

開発途上国における農林業プロジェクトの 環境経済評価手法と事例

開発途上国における農林業プロジェクトの環境経済評価手法と事例



平成17年3月 独立行政法人 国際協力機構 国際協力総合研修所

平成17年3月

独立行政法人国際協力機構
国際協力総合研修所

総研
JR
04-55

開発途上国における農林業プロジェクトの 環境経済評価手法と事例

長谷川 弘

三谷 和臣

岡野 千裕

広島修道大学人間環境学部

平成17年3月

独立行政法人国際協力機構
国際協力総合研修所

本報告書は、平成 16 年度独立行政法人国際協力機構客員研究員に委嘱した研究成果をとりまとめたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言などは必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

なお、本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可無く転載できません。

発行：独立行政法人国際協力機構 国際協力総合研修所 調査研究グループ

〒162-8433 東京都新宿区市谷本村町 10-5

FAX：03-3269-2185

E-mail: iictae@jica.go.jp

目 次

用語集

要 約	i
1. はじめに	1
1 - 1 研究の背景	1
1 - 1 - 1 開発と環境	1
1 - 1 - 2 環境と経済	2
1 - 1 - 3 開発調査における環境経済評価の重視	3
1 - 2 研究の目的	4
1 - 2 - 1 環境の経済評価手法の把握	4
1 - 2 - 2 農林業プロジェクトの環境経済評価事例の分析	5
2. 環境の経済評価手法	7
2 - 1 環境の経済評価の意義	7
2 - 1 - 1 環境経済学での位置づけ	7
2 - 1 - 2 環境経済評価が注目された背景	7
2 - 1 - 3 環境経済評価の必要性	8
2 - 1 - 4 環境経済評価の役割	9
2 - 2 環境財・サービスへの支払意志額と消費者余剰	11
2 - 3 環境の経済評価手法の分類	13
2 - 4 環境の経済的評価を行うためのさまざまな手法	17
2 - 4 - 1 容易に適用できる手法（市場価格法）.....	18
2 - 4 - 2 データの程度により適用できる手法（潜在価格法）.....	21
2 - 4 - 3 より多くの調査を要する手法（サーベイ法）.....	26
2 - 5 環境財・サービスを対象とする経済評価手法の比較	32
3. 環境経済評価の課題への対応	36
3 - 1 所得分配	36
3 - 2 世代間の公平：環境に配慮した割引計算	37
3 - 2 - 1 一般の経済評価に用いられる割引率	38
3 - 2 - 2 環境にやさしい割引率	38
3 - 2 - 3 環境にやさしい割引計算や経済評価基準	40
3 - 3 評価結果の不確実性	41
3 - 4 環境的影響の不可逆性	42

3 - 5	人命の価値	43
3 - 6	サーベイ法調査での各種偏向	43
4 .	開発途上国における農林業プロジェクトの環境経済評価事例	45
4 - 1	対象地域・プロジェクト	45
4 - 2	対象環境項目	45
4 - 3	開発途上国における農林業の実情	47
4 - 3 - 1	農業の大規模化	48
4 - 3 - 2	山地熱帯林への低地農民の移動	48
4 - 3 - 3	山地熱帯林における焼き畑耕作	48
4 - 3 - 4	木材の乱伐	49
4 - 3 - 5	森林管理技術と制度の欠陥	49
4 - 3 - 6	ダム開発プロジェクト	49
4 - 3 - 7	開発援助による環境破壊	49
4 - 4	農林業プロジェクトにおける環境財・サービスの価値	50
4 - 4 - 1	直接的経済価値（内部経済）.....	50
4 - 4 - 2	間接的経済価値（外部経済）.....	51
4 - 4 - 3	環境財・サービスの発生場所と評価の関係	55
4 - 5	農林業プロジェクトへ適用可能な環境経済評価手法	56
4 - 6	農林業プロジェクトの環境経済評価事例	57
4 - 6 - 1	農業プロジェクト	58
4 - 6 - 2	林業プロジェクト	59
4 - 6 - 3	環境保全・補償プロジェクト	61
4 - 6 - 4	その他のプロジェクト	62
4 - 6 - 5	プロジェクト分類別および環境項目別の適用環境経済評価手法の 傾向	62
4 - 7	グッド・プラクティス事例の詳細	64
4 - 7 - 1	農業プロジェクト	66
4 - 7 - 2	林業プロジェクト	72
4 - 7 - 3	環境保全・補償プロジェクト	80
4 - 7 - 4	その他のプロジェクト	94
4 - 7 - 5	グッド・プラクティス事例からの教訓	98
4 - 8	開発途上国における農林業プロジェクトへの環境経済評価の導入	112
4 - 8 - 1	農林業政策への経済的手段の応用	112
4 - 8 - 2	農林業開発プロジェクトへの経済的評価の適用	113
4 - 8 - 3	環境経済評価の手順	114

5 . 環境の「内部化」の構造と環境経済評価の展開	116
5 - 1 環境アセスメント（環境影響評価）と経済評価の統合	116
5 - 2 環境内部化の全体的評価方法としての便益費用分析	118
5 - 3 環境経済評価による事業資金調達	119
5 - 4 環境経済評価の法制度改革、政策策定への応用	120
5 - 5 地域環境保全計画策定における環境経済評価の有用性	121
6 . 環境経済評価実施に向けてのポイント	122
6 - 1 環境経済評価の適用範囲	122
6 - 2 環境のもつ非利用価値の評価	122
6 - 3 定量的評価指標を用いた自然生態系価値の効率的評価	123
6 - 3 - 1 自然生態系の価値と経済的評価手法	123
6 - 3 - 2 生態学的評価と経済評価のリンク	123
6 - 3 - 3 代表的な定量的生態系評価指標	124
6 - 3 - 4 経済評価のための生態系評価指標の活用	127
6 - 3 - 5 適用に向けての条件	128
6 - 4 「便益移転」の積極的活用	128
6 - 5 補償措置の適切な実施	131
6 - 6 環境経済評価における既存環境基準の取り扱い	131
6 - 7 その他の実務的留意点	132
参考文献	133

図表目次

図 1 - 1 開発プロジェクトの費用便益分析	6
図 2 - 1 利用形態からみた森林の環境機能	9
図 2 - 2 環境コミュニケーションの流れ	10
図 2 - 3 企業経営の内部機能と社会とのコミュニケーション	11
図 2 - 4 3段階の可処分所得レベルごとの NO _x 濃度を 1 ppm 改善させるための 支払意志額	12
図 2 - 5 需要曲線と消費者余剰	13
図 2 - 6 支払意志額や市場価格の顕示性、利用可能性に基づく経済的評価手法の 分類	14
図 2 - 7 遠くの山々が見える住宅と見えない住宅	22
図 2 - 8 魚釣りにかかわる旅行費用法のイメージ	24

図 2 - 9	CVM とコンジョイント分析の違いのイメージ	31
図 4 - 1	開発途上国における農林業と環境のかかわり	47
図 4 - 2	農林業における環境財・サービスの価値	50
図 4 - 3	農林業における環境財・サービスのイメージ	56
図 4 - 4	インドネシア作成の環境経済評価ガイドラインの表紙	100
図 4 - 5	開発援助プロジェクトの標準的プロジェクト・サイクル	101
図 4 - 6	農林業プロジェクトの環境経済評価フロー	114
図 5 - 1	公共事業の総合的評価における経済評価と環境影響評価のリンク	117
図 6 - 1	サンショウウオの SI グラフ	125
図 6 - 2	景観写真のグリッド分割	126
表 1 - 1	案件タイプ別の主要発生費用・便益	6
表 2 - 1	自然の諸機能	8
表 2 - 2	適用可能性からみた環境財・サービスの経済的評価手法の分類	14
表 2 - 3	世界銀行の環境価値算定例	15
表 2 - 4	先進諸外国における環境価値算定例	16
表 2 - 5	日本における環境価値算定例	17
表 2 - 6	生産高変化法の適用例	19
表 2 - 7	所得損失法の適用例	20
表 2 - 8	防止支出法の適用例	21
表 2 - 9	不動産価値法の適用例	23
表 2 - 10	取替原価法の適用例	26
表 2 - 11	コンジョイント分析のプロファイル例	31
表 2 - 12	環境の経済評価手法の特性や有用性の比較	32
表 2 - 13	環境経済評価諸手法の適用上の課題と仮定	33
表 2 - 14	サーベイ法と潜在価格法との評価結果の比較	35
表 3 - 1	割引率の特性と環境とのかかわり	39
表 3 - 2	環境にやさしい割引率	39
表 3 - 3	世代ごとの経済評価例	41
表 4 - 1	対象プロジェクト例	45
表 4 - 2	農業開発分野の主な事業内容別環境影響項目	46
表 4 - 3	林業開発分野の主な事業内容別環境影響項目	46
表 4 - 4	環境財・サービスの発生場所と評価の関係	55
表 4 - 5	農林業プロジェクトに対応しうる主な環境経済評価手法	57
表 4 - 6	プロジェクト分類別の環境経済評価手法適用頻度	63
表 4 - 7	環境項目別の環境経済評価手法適用頻度	63
表 4 - 8	水資源増加による便益	104

表 4 - 9	水質保全による便益	105
表 4 - 10	浸食・洪水防止機能強化による便益	106
表 4 - 11	大気質保全による便益	107
表 4 - 12	景観および保健休養機能保全による便益	108
表 4 - 13	森林資源改善による便益	109
表 4 - 14	漁業資源改善による便益	110
表 4 - 15	農業資源改善による便益	111
表 6 - 1	維管束植物の絶滅確率と生態系価値	125
表 6 - 2	マサチューセッツ州湿地帯の野生生物生産性・景観文化価値の点数評価	127
表 6 - 3	生態系評価指標の特性と評価対象	127
表 6 - 4	生態系別環境・社会的平均価値	130
写真 1 - 1	マレーシア・サンダカンの熱帯林	2
写真 4 - 1	ネパールの伝統的な農業	51
写真 4 - 2	マレーシア・キナバル公園	54

用語集

<p>フリーライド (free ride) フリーライダー (free rider)</p>	<p>フリーライドとは、なんらかの費用を負担せず公共財（社会が共同で有する財で、料金を払わない消費・利用者を排除できず、かつ消費できる絶対量が減少しない財）を消費・利用する行為を意味し、フリーライダーとはそのような消費・利用者を指す。</p>
<p>支払い意志（意思）額 (willingness to pay : WTP)</p>	<p>ある財やサービスに対し、それを消費したり利用する代償として消費者が支払ってもよいと考えている金額。</p>
<p>消費者余剰 (consumer's surplus : CS)</p>	<p>ある1つの商品について、消費者がその商品を購入しないよりは、むしろ支払おうとする価格と現実に支払う価格との差額。</p>
<p>補償（代償）受取意志（意思）額 (willingness to accept compensation : WTAC)</p>	<p>財やサービスを手放す代わりに少なくとも補償してほしい金額。また、非市場財が悪化したときにもとの効用水準を補償してもらうために必要な補償金額。</p>
<p>オプション（選択）価値 (option value)</p>	<p>ある財やサービスが現在は利用されていないが、将来は利用される可能性があるため、そのときまで残して置くことで得られる価値。特に、将来のレクリエーション利用や遺伝子資源利用が考えられる熱帯林などの自然環境に想定される。</p>
<p>ステークホルダー (stake holder)</p>	<p>なんらかの社会現象や人間行為にかかわり利害関係を有するすべての人々や団体。たとえば、企業の経営活動に対しては、消費者（顧客）、従業員、株主、債権者、仕入先、得意先、地域社会、行政機関など、企業をとりまくあらゆる利害関係者を指す。</p>
<p>システムアナリシス・システム分析 (systems analysis)</p>	<p>主にIT（情報技術）分野で用いられる用語であるが、社会を1つのシステムとしてとらえ、なんらかの人間行為・作用がどのような影響（アウトプット）をシステムに及ぼすかを解析し、最も有効な目標達成手段を探る1つの分析方法。</p>
<p>ヒートアイランド(heat island)現象</p>	<p>都市独特の局地的温暖化現象。経済の発展につれて人口が都市に集中し大気を冷やす森林や畑をつぶしただけでなく、家、ビル、工場、高速道路などを建設し大量の人工熱・放射熱と大気汚染物質を放出したため、最低気温が下がらなくなった現象。月平均気温は周辺よりも1～4℃高く、都心になるほど気温が高く、等温線が島のような形になるためヒートアイランドと呼ばれている。</p>
<p>ミティゲーション (mitigation)</p>	<p>人間の活動によって発生する環境への影響を緩和、または補償する行為。急激な湿地帯の減少に対処するため、1970年頃に米国で生まれた概念。米国のCEQ（環境諮問委員会）は、ミティゲーションについて以下の5段階に分類・整理している。(1)回避 (avoidance)：ある行為を実施しないことで影響を避ける、(2)最小化 (minimization)：ある行為とその実施にあたり規模や程度を制限して環境に与える影響を最小化する、(3)修正・修復 (rectifying)：影響を受ける環境の修復・回復・復元により環境に与える影響を矯正する、(4)軽減 (reduction / elimination)：ある行為の実施期間中、繰り返し保護やメンテナンスを行うことで環境影響を軽減もしくは除去する、(5)代償 (compensation)：代替資源や環境を置き換えて提供することで、環境影響を補完する。「回避」「低減」「代償」の3段階ととらえることも多い。</p>

戦略的環境アセスメント (Strategic Environmental Assessment : SEA)	事業を実施する前の政策立案、計画、プログラムなど事前段階で事業の環境影響を評価し、代替案の検討など環境配慮を確保するための手続きを明確化した環境アセスメント手法のこと。欧米などの主要先進国ではSEAの導入・整備が進められているが、日本では環境影響評価法の争点となったものの導入は見送られ付帯決議にとどまった。しかし、制度化を求める機運は高く、地方自治体が条例に盛り込む動きもある。
規制インパクト評価・分析 (regulatory impact assessment・analysis)	企業やNGO・NPOに影響を及ぼす可能性のあるすべての規制案について便益、コスト、リスクという観点から、その影響を事前評価する政策ツール。
アメニティー (amenity)	騒音、悪臭、不潔、混雑などの生活環境の不快感を免れている状態のことであり、環境の快適さ、住み心地のよさを意味する。日本では、特に、自然景観や歴史的環境の保全、都市景観の向上といった分野でよく使われている言葉である。
部分均衡 (partial equilibrium)	均衡とは釣り合いのことで、財貨の価格と需要量ならびに供給量の3つが釣り合うことをいう。経済システムの一部、たとえば小麦など特定の市場について、他の財貨の経済的数量や条件には変化がないとの前提のもとで成立する均衡を部分均衡という。
純現在価値 (net present value : NPV)	開発事業(プロジェクト)の収益性を示す。便益を割引率で割り引いて現在価値を求め、これから同様に算出した費用の現在価値を差し引いたもの。
便益費用(費用便益)比率 (benefit-cost ratio : B/C)	現在価値に直した総便益額と総費用額の比であり、値が1.0を超える場合、対象とする事業は、経済的に有効であると判断される。
内部経済収益率、経済的内部収益率 (economic internal rate of return : EIRR)	ある開発事業から期待される社会経済的便益の現在価値をそのためにかかる社会経済的費用の現在価値に等しくする割引率であり、これが社会的時間選好率や資本の機会費用よりも高ければ資源の効率的利用が図られると判断され、その事業案は採用されることになる。 同じ内部収益率でも、市場利率との比較を目的に、会計的キャッシュ・フローの収益と経費に基づき計算された割引率は「財務的内部収益率」(FIRR)と呼ばれ、社会全体の経済的効率性を指標化するEIRRとは区別される。
最大持続生産量・最適収量・最大維持収量 (maximum sustained yield、maximum sustainable yield : MSY、optimal yield)	ある個体群を維持しつつ、そこから永続的に生物体を収穫していくときの、単位期間に収穫しうる最大量。家畜の飼育、サケやマスの漁獲、クジラの捕獲などではMSYを保つことが理想である。また、農作物の場合のように、収穫の増大につれて単位収穫あたりの価格が下落するものでは、最大収入を得る収量をMSYとすることもある。MSYは再生可能(更新性)資源を上手に合理的に利用する場合の基本的な方針である。このことは、個々の種についていえるばかりでなく、ある生物群集あるいは生態系についてもいえることである。
最低安全基準・最小安全基準 (safe minimum standard : SMS)	自然資源ストックはある最低限の水準を下回ると、膨大な社会的費用が発生する臨界水準(閾値)がある。この閾値効果を自然資源の経済学の分野に取り込んだ概念がSMSである。すなわち、SMSとは、ある行為にともなって不可逆的な環境被害が生じる場合には、その行為を避けるための社会的費用が許容しがたいほど大きくなければ、その行為を回避すべきとみなせる判断基準である。
初期環境調査 (initial environmental examination)	企業の環境管理システムの枠組みのなかでは、早い段階で企業活動におけるすべての環境的側面を調査し、組織活動に関する環境影響の状況を把握する

	<p>こと。この調査では、現存する環境的側面、法律その他規制の要求事項、事業所の変遷、これまで発生した環境関連問題が確認される。</p> <p>また、途上国の開発プロジェクト・サイクルの初期段階で実施する環境調査も意味する。事業計画地域の環境現況、環境インパクト、環境法規など、事業の立地と実施にかかわる環境全般について、大まかな情報収集と簡単な影響予測を行い、スクリーニングやスコーピングの判断材料や本格的環境影響評価の下準備を目的とする。</p>
スクリーニング (screening)	<p>環境アセスメントの流れのなかで、まず始めに行う手続きで、環境アセスメントの対象事業が否かを振り分ける作業や判断のこと。</p>
スコーピング (scoping)	<p>環境アセスメントにおける調査手法、対象環境項目、評価方法など、環境アセスメントの枠組みを検討する手続き。さらには、それらの検討事項を「方法書」として取りまとめ一般に公開し、環境アセスメント内容の透明性と公正さを確保することを目的としている。</p>
パレート最適・パレート厚生最大化基準 (Pareto welfare criterion、Paretian optimum)	<p>厚生経済学の概念で、いかなる状況が社会の経済的厚生を最大ならしめるものであるかを示す基準である。財・サービスの生産あるいは交換がすべての人々の選好に応ずるよう、もはやほかのだれかの生活を悪化させることなしには、ある人々の生活をよくすることができなくなっている状態を指している。そのような状況にない場合、なんらかの社会経済的手段を用い少しでもこの基準点（厚生最大化）に近づくことを「パレート改善」という。</p>
便益移転 (benefit transfer)	<p>すでに計測された類似事業の便益原単位などを活用して、計測対象となる便益を計測する手法や概念を、主に環境経済学の分野で便益移転と呼ぶ。現在、公共事業の実施にあたっては、費用便益分析を中心とする事業の評価が求められており、たとえば港湾緑地の整備や、河川の護岸を緑化するような事業の評価にあたっては、環境改善便益などの計測が必要となることがある。こういった場合、現状ではしばしば多くの調査費や調査期間を要するCVM（仮想的評価法）が用いられるが、その節約の観点から、既存事例を活用して便益を計測するような方法が注目されてきている。</p>

<主な参考文献・資料>

坂本浩一（1998）『国際協力マニュアル』、p. 175

財団法人環境情報普及センター『EIC ネット [環境用語集]』、

<http://www.eic.or.jp/ecoterm/>

エヌ・ティ・ティ レゾナント株式会社『環境 goo』、<http://eco.goo.ne.jp/word/>

野村證券株式会社『証券用語解説集』、<http://www.nomura.co.jp/terms/index.html>

三井総合研究所『キーワード解説』、<http://sociosys.mri.co.jp/keywords/keywords.html>

ジョン・ディクソン、メイナード・ハフシュミット（長谷川弘訳）（1993）『環境の経済評価テクニック』築地書館

ジョン・ディクソン、ルイーズ・ファン・スクーラ、リチャード・カーペンター、ポール・シャーマン（環境経済評価研究会訳）（2000）『新環境はいくらか』築地書館

要 約

本研究は、環境財・サービスの価値や環境的費用・便益を経済的に計測するための環境経済評価手法の内容を把握し、それらを適用するうえでの課題を分析することを目的とした。また、開発途上国の農林業分野でこれまで実施された評価事例を取り上げ、評価対象環境項目の概要、具体的な適用評価手法、評価結果、課題などを整理し、今後の開発調査などでの環境経済評価活用の方向性や環境影響評価との関連性などについて、実務上の提言を行った。

1. 研究の背景

(1) 開発と環境

開発により、貴重な自然、景観、伝統的な文化の喪失などの市場の失敗が問題視されるようになった。先進国の農林業と異なるのは、食料、住居および雇用機会の面で自然資源に直接依存しており、環境劣化による社会経済的影響を受けやすい。

(2) 環境と経済

環境破壊的な開発プロジェクトを阻止するための方法として、経済的な解決法を考える必要がある。環境財・サービスはこれまで「タダ」で享受する（フリーライド）ことができると考えられており、開発によって失われていくものの価値を評価する必要性が生じてきた。環境財・サービスの価値を定量的に表す手段の1つとして経済的評価手法が挙げられる。

(3) 開発調査における環境経済評価の重視

国際協力機構（JICA）、国際協力銀行など、開発途上国援助を担う機関においては、その基本となる開発調査事業の経済評価が実施されてきている。開発調査のニーズが多様化するにつれ、あらたに経済評価に含むべき便益・費用項目の見直しや算定手法の確立が急務とされてきている。JICA がまとめた「開発調査における経済評価手法研究」において、貨幣価値化が困難である費用・便益項目についても今後定量化に向けて努力すべきことが指摘されている。貨幣価値化を実現するためには、インフラ整備と環境汚染物質の総量の削減計測、環境汚染物質の自然環境、人体への影響、環境汚染物質の排出量削減効果を貨幣価値に変換する手法、および地球温暖化物質削減効果、について整理を行うことが必要であると提言している。環境費用や便益については、定量化の困難性ゆえか、評価の必要性、理念、フレームワークなどの概要のみに終始することがほとんどであった。そのため、それらの具体的な評価手法、事例、あるいは環境アセスメントとのかかわりなどについて詳しく言及した研究の実施が肝要と考えられる。

2. 環境の経済評価手法

(1) 環境の経済評価の意義

1) 環境経済学での位置づけ

環境経済学は、環境問題を経済学の観点から分析する学問であり、環境問題の発生メカニズムを解明し、環境破壊の影響を評価することで、今後の環境保全型社会の実現に向けて具体的な対策を示すことを課題としている。そのような課題のなかの1つが環境破壊の影響を評価することであり、環境のもっている価値を金額で評価するための手法の開発である。

2) 環境経済学が注目された背景

「環境と経済発展の調和の志向」「環境政策の経済手段への期待」「生態系問題の重要性」「民主主義の問題」「公共事業の社会的評価」の5点を背景にして環境経済学が注目されていった。

3) 環境経済評価の必要性

開発と環境の両方をみた場合、共通の測定単位となりやすいのは貨幣的価値であるため、経済的に明確にするということは、貨幣額で表現することが一番妥当である。また、環境インパクトや環境的機能の程度および重要性の客観的明確化や、環境的側面が無視されやすい消費者余剰という便益の明確化をし、開発事業の全体像をとらえたうえで、環境とそれ以外のものとの総体的に価値判断する必要性があることも貨幣的価値を測定単位とする理由に挙げられる。

4) 環境経済評価の役割

「環境コミュニケーションのためのツール」「公共事業や環境政策の費用便益分析における費用評価」「地方環境税などに関する模擬住民投票」「環境会計の分野での使用」「規制インパクト評価における便益および費用算出のためのツール」の5点である。

(2) 環境財・サービスへの支払意志額と消費者余剰

経済評価に環境的便益や費用を内部化するため、それらの価値を貨幣単位で測定する手法を開発するにあたって重要なことは、「支払意志額 (willingness-to-pay : WTP)」という概念と「消費者余剰 (consumer's surplus : CS)」という概念である。

支払意志額とは、「ある財 (品物) やサービス (機能) に対し、それを消費したり利用する、あるいは確保する代償として、消費者や利用者が支払ってもよいと考えている金額」と定義でき、消費者余剰とは「ひとつの財またはサービスについて、ある人がそれを購入しないよりは、むしろ支払おうとする価格 (支払意志額) と現実に支払う価格との差額」と定義できる。

支払意志額と消費者余剰との関係を等式で表すとすると

ある環境財・サービスの価値 (評価額)

= それに対する人々の総支払意志額 (個々人の需要曲線の垂直的合計である需要曲線の

内側面積)

= それ为社会全体にもたらす総便益

= (人々がそれを利用、消費、あるいは保全するために実際に支出した金額) + (人々の消費者余剰)

(3) 環境の経済評価手法の分類

環境に対する経済評価手法は環境財・サービスに直接かかわる市場価格を最大限に利用する「市場価格法」、関連市場や代替市場の価格より環境財・サービスに対する支払意志額を求める「潜在価格法」、およびアンケート調査などにより環境財・サービスに対する人々の支払意志額を直接ヒアリングする「サーベイ法」の3種類に大別できる。

表0 - 1 適用可能性からみた環境財・サービスの経済的評価手法の分類

容易に適用できる手法 (市場価格法)
1. 直接に関連した財・サービスの市場価格を利用する手法: (1) 生産高変化 (changes-in-productivity) 法 (2) 所得損失 (loss-of-earnings) 法
2. 顕在的支出額を利用する手法: (1) 防止支出 (preventive-expenditures) 法
データの程度により適用できる手法 (潜在価格法)
1. 代替市場 (surrogate-market) 価格を利用する手法: (1) 不動産価値 (property-value) 法 (2) 労賃差異 (wage-differential) 法 (3) 旅行費用 (travel-cost) 法 (4) 環境代替物 (environmental-surrogates) 法
2. 潜在的支出額を利用する手法: (1) 取替原価 (replacement-costs) 法
より多くの調査を要する手法 (サーベイ法)
1. 仮想的評価法 (contingent-valuation method : CVM) (1) 付け値ゲーム (bidding-games) (2) 諾否 (take-it-or-leave-it) 試験 (3) トレード・オフ・ゲーム (trade-off-games) (4) 無費用選択 (costless-choice) (5) デルファイ (delphi) 法
2. コンジョイント分析 (conjoint-analysis)

(4) 環境の経済的評価を行うためのさまざまな手法

ここで概説する各手法は、環境財・サービスの価値、つまり環境そのものに対する各手法は、環境財・サービスの価値、つまり環境そのものの存在価値や利用価値、あるいは環境の果たしている機能的価値を貨幣価値化し、ひいては開発プロジェクトの環境的便益や環境的費用として経済評価の枠組みのなかに内部化していくためのものである。

1) 容易に適用できる手法（市場価格法）

価値決定を行うのに客観的な支払意志額である市場価格を利用するため、通常のプロジェク
トの評価・分析におけるデータや時間的制約のなかで、比較的容易に使えるという利点がある。

2) データの程度により適用できる手法（潜在価格法）

支払意志額を推定するためのなんらかの手がかりはあるものの、「市場価値法」グループに比
べ推定のための補完的データ収集に多くの手間暇を必要とすることが、潜在価格法の特徴であ
る。つまり、関連データを豊富に入手できるかどうか適用可能性を左右してしまうのだ。

3) より多くの調査を要する手法（サーベイ法）

対象とされる環境財やサービスについての市場データ（市場価格）がないうえ、関連する代
替市場（代用となる財・サービスの市場価格）さえも存在しないような場合、たとえば市場が
ほとんど存在しないアメニティー（快適性）景観、歴史的・文化的側面、遺伝学的（種の）多
様性などがサーベイ法で対象とされる環境財・サービスの典型である。

(5) 環境財・サービスを対象とする経済評価諸手法の比較

環境の価値を貨幣単位で評価しようとする場合に用いることのできるこれらの手法（「市場価格
法」グループ、「潜在価格法」グループ、および「サーベイ法」グループ）で、実際に評価を試み
る際には、入手しうる既存データ、求められる精度、使うことのできる時間と予算などの制約条
件が考慮されねばならず、これらの諸条件のもとでどの手法が最適であるかを判断することは必
ずしも容易ではないが、そのようななかで最適手法の選択や各手法による評価額の比較を行うの
に、足がかりとなる情報を表にまとめた。

3. 環境経済評価の課題への対応

従来の環境影響評価や経済評価が完璧ではないように、環境経済評価にもさまざまな実用上の
課題がある。本章では、環境を対象とした経済評価実施上の主な課題や問題点について整理し、
現時点で考えうる対応策や解決への方向性を示す。

(1) 所得分配の問題

経済評価においては、便益や費用がだれに生ずるのか、社会が現状の所得分配を適切であると
しているかどうかに関係なく、経済的効率性（社会全体としての福祉、効用あるいは純便益の向
上や最大化）のみが評価されてしまうため、注意が必要である。

(2) 世代間の公平性：環境に配慮した割引計算の問題

環境を内部化した経済評価を実施する際、どの程度の割引率を採用しどのような割引計算をす
るかが、すべての世代に公平な環境配慮をするための重要な課題となっている。

なぜならば、比較的近い時期に生ずる通常のコストや便益と違い、遠い将来にも現れやすい環境へのインパクトに基づく環境的便益やコストの現在価値はたいへん小さくなってしまい将来的な環境の変化は現世代ではどうでもよいように扱われてしまうからである。

(3) 評価結果の不確実性の問題

環境面を内部化しようとするほど評価結果が不確実なものとなるのが顕著となる。

多少とも将来を予測しなければならないような調査や評価においては必ず生起し、結果の精度、信頼性を左右するものである。発生確率による加重づけ・感度分析・総合的環境影響調査により、どの程度の不確実性を内包しているかを常に確認しておくことが有用である。

(4) 環境影響の不可逆性の問題

環境影響の不可逆性をサーベイ法などの評価手法を用いて定量し経済評価に組み込むことは容易ではないが、割引率や割引計算におけるさまざまな工夫により経済評価での対応策を打ち出すことができる。

(5) 人命の価値の問題

開発行為が直接的、間接的に引き起こした人命の損失は「命の値段」として当然、経済評価に含まれるべきであるが、人命の価値を評価する場合、生産性に基づく経済的評価は住んでいる国や所得によって人命の価値に大きな格差がでるなど、倫理上あるいは宗教上の問題となりやすい。

(6) サーベイ法調査での各種偏向の問題

仮想的評価法とコンジョイント法からなるサーベイ法の調査では、調査者の質問テクニックあるいは回答者の思惑などにより、真のWTPやWTAC(代償受取意志額)から偏向した結果が出やすく、注意が必要である。そして、こうした偏向(バイアス)をなくすような方法論の確立がこの先重要な課題の1つとなってくる。

4. 開発途上国における農林業プロジェクトの環境経済評価事例

(1) 対象地域・プロジェクト

経済評価事例の対象とする地域は開発途上国とする。対象プロジェクトは、農業プロジェクト、林業プロジェクト、環境保全・補償プロジェクト、その他農林業に間接的に影響するプロジェクトとする。また、可能な限り、内水面漁業や畜産にかかわる事例も考察する。

(2) 対象環境項目

環境の経済評価を行うためには、評価対象となる環境財・サービスの環境項目を把握する必要がある。それによって初めて農林業プロジェクトの評価計画における該当評価項目を取捨選択することができる。

(3) 開発途上国における農林業の実情

開発途上国においては、先進国とは異なり、乱開発で自然資源の利用が困難になると、農村地域に住む貧しい人々は生活のために違法伐採や農地変換を行うという状況が発生する。

伝統的な社会での持続的な資源利用が排除され、土壌浸食や水質・大気汚染のようなマイナスの経済効果を生み出してきた。

1) 農業の大規模化

プランテーションによる熱帯林の破壊、生物多様性の喪失などの損失、生活の糧を奪われるなどの社会的な損失は考慮されにくい状況にある。

2) 山地熱帯林への低地農民の移動

人口過剰となった低地農耕社会から山岳地帯への移動による破壊的、収奪的な畑地拡大にともなう森林伐採、家畜放牧、農地変換が行われ、その結果、山地熱帯林の農林地としての価値が失われている。

3) 山地熱帯林における焼き畑耕作

大規模農場を作るための焼き払いは、土壌の肥沃度を低下させ、森林は再生できなくなる。一度荒廃した土地は農林地としての価値を失い、木材、農作物生産面の経済的な損失は大きい。

4) 木材の乱伐

フィリピンは、戦前からラワン材の大産出国だった。乱伐がたたって1965年には、アジア最大の木材輸出国の地位をマレーシアに譲った。フィリピンの木材産出国としての地位価値は現在失われている。

5) 森林管理技術と制度の欠陥

熱帯林の生態的特性の不理解、造林の失敗、政府林野当局の熱帯林管理能力の低さ、伐採業者の賄賂や政治家の圧力によって適切な森林管理が行われていない。そのため、森林の違法伐採や森林の農地変換などによって自然資源が急速に失われている。

6) ダム開発プロジェクト

水力発電用をはじめ農業用水、工業用水のためのダム建設が行われた結果、政府は移転住民への衣食住の提供や農業を行うための農地確保による大きな経済的損失を被る場合がある。

7) 開発援助による環境破壊

先進国の国際開発機関による援助およびその統括下にある開発銀行による好ましくない計画によって、河川流域の環境悪化、伝統文化の衰退、熱帯林の消失などが加速している。

(4) 農林業プロジェクトにおける環境財・サービスの価値

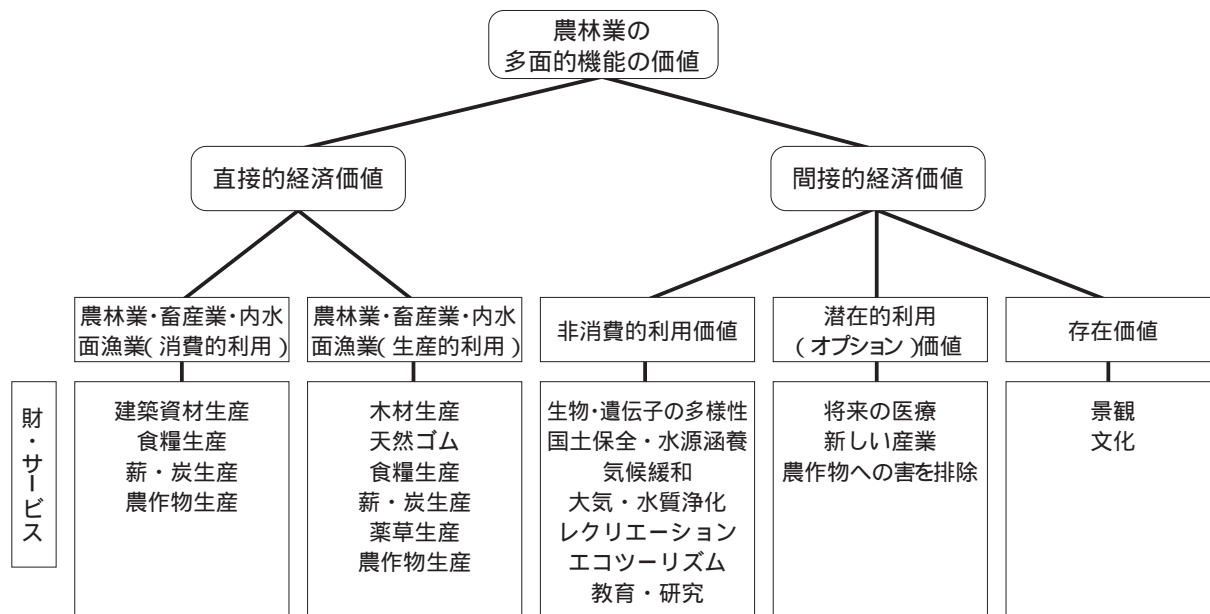
1) 直接的経済価値（内部経済）

直接価値とは人間によって直接利用されたり収穫される生物資源の価値である。これらの価値は農林業における生産活動を観察し、資源の集積場所をモニタリングし、輸入・輸出統計を調べることで容易に計算できる。直接的経済価値はさらに消費的利用価値と生産的利用価値とに分類される。

2) 間接的経済価値（外部経済）

間接的経済価値とは、環境システムや生態系のサービス機能などによってもたらされる経済価値である。これらの利益は通常の経済的な意味での商品やサービスではないので、GDPなどの国家の経済統計などで表されることはない。しかし、もし生態系が破壊されて自然産物の利用が不可能になれば、別の代替資源を見いださなければならず、膨大な出費を招くだろう。間接的経済価値は、非消費的利用価値、潜在的利用（オプション）価値、存在価値に分類される。

図0 - 1 農林業における環境財・サービスの価値



(5) 環境財・サービスの発生場所と評価の関係

従来の費用便益分析は、On-site かつ市場で取引されるものを対象としているが、農林業が引き起こす環境問題の場合、評価対象が、必ずしも財・サービスが現場にあり、かつ、市場で売買されるものとは限らず、Off-Site でかつ市場では売買されない、公害などの間接的に影響するものも含まれている。

(6) 農林業プロジェクトへ適用可能な環境経済評価手法

- 1) 生産高変化法では、無管理な森林伐採によって土壌浸食が進行した場合と森林保護地区を設けて資源の持続的な利用を行った場合の、農作物の生産高を評価する。
- 2) 所得損失法では、農業による健康被害を医療費に置き換えた場合の環境費用を導き出す。
- 3) 防止支出法では、開発プロジェクトによる環境への悪影響を防ぐためにかかる費用を評価する。
- 4) 取替原価法は、工場排水による灌漑用水の汚染を回避する場合、工場の移転にかかるコストを計算する。
- 5) 旅行費用法は、農村景観の観光や森林レクリエーションに訪れる人々の行動を観察することにより、価格の付いていない環境財の価値を推定するものである。
- 6) 仮想的評価法は、環境財・サービスに関連する市場が存在しない、あるいは、代替する市場がない場合用いられる。

(7) 農林業プロジェクトの環境経済評価事例

開発途上国の農林業プロジェクトの環境経済評価事例を紹介する。資料としては、海外および日本国内での調査・研究報告書、環境経済学関連文献、およびインターネット情報である。適用環境経済評価手法の傾向は次のとおりである。

- 1) 「生産高変化法」が多用されており、環境的变化が生産性に結びつきやすい農林業の特徴を反映している。次いで「防止支出法」や「取替原価法」も多いが、農林地の公益的機能の保全対策費や低下防止経費が市場データとして入手しやすいためであろう。また、準自然とされる農林業対象地は、自然環境や景観のもつ非利用価値を算定するため「仮想的評価法」の適用頻度が高い。
- 2) 「不動産価値法」や「労働差異法」といったヘドニック・アプローチはまったく使われていない。これは土地利用データ、物件価格、地価、労働賃金などの統計資料が不十分である、あるいは自由市場が存在しないといった開発途上国の特徴を物語っている。
- 3) 農林業プロジェクトは自然環境、社会環境および公害系のすべての環境分野にわたって環境的インパクトをもたらしている。逆の見方をすれば、農林業プロジェクトにかかわる環境的費用・便益は、なんらかの既存手法により算定が可能であることを示している。
- 4) 「所得損失法」が健康項目について、「旅行費用法」が景観・保健休養項目について多く用いられており、この傾向は農林業以外の分野での環境経済評価にもみられる。
- 5) 土壌浸食、水質、大気など、公害系環境項目はもちろんのこと、一般に適用が敬遠されがちな景観・保健休養や自然環境にも「防止支出法」や「取替原価法」が数事例で用いられている。「旅行費用法」や「仮想的評価法」を安易に用いてしまう傾向があるが、必要データの有無状況を勘案しこれらの市場価格法や潜在価格法から適切な手法を採用することが、サーベイ法や旅行費用法で余分にかかってしまう調査経費の節約に結びつくであろう。

(8) グッド・プラクティス事例の詳細

環境経済評価導入の合理性、評価手順の一貫性、内容のわかりやすさ、算定・統計モデルの汎用性、将来の開発調査での実用性などの観点から総合的に判断し、「グッド・プラクティス」として15事例（農業：2件、林業：4件、環境保全・補償：7件、その他：2件）を選定した。

(9) グッド・プラクティス事例からの教訓

開発途上国の農林業案件に環境経済評価を試みる際の最大公約数的重点事項を整理するとともに、さらなる改善に向けての提言を行った。

1) 統計処理・分析のための専門的知識

多くのステークホルダー、利用者、地域住民などにかかわる多種多様な環境関連あるいは社会経済関連データを収集し、なんらかの統計的処理を行う必要がある。サーベイ法では、アンケート調査などで地域住民に支払意志額を直接問うため、返答回収後の膨大な統計的作業が重要となる。また、旅行費用法においても、観光・訪問者関連資料が整備されていない場合には、同様のアンケート調査や統計処理が求められる。統計処理・分析においては、統計学とシステム・アナリシスにかかわる高度な知識が不可欠である。

2) 環境分野と社会経済分野の適切な連携

環境を対象とする経済評価においては、環境科学、経済学の両分野に精通した人材が必要である。両分野の専門家が目的意識を共有し、評価フレームワークや必要データを網羅した調査計画を早期に準備・確認し合うことが肝要である。

3) 精度が高く信頼性のある情報・データの確保

環境の経済評価を適切に実施するためには、事業対象地域内外の自然環境や社会経済現況に関する詳細情報が不可欠である。中長期的には、必要となるデータが適切に蓄積されるシステムを構築したりデータのサンプリング手法を確立するための地道な技術協力や資金援助を検討しなければならない。短期的には、地域住民からの聞き取り調査により補足したり類似事例における蓄積データを援用することで、担当専門家が可能な限り現実的な判断を下すことが求められる。

4) プロジェクト・サイクルや開発調査段階ごとの環境経済評価レベル

計画段階での導入は当然であるが、実施段階の中間地点でも事業効果のモニタリングを行ったり、事後評価の1つのコンポーネントとして実施することも非常に有効と考えられる。専門家や調査経費が確保できさえすれば、データ収集や環境影響の貨幣価値化が比較的容易に進むと予想される。一方、計画段階での実施においては、データ収集上の課題があるほか、計画構想立案、マスタープラン調査、フィージビリティ・スタディ、基礎・詳細設計などの各段階において事業計画そのものの熟度が異なることから、環境経済評価の精度や対象範囲も異なっ

てこよう。

5) 環境経済評価のためのフレームワークや算定モデル式の構築

データ収集が重要であるが、闇雲にデータを集めることは調査に多くの時間を費やしてしまうことになる。できるだけ早い段階で対象とする環境項目、評価の考え方、評価手法、評価手順、算定モデル式、計算仮定、経済評価基準などからなる評価全体のフレームワークを構築し、そのなかで必要となるデータの種類、精度、データ年度、可能な情報源などを明確にしておくことが必要である。

(10) 開発途上国における農林業プロジェクトへの環境経済評価の導入

経済的な価値基準は、生物多様性や文化的なサービスの価値といった分野には不相当だとされてきた。しかし、サーベイ法をはじめとする新しい手法が編み出され、従来は評価がむずかしいとされてきた分野に対しても適用の可能性が出てきた。環境財・サービスの代替物が存在しない場合の評価や地域住民参加を得ることができるという利点もある。

1) 農林業政策への経済的手段の応用

伝統的な社会に暮らす貧しい人々にとっては、生活を支える農林業は最も重要な産業である。森林伐採による土壌浸食を防ぎ、伝統的な社会に存在する生物の多様性や農村景観を維持する政策が必要である。これら潜在的な価値を定量化するために経済的な手法を用いることが考えられる。

2) 農林業開発プロジェクトへの経済的評価の適用

灌漑事業、農場整備など農林業開発プロジェクトそのものの場合、従来のプロジェクト評価では農作物、森林の生産性のみを評価していた。しかし、灌漑事業、プランテーション農業の持続可能性への疑問から、農林業が与える多面的な機能に対する経済評価の適用は重要であると考えられる。

3) 環境経済評価の手順

環境の経済評価を実施するには、対象地域や影響範囲の初期調査を行い環境評価を実施する範囲を明確にするとともに、評価対象地の環境財・サービスを洗い出し、評価範囲の絞り込みを行う。次に、環境財・サービスごとに適応する評価手法を選択する。環境財・サービスによっては適さない評価手法があるので、適用の容易性（調査コスト、現地データの入手可能性）を考慮して採用する。

5. 環境の「内部化」の構造と環境経済評価の展開

(1) 環境アセスメント（環境影響評価）と経済評価の結合

開発事業やインフラ整備を中心とする公共事業への投入額は、環境や自然資源がもたらす外部的経済効果（副次的効用）をも内部化して事業計画を立て、かつ投資額を決めていく必要があると思われる。環境の価値や環境影響の大きさを経済的に算定することで、環境変化を他の事業効果と同じ次元で評価し、比較することが可能となる。

(2) 環境内部化の全体的評価方法としての便益費用分析

各種事業に対する従来の経済評価でも用いられてきた「純現在価値」を求めるための計算式に B_e 、 C_e あるいは C_p を加え環境にかかる便益や費用を内部化したものであるが、このような便益や費用の比較により対象事業の経済効率性や資源の利用効率性を経済学的に評価する一連の方法は「便益費用分析」(Benefit-Cost Analysis : BCA) または「費用便益分析」(Cost-Benefit Analysis : CBA) と呼称され、この分析結果に基づき事業規模や代替開発案が決定あるいは修正されるのが合理的であるとされている。

$$NPV = B_d + B_e - C_d - C_p - C_e$$

B_d = プロジェクトからの直接的便益

B_e = 外部的便益（環境的便益を含む）

C_d = プロジェクトにかかる直接的費用

C_p = 環境保全・補償にかかる費用

C_e = 外部的費用（環境的費用を含む）

数式：純現在価値（net present value）を求める式

(3) 環境経済評価による事業資金調達

環境保全策のもたらす便益を定量的に示すなんらかの指標がないと、競合する環境関連以外の事業や対策との間での資金配分が合理性、説得力が欠ける結果となる危険性をはらんでいる。民間の大規模開発事業であれ、公共事業であれ環境面を内部化しようとするのであれば、自然や環境の公益的機能によってもたらされる社会的効用（便益）や費用をも基礎にして行われるべきである。

(4) 環境経済評価の法制度改革、政策策定への応用

環境的価値を算定できれば、特に良好な植生や生態系の残されている区域およびその周辺の民有地の環境保全を目的とする法律の改正、環境保全区域の法的位置づけ、土地の公有地化、アメニティー向上整備地区の選定などを積極的に推進するための客観的材料を提供することになる。

(5) 地域環境保全計画策定における環境経済評価の有用性

環境保全・管理のための総合計画策定においても、社会的効用、資源利用効率性、都市計画・再開発での土地利用計画などの側面で、基礎資料・データを提供できるであろう。

6. 環境経済評価実施に向けてのポイント

環境経済評価の概念や方法は、欧米諸国あるいはいくつかの国際機関では1960年代から真剣に導入努力が取られ、数多くの実施例も積み重ねられてきているが、開発途上国においては、以下のような環境の経済評価に対する留意事項や課題がある。

(1) 環境経済評価の適用範囲

環境影響評価の対象分野・規模の議論と同様に、闇雲にあらゆる環境項目、開発事業、インフラ事業、あるいは計画や政策の策定に適用することはよくないであろう。当面は評価諸手法や環境影響評価との関連性などについて理論的基礎研究の成果を検証しケース・スタディにより実績を積み重ねて、そのなかから適切な適用範囲を見いだしていくことが求められている。

(2) 環境のもつ非利用価値の評価

環境の総合的価値を正確にとらえるためには、存在価値、選択価値といった「非利用価値」もまた無視できない。直接的利用の機会に恵まれることのない人々にも、その自然地域がそこに存在する、あるいは将来世代へ貴重な環境資源として引き継ぐことができるといった観念の意味で一定の非利用価値が存在していると考えられる。これらの価値を反映する経済活動や市場がはなはだ曖昧であるため、「市場価格法」や「潜在価格法」の評価諸手法では限界があり、アンケート調査などを多用する「サーベイ法」を採用することが有効であろう。

(3) 定量的評価指標を用いた自然生態系価値の効率的評価

自然生態系については、医薬品開発などの健康面への貢献、作物品種改良や林産水産資源供給、そして治山・治水機能、ヒートアイランド現象の緩和、水質大気浄化などの利用価値が列挙される。一方、非利用価値としては、歴史的遺産としての生物多様性、生態学的学術価値、自然景観価値など、自然環境特有の要素が重要とされる。これら評価指標を用いることにより、都市環境や公害対策と同様に、市場価格法や潜在価格法で経済評価することが可能である。人々の価値観が市場に顕在化していない非利用価値の評価について、サーベイ法は、アンケート調査や集積データの統計処理のために手間がかかると予想されることから、既存の「生態系評価指標」に基づき他の生態系についてもその価値を計算するといった簡便な方法が提案できる。

(4) 「便益移転」の積極的活用

すでに計測された類似事業の便益原単位などを活用して、評価対象となる環境財・サービスの価値を計測する方法を、環境経済学などの分野で「便益移転」(Benefit Transfer)と呼ぶ。

公共事業の実施にあたっては、調査費の圧縮や調査期間の短縮が課題となるため、その観点から、既存事例を活用して便益を計測する方法として便益移転が注目されており、米国環境保護庁などでも検討されている。

(5) 補償措置の適切な実施

環境保全技術やミティゲーション技法をもってしても防止あるいは復元しえない環境影響や汚染負荷が存在する。影響住民へのなんらかの形での補償措置を講ずることによって、地域社会の福利（効用）レベルを保持するという選択はどうしても必要となってくるであろう。

(6) 環境経済評価における既存環境基準の取り扱い

環境保全に関して一貫した原則での各種事業の実施や政策決定を行おうとすれば、負荷を減らすための費用を、それによって得られる便益と比較するということが求められ、そのためにも環境の経済的評価を取り込んだ便益費用分析が強力な武器となるのである。

(7) その他の実務的留意点

- 1) さまざまな影響インパクトのなかでも、生産活動に大きく影響し、貨幣単位で測定しやすい環境項目を、優先的に対象とする。
- 2) 費用（環境悪化）と便益（環境改善）は、状況を異にすれば、表裏一体の関係にある。
- 3) 開発が行われなかった場合の環境の自然な変化も考慮する。
- 4) 環境の評価にあたっての仮定を明確にし、追試が行えるようにする。
- 5) 環境それ自体には市場価格がなくとも、関連した財やサービスの価格のなかに隠されていることがある。
- 6) 経済評価の対象期間を設定する際、環境影響の発生時期や継続期間を十分考慮する。
- 7) 従来環境アセスメントの調査結果や作業フレームワークを十分活用するため、環境専門家と経済専門家の学際的協力（分野で言うと「環境経済学」や「資源経済学」の領域）が必要とされる。

1. はじめに

1 - 1 研究の背景

1 - 1 - 1 開発と環境

近年、経済的利潤、近代化政策のための開発プロジェクトがもたらす影響が、市場の失敗として問題視されるようになった。具体的には、住民の生活を脅かし、貴重な自然、景観、伝統的な文化が破壊されるなど経済的にマイナス方向に働く現象のことである。特に開発途上国における環境破壊は深刻である。開発途上国の伝統的な社会では、多くの人々が土地に密着した農林業に従事している。先進国の農林業と異なるのは、食料、住居および雇用機会の面で自然資源に直接依存していることである。そこでは人々は環境と調和して生活をしており、自然環境を最小限しか破壊しない社会が築かれていた。自給自足の社会では、自分たちの必要な食料しか採取しない。しかも蓄えられた知恵と経験によって森林や河川などの生態系への影響を最小限に抑えられていた。したがって、環境劣化による社会経済的影響は、伝統的な生活を送っている人々にとって深刻な影響を与える場合が多い。

* 自然環境にかかわる「市場の失敗」とは、生物多様性などを保全することによって得られる便益に対する市場が存在しないことによって生じる破壊である。

< 森林の市場の失敗の例 >

木材価格に森林の環境機能に対する影響が含まれていないことが相当する。森林が大面積に伐採されたり大規模な林道が作られると、森林生態系に大きな影響を及ぼすことになる。しかし、開発などにより森林生態系に与える影響は木材価格に反映されないため、木材生産による利潤のみを考えると、どこまでも開発が進んでいってしまうことになる。このことは、森林生態系に対する市場が社会に存在しないため、森林生態系に対する価格がないことが原因で起こるのである。これが市場の失敗である。

開発途上国の社会は、先進国など外部の影響を受け急速に変化しているが、先進国の企業進出や政府開発援助（ODA）などによる開発援助が環境破壊を助長する場合がある。環境に好ましくない開発援助の背景としては、受入国や援助機関の環境対策制度が浸透していないため、乱開発防止や公害防止に有効な環境アセスメントが行われにくい状況がある¹。

開発途上国の資源収奪による環境破壊が進行するなか、1992年6月地球サミット²が開催され

¹ リチャード B. プリマリック (1997) p. 343

² 地球サミット (UNCED、環境と開発のための国連会議): 1992年6月にブラジルのリオデジャネイロで開催された首脳レベルでの国際会議。人類共通の課題である地球環境の保全と持続可能な開発の実現のための具体的な方策が話し合われた。この会議で、持続可能な開発に向けた地球規模でのあらたなパートナーシップの構築に向けた「環境と開発に関するリオデジャネイロ宣言 (リオ宣言)」やこの宣言の諸原則を実施するための「アジェンダ 21」そして「森林原則声明」が合意された。また、別途協議が続けられていた「気候変動枠組み条約」と「生物多様性条約」への署名が開始された。(出所: EIC ネット環境用語集)

た。地球環境の保全と持続可能な開発の実現のための具体的な方策が話し合われた。特に、経済的に豊かでない国をいかに発展させるかという問題の解決策である。生物多様性条約では、「生物多様性の保全」「持続可能な利用」「生産物から得られる利益の公平な分配」という基本原則が採択された。その他、森林原則宣言では、森林の持続的な管理、アジェンダ 21 では、農村の開発、森林の消失、土壌の悪化、水質汚染、山岳地域の開発の問題提起とその具体的な行動計画が提言された。

1 - 1 - 2 環境と経済

現在生じている環境破壊のルーツを探ろうとしたとき、まず人々の頭に浮かぶのが地球温暖化の原因である温室効果ガス、酸性雨の原因である硫黄酸化物、窒素酸化物、水質汚染の原因である重金属などのさまざまな有害な化学物質であろう。しかし、それらが発生するプロセスには、なんらかの経済的な理由があったはずである。環境破壊を招く原因が経済的な性格をもっているのであれば、その解決に経済原理も組み込まなければならない³。一般的には自由取引での価格と利益は当事者間で受け入れられ、取引が始まる。しかし、取引には直接かかわらない個人が市場には反映されない環境コストや便益を被る場合がある。このような市場外のコストや利益は外部効果と呼ばれ、人間の経済活動においてそれを見過ごしてきたことが、環境破壊の要因の1つであるといえる。

環境破壊的な開発プロジェクトを阻止するための経済的な解決法として、換金性の高い（直接経済に結びつく）生産物以外の潜在的な価値を含めた費用と便益の評価が必要である。従来も社会経済としての費用 - 便益の分析は行われてきたが、環境財・サービスという経済の外部性は考慮されていなかった。なぜなら、われわれはあたりまえに酸素を吸うようにそれらを「タダ」で享受する（フリーライド）ことができると考えられていたからである。しかし近年になって、自然の許容量を超えた開発によって失われていくものの価値を評価する必要性が生じてきた。それに対して多くの科学者が警告を発してきたが、経済活動に打ち勝つほどの動機はなかなか見いだせなかった。また、定性的な評価では価値基準を統一するのは困難で、システム（制度）として実施される開発プロジェクトの意志決定には適さない。開発プロジェクトの総合的な評価が望まれているなかで、市場では取引されない環境の価値を定量的に表す手段の1つとして経済的評価手法が用いられるようになってきた。

写真 1 - 1 マレーシア・サンダカンの熱帯林
（材木以外の価値をどのように導き出すか...）



出所：筆者撮影。

³ リチャード B. プリマリック (1997) p. 59

1 - 1 - 3 開発調査における環境経済評価の重視

国際協力機構（JICA）、国際協力銀行など、開発援助を担う機関においては、その基本となる開発調査における経済評価が実施されてきている。特に昨今の厳しい経済・財政状況のなかでは、事業の高い効率性と経済性が強く求められている。さらには、開発調査のニーズが多様化するにつれ、あらたに経済評価に含むべき便益・費用項目の見直しや算定手法の確立が急務とされてきている。

このような状況のもと、JICA はインフラ整備事業など、15 のセクターを対象とする「開発調査における経済評価手法研究」報告書を 2002 年 3 月にとりまとめた。この報告書は現在、JICA 開発調査における経済評価の基準・指針として活用されている。しかし、一方では、同報告書の次のような記述にあるように、貨幣価値化が困難である費用・便益項目についても今後定量化に向けて努力すべきことが指摘されている。

「他方、貨幣価値で計測がむずかしい事業の便益としては、いわゆる波及効果としての間接便益が挙げられる。たとえば、地域振興効果、環境汚染物質の削減、医療費のなどがこれにあたる。これらの便益はその計測がむずかしいばかりでなく、どこまでを当該プロジェクトによる効果とみなすかの相関関係の見極めが困難である。しかしながら、これらいわゆる間接便益は、プロジェクトの公共性の観点から重要であるため、昨今では、国際機関などで経済評価に取り入れようとする努力もされている。」（共通編、pp. 20 ~ 21）

「今回扱った 15 セクターの開発調査で提案されるさまざまな施設整備などの代替案について、環境への影響という視点からの評価は避けて通れないであろう。特定の環境汚染物質については、プロジェクトの実施による総排出量の削減の推定は可能であろうが、その排出削減量が環境（水質、土壌、大気）改善に与える効果についての貨幣化には困難がともなう。」（共通編、p. 32）

そして、これらの貨幣価値化を実現するためには、インフラ整備と環境汚染物質の総量の削減計測、環境汚染物質の自然環境、人体への影響、環境汚染物質の排出量削減効果を貨幣価値に変換する手法、および温室効果ガス削減効果、について整理を行うことが必要であると提言している⁴。このように、今後の開発調査案件の経済評価で大きな課題となっているのは、いかに環境関連の費用や便益を計上するかということであり、その大前提として、プロジェクト評価のもうひとつのコンポーネントである環境影響評価（環境アセスメント）とどうリンクさせるかという課題にも通じるであろう。

JICA においては、これまで開発調査の環境配慮や環境アセスメントの指針とされてきた「環境配慮ガイドライン」（1992 年）の枠組みを見直し、戦略的環境アセスメント（SEA）や住民参加を強調した新しい「JICA 環境社会配慮ガイドライン」が 2004 年 4 月から導入されている。このな

⁴ 国際協力事業団社会開発調査部（2002）pp. 32 - 33

かでも環境の経済評価に関連する次のような記述がなされている。

「持続可能な開発を実現するためには、開発にともなうさまざまな環境費用と社会費用を開発費用に内部化することと、内部化を可能とする社会と制度の枠組みが不可欠である。」

(p. 1、 . 基本事項、1.1 理念)

「このような検討は、環境社会関連の費用・便益のできるだけ定量的な評価に努めるとともに、定性的な評価も加えた形で、プロジェクトの経済的、財政的、制度的、社会的および技術的分析との密接な調和が図られなければならない。」(p. 21、別紙 相手国政府に求める環境社会配慮の要件、基本的事項 2.)

