

< Bateman et al.(2002)から作成 >

図 3-1 環境経済価値の分類

このように、環境は多面的な諸価値を有しており、それらのすべてが取引される性質のものとは限らない。このために、市場価格(=利用のためのコスト)は、社会的価値ないしは福祉を反映したものである計算価格から下方に乖離し、その結果、環境の過剰利用が発生するのである。

したがって、生態勘定における自然資本ストック評価において市場価値ベースで評価付けを行っていくと、深刻な過小評価につながりかねない。たとえば、世界銀行の World Development Indicators(WDI)などでは、森林資源の価値評価において木材価格と伐採費用に基づく市場レントを用いている。これは図 2.1 における直接利用価値に相当するものであるが、その他の価値を反映しているものとはいえない。これは森林資源の過小評価である。したがって、WDI データベースが提供する森林資源評価をそのまま生態勘定に取り入れることはできない。改めて評価のプロセスを取る必要がある。

その際によってたつ理論的バックグラウンドは、効用理論に求められる。すなわち、消費者余剰による測定である。消費者余剰には、マーシャルの消費者余剰とヒックスの消費者余剰があるが、環境評価では一般にヒックス余剰に基づいた評価がなされる。それは、マーシャルの余剰には価格変化の順序(経路)に依存して消費者余剰の値が変化してしまうという経路従属性の問題があるからである(Johansson 1987)。

ヒックス余剰は、変化する対象と効用水準の参照点の置き方によって 4 つに分類される(Hicks 1943)。変化する対象が価格の場合、参照点に変化前ならば補償変分(CV; Compensating Variation)、参照点に変化後ならば等価変分(EV; Equivalent Variation)と呼ばれる。また、変化する対象が物量の場合、参照点に変化前ならば補償余剰(CS; Compensating Surplus)、参照点に変化後ならば等価余剰(ES; Equivalent Surplus)である。

環境評価の文脈で定式化するならば次のようになる(栗山 1998, Flores 2003)。  $p$  を市場財の価格(ベクトル)、  $Q$  を環境財(質)、  $y$  を所得とし、間接効用関数を  $V(\cdot)$ 、添え字 0 を変化前、1 を変化後、

とすると、

$$V(p^0, Q^0, Y^0) = V(p^1, Q^0, Y - CV) = U^0 \quad (1)$$

$$V(p^0, Q^0, Y + EV) = V(p^1, Q^0, Y) = U^1 \quad (2)$$

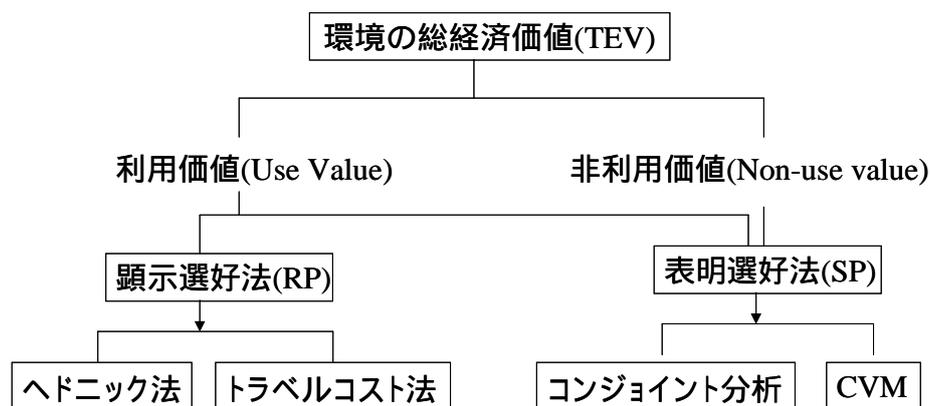
$$V(p, Q^0, Y) = V(p, Q^1, Y - CS) = U^0 \quad (3)$$

$$V(p, Q^0, Y + ES) = V(p, Q^1, Y) = U^1 \quad (4)$$

(1)式が CV、(2)式が EV、(3)式が CS、(4)式が ES を、それぞれ定義している。通常、環境評価は、環境質  $Q$  の変化を測定することを目的とするため、(3)式あるいは(4)式が用いられることが多い。一般に、環境質変化  $Q^0 \rightarrow Q^1$  が「改善」である場合、CS は環境を改善させるための支払意思額(WTP; Willingness to Pay)、ES は環境改善をあきらめることを受入意思額(WTA; Willingness to Accept)と呼ばれる。また、環境質変化  $Q^0 \rightarrow Q^1$  が「悪化」の場合は、CS が WTA、ES が WTP となる。CS と ES のどちらの厚生測度を用いるかは、環境に対する権利の所在に依存するが(鷲田 1999)、NOAA パネルなどで一般に推奨されている生態系価値の評価枠組みは、WTP に基づくものである。

### 3.1.3 環境の経済評価の手法

前小節で概観したとおり、経済理論の枠組みにもとづいて生態系サービスを評価するためには、利用価値だけでなく非利用価値を合わせて WTP を測定することにある。そのために利用可能な環境評価手法としては、表明選好法が適用可能である。図 3-2 が示す通り、環境の経済評価手法には表明選好法だけでなく顕示選好法もある。しかしながら顕示選好法は、レクリエーション価値など生態系サービスの重要な要素を評価することができる一方で、存在価値などの評価対象を測れない性質が指摘されているため、我が国においても顕示選好法で生態系サービス源の評価が蓄積しているが、その評価価値を生態系勘定で用いる際には注意を要する。



出典 Bateman et al.(2002)から作成

図 3-2 評価のアプローチと評価する価値

それに対して表明選好法は、生態系サービスの幅広い価値を測定することが可能である。表明選好法には仮想評価法（CVM; Contingent Valuation Method）やコンジョイント分析がある。これらは環境評価手法として、とりわけ発展の目覚ましい手法である。CVMの歴史は比較的早く、Ciriacy-Wantrup(1947)がその概念を最初に提案したと言われている。また、CVMの手続きを体系的にまとめた Mitchell and Carson(1989)によれば、CVMを用いた最初の実証研究は Davis(1963)であると言われている。

