

環境保全的な農業技術開発に及ぼす環境政策手段の

影響に関する理論と実践

亀山 宏

How the Environmental Policy Instruments affect to Develop
the Environmental Conservative Agricultural Technology ?
Theory and Practice

Hiroshi KAMEYAMA

The effects of the environmental policy instruments are investigated through several practices and theoretical concerned with combining resources (land, water resources), purchased input (fertilizer, pesticide) and products.

As this background, agriculture has come to be recognized with close connection with environment. In Japan it became popular to evaluate the passive use value of agriculture and rural region such as, biodiversity, landscape, recreation, resource conservation, food safety and healthy. These aspect was not paid attention so much.

Recently these types of topics are often studied by multidimensional aspect. Furthermore in terms of evaluation of public beneficial function often studied. Such direction is expected for protecting domestic agriculture by connecting with regional resource conservation, as is usually employed in the european agricultural policy. Comparatively in case of America the negative impact of agriculture production has come to be focussed with the background of consumer who take care much about healthy and safety for food demand.

This paper focusses into the direction of agricultural policy which is required as the solution of environmental pollution caused by agriculture.

Keywords : technology, environmental policy, policy instrument

緒 言

環境と農業との関わりの議論が国際的に高まるにつれて、日本でもその気運が高まりをみせている。日本で、従来、あまり注目されてこなかったことだが、農業・農村地域のもつ環境価値を軸として、生物の多様性の保全、景観、資源保全、レクリエーション機能、食の安全性、健康の問題を取り上げるようになってきた。こうした領域が、日本のなかでも重要視されるべきである。

近年、農業・農村のもつ多面的な機能・役割についての研究が盛んになり、さらに、農林業の公的機能の評価および資源管理手法に関する実証研究が展開してきている。これらは、地域の資源の保全に関わらせて農業をいかに維持するかという国内農業保護・擁護論の新たな方向と位置づけられる。ヨーロッパでの環境保全的農業の推進による域内農業保護の農業政策などにみられる観点である。一方、アメリカでは、消費者による健康で安全な農産物への需要の高まりを背景に、食料安全政策にもとづく国内農業の保護を展開しているなかで、農業がもたらす環境の汚染が問題となってきた。

今後、輸入農産物のウェイトが高まり、農業政策から食糧政策への転換が進むなかで、わが国においても農業のもつ負の外部性（環境の汚染、農業生態系の自然生態系へのインパクト、食品の安全性）への議論が高まり、農業が環境に対して加害者として認識されつつある。

本論文では、環境政策、環境政策手段について、カリフォルニア大学に滞在中に収集し、指導を受けた調査研究のなかから、もっとも体系的、集約的に整理されている論文、そして、萌芽的研究と思われる論文に依拠してコメントを加える。

主に、環境保全的農業のあり方を主要な資源（土地、水資源）、購入投入財（肥料、農薬等）、生産物とを結合させながら検討する。農業による環境汚染問題を直視し、その解決方を環境政策論に求めることで、直接規制方式とともに環境保全的な技術研究開発の必要性、技術の採用のメカニズム、環境政策の枠組みから農業政策のあり方を検討する。

1. 課題と構成

本論文の課題は、農業技術の開発が環境保全的技術として転換されていく過程で、環境政策の各手段が具体的にどのように影響を及ぼすのかを理論的に考察するとともに、実践的な取り組みを紹介することである。

本論文の構成は、第一に、農業の生産性、技術変化と環境政策の政策手段、第二に、農業汚染のコントロール、第三に、農業汚染、生物の多様性などの取り組みのポイントを整理した。主に、農業技術、資源経済学、環境経済学の成果を取り入れている。

農業資源の特徴と資源経済学の発展が示すように、まず、土地経済学は小作、所有、土地価値、農場の規模、そして土壌浸食への政府の役割などについての議論もなされ⁽¹⁾⁽²⁾、1950年代には水や肥料の生産関数分析が農業経済学のなかで盛んになされた⁽³⁾。その後、水に関連したレクリエーションが水質や非市場取引財、また、限られた水量をめぐる農村と都市での利用をめぐるコンフリクトの研究。1970年代には、殺虫剤の生産性や害虫駆除の情報の価値についての研究がなされ、1970年前半になされた環境法制度は、当初は都市での汚染（車、特定発生源の空気や水の汚染）を対象にしたものだったが、殺虫剤や発生源の特定される農業的な汚染水の排出についても連邦の法制度に含まれた。1970年代のアメリカの穀物生産が拡大するにつれて、商業的農業と他との潜在的なコンフリクトに目を向けられるようになった。1980年代の前半、主要穀物について2010年における生産と資源利用の予測がなされ、土壌浸食が農業的汚染の主要なものになり、1977年から2010年の間に倍になると結論されている⁽⁴⁾。その後、食料の安全性と水質に対して国民の需要が高まり、更に、農業生産活動に関連する絶滅の危機にさらされる種、森林消滅、地球の温暖化などが、今日では土壌浸食よりも深刻な問題として取り上げられる。

以下に言及する論文は、次のとおりである。

1. Carlson Gerald A. Zilberman David, and Miranowski John A. (1993). *Agriculture and Environmental Resource Economics*, New York, Oxford : Oxford University Press. (以下、CZMと省称) 第1章.
- 2.1 John M. Antle and Tom McGuckin (1993). *Technological Innovation, Agricultural Productivity, and Environmental Quality*. In CZM 第5章.
- 2.2 Zilberman D. and Marra M. *Agricultural Externalities* (1993). In CZM 第6章. Bromley, Daniel W. (1990). *The ideology of efficiency : Searching for a Theory of Policy Analysis*, *Journal of Environmental Economics and Management* 19 : 86-107.
- 2.3 CZM 第6章, 234-238頁.
- 3.1 CZM 第8章, 359-384頁. Griffin, Ronald C., and Daniel W. Bromley. (1982). *Agricultural*

- Runoff as a Nonpoint Externality : A Theoretical Development, *American Journal of Agricultural Economics*, 64 : 546-552. Peter M. Feather, Joseph Cooper. (1995). Voluntary Incentives for Reducing Agricultural Nonpoint Source Water Pollution, *Agriculture Information Bulletin* 716, USDA ERS, 1-11.
- 3.2 Jerome B., The Economics of Pesticide Use and Regulation. *Science*, 253 : 518-522. Lichtenberg, Erik, and Zilberman D., "The Welfare Economics of Price Supports in U. S. Agriculture," *American Economic Review* 76 (December 1986) : 1135-1141. CZW 第7章.
4. Abler D. G. and Shortle J. S. (1995). Technology as Agricultural Pollution Control Policy. *American Journal of Agricultural Economics*. 77 : 20-32.
5. Underwood A. N. and Caputo R. M. (1996). Environmental and Agricultural Policy Effects on Information Acquisition and Input Choice. Unpublished.
- 6.1 Gardner D. B., Howitt R. E., and Goodman C. (1990). Impacts on California Agriculture of Ban on Rice Straw Burning. Giannini Foundation Information Series No. 90-1, Division of Agriculture and Natural Resources, University of California.
- 6.2 Carey M. (1996). An Economic Analysis of Tradable Pollution Permits : The Case of Sacramento Valley Rice Growers, unpublished.
7. Howitt, Richard E. (1995). How economic incentives for growers can benefit biological diversity, *California Agriculture*, 49-6, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Swanson Timothy M. edit. (1995) *The Economics and Ecology of Biodiversity decline*. Cambridge University Press, Cambridge. Wilson E. O. (1992). *The Diversity of Life*. Harvard University Press.