「それぞれの代替案について、環境影響を可能な範囲で定量化し、可能な場合は経済評価を付す。」(p. 33、別紙 4 連携 D/D のカテゴリ A 案件のための環境影響評価報告書、6. 代替案の分析)

この新ガイドラインの導入にあたっては、実際の取り組み方法を整理する目的で「開発調査における環境社会配慮ガイドラインの運用のための基礎研究」が実施されたが、その最終報告書には1つの検討課題とされた環境コストについて、「3.7 環境の経済評価」「3.8 環境コストと社会コストの整理と検討方法」および「3.9 環境コストの相場観」の3つの節で概論的に言及されている。

以上のように、開発調査での経済評価の必要性、さらには環境費用・便益の貨幣価値化の重要性はJICA 内部でも認知され、それにそった研究も順次行われてきている。しかしながら、環境費用や便益については、定量化の困難性ゆえか、評価の必要性、理念、フレームワークなどの概要のみに終始することがほとんどであった。そのため、それらの具体的な評価手法、事例、あるいは環境アセスメントとのかわりなどについて詳しく言及した研究の実施が肝要と考えられる。

1 - 2 研究の目的

1 - 2 - 1 環境の経済評価手法の把握

環境の保全、このことは環境問題を取り扱うなかで外せない事柄の1つである。しかし近年、われわれはあまりにも多くの貴重な自然を破壊してきた。その自然がどのくらいの価値をもつかを理解されていなかったことが開発を助長させる原因であったと思われる。つまり、残念なことにわれわれの社会経済システムでは環境の価値が適正に評価されていないのである。

どうすれば環境の価値を計り、開発と保全の双方をうまく両立させることができるのか。これらの解決策の手立ての1つが、開発による環境への影響や環境がもつ機能を貨幣価値化し、経済的に評価していくという環境経済評価である。

本研究では、環境価値の理解および評価、そしてさまざまな環境問題の解決のための環境経済評価手法の把握と課題分析を最初の目的としている。

1 - 2 - 2 農林業プロジェクトの環境経済評価事例の分析

環境の経済評価では、図1・1「開発プロジェクトの費用便益分析」に示すように、従来の費用便益分析のBd、Cd、Cpの算出に加えて、環境にかかわる外部的な費用Ce、便益Beを導き出すことが重要なポイントになっている。開発プロジェクトによる環境コストや便益を計算することによって、従来の経済評価に環境の価値を含めることができる。現在、環境費用・便益を導くさまざまな評価手法が研究され、適用例も増えつつあるが、実務に適用するためのガイドラインは少ない。実際の開発プロジェクトにおいては、さまざまな制約（時間、コスト、データ）のなかで評価を行わなければならない。そのような背景のなかで、本研究では、開発プロジェクトの環境経済評価事例を分析して、評価実務上での適用可能性、課題を洗い出す。

経済評価において外部（不）経済効果の貨幣価値化を必要とする案件は、効果の重要性、程度により以下の3つのタイプに区分される。

タイプ1：外部経済効果が主な便益となるソフト型案件

環境管理計画
流域保全計画
教育訓練拡充計画
生活環境改善計画
医療サービス改善計画
組織・制度システム強化計画、など

タイプ2：外部（不）経済効果が主な便益（費用）となるハード・インフラ型案件

上水道整備計画
都市（再）開発計画
道路・橋梁・鉄道建設計画
空港・港湾整備計画
水資源・電源開発計画、など

タイプ3：内部経済効果が主な便益であるが無視できない外部（不）経済効果を生ずる従来の生産開発型案件

地域総合開発計画
農林水産業開発計画
鉱工業開発計画、など

以上の3つの案件タイプを、費用便益分析の構成要素別に整理すると表1・1のようになる。

重要な外部（不）経済効果はすべての案件の経済評価において貨幣価値化されるべきであり、これらすべての案件に対応する経済評価ガイドラインの整備が必要である。よって本研究では、費用便益分析のすべての構成要素を含む農林業の経済評価事例を取り上げる。地域特有の自然条件や社会経済的背景を念頭に置き、それらに適した評価手法のあり方を考え、評価範囲の設定が

ら評価手法の選択、費用便益分析に至るまでの簡単な計算モデルやフローを示す。

表 1 - 1 案件タイプ別の主要発生費用・便益

案件タイプ	直接的便益 (内部経済効果)	間接的便益 (外部経済効果)	直接的費用 (内部不経済効果)	対策費用 (内部不経済効果)	間接的費用 (外部不経済効果)
1 (ソフト型)					
2 (インフラ型)					
3 (生産開発型)					

出所：筆者作成。

【純現在価値 (net present value) を求める式】

$$NPV = Bd + Be - Cd - Cp - Ce$$

Bd = プロジェクトからの直接的便益

Be = 外部的便益 (環境的便益を含む)

Cd = プロジェクトにかかる直接的費用

Cp = 環境保全・補償にかかる費用

Ce = 外部的費用 (環境的費用を含む)

図 1 - 1 開発プロジェクトの費用便益分析 (Cost-Benefit Analysis)



出所：<http://www.econ.tohoku.ac.jp/~yhaya/>

2. 環境の経済評価手法

2 - 1 環境の経済評価の意義

2 - 1 - 1 環境経済学での位置づけ

環境経済学は、環境問題を経済学の観点から分析する学問であり、環境問題の発生メカニズムを解明し、環境破壊の影響を評価することで、今後の環境保全型社会の実現に向けて具体的な対策を示すことを課題としている。

環境経済学の第1の課題は、環境問題が生じる経済メカニズムを解明し、環境問題の原因を明らかにすることである。環境問題が生じる原因は、環境がタダとして扱われてしまう市場経済にある。このような現象は「市場の失敗」として知られているが、環境経済学では地球温暖化、生態系破壊、廃棄物問題などの現実のさまざまな環境問題を対象に、どのような形で市場の失敗が生じるのかを分析している。

環境経済学の第2の課題は、環境破壊の影響を評価することである。経済学的視点からの環境の影響評価とは、すなわち環境に値段を付けるということであるが、たとえば、地球温暖化によって洪水や渇水などの災害が生じると多額の損害が生じることが予想される。また多数の野生動物が絶滅するなどの生態系への影響も無視できないであろう。こうした環境破壊の損害額がどのくらいかを示さなければ、具体的な環境対策も進まない。そこで、環境経済学は、環境のもっている価値を金額で評価するための手法を開発しているのである。

環境経済学の第3の課題は、環境対策を実現するための政策手段を示すことである。たとえば、温暖化問題では排出権取引という政策が提案されている。日本で温暖化対策を実施すると非常に高いコストがかかるが、ロシアでは比較的安いコストで対策を進めることが可能である。このとき、日本国内で温暖化対策を実施するよりも、ロシアから排出権を購入し、その分をロシアで実施するほうが効率的であろう。このように、排出権取引を導入することで、できるだけ安いコストで温暖化対策を実施することが可能になる。このような排出権取引の制度や、それ以外にも環境税のあり方なども環境経済学の主要なテーマである。

2 - 1 - 2 環境経済評価が注目された背景

環境経済評価とは、環境の適切な保全や利用を図ったり、環境と経済の調和を図るために非市場財である自然環境の価値を貨幣額で表現することであるが、この環境経済評価が注目された理由として5つの背景が挙げられる。

第1点が、直接かつただちに人々の健康と生命に影響を与える公害型環境汚染が環境問題のなかでの比重を低下させてきたこと（環境と経済発展の調和の志向）、第2点が、環境問題を解決するための手段として経済的機能あるいは動機を有効に利用するという考え方が広まってきていること（環境政策の経済手段への期待）、第3点が、環境問題における生態系劣化や破壊問題への対

応が社会的に重要になってきていること（生態系問題の重要性）、第4点が、分権型社会における直接民主主義の一形態として環境経済評価が期待されていること（民主主義の問題）、そして第5点が、公共事業が社会に厳しい批判にさらされるようになりチェックのための費用効果の把握手段として取り入れられようとしていること（公共事業の社会的評価）である⁵。

2 - 1 - 3 環境経済評価の必要性

なぜ環境経済評価が必要なのか。言い換えるならば、なぜ環境を貨幣で換算するのかということだが、表2・1のように、自然環境はさまざまな機能を有しており、またさまざまな経済価値をわれわれにもたらしてくれる。たとえば、森林は図2・1に分類されるようなさまざまな価値を有する。このような環境のもつ機能あるいは価値を経済的に明確にすることにより、開発行為にともなう経済効果と対等に比較することが可能となり、環境をよりの確にとらえることが可能となるのだ。経済的に明確にすることとは、貨幣額で表現することが一番妥当である。なぜならば、開発と環境の両方をみた場合、共通の測定単位となりやすいのは貨幣的価値であるからだ。

また、環境インパクトや環境的機能の程度および重要性の客観的明確化や、環境的側面で無視されやすい消費者余剰という便益の明確化をし、開発事業の全体像をとらえたうえで、環境とそれ以外のものを総合的に価値判断する必要性があることも理由に挙げられる。

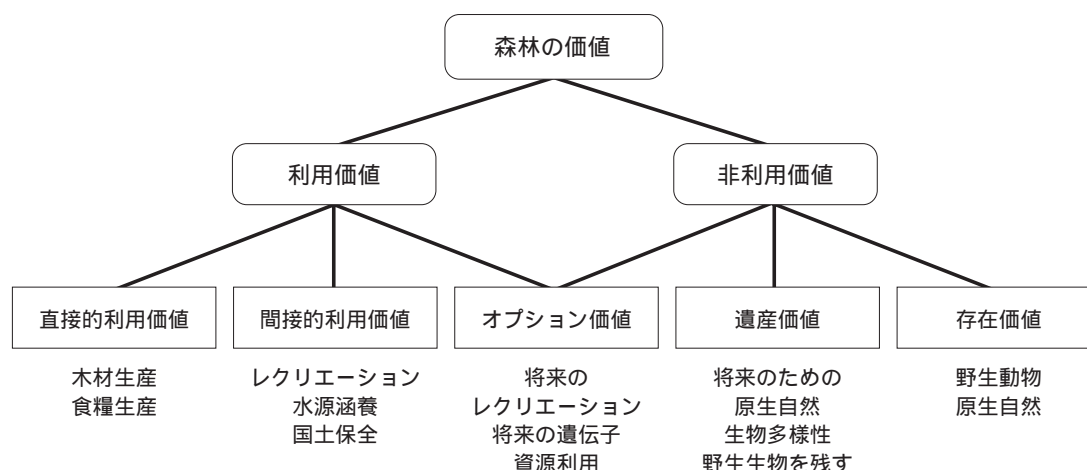
表2 - 1 自然の諸機能

環境資源	国土保全	水源涵養 水質浄化 落石防止 自然災害防止 都市災害防止	洪水・濁水緩和 防風・防雪 浸食・崩壊防止 雪崩防止	将来世代のための国土を保全
	環境形成	気象緩和 大気浄化 酸素供給 快適な生活環境の形成	温度維持 二酸化炭素吸収 アメニティーの創造	安定した気象条件を将来に残す 快適な生活環境を将来に残す
文化資源	保健休養	観光・レクリエーション 森林浴 心身のケア 温泉	ハンティング 治療 キャンプ	
	教育・文化	環境教育 研究 芸術・産業	エコツーリズム	自然から学ぶ場を将来に残す 芸術・宗教の継承
生産資源	産業	農林水産業 エネルギー 医薬品		

出所：栗山浩一（1997）p. 7

⁵ 鷲田豊明他（1999）p. 9

図 2 - 1 利用形態からみた森林の環境機能



出所：栗山浩一（1997）p. 8

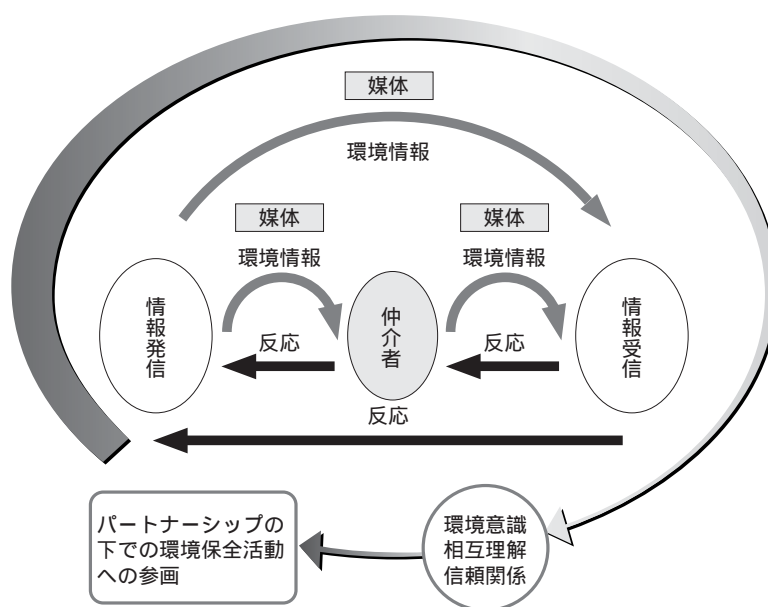
2 - 1 - 4 環境経済評価の役割

この環境経済評価がどのような役割を担っているのかということ、第 1 に環境コミュニケーションのためのツールであるということが挙げられる。環境コミュニケーションとは、環境基本計画では「持続可能な社会の構築に向けて、個人、行政、企業、民間非営利団体といった各主体間のパートナーシップを確立するために、環境負荷や環境保全活動などに関する情報を一方的に提供するだけでなく、利害関係者の意見を聞き、討議することにより、互いの理解と納得を深めていくこと」という意味で用いられている。

言い換えれば、「環境コミュニケーションとは、環境にかかわる情報を介して、個人や企業、NGO、行政などの各主体がお互いに意思・思考などを伝達し合い、環境保全や対策のための理解と納得を共有すること」といえるだろう。これにより、環境意識を高め、相互理解をし、信頼関係を築き、たとえばグリーン購入や環境保全活動への参加といったさまざまな形の行動につなげ、それがさらに他の主体の環境保全への取り組みを引き出すなど、連鎖反応や相乗効果が生まれる。また、このような環境コミュニケーションが、多主体間でさまざまな時間や場所で行われることにより、社会全体における環境問題に関する合意やパートナーシップを形成していく土台となりうるのである（図 2・2 参照）。

第 2 に公共事業や環境政策の費用便益分析における費用評価、第 3 に地方環境税などに関する模擬住民投票にも使用されている。第 4 に環境会計の分野での使用が挙げられる。環境会計とは、企業などが、持続可能な発展をめざして、社会との良好な関係を保ちつつ、環境保全への取り組みを効率的かつ効果的に推進していくことを目的として、事業活動における環境保全のためのコストとその活動により得られた効果を認識し、可能な限り定量的（貨幣単位または物量単位）に測定し伝達する仕組みである。環境会計の内部機能としては、企業などの環境情報システムの一環として、環境保全コストの管理や、環境保全対策のコスト対効果の分析を可能にし、適切な経営判断を通じて効率的かつ効果的な環境保全への取り組みを促すことである。

図 2 - 2 環境コミュニケーションの流れ



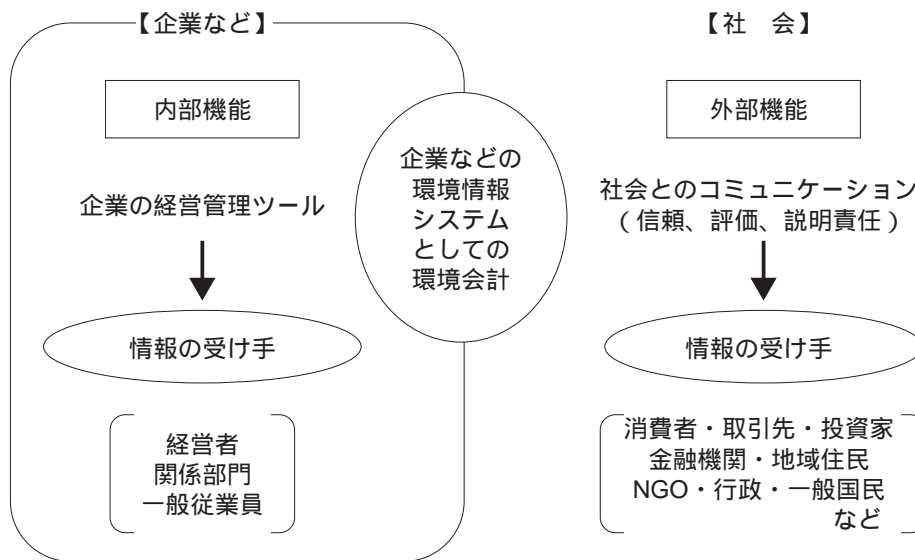
出所：環境省（2001）p. 81

内部機能は、企業などの内部において、環境保全対策に要したコストとその効果を評価して環境保全対策をより効率的、効果的なものにするために、また、環境保全活動が事業活動に与える影響を把握するために有効といえる。すなわち、経営者や関係部門などによる環境情報システムとしての環境会計の利用を通して、経営管理ツールとしての役割が期待される。外部機能としては、企業などの環境保全への取り組みを定量的に測定した結果を開示することによって、消費者や投資家、地域住民などの外部の利害関係者の意思決定に影響を与える機能だといえる。外部機能は、環境会計情報を、環境報告書を通じて環境保全への取り組み姿勢や具体的な対応などとあわせて公表することによって、企業などの環境保全への取り組みを利害関係者に伝達するために有効である。公表は企業などの社会的信頼を高め、社会的評価を確立していくことにつながる。すなわち、外部の消費者、投資家、地域住民などに対して説明責任を果たすと同時に、環境保全の観点も含めた、より適切な企業評価に結びつく役割が期待されている（図 2・3 参照）⁶。

そして第 5 に規制インパクト評価における便益および費用算出のためのツールである。規制インパクト評価（Regulatory Impact Assessment）、あるいは、規制インパクト分析（Regulatory Impact Analysis）は、わが国ではまだあまりなじみのない言葉であるが、英国、米国、カナダ、ニュージーランドなど多くの国で政策決定過程に導入されてきている。規制インパクト評価とは、事業評価に相当する規制の事前評価であり、英国においては、法令などによるあらゆる規制を制定または改正する際に、その規制案による社会的な便益・コスト・リスクなどを事前評価することにより、特に企業への負担増による市場競争の阻害や社会的弱者への影響などを考慮しつつ、最も合理的な政策手法を選択するために義務づけられている。

⁶ 環境省（2000）p. 213

図 2 - 3 企業経営の内部機能と社会とのコミュニケーション



出所：環境省（2000）p. 214

2 - 2 環境財・サービスへの支払意志額と消費者余剰

経済評価に環境的便益や費用を内部化するため、それらの価値を貨幣単位で測定する手法を開発するにあたっては、「支払意志額（willingness-to-pay：WTP）」という概念が中心となる。なんらかの環境的価値の定量にいきづまったようなときには、必ず立ち戻ってみるべき原点ともいえる。

支払意志額は、「ある財（品物）やサービス（機能）に対し、それを消費したり利用する、あるいは確保する代償として、消費者や利用者が支払ってもよいと考えている金額」と定義できる。なぜ、この支払意志額という概念が重要かは、人々が何かに対する価値観をどのようにして経済的に表現するかを振り返ってみれば理解できるであろう。すなわち、ある財あるいはサービスに対する個人 i の支払意志額を WTP_i 、抱いている価値を V_i としたとき、 i が合理的な人間であれば、 V_i に限りなく近い WTP_i を示すからである。このごくあたりまえに見える人間の意志表示パターンこそ、環境的価値を定量するうえでの大きな手がかりとなる。

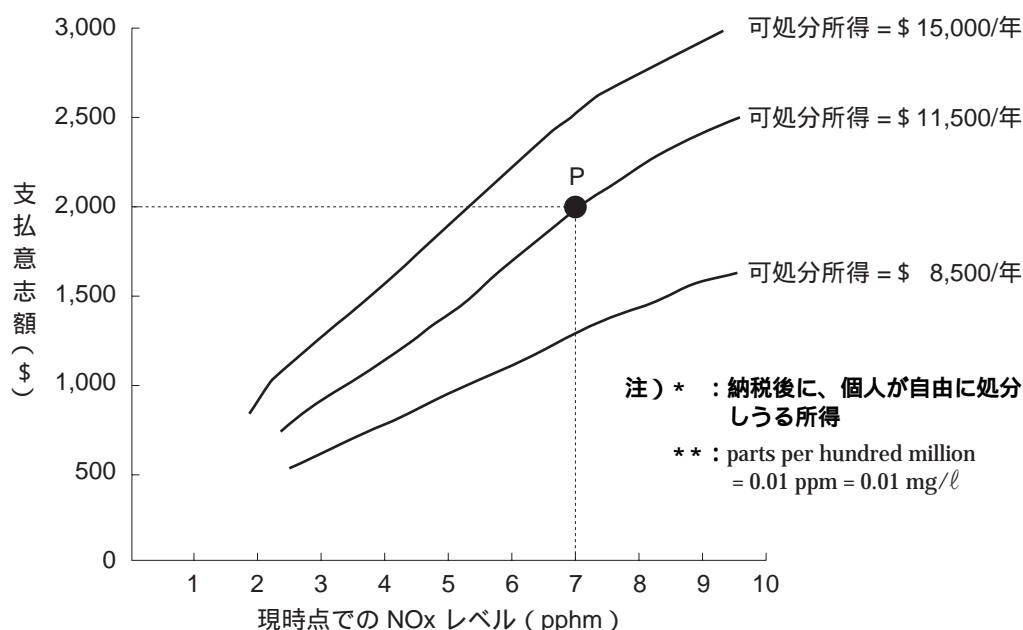
次に、支払意志額の性質と環境的価値との関連を列举し、評価諸手法に共通した基本的な考え方を示す。

- (1) ほとんどの財・サービスの個人的な取引価格（付け値）は、その財・サービスから得られる効用を消費、または利用する権利に対する支払意志額と考えられる。取引されるということは、需要が目に見える形で形成されており、ある程度、市場価格に支払意志額が反映されていることを意味する。（顕示的支払意志額、客観的支払意志額）
- (2) 多くの環境財・サービスは取引の対象でないため、それらへの支払意志額はわかりにくい。すなわち、支払意志額が目に見えるほど明確な取引市場が存在しないから、価格も形成さ

れていない。(潜在的支払意志額、主観的支払意志額)

- (3) 支払意志額は、個人的な嗜好、対象財・サービスへの関心度や知識などに左右されるほか、その人の生活水準、所得額といった経済的・社会的条件から制約を受ける(図2・4を参照)。たとえば、対象がアメニティー(自然景観や生活環境の快適さ、住み心地のよさ)にかかわる環境財である場合、「潤いのある生活」を求め日常から「地球にやさしい活動」を実践している者の支払意志額は、そうでない者よりも大きいであろう。

図2 - 4 3段階の可処分所得(*)レベルごとの、NO_x濃度を1pphm(**)改善させるための支払意志額



たとえば、P 点は、年間の可処分所得が 11,500 ドルで、周辺大気の窒素酸化物濃度が 7 pphm であるような家計では、その濃度を 6 pphm に改善するためなら約 2,000 ドル(限界支払意志額)を支出する用意があることを示している。

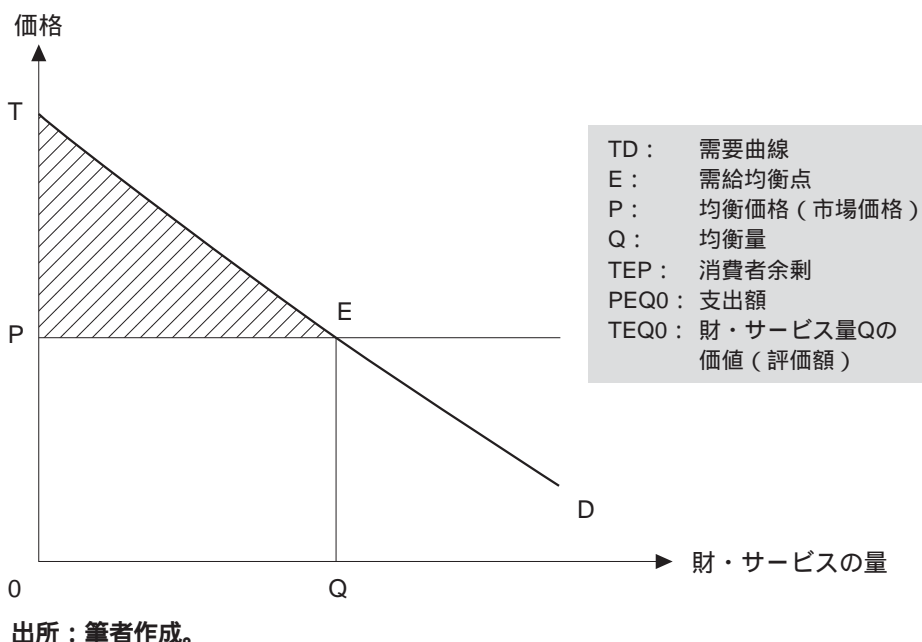
出所：Harrison&Rubinfeld(1979)より作成。

資源の経済的希少性を正しく示している市場価格(政策的介入によらず自由市場で需給バランスのもとに形成された価格)は、このように環境の価値を測定する場合の大きな手がかりにはなるものの、必ずしも支払意志額イコール市場価格とはならない。さらに、環境財・サービスのよように他に代用品を求めることが困難なものの場合、重要となるもう1つの概念は「消費者余剰(consumer's surplus: CS)」であり、「ひとつの財またはサービスについて、ある人がそれを購入しないよりは、むしろ支払おうとする価格(支払意志額)と現実に支払う価格との差額」と定義できる。図2・5の需要曲線で示せば、斜線の部分が消費者余剰となる。以上の価値、支払意志額、消費者余剰、市場価格の関係は、単純に次のような等式で表すことができよう。

ある環境財・サービスの価値（評価額）

- = それに対する人々の総支払意志額（個々人の需要曲線の垂直的合計である需要曲線の内側面積）
- = それが社会全体にもたらす総便益
- = (人々がそれを利用、消費、あるいは保全するために実際に支出した金額) + (人々の消費者余剰)

図 2 - 5 需要曲線と消費者余剰



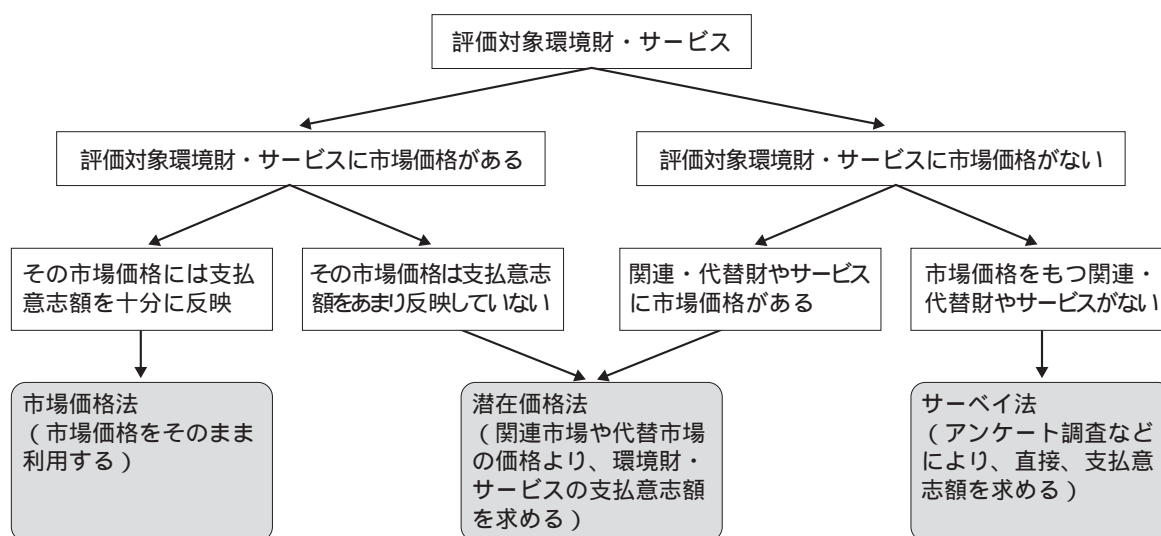
したがって、環境にかかわる真の価値を導き出すためには、それに対し人々が費やす経費だけでなく、需要曲線に基づく消費者余剰を含めた支払意志額がなんであるかを見極めることが大事である。そのため、市場価格や経費といった目に見えるデータのみで算定した場合、過小評価となりやすい。

2 - 3 環境の経済評価手法の分類

これまでに、欧米を中心とする研究機関、環境評価監督当局、あるいは世界銀行などの国際機関により、環境財・サービスを対象とするさまざまな経済的評価手法が考案されるとともに、各手法の理論的信頼性や分析結果の精度などが追試され改善が絶えず加えられている。日本においても、遅ればせながら、公害問題がピークとなった 1970 年代以来、大学、官公庁附属研究機関、そして民間の総合研究所を中心にこの方面の研究が行われてきている。

現在まで提案されたいろいろな手法を示す前に、手法間の関連性や位置づけを明確にする意味で、ここではまず、それらをいくつかのグループに分類する。図 2・6 は、「支払意志額」の現れ

図 2 - 6 支払意志額や市場価格の顕示性、利用可能性に基づく経済的評価手法の分類



出所：筆者作成。

表 2 - 2 適用可能性からみた環境財・サービスの経済的評価手法の分類

容易に適用できる手法 (図 2・6 の「市場価格法」)
1. 直接に関連した財・サービスの市場価格を利用する手法： (1) 生産高変化 (changes-in-productivity) 法 (2) 所得損失 (loss-of-earnings) 法 2. 顕在的支出額を利用する手法： (1) 防止支出 (preventive-expenditures) 法
データの程度により適用できる手法 (図 2・6 の「潜在価格法」)
1. 代替市場 (surrogate-market) 価格を利用する手法： (1) 不動産価値 (property-value) 法 (2) 労賃差異 (wage-differential) 法 (3) 旅行費用 (travel-cost) 法 (4) 環境代替物 (environmental-surrogates) 法 2. 潜在的支出額を利用する手法： (1) 取替原価 (replacement-costs) 法
より多くの調査を要する手法 (図 2・6 の「サーベイ法」)
1. 仮想的評価 (contingent-valuation) 法 (1) 付け値ゲーム (bidding-games) (2) 諾否 (take-it-or-leave-it) 試験 (3) トレード・オフ・ゲーム (trade-off-games) (4) 無費用選択 (costless-choice) (5) デルファイ (delphi) 法 2. コンジョイント分析 (conjoint-analysis)

出所：ジョン・ディクソン他 (1991) をもとに筆者改変。

具合や関連する市場価格の利用可能性から整理したものであるが、この分類でいえば、環境に対する手法は環境財・サービスに直接かかわる市場価格を最大限に利用する「市場価格法」、関連市場や代替市場の価格より環境財・サービスに対する支払意志額を求める「潜在価格法」、およびアンケート調査などにより環境財・サービスに対する人々の支払意志額を直接ヒアリングする「サーベイ法」の3種類に大別できよう。

表2・2は、これらの手法を適用のしやすさから、さらに詳しく分類したものであるが、ここでの3つの大分類は図2・6での3分類におおむね対応している。これらの手法を用いて、これまで試みられた環境の経済評価の代表的事例を表2・3（世界銀行）、表2・4（先進諸外国）、および表2・5（日本）に整理した。

表2 - 3 世界銀行の環境価値算定例

環境財・サービス	評価額 (US\$)	評価手法	対象国/地域	調査年
植林木の燃料的価値	24 / m ³ / 年	環境代替物	レソト	1991
森林下草の生産価値	3.6 / t / 年	生産高変化	ネパール	N. A.
野生果実の価値	6,330 / ha (割引率5%)	環境代替物	ペルー	1989
象群の価値	2,200 ~ 2,700 万 / 年	サーベイ法	ケニア	N. A.
野生生物種の価値	10 億 (割引率8%)	生産高変化所得損失	カメルーン、コラップ (Korup) 国立公園	N. A.
大気汚染 (TSP) により失われた人命の価値	7,714 ~ 75,000 / 人 (割引率5%)	所得損失	メキシコ、ブラジル (サンパウロなど)	1988、1989
労働災害により失われた人命の価値	100 万 ~ 800 万 / 人 (割引率10%)	労賃差異	米国	N. A.
コレラ防止のための水質改善の価値	9 / 人 (割引率不明)	所得損失	メキシコ	1990
マングローブ林の生態的価値	1,630 / ha (割引率5%)	生産高変化	フィジー	N. A.
湿地の保健休養的価値	11 / ha / 年	サーベイ法	米国ルイジアナ州	N. A.
マングローブ林の価値	生態的価値：195 / ha / 年 保健休養的価値：200 / ha / 年	生産高変化	トリニダード・トバゴ	1974
地球温暖化により失われる環境的価値	3℃上昇：486 億 / 年 4℃上昇：1,213 億 / 年	生産高変化、防止支出、代替原価	米国	1991、1992
農業開発により損なわれた森林の土壌浸食防止機能の価値	260 万 / 年	生産高変化	ジンバブエ	1993
海洋生態系の価値	2,320 万 / 年	生産高変化 旅行費用	カリブ海ボネール (Bonaire) 海中公園	1993

注) N. A. : 調査年についての情報なし

出所：長谷川弘 (1998) p. 120

表 2 - 4 先進諸外国における環境価値算定例

環境財・サービス	評価額	評価手法	対象国/地域	調査者	調査年
水辺のアメニティーの価値	湖岸：\$45/フィート 河岸：\$25/フィート	不動産価値	米国フロリダ州キシミー (Kissimmee) 川流域	J. R. Conner	1973
大気中オゾン削減策の農業生産価値	25 %削減：\$170 億	生産高変化	米国農業地帯全域	R. M. Adams 他	1986
火力発電所建設により減少する景観価値	\$1.58 ~ \$2.77/人/月	付け値ゲーム	米国ポーウェル (Powell) 湖、カイパロピッツ発電所	D. S. Brookshire 他	1976
国立公園の景観価値	\$12.9/ha	不動産価値	オーストラリアマクレイ (Macleay) 川上流域	I. K. Reynolds	1978
大気汚染の緩和による視野向上の価値	\$82.2/人/年 \$85.0/人/年	付け値ゲーム	米国フォーコーナー (Four Corners) 地域	R. D. Rowe 他 A. Randall 他	1976 1972
良好な河川水質の価値	選択価値：\$1.7 億 存在価値：\$2.3 億 レクリエーション価値：\$4.1 億	サーベイ法	米国コロラド州サウスプレート (South Platte) 河川流域	D. A. Greenley 他	1984
湿原の環境価値	生態系：\$35/年/エーカー 保健休養：\$135/年/エーカー 水源涵養：\$1,400/年/エーカー 治水：\$40/年/エーカー	防止支出 取替原価	米国マサチューセッツ州内の湿原	T. R. Gupta と J. H. Foster	1975
清浄な空気の価値	農村レベル：DM 280 億/年 保健休養地レベル：DM 480 億/年	付け値ゲーム	ドイツ、ベルリン	旧西独連邦環境庁	1985
二酸化硫黄削減による大気質向上の価値	屋外文化遺産：Dfl 1.2 億 ~ 2 億 史跡的ステンドグラス：Dfl 1.800 万 教会の鐘：Dfl 25 万/年 博物館内織物類：Dfl 2,000 万/年 図書館古文書：Dfl 1,000 万/年	取替原価 防止支出	オランダ	J. F. Feenstra	1984
大気保全の価値	NOK 7.8 億/年	旅行費用など	ノルウェー、オスロ	オスロ市	1989
海浜治水機能の価値	住民：15 ポンド/世帯/年 観光客：19 ポンド/世帯/年	旅行費用 仮想的評価	英国、アルデバー (Aldeburgh) 海岸	地域水公団	1988
人命の価値	28 万 ~ 180 万ポンド/人	所得損失 仮想的評価 労賃差異	英国	運輸省 M. W. Jones-Lee	1987
表流水の水質改善の価値	レクリエーション：Dfl 1 億 ~ 3 億/年 漁業：Dfl 200 万 ~ 400 万/年 航行：Dfl 1,200 万 ~ 4,200 万/年 水供給：Dfl 200 万 ~ 900 万/年 工業：Dfl 1,100 万/年 農業：Dfl 2,000 万 ~ 6,000 万/年	環境代替物 旅行費用 生産高変化 取替原価 防止支出	オランダ	P. J. A. Baan	1983
騒音低下の価値	Dfl 400/dB (A)	不動産価値	オランダ	オランダ政府	1988

出所：筆者作成。

表 2 - 5 日本における環境価値算定例

環境財・サービス	評価額(円)	評価手法	対象地域	調査者	調査年
海浜生態系のレクリエーション価値	最大 1.180 億/年	旅行費用	東京湾岸全域	華山謙也	1985
農業・農村の公益的価値	洪水防止：2.9 兆/年 水資源涵養：1.3 兆/年 土壌浸食防止：2.9 兆/年 土砂崩壊防止：1.4 兆/年 有機性廃棄物処理：64 億/年 大気浄化：99 億/年 気候緩和：105 億/年 保健休養：2.3 兆/年	生産高変化 防止支出 取替原価 旅行費用	日本全土	農林水産省	1998
下水道事業の生活環境改善効果	12 億	不動産価値	100 億円規模の下水道事業	吉野清文	1982
公害により損なわれた環境価値	水質汚濁：126 億/年 大気汚染：210 億/年 土壌汚染：25 億/年	生産高変化 所得損失 取替原価	水俣地域、四日市地域、神通川流域	環境庁	1991
公共施設の文化的価値	30 億～164 億	仮想的評価	大阪府、国立民俗学博物館	総合研究開発機構	1981
自然生態系の価値	<生態系価値> 函館、札幌市民：75 億/年 北海道市民：197 億/年 <景観価値> 函館市民：15 億/年	仮想的評価	北海道松倉川流域	栗山浩一	1996
湿原生態系の価値	<レクリエーション価値> 訪問者：28～119 億/年 <景観価値> 訪問者：23 億/年 札幌市民：48 億/年 北海道市民：148 億/年	旅行費用 仮想的評価 コンジョイント	釧路湿原	栗山浩一	1996
森林の公益的諸機能の価値	<レクリエーション価値> 73 億～99 億/年 <生物多様性価値> 2,572 億～3,701 億/年	旅行費用 仮想的評価	屋久島	林野庁	1997
河川水質改善の価値	6,150 億	仮想的評価	四万十川	高知県政策総合研究所	1996

出所：筆者作成。

2 - 4 環境の経済的評価を行うためのさまざまな手法

ここで概説する各手法は、環境財・サービスの価値、つまり環境そのものの存在価値や利用価値、あるいは環境の果たしている機能的価値を貨幣価値化し、ひいては開発プロジェクトの環境的便益や環境的費用として経済評価の枠組みのなかに内部化していくためのものである。それぞれの手法についてのイメージを描くため、「農地景観」を例にとりそれらを適用するうえでの考え方を整理した。

農業地帯は、農産物の生産という基幹産業としての重要性ばかりでなく、準自然的な生態系を形成するとともに、治山治水などの国土保全上の機能をもっている。昨今の日本の農業政策においては、オレンジ、牛肉、米などの自由化、あるいは就業人口の減少など、厳しい状況にあるなかで、これまではあたりまえとされあまり顧みられることもなく外部経済効果(なんらかの経済

活動により生じた便益にもかかわらず、市場価格などの経済指標に反映されない有形・無形の間接的效果)、ないしは副次的便益としてしかとらえられていなかったこのような農地の環境的機能や便益が一躍脚光を浴びてきている。さらには、水田や中山間地(山あいの農業地域や棚田のような傾斜地)などにかかわる外部経済効果も盛んに試算が行われてきている。

美しい農地景観が、この農業にかかわる外部経済効果の1つの要素をなすことは、ヨーロッパの田園風景、静岡県日本平の茶畑、石川県輪島の千枚田、北海道の地平線まで連なる牧草原、あるいは練馬区や世田谷区の都心部に心安らく緑地として点在する農地などの例を引くまでもなく、明らかであろう。

2 - 4 - 1 容易に適用できる手法(市場価格法)

「市場価格法」としてひとまとめにできる以下の諸手法の利点は、価値決定を行うのに客観的な支払意志額である市場価格を利用するため、通常のプロジェクトの評価・分析におけるデータや時間的制約のなかで、比較的容易に使えるということである。簡便な手法ではあるが、自由競争市場でなく政策価格が用いられるといった「市場の歪み」があるような場合は、「潜在価格」(shadow price、その資源の量をもう一単位だけ増加させることにより可能になる利潤や経済厚生を増加分)を求める必要があるため、直接、適用することはできない。

市場価格法は、表2・2にあるように、直接関連する財やサービスの市場価格を利用する「生産高変化法」と「所得損失法」、そして顕在的な支出額を用いる「防止支出法」からなっている。

(1) 生産高変化法

開発事業による環境への影響は、それらに起因する生産高の変化に反映されることが多い。すなわち、ひとつの生産要素としての環境の変化は、生産力や生産コストを左右しがちであり、ひいては測定可能な生産量や顕示的な市場価格にまで影響するのであるが、この生産における物理的变化を、生産にかかわる投入物や産出物の市場価格をもとに評価し、事業による環境的便益や費用の貨幣的価値を求めようとするのが、この方法である。

事業がなんらかの生産システムに変化をもたらすような場合に用いられるということでは、従来の費用便益分析の考え方と同じであるが、環境が影響されることにより当該事業本来の目的でない対象外の生産システムへ意図されなかった便益や損害をもたらす場合に特に有効であるという意味では、費用便益分析の対象を環境面にまで広げた方法といえる。

特にこの手法での重要な仮定は、生産高が変化する財の市場の影響は他の市場へは及ばないという「部分均衡」が成立するということである。たとえば、小麦の生産が変化する場合、その変化によりその他の市場財の価格、需要量、供給量などには変化がないことが市場価格を用いるための大前提となるのである。そうでなければ、小麦生産高の変化にともない上下するであろう財貨の潜在価格を求めることが必要となってくる。

次の2つの例は、農地景観を生産高変化法を使って評価できるようなケースである。

この方法を使い、景観以外にも、表2・6のようにさまざまな事業にかかわる環境的便益や費用

< 農地景観評価事例 1 >

- ・ 農地景観の特性：非常に美しい景観であり、観光名所の1つとなっている。
- ・ 開発事業の内容：その農地が他のなんらかの事業のために転用され、農地景観は消滅する。
- ・ 生産高の変化：その景観を対象とした観光産業（観光交通、お土産屋、宿泊施設など）の収益が減少する。
- ・ 農地景観の価値 = 変化した生産高である観光産業の収益減少額

< 農地景観評価例 2 >

- ・ 農地景観の特性：
あるレストラン（A）が美しい景観をもつ農地に面しており、そのため同程度のサービスレベルにあるレストラン（B）より高い収益を上げている。
- ・ 開発事業の内容：その農地が他の新規事業のため消滅するか、なんらかの遮蔽物により見通せなくなる。
- ・ 生産高の変化：レストラン A の収益が減少する。
- ・ 農地景観の価値 = 変化した生産高であるレストラン A の収益減少額
= レストラン A の収益 - レストラン B の収益

表 2 - 6 生産高変化法の適用例

事業	環境的便益・費用	生産高の変化	評価に用いる市場価格
牧草地土壌保全	便益：向上した土壌保全機能	牧草や飼葉の生産高向上	家畜が産出するミルクや肥しの価格
高地農業開発	費用：土壌浸食（減少した砂防機能）	下流域灌漑稲作田の生産高減少	稲作田の生産高被害額
道路建設	費用：土壌浸食や地滑り（減少した砂防機能）	被害を受けた農地での農業生産高の減少	農業生産高被害額
エビ養殖	費用：減少したマングローブ林生態系機能	マングローブ林生産物や沿岸漁獲高の減少	生産物の価格や漁獲高の被害額
ヤシ油加工工場	費用：水質汚濁	下流域での漁獲高の減少	下流域漁場の生産被害額

出所：長谷川弘（1998）p. 36

を求めたり、改善された（あるいは損なわれた）環境的機能・サービスを評価することができる。

(2) 所得損失法

上記の生産高変化法と考え方は同じであるが、評価の基礎となるのは人的生産力の変化である。つまり、ある開発事業がもたらした環境の変化により人体の健康が損なわれたり、そのために所得が減ったりした場合の、医療費用や損失所得額、あるいは逆にこれまで負担していたものが環境改善型事業により可能になった貯蓄額や受けることのできるようになった所得面での便益などをもとに、その環境財やサービス価値を算定しようとする方法である。そのため、「医療費用（cost of illness）法」とも呼ばれる。

ただし、対象とされる疾病や傷は、一過性で比較的短期に治癒するものでないと過小評価になりやすい。なぜなら、長期療養が必要であったり、後遺症が残るような場合の比較的将来の医療費は現在価値化により少額に割り引かれてしまうし、長い期間に積み重ねられる精神的ストレスといったコストは医療費には反映されにくいからである。また、極端な死亡というケースでは、それによる人的生産力を含めた費用をどう算定したらいいのかという倫理的問題にまで至るため、

この「所得損失法」を採用するにあたっては十分留意する必要がある。

景観の変化による人体への直接的インパクトはないと思われるため、この手法を使つての農地景観の評価例を示すことはできないが、表2・7のようなケースにおいては適用可能であろう。

表2 - 7 所得損失法の適用例

事業	環境的便益・費用	人的生産力の変化	評価に用いる市場価格
上水道整備	便益：改善した飲料水の水質	下痢などの飲み水関連疾病	下痢などの治療にかかっていた医療費減額分
灌漑用ダム建設	費用：拡大した害虫生息域（マラリア蚊や寄生虫の増加）	マラリア、住血吸虫病などの水関連疾病の増加	治療費や病気による所得の損失分

出所：長谷川弘（1998）p. 37

（3）防止支出法

この評価手法は、開発事業が環境的便益あるいは費用をもたらすような場合、それらの環境的变化を防止するために払われる支出額をもとに、環境を評価しようとするものである。

人々が環境の保全、あるいは環境破壊による被害を、前もって防ぐためにどのくらい支出する意志があるのか（支払意志額）を調べることで、各個人のその環境に対する最低限の評価額を知ることができる。たとえば、ある事業が既存の環境上の被害を防止したことによる便益は、関連住民がそれまでその被害を防止するために現実に負担してきた金額を、彼らの支払意志額とみなすことで計算できる。

この場合、評価額（支払意志額）が「最低限」と推定されるのは、実際の支出は所得や予算に左右されたり、なんらかの消費者余剰が発生すると考えられるからである。そして、防止支出法においては、次のような人々の経済行動原理が大前提となっている。すなわち、N、N'、Eをそれぞれ、それまで被っていたもともとの環境的費用、防止策により環境的悪影響を軽減したあとの環境的費用、防止策費用としたとき、合理的人間は、

$$N' + E < N$$

である限り、Eを負担し、その最高額は $E = N - N'$ となるということである。

この手法での環境的価値の評価は、対象となる環境財やサービスが、現状ではどのようにして供給されているかを把握することから始められる。農地景観を対象とすると次のようなパターンが考えられる一方、いくつかの開発事業にかかわる環境的価値の評価にも適用できる（表2・8を参照）。

< 農地景観評価例 3 >

- ・ 農地景観の特性：独特の美しい景観をもつ農地
- ・ 景観保全のための措置：
ナショナル・トラスト運動の一環として、自治体の財源による農地の買収、農地管理支援などを通じ、その農地景観を保存することが、自治体議会で決議された。
- ・ 防止の対象：
これまで維持されてきた美しい農地景観が、農業の粗放化や農地そのものの放棄などにより消滅することを防ぐ。
- ・ 農地景観の価値 ≥ 自治体が景観保存のために計上した予算額（農家への補助金、農地買い上げ経費など）

表 2 - 8 防止支出法の適用例

事業	環境的便益・費用	防止の対象	評価に用いる市場価格
高地農業開発	費用：土壌浸食（減少した砂防機能）	流失土砂が水田に堆積することによる作物への被害	下流域稲作農家が水流緩衝壁の建設に負担しようとする経費
農地排水整備	便益：洪水の減少・緩和（向上した治水機能）	洪水による被害	洪水による被害を最小限にするため、地域住民から任意にとった手段にかかった経費
都市上水道整備	便益：良質な飲み水（向上した水質）	不衛生な飲み水	地域住民が、ろ過設備や井戸掘りに使った経費

出所：長谷川弘（1998）p. 38

2 - 4 - 2 データの程度により適用できる手法（潜在価格法）

なんらかの環境財やサービスの価値を評価しようとするとき、それらに市場価格はあるが、市場が歪んでいるため人々の支払意思額を十分反映していないか、あるいは市場価格はもともとないが、それらに類似した環境的機能をもつ（または深く関連した）財・サービスの市場価値ならある（代替市場が存在する）といった場合に有効なのが、この「潜在価値法」のグループに属する一連の評価手法である（表 2・2 を参照）。このように支払意思額を推定するためのなんらかの手がかりはあるものの、「市場価値法」グループに比べ推定のための補完的データ収集に多くの手間ひまを必要とすることが、潜在価格法の特徴である。つまり、関連データを豊富に入手できるかどうか適用可能性を左右してしまうのである。

潜在価格法は、価値算定に用いる経済データにより、代替市場価格を利用する手法（「不動産価値法」ほか、3 種類）と潜在的支出額を利用する手法（「取替原価法」の 1 種類）に便宜上二分することができる。

（1）不動産価値法

「ヘッドニック法」とも名づけられているこの方法では、不動産関連価格（物件価格、地価など）のある部分が、その不動産周辺のアメニティー（生活上の快適性や住み心地）、自然生態系、公害といった環境要素のレベルを反映していると考えられる。すなわち、評価対象となる環境を除くすべての不動産価格形成要素が一定である場合、不動産価格間の差は対象環境の質の差に対する買い手の支払意思額を示すという基本的仮定から出発している。たとえば、なんらかの整備事業により 1 つの環境要素が改善され、それとともに事業近隣地域の不動産価格が上昇するとすれば、この上昇分をもとに事業がもたらした環境的便益を計算するのである。

本手法においては、不動産価格を被説明変数（ Y ）、対象環境要素の質や量を説明変数（ X_n ）の 1 つとして、多重回帰分析により Y を説明する寄与率としての X_n の係数を求めたり、 Y から一般財・サービスを表す X_n の市場価格を引いた残りを、価格のない環境要素全体の価値に帰属させるというやり方が一般的である。たとえば、図 2・7 のような近接した二種類の地価の相違額を D_l 、単位面積あたりの生産力による価値の違いを D_p 、そして、市場価格のない環境的要素（景観、洪水の頻度、自然性など）のレベルによるそれら 2 つの土地の環境的価値の差を D_e とすると、

De = DI - Dp となる。農地景観の価値を対象にした場合、ごく単純な例としては次のようなものが考えられるであろう。

図 2 - 7 遠くの山々が見える住宅と見えない住宅



出所： <http://homepage1.nifty.com/anise/home/hpm.html> (taku-t.com, Terawaki Lab, Homepage)

< 農地景観評価例 4 >

- ・農地景観の特性：農地はよく手入れされ、周辺の住宅に緑豊かな美しい景観を提供している。
- ・周辺不動産の状況：

家屋 A からは対象農地景観が見渡せる。家屋 B からは農地も他の特筆した景観も見えない。A と B は交通機関へのアクセス、建築様式など、景観以外の条件はほぼ同じであるにもかかわらず、A の物件価格 > B の物件価格。
- ・A への居住世帯にとっての農地景観の価値 = A の物件価格 - B の物件価格
(農地景観の総価値を算定するためには、地域全世帯や通行者にとっての価値を合計する。)

< 農地景観評価例 5 >

- ・農地景観の特性：

農地は日本を代表する魅力ある景観を有し、近くには観光客用のホテルも設けられている。
- ・周辺ホテルの状況：

ホテルの部屋 R1 は対象農地に面している。同じホテルの部屋 R2 はなんら魅力のない景観に面している。R1 と R2 は部屋の造作、設置階、接客サービスなど、景観以外の条件はほぼ同じであるにもかかわらず、R1 の宿泊代 > R2 の宿泊代になっている。
- ・R1 への宿泊客にとって農地景観の価値の一部 = R1 の宿泊代 - R2 の宿泊代
(これは R1 への宿泊代のみ、しかも宿泊客にとっての価値である。農地景観の総価値を算定するためには、その宿泊客の滞在期間を通した評価額も含めた観光客全体にとっての価値、および長期間にわたる地域住民にとっての価値を合計する。)

事業別には、土壌改善、水資源開発などのほか、この方法の適用可能な環境的便益や費用が、表 2・9 のように考えられる。

表 2 - 9 不動産価値法の適用例

事業	環境的便益・費用	不動産価格の変化	評価に用いる関連市場価格
高架式高速道路建設	費用：騒音、大気汚染、景観の悪化	設置道路周辺住宅価格の低下	住宅価格の低下分
都市洪水防止	便益：洪水の減少、緩和（向上した治水機能）	洪水が抑制された地域の地価、住宅価格の上昇	洪水に遭いやすい地区とそうでない地区の類似住宅の価格差
電線類地中化設置	便益：維持された、または向上した景観	地中化地域の地価の維持、または上昇	同一地区内の非地中化区域と地中化区域の地価の差

出所：長谷川弘（1998）p. 40

（2）労賃差異法

考え方は不動産価値法と同じであるが、環境の質や量の違いが反映される代替市場として土地や物件ではなく、賃金が顕示される労働力市場が使われる。なぜならば、労働の需給やそこで均衡する賃金は、基本的労働条件のほかに工場の騒音・塵埃、職場周辺の自然環境などに左右されるからである。つまり、似かよった職種間での賃金の差は、それぞれの職場における労働条件（福利厚生、安全性、衛生など）やその他の環境の違いに起因し、「3K 職場」にみられるようにそれらが悪いほど高賃金を提供する必要がでてくる。この方法では、職場およびその周辺環境の価値をこのような賃金格差をもとに経済評価しようとする。

他の評価手法と同様に本方法でも、できるだけ正確な支払意志額を導き出すためには、評価に用いられる価格（労賃）を形成する市場（労働力市場）が、完全競争の行われる自由市場（労働者が、自分たちの効用を最大化できる賃金をともなう職場や職種を自由に選択できる市場）であることが、前提とされなければならない。農地景観を例にとると次のようになる。

< 農地景観評価例 6 >

- ・ 農地景観の特性：美しい景観を有し、そばに G 自動車組み立て工場がある。
- ・ 工場の労働環境：
G 自動車工場は、評価対象農地に囲まれている。H 自動車工場の交通の利便性、組立機械の騒音などの労働条件は、G 工場とほとんど同じであるが、工業地帯の中心にある。
H 工場の賃金 > G 工場の賃金。
- ・ G 工場労働者 1 人にとっての農地景観の価値
= H 工場の賃金 - G 工場の賃金
= H 工場の景観的ハンディに対する H 工場労働者 1 人あたりの補償受取額（H 工場経営者の支払額）

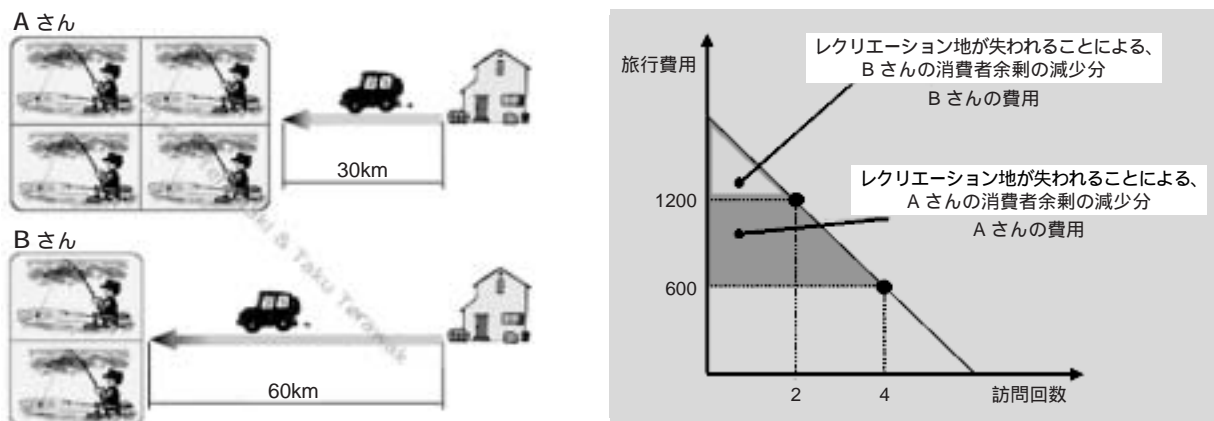
（3）旅行費用法

この方法は、環境財やサービスのなかでも、公園のような公共施設が利用者にもたらすレクリエーション関連便益を評価するのに用いられることが多い。これらの利用者が費やした経費（交通費、時間費用など）をベースに、そのレクリエーション機能の価値（利用者への便益）が計算されるが、理想的には、近隣住民の利用パターンを詳しく調査し、対象となる施設に対する需要曲線を求めることが必要である。

すなわち、当該施設を利用するのにかかる費用（旅行費用）が利用者によりさまざまであるこ

とをともに、コストと利用頻度の関係を表す需要曲線から、曲線下部の面積にあたる消費者余剰（図2・5を参照）を算定するのであるが、値段のないレクリエーション的機能をもつ環境財の価値はこの消費者余剰額に一致することが多い（図2・8を参照）。

図2 - 8 魚釣りにかかわる旅行費用法のイメージ



出所： <http://homepage1.nifty.com/anise/home/tcm.html> (taku-t.com, Terawaki Lab, Homepage)

この方法は、各種公園などのレクリエーション施設の設置事業のほか、ダム建設事業にともなう貯水池での舟遊び、水泳、魚釣りなどのレクリエーション価値、そして文化財や歴史的事蹟の価値を推定するのに適しているであろう。農地景観を対象としたごく簡単な例を次に示す。

< 農地景観評価例 7 >

- ・ 農地景観の特性：美しい景観を有し、農地沿いに一般道がある。
- ・ 交通状況：近道が他にあるにもかかわらず、わざわざ農地沿いの道を通る通勤者や散歩者がいる。
- ・ それら通勤者や散歩者にとっての農地景観の価値
 - = 近道をしなかったことで余分にかかった時間費用
 - + 余分にかかった交通費（ガソリン代など）

(4) 環境代替物法

私的な取引財が環境的サービス、公共財の適当な代替物になっていることがある。そのように、値段のない環境財・サービスと市場で取引されている一般財・サービスとの間に密接な代替関係がある場合、その一般財に対する需要や支出額をもとに、対象となっている環境財の潜在的価値、あるいは環境的機能のもたらす便益を推定しようというのが、この方法である。

たとえば、有料の大規模個人庭園が都市公園や自然公園を代替していると考えられるケースでは、新しい公園設置にともなう環境的便益はそのような代替財（庭園）に対する需要から推定することができる一方、汚染された湖沼や河川を遊泳可能な水質に戻すといった事業の便益は、その代替として使われていた付近の有料水泳プールの利用状況をみることによりなんらかの算定基礎データを入手できるのである。また、途上国での公共上水道施設は水の売買取引によってかわることになり、各世帯が購入する水にかかる費用を調べることで、その上水道整備事業に対する

消費者の評価額（支払意志額）を算出できるであろう。

このような方法は、レクリエーション施設や観光資源を中心とした環境財・サービスの評価に広く用いることができるが、農地の景観評価のためにも応用できる。次はそのなかの身近な例の1つである。

< 農地景観評価例 8 >

- ・ 農地景観の特性：すばらしい景観をもち、多くの人々によって知られている風景。
- ・ 代替物の状況：
その農地景観の絵はがき、カレンダー、風景写真など、その景観の複製品が市場で売買されている。
- ・ 農地景観の価値の一部（写真購入者にとっての価値）
= インテリアとして飾られている風景写真の売上げ額

(5) 取替原価法

データの程度により適用できる「潜在価格法」のもう1つの方法は、潜在的支出額を利用するこの手法である。「潜在的支出額」とは開発事業の環境へのインパクトによる被害額やその補償額、損なわれた環境財・サービスを回復させるための費用、あるいは回復させるのが不可能なので同じような環境的機能を別途つくり出すのにかかる経費など、ある環境財・サービスのもたらす効用が減少してしまう場合に、それらをなんらかの形で取り替え、人々の効用レベルに影響を与えないようにするために必要とされる費用である。

この手法では、たとえば、森林のもつ治水機能が損なわれ水害が生じた場合、水害による家屋の浸水や農作物の枯死など、被害にあった物理的資産を取り替えるために実際にかかる費用を推定し、その額を森林の1つの環境サービスである治水機能の価値（便益）とみなすのである。あるいは、環境的悪影響のため移転せざるをえなくなった施設にかかる費用や、大規模なケースでは、ある環境財・サービスと同様の代替財・サービスの提供を目的とする1つの事業（潜在プロジェクト）にかかる総費用が、環境のもつ価値の評価のもととなる。

「被害評価法」あるいは「潜在プロジェクト法」や「代替法」とも呼ばれる取替原価法の論理的根拠は、同じように支出額をもとに環境を評価しようとする前出の「防止支出法」と同様であるが、開発事業により害された生産資源や環境サービスをほぼもとどおりに取り替える他の技術が存在するとともに、そのためにかかる費用が算定でき、しかも害された価値よりも小さいということが基本的な仮定である。もし、取替費用が害された価値（被害額）よりも大きいならば、取り替えは効率的でなくこの評価アプローチを用いる意義も失われてしまうからである。つまり、損なわれたものがダムや橋梁のように地域住民にとって欠くことのできない基本的インフラであったり、問題となっている環境がたいへん希少で社会的に保存されるべき資源である場合のように取替費用のほう明らかにか小さいと推測されるケースで、活用できる手法なのである。よって、通常は、推定された潜在的支出額は、求めようとしている環境財あるいは環境サービスの評価額の最下限とみなされる。農地景観への適用例とその他の環境財・サービスでの例を次に示す（表2・10を参照）。

< 農地景観評価例 9 >

- ・ 農地景観の特性：
美しい農地景観が、調和しない人工建造物（電線、ビルなど）により台なしになっている。
- ・ 前提条件：
その人工建造物を移転または撤去し、もとの農地景観の美しさを回復させることを、それらが存する地域の議会が決議した場合。
- ・ 取替原価（RC）：当該人工建造物の移転費用、またはビル所有者などへの補償額を含めた撤去経費。
- ・ 人工建築物がある場合とない場合の農地景観の価値の差 = RC

< 農地景観評価例 10 >

- ・ 農地景観の特性：
対象農地は都市部にあり、その緑豊かな景観は多くの都市住民や勤労者に愛され親しまれてきた。
- ・ 状況：
当該農地は、市街地再開発の対象地区に含まれ、ビル建設用地として使われることになったが、地域住民により、当該農地に類似した景観のサービスを与えるようなオープン・スペース（都市公園など）の新規設置が強く要望されている。
- ・ 農地景観の価値 > オープン・スペースの建設および維持管理にかかる経費合計

表 2 - 10 取替原価法の適用例

事業	環境的便益・費用	取り替えの対象	潜在的支出額
自然災害防止対策	便益：緩和・防止された自然災害	災害により損なわれた物質的資産	損なわれた物理的資産の取り替えにかかる経費
ヤシ油精油所建設	費用：排水による河川水質汚濁	家庭用浄水取水設備・施設	既存の取水装置・施設を水のきれいな場所へ移転するための費用
高地農業開発	費用：土壌浸食（養分流失）および下流域生産活動への被害	流失した栄養分、および下流域生産低下分	肥料の購入・施肥経費、および減少した生産への補償金額
エビ養殖（マングローブ林伐採）	費用：減少したマングローブ林生態系機能および生産財	マングローブ林（機能、生産財）	マングローブ林と同様の機能・生産財を供給するための環境創造型プロジェクトに要する費用

出所：長谷川弘（1998）p. 43

2 - 4 - 3 より多くの調査を要する手法（サーベイ法）

対象とされる環境財やサービスについての市場データ（市場価格）がないうえ、関連する代替市場（代用となる財・サービスの市場価格）さえも存在しないような場合、「市場価格法」や「潜在価格法」を使って開発事業の環境的便益（Be）や環境的費用（Ce）を評価することはできない。たとえば、市場がほとんど存在しないアメニティー（快適性）、景観、歴史的・文化的側面、遺伝学的（種の）多様性などであり、「サーベイ法」で対象とされる環境財・サービスの典型である。

より多くの調査を要するサーベイ法は、「仮想的評価法」（CVM：contingent valuation method）と「コンジョイント分析」（conjoint analysis）からなり、表 2・2 に示されたいくつかの方法に分

けることができるが、これらに共通した「サーベイ法」全体の特徴は次のように整理されよう。

- 1) 市場価格をもとに環境財・サービスの価値を客観的に算定する「市場価格法」や「潜在価格法」と異なり、残された経済評価の最後の手段として環境財・サービスに対する個々人のまたは社会全体の主観的支払意志額（WTP）や代償受取意志額（WTAC）を調査する。
- 2) この手法の対象となる環境財・サービスについては、一般に、観察しうる人々の行動（市場での経済活動）があまり顕著でないため、財・サービスの消費者（利用者）である地域住民自身に、直接質問を行いその答をもとに個々人（社会）の経済活動パターン（需要曲線）を推定する。
- 3) 個々人の WTP（または WTAC）を積み上げることで環境の質的变化に対する総体的価値づけを行うため、個々人の対象環境に対する認識が重要である。
- 4) 環境財・サービスは、同時に公共財・サービスであることが多いうえ、その消費者（利用者）も多数であるため、普通は、一握りの代表グループにとっての価値を決定した後に（サンプリング）影響を受ける人間の総数から加重平均などを行い総価値を導く。

このようにサーベイ法では、仮に設定された環境的諸状況や変化に対する地域住民の WTP あるいは WTAC をアンケート調査などで知ることにより、環境財・サービスの価値（または Be や Ce ）を算出するのである。

(1) 付け値ゲーム

この手法では、ゲーム参加者（アンケート対象者、質問回答者）がなんらかの仮定状況のなかで、ある環境財やサービスの供給量変化に対する WTP か WTAC を示すよう求められる。付け値ゲームには、回答者自らが最初から金額を示す「単回付け値ゲーム」と質問者（調査側）が何度か予想金額を示しながら回答者の納得する金額に近づけていく「反復付け値ゲーム」がある。それぞれの手順は次のようになる。

1) 単回付け値ゲーム

評価しようとする環境財 / サービスの事前および事後の状況（環境の改善または悪化）についてゲーム参加者がイメージをもてるよう、口頭、文章あるいは視聴覚機器を用いて調査者が説明。

環境が改善される場合にはそれに対するゲーム参加者自身（または世帯）としての WTP の上限額、悪化する場合には WTAC（賠償金）の下限額を、参加者から調査者に示してもらう。