CVMは生態系の価値を経済的に評価する要請（1989年のエクソン=バルディーズ号事件およびオハイオ裁判）を受けて開発された。エクソン=バルディーズ号事件は、アラスカ沖で座礁したエクソン社のバルディーズ号から大量の原油が流出し、深刻な海水汚濁や沿岸レクリエーション地の破壊などをもたらした事件であり、その損害賠償額を算定するにあたり、非利用価値を含めるか否かで大論争を引き起こしたものであった。オハイオ裁判は、スーパーファンド法における損害評価の手続きに関する内務省のルールを巡って、オハイオ州政府および環境保護団体と産業界側とが争った裁判であり、評価対象を非利用価値まで範囲を広げるとともにCVM適用の妥当性を判決として下したものである。これはバルディーズ号事件の4ヶ月後のことであった。その後、1993年にアメリカ商務省国家海洋大気管理局（NOAA; National Oceanic and Atmospheric Administration）によってCVMの有効性を認める結論が出され、非利用価値の認知がさらに進んだ。1989年からのこれら一連の事件を経て、非利用価値を推定する手法として表明選好法が大きく発展するに至った背景がある。これをうけて、その後の生態系サービス評価を目指したミレニアム生態系評価やTEEB報告書などの大型研究プロジェクトでも、かならず注目される手法となっており、本研究プロジェクトにおいても重要な手法と位置づけられる。

CVMの最大の欠点は、様々な評価バイアスが入り込む余地があることにある<sup>8)</sup>。従って、CVM研究の主要な課題は、いかにしてバイアスを最小に抑えるか、という点であった。そのために、調査票の作成や回答方式の工夫などに研究の力点が置かれている。逆に言えば、調査計画の策定や調査票作

<sup>8)</sup>様々なバイアスについては、Mitchell and Carson (1989)や栗山(1998)にまとめられている。

成において問題が含まれている場合、その評価値の利用可能性は非常に損なわれてしまうことになる。こうした観点から、既存の評価研究を概観することが本サブテーマの課題でもある。

CVM は、調査票における回答方法によって解析モデルが異なり、大きく分けて、自由回答型、付け値ゲーム型、支払カード型、二肢選択型がある。どのタイプを用いるかによって、支払意思額の推定値が異なることがあるため、その選択は重要である。Welsh and Poe(1998)では、自由回答型、支払カード型、二肢選択型のそれぞれでの評価値を推定し比較した。その結果、それぞれ、\$54、\$37、\$98 という結果を示し、およそ 165%程度の乖離率を示した。Ready et al.(2001)も同様に、支払カード型で低い評価値を示した。こうしたことから、しばしば大きくなりがちな非利用価値の推定にたいして「控えめな推定」(NOAA パネル)を行いつつ、マクロ規模での調査のために汎用性のある生態系サービス評価を行うためには、支払カード型は有力な手法の一つである。CVM の詳細な解説文献はかなりの蓄積が進んでいるため、どのような手順を踏んだ CVM サーベイ調査が利用性が高いかについての判断材料となる ( Mitchell and Carson(1989)、Bjornstad and Kahn(1996)、Bateman and Willis(1999)、Bateman et al.(2002)、Champ et al.(2003)、Haab and McConnell (2002)、Nocera(2003)、Herriges and Kling(1999)、Alberini and Kahn (2006)、Wilis and Garrod (2012)、栗山(1997,1998)、鷲田(1999)、鷲田他(1999)、柘植他(2011) )。

また、マクロ的な原単位価値だけでなく、質的な要素をより詳細に価値付ける際にはコンジョイント分析の利用が考えられる。コンジョイント分析の利点は下記のような点があり、生態勘定で質的な要因を考慮する際には有用である。

- (1) 広範な対象について評価ができる。
- (2) 非利用価値を評価できる。
- (3) 多属性を有する環境について、属性ごとの評価ができる。

(1)、(2)は顕示選好法と比較して、(3)は CVM と比較して、コンジョイント分析の特徴が明らかとなるであろう。環境は本質的に多属性性を有するものが多く、環境にインパクトを与える政策プロジェクトについて、属性ごとに評価されるべきケースが多い。そのときに(3)多属性評価が可能なコンジョイント分析が注目されることになる。また、コンジョイント分析のなかでは、選択型実験と呼ばれる手法が優れていることが近年の研究で明らかとされてきており、日本版生態勘定として生態系サービス源の質をより詳細に把握・評価する際には有力な手法である。

## 3.2 生態系サービス勘定に応用可能な環境の経済評価手法

生態系サービスを評価するにあたって、環境評価手法がどの価値を測定対象にしているか、そしてどのように評価しているかによって、生態勘定に応用可能かどうか判断される。ここでは、評価手法、評価主体単位、評価の時間的単位、評価の空間的単位の観点を提起する。その後、今年度の生態系サービス源としての森林資源を測定するこれまでの評価事例を概観する。

### 3.2.1 評価手法

前節でみたとおり、いずれの手法を採用するかによって評価対象と評価結果は異なる。生態勘定と

して評価結果を集約する際には、こうした手法の差異を考慮してまとめていく必要がある。

- (1) 置換法（特定の生態系サービスに着目して、その機能を人工物で代替するために掛かる費用から推定）
- (2) 家計生産法（生態系サービス保全のための家計支出から推定）
- (3) ヘドニック価格法（生態系サービスが地価や不動産価格に与える影響から推定）
- (4) トラベルコスト法（生態系サービスが訪問行動に与える影響から推定）
- (5) 仮想評価法（アンケート調査により生態系サービスに対する支払意志額から推定）
- (6) コンジョイント分析（アンケート調査により生態系サービスに対する支払意志額を、生態系の属性ごとに推定）
- (7) 市場価格・レント（市場取引される生態系サービスを、その交換価格から推定）

### 3.2.2 評価の主体

生態系サービス評価については、評価主体の単位についても注意が必要である。これまでの評価事例では次のようなものがある

- (1) 国家・自治体単位で評価して公共部門の支出として生態系サービスを評価。国民経済計算、県民経済計算、産業連環などのマクロデータから推計するため、評価主体は国あるいは県全体となる。
- (2) 世帯・家計に着目したもの。家計生産法や世帯単位での支払意志額を推計した場合に、表以下スタイは世帯となる。
- (3) 個人に着目したもの。支払意志額を個人一人あたりで算出したもの。

こうした評価主体の取り方は、生態勘定として利用する際に非常に重要である。従来の評価事例は次節で精査するが、国全体（あるいは県全体）に当てはめて考える時、支払意志額に世帯数を乗じる場合（2）と、人口を乗じる場合（3）では、かなり大きな差異が発生する。たとえば表明選好法などで支払意志額を測定する場合に、分析枠組みにおいて評価の主体があいまいな場合、そうした影響が生態勘定では評価結果に重要な影響を与える。こうしたことから、生態勘定に応用可能な評価手法を精査する場合には、評価主体の取り扱いには慎重な配慮を要する。