2. 農業生産性、技術変化と環境政策手段

農業生産の農地、水資源、人体の健康、より大きい自然環境へのインパクトへの関心が高まるなかで、農業的コミュニティでは、より便宜的な測度である農業生産性を超えて、農業プログラムのアセスメントをするようになってきた。こうした革新の過程を示したのが図1である。実線は、技術革新から始まり生産性の変化に終わる便宜的な見方で、破線は、財生産補助金や環境規制などの公共政策が短期と長期の生産決定を変化させて農業生産性と環境の質に影響を及ぼすことを示す。

短期では、農家は既存の技術と資本投資で政策の変化に対応する。ほとんどの農家が効率的に生産している場合、環境の質を維持・改善を図ると生産性を犠牲にしてしまう。生産調整や価格支持などの農産物生産政策が変化すると、農薬の使用を変え、生産性と環境の質の双方に影響しうが、生産政策への影響はさだかではない。

長期の影響は、開発、採用される革新の様々なタイプによって異なるが、生産性と環境の質の両者を改善する機会を高める。明らかに、これらは、

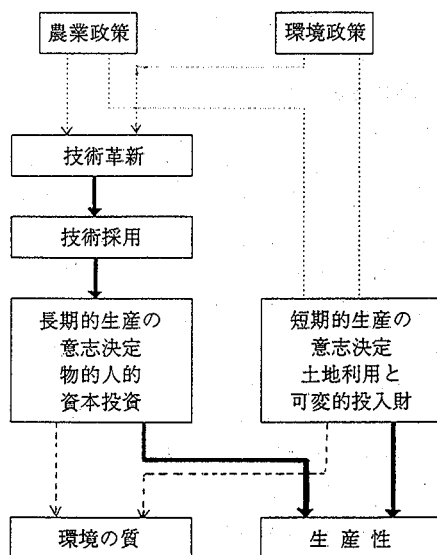


図1 農業、環境政策の生産性と環境の質へのインパクト

農業成長の過程のなかに不可避免的に相互に連携している。

2.1 技術革新と農業生産性

John Hicks (1932) に始まる誘発的革新の理論によれば、革新は生産要素の相対価格の変化の結果により誘発される。企業家は、価格が上昇した生産要素を相対的に安価になった生産要素に代替して生産費を削減して利益を得る。これが企業家を技術革新に駆り立てるのである⁽⁵⁾。

goods (財) と環境的に bads (悪財：公害) が共に生産される場合を考えてみよう。もし、技術的な変化が相対価格によりもたらされるなら、環境規制は、共通的な財である資源を用いたり、汚染を生産する企業にとって費用を増加させる技術に偏向をもたらし、そこで、環境政策は、ある時点で既存の技術によりつくられた外部性のインパクトに関連する静学的次元と、技術変化と資本投資の長期的なインパクトに関連する動学的次元の二つの重要な次元をもつ⁽⁶⁾。

環境規制は総合生産性にインパクトを与え、殺虫剤などの投入財の規制は多くの費用削減的な技術のオプションを減らすため、代替的な技術が利用可能でない限り、生産性を低下させるだろう。また、大規模畜産のフィードロット経営が水の汚染を引き起こしている場合、これを規制して外部性を緩和すると、組織、立地や経営の規模を変更を余儀なくされ生産性を低下させるだろう。

動学的な影響としては、規制によって企業に対して環境的インパクトの制御について資本投資を強要すると、生産性は減少し投資家は他のより高い収益機会へとシフトして、資本投資が減少し、生産性の増加が期待できなくなる。

2.2 農業の外部性

外部性は、ある経済主体の活動が、他者の技術、消費のセットあるいは効用の選好に影響したりする場合に存在する。例えば、農家によって散布された農薬が近くの畜産を汚染して、家畜の治療費用が増加するなどは、穀物生産の農家の行動が動物の生産技術に影響を及ぼすため、技術的外部性とよばれ、負の外部性あるいは外部不経済とも呼ばれる。この議論には、次の三段階がある。ピグーの潜在的な市場の失敗の説明、共通にシェアする資源のサブオプティマル・オーバーユース、仮に取引費用が低ければ財産権の初期の割り当てに無関係に競争と交渉は外部性の問題を解決するというコースの議論、などである。

2.3 環境政策手段

一般に、環境政策という場合、①各種の環境汚染に伴うさまざまな被害（損失）を予防し、②自然環境がもつ各種の恵み（便益）とそれらの重要な基盤となっている自然生態系を適切に保護し、その上で、③人間の社会生活の質的豊かさにおける不可欠な構成要素としての各種のアメニティーを増進させることを通じて、良好な人間環境の保全と管理を目的とする公共政策を指す⁽⁷⁾。

1970年代からの環境政策の発展の流れは、汚染者支払原則による企業の直接規制からはじまり、様々な環境政策手段が提案されてきた。環境汚染の防止や環境保護のためにいくつかの手段がある場合に、それがもたらす効果が同じであれば、一般的には、よりコストの低い手段を用いるべきであり、現実の公害規制法はこのような考慮をしている。日本の環境基本法は、助成などの措置を講ずべきものとし、環境税などの経済的負担をかける方法は、ここ数年、様々な議論がなされている。

ボームル・オーツ税は、税率の試行錯誤により実施することで、ピグー税よりも実行可能性が高い。排出許可証取引制度 (Tradable Permits) は、理論上は総量規制と併用された課徴金と同じ効果をもつ。また、汚染物質が環境で均質に拡散する場合に、本来の効率性を達成できる。この制度の他の手段にない利点は、制度導入の与える分配効果を調整しつつ、効率的な排出量削減を行えるところである。クレジット、バブル、オフセット、ネッティング、バイキングといった手法で構成されている⁽⁸⁾。日本では導入されず依然として直接規制である利用をみると、アメリカで経済的手段

に位置づけられているものが、日本の総量規制の枠組みでは、直接規制の一部として実施されていることが背景となっている⁽⁹⁾。そのほか、環境補助金、デポジット制度などが用いられるが、理論的には経済的なインセンティブをもつ規制のうち現実には課税手段の徴収は実行されない。

2.4 政策手段の選択

Coase (1960) 以降、競争的な経済と適切に定義された所有権と法制度により、外部性の問題が解決される状況について研究が進み、外部性の問題に対処する直接的政府の介入方法についての研究がなされた⁽¹⁰⁾。

Baumol and Oates (1975) は、一般均衡の枠組みを背景にして、外部性の分析を一般化し、ピグー課税を実行する際に生じる諸問題を浮き彫りにして、推進力としての役割を果たした⁽¹¹⁾。まず、外部性問題の最善の策である最適課税をうるために限界的外部費用をどう測るかを検討し、そのかわりに、政策決定者が環境目標をある程度集計して設定し、それらの目標達成のための最小の費用の政策を実行するという次善の解を提案した。例えば、人体の健康にダメージを与える窒素などの農業排水汚染の場合、ピグー課税では、窒素汚染の限界社会的費用にもとづく最適課税を支持する。生命の価値のような測度は最適課税にかかわっているため、窒素を処置するには、集計した地域的目標水準を設定し、この目標達成の費用最小政策をとる。一般的に、このような政策は課税になるが、この課税は必ずしもピグー的な意味での最適ではなく、むしろ次善的な成果をもたらす。異なる潜在的な目標水準に関連する費用を測ることで、政策決定者は、集計された汚染水準と経済的費用とのトレードオフの関係を知り、所与のトレードオフ曲線と自らの選好のもとで目標水準を選べる。彼らが試みたことは、環境経済学のためのより現実的な決定の枠組みを展開することだったが、彼らの枠組みですら、環境制御のための環境政策手段としての課税の利用を求め、政策決定者は依然、政策ツールとして基準を好んだ。