回答された WTP あるいは WTAC の平均値をもとに、当該環境財 / サービス変化分による利用者（消費者）全体にとっての Be や Ce を推定

2) 反復付け値ゲーム

評価しようとする環境財 / サービスの事前および事後の状況（環境の改善または悪化）についてゲーム参加者がイメージをもてるよう、口頭、文章あるいは視聴覚機器を用いて調査者が説明。

環境が改善される場合にはそれに対するゲーム参加者自身（または世帯）としての WTP の上限額（X 円）、悪化する場合には WTAC（賠償金）の下限額（Y 円）の具体的な予想値を、調査者が参加者に示す。

各参加者が納得する金額（参加者が抱く WTP または WTAC）になるまで、調査者は予想値（X または Y）の提示作業を繰り返す。

合意された X（WTP）あるいは Y（WTAC）の平均値をもとに、当該環境財 / サービス変化分による利用者（消費者）全体にとっての Be や Ce を推定。

(2) 諾否試験

より市場メカニズムに近い調査形態であり、次の手順で実施する。

評価しようとする環境財 / サービスの事前および事後の状況（環境の改善または悪化）について被験者がイメージをもてるよう、口頭、文章あるいは視聴覚機器を用いて調査者が説明。

調査者は説明された環境的变化（改善または悪化）に対するいろいろな X 値（WTP）あるいは Y 値（WTAC）を用意し、各被験者に無作為に X（または Y）値のいずれかを提示。

各被験者は、提示されたそれぞれの X（または Y）の金額が納得できる（すなわち、彼らの抱いていた WTP あるいは WTAC に近似している）ものである場合には「諾（合意）」、そうでない場合には「否（合意不可）」の意志表示を求められる。

調査者は、関連人口（利用者、消費者）へ加重づけできるように提示した X（または Y）値ごとに被験者をグループ化し、諾否の結果をもとにロジット・モデルをつくり、平均的 WTP または WTAC を推定。

推定された WTP あるいは WTAC の平均値をもとに、関連する利用者 / 消費者について加重づけを行い、当該環境財 / サービス変化分による地域社会全体にとっての Be や Ce を算定。

(3) トレード・オフ・ゲーム

上記2つの手法は、環境の変化に対するゲーム参加者（被験者）のWTPそのものを直接問うたのであるが、この手法では調査者がお金といろいろな質と量の環境財・サービスの組み合わせを提示し、参加者の選択結果（トレード・オフ状況下での参加者の満足する財の選択）により間接的にほのめかされた彼らのWTPやWTACを抽出しようとするものである。典型的手順は、次のとおりである。

評価しようとする環境財/サービスの基準となる（事前の）環境質・量レベル（A）について参加者がイメージをもてるよう、口頭、文章あるいは視聴覚機器を用いて調査者が説明。

参加者がX円を支払う（受け取る）ことでAが向上する（悪化してしまう）という架空設定での（事後の）環境質・量レベル（B）について調査者が参加者に説明。

「環境はレベルAのままであるが、参加者はなんの支払いも受け取りもない（ $X=0$ 円）」という組み合わせと「環境はレベルBに向上（悪化）し、参加者はX円を支払う（受け取る）」という組み合わせのどちらかを各参加者に選択させる。

参加者にとって両方の組み合わせが無差別（いずれでも効用が同じとなり選択が困難）になるまでさまざまなX値を各参加者に示す。

レベルAからBへの環境の改善（悪化）分に対する各参加者のWTP（ Be ）またはWTAC（ Ce ）は、それぞれの参加者にとって両方の組み合わせが無差別となった際のX値。

(4) 無費用選択

トレード・オフ・ゲームは組み合わせ間の比較であったが、無費用選択法では評価対象の環境財・サービスと金銭そのものかあるいは市場価格のある消費財・サービスとの間の比較となる。「無費用」はまったくの支出なしに無償で回答者にとって魅力あるものが入手できるという仮定を設けることによる。

調査者が回答者に、評価しようとしている環境財・サービス（あるいはそれらの変化分）について説明。（この環境財・サービスまたはそれらの変化分を選択肢Aとする）

金銭そのもの（X円）、あるいは市場価値X円をもつなんらかの消費財・サービスを回答者に示す。（この金銭または消費財・サービスを選択肢Bとする）

AまたはBのいずれか一方のみを、回答者が無償で（支出なしで）手に入れることができるという前提条件を設定し、各回答者にA、Bのいずれかを選択させる。

A が選択されれば回答者にとっての対象環境財・サービス（またはその変化分）の価値 $> X$ 円。B が選択されれば対象環境財・サービスの価値 $< X$ 円。（B の X 値またはそれと等価の消費財・サービス種を変化させて選択を繰り返すことにより、各回答者にとっての無差別 X 値（評価額 = WTP）に収斂）

(5) デルファイ法

基本的な調査手順は、以上(1)~(4)の仮想的評価諸手法のいずれかを採用するが、アンケート調査対象者ないしゲーム参加者が一般の消費者（利用者）でなく環境や経済の専門家（研究者、技術者、コンサルタントなど）から構成される点が大きく異なる。そして、デルファイ法の目的は評価額として各回答の平均値をとるのではなく、アンケートを繰り返し、その過程で、それまでのアンケート結果をフィードバック（1人ひとりの回答理由を専門家間で共有）して、専門家全員による評価結果の収斂を図ることにある。

以上(1)~(5)に概説した仮想的評価の各手法を用いて農地景観の評価例を想定することは、「市場価格法」や「潜在価格法」の諸手法に比べ容易である。なぜなら、仮想的評価法はデータ収集のためのアンケート調査などには手間暇がかかるが、かえって既存の市場価格や関連市場の有無にとらわれないため、いろいろな社会経済的あるいは自然地理的状况下にある農地景観を自由に選べるからである。ここではそのうちの「無費用選択」法の調査ステップを用いた次のような農地景観の経済評価例を示す。

< 農地景観評価例 11 >

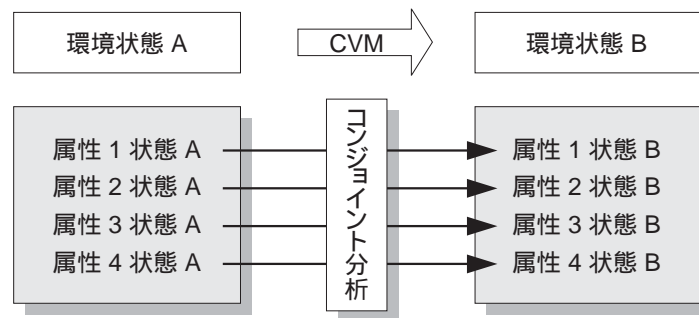
- ・ 農地景観の状況：なんらかの開発事業によりその美しい景観はなくなろうとしている。
- ・ 回答者に示される選択肢：
 選択肢 A - 開発は中止され農地はそのまま存続する。
 選択肢 B - 開発により農地はなくなるが、ハワイへの往復航空券（X 円相当）がもらえる。
 選択肢 C - 開発により農地はなくなるが、JR 周遊券（Y 円相当）がもらえる。
 （ただし、 $X > Y$ ）
- ・ 回答者の選択結果：A と B では B、A と C では A をそれぞれ選択
- ・ X 円 $>$ 回答者にとっての農地景観の価値 $> Y$ 円
 （回答者にとっての真の評価額をつかむため、X 値と Y 値の間隔を狭めるよう、異なる一般消費財・サービスを用いながら、選択調査を繰り返す。）

(6) コンジョイント分析

アンケート調査などにより回答者の支払意志額を直接尋ねるサーベイ法のもう1つの評価手法は「コンジョイント分析」(conjoint analysis)である。これは従来、計量心理学や市場調査の分野で開発され、1990年代以降、環境分野にも使われ始めた最新の環境経済評価手法といえるであろう。

いろいろな利用価値やサービス機能を同時に有する環境全体の価値を総合的に評価しやすい仮想的評価法(CVM)に比べ、コンジョイント分析ではこれらの別々の環境的価値(属性別の部分価値、part worth)を1回の調査だけで評価できるという利点がある(図2・9を参照)。

図 2 - 9 CVM とコンジョイント分析の違いのイメージ



出所：鷲田豊明（2002）をもとに筆者改変。

コンジョイント分析の大きな特徴は、評価対象となる環境の複数属性からなる「プロファイル」(profile) と呼ばれるカードを回答者に示すことにより、各プロファイルの属性と回答者の選好結果との関係から、統計的に属性別の環境価値を評価する点である。たとえば、ある森林を水源保全、レクリエーション的利用、生態系保全などの目的で整備しようとする事業計画を対象とする場合、計画内容は水源保全面積、レクリエーション施設整備状況、生態系保全面積に加え、各世帯の負担額などの属性によって構成されることになり、各属性の想定レベルの組み合わせにより、表 2・11 のような複数のプロファイルが準備される。

表 2 - 11 コンジョイント分析のプロファイル例

属性	プロファイル 1	プロファイル 2	プロファイル 3	プロファイル 4
水源保全	10 ha	5 ha	20 ha	現状のまま
レクリエーション	キャンプ場整備	整備なし	キャンプ場整備	現状のまま
生態系保全	20 ha	50 ha	10 ha	現状のまま
負担額	3,000 円	5,000 円	1 万円	0 円

出所：栗山浩一（2003）をもとに筆者改変。

これらのプロファイルをいくつ回答者に提示するかにより、完全プロファイル評定型 (full profile rating、1つのプロファイルに対しどのくらい好ましいかを尋ねる)、ペアワイズ評定型 (pairwise rating、2つのプロファイルについてどちらがどのくらい好ましいかを尋ねる)、および選択型実験 (choice experiments、3つ以上のプロファイルのなかから最も好ましいものを選択させる) の3種類の調査方法がある。環境財・サービスを対象とする場合は、選択型実験事例が多い。

さらに、コンジョイント分析は、CVM に比べ、森林 1 ha、野鳥 1 羽といった環境財 1 単位あたりの価値 (原単位) をより正確に測定し、効率的な「便益移転」(既存の評価額をもとに別の評価対象の価値を評価すること) を可能ならしめる。しかしながら、新しい分析手法ゆえ事例も少なく、プロファイルの属性間の相関、非現実的な組み合わせ、回答・統計処理上のバイアスなど、評価額の信頼性を妨げる課題も多く残されている。

2 - 5 環境財・サービスを対象とする経済評価諸手法の比較

環境の価値を貨幣単位で評価しようとする場合に用いることのできるこれらの手法（「市場価格法」グループ、「潜在価格法」グループ、および「サーベイ法」グループ）で、実際に評価を試みる際には、入手しうる既存データ、求められる精度、使うことのできる時間と予算などの制約条件が考慮されねばならず、これらの諸条件のもとでどの手法が最適であるかを判断することは必ずしも容易ではない。もちろん、対象となる環境項目によっては複数の手法を併用することもでき、互いの評価結果を比較することで、より信頼性の高いアウトプットや手法の改善を図ることもできよう。

このような最適手法の選択や各手法による評価額の比較を行うのに、足がかりとなる情報を表 2・12、表 2・13 および表 2・14 に示す。表 2・12 と表 2・13 は、前節で提示されているさまざまな評価手法を、方法論的あるいは実施上の特性ごとに比較したものであるが、評価手法メニュー全体のなかでの各手法の長短所が浮き彫りになるとともに、表 2・12 の最後の欄には環境影響評価システムのなかでの有用性について総合的判定が示されている。（それぞれの手法による経済評価結果の「有用性」であり、2・3 節で手法分類の根拠となった必要とされるデータ量による各手法の「適用性」とは異なる。）

表 2 - 12 環境の経済評価手法の特性や有用性の比較

環境の経済評価手法	既存の市場データへの依存度	新しいデータ調査の必要性	支払意思額（WTP）との関連	補償受取意思額（WTAC）との関連	評価額が選択価値を含む可能性	手法の理論的精度	評価結果の信頼度	必要なデータの入手可能性	環境影響評価システムでの総合的有用性
容易に適用できる「市場価格法」									
生産高変化法									
所得損失法									
防止支出法									
データ次第で適用できる「潜在価格法」									
不動産価値法									
労賃差異法									
旅行費用法									
環境代替物法									
取替原価法									
より多くの調査を要する「サーベイ法」									
付け値ゲーム									
諾否試験									
トレード・オフ・ゲーム									
コンジョイント分析									

：高い ：普通 ：低い

出所：長谷川弘（1998）をもとに筆者改変。

一方、表2・14は既存データにとらわれずにすべての環境に用いることのできるサーベイ法と、潜在価格法グループの1つの手法を、同じ環境財やサービスに用い両者の評価結果を対比させたものである。表2・12では、概して潜在価格法による評価額のほうがサーベイ法よりも信頼性が高い(左から3つ目の欄を参照)とされているから、表2・14はサーベイ法の評価結果が、潜在価格法で測定されたより真の価値に近い値からどの程度乖離しているかを表しているともいえる。

表2 - 13 環境経済評価諸手法の適用上の課題と仮定

評価手法名	評価手法の概要	評価手法の特徴	評価上の課題	仮定の設定	
市場価格法	生産高変化法	開発事業による環境への影響は、それらに起因する生産高の変化に反映されることが多い。この生産高における物理的变化を生産にかかわる投入物や産出物の市場価格をもとに評価し、事業による環境的便益や費用の貨幣的価値を求める手法である。	必要データが得られやすく、他手法に比べ簡単である。	環境インパクトによるなんらかの生産上の変化が明らかでない適用できない。	対象となる生産高の変化は明らかに環境インパクトに起因する。 ・「部分均衡」の成立。
	所得損失法(医療費用法)	ある開発事業がもたらした環境の変化により人体の健康が損なわれたり、そのために所得が減ったりした場合の医療費用や所得損失額あるいは逆にこれまで負担していたものが開発事業により可能になった貯蓄額や受け取ることができるようになった所得面での便益などをもとに、その環境財やサービス価値を算定する手法である。	対象とする病気や傷が一過性または後遺症が残らない場合には、環境的影響を容易に評価できる。 ・過小評価になりやすい。	対象とする病気や傷が慢性疾患の場合には、その環境的影響の評価が困難である。 ・死亡については、倫理的問題がある。	・精神的ストレスはない。
	防止支出法	開発事業が環境的便益や費用をもたらすような場合、それらの環境的变化を防止するために支払われる支出額をもとに、環境を評価する手法である。	目に見える市場活動に基づいているため政策決定者への説明がしやすい。	算出結果は、最低の評価額を示す。一般に途上国では需要が所得に抑えられている。	影響を緩和するために支出した費用に関する正確なデータが入手可能である。 ・それらの支出にともなう副次的な便益はない。
潜在価格法	不動産価値法(ヘドニック法)	開発事業により1つの環境要素が改善(改悪)され、それとともに事業近隣地域の不動産価格が変化するとしたとき、その変化分をもとに事業がもたらした環境的便益(費用)を計算する手法である。	わが国では、地価データが比較的整備されていることから評価事例が多い。	式の関数系の選定、対象属性の選定、属性間の多重共線性、住民の選考の多様性等々、理論上の課題が多い。	地域住民は同一の嗜好をもつとして分析する。 ・周辺価値の地価への完全帰着。 ・不動産データが整備されている。
	労賃差異法(ヘドニック法)	職場およびその周辺環境の価値を賃金格差をもとに経済評価する手法である。	考え方は不動産価値法と同じであるが、賃金を用いて評価する。	(同上)	・自由な労働力市場が形成されている。
	旅行費用法(TCM)	公園などの利用者が費やした経費をその利用者が公園などに抱いている価値意識ととらえ、そのレクリエーション機能の価値(利用者への便益)を導き出す手法である。	人々の行動から多種多様な旅行費用を算出し、需要曲線を描き、その結果から消費者余剰分を把握する。また、便益の最低評価額となる。	利用者にかかわる旅行費用、滞在期間、出発地などのデータがない場合には、アンケート調査や統計分析が必要となる。	・地域住民は、同一の嗜好をもつ。 ・増加する価格に利用者の行動が敏感に反応する。 ・利用者関連データが整備されている。

評価手法名	評価手法の概要	評価手法の特徴	評価上の課題	仮定の設定
潜在価格法	環境代替物法	・レクリエーション施設や観光資源などの環境財・サービスに幅広く用いることができる。	・代替物価格から環境的機能以外の価値を分離しにくい。	・環境財・サービスと十分な代替関係がある。
	取替原価法 (被害評価法、潜在プロジェクト法、代替法)	・補償額、回復経費などの「潜在的支出額」を用いる。 ・環境財・サービスの最低限価値を算定する。	・回復させようとする環境の価値が、それにかかる取替費用よりも大きいことが明確でないとならない。	・回復技術が存在する。 ・その技術経費が算定できる。 ・失われた環境の価値は回復経費などよりも大きい。
サーベイ法	仮想的評価法 (CVM、仮想金銭化法、擬制市場法、価値意識法、意識分析法)	・すべての環境財・サービスの価値を対象とできる。特に非利用価値の測定が可能である。	・アンケートなどで調査を行うときにその質問などの設定のしかたなどによって、回答に各種の偏向(バイアス)が生じることがある。 ・他手法に比べ、時間や調査経費などがかかる。 ・主観的価値判断に左右されやすい。 ・非利用価値の対象者設定が困難である。	・アンケート調査などの対象者は仮想的な環境の質やレベルをよく理解している。
	コンジョイント分析	・CVMと比べ、1回の調査で環境項目別の測定ができる。 ・非利用価値を含めすべての環境的価値を測定する。 ・原単位をより正確に測定するため、「便益移転」に有用である。	(同上)	・プロフィールの属性間相関に問題がない。 ・統計処理上のバイアスがない。

出所：筆者作成。

表 2 - 14 サーベイ法と潜在価格法との評価結果の比較

評価実施者 (実施年)	評価対象環境財・サービス	サーベイ法での評価額 ^a	潜在価格法	
			評価額	使用手法
Kentsch と Davis (1966)	休暇	\$ 1.71/世帯/日	\$ 1.66/世帯/日	旅行費用法
Bishop と Heberlein (1979)	狩猟許可証	\$ 21/許可証	\$ 11 (時間費用 = 0) \$ 28 (時間費用 = 中間賃金 × 1/4) \$ 45 (時間費用 = 中間賃金 × 1/2)	旅行費用法
Desvousges, Smith, McGivney (1983)	水質の改善 ・取水可能程度 ・魚釣可能程度 ・水泳可能程度	< 利用価値 > ^b \$ 21.41 \$ 12.26 \$ 29.64	< 利用価値 > \$ 82.65 \$ 7.01 \$ 14.71	旅行費用法
Seller, Stoll および Chavas (1984)	舟遊び ・ Conroe 湖 ・ Livingston 湖 ・ Houston 湖	< 消費者余剰 > \$ 39.38 \$ 35.21 \$ 13.01	< 消費者余剰 > \$ 32.06 \$ 102.09 \$ 13.81	旅行費用法
Thayer (1981)	レクリエーション・行楽地	< 社会的価値 > \$ 2.54/世帯/日	< 社会的価値 > \$ 2.04/世帯/日	環境代替物法
Brookshire 他 (1982)	大気質の改善 ・汚染状況から基準レベル ・基準レベルからさらに改善	\$ 14.54/月 ^c \$ 20.31/月	\$ 45.92/月 \$ 59.09/月	不動産価値法
Cummings 他 (1983)	地方の社会基盤施設 ・ニューメキシコ州 Grants ・ニューメキシコ州 Farmington ・ワイオミング州 Sheridan	< 施設整備に対する労賃の弾力性* > -0.037 -0.040 -0.042	< 施設整備に対する労賃の弾力性* > -0.035 (対象は 29 の地方市町村)	労賃差異法
Brookshire 他 (1985)	自然災害(地震)情報	\$ 47/月	\$ 37/月	不動産価値法

a : 回答者、ゲーム参加者、あるいは被験者からの返答の平均値

b : 親水レクリエーション施設利用者を対象とした反復付け値ゲームでの評価額

c : 調査サンプルである地域住民の評価額

* : 施設が X % 増加することにより労賃が Y % 減少したときの弾力性は、 $-Y/X$

出所 : 長谷川弘 (1998) p. 49

3. 環境経済評価の課題への対応

従来の環境影響評価や経済評価がパーフェクトでないように、両者をリンクさせた環境財・サービスの価値（ B_e や C_e ）の測定やそれらに基づく費用便益分析を行うにもさまざまな実用上の課題がある。本章では、環境を対象とした経済評価実施上の主な課題や問題点について整理し、現時点で考えうる対応策や解決への方向性を示す。

3 - 1 所得分配

これは、環境を対象としたものに限らず経済評価（費用便益分析）手法が、従来から内包してきた同じ世代・時代のなかでの公平性にかかわる問題である。つまり、経済評価においては、便益や費用がだれに生ずるのか、社会が現状の所得分配を適切であるとしているかどうかに関係なく、経済的効率性（社会全体としての福祉、効用あるいは純便益の向上や最大化）のみが評価される。

地域住民と国との間で、長年争われてきた成田空港建設事業を例にとると、事業の生み出す日本社会全体にとっての便益は高速交通システムの充実、関連産業の発展などにより、事業コストを上回り経済効率上は望ましいと判断されるが、空港周辺の住民や農民にとってはむしろコストばかりがかかり、恩恵だけを受ける空港利用者に対する一種の不公平感が成田闘争を促す一因ともなったのであろう。所得額の大きい日本でさえもこのようであるから、途上国での開発事業にあたっては、なおさら費用や便益がどの地域のどんな階層の人々に生ずるのかをよく検討し、事業による所得分配へのインパクトにも十分配慮することが重要である。経済評価そのものは、この課題を直接解決する仕組みをもたないのであるが、補完的に実施しうる方法が次のように考えられる。

(1) 帰着分析

所得階層ごと、地域ごとの便益や費用の算定結果に基づく適切な所得分配を達成するため、当該事業の結果、だれが儲け、だれが損をし、その額はどれぐらいで、そのため事業による汚染の被害額を、だれがどれほど負担することが公平かを分析する。

(2) 加重づけ

所得階層ごと、地域ごとの便益や費用を実際の生活レベルにあわせて実質的な重みづけをする。たとえば、貧困層にとっての X 円は、富裕層にとっての X 円よりも実質的には価値があるといった現象を、金銭上でも表現できるようなんらかのファクターを掛けて調整する。

(3) 所得分配についての制約

便益を受ける、あるいは費用を負う階層や地域、それらの便益額や費用額になんらかの目標を設定し、この目標の達成を当該事業選定の 1 条件とする。

(4) 補完的事業

当該開発事業とは切り離して、便益や費用を同世代内で公平に配分するための政策的、財務的手段、あるいは補助・調整プロジェクトを別途実施する。

3 - 2 世代間の公平：環境に配慮した割引計算

経済評価においては、「現在の X 円の価値 > 将来の X 円の価値」という観点から、いろいろな時点で発生する便益や費用のすべてを、ある一時点（基準年次、通常は事業開始初年次）で生ずるものとして、割り引いた値に換算する。これを「割引計算」、割り引く程度を「割引率」、割り引いた値を「現在価値」と呼んでいる。この計算手続きは、より効率的な資源利用を促すため、適切な割引率を用いる限り合理的なものとして一般に受け入れられてきた。

しかしながら、比較的近い時期に生ずる通常のコストや便益と違い、遠い将来にも現れやすい環境へのインパクトに基づく環境的便益や費用の現在価値はたいへん小さくなってしまい、環境の改善にしろ悪化にしろ遠い世代での環境上の変化は、現世代にとってはどうでもよいような扱われ方になりがちである。すなわち、環境を内部化した経済評価を実施する際、どの程度の割引率を採用しどのような割引計算をするかが、すべての世代で十分な環境配慮をするための重要な課題となっている。

これは環境の恵みが永続的なものであり、1 つの世代で使い切ってしまうてよいものではないという「世代間の公平」性をどう確保すべきかという課題であり、そのために最もかわりがある「割引計算」ないしそのなかで使われている「割引率」に焦点があわされた問いかけである。

単純に「さまざまな時点で生ずる費用や便益を現在の価値に直す」割引計算をすべてやめてしまふ、すなわち「割引率 = 0 %」とする方法が考えられるが、以下の理由などにより、なんらかの割引率を設け一定時点での費用と便益の価値（現在価値）を比較しなければ、合理的な経済評価、すなわち資源を最適利用するための意思決定が行われぬというジレンマがある。

個人の寿命が有限である以上、遠い将来の便益や費用は意味がない。

将来はなんらかの経済成長によって財が増えるので、財 1 単位あたりの満足度は逡減してしまう。

資本を投下することによって、将来には投下した資本以上の果実が得られることが当然である。

割引率を設定するにあたっては、必ずしもすべての環境的影響が問題となるのではなく、次のような一般的条件にあてはまるものだけである。

再生不可能な資源にかかわる便益や費用をもたらす。

将来、希少価値が高まるような財・サービスにかかわる便益や費用をもたらす。

1 世代（30 年間）以上の長期間にわたって影響をもたらす。

しかし、多くの環境財・サービスがこれらにあてはまることも事実である。

3 - 2 - 1 一般の経済評価に用いられる割引率

特に環境への配慮（経済評価への内部化）がなされることもなく、これまで通常用いられてきた割引率はいくつかの考え方をもとに設定されてきているが、主流となっている代表的なとらえ方は次の2つである。

(1) 社会的時間選好率

これは地域社会が全体として、将来よりも現時点のほうをどの程度重視（選好）しているかを表すものである。子孫世代も考慮した社会全体という社会経済的観点でなく、限られた寿命をもつ個人としての重視度を「私的時間選好率」といい、社会的時間選好率よりも大きくなるのが普通である。そして、理論上は完全な自由経済市場のもとで、市場利子率と等しくなる。すなわち、次の関係が成り立つ。

$$(\text{社会的時間選好率}) < (\text{私的時間選好率}) = (\text{利子率})$$

(2) 資本の機会費用

土地、マンパワー、資金など、制限のある資本が当該事業以外のなんらかの事業に投入された場合の経済的収益率のなかで最も大きな率をいう。たとえば、A という資本を3種類の事業ないし財テクに投資した結果、それぞれ4%、8%、12%の収益率であった場合、Aの機会費用は12%ということになる。

両者とも実際に算定することがむずかしいうえ、どちらが適切かということについても意見が分れている。しかし、多くの国々や国際援助機関では、それぞれの対象国特有の経済発展状況や社会環境などを反映させた国別、分野別の「資本の機会費用」をもって経済分析・評価の際の割引率としている。

3 - 2 - 2 環境にやさしい割引率

経済評価・分析の結果を大きく左右してしまう割引率は、当然、その大きさによって、いろいろな時期での環境上のメリットやデメリットを変化させてしまう。ここでは、大まかに「高い割引率」および「低い割引率」という相対的な視点から、割引率の大きさと環境とのかかわりの特性を表3・1のように整理してみた。

表3・1を含めた上記の議論をふまえると、重要な環境的便益および費用の発生時期による理想的な「環境にやさしい」割引率はおおよそ表3・2のようになるであろう。たとえば、環境的便益

表 3 - 1 割引率の特性と環境とのかかわり

特性	低い割引率	高い割引率
一般的特徴	将来生ずる便益や費用が、より重視される。	将来生ずる便益や費用は、より軽視される。
経済的实施可能性 (feasibility) が、より大きくなりやすい事業	純便益が即時でなく、かなり将来に発生する事業 (例：30年以上事業が継続する長期的事業、資本集約型事業)	純便益が早い時期に発生する事業 (例：短期的事業、緊急対策事業)
環境的利点	・将来発生する、あるいは長期的な環境影響（負および正のインパクト）も考慮されやすい。 (例：重化学工業による土壌、地下水汚染) ・将来における環境保全のための現在の投資が促進されやすい。 (例：植林事業)	・自然災害に即時に対応できる。 ・将来にわたり環境へのダメージを及ぼすような大規模投資プロジェクトを抑制できる。
環境的欠点	・自然災害対策の緊急性を見過ごしやすい。 ・環境への悪影響をもたらしやすい大型建設案件にも有利となる。	・将来発生する環境インパクト（正および負の両方）については重視されにくい。 ・将来の環境を守るための案件は低く評価されやすい。

出所：長谷川弘（1997）p. 410

表 3 - 2 環境にやさしい割引率

環境にやさしい割引率	重要な環境的便益 (Be)、環境的費用 (Ce) および環境保全費用 (Cp) の発生時期		
	0 ~ 30 年次 (第一世代)	31 ~ 60 年次 (第二世代)	61 年次 ~ (第三世代以降 ~)
通常の割引率 (r)	すべての Be、Ce、Cp	—	—
低い割引率 (< r)	—	Be のみ	—
高い割引率 (> r)	—	Ce と Cp のみ	—
? (r = ?)	—	—	すべての Be、Ce、Cp

出所：長谷川弘（1997）p. 410

(Be)、環境的費用 (Ce) あるいは環境保全や公害防止にかかる費用 (Cp) が 60 年間という時間のなかで生じる開発事業や環境保全事業の場合、30 年以内に発生するものについては従来の割引率 (r) を採用しても、特別、環境に不利にはならない。しかし、30 ~ 60 年ぐらいに発生する Be については低い割引率を、また Ce や Cp については高い割引率で割引計算することがより「環境にやさしい」ことになる。

しかし、1 つの事業について環境財・サービスのみ異なる割引率を使ったり、さらには環境的な便益か費用かによって、あるいはそれらの発生時期によってさまざまな割引率を使い分けることは、総合的な経済評価にとって受け入れられないことである。また、60 年以降の時期では、たとえどのような割引率を使ったとしても、Be、Ce、Cp ばかりでなくすべての便益・費用が 0 に限りなく近い現在価値となってしまう。

3 - 2 - 3 環境にやさしい割引計算や経済評価基準

便益か費用か、あるいはいつ発生するのかによって環境にやさしい割引率が考えられ、しかも1つの事業のなかで統一された割引率を採用しなければならないならば、次のようなルール以外には、割引率そのものより「環境にやさしい」割引計算や経済評価がどうあるべきかを考えた方が有効であろう。

30年以内ぐらいにすべてのB、CeあるいはCpが生じてしまうような事業においては通常の割引率を用いる。

30～60年ぐらいにBeのみが発生する、あるいはCeやCpに比してBeが極端に大きい(すなわち、30～60年間で $Be \gg Ce + Cp$)事業では低い割引率を使う。

逆に30～60年間で $Be \ll Ce + Cp$ となる事業では高い割引率を使う。

そして、これらの3つのルールに合わない状況で、環境配慮の立場から少しでも有利となる割引計算については、下記のような方向も考慮される必要があるだろう。

市場資本の収益性をベースとし環境的価値が反映しづらい「資本の機会費用」でなく環境的側面をも含めた「社会的時間選好率」を、割引率として用いる。

低い割引率、高い割引率、0%の割引率など、さまざまな割引率で評価結果を比較し(割引率の「感度分析」)、当該事業のもたらす環境的インパクトを十分強調する割引率を採用する。

また、経済評価上の操作としては次のような事項も検討されるべきであろう。

環境関連以外の一般財・サービスでも当然行われるべきことであるが、環境財・サービスに対しては特に将来の重要性の高まりや希少性を反映させた相対価値を明確にする。

割引率を最初から必要とする「純現在価値(NPV)」や「便益費用比率(B/C)」でなく割引率の問題を先送りできる「内部経済収益率(EIRR)」を経済評価の評価基準とする。

世代(約30年)ごとの環境インパクトを明らかにするために、基準年次を各世代ごとに設定し、各世代を対象とする経済評価を実施する。

ここでは上記 について、表3・3のような簡単な例を用い、普通に経済評価した場合と各世代ごとに評価した場合を比較してみた。

表3・3では、早期に費用(Cd、CpおよびCe)のほとんどが発生する一方、第1世代(1年次～30年次)や第2世代(31年次～60年次)のみならず第3世代(61年次～90年次)においても環境的便益(Be)が生ずる事業(たとえば植林事業、湿地生態系改善事業など)を想定してい

表 3 - 3 世代ごとの経済評価例

年次：()内は 各世代ごとの年次	Bd Be Cd Cp Ce (億円/年)					B - C (億円/年)	割引係数 (割引率 10%)		現在価値 (億円)	
							通年	世代ごと	通年	世代ごと
第 1 世代										
1			10			- 10	0.909			- 9.09
2				3	2	3	0.826			- 6.608
10		5			1	2	0.386			0.772
25		5	3			1	0.092			0.644
										(第 1 世代 NPV = - 14.288)
第 2 世代										
35 (5)	3	1		1		3	0.036	0.621	0.108	1.863
45 (15)		2				2	0.014	0.239	0.024	0.478
50 (20)		3				3	0.009	0.149	0.027	0.447
										(第 2 世代 NPV = 2.788)
第 3 世代										
65 (5)		4				4	0.003	0.621	0.012	2.484
75 ~ 90 (15 ~ 30)		5				5	0	2.06 = 9.427 - 7.367	0 (通年 NPV = - 14.111)	10.3 (第 3 世代 NPV = 12.78)
割引率 0 % での NPV						8	世代ごとに計算した NPV の合計			1.29

出所：長谷川弘 (1997) p. 411

る。0%という極小の割引率では8億円のNPVとなるのであるが、そのような現在と将来との間で価値がまったく同じというケースは考えられない。通常の評価(ここでは高くもなく低くもない10%という割引率を採用)ではNPVがマイナス14億円となり、環境的便益や費用を内部化したにもかかわらず資源の効率的利用上、あるいは社会的観点からもこの事業を健全なものと判断することは困難である。

そのような判断となってしまう原因は、この事業の最大のメリットである環境的便益の多くが第2世代あるいは第3世代にもたらされるため、より現在に近い視点から行われる経済評価では遠い世代での価値ほど軽視されてしまうのである。しかし、現在生きる人類は子孫へ豊かな環境を引き継ぐべきであるという考えから、子孫世代での環境をも同様の重みで扱うとしたらどうであろうか。つまり、経済評価の基準年次を第1世代ばかりでなく第2、第3世代にも設定し(ここでは事業の31年目、61年目をそれぞれ第2世代、第3世代の1年次とした)、各世代について10%で割引計算するのである。表3・3の例では1億円以上のNPVを示し、事業をやるべきとの結果を導き出すであろう。

3 - 3 評価結果の不確実性

これも従来の経済評価からひきずっている問題であるが、環境面を内部化しようとするほど顕著となる。経済評価に限らず、多少とも将来を予測しなければならないような調査や評価においては必ず生起し、結果の精度、信頼性を左右するものであるが、経済評価結果(特に環境を含む場合)での「不確実性」を生む主な要因は次のように整理できるであろう。

- (1) 経済評価で用いられる将来の生産物・投入物の量や価格は予想値や推定値
- (2) 動植物、各種生態系などについての研究が不十分であり、開発事業による環境への影響のメカニズム（因果関係）や大きさが不明確
- (3) 予想しなかった自然災害による事業への影響
- (4) 1つの開発事業だけでは大きな影響がない場合でも、いくつもの開発事業が寄り集まり、小さな影響が加算的ないし乗算的に複合し思わぬ重大な環境的被害を生起させる環境インパクトの累積作用

不確かなものをより確かなものにするためには、予測手法を改善したり、そのための基礎的研究を積み重ねるしか着実な方法はない。しかし、次のようなやり方で、どの程度の不確実性を内包しているかを常に確認しておくことは有用である。

- (1) 発生確率による加重づけ
正確な値がはっきりしない変数に発生確率を掛けて平均的期待値を用いる。
- (2) 感度分析
精度が粗い予測値に考えうる幅をもたせ、その予測値の変化が、どの程度評価結果を左右するかを検討する。
- (3) 総合的環境影響調査
広域にわたる地域計画や分野ごとのマスタープランの策定に際し、それぞれの開発熟度レベルに即したインパクト調査を中長期的視点から広範囲に行う。具体的には、「戦略的環境アセスメント」(SEA)を導入することである。

3 - 4 環境的影響の不可逆性

開発事業により損なわれた環境のなかには、自然生態系や動植物の種のように永久にもとに戻らない（non-renewable resources）か、もとに戻すためには膨大な費用を要するものがある。そして、このような「不可逆的」影響は将来世代の選択範囲を制限し、未来社会の福利を減少させてしまうのである。その意味で、この問題は前述の「世代間の公平」という課題に深く結びついている。

不可逆的資源をどうするかについての選択可能性を将来に残すことの価値を「選択価値」（option value）あるいは「利用権価値」と呼んでいるが、サーベイ法などの評価手法を用いてもこれらを定量し経済評価に組み込むことは容易ではない。よって、割引率や割引計算におけるさまざまな工夫以外には、経済評価での対応策はあまりないのが現状である。しかし、技術的、政策的には次のような方法で環境の不可逆性に対応することは可能であろう。

- (1) 不公平に扱われる世代に利するよう、当世代の経済的効率をある程度犠牲にした自然保護や種の保存のための補完的事業を当該事業と同時に実施する。

- (2) 不可逆性の強い再生環境資源を再生可能な形で合理的に利用するための「最大持続生産量 / 最適収量」(MYS)、「最低安全基準」(SMS)などを設定し実行する。

3 - 5 人命の価値

かつて熊本県水俣で発生した、工場から廃棄された水銀による水俣病の悲惨な事例をみてもわかるように、開発事業の内容によっては疾病や怪我ばかりでなく人の命を奪ってしまう可能性をもつものもありうる。チェリノブイリ原発事故のように直接的なケースと公害や自然を改変させたことによる自然災害による間接的な死亡が考えられる。

人間が地球生物の1種であり、かつ社会環境の主演であるとするならば、これら開発行為が直接的、間接的に引き起こした人命の損失は「命の値段」として当然、経済評価に含まれるべきである。これまでは死亡事故裁判の判例や生命保険制度などにみられるように、余命を全うした場合の生産性を基に命に値段が付けられることが多かった。そして、人の生命の値段をその人の生涯所得の現在価値として求めるため、裕福な人の生命の価値は貧しい人の生命の価値よりも高いということになってしまい、同様に豊かな国に住んでいる人々の生命の値段は、貧しい国に住んでいる人々の生命よりずっと価値が高いということになってしまうのである。また、失業および退職者の生命の価値はゼロに、失業すれすれの人やお年寄りの生命の価値は非常に低くなってしまふ。しかし、人間は単に何かを生産するためのロボットでなく、このような生産性に基づく経済的評価は倫理上あるいは宗教上の問題となりやすい。

人命という非常にセンシティブでタブー視されてきた領域をもつ人々の合意を十分受けながら経済評価に内部化しようとする試行錯誤の有効と思われる成果は、「確率的」生命の価値という概念の導入であろう。これは、死亡リスクが減少することに対する支払意志額を「労働差異手法」あるいは「サーベイ法」で求め人命の価値を推定しようというものであるが、評価結果は信頼できるものと言われている。

3 - 6 サーベイ法調査での各種偏向

環境財・サービスの経済評価手法には、第2章で紹介したように市場価格法グループ、潜在価格法グループ、およびサーベイ法グループと多くの種類があるが、環境科学関連の既存データの有無や経済統計システムの整備状況などの制約を受けず、100%すべての環境項目を対象にできる評価手法が、「仮想的評価法」と「コンジョイント法」からなるサーベイ法である。しかし、直接、支払意志額(WTP)や代償受取意志額(WTAC)を問いかける同法では、調査者の質問テクニックあるいは回答者の思惑などにより、真のWTPやWTACから偏向した結果が出やすいという問題がある。主な偏向(バイアス)要因は次のように整理できる。

- (1) 起点(開始点)偏向(starting-point bias)：評価額を暗示する手がかりにより生じるものであり、調査者が最初に提示した金額と、回答者が抱いていた金額(真のWTP / WTAC)

との間にかなりの開きがあった場合、回答者は面倒さを嫌い、提示された金額に近い答えを出す傾向がある。

- (2) 仮定的偏向 (hypothetical bias) : 普段の生活のなかで WTP や WTAC を尋ねられることに慣れていない回答者が、ある環境的状况が仮定としてつきつけられ、過度に困惑してしまったために生ずるバイアス。
- (3) 計略的 (戦略的) 偏向 (strategic bias) : 回答者が故意に真意を明かさないために生じる。たとえば財の供給可能性または財の供給のための支払額が自分にとって望ましい方向に影響を受けるように回答してしまう。
- (4) 情報偏向 (information bias) : 不適當な質問方法などにより、回答の対象となっている環境状况のイメージや回答方法がうまく回答者側へ伝わらなかったことで起こるバイアス。
- (5) 支払い手段 (媒体) 偏向 (payment-vehicle bias) : 支払い媒体の記述が調査者の意図しない形で認識されたり、支払い媒体の設定自体の価値評価が回答に含まれてしまうことによる偏向。すなわち、消費税、現金、税控除、入場料、物品など、どのような支払い (受け取り) 手段・方法かにより、回答者のそれらの手段・方法への親近感、信頼度などに基づき回答額が左右される現象である。

これらのバイアスも手伝って、たとえば潜在価格法とサーベイ法で同じ環境財・サービスを評価した場合の評価額差の傾向は、第 2 章の表 2・14「サーベイ法と潜在価格法との評価結果の比較」に示したとおりである。理論的にはどのような環境をも評価可能であるサーベイ法は「経済評価での環境の内部化」にとって、たいへん魅力ある評価手法であることから、現在、心理学上の成果を導入したり、質問項目、アンケート方法の改善など、少しでもこれらのバイアスをなくすべく試行錯誤が盛んに行われている。近い将来には、一般の合意も十分得られるような方法論が確立されると思われる。

4. 開発途上国における農林業プロジェクトの環境経済評価事例

4 - 1 対象地域・プロジェクト

開発途上国における、農業プロジェクト、林業プロジェクト、環境保全・補償プロジェクト、その他農林業に間接的に影響するプロジェクトを経済評価事例の対象とする。

表4-1は、本研究で取り上げるプロジェクトの代表的な例と想定される環境への影響を示している。農業プロジェクトとは、主に農地拡大や灌漑による生産量増大の目的で行われる事業および農村開発事業であり、林業プロジェクトとは、林業生産や林地の荒廃を防止する政策を形成するプロジェクトである。この両プロジェクトについては、さまざまな土地利用形態による生産高を評価している事例を紹介する。環境保全・補償プロジェクトとは、悪化した農林業地や集水域を再生するためのプロジェクトであり、環境負荷低減のレベルごとに費用と便益を評価している事例を紹介する。また、可能な限り、内水面漁業や畜産にかかわる事例も考察する。

表4-1 対象プロジェクト例

プロジェクトの内容	想定される環境への影響
農業プロジェクト	
プランテーション大規模農業化にともなう、農地、道路開発	生態系の分断化、単一作物化による生物多様性の喪失、伝統社会の衰退
ダム・堰堤、農業用水路などの灌漑設備開発	農村住民の移住、土砂堆積による洪水、水質汚染、景観悪化
農業近代化政策	農業による土壌・水質汚染、健康被害、化学肥料による水質汚染
農村文化保護政策	伝統的社会のもつ文化の多様性、農村のもつ自然景観の保護
林業プロジェクト	
持続可能な森林経営政策	現地農民による森林の農地変換、燃料用木材伐採、過放牧による裸地化防止
木材生産拡大などによる熱帯林伐採	森林生態系への影響、土壌浸食
エビ養殖業などによるマングローブ林開発	水質汚染、湿地生態系への影響
環境保全・補償プロジェクト	
灌漑用水水質改善プロジェクト	富栄養化防止、化学薬品・重金属汚染防止
循環型農林業促進プロジェクト	自然資源を有効利用した持続可能な農林業促進
ダム開発プロジェクト	農林地の喪失、水量減少による農林業生産低下、住民の移転
その他のプロジェクト	
国立公園管理プロジェクト	保護地域の設置、入場料支払いシステム

出所：筆者作成。

4 - 2 対象環境項目

環境の経済評価を行うためには、評価対象となる環境財・サービスの環境項目を把握する必要がある。それによって初めて農林業プロジェクトの評価計画における該当評価項目を取捨選択することができる。それぞれの環境項目は、農林業あるいは地域特有の機能をもっている。それら

表 4 - 2 農業開発分野の主な事業内容別環境影響項目

環境項目 \ 事業内容	新規灌漑	改修灌漑	排水	農地造成	干拓	圃場整備	入植	ダム築造	営農転換
1. 社会環境									
1.1. 住民生活									
1.2. 人口問題									
1.3. 経済活動									
1.4. 制度・習慣									
1.5. 保健・廃棄物									
1.6. 文化遺産・景観									
2. 自然環境・公害系									
2.1. 貴重生物・生態系									
2.2. 土壌									
2.3. 土地荒廃・砂漠化									
2.4. 流況・土砂堆積									
2.5. 水質									
2.6. 大気									

(注) ○ : 強い環境インパクトあり、△ : 環境インパクトあり、□ : 若干の環境インパクトあり、無印 : 関係がない
出所 : 国際協力事業団(1992)(農業セクター)より作成。

表 4 - 3 林業開発分野の主な事業内容別環境影響項目

環境項目 \ 事業内容	伐採	林道開設	人工造林	天然更新	育苗	治山	アグロ・フォレスト・トリー	木材加工	木材流通
1. 社会環境									
1.1. 住民生活									
1.2. 人口問題									
1.3. 経済活動									
1.4. 制度・習慣									
1.5. 保健・廃棄物									
1.6. 文化遺産・景観									
2. 自然環境・公害系									
2.1. 貴重生物・生態系									
2.2. 土壌									
2.3. 土地荒廃・砂漠化									
2.4. 流況・土砂堆積									
2.5. 水質									
2.6. 大気									

(注) ○ : 強い環境インパクトあり、△ : 環境インパクトあり、□ : 若干の環境インパクトあり、無印 : 関係がない
出所 : 国際協力事業団(1992)(林業開発セクター)より作成。

の機能を経済的価値に置き換えることによって、環境費用や便益を導き出すことができる。

対象となる環境項目はさまざまであるが、農林業セクターの事業内容による環境インパクトはおおよそ表4・2および表4・3のように整理できると考えられる。環境悪化（費用）と環境改善（便益）の両面が含まれ、表中で「 」あるいは「 」印のついた環境項目が評価事例の中心になると想定される。

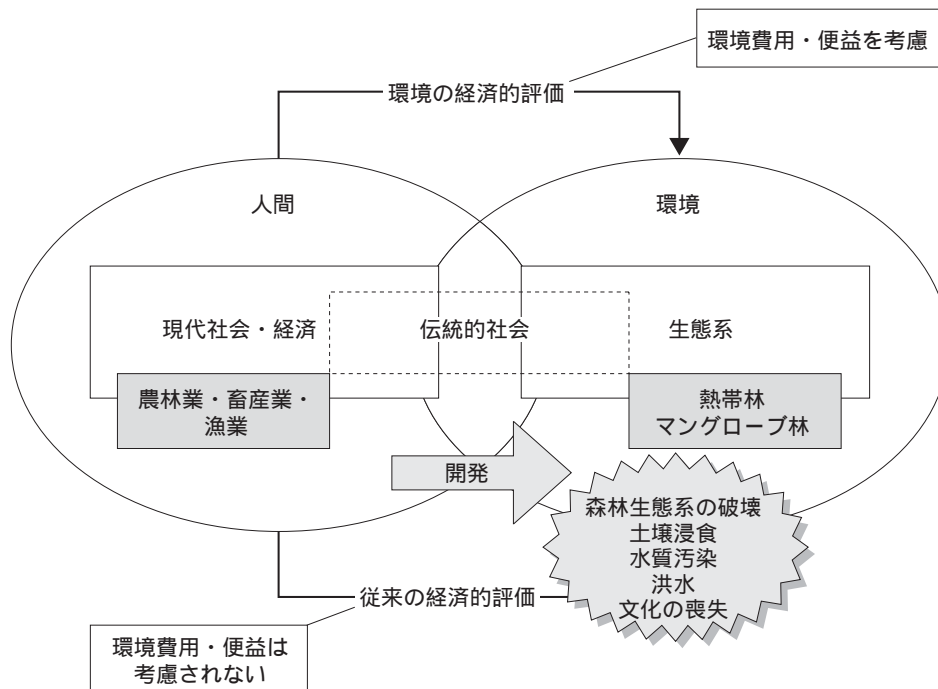
評価すべき環境財・サービスによって適用可能（あるいは適用が容易）な経済評価手法は異なっているため、事例で取り上げている環境項目がどのような経済評価手法で評価されているかを整理・分析する。たとえば、地域の人々の農作業の風景や棚田などが形成する美しい景色は、訪問者に対し安らぎを与え、地方に伝わる伝統的な文化は、レクリエーションやエコ・ツーリズムとしての価値を与える。したがって、レクリエーションに影響する環境項目は「文化」「景観」になる。その他、伝統的な農林業では、地域の気候・土壌にあった作物を生産しているので、生物種や遺伝子の多様性の機能として高い価値がある。農林業がもたらす環境財・サービスの詳細は、4・4節で説明する。

4 - 3 開発途上国における農林業の実情

本節では、環境の経済評価の意義を考えるために、開発途上国における農林業の実態について経済の側面からふれたい。開発途上国においては、先進国とは異なり、乱開発で自然資源の利用が困難になると、農村地域に住む貧しい人々は生活のために違法伐採や農地変換を行うという状況が発生する。

図4・1に示しているとおり、伝統的な社会において人間と環境は密接なかかわりをもっていた。

図4 - 1 開発途上国における農林業と環境のかかわり



出所：筆者作成。

そのなかでは、持続的な資源利用がなされていたので、環境の評価をあえてする必要はなかった。しかし、社会経済の急成長によって、人間と環境の関係は徐々に乖離され、結果、土壌浸食や汚染のようなマイナスの経済効果を生み出してきた。環境破壊的な開発が行われるようになった背景には、プロジェクトにおける費用便益分析に環境便益や環境コストを考慮しなかったことが考えられる。

4 - 3 - 1 農業の大規模化

世界市場向けのプランテーション大規模農業（砂糖、コーヒー、ゴム、コショウ）により低地熱帯林はほとんどが消失した。フィリピンのネグロス島において、砂糖生産の燃料のための森林伐採、マレーシア半島部の低地熱帯林において、ゴムとアブラヤシのプランテーションが行われている。特にアブラヤシから採れるパーム油は用途が幅広く、生産コストも低いので生産量が増えている。生産から加工まで国家の政策として進められている。したがって、熱帯林の破壊、生物多様性の喪失などの損失、生活の糧を奪われるなどの社会的な損失は考慮されにくい状況にある。

4 - 3 - 2 山地熱帯林への低地農民の移動

インドネシアでは、人口過剰となった低地農耕社会から山岳地帯への移動により破壊的、収奪的な畑地拡大が行われた。移住地の大部分は、人口希薄な熱帯林である。水の便が悪く、農耕に不適地が多い。土地の貧弱な熱帯林では、焼き畑農業しかない。山岳民族と異なり、森林の生態的機能への配慮、伝統的価値観が欠如しているため、収入源のための森林伐採、家畜放牧、農地変換が行われる。荒廃し肥沃度を失った土地は、農林地としての価値を失われてしまう⁷。

4 - 3 - 3 山地熱帯林における焼き畑耕作

ラオス北部などの東南アジアの山岳地帯において、自給自足の伝統的な焼き畑農業に代わって市場向けの換金農作物の栽培が普及していることにより、土壌、森林が荒廃していった。焼き畑農業は森林を破壊するという見方があるが、従来は経験的に森林の更新を待つて畑を移動する自然循環的なやり方が進められていた。しかし、現在の焼き畑耕作は、生産量増加のためのサイクルの短縮化、特に大規模農場（プランテーション）を作るための焼き払いは、土壌の肥沃度を低下させ、森林は再生できなくなる。一度荒廃した土地は農林地としての価値を失い、木材、農作物生産面の経済的な損失は大きい。

⁷ 櫻尾昌秀（2004）

4 - 3 - 4 木材の乱伐

フィリピンは、戦前からラワン材の大産出国であった。乱伐がたたって 1965 年には、アジア最大の木材輸出国の地位をマレーシアに譲った。直接的にはフィリピン政府が輸出規制を強めたためであるが、実際は木材を産出する森林としての価値は失われ、資源が枯渇したことを表している。ちなみにラワンとは、フタバガキ科の森林のことだが、現地語で「豊かな森」という意味である。

4 - 3 - 5 森林管理技術と制度の欠陥

熱帯林の生態的特性の不理解、造林の失敗、政府林野当局の熱帯林管理能力の低さ、伐採業者の賄賂や政治家の圧力によって適切な森林管理が行われていない。そのため、森林の違法伐採や森林の農地変換などによって自然資源が急速に失われている。森林を失った土地は、土壌が浸食し農業も林業もできなくなる。

4 - 3 - 6 ダム開発プロジェクト

水力発電用をはじめ農業用水、工業用水のためのダム建設が行われた結果、政府は移転住民への衣食住の提供や農業を行うための農地確保による大きな経済的損失を被る場合がある。

メコン河は東南アジア最大の川であり、世界でも 12 番目に大きい。メコン河流域には、絶滅の危機に瀕しているメコンナマズを含め、推定 1,700 種もの魚が生息している。メコン河の流域は、約 6,000 万人の生活を支えているとされているが、間接的に依存している人々も含めるとこの人数はさらに増えると思われる。メコン河流域は世界最大の内水面漁業を支えており、そこで捕れる魚は人々にとって大切なたんぱく源となっている。カンボジア、ラオス、ベトナムの下流国だけでも、年間総漁獲量は少なめに見積もっても 180 万トンとみられ、およそ 14 億ドルに相当する。しかし、上流部のダム開発によって漁獲量が減少、漁業の経済的な損失だけでなく、住民の食糧確保にも大きな影響を及ぼしている。

4 - 3 - 7 開発援助による環境破壊

先進国の開発援助機関および開発銀行による好ましくない開発によって、河川流域の環境悪化、伝統文化の衰退、熱帯林の消失などが加速している。たとえば、農業の灌漑や電気の供給を目的としているダム建設計画は、既存河川の水流の変化、土壌堆積物の増加によって長期的な効果を生むことができない。

農業援助によって、近代的な農業技術とともに農薬と化学肥料、灌漑施設、農業機械などが導入された。その背景には、急激に増加した人口を貧困から救うための食糧確保、条件不利地で栽培するための生産性向上、国内外市場に出荷するための生産物の競争力向上などが挙げられる。高収量農作物の技術を取り入れた「緑の革命」は、灌漑ダム建設、化学肥料・農薬の需要が増加

していった原因の1つとなっている。

開発援助により開発途上国は、短期的には経済利益を得ることができたが、やがて、森林が荒廃し土壌浸食や化学肥料、農薬汚染を引き起こすことになった。その結果、農林地としての価値低下や健康被害による医療費などの経済的な損失を引き起こしている。

4 - 4 農林業プロジェクトにおける環境財・サービスの価値

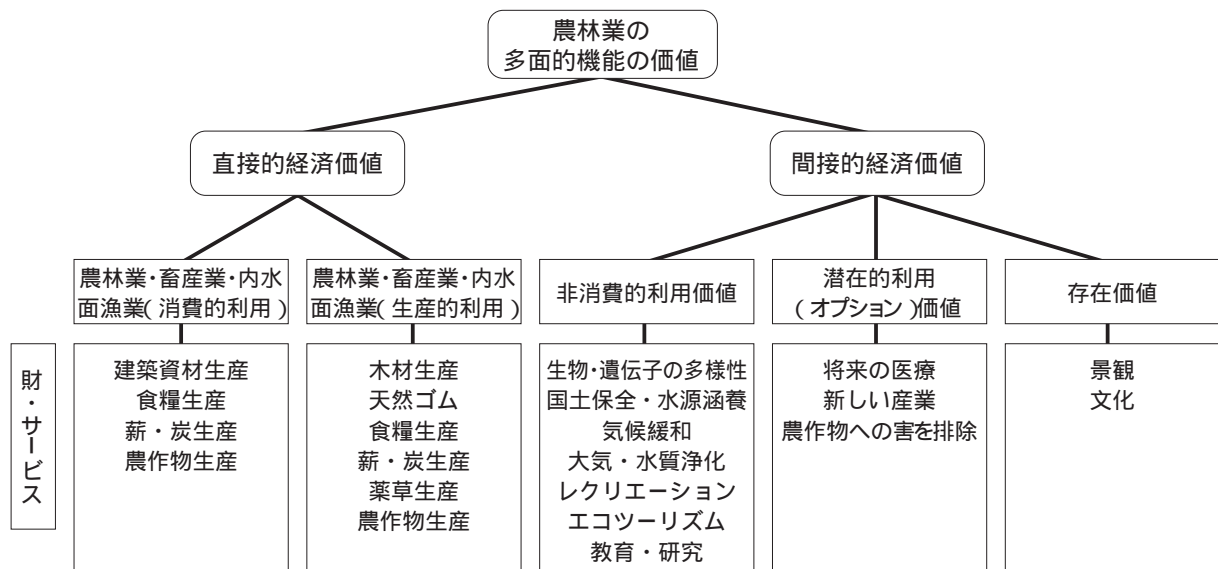
4・3節で述べたように、農林業が引き起こした環境破壊は、経済活動における外部効果を見逃ごしてきたことが根本原因の1つとして考えることができる。環境の経済評価を行うためには、農林業が提供する機能を把握する必要がある。

本節では、開発途上国における地域性、農林業の実態を踏まえて、農林業の活動における経済的な価値を紹介する。おおよそ図4・2のように分類することができる。

4 - 4 - 1 直接的経済価値（内部経済）

直接価値とは人間によって直接利用されたり収穫される生物資源の価値である。これらの価値は農林業における生産活動を観察し、資源の集積場所をモニタリングし、輸入・輸出統計を調べることで容易に計算できる。直接的経済価値はさらに消費的利用価値と生産的利用価値とに分類される。消費的利用価値とは市場を通らず地域で直接消費される自然資源の価値をいう。生産的利用価値とは市場を通して売買される自然資源の価値をいう⁸。

図4 - 2 農林業における環境財・サービスの価値



出所：鷲田豊明（1999）p. 16 をもとに筆者改変。

⁸ リチャードB. プリマリック（1997）pp. 63-80

(1) 農林業・畜産業・内水面漁業（消費的利用価値）

消費的利用価値は木炭とか釣りや狩猟で得た獲物など、国内および国際的な市場を通らない。地域に密着して暮らしている人々は生活に必要な物資を周りの環境から得ている。これらの物資は売買されず、国民総生産（GDP）には反映しない。

開発途上国の伝統的な社会では人々は現在も木炭、燃料、食糧（農作物、家畜、魚）薬、家の建築資材などの生活物資の供給を周りの環境から供給している。したがって、自然資源は地域の人々にとっては重要な価値をもっている。地域環境の破壊や自然資源の乱獲を防止する保全地区の設立などによって一定の生活水準が確保できなければ、他の場所への移動を余儀なくされることもある。

例) マレーシア・サラワク州の野豚の消費的使用価値：年間約 4,000 ドル

メコン河下流国カンボジア、ラオス、ベトナムにおける内水面漁業：年間約 14 億ドル

写真 4 - 1 ネパールの伝統的な農業



出所：筆者撮影。

(2) 農林業・畜産業・内水面漁業（生産的利用価値）

自然資源のうち市場に出され、国内および国外で商業取引される直接価値である。木材、魚介類、天然ゴム、油ヤシ、果実、薪炭、穀物、薬用植物、野生生物の肉や毛皮、繊維などがある。これら自然資源のもつ生産的利用価値は工業国にとっても重要である。自然資源の多くは開発途上国の農村地帯で生産される。米国の GDP の 4.5 % はなんらかの形で野生種に依存しており、年間 870 億ドルに相当すると見積もられた。

木材が自然環境から得られる生産物のうち最も重要で、年間 750 億ドルに達する。木材生産物は多くの熱帯の国々が外貨を獲得するために輸出されており、工業化のための資本獲得や外国からの負債支払いのために使われている。また、木材以外の生産物である天然ゴム、油ヤシ、果実なども高い生産的利用価値をもっており、木材よりも短期間で収穫できる。木材以外の森林生産物の価値とその多様な生態的機能は、世界各国が森林を維持することに強い経済的正当性を与えるものである。

例) インドネシア、マレーシアの木材の生産的利用価値：年間数十億ドル

マレーシア、インドネシア、タイのゴムの生産的利用価値：年間平均 7 億ドル

ブラジルのサトウキビから生産するアルコールの価値：10 億ドル

4 - 4 - 2 間接的経済価値（外部経済）

間接的経済価値とは、人間が直接収穫したり破壊する対象ではなく、環境システムや生態系のサービス機能などによってもたらされる生物多様性の経済価値である。これらの利益は通常の経済的な意味での商品やサービスではないので、GDP などの国家の経済統計で表されることはない。

しかし、もし生態系が破壊されて自然産物の利用が不可能になれば、別の代替資源を見いださなければならず、膨大な出費を招くだろう。

仮に森林をすべて伐採して利用できなくなると、木材の代替物を見だし、河川流域には土壌流出や洪水の防止施設を建設し、水源確保のための貯水池を作り、工場・事業所には大気汚染防止装置を設置し、冷暖房施設を完備し、あらたなレクリエーション施設を用意しなければならない。このような代替物の用意は膨大な税の負担になるだけではなく、自然生態系にさらなるダメージを与えるだろう。

(1) 非消費的利用価値

1) 生物種・遺伝子の多様性

森林のもつ光合成機能によって、太陽エネルギーは組織内に固定される。蓄えられたエネルギーは、食物連鎖を経て直接、間接的に人間によって利用される。生産的利用価値のある多くの生物種は、他の生物に依存して生きており、人間には直接的利用価値がないと思われる種の減少が人間にとって重要な種の減少に深くかかわっていることもある。経済上重要な点は、森林や農作物栄養源となる窒素などを供給する土壌生物との関係である。熱帯林の土壌は、微生物の活動が活発であるため有機物の分解が早く、森林の過剰伐採は、日光による土壌の乾燥化をもたらし、激しい降雨のため表土が流出する。表土を失い荒廃した土地では森林の生態系が再生することはなく、農林地としての価値が著しく低下する。仮に多額の費用をかけて損傷を受けた生態系を修復したとしても、多くの場合、もとどおりの生態系の機能は戻らず、また生物多様性ももとどおりにならない。多くの開発途上国に存在する熱帯林地域は、脆弱な生態系を抱える生物多様性のホットスポット⁹に指定されている。

生物遺伝子の多様性と文化の多様性は、しばしば関連性がある。開発途上国の多くの地域で、地元の農民はその地域に適応した農作物の変種を育て、農作物の遺伝的な多様性を保持するうえで重要な役割を担ってきた。中央アフリカ、アマゾン、ニューギニア、東南アジアなど、多様な文化をもつ地域では、特異な哲学、宗教、芸術などの影響を受け、独特な自然資源管理方法を有している。たとえば、カリマンタン（ボルネオ）のアボカヤンの伝統的な農民は、50品種以上の米を育てている。地域的な変種は、病気、栄養不良、害虫、干ばつ、その他の環境変動を克服できる特異な遺伝子をもっている。このように、伝統的な文化を自然資源の枠組みのなかで保全することは、遺伝子の多様性ととも文化的な多様性を保護するという、二重の価値をもつ。

