴びている (Kreps[9]、Laffont and Tirole[10]、Mas-Colell et al.[11]、Varian[12])。また、最近この理論に関して、優れた専門書が数多く出版されている (Bolton, P. and Dewatripont, M.[2]、伊藤[7]、伊藤・小佐野[8]、清水・堀内[12])。農業政策への適用は、異なる目的を有する農業政策の政策メカニズムの選択に関する誘因についての分析を中心に展開されてきている (Chambers[4]、[5]、Guesnerie and Seade[6])。また、農業・環境政策に関連した先行研究としては、Andrew Moxey et al.[1]による農業 - 環境政策のための効率的な契約設計などがある<sup>(3)</sup>。本稿における分析はこれらの文献や先行研究を参考にしつつ展開する。

本稿の構成は以下のとおりである。2. で農家と公的機関の間に農家の持続的な土地利用に関し情報の非対称性が存在するとしてエコシステム・サービス機能保全に関する契約設計のためのモデルの構築を行う。3. において、2. で構築したモデルについて最適解法と次善解法により各ケースの解を求める。4. においては、3. で得られた解の政策的な含意と最適政策について分析する。最後に、5. において結論と今後の課題について述べる。

## 2. モデルの構築

### 2-1. モデルの対象と非対称性

ここでは、モデルの対象として生物多様性の豊かさがもたらすエコシステム・サービス機能の保全による便益の供給の促進について考える。上述したとおり、農業とエコシステムは密接な相互関連を有している。多くの場合、最適なエコシステム・サービスの供給は農家の生産行為による土地利用が良好に行われているか否かに依存する<sup>(4)</sup>。生産インプットを多用する土地収奪的な生産行為はエコシステム・サービス機能の質(あるいは量)の水準を著しく低下させる。こうした生産行為に対して、農家にエコシステムを維持する持続的な生産方法への転換を求めることは農家の所得にマイナスの影響を与える結果となる。従って、エコシステム・サービスの供給を社会が望む水準に維持するためには何らかの政策的なインセンティブが与えられなければ、農家はそうした生産行為へ移行することはない。

一般的に、農業の土地利用によるエコシステム・サービスの供給には不特定多数の農家が関与しており、それぞれの農家における土地利用や生産方法は多様である。こうした農家の多様性とエコシステム・サービスの供給との関わりを逐次調べて個々の農家に適応する政策を設計することは取引費用が大きく効率的でない。一方、農家は、自分の土地利用や生産方法について政策決定者である公的機関より詳細な情報を有しており、両者の間に

は情報の非対称性が存在する。また、仮に、個々の農家に適応する政策を設計しても農家側にモラル・ハザードや逆選抜が働き、そうした政策が最適に機能することはない。このような状況において、公的機関が政策の検討を行う場合、農家が自分に適合する政策を正直に選択し、環境便益と政策インセンティブによる最適な社会的な厚生改善を図るための政策メカニズムを設計することが求められる。

## 2-2. エコシステム・サービス供給の契約モデル

ここで、一般性を失うことなく、2人の農家がエコシステム・サービス供給に関する土地利用に係わっているとす。これらの農家は、持続的な土地利用を行うことに関して、効率的なタイプの農家( $\theta_1$ )と、非効率的なタイプの農家( $\theta_2$ )であるとする。以下において、持続的な土地利用とは生産インプットの使用量によって規定されるものとする。農家は自分がいずれのタイプに属するかを知っているが、政策決定者である公的機関は農家のタイプについて無知である。すなわち、両者の間には農家のタイプに関して情報の非対称性が存在する。

エコシステム・サービス機能による便益は、両農家が現況の生産性のみを追求する土地利用から持続的な土地利用へと生産行為を転換することによって達成されるものとする。いま、持続的な土地利用のための生産インプットの使用割当量を  $X_i$  とすると、 $(X_i, \theta_i)$  は農家タイプ別( $i=1,2$ 、以下同じ)の使用割当量を表す。また、農家が、エコシステム・サービスの供給に全く配慮することなく生産インプットを多用し、生産性のみを追求した土地利用を行っている状況を  $(X_{i0}, \theta_i)$  で表す。

公的機関は、農家に対してエコシステム・サービス機能を促進するための政策インセンティブとして、生産インプットの使用割当量  $X_i$  に応じた直接支払額  $S_i$  を行う政策メニュー、 $G(X_i, S_i)$  を提供するものとする。このとき、公的機関は、農家を選択する政策に対して次式による目的関数により社会的便益を最大化するように努める<sup>(5)</sup>。

$$\Pi = \alpha \{ (X_{i0}, \theta_i) - (X_i, \theta_i) \} + \{ S_i - C_i(X_i, \theta_i) \} - (1 + \beta) S_i \quad (1)$$

$$= \alpha \{ (X_{i0}, \theta_i) - (X_i, \theta_i) \} - C_i(X_i, \theta_i) - \beta S_i \quad i=1,2 \quad (1')$$

ここで、(1)式の第一項における変数  $\alpha$  は、各農家が生産インプットの使用量の削減、 $Q(X_i) = \{ (X_{i0}, \theta_i) - (X_i, \theta_i) \}$  を行うことによって得られる単位当たりのエコシステム・サービスの供給による便益とする。第二項は、農家が生産インプットの使用量の削減によって持続的な土地利用へ転換することにより受け取る公的機関からの直接支払額  $S_i$  とそのためのコスト、 $C_i(X_i, \theta_i)$  との関係を示す<sup>(6)</sup>。第三項における、 $(1 + \beta) S_i$  は公的機関の支払額を表し、 $\beta$  は支払額による税収増加に伴って生じる限界死荷重による社会的損失を表す<sup>(7)</sup>。なお、 $(X_{i0}, \theta_i) > (X_i, \theta_i)$  である。

## 2-3. 自己合理性制約と自己選択制約

### (1) 自己合理性制約

公的機関が提供する政策メニュー、 $G(X_i, S_i)$  に対して、農家が参加するか、参加しない、

かについての判断は、政策への参加による便益がコストを上回ることが必要である。農家は、政策に参加することによって政策メニュー、 $G(X_i, S_i)$ から得られる直接支払額  $S_i$  がコスト、 $C_i(X_i, \theta_i)$ 以上、すなわち、政策に参加しなかった場合に得られたであろう効用、 $U_i\{X_i, S_i, \theta_i\}$ 以上を得ることができれば政策に参加する。これにより、次式の不等式が成り立つ。

$$S_i - C_i(X_i, \theta_i) \geq U_i\{X_i, S_i, \theta_i\}, i=1,2 \quad (2)$$

この制約条件は、農家が政策に参加するための必要条件で自己合理性制約 (individual rationality constraints)と呼ばれる<sup>(8)</sup>。

## (2) 自己選択制約

図1はタイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の農家における生産インプットの使用割当量  $X_i$  と、それに対する支払額  $S_i$  に関する無差別曲線、 $U_i(\theta_i)$ を示している。同図において、横軸には生産インプットの使用割当量  $X_i$ 、縦軸は支払額  $S_i$ 、をとってある。当然のことながら、農家は高い支払額  $S_i$  と多くの生産インプットの使用割当量  $X_i$  を望むことから無差別曲線は右下がりになる。無差別曲線が横軸と交わる点  $X_{0i}$  は持続的な土地利用が全く行われていない状況（生産インプットの使用割当量に制限なし）を示し、農家はこの点において生産の最大化を図る。また、無差別曲線が縦軸と交差する点は持続的な土地利用が完全に行われている状況（生産インプットの使用割当量がゼロ）を示す。なお、この両点は端点解となる。