### 3.2.3 評価の時間的単位

評価の時間的単位として、大きく分けて次の2つがある。

- (1) 一回の評価値として評価する。例えばCVMの支払意思額の調査で一回だけの支払として分析されており、その後の支払は求められないようなシナリオでの評価。
- (2) 毎年の負担額として評価する。例えばCVMの支払意思額の調査で税あるいは基金等による毎年の支払としての評価。あるいは国民経済計算、県民経済計算、産業連環などによる毎年の生態系サービスフローとしての評価。

こうした違いも、生態勘定の評価値として集約する場合には配慮を要する。生態勘定のフレームワー

クに合わせて、ワンショットの評価値(1)として評価すべきか、国民経済計算のように毎年の価値(2)として評価すべきかを統一する必要がある。経済理論における合理性の仮定によれば、将来割引などの考慮によって(1)と(2)は変換可能ではあるが、合理性の仮定はかなり強い仮定であり、評価手法における時間単位のもの選択によって評価値は左右されることを踏まえておいたほうがよい。

### 3.2.4 評価の空間的単位

最後に、評価値が評価対象の空間的広さを考慮しているか、また便益の波及範囲をどの程度想定しているかについても考慮する必要がある。前者はスコープ無反応性という環境の経済評価手法の問題に関わる。スコープ無反応性は、Kahneman et al. (2000)らによって環境の経済評価手法への批判として指摘された性質であり、2000羽の渡り鳥保護と2,000,000羽の渡り鳥保護に対するWTPに差異がなかったという実験結果とともに示されたものである。こうした問題は他の生態系の価値評価にも応用可能であり、森林評価の場合も保全対象の空間的単位を無視して評価してしまう場合、国全体あるいは県レベルで森林面積等に乗じて評価することが不可能となる。

したがって、生態系勘定に応用可能な評価手法として、空間的単位の取扱いが適切かどうかについて慎重な配慮が求められる。

## 3.3 評価値の妥当性

生態系勘定への応用可能性を検討する際に、生態系サービス評価値の妥当性を検証することは重要なステップである。評価結果の妥当性について、特に表明選好法における検証点として Mitchell and Carson(1989)や Bateman et al.(2002)では、趣意妥当性(Content Validity)、基準関連妥当性(Criterion Validity)、構成概念妥当性(Construct Validity)の観点から検討することを推奨している。構成概念妥当性は、収束妥当性(Convergent Validity)と理論的妥当性(Theoretical Validity)に分けられる。

趣意妥当性とは、もともとの調査の意図を妥当とするかということであり、これは最終的には調査者の主観的判断に基づくことになるが、専門家やフォーカスグループとの間で議論すべき項目であるといえる。基準関連妥当性は、実際の市場データと比較して、評価値が妥当な値であるかを検討するものであり、同一対象を扱う顕示選好法の結果と比較することでチェックされる。実際には多くの研究で表明選好法と顕示選好法とで評価値が乖離することが確認されている(Carson et al.(1996), Carlsson and Martinsson(2001))。しかし、そもそもの問題として表明選好法は、現実市場データがないために開発された手法であり、これをチェックすることはしばしば不可能である。竹内(1998)が述べるとおり、もともと市場価格のないものへ市場価格をつける試みであるため、それが正しい値かどうかは決定できないのであり、全般的な評価研究の蓄積に依存するのである。

収束妥当性は、他の手法による評価の結果と比較することで確認され、環境評価研究の場合は、CVMとコンジョイント分析という二つのことなる表明選好法の比較対照により検討できる。つまり、同じ対象を測るならば同じ額で評価されねばならない(Stevens et al. 2000)ということである。Roe et al.(1997)では、分析対象や、分析の意図および目的に応じてCVMとコンジョイント分析を使い分けることが最も望ましいとしているが、生態勘定においても国単位・県単位での評価を目指すためにはシンプルなCVMで、そして質的要因を詳細に評価するためにはコンジョイント分析の利用が考えら

れる。

最後に、理論的妥当性については、社会経済的属性の係数符号のように経済理論による予測と一致しているかをチェックすることにより確認されるものであり、一般に学術研究として報告されている評価研究は理論的な検討が踏まえられているものがほとんどである。

妥当性とともに検討されるべきは、評価値の信頼性(Reliability)である。多くの場合、信頼性とは再現可能性(replicability)の度合いを意味する(Bateman et al. 2002)。藤本(1998)では、しばらくの期間を置いて再度同様の調査を行うという再現調査により、双方の評価値が高く相関すれば信頼性が検証されるとしている。適切にデザインされた調査は、同一の評価値が再現される。エクソン=バルディーズ号事件に関する CVM 調査 (Carson et al.(1994))では、2年後に同一の調査をしたときに同一の結果を得ているため、信頼が高いことが実証されている(Carson et al. 1997)。しかし、この信頼性を調査するに当たり、かなりの費用がかかるという現実的問題が存在する。

妥当性や信頼性を低下させる最大の原因は、調査におけるバイアスであり、表明選好法を現実に利用可能なものとするためには、適切な調査票作成が必要条件である。

### 3.4 環境の経済評価事例

#### 3.4.1 先行評価事例の収集

森林資源を評価した先行研究を収集し、リスト化すると表 3-1 ~ 3-3 のようになる。

表 3-1 日本における森林の価値評価(1)