例) メキシコ西部で栽培されている、焼き畑農業跡地にのみ育つトウモロコシの価値：

⁹ ホットスポット：「ホットスポット」はもともと、火山の活動地点を意味する概念であるが、生物多様性の分野では、世界的な生物多様性重要地域の意味で使用されている。英国の生態学者ノーマン・メイヤー（Norman Myers）が1988年に提唱したもので、保全の重要性の高い地域をさす。コンサベーション・インターナショナルは、マダガスカルやフィリピン諸島、チリ中部など世界中で25のホットスポットを選定した。この25地域は、地球上の陸地面積のわずか1.4%を占めるにすぎないが、そこには全世界の44%の植物種と35%の陸上脊椎動物種が生存している。（EIC ネット環境用語集）

年間 550 億ドル

ペルーで収集された野生トマトの価値：年間 800 万ドル

2) 国土保全・水源涵養

森林は洪水や干ばつに対して緩衝作用をもち、また水質を維持する働きをもつ。植物の葉や落ち葉は、雨が土壌をたたきつける力を弱めている。また植物の根や土壌生物は土壌中に酸素を供給するとともに、水を吸収することにより土壌の保水力を高める。このような保水力は豪雨による洪水を防止し、豪雨のあと数日から数週間にわたってゆっくりと水を放出する働きをもっている。

植生が伐採や農場経営、その他の人間活動によって攪乱されると、土壌流出や浸食が進み、人間活動を行うための価値が低下する。土壌の劣化は植物の再生力を減少させ、農業に適さない土地に変えてしまう。また、河川に土砂が流出することによって、河川流域の淡水魚、沿岸域の海産物、あるいは珊瑚礁などの生態系に大きな被害を与える。土砂の堆積はダム貯水池の使用可能な期間を縮め、電気の供給や農業用水の供給が減少する。

インド、フィリピン、タイなどにおける予期せぬ規模の洪水は、流域での過剰な森林伐採が原因である。洪水による農業地域の被害を重くみたインドは、政府と民間団体がヒマラヤの植林計画を推進している。

3) 気候緩和

植物群落は、地域レベルや地方レベルだけでなく、地球規模で気候条件を和らげる働きがある。地域レベルでは、木々の蒸散作用により気温の上昇を和らげる機能をもっている。このような蒸散作用によって冷房装置への依存度を減らすことができる。

地方レベルでは、植物の蒸散作用により水を大気中に放出し、雨となって地上に戻ってくるという水の循環機能がある。アマゾン流域や西アフリカなどでは植物群落の大幅な減少が、年間平均降水量の減少を招くであろう。地球レベルでは、植物の成長は炭素の循環と密接に関連している。植物の減少は、二酸化炭素の吸収量を減らし、その結果、地球の温暖化をもたらすことになる。

4) 大気・水質浄化

人間活動によって環境中に放出された汚染物質を分解することができる（自然浄化作用）。たとえば、土壌や水による有機物の分解や森林による二酸化炭素固定などが挙げられる。森林が二酸化炭素を吸収する機能は、京都議定書の京都メカニズム¹⁰でも考慮されている。干潟、沼

¹⁰ 京都メカニズム：温室効果ガス削減数値目標の達成を容易にするために、京都議定書では、直接的な国内の排出削減以外に共同実施（Joint Implementation：JI、第6条）、クリーン開発メカニズム（Clean Development Mechanism：CDM、第12条）、排出量取引（Emission Trading：ET、第17条）、という3つのメカニズムを導入。さらに森林の吸収量の増大も排出量の削減に算入を認めている。これらを総称して京都メカニズムと呼んでいる。共同実施と排出量取引は先進締約国間で実施され、コミットメント達成を目的とした国内行動に対して補完的であるべきと要求されている。CDMは先進国の政府や企業が省エネルギープロジェクトなどを途上国で実施することである。（EIC ネット環境用語集）

沢、河口部、泥炭地などの湿地は、渡り鳥や水鳥など生物の宝庫となっている。熱帯アジアのマングローブ林などには広大な湿地が発達している。なかでも海岸や河口部にある干潟は、自然の浄化装置となっている。

菌類と細菌は大気・水質浄化機能において重要な役割を担っている。生態系を損ねて浄化機能が低下すると、高価な汚染防止設備を設置し、生物のもつ機能を肩代わりしなければならないくなる。

5) レクリエーション・エコツーリズム

レクリエーション活動では、ハイキング、写真撮影、野鳥観察、魚釣りなど自然と親しむ娯楽活動が中心になっている。このような活動はアメニティー価値と呼ばれ、開発途上国の観光資源として重要な経済的価値をもたらしている。開発途上国に訪れる外国人にとって、森林、山岳、河川などはレクリエーションとしての重要な場を提供している。しかし、レクリエーション価値は他の産業より過小評価されがちである。なぜなら、レクリエーション活動は理論上「消費的価値」である

写真 4 - 2 マレーシア・キナバル公園



出所：筆者撮影。

が、実際には移動時間、滞在時間、経費は度外視され、滞在費はわずかであるために「非消費的価値」とみなされることが多いからである。したがって、経済的に有利な農業、林業のための森林伐採、道路・ダム建設によって、レクリエーションの場が失われることがしばしばある。

エコツーリズムは開発途上国において急速に成長しており、世界規模では120億ドルの産業になっている。エコツーリストは特定の国を訪れ、生物の多様性や特定の生物を見るためにお金を使う。エコツーリズムはケニアやタンザニアなど東アフリカの国々では伝統的な産業であったが、現在ではアジアの国々にも広がりつつある。エコツーリズムは熱帯林を森林伐採や農業開発から保護することの正当性を最も端的に示すものである。反面、観光目的のオーバーユースは生態系を脅かすものとなる。しかも、旅行者が気に入った仮想的な体験を得るだけで、生物多様性を脅かしている環境問題を認識できないという問題点もある。

例) ケニア・アンボセリ国立公園におけるライオン1頭の価値：27,000ドル

6) 教育・研究

書籍、テレビ番組、映画のなかには自然をテーマにしたものが多数ある。学校のカリキュラムにも自然科学を題材としたものが増えている。このような教育・研究プログラムにともなう商品やサービスのための雇用は非消費的利用価値をもつ。また、開発途上国の現地で行われる環境教育や野外観察などの活動は、対象地域に経済的効果をもたらすが、真の価値は知識の増加、教育の強化、経験の蓄積にある。

(2) 潜在的利用（オプション）価値

自然資源の潜在的利用価値とは、将来人間社会に経済的な利益をもたらす可能性を意味している。多くの種は直接的な経済価値はほとんどないが、わずかな種が医療、新しい産業、主要な農作物への害を排除する可能性をもっている。このような利用価値をもつ種の1つが、もし発見される前に絶滅してしまうと、たとえ他の大部分の種が保全されたとしても、世界経済にとって大きな損失となる。もう1つ、世界の生物多様性を商業的に開発する権利はだれにあるのかという問題がある。最近では開発途上国が外国企業に、自国の生物多様性によって得た利益の一部を支払うよう要求するケースが増加している。

(3) 存在価値

ある生物種の保護活動を目的にしている自然保護団体に参加したり、募金したりするなどの経済的な活動がある。また、熱帯林、マングローブ林、珊瑚礁、景勝地などを保護するために巨額な資金が寄付されている。世界の先進国は生物多様性の保全のためにさまざまな形態で資金を投下しておりその総額は、毎年数億ドルに達している。生物種の存在価値は、人々が上記のような形で生物種を絶滅から救い、生息地を破壊から守るために進んで払っている総額ということができる。

4 - 4 - 3 環境財・サービスの発生場所と評価の関係

図4・3は、農林業における環境財・サービスの位置づけを図示したものである。環境財・サービスは、開発プロジェクトを行うことによる影響が予測される要素であるため、環境も含めたプロジェクトの経済評価を行うには、まずこれらの環境財・サービスを抽出することが重要である。抽出された環境財・サービスの価値は、それぞれに適した評価手法により導き出されることになる。

表4・4は、環境財・サービスを「発生場所」と「評価」の2つの観点から整理したものである。このマトリクスでは、横軸に環境財・サービスの「発生場所」を、縦軸に影響を「評価」するうえでの問題を示している。農林業が引き起こす環境問題の場合、評価対象が、必ずしも財・サービスが現場にあり、かつ、市場で売買されるものとは限らない。従来の費用便益分析では、第1区分に

表4 - 4 環境財・サービスの発生場所と評価の関係

		財・サービスの発生場所	
		On-site	Off-site
財・サービスの評価	市場	1. 通常、経済分析に含まれる 木材、ヤシ油、サトウキビ	2. 経済分析に含まれることもある 近隣内水面で捕獲される魚介類
	非市場	3. ほとんど経済分析には含まれない 薪、炭、薬用植物、レクリエーション	4. 通常、経済分析では無視される 農業による健康被害、ダム建設による移住

On-Site : 評価対象となる財・サービスそのもの、もしくは、現場に存在する

Off-Site : 評価対象となる財・サービスが現場に存在しない

出所：ジョン・ディクソン他（2000）p. 33 をもとに筆者改変。

図 4 - 3 農林業における環境財・サービスのイメージ



出所：筆者作成。

属するものを評価対象にしている。第1区分に属するものは、On-site かつ市場で取引されるものである。第2区分には、近隣の水域に存在し、市場価格が付く財・サービスが含まれる。第3区分には、市場では売買されない、地域社会で採取され使用されるものが含まれている。第4区分には、Off-Site かつ市場では売買されない、公害などの間接的に影響するものが含まれている。

4 - 5 農林業プロジェクトへ適用可能な環境経済評価手法

農林業プロジェクトにおける環境財の評価手法には、表 4・5 のようなものがある。たとえば、生産高変化法では、無管理な森林伐採によって土壌浸食が進行した場合と森林保護地区を設けて資源の持続的な利用を行った場合の、農作物の生産高を評価する。所得損失法では、農業による健康被害を医療費に置き換えた場合の環境費用を導き出す。防止支出法では、開発プロジェクトによる環境への悪影響を防ぐためにかかる費用を評価する。取替原価法は、工場排水による灌漑用水の汚染を回避する場合、工場の移転にかかるコストを計算する。旅行費用法は、農村景観の観光や森林レクリエーションに訪れる人々の行動を観察することにより、価格の付いていない環

環境財の価値を推定するものである。仮想的評価法、コンジョイント分析は、環境財・サービスに関連する市場が存在しない、あるいは、代替する市場がない場合用いられる（詳しくは第2章を参照）。

表4-5 農林業プロジェクトに適用しうる主な環境経済評価手法

評価手法	評価対象となる費用・便益例
生産高変化法	森林伐採、農地変換による生産高の変化による被害
所得損失法	農業による健康被害
取替原価法	ダム建設による強制移住、農林地消失による被害
防止支出法	汚水処理施設設置による灌漑用水水質改善による便益
不動産価値（ヘドニック）法	肥料、農業汚染による農地の環境質の変化による被害
旅行費用（トラベルコスト）法	伝統的農村文化、棚田景観保護、レクリエーションなどによる便益
仮想的評価法（CVM）	熱帯林の生物多様性の価値、保護地区の管理費用、非利用価値
コンジョイント分析	動植物の価値、非利用価値

出所：筆者作成。

4-6 農林業プロジェクトの環境経済評価事例

本節では、開発途上国の農林業関連事業を対象に実施された環境経済評価事例の概要を紹介する。資料としては、海外および日本国内での調査・研究報告書、環境経済学関連文献、およびインターネット情報である（詳しくは巻末の「参考文献リスト」を参照）。

各事例は表4-1に示した「農業プロジェクト」「林業プロジェクト」「環境保全・補償プロジェクト」および「その他のプロジェクト」の4つのプロジェクト分類にそってリスト化されている。リスト中では以下の事項ごとに事例概要を整理した。

事例名：調査・研究課題名、開発プロジェクトの名称

実施地域：環境経済評価対象の国、都市、地域名

評価実施者（実施年）：評価の実施者および実施年（報告書作成年）

評価対象：評価対象の環境項目

結果：環境価値（便益・費用）の評価額

手法：環境経済評価の手法

4 - 6 - 1 農業プロジェクト

No.	事例名	評価実施者 (実施年)	対象地域	評価対象	結果	手法
1.	汚染された野菜からの負の健康インパクトの回避：3つの湿地に対するオプション	Sideth Muong (2004)	カンボジア	工場廃水による水質汚染	湿地再配置オプション： 農民の収入 = 7,868 US \$	生産高変化法 取替原価法
2.	野生生物の取引	Nguyen Van Song (2003)	ベトナム	野生動物	野生生物肉レストランの利益： US \$ 11,530/日 不法取引取り締まり費用： US \$ 634,000 ~ US \$ 700,000	防止支出法
3.	何が農民に動機を与えるか？	Canesio D. Predo (2003)	フィリピン	土壌浸食	農場システム採用者平均収入： US \$ 742.4 ~ US \$ 632.6	生産高変化法
4.	土壌浸食の経済学および高地農民による土地利用システムの選択	Bui Dung The (2001)	ベトナム	高地農業における土壌浸食	年間収入 (1,000 VND ¹¹ /ha) 高地稲作：399 サトウキビ：786 果樹アグロ・フォレストリー：1,421 ユーカリ：402	生産高変化法 最大効用モデル
5.	山岳地方の土壌保全のコストおよび便益	Tran Dinh Thao (2001)	ベトナム	高地農業における土壌浸食	農家の収入 (1,000 VND) 土壌保全あり：10,293 土壌保全なし：8,216	取替原価法 生産高変化法 CBA ¹²
6.	統合害虫管理プログラムのインパクト	Budy P. Resosudarmo (2001)	インドネシア	農業管理による健康被害	健康被害額 政策なし： 22.12(2000年) 56.14(2020年) 政策あり：-12.81 政策あり(補助金2倍)：-25.59 政策あり(税金徴収)：-80.45	所得損失法
7.	環境影響と汚染制御のオプション	Ma. Angeles O. Catelo, Moises A. Dorado and Elpidio Agbisit, Jr.	フィリピン	有機畜産業による便益	生物ガスプロジェクト： NPV 6.3 % : 1.7 (百万 PHP ¹³) NPV 25 % : 6.8 (百万 PHP) NPV 50 % : 13.6 (百万 PHP) 有機肥料プラント： NPV 6.3 % : 0.37 (百万 PHP) NPV 25 % : 1.5 (百万 PHP) NPV 50 % : 3 (百万 PHP)	防止支出法
8.	農業、稲作および健康	Jikun Huang, Fangbin Qiao, Linxiu Zhang and Scott Rozelle ¹ (2003)	中国	農業による健康被害	最適農業費用：200元 ¹⁴ /ha 平均健康費用：0.17 ~ 0.19元	生産高変化法 所得損失法
9.	Mahaweli 川の塩分問題の経済分析	Selliah Thiruchelvam and S. Pathmarajah (2003)	スリランカ Mahaweli 地区	灌漑による塩害被害	・総コスト(肥料、農業、種など Rs/ha) 塩分なし：27,470.00 低塩分：28,640.00 高塩分：23,010.00 ・純収入 (Rs/ha) 塩分なし：29,851.00 低塩分：23,445.00 高塩分：17,811.00 ・排水改善プロジェクト NPV (割引率 15 %) : 27,921 (Rs) 50 % 効率：10,149 (Rs)	生産高変化法 (Cobb-Douglas 生産関数) 防止支出法

¹¹ VND : ベトナム通貨ドン。1 ドル = 約 15,600 ドン (2004 年 2 月現在)

¹² 費用便益分析 (CBA : Cost-Benefit Analysis)

¹³ PHP : フィリピン通貨ペソ。1 ペソ = 約 2 円 (2004 年 11 月現在)

¹⁴ 元 : 中国通貨ゲン。1 元 = 約 13.98 円 (2003 年 5 月現在)

No.	事例名	評価実施者 (実施年)	対象地域	評価対象	結果	手法
10.	メコン河デルタの稲生産での殺虫剤使用の経済と健康	Nguyen Huu Dung And Tran Thi Thanh Dung	ベトナム メコン河デルタ	殺虫剤使用による健康被害と米生産への影響	・米価格税率 33.4 % 税金：95,833 (VND) 医療費用：15,973 (VND) 総利益：197,592 (VND) 農家現在利益：56,176 (VND)	生産高変化法 (Cobb-Douglas 生産関数) 所得損失法
11.	農業化学物質使用のベトナムの生産力と健康への影響	Nguyen Huu Dung、Tran Chi Thien、Nguyen Van Hong、他	ベトナム Red 川デルタ ホーチミン市 (Ho Chi Minh City) メコン河デルタ	農業使用による水質汚染と健康被害	・Red 川デルタ 最適な肥料の混合利益(春/秋)： 4,292,986 / 4,276,288 (VND / ha) 慣習的な農家の利益(春/秋)： 3,877,678,3,794,00 (VND / ha) ・ホーチミン市 通常キャベツ WTP： 3,000 ~ 6,000 (VND / kg) 有機キャベツ WTP： 11,000 ~ 13,000 (VND / kg) ・メコン河デルタ 農業政策実施利益：VND 994,330 過剰肥料コスト：43,390 VND / ha	生産高変化法 (Cobb-Douglas 生産関数) 所得損失法
12.	インドネシアの火事とヘイズ	EPPSEA、WWF	インドネシア	ヘイズによる健康被害	被害額 US \$ 百万：1,012(インドネシア) 310.0 (マレーシア) 74.1 (シンガポール)	所得損失法

4 - 6 - 2 林業プロジェクト

No.	事例名	評価実施者 (実施年)	対象地域	評価対象	結果	手法
1.	森林の無形便益の経済価値	Chopra (1998)	インド Keoladeo 国立公園 Bharatpur	エコツーリズム・レクリエーションの価値	年間 Rs. 4,745/ha	TCM ¹⁵
2.	森林の無形便益の経済価値	Murthy & Menkhuas (1994)	インド Keoladeo 国立公園	エコツーリズム・レクリエーションの価値	Rs. 20,944/ha (Rs. 519/国内訪問者 Rs. 495/海外訪問者)	CVM ¹⁶
3.	森林の無形便益の経済価値	Hadker et. al (1995)	インド Boriveli 国 立公園、 Mumbai	エコツーリズム・レクリエーションの価値	Rs. 23,300/ha (年間 Rs. 90/一世帯)	CVM
4.	森林の無形便益の経済価値	Chaturvedi (1992)	インド Almora 森 林	水質汚染防止費用	年間 Rs. 4,745/ha	取替原価法
5.	森林の無形便益の経済価値	Kumar, P. (2000)	インド Doon 溪谷	土壌浸食防止費用	土壌保全費用 Rs. 21,583/ha	取替原価法
6.	森林の公益的機能の環境経済的評価手法に関する研究	栗山、鷲田 (2002)	マレーシア クアララン プール クチン	森林の公益的機能の価値	保護林 RM ¹⁷ 27 生産林 RM 5.6 農業用地 RM 22.7	コンジョイント 分析

¹⁵ 旅行費用法 (Travel Cost Method : TCM)

¹⁶ 仮想的評価法 (Contingent Valuation Method : CVM)

¹⁷ RM : マレーシア通貨リンギ。1998年9月2日以降固定相場制：1ドル = 3.8リンギ。

No.	事例名	評価実施者 (実施年)	対象地域	評価対象	結果	手法
7.	ネパールの森林 保全管理プロジ ェクト	Fleming (1983)	ネパール カトマンズ ボカラ	森林保護の便 益	プロジェクト実施なし 1年次 7,464,001 10年次 5,313,950 20年次 3,533,166 40年次 1,566,846 プロジェクト実施あり 1年次 75,019,001 10年次 20,304,010 20年次 60,135,020 40年次 21,703,040	生産高変化法 環境代替物法 防止支出法
8.	インドネシアの マングローブ評 価	Ruitenbeek (1992、1994)	インドネシア Bintuni 湾	森林保護の便 益	割引率 5 % 伐採禁止 : Rs. 3,498 3 10 億 完全伐採 : Rs. 3,364 3 10 億 選択伐採 (80 %) : Rs. 3,640 × 10 億 選択伐採 (20 %) : Rs. 3,563 × 10 億 割引率 10 % 伐採禁止 : Rs. 1,625 × 10 億 完全伐採 : Rs. 1,988 × 10 億 選択伐採 (80 %) : Rs. 1,877 × 10 億 選択伐採 (20 %) : Rs. 1,707 × 10 億	生産高変化法
9.	森林評価政策	Awang Noor Abd. Ghani and Mohd. Shahwahid Hj. Othman (2003)	マレーシア	森林保護の便 益	フタバガキ木 : US \$ 11,053/ha	生産高変化法
10.	スリランカの自 然林を保全する ことに関する政 策オプション	H. M. Gunatilake and L. H. P. Gunaratne (2002)	スリランカ	森林保護の便 益	社会福祉 : Rs. 429 百万 (US \$ 4.613 百万) ~ Rs. 1,073 百万 (US \$ 11.537 百万)	生産高変化法
11.	メコン・デルタ の森林管理シス テム	Mai Van Nam、 Nguyen Tan Nhan、Bui Van Trinh and Pham Le Thong (2001)	ベトナム	森林保護の便 益	米、非米、漁業、畜産、林業による 1 農 家あたりの年間収入 (1,000 VND) 契約農家 : 12,600.00 経営農家 : 20,423.84 緩衝地区 : 18,806.72 保護地区 : 11,089.48 1 ha あたりの年間収入 (1,000 VND) 契約農民 : 1,074.44 農場経営 : 637.26 緩衝地区 : 6,538.16 保護地区 : 1,626.18	生産高変化法
12.	マングローブの 経済の評価と地 域社会の役割	Suthawan Sathirathai	タイ	森林保護の費 用便益	マングローブ林の直接的価値 (木 材、薪) 間接的利用価値 (漁業) 513.05 ~ 658.55 US \$ 13,339.34 ~ 17,122.42 bart	生産高変化法
13.	熱帯林土地使 用オプションの経 済分析	Camille Bann (1996)	カンボジア Ratanakiri	森林保護の費 用便益	木材生産価値 : 529,200 (KHR/ha) 非木材生産価値 : 3,922 (KHR/ha)	生産高変化法
14.	代替マングロー ブ管理戦略の経 済分析	Camille Bann (1996)	カンボジア	森林保護の費 用と便益	漁業 : 222,264 燃料 : 9,261 炭 : 1,092,798	生産高変化法
15.	流域保護と材木 生産のトレー ド・オフ ¹⁸ の 経済的便益	Mohd Shahwahid H. O、 Awang Noor, A. G、 Abdul Rahim N、 Zulkifli Y. & Razani U.	マレーシア	森林保護の費 用便益	総純便益 : 7,694,319	生産高変化法
16.	燃料用木材の生 産と利用にかか わる政策の決定	J. A. Dixon (1990)	フィリピン、 Ilocos 地域	森林資源、土 壌浸食	燃料用木材 : 133 ペソ/m ³ 土壌保全による便益 : 266/ha/年	生産高変化法、 TCM

¹⁸ トレード・オフ (trade-off) : 2 つの事象の相対関係。1 つのものが上昇すると、もう 1 つのものが下降する現象で、2 つのものを同時に満足することはできないという関係。

4 - 6 - 3 環境保全・補償プロジェクト

No.	事例名	評価実施者 (実施年)	対象地域	評価対象	結果	手法
1.	サトウキビ畑の灌漑のための汚水浄化設備を使用する経済と環境上の影響	Nerlita M. Manalili, at al.	ベトナム	水質浄化設備の費用便益	農地 1 ha あたりの便益： US \$ 1,605	生産高変化法
2.	水力発電プラントの環境保全および補償コスト	Nguyen Van Hanh, Nguyen Van Song, Do Van Duc and Tran Van Duc (2002)	ベトナム Sesan River	環境保全のための費用便益	環境保全なし電気価格： 5.2 US ¢ /kWh 環境保全あり電気価格： 5.68 US ¢ /kWh	取替原価法 生産高変化法
3.	ダム・プロジェクトの拡張費用効果分析を導くためのガイドライン	Piyaluk Chutubtim (2001)	タイ Kwae Nai ダム	環境保全のための費用便益	米、換金作物、野菜、果樹（割引率 10 %） 水力発電建設あり： 2,759.81（百万 baht） 水力発電建設なし： 2,786.37（百万 baht）	生産高変化法 取替原価法 仮想的評価法
4.	環境影響と汚染制御のオプション	Ma. Angeles O. Catelo, Moises A. Dorado and Elpidio Agbisit, Jr.	フィリピン	畜産廃棄物処理施設の便益	生物ガスプロジェクト NPV 6.3 % : 1.7（百万 PHP） NPV 25 % : 6.8（百万 PHP） NPV 50 % : 13.6（百万 PHP） 有機肥料プラント NPV 6.3 % : 0.37（百万 PHP） NPV 25 % : 1.5（百万 PHP） NPV 50 % : 3（百万 PHP）	防止支出法
5.	水質改善における仮想評価研究	Churai Tapvong and Jittapatr Kruavan (2003)	タイ Chao Phraya 川	水質改善のための費用	水質改善費用： 100.81 ~ 115.03（baht/月）	CVM（デルファイ法）
6.	Napan 川上流の水質汚染のための廃水システム	Wendong Tao, Weimin Yang & Bo Zhou	中国	水質浄化施設の便益	削減コスト： CNY 2.4 百万（8.3 中国元 = 1 US \$） 単価：CNY 959/kg COD/day	防止支出法
7.	畑地農業開発保全事業	Sung-Hoon Kim (1990)	韓国	流失土壌、土砂堆積	総費用現在価値：（従来の耕作法） >（土壌保全耕作法）	取替原価法
8.	ナンボン水資源プロジェクト	M. M. Hufschmidt (1990)	タイ Nam Pong 川流域	土壌浸食	発電：7 千万パーツ/年 灌漑：1.6 億パーツ/年 洪水防止：3 千万パーツ/年 ダム湖漁業：4 千万パーツ/年 純便益現在価値：（保全管理なし） >（保全管理あり）	生産高変化法
9.	黄土高原土壌保全対策プロジェクト	J. A. Dixon ら (1994)	中国、黄土高原地帯	土壌浸食	洪水緩和：0.17 元/t/年 灌漑施設保全：0.07 元/t/年 余剰水利用：14.5 元/t/年 環境的便益現在価値：9,590 万元 EIRR : 22 %	防止支出法 取替原価法 生産高変化法
10.	トンダノ流域管理計画	JICA (2001)	インドネシア、 Tondano 流域	水資源、水質、浸食・洪水防止、大気、景観・保健休養、農林漁業資源	水資源：Rp. 百万/年 浸食・洪水防止：Rp. 4.3 億/年 大気：Rp. 千万/年 農業資源：Rp. 40 億/年 林業資源：Rp. 2 千万/年 EIRR : 7.0 %	取替原価法 防止支出法 仮想的評価法 旅行費用法 生産高変化法

4 - 6 - 4 その他のプロジェクト

No.	事例名	評価実施者 (実施年)	対象地域	評価対象	結果	手法
1.	ツーリズムの可能性の評価	森本	ラオス Luang Prabang	エコツーリズムの価値	トレッキング \$ 3.50 エコツアー \$ 2.50	CVM TCM
2.	保護されたエリアのステークホルダーのなかの便益およびコストの分配	Yazhen Gong (2004)	中国	生物多様性の価値	生物多様性の価値： CNY 260 万	CVM
3.	再定住政策の費用効果分析	Orapan Nabangchang (2004)	タイ Ob Luang 国立公園	レクリエーション・エコツーリズムの価値	プロジェクト費用： US \$ 23 万	防止支出法
4.	採鉱汚染の環境の損害賠償の判断	Ma. Eugenia Bennagen	フィリピン Boac & Makulapnit 川	水質汚濁による補償額および移転費用	補償額： 2,1585,814 移転コスト： 8,406,418	取替原価法 生産高変化法
5.	経済評価：国立公園の入場料支払いシステム	Adis Isangkura	タイ Doi Inthanon 国立公園 Suthep-Pui 国立公園	レクリエーション・エコツーリズムの価値	Doi Inthanon 国立公園入場料： 40 baht (US \$)	CVM (付け値 ゲーム)
6.	レクリエーションのための水質改善の価値	Du Yaping	中国 East 湖	良好な水質の河川の価値	水質改善コスト (百万元/年) TCM： 156.65 (ボート) 180.11 (水泳) 209.98 (飲料水) CVM： 25.76 (ボート) 45.55 (水泳) 68.95 (飲料水)	CVM TCM
7.	地下水利用の価値	Maria Corazon M. Ebarvia (1996)	フィリピン	良好な水質の地下水の価値	176.83 (PHP/年)	取替原価法
8.	マンタディア国立公園設立にかかわる経済評価	J. A. Dixon ら (1994)	マダガスカル、 Mantadia 国立公園	住民被害、保健休養機能	社会的費用： US \$ 91 ~ 108/年/世帯 環境的便益： US \$ 24 ~ 65/年/入場者	生産高変化法 仮想的評価法 旅行費用法

4 - 6 - 5 プロジェクト分類別および環境項目別の適用環境経済評価手法の傾向

以上のように、本研究で収集した開発途上国における農林業プロジェクト案件や環境経済評価研究事例は 46 件 (うち農業： 12 件、林業： 16 件、環境保全・補償： 10 件、その他： 8 件) と限定された数であるが、これらの事例に基づき、そこで採用されている環境経済評価手法について、対象とされたプロジェクトの分類別あるいは環境項目別に分析する。表 4・6 はプロジェクト分類別に、表 4・7 は環境項目別に各環境経済評価手法の適用頻度を整理したものである。

開発途上国における農林業プロジェクトを対象とした場合、これまで採用されてきた環境経済評価手法については、両表から以下のような推測ができるであろう。

- (1) 農林業プロジェクト全体では、「生産高変化法」が多用されており、環境的变化が生産性に最も結びつきやすい農林業の特徴を反映している。次いで「防止支出法」や「取替原価法」も多いが、生産性を大きく左右する農林地の公益的機能の保全対策費や低下防止経費、

表 4 - 6 プロジェクト分類別の環境経済評価手法適用頻度 (%)

評価手法	農業	林業	環境保全・補償	その他	合計
生産高変化法	9 (33.3)	10 (37.0)	6 (22.2)	2 (7.4)	27 (100.0)
所得損失法	5 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (100.0)
防止支出法	3 (37.5)	1 (12.5)	3 (37.5)	1 (12.5)	8 (100.0)
不動産価値法	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (—)
労賃差異法	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (—)
旅行費用法	0 (0.0)	2 (33.3)	1 (16.7)	3 (50.0)	6 (100.0)
環境代替物法	0 (0.0)	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)
取替原価法	2 (18.2)	2 (18.2)	5 (45.5)	2 (18.2)	11 (100.0)
仮想的評価法	0 (0.0)	2 (20.0)	3 (30.0)	5 (50.0)	10 (100.0)
コンジョイント分析	0 (0.0)	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)

出所：筆者作成。

表 4 - 7 環境項目別の環境経済評価手法適用頻度

評価手法	土壌	大気	景観・保健休養	水質	福祉・社会環境	動植物・生態系	健康	水資源	合計
生産高変化法	10		1	4	2	10	3	1	31
所得損失法				1			5		6
防止支出法	4		1	3		1			9
不動産価値法									0
労賃差異法									0
旅行費用法	1		4	1		1			7
環境代替物法									0
取替原価法	6	1		4				2	13
仮想的評価法			6	4		1			11
コンジョイント分析						1			1

出所：筆者作成。

あるいは機能低下による被害を回復するための費用が市場データとして入手しやすいためであろう。また、準自然とされる農林業対象地はほとんどの場合、自然生態系と隣接しているため、影響された自然環境や景観の非利用価値を算定するため「仮想的評価法」の適用頻度が高いと思われる。

(2) プロジェクト分類別では、やはり(1)の理由から、すべてのプロジェクト分類で「生産高変化法」が頻繁に用いられている。ただ、農業プロジェクトでは「所得損失法」が5事例で使われている。いずれの事例も農業や化学肥料による健康被害を、医療費や所得減少分で経済評価したものであり、この手法が他の分類に比べ農業プロジェクトに適用されやすい傾向を示している。

(3) 取り上げた事例に関する限り、手法群のなかで「不動産価値法」や「労賃差異法」といったヘッドニック・アプローチはまったく使われていない。これらの手法に欠かせない土地利用データ、物件価格、地価、労働賃金などの統計資料が不十分である、あるいはそれらを

経済的に歪みのない形で示す自由市場が存在しないといった開発途上国の特徴を物語っている。

- (4)「環境代替物法」や「コンジョイント分析」もほとんど適用されていないが、前者については、途上国の農村地域には環境財・サービスの代替物（たとえば、ペットボトル、家庭用浄水器、都市公園、公営プールなど）があまり普及していないため、後者については、仮想的評価法に比べ手法そのものが新しく、適用されなかったと推測される。
- (5)事例にみるように、評価対象となる環境項目を厳密に分けるよりも、いくつかの項目が一緒になって評価されるケースが多いため、項目別の統計を出すことは非常に困難であった。しかし、あえて表4・7のように分類した場合でも多くの環境項目について経済評価が行われており、農林業プロジェクトが自然環境、社会環境および公害系のすべての環境分野にわたって環境的インパクトをもたらしていることが、この表からも確認された（農林業プロジェクトの影響可能性については表4・2および4・3を参照）。逆の見方をすれば、農林業プロジェクトにかかわる環境的費用・便益は、なんらかの既存手法により算定が可能であることを示している。
- (6)上記(1)と同じ理由で、ほとんどの環境項目は「生産高変化法」が多用されている。「所得損失法」が健康項目について、「旅行費用法」が景観・保健休養項目について多く用いられている傾向は、第2章で概説した両評価手法の一般的適用可能性と一致している。
- (7)土壌浸食、水質、大気など、公害系環境項目はもちろんのこと、一般に適用が敬遠されがちな景観・保健休養や自然環境（動植物、生態系など）にも「防止支出法」や「取替原価法」が数事例で用いられている。景観・保健休養や自然環境項目の経済評価では、表4・7からも推測できるように「旅行費用法」や「仮想的評価法」を安易に用いてしまう傾向があるが、必要データの有無状況を勘案しこれらの市場価格法や潜在価格法から適切な手法を採用することが、サーベイ法や旅行費用法で余分にかかってしまう調査経費の節約に結びつくであろう。

4 - 7 グッド・プラクティス事例の詳細

対象とした環境項目や適用した経済評価手法が異なるこれら46事例では、評価作業に費やした経費、時間そして専門的能力により、評価額計算モデルの精度、環境影響評価結果の利用程度、使用データの信頼性、統計処理方法の緻密さ、設定された仮定、あるいは経済評価全体のフレームワーク・評価基準などがさまざまである。これらから、環境経済評価導入の合理性、評価手順の一貫性、内容のわかりやすさ、算定・統計モデルの汎用性、将来の開発調査での実用性などの観点から総合的に判断し、「グッド・プラクティス」として15事例（4・6節のリスト中で網掛けされた事例、農業：2件、林業：4件、環境保全・補償：7件、その他：2件）を選定した。

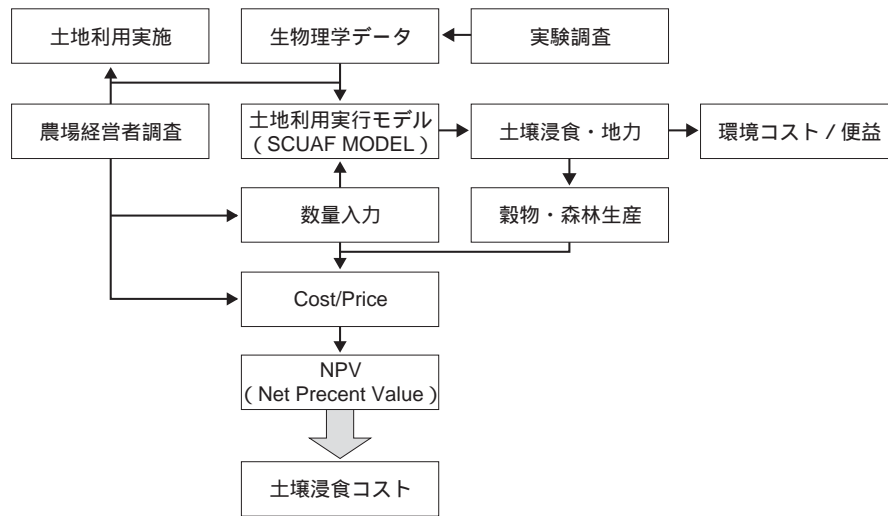
本節では、これらの選定された事例について、評価目的や背景、環境的影響、評価手法、評価結果、課題などをさらに詳しく分析し、統一したフォーマットを使いそれらの内容を整理した。フォーマットは下記の事項から構成されている。

背景： 事例の特徴、環境的側面
概要： プロジェクトの概要、手法の考え方
評価法： 評価手法の説明、計算過程
結果： 評価結果
課題： 適用された手法に対する問題点
出典： 情報源

4 - 7 - 1 農業プロジェクト

事例名	土壌浸食の経済面と高地農場経営者の土地利用システムの選択
実施国	ベトナム
背景	<p>中央海岸は、面積約 97,000 km²、人口 1,800 万人を超える住民をもった 14 の農村が存在する。中央の海岸の 3 分の 2 以上は、Truong sun 山脈の傾斜地によって非常に狭く細長い土地を形成している。ベトナムの他の地域と比較して、中央海岸は、貧困であり、気象条件が厳しく、自然資源が乏しい状況において、主に農業が発展していった。したがって、高地の自然資源の適切な管理は、その地域にとって重要なことである。雨期における激しい降雨により高地の傾斜地が土壌浸食を受けやすい。土壌の浸食は、やがて植生の喪失、表土の喪失、洪水、乾季の干ばつ、そして、生物多様性の減少を含めた土地の荒廃を進行させる。しかし、貧困のなかに、高地の農民（特に少数民族）は、当面の利益を得るために土壌浸食的な土地使用を行っている。本研究では、天然資源および環境を悪化させずに、農民の生計を改善することをめざした政策およびプログラムを実施した。</p>
概要	<p>一般的にアグロフォレストリー・システムへの転換および国土保全の促進は、土壌浸食の減少および高地農業の開発の保持において不可欠であるとされている。しかし、土地利用者の行動に影響を及ぼす経済的な便益はよく研究されていなかった。土壌浸食のコストは認識されたが、評価されることがなかった。なぜなら、もう 1 つの土地利用システムが経済的に望ましいことを確実に証明するための根拠がない。したがって、土壌浸食のコストと浸食性の低い土地利用システムを採用することに対する便益の評価が必要である。</p> <p>本調査では、高地農業における持続的な土地利用方法に対する意志決定のために、下記のことを明らかにすることを目的としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 異なる土地利用システムと土壌浸食との関連性を評価する。 土壌浸食の on-site コストを算出すること。 農場経営者の土地利用選択に影響を及ぼす、社会経済的要因の経験則を明らかにする。 <p>本調査では、以下の仮説をもとに評価した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 陸稲ベースのシステムがその他の 3 つのシステム（サトウキビ、果樹をベースにしたアグロ・フォレストリー、ユーカリ）よりも浸食的である。 果樹をベースとするアグリ・フォレストリー・システムは、他の 3 つの土地利用システムと比較すると長期的な財政上の収益性に関して優れている。 拡張性、土地利用奨励金などのような政策に関する変化は、高地農場経営者の土地利用選択に著しく影響を及ぼす。
評価法	<p>生産高変化法</p> <p>本研究では、他の土地利用選択肢で農業をしているサトウキビの浸食性と財政上の収益性を測定して分析した。評価額の算出には、次に示す 3 つのステップにより行われた。</p> <ul style="list-style-type: none"> 4 つの異なる穀物生産方法における土壌浸食を生物学的なモデルを使って算出する。 各土地利用方法における純便益現在価値は、経済データを使用して評価する。 世帯ごとに生産方法の選択を調査する。 <p>〔生物学的なモデルの適用〕</p> <p>SCUAF (Soil Changes Under Agriculture) は、アグリ・フォレストリー・システムと土壌の相互作用を予測するためのモデルである (Young et al. 1998)。自然資源あるいは植物から取り込まれる土壌栄養分の割合から土壌の栄養分、作物収穫、バイオマスの変化を予測する。それらのアウトプットによって、経済分析のための基礎データとして利用することができる。</p> <p>〔土壌浸食コストの算出〕</p> <p>土壌浸食のコストは、生産高変化法によって算出した。4 つの土地利用の純便益現在価値は、図のような費用便益のフレームワークによって算出した。内部的、外部的な経済分析を行い、潜在的な価格、効率的な価格を算出した。</p>

図：生物経済学のフレームワーク



[土地利用の調査]

ロジット・モデル*の適用により、選択された土地使用オプションからの预期する効用が、他の利用可能な代替案からの効用より大きい場合のみ、与えられた土地を選択することが予測される。

$Y = j$ を選択 : $U(\text{代替案 } j) > U(\text{代替案 } k) \quad j \neq k$

$$prob[choicej] = \frac{e^{\beta_j'x_{jt}}}{\sum_j e^{\beta_j'x_{jt}}}$$

t : 個々の農家

j : 代替案

高地農民が土地利用を選択するロジット・モデルは次のとおり :

$$CHOICE = \beta_0 + \beta_1 FLABOUR + \beta_2 EDUC + \beta_3 AGE + \beta_4 NPLOT + \beta_5 FARM + \beta_6 PLOT + \beta_7 FAR + \beta_8 SLOPE + \beta_9 INCOME + \beta_{10} INCENT + \beta_{11} EXT + \beta_{12} CREDIT$$

説明変数は、土地路使用者の社会経済属性、土地区画の特性、政策関連の変数の3つのグループに分けることができる。

表：変数の説明

変数	説明
CHOICE	0 : ユーカリ 1 : サトウキビ 2 : アグロ・フォレストリー 3 : 高地陸稲
LABOUR	家族の労働者数
EDUC	回答者の教育 1 : 中等教育レベル以上 0 : 中等教育レベルまたはそれより低い
AGE	農民の年齢 (years)
NPLOT	土地区画数
FARM	総土地所有面積 (ha)
PLOT	土地区画面積 (ha)
FAR	家から土地区画からの距離 (km)

	<table border="1"> <tr> <td>SLOPE</td> <td>平均的な区画の斜度 (%)</td> </tr> <tr> <td>INCOME</td> <td>世帯の年間収入 (百万 VND)</td> </tr> <tr> <td>INCENTIVE</td> <td>1 : 土地利用システムを受け入れる 0 : 土地利用システムを受け入れない</td> </tr> <tr> <td>EXT</td> <td>1 : 拡張サービスを受け入れる 0 : 拡張サービスを受け入れない</td> </tr> <tr> <td>CREDIT</td> <td>総生産額 (百万 VND)</td> </tr> </table> <p>* ロジット・モデル (Logit model) : ロジットモデルとは、ロジット変換を用いた線形回帰モデル。目的変数が n 回の試行中にある事象が起こった回数であるとき、目的変数に対してロジット変換を用いる。変換にロジスティック関数を用いるのがロジット・モデルであり、累積正規分布関数を用いるのがプロビット (Probit) ・モデルである。質的データ分析に用いられる手法である。質的データというのは、分析対象となる事象について数値データが得られず、あるカテゴリーに属しているかどうかの質的特性のみが観測されるデータを指す。</p>	SLOPE	平均的な区画の斜度 (%)	INCOME	世帯の年間収入 (百万 VND)	INCENTIVE	1 : 土地利用システムを受け入れる 0 : 土地利用システムを受け入れない	EXT	1 : 拡張サービスを受け入れる 0 : 拡張サービスを受け入れない	CREDIT	総生産額 (百万 VND)																																																		
SLOPE	平均的な区画の斜度 (%)																																																												
INCOME	世帯の年間収入 (百万 VND)																																																												
INCENTIVE	1 : 土地利用システムを受け入れる 0 : 土地利用システムを受け入れない																																																												
EXT	1 : 拡張サービスを受け入れる 0 : 拡張サービスを受け入れない																																																												
CREDIT	総生産額 (百万 VND)																																																												
結果	<p>260 人の農業経営者への調査インタビューのデータ分析から、土壌浸食は、地域の重要な問題であることを明らかにした。土壌浸食は、高地農家の生計に影響しており、高地地方の長期的な経済開発を妨害する。SCUAF の結果は、4 つの典型的な土地使用システムのなかで、果樹ベース・アグロ・フォレストリーおよびユーカリ樹のシステムが最も浸食的でなく、陸稲が最も浸食的であることを明らかにした。サトウキビ・システム (最近導入された土地利用オプション) は、土壌損失許容量よりはるかに高い土壌浸食量である。収益性に関しては、30 年間の費用効果分析の結果は、4 つの典型的な土地使用システム中、アグロ・フォレストリーが最も有益で、陸稲およびユーカリ樹システムが最も不利益であることを示している。土壌浸食による On-site コストは、土地利用代替案を選択された土地利用のオプションに依存する。年間の収入損失や陸稲、ユーカリ樹システムの土壌浸食による On-site コストは、年間 1,022 ~ 1,019 (1,000 VND/ha) と試算された。サトウキビでは、年間 635 (1,000 VND/ha) である。</p> <p style="text-align: center;">表 : 土地利用システムごとの NPV</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">土地利用システム</th> <th colspan="5">NPV (T = 30) ('000 VND/ha)</th> </tr> <tr> <th>r = 0.10</th> <th>r = 0.12</th> <th>r = 0.15</th> <th>r = 0.20</th> <th>r = 0.25</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>陸稲</td> <td>3,469</td> <td>3,212</td> <td>2,900</td> <td>2,511</td> <td>2,227</td> </tr> <tr> <td>サトウキビ</td> <td>7,368</td> <td>6,332</td> <td>5,146</td> <td>3,790</td> <td>2,891</td> </tr> <tr> <td>果樹ベース・アグロ・フォレストリー</td> <td>13,837</td> <td>11,443</td> <td>8,792</td> <td>5,891</td> <td>4,051</td> </tr> <tr> <td>ユーカリ</td> <td>4,372</td> <td>3,241</td> <td>2,080</td> <td>955</td> <td>350</td> </tr> </tbody> </table> <p>r : 割引率</p> <p style="text-align: center;">表 : 各土地利用システムの土壌損失と年間所得*</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>土地利用システム</th> <th>土壌損失 (トン/ha/年)</th> <th>年間所得 ('000 VND/ha/年)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>陸稲</td> <td>80</td> <td>399</td> </tr> <tr> <td>サトウキビ</td> <td>53</td> <td>786</td> </tr> <tr> <td>果樹ベース・アグロ・フォレストリー</td> <td>40</td> <td>1,421</td> </tr> <tr> <td>ユーカリ</td> <td>42</td> <td>402</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 30 年間の割引率 12 %</p> <p style="text-align: center;">表 : アンケート統計結果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>土地利用システム</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>陸稲</td> <td>89</td> </tr> <tr> <td>サトウキビ</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>果樹ベース・アグロ・フォレストリー</td> <td>91</td> </tr> <tr> <td>ユーカリ</td> <td>90</td> </tr> </tbody> </table>	土地利用システム	NPV (T = 30) ('000 VND/ha)					r = 0.10	r = 0.12	r = 0.15	r = 0.20	r = 0.25	陸稲	3,469	3,212	2,900	2,511	2,227	サトウキビ	7,368	6,332	5,146	3,790	2,891	果樹ベース・アグロ・フォレストリー	13,837	11,443	8,792	5,891	4,051	ユーカリ	4,372	3,241	2,080	955	350	土地利用システム	土壌損失 (トン/ha/年)	年間所得 ('000 VND/ha/年)	陸稲	80	399	サトウキビ	53	786	果樹ベース・アグロ・フォレストリー	40	1,421	ユーカリ	42	402	土地利用システム	%	陸稲	89	サトウキビ	70	果樹ベース・アグロ・フォレストリー	91	ユーカリ	90
土地利用システム	NPV (T = 30) ('000 VND/ha)																																																												
	r = 0.10	r = 0.12	r = 0.15	r = 0.20	r = 0.25																																																								
陸稲	3,469	3,212	2,900	2,511	2,227																																																								
サトウキビ	7,368	6,332	5,146	3,790	2,891																																																								
果樹ベース・アグロ・フォレストリー	13,837	11,443	8,792	5,891	4,051																																																								
ユーカリ	4,372	3,241	2,080	955	350																																																								
土地利用システム	土壌損失 (トン/ha/年)	年間所得 ('000 VND/ha/年)																																																											
陸稲	80	399																																																											
サトウキビ	53	786																																																											
果樹ベース・アグロ・フォレストリー	40	1,421																																																											
ユーカリ	42	402																																																											
土地利用システム	%																																																												
陸稲	89																																																												
サトウキビ	70																																																												
果樹ベース・アグロ・フォレストリー	91																																																												
ユーカリ	90																																																												

	<p>土地使用システムの選択が影響を受ける教育、時代、土地所有および収入、農民属性：面積、傾斜、農場からの距離のような政策実施に関連する変数は、インセンティブ、拡張事業に結びつくだろう。</p>
課 題	<p>〔土壤保全対策実施に向けてのインセンティブ〕</p> <p>土壤浸食的な土地利用からアグロ・フォレストリーのような土地利用を取り入れるように高地農家を説得するのは、たいへんむずかしい。なぜなら、アグロ・フォレストリー実施には多くのコストを必要とするからである。さらにアグロ・フォレストリー・システムの管理は、生態学的あるいは経済学的に複雑であり、貧困で、低い教育水準で、悪条件の環境で生活しているこの地域の農民には、それらを理解することは困難である。したがって、安定的な生活が不可能な高地農民は、当面の要求を満たすために土壤浸食的な土地使用システムを使用している。</p> <p>〔土壤浸食評価額の妥当性〕</p> <p>浸食は、海岸資源と同様に、農作物の損失とダメージを与える灌漑と水力発電のインフラの堆積作用を生み出す。アグロ・フォレストリーのような浸食的でない土地利用に転換することは、ダムの上砂堆積の被害から回避のような off-site 費用の評価が必要である。社会的な立場で off-site 便益から得るためには、公共部門からの補助金が必要である。補助金を正当化し、その水準を決定するために、浸食的でない土地システムの変更に対する off-site 便益の評価が必要である。</p> <p>〔インフラ整備を含めた評価〕</p> <p>アグロ・フォレストリーを採用するためには、輸送・販売アクセスするためのインフラが必要である。アグロ・フォレストリーなど土壤浸食的でなく安定した収入得ることができる土地利用への変更は、すべての農業経営者にとって有効的であるが、貧弱なインフラにより、高地農民は分離された状況におかれる。農作物の販売や肥料、種子の購入が困難になる。したがって、高地農業のインフラ投資を含めた効率的な市場システムへの経済的な評価は、高地農業の望ましい変化を促すであろう。</p>
出 典	<p>The Economics of Soil Erosion and the Choice of Land Use Systems by Upland Farmers in Central Vietnam (Bui Dung The, Hue University, 2001)</p>

事例名	メコン河デルタの稲生産での殺虫剤使用の経済と健康																												
実施国	ベトナム																												
背景	米は長い間ベトナムにおいて主要な農産物であり、耕地の約 65 %を占めている。そのなかでもメコン・デルタは、稲作の 50 %以上を占めている。ベトナムでは、稲作における化学殺虫剤の使用は、着実に増加している。																												
概要	<p>稲作農民のベトナム、メコン河デルタにおける健康上の殺虫剤の影響を調査した。殺虫剤生産力を検討し、利益最大化のための最適レベルを評価することである。農民の健康悪化が殺虫剤使用によって引き起こされるが、その健康悪化による損害コストを評価する。殺虫剤使用の規制は政策決定者によって示唆される可能性がある。本研究は、下記のような仮説を明確にすることを目的としている。</p> <p>健康リスクの確率は、農業経営者の特徴と殺虫剤への接触に関連する。</p> <p>米の生産性を向上させる殺虫剤は、健康被害による医療費用が高くつく。</p> <p>米生産で殺虫剤適用を削減するための規制は、健康維持と収益性を改善することができる。</p>																												
評価法	<p>生産高変化法、所得損失法</p> <p>この研究の分析は、3つの手順により行った。</p> <p>生産弾力性と最適な殺虫剤の使用を生産関数より導き出した。</p> <p>回帰分析によって、殺虫剤への接触（健康リスク回帰モデル）と健康被害の発生を関連づける。</p> <p>測定データとフィリピンの医療費用モデルの係数を適用して、農場経営者の特徴と農薬使用状況から健康被害の量を算出した。</p> <p>〔生産高変化法〕</p> <p>Cobb-Douglas 関数は、利潤最大化と殺虫剤生産力の最適化を検討するために、メコン河デルタの米産出に資源投入を関連づけて使用された。</p> $\text{生産量 } \ln Y = \ln \alpha_0 + \alpha_1 \text{Soil} + \alpha_2 \text{Mefarm} + \alpha_3 \text{Lafarm} + \alpha_4 \text{EDU2} + \alpha_5 \text{EDU3} + \beta_1 \ln \text{NPK} + \beta_2 \ln \text{Todose} + \beta_3 \ln \text{HirLab} + \beta_4 \ln \text{Farlab}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>変数</th> <th>説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LnY</td> <td>生産量（トン/ha）</td> </tr> <tr> <td>LnNPK</td> <td>窒素、リンおよびカリウム肥料の合計（kg/ha）</td> </tr> <tr> <td>LnTodose</td> <td>使用される殺虫剤の投薬の合計（g/ha）</td> </tr> <tr> <td>LnHirlab</td> <td>雇用者された労働日数（人日/ha）</td> </tr> <tr> <td>LnFarlab</td> <td>家族労働者の労働日数（人日/ha）</td> </tr> <tr> <td>Mefarm</td> <td>1：中規模農家（5～10 acres） 0：それ以外</td> </tr> <tr> <td>Lafarm</td> <td>1：大規模農家（>10 acres） 0：それ以外</td> </tr> <tr> <td>Soil</td> <td>1：土壌クラスが1カテゴリ 0：それ以外</td> </tr> <tr> <td>EDU2</td> <td>1：農家の教育が中学校レベル 0：それ以外</td> </tr> <tr> <td>EDU3</td> <td>1：農家の教育が高校レベルか、それ以上 0：それ以外</td> </tr> <tr> <td>INCENTIVE</td> <td>1：土地利用システムを受け入れる 0：土地利用システムを受け入れない</td> </tr> <tr> <td>EXT</td> <td>1：拡張サービスを受け入れる 0：拡張サービスを受け入れない</td> </tr> <tr> <td>CREDIT</td> <td>総生産額（百万 VND）</td> </tr> </tbody> </table> <p>最適な殺虫剤使用の決定は、利潤を最大化する行動：殺虫剤の最大生産量は殺虫剤と米の価格の割合を同等にすることである。</p> <p>殺虫剤の限界生産量（MPP：marginal physical product of pesticides）</p> $= dY/d\text{Todose} = P_p/P_y$ $\text{Todose} = (\beta_2 \cdot Y \cdot P_y) / P_p$ <p>β_2 = 殺虫剤の生産弾力性</p> <p>P_p = 殺虫剤の価格（VND/g）</p> <p>P_y = 米の価格（VND/kg）</p>	変数	説明	LnY	生産量（トン/ha）	LnNPK	窒素、リンおよびカリウム肥料の合計（kg/ha）	LnTodose	使用される殺虫剤の投薬の合計（g/ha）	LnHirlab	雇用者された労働日数（人日/ha）	LnFarlab	家族労働者の労働日数（人日/ha）	Mefarm	1：中規模農家（5～10 acres） 0：それ以外	Lafarm	1：大規模農家（>10 acres） 0：それ以外	Soil	1：土壌クラスが1カテゴリ 0：それ以外	EDU2	1：農家の教育が中学校レベル 0：それ以外	EDU3	1：農家の教育が高校レベルか、それ以上 0：それ以外	INCENTIVE	1：土地利用システムを受け入れる 0：土地利用システムを受け入れない	EXT	1：拡張サービスを受け入れる 0：拡張サービスを受け入れない	CREDIT	総生産額（百万 VND）
変数	説明																												
LnY	生産量（トン/ha）																												
LnNPK	窒素、リンおよびカリウム肥料の合計（kg/ha）																												
LnTodose	使用される殺虫剤の投薬の合計（g/ha）																												
LnHirlab	雇用者された労働日数（人日/ha）																												
LnFarlab	家族労働者の労働日数（人日/ha）																												
Mefarm	1：中規模農家（5～10 acres） 0：それ以外																												
Lafarm	1：大規模農家（>10 acres） 0：それ以外																												
Soil	1：土壌クラスが1カテゴリ 0：それ以外																												
EDU2	1：農家の教育が中学校レベル 0：それ以外																												
EDU3	1：農家の教育が高校レベルか、それ以上 0：それ以外																												
INCENTIVE	1：土地利用システムを受け入れる 0：土地利用システムを受け入れない																												
EXT	1：拡張サービスを受け入れる 0：拡張サービスを受け入れない																												
CREDIT	総生産額（百万 VND）																												

	<p>[所得損失法]</p> <p>殺虫剤によって引き起こされた健康被害による費用は、労働機会を失われた日数分の機会費用と治療費をもとに算出した。</p> <p>農家の医療費用 $LnHC = f (LnAGE, HEALTH, SMOKE, DRINK, LTODOSE, LINDOSE, LHEDOSE, NA, NA1, NA3, TOCA1, TOCA3, IPM, CLINIC)$</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>変数</th> <th>説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LnHC</td> <td>農家の医療費用</td> </tr> <tr> <td>LnAGE</td> <td>対数：農家の年齢</td> </tr> <tr> <td>HEALTH</td> <td>対数：体重、身長</td> </tr> <tr> <td>SMOKE</td> <td>対数：喫煙（0：非喫煙者、1：喫煙者）</td> </tr> <tr> <td>DRINK</td> <td>ダミー変数：1：飲酒、0：非飲酒</td> </tr> <tr> <td>IPM</td> <td>ダミー変数：1：IPM *採用、0：IPM 非採用</td> </tr> <tr> <td>LTODOSE</td> <td>対数：全殺虫剤の適量 (g/ha)</td> </tr> <tr> <td>LINSECT</td> <td>対数：殺虫剤の使用量 (g/ha)</td> </tr> <tr> <td>LHERB</td> <td>対数：除草剤の使用量 (g/ha)</td> </tr> <tr> <td>LFUNG</td> <td>対数：殺菌剤の使用量 (g/ha)</td> </tr> <tr> <td>TOCA1</td> <td>カテゴリ I & II (g/ha)</td> </tr> <tr> <td>TOCA3</td> <td>カテゴリ III & IV (g/ha)</td> </tr> <tr> <td>NA</td> <td>殺虫剤使用回数/シーズン</td> </tr> <tr> <td>NA1</td> <td>TOCA1 に接触した回数/シーズン</td> </tr> <tr> <td>NA3</td> <td>TOCA3 に接触した回数/シーズン</td> </tr> <tr> <td>CLINIC</td> <td>ダミー変数：1：病院利用、0：病院未利用</td> </tr> </tbody> </table> <p>* IPM (Integrated Pest Management)：耕種的、生物的、化学的、物理的な防除法をうまく組み合わせ、経済的被害を生じるレベル以下に害虫個体群を減少させ、かつその低いレベルを持続させるための害虫個体群管理のシステムである。害虫による被害軽減にとどまらず、付加価値をもった生産物の提供や薬剤抵抗性問題軽減、農業環境の保全などを農家や消費者にもたらす。</p>	変数	説明	LnHC	農家の医療費用	LnAGE	対数：農家の年齢	HEALTH	対数：体重、身長	SMOKE	対数：喫煙（0：非喫煙者、1：喫煙者）	DRINK	ダミー変数：1：飲酒、0：非飲酒	IPM	ダミー変数：1：IPM *採用、0：IPM 非採用	LTODOSE	対数：全殺虫剤の適量 (g/ha)	LINSECT	対数：殺虫剤の使用量 (g/ha)	LHERB	対数：除草剤の使用量 (g/ha)	LFUNG	対数：殺菌剤の使用量 (g/ha)	TOCA1	カテゴリ I & II (g/ha)	TOCA3	カテゴリ III & IV (g/ha)	NA	殺虫剤使用回数/シーズン	NA1	TOCA1 に接触した回数/シーズン	NA3	TOCA3 に接触した回数/シーズン	CLINIC	ダミー変数：1：病院利用、0：病院未利用														
変数	説明																																																
LnHC	農家の医療費用																																																
LnAGE	対数：農家の年齢																																																
HEALTH	対数：体重、身長																																																
SMOKE	対数：喫煙（0：非喫煙者、1：喫煙者）																																																
DRINK	ダミー変数：1：飲酒、0：非飲酒																																																
IPM	ダミー変数：1：IPM *採用、0：IPM 非採用																																																
LTODOSE	対数：全殺虫剤の適量 (g/ha)																																																
LINSECT	対数：殺虫剤の使用量 (g/ha)																																																
LHERB	対数：除草剤の使用量 (g/ha)																																																
LFUNG	対数：殺菌剤の使用量 (g/ha)																																																
TOCA1	カテゴリ I & II (g/ha)																																																
TOCA3	カテゴリ III & IV (g/ha)																																																
NA	殺虫剤使用回数/シーズン																																																
NA1	TOCA1 に接触した回数/シーズン																																																
NA3	TOCA3 に接触した回数/シーズン																																																
CLINIC	ダミー変数：1：病院利用、0：病院未利用																																																
結果	<p>不適当な殺虫剤の使用は、収穫の減少だけではなく、稲作・漁業文化の破壊や健康被害・環境破壊を引き起こす。今まで農業経営者の健康被害の費用は、米生産の費用に含まれていなかった。今回算出した医療費用は、冬から春の稲生産において、1 ha あたり約 90,000 VND 利益の減少をもたらした。したがって農業経営者が殺虫剤を使用するとき、殺虫剤の副作用を考慮して税金を課すといった政策が期待できる。</p> <p>過剰な殺虫剤の使用量を削除するために、政府は 33.4 % の税金を殺虫剤価格で課すべきである。これは、110.22 kg (141,416 VND) に相当する米の生産が減少するが、医療費用は、197,592 VND の減少となる。また、農業経営者への純利益は 56,176 VND となる。最終的に政府は、1 ha あたり 95,833 VND は、すなわち 33.4 % 税金を課すことになるだろう。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>殺虫剤の課税割合</th> <th>農薬の削減</th> <th>労働賃金の削減</th> <th>肥料の削減</th> <th>税金</th> <th>医療費用の削減</th> <th>全利益</th> <th>農業経営者への純利益</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10 %</td> <td>34,456</td> <td>8,676</td> <td>3,694</td> <td>36,022</td> <td>4,597</td> <td>51,423</td> <td>12,292</td> </tr> <tr> <td>20 %</td> <td>75,177</td> <td>17,351</td> <td>7,387</td> <td>65,780</td> <td>9,344</td> <td>109,259</td> <td>28,662</td> </tr> <tr> <td>30 %</td> <td>122,162</td> <td>26,027</td> <td>11,081</td> <td>89,272</td> <td>14,259</td> <td>173,529</td> <td>48,681</td> </tr> <tr> <td>33.4 %</td> <td>139,564</td> <td>29,497</td> <td>12,558</td> <td>95,833</td> <td>15,973</td> <td>197,592</td> <td>56,176</td> </tr> <tr> <td>40 %</td> <td>175,412</td> <td>34,703</td> <td>14,774</td> <td>106,500</td> <td>19,368</td> <td>244,257</td> <td>71,775</td> </tr> </tbody> </table>	殺虫剤の課税割合	農薬の削減	労働賃金の削減	肥料の削減	税金	医療費用の削減	全利益	農業経営者への純利益	10 %	34,456	8,676	3,694	36,022	4,597	51,423	12,292	20 %	75,177	17,351	7,387	65,780	9,344	109,259	28,662	30 %	122,162	26,027	11,081	89,272	14,259	173,529	48,681	33.4 %	139,564	29,497	12,558	95,833	15,973	197,592	56,176	40 %	175,412	34,703	14,774	106,500	19,368	244,257	71,775
殺虫剤の課税割合	農薬の削減	労働賃金の削減	肥料の削減	税金	医療費用の削減	全利益	農業経営者への純利益																																										
10 %	34,456	8,676	3,694	36,022	4,597	51,423	12,292																																										
20 %	75,177	17,351	7,387	65,780	9,344	109,259	28,662																																										
30 %	122,162	26,027	11,081	89,272	14,259	173,529	48,681																																										
33.4 %	139,564	29,497	12,558	95,833	15,973	197,592	56,176																																										
40 %	175,412	34,703	14,774	106,500	19,368	244,257	71,775																																										
課題	<p>本研究は、1 シーズンの殺虫剤暴露についてのみ計算された。長期的な殺虫剤による農業経営者の健康被害の情報は継続的な研究が必要である。</p> <p>殺虫剤露出（量と頻度）ごとの医療費用は、フィリピンのモデルである。したがって、健康費用概算は、実際より低く評価される可能性がある。厳密な評価を行うためにはベトナムにおけるデータの蓄積が必要である。</p>																																																
出典	Economic And Health Consequences Of Pesticide Use In Paddy Production In The Mekong Delta, Vietnam (Nguyen Huu Dung And Tran Thi Thanh Dung)																																																