ここで、エコシステム・サービスの供給のための持続的な土地利用への転換に関して、非効率的なタイプ  $\theta_2$  の農家のコストは効率的なタイプ  $\theta_1$  農家のそれより大きいことから、 $C_1(X_1, \theta_1) < C_2(X_2, \theta_2)$ である。また、図1に示すようにタイプ  $\theta_1$  の農家の無差別曲線  $U_1(\theta_1)$  の傾きはタイプ  $\theta_2$  の農家の無差別曲線  $U_2(\theta_2)$  より急である。これは効率的な農家は、持続的な土地利用への変換に際してより多くの所得の損失を伴うからである。したがって、同

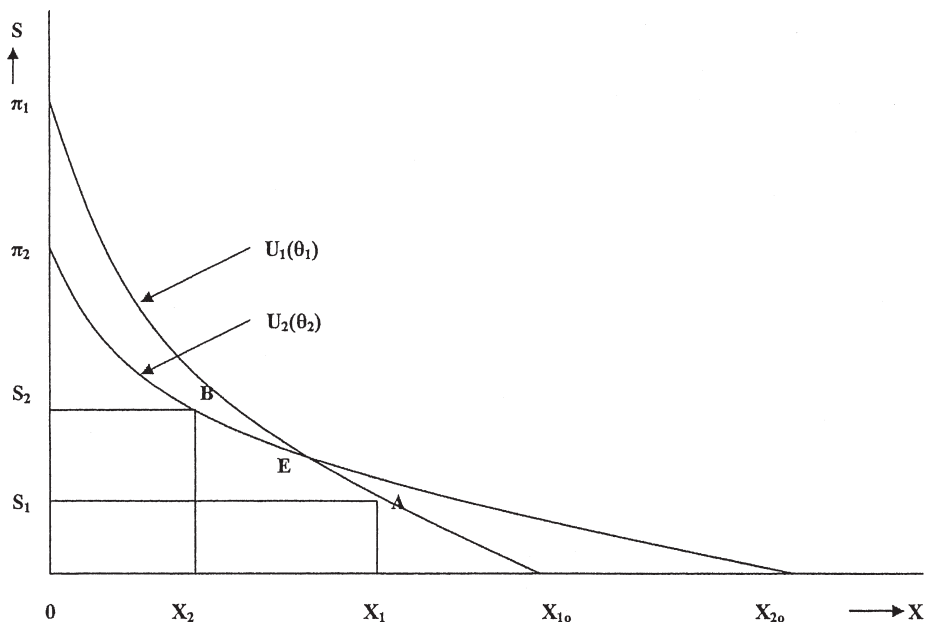


図1：タイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の農家の無差別曲線と single-cross property

図に示すように両者の無差別曲線は一度限り交差 (single-cross property) する<sup>(9)</sup>。

公的機関による政策は、それぞれのタイプの農家が自発的に自らの政策を選択するようなインセンティブを付与するものでなければならない。そして農家は自ら選択する政策が他の政策より便益をもたらす場合に限り、そうした政策を選択する。こうした選択の問題は、図1において両者の無差別曲線  $U_1(\theta_1)$  と  $U_2(\theta_2)$  が交差する点 E より左側においてはタイプ  $\theta_2$  の農家、右側においてはタイプ  $\theta_1$  の農家において生じる。この領域においては、タイプ  $\theta_2$  の農家は自分の政策よりタイプ  $\theta_1$  の農家の政策を选好 (タイプ  $\theta_1$  の農家についてはその逆) するからである。こうした農家による政策選択上の偽りの行動を回避するために以下のような自己選択制約 (self-selection constraints)<sup>(10)</sup> を設定する。

$$S_1 - C_1(X_1, \theta_1) \geq S_2 - C_1(X_2, \theta_2) \quad (3)$$

$$S_2 - C_2(X_2, \theta_2) \geq S_1 - C_2(X_1, \theta_1) \quad (4)$$

ここで、仮にタイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の農家がともに(3)、(4)の自己選択制約をそれぞれ満たしているとすると、図1において両農家の無差別曲線  $U_1(\theta_1)$  および  $U_2(\theta_2)$  上におけるそれぞれの点を A、B とすると、 $X_1 > X_2$  かつ  $S_1 < S_2$  となる。これは自己選択制約のもとでは、タイプ  $\theta_1$  の農家は生産インプットの使用割当量が大きく支払額が少ない。一方タイプ  $\theta_2$  の農家は生産インプットの使用割当量が少なく高い支払額を受け取ることを意味する。

### 3. モデルの解法

契約モデルを用いて、目的関数(1)式を自己合理性制約(2)式および自己選択制約(3)、(4)式の制約条件のもとで、生産インプットの使用割当量  $X_i$  および直接支払額  $S_i$  に関する解  $(X_i, S_i)$  を求める。以下において、モデルの解法は、完全情報による最適解法 (first-best solution) と、情報の非対称性による次善解法 (second-best solution) について分析する。また、それぞれの解法による解についての政策的な含意について分析する。なお、いずれの解法の場合も、目的関数(1)式において  $\beta \neq 0$  とする<sup>(11)</sup>。

#### 3-1. 最適解法による解

公的機関が、農家のタイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  について、すなわち、彼らの生産方法や土地利用について完全な情報を有している場合は最適解法により解を求めることができる。目的関数(1)式を、自己合理性制約(2)式のもとで、 $X_{ip}$  および  $S_{ip}$ 、に関して最適化を図ればよい。なお、(2)式において、 $U_i\{(X_i, S_i), \theta_i\} = 0$  とする。

$$\Pi = \alpha\{(X_{io}, \theta_i) - (X_{ip}, \theta_i)\} - C_i(X_{ip}, \theta_i) - \beta S_{ip} \quad i=1,2 \quad (1')$$

s.t.

$$S_{ip} - C_i(X_{ip}, \theta_i) \geq 0 \quad i=1,2 \quad (2')$$

(注) 下添字 p は完全情報 (perfect) を意味する。

(1')、(2')式は(5)式のようなラグランジュ関数で表され、その解はキューン=タッカーの定理を用いて求めることができる。

$$F_p = \sum_{i=1,2} \{ \alpha((X_{io}, \theta_i) - (X_{ip}, \theta_i)) - C_i(X_{ip}, \theta_i) - \beta S_{ip} \} + \sum_{i=1,2} \lambda_i \{ C_i(X_{ip}, \theta_i) - S_{ip} \}, \quad (5)$$

ここで、 $\lambda_i$  はラグランジュ乗数である。

(5)式について、各変数に関して偏微分すると、

$$\partial F_p / \partial X_{1p} = X_{1p} \{ -\alpha - C_1'(X_{1p}, \theta_1) + \lambda_1 C_1'(X_{1p}, \theta_1) \} = 0 \quad (6)$$

$$\partial F_p / \partial X_{2p} = X_{2p} \{ -\alpha - C_2'(X_{2p}, \theta_2) + \lambda_2 C_2'(X_{2p}, \theta_2) \} = 0 \quad (7)$$

$$\partial F_p / \partial S_{1p} = S_{1p} \{ -\beta - \lambda_1 \} = 0 \quad (8)$$

$$\partial F_p / \partial S_{2p} = S_{2p} \{ -\beta - \lambda_2 \} = 0 \quad (9)$$

$$\partial F_p / \partial \lambda_1 = \lambda_1 \{ C_1(X_{1p}, \theta_1) - S_{1p} \} = 0 \quad (10)$$

$$\partial F_p / \partial \lambda_2 = \lambda_2 \{ C_2(X_{2p}, \theta_2) - S_{2p} \} = 0 \quad (11)$$