Buchanan and Tullock (1975) によると、たとえ課税と基準が理論的には同じ最適資源配分を実現したとしても、外部性をもつ生産者は基準によるレント（地代）を稼ぐので、基準は課税よりも負担を課すことが頻繁にある。産業が汚染となるものを生産する状況を分析して、総算出を制限する基準はカルテル的な生産のメカニズムのような働きをなす。通常、生産者は数が少なく組織化しやすく、影響を被る消費者よりも規制当局にロビー活動がしやすく、生産者は課税よりは基準を主張するインセンティブをもつ。更に、規制の課程での重要点として、規制当局は、対象となる産業に対して、人々が様々な規制に対応した限界費用についての詳しい知識をもつように情報を提供する。ただし、こうした個人は本来的に、課税よりは直接規制を望むというバイアスをもっている⁽¹²⁾。

情報の利用可能性と施策ツールの選択について、課税と直接規制を比較してみよう。Weitzman (1974) によれば、汚染の外部性に対する課税と直接規制の有効性は、規制する産業の関数の形状に依存する⁽¹³⁾。しかし、政策決定者は、規定する産業の正確な反応関数の形状について確実な情報をもっておらず、規制の成果については不確実であるので、政策を課した時の予測誤差を削減したいと考えている。このように需要が被弾力的な場合や需要よりも限界費用がはっきりしない場合、課税の方が望ましいともいわれる。

外部性を制御するための適切な政策の決定は、課税と基準の比較に限らない。課税や補助などの代替的な貨幣的インセンティブシームなどもある。早い時期には社会的厚生に同じ影響がみられるピグー的な課税と補助の対称的政策が考えられたが、分配面での議論では様々であり後に非対称性の議論のもととなった。Baumol and Oates (1975) によると、あるピグー的な課税と補助のもとでは同じ短期の配分インパクトがあるが、長期のインパクトは異なる。汚染削減のメカニズムとして補助金を利用すると、汚染の削減に関連した利得を求めて新しい汚染源が姿を現すこともある。課税と補助金との非対称性の理由は、リスクとリスク回避である。Just and Antle (1979) によると、

汚染の出来事が不確実なときは（タンカーからの原油流出や偶然の流出など）、汚染者はリスク回避的に行動し、補助金は、課税の場合と比べて汚染が高い結果になりそうだが、リスク中立的な場合（あるいは、汚染の損失に対して完全保険が可能な場合）よりは低い結果になりそうである⁽¹⁴⁾。

少なくとも短期では、確実性のもとでは、課税、補助金と直接規制は外部性の問題について効率的な資源配分を達成しうるが、公正的な成果は異なる。政治経済的な点を見ると、政府は財源とすることができるので、汚染税を好むのに、生産者は望ましい政策として課税か規制よりも補助金を求めることから、直接規制（産業の汚染を規制する基準）は、最もらしい妥協点である。このような基準を課することは、特に、汚染産業が多くて企業間で競争している場合には、だいたいの費用がかかりうる。こうした問題の解は、社会的に最適な水準まで取引可能な排出許可証（transferable pollution permits）を発行するかもしれない。初期の許可証の分配は、規制の前の生産量（あるいは汚染量）に比例し、許可証の価格は最適汚染課税の等しくなるところで均衡し、許可証は生産のなかで確かに効率的に取引される。産業の産出が外部性の源である場合、タバコ産業のように、この分配は取引可能生産量の割当であるために、とくにアピールするだろう。

3. 投入財のコントロールによる汚染のコントロール

3.1 農業による水質汚染

一般に、規制当局の政策担当者は、汚染の規制や汚染の削減のための追加的あるいは代替的なものとして投入財へのコントロール手段を検討している。農業による水質汚染のうち発生源不特定汚染（Nonpoint pollution）からの廃液の測定は困難であり、農業的な流出規制が提案されるときには投入財や管理実践（management practice）を制御する諸手段がよく示される。汚染源によって汚染関数が異なる場合、一律（uniform）の投入手段は最小費用の汚染削減を達成できず、効率的な手段は実施するのが難しいだろう。Helfand and House（1995）は2種類の土壌の上で一律の投入課税と規制に関連する実際の費用を検討し、一律の手段でも、効率的なベースラインと比較して、費用がかかることはなく、課税はより効率的であるが、農家は規制によってより高い収益をあげるという結論を得た。分析した政策手段は、穀物生産において水量と窒素投入を減らすことで20%の汚染削減を達成する異なる方法である。簡略に述べると、(a)各土壌タイプと投入財について別々の投入財課税（社会的最適を達成する解）、(b)生産のための2つの投入財への課税、土壌タイプに無関係な一律な課税、(c)投入財の利用水準の一律の%を巻き返す、(d)水か窒素について土壌に無関係な課税、(e)水か窒素利用を土壌タイプに無関係に一律な規制。(a)は社会的最適な解であるが、比較のためのベンチマークとしてのみの役割をもち、現実には実行不可能である⁽¹⁵⁾。

Helfand（1996）は、投入財課税、補助金、取引可能排出許可証、直接規制についてその有効性と可能性、投入財のコントロールによる汚染のコントロールの可能性を検討し、悲観的な結論を得た。投入財手段により社会的最適制を達成することの行政的困難性と取引費用のために、汚染の源泉を特定できない場合、一般に社会的最適制を達成できず、かえって、注意深くデザインしないと汚染を増加することもありうる。こうした努力の対象となる投入財としては、カーボンやCFCsなどの地球の汚染に影響を及ぼす投入財と同様に、農業における農薬や肥料など或は工業的に用いられる毒物など地域的な影響をもつ投入財などが含まれる⁽¹⁶⁾。

こうした手段のインパクトについてのサブオプティマルな状況とは、本来不確実である。しかし、最適手段——すべての源泉への汚染に影響を及ぼすすべての投入財に別々に課税したり補助金（あるいは品質管理）をつけたりする手段——とは、かなり情報集約的なものでモニターリングや行使の段階で問題をおこしそうである。このため、投入財へのサブオプティマルな手段、とくに汚染源に1対1に対応する手段は使われうる。取引可能な投入財の許可証を用いると、投入財購入者

の間で区別する費用を要しないのでこれに該当する。

こうしたサブオプティマルな手段が導入されると、その社会的費用は諸手段のなかでのある最適なセットよりも高いことが知らされている。掲げた環境目標を達成するための各手段の効果に至っては、さらに確かでない。また、汚染する投入財を削減して汚染が減少することがよく起きる、しかし、この方向は明瞭ではない。第一に、「汚れをもたらす」投入財は目標とする投入財に代替されうる。第二に、ある状況で汚染を増加する投入財も、状況が変われば汚染を削減しうる。そして、全体のインパクトは汚染への相対的影響にかかりケースごとに異なる。源泉ごとに手段が異なるという問題は、企業の生産関数についての情報（そして、どのように企業が投入財の手段に対応しているか）の欠落に起因し、汚染の削減の水準の計測を困難にしており、さらに投入財の規制を行うことは必ずしも必要ではない。