4 - 7 - 2 林業プロジェクト

事例名	森林保全管理プロジェクト								
実施国	ネパール								
背景	<p>ネパールの森林資源は過度の伐採や放牧によって減少の一途をたどっている。その結果、森林保水力低下による上水の供給不足や土壌流出による水質汚濁といった現象が問題になっている。</p> <p>農村、都市における薪利用、下流域への土壌流出への影響を軽減するため、丘陵森林の計画的な管理プロジェクトの導入が提案された。このプロジェクトの対象面積は、38,000 ha で、そのうち、10,000 ha が農地、1,500 ha が放牧地であるが、プロジェクトのもとで管理されるのは残り 27,000 ha の森林と放牧地である。22,000 ha はカトマンズ森林区域、5,000 ha はボカラ森林区域である。それぞれの森林区域は、Bagmati、Seti 両河川の主要流域であり、それぞれの都市を潤している。</p>								
概要	<p>・プロジェクトの概要</p> <p>森林ストック、行動計画の策定、森林内の土地利用形態の設定などを含む全域管理計画づくり。 16,000 ha の灌木林管理、7,000 ha の植林用立木の改善、総面積 27,000 ha の森林内での防護柵追加設置などを含む灌木林立木の改善。 対象地域内の 4,000 ha に及び草地での薪用、飼料用および柵用樹の植林。</p> <p>・プロジェクトを実施しない場合に予想される土地利用</p> <p>家庭用および産業用燃料としての薪、家畜用牧草、農業用地の増加などによって国有林が減少している。年間の人口増加率が 2.6 % で、農業生産性の低下で森林の農地転換傾向は続くものと思われる。同時に、家畜のための放牧地は増加するだろう。現在の土地利用パターンでは、14 年以内に国内 2,500 万 ha の森林は消滅することが予想される。</p> <p>・プロジェクトを実施した場合に予想される土地利用</p> <p>既耕地の生産性が高められ、放牧地、牧草地、灌木林、森林が農地に転換されないように保全する。このプロジェクトでは、薪や家畜用飼料の不足を和らげ、森林保全における地域住民の協力体制を促進することで、違法伐採を抑える。</p>								
評価法	<p>生産高変化法、環境代替物法、旅行費用法</p> <p>・プロジェクトを実施しない場合の各土地利用の生産価値</p> <p>放牧地 放牧されている家畜は、ミルクと肥料を生産する。放牧地における放牧可能頭数より算出する。</p> <p>牧草地 飼料の生産量は放牧地の 5 倍と推定される。</p> <p>無管理灌木林 灌木林（低木林、叢林、雑木林）からは、下草から生産される肥料と放牧による肥料・ミルク、薪が生産される。薪の経済価格は、3 つの方法で分析された。</p> <p>〔生産高変化法〕 薪の市場価格より計算しているが、薪市場は小規模で市場外の薪の価値を表すことができない。代替供給源をみつけないとすると、薪の市場価格は上昇すると考えられる。下記の 2 つの間接的方法で薪の価値を推定した。</p> <p>〔環境代替物法〕 薪の代替物として家畜の糞が燃料としても使われる。その分だけ家畜の糞は肥料として用いることができず、農産物生産高が減少する。この生産高減少分を市場価格で計算し、薪の価値とする。</p> <p>〔旅行費用法〕 薪を共有財産的な資源であるとし、森林から薪を運び出すのに家族が費やす時間をもとに算出する。3 つの方法から算出された薪の価値は下記のとおりである。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">方法</th> <th style="text-align: center;">価値 (単位: Rs./m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>生産高変化法</td> <td style="text-align: center;">280</td> </tr> <tr> <td>環境代替物法</td> <td style="text-align: center;">65</td> </tr> <tr> <td>旅行費用法</td> <td style="text-align: center;">83</td> </tr> </tbody> </table> <p>薪としての利用は、控えめな（低い）価値額を採用すると、65 Rs./ha/年となる。</p>	方法	価値 (単位: Rs./m ³)	生産高変化法	280	環境代替物法	65	旅行費用法	83
方法	価値 (単位: Rs./m ³)								
生産高変化法	280								
環境代替物法	65								
旅行費用法	83								

	<p>無管理森林 無計画な放牧や薪、飼料などの生産がされやすい。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>利用形態</th> <th>ミルク</th> <th>肥料</th> <th>薪</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放牧地</td> <td>108</td> <td>11</td> <td>—</td> <td>119</td> </tr> <tr> <td>牧草地</td> <td>540</td> <td>55</td> <td>—</td> <td>595</td> </tr> <tr> <td>無管理灌木林</td> <td>171</td> <td>17</td> <td>65</td> <td>253</td> </tr> <tr> <td>無管理森林</td> <td>252</td> <td>25</td> <td>143</td> <td>420</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：Rs./ha/年)</p> <p>プロジェクトを実施した場合の各土地利用の生産価値</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>利用形態</th> <th>ミルク</th> <th>肥料</th> <th>薪</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>造林地</td> <td>1,008</td> <td>99</td> <td>1,040</td> <td>2,147</td> </tr> <tr> <td>管理灌木林</td> <td>162</td> <td>16</td> <td>676</td> <td>854</td> </tr> <tr> <td>管理森林</td> <td>288</td> <td>28</td> <td>2,925</td> <td>3,241</td> </tr> </tbody> </table> <p>(実施年次：10年 単位：Rs./ha/年)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>利用形態</th> <th>ミルク</th> <th>肥料</th> <th>薪</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>造林地</td> <td>1,008</td> <td>99</td> <td>1,040</td> <td>2,147</td> </tr> <tr> <td>管理灌木林</td> <td>486</td> <td>48</td> <td>4,550</td> <td>5,084</td> </tr> <tr> <td>管理森林</td> <td>594</td> <td>59</td> <td>4,706</td> <td>5,359</td> </tr> </tbody> </table> <p>(実施年次：40年 単位：Rs./ha/年)</p>	利用形態	ミルク	肥料	薪	合計	放牧地	108	11	—	119	牧草地	540	55	—	595	無管理灌木林	171	17	65	253	無管理森林	252	25	143	420	利用形態	ミルク	肥料	薪	合計	造林地	1,008	99	1,040	2,147	管理灌木林	162	16	676	854	管理森林	288	28	2,925	3,241	利用形態	ミルク	肥料	薪	合計	造林地	1,008	99	1,040	2,147	管理灌木林	486	48	4,550	5,084	管理森林	594	59	4,706	5,359
利用形態	ミルク	肥料	薪	合計																																																														
放牧地	108	11	—	119																																																														
牧草地	540	55	—	595																																																														
無管理灌木林	171	17	65	253																																																														
無管理森林	252	25	143	420																																																														
利用形態	ミルク	肥料	薪	合計																																																														
造林地	1,008	99	1,040	2,147																																																														
管理灌木林	162	16	676	854																																																														
管理森林	288	28	2,925	3,241																																																														
利用形態	ミルク	肥料	薪	合計																																																														
造林地	1,008	99	1,040	2,147																																																														
管理灌木林	486	48	4,550	5,084																																																														
管理森林	594	59	4,706	5,359																																																														
結果	<p>各土地利用の面積および面積あたりの生産価値より総価値を計算している。</p> <p>表：プロジェクトを実施しない場合の総価値</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>年次</th> <th>放牧地</th> <th>灌木林</th> <th>森林</th> <th>総価値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>476,000</td> <td>4,048,000</td> <td>2,940,000</td> <td>7,464,001</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>593,810</td> <td>3,443,330</td> <td>1,276,800</td> <td>5,313,950</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>720,545</td> <td>2,812,601</td> <td>0</td> <td>3,533,166</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>889,525</td> <td>677,281</td> <td>0</td> <td>1,566,846</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：Rs./年)</p> <p>表：プロジェクトを実施した場合の総価値</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>年次</th> <th>造林地</th> <th>灌木林</th> <th>森林</th> <th>放牧地</th> <th>総価値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>395,000</td> <td>4,704,000</td> <td>69,444,000</td> <td>476,000</td> <td>75,019,001</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>4,428,000</td> <td>13,664,000</td> <td>2,212,000</td> <td>0</td> <td>20,304,010</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>8,588,000</td> <td>46,976,000</td> <td>4,571,000</td> <td>0</td> <td>60,135,020</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>8,588,000</td> <td>8,544,000</td> <td>4,571,000</td> <td>0</td> <td>21,703,040</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：Rs./年)</p> <p>プロジェクトの生み出した放牧地や灌木林、森林の生産量の変化に基づき環境的便益を貨幣価値化した。「プロジェクトの有無」によって生産高の変化量を決定するとともに、算出される肥料、ミルク、薪の価値を直接的・間接的手法で算出した。</p>	年次	放牧地	灌木林	森林	総価値	1	476,000	4,048,000	2,940,000	7,464,001	10	593,810	3,443,330	1,276,800	5,313,950	20	720,545	2,812,601	0	3,533,166	40	889,525	677,281	0	1,566,846	年次	造林地	灌木林	森林	放牧地	総価値	1	395,000	4,704,000	69,444,000	476,000	75,019,001	10	4,428,000	13,664,000	2,212,000	0	20,304,010	20	8,588,000	46,976,000	4,571,000	0	60,135,020	40	8,588,000	8,544,000	4,571,000	0	21,703,040										
年次	放牧地	灌木林	森林	総価値																																																														
1	476,000	4,048,000	2,940,000	7,464,001																																																														
10	593,810	3,443,330	1,276,800	5,313,950																																																														
20	720,545	2,812,601	0	3,533,166																																																														
40	889,525	677,281	0	1,566,846																																																														
年次	造林地	灌木林	森林	放牧地	総価値																																																													
1	395,000	4,704,000	69,444,000	476,000	75,019,001																																																													
10	4,428,000	13,664,000	2,212,000	0	20,304,010																																																													
20	8,588,000	46,976,000	4,571,000	0	60,135,020																																																													
40	8,588,000	8,544,000	4,571,000	0	21,703,040																																																													
課題	<p>農業としての生産的利用価値、特に自給自足のための消費的利用価値は考慮されていない。森林の農地転換が抑制された場合、農産物の生産効率を向上させなければ、森林管理プログラムの継続は困難になる。森林のもつ土壌浸食、洪水防止に対する効果は考慮されていない。森林を適切に管理した場合、それらの機能による価値も向上するものと思われる。逆にいえば、土壌浸食、洪水防止機能が失われれば、マイナスの経済効果も発生する可能性がある。そうした場合、下流域の土壌流失被害も考慮しなければならない。</p>																																																																	
出典	<p>新・環境はいくらか (J. ディクソン他、築地書館、2000) pp. 128 - 140</p>																																																																	

事例名	マングローブ林の評価
実施国	インドネシア、Bintuni 湾
背景	Buntuni 湾では、利益の大きいエビの商業的漁業が行われている。沿岸地域は、農業、賃金労働、伝統的なマングローブの利用からなる混合経済によって成り立っている。近年、マングローブの木材チップの商業開発も進み、マングローブの有効利用や漁業生産の持続性を脅かしている。Buntuni 湾地域の生態系をカバーする 267,00 ha の自然保護地域設立計画が提案された。
概要	<p>プロジェクトの概要</p> <p>さまざまなマングローブ林の管理方法について便益と費用を予測したものである。木材チップ生産用のマングローブ収穫のための直接的な費用と便益に加え、マングローブ生態系に依存している次のような財・サービスに対する影響を考慮した調査を行っている。</p> <p>伝統的な漁業、狩猟、採集、および生産を含む地域的な利用 沿岸域浸食のコントロール 商業的漁業 サゴの生産 保全される生物多様性 生産価値の導出方法</p> <p>地域利用：世帯収入の相当部分を占める伝統的な漁業、狩猟、採集、生産の潜在的価値 (shadow price) を考慮して導出。世論調査によって市場取引された全商品から全収入を推計した。この推計値を、市場取引されない財・サービスの比率を考慮して上方修正した。さらに、地域価格のゆがみ (地域流通網による輸送コスト) を修正した。伝統的なマングローブ利用率は、低所得世帯ほど高い。</p> <p>土壌浸食コントロール：農業生産高に基づいて導出。海岸地域が激しく浸食された場合を仮定した。</p> <p>商業的漁業：商業エビ漁の持続可能な収穫高により導出。バイキャッチ (エビとともに収穫される魚類) を潜在的価値として考慮した。</p> <p>商業的サゴ：新鮮なサゴヤシ¹⁹ から澱粉を生産するための必要投入量より導出した。</p> <p>木材チップ：実質輸出価格と生産コスト (企業の投資コスト、典型的な操業コスト) より導出した。</p> <p>保全される生物多様性：インドネシアが生物多様性の豊富さを維持することによって国際社会からえることができる潜在的便益として定義した。</p>
評価法	<p>生産高変化法</p> <p>マングローブに対する 6 つの管理方法について「生産高変化法」を用いて費用便益分析を行った。マングローブの消失と他資源生産高変化の関係の感度分析を行い、割引率変化に対する影響の評価を行った。マングローブの消失と漁業生産高の関係、あるいは浸食による農業生産高などの関係を検証するため、2 つのパラメータ (a、T) を使用した。</p> $(P_t/P_{t-0}) = (M_{t-\tau}/M_{t-0})^a$ <p>a：影響強度係数 (例：漁業に対する影響強度係数 a = 1 のとき、マングローブ地域の消失と漁業生産高減少との間に 1 : 1 の線形関係があることを示す)</p> <p>T：影響遅れ係数 (インパクトに対する反応が即時的ではないこと。インパクトが発生するタイミングが年単位で表される)</p> <p>P：資源の生産性</p> <p>M：マングローブ地域</p> <p>連関シナリオを下記のように仮定する。</p>

¹⁹ サゴヤシ (sago palm、マライ産ヤシ科サゴヤシ属)、サゴ (sago)：髄から採る澱粉。南洋諸島住民の重要な食料。

		表：連関シナリオ					
		地域利用； 浸食コントロール； 商業的漁業		商業的サゴ		保全される生物 多様性	
連関シナリオ		a	T	a	T	a	T
A：連関なし		0.0	—	0.0	—	0.0	—
B：弱い連関あり		0.5	10	0.0	—	1.0	0
C：緩やかな連関あり		0.5	5	0.5	10	1.0	0
D：強い連関あり		1.0	5	1.0	10	1.0	-100
E：非常に強い連関あり		1.0	0	1.0	5	1.0	-100

結 果	マングローブ伐採の選択肢（マングローブ管理方法）は下記のとおり。	
	選択肢	説 明
	：伐採禁止	全マングローブ地域（304,000 ha）が自然のまま保持される。
	：20年間で完全伐採	全耕地（240,000 ha）が一度だけ完全に伐採される。
	：30年間で完全伐採	全耕地（240,000 ha）が一度だけ完全に伐採される。
	：30年循環で80%を選択伐採	全耕地の80%（192,000 ha）が、永続的に30年間で伐採される。
	：30年循環で40%を選択伐採	全耕地の40%（96,000 ha）が、永続的に30年間で伐採される。自然保護計画地域外の耕地の100%にあたる。
：30年循環で25%を選択伐採	全耕地の25%（60,000 ha）が、永続的に30年間で伐採される。自然保護計画地域外の耕地の62%にあたる。木材チップ工場を稼働率80%で20年間稼働させたものと同等。	

基本的なケースは、資源要素が独立して機能すると仮定した「連関なし」のケースを意味する。

ケース	地域利用	浸食コントロール	木材	魚	サゴ	生物多様性	合計
	399	145	0	1,016	546	131	2,237
+ A	399	145	756	1,016	546	131	2,993
+ C	295	102	756	824	440	74	2,491
+ D	237	79	756	710	378	27	2,187
+ C	339	119	532	908	487	95	2,480
+ C	383	138	166	986	530	120	2,323

（単位：10億Rs.、1991年）

「伐採禁止」ケースを基準としたNPVの差分は下記のとおり。

表：伐採禁止ケースとの差分							
ケース	地域利用	浸食コントロール	木材	魚	サゴ	生物多様性	合計
	399	145	0	1019	546	131	2,240
+ A	0	0	+ 756	0	0	0	+ 756
+ C	- 104	- 43	+ 756	- 192	- 106	- 54	+ 254
+ D	- 162	- 66	+ 756	- 306	- 168	- 104	- 48
+ C	- 60	- 26	+ 532	- 108	- 59	- 36	+ 244
+ C	- 16	- 7	+ 166	- 30	- 16	- 11	+ 84

木材伐採増加による利益が、他の利用における損失を相殺している。一般的に、マングローブ収穫による利益と他の木材利用からの利益の連関が強いほど、「伐採禁止」の選択肢が魅力的になる。割引率の変化による NPV への影響は下記のとおり。

表：割引率による NPV の変化

ケース	7.5 %	5 %	10 %
	2,237	3,498	1,625
+ C	2,491	3,364	1,988
+ C	2,481	3,640	1,877
+ C	2,321	3,563	1,707

(単位：10 億 Rs.、1991 年)

割引率が高いほど、伐採を許す選択肢が魅力的になる。「非常に強い連関」では、「伐採禁止」が最適となり、「弱い連関」「緩やかな連関」では、選択的伐採が最適となる。

課 題

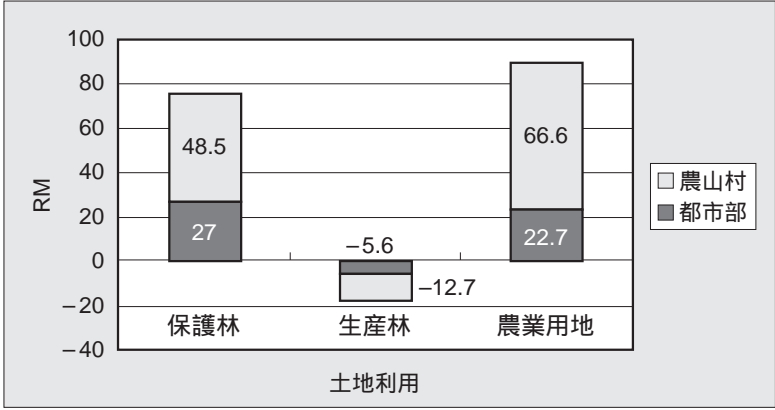
利益だけを注目すると完全伐採が最も高い値になっている。また、連関係数および割引率によって、各シナリオの便益に差が生じる。それらの値の妥当性についての生態学的、経済学的分析が必要である。

間接的な利用価値、あるいは非利用価値である「保全される生物多様性」の価値については、生産高変化法では導出することは困難である。ただし、「保全された生態系の生産力」を導き出す方法があれば、農林業としての生産高変化法でも評価可能であると考えられる。

出 典

新・環境はいくらか (J. ディクソン他、築地書館、2000) pp. 141 - 147

事例名	森林の公益機能の環境経済評価手法																																																				
実施国	マレーシア																																																				
背景	地球環境問題が広く人々の関心を集めるようになって以来、熱帯林の重要性はさまざまな機会に強調されてきた。しかし、その重要性の程度が必ずしも明確になったとはいえない。たとえば、「たいへん重要だ」「機能をもっているから重要だ」といってもその程度は明確にはならない。熱帯林を抱えている途上国にとって、自国の熱帯林を保護するのか、あるいは木材や農業生産のために利用するのか、という問題は経済活動や国民生活にかかわる課題であり、漠然とした議論だけでは身動きがとれない。また、資金を援助する側の先進国にとっても熱帯林に対する定性的な評価のみでは、熱帯林の重要性について議論することはできない。このような状況のなかでは、熱帯林の重要性を具体的にとらえるため、その社会的評価を経済価値としてとらえることが有効である。																																																				
概要	サーベイ法であるコンジョイント分析を用いて熱帯雨林についての社会的経済価値を知ることが目的とした。マレーシアの都市部および農村地帯において調査を行い、都市部に居住する人々の熱帯雨林に対する評価を測定した。マレーシアの4都市で総計1,000サンプルの面接調査を実施し、マレーシアの3つの土地利用形態の現況をどのように変化させる政策が望ましいかを、それにかかる税金の支出とともに回答者に尋ねた。																																																				
評価法	<p>コンジョイント分析</p> <p>現地調査では、質問紙による選択型実験を採用し、マレーシアの国土利用に関して、「保護林」「生産林」「農地」「国土利用プログラム履行に使用する税金」の4属性について、現状と利用例プロファイルを2つ示し、最も好ましいと思われるものを1つだけ選択してもらった。</p> <p>表：土地利用例プロファイル</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>プログラム1</th> <th>プログラム2</th> <th>現在</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>保護林</td> <td>5.0百万ha (+35%)</td> <td>2.0百万ha (-46%)</td> <td>3.7百万ha</td> </tr> <tr> <td>生産林</td> <td>9.0百万ha (-14%)</td> <td>12.0百万ha (+14%)</td> <td>10.5百万ha</td> </tr> <tr> <td>農地</td> <td>11.0百万ha (+39%)</td> <td>7.9百万ha (+0.0%)</td> <td>7.9百万ha</td> </tr> <tr> <td>税金</td> <td>RM10</td> <td>RM30</td> <td>RM0</td> </tr> </tbody> </table> <p>()内は現状に対する増減率を示し、税金は世帯に対する特別税で一度だけ課税される。サンプリング地域は下記のとおりであった。</p> <p>都市部</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>調査対象</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>調査対象</td> <td>20歳～59歳のマレーシア人男女</td> </tr> <tr> <td>調査地域</td> <td>クアラルンプール、ペナン、クチン、クアンタン</td> </tr> <tr> <td>調査方法</td> <td>訪問面接法</td> </tr> <tr> <td>使用言語</td> <td>英語、マレー語、中国語</td> </tr> <tr> <td>回答者数</td> <td>1,000人</td> </tr> <tr> <td>民族構成</td> <td>マレー系573、中国系325、その他102</td> </tr> <tr> <td>調査サンプル構成</td> <td>クアラルンプール385、ペナン259、クチン194、クアンタン162</td> </tr> </tbody> </table> <p>農山村</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>調査対象</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>調査対象</td> <td>20歳～60歳のマレーシア人男女</td> </tr> <tr> <td>調査地域</td> <td>マレーシア農山村中心の5地域</td> </tr> <tr> <td>調査方法</td> <td>訪問面接法</td> </tr> <tr> <td>使用言語</td> <td>英語、マレー語、中国語</td> </tr> <tr> <td>回答者数</td> <td>607人</td> </tr> <tr> <td>民族構成</td> <td>マレー系238、中国系189、オランアスリ124、その他56</td> </tr> <tr> <td>調査サンプル構成</td> <td>セレンバン121、パハウ120、シンパンベルタン122、FELDA122、オランアスリ122</td> </tr> </tbody> </table>		プログラム1	プログラム2	現在	保護林	5.0百万ha (+35%)	2.0百万ha (-46%)	3.7百万ha	生産林	9.0百万ha (-14%)	12.0百万ha (+14%)	10.5百万ha	農地	11.0百万ha (+39%)	7.9百万ha (+0.0%)	7.9百万ha	税金	RM10	RM30	RM0	項目	調査対象	調査対象	20歳～59歳のマレーシア人男女	調査地域	クアラルンプール、ペナン、クチン、クアンタン	調査方法	訪問面接法	使用言語	英語、マレー語、中国語	回答者数	1,000人	民族構成	マレー系573、中国系325、その他102	調査サンプル構成	クアラルンプール385、ペナン259、クチン194、クアンタン162	項目	調査対象	調査対象	20歳～60歳のマレーシア人男女	調査地域	マレーシア農山村中心の5地域	調査方法	訪問面接法	使用言語	英語、マレー語、中国語	回答者数	607人	民族構成	マレー系238、中国系189、オランアスリ124、その他56	調査サンプル構成	セレンバン121、パハウ120、シンパンベルタン122、FELDA122、オランアスリ122
	プログラム1	プログラム2	現在																																																		
保護林	5.0百万ha (+35%)	2.0百万ha (-46%)	3.7百万ha																																																		
生産林	9.0百万ha (-14%)	12.0百万ha (+14%)	10.5百万ha																																																		
農地	11.0百万ha (+39%)	7.9百万ha (+0.0%)	7.9百万ha																																																		
税金	RM10	RM30	RM0																																																		
項目	調査対象																																																				
調査対象	20歳～59歳のマレーシア人男女																																																				
調査地域	クアラルンプール、ペナン、クチン、クアンタン																																																				
調査方法	訪問面接法																																																				
使用言語	英語、マレー語、中国語																																																				
回答者数	1,000人																																																				
民族構成	マレー系573、中国系325、その他102																																																				
調査サンプル構成	クアラルンプール385、ペナン259、クチン194、クアンタン162																																																				
項目	調査対象																																																				
調査対象	20歳～60歳のマレーシア人男女																																																				
調査地域	マレーシア農山村中心の5地域																																																				
調査方法	訪問面接法																																																				
使用言語	英語、マレー語、中国語																																																				
回答者数	607人																																																				
民族構成	マレー系238、中国系189、オランアスリ124、その他56																																																				
調査サンプル構成	セレンバン121、パハウ120、シンパンベルタン122、FELDA122、オランアスリ122																																																				

<p>結 果</p>	<p>1 ha あたりの社会全体としての支払意志額として、保護林 RM 27、生産林 RM - 5.6、農業用地 RM 22.7 であることがわかった。この結果は、保護林を 1 ha 保護、ないしは増大させるために、RM 27 だけの支出を許容することを意味する。農業用地についても、同じような解釈ができる。生産林については、符号が逆になっているが、これは生産林を減少させるには、1 ha あたり RM 5.6 だけの税金の支出が許容されることを意味していた。より熱帯雨林に密着して生活を営んでいる農山村部では、都市部での評価値（支払意志額）と比較すると、保護林および特に農業用地という土地利用形態がより高く評価された。</p>  <table border="1" data-bbox="459 472 1238 880"> <thead> <tr> <th>土地利用</th> <th>農山村 (RM)</th> <th>都市部 (RM)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>保護林</td> <td>48.5</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>生産林</td> <td>-5.6</td> <td>-12.7</td> </tr> <tr> <td>農業用地</td> <td>66.6</td> <td>22.7</td> </tr> </tbody> </table>	土地利用	農山村 (RM)	都市部 (RM)	保護林	48.5	27	生産林	-5.6	-12.7	農業用地	66.6	22.7
土地利用	農山村 (RM)	都市部 (RM)											
保護林	48.5	27											
生産林	-5.6	-12.7											
農業用地	66.6	22.7											
<p>課 題</p>	<p>農山村を対象に、熱帯林に対する選好に基づき因子分析およびクラスター分析を用いて分類したデータを用いてコンジョイント分析を試みた。その結果、たとえば森林保護の意識が高い「森林共存型」では、保護林に対する評価が高くなるというように、それぞれのクラスターの特徴と整合的な推計結果が得られた。本研究で得られた熱帯雨林の評価額は過小評価されている可能性もありうるが、調査対象域を一地域から世界的レベルにスケールアップした場合、はるかに大きなものとなると考えられる。</p>												
<p>出 典</p>	<p>『森林の公益機能の環境経済的評価手法開発に関する研究』環境省国立環境研究所</p>												

事例名	燃料用木材の生産と利用にかかわる政策の決定												
実施国	フィリピン												
背景	フィリピンでは、薪炭や建築材としての地元のニーズ、あるいは焼畑農業による森林伐採率が高い。そして、森林が適切に管理されず林業の持続的生産性が低下しているなか、炭素換算による燃料用木材の全エネルギー源に占める割合は40%を超えている。特に、ルソン島北部のイロコス(Ilocos)地域においては、ほとんどの世帯の家庭用燃料やタバコ生産用燃料を森林に頼っている。												
概要	<p>本事例は、イロコス地域における燃料用木材の供給増ないし需要減を目的とする政策について費用便益分析を行っている。提案された9種類の政策オプションのうち、評価対象とされたのは、供給側の造植林、需要側の改良型省エネかまど導入、および灯油コンロへの転換という3つの事業である。</p> <p>これらの事業にかかわる環境項目として森林資源、土壌浸食などが想定され、評価対象期間を9年、割引率を15%としている。</p>												
評価法	<p>生産高変化法、旅行費用法</p> <p>事業便益を算定する際に問題となったのは、基本となる燃料用木材(薪)の価値が不明であったことである。そのため、代替燃料である農業残渣・厩肥の農業生産的価値(生産高変化法)や薪収集に要する労働力・時間に基づく労賃(旅行費用法)から燃料用木材の価値を算定している。</p> <p>改良型省エネかまど導入と灯油コンロへの転換の2つの事業については、これらにより使用せずに済んだ燃料用木材量に算定された価値を掛けて、家計出費減少分を1つの事業便益として計上した。</p> <p>また、造植林も含めた3つの事業のもたらす環境的便益は、森林地増加による土壌肥沃度の改善や浸食率低下による農林業の生産高変化分で算出している。</p>												
結果	<p>燃料用木材の価値は133ペソ/m³、造植林事業による土壌保全の環境的便益は266ペソ/ha/年と算出された。</p> <p>各事業の純便益現在価値は、次表のように環境的便益を含む含まないの両ケースについて算出されたが、事業規模は特に設定していないため、造植林面積1haあたり、導入改良かまど1基あたり、そして灯油コンロ1個あたりの額を示すにとどまっている。</p> <p>表：環境的便益の有無別の事業規模単位あたりの純便益現在価値</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>事業</th> <th>環境的便益を含まない</th> <th>環境的便益を含む</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>造植林</td> <td>3,472ペソ/ha</td> <td>4,510ペソ/ha</td> </tr> <tr> <td>改良型省エネかまど導入</td> <td>1,581ペソ/かまど</td> <td>2,072ペソ/かまど</td> </tr> <tr> <td>灯油コンロへの転換</td> <td>36ペソ/コンロ</td> <td>216ペソ/コンロ</td> </tr> </tbody> </table>	事業	環境的便益を含まない	環境的便益を含む	造植林	3,472ペソ/ha	4,510ペソ/ha	改良型省エネかまど導入	1,581ペソ/かまど	2,072ペソ/かまど	灯油コンロへの転換	36ペソ/コンロ	216ペソ/コンロ
事業	環境的便益を含まない	環境的便益を含む											
造植林	3,472ペソ/ha	4,510ペソ/ha											
改良型省エネかまど導入	1,581ペソ/かまど	2,072ペソ/かまど											
灯油コンロへの転換	36ペソ/コンロ	216ペソ/コンロ											
課題	<p>複数の林地利用へのニーズを同時にかなえられるような森林管理計画全体の包括的費用便益分析に、これらの事業案が組み込まれることが望ましい。また、対象地域で利用できるさまざまな代替エネルギー源を網羅するエネルギー総合計画についても検討していない。在来のさまざまな燃料用木材資源の量や生産性にかかわるデータも収集し、このような総合的分析を実施することで、地域に最適な各産業や燃料源の組み合わせの把握が可能になるであろう。</p> <p>河川流量や微気候への影響が経済的に評価されていないが、可能であれば下限推定額だけでも算定すべきであろう。</p> <p>さらには、灯油価格、造植林生産量、労賃、新型かまどの寿命といった重要な値を変化させ、結果がどう左右されるか感度分析を行うべきである。</p>												
出典	環境の経済評価テクニック(J.ディクソン他、築地書館、1993) pp.173-188												

4 - 7 - 3 環境保全・補償プロジェクト

事例名	サトウキビ畑の灌漑のための污水浄化設備を使用する経済と環境上の影響																				
実施国	ベトナム、フィリピン																				
背景	アルコール蒸留所の廃水を再使用することができる5つの管理案(WMA)を評価した。蒸留所、農民および環境に及ぼした費用および便益に基づいて分析した。河川の汚染また污水浸透による地下水汚染により、サトウキビ生産に利用される灌漑用水の富栄養化が問題になった。																				
概要	<p>農業生産性を改善するために、サトウキビ蒸留からの排水利用に関する情報を提供する。農業と環境を評価するための、さまざまなオプションを分析する。污水が最適に処理された場合、最小の汚染インパクトで有効な肥料および灌漑資源となる。農業の生産性を向上させるだけでなく、汚染浄化コストあるいは罰金の形でのサトウキビ処理会社の金銭的な負担を軽減する。</p> <p style="text-align: center;">図：廃水処理のシステム構成</p> <p style="text-align: center;">下記に代替案を含めた廃水処理システムの構成を示す。</p> <p style="text-align: center;">表：廃水処理管理の代替案</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>廃水処理</th> <th>特徴/タイプ</th> <th>蒸留酒製造所との関係</th> <th>農業主との関係</th> <th>環境の影響</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>WMA 1</td> <td>未処理</td> <td>追加作業および維持費なし</td> <td>富栄養化</td> <td>高 BOD²⁰ 負荷</td> </tr> <tr> <td>WMA 2</td> <td>嫌気性処理</td> <td>メタン化学反応装置追加投資、操作コスト、バイオガス生産</td> <td>富栄養化削減</td> <td>BOD 負荷削減</td> </tr> <tr> <td>WMA 3</td> <td>嫌気性処理および好気性の処理(リサイクルなし)</td> <td>メタン化学反応装置および通気タンク追加投資、操作コスト、バイオガス生産</td> <td>富栄養化削減</td> <td>BOD 負荷削減</td> </tr> </tbody> </table>	廃水処理	特徴/タイプ	蒸留酒製造所との関係	農業主との関係	環境の影響	WMA 1	未処理	追加作業および維持費なし	富栄養化	高 BOD ²⁰ 負荷	WMA 2	嫌気性処理	メタン化学反応装置追加投資、操作コスト、バイオガス生産	富栄養化削減	BOD 負荷削減	WMA 3	嫌気性処理および好気性の処理(リサイクルなし)	メタン化学反応装置および通気タンク追加投資、操作コスト、バイオガス生産	富栄養化削減	BOD 負荷削減
廃水処理	特徴/タイプ	蒸留酒製造所との関係	農業主との関係	環境の影響																	
WMA 1	未処理	追加作業および維持費なし	富栄養化	高 BOD ²⁰ 負荷																	
WMA 2	嫌気性処理	メタン化学反応装置追加投資、操作コスト、バイオガス生産	富栄養化削減	BOD 負荷削減																	
WMA 3	嫌気性処理および好気性の処理(リサイクルなし)	メタン化学反応装置および通気タンク追加投資、操作コスト、バイオガス生産	富栄養化削減	BOD 負荷削減																	

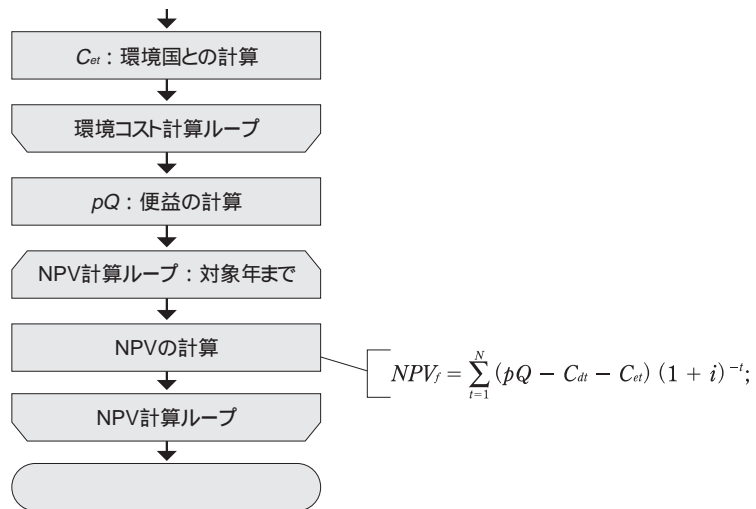
²⁰ BOD : Biological Oxygen Demand 生物化学的酸素要求量。水中の有機物が微生物の働きによって分解されるときに消費される酸素の量で、河川の有機汚濁を測る代表的な指標。

	<p>WMA 4 嫌気性処理および好気性の処理（リサイクルおよびプロセスの改良）</p> <p>WMA 5 嫌気性処理および好気性の処理と貯水池（リサイクルおよびプロセスの改良）</p>	<p>メタン化学反応装置および通気タンク追加投資とシステム変更、高操作コスト、バイオガス生産、アルコール増産</p> <p>メタン化学反応装置および通気タンク追加投資とシステム変更、操作コスト、バイオガス生産、アルコール増産</p>	<p>富栄養化削減</p> <p>富栄養化削減</p>	<p>BOD負荷の削減、リサイクル</p> <p>BOD負荷の削減、リサイクル、貯水池利用による廃水処理促進</p>
評価法	<p>生産高変化法</p> <p>市場に基づいた方法により、生産性、利水および地力変化の値を測定した。農産物の市場価格は、環境への影響を測定するのに使用された。灌漑用水への影響回避（つまり農地において汚水の基準値を満たすための河川浄化を回避）するために、アルコール蒸留所によって課せられる環境コストを評価した。処理オプションの純現在価値、B/C 比率および内部収益率を計算した。</p>			
結果	<p>WMA 1 は未処理で最小限の設備であり、最も地下水と河川の汚染がひどかった。河川と地下水を浄化するための費用は、PHP 88,434 (USD 1,720) あるいは PHP 18,098 (USD 352) と推計された。</p> <p>アルコール蒸留所側の視点からは、代替案 WMA 4（サトウキビ畑に利用する前に汚水再利用およびプロセス改善により嫌気性処理²¹と好気性処理²²）が最大の純便益を与えることがわかった。これは、会社が水質基準の超過による罰金を払うだろうという仮定に基づいて算出された。そのような弊害に対して課された巨額な罰金により、支払いを回避することができる WMA 4 は会社にとって利益になる。このオプションは最も高い純現在価値および B/C 比率を得られる。他方、社会的視点からは、便益・費用分析では異なる結果をもたらした。もし、すべての社会的な費用と便益が含まれ、浄化処理の費用を会社が請け負うことを強制されれば、浄化処理が高い NPV をもたらす基本条件は WMA 2 になるだろう。これは、便益の追加を補うことができない代替案においては高い投資を行わなければならないことを意味している。</p>			
課題	<p>アルコール蒸留所の立場からすると、もし政府が排水基準違反への罰金支払いを厳しく求めなければ、WMA 1 を採用するだろう。反対に、WMA 5 は最も環境負荷の少ないシステムであるが、便益と比較して投資する費用が大きく、事業実施につながらない場合がある。</p> <p>栄養塩の含有量の便益増加はいうまでもなく、技術や健全な経済性が証明されたが、排水利用を支援するための農家と環境の両方を保護する仕組みが必要である。</p> <p>排水処理プロセスは、有機的な廃水だけでなく、豚飼育場、鶏糞などの畜産農家による廃棄物に適用可能である。</p> <p>土壌が汚水を保持することを考慮して、年に一度（収穫直後など）は土壌のモニタリングを実施すべきである。</p> <p>廃水処理システムは、サトウキビに加えて、米、果実にも適用可能であると考えられる。</p>			
出典	<p>Economic and Environmental Impacts of Using Treated Distillery Slops for Irrigation of Sugarcane Fields (Nerlita M. Manalili, Rodrigo B. Badayos and Moises A. Dorado, Agro-Industrial Development Program, SEAMEO Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture (SEARCA) College, Los Banos, 2003)</p>			

²¹ 嫌気性処理：汚水を酸化して浄化する方法

²² 好気性処理：汚水を還元して浄化する方法。処理装置は酸素の存在しないように密閉し、嫌気性微生物を増殖させる。

事例名	ヤリ (Yali) 水力電力プラントのための環境保全および補償コスト
実施国	ベトナム
背景	<p>ヤリ (Yali) 水力発電プラント (YHPP) は、ベトナム中央部の高地、セサン (Sesan) 川に建設された。年間 3,600 GW/h のエネルギーを供給する。プラントの建設は 1993 年に始まり、2000 年に完了した。その結果、1,933 ha に及ぶ範囲が水没し、26 の農村に住んでいる 1,149 世帯の移転を強いられた。財務分析では、財務的妥当性の指標 (すなわち純現在価値および電気価格) を決定する際に環境上のコストを無視している。その結果、水力発電計画の全費用は控えめに計算された。したがって、プラントにおける発電コストの算出は、全コストを網羅していない。この研究の目的は、主要な環境保護の貨幣価値および YHPP の補償コストを評価し、プロジェクト評価に組み入れることである。</p>
概要	<p>ダム周辺における環境コストを算出し、その評価額を政策に利用することを目的としている。具体的には、次のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 発電の直接コストに環境コストを取り入れることによって YHPP の全コストを決定する。 2. YHPP の環境コストのために、試算した全コストを電気料金および電気利用者の支払いに適用する。 3. 試算した YHPP の純現在価値と電気料金を適用することによって財務的な影響の推定する。 4. ベトナムの発電所に政策の促進およびこれらの法則を適用する。
評価法	<p>生産高変化法、取替原価法</p> <p>気象、水、水道設備、浸食・堆積作用、土地利用、森林、流域管理、動物相、水質・水生動物、振動、公衆衛生、補償・再定住の 12 項目の影響が評価された。発電のための原価を測定するために、直接的なコストに環境保全、補償のためのコストを加えた。</p> <p>コストおよび NPV (純現在価値) の計算</p> $C_{ft} = C_{dt} + C_{et}$ <p>C_{ft} t 年の全コスト C_{dt} t 年の直接コスト (投資・操作・管理・減価償却コスト) C_{et} t 年の環境コスト (環境保全・補償コスト)</p> <p>12 の環境項目を含めると次のような式になる。</p> $C_{et} = \sum_{k=1}^{12} C_{ekt}$ <p>C_{ekt} t 年の環境項目 k の費用</p> <p>【YHPP 環境コストを含めない】</p> $NPV_d = \sum_{t=1}^N (pQ - C_{dt}) (1 + i)^{-t};$ <p>【YHPP 環境コストを含める】</p> $NPV_f = \sum_{t=1}^N (pQ - C_{dt} - C_{et}) (1 + i)^{-t};$ <p>p 直接コスト：電気料金 Q 年間発電量 N 耐用年数：48 年 (1993 ~ 2040 年) i ベトナム電力会社割引率 (8 % ; 10 % ; 12 %)</p> $\sum_{t=1}^N (pQ - C_{dt}) (1 + i)^{-t} = \sum_{t=1}^N (p'Q - C_{dt} - C_{et}) (1 + i)^{-t}$
	<p style="text-align: center;">図：NPV の計算フロー</p> <pre> graph TD A(環境コストを取り入れたNPVの計算) --> B[Cdt: 直接コストの計算] B --> C[環境コスト計算ループ: 12の環境項目が無くなるまで] </pre>



環境コストの計算方法

〔気象〕

1993 年におけるモニタリング調査によると、流域における湿度増加による影響が US \$ 2,000 である。

〔水文学²³〕

水位測定および洪水警報を監視する装置に対する支出が、1993 年から 1997 年までの 5 年にわたって US \$ 350,455 を要する。

〔水の供給〕

貯水池の灌漑用水の排出および YHPP エネルギー生成は年に 2 % 縮小すると予測される。

エネルギーの減少：5.2 US ¢ /kWh 3 2 % 3 2,726 GWh/年 = US \$ 2,862,546/年

〔浸食と堆積〕

予測される堆積量は約 200 万 m³/年である。1 年あたり約 1 % の寿命の縮小に結びつく。Kontum のデルタ地帯に氾濫が生じるかもしれない。浸食と堆積作用の緩和は、海岸の森林地帯を保護し、農業の活動および居住を制限するように〔流域管理〕によって実施することができる。

モニタリングのための経費：US \$ 1,000/年

〔土地利用〕

YHPP の建設は、氾濫域によって農林業生産の可能性のある土地 6,400 ha の損失につながる。農地 1,200 ha、林野地 700 ha、未開の土地 3,600 ha、その他 900 ha を含む。氾濫による農業生産価値の損失は、年 US \$ 166,273 見積もられる。この損失は、2001 年から 2040 年において毎年発生する。

地域の灌漑可能性に関する研究のコストは、US \$ 7,688 に見積もられる。

土壌保全および農業に定着させるための指導計画を実現するためのコストは年 US \$ 655 と見積もられる。

$$\left(\frac{7,688 + 90,000}{8} + 655 \right) = 12,866 \text{ US\$ /年}$$

さらに、土地利用変更とともに 2 つの費用が評価された。氾濫域によって農地の損失に対する賠償金、再配置に対する賠償金は、〔賠償金と再定住〕で評価する。林業の損失については、〔流域管理〕で評価する。

〔林業〕

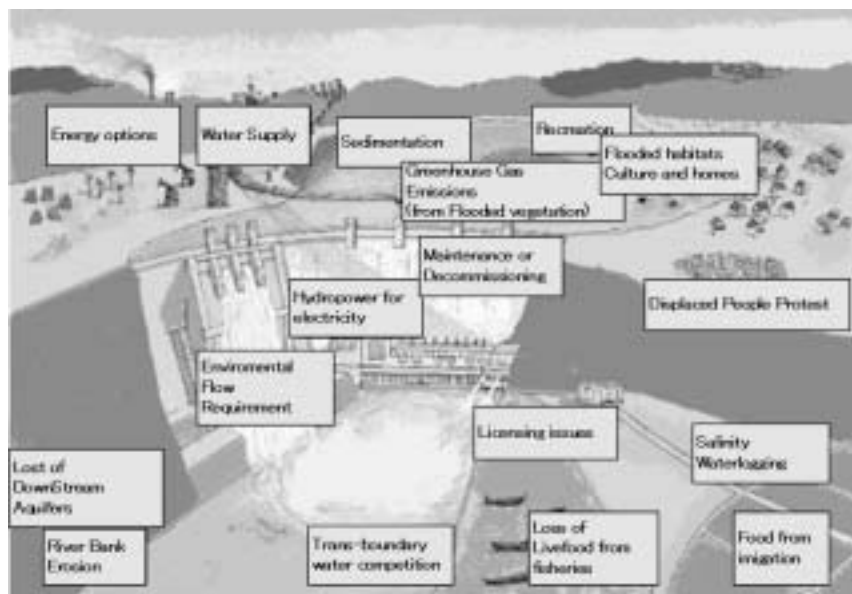
- A) 森林地帯の洪水による木材の年間損失 425 ha : US \$ 396,115/年
- B) 森林地帯の洪水による木材の生産低下 3,669 ha : US \$ 618,255/年
- C) 非木材生産物における地域住民の収入減少 : US \$ 98,739/年
- D) YHPP 周辺に貯水プラントを建設することによって森林地帯を保全する森林開発プロジェクトの費用 :
 - a. 8 年間の建設フェーズ : US \$ 177,024/年
 - b. 10 年間の初期稼働フェーズ : US \$ 339,909/年

²³ 水文 (hydrologic) 学：地球上の水について、その状態・分布、物理的・化学的性質、環境との関係などを、循環の視点から研究する学問。その応用分野は、水資源の開発・保全、水質管理、水利・水法など社会・経済面にまで及ぶ。

	<p>〔流域管理〕</p> <p>A) 建設期間(1993～2000年): US\$45,455/8年～US\$5,688/年</p> <p>B) 運用期間(2001～2010年): US\$84,500/10年～US\$8,450/年</p> <p>C) 移設(1993～1997年): US\$1,111/年</p> <p>〔水質、水上生活、漁業〕</p> <p>A) 水質測定用装置追加 US\$3,000</p> <p>B) 養殖用貯水池インフラ開発 US\$7,600</p> <hr/> <p>合計 US\$10,600</p> <p>〔貯水池に発生する振動〕</p> <p>振動による5年間(1993～1997年)のコスト US\$64,890</p> <p>〔公衆衛生および飲料水による疾病〕</p> <p>A) 新しい村の医療施設建設 US\$24,000</p> <p>B) 8つの医療センターの修復 US\$77,334</p> <hr/> <p>総公衆衛生関連支出コスト US\$101,334</p> <p>C) 12の保健プログラムの実施 US\$1,982,667/年</p> <p>D) 健康教育プログラムの実現 US\$662,800/年</p> <hr/> <p>これらのプログラムの運用および管理コスト US\$2,645,467/年</p> <p>〔補償と再定住〕</p> <p>代替案1: 再定住のために住宅を建設する</p> <p>A) 再定住に支払われる財産の損失に対する補償 US\$16,132,243</p> <p>B) 貯水池の木の撤去 US\$992,734</p> <p>C) 植林コスト US\$445,332</p> <hr/> <p>US\$17,570,309</p> <p>代替案2: 新しい再定住エリアにインフラストラクチャを建設する</p> <p>A) 再定住に支払われる財産の損失に対する補償と新しい施設の建設 US\$26,373,339</p> <p>B) 貯水池の木の撤去 US\$992,734</p> <p>C) 植林コスト US\$445,332</p> <hr/> <p>US\$27,811,405</p>									
結果	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">割引率</th> </tr> <tr> <th>8%</th> <th>10%</th> <th>12%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>73,619,087</td> <td>59,396,137</td> <td>49,608,465</td> </tr> </tbody> </table> <p>電気料金が現在の5.2 US¢/kWhに維持して直接費用だけで補われた場合、環境コストを考慮するとプラントの純現在価値は約27%減少することがわかった。一方、YHPPの全コストを網羅し、純現在価値を維持するためには、電気料金を5.68US¢/kWhに増やすべきである。</p>	割引率			8%	10%	12%	73,619,087	59,396,137	49,608,465
割引率										
8%	10%	12%								
73,619,087	59,396,137	49,608,465								
課題	<p>評価額を環境政策に利用するにあたり、直接電気料金に反映するか、環境税のような税金にするか徴収方法が問題である。</p> <p>本論では環境評価方法は失われた環境価値の保全・補償を前提に評価しており、稼働中の発電プラントは有効である。計画中の発電プラントには、環境保全・補償コストを最小化するための評価になる。</p> <p>電気料金に環境コストを取り入れることは、環境コストを最小限に抑えるためのインセンティブとなるであろう。</p> <p>「汚染者支払い原則」の手段として、環境コストを割り当てるのが受け入れられるであろう。</p> <p>すべての発電形式において、環境にやさしいエネルギー資源の適用につながるであろう。</p> <p>税金に適用することによって発電所周辺の環境保全対策経費や補償費用の財源確保が可能になる。</p>									
出典	<p>Environmental Protection and Compensation Costs for the Yali Hydropower Plant in Vietnam (Nguyen Van Hanh, Nguyen Van Song, Do Van Duc and Tran Van Duc, EEPSEA, 2002)</p>									

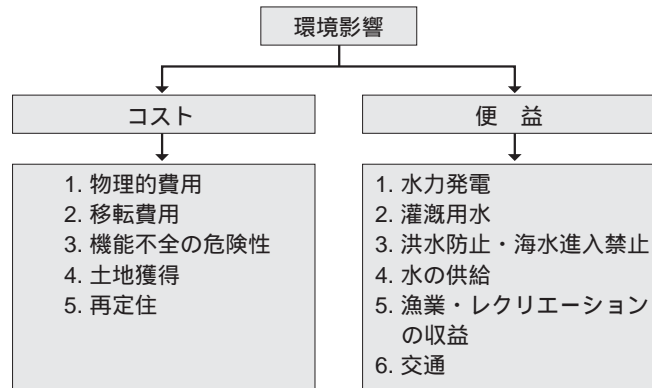
事例名	ダム・プロジェクトの拡張費用効果分析を導くためのガイドライン
実施国	タイ
背景	タイにおける農業は、気象条件が厳しく、耕地がしばしば洪水によって被害を受けることがある。また乾期では、農業用水が不足する。灌漑用水を提供している貯水ダムは、年間を通じての農業生産を可能にするであろう。理論上ダム計画は、農場生産力と収入の向上をもたらすが、住民の生活を脅かすこともある。たとえば、住民移転の際に住民は、移住先での湧水や不十分な設備で不毛な農地を割り当てられることがある。ダムは低所得農業経営者に電気と灌漑用水を与え、長い間経済的利益を与えてきた。しかし、ダム建設に多くの利益が期待されるにもかかわらず、開発プロジェクトの意志決定のための分析には多くの欠点があった。したがって、ダム建設実施前に慎重に費用便益分析（CBA）を行う必要がある。
概要	不適切な CBA は、政策立案者を誤った計画に導くことになる。計画の選択肢を正確に評価するために、適切な評価方法を適用して正しい基準を選ぶ必要がある。この報告は、タイの Kwae Nai ダムを事例にし、ダム計画において分析者が適切かつ容易に CBA を行うための基本的なガイドラインを提供する。
評価法	<p>生産高変化法、取替原価法、仮想的評価法</p> <p>最適なオプションの規模を決定するために、ダム・プロジェクトを査定するために使用する。1970 年代以降、費用便益分析は世界銀行のプロジェクト評価のための主要な意志決定支援システムとなった。それは、ダム・プロジェクトを実施することによって社会福祉が改善できるとしても、プロジェクトを実施するか否かを決定するために、すべてのコストと便益について評価するとき使用される。ボードマン（1996 年）によれば、ダム建設計画の費用便益分析を実施するためのステップは、以下のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 関連するグループを定義する。 代替プロジェクトを選択する。 プロジェクトの可能性（物理的）インパクトを識別する。 プロジェクトの生活に関する量的インパクトを予測する。 影響を貨幣価値に換算する。 現在価値と割引率を見積もる。 便益と費用を合計する。 感度分析を実施する。 最大社会便益価値を備えた代替案を提案する。

図：ダムをとりまく環境の変化



環境コストと便益の計算

下記にダム・プロジェクトにおける費用・便益の要素を示す。



下記にダム・プロジェクトの具体的なコスト・便益と適用可能な経済評価手法を示す。

表：ダム・プロジェクトの影響の可能性とコストの計算方法

コスト	測定量	経済評価手法
物理的コスト（建設コスト、管理コストなど）	従業員数 労働日数	80 ~ 100 (baht/日/人)
移転コスト	物理的な財産（家屋など） 公衆衛生 受取意志額（WTA）	生産高変化法 取替原価法 仮想的評価法
災害リスク	物理的な財産（家屋など）	取替原価法、生産高変化法
土地の獲得 ・森林伐採 ・生物多様性の喪失、種の絶滅 ・炭素固定の喪失	面積 ・木材（非木材）野生動物の生産量 ・プロジェクトサイトにおける炭素排出量	生産高変化法、仮想的評価法 取替原価法
外面的 ・温室効果ガス ・社会と文化の喪失 ・浸水と塩害	・温室効果ガスの排出量 ・プロジェクトサイトによる ・農産物の生産量減少	取替原価法 仮想的評価法 生産高変化法

表：ダム・プロジェクトの影響の可能性と便益の計算方法

便益	測定量	経済評価手法
洪水と海水進入の制御	洪水の程度	取替原価法
灌漑用水	水量（灌漑地区の拡大と複数農作物の栽培）	生産高変化法
電力供給	kWh/年	取替原価法
漁業とレクリエーション	訪問者数減少・漁獲数	旅行費用法 仮想的評価法
水の供給	水量	取替原価法
河川の交通	移動時間	仮想的評価法

純現在価値（NPV）の計算

NPV > 0 ならば経済的に有効であり、プロジェクトの費用よりも便益が大きければ実行可能なことを意味している。

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

	<p>Bt = t 年の便益 Ct = t 年のコスト i = 割引率 n = 年数</p> <p>割引率の決定 割引率が資源の再生より大きければ、資源が枯渇するほどの過剰な利用をとまなうだろう。また、開発途上国における低すぎる割引率は、過剰な投資や都市化を加速させるだろう。分析者は開発に影響する高い割引率と環境に影響する低い割引率を選択し、その他の解決策としては世界銀行の割引率のような標準的な割引率（10%）を使用している。したがって、感度分析は割引率を0～17%の範囲で使用することが望ましい。</p>																																							
結果	<p>Kwae Noi 川のダム・プロジェクトにおいて、いくつかの代替案（異なる農産物の収穫）における計画実施・未実施の場合の費用と便益を評価した。</p> <p>収穫システム（発電所建設を実施する）</p> <table border="1"> <tr> <td>収穫システム1（米・米）</td> </tr> <tr> <td>収穫システム2（米・米・穀物・野菜・果樹）</td> </tr> <tr> <td>収穫システム3（米・穀物・野菜・果樹）</td> </tr> </table> <p>収穫システム（発電所建設を実施しない）</p> <table border="1"> <tr> <td>収穫システム1（米・米）</td> </tr> <tr> <td>収穫システム2（米・米・穀物・野菜・果樹）</td> </tr> <tr> <td>収穫システム3（米・穀物・野菜・果樹）</td> </tr> </table> <p>ダム・プロジェクトの費用と便益 プロジェクトの費用は、運用管理コスト、移転コスト、土地の獲得を想定した。Kwae Noi 川ダム・プロジェクトの効用を運用開始から10年と仮定し、プロジェクトの便益は、洪水制御、灌漑、発電、漁業、ツーリズム、水の供給を想定した。</p> <p style="text-align: center;">表：Kwae Noi 川ダム・プロジェクトのコストと便益</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ダム・プロジェクトを実施しない</th> <th>ダム・プロジェクトを実施する</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">コスト</td> </tr> <tr> <td>1. 運用管理コスト</td> <td>コストは発生しない。</td> <td>ダム建設の労働者、運用管理コストが発生する。</td> </tr> <tr> <td>2. 移転</td> <td>移転は発生しない。</td> <td>貯水池で失われる家屋および耕地によって143世帯の移転が発生する。500世帯の農場を損失する。</td> </tr> <tr> <td>3. 土地の獲得</td> <td>貯水池はつくられず現状の環境が保たれる。</td> <td>4,000 ha の土地と 2,880 ha の森林が水没する。野生生物と生態系、生物多様性を喪失する。たとえば、94 の野生の生物種が攪乱されるか失われる。</td> </tr> <tr> <td colspan="3">便益</td> </tr> <tr> <td>4. 洪水制御</td> <td>12,000 ha の耕地が毎年 1～2 m の浸水被害が発生する。</td> <td>12,000 ha の耕地が毎年 1～2 m の被害を制御する。</td> </tr> <tr> <td>5. 灌漑用水</td> <td>灌漑システムは存在しない。</td> <td>乾季において灌漑用水を供給する。雨季に 24,986.56 ha、乾季に 14,896 ha の水を供給する。灌漑システムは耕地を拡大させ、農業の生産性を向上させる。</td> </tr> <tr> <td>6. 発電</td> <td>発電なし。</td> <td>年間 148.8×10^6 kWh の電力を供給する（タイにおける電気料金：0.726 baht/kWh）。</td> </tr> <tr> <td>7. レクリエーション、漁業</td> <td>現在の河川、特に Keng Jed Kwae においてレクリエーションと漁業の便益は、2月から7月までに300人の旅行者が訪れる。</td> <td>ダムの貯水池に少なくとも1,000人が訪れるだろう。また、323トンの漁獲が増加するだろう。</td> </tr> <tr> <td>8. 生活用水と工業用水の供給</td> <td>現在の河川より供給</td> <td>年間 47.3×10^6 m³ の水を供給する。</td> </tr> </tbody> </table>	収穫システム1（米・米）	収穫システム2（米・米・穀物・野菜・果樹）	収穫システム3（米・穀物・野菜・果樹）	収穫システム1（米・米）	収穫システム2（米・米・穀物・野菜・果樹）	収穫システム3（米・穀物・野菜・果樹）		ダム・プロジェクトを実施しない	ダム・プロジェクトを実施する	コスト			1. 運用管理コスト	コストは発生しない。	ダム建設の労働者、運用管理コストが発生する。	2. 移転	移転は発生しない。	貯水池で失われる家屋および耕地によって143世帯の移転が発生する。500世帯の農場を損失する。	3. 土地の獲得	貯水池はつくられず現状の環境が保たれる。	4,000 ha の土地と 2,880 ha の森林が水没する。野生生物と生態系、生物多様性を喪失する。たとえば、94 の野生の生物種が攪乱されるか失われる。	便益			4. 洪水制御	12,000 ha の耕地が毎年 1～2 m の浸水被害が発生する。	12,000 ha の耕地が毎年 1～2 m の被害を制御する。	5. 灌漑用水	灌漑システムは存在しない。	乾季において灌漑用水を供給する。雨季に 24,986.56 ha、乾季に 14,896 ha の水を供給する。灌漑システムは耕地を拡大させ、農業の生産性を向上させる。	6. 発電	発電なし。	年間 148.8×10^6 kWh の電力を供給する（タイにおける電気料金：0.726 baht/kWh）。	7. レクリエーション、漁業	現在の河川、特に Keng Jed Kwae においてレクリエーションと漁業の便益は、2月から7月までに300人の旅行者が訪れる。	ダムの貯水池に少なくとも1,000人が訪れるだろう。また、323トンの漁獲が増加するだろう。	8. 生活用水と工業用水の供給	現在の河川より供給	年間 47.3×10^6 m ³ の水を供給する。
収穫システム1（米・米）																																								
収穫システム2（米・米・穀物・野菜・果樹）																																								
収穫システム3（米・穀物・野菜・果樹）																																								
収穫システム1（米・米）																																								
収穫システム2（米・米・穀物・野菜・果樹）																																								
収穫システム3（米・穀物・野菜・果樹）																																								
	ダム・プロジェクトを実施しない	ダム・プロジェクトを実施する																																						
コスト																																								
1. 運用管理コスト	コストは発生しない。	ダム建設の労働者、運用管理コストが発生する。																																						
2. 移転	移転は発生しない。	貯水池で失われる家屋および耕地によって143世帯の移転が発生する。500世帯の農場を損失する。																																						
3. 土地の獲得	貯水池はつくられず現状の環境が保たれる。	4,000 ha の土地と 2,880 ha の森林が水没する。野生生物と生態系、生物多様性を喪失する。たとえば、94 の野生の生物種が攪乱されるか失われる。																																						
便益																																								
4. 洪水制御	12,000 ha の耕地が毎年 1～2 m の浸水被害が発生する。	12,000 ha の耕地が毎年 1～2 m の被害を制御する。																																						
5. 灌漑用水	灌漑システムは存在しない。	乾季において灌漑用水を供給する。雨季に 24,986.56 ha、乾季に 14,896 ha の水を供給する。灌漑システムは耕地を拡大させ、農業の生産性を向上させる。																																						
6. 発電	発電なし。	年間 148.8×10^6 kWh の電力を供給する（タイにおける電気料金：0.726 baht/kWh）。																																						
7. レクリエーション、漁業	現在の河川、特に Keng Jed Kwae においてレクリエーションと漁業の便益は、2月から7月までに300人の旅行者が訪れる。	ダムの貯水池に少なくとも1,000人が訪れるだろう。また、323トンの漁獲が増加するだろう。																																						
8. 生活用水と工業用水の供給	現在の河川より供給	年間 47.3×10^6 m ³ の水を供給する。																																						