以下、(6)~(11)式を解いて最適解を求める。(8)、(9)式より、 $\lambda_1 = -\beta$ 、 $\lambda_2 = -\beta$  となる。したがって、自己合理性制約の両方、 $S_{1p} = C_1(X_{1p}, \theta_1)$  ((10)式より)、 $S_{2p} = C_2(X_{2p}, \theta_2)$  ((11)式より)が有効 (binding) である。

次に、最適な生産インプットの使用割当量  $X_{ip}$  を求める。 $\lambda_1 = \lambda_2 = -\beta$  を式(6)、(7)に代入して整理すると次式が得られる。

$$-C_1'(X_{1p}, \theta_1)(1 + \beta) = \alpha \quad (12)$$

$$-C_2'(X_{2p}, \theta_2)(1 + \beta) = \alpha \quad (13)$$

これらの結果は次のような政策的な含意を有する。まず、タイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の農家の自己合理性制約が有効であることから、両者とも政策に参加するか、参加しないか、に関しては無差別である。また、(12)、(13)式より、生産インプットの使用量の削減に要する限界コストは、それによってもたらされるエコシステム・サービスの供給の限界便益と等しい。すなわち、これは、図2に示すように、タイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の農家の無差別曲線、 $U_1(\theta_1)$ 、 $U_2(\theta_2)$  と両者の等利潤曲線、 $I_1(\theta_1)$ 、 $I_2(\theta_2)$  が接する点 a, c で達成される。したがって、公的機関は、両タイプの農家とそれぞれ政策メニュー、 $(X_{1p}, S_{1p})$ 、 $(X_{2p}, S_{2p})$  で契約を結ぶことで社会的便益を最大化することができる。なお、 $X_{io} > X_{1p} > X_{2p}$ ,  $i=1,2$  であることから<sup>(12)</sup>、タイプ  $\theta_1$  の農家は多くの生産インプットの使用割当量を確保する。また、 $S_{2p} > S_{1p}$  であることから、タイプ  $\theta_2$  の農家は多くの支払額を受けることが最適となる。すなわち、効率的な農家タイプ  $\theta_1$  はエコシステム機能を阻害することなく生産インプットを効率的に使用し、非効率的な農家タイプ  $\theta_2$  は支払額を受けることにより粗放的な営農方法に移行することを意味する。

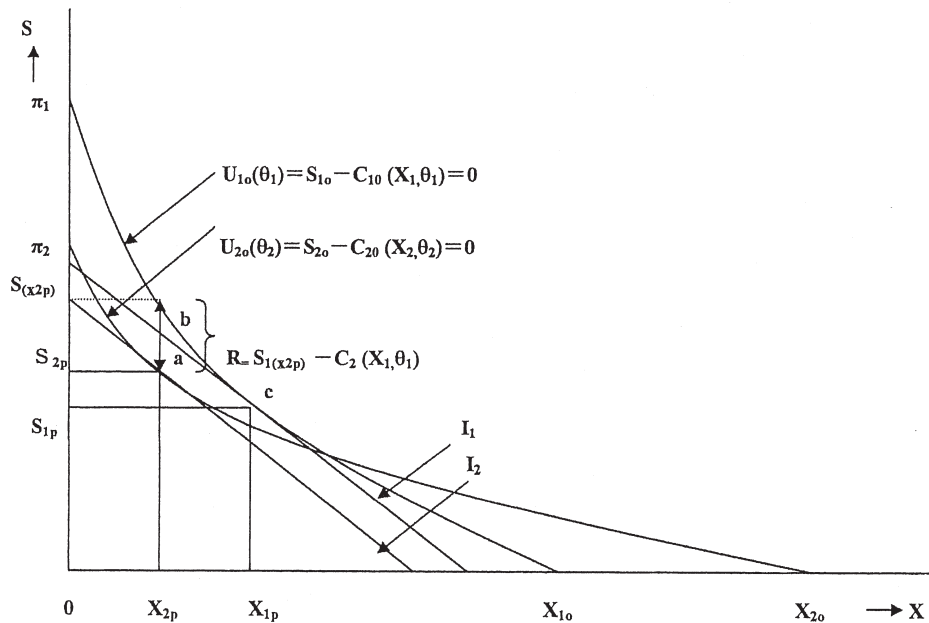


図 2：最適解における  $X_i, S_i$  の解

### 3-2. 次善解法による解

公的機関と農家との間に情報の非対称性が存在する場合には上記の最適解法による解は最適解とはならない。それは、図 1 において説明したように、農家が自分のタイプを偽って利得の大きい政策を選択することができるからである。図 2 において、たとえば、タイプ  $\theta_2$  の農家は自らをタイプ  $\theta_1$  の農家と偽ることで a-b、すなわち、 $R = S_1(X_{2p}) - C_2(X_{2p}, \theta_2)$  に相当するレントを得ることができる。このように情報の非対称性が存在する場合には、自己選択制約を導入した次善解法を用いる必要がある。したがって、この場合においては、目的関数(1')式を自己合理性制約(2)式および自己選択制約(3)、(4)式の制約条件のもとで、 $X_i$  および  $S_i$  に関して最適化を行う。

$$\Pi = \alpha \{ (X_{i0}, \theta_i) - (X_{ia}, \theta_i) \} - C_i(X_{ia}, \theta_i) - \beta S_{ia} \quad i=1,2 \quad (1')$$

s.t.

$$S_{ia} - C_i(X_{ia}, \theta_i) \geq 0 \quad i=1,2 \quad (2')$$

$$S_{1a} - C_1(X_{1a}, \theta_1) \geq S_{2a} - C_1(X_{2a}, \theta_2) \quad (3)$$

$$S_{2a} - C_2(X_{2a}, \theta_2) \geq S_{1a} - C_2(X_{1a}, \theta_1) \quad (4)$$

(注) 下添字 a 情報の非対称性(asymmetry)を意味する。

同様に、(1')、(2')、(3)、(4)式は(14)式のようなラグランジュ関数で表され、その解はキューン=タッカーの定理を用いて求めることができる。

$$F_a = \sum_{i=1,2} \{ \alpha \{ (X_{i0}, \theta_i) - (X_{ia}, \theta_i) \} - C_i(X_{ia}, \theta_i) - \beta S_{ia} \}$$

$$+ \lambda_1 \{ S_{2a} - C_1(X_{2a}, \theta_2) - S_{1a} + C_1(X_{1a}, \theta_1) \}$$

$$\begin{aligned}
& +\lambda_2\{S1a-C2(X1a,\theta1)-S2a+C2(X2a,\theta2)\} \\
& +\lambda_3\{C1(X1a,\theta1)-S1a\}+\lambda_4\{C2(X2a,\theta2)-S2a\}
\end{aligned} \tag{14}$$

ここで、 $\lambda_i, i=1,2,3,4$  はラグランジュ乗数である。

$\lambda_1, \lambda_2$  はタイプ  $\theta_1, \theta_2$  が自らのタイプに正直である場合と偽った場合に生じる限界レントの差を表し、 $\lambda_3, \lambda_4$  は各タイプの限界レントを表す。各変数に関して偏微分すると、

$$\begin{aligned}
& \partial F_a / \partial X1a = \\
& X1a\{-\alpha - C1'(X1a,\theta1) + \lambda_1 C1'(X1a,\theta1) - \lambda_2 C2'(X1a,\theta1) + \lambda_3 C1'(X1a,\theta1)\} = 0
\end{aligned} \tag{15}$$

$$\begin{aligned}
& \partial F_a / \partial X2a = \\
& X2a\{-\alpha - C2'(X2a,\theta2) - \lambda_1 C1'(X2a,\theta2) + \lambda_2 C2'(X2a,\theta2) + \lambda_4 C2'(X2a,\theta2)\} = 0
\end{aligned} \tag{16}$$

$$\partial F_a / \partial S1a = S1a\{-\beta - \lambda_1 + \lambda_2 - \lambda_3\} = 0 \tag{17}$$

$$\partial F_a / \partial S2a = S2a\{-\beta + \lambda_1 - \lambda_2 - \lambda_4\} = 0 \tag{18}$$

$$\partial F_a / \partial \lambda_1 = \lambda_1\{S2a - C1(X2a,\theta2) - S1a + C1(X1a,\theta1)\} = 0 \tag{19}$$

$$\partial F_a / \partial \lambda_2 = \lambda_2\{S1a - C2(X1a,\theta1) - S2a + C2(X2a,\theta2)\} = 0 \tag{20}$$

$$\partial F_a / \partial \lambda_3 = \lambda_3\{C1(X1a,\theta1) - S1a\} = 0 \tag{21}$$

$$\partial F_a / \partial \lambda_4 = \lambda_4\{C2(X2a,\theta2) - S2a\} = 0 \tag{22}$$