3.2 農薬の経済分析

農薬の使用は、農業の生産性を高めるが環境と健康への影響があり、政府による規制の正当性が議論されている。こうした禁止の経済的インパクトは代替財の利用可能性、供給、貿易条件、開発研究のいかににかかっている。農薬の禁止は、代替財がなければ生産水準を減少し、価格を上昇させ、消費者所得の実質的損失と農業生産者間の所得の再分配をもたらす。ほとんどの場合、食料安全の議論は、標準を設定し殺虫剤を使わない生産物の市場をもうけることで決着するが、労働者の安全や新鮮水などについては直接の規制が必要である。環境目標を実現するためには、正面から殺虫剤を禁止するよりも使用量を課した方がより効果的である。

第二次世界大戦後、過去25年にわたる除草剤、殺虫剤の使用をみると、除草剤の75%はとうもろこし、大豆、綿花に使われ、低耕起の戦略としても用いられる。近年の除草剤の使用減少は、農地の減少と費用の増加による。1980年代の減少は、synthetic pyrethroidsと選択的に殺虫剤を用いる総合防除法（IPM：integrated pest management）の採用による。殺菌剤は70年代、80年代と依然として安定的に使用され、とくに、果樹、野菜に用いられ、品質、貯蔵、収量の増加に効果がある。

殺虫剤の利用は、作物、害虫、場所により異なる。殺虫剤への費用は、カリフォルニアの粗農場生産額の約3%（5億ドル）を占め、費用・収益比率は1%（ぶどう、トマト）～4%（オレンジ）とばらついている。全国の平均に比較してほとんどの作物で低く、IPMを採用している先進地である。散布に際しては作物への残留と二次的な農薬問題を考慮すべきで、害虫の個体群へのモニタリング、生物的防除、耕作面での工夫など化学殺虫剤に全面的に頼らず多元的な防除戦略を奨める。

殺虫剤の生産性は様々な集計レベルについて計量的に推計されてきた。推定結果はばらつきが多いが、便益は費用をはるかに上回り、集計した殺虫剤への1ドル支出を増やすと粗農業産出額を3ドルから6.5ドル増加させる。散布、モニターリング、健康、安全費用などの多くの省略した要因はこの差を説明するかもしれない。政府の機関では、殺虫剤禁止のインパクト評価に費用と収量効果についての実験にもとづく部分的予算アプローチが使われるが、ありうべき価格と土地利用の変化を無視する傾向がある。市場の成果をあらわす供給と需要方程式の体系のなかに、様々な規制がもたらす生産者の供給への影響を推計するために、収量と費用効果を総合的に検討できる方法が必要である。例としては、カリフォルニアのレタスの生産に多く使われている殺虫剤のethyl parathionをキャンセルしたインパクト⁽¹⁷⁾、カリフォルニアの農薬の禁止による作物（アーモンド、ぶどう、レタス、オレンジ、いちご）へのインパクト（生産量、価格の変化、生産者収益、消費者の支出）があげられる。

政策的な意味合いをみてみよう。一律の政策手段で農薬を完全に禁止することは、農薬の削減がもたらす費用の増加の状況を区別しないことになる。多くの場合、部分的な禁止あるいは制限的な

使用を認めることで、完全禁止による環境的健康的便益は保持される。こうした場合、殺虫剤の使用は代替品があまりない場合にのみ認められる。例えば、レタスへのパラチオンの使用が中央海岸の地域の生産者だけに許可されたとすると、合衆国でのパラチオンの年間の使用量は80%以上減少する。完全禁止の場合の経済的費用合計は、春に1,700万ドル、夏に2,300万ドル、秋に700万ドルであるが、部分的な禁止な場合の経済的費用合計は、50万ドルづつ下回る。この部分的パラチオン禁止の価格効果は、全季節にわたって有意ではないのに対して、完全禁止の場合、春に5%、夏に9%の価格増加となる。殺虫剤の料金や課税は、部分的禁止、制限付き利用の場合も同様に影響し、殺虫剤価格を押し上げ、農家は農薬の選択にあたり、費用を節約する代替財を使うようになる。政策目標の達成のために、料金のアップは殺虫剤の均一規制よりも費用がかからないかもしれない。更に、健康のリスクという費用が検討されるとき、もっとも効率的な料金や課税政策とは、リスクの削減という便益の増加が、経済活動の削減という費用の増加に等しくなる政策である。代替的害虫防除策を開発するためのR & Dや技術採用への補助などの資金調達のためには、殺虫剤の使用料金や課税の成果を使うことが推奨される。モニタリングや環境規制の施行の仕組みを設置するために、行政的な挑戦がなされてきた。

4. 農業汚染コントロールとしての技術

近年、農薬を投入による環境へのインパクトについて関心が高まっている。例外もあるが、農業的な汚染への原則な接近方法は、モラルに訴えながら技術的、資金的な援助で補うというものだったが、大まかに言って失敗だった。農家にごくわずかあるいはマイナスの経済的利得を提示する程度の代替案しか農家に提示できず、十分に農薬の投入を減少させることはできなかったのである。現在、「代替」、「低投入」、「グリーン」、「持続可能」、こうした技術が焦点となっている。歴史をみると、アメリカの農業試験研究は肥料、殺虫剤集約的な生産技術に偏向してきた⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾⁽²¹⁾。しかし、1987年以来、LISA (Low Input/Sustainable Agriculture), SARE (Sustainable Agriculture Research and Education), などのプログラムのもとで代替的農業の研究がなされはじめた。政治家は「技術を直す」というアイデアにひかれ、政治的に影響力のあるいずれのグループに対しても過度の負担とならないように研究がなされた。新しい技術が汚染制御政策として長期的に実行可能かどうかは、環境の質が実際に改善されるかにかかっている。ごくまれな例としては、Abler and Shortle (1991)のように、Darwinが新しい生産物や実践が市場レベルに及ぼすインパクトについて検討している。

投入要素として肥料と農薬を減少するようにデザインした技術が市場レベルでどのようなインパクトを受けるだろうか。単純な二要素モデル、さらにアメリカのトウモロコシ市場のシミュレーションモデルで分析すると、インパクトは産出物需要の弾力性と投入財の代替の弾力性に依存し、農業的化学製品の利用を減少する新しい技術のポテンシャルは限定的である⁽²²⁾。資本を増やす、あるいは土地を増やす革新は、かえって農薬の利用を増加させる。革新は、生産物の需要がかなりの程度に非弾力的でない限り環境保全政策としては有効ではなさそうである⁽²³⁾⁽²⁴⁾。農業技術政策には、投入財節約の研究だけではすまされず、農業のもつ負の外部性を引き出す汚染制御技術もまた検討する必要がある。よりグリーンな農業の育成のための議論がなされようが、あくまで農業による汚染問題の一つの解にすぎない。

5. 環境・農業政策の情報獲得と投入財選択への影響

生産者に殺虫剤を減らすような適確なインセンティブを供給することは潜在的に長期的な便益を生ずる。この外部性としては地下水、地表水の汚染、農場労働者の労働条件の悪化、人体への健康