Author	Publication year	発行	Peer Review	調査年	評価県	サンプルサイズ	支払意額	支払回数
栗山浩一・吉田謙太郎	NA	NA	NA	2011	日本全国	1088	662,600,000,000	ワンショット
栗山浩一・吉田謙太郎	NA	NA	NA	2011	日本全国	1088	459,600,000,000	ワンショット
栗山浩一・吉田謙太郎	NA	NA	NA	2011	日本全国	1088	486,200,000,000	ワンショット
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	2,910,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	210,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	41,120,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	8,170,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	13,920,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	11,920,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	21,240,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	1,620,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	600,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	100,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	18,930,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	4,230,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	7,280,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	6,380,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	11,150,000,000	毎年
宮田将門他	2011	土木計画学研究・論文集	1	2009	三重県	NA	830,000,000	毎年
丸茂信行、安田八十五	2009	経済経営研究所年報		2008	神奈川県	572	5574円/人	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	北海道	NA	36,241,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	青森県	NA	4,101,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	岩手県	NA	8,519,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	宮城県	NA	2,783,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	秋田県	NA	7,107,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	山形県	NA	3,849,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	福島県	NA	6,704,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	茨城県	NA	1,154,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	栃木県	NA	2,977,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	群馬県	NA	3,229,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	埼玉県	NA	1,617,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	千葉県	NA	1,970,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	東京都	NA	244,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	神奈川県	NA	635,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	新潟県	NA	3,878,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	富山県	NA	1,379,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	石川県	NA	2,518,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	福井県	NA	2,216,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	山梨県	NA	2,754,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	長野県	NA	3,166,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	岐阜県	NA	6,381,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	静岡県	NA	3,435,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	愛知県	NA	1,710,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	三重県	NA	4,270,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	滋賀県	NA	1,151,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	京都府	NA	3,266,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	大阪府	NA	116,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	兵庫県	NA	4,253,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	奈良県	NA	1,413,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	和歌山県	NA	2,942,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	鳥取県	NA	1,492,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	島根県	NA	4,696,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	岡山県	NA	3,104,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	広島県	NA	155,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	山口県	NA	12,817,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	徳島県	NA	1,925,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	香川県	NA	165,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	愛媛県	NA	3,907,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	高知県	NA	6,541,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	福岡県	NA	1,887,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	佐賀県	NA	1,317,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	長崎県	NA	1,752,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	熊本県	NA	5,294,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	大分県	NA	5,195,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	宮崎県	NA	7,684,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	鹿児島県	NA	6,175,000,000	毎年
藤田武美	NA	弘前大学大学院地域社会研究科年報	1	2006	沖縄県	NA	297,000,000	毎年
吉田謙太郎ら	2010	農村計画学会誌	1	2006	神奈川県	228	0.198(円/世帯/m <sup>2</sup> )	毎年

表 3-2 日本における森林の価値評価(2)

Author	Publication year	発行	Peer Review	調査年	評価県	サンプルサイズ	支払意思額	支払回数
安田八十五	NA	経済経営研究所年報		2005	神奈川県	443	3140円/人	毎年
村中亮夫・寺脇拓	2005	人文地理		2003	兵庫県	142	13,043,594	毎年
藤本高志ら	2006	農村計画学会誌	1	2003	京都府	238	6,510,000	毎年
藤本高志ら	2006	農村計画学会誌	1	2003	京都府	222	9,290,000	毎年
				2001				
村中亮夫	2004	地理学評論	1	2002	山口県	408	-1,921,430,000	毎年
栗山浩一ら	2006	林業経済研究		2001	神奈川県	798	767(円/世帯/%)	毎年
栗山浩一ら	2006	林業経済研究		2001	神奈川県	798	331(円/世帯/%)	毎年
栗山浩一ら	2006	林業経済研究		2001	神奈川県	798	227(円/世帯/%)	毎年
栗山浩一ら	2006	林業経済研究		2001	神奈川県	798	203(円/世帯/%)	毎年
柘植隆宏	2001	環境科学会誌	1	1999	兵庫県	1250	120779560(円/%)	毎年
柘植隆宏	2001	環境科学会誌	1	1999	兵庫県	1250	96912432(円/%)	毎年
柘植隆宏	2001	環境科学会誌	1	1999	兵庫県	1250	116447804(円/%)	毎年
栗山浩一	1999	日林誌		1996	滋賀県	173	1385(円/世帯/%)	毎年
栗山浩一	1999	日林誌		1996	滋賀県	173	771(円/世帯/%)	毎年
栗山浩一	1999	日林誌		1996	滋賀県	173	317(円/世帯/%)	毎年
吉田謙太郎ら	1996	農業総合研究		1995	神奈川県	547	2138354000(5%trim)	毎年
加藤明香	1996	Journal of Forest Economics	0	1995	北海道	1188	503,000,000	毎年
新保輝幸ら	1993	農村計画学会誌	1	1992	和歌山県	675	400,000,000	ワンショット
新保輝幸ら	1993	農村計画学会誌	1	1992	和歌山県	675	370,000,000	ワンショット
新保輝幸ら	1993	農村計画学会誌	1	1992	和歌山県	675	340,000,000	ワンショット
新保輝幸ら	1993	農村計画学会誌	1	1992	和歌山県	675	330,000,000	ワンショット
林野庁	1993			1991	全国		39,000,000,000,000	ワンショット
林野庁指導部	1992			1990	滋賀県		35,000,000	毎年
幡建樹・赤尾健一	1993	The Japanese Forest Economic Society	0	1990	滋賀県	94	35,705,722	毎年
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	滋賀県	NA	125,000,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	滋賀県	NA	3,800,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	滋賀県	NA	500,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	滋賀県	NA	1,100,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	滋賀県	NA	600,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	1,394,800,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	93,600,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	700,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	116,800,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	7,000,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	3,700,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	4,100,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	5,800,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	19,500,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	1,500,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	6,200,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	2,200,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	62,200,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	6,900,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	800,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	9,200,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	1,800,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	9,500,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	兵庫県	NA	3,000,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	奈良県	NA	99,100,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	奈良県	NA	900,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	奈良県	NA	4,500,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	奈良県	NA	600,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	奈良県	NA	5,200,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	奈良県	NA	1,700,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	奈良県	NA	2,000,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	奈良県	NA	5,400,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	和歌山県	NA	81,500,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	和歌山県	NA	2,700,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	和歌山県	NA	4,800,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	和歌山県	NA	400,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	和歌山県	NA	600,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	和歌山県	NA	9,500,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	和歌山県	NA	5,100,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	18,200,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	12,200,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	1,600,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	4,000,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	800,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	76,100,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	3,700,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	13,600,000	ワンショット

表 3-3 日本における森林の価値評価(3)