以下に、(15)–(22)式を解いて次善解( $X_{ia}, S_{ia}$ )を求める。ここで、 $X_{ia} < X_{io}, S_{ia} > 0, S_{2a} > 0$  である。考えられるケースとしては、(17)、(18)式より、(i)  $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$ 、(ii)  $\lambda_1 = \lambda_4 = 0$ 、(iii)  $\lambda_2 = \lambda_3 = 0$  である。また、(19)、(20)式より、 $X_{1a} \neq X_{2a}$  であるから、自己選択制約のいずれか一方が有効であり、(iv)  $\lambda_1 = 0$ 、あるいは(v)  $\lambda_2 = 0$  のいずれかが成り立つ<sup>(13)</sup>。以下に、これらの5ケースについて最適解を求める。

**(1) ケース(i):  $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$  のとき、**

(17)、(18)式より、 $\lambda_3 = \lambda_4 = -\beta$  となる。したがって、自己合理性制約の両方、 $S_{1a} = C1(X_{1a}, \theta_1)$ (21)式より)、 $S_{2a} = C2(X_{2a}, \theta_1)$ (22)式より)が有効となる。さらに、(15)、(16)式に上記を代入すると次式が得られる。

$$-C1'(X_{1a}, \theta_1)(1 + \beta) = \alpha \tag{23}$$

$$-C2'(X_{2a}, \theta_2)(1 + \beta) = \alpha \tag{24}$$

(23)、(24)式と(12)、(13)式と比較すれば、 $X_{1o} > X_{1p} = X_{1a}, X_{2o} > X_{2a} = X_{2p}$  となり最適解法の解と等しい結果が得られる。

以上の結果は、次のような政策的な含意を有する(図3参照)。タイプ  $\theta_1, \theta_2$  の農家の自己合理性制約が有効であり、両農家は政策に対して、参加するか、参加しないか、に関して無差別となる。このケースにおいては、生産インプットの使用割当量と支払額に対する次善解、( $S_{ia}, X_{ia}$ )は最適解、( $S_{ip}, X_{ip}$ )と等しくなる。一方、両タイプ農家の自己選択制約は



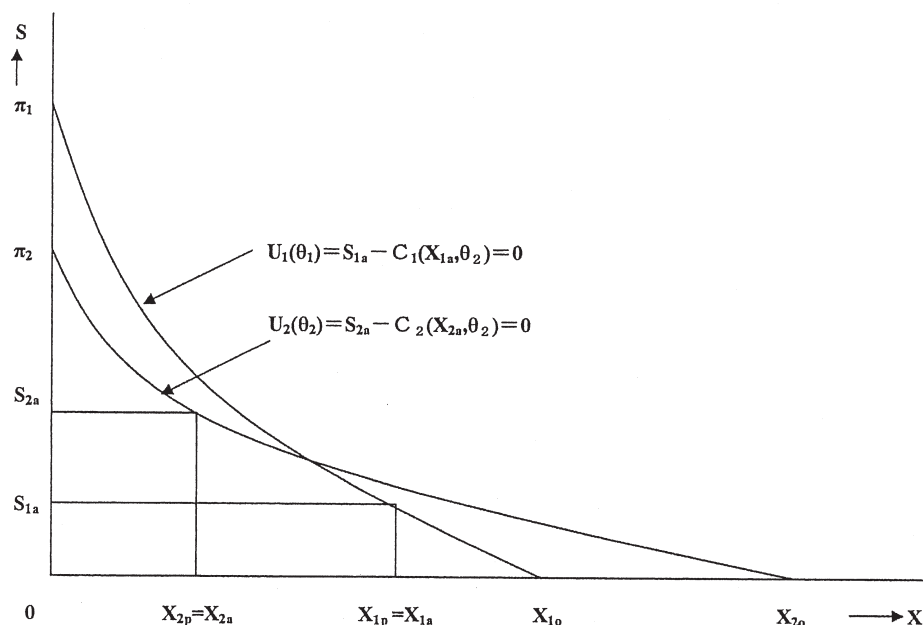


図3 次善解  $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$  のケース

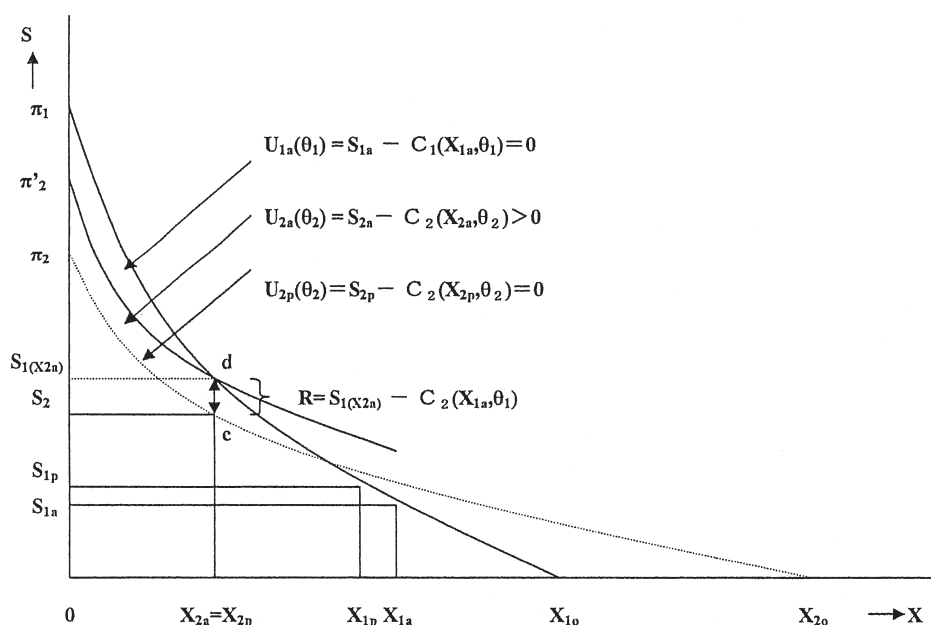


図4 次善解  $\lambda_1 = \lambda_4 = 0$  のケース

有効でない (not binding) ことから両農家は自らの政策メニューを選択するインセンティブが働く。したがって、公的機関は政策による社会的便益を最適化できる。

(2) ケース(ii):  $\lambda_1 = \lambda_4 = 0$  のとき、

(17)、(18)式により、 $\lambda_2 = -\beta$ 、 $\lambda_3 = -2\beta$  となる。したがって、自己選択制約および自己合理性制約のうちそれぞれの一つ、 $S_{2a} - C_2(X_{2a}, \theta_2) = S_{1a} - C_2(X_{1a}, \theta_1)$  ((20)式より)、 $S_{1a} = C_1(X_{1a}, \theta_1)$  ((21)式より)が有効となる。さらに、(15)、(16)式に上記を代入して次善解  $(X_{1a}, S_{1a})$  を求める。