割引率 10 %を用いた NPV を下記に示す。

表：Kwae Noi 川ダム・プロジェクトの費用・便益分析の結果

代替案	費用	便益	NPV	IRR	B/C 比率	NPV
発電所建設実施	4,502.24					
収穫システム 1		3,595.02	- 907.22	8.27	0.82	- 907.22
収穫システム 2		6,230.42	1,728.18	13.15	1.40	1,728.18
収穫システム 3		7,262.05	2,759.81	14.65	1.63	2,759.81
発電所建設未実施	3,964.91					
収穫システム 1		2,981.90	- 983.01	7.96	0.77	- 880.66
収穫システム 2		5,617.30	1,652.38	13.12	1.43	1,754.73
収穫システム 3		6,648.93	2,684.02	14.67	1.69	2,786.37

* 割引率 10 %

課 題

ダム・プロジェクトの CBA に関する留意点は下記のとおりである。
 市場価格を用いる場合の変換係数は、世界銀行 1982 年に公表した変換係数を用いており、現状の経済価値を反映していない。
 運用費と維持費は、従来のプロジェクトの運用費に基づいて評価されているので、投入された資源量に基づいて評価すべきである。
 本研究での森林の損失のコストは、EIA における 2 倍を勘定した。
 森林の潜在的な経済価値は複雑であり、便益移転は慎重に適用しなければならない。たとえば、非木材生産物は、さまざまなタイプの植物や野生生物から構成される。これらは地域特有の便益であり、外国から流用した価値を用いることは、誤った情報を提供する可能性がある。
 観光事業の便益は、実際の支出から概算するべきでない。観光客の滞在時間や移動時間といった費用から算出すべきである。

出 典

Guidelines for Conducting Extended Cost-benefit Analysis of Dam Projects in Thailand (Piyaluk Chutubtim, Chiang Mai University, 2001)

事例名	畑地農業開発保全事業							
実施国	韓国							
背景	<p>韓国では人口の増加にともない、衣料や食糧に対する需要が急増したため、平地での畑地は減少し、丘陵部の高地が農業生産拡大にあてられることとなった。しかし、さまざまな高地開発事業の計画づくりや評価では、環境的な側面がほとんど配慮されてこなかったため、大規模な土壌浸食や下流域での土砂堆積が流域全体の環境を損ねるという状況が頻繁に生じてしまった。その反省から、今後開発を進めていくうえでは土壌保全管理対策が必要不可欠との共通認識に至っている。</p> <p>本事例では、土壌保全管理を目的とした複数の対策技術代替案を対象に、環境面における費用について経済的評価を行い、その結果から対策技術の必要性を検討するとともに、最適技術の選定を試みている。</p>							
概要	<p>評価対象期間と割引率として、それぞれ15年、10%を設定し、事業地域内での農業生産高は一定と仮定した。従来の耕作手法と土壌保全技術を導入した複数の新規耕作法を経済的に比較するため、それぞれの耕作法に要する直接的費用や畑地から流失する養分・土壌の回復費用および堆積土砂の除去費用に基づく環境的費用を算定している。</p> <p>全体的な経済分析システムとしては、事業便益を同額とし、環境的費用を含む総費用の現在価値のみを耕作法間で比較する「最小費用法」を用いている。</p>							
評価法	<p>取替原価法</p> <p>目標とする農業生産高や環境レベルを維持する（とり戻す）ために必要な経費を算定するとともに、次のような手順と計算モデルフローで環境経済評価を行い、従来と新規の耕作法の比較検討を行っている。</p> <p>それぞれの耕作法がもたらす養分・土壌流失、流去水増し加による保水力低下など、予想される環境的被害の把握</p> <p>養分流失には養分補給経費、土壌流失には土壌掘戻経費、流去水には補助灌漑経費をそれぞれの取替原価と設定し算出</p> <p>算出された取替原価に各耕作法の実施に要する直接的経費を加え、年間あたりの総費用を計算</p> <p>設定した対象期間と割引率を用い総費用の現在価値を算定し、各耕作法を比較検討し、最適な土壌保全技術耕作法を選定</p> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr> <td>従来の耕作法にかかる費用</td> </tr> <tr> <td>= 取替原価（養分補給費、土壌掘戻費、補助灌漑費）</td> </tr> <tr> <td>+ 農地維持・整地費 + 下流農家への補償費</td> </tr> </table> <p>↓</p> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr> <td>総費用の現在価値による各耕作法の比較検討と、最適保全技術の選定</td> </tr> </table> <p>↑</p> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr> <td>新規の各土壌保全耕作法にかかる費用</td> </tr> <tr> <td>= 取替原価（養分補給費、土壌掘戻費）</td> </tr> <tr> <td>+ 保全技術導入経費 + 下流農家への補償費</td> </tr> </table> </div>	従来の耕作法にかかる費用	= 取替原価（養分補給費、土壌掘戻費、補助灌漑費）	+ 農地維持・整地費 + 下流農家への補償費	総費用の現在価値による各耕作法の比較検討と、最適保全技術の選定	新規の各土壌保全耕作法にかかる費用	= 取替原価（養分補給費、土壌掘戻費）	+ 保全技術導入経費 + 下流農家への補償費
従来の耕作法にかかる費用								
= 取替原価（養分補給費、土壌掘戻費、補助灌漑費）								
+ 農地維持・整地費 + 下流農家への補償費								
総費用の現在価値による各耕作法の比較検討と、最適保全技術の選定								
新規の各土壌保全耕作法にかかる費用								
= 取替原価（養分補給費、土壌掘戻費）								
+ 保全技術導入経費 + 下流農家への補償費								
結果	<p>従来の耕作法と新規の各土壌保全耕作法の総費用現在価値を比較した結果、いずれの保全耕作法も従来の耕作法よりも環境的費用を含む事業費用が低くなり、環境面も含めた高地農業のあり方としては、土壌保全技術を導入すべきとの結論となった。下表のように最適保全耕作法の費用は従来のものの約半分になり、5%および20%の割引率による感度分析でも同様の傾向が示された。</p>							

表：割引率ごとの総費用現在価値			
(単位：ウォン)			
割引率	5 %	10 %	20 %
従来の耕作法	2,780,000	2,040,000	1,250,000
最適な土壌保全耕作法	1,430,000	1,075,000	700,000



課 題	<p>最適な割引率の設定</p> <p>感度分析でも重要となる割引率として市場利子率が用いられたが、事業者サイドだけでなく農民にとっても適切であったか疑問が残る。社会的時間選好に基づく地域住民にとっての割引率の導入が大切である。</p> <p>土壌保全対策実施に向けてのインセンティブ</p> <p>経済評価では土壌保全の導入が適切と判断されるが、農民にとってはそのための金銭的負担が生じるため実行性が低くなる可能性が大きい。農家個人の財務評価を通じ財務的妥当性も勘案するとともに、財政補助、技術的支援などによる農民側のインセンティブ向上が重要となる。</p>
出 典	環境の経済評価テクニック（J. ディクソン他、築地書館、1993年） pp. 64 – 86

事例名	ナンポーン (Nam Pong) 水資源プロジェクト																												
実施国	タイ																												
背景	ナンポーン川流域住民のほとんどは畑作や稲作に従事しているが、人口増加に加え雨季には大規模洪水が発生してきた。本プロジェクトは、東北タイ地域を流れる同河川に大規模多目的ダムを建設し、発電や広い農地への灌漑水供給および下流域洪水の緩和をめざしたものである。																												
概要	<p>ダム建設に関連した多くの環境的影響が世界的にみられるが、本事例では、ダム機能に大きく影響する土壌浸食を防止するための流域保全管理事業を行う場合と行わない場合の2つの代替案について、水力発電、灌漑、洪水被害削減、ダム湖内漁業などにかかわる環境的便益・費用を比較検討している。</p> <p>経済評価の対象となる環境項目は、上流域森林の急激な伐採による土壌浸食やダム湖への土砂堆積であり、それらがもたらす発電、灌漑農業、淡水漁業などでの生産高変化や洪水被害を算定している。最後に、これらの環境的便益・費用に各代替案実施にかかる経費を加え、純便益現在価値に基づく費用便益分析を行っている。採用された割引率、評価対象期間は、それぞれ0%、6%および10%と50年である。</p>																												
評価法	<p>生産高変化法</p> <p>土壌浸食やダム湖土砂堆積がもたらす環境的費用は、電力量、灌漑用水量、洪水緩和規模、漁獲量などの生産高変化分を、それぞれの単位生産量あたりの市場価格を用いて算出されている。</p> <p>この際、浸食率、河川流域面積などのデータから浸食量や堆積土砂量を求め、両代替案についてのダム湖有効貯水容量と生産高変化量に関連づけた以下のモデル式を構築することにより、便益額を効率的に導き出している点が特徴である。</p> $B = 300 - 0.2 \times (\text{有効貯水容量の累積減少量}) = 300 - 0.2 (1,650 - y)$ <p>ただし、$B = 3$ 年間あたりの環境的便益 (106 パーツ/年) $y = 3$ 残存有効貯水容量 (106 m³)</p>																												
結果	<p>流域保全管理事業を実施し土壌浸食を防止した場合の、ダム機能別の年間あたり環境的便益は次のように算定された。</p> <p style="text-align: center;">表：ダム機能別環境的便益 (単位：パーツ/年)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">ダム機能</th> <th style="width: 25%;">環境的便益</th> <th style="width: 25%;">ダム機能</th> <th style="width: 25%;">環境的便益</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>発電</td> <td style="text-align: center;">70,000,000</td> <td>洪水防止</td> <td style="text-align: center;">31,000,000</td> </tr> <tr> <td>農地灌漑</td> <td style="text-align: center;">161,000,000</td> <td>ダム湖内漁業</td> <td style="text-align: center;">38,000,000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">合 計</td> <td style="text-align: center;">300,000,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>両代替案の費用便益分析の結果は次表のとおりであるが、いずれの割引率を用いても、保全経費がかかる分だけ流域保全管理事業の経済的効率性は、実施しない場合よりも悪くなり、実施が容認されにくい結果となった。</p> <p style="text-align: center;">表：両代替案の割引率別の純便益現在価値 (単位：百万パーツ)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">割引率</th> <th style="width: 15%;">0 %</th> <th style="width: 15%;">6 %</th> <th style="width: 15%;">10 %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流域保全管理事業を実施しない</td> <td style="text-align: center;">11,398</td> <td style="text-align: center;">4,095</td> <td style="text-align: center;">2,701</td> </tr> <tr> <td>流域保全管理事業を実施</td> <td style="text-align: center;">10,517</td> <td style="text-align: center;">3,275</td> <td style="text-align: center;">2,034</td> </tr> </tbody> </table>	ダム機能	環境的便益	ダム機能	環境的便益	発電	70,000,000	洪水防止	31,000,000	農地灌漑	161,000,000	ダム湖内漁業	38,000,000			合 計	300,000,000	割引率	0 %	6 %	10 %	流域保全管理事業を実施しない	11,398	4,095	2,701	流域保全管理事業を実施	10,517	3,275	2,034
ダム機能	環境的便益	ダム機能	環境的便益																										
発電	70,000,000	洪水防止	31,000,000																										
農地灌漑	161,000,000	ダム湖内漁業	38,000,000																										
		合 計	300,000,000																										
割引率	0 %	6 %	10 %																										
流域保全管理事業を実施しない	11,398	4,095	2,701																										
流域保全管理事業を実施	10,517	3,275	2,034																										
課題	<p>以上の結果からは、流域保全管理事業が棄却されることになってしまうが、事業を実施しない場合との純便益現在価値の差はわずかであった。よって、本事例では勘案されなかった次のような環境的便益・費用も可能な限り算定、計上し、より説得力のある費用便益分析を行うことが必要であった。</p> <p>土壌浸食減少による上流域での農林業資源改善にかかわる環境的便益 本流だけでなく支流沿いの洪水被害緩和や農業・漁業生産高の増加による便益 拡大された灌漑農地での化学肥料・農薬使用による水質汚濁にかかわる環境的費用</p>																												
出典	環境の経済評価テクニック (J. ディクソン他、築地書館、1993) pp. 150 - 172																												

事例名	黄土高原土壌保全対策プロジェクト										
実施国	中国										
背景	黄土高原からは毎年大量の土砂が流失し、黄河下流域の河川や灌漑農地に堆積しつつ、多くは黄海の渤海湾に運ばれている。過去何世紀にもわたり治水用の大規模堤防が黄河沿いに建設されてきたが、ひとたび堤防が破壊されると流域住民の財産や人命に甚大な被害を及ぼすことになる。										
概要	プロジェクトは主に次の3種類の土壌浸食対策事業からなる。 土砂制御のための土木構造物建設（ガリプラグ、砂防ダム、沈砂池など） 地形の改善（急峻斜面の階段状化など） 土地利用形態の改善（植林、草本類の植栽、草地改良、園芸・土壌保全型耕作法の導入など） 本事例は、黄土高原地帯における土壌浸食防止による堆積土砂の減少が黄河下流域にもたらす洪水緩和、灌漑施設保全、水資源有効利用などの環境的便益を試算したものである。プロジェクトライフを30年とし、費用便益分析により内部収益率（IRR）が計算されている。										
評価法	防止支出法、取替原価法、生産高変化法 これらの便益計算の準備段階として、まず対策事業ごとの土砂流失係数から流失土砂減少量を求めている。 そして、経済評価手法としては、洪水防止による便益計算には、堤防かさ上げ経費が防災費用として経済的に妥当とされ少なくともこのかさ上げ経費以上になると判断し、その経費に基づく防止支出法を適用した。灌漑施設保全による便益には取替原価法を用い、被害にあった灌漑施設を回復するための堆積土砂浚渫経費で算定した。また、プロジェクトにより発生した余剰水の便益については、それらを利用することで高まった農業・工業の生産性に基づく生産高変化法を使っている。										
結果	プロジェクトの環境的便益は、流失土砂1トンあたりで次のように算定された。水資源有効利用による便益に幅があるのは、余剰水の発生時期や農業・工業での利用規模が一定でないことによる。 <p style="text-align: center;">表：流失土砂1トンあたりの環境的便益</p> <p style="text-align: right;">（単位：元/トン/年）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">環境的効果（算出基礎データ）</th> <th style="text-align: center;">便益額</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>洪水緩和（堤防かさ上げ工事経費）</td> <td style="text-align: center;">0.17</td> </tr> <tr> <td>灌漑施設保全（施設の回復・維持管理経費）</td> <td style="text-align: center;">0.07</td> </tr> <tr> <td>水資源有効利用（余剰水利用による農業・工業の生産高）</td> <td style="text-align: center;">0.0 ~ 14.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">合 計</td> <td style="text-align: center;">0.24 ~ 14.74</td> </tr> </tbody> </table> 流失土砂削減による環境的便益総額を1元/トン/年と想定し、30年間のプロジェクト便益の現在価値が9,590万元と計算されており（割引率は不明）、各対策事業の寄与率は、土木構造物建設が21%、植林が37%、その他が42%となった。 一方、現在価値計算前のこれら環境的便益とプロジェクト費用に基づく費用便益分析を行った結果、IRRが22%となり、土壌保全対策プロジェクト実施の経済的妥当性が確認された。	環境的効果（算出基礎データ）	便益額	洪水緩和（堤防かさ上げ工事経費）	0.17	灌漑施設保全（施設の回復・維持管理経費）	0.07	水資源有効利用（余剰水利用による農業・工業の生産高）	0.0 ~ 14.5	合 計	0.24 ~ 14.74
環境的効果（算出基礎データ）	便益額										
洪水緩和（堤防かさ上げ工事経費）	0.17										
灌漑施設保全（施設の回復・維持管理経費）	0.07										
水資源有効利用（余剰水利用による農業・工業の生産高）	0.0 ~ 14.5										
合 計	0.24 ~ 14.74										
課題	プロジェクトの環境的便益の大きさや経済的妥当性は十分確認されたものの、実施にあたっては、黄河上流・下流のどこの住民あるいは関連官庁が事業費をどれだけ負担すべきか（事業費負担率）が課題となる。これら便益の帰着分析を行うことで、そのための判断材料を提供できるであろう。 また、本プロジェクトによる黄土高原地域住民への社会的費用（住民移転、農産物減少など）や微気候変化の緩和、大気浄化、自然生態系・漁業資源の改善、黄沙被害の減少などの環境的便益が含まれておらず、もしIRRが低く計算された場合、これらの外部（不）経済効果も考慮した、より厳密な経済評価が求められる。										
出典	新・環境はいくらか（J. ディクソン他、築地書館、2000）、pp. 156 - 160										

事例名	トンダノ (Tondano) 流域管理計画																															
実施国	インドネシア、北スラウェシ州																															
背景	<p>トンダノ流域は過度の農林業活動や無秩序な住宅地拡大により、激しい土壌浸食を受けてきた。そのため、流域内の土地の荒廃、あるいは灌漑、飲料水、発電、漁業などの重要な水源であるトンダノ湖やトンダノ川への土砂堆積が進み、利用可能水量の減少、洪水流量の増加、自然生態系の劣化、土壌肥沃度の低下、水質汚濁などの環境的・社会的危機にさらされている。</p> <p>本計画は、これらの問題を総合的に解決するため、同流域の土地利用の見直しや水土保持機能の維持・回復を目的として策定されたものである。</p>																															
概要	<p>マスタープラン調査およびフィージビリティ調査を経て策定された同計画には、森林保全事業、農業・アグロ・フォレストリー改善事業、浸食防止整備事業、村落コミュニティ制度強化事業、技術的・社会的評価システム開発事業などが盛り込まれた。これらの事業費が見積もられ財務評価が実施される一方、環境影響評価も行われた。また、この環境保全型計画の経済的妥当性を評価すべく、環境影響評価結果をふまえた環境的便益が算定され、諸事業がもたらす社会的事業費と比較した経済評価が実施された。評価対象期間は60年と設定された。</p>																															
評価法	<p>取替原価法、防止支出法、仮想的評価法、旅行費用法、生産高変化法</p> <p>同保全計画に提言されている諸事業を実施した場合の、トンダノ流域内森林資源・環境的機能の改善による便益や回避費用を、環境項目別の算定フレームやモデル式を構築することにより試算している。</p> <p>環境影響評価結果などをもとに選定された8種類の環境・資源項目と、それぞれに適用された環境経済評価手法は、右表のとおりであった。</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>選定された環境・資源項目</th> <th>適用された環境経済評価手法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 増加した水資源</td> <td>取替原価法</td> </tr> <tr> <td>2. 保全された水質</td> <td>防止支出法</td> </tr> <tr> <td>3. 強化された浸食・洪水防止機能</td> <td>取替原価法、生産高変化法、防止支出法</td> </tr> <tr> <td>4. 保全された大気質</td> <td>取替原価法</td> </tr> <tr> <td>5. 保全された景観および保健休養機能</td> <td>仮想的評価法、旅行費用法、生産高変化法</td> </tr> <tr> <td>6. 改善された森林資源</td> <td>生産高変化法</td> </tr> <tr> <td>7. 保全された漁業資源</td> <td>生産高変化法</td> </tr> <tr> <td>8. 改善された農業資源</td> <td>生産高変化法</td> </tr> </tbody> </table>	選定された環境・資源項目	適用された環境経済評価手法	1. 増加した水資源	取替原価法	2. 保全された水質	防止支出法	3. 強化された浸食・洪水防止機能	取替原価法、生産高変化法、防止支出法	4. 保全された大気質	取替原価法	5. 保全された景観および保健休養機能	仮想的評価法、旅行費用法、生産高変化法	6. 改善された森林資源	生産高変化法	7. 保全された漁業資源	生産高変化法	8. 改善された農業資源	生産高変化法												
選定された環境・資源項目	適用された環境経済評価手法																															
1. 増加した水資源	取替原価法																															
2. 保全された水質	防止支出法																															
3. 強化された浸食・洪水防止機能	取替原価法、生産高変化法、防止支出法																															
4. 保全された大気質	取替原価法																															
5. 保全された景観および保健休養機能	仮想的評価法、旅行費用法、生産高変化法																															
6. 改善された森林資源	生産高変化法																															
7. 保全された漁業資源	生産高変化法																															
8. 改善された農業資源	生産高変化法																															
結果	<p>計画実施10年次での環境的便益は、以下のように算定されたが、漁業資源にかかわる便益額は、事業との因果関係の不明確さや必要データが不足していたため、計測されなかった。</p> <p style="text-align: center;">表：計画実施による環境的便益 (2000年時価)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>選定された環境・資源項目</th> <th>便益 (百万 Rp/年)</th> <th>比率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 増加した水資源</td> <td>1.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2. 保全された水質</td> <td>極少</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>3. 強化された浸食・洪水防止機能</td> <td>426.2</td> <td>9.5</td> </tr> <tr> <td>4. 保全された大気質</td> <td>9.9</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>5. 保全された景観および保健休養機能</td> <td>極少</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>6. 改善された森林資源</td> <td>22.8</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>7. 保全された漁業資源</td> <td>測定不能</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>8. 改善された農業資源</td> <td>4,015.4</td> <td>89.7</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>4,475.3</td> <td>100.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>計画実施の直接的事業費用と比較した結果、経済的内部収益率 (EIRR) は7.0%と算定され、本計画の実施は経済的に妥当であり、事業対象地域の社会的視点からも受け入れられると判断された。</p>		選定された環境・資源項目	便益 (百万 Rp/年)	比率 (%)	1. 増加した水資源	1.0	0.0	2. 保全された水質	極少	0.0	3. 強化された浸食・洪水防止機能	426.2	9.5	4. 保全された大気質	9.9	0.2	5. 保全された景観および保健休養機能	極少	0.0	6. 改善された森林資源	22.8	0.5	7. 保全された漁業資源	測定不能	—	8. 改善された農業資源	4,015.4	89.7	合計	4,475.3	100.0
選定された環境・資源項目	便益 (百万 Rp/年)	比率 (%)																														
1. 増加した水資源	1.0	0.0																														
2. 保全された水質	極少	0.0																														
3. 強化された浸食・洪水防止機能	426.2	9.5																														
4. 保全された大気質	9.9	0.2																														
5. 保全された景観および保健休養機能	極少	0.0																														
6. 改善された森林資源	22.8	0.5																														
7. 保全された漁業資源	測定不能	—																														
8. 改善された農業資源	4,015.4	89.7																														
合計	4,475.3	100.0																														
課題	<p>事業費用10%増や環境的便益10%減のケースでの感度分析では、EIRRが5.4~6.2%に減少し、各開発援助機関が採用している「資本の機会費用」(世界銀行：12%、アジア開発銀行：10%、米国国際開発庁：8%、国際協力銀行：7%)からみると、同計画の経済的妥当性は必ずしも確保できたとはいえない。より明確な妥当性を証明するためには、以下の点に留意すべきであった。</p> <p>理論上、資本の機会費用よりも低くなる同地域の「社会的時間選好率」をなんらかの方法で割り出し、EIRRとの比較基準とする。</p> <p>環境影響評価に際し、同計画の漁業への影響や因果関係を詳細に調査し、漁業資源が保全されることによる便益計算の基礎データを整備する。</p> <p>計画がもたらすとされた学術教育面の価値、自然生態系への付加価値や非利用価値の算定に努力する。</p>																															
出典	トンダノ流域管理計画調査ファイナル・レポート：主報告書 (JICA、2001) pp. III - 109 - 113																															

4 - 7 - 4 その他のプロジェクト

事例名	国立公園の支払いシステムの評価	
実施国	タイ	
背景	<p>国立公園を制定することにより、生態系を保護し、レクリエーション的な便益や海外旅行者による観光的な利益を得ることができる。タイの 80 以上の森林保全地区は、1961 年国立公園に制定された。しかし、多くの国立公園では、地元住民の侵入、森林火災、土壌浸食、地元住民や観光客による環境汚染によってレクリエーション的な便益が脅かされている。それらを防ぐために国立公園保護地区の適切な管理が必要とされている。</p> <p>通常、公園を運営するための費用は、国家予算と公園の入場料からまかなわれている。しかし、教育、医療、インフラストラクチャ、軍事などのような経済発展政策が優先されるので、公園経営に割り当てられる政府予算は限られている。国立公園の価値が適切に測定されるならば、それに基づき入場料を値上げすることによって公園の収入を増やすことが考えられる。</p> <p>この研究の目的は、下記のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. タイ北部の 3 カ所の地域におけるレクリエーション的な価値を評価する。 2. 入場料を決定するために、レクリエーション的な価値としての評価を行う。 <p>この研究は、タイ北部のチェンマイ (Chiang Mai) 市における 2 つの国立公園で行った。</p>	<p>写真 4 - 3 ドイ・インサノン (Doi Inthanon) 公園ゲート</p> 
概要	<p>ドイ・インサノン (Doi Inthanon) 公園</p> <p>ドイ・インサノン (Doi Inthanon) 公園は、面積は 482 km² でチェンマイ (Chiang Mai) 市から 60 km の所にある。チェンマイ (Chiang Mai) 市からドイ・インサノン (Doi Inthanon) までの所要時間は、約 2 時間である。山麓のゲートから、ドイ・インサノン (Doi Inthanon) の頂上までは 50 km ある。ドイ・インサノン (Doi Inthanon) 国立公園は、タイ特有の景観 (溪流、滝、洞窟、溪谷、草原) を有し、標高 2,565 m のドイ・インサノン (Doi Inthanon) 山は、タイの最高峰である。これらを反映して、ドイ・インサノン (Doi Inthanon) は、地元および外国訪問者のための魅力的なレクリエーション地区となっている。またドイ・インサノン (Doi Inthanon) は、生物種と遺伝子の多様性において重要だとされており、重要な研究対象となっている。</p> <p>ステップイ (Suthep-Pui) 公園</p> <p>ステップイ (Suthep-Pui) 公園は、ドイ・ステップイ (Doi Suthep) および Mae Sa 滝、2 つの地区からなっている。Mae Sa 滝はチェンマイ (Chiang Mai) 市の北約 20 km、ドイ・ステップイ (Doi Suthep) はチェンマイ市 (Chiang Mai) の背後に位置している。これら 2 つの地区は約 20 km 間隔に存在する。ステップイ (Suthep-Pui) 国立公園の面積は 261 km² で、標高 330 ~ 1,685 m の高さにある。</p> <p>ステップイ (Suthep-Pui) は、森林と溪流、Royal Winter 宮殿、ステップ (Suthep) 寺院、ドイ・プイ (Doi Pui) 村など、さまざまな景観をもっている。1995 年には、約 190 万人が訪問し、その入場料から約 200 万パーツの利益を上げている。</p>	<p>写真 4 - 4 Mae Sa 滝</p> 
評価法	<p>仮想的評価法</p> <p>環境財・サービスを消費する消費者行動をモデル化する際に、対象の財・サービスへの代用の可能性を考慮することは重要である。この研究は、隣接した複数のレクリエーションエリアにおいて、複合的な公園が存在すると仮定する。消費者 (訪問者) は、3 つの異なるレクリエーション</p>	

ンのエリア（おのおの異なるレクリエーションのサービスあるいはオプション）を選択する。異なるオプションの存在する公園に対する訪問者の選好を測定する。

仮想的な公園を評価するため、5つの選択オプションを変更しながら訪問者に直接尋ねる、仮想的評価法を使用した。仮想的な公園を評価することによって、複合的な公園をモデル化することが可能になる。訪問者は、4つの仮想的な公園において、好みの属性と旅行の費用を選択する。

表：レクリエーションのオプション

	仮想的な公園	高台	滝	丘陵村	寺院	旅行費用 (baht)
A	Doi Inthanon	1	0	1	0	300
B	Doi Suthep	0	0	1	1	100
C	Mae Sa Waterfall	0	1	0	0	150
D	Doi Inthanon	1	1	0	0	400

Grandstaff とディクソン（Grandstaff とディクソン、1996年）による Lumpinee 公園の研究と Khao Yai 国立公園（Kaosa-ard、Patmasiriwat、Panayotou と Deshazo、1995年）の TDRI / HIID 研究では、支払い意志額を査定するために、仮想的評価法と旅行費用法を組み合わせた。

結果 ドイ・インサノン（Doi Inthanon）公園の入場料について、現在の5パーツ（US 12¢）から40パーツ（1 US\$）への増額を推奨する。そうすることにより、1年あたりの公園収入は、500万パーツ（125,000 US\$）から4,000万パーツ（100万 US\$）の増加が見込まれる。訪問者に対する追加徴収は、ドイ・インサノン（Doi Inthanon）周辺の環境上脆弱なサイトに適用されるべきである。たとえば、Ang Ka 森林の生態系あるいは Kew Mae パーン地域への訪問のために課される。Mae Sa 滝のための入場料は1人あたり5パーツ（US 12¢）から20パーツ（US 50¢）に増額すべきである。1年あたり公園収入を200万パーツ（50,000 US\$）から800万パーツ（200,000 US\$）の増加が見込まれる。

課題 公園において森林保護地区を設けることによって、貧困による農地転換や過剰な農林業開発を防ぐことが可能である。しかし、保護地区であることを理由に農民より農地を取り上げることは、住民からの反発を買うことになり、持続的な森林管理はできない。
公園への入場料について、税金を課せられている地域住民と外国からの訪問者との間で差別化を図るべきである。また、国立公園に対する評価は地域住民と外国からの訪問者との間で異なる場合があり、支払い意志額を生態系やレクリエーションの価値に置き換えるのは注意が必要である。

出典 Environmental Valuation: An Entrance Fee System for National Parks in Thailand, Adis Isangkura

事例名	マンタディア (Mantadia) 国立公園設立にかかわる経済評価																																																			
実施国	マダガスカル																																																			
背景	<p>貧困国であるマダガスカルは高い地域特異性を有し、世界的にも豊かな自然生態系に恵まれている。そのため、貧しさが生物多様性を圧迫している一方、海外からの環境保全投資対象国の1つになっている。マダガスカル政府自らも、生物多様性保護施策として、マンタディア国立公園をはじめとする自然公園や保護区の整備を進めてきている。</p>																																																			
概要	<p>本事例はマンタディア国立公園設立にともなう便益と費用を推定したものであるが、複数の環境経済評価手法を用いそれぞれの算定額を比較している点が特徴である。費用としては近隣村落住民にとっての社会的コスト、便益面では国際的観光地である同公園に訪れる外国人入場者にもたらされる環境的便益が、経済評価の中心となっている。</p> <p>このような費用・便益計算が実施された目的は、適切な公園の保全、入場客への福利、立ち入り制限下にある地域住民への補償など、今後の公園管理のあり方を示唆する基礎的情報を得ることであった。</p>																																																			
評価法	<p>生産高変化法、仮想的評価法、旅行費用法</p> <p>公園設置による社会的費用は、公園立地場所で地域住民が伝統的に行ってきた森林産品（薪、食用動物・魚類、薬草、生活材など）採取や焼畑耕作が不可能になったことによる損失である。これら森林生態系のもたらす財のほとんどには採取量や市場価格に関する資料がなかったため、周辺の17村落に住む351世帯への聞き取り調査により生産高変化法に必要なデータを収集した。また、同じ世帯を対象に仮想的評価法を用い、公園内での伝統的採取・耕作が禁止された場合の補償受取意志額を尋ねることにより、同様の社会的費用を測定している。</p> <p>公園設置の環境的便益は、94人の外国人入場者サンプルの滞在日数、往復旅費などに基づく旅行費用法、および同サンプルに公園保全への支払い意志額を尋ねる仮想的評価法を使って算定された。</p> <p>現在価値算定に用いた評価対象期間と割引率は、それぞれ20年と10%であった。</p>																																																			
結果	<p>周辺住民などへの聞き取り調査により、次表に示す森林産品データが得られた。</p> <p style="text-align: center;">表：周辺住民による平均的森林産品生産高</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">森林産品</th> <th style="text-align: center;">関連世帯数</th> <th style="text-align: center;">全村落生産高合計 (US\$/年)</th> <th style="text-align: center;">世帯あたり生産高 (US\$/世帯/年)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>米</td> <td style="text-align: center;">351</td> <td style="text-align: center;">44,928</td> <td style="text-align: center;">128.0</td> </tr> <tr> <td>薪</td> <td style="text-align: center;">316</td> <td style="text-align: center;">13,289</td> <td style="text-align: center;">42.0</td> </tr> <tr> <td>ザリガニ</td> <td style="text-align: center;">19</td> <td style="text-align: center;">220</td> <td style="text-align: center;">11.6</td> </tr> <tr> <td>カニ</td> <td style="text-align: center;">110</td> <td style="text-align: center;">402</td> <td style="text-align: center;">3.7</td> </tr> <tr> <td>テンレック (Tenreck)</td> <td style="text-align: center;">21</td> <td style="text-align: center;">125</td> <td style="text-align: center;">6.0</td> </tr> <tr> <td>カエル</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">71</td> <td style="text-align: center;">6.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>これらのデータや各世帯の補償受取意志額に基づく地域住民が被る社会的費用額、および外国人訪問者への環境的便益額は、以下のように評価手法別に計算された。</p> <p style="text-align: center;">表：マンタディア国立公園設置にともなう社会的費用と環境的便益</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">環境経済評価手法</th> <th style="text-align: center;">単位あたり年平均推定額</th> <th style="text-align: center;">現在価値の総額</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">公園設立による社会的費用</td> </tr> <tr> <td>生産高変化法</td> <td style="text-align: center;">US \$ 91/年/世帯</td> <td style="text-align: center;">US \$ 566,070</td> </tr> <tr> <td>仮想的評価法</td> <td style="text-align: center;">US \$ 108/年/世帯</td> <td style="text-align: center;">US \$ 673,078</td> </tr> <tr> <td colspan="3">公園設立による環境的便益</td> </tr> <tr> <td>旅行費用法</td> <td style="text-align: center;">US \$ 24/年/入場者</td> <td style="text-align: center;">US \$ 796,870</td> </tr> <tr> <td>仮想的評価法</td> <td style="text-align: center;">US \$ 65/年/入場者</td> <td style="text-align: center;">US \$ 2,160,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>2つの手法による社会的費用はきわめて近似した値となったが、平均的世帯収入の約35%に相</p>			森林産品	関連世帯数	全村落生産高合計 (US\$/年)	世帯あたり生産高 (US\$/世帯/年)	米	351	44,928	128.0	薪	316	13,289	42.0	ザリガニ	19	220	11.6	カニ	110	402	3.7	テンレック (Tenreck)	21	125	6.0	カエル	11	71	6.5	環境経済評価手法	単位あたり年平均推定額	現在価値の総額	公園設立による社会的費用			生産高変化法	US \$ 91/年/世帯	US \$ 566,070	仮想的評価法	US \$ 108/年/世帯	US \$ 673,078	公園設立による環境的便益			旅行費用法	US \$ 24/年/入場者	US \$ 796,870	仮想的評価法	US \$ 65/年/入場者	US \$ 2,160,000
森林産品	関連世帯数	全村落生産高合計 (US\$/年)	世帯あたり生産高 (US\$/世帯/年)																																																	
米	351	44,928	128.0																																																	
薪	316	13,289	42.0																																																	
ザリガニ	19	220	11.6																																																	
カニ	110	402	3.7																																																	
テンレック (Tenreck)	21	125	6.0																																																	
カエル	11	71	6.5																																																	
環境経済評価手法	単位あたり年平均推定額	現在価値の総額																																																		
公園設立による社会的費用																																																				
生産高変化法	US \$ 91/年/世帯	US \$ 566,070																																																		
仮想的評価法	US \$ 108/年/世帯	US \$ 673,078																																																		
公園設立による環境的便益																																																				
旅行費用法	US \$ 24/年/入場者	US \$ 796,870																																																		
仮想的評価法	US \$ 65/年/入場者	US \$ 2,160,000																																																		

	<p>当し、近隣住民にとって公園設置は経済的に大きな影響を与えると推測される。一方、外国人訪問者への環境的便益額は手法間で大きな差があるが、仮想的評価法では公園生態系の非利用価値が支払意志額に含まれたためと考えられる。いずれにしても、これらの金額は平均的外国人所得に比べれば低い値である。</p> <p>事例では、これらの結果から費用便益分析は行っていないが、公園設置にかかる直接的経費も計上した場合、公園設置が経済的に妥当かどうかは容易に判断されよう。しかし、公園設置にあたっては、費用と便益のバランスを考慮した財務分析を通じて、適切な住民への補償額や外国人入園料を設定できるかが重要である。</p>
課 題	<p>同公園への外国人旅行者数は、他の既存国立公園における実績とほぼ同程度の4,000人と推測されるが、マダガスカル国内の政変により、実際の調査対象外国人サンプル数は94人とどまらざるをえなかった。統計解析上の信頼性を確保するためには、より多くのサンプル数を得ることが理想的であった。</p> <p>外国人観光客に対する便益のみが検討されたが、公園設置は近隣の観光収入、生物多様性の保護、流域保全効果、微気候調節など、地域にもたらされる他の社会・環境的便益も考えられ、それらも算定した経済評価が望ましかった。</p>
出 典	<p>新・環境はいくらか (J. ディクソン他、築地書館、2000) pp. 172 – 174</p>

4 - 7 - 5 グッド・プラクティス事例からの教訓

以上の分析結果はさまざまな示唆を含んでおり、これらの事例は農林業セクターをはじめ各分野の開発調査などで、今後大いに参考になるものと考えられる。本節では、上記の事例フォーマット集の内容をベースに、開発途上国の農林業案件について環境経済評価を試みる際の最大公約数的重点事項を整理するとともに、さらなる改善に向けての提言を行う。

(1) 統計処理・分析のための専門的知識

これらの事例からもわかるように、多数の環境経済評価手法が用いられている。その際は、多くのステークホルダー、利用者、地域住民などにかかわる多種多様な環境関連あるいは社会経済関連データを収集し、なんらかの統計的処理を行う必要がある。

特に、サーベイ法（仮想的評価法やコンジョイント分析）では、市場の顕示的支払意思額をある程度利用できる市場価格手法グループや潜在価格手法グループと異なり、アンケート調査などで地域住民に支払意思額を直接問うため、返答回収後の膨大な統計的作業が重要となる。また、旅行費用法においても、観光・訪問者関連資料が整備されていない場合には、同様のアンケート調査や統計処理が求められる。

いくつかの事例でも確認されたように、統計処理・分析においては、適切な統計モデルの選定・構築、相関性の判断、回帰分析の解析、各種統計的検定の実施など、統計学とシステム・アナリシスにかかわる高度な知識が不可欠である。統計的専門知識が足りないばかりに、サーベイ法以外の諸手法では経済的評価が困難である生態系の価値や非利用価値の算定が無視され、いたずらに不完全で信頼性のない環境経済評価に終始してしまうといった状況は、ぜひとも回避すべきである。

開発調査などにおいて環境経済評価を積極的に導入するには、そのための調査経費の手当てが必要であるが、加えて同業務を担当する環境あるいは社会経済専門家が豊富な統計分野の知識と経験を有することが必要条件とならざるをえないであろう。もし、そのような人材の確保が困難であるケースでは、補完的に統計学分野の短期専門家を投入すべきであろう。

(2) 環境分野と社会経済分野の適切な連携

環境を対象とする経済評価においては、環境科学、経済学の両分野に精通した人材が必要である。そのような学際的学問としては「環境経済学」あるいは「資源経済学」という比較的新しい分野が登場し、ある程度の若手研究者が育っているが、開発調査のようなコンサルティング・センスと豊かな経験が求められる実務レベルの専門家ははなはだ少ないのが現状である。そのため、しばらくは、従来の調査構成団員である環境影響評価・環境配慮を主務とする環境専門家、および経済・財務評価や社会調査を担当する社会経済専門家が、協力して環境経済評価を実施するのが現実的であろう。

もちろん、環境社会面の状況が十分把握されていない初期調査段階から環境経済評価を行うには限度があり、環境影響評価の実施にともない明らかになってくる環境的インパクトなどの精査

された情報が不可欠である。その点でも環境専門家と社会経済専門家との密な情報・データ交換は重要であるが、これらが当初より計画的に進められなかったりボタンの掛け違いが生じた場合、無駄な後戻りや調査期間内に重要な環境項目について経済評価を終えられないといった最悪のケースもありうる。

数件の事例の「課題」に記したように、これまでの研究や調査においても、基礎とすべき定量的環境データが入手できなかつたり、プロジェクトと環境影響の因果関係についての調査が不十分であったため、包括的な経済評価結果を左右しそうな環境項目の貨幣価値化ができなかつたケースは多い。逆に、環境面のデータは完全であったが、それらを貨幣価値額に加工するための社会経済関係資料の収集がなされていないこともある。たとえば、通常の農林業セクターの社会経済調査ではあまり重視されない医療関連経費、観光客数、不動産価格、労働・通勤時間、自然災害規模などである。

以上のような状況を回避するためには、両分野の専門家が環境経済評価の実施に向けた目的意識を共有し、評価フレームワークや必要データを網羅した調査計画を早期に準備・確認し合うことが肝要である。そして、この計画の手順に従い、従来の環境影響評価や経済評価では不必要とされていた環境経済評価用のデータ・情報収集を漏れなく行うことが大切である。

(3) 精度が高く信頼性のある情報・データの確保

環境の経済評価を適切に実施するためには、事業対象地域内外の自然環境や社会経済現況に関する詳細情報が不可欠である。これは(2)の重点事項と関連するが、日本側の努力だけでなく開発途上国側の理解と対応が鍵となる。途上国によっては地形図や土地利用データは国家機密だとしてその入手が困難であったり、長期の気象・水文データ、絶滅危惧種・貴重種の分布や生息数など、環境経済評価に必要な基礎データが整備されていないまたは存在しないことも多い。さらには、入手可能なデータであっても、その古さや管理精度の低さにより信憑性に疑問が残る場合がある²⁴。

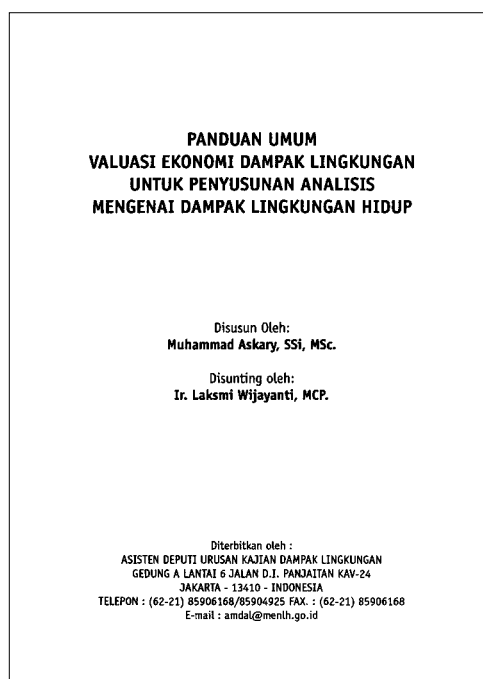
社会経済関連情報についても、人口統計調査が不十分で遊牧民や不法居住者の数はおろか、対象地域の住民人口が曖昧なこともある。また、二重貨幣制度やブラック・マーケットの存在により、公表されているミクロ・マクロ経済の各種指標や需要予測結果には歪んだ数値が含まれ、実質的な社会経済状況を十分反映しているとはいえない。

これらの問題は環境経済評価特有のものでなく、環境影響評価やプロジェクト評価を含むすべての開発調査業務が直面する課題である。しかし、環境的側面と経済的側面をあわせもつと同時に貨幣価値による定量化が求められる環境経済評価においては、必要なデータ・情報の不在や低い信頼性はさらに深刻で、環境経済評価自体の存在意義さえも疑問視されかねない状況に陥るであろう。実はここにこそ、これまで積極的に環境経済評価が開発調査に導入されてこなかった一因があると思われる。

²⁴ 長谷川基裕他(2004) p. 21

このような状況を改善するため、中長期的には、開発途上国にも環境経済評価の重要性を十分理解してもらい、途上国においても必要となるデータが適切に蓄積されるシステムを構築したりデータのサンプリング手法を確立するための地道な技術協力や資金援助を検討しなければならない。もちろん、途上国のなかには、環境社会的側面も含めた経済評価の有用性をすでに認識し、環境経済評価指針を作成・公表している国々も見受けられる。たとえば、インドネシアは本研究でもレビューされた評価諸手法を導入した実施ガイドライン（インドネシア語、計46ページ）を2001年に作成している（図4-4を参照）。短期的には、地域住民からの聞き取り調査により補足したり類似事例における蓄積データを援用することで、担当専門家が可能な限り現実的な判断を下すことが求められる。類似事例を重視することは、蓄積データが乏しいにもかかわらず一定の制約条件のなかで行わざるをえない環境経済評価においてたいへん重要であり、6-4節で言及した「便益移転」にもつながるものである。

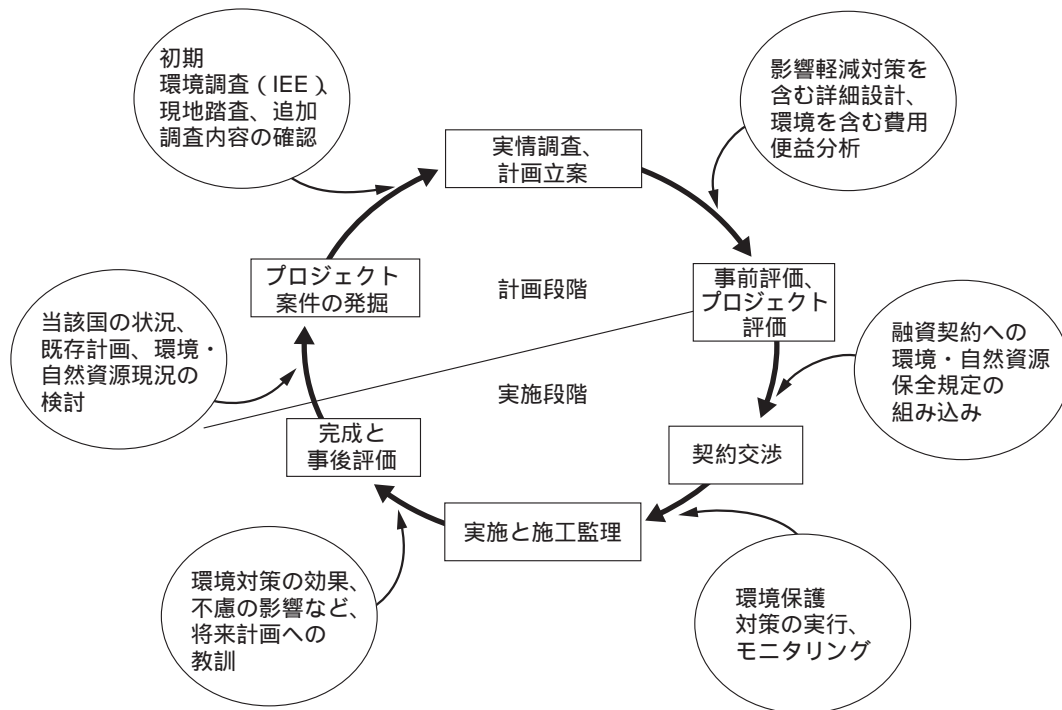
図4-4 インドネシア作成の環境経済評価ガイドラインの表紙



(4) プロジェクト・サイクルや開発調査段階ごとの環境経済評価レベル

開発途上国における開発援助プロジェクトは、おおよそ図4-5に示されたようなサイクルで実施されており、農林業分野における環境経済評価もこの枠組みのなかに適切に配置されなくてはならない。残念ながら、本章で取り上げた事例のほとんどは、どの段階を目的に行われる評価であるかといった位置づけを明示していない。計画段階で環境経済評価が導入されることは当然であるが、実施段階の中間地点でも事業効果をフォローするモニタリングの一環として行ったり、将来案件に向け基礎データや参考資料を得るため実施最終段階の事後評価の1つのコンポーネントとして実施することも非常に有効と考えられる。

図 4 - 5 開発援助プロジェクトの標準的プロジェクト・サイクル



出所：ジョン・ディクソン他（2000）p. 14

実施段階での中間評価や事後評価での導入にあたっては、そのための専門家や調査経費が確保できさえすれば、プロジェクト実施による環境や社会経済にかかわる事象が表面化しているため、データ収集や環境影響の貨幣価値化が比較的容易に進むと予想される。一方、計画段階での実施においては、上記の重点事項（2）や（3）に示したデータ収集上の課題があるほか、計画構想立案、マスタープラン調査、フィージビリティ調査、基礎・詳細設計などの各段階において事業計画そのものの熟度が異なることから、環境経済評価の精度や対象範囲も異なってくる。

この点については、開発調査各段階の目的や環境経済評価を実施するにあたっての環境調査と社会経済調査の関係をふまえる必要がある。計画構想立案やマスタープラン段階では、計画内容の具体性が低いなか、代替案の比較や定性的な妥当性評価がめざされる。また、環境調査や社会経済調査も幅広い概要的なものである。環境分野では初期環境調査（IEE）や戦略的環境アセスメント（SEA）である。そのため、環境経済評価を行うにしても、代替案ごとの環境社会的費用をオーダーレベルで概算し比較の参考データとするにとどまることが現実的であろう。また、計画案が絞られるフィージビリティ調査段階では、本格的な環境影響評価や経済評価が開始されることから、環境社会面を含む費用便益分析も視野に入れた精度の高い環境経済評価が望まれる。計画内容がほとんど固まってしまっている基礎・詳細設計段階に至っては、本来の環境経済評価の意義は半減されるのであるが、実際の事業実施に向け、より厳密で信頼性の高い環境的便益や費用の算定額を提示することで、地域住民、関係自治体、監督省庁などの地元の十分な理解を得ることができよう。

誤解を恐れずにいえば、社会経済調査や従来の経済分析・評価の精度が低くてもある程度の環境経済評価を進めることは可能であるが、環境影響評価を含む環境調査の成果が出ていない場合には環境経済評価は「絵に描いた餅」になってしまうであろう。そのため、開発調査において環境経済評価を導入するにあたってその規模、精度、対象範囲を設定する際には、制限要素となる環境調査の内容や精度に合わせていくという方針が重要と考える。

(5) 環境経済評価のためのフレームワークや算定モデル式の構築

環境経済評価の実施にあたっては、これまで述べたようにデータ収集が非常に重要である。しかし、闇雲にデータを集めることは非能率的でありいたずらに調査期間を費やしてしまうことになる。効率的、計画的にデータ収集を行うためには、できるだけ早い段階で対象とする環境項目、評価の考え方、評価手法、評価手順、算定モデル式、計算仮定、経済評価基準などからなる評価全体のフレームワークを構築し、そのなかで必要となるデータの種類、精度、データ年度、可能な情報源などを明確にしておくことが必要である。

事例からもわかるように、農林業プロジェクトの環境経済評価においてはほとんどすべての環境経済評価手法が適用可能であるが、そのなかから最適な手法を選定する際には、各手法でどのようなデータが必要であり、それらの入手が容易であるかどうかが決め手となろう。また、手法ごとに算定モデル式や統計処理方法はさまざまであり、データ入手難易度に応じそれらをあらたに構築していくことが求められるケースも多い。事例からも明らかなように、特に自然生態系への影響や非利用価値にかかわる評価が多い農林業プロジェクトを対象とする場合には、サーベイ法に用いるアンケート設計や統計分析手法の検討が不可欠となる。

ここでは、グッド・プラクティスとしても取り上げた「トンダノ流域管理計画」事例で作成された環境経済評価の環境項目別フレームワークを参考資料として添付した（表 4・8 ~ 4・15 参照）。環境的便益計算に使われたものであるが、環境価値がもたらされることが便益でそれを失うことが費用であるから、環境的費用計算にも援用できる。評価の考え方、計算モデル、必要データなどが含まれており、構築すべきフレームワークや収集すべきデータ類のイメージを把握する一助となろう。これらのフレームワークをより正確に理解できるよう、トンダノ流域管理計画調査の背景、概要などを右記に再整理した。

これ以外にも、JICA がこれまで実施した開発調査案件のなかで、真正面から本格的な環境経済評価に取り組んだ事例としては、以下のプロジェクトが挙げられる。農林業セクターではないが、これらも参考となる。

インドネシア、ジャカルタ市大気汚染総合対策計画（1997 年）

ベトナム、ハロン湾環境管理計画（1999 年）

ラトビア、ルバナ湿地帯総合管理計画（2000 年）

イラン、アンザリ湿原生態系保全総合管理計画（2004 年現在、調査実施中）

インドネシア トンダノ流域管理計画調査

1. 調査の経緯

トンダノ流域は、トンダノ湖までの上流域とトンダノ湖から河口までの下流域の2流域に分かれる。上流域には、バナセン川やサルワンコ川などがあり、トンダノ湖の供給源であるとともに、周辺水田への灌漑水供給や近辺村落の生活用水源としての役割を担っている。トンダノ湖は、その貯留機能からマナド市やトンダノ市への上水供給、洪水の一時貯留、内水面漁業など多面的な公益的機能を有し、同州の地域経済発展に大きく寄与している。一方、下流域には、トンダノ湖に源を發したトンダノ川があり、トンセアラマ、タンガリ No. 1 およびタンガリ No. 2 の3カ所の発電所が建設され、州都マナドほか北スラウェシ州北部の主要都市への電力供給源になっている。現在、4番目の発電所の建設計画が同州の優先計画の1つとして取り上げられている。

トンダノ流域は、このように地域経済の持続的発展に必要不可欠なものであるが、その急峻な地形、強い降雨強度などの自然条件に加え、不適切な土地利用、未熟な営農技術などによる土壌浸食が懸念され、流域のもつ機能の維持が危惧されている。特にトンダノ湖の堆積状況の悪化による上記公益的機能の低下が危ぶまれ、適切な流域管理対策を早急に講じることが強く求められている。

このような背景のもと、1997年10月に、インドネシア国政府はわが国に本調査にかかる技術協力を要請した。この要請に応じて、1999年9月に、わが国は事前調査団をインドネシアに派遣した。事前調査団は、要請背景、内容および調査範囲の確認ののち、1999年9月20日に調査に関する実施細目に関する議事録を造林社会林業総局と交わした。

2. 調査の目的

調査の目的は、a) トンダノ流域を対象として、既存の土地利用計画の見直しおよび提言を目的とした流域保全計画策定にかかわるマスタープラン調査を実施すること、b) さらに、この調査から選定されたインテンシブエリアを対象として、流域の水土保全機能を図り、荒廃の危険性を回避することを目的とし、住民参加を取り入れたトンダノ流域保全計画策定にかかわるフィージビリティ調査を実施すること、そしてc) 現地調査期間内にカウンターパートに技術移転を行うことである。

3. 結論

本計画は、技術面、経済面、財務面、制度面と総合的観点から評価し、妥当と判断された。技術面においては現地で調達しうる資材を用いた簡易な構造物を採用し、県レベルで十分に対応できるものである。経済面においては、EIRRが7.0%と算定されたが、本計画が貢献すると考えられる漁業、学術教育、生態系などへの付加価値や非利用価値が便益として反映されていないことを勘案すると、経済的に妥当であると判断できる。財務面では、FIRRが7.9%と算定されたが、本計画が金銭的収益を生み出さない流域保全策であり、公的な非営利機関が実施するものであることから、財務的にも妥当と判断する。制度面においては、本計画の実施により、組織間調整の円滑化、林業関連部局と連携した住民参加の促進、普及活動の質的・量的改善、将来に向けた流域管理の展開、意識変革、および地元関心度の高揚に大きく寄与することが確認された。

4. 提言

上記結論、マスタープラン調査ならびにフィージビリティ調

査を通じて得られた流域保全への要請からみて、本事業計画ができる限り早期に実施されるよう提言された。特に、事業の早期実施を実現し、事業の持続性を確かなものとするために、下記事項が考慮されなければならないとされた。

(1) 流域保全委員会と流域保全局の早期設立

トンダノ湖を含むトンダノ地域の流域保全には、多くの機関が関係する。適切な流域保全のためには、多部門による協調が不可欠である。現在のPTPA(州水利調整委員会)およびPPTPA(流域水利調整委員会)の責務が水利権の配分、洪水対策、および短期的な経済便益のみをねらった管理対策に限定されていることから、流域保全のための委員会の設置を提言する。また、この委員会の提言を実施する流域保全局を州林務部に設置することもあわせて提言する。

(2) コミュニティ林の早急な確立

現在、農業を営む村人たちによる違法な侵入を受けているソブタン保安林内の約30haに対し、いっそうの拡大を防ぎ、森林機能を回復するためにコミュニティ林を早急に設立することが必要である。侵入農家との非公式な話し合いにより、コミュニティ林の概略的な構想には、農家の基本的合意が得られている。このため、県林務部が緊急にコミュニティ林の設立の指導的役割を担うよう提言する。

(3) 既存資料の整理

トンダノ流域については、各種の政府機関により、今までに多くの技術的および社会経済的調査研究がなされている。しかしながら、これらの調査研究成果はそれぞれの機関に保存されており、効果的に利用されていない。トンダノ流域保全委員会およびモニター・評価システムの設立と相まって、各関係機関がこれらの各調査研究成果のコピーをそれぞれ保有するよう提言する。

(4) 地方分権政策のもとでの地方政府の早急な整備

地方分権政策により、行政権限は次第に県段階へ移譲されつつあるが、県林務部では新しい法規が施行されていないため、いまだ従前の法規を使用している。このため、各種の施策が地方分権政策の理念に適合していない。したがって、適切な流域保全を実現するために、新しい法規ができるだけすみやかに発布されるよう提言する。

(5) コミュニティ・エンパワメントの早期実施

流域保全を持続的に維持するためには、コミュニティによる積極的な自然資源管理と問題解決に向けた活動を推進することである。しかしながら、コミュニティが流域保全の貢献者や実施者として役割を担っていくには、いまだ多くの制約が残されている。この制約を解決していくために、コミュニティを早急に強化することが提言される。

(6) トンダノ下流域に対する本流域保全計画の適用

フィージビリティ調査はトンダノ湖周辺のインテンシブエリアについて実施された。調査の結果に基づき、流域保全計画において、クリティカルランドまたは潜在的クリティカルランドおよび保安林に対する対応策が提案されている。本調査外のトンダノ下流域にも、同様の問題が潜在していることから、本調査において提案されている諸対策をトンダノ下流域へも適用するよう提言する。

出所：国際協力機構(2001)(要約)より作成。

表 4 - 8 水資源増加による便益

Beneficial Function	Increased water resources																													
<p>Qualitative Description</p>	<p>* It may be assumed that development water discharge (incremental water discharge usable during the dry season) is equal to an average outflow of groundwater fostered by incremental vegetation attributed to the WCP measures. Therefore, benefit of the water fostering function of the incremental vegetation is evaluated with costs necessary to obtain the same development discharge from irrigation dams (construction and O & M costs of irrigation dams).</p> <p>* Natural vegetation in the watershed fosters groundwater for use in the watershed area and the downstream. And the fostered water flows into rivers and lakes, contributing to stabilization of discharged water amount there. So, loss of the vegetation affects the groundwater utilization and river discharge, decreasing products of agricultural and fishery sectors using water as key input. These industrial production losses can be taken as value of the water fostering function of the vegetation.</p>																													
<p>Selected Evaluation Method and Typical Equation</p>	<p>Increased water resources => Change in environmental quality => Human habitat => 取替原価法 [Benefit attributed to increased water resources] = [Incremental vegetation area] x [Average unit groundwater outflow of vegetation] x x [(Annual construction cost of irrigation dam per unit development discharge) + (Annual O&M cost of irrigation dam per unit development discharge)]</p> <p>Increased water resources => Measurable change in production => Non-distorted market prices => 生産高変化法 [Benefit attributed to increased water resources] = [Incremental vegetation area] x [Fostered groundwater per unit vegetation] x [Contribution rate of unit groundwater to each sectoral production]</p>																													
<p>Data and Assumption</p>	<p><Fostered Groundwater and Development Water Discharge></p> <p>(a) Average net penetration rate of the incremental vegetation between the with-WCP afforested condition and the without-WCP natural one in the target year (??) = 1.0 % 0.01 (Source : Soil test implemented by the JICA Study Team, November 2000) * It was identified that there was no difference of infiltration rate among the East, West and South Areas. * It is assumed that all the incremental vegetation land has a similar penetration rate.</p> <p>(b) Estimated incremental vegetation area = 200 ha = 2,000,000 m²</p> <table border="1" data-bbox="427 860 1270 969"> <thead> <tr> <th>Site</th> <th>Purpose (tree species)</th> <th>Area (ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Upper part of the encroached area</td> <td>Protection forest (pine & multi-purpose trees)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Inside of the protection forest *</td> <td>Enrichment planting (multi-purpose trees & cempaka)</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Private lands</td> <td>Fuel wood plantation (gamal & kaliandra)</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total incremental vegetation area (ha)</td> <td>200</td> </tr> </tbody> </table> <p>* The area is estimated assuming that trees are planted with 3-m interval, since they are planted intermittently at the logged-over spots in the protection forest.</p> <p>(c) Average annual precipitation in the Tondano watershed = 1,869 mm/year = 1.9 m/year (Sources : Meteorological & Geophysical Agency, and National Electric Power Corporation)</p> <p>(d) Average annual fostered groundwater = a x b x c = 37,380 m³/year</p> <p>(e) Discharging rate from the groundwater to the rivers = 27 % 0.27 (Source : Phase-I Study of the JICA Study Team)</p> <p>(f) Water discharge contributing to stable water flow in rivers and lakes = d x e = 10,093 m³/year</p> <p>(g) Development water discharge of the incremental vegetation = f / (365 days x 24 hours x 60 minutes x 60 seconds) 0.00032 m³/s</p> <p><Construction and O & M Costs of Irrigation Dams per Unit Development Water Discharge></p> <p>(h) Construction costs of irrigation dams per unit development water discharge = 18,460,000,000 Rp./m³/s (in 2000 price) (Sources : SSIMP-III Project in the South Sulawesi Province)</p> <p>(i) Depreciation period for the irrigation dam = 20 years (Source : Pelaparado Dam, Small Scale Irrigation Management Project, Indonesia)</p> <p>(j) Market interest rate = 15.9 % 0.16</p> <table border="1" data-bbox="427 1352 1370 1417"> <thead> <tr> <th>Bank</th> <th>State banks</th> <th>Regional government</th> <th>Private natio.</th> <th>Foreign</th> <th>Commercial</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rp. time deposit interest rate (%/year) in 1999/2000</td> <td>15.4</td> <td>14.9</td> <td>20.3</td> <td>13.1</td> <td>15.6</td> <td>15.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>(Source : Indonesian Financial Statistics Vol.II No.8, Bank Indonesia, August 2000)</p> <p>(k) Annual depreciation costs of irrigation dams per unit development water discharge = h x j x (1 + J)ⁱ / [(1 + j)ⁱ - 1] = 3,089,120,333 Rp./m³/year</p> <p>(l) Annual O & M costs of irrigation dams per unit development water discharge = k x 0.01 30,891,203 Rp./m³/year * The annual O & M costs of a irrigation dam is assumed to be 1 % of its annual depreciation cost.</p> <p>(m) As for the benefit evaluation by the change-in-productivity method, a supplementary survey would be needed to collect necessary data and information.</p>	Site	Purpose (tree species)	Area (ha)	Upper part of the encroached area	Protection forest (pine & multi-purpose trees)	10	Inside of the protection forest *	Enrichment planting (multi-purpose trees & cempaka)	40	Private lands	Fuel wood plantation (gamal & kaliandra)	150	Total incremental vegetation area (ha)		200	Bank	State banks	Regional government	Private natio.	Foreign	Commercial	Average	Rp. time deposit interest rate (%/year) in 1999/2000	15.4	14.9	20.3	13.1	15.6	15.9
Site	Purpose (tree species)	Area (ha)																												
Upper part of the encroached area	Protection forest (pine & multi-purpose trees)	10																												
Inside of the protection forest *	Enrichment planting (multi-purpose trees & cempaka)	40																												
Private lands	Fuel wood plantation (gamal & kaliandra)	150																												
Total incremental vegetation area (ha)		200																												
Bank	State banks	Regional government	Private natio.	Foreign	Commercial	Average																								
Rp. time deposit interest rate (%/year) in 1999/2000	15.4	14.9	20.3	13.1	15.6	15.9																								
<p>Applied Equation and Estimated Benefit</p>	<p>[Benefit attributed to increased water resources in the target year by the replacement-cost method] = [Development water discharge of the incremental vegetation] x [(Annual depreciation costs of irrigation dams per unit development water discharge) + (Annual O & M costs of irrigation dams per unit development water discharge)] = g x (k + l) = 998,511 Rp./year (in 2000 price)</p>																													