への潜在的なリスクなどを含み、農業において農業集約的でない生産技術を採用することは社会全体として better-off になりうるという見解に基づく研究が多くなされている。新聞でも殺虫剤と胸部ガンを関連づけて、連邦政府の殺虫剤の基準は子供の健康リスクを過小に見積もっていると報じている。

また、生産に殺虫剤を用いると将来にわたって高水準の残留という外部性をもたらす。残留は共有財の問題であり、生産者個人には殺虫剤残留の水準を低げる努力をするインセンティブはないといつてよい。カリフォルニアのインペリアル・バレイではアメリカのなかでも最高の収量を達成していたが、1980年代に急激に生産が減少した。こうしたシフトは、殺虫剤の残留がもはや実行可能なオプションではないことを物語っており、IPM の利用可能性や生産者による集約的な努力にもかかわらずおきている。短期的には、農業粗放的な方法で投資するよりも、殺虫剤を継続的に利用する新しい方法の方がより高い報酬を実現する。

汚染コントロール規制の目的は、汚染（の原因となる）投入財を環境によい投入財に代替して、社会的に許容できる水準まで汚染を削減することである。現行の殺虫剤規制の方法としては、農場労働者を守るために重大な健康問題の原因となってきた殺虫剤をいったん禁止することも含めて、ラベルに使用期限を表示しているが、殺虫剤に代替的な投入財を採用する経済的なインセンティブはない。課税は、殺虫剤使用の費用に内部化されて費用を高め、この技術を採用することを奨励することにはなりうる。汚染問題が、任意の農業散布による汚染の程度を判定することは費用がかかるため、農業にとって汚染の源が特定できない（nonpoint source）問題であり、一律の農業規制は非効率であることが指摘されている⁽²⁵⁾。

定常状態（steady state）の比較静学的分析の結果、現行の農家プログラムは農業や代替的投入財の使用、あるいは面積の制約がない場合には知識の蓄積に何ら影響を与えないまま、農家プログラムは生産者の厚生に影響する。面積に制約がある場合、結果は、代替的投入財と情報のストックに関する殺虫効果の関数規模に関して一定の仮定にかかっている。もし、規模に関して逓減的ならば、最大支払い面積（maximum payment acres）、このうちの「プログラムの作物の作付割合」、「不足払いを受取る割合」が増加すると、ローカルなサドルポイントのもとで新しい定常状態における農業の使用は増加し、農家プログラムのパラメータと農業課税との間の負の関連となる。これとは反対に、もし、定常状態がある次元で安定的ならば、正の関連をもつ結果となる。農家プログラムが農業の利用についてもっているインパクトは、定常状態の地域的な安定性のタイプによって異なる。

残留レベルの増加に対する最適対応は、農業利用を減らし、より多くの情報を蓄え、より多くの代替的投入財を利用することである。情報は公共財であるので、情報を蓄積する費用を補助すれば、農業の使用に伴う負の外部性を使わず、環境によい投入財をより使うようになる。殺虫剤への課税に加えて、代替投入財についての研究開発の費用を補助すれば、利用できる情報を増やし、効率的に情報の蓄積の費用をを補助できる。

6. 農業残留物処理と排出許可市場

6.1 稲わらの処理方法と収益性の比較

稲わらの扱いについては、カリフォルニア州の稲作の90%以上を生産するサクラメント・バレイで懸案となってきた。秋の収穫の時期には、大気中の煙が健康に被害をもたらしたり弁護する声もあるが、ほとんどすべての住民から厄介者と考えられてきた結果、農業での焼却に厳重な規制を課すことになった。

わら処理方法としては、焼却が、家畜の飼料、圃場への敷き込み等と比べて最も費用がかからない方法である。次に考えられるすき込みは特に茎や根の病気の原因ともなり、米の収量を5～8%

ほど減少させ生産費用を増加させるなど、焼却の禁止への見込みは稲作生産者にとって悩みの種であり、種々の要因が複雑に多岐にわたって稲作の収益性に影響しており、ひいては稲作産業の生存能力を脅かしかねない。

Gardner, Howitt and Goodmanでは、CARM (California Agricultural Resources Model) を用いて、処理方法を変えた場合の様々な経済性への影響について分析している。これは、生産物の価格、投入要素費用、政策、資源制約、収益性、主要作物生産の変化がもたらす州内の地域的なインパクトについて検討する数理計画モデルである。この結果をみると、主要な地域において生産者にとってコスト高になり、仮に、作物のローテーションを調整しなければ、土地と経営管理への収益は20%ほど削減されるが、ローテーションを変更すれば、生産コストは3分の1減らして収益の落ち込みは10%に留まり、市場条件を一定とすれば消費者へのインパクトは低めに留まるとしている。

更に、この研究は、次の、環境政策手段の運営に係わる排出許可証市場 (TP: Tradable Permit) の研究として、次のような Carey and Howittに引き続けられている。

6.2 排出許可証市場の経済分析

カリフォルニア州の稲作面積の9割、年間12万トンの稲わらが焼却される。この焼却に関連して、サクラメントバレイでは9つの郡別に大気汚染管理区が設けられ、Sacramento Valley Basinwide Air Pollution Control Council (BCC) がこの上に設置されている。バレイの稲作農家は年間の許可証を地域の管理区から購入しなくてはならない。この許可証の料金は地域により異なるが、一般に、エーカー単位で決定されており、他の代替的な処分方法よりはごくわずかな金額である。1992年にはじまった A.B. 1378の条例では、管理区ごとに許可証を発行し、8年間にわたって、毎年10%づつ削減する計画である。2000年以降は、郡の農業行政官が焼却を作物の病気削減の唯一の方法として決定すれば、総面積が125,000エーカーをこえない範囲で、生産者は、面積の25%を上限に条件付きの焼却許可証を受入れる。

この条例は、BCC の技術的補佐のもとで California Air Resources Board (CARB), California Department of Food and Agriculture (CDFA) により、段階的に施行されるが、この規制は、ほとんどの生産者にとって生産費用を増加させることになり、生産者間での焼却許可証の取引が重要な関心事となっている。この取引は、1) 焼却のタイミングの変更のための郡を超えた取引、2) 郡間や郡内の年間焼却権の売買、3) 地域内大気汚染削減として生産者から地方産業への焼却権の売却などである。様々なグループで行われている取引日、焼却権の数量などのデータを管理区ごとにデータベース化している。取引価格はエーカーあたり15から30ドルの幅と推定されている。

許可証の取引というアイデアは、鋤(すき)込み費用が様々な異なる生産者の間で行われ、完全競争ならば、追加的な許可証の価格は、限界において焼却と次の安価な処理代替方法とのエーカー当たりの価格の差を反映する。排出削減のクレジットシステムはまだ始まったばかりなので、焼却権取引の二つのタイプに焦点を合わせる。条例 A.B. 1378では、焼却のタイミングは規定されていないが、重要な点である。当初、A.B. 1378では、郡内の売買だけが認められていて、さらに、1994年10月に生産者の困苦を減らすためにBCCは緊急案として郡を超えた売買を許可した。