(15)式より、 $-\alpha - C_1'(X_{1a}, \theta_1) + \beta C_2'(X_{1a}, \theta_1) - 2\beta C_1'(X_{1a}, \theta_1) = 0$ 、となり整理すると、同式は、

$$-(1+\beta)C_1'(X_{1a}, \theta_1) = \alpha + \beta\{C_1'(X_{1a}, \theta_1) - C_2'(X_{1a}, \theta_1)\} \quad (25)$$

となる。(25)式の右辺において、 $C_1'(X_{1a}, \theta_1) - C_2'(X_{1a}, \theta_1) < 0$  であり、同式は、

$$-(1+\beta)C_1'(X_{1a}, \theta_1) < \alpha \quad (25')$$

となる。(25')式と最適解(12)式と比較すると、 $C_1'(X_{1a}, \theta_1) > C_1'(X_{1p}, \theta_1)$  であり、 $X_{1a} > X_{1p}$  となる。したがって、 $X_{1o} > X_{1a} > X_{1p}$  となる。

(16)式より、 $-\alpha - C_2'(X_{2a}, \theta_2) - \beta C_2'(X_{2a}, \theta_2) = 0$  となり整理すると、同式は、

$$-(1+\beta)C_2'(X_{2a}, \theta_2) = \alpha \quad (26)$$

となる。(26)式と最適解(13)を比較すると  $C_2'(X_{2a}, \theta_2) = C_2'(X_{2p}, \theta_2)$  であり、 $X_{2a} = X_{2p}$  となる。したがって、 $X_{2o} > X_{2a} = X_{2p}$  となる。

以上の結果は、次のような政策的な含意を有する(図4参照)。まず、タイプ  $\theta_1$  の農家は、自己合理性制約が有効であり、生産インプットの使用割当量  $X_{1a}$  を  $X_{1p}$  以上に拡大するが、公的機関による支払額  $S_{1a}$  は減少する。一方、タイプ  $\theta_2$  の農家は、自己選択制約が有効であり、自らをタイプ  $\theta_1$  の農家と偽ることで  $c-d$  に相当するレントを得ることができ、公的機関による支払額は増加する。なお、タイプ  $\theta_2$  の農家の自己合理性制約は有効でないことから無差別曲線は上方にシフトする。

このケースにおいては、タイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の農家の選択する政策メニューによる便益にトレード・オフが生じる。すなわち、前者の次善解( $X_{1a}, S_{1a}$ )による便益が正で、それが後者の次善解( $X_{2a}, S_{2a}$ )による支払額の増より大きい場合に限って公的機関は社会的便益を得る。

### (3) ケース (iii): $\lambda_2 = \lambda_3 = 0$ のとき、

(17)、(18)式により、 $\lambda_1 = -\beta$ 、 $\lambda_4 = -2\beta$  となる。したがって、自己選択制約および自己合理性制約のうちそれぞれの一つ、 $S_{1a} - C_1(X_{1a}, \theta_1) = S_{2a} - C_1(X_{2a}, \theta_2)$  ((19)式より)、 $S_{2a} = C_2(X_{2a}, \theta_2)$  ((22)式より)が有効である。さらに、(15)、(16)式に上記を代入して次善解( $X_{ia}, S_{ia}$ )を求める。

(15)式より、 $-\alpha - C_1'(X_{1a}, \theta_1) - \beta C_1'(X_{1a}, \theta_1) = 0$  となり整理すると、同式は、

$$-(1+\beta)C_1'(X_{1a}, \theta_1) = \alpha \quad (27)$$

となる。(27)式と最適解(12)を比較すると  $C_1'(X_{1a}, \theta_1) = C_1'(X_{1p}, \theta_1)$  であり、 $X_{1a} = X_{1p}$  となる。したがって、 $X_{1o} > X_{1a} = X_{1p}$  となる。

(16)式より、 $-\alpha - C_2'(X_{2a}, \theta_2) + \beta C_1'(X_{2a}, \theta_2) - 2\beta C_2'(X_{2a}, \theta_2) = 0$ 、となり整理すると、

$$-(1+\beta)C_2'(X_{2a},\theta_2)=\alpha+\beta\{C_2'(X_{2a},\theta_2)-C_1'(X_{2a},\theta_2)\} \quad (28)$$

(28)式の右辺において、 $C_2'(X_{2a},\theta_2)-C_1'(X_{2a},\theta_2)>0$ であり、同式は、

$$-(1+\beta)C_2'(X_{2a},\theta_2)>\alpha \quad (28')$$

となる。(28')式と最適解(13)式と比較すると、 $C_2'(X_{2a},\theta_2)<C_2'(X_{2p},\theta_2)$ であり、 $X_{2a}<X_{2p}$ となる。したがって、 $X_{2o}>X_{2p}>X_{2a}$ となる。