Author	Publication year	発行	Peer Review	調査年	評価県	サンプルサイズ	支払意額	支払回数
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	37,100,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	7,100,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	5,400,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	1,100,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	1,400,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	17,200,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	1,600,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	14,000,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	19,200,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	2,300,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	1,100,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	30,000,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	3,200,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	1,300,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	大阪府	NA	2,100,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	京都府	NA	4,502,500,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	京都府	NA	18,700,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	京都府	NA	42,600,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	京都府	NA	12,300,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	京都府	NA	20,500,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	京都府	NA	2,900,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	京都府	NA	24,400,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	京都府	NA	2,800,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	京都府	NA	100,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	京都府	NA	2,400,000	ワンショット
浦出俊和ら	1992	農村計画学会誌	1	1985	京都府	NA	500,000	ワンショット
福岡	1983			1979	滋賀県		2,793,000,000	ワンショット
福岡	1983			1979	滋賀県		3,354,000,000	ワンショット
福岡	1983			1979	滋賀県		520,000,000	ワンショット
福岡	1983			1979	滋賀県		3,798,000,000	ワンショット
今永正明	NA	NA	NA	1974	秋田県	NA	420,000,000 (利率を6%として還元)	毎年
林野庁	1972			1970	全国		1,610,000,000,000	ワンショット
林野庁	1972			1970	全国		2,270,000,000,000	ワンショット
林野庁	1972			1970	全国		500,000,000,000	ワンショット
林野庁	1972			1970	全国		2,250,000,000,000	ワンショット
林野庁	1972			1970	全国		1,700,000,000,000	ワンショット
林野庁	1972			1970	全国		4,870,000,000,000	ワンショット

### 3.4.2 先行評価事例の応用可能性

日本における森林資源の生態価値評価については先行研究として様々な目的・対象を設定して蓄積が進んでいる。しかしながら、3.2 および 3.3 でまとめた生態勘定という目的のための環境評価手法が有すべき条件にあてはめて考察すると、利用不可能な事例が多い。たとえば特定の森林の評価を目指して空間的範囲が評価の枠組みから抜け落ちているものや、評価主体の定義が曖昧なものなどもあり、国レベル・県レベルといったマクロレベルへの適用には資する研究は非常に限られてしまう。またマクロ的な評価研究はほぼんと非利用価値を対象外としているものもあり、生態系サービスの包括的評価として、環境経済学的観点からは不十分である。

こうしたことを踏まえて、次節では、2015年に実施されたサーベイ調査にもとづいた価値評価を行う。このサーベイ調査のサンプルサイズは非常に大きく、先行研究との統合を行うことも可能であるが、先行研究の割合が非常に小さくなるため、本年度はサーベイ調査のみにもとづいて評価を行い、メタ分析(4章)に供する。

### 3.5 生態勘定への応用可能性を考慮したサーベイ調査

#### 3.5.1 調査内容

サーベイ調査は2015年の11月16日から12月4日までインターネットを用いて全国の192,704人から有効回答を得た。サーベイ対象者は全国の都道府県の人口比率およびそれぞれの都道府県の年齢比率に合うように抽出されている。

サーベイ調査票では、3.3節および3.4節における生態勘定への環境評価手法への応用についての議論にもとづいて、支払カード型CVMを採用し、評価主体を世帯して明確化し、毎年の支払として時間的範囲を定め、居住地域における1haの森林面積の増加に対する評価として空間的範囲を定めた。調査票における質問文は次のようなものである。最初に、評価対象の性質の再認識を促すために、森林資源のもつ環境機能や生態系機能に関する重要性についての質問を行う。

森林には減災機能（浸水防止・土砂災害防止）がありますが、レクリエーションの場の提供や緊急時には建築資材になるなど、他にも様々な機能を持ちます。

あなたは、あなたのお住まいの地域（市町村）の森林について、以下のどの機能が重要だと重いですか。重要と思う準に、1位～5位をお答え行えください。

- ・木材供給
- ・減災機能（土砂災害防止など国土保全）
- ・水質浄化
- ・生態系・生物多様性保全
- ・レクリエーション・遊び場
- ・文化的・宗教的価値（神社仏閣など）
- ・景観
- ・CO<sub>2</sub>吸収
- ・遺伝子資源（薬品の材料など）
- ・その他（自由回答）

図 3-3 調査票における森林の機能の重要性に関する設問

これに続いて、支払カード型の CVM 質問により、価値評価を行う。下記の文では( )円となっている部分については、ウェブ画面上で金額を選択する回答形式である。

いま、あなたのお住まいの地域（市町村）における森林保護のために、乱伐の規制や植林によって 1ha のさらなる森林の拡大を行政が検討しているとします。そのとき、あなたの家計の年間負担増が最大いくらまでなら許容できますか？ なお、この金額は行政に徴収され、森林保護実施の基金となります。

( )円

図 3-4 調査票における支払カード型 CVM による森林評価

これにより、1ha の森林価値に対する家計（世帯）の年間評価が得られる。これらは 3.2 節および 3.3 節で議論した評価基準に照らして、マクロ評価として適用可能な評価値であると考えられる。最後に、さらなる質的な状況を鑑みた分析にむけて森林の現状についての質問を設けている。

あなたのお住まいの地域（市町村）における森林の状況について、以下のような問題があればチェックしてください。

- ・ 林業には適していないため間伐が進まず、荒廃気味である。
- ・ ゴミの散乱など環境が悪化し、レクリエーションには不向きである。
- ・ 害獣が増加し、下草の消失などの森林の質の悪化や、周辺地域における獣害が目立つ。
- ・ 開発に伴う森林伐採が進み、土砂崩れなどが発生しやすくなっている。
- ・ その他( )

図 3-5 調査票における森林の現状に関する設問

### 3.5.2 調査結果

推計結果は図 3-6 のように得られた。数値についての情報は、森林統計とともに添付資料に付した。

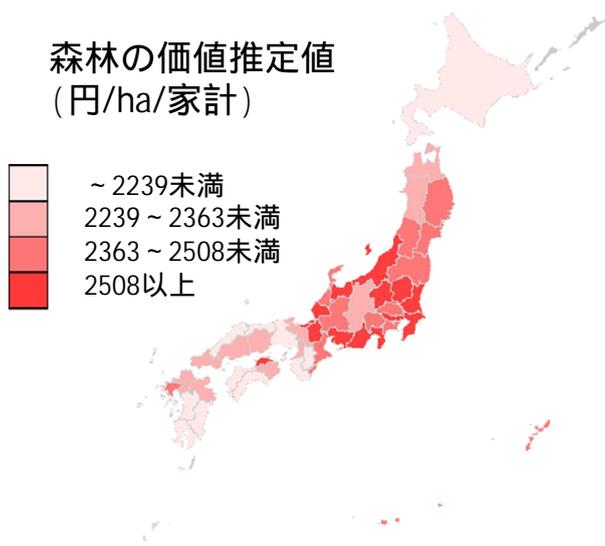


図 3-6 森林 1ha に対する支払意思額の分布（世帯 1 年あたり）

評価結果として、全国で平均約 2,447 円（標準偏差 171）であり、最高値は 2,813 円（東京都）、最低値は 1,967 円であった。図 3-6 が示す通り、日本全体で評価額は散らばっており、全体的に東日本のほうが比較的高い評価値を示している。このことは、第 2 章でまとめたとおり東日本は森林の公益的機能が重視されており、西日本は商業的価値が重視されていることに起因される。一般に商業価値は所有者のみに帰属する価値であるのに対して、公益的価値は一種の外部経済であり、住民に広く享受される価値であるため、一般住民に対するサーベイ結果として東日本の方が総じて高い評価値を示したことは不思議ではない。