所与の排出水準を達成する費用の削減をしうるものとして、取引引き可能許可証を経済学的に農業について検討した例は少ない。この研究は、次の二点について検討している。第一に、排出許可市場の特徴、第二に、プラスの環境的便益(野生生物の生息地)と私的財(米)との結合生産を促進し、同時にマイナスの外部性(大気汚染)を削減する鋤込み技術を採用することも潜在的に可能である。技術の特徴としては、図2のように、エーカー当たりの焼却費用は相対的に固定的であり、一方、鋤込み費用は、土壌適性のばらつきや労働の必要時間、鋤込み用の機械、作物の病気の増加などから逡増が見込まれる。

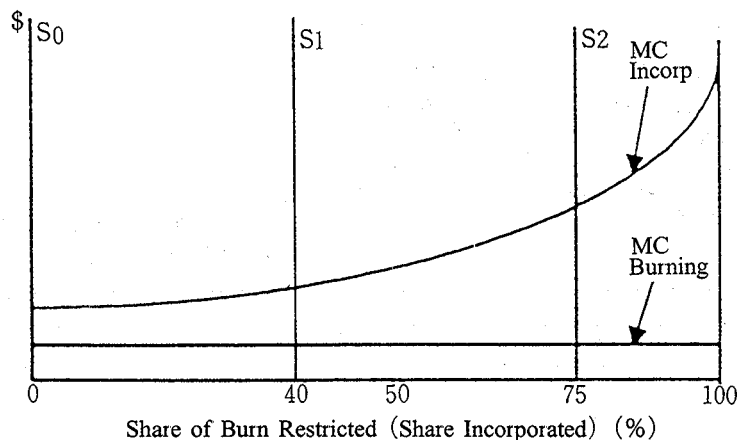


図2 焼却制約による費用の増加：予想される関係

次に、継続的な取引きをとおして節減しうる（個々人、合計）の潜在的な費用、郡段階の焼却許可証市場の実証的推進を行っている。

図3は、生産者AとBとの許可証取引きのモデルである。両生産者とも焼却のための固定的な限界費用に直面しているが、焼却を削減し鋤込みを増すにつれて、彼らの鋤込みのための相対的な費用は上がってくる。右上がりのカーブは各生産者の鋤込みの限界費用を示し、生産者Aがより費用がかかるのは、土壌のタイプ、情報へのアクセスなどの要因による。配分可能な率 R において生産者Aは稲わら焼却の限界費用は P_p よりも高い。生産者Aはより高い鋤込み費用に直面するために、生産者Bから鋤込みの限界費用が等しくなるまで許可証を購入するインセンティブをもつ。生産者Bは鋤込みの費用がより低いので、わらをより多く鋤込み、生産者Aに許可証を売るインセンティブをもつ。右の図では、許可証の価格 P_p において、BはAに許可証を供給し、また他の生産者へも同様である。さらにまた、各生産者は、鋤込みの費用が最も高くなる面積を焼却することを選択する。取引きの利益の合計はAの費用の節減とBの許可証を売った収益からなる斜線の三角形で示され、これをバレーの全生産者について総和すると、許可証システムによる費用の節減額の合計になる。こうした枠組みは、持続的な稲作を推進するために、どれほど許可証取引きのポテンシャルがあるかの測度を導くために用いられる。この簡易な排出許可証取引きモデルでは、総稲作面積は N 戸の農家まで分けられ、 i 農家の面積は R_i で短期的には固定すると仮定する。総面積は焼却か鋤込みのいずれかでおこなうが、生産者は総作付面積の $b\%$ を超えない範囲で相互に焼却許可証を取引きすることもありうる。焼却費用は固定的であるが、鋤込み費用は通増的で一般的にはゼロにもなりうる。許可証の市場価格は内生的に決定され、短期には固定している。こうして、制約条件つき最小問題を設定する。 i 番目の生産者の費用合計の最小化問題を解いて、各生産者は焼却許可証の最適数量をうる。費用合計は鋤込み費用と焼却費用を含む。実際の焼却過程は単純化して費用なしと仮定し、各生産者の焼却費用は、焼却許可価格 $P_s \times$ 生産者が売買に選んだ許可証の数量（面積）からなる。また、次の3つを制約式とする。第一に、生産者は規制された面積に対して稲わらを鋤込みか追加的に獲得した適切な数量の焼却許可証を通して処理する。第二に、生産者は配分された許可証だけ売ることができる。第三は市場一掃条件。最後は取引きされる許可証の数量が正か負かは生産者が許可証を売るか買うかにかかる。鋤込み面積は非負である。均衡解の必要条件は、鋤込みの限界費用が全農家への焼却許可証の市場価格に等しいことで、取引きされる許可証

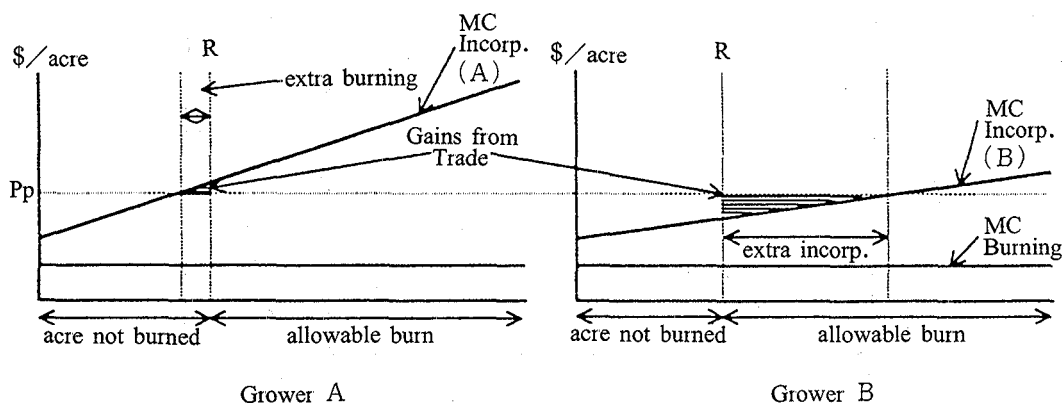


図3 麦わら焼却の許可証取引による利益

の総和はゼロである。更に、必要条件（目的関数の凸性、制約条件の準凸性）が満たされれば解となる。

比較静学の特性をみると、許可証の購入者の場合、焼却可能面積の比率が増えると売却数量が減少し、同様に、他の条件をそのままに農場の規模が増加すれば、購入される許可証の数量は減少する。もちろん、価格が上がれば需要される許可証の数量は減少する。こうして、許可証の取引市場が成立するのである。

7. 生物多様性と経済的インセンティブ

7.1 自然生態系と農業システム

多様性は、農業発展の初期の段階における経済的圧力と技術革新の不可避的な成果であるが、農業発展は経済的インセンティブによって生物多様性を最小化する方向に向けられているという研究がなされている。カリフォルニアでは農業の発展にともなって生物多様性⁽²⁶⁾は増加してその重要性が認識されるようになった。GIS (Geographic Information System) データを活用し、農業の生産性の向上と生物多様性のトレードオフ関係をもとに水資源、農業の総合的管理のあり方について、エントロピー最大化の概念をキーに経済学的な研究が始められている⁽²⁷⁾。

今日の農業システムは、人口の増加の力、経済的インセンティブと技術的潜在力の展開によりもたらされた。多くの地域に見られる地下水資源の開発は、農村の電化、穀物価格の安定化政策、ポンプ技術の改良などが結合した影響によりもたらされた。自然のエコシステムにおける生物多様性は種間にみられるトレードオフによる自然淘汰圧力の成果である⁽²⁸⁾。