以上の結果は、次のような政策的な含意を有する(図5参照)。まず、タイプ $\theta_2$ の農家

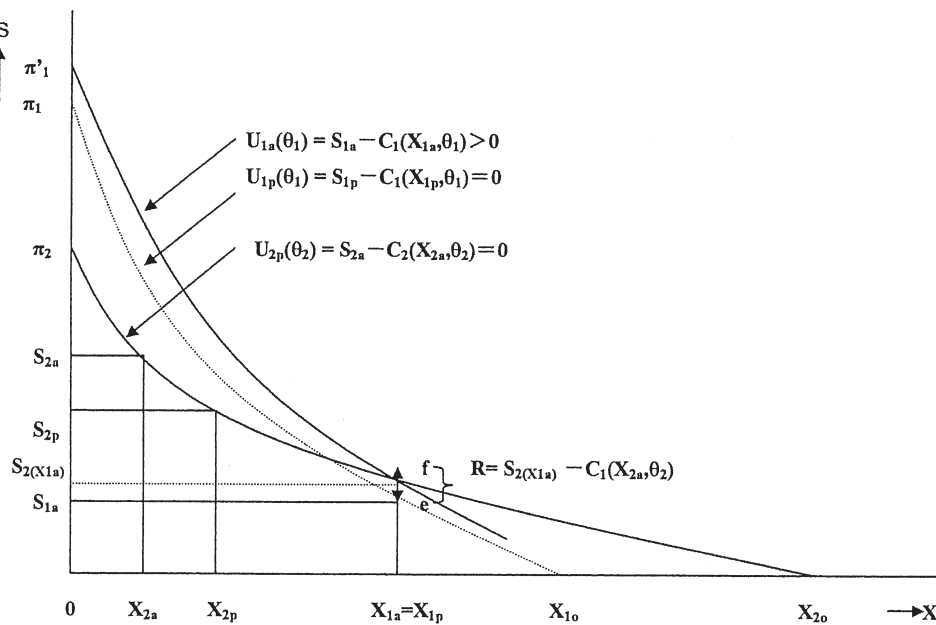


図5 次善解 $\lambda_2=\lambda_3=0$ のケース

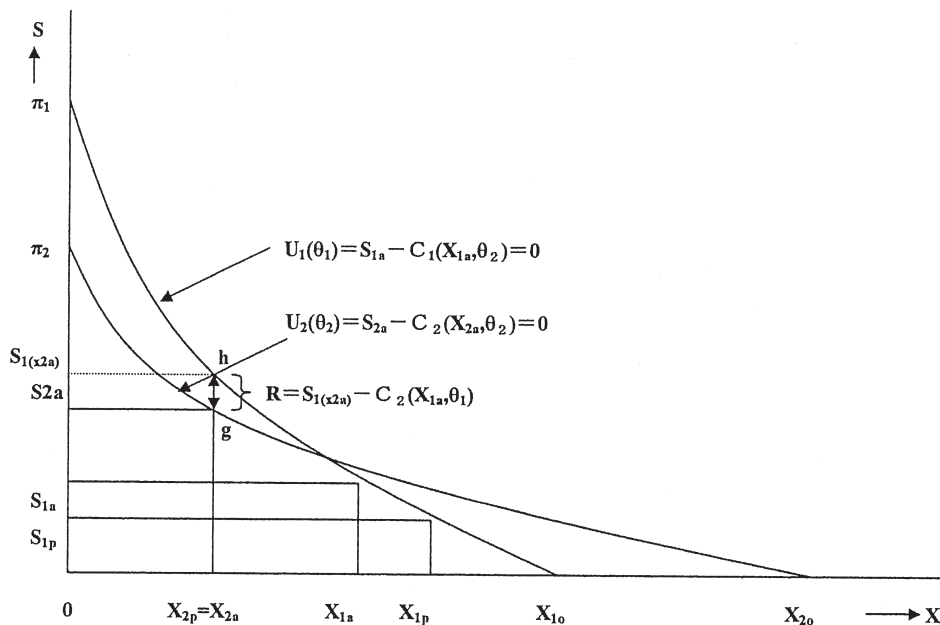


図6 次善解 $\lambda_1=0$ のケース

は、自己合理性制約が有効であり、生産インプットの使用割当量  $X_{2a}$  は  $X_{2p}$  以下に縮小するが、公的機関による支払額  $S_{2a}$  は増加する。一方、タイプ  $\theta_1$  の農家は、自己選択制約が有効であり、自らをタイプ  $\theta_2$  の農家と偽ることで  $e-f$  に相当するレントを得ることができ、公的機関による支払額は増加する。なお、タイプ  $\theta_1$  の農家の自己合理性制約は有効でないことから無差別曲線は上方にシフトする。

このケースにおいても、タイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の農家の選択する政策メニューによる便益にトレード・オフが生じる。この場合は、前者の次善解( $X_{1a}, S_{1a}$ )による便益が正で、それが後者の次善解( $X_{2a}, S_{2a}$ )による支払額の増より大きい場合に限って公的機関は社会的便益を得る。

**(4) ケース(iv):  $\lambda_1=0$  のとき、**

$\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4 \neq 0$  で、両方の自己合理性制約、 $S_{1a} = C_1(X_{1a}, \theta_1)$  ((21)式より)、 $S_{2a} = C_2(X_{2a}, \theta_1)$  ((22)式より)が有効である。(17)、(18)式より、 $\lambda_2 - \lambda_3 = \beta$ 、 $-\lambda_2 - \lambda_4 = \beta$  で、それぞれを(15)、(16)式に代入して次善解( $X_{1a}, S_{1a}$ )を求める。

(15)式より、 $-\alpha - C_1'(X_{1a}, \theta_1) + (\lambda_3 + \beta)C_2'(X_{1a}, \theta_1) + \lambda_3 C_1'(X_{1a}, \theta_1) = 0$ 、となり、両辺に  $\beta C_1'(X_{1a}, \theta_1)$  を加えて整理すると、

$$-(1 + \beta)C_1'(X_{1a}, \theta_1) = \alpha - (\lambda_3 + \beta)\{C_1'(X_{1a}, \theta_1) - C_2'(X_{1a}, \theta_1)\} \quad (29)$$

となる。(29)式の右辺において  $C_1'(X_{1a}, \theta_1) - C_2'(X_{1a}, \theta_1) < 0$  であり、同式は

$$-(1 + \beta)C_1'(X_{1a}, \theta_1) > \alpha \quad (30)$$

となる。(30)式と最適解(12)式と比較すると、 $C_1'(X_{1a}, \theta_1) < C_1'(X_{1p}, \theta_1)$  であり、 $X_{1a} < X_{1p}$  となる。したがって、 $X_{1o} > X_{1p} > X_{1a}$  となる。

(16)式より、 $-\alpha - C_2'(X_{2a}, \theta_2) + (\lambda_4 + \beta)C_2'(X_{2a}, \theta_2) + \lambda_4 C_2'(X_{2a}, \theta_2) = 0$ 、となり両辺に  $\beta C_2'(X_{2a}, \theta_2)$  を加えて整理すると、同式は、

$$-(1 + \beta)C_2'(X_{2a}, \theta_2) = \alpha \quad (31)$$

となる。(31)式と最適解(13)を比較すると  $C_2'(X_{2a}, \theta_2) = C_2'(X_{2p}, \theta_2)$  であり、 $X_{2a} = X_{2p}$  となる。したがって、 $X_{2o} > X_{2a} = X_{2p}$  となる。

以上の結果は、次のような政策的な含意を有する(図6参照)。タイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の農家とも自己合理性制約は有効であり、政策へ参加するか、参加しないか、に関して無差別である。一方、タイプ  $\theta_1$  の農家の自己選択制約は有効でなく、タイプ  $\theta_2$  の農家のそれは有効である。タイプ  $\theta_1$  の農家は生産インプットの使用割当量  $X_{1a}$  を  $X_{1p}$  以下に縮小させるが、公的機関による支払額  $S_{1a}$  は増加する。一方、タイプ  $\theta_2$  の農家は、自己合理性制約および自己選択制約とも有効であり、自らをタイプ  $\theta_1$  の農家と偽ることで  $g-h$  に相当するレントを得ることができ、公的機関による支払額は増加する。

このケースにおいても、タイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の農家の選択する政策メニューによる便益にトレ

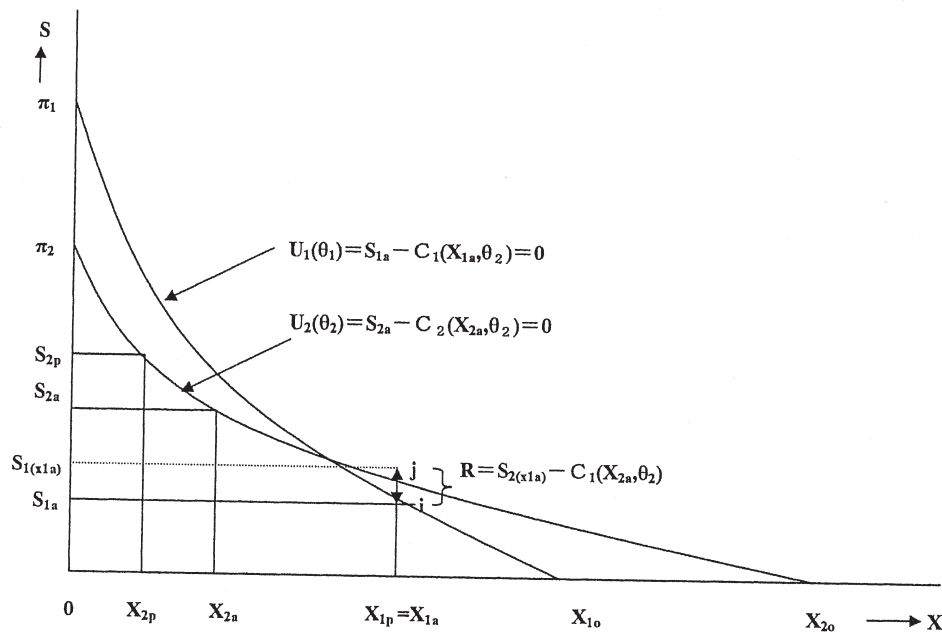


図7 次善解  $\lambda_2=0$  のケース

ード・オフが生じる。すなわち、前者の次善解( $X_{1a}, S_{1a}$ )による便益が正で、それが後者の次善解( $X_{2a}, S_{2a}$ )による支払額の増より大きい場合に限り公的機関は社会的便益を得る。