しかしながら、所得などの社会経済属性や、森林の種別なども評価値に影響を与えていると考えるのが妥当であろう。第 4 章のメタ分析では、なぜこのように支払意思額が分布したのかを回帰分析で明らかにしていき、メタ関数を求めて県別の生態系サービス源としてのストック評価を行う。

### 3.6 まとめと今後の課題

本章では、生態勘定に取り入れられる価値データの収集に向けて、生態系サービスの経済学的評価手法について、環境の経済評価論の観点から精査した。最初に、生態系サービスの価値づけにおける効用理論的枠組を整理したうえで、理論的背景をもつ経済価値評価手法について概観した。特に、生態勘定については、商業的な利用価値だけでなく、非利用価値を評価することが重要であることを指

摘し、そうした生態系サービス源に対するマクロ的な評価に適する手法として CVM の利点を確認した。ただし、生態勘定として応用可能であるための条件として 4 つの基準すなわち(1)評価手法、(2)評価の主体、(3)評価の時間的単位、(4)評価の空間的単位が適当なものであることを求めた。

次に、こうした理論的整理にもとづいて、日本における既存の先行研究について、今年度は森林資源を対象として収集した。日本においても顕示選好法や表明先行法の適用事例が増えつつあることが確認されたが、生態勘定に応用可能な事例研究はそれほど多くないことが分かった。

この問題に対して、本年度はサーベイ調査を実施して、上記の 4 つの基準を満たすかたちで支払カード型 CVM を実施し、森林 1ha に対する世帯あたり年間価値を推定した。ここでは、森林に対する非利用価値を含む評価値として、支払意思額が利用されている。その結果、評価値の分布が得られた。平均的には、森林 1ha あたり世帯あたり年間約 2,170 円の価値が見出されたが、全体的に東日本のほうが高い評価値となっている傾向が見られる。こうした傾向について、社会経済特性ならびに森林特性の観点から要因分析を行っていくことが第 4 章(サブテーマ 1)の課題となる。

本年度は、森林の質的な要因として針葉樹/広葉樹、人工林/天然林、樹齢といった要因を考慮して評価を行ったが、さらに詳細な質的要因を調査する必要がある。次年度は、多属性評価が可能なコンジョイント分析などを応用して、CVM およびメタ分析よりもさらに詳細な質的要因の解明を行う。また、同じく環境経済評価の観点から、その他の生態系サービス評価の問題を整理し、日本の生態勘定として含めるべき生態系サービス源の評価を行っていく。

## 第4章 生態系サービス源としての森林資源価値のメタ分析

### 4.1 はじめに

前章で議論されたとおり、森林の社会的価値（シャドウ・プライス）を評価する手法として、従来の研究でもっとも多く用いられてきたのは仮想評価法（CVM）および多属性評価が可能なコンジョイント分析である。しかしながら従来の評価事例ではレクリエーション価値を評価する際にはトラベルコスト法などが用いられることもある。どの手法がどの価値を評価するのに適するののかについては様々な研究が存在し、それぞれの利点と欠点が明らかとなってきた。例えばアンケートに基づく表明選好法（CVM と選択実験）にはバイアスの問題が伴う一方で、市場データに基づく顕示選好法（トラベルコスト法）には利用価値以外を測定できないという欠点がある。しかしながらいずれの手法についても研究の蓄積が進み、世界各地における森林の経済評価結果が蓄積してきている。これを利用して、まだ新たに評価すべき森林資源のシャドウ・プライスを見積もる試みも始まっており、便益移転（Benefit Transfer）あるいはメタ分析と呼ばれる手法として知られるようになってきている。米国では、可能であれば既存の評価研究から便益評価額を推測すべきであるとするガイドラインが策定され（Desvousges et al. 1998）政策にも応用されるようになってきている。吉田（2000）によれば、シャドウ・プライスの評価には大きな時間と労力と費用がかかる。したがって、マクロ的な評価を行う場合には、個別に評価を積み上げていくよりも、メタ関数を推定することの有用性は大きい。実際に、ミレニアム生態系評価や TEEB 報告書でも便益移転はしばしば採用されている。

便益移転には4つのタイプがある (Smith et al. 2006)

#### 1. 原単位移転 (Unit value transfer)

この手法は、同等の政策にまつわる便益測度 (WTP など) は一定と想定され、ある一つの研究による推定、いくつかの研究による推定の平均、あるいは代表的研究を特定しその結果を用いる。

#### 2. 関数移転 (Function transfer)

過去に推定された行動選択の分析により得られた便益関数によって移転される。便益関数はしばしば左辺に WTP、右辺に地域特性や社会経済特性など WTP の違いを説明する変数がおかれる。従って、原単位移転とはことなり、地域によって WTP が異なることを前提としている。移転手法として妥当性をもっとも高いという証拠も挙がってきている (Brouwer and Spaninks 1999)。

#### 3. メタモデル移転 (Meta model transfer)

過去の研究に関するメタ分析により WTP を規定する要因を特定した上で、それら要因を何らかの形で考慮して新規地域に当てはめるものであるが、経済学的な裏付けはないため、極めて経済学的手法である CBA にはなじまないかもしれない。

#### 4. 構造モデル移転 (Structural model transfer)

Smith et al. (2002) によって開発された手法であり、個人の選択行動から個人の選好構造を特定し、WTP を規定する所得や相対価格といった要因を同時に分析することで便益測度のトレードオフを明らかにする。

実際に環境評価の文脈で検討されるのは、1と2の手法。4の方法はより経済学的なトピック（労働

の供給弾力性など)に応用されるが、まだ研究蓄積はほとんどない。

移転された便益がどれほどの妥当性をもつかは極めて重要である。便益移転の妥当性をチェックする方法として、収束妥当性(convergent validity)が考えられてきた。これは異地点間、異母集団間、異時点間で、同等の環境変化に対して同等の便益(WTP)が測定されるかどうかをみるものである(Morrison et al. 2002)。たとえば、大阪で騒音1単位を削減する便益と東京で騒音を1単位削減する便益は同等でなければならないというものであり、根拠なく評価額が異なってはならないことを要求する。大床他(2007)はこうした差異の原因について、次の3つを指摘した。