出所：国際協力機構（2001）(Volume-) p. LT-1

表 4 - 9 水質保全による便益

Beneficial Function	Conserved water quality																																
Qualitative Description	<p>* The value of water quality can be assessed to be the incremental cost of treating the water so that it is suitable for downstream uses. The level of treatment depends on the downstream use. For example, irrigation water does not require the same level of purity as drinking water, so the cost of treating water for use in agriculture would be less than drinking water supply.</p> <p>* Removal of suspended solids is the largest incremental cost for restoring water quality in the Tondano lake to suitable quality for downstream users. The incremental cost can be calculated as the extra alum or lime, filter capacity, treatment plant operation costs, etc. needed to treat the excess suspended solids, as compared with the quantities needed to treat the suspended solids that are naturally present in the water.</p>																																
Selected Evaluation Method and Typical Equation	<p>Conserved water quality => Change in environmental quality => Water quality => 取替原価法 or 防止支出法</p> <p>[Benefit from pollutant abatement]</p> <p>= [Reduced water pollutants] x [Unit cost for construction and operation of water filter plant to remove the pollutants]</p>																																
Data and Assumption	<p>(a) Run-off water-pollution loads into the Tondano Lake due to soil erosion in the target year without WCP</p> <table border="1" data-bbox="539 521 1297 566"> <thead> <tr> <th>Pollutant</th> <th>Suspended Solids (SS)</th> <th>Total Nitrogen (T-N)</th> <th>Total Phosphorus (T-P)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Loads (kg/day)</td> <td>27</td> <td>not available</td> <td>not available</td> </tr> </tbody> </table> <p>(b) Run-off water-pollution loads into the Tondano Lake due to soil erosion in the target year with WCP</p> <table border="1" data-bbox="539 577 1297 622"> <thead> <tr> <th>Pollutant</th> <th>Suspended Solids (SS)</th> <th>Total Nitrogen (T-N)</th> <th>Total Phosphorus (T-P)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Loads (kg/day)</td> <td>24</td> <td>not available</td> <td>not available</td> </tr> </tbody> </table> <p>(Source of a and b : Phase-I Study of the JICA Study Team, 2000)</p> <p>(c) Net WCP's contribution to the pollutant abatement in the Tondano Lake with soil erosion control in the target year = a - b</p> <table border="1" data-bbox="539 656 1297 701"> <thead> <tr> <th>Pollutant</th> <th>Suspended Solids (SS)</th> <th>Total Nitrogen (T-N)</th> <th>Total Phosphorus (T-P)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Loads (kg/day)</td> <td>3</td> <td>not available</td> <td>not available</td> </tr> </tbody> </table> <p>(d) Average unit cost to abate water pollution load through simple treatment facilities (in 2000 price)</p> <table border="1" data-bbox="539 712 1297 757"> <thead> <tr> <th>Pollutant</th> <th>Suspended Solids (SS)</th> <th>Total Nitrogen (T-N)</th> <th>Total Phosphorus (T-P)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cost (US\$/kg)</td> <td>0.004</td> <td>6</td> <td>49</td> </tr> </tbody> </table> <p>(Sources : Adjusted for the Indonesian economic situation taking account of different foreign exchange rates, commodity price levels and domestic product levels, based on data from the studies on treatment costs for rural area (1995), the Biwa Lake (1992) in Japan and the Min River in China (1997) as well as "Coastal and Marine Environmental Management for Ha Long Bay : Final Report", ADB, August 1996)</p> <p>(e) The other potential evaluation techniques such as replacement-cost method, loss-of-earnings method, and human-capital method are not applied due to lack of data for these methods and assuming that there will be little incremental damage to the future human health associated with water pollution in the lake even without WCP.</p>	Pollutant	Suspended Solids (SS)	Total Nitrogen (T-N)	Total Phosphorus (T-P)	Loads (kg/day)	27	not available	not available	Pollutant	Suspended Solids (SS)	Total Nitrogen (T-N)	Total Phosphorus (T-P)	Loads (kg/day)	24	not available	not available	Pollutant	Suspended Solids (SS)	Total Nitrogen (T-N)	Total Phosphorus (T-P)	Loads (kg/day)	3	not available	not available	Pollutant	Suspended Solids (SS)	Total Nitrogen (T-N)	Total Phosphorus (T-P)	Cost (US\$/kg)	0.004	6	49
Pollutant	Suspended Solids (SS)	Total Nitrogen (T-N)	Total Phosphorus (T-P)																														
Loads (kg/day)	27	not available	not available																														
Pollutant	Suspended Solids (SS)	Total Nitrogen (T-N)	Total Phosphorus (T-P)																														
Loads (kg/day)	24	not available	not available																														
Pollutant	Suspended Solids (SS)	Total Nitrogen (T-N)	Total Phosphorus (T-P)																														
Loads (kg/day)	3	not available	not available																														
Pollutant	Suspended Solids (SS)	Total Nitrogen (T-N)	Total Phosphorus (T-P)																														
Cost (US\$/kg)	0.004	6	49																														
Applied Equation and Estimated Benefit	<p>[Benefit attributed to water pollutant abatement in the target year by the preventive-expenditure method]</p> <p>= [Pollutant abatement in the Tondano Lake with soil erosion control]</p> <p>x [Average unit cost to abate water pollution load through simple treatment facilities]</p> <p>= c x d x 365 days =</p> <p style="text-align: right;">4 US\$/year (in 2000 price)</p>																																

出所：国際協力機構（2001）(Volume-) p. LT-2

表 4 - 10 浸食・洪水防止機能強化による便益

Beneficial Function	Strengthened erosion and flood control capacity																																				
<p>Qualitative Description</p>	<p>* In case there is stripped area without vegetation in the watershed, severe erosion will occur under heavy rainfall and its downstream water quality is degraded. So value of the vegetation's erosion control function is evaluated using construction cost of check dams to control and mitigate the washed-away soil.</p> <p>* Watershed degradation contributes to increased flooding in two ways. First, tree cutting and other land disturbance reduce the water holding capacity of the soil, causing larger peak flows of drainage after rain storms. Second, the sediment that erodes from the stripped or disturbed land fills the beds of rivers and lakes, allowing flood water to rise above the river and lake banks. The value of flood damage resulting from watershed degradation can be estimated as the value of the incremental amount of increased flooding or decreased flood control capacity. The incremental amount may be determined by comparison with conditions in undisturbed catchment areas that have similar topography, soil types, and rainfall patterns.</p> <p>* When land and buildings are damaged, the measure of damage should be calculated as the cost to restore them to their original condition. The restoration activities may include removal of mud and dust, repairing of buildings and paddy dikes, and finding temporary accommodation while the buildings are being repaired. Roads, bridges, pipelines, electrical power lines and other public infrastructure can be damaged by mud slides and flooding associated with land disturbance activities in the watershed. The value of the damage in these cases can be calculated as cost to rebuild or relocate the damaged infrastructure.</p> <p>* The loss of revenue from lost farm production is a value of the strengthened erosion- and flood-control capacity when agricultural land is covered by mud slides.</p>																																				
<p>Selected Evaluation Method and Typical Equation</p>	<p>Strengthened flood control capacity => Change in environmental quality => Human habitat => 取替原価法</p> <p>[Benefit due to reduced damage]</p> <p>= [Reduced cost to rehabilitate damages due to mud-slide and flooding]</p> <p>= [Cost to restore damaged land and building] + [Cost to remove mud and water] + [Repair cost of paddy dikes]</p> <p>+ [Cost to rebuild or relocate damaged infrastructure] + [Other expenditure in rehabilitation]</p> <p>Strengthened erosion and flood control capacity => Measurable change in agricultural production</p> <p>=> Non-distorted market prices => 生産高変化法</p> <p>[Benefit related to agriculture] = [Agricultural area protected from erosion and flood]</p> <p>x [Incremental products] x [Unit market price of product]</p> <p>Strengthened erosion control capacity => Change in environmental quality => Water quality => 防止支出法</p> <p>[Benefit attributed to reduced erosion] = [Amount of soil erosion without vegetation under WCP]</p> <p>x [Unit cost for check dam construction to control or mitigate the washed-away soil]</p>																																				
<p>Data and Assumption</p>	<p><Benefit due to Reduced Damage by the Replacement-Cost Method and the Change-in-Productivity Method></p> <p>(a) It is assumed that, during the heavy rain storm, erosion of soil from deforested areas resulted in heavy siltation of the river, clogging of water-supply intakes, and damages on local houses and roads. Deforested catchment area has raised the small stream, river and lake beds, resulting in greater quantities of runoff during heavy rain storms. Then, it contributes to flooding on some agricultural land as well.</p> <p>(b) Average annual occurrence rate of the heavy rain storms like (a) in the past 20 years = 0.21 events/year (Source : Meteorological & Geophysical Agency, and National Electric Power Corporation)</p> <p>(c) Average number of water-supply intakes damaged by flood associated with storms like (a) in the Study Area in the past 20 years = 0.028 intakes/event</p> <p>* 15 as average operation years for water-supply intakes and 2 as damaged intakes in the past are assumed.</p> <p>(d) Estimated average repair-work cost for the intakes = 80,000,000 Rp/intake (in 2000 price)</p> <p>(e) Average number of houses totally damaged by flood associated with storms like (a) in the Study Area during the 20 years = 20 houses/event</p> <p>* It is assumed that the damage only in Remboken will be mitigated with the WCP implementation.</p> <p>(f) Assumed average area of the damaged houses = 250 m²/house</p> <p>(g) Average unit price for housing construction (in 2000 price) = 1,000,000 Rp/m² (in 2000 price) (Source : BRLKT in Manado, February 2000)</p> <p>(h) Average length of roads totally damaged by flood associated with storms like (a) in the Study Area in the past 20 years = 0.1 km/event</p> <p>(i) Average total cost of road relocation = 540,000,000 Rp./km (in 2000 price) (Source : Feasibility Study Report of Highland Agriculture Development Project in West Java)</p> <p>(j) Predicted suspended solids into the Tondano Lake in the target year without WCP = 27 kg/day</p> <p>(k) Predicted suspended solids into the Tondano Lake in the target year with WCP = 24 kg/day</p> <p>(l) The present suspended solids into the Tondano Lake = 27 kg/day (Sources of j, k and l : Phase-I survey of the JICA Study Team)</p> <p>(m) Suspended solids reduction in the target year with the WCP implementation = j - k = 3 kg/day</p> <p>(n) Incremental extent of erosion and flood in the target year without the WCP implementation = j / l = 1 times</p> <p>(o) Assumed reduction rate of soil erosion and flood like (a) in the target year attributed to WCP = m / j = 0.11</p> <p>(p) Average agricultural area totally damaged by storms like (a) during the past 20 years = 7.5 ha/event</p> <p>* It is assumed that the damage on paddy only in the northern side of Lake Tondano will be mitigated with the WCP implementation.</p> <p>(q) Average local agricultural productivity (lowland paddy) = 8,960 kg/ha/year (Source : Laporan Tahunan, Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kab. Minahasa, 1998)</p> <p>(r) Average price of the agricultural product (lowland paddy) around the Study Area = 1,210 Rp./kg (in 2000 price) (Source : Farm household survey of the JICA Study Team, 2000)</p> <p><Benefit Attributed to Reduced Erosion by the Preventive-Expenditure Method></p> <p>Incremental area of vegetation and agroforestry with erosion control measures = 9,380 m²</p> <table border="1" data-bbox="470 1400 1141 1556"> <thead> <tr> <th>Incremental vegetation</th> <th>ha</th> <th>Agroforestry development</th> <th>ha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Upper part of the encroached area</td> <td>10</td> <td>AGF-I (Type I-2)</td> <td>1,900</td> </tr> <tr> <td>Inside of the protection forest</td> <td>40</td> <td>AGF-I (Type I-4)</td> <td>1,200</td> </tr> <tr> <td>Private lands</td> <td>150</td> <td>AGF-I (Type I-5)</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>200</td> <td>AGF-I (Type I-6)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>AGF-II (Type II-2)</td> <td>2,020</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>AGF-III (Type III-2)</td> <td>2,270</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Upland farming</td> <td>1,680</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Total</td> <td>9,180</td> </tr> </tbody> </table> <p>(Source : Field Report of the JICA Study Team, p.4-18)</p> <p>(t) Reduced erosion depth on average of (s) in the target year, attributed to the WCP implementation = 0.001 m/year</p> <p>(u) Annual reduction of the eroded soil in the target year = s x t = 9 m³/year</p> <p>(v) Amount of earth and sand stopped per unit concrete volume of the check dam = 40 m³ (Source : Forestry Agency of Japan, 1972)</p> <p>(w) Construction cost of the check dam per unit concrete volume = 1,136,000 Rp./m³ * The cost is estimated for wet-masonry check dam including its appurtenant work.</p> <p>(y) Construction cost of the check dam per unit amount of the eroded earth and sand = v x w = 45,440,000 Rp./m³</p>	Incremental vegetation	ha	Agroforestry development	ha	Upper part of the encroached area	10	AGF-I (Type I-2)	1,900	Inside of the protection forest	40	AGF-I (Type I-4)	1,200	Private lands	150	AGF-I (Type I-5)	100	Total	200	AGF-I (Type I-6)	10			AGF-II (Type II-2)	2,020			AGF-III (Type III-2)	2,270			Upland farming	1,680			Total	9,180
Incremental vegetation	ha	Agroforestry development	ha																																		
Upper part of the encroached area	10	AGF-I (Type I-2)	1,900																																		
Inside of the protection forest	40	AGF-I (Type I-4)	1,200																																		
Private lands	150	AGF-I (Type I-5)	100																																		
Total	200	AGF-I (Type I-6)	10																																		
		AGF-II (Type II-2)	2,020																																		
		AGF-III (Type III-2)	2,270																																		
		Upland farming	1,680																																		
		Total	9,180																																		
<p>Applied Equation and Estimated Benefit</p>	<p>A. [Benefit due to reduced damage in the target year by the replacement-cost method]</p> <p>= [Reduced cost to rehabilitate damages due to mud-slide, flooding, etc.]</p> <p>= [Cost to restore damaged land & building] + [Cost to remove mud & water] + [Repair cost of paddy dikes]</p> <p>+ [Cost to rebuild or relocate damaged infrastructure] + [Other expenditure in rehabilitation]</p> <p>= [b x (c x d + e x f x g + h x i)] x n x o = 1,260,000 Rp./year (in 2000 price)</p> <p>B. [Benefit related to agriculture in the target year by the change-in-productivity method]</p> <p>= [Agricultural area protected from erosion and flood] x [Incremental products] x [Unit market price of product]</p> <p>= (b x p x q x r) x n x o = 1,897,280 Rp./year (in 2000 price)</p> <p>C. [Benefit attributed to reduced erosion in the target year by the preventive-expenditure method]</p> <p>= [Annual reduction of the eroded soil in the target year]</p> <p>x [Construction cost of the check dam per unit amount of the eroded earth and sand] = u x y = 426,227,200 Rp./year (in 2000 price)</p> <p>* Benefit A should be added to Benefit B for the total benefit, although Benefit C cannot be added to ignore double counting.</p> <p>* Either Benefit A plus Benefit B or only Benefit C can be the total benefit exclusively.</p>																																				

出所：国際協力機構（2001）(Volume-) p. LT-3

表 4 - 11 大気質保全による便益

Beneficial Function	Conserved air quality																																
Qualitative Description	<p>* Oxygen supply function of the incremental vegetation under WCP is evaluated by calculating the oxygen weight discharged from the vegetation based on the existing research data, which is multiplied by unit market price of the industrial oxygen.</p> <p>* Amount of CO₂ absorbed by the incremental vegetation will be estimated for calculation of a total cost to remove them alternatively. This total cost is regarded as an economic value of the air purification function of the incremental vegetation.</p>																																
Selected Evaluation Method and Typical Equation	<p>Improved air quality => Change in environmental quality => air quality => 取替原価法 [Benefit from air purification] = [Amount of incremental vegetation] x {[(Annual net O₂ discharge per vegetation) x (Unit market price of O₂)] + [(Annual net CO₂ absorption per vegetation) x (Unit removal cost of CO₂)]}</p>																																
Data and Assumption	<p><O₂ Discharge of Vegetation></p> <p>(a) Market unit price of O₂ per kg in Japanese Yen = 55 Yen/kg (Source : Forestry Agency of Japan, September 2000)</p> <p>(b) Exchange rate of Rp. = 79 Rp./yen (in 2000)</p> <p>(c) Market unit price of O₂ per ton in Rp. = a x b x 1,000 kg = 4,345,000 Rp./t (in 2000 price)</p> <p>(d) Photo-synthesis formula : 6CO₂ + 6H₂O => C₆H₁₂O₆ + 6O₂</p> <p>(e) Molecular weight of cellulose (C₆H₁₂O₆) = 12 x 6 + 1 x 12 + 16 x 6 = 180</p> <p>(f) Molecular weight of oxygen (6O₂) = 6 x 16 x 2 = 192</p> <p>(g) Annual amount of produced dry cellulose (net plant products) per unit incremental vegetation under WCP (Unit : t/ha/year)</p> <table border="1" data-bbox="416 701 1321 790"> <thead> <tr> <th>Species</th> <th>Net Plant Products (m³/ha/year)</th> <th>Average</th> <th>Weight Factor</th> <th>Net Plant Products (t/ha/year)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pine</td> <td>12 ~ 27</td> <td>20</td> <td>0.7</td> <td>0.0137</td> </tr> <tr> <td>Mahogany</td> <td>7 ~ 11</td> <td>9</td> <td>0.7</td> <td>0.0063</td> </tr> <tr> <td>Kaliandra</td> <td>5 ~ 20</td> <td>13</td> <td>0.7</td> <td>0.0088</td> </tr> </tbody> </table> <p>(h) Area of the incremental vegetation attributed to the WCP implementation (Unit : ha)</p> <table border="1" data-bbox="416 801 1193 891"> <thead> <tr> <th>Typical Planted Species</th> <th>Incremental Area (ha)</th> <th>Site</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pine</td> <td>10</td> <td>Upper part of the encroached area</td> </tr> <tr> <td>Cempaka *</td> <td>40</td> <td>Inside of the protection forest</td> </tr> <tr> <td>Gamal and Kaliandra</td> <td>150</td> <td>Private lands</td> </tr> </tbody> </table> <p>* It is assumed that Cempaka has almost the same annual production amount as Mahogany.</p> <p>(i) Annual O₂ discharge from the incremental vegetation = (f / e) x g x h = 1.8 t/year</p> <p><CO₂ Absorption and Fixation of Vegetation></p> <p>(j) Unit cost of CO₂ removal per ton in Japanese Yen = 12,704 yen/t (Source : Forestry Agency of Japan, September 2000)</p> <p>(k) Unit cost of CO₂ removal per ton in Rp. = j x b = 1,003,616 Rp./t (in 2000 price)</p> <p>(l) Molecular weight of carbon dioxide (6CO₂) = 6 x (12 + 16 x 2) = 264</p> <p>(m) Annual CO₂ absorption and fixation by the incremental vegetation = (l / e) x g x h = 2.5 t/year</p> <p>(n) It is assumed that both the oxygen sold in market and that discharged from vegetation provide people with the similar services. But the benefit calculated in this way may be over-evaluated, since the sold oxygen in the container has some extra value added with a high-pressure spraying function the natural oxygen does not have, or because the incremental oxygen will be little needed due to too much oxygen on the earth.</p> <p>(o) The amount of oxygen discharge and carbon-dioxide absorption of the incremental vegetation is assumed not to fluctuate in accordance with its plant succession.</p> <p>(p) The other potential evaluation techniques such as loss-of-earnings method, and human-capital method are not applied due to lack of data for these methods and assuming that there will not be any incremental contribution to the future human health associated with the afforestation and agroforestry under WCP.</p>	Species	Net Plant Products (m ³ /ha/year)	Average	Weight Factor	Net Plant Products (t/ha/year)	Pine	12 ~ 27	20	0.7	0.0137	Mahogany	7 ~ 11	9	0.7	0.0063	Kaliandra	5 ~ 20	13	0.7	0.0088	Typical Planted Species	Incremental Area (ha)	Site	Pine	10	Upper part of the encroached area	Cempaka *	40	Inside of the protection forest	Gamal and Kaliandra	150	Private lands
Species	Net Plant Products (m ³ /ha/year)	Average	Weight Factor	Net Plant Products (t/ha/year)																													
Pine	12 ~ 27	20	0.7	0.0137																													
Mahogany	7 ~ 11	9	0.7	0.0063																													
Kaliandra	5 ~ 20	13	0.7	0.0088																													
Typical Planted Species	Incremental Area (ha)	Site																															
Pine	10	Upper part of the encroached area																															
Cempaka *	40	Inside of the protection forest																															
Gamal and Kaliandra	150	Private lands																															
Applied Equation and Estimated Benefit	<p>[Benefit from air purification in the target year by the replacement-cost method] = [Market unit price of O₂ per ton] x [Annual O₂ discharge from the incremental vegetation] + [Unit cost of CO₂ removal per ton] x [Annual CO₂ absorption and fixation by the incremental vegetation] = c x i + k x m = 10,387,389 Rp./year (in 2000 price)</p>																																

出所：国際協力機構（2001）(Volume-) p. LT-4

表 4 - 13 森林資源改善による便益

Beneficial Function	Improved forestry resources																																																																																																																													
Qualitative Description	<p>* Forests provide several valuable goods and services, including wood products, flood control by stabilizing soil, aesthetic quality and habitat for wildlife. Potential methods for calculating the value of the loss of flood control and aesthetic quality are described in the tables for the strengthened erosion & flood control capacity as well as the conserved aesthetic & recreational amenity respectively. The value of wildlife habitat could be considered to be included in the aesthetic evaluation, similar to the value of a scenic view or a clear lake.</p> <p>* The value of loss of timber and other wood products can be estimated as the overall income that would be derived from harvesting, processing, and selling the products on a sustainable basis. This income can be estimated by comparing the income from sustainable logging on land of similar area, tree types, proximity to roads and factories, etc. where watershed management has been well done.</p>																																																																																																																													
Selected Evaluation Method and Typical Equation	<p>Improved forestry resources => Measurable change in forestry production => Non-distorted market prices => 生産高変化法</p> <p>[Benefit of forest resources] = [Incremental forest land] x [Amount of incremental forest goods] x [Unit market price of forest goods]</p>																																																																																																																													
Data and Assumption	<p>(a) Incremental reforested area under the land rehabilitation within the Intensive Area of WCP as of the target year of these measures = 200 ha</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Related Measures under WCP</th> <th>Purpose</th> <th>Tree Species</th> <th>Area (ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- Upper part of the encroached area</td> <td>Protection forest</td> <td>Pine and multi-purpose trees</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>- Inside of the protection forest</td> <td>Enrichment planting</td> <td>Multi-purpose trees & Cempaka</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>- Private lands</td> <td>Fuel wood plantation</td> <td>Garnal and Kaliandra</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total incremental reforested area (= with WCP - without WCP)</td> <td>200</td> </tr> </tbody> </table> <p>(b) Assumed growth duration of the planted trees to have commercial value</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Planted Tree Species</th> <th>Products</th> <th>Range of Growth Duration (years)</th> <th>Average Duration (years)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pine</td> <td>Timber</td> <td>20 ~ 30</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Cempaka</td> <td>Timber</td> <td>20 ~ 50</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Drian</td> <td>Fruits</td> <td>5 ~ 10</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Timber</td> <td>30 ~ 50</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Gamar</td> <td>Fuel wood</td> <td>2 ~ 3</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>Kaliandra</td> <td>Fuel wood</td> <td>2 ~ 3</td> <td>2.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>(c) Assumed rate of commercial selling of the incremental forests = 1 / b</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Planted Tree Species</th> <th>Products</th> <th>1 / b</th> <th>%/year</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pine</td> <td>Timber</td> <td>0.040</td> <td>4.0</td> </tr> <tr> <td>Cempaka</td> <td>Timber</td> <td>0.029</td> <td>2.9</td> </tr> <tr> <td>Drian</td> <td>Fruits</td> <td>0.133</td> <td>13.3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Timber</td> <td>0.025</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>Gamar</td> <td>Fuel wood</td> <td>0.400</td> <td>40.0</td> </tr> <tr> <td>Kaliandra</td> <td>Fuel wood</td> <td>0.400</td> <td>40.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(d) Assumed commercial value of the forest goods around the Tondano watershed</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Planted Tree Species</th> <th>Products</th> <th>Average Retail Price in 2000 (Rp./m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pine *</td> <td>Timber</td> <td>1,736,000</td> </tr> <tr> <td>Cempaka</td> <td>Timber</td> <td>900,000</td> </tr> <tr> <td>Drian</td> <td>Fruits</td> <td>600,000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Timber</td> <td>not available</td> </tr> <tr> <td>Gamar</td> <td>Fuel wood</td> <td>1,000</td> </tr> <tr> <td>Kaliandra</td> <td>Fuel wood</td> <td>1,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>* As pine timber is not sold in the local market, log price in the international Malaysian market is applied as calculated below : US\$ 190.8 /m³ in 2000 x Rp 9,100 /\$ = Rp.1,736,280 /m³ (Source : World Bank Development Prospects, Commodity Price Data Pinksheet, December 2000)</p> <p>(e) Average volume of the forest goods in the incremental reforested area as of the target year</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Planted Tree Species</th> <th>Products</th> <th>Range of Annual Amount of Production (m³/ha/year)</th> <th>Average Amount (m³/ha/year)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pine</td> <td>Timber</td> <td>12 ~ 27</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Cempaka (Mahogany)</td> <td>Timber</td> <td>7 ~ 11</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Drian</td> <td>Fruits</td> <td>not available</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Timber</td> <td>not available</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Gamar</td> <td>Fuel wood</td> <td>not available</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Kaliandra</td> <td>Fuel wood</td> <td>5 ~ 20</td> <td>13</td> </tr> </tbody> </table>	Related Measures under WCP	Purpose	Tree Species	Area (ha)	- Upper part of the encroached area	Protection forest	Pine and multi-purpose trees	10	- Inside of the protection forest	Enrichment planting	Multi-purpose trees & Cempaka	40	- Private lands	Fuel wood plantation	Garnal and Kaliandra	150	Total incremental reforested area (= with WCP - without WCP)			200	Planted Tree Species	Products	Range of Growth Duration (years)	Average Duration (years)	Pine	Timber	20 ~ 30	25	Cempaka	Timber	20 ~ 50	35	Drian	Fruits	5 ~ 10	7.5		Timber	30 ~ 50	40	Gamar	Fuel wood	2 ~ 3	2.5	Kaliandra	Fuel wood	2 ~ 3	2.5	Planted Tree Species	Products	1 / b	%/year	Pine	Timber	0.040	4.0	Cempaka	Timber	0.029	2.9	Drian	Fruits	0.133	13.3		Timber	0.025	2.5	Gamar	Fuel wood	0.400	40.0	Kaliandra	Fuel wood	0.400	40.0	Planted Tree Species	Products	Average Retail Price in 2000 (Rp./m ³)	Pine *	Timber	1,736,000	Cempaka	Timber	900,000	Drian	Fruits	600,000		Timber	not available	Gamar	Fuel wood	1,000	Kaliandra	Fuel wood	1,000	Planted Tree Species	Products	Range of Annual Amount of Production (m ³ /ha/year)	Average Amount (m ³ /ha/year)	Pine	Timber	12 ~ 27	20	Cempaka (Mahogany)	Timber	7 ~ 11	9	Drian	Fruits	not available	---		Timber	not available	---	Gamar	Fuel wood	not available	---	Kaliandra	Fuel wood	5 ~ 20	13
Related Measures under WCP	Purpose	Tree Species	Area (ha)																																																																																																																											
- Upper part of the encroached area	Protection forest	Pine and multi-purpose trees	10																																																																																																																											
- Inside of the protection forest	Enrichment planting	Multi-purpose trees & Cempaka	40																																																																																																																											
- Private lands	Fuel wood plantation	Garnal and Kaliandra	150																																																																																																																											
Total incremental reforested area (= with WCP - without WCP)			200																																																																																																																											
Planted Tree Species	Products	Range of Growth Duration (years)	Average Duration (years)																																																																																																																											
Pine	Timber	20 ~ 30	25																																																																																																																											
Cempaka	Timber	20 ~ 50	35																																																																																																																											
Drian	Fruits	5 ~ 10	7.5																																																																																																																											
	Timber	30 ~ 50	40																																																																																																																											
Gamar	Fuel wood	2 ~ 3	2.5																																																																																																																											
Kaliandra	Fuel wood	2 ~ 3	2.5																																																																																																																											
Planted Tree Species	Products	1 / b	%/year																																																																																																																											
Pine	Timber	0.040	4.0																																																																																																																											
Cempaka	Timber	0.029	2.9																																																																																																																											
Drian	Fruits	0.133	13.3																																																																																																																											
	Timber	0.025	2.5																																																																																																																											
Gamar	Fuel wood	0.400	40.0																																																																																																																											
Kaliandra	Fuel wood	0.400	40.0																																																																																																																											
Planted Tree Species	Products	Average Retail Price in 2000 (Rp./m ³)																																																																																																																												
Pine *	Timber	1,736,000																																																																																																																												
Cempaka	Timber	900,000																																																																																																																												
Drian	Fruits	600,000																																																																																																																												
	Timber	not available																																																																																																																												
Gamar	Fuel wood	1,000																																																																																																																												
Kaliandra	Fuel wood	1,000																																																																																																																												
Planted Tree Species	Products	Range of Annual Amount of Production (m ³ /ha/year)	Average Amount (m ³ /ha/year)																																																																																																																											
Pine	Timber	12 ~ 27	20																																																																																																																											
Cempaka (Mahogany)	Timber	7 ~ 11	9																																																																																																																											
Drian	Fruits	not available	---																																																																																																																											
	Timber	not available	---																																																																																																																											
Gamar	Fuel wood	not available	---																																																																																																																											
Kaliandra	Fuel wood	5 ~ 20	13																																																																																																																											
Applied Equation and Estimated Benefit	<p>[Benefit of forest resources in the target year by the change-in-productivity method]</p> <p>= [Incremental reforest area] x [Amount of incremental forest products] x [Unit market price of forest products]</p> <p>= [Incremental reforest area] x [(Rate of commercial selling) x (Average tree volume)] x [Average unit value of wood production]</p> <p>= a x c x d x e = 23,547,943 Rp./year (in 2000 price)</p>																																																																																																																													

出所：国際協力機構（2001）(Volume-) p. LT-6

表 4 - 14 漁業資源改善による便益

Beneficial Function	Conserved or improved fishery resources																																				
Qualitative Description	<p>* Siltation of river/lake beds and other fish habitat is the main source of environmental damage that poor watershed management causes to fishery resources. Top soil is eroded during heavy rain, and the sediment drains into these sensitive aquatic areas decreasing their ability to support fish life. The value of the damage to fishery resources may be estimated as the loss of fishing income caused by the siltation of fish habitat.</p> <p>* The loss of fishing income may be estimated directly or indirectly. If historical records are available, it may be possible to directly estimate the reduction in fishing income. But these results may be unreliable because such factors as improved fishing techniques and boats, increase in the sale price of fish, and increases in the number of people who work in the fishing industry must all be considered. In addition, this direct estimate may unfairly bias against the watershed management, because the other factors such as over-harvesting and pollution from the inland fishery itself may have contributed to the decline in fishing. Consequently, an indirect method of comparison would probably give better results.</p>																																				
Selected Evaluation Method and Typical Equation	<p>Conserved or improved fishery resources => Measurable change in fishery production => Non-distorted market prices => 生産高変化法</p> <p>[Benefit of fishery resources] = [Conserved or improved water area] x [Amount of incrementally caught fish and other fishery products] x [Unit market price of the fish and other fishery products]</p>																																				
Data and Assumption	<p>(a) Average market price of fish and other fishery products caught in the Tondano Lake (Rp./kg in 2000 price)</p> <table border="1" data-bbox="510 672 1165 750"> <thead> <tr> <th>Main Fishery Product / Market Site</th> <th>Langowan</th> <th>Tondano</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a1. Tilapia (Nila)</td> <td>10,000</td> <td>10,000</td> <td>10,000</td> </tr> <tr> <td>a2. Carp (Ikan Mas)</td> <td>10,000</td> <td>12,500</td> <td>11,250</td> </tr> </tbody> </table> <p>(Source : Interview data by the Study Team in Langowan and Tondano Sub-districts, 2000)</p> <p>(b) Average annual productivity of fishery products from the Tondano Lake (kg/year)</p> <table border="1" data-bbox="510 784 1308 884"> <thead> <tr> <th>Fish Production/year</th> <th>1995</th> <th>1996</th> <th>1999</th> <th>2000</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>b1. Tilapia (Nila)</td> <td>2,534,000</td> <td>2,146,200</td> <td>1,895,600</td> <td>1,493,100</td> <td>2,017,225</td> </tr> <tr> <td>b2. Carp (Ikan Mas)</td> <td>1,086,000</td> <td>919,800</td> <td>812,400</td> <td>639,900</td> <td>864,525</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>3,620,000</td> <td>3,066,000</td> <td>2,708,000</td> <td>2,133,000</td> <td>2,881,750</td> </tr> </tbody> </table> <p>(Source : Dinas Perikanan Tondano)</p> <p>* It is assumed that a production ratio for the net cage culture (30 % for carp and 70 % for Tilapia) is applicable to the above.</p> <p>(c) Estimated ratio of negatively affected fish habitat in the Tondano Lake in the target year without WCP = not available (?? %) (Source : Estimation based on a simple model in "Ecological Study for Chubu International Airport", Japan, 1998)</p> <p>(d) Predicted suspended-solids load into the Tondano Lake in the target year with the WCP implementation = 24 kg/day</p> <p>(e) Predicted suspended-solids load into the Tondano Lake in the target year without the WCP implementation = 27 kg/day (Source of d and e : Phase-I Study of the JICA Study Team, 2000)</p> <p>(g) Assumed decrease rate of fishery catch from the Tondano Lake in the target year without the WCP implementation = $d \times (f - e) / f =$ #VALUE! (?? %)</p>	Main Fishery Product / Market Site	Langowan	Tondano	Average	a1. Tilapia (Nila)	10,000	10,000	10,000	a2. Carp (Ikan Mas)	10,000	12,500	11,250	Fish Production/year	1995	1996	1999	2000	Average	b1. Tilapia (Nila)	2,534,000	2,146,200	1,895,600	1,493,100	2,017,225	b2. Carp (Ikan Mas)	1,086,000	919,800	812,400	639,900	864,525	Total	3,620,000	3,066,000	2,708,000	2,133,000	2,881,750
Main Fishery Product / Market Site	Langowan	Tondano	Average																																		
a1. Tilapia (Nila)	10,000	10,000	10,000																																		
a2. Carp (Ikan Mas)	10,000	12,500	11,250																																		
Fish Production/year	1995	1996	1999	2000	Average																																
b1. Tilapia (Nila)	2,534,000	2,146,200	1,895,600	1,493,100	2,017,225																																
b2. Carp (Ikan Mas)	1,086,000	919,800	812,400	639,900	864,525																																
Total	3,620,000	3,066,000	2,708,000	2,133,000	2,881,750																																
Applied Equation and Estimated Benefit	<p>[Benefit of fishery resources in the target year by the change-in-productivity method]</p> <p>= [Total of (Average market price of fish and other fishery products) x (Average annual productivity of fishery products)] x [Area of the Tondano Lake] x [Assumed decrease rate of fishery catch from the Tondano Lake] = (a1 x b1 + a2 x b2) x g = #VALUE! Rp./year (in 2000 price)</p>																																				

出所：国際協力機構（2001）(Volume-) p. LT-7

表 4 - 15 農業資源改善による便益

Beneficial Function	Improved or conserved agricultural resources																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Qualitative Description	* Under the proposed land use of WCP, there will be no incremental agricultural land in the Intensive Area. However, the extension program of agroforestry technology will increase productivity of the existing agricultural land. This can be a major benefit of WCP, so that the incremental agricultural products between with-project and without-project are evaluated with non-distorted market prices.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Selected Evaluation Method and Typical Equation	Improved agricultural resources => Measurable change in agricultural production => Non-distorted market prices => 生産高変化法 [Benefit of agricultural resources] = [Agroforestry area] x [Amount of incremental agricultural goods] x [Unit market price of agricultural goods]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Data and Assumption	<p>(a) Area, yield, international price, and production cost of main tradable products without- and with-agroforestry within the Intensive Area as of the target year</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Products</th> <th colspan="2">Area (ha)</th> <th colspan="2">Yield (kg/ha/year)</th> <th colspan="2">International Market Price in 2000</th> <th colspan="2">Production Cost (Rp./ha/year)</th> </tr> <tr> <th>a1. Without</th> <th>a2. With</th> <th>a3. Without</th> <th>a4. With</th> <th>(US\$/kg)</th> <th>a5. (Rp./kg, Rp 9,100/\$)</th> <th>a6. Without</th> <th>a7. With</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Paddy</td> <td>1,021</td> <td>1,021</td> <td>4,800</td> <td>5,040</td> <td>0.17</td> <td>1,547</td> <td>3,304,000</td> <td>3,372,000</td> </tr> <tr> <td>Maize</td> <td>5,343</td> <td>4,955</td> <td>2,900</td> <td>3,050</td> <td>0.09</td> <td>819</td> <td>2,547,000</td> <td>2,578,000</td> </tr> <tr> <td>Coffee</td> <td>141</td> <td>270</td> <td>950</td> <td>1,000</td> <td>0.09</td> <td>819</td> <td>3,060,000</td> <td>3,398,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>(Source : World Bank Development Prospects, Commodity Price Data Pinksheet, December 2000)</p> <p>(b) Incremental net benefits of the main tradable agricultural products between without-agroforestry and with-agroforestry in the target year $= \sum [a2 \times (a4 \times a5 - a7) - a1 \times (a3 \times a5 - a6)] =$ 456,887,780 Rp./year</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tradable Agricultural Product</th> <th>Paddy</th> <th>Maize</th> <th>Coffee</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Incremental net benefits (Rp./year)</td> <td>309,648,880</td> <td>521,813,950</td> <td>-374,575,050</td> <td>456,887,780</td> </tr> </tbody> </table> <p>(c) Incremental net benefits of the other products between without- and with-agroforestry in the target year = 3,568,309,000 Rp./year</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Products</th> <th colspan="2">Area (ha)</th> <th colspan="2">Return (Rp.000/ha/year)</th> <th colspan="2">Total Return (Rp.000/year)</th> <th rowspan="2">Incremental Benefit (Rp.000/year) c5 - c4</th> </tr> <tr> <th>c1. Without</th> <th>c2. With</th> <th>c3. Without</th> <th>c4. With</th> <th>c4. Without (c1 x c3)</th> <th>c5. With (c2 x c4)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ground nut</td> <td>323</td> <td>600</td> <td>1,180</td> <td>1,248</td> <td>381,140</td> <td>748,800</td> <td>367,660</td> </tr> <tr> <td>Cowpea</td> <td>129</td> <td>360</td> <td>1,230</td> <td>1,355</td> <td>158,670</td> <td>487,800</td> <td>329,130</td> </tr> <tr> <td>Cassava</td> <td>32</td> <td>0</td> <td>350</td> <td>350</td> <td>11,200</td> <td>0</td> <td>-11,200</td> </tr> <tr> <td>Vegetables</td> <td>341</td> <td>485</td> <td>3,915</td> <td>4,305</td> <td>1,335,356</td> <td>2,087,925</td> <td>752,569</td> </tr> <tr> <td>Clove</td> <td>1,466</td> <td>2,571</td> <td>1,685</td> <td>1,775</td> <td>2,470,210</td> <td>4,563,525</td> <td>2,093,315</td> </tr> <tr> <td>Coconut</td> <td>185</td> <td>82</td> <td>70</td> <td>120</td> <td>12,950</td> <td>9,840</td> <td>-3,110</td> </tr> <tr> <td>Other estate crops</td> <td>110</td> <td>165</td> <td>1,580</td> <td>1,633</td> <td>173,800</td> <td>269,445</td> <td>95,645</td> </tr> <tr> <td>Fruits</td> <td>228</td> <td>250</td> <td>500</td> <td>500</td> <td>114,000</td> <td>125,000</td> <td>11,000</td> </tr> <tr> <td>Trees</td> <td>1,749</td> <td>922</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>174,900</td> <td>92,200</td> <td>-82,700</td> </tr> <tr> <td>Hedgerow crop</td> <td>198</td> <td>358</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>19,800</td> <td>35,800</td> <td>16,000</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>4,761</td> <td>5,793</td> <td>10,711</td> <td>11,486</td> <td>4,852,026</td> <td>8,420,335</td> <td>3,568,309</td> </tr> </tbody> </table> <p>(d) Occurrence rates of the incremental net benefits for each year</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Paddy</th> <th>Maize</th> <th>Coffee</th> <th>Ground nut</th> <th>Cowpea</th> <th>Cassava</th> <th>Vegetables</th> <th>Clove</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.3</td><td>0.3</td><td>0.0</td><td>0.3</td><td>0.3</td><td>0.3</td><td>0.3</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.6</td><td>0.6</td><td>0.0</td><td>0.6</td><td>0.6</td><td>0.6</td><td>0.6</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.8</td><td>0.8</td><td>0.0</td><td>0.8</td><td>0.8</td><td>0.8</td><td>0.8</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>0.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>6</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>0.1</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>7</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>0.3</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>8</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>0.7</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>9</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>0.9</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>0.9</td></tr> <tr><td>10</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>11-</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Coconut</th> <th>Other estate crops</th> <th>Fruits</th> <th>Trees</th> <th>Hedgerow crop</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>7</td><td>0.3</td><td>0.3</td><td>0.3</td><td>0.3</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.7</td><td>0.7</td><td>0.7</td><td>0.7</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.9</td><td>0.9</td><td>0.9</td><td>0.9</td><td>0.9</td></tr> <tr><td>10</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>11-</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr> </tbody> </table>	Products	Area (ha)		Yield (kg/ha/year)		International Market Price in 2000		Production Cost (Rp./ha/year)		a1. Without	a2. With	a3. Without	a4. With	(US\$/kg)	a5. (Rp./kg, Rp 9,100/\$)	a6. Without	a7. With	Paddy	1,021	1,021	4,800	5,040	0.17	1,547	3,304,000	3,372,000	Maize	5,343	4,955	2,900	3,050	0.09	819	2,547,000	2,578,000	Coffee	141	270	950	1,000	0.09	819	3,060,000	3,398,000	Tradable Agricultural Product	Paddy	Maize	Coffee	Total	Incremental net benefits (Rp./year)	309,648,880	521,813,950	-374,575,050	456,887,780	Products	Area (ha)		Return (Rp.000/ha/year)		Total Return (Rp.000/year)		Incremental Benefit (Rp.000/year) c5 - c4	c1. Without	c2. With	c3. Without	c4. With	c4. Without (c1 x c3)	c5. With (c2 x c4)	Ground nut	323	600	1,180	1,248	381,140	748,800	367,660	Cowpea	129	360	1,230	1,355	158,670	487,800	329,130	Cassava	32	0	350	350	11,200	0	-11,200	Vegetables	341	485	3,915	4,305	1,335,356	2,087,925	752,569	Clove	1,466	2,571	1,685	1,775	2,470,210	4,563,525	2,093,315	Coconut	185	82	70	120	12,950	9,840	-3,110	Other estate crops	110	165	1,580	1,633	173,800	269,445	95,645	Fruits	228	250	500	500	114,000	125,000	11,000	Trees	1,749	922	100	100	174,900	92,200	-82,700	Hedgerow crop	198	358	100	100	19,800	35,800	16,000	Total	4,761	5,793	10,711	11,486	4,852,026	8,420,335	3,568,309	Year	Paddy	Maize	Coffee	Ground nut	Cowpea	Cassava	Vegetables	Clove	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	0.3	0.3	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	3	0.6	0.6	0.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.0	4	0.8	0.8	0.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.0	5	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	6	1.0	1.0	0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.1	7	1.0	1.0	0.3	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	8	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	9	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	11-	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	Year	Coconut	Other estate crops	Fruits	Trees	Hedgerow crop	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	11-	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Products	Area (ha)		Yield (kg/ha/year)		International Market Price in 2000		Production Cost (Rp./ha/year)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	a1. Without	a2. With	a3. Without	a4. With	(US\$/kg)	a5. (Rp./kg, Rp 9,100/\$)	a6. Without	a7. With																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Paddy	1,021	1,021	4,800	5,040	0.17	1,547	3,304,000	3,372,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Maize	5,343	4,955	2,900	3,050	0.09	819	2,547,000	2,578,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Coffee	141	270	950	1,000	0.09	819	3,060,000	3,398,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Tradable Agricultural Product	Paddy	Maize	Coffee	Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Incremental net benefits (Rp./year)	309,648,880	521,813,950	-374,575,050	456,887,780																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Products	Area (ha)		Return (Rp.000/ha/year)		Total Return (Rp.000/year)		Incremental Benefit (Rp.000/year) c5 - c4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	c1. Without	c2. With	c3. Without	c4. With	c4. Without (c1 x c3)	c5. With (c2 x c4)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Ground nut	323	600	1,180	1,248	381,140	748,800	367,660																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Cowpea	129	360	1,230	1,355	158,670	487,800	329,130																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Cassava	32	0	350	350	11,200	0	-11,200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Vegetables	341	485	3,915	4,305	1,335,356	2,087,925	752,569																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Clove	1,466	2,571	1,685	1,775	2,470,210	4,563,525	2,093,315																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Coconut	185	82	70	120	12,950	9,840	-3,110																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Other estate crops	110	165	1,580	1,633	173,800	269,445	95,645																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Fruits	228	250	500	500	114,000	125,000	11,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Trees	1,749	922	100	100	174,900	92,200	-82,700																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Hedgerow crop	198	358	100	100	19,800	35,800	16,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Total	4,761	5,793	10,711	11,486	4,852,026	8,420,335	3,568,309																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Year	Paddy	Maize	Coffee	Ground nut	Cowpea	Cassava	Vegetables	Clove																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
2	0.3	0.3	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
3	0.6	0.6	0.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
4	0.8	0.8	0.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
5	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
6	1.0	1.0	0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
7	1.0	1.0	0.3	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
8	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
9	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
11-	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Year	Coconut	Other estate crops	Fruits	Trees	Hedgerow crop																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
11-	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Applied Equation and Estimated Benefit	<p>[Benefit of agricultural resources in the target year by the change-in-productivity method] $=$ [Incremental agroforestry area] x [Total of (Amount of incremental agricultural products) x (Unit market price of agricultural products)] $=$ [Incremental agroforestry area] x [(Rate of commercial selling) x (Average net agricultural productivity under agroforestry)] \times [Average unit value of agricultural production]</p> <p>$= b + c =$ 4,025,196,780 Rp./year (in 2000 price)</p> <p>[Benefit of agricultural resources in each year by the change-in-productivity method] $= b \times d + c \times d =$ (Unit : Rp./year in 2000 price)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Paddy</th> <th>Maize</th> <th>Coffee</th> <th>Ground nut</th> <th>Cowpea</th> <th>Cassava</th> <th>Vegetables</th> <th>Clove</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>92,894,664</td><td>156,544,185</td><td>0</td><td>110,298,000</td><td>98,739,000</td><td>-3,360,000</td><td>225,770,700</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>185,789,328</td><td>313,088,370</td><td>0</td><td>220,596,000</td><td>197,478,000</td><td>-6,720,000</td><td>451,541,400</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>247,719,104</td><td>417,451,160</td><td>0</td><td>294,128,000</td><td>263,304,000</td><td>-8,960,000</td><td>602,055,200</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>309,648,880</td><td>521,813,950</td><td>0</td><td>367,660,000</td><td>329,130,000</td><td>-11,200,000</td><td>752,569,000</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>309,648,880</td><td>521,813,950</td><td>-37,457,505</td><td>367,660,000</td><td>329,130,000</td><td>-11,200,000</td><td>752,569,000</td><td>209,331,500</td></tr> <tr><td>7</td><td>309,648,880</td><td>521,813,950</td><td>-112,372,515</td><td>367,660,000</td><td>329,130,000</td><td>-11,200,000</td><td>752,569,000</td><td>627,994,500</td></tr> <tr><td>8</td><td>309,648,880</td><td>521,813,950</td><td>-262,202,535</td><td>367,660,000</td><td>329,130,000</td><td>-11,200,000</td><td>752,569,000</td><td>1,465,320,500</td></tr> <tr><td>9</td><td>309,648,880</td><td>521,813,950</td><td>-337,117,545</td><td>367,660,000</td><td>329,130,000</td><td>-11,200,000</td><td>752,569,000</td><td>1,883,983,500</td></tr> <tr><td>10</td><td>309,648,880</td><td>521,813,950</td><td>-374,575,050</td><td>367,660,000</td><td>329,130,000</td><td>-11,200,000</td><td>752,569,000</td><td>2,093,315,000</td></tr> <tr><td>11-</td><td>309,648,880</td><td>521,813,950</td><td>-374,575,050</td><td>367,660,000</td><td>329,130,000</td><td>-11,200,000</td><td>752,569,000</td><td>2,093,315,000</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Coconut</th> <th>Other estate crops</th> <th>Fruits</th> <th>Trees</th> <th>Hedgerow crop</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>680,886,549</td></tr> <tr><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1,361,773,098</td></tr> <tr><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1,815,697,464</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2,269,621,830</td></tr> <tr><td>6</td><td>-311,000</td><td>9,564,500</td><td>1,100,000</td><td>-8,270,000</td><td>1,600,000</td><td>2,445,179,325</td></tr> <tr><td>7</td><td>-933,000</td><td>28,693,500</td><td>3,300,000</td><td>-24,810,000</td><td>4,800,000</td><td>2,796,294,315</td></tr> <tr><td>8</td><td>-2,177,000</td><td>66,951,500</td><td>7,700,000</td><td>-57,890,000</td><td>11,200,000</td><td>3,498,524,295</td></tr> <tr><td>9</td><td>-2,799,000</td><td>86,080,500</td><td>9,900,000</td><td>-74,430,000</td><td>14,400,000</td><td>3,849,639,285</td></tr> <tr><td>10</td><td>-3,110,000</td><td>95,645,000</td><td>11,000,000</td><td>-82,700,000</td><td>16,000,000</td><td>4,025,196,780</td></tr> <tr><td>11-</td><td>-3,110,000</td><td>95,645,000</td><td>11,000,000</td><td>-82,700,000</td><td>16,000,000</td><td>4,025,196,780</td></tr> </tbody> </table>	Year	Paddy	Maize	Coffee	Ground nut	Cowpea	Cassava	Vegetables	Clove	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	92,894,664	156,544,185	0	110,298,000	98,739,000	-3,360,000	225,770,700	0	3	185,789,328	313,088,370	0	220,596,000	197,478,000	-6,720,000	451,541,400	0	4	247,719,104	417,451,160	0	294,128,000	263,304,000	-8,960,000	602,055,200	0	5	309,648,880	521,813,950	0	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	0	6	309,648,880	521,813,950	-37,457,505	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	209,331,500	7	309,648,880	521,813,950	-112,372,515	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	627,994,500	8	309,648,880	521,813,950	-262,202,535	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	1,465,320,500	9	309,648,880	521,813,950	-337,117,545	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	1,883,983,500	10	309,648,880	521,813,950	-374,575,050	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	2,093,315,000	11-	309,648,880	521,813,950	-374,575,050	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	2,093,315,000	Year	Coconut	Other estate crops	Fruits	Trees	Hedgerow crop	Total	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	680,886,549	3	0	0	0	0	0	1,361,773,098	4	0	0	0	0	0	1,815,697,464	5	0	0	0	0	0	2,269,621,830	6	-311,000	9,564,500	1,100,000	-8,270,000	1,600,000	2,445,179,325	7	-933,000	28,693,500	3,300,000	-24,810,000	4,800,000	2,796,294,315	8	-2,177,000	66,951,500	7,700,000	-57,890,000	11,200,000	3,498,524,295	9	-2,799,000	86,080,500	9,900,000	-74,430,000	14,400,000	3,849,639,285	10	-3,110,000	95,645,000	11,000,000	-82,700,000	16,000,000	4,025,196,780	11-	-3,110,000	95,645,000	11,000,000	-82,700,000	16,000,000	4,025,196,780																																																																																																																																																
Year	Paddy	Maize	Coffee	Ground nut	Cowpea	Cassava	Vegetables	Clove																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
2	92,894,664	156,544,185	0	110,298,000	98,739,000	-3,360,000	225,770,700	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
3	185,789,328	313,088,370	0	220,596,000	197,478,000	-6,720,000	451,541,400	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
4	247,719,104	417,451,160	0	294,128,000	263,304,000	-8,960,000	602,055,200	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
5	309,648,880	521,813,950	0	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
6	309,648,880	521,813,950	-37,457,505	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	209,331,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
7	309,648,880	521,813,950	-112,372,515	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	627,994,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
8	309,648,880	521,813,950	-262,202,535	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	1,465,320,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
9	309,648,880	521,813,950	-337,117,545	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	1,883,983,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
10	309,648,880	521,813,950	-374,575,050	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	2,093,315,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
11-	309,648,880	521,813,950	-374,575,050	367,660,000	329,130,000	-11,200,000	752,569,000	2,093,315,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Year	Coconut	Other estate crops	Fruits	Trees	Hedgerow crop	Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
2	0	0	0	0	0	680,886,549																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
3	0	0	0	0	0	1,361,773,098																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4	0	0	0	0	0	1,815,697,464																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
5	0	0	0	0	0	2,269,621,830																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
6	-311,000	9,564,500	1,100,000	-8,270,000	1,600,000	2,445,179,325																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7	-933,000	28,693,500	3,300,000	-24,810,000	4,800,000	2,796,294,315																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
8	-2,177,000	66,951,500	7,700,000	-57,890,000	11,200,000	3,498,524,295																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
9	-2,799,000	86,080,500	9,900,000	-74,430,000	14,400,000	3,849,639,285																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
10	-3,110,000	95,645,000	11,000,000	-82,700,000	16,000,000	4,025,196,780																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
11-	-3,110,000	95,645,000	11,000,000	-82,700,000	16,000,000	4,025,196,780																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

出所 : 国際協力機構 (2001) (Volume-) p. LT-8

4 - 8 開発途上国における農林業プロジェクトへの環境経済評価の導入

経済的な価値基準は、環境問題が資源の生産性や人々の健康被害に影響を与える場合に、各環境項目の優先度を明らかにするには有効であるが、生物多様性や文化的なサービスの価値といった分野には不相当だとされてきた。しかし、最近では環境評価の新しい手法が編み出され、従来は評価がむずかしいとされてきた分野に対しても適用の可能性が出てきた。先進国においては生物多様性や絶滅危惧種の保護をめぐり、エコツーリズム・レクリエーションの価値や生物種の存在価値に対し経済的な評価を適用している事例が増えてきた。一方、開発途上国においては、インフラストラクチャー開発における経済評価事例はみられるものの、一般的に経済価値に結びつきにくい生物多様性の評価事例は少ない状況である。これは、その国の文化的、経済的な背景の違いにより適用が困難な場合が多いと考えられる。

脆弱な生態系の多い開発途上国の場合、開発プロジェクトを行うことによる住民の生活への影響度が非常に高い。農林業開発があらたな貧困を生み出すこともある。したがって、環境への影響があるにもかかわらず、当面の利益を得るための森林の違法伐採、過放牧、農地変換などの環境破壊的な農林業はあとを絶たない。市場の原理に基づいた評価手法は、データを入手しやすく適用が容易であるが、地域住民の意思は反映させることができない。その欠点を補った直接評価値を聞くサーベイ法は、研究事例はまだ少なく研究段階であるという印象は否めない。なぜなら、貧しい人々にとって森林や生態系の価値を伝えるのは困難だからである。しかし、環境財の代替物が存在しない場合の評価や地域住民参加を得ることができるという利点がある。今後、開発途上国に対する環境経済評価の有効性に対する期待はますます高まってくるだろう。

4 - 8 - 1 農林業政策への経済的手段の応用

(1) 伝統的な社会の保全

伝統的な社会に暮らす貧しい人々にとっては、生活を支える農林業は最も重要な産業である。しかし、農林業の近代化政策によって換金性の高い作物へ移行していった。農作物の収量は増加したが、農薬・化学肥料使用による土壌汚染、農地規模拡大による森林生態系破壊・土壌浸食など負の面が明らかになってきた。こうした環境問題を解決するために、伝統的な社会に存在する生物の多様性や農村景観を維持する政策が必要である。そこで、潜在的な価値を引き出すために経済的な手法を用いることが考えられる。しかし、人工的な植林をして森林のもつ機能を代替市場として評価する場合と異なり、伝統的な社会がもつ多様な価値は、他の環境財・サービスに代替する（移動したり、代替りのものを用意する）ことは困難である。

森林のもつ多面的な機能の価値評価のように、先進国の価値観による評価は必ずしも最適解とはいえない場合がある。また、農村内に保護地域を設ける場合には、自然資源を糧に生活をしている住民の反対を受ける可能性が高い。保護地区を設けても維持管理がむずかしければ、違法伐採や農地転換はやまないだろう。その場合、住民に対して環境財・サービスに対する支払い意思額（WTP）を尋ねる仮想的評価法が適用できる。

(2) 持続的な森林管理

無作為な森林伐採は、生態系にダメージを与えるだけでなく、土壌の浸食によって生産林や農地としての機能さえも奪ってしまう。熱帯雨林の土壌は、微生物の活動が活発であるため有機物が少なく、一度伐採されると土壌浸食が進みやすいという性質をもっている。したがって、日本のような植林による森林再生はむずかしいとされている。

国立公園をレクリエーションやエコツーリズムに利用することは、環境を破壊的な土地利用を防ぐための有効な森林管理方法である。しかし、広大な国立公園を管理するには、歩道の管理、パーク・レンジャーの配置など多くのコストが必要である。主な収入源は、入場料や宿泊施設の利用、あるいは、国の税金であるが、適正な予算を設定するのはむずかしい。そのため、管理コストを算出するための評価や国立公園の価値を算出するための評価が必要であると考えられる。

4 - 8 - 2 農林業開発プロジェクトへの経済的評価の適用

(1) 農林業に直接的にかかわる開発プロジェクト

灌漑事業、農場整備など農林業開発プロジェクトそのものを指すプロジェクトの場合、従来のプロジェクト評価では農作物、森林の生産性のみを評価していた。しかし、大規模な森林伐採、プランテーション農業の持続可能性への疑問から、農林業が与える多面的な機能に対する経済評価の適用は重要であると考えられる。

(2) 農林業に間接的にかわる開発プロジェクト

1) 環境の保全

環境保全・補償にかかわるプロジェクト、たとえば、灌漑用水の浄化プロジェクト、汚染地域の農地転換プロジェクトでは、そのプロジェクトにかかる費用と便益（効果）を算出する。「プロジェクトを実施しない」を含めていくつかの代替案を設け、最も効果の高い案を実施する。