(5) ケース(v):  $\lambda_2=0$  のとき、

ケース(iv)と同様に分析することができ、次善解( $X_{1a}, S_{1a}$ )として、 $X_{1o} > X_{1a} = X_{1p}$ 、 $X_{2o} > X_{2a} > X_{2p}$ を得る。以上の結果は、次のような政策的な含意を有する(図7参照)。タイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の農家とも自己合理性制約は有効であり、政策へ参加するか、参加しないか、に関して無差別である。一方、タイプ  $\theta_2$  の農家の自己選択制約は有効でなく、タイプ  $\theta_1$  の農家のそれは有効である。タイプ  $\theta_2$  の農家は生産インプットの使用割当量  $X_{2a}$  を  $X_{2p}$  以上に拡大させるが、公的機関による支払額  $S_{1a}$  は減少する。一方、タイプ  $\theta_1$  の農家は、自己合理性制約および自己選択制約とも有効であり、自らをタイプ  $\theta_2$  の農家と偽ることで  $i-j$  に相当するレントを得ることができ、公的機関による支払額は増加する。

このケースにおいても、タイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の農家の選択する政策メニューによる便益にトレード・オフが生じる。すなわち、前者の次善解( $X_{2a}, S_{2a}$ )による便益が正で、それが後者の次善解( $X_{1a}, S_{1a}$ )による支払額の増より大きい場合に限り公的機関は最適な社会的便益を得る。

4. 最適解および次善解の比較と最適政策

表1は、最適解法および次善解法による5つのケースにおける分析結果を比較したものである。以下に、この表を基に各解法による解について、生産インプットの使用割当量およびそれに伴う公的機関による直接支払額に関するエコシステム・サービス機能の保全のための最適政策を求める。ここで、最適な政策の決定の条件として、タイプ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の農家に

対して、①自己合理性制約が有効であり、②自己選択制約は有効でないことが必要である。前者は、農家が政策に参加するか、参加しないか、に関して無差別であることを意味し、後者は、農家が政策に参加した場合、自分に適合した政策を正直に選択することを意味する。

まず、完全情報の下での最適解は、 $X_{1o} > X_{1p} > X_{2p}$  であり、効率的なタイプ  $\theta_1$  の農家は生産インプットの使用割当量を拡大する。また、 $S_{2p} > S_{1p}$  であり、非効率的なタイプ  $\theta_2$  の農家は高い支払額を受け取る。

次に、次善解法による各ケースの解については以下のような結果が得られる。

(1) ケース(i)においては、生産インプットの使用割当量は  $X_{1o} > X_{ip} = X_{ia}$ ,  $i=1,2$ , かつ  $X_{1p} > X_{2p}$  で完全情報の下での最適解と同じである。しかし、この場合、タイプ  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  の農家とも条件①、②のいずれも満足しており、このケースによる解は社会的便益を最大にする。

(2) ケース(ii)においては、タイプ  $\theta_1$  の農家は条件について有効であり、条件①について有効でない。タイプ  $\theta_2$  の農家はこの逆である。タイプ  $\theta_1$  の農家は自分の支払額  $S_{1a}$  を選択するが、タイプ  $\theta_2$  の農家は自分の支払額以外の有利な支払額  $S_{1a}$  を選択するインセンティブが働き、余分なレントを得る可能性がある。また、この場合における生産インプットの使用割当量はそれぞれ、 $X_{1o} > X_{1a} > X_{1p}$ ,  $X_{2o} > X_{2a} = X_{2p}$  である。この結果、タイプ  $\theta_1$  の農家は生産インプットの使用割当量  $X_{1a}$  を拡大し、支払額  $S_{1a}$  を減少させる。したがって、このケースは両農家に対する政策による便益の正負の大きさに依存する。公的機関は、タイプ  $\theta_1$  の農家による正の便益がタイプ  $\theta_2$  の農家の負の便益より大きい場合に限り政策による便益を得る。

(3) ケース(iii)においては、タイプ  $\theta_1$  および  $\theta_2$  の農家と条件①、②との関係はケース(ii)

表 1 : 最適解法および次善解法の各ケースによる政策対比

解法/ケース	自己合理性制約		自己選択制約		$G(X_i, S_i)^{(1)}$		政策の最適性
	農家タイプ		農家タイプ		$X_i$	$S_i$	
	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_1$	$\theta_2$			
最適解法	有効 <sup>(2)</sup>	有効	-	-	$X_{1o} > X_{1p} > X_{2p}$	$S_{1p}, S_{2p}$ ともレント	最適
次善解法 ケース(□) $\lambda_1 = \lambda_4 = 0$	有効	有効	非有効 <sup>(2)</sup>	非有効	$X_{1o} > X_{1a} = X_{1p}$ $X_{2o} > X_{2a} = X_{2p}$	$S_{1a}, S_{2a}$ とも限界コストに一致	最適
$\lambda_2 = \lambda_3 = 0$	有効	非有効	非有効	有効	$X_{1o} > X_{1a} > X_{1p}$ $X_{2o} > X_{2a} = X_{2p}$	$S_{1a} < S_{1p}$ $S_{2a}$ はレント	不確定 <sup>(3)</sup>
ケース(□) $\lambda_2 = \lambda_3 = 0$	非有効	有効	有効	非有効	$X_{1o} > X_{1a} = X_{1p}$ $X_{2o} > X_{2p} > X_{2a}$	$S_{1a}$ はレント $S_{2a} > S_{2p}$	不確定
ケース(iv) $\lambda_1 = 0$	有効	有効	非有効	有効	$X_{1o} > X_{1p} > X_{1a}$ $X_{2o} > X_{2a} = X_{2p}$	$S_{1a} > S_{1p}$ $S_{2a}$ はレント	不確定
ケース(□) $\lambda_2 = 0$	有効	有効	有効	非有効	$X_{1o} > X_{1a} = X_{1p}$ $X_{2o} > X_{2a} > X_{2p}$	$S_{1a}$ はレント $S_{2a} < S_{2p}$	不確定

(注) 1.  $G(X_i, S_i)$  は公的機関による政策メニューで、 $X_i$  は持続的な土地利用の割合、 $S_i$  は直接支払額を表わす。

2. 有効とは binding されていることを意味し、非有効は not-binding であることを意味する。

3. 不確定とは、タイプ  $\theta_1, \theta_2$  農家に対する政策による便益の正・負のトレードオフに依存することを意味する。

と逆である。しかし、この場合、タイプ 01 の農家は余分なレントを得ることができ、またタイプ 02 の農家は、 $X_{2o} > X_{2p} > X_{2a}$  により生産インプットの使用割合量を縮小させて支払額  $S_{2a}$  を増加させる。したがって、このケースも両農家に対する政策による便益の正負の大きさに依存する。公的機関は、ケース(iii)とは逆に、タイプ 02 の農家による正の便益がタイプ 01 の農家の負の便益より大きい場合に限って政策による便益を得る。

(4) ケース(iv)においては、タイプ 01、02 の農家とも条件①について有効であり、タイプ 01 の農家は②について有効でなく、タイプ 02 の農家は②について有効である。このケースはケース(ii)と類似している。異なるのは、タイプ 02 の農家も①が有効であること、生産インプットの使用割当量は、 $X_{1o} > X_{1p} > X_{1a}$ 、 $X_{2o} > X_{2a} = X_{2p}$  であり、タイプ 01 の農家が生産インプットの使用割当量  $X_{1a}$  を縮小し、支払額  $S_{1a}$  を増加させる点である。