限られた資源のベースのもとで、ある資源と他の資源との成果のトレード水準という概念は、生態や経済システムでは通例のものである。人間社会が自然の生態系を農業的生態系に変えるときには、自然淘汰ではなく技術や経済的圧力にベースをおいた系統的な選択により淘汰している。人類にとって有用な動植物の種のみを選抜したことで、生態系における故意のバイアスをもたらし、この影響で自然のコミュニティーにあって生物多様性を減少させてきた。系統的な選択よりも自然淘汰の場合の方が、突然変異と他の生態系からの採用のために多様性のレベルが高い。

システムのエントロピーをもって、システムの生物多様性の確率的測度を示すことを考えよう。

高エントロピーはシステムの中の拡散の程度が大きいことを示す。アーモンドの木の間にも類を間作すると単独で栽培するよりも高エントロピーをもつ。Shannon によれば、エントロピーの水準がシステムの中の情報水準の測度にもなり、低エントロピーシステムは多くの情報をもっている。情報が追加されることによりもたらされる選抜圧力を課すと、ダーウィン流の選抜圧力のもとよりも系統的な選抜のもとのエントロピー、自然のシステムの多様性を減少させる。

7.2 農業生態系と生物多様性

農業生産と生物多様性とのトレードオフは実に興味深く、この点が本研究の基本的な知見の出発点となる。土壌が肥沃になって農業の適地になるほど自然の生物多様性は低くなる^{(29) (30)}。ほとんどの肥沃な地域では、当初、面積当たりの生産が生物多様性に比べて相対的に高く、生産性と生物多様性のトレードオフは小さいが、農業が、エコシステムの中でより肥沃でない地域、つまりより生物多様性の高い地域に拡大するにつれてこのトレードオフが高まる。逆説的ではあるが、世界の中でも気候の温和なゾーンにある先進諸国の農業によって途上国の都市の住民を養うことが、地球上の生物多様性を保持するための費用を最小化するということになる。この両者の最適なバランスは価値のトレードオフに依存する。

灌漑農業による資源の利用は、産業をダウンサイズせずにダウンサイズできるだろうか。次のような政策を実施することを考えてみよう。カリフォルニアの果物、ナッツ、野菜穀物の市場が成長して灌漑した穀物産業にとってかわることができよう。しかし、市場の好みを変化させる政策がないので、生物多様性に標準をつくっても調整に時間がかかる。このように、農業産業にとっての生物多様性の改善の費用は、資源ベースにおける変化の絶対的度合いより、変化の速さと予測に依存する。関連する技術と資本を所与にして、急速に変化させると穏やかに計画した場合よりも費用を要する。

資源利用と穀物生産の再配分が基本であるが、中央での農業生産計画が成功した事例はまれであり、中央の意志決定、計画者が穀物や地域を指定使用とする衝動には抵抗すべきである。現実的な接近方法は、農家の知識を活用して産業へのインパクトを最小にする経済的なインセンティブをもたせることである。効率的な再配分によって、農家が水資源を売買することを認めれば、生息環境のある地域から類似の所へ移して、生物種の生息環境の必要条件を緩和することで達成できる。

農業生態系の自然の生物多様性への影響を規制する最近の例としては、環境的価値のある資源保全のために河川から取水することを認めた修正セントラルバレイ・プロジェクト法がある。当該地域は水があれば高収益の作物を育てるため、この水の再配分に要する社会的費用は経済的インセンティブや諸制度を変えることで著しく削減することができる。水を自由に売買できるような農業地域では、実質的に水削減の費用は半分にもなりうる。水市場システムがあれば自発的に水の使用量を削減できるのである。

灌漑農業の生物多様性への影響を削減する技術はすでに利用可能であり、農家は新しい技術よりも、課税などで水利用の費用がかかるようになったり、意志決定者が資源の価値を増加したりしている。むしろ、現在知られている技術を採用するための資金的なインセンティブを必要としている。水の費用が増加してきた灌漑会社もあるが、長期契約やもう40年以上も前に水利権を確定し、水が豊富で水利用を潜在的に削減できる地域では、費用は増加しない。市場の設立が容易で灌漑会社が確実に水を販売するところで水市場を設立すると、より効率的で高価な資源管理方法を採用することになる。

作物と野生生物の生息環境の結合生産は、生物多様性の減少をくい止め、種によっては生息環境を緩和するのに役立つ。この生息環境は独自のエコシステムを再生するがなくても、生物多様性は種レベルや遺伝子レベルでは増加する。灌漑農業は、多数の鳥類の個体群等をふくむ野生生物に有

益な影響を及ぼしてきた。サンフォウキン・バレイのある緑地灌漑区では、灌漑区のもつ水利権の一部や周囲の灌漑区からの反復水を利用して、農業地域に隣接する湿地の生息環境を拡大している。また、農業生態系の生物多様性を増やしている農業の生産活動は畜産の放牧地でもみられ、生物多様性のロスは過放牧のみならず、過少な放牧でも牧場のタイプによってもたらされる。

灌漑農業の資源開発の段階にあって、150年にわたるカリフォルニア農業の発展の過程で、生物多様性のロスは不可避免的な結果であったが、今日、これ以上の生物多様性の減少は社会的、経済的に費用がかかりすぎるとみられるようになり、資源をより効果的に利用できるような技術の開発・利用をより集約的に行う段階に至っている。カリフォルニアの灌漑農業産業は限られた自然資源を用いて生物多様性のロスを最小にする限り、経済的にも生産量も成長することはできよう。農業的、都市的生態系による現存する自然の生態系への侵入を直接規制することも必要だが、生物多様性の管理するうえで、次の経済的概念が役立つ。(1)農業への代替的な規制費用の賦課、(2)規制を履行する費用の最小化、(3)所与の生物多様性の水準を農業生態系の中に維持する長期的社会的な便益の評価、(4)生物多様性の増進政策が遅れたときに生じる費用と便益の推定、という概念である。現行の種ベースの規制システムと比べ、生物多様性増進の価値を反映するための経済的インセンティブやペナルティーを用いると、種間のトレードオフに基づいており自然淘汰圧力に、より近づく。

過去15年の記録とカリフォルニア農業のさまざまな見通しをもとに、灌漑による穀物生産のあり方を生物多様性のためにも調整していくことは、不可能なことではない。そのためには、次の二つのタイプの情報、つまり、第1に、生産に体化された産業の中の意志決定者のマーケティング知識、第2に、管理情報を応用するための効果的な方法として、生物多様性保全の見通しと経済的価値を高める技術情報、これらを私的・公的研究機関が供給する必要がある。

8. 結 語

環境政策の展開をみると、直接的な規制が非効率であり、いわゆる経済的な政策手段を導入して、生産活動水準の制御に関する研究、さらに、代替的技術の研究開発、その技術の採用を促進する政策手段の研究へと展開してきた。今後は、経済主体が環境により技術を採用し、環境に負荷の少ない産業への自主的に転換するインセンティブメカニズムを設け、さらに、これらの成果をチェックするモニターリングの技術が重要となる。