1. 評価主体に関連するもの：評価主体の属性の違いに起因する誤差。
2. 評価対象財に関連するもの：プロジェクト内容、環境財の種類や規模、気象条件や植生など、評価対象財の特性に起因する誤差。
3. 時間に関連するもの：調査の時期、プロジェクトの開始時期、支払時期や支払い回数など、時間の要素に起因する誤差。

便益移転研究の多くは、Study site と Policy site を設定し、Study site における評価結果に近い値が Policy site でも観察されるかを問うものである。ただし社会属性で何らかの調整を施すこともある。便益移転はまだ信頼性の高い手法として確立していないが、適切な便益移転関数を定めると比較的小さい誤差で移転が可能であることを示す研究が蓄積してきている。また社会属性や土地属性を含めることによって便益移転の妥当性が高まることも示されてきている。国際的なメタ分析をした代表的な研究として Barrio and Loureiro(2010)であげられる。国際的なメタ分析であっても、過去の評価研究にもとづいて、価値関数を回帰分析で推定するというやり方をとっている点は同じである。ただし、国情や社会経済状態が大きく異なるため、その対応に苦慮することになる。通常、こうした要因は説明変数に社会・経済的要因を導入することによって処理されるが、Barrio Loureiro (2010)では、次のような説明変数を設定している。大別して、研究要因(調査方法など)、評価対象要因、土地固有の要因(国情など)にわけ、それぞれの要因に分類される属性を回帰式に導入している。まず研究属性に関するものとして WTP の測定期間の違い、回答者の単位の違い(個人か家計か)、評価手法の違い(2肢選択 CVM かそれ以外か)、CVM フォーマットの違い、アンケート調査法の違い(対面式かどうか)およびサンプルサイズなど導入し、評価対象属性に関するものとして樹種の違い、森林の利用形態、生物多様性、その有する価値がレクリエーションだけか否かを取り上げている。また土地固有および社会・経済属性に関するものとして GDP、森林面積の国土に対する比率、あるいは北欧や北米といった地域の差異などを考慮している。

こうした先行研究を参考に、日本において生態勘定の価値データを収集するためには、社会属性や対象属性のデータを出来る限り取り入れて、当てはまりのよいメタ関数を推定する必要がある。

## 4.2 評価データの利用

本研究で利用する WTP データは、サブテーマ(3)(第3章)から提供される支払カード型 CVM による森林資源 1ha あたりに対する世帯あたり年間価値データである。第3章でみたように、その評価値にはばらつきがあり、それを説明する変数を設定し、当てはまりのよい関数を推定していく。サーベイ調査は 2015 年の 11 月 16 日から 12 月 4 日までインターネットを用いて全国の 192,704 人から

有効回答を得た。サーベイ対象者は全国の都道府県の人口比率およびそれぞれの都道府県の年齢比率に合うように抽出されている。

また、地域の特徴を表すデータとして、人工林/天然林、針葉樹/広葉樹、および樹齢などについてももっとも新しい情報を提供する 2011 年のデータを利用する。サーベイ時点は 2015 年であるため、約 4 年の乖離があるため、新しいデータが利用可能になり次第、データセットを更新することが望まれるが、日本において森林状態の経年変化は比較的緩やかであることを考えると、推計結果に大きな影響を及ぼすものではないと予想される。

その他の社会経済属性については、内閣府や総務省統計局のデータから、サーベイ年次にもっとも近いデータを採用した。

### 4.3 メタ関数の変数設定

なぜ森林 1ha に対して高い価値と低い価値を見出す世帯がいるのだろうか。前小節における議論から、まず社会属性が影響していることが考えられる。先行研究を踏まえてもっとも典型的な変数は所得である。所得効果とも呼ばれ、所得が高いほど支払意思額は高い値を示すことがある。従って、所得変数は森林に対する WTP の規定要因として外すことはできない。本調査データは、評価主体の単位として世帯を設定しているため、世帯所得を回帰分析の説明変数として設定する。このデータは平成 24 年度の内閣府の県民所得データと、総務省統計局の世帯数データをもちいて構築した。また、地域の特徴を表すデータとして、性別と年齢を導入した。性別については地域人口における女性率を表すものとなる。

次に、天然林/人工林という区別に対応するデータとして、天然林率を採用した。これは第 2 章から提供される森林データから構築した。また、広葉樹/針葉樹という区別に対応するものとして、広葉樹林率を採用した。これらによって、天然林率の上昇や、広葉樹林率の上昇がどの程度 WTP の評価値に影響するかを示すものとなる。

さらに、森林の質的要因を表す要素として、樹齢を考慮した。樹齢については、第 2 章から提供される森林データに基づいて、年齢別の森林面積を考慮した加重平均として算出している。一般に、日本の森林の問題として間伐の遅れや林業の衰退に伴う樹齢の高齢化が挙げられている。樹齢の高齢化は山林の荒廃にも関連する要素であるのと同時に、二酸化炭素の吸収の遅れや生物多様性の棲息地としての機能にも関わる要因であるため、メタ分析において興味深い変数であるといえる<sup>9</sup>。

その他にもメタ関数に取り入れるべき要因に関するデータが入手可能になり次第、メタ関数の変数設定も更新できるようなデータセットの構築を行うが、本年度における森林の価値推定式としては上記のような変数を取り入れる。

### 4.4 メタ関数の推定

---

<sup>9</sup> もちろん、非常に高い樹齢を持つ樹木は特殊な価値を帯びてくる。しかし本研究で対象としているのは平均樹齢であるため、マクロ的に平均して非常に高い樹齢となることはなく、およそ 20~50 年ほどの範囲に限られた議論となる。

本節では、回帰分析をもちいて森林 1ha に対する家計あたり年間 WTP の規定要因を定量的に分析する。この回帰式は、前節での定式化に基づいて次のように表される。

$$WTP_{\text{Forest}} = \text{Constant} + \beta_1 \cdot \text{Income} + \beta_2 \cdot \text{Woman} + \beta_3 \cdot \text{Age} + \beta_4 \cdot \text{Natural forest rate} + \beta_5 \cdot \text{Broadleaf forest rate} + \beta_6 \cdot \text{Forest age} + \beta_7 \cdot \text{Forest rate} + \varepsilon$$