(5) ケース(v)もケース(iv)と同様で、かつケース(iii)と類似する。異なるのは、タイプ 01 の農家も①が有効であること、生産インプットの使用割当量は、 $X_{1o} > X_{1a} = X_{1p}$ 、 $X_{2o} > X_{2a} > X_{2p}$  であり、タイプ 02 の農家が生産インプットの使用割当量  $X_{2a}$  を拡大し、支払額  $S_{2a}$  を減少させる点である。

## 5. 結論

本稿においては、エコシステム・サービス機能保全のための土地利用に関する最適な政策設計について、農家と公的機関の間に農家の生産方法や土地利用に関して情報の非対称性が存在する場合を想定して分析した。分析は、メカニズム・デザイン理論によって完全情報による最適解法と情報の非対称性による次善解法の5ケースについて解を求め、それぞれにつき政策設計、すなわち適切な生産インプットの使用による持続的な土地利用とそれに対する直接支払額に関する最適な政策を求めた。分析の結果、次のことが明らかになった。

(1) 先ず、公的機関が農家の生産方法や土地利用に関して十分な情報を有していない場合、最適解による政策は最適ではなく、次善解による最適政策を求める必要がある。

(2) 次善解による最適政策は、農家に対して、自己合理性制約が有効であり、自己選択制約は有効でないことが必要である。言い換えれば、公的機関による最適な政策設計は、農家が生産インプットの使用量の削減に伴う限界コストに相当する直接支払額を設定し、併せて農家が自らの生産方法や土地利用に適合した政策を選択するような制約条件を設定することが必要である。

(3) これらの制約のいずれかを満足しない次善解は、農家の持続的な土地利用の状況に応じて支払額が変化し、また、農家が自分以外の有利な支払額を得る可能性を与える。この点では、公的機関による財政的支出を増加させる可能性があり最適政策となり得ない。すなわち、土地利用に関し効率的な農家とそうでない農家の便益の正・負の大きさは不確定であり、両者の便益の差し引きが正であれば政策による社会的な厚生改善が図られる。

今後の研究課題としては、効率的な農家と非効率的な農家の存在を確率的に表現し分析すること、また、事前のインセンティブの付与によって非効率的な農家のとる行為の変化に関しベイズ確率を用いて分析することが考えられる。

### 注釈

- (1) エコシステム・サービスに関する3つの機能として、①生産的機能（食糧、繊維、燃料、純粋な水、遺伝子資源などの生産）、②調整的機能（気候、疾病、水質浄化、汚染などの調整）、③文化的機能（精神的、宗教的、景観、教育、レクリエーションやエコツーリズム、文化遺産などの文化的機能）がある（WRI [15]）。
- (2) EUは、1992年のCAP改革において農業・環境規則（Regulation 2078/92）を公布し、加盟国が策定する農業・環境プログラムに基づいて、農家が所定の持続的な営農行為を実施する場合に所得の減少を補償する直接支払制度を発足した。この制度は1999年3月に合意された次期CAP改革案（Agenda 2000）において今後一層その制度的および予算的な拡充が図られることになっている（吉永[14]）。
- (3) 本稿における図は Andrew Moxey et.al.[1], pp.9 に準じて作成した。
- (4) エコシステム・サービス機能の供給と維持は土地利用に大きく左右される。言い換えれば、土地の所有権（property rights）の所在とその権利の移転の可能性の問題として捉えることができる（Bromley[3]）。
- (5) ここでの定式化は Andrew Moxey et.al.[1] pp. 6 を参照した。また、伊藤・小佐野[8] 第8章にも詳しい。
- (6) この場合のコストは生産による所得損失を意味する。
- (7) たとえば、Laffont and Tirole[10]、pp.55、伊藤・小佐野[8]、pp. 203-205 を参照。
- (8) 自己合理性制約は参加制約(participation constraints)とも言われる。
- (9) この性質は single-cross property と言われ、情報の非対称性モデルにおいて重要な性質である（Mas-Colell et al. [11], pp.453）。
- (10) 自己選択制約は誘因両立制約(incentive compatibility constraints)とも言われる。
- (11)  $\beta=0$  ならば、目的関数から公的機関による支払額の項は消失する。
- (12)  $C1'(X1, \theta1) < C2'(X2, \theta1)$  であることから、 $C1'(X1p, \theta1) = C2'(X2p, \theta1)$  であるためには  $X1p > X2p$  である。
- (13) もし、 $X1a = X2a$  であれば(3)(4)式において  $S1a \geq S2a$ 、 $S2a \geq S1a$  となり、 $S2a = S1a$  であり両者は同じ政策メニューを受けること（"bunched"）（Chambers[6]）になり最適とならない。したがって、 $X1a \neq X2a$  で少なくともいずれかの自己選択制約が束縛されることが必要である。

### 参考文献

1. Andrew Moxey et.al. *Efficient Contract Design for Agri-environmental Policy*, Paper for the one day Agricultural Economics Society Conference on 'Designing Agri-environmental Policy Mechanism: Theory and Practice', 1997
2. Bolton, P and Dewatripont, P. *Contract Theory*, The MIT Press, 2005
3. Bromley, D. W. *Environment and Economy*, Blackwell, 1991, pp. 41-58
4. Chambers, R.G. *On the Design of Agricultural Policy Mechanisms*, American Journal of Agricultural Economics, 1992, pp. 646-653
5. Chambers, R.G. *Concentrated Objective Functions for Nonlinear Tax Models*, Journal of Public Economics 39, 1989, pp. 365-375
6. Guesnerie, R., and J. Seade. *Nonlinear Pricing in a Finite Economy*, Journal of Public Economics 117, 1982, pp. 157-179
7. 伊藤秀史 『契約の経済理論』、勁草書房、2003
8. 伊藤秀史・小佐野広 『インセンティブ設計の経済学』、勁草書房、2003



9. Kreps, D.M. *A Course in Microeconomics Theory*, Harvester Wheatsheaf, 1990, pp. 661-715
10. Laffont, J.J. and Tirole, J. *The Theory of Incentives in Procurement and Regulation*, The MIT Press, 1993
11. Mas-Colell, A. Whinston, M.D, and Green, J.R, *Microeconomics Theory*, Oxford University Press, 1995, pp. 857-918
12. 清水克俊・堀内昭義 『インセンティブの経済学』、有斐閣、2003
13. Varian, H.R. *Microeconomics Analysis (3rd edition)*, W.W Norton & Company, 1992, pp. 441-471
14. 吉永健治 「農村アメニティと政策インセンティブ」、農総研季報 37, 1998, pp. 23-24
15. World Resources Institute: *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*, 2003

## Optimal Policy Design on Agricultural Land Use for Preserving Ecosystem Service Functions

Kenji YOSHINAGA

**Abstract** : Ecosystem provides significant services for human well-being such as provisioning, functioning and cultural functions. Historically, agriculture and ecosystem have coexisted through better interaction of functions and activities. Intensive farming practice, however, has damaged ecosystem functions reducing the quality levels of those services, consequently which diminished social and economic values for both present and future generations. The policy should be designed to reduce intensive farming practice with usage of production inputs to preserve ecosystem functions. The paper analyzes the optimal policy design under the asymmetric information which exists between government and farmer about the farming practice by applying the mechanism design theory. The paper clarifies the optimal policy design of direct payment to farmer who reduced production inputs by examining six cases – one first-best solution case and five second-best solution cases. It concludes that the individual rationality constraints should be binding while the self-selection constraints should not be binding in the optimal policy of second-best solution for farmer's practice under asymmetric information. In other words, the government is required to arrange the direct payment equivalent to marginal cost required by farmer in reducing production inputs while providing incentive for farmer to select the policy designed for own farming practice.

**Key words** : Ecosystem services, farming practices, asymmetric information, mechanism design theory, individual rationality constraints, self-selection constraints, optimal policy design, binding and non-binding