残された課題として、環境社会学の分野の成果の整理である。放射性廃棄物、地球環境問題、リサイクル等には多いが、農業環境問題に関連する文献をうることができなかった。詳細は、次稿に譲る。環境社会学は、現状分析として、環境問題の発生・顕在化から問題解決にいたる過程で、当該地域の社会構造、社機組織の機能、被害構造の変動過程などの一連の実証的分析を行う。他方、こうした積み重ねのなかで新しい視点を取り入れ、従来の地域社会の分析枠組みを超える新しい理論で現状分析を進めその理論の妥当性を検証する。日本ではまだ新しく飯島伸子⁽³¹⁾、米国では、Humphrey and Buttel⁽³²⁾、Mehta and Ouellet⁽³³⁾が教科書として用いられている。日本では近年、学会誌が刊行された。パークレイ校では、Fortmann⁽³⁴⁾ (35) (36)が農村の居住者による共有財の管理について森林環境主義との関わり、Michael O'Haraが公的な草の根の活動に関連して研究している。

今後、住民運動を通じて、地域環境をひとつのまとまりをもつものとして保全、改善するための草の根の活動を組織していくための技術についての研究の蓄積が重要である。

謝 辞

本研究は、平成7年度文部省海外 COE 研究者派遣事業により米国カリフォルニア大学ディヴィス校に訪問研究員として滞在して調査研究した成果の一部である。スポンサーの Warren E. Johnston 教授には格別のご配慮を賜った。バークレイ校の Zillberman 教授には夏の Summer Series の折りに全体の枠組みについてコメントをいただいた。各節は、各著者の許可をえて要約したものである。それぞれ、御指導いただいた方々に記して感謝する。

引 用 文 献

- 1) Ciriacy-Wantrup (1952). Resource Conservation. Berkley, CA : University of California Press.
- 2) Ely, R. I. and Wehrwein G. S. (1940). *Land Economics*. New York : Macmillan and Co.
- 3) Heady, E. O. (1952). Economics of Agricultural Production and Resource Use. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- 4) Crosson, P. R. and Brubaker S. (1982). Resource and Environmental Effects of U.S. Agriculture. Washington, D.C. : Resource for the future.
- 5) 速水裕次郎『開発経済学』, 14頁, 創文社, 1995年.
- 6) McCain, R. A. (1978). Endogenous Bias in Technical Progress and Environmental Policy. *American Economic Review* 68 : 538-546.
- 7) Jean-Philippe Barde. (1995). Environmental policy and policy instruments. In Folmer H., Landis Gabel H. L., and Opschoor H. (edit) Principles of Environmental and Resource Economics, Edward Elgar Publishing Company.
- 8) 市原あかね『環境保全のための経済政策』『環境と人間の経済学』, 124頁, ミネルヴァ書房, 1996年.
- 9) 植田和弘「環境政策の目標・手段・主体」, 『環境政策と経済手段』『環境経済学』岩波書店, 1996年.
- 10) Coase R. H. (1960). The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics* 3 : 1-44.
- 11) Baumol W. J. and Oates. W. E. (1975). The Theory of Environmental Policy. Englewood Cliffs, NJ : PrenticeHall.
- 12) Buchanan, J. M and Tullock G. (1975). Polluters' Profits and Political Response : Direct Controls Versus Taxes. *American Economic Review* 65 : 139-147.
- 13) Weitzman, M. L. (1974). Price vs. Quantities. *Rev. of Economic Studies* 41, 477-491.
- 14) Just, R. and Antle J. (1979). Asymmetry of Taxes and Subsidies in Regulating Stochastic Mishap. *Quarterly Journal of Economics* XCIII (1) : 139-148.
- 15) Helfand, G. E., and House B. W. (1995). Regulating Nonpoint Source Pollution under Heterogeneous Conditions. *American Journal of Agricultural Economics* 77 : 1024-1032.
- 16) Helfand, G. E., (1996). Controlling Inputs to Control Pollution, paper resented at the annual meetings of the American Social Science Association, San Francisco California.
- 17) Paker D.D., Zilberman D., and Lichtenberg E. (1990). Equity and Economic Effects of Pesticide Use Restrictions. In Ziberman D. and Siebert J. B. (edit). Economics perspectives on Pesticide Use in California, Department of Agricultural and Resource Economics University of California, Berkeley, 132-147.
- 18) 立川雅司『米国における持続的農業——近年の研究動向——』, 中国農業試験場研究資料, 第23号, 1995年.
- 19) Huffman, W. E. (1989). Supply and Demand Functions for Multiproduct U. S. Cash Grain Farms : Biases Caused by Research and Other Policies. *Amer. J. Agr. Econ.*, 71, 761-73.
- 20) Huffman, W. E. (1995). Labor Markets, Human Capital, and the Human Agent's Share of Production. In Antle J. M. and Sumner, A. D. (edit). Essays on Agricultural Policy in Honor of D. Gale Johnson. Chicago : University of Chicago Press.
- 21) Antle, J. M. (1984). The Structure of U. S. Agricultural Technology, 1910-78. *American Journal of Agricultural Economy*. 66, 414-21.
- 22) Abler, D. G. and Shortle J. S. (1995). Technology as an Agricultural Pollution Control Policy. *American Journal of Agricultural Economic*. 77 : 20-32.
- 23) Abler, D. G. and Shortle J. S. (1992). Environmental and Farm Commodity Policy Linkages in the US and the EC. *European. Review of Agriwltral Economics* 19 : 197-217.

- 24) Abler, D. G. and Shortle J. S. (1991). Innovation and Environmental Quality : The Case of EC and US Agriculture. In Dietz F. J., E. van der Ploeg, and J van der Straaten. (edit). *Environmental Policy and the Economy*. Amsterdam : North-Holland.
- 25) Segerson K. (1988). Uncertainty and Incentives for Nonpoint Pollution Control. *Journal of Environmental Economics and Management*. 15 : 87-98.
- 26) Pilasky S., Jaspin M., Szentandrasei S., Bergeron N., and Berrens R. (1996). Bibliography on the Conservation of Biological Diversity : Biological Ecological Ecological, Economics, and Policy Issues, unpublished.
- 27) Paris Q. and Howitt R. E. (1996). The Analysis of III. Posed Problems in Production Economics. Presented paper at annual meeting of the American Agricultural Economics Association, San Antonio, Texas.
- 28) Weitzman, M (1992). On diversity. *Quarterly Journal of Economics*, 2(107) : 363-405.
- 29) Huston M. (1993). Biological Diversity, Soils, and Economics. *Science*. 262.
- 30) Huston M. (1994). letters in *Science*. 265.
- 31) 飯島伸子『環境社会学』有斐閣, 1993年.
- 32) Humphrey, C. R. and Buttle F. H. (1982). *Environment, Energy and Society*. (満田久義・寺田良一ほか訳『環境・エネルギー・社会』ミネルヴァ, 1991年.)
- 33) Mehta and Ouellet (1995). *Environmental Sociology Theory and Practice*, Captus Press, York University, Canada.
- 34) Fortmann, L. (1988). Predicting Natural Resource Micro-protest, *Rural Sociology* 53 : 357-367.
- 35) Fortmann, L. (1990). New Voices, Old Beliefs : Forest Environmentalism among New and Longstanding Rural Residents, *Rural Sociology* 55 : 214-232.
- 36) Fortmann, L. (1995). Talking Claims : Discursive Strategies in Contesting Property, *World Development* 23 : 1053-1063.

(1997年11月28日受理)