2) インフラストラクチャー（ダム・道路など）の整備

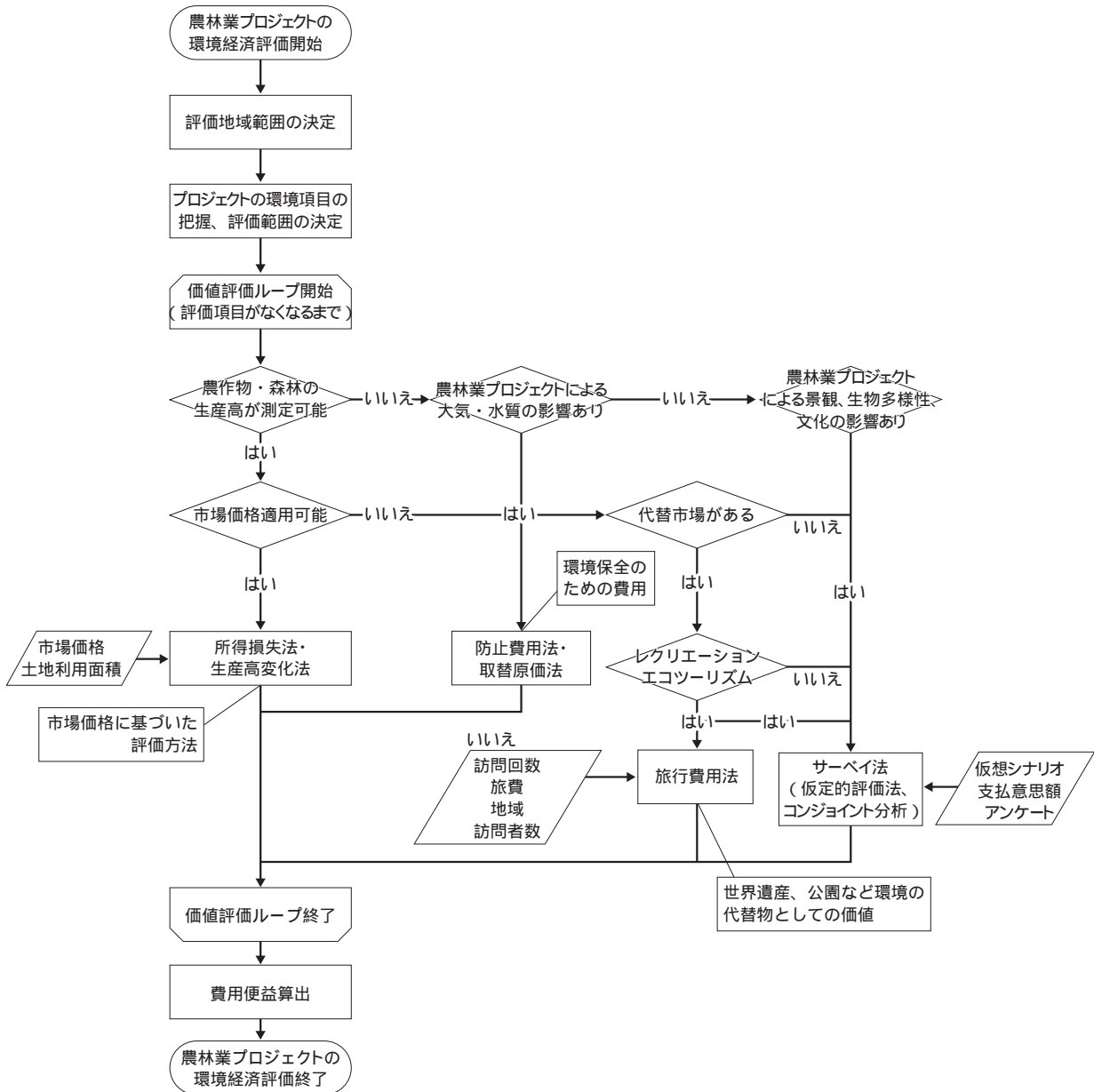
ダム開発のように開発対象地域内から地域外にかけての広範囲に影響の及ぶ事業は、総合的な評価が必要になっている。ダム機能の評価としては、土砂の堆積による貯水量の変化や発電の能力などとして評価される。農林業の側面からの評価としては、ダムによって失われる居住地や農林地の評価が挙げられる。それらは、農作物生産高の変化や移住のための費用として計上される。

留意すべき点は、多数の環境項目が存在するので二重計算の恐れがあることである。また、環境の代替物によっては、評価額が異なる場合があることである。

4 - 8 - 3 環境経済評価の手順

図 4 - 6 に農林業開発プロジェクトにおける環境経済評価の手順を示す。

図 4 - 6 農林業プロジェクトの環境経済評価フロー



出所：ジョン・ディクソン他（2000）p. 39 をもとに筆者改変。

(1) 評価範囲の設定

環境の経済評価を実施するにあたり、まず対象地域や影響範囲の初期調査を行い環境評価の範囲を明確にする。開発プロジェクトの包括的な評価では、環境のプラス面とマイナス面を含めた

費用と便益の分析が行われる。たとえば、プロジェクトが行われることによる費用と効果に加え、生態系への影響、人間への健康被害、農林業の生産高への影響を洗い出す。このように、評価対象地の環境財・サービスを洗い出し、評価範囲の絞り込みを行う。したがって、環境経済手法は、環境評価や環境保全におけるツール（手段）にすぎず、そういう意味では4・4節で説明した農林業プロジェクトにおける環境財・サービスの価値の見極めが重要になってくる。

（2）評価手法の選択・適用

次に、環境財・サービスごとに適用する評価手法を選択する。環境財・サービスによっては適さない評価手法があるので、適用の容易性（調査コスト、現地データの入手可能性）を考慮して採用する。また、1つの環境財・サービスに対して複数、たとえば、潜在価格法とサーベイ法の手法を組み合わせると適用し比較することも考えられる。

5. 環境の「内部化」の構造と環境経済評価の展開

5 - 1 環境アセスメント（環境影響評価）と経済評価の統合

開発事業やインフラ整備を中心とする公共事業への投入額は、内部的経済効果である直接的効用（便益）の大きさのみによって決定されるのが一般的である。しかし、これからは本研究で取り上げた評価手法を用いることによって、環境や自然資源がもたらす外部的経済効果（副次的効用）をも内部化して事業計画を立て、かつ投資額を決めていく必要があると思われる。環境の価値や環境的影響の大きさを経済的に算定することで、環境的变化を他の事業効果と同じ次元で評価し、比較することが可能となる。つまりは環境の「内部化」をより客観的、定量的に行えるわけである。

この環境の内部化という抽象的概念を具体的な図式で表現すると図 5・1、または次式のようになる。

$$NPV = Bd + Be - Cd - Cp - Ce$$

ただし、

NPV = 純現在価値

Bd = 開発事業が本来の目的とする直接的便益（たとえば、ダム建設の電力供給、農業開発の農産物など）

Be = 開発事業が副次的にもたらす環境的便益（ダム湖によるアメニティーの向上など、有形・無形のプラスの間接的外部経済効果）

Cd = 開発事業の目的を達成するために必要な直接的費用（建設費、維持・管理費など）

Cp = 開発事業が最初から見込んでいる環境保全対策にかかる費用（事業活動により生じると予想される水質汚濁などを防止・緩和するための経費）

Ce = 開発事業が引き起こす環境インパクトで、環境保全対策では防ぎ切れない環境的費用（海洋生態系の破壊など、マイナスの外部不経済効果）

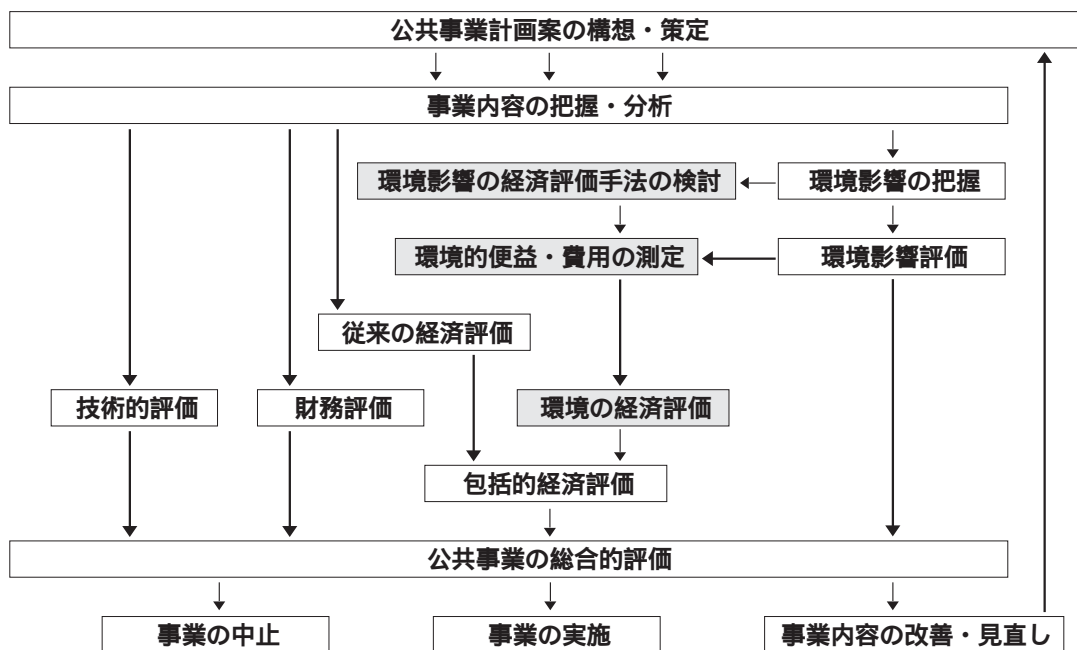
（なお、右辺はすべて現在価値に割引計算された値である。）

この式は 1・2・2 節にも示したものであり、図 5・1 とあわせて環境の経済的「内部化」の基本となる枠組みである。すなわち、図 5・1 では従来の環境影響評価と経済評価の段階的リンク、学際的統合化のフローを示しており、上式はこのリンクとフローをもとに環境の内部化が行われた場合の総合的評価を導き出すための根本式であった。そして、本研究の内容の中心は、式中の Be と Ce をいかに算定するかということであった。

ある公共事業をやるべきか、やらざるべきか、あるいは実施に移すためにはどのような改善が必要かといった判断を下す過程では、さまざまな側面から複眼的に事業内容、成果などについて評価がなされることになる。技術的評価、財務評価、経済評価そして環境影響評価が典型的評価システムである。

財務評価は出資主体にとっての収支バランスを点検するものであり、歳出を行う政府機関にとって何が経費で何が収入かという財務的要素が重視される。一方、経済評価は、費用、便益、内部収益率など、財務指標と似通った道具立てになっているため財務評価と混同されがちであるが、地域社会全体からみてどのような負担や福利が発生するかを予測するものであり、財務評価とはまったく別次元の評価である。図5・1では「従来の」経済評価としているが、これは環境的な影響を貨幣価値化せず環境面を「内部化」してこなかったこれまでの経済評価との意味である。市場価格のあるものを内部経済、ないものを外部経済とみなすならば、環境財・サービスの多くはデパートで買えるようなものでなく価格が付いておらず外部経済といえよう。つまり、従来の経済評価とは「外部経済を内部化していない経済評価」ともいえる。

図5 - 1 公共事業の総合的評価における経済評価と環境影響評価のリンク



注) : 環境的影響の経済評価主要コンポーネント
出所: 筆者作成。

環境影響評価は、事業の各段階（マスタープラン調査、フェージビリティ調査、基本・詳細設計などのプロジェクト・サイクル）で初期環境調査（IEE）、スクリーニング（環境影響評価を実施すべき案件かどうか判断すること）、スコーピング（調査手法や対象環境項目・範囲を絞り込むこと）および本格的な環境影響評価を適宜実施し、環境インパクトを予測・評価するとともに必要な環境保全対策を担保する評価制度である。さらには、評価のタイミングや重点調査項目などの違いにより、戦略的アセス、計画アセス、事業アセスなどに区分される。

これらの各種評価結果を材料に当該の公共事業を実施すべきか、改善すべきか、あるいは中止すべきかが総合的に判断される。たとえば、経済的、財務的に負担が大きくメリットが少ない事業については計画段階までフィードバックして事業内容を見直すことになる。同様に、環境的配

慮が不十分で大きな環境的悪影響をもたらすと評価された場合には、適切な環境対策を含むように事業計画が練り直され再評価されるべきであろう。事業の総合的評価の材料としては他の評価分野があると思われるが、大きくは図 5・1 に示した評価システムが主流となると考える。

5 - 2 環境内部化の全体的評価方法としての便益費用分析

前節の根本式は、各種事業に対する従来の経済評価でも用いられてきた「純現在価値」を求めするための計算式に Be 、 Ce あるいは Cp を加え環境を内部化したものであるが、このように便益や費用の比較により対象事業の経済効率性や資源の利用効率性を経済学的に評価する一連の方法は「便益費用分析」(Benefit-Cost Analysis : BCA) または「費用便益分析」(Cost-Benefit Analysis : CBA) と呼称され、この分析結果に基づき事業規模や代替開発案が決定あるいは修正されるのが合理的であるとされている。

開発事業やインフラ整備の計画は受益者が必ず想定される一方、計画の実施にともないなんらかの対策を講じたとしても他のだれかが不利益を被るケースが多い。この必要悪としての不利益を事業費用に含めたうえで、なおかつ余剰利得(純便益)が存在するならば、その事業は社会全体にとって好ましいとする考え方が、便益費用分析の基本原理となっている「パレート改善」(Pareto Improvement : PI) といわれるものである。(もちろん、不利益を被る人々に公正な金銭的補償などを行うことは当然であるが、そのような財政的手段はむしろ「財務評価」で十分検討すべき項目となる。) 便益費用分析とは、この PPI を客観的に定量し事業評価にあたってできるだけ説得力のある材料を提供するためのツールである。

たとえば、道路建設のような公共事業においては、既存渋滞道路のアメニティーが改善 (Be) されたり、新道を利用できる流通業者、交通機関、その他の自動車運転者などが事業便益を享受する反面、新道沿線住民は大気汚染、騒音、振動に悩まされるようになり、事業地域が山間部であれば自然破壊の恐れも生じるわけである。この場合、なんらかの公害防止策や自然環境保全策にかかる経費 (Cp) やそれでも生じてしまう環境的被害 (Ce) をも含めた事業費用の現在価値が、 Be を含む事業便益の現在価値を下回れば ($NPV > 0$)、その事業は経済効率の資源利用の観点からは実施するメリットがあるということになる。前式においてはこれら Ce と Cp とともに Be を導入し環境の内部化を図ることが特徴であるが、従来の便益費用分析では一部の Cp を勘案するのみで、 Be や Ce は無視されてきた。そのため、 Be が大きい環境保全型事業は軽視され、 Ce が大きい環境破壊型事業であっても NPV が最終的にプラスになるということで推進されやすいという状況を生むに至っているわけである。環境面にはきわめて不利であるこのような経済評価システムを補強する目的でいわゆる「環境影響評価」が実施されてきたのであるが、それでは、いったい、3 億円の直接的な事業便益と大気中の窒素酸化物濃度 2 ppm の上昇、あるいはブナ林 25 ha の減少はどれほどよいのであろうか。この解答の 1 つが、 Ce や Be の経済評価を行い、貨幣価値という共通言語で環境的影響をも含めた事業がもたらすすべてのプラス面、マイナス面を比較考査するというアプローチにほかならない。特に、都市公園設置事業、廃棄物処分場建設、下水道整備事業など、環境保全を主目的とする公共事業においては、 $Bd = Be$ 、 $Cd = Cp$ となるため、

産業振興型公共事業に比したあるいはそれ以上の有効性をアピールするためには大切となる。

社会的費用が小さく効果（社会的便益）の大きい事業が選択されるという便益費用分析は、理論的にも単純で、合理性をもった経済評価手法であるとともに限りある資源の投入について判断する際の有効な材料を示すものである。経済発展とともに顕著となってきた公害や環境破壊のもたらす影響が C_e として客観的に計量されるならば、効率的基準に則った純便益を最大とする事業選択が可能になるであろう。開発と環境保全の調和をめざした「持続的発展」がますます求められる世界的趨勢のなかで、無制限ではない資源の効率的活用、回復不可能な種の多様性の保全、地球環境問題への貢献などの広い視野に立ち環境を内部化した本来の意味での便益費用分析（すなわち、上記式のすべての右辺項を満たした分析）をさまざまな事業に適用していくことが必要とされていると思われる。

また、貨幣単位を用いて便益面あるいは費用面から計測された環境資源の価値は、ppm、デシベル、ヘクタールといった理工学的な尺度よりも、一般の人々にとっても直感的にわかりやすく広く受け入れられる可能性がある。そして、それらの環境的価値額を用い千差万別な環境質の重要性を客観的に比較できるようになり、資源利用や土地利用の大きな開発戦略の青写真上で保護すべき自然区域や保全が必要とされる環境項目を明確にすることも容易になるに違いない。

5 - 3 環境経済評価による事業資金調達

公共財（対価を支払わない人の消費を排除しえない、あるいは費用の増分ゼロで供給しうる財やサービス）である水、空気、自然生物といった環境資源を保全・保護していくためには、それなりの費用がかかるのは当然である。しかしながら、環境保全策のもたらす便益を定量的に示すならんかの指標がないと、競合する環境関連以外の事業や対策との間での資金配分が合理性、説得力が欠ける結果となる危険性をはらんでいる。民間の大規模開発事業であれ、公共事業であれ環境面を内部化しようとするのであれば、限りある資金の分担基準の設定は、自然や環境の公益的機能によってもたらされる社会的効用（便益）や費用をも基礎にして行われるべきであり、そのためにも以下のような環境経済評価の作業が役立つことになる。

- (1) 環境現況調査や環境影響評価に基づき当該事業や環境保全対策のもたらす環境的インパクトを把握する。
- (2) (1) で把握した環境的インパクトの社会的効用、費用を貨幣単位で経済的に計量する。
- (3) これらの環境的便益の受益者、および環境的費用の負債者を整理する。
- (4) 以上の評価額をもとに、受益者・負債者別に事業主体あるいは地域社会が環境保全のために支出すべき分担額の基準を設定する。

民間企業が行う開発事業の負の影響にとまなう環境保全対策費や補償経費は開発主体である企業が当然、支出すべきである。一方、公共事業に付随する保全経費、あるいは社会が望む高い環境的価値を維持し自然資源からもたらされる公益的サービスを適切に守るために必要な資金は税

金など、公的財源でまかなわれることとなる。社会が分担すべき金額の決定は、公共財である環境の公益的機能の社会的効用を環境経済評価で算定した額によって行うのが論理的である。すなわち環境的機能の社会的便益の評価値と同等額を社会的分担額とするわけである。そして、理論的には、環境的価値は各地域の環境賦存状況や社会経済的条件により左右される属性をもっているから、地域住民ごとに対象となる環境的効用に対する評価額を調べ、それらの算定額をもってそれぞれの地域社会の負担額と決定するのが厳密な資金の分担方法であろう。また、広域環境保全整備など、複数の行政官庁や地方自治体にまたがるような事業であれば、行政主体間、自治体間の社会費用負担の客観的基準を示すことにも活用できよう。

したがって、環境経済評価は各種事業での環境の内部化を実現する結果、環境保全事業に対する明確で合理的な資金分担基準の欠如ゆえに、これまで歩みの鈍かった多目的で多主体参画型事業を促進させるのに有用であろう。それは公共機関と民間企業、上流域と下流域、あるいは地方部と都市部の間でのコスト・アロケーションや論理的な受益者負担の方針を提示し、地域住民の民意を十分くみ取った公的財源の確保あるいは公平な地域間負担が可能になることを意味している。

5 - 4 環境経済評価の法制度改革、政策策定への応用

大都市圏内や近郊に残る果樹園、田園、畑地などの準自然的オープン・スペース、河川敷の自然植生、あるいは中山間地域の自然景観など、現在と将来の世代にとってかけがえのない多くの環境資源は、緑豊かで良好な自然空間を形成し、地域住民のアメニティーの向上に大きく貢献している。しかし、このような自然環境地域の地価は比較的安く、開発整備志向や住宅難による宅地造成熟も手伝って、民間および公的機関による開発が強く望まれてもいる。同時に、地域住民の自然回帰志向や生活環境の充実への関心も高まる方向にあり、それらのニーズに応え、良好な自然環境を保護し今後に残すことも求められている。しかしながら、そのような自然地在民有地である場合、開発行為を抑制していくことは一部の規制措置や法制度では困難な状況にあるといえる。

しかし、これらの環境的価値を算定できれば、特に良好な植生や生態系の残されている区域およびその周辺の民有地の環境保全を目的とする法律の改正、環境保全区域の法的位置づけ、土地の公有地化、アメニティー向上整備地区の選定などを積極的に推進するための客観的材料を提供することになる。さらには、高い環境的効果をもつ公共あるいは民間事業をオーソライズされた形で行うための基礎データとなりうる。良好な環境資源が減少したり環境質レベルが低下すれば、それに応じて社会的損失が生じることになるため、自然や環境の計画的保全および早期推進が望まれる。環境の定量的価値といった明確で説得性のある判断基準を採用し「環境にやさしい」事業の執行を図っていく必要があるであろう。環境経済評価手法は、具体的には以下のような政策面への貢献が考えられる。

- (1) 工業化促進あるいは経済発展中心の開発政策から、国土保全機能、地域の環境保全機能の維持・改善を重視した政策への転換

- (2) 効率的で公正な環境資源の保全・維持費負担のもとに環境的価値の増大を実現させる施策の実施
- (3) インフラ整備、生産強化といった経済成長的視点のみならず、生活環境、アメニティー、生物多様性、地域文化などの多面的公共サービスを考慮した総合的な社会福祉向上施策の展開
- (4) 自然環境が希少で環境質が不良な都市地域での環境的向上を積極的に目的化したあらたな土地利用計画や社会構造システムの創出をめざした政策の策定

5 - 5 地域環境保全計画策定における環境経済評価の有用性

一般に、自然や環境の重要な価値については人々の理解を得ており、国家的にも地域レベルでも環境保全・管理計画がつくられ実施されつつある。しかし、どのような環境を保全し、管理目標をどこに設定するかについては、客観的、論理的判断基準がほとんどないまま定性的に検討されてきている。それはさまざまな環境項目の価値が正当で定量的な手法で評価されてきていないことが1つの大きな原因となっている。このような状況において、環境価値の計量的な分析をベースにした環境経済評価は、環境保全・管理のための総合計画策定においても次のような側面で役立つ基礎資料・データを提供することができるであろう。

- (1) 自然や環境質レベルの現状あるいは将来における社会的効用ポテンシャルの定量的で客観的な把握
- (2) 従来、適用されてきた保全対策や管理アプローチの資源利用効率性の再評価
- (3) あらたに開発された環境保全効果や環境創造的機能を備えた環境資源整備手法の定量的評価
- (4) 既存あるいは将来の都市計画、再開発計画、土地利用計画などにおける開発利用地区、居住地区、自然保護地区、環境重視・改善地区、景観保全地区といった区分の客観的再検討

特に(4)については環境経済評価を用いたさまざまな取り組みが考えられる。たとえば、ある環境保全計画からの環境的恩恵を享受できる地域をあらかじめ想定しないで、その保全計画の生み出す社会的純便益がちょうどゼロになる地域はどれくらいの大きさかを考えてみたい。純便益がゼロになるということは、前述の根本式のNPVがゼロということであり、これが保全計画を実施するための「必要条件」になる。この場合、当該計画で目的とされている環境の保全が正当化される大きさの地域(面積、世帯数など)を求めるには、保全のための計画事業費を環境経済評価で算定した世帯あたりの享受便益額で割ればよいのである。それにより現状の自然地面積や環境質レベルが適当であるのか、他の開発目的に転用してもよいものか、あるいはビオトープのような自然生態系の人工的創出や環境質の改善をさらに促進する必要があるのかの判断ができ、環境保全計画での計画目標も数値化できることとなるのである。

6. 環境経済評価実施に向けてのポイント

環境経済評価の概念や方法は、欧米諸国あるいはいくつかの国際機関では1960年代から真剣に導入努力がとられ、数多くの実施例も積み重ねられてきているが、いまだに環境影響評価さえも十分に実施されていない開発途上国においては、各国の社会的、政策的特性を背景に環境の経済評価に対する理解と展開を図っていくため、次のような留意事項や課題が十分勘案されることが望まれる。

6 - 1 環境経済評価の適用範囲

環境経済評価手法の応用性は十分期待できるものの、環境影響評価の対象分野・規模の議論と同様に、闇雲にあらゆる環境項目、開発事業、インフラ事業、あるいは計画や政策の策定に適用していったよいものではないであろう。当面は評価諸手法や環境影響評価との関連性などについて理論的基礎研究の成果を検証しケース・スタディにより実績を積み重ねて、そのなかから適切な適用範囲を見いだしていくことが求められている。

ところで、事業実施に際して資源（金銭、時間、人的資源を含む）の最適配分からの逸脱により生じる非効率性は「配分の非効率」と呼ばれている。一方、そのような「配分の非効率」をまさにチェックしようとする複数の評価手法（従来の環境影響評価や経済評価、環境経済評価など）間において投入資源量（ここでは調査費など）が同じなのにもかかわらず手法間で産出量（ここでは評価結果）に差が出る場合、最大の産出を生み出せない手法がもたらす非効率は「X非効率」といわれる。適用範囲判断の1つの基準は、環境を内部化した環境経済評価の実施による「X非効率」の増加分が同時にもたらされる対象事業の「配分の非効率」の減少分を下回るかどうかという点である。つまり、環境経済評価の実施は、対象とする事業の資源配分の非効率性を少なくする役割をもつ反面、わざわざ調査費をかけて環境の貨幣価値化を行っても事業評価上の結論が変わらなければ環境経済評価用の調査費はX非効率の増大分であり、環境経済評価適用範囲の最適化という課題は、評価調査に起因する配分の非効率の減少とX非効率の増大とのトレードオフ問題としてとらえることができるのである。

また、適用環境項目の絞り込みにあたっては、生物多様性の価値や人命の損失といった項目などについて、宗教観、倫理観の違いにより貨幣価値化をよしとしない考え方も存在するため、それらの議論を参考にすることも、環境経済評価の適用範囲を設定する重要な手がかりとなる。

6 - 2 環境のもつ非利用価値の評価

先進国、途上国を問わず、これまで実施されてきた環境の外部経済効果の経済評価事例においては、当該環境資源のもつ直接的な「利用価値」の側面のみがクローズアップされることが多かった。しかし、環境の総合的価値を正確にとらえるためには、存在価値、選択価値といった「非利用価値」もまた無視できない。たとえば、自然地域などの場合、保健休養機能、治山治水機能など、自然環境の公益的効用を実際に利用したりそれらのもたらす環境的サービスを楽しむ機会をもつ個人や

地域が限定されていることも多い。しかし、そのような直接的利用の機会に恵まれることのない人々にも、その自然地域がそこに存在する、あるいは将来世代へ貴重な環境資源として引き継ぐことができるといった観念的意味で一定の非利用価値が存在していると考えられる。

非利用価値にも配慮した経済評価を実施するにあたっては、これらの価値を反映する経済活動や市場がはなはだ曖昧であるため、「市場価格法」や「潜在価格法」の評価諸手法では限界があり、アンケート調査などを多用する「サーベイ法」を採用することが有効であろう。

6 - 3 定量的評価指標を用いた自然生態系価値の効率的評価

ここでは、利用価値、非利用価値といったさまざまな価値をもつ自然生態系を、経済評価するための効率的アプローチに向け、4種類の定量的生態系評価指標を示し、それらをいかに活用することが経済評価の効率化に結びつくかを提案する。

6 - 3 - 1 自然生態系の価値と経済的評価手法

自然生態系については、野生生物の遺伝子資源活用による医薬品開発などの健康面への貢献、作物品種改良や林産水産資源供給などの食糧・産業への貢献、そして治山・治水機能、ヒートアイランド現象の緩和、水質大気浄化などの生活環境への貢献といった利用価値が列挙される。一方、非利用価値としては、歴史的遺産としての生物多様性、生態学的学術価値、自然景観価値など、自然環境特有の要素が重要とされる。

自然生態系の利用価値は、都市環境や公害対策と同様に、市場価格法や潜在価格法で経済評価することが可能である。しかし、人々の価値観が市場に顕在化していない非利用価値についてはサーベイ法で、人々の「支払意志額」を直接確認するという作業をせざるをえないケースが多い。

6 - 3 - 2 生態学的評価と経済評価のリンク

自然生態系の経済評価においては、いずれの手法を用いるにせよ、生物学、生態学、経済学などの学際的アプローチが不可欠となるが、経済的評価のベースとして、生態学的観点からどのような生物資源や自然機能が定性的・定量的指標で評価されているかが特に重要となる。

狭い森林や干潟といった限られた生態系を対象とする場合には、これらの諸手法を適用し経済評価を実施すればよいのであるが、対象となる生態系が複数タイプのビオトープから構成されていたり広大な地域あるいは国全体に広く分布し、生態系保全や開発計画のマスタープランづくりなどのために多数の生態系を同時に経済評価する場合には、膨大な時間、費用そして労力を要する。とりわけ、1つひとつの生態系についてサーベイ法を用いるに際しては、アンケート調査や集積データの統計処理のためにかかりの手間ひまがかかると予想される。

このような背景から、効率的な調査や経済評価を行う1つのショートカット・アプローチとして、どこか1カ所の生態系について経済評価をまず実施しそこで得られた単位面積あたりの経済

的評価額を原単位とし、既存の「生態系評価指標」に基づき他の生態系についてもその価値を計算するといった簡便な方法が提案できる。

6 - 3 - 3 代表的な定量的生態系評価指標

以下に代表的な生態系評価指標を4種類取り上げ、それらと経済評価のリンクの可能性を整理する。

(1) ハビタット適性指標 (Habitat Suitability Index : HSI)

1970年代から米国で開発されてきた HSI は、評価結果が明解でわかりやすく広く活用されており、生態系の定量的評価指標として優れている。選定された野生生物種について餌、水、繁殖地などの条件ごとの生息適性値を算定し、生態系の価値を「そこに生息する野生生物のハビタット(生息域)」として総合評価しようとするものである。

1) 野生生物種と環境要因の選定

食物連鎖上位種、希少種、狩猟・エコツーリズム対象種など、評価対象生態系を最も特徴づける種あるいは保全されるべき種を1種ないし複数種選定する。そして、餌、降水量、植生、斜面傾斜、水場距離など、選定種の生存を大きく制限する「環境要因」を、それらの科学的データの有無も勘案し、いくつか選定する。

2) 適性指標 (Suitable Index : SI) のモデル構築

SI は選定種のハビタット適性を示す指標であり、以下の概念式に基づき 0 (まったく不適) ~ 1 (最適) の数値で表される。

$$SI = (\text{現在の環境要因の状態}) / (\text{理想的な環境要因の状態})$$

そのためには、蓄積・調査された知見・データから、選ばれた環境要因とハビタットの関係を示す「SI モデル」が必要となる。たとえば、サンショウウオとその環境要因として「産卵場の水質 (pH)」が選定された場合、図 6・1 のようなモデルが考えられる。

3) HSI の算定

HSI は、複数の環境要因の状態から選定種の生息する生態系の総合的ハビタット適性を示す指標であり、SI と同じく 0 (不適でまったく生息しない) ~ 1 (最適で個体数最大) の数値で表現される。たとえば、ある選定種について3種類の環境要因が選ばれそれぞれの適性指標値が SIa、SIb、SIc となった時、HSI は要因間の相互関係より以下のような計算式を用いる。

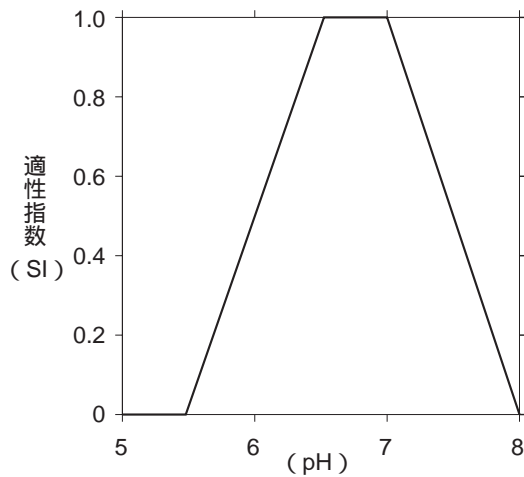
要因のどれか1つでもハビタットとして機能 $HSI = (SIa + SIb + SIc) / 3$

どの要因もなどしく不可欠 $HSI = (SIa \times SIb \times SIc)^{1/3}$

最小 SI 要因がハビタット全体の価値を限定 $HSI = SIa \text{ or } SIb \text{ or } SIc \text{ (最小 SI)}$

各要因が補完関係 $HSI = SIa + SIb + SIc \text{ (最高値は 1)}$

図 6 - 1 サンショウウオの SI グラフ



出所：雨嶋克憲他（2002）p. 139

(2) 「進化の歴史的遺産」指標

地域生態系の価値を「地球的生物多様性への寄与度」で測ろうとする本指標は、生物多様性の要とされる「種の多様性」に着目し、それは「長い時間をかけた種分化の歴史的遺産」という観点から、種分化（枝分かれ）に要した時間の長さで生態系の価値を評価している。

1) 絶滅確率の計算

ある自然生態系の消滅により、そこに生息・生育していた種の絶滅する確率は地球全体からみて幾分か上昇すると考えられる。レッド・データブックなどをもとに絶滅までの平均時間 T_i （種の「余命」）を計算する。たとえば、ある生態系が消滅した場合のそこに生育している維管束植物の T_i の減少分と絶滅確率増加分（ $1/T_i$ ）が表 6・1 のように計算でき、ヒメビシの 1 年あたりの（ $1/T_i$ ）は 1.4×10^{-4} （ $=1/84.06 - 1/85.08$ ）となる。

2) 種の多様性寄与分および「進化の歴史的遺産」の計算

系統樹の根からその種までの枝分かれ数の逆数で測定する。たとえば、維管束植物の最初の分化が 4 億年前に起こったとして、その系統樹をもとに逆数（ B_i 、科の内部については枝分かれ逆数の期待値）と時間の長さ（4 億年）を掛け合わせた多様性寄与分（ Y_i ）が次表のように算定できる。そして、 $\sum_i (1/T_i) Y_i$ である 3,325 年が当該生態系の価値（進化の歴史的遺産）

表 6 - 1 維管束植物の絶滅確率と生態系価値

種名	絶滅の時間 (T_i)		$(1/T_i)$	枝分かれ数	グループ内種数	多様性寄与		$(1/T_i) Y_i$ (年)
	消失前	消失後				B_i	Y_i (年)	
オオアカウキクサ	52.76	52.65	4.10×10^{-5}	10	6	0.07720	30,881,499	1,267
ヤナギヌカボ	54.00	53.87	4.26×10^{-5}	20 - 21	1,000	0.01775	7,101,914	303
ヒメビシ	85.08	84.06	1.42×10^{-4}	25 - 29	15	0.03085	12,341,354	1,755

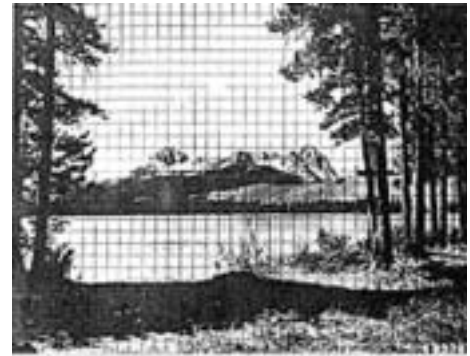
出所：岡敏弘（1999）より作成。

を示す指標となる。

(3) 景観評価モデル (Landscape Preference Model : LPM) 指標

LPM は、1970 年代前半に米国森林局によって構築された自然景観価値を対象とする定量モデルである。モデル開発は、約 100 種類の自然景観に対し専門家、一般住民らから得た点数とそれらの景観を構成する要素の間での多重回帰分析を行うことで進められた。評価対象となる景観は、それらの視点場から撮影された白黒写真を、図 6・2 のように 30 × 38 の升目 (グリッド) に区分し六つの説明変数 ($X_1 \sim X_6$) を以下のモデルに入力することで評価できる。

図 6 - 2 景観写真のグリッド分割



出所：Shafer et al. (1973) p. 4

$$Y = 184.8 - 0.5436 X_1 - 0.09298 X_2 + 0.002069 X_1 X_3 \\ + 0.0005538 X_1 X_4 - 0.002596 X_3 X_5 + 0.001634 X_2 X_6 - 0.008441 X_4 X_6 \\ - 0.0004131 X_4 X_5 + 0.0006666 X_1^2 + 0.0001327 X_5^2 \quad (R^2 = 0.66)$$

ただし、Y : 評価点 (50 ~ 250 点の間になり、低い点数ほど景観的価値が高い)

X_1 : 葉の輪郭や幹の形状がわかるほど近距離にある緑地 (草原は除く) を囲むグリッド辺数

X_2 : 輪郭や形状があまりはっきりしない緑地以外の景観 (草原、構造物など) を囲むグリッド辺数

X_3 : 葉や幹の細かい部分は見えず輪郭がわかる程度の緑地を囲むグリッド辺数

X_4 : X_1 と X_3 の中間に位置する緑地のグリッド数

X_5 : 水面を含むグリッド数

X_6 : 細かい部分はわからないが輪郭がわかる程度の緑地以外の景観のグリッド数

(4) 野生生物の生産性・景観文化価値指標

米国マサチューセッツ大学の生物学、造園学などの学際的研究スタッフにより、生態系 (特に湿地帯) の有する生産性および景観・文化的価値を点数 (スコア) で評価する試みがなされた。「野生生物生産性」については自然度、生態系サイズ、周辺ハビタットタイプなど 10 の自然資源要素、「景観文化価値」については地形、景観多様性、水面サイズ、位置、審美・騒音レベルなどの視覚的・文化的要素を用いた多重回帰分析により評価モデルが構築され、100 点、120 点がそれぞれの最高得点となる。

たとえば、生産性評価モデルは $X = \sum iV_iC_i$ で表現され、自然資源要素 i の測定変数 V_i 、加重係数 C_i を入力することで評価点 X が求まる。表 6・2 はマサチューセッツ州の主要湿地帯の評価結果である。

表 6 - 2 マサチューセッツ州湿地帯の野生生物生産性・景観文化価値の点数評価

湿地名 (地名)	野生生物生産性 (点)	景観文化価値 (点)
Otis Fresh Marsh (Otis)	57	33
Bear Meadow (Whitman)	68	64
Hyannis Wooded Swamp (Hyannis)	70	74
Moore's Pond (Warwick)	77	69
Chicopee River Marshes (Chicopee)	80	102
Hoosic River Swamp (Cheshire)	83	68
Wenham Swamp (Wenham)	94	112

出所：Gupta & Foster (1975) pp. 42 - 43

6 - 3 - 4 経済評価のための生態系評価指標の活用

指標単位やその測定幅はさまざまであるが、これら 4 種類の評価指標は生態系価値をなんらかの形で定量化しており、経済評価に有用と考えられる。しかし、その評価対象を見ると、表 6・3 のように「非利用価値」にあたる部分がほとんどである。また、「汎用性」の点では、HSI、進化遺産、生物生産性の各指標は人間の価値観を通さず生物学的・生態学的要因のみで測定されていることから、すべての生態系を一律に絶対評価するものである。一方、LPM と景観文化の指標は、当該生態系の存する社会の審美的文化的価値観も反映するため、類似した社会・文化圏の生態系だけに適用できる相対的評価指標とみなされる。

表 6 - 3 生態系評価指標の特性と評価対象

指標	定量単位	基礎データ	汎用性	評価対象 (非利用価値)	
				生物多様性・ 学術価値	自然景観
HSI	0 ~ 1	制限環境要因	すべての生態系		
進化遺産	年	絶滅確率、系統樹	すべての生態系		
LPM	50 ~ 250 点	景観構成要素	一部の生態系		
生物生産性	0 ~ 100 点	自然資源要素	すべての生態系		
景観文化	0 ~ 120 点	視覚的文化的要素	一部の生態系		

出所：筆者作成。

これらの指標を用いた簡易な生態系経済評価例として、対象とする生態系が A (面積 70 ha)、B (100 ha) および C (60 ha) で、それぞれの HSI が 0.543、0.882、0.312 と測定されており、生態系 A の生物多様性の価値がサーベイ法などを使って 7 億円と算定できた場合を想定してみる。A の単位面積あたりの価値は 1,000 万円/ha (= 7 億円/70 ha) となり、これを原単位として B と C の生物多様性価値を次のようにたやすく求めることができる。

$$\text{生態系 B の評価額} = 0.882/0.543 \times 1,000 \text{ 万円/ha} \times 100\text{ha} = 16.2 \text{ 億円}$$

$$\text{生態系 C の評価額} = 0.312/0.543 \times 1,000 \text{ 万円/ha} \times 60\text{ha} = 3.4 \text{ 億円}$$

自然景観の経済的価値も、BやCがAと同じような社会・文化圏（たとえば、文化、経済状況、風景などがほとんど均一な日本国内）に位置するのであれば、LPM指標（逆順で）や景観文化指標を用いて同様な算定ができよう。一方、自然生態系の利用価値経済評価のベースとなるような定量的評価指標はあまり活用されていない。1つの理由としては、サーベイ法に頼ることの多い非利用価値に比べ、利用価値の経済評価はなんらかの定量的指標を介さずとも手軽な市場価格を用い直接算定できるといった特徴が挙げられよう。しかし、対象とする生態系が多くなればなるほど、原単位評価額を求め定量的指標を活用しながら経済評価を行うという上記の手順が有用になると考えられる。

6 - 3 - 5 適用に向けての条件

以上のごとく、多数の生態系を経済評価するのに既存の定量的評価指標を活用することが、効率的な評価に結びつくと考察される。特に手間のかかるサーベイ法でしか算定できない非利用価値について有効であろう。もちろん、その大前提として、しっかりした原単位評価額が求まること、そして用いる定量的評価指標の科学的精度が高いことが重要である。今後、留意すべきは、定量的評価指標の測定単位が適切に限界支払意思額を反映しているか、すなわち、本論での「指標値と真の価値額が比例（線形）関係にある」という仮定を検証することが不可欠となる。

6 - 4 「便益移転」の積極的活用

すでに計測された類似事業の便益原単位などを活用して、評価対象となる環境財・サービスの価値を計測する方法を、環境経済学などの分野で「便益移転」(Benefit Transfer)と呼ぶ。

特に、公共事業の実施にあたっては、費用便益分析を中心とする事業の評価が求められており、たとえば港湾緑地の整備や、河川の護岸を緑化するような事業の評価にあたっては、環境改善便益などの計測が必要となっている。

こういった場合、現状ではしばしばサーベイ法が用いられる。しかしながらサーベイ法はアンケート調査が必要であり、調査費や調査期間が課題となるため、その節約の観点から、既存事例を活用して便益を計測する方法として便益移転が注目されており、米国環境保護庁などでも検討されている。

便益移転の方法としては、類似事例で計測された便益原単位の平均値などを援用する方法（原単位移転）や、便益原単位を推定する関数式を援用する方法（便益関数移転）、複数の事例で計測された便益原単位間の関係を、各事例の特性（地域の特性や事業の特性など）を変数として定式化し、それにより評価対象となる財の便益原単位を推定する方法（メタ分析移転）などがある。いずれも単なる過去の事例の転用ではなく、統計的な検証を行ったうえで原単位などの移転を行うことが求められる。

また、便益原単位自体が確定値ではなく、ある分布を有する平均的な値であると解釈すれば、類似事例の計測結果から得られる分散を感度分析の変動幅として援用することも考えられる。

なお、参考とする既存の便益原単位は国内の各種研究機関の事例のほか、以下のような海外ホームページや表 6 - 4 を利用することもできる。

ENVI (<http://www.evri.ca/english/default.htm>)

ENVALUE (<http://www.epa.nsw.gov.au/envalue/>)

DEFRA (<http://www.defra.gov.uk/environment/evslist/index.htm>)

EEPSEA (http://web.idrc.ca/en/ev-7994-201-1-D0_TOPIC.html)

IDEAS (<http://ideas.repec.org/search.html>)

EconPapers (<http://econpapers.hhs.se/>)

表 6 - 4 中の原単位は、米国メリーランド大学の R. Costanza らが、Nature 誌 (1997 年 5 月号、Vol. 387 / 15) に掲載した研究論文「The Value of the World's Ecosystem Services and Nature Capital」に基づくものである。

本論文では、市場では取引されない環境財・サービスを経済的に評価した 100 以上の事例研究の結果をもとに、さまざまな生態系 (16 種類) が有するそれぞれの環境的機能 (17 項目) の平均的評価額を算定している。それぞれの事例で採用された評価手法の多くは、本研究で取り上げた手法のいずれかを用いている。各事例で対象とされた場所は世界中から選ばれており、調査年も異なるため、Costanza らはすべての貨幣値を為替レートで米ドル価格に置き換えるとともに、物価水準指標で 1995 年価格に直している。しかし、もととなった事例は世界各地の異なる経済水準や環境的背景 (環境に対する地元民の価値観、自然資源の希少性など) 下で、算定された数値であるため、参考程度に扱うべきであろう。

また、具体的な便益移転の手順については、「政策評価における便益移転手法の適用可能性の検証」(吉田謙太郎、農業総合研究 No. 54・4、pp. 1-24、2000 年) などが参考になる。

表 6 - 4 生態系別環境・社会的平均価値

生態系	面積 (10 ⁶ ha)	環境・社会的機能別価値 (単位: US\$/ha/年、1994年時価)														面積あたりの価値 (US\$/ha/年)	地球全体の価値 (US\$ 10 ⁹ /年)			
		大気浄化	気候緩和	安定化	治水	水源涵養	濃食防止	土壌形成	養分循環	廃物処理	受粉作用	生物的防除	生息地保護	食物生産	原材料供給			遺伝子資源保全	保健休養	文化
海上	36,302																		577	20,949
海洋	33,220	38						118				5	15	0				76	252	8,381
海浜全体	3,102			88				3,677				38	8	4				62	4,052	12,568
(河口)	180			567				21,100				78	131	25				29	22,832	4,110
(海中植物/藻類海底)	200							19,002						2					19,004	3,801
(サンゴ礁)	62			2,750								5	7	27				1	6,075	375
(大陸棚)	2,660							1,431				39		2				70	1,610	4,283
陸上	15,323																		804	12,319
森林全体	4,855		141	2	2	3	96	10	361	87		2	43	138	16			2	969	4,706
(熱帯林)	1,900		223	5	6	8	245	10	922	87			32	315	41			2	2,007	3,813
(温帯/寒帯林)	2,955		88		0			10		87		4	50	25				2	302	894
草地	3,898	7	0		3		29	1		87		23	67		0			2	232	906
湿地全体	330	133		4,539	15	3,800				4,177			304	106				574	14,785	4,879
(干潟/マンローブ)	165			1,839						6,696			169	162				658	9,990	1,648
(沼沢地/泥濘原)	165	265		7,240	30	7,600				1,659			439	49				491	19,580	3,231
湖/河川	200				5,445	2,117				665			41					230	8,498	1,700
砂漠	1,925																			
ツンドラ	743																			
氷地/岩地	1,640																			
農地	1,400																		92	128
都市部	332																			
合計	51,625	1,341	684	1,779	1,115	1,692	576	53	17,075	2,277	117	417	124	721	79	815	3,015			33,268

出所: Costanza et al. (1998) p. 10

6 - 5 補償措置の適切な実施

昨今の環境保全技術やミティゲーション技法の開発成果には目をみはる進展がある。しかし、これらの技術、技法をもってしても防止あるいは復元しえない環境的影響や汚染負荷が存在することも確かである。このような場合、もしくは技術はあるが資源利用効率上、技術的措置よりも望ましいケースでは、影響住民へのなんらかの形での補償措置を講ずることによって、地域社会の福利（効用）レベルを保持するという選択はどうしても必要となってくるであろう。

環境経済評価の中心的骨格をなす「便益費用分析」は、この「資源利用の効率性」を基準に、総体として余剰利益が存在するかどうかをチェックすることに力点が置かれていることは5・2節などに示したとおりである。したがって、補償措置の必要性や補償範囲、補償対象世帯、補償額などを客観的に提示することはできても、補償が現実に行われるかどうかといった補償の実際の局面は便益費用分析では扱わないことが普通である。その結果、便益費用分析で余剰利得がありうるとされても、事業実施過程での補償のやり方がまずければ、現実には「パレート改善」にならない事態も生じるのである。よって、事業実施にかかわる補償措置に際しては、せつかく環境の経済的内部化によって理論的に証明された開発目的や環境上の妥当性を台なしにしないよう最善の努力が事業実施関係者に求められる。

6 - 6 環境経済評価における既存環境基準の取り扱い

水質汚濁、大気汚染、土壌汚染、騒音・振動といった典型7公害などについては、環境基準や排出基準が設定されており、環境影響評価や公害防止対策を実施する場合の評価目標値が提供されている。そのため、環境行政の中心であった公害問題にとって、わざわざさまざまな環境質レベルの経済的評価を行いあらたな資源利用効率上の遵守目標値を設けるなどの手続きは必要でなかった。

これは、特定の被害者に集中的に現れる激しい健康被害を引き起こすような公害誘発行為の是非を、そのような行為がもたらす経済的便益と被害費用との比較において非人間的に判断するということは、人々の理解を得られるものではないからである。また、別の視点からみれば、国会や地方自治体での承認を得、法律上施行されているこれらの公害関連基準値は、定量的な環境経済評価を経てはいないものの、この「公害関連基準値施行による公害防止対策事業」にともなう事業費がいくらかかろうとも、それにより守られるであろう生活環境や良好な保健レベルのもたらす便益のほうがはるかに大きいと、一般市民の総体的合意のもと政治の場で判断された結果といえる。すなわち、基準の範囲内での公害防止策に対する全国民の「支払意志額」あるいは保全される生活環境に対する潜在的評価額が、潜在的公害防止対策費用を上回ると観念的に決定されたわけである。

他の環境資源のなかでも、このようになんらかの絶対的遵守基準や達成目標値が高い客観性と合理性（地域レベルで、あるいは国家的に人々の支払意志額や民意が十分反映されているという意味で）のもとに設定されている場合、しいて環境経済評価の対象とする必要はないであろう。

しかし、かなり恣意的に環境規制や基準値が施行されていたり、今後、科学的定量的保全目標の考察が肝要であるとされている自然環境や生物多様性、あるいは社会環境については、環境経済評価的アプローチが求められるに違いない。さらには、さまざまな自然生態系への影響が懸念される昨今、人々への環境的影響は長期的かつ間接的に問題になるという状況が生まれてきており、環境負荷を減らすのにいくらでも費用をかけるべきだという従来の議論も生命や健康を著しく損なう場合を除き、見直される余地があると考えられる。

以上のような背景では、環境保全に関して一貫した原則での各種事業の実施や政策決定を行おうとすれば、負荷を減らすための費用を、それによって得られる便益と比較するということが求められ、そのためにも環境の経済的評価を取り込んだ便益費用分析が強力な武器となるのである。

6 - 7 その他の実務的留意点

この環境への新しいアプローチは、米国を筆頭とする先進国や、世界銀行、アジア開発銀行、国連環境計画、国連開発計画、国連食糧農業機関といった国際機関のほか、日本の研究機関でも試み始められており、さらに以下のような実務上の一般的提言や示唆がなされている。

- (1) さまざまな環境インパクトのなかでも、生産活動に大きく影響し、貨幣単位で測定しやすい環境項目を、とりあえずは対象とする。
- (2) 費用（環境悪化）と便益（環境改善）は、状況を異にすれば、表裏一体の関係にある。
- (3) 開発が行われなかった場合の環境の自然的变化も考慮する。
- (4) 環境の評価にあたっての仮定を明確にし、追試が行えるようにする。
- (5) 環境それ自体には市場価格がなくとも、関連した財やサービスの価格のなかに隠されていることがある。
- (6) 経済評価の対象期間を設定する際、環境影響の発生時期や継続期間を十分考慮する。
- (7) 従来の環境アセスメントの調査結果や作業フレームワークを十分活用するため、環境専門家と経済専門家の学際的協力（分野でいうと「環境経済学」や「資源経済学」の領域）が必要とされる。

参考文献

第1章

- 岩崎美佐子、大野和興（1988）『アジア小農業の再発見』緑風出版
- 大野栄治（2000）『環境経済評価の実務』勁草書房
- 国際協力事業団社会開発調査部（2002）『開発調査における経済評価手法研究、共通編』
- ジョン・ディクソン、メイナード・ハフシュミット（長谷川弘訳）（1993）『環境の経済評価テクニック』築地書館
- ジョン・ディクソン、ルイーズ・ファン・スクーラ、リチャード・カーペンター、ポール・シャーマン（環境経済評価研究会訳）（2000）『新環境はいくらか』築地書館
- 長谷川弘（1998）『環境経済アセスメント』東京出版
- 原剛（1999）『農から環境を考える』集英社新書
- リチャード B. プリマック（小堀洋美訳）（2003）『保全生物学のすすめ』文一総合出版
- 鷲田豊明（2002）『環境評価入門』勁草書房
- 鷲田豊明、栗山浩一、竹内憲司（1999）『環境評価ワークショップ』築地書館
- 樫尾昌秀、<http://www.gef.or.jp/forest/kashio.htm> 2004/4/30
- <http://www2.odn.ne.jp/~aab27900/index.html> 2004/5/15
- <http://www.eic.or.jp/index.html> 2004/5/20

第2章

- 大野栄治（2000）『環境経済評価の実務』勁草書房
- 環境省（2000）『環境白書』
- （2001）『環境白書』
- 栗山浩一（1997）『公共事業と環境の価値：CVM ガイドブック』築地書館
- （1998）『環境の価値と評価手法：CVM による経済評価』北海道大学図書刊行会
- （2000）『図解環境評価と環境会計』日本評論社
- （2003）『環境評価手法の具体的展開』吉田文和編『環境の評価とマネジメント』岩波書店
- 他（編）（2000）『世界遺産の経済学：屋久島の環境価値とその評価』勁草書房
- 新保輝幸他（1993）『中山間地域農林業の外部経済効果の出身者による評価：支払意志額の統計解析』『農村計画学会誌』Vol. 12、No. 3
- 竹内憲司（1999）『環境評価の政策利用：CVM とトラベルコスト法の有効性』勁草書房
- ジョン・ディクソン他（長谷川弘訳）（1991）『環境はいくらか』築地書館
- （環境経済評価研究会訳）（2000）『新環境はいくらか』築地書館
- 寺脇拓（2002）『農業の環境評価分析』勁草書房
- 長谷川弘（1991）『開発投資事業における環境影響の経済評価：環境的費用・便益の貨幣価

値化手法入門』技術情報センター

(1998)『環境経済アセスメント』東京出版

M. ハシュミット他(長谷川弘訳)(1993)『環境の経済評価テクニック：アジアにおけるケーススタディー』築地書館

肥田野昇(1997)『環境と社会資本の経済評価：ヘドニックアプローチの理論と実際』勁草書房

(1999)『環境と行政の経済評価：CVM「仮想評価法」マニュアル』勁草書房

藤本高志(1998)『農がはぐくむ経済評価：CVM』農業統計協会

三菱総合研究所(1991)『水田のもたらす外部経済効果に関する調査・研究報告書：水田のもたらす効果はいくらか』農林水産省

(1999)『社会アセスメント』東洋経済新報社

鷲田豊明(2002)『環境評価入門』勁草書房

他(1999)『環境評価ワークショップ』築地書館

Cummings, R. G. et al. (1986) *Valuing Environment Goods: An Assessment of the Contingent Valuation Method*.

Gregersen, H. M. et al. (1987) “Guidelines for Economic Appraisal of Watershed Management Projects”, *FAO Conservation Guide*. 16.

Harrison, D. Jr. & Rubinfeld, D. L. (1979) “Hedonic Housing Prices and the Demand for Clean Air” “The Distribution of Benefits from Improvement in Urban Air Quality”, *Journal of Economics and Management*. 5.

Hufschmidt, M. M. et al. (1983) *Environment, Natural, Systems and Development: An Economic Valuation Guide*. The Johns Hopkins University Press.

Hyman, E. L. (1981) “The Valuation of Extramarket Benefits and Costs in Environmental Impact Assessment”, *Environmental Impact Review*. Vol. 2, No. 3.

<http://www.econ.tohoku.ac.jp/~yhaya/>

<http://homepage1.nifty.com/anise/home/>

第3章

岡敏弘(1995)「環境の経済的評価」『水質環境学会誌』Vol. 18、No. 5

J. ディクソン他(長谷川弘訳)(1991)『環境はいくらか』築地書館

鳥光正光(1991)『新F/Sの倫理と実践』日本開発サービス

M. ハシュミット他(長谷川弘訳)(1993)『環境の経済評価テクニック：アジアにおけるケーススタディー』築地書館

長谷川弘(1997)「環境に配慮した割引率や割引計算」『1997年大会報告要旨集』環境経済政策学会

舟木賢徳他(1994)「生産高変化法による開発プロジェクトの事後評価：霞ヶ浦常陸川逆水

門の事例研究」『環境科学会誌』Vol. 7、No. 2

安田五郎他 (1994)「環境の経済評価手法について：仮想金銭化法と戦略的バイアスへの対応」『土木技術資料』

「環境学セミナー：明快な費用便益分析の隠れた落とし穴」『かんきょう』第17巻第9号
ぎょうせい

Gittinger, J. P. (1982) *Economic Analysis of Agricultural Projects*. Johns Hopkins University Press.

第4章

環境省国立環境研究所『森林の公益機能の環境経済的評価手法開発に関する研究』

国際協力機構 (2001)『トンダノ流域管理計画調査ファイル・レポート：主報告』

国際協力事業団 (1992)『JICA 環境配慮ガイドライン』

ジョン・ディクソン、メイナード・ハフシュミット (長谷川弘訳) (1993)『環境の経済評価テクニック』築地書館

ジョン・ディクソン、ルイズ・ファン・スクーラ、リチャード・カーペンター、ポール・シャーマン (環境経済評価研究会訳) (2000)『新環境はいくらか』築地書館

長谷川基裕他 (2004)「国際協力事業における環境社会配慮の実際 コンサルトの立場からみた課題」『環境アセスメント学会誌』Vol. 2、No. 2

リチャード B. プリマック (小堀洋美訳) (2003)『保全生物学のすすめ』文一総合出版

鷲田豊明他 (2002)『熱帯林の持続的管理の最適化に関する研究』独立行政法人国立環境研究所、㈱日経リサーチ

Chutubtim, P. (2001) *Guidelines for Conducting Extended Cost-benefit Analysis of Dam Projects in Thailand*. Chiang Mai University.

Hanh, V. N. et al. (2002) *Environmental Protection and Compensation Costs for the Yali Hydropower Plant in Vietnam*. EEPSEA.

Isangkura, A. *Environmental Valuation: An Entrance Fee System for National Park in Thailand*.

Manalili, N. M. et al. (2003) *Economic and Environmental Impacts of Using Treated Distillery Slops for Irrigation of Sugarcane Fields*. Agro-Industrial Development Program.

Mathur, A. S. and Sachdeva, A. S. (2003) *Towards an Economic Approach to Sustainable Forest Development*. PERSPECTIVE PLANNING DIVISION PLANNING COMMISSION GOVERNMENT OF INDIA.

Othman, J and Asmuni, S. *ENTRANCE FEE SYSTEM FOR RECREATIONAL FOREST IN SELANGOR, MALAYSIA*

Song, V. N. (2003) *Wildlife Trading in Vietnam: Why It Flourishes*. Economics and Rural Development Faculty: Hanoi Agricultural University.

The Economics of Soil Erosion and the Choice of Land Use System: Upland Farmers in Central

Vietnam.

Economic And Consequences Of Pesticide Use In Paddy Production: In the Mekong Delta, Vietnam.

Economic and Environmental Impacts of Using Treated Distillery Slops for Irrigation of Sugarcane Fields.

Guidelines for Conducting Extended Cost-benefit Analysis of Dam Projects in Thailand.

http://web.idrc.ca/en/ev-1-201-1-DO_TOPIC.html 2004/4/30

<http://www.gef.or.jp/forest/kashio.htm> 櫻尾昌秀「東南アジアの森林減少の要因と進む対策」
2004/5/15

<http://www.eic.or.jp/index.html> 2004/5/20

第5章

植田和弘 (1998) 『環境経済学への招待』丸善

他 (1991) 『環境経済学』有斐閣

岡敏弘 (1995) 「環境の経済的評価」『水環境学会誌』Vol. 18、No. 5

加藤尚史 (1992) 「緑化政策の便益の推定」『公共選択の研究』第20号

新保輝幸他 (1993) 「中山間地域農林業の外部経済効果の出身者による評価：支払意志額の統計的解析」『農村計画学会誌』Vol. 12、No. 3

(1994) 「農村における祭りのオプション価値の計測」『農林業問題研究研究』

末石富太郎他 (1993) 『環境計画論：環境資源の開発・保全の基礎として』森北出版

竹林征三 (1995) 『実務者のための建設環境技術』山海道

日本経済研究所 (1990) 『都市開発：その理論と実際 (第3編、事業化)』ぎょうせい

長谷川徳之輔 (1983) 「下水道事業における効率性を考える」『月刊下水道』Vol. 6、No. 1

長谷川弘 (1996) 「開発事業の総合評価：特に環境の経済評価について」『土木学会建設コンサルタント委員会第5小委員会 (地球環境問題講演録)』

(1998) 『環境経済アセスメント』東京出版

肥田野昇 (1992) 「ヘドニック・アプローチによる社会資本整備の評価」『土木学会論文集』
No. 449、IV・17

広島修道大学人間環境学部 (編) (2002) 『人間環境学入門：地球と共に生きること』中央
経済社

盛岡通他 (1995) 「大阪湾沿岸域水環境の経済的価値評価の試み」『土木学会論文集』No.
518、IV・28

吉野清文 (1983) 「下水道の効果を定量化するための一試案」『月刊下水道』Vol. 6、No. 1

Hufschmidt, M. M. et al. (1983) *Environment, Natural, Systems, and Development: An Economic Valuation Guide*. The Johns Hopkins University Press.

Hyman, L. E. (1981) "The Valuation of Extramarket Benefits and Costs in Environmental

第6章

雨嶋克憲他 (2002) 「トウキョウサンショウウオのハビタット適性指数モデル(案)の作成とHEPのケーススタディについて」『2002年度研究発表会論文要旨集』環境アセスメント学会

植田和弘他 (1991) 『環境経済学』有斐閣

岡敏弘 (1999) 『環境政策論』岩波書店

(1995) 「環境の経済的評価」『水環境学会誌』Vol. 18, No. 5

加藤尚史 (1992) 「緑化政策の便益の推定」『公共選択の研究』第20号

新保輝幸他 (1993) 「中山間地域農林業の外部経済効果の出身者による評価：支払意思額の統計的解析」『農村計画学会誌』Vol. 12, No. 3

(1994) 「農村における祭りのオプション価値の計測」『農林業問題研究研究』

末石富太郎他 (1993) 『環境計画論：環境資源の開発・保全の基礎として』森北出版

竹林征三 (1995) 『実務者のための建設環境技術』山海道

日本経済研究所 (1990) 『都市開発：その理論と実際(第3編、事業化)』ぎょうせい

長谷川徳之輔 (1983) 「下水道事業における効率性を考える」『月刊下水道』Vol. 6, No. 1

肥田野昇 (1992) 「ヘドニック・アプローチによる社会資本整備の評価」『土木学会論文集』No. 449, IV・17

盛岡通他 (1995) 「大阪湾沿岸域水環境の経済的価値評価の試み」『土木学会論文集』No. 518, IV・28

吉野清文 (1983) 「下水道の効果を定量化するための一試案」『月刊下水道』Vol. 6, No. 1

Costanza, R. et al. (1998) “The value of the world’s ecosystem services and natural capital” *Ecological Economics* 25.

Elwood L. Shafer et al. (1973) “Landscape Preferences: An International Replication” *Journal of Leisure Research* 5 (Spring)

Tirath R. Gupta and John H. Foster (1975) “Economic Criteria for Freshwater Wetland Policy in Massachusetts” *American Journal of Agricultural Economics* (February)

略 歴

長谷川 弘（はせがわ ひろし）

1956 年生まれ。東京農業大学、ハワイ大学院卒業。技術士（農業部門：農村環境）、博士（環境科学）。国連食糧農業機関、国際協力機構（特別囑託）、民間開発コンサルタントなどを経て、現在、広島修道大学人間環境学部教授。専門は環境経済評価、環境影響評価、環境行政、農村環境。

共同研究者

三谷和臣（主に第 1 章および第 4 章を担当）、岡野千裕（主に第 2 章を担当）、いずれも広島修道大学人間環境学部在籍。