ここで Constant は定数項、Income は世帯あたり所得、Woman は女性の時に 1 をとるダミー変数、Age は年齢、Natural Forest rate は居住している県の天然林率、Broadleaf Forest rate は居住している県の広葉樹林率、Forest Age は居住している県の加重平均樹齢、Forest rate は居住している県面積に占める森林の割合、 $\varepsilon$  は誤差項を表す。

回帰式の各推定係数は次のように得られた。

表 4-1 メタ関数の回帰分析

	係数	標準誤差	t値	p値
1	0.000	0.000	75.200	0.000
2	-355.452	18.771	-18.940	0.000
3	-19.887	0.764	-26.030	0.000
4	-337.965	127.823	-2.640	0.008
5	694.952	116.238	5.980	0.000
6	-9.471	2.518	-3.760	0.000
7	-207.447	58.038	-3.570	0.000
Constant	2897.274	153.141	18.920	0.000
Sample size	195194			
Prob > F	0.000			
Adj R-squared	0.0342			

この回帰式に基づいて、右辺に各県別および全国の変数データを内挿することにより、各県別および全国の 1ha 森林に対する世帯あたり年間価値を推定することができる。その推定プロセスは表 4-2 ~ 表 4-3 のとおりに示される。

表 4-2 メタ関数から推定される森林価値(1)

	切片	1	平均世帯所得(県民所得/世帯数)	2	女性率	3	年齢	4	天然林率	5	広葉樹率	6	平均樹齢	7	森林率	推定WTP
北海道	2897.274	0.000141	5,338,666	-355.452	0.513661	-19.8871	46.5	-337.965	0.71284	694.9521	0.547578	-9.47112	39.53744	-207.447	0.623199	2180.71
青森県	2897.274	0.000141	5,982,248	-355.452	0.528448	-19.8871	47	-337.965	0.55402	694.9521	0.433385	-9.47112	36.96105	-207.447	0.631379	2253.54
岩手県	2897.274	0.000141	6,862,453	-355.452	0.530337	-19.8871	47.4	-337.965	0.551446	694.9521	0.499465	-9.47112	40.55135	-207.447	0.722701	2363.22
宮城県	2897.274	0.000141	7,195,454	-355.452	0.522008	-19.8871	44.6	-337.965	0.499604	694.9521	0.472609	-9.47112	42.59628	-207.447	0.578779	2478.29
秋田県	2897.274	0.000141	6,574,641	-355.452	0.512887	-19.8871	49.3	-337.965	0.496306	694.9521	0.481859	-9.47112	41.15899	-207.447	0.701766	2295.92
山形県	2897.274	0.000141	7,577,820	-355.452	0.531429	-19.8871	47.7	-337.965	0.702391	694.9521	0.678657	-9.47112	41.85172	-207.447	0.938019	2474.55
福島県	2897.274	0.000141	7,355,394	-355.452	0.51972	-19.8871	46.2	-337.965	0.629166	694.9521	0.577777	-9.47112	43.33912	-207.447	0.669165	2473.42
茨城県	2897.274	0.000141	8,494,895	-355.452	0.513361	-19.8871	44.9	-337.965	0.374317	694.9521	0.37546	-9.47112	44.7179	-207.447	0.292206	2673.32
栃木県	2897.274	0.000141	8,146,975	-355.452	0.501535	-19.8871	44.9	-337.965	0.534242	694.9521	0.453924	-9.47112	42.93808	-207.447	0.520757	2598.26
群馬県	2897.274	0.000141	7,821,251	-355.452	0.503021	-19.8871	45.4	-337.965	0.551265	694.9521	0.508583	-9.47112	41.95375	-207.447	0.62397	2561.87
埼玉県	2897.274	0.000141	6,992,524	-355.452	0.508065	-19.8871	43.6	-337.965	0.494962	694.9521	0.422807	-9.47112	48.73677	-207.447	0.313889	2438.19
千葉県	2897.274	0.000141	7,164,333	-355.452	0.499585	-19.8871	44.3	-337.965	0.548277	694.9521	0.552558	-9.47112	50.4924	-207.447	0.263466	2517.56
東京都	2897.274	0.000141	9,426,356	-355.452	0.502584	-19.8871	43.8	-337.965	0.52536	694.9521	0.525932	-9.47112	50.92141	-207.447	0.350842	2813.34
神奈川県	2897.274	0.000141	7,159,712	-355.452	0.506241	-19.8871	43.4	-337.965	0.581366	694.9521	0.578938	-9.47112	52.49069	-207.447	0.354328	2501.82
新潟県	2897.274	0.000141	7,934,769	-355.452	0.499504	-19.8871	47	-337.965	0.774715	694.9521	0.758258	-9.47112	47.27082	-207.447	0.698869	2579.45
富山県	2897.274	0.000141	8,938,062	-355.452	0.516309	-19.8871	46.9	-337.965	0.759648	694.9521	0.687703	-9.47112	46.08043	-207.447	1.08527	2604.51
石川県	2897.274	0.000141	7,726,272	-355.452	0.517658	-19.8871	45.3	-337.965	0.617941	694.9521	0.560346	-9.47112	51.65632	-207.447	0.6358	2464.32
福井県	2897.274	0.000141	8,562,393	-355.452	0.515962	-19.8871	46	-337.965	0.585822	694.9521	0.567174	-9.47112	51.42612	-207.447	0.721922	2569.14
山梨県	2897.274	0.000141	7,464,165	-355.452	0.515723	-19.8871	45.8	-337.965	0.528538	694.9521	0.413723	-9.47112	44.73409	-207.447	0.774489	2383.11
長野県	2897.274	0.000141	7,157,005	-355.452	0.511216	-19.8871	46.6	-337.965	0.554389	694.9521	0.374546	-9.47112	44.84285	-207.447	0.754943	2292.43
岐阜県	2897.274	0.000141	7,641,923	-355.452	0.513666	-19.8871	45.3	-337.965	0.528029	694.9521	0.434344	-9.47112	47.89155	-207.447	0.833998	2391.17
静岡県	2897.274	0.000141	8,608,210	-355.452	0.516333	-19.8871	45.4	-337.965	0.399608	694.9521	0.330474	-9.47112	49.96236	-207.447	0.643714	2515.95
愛知県	2897.274	0.000141	9,067,964	-355.452	0.507655	-19.8871	43	-337.965	0.33615	694.9521	0.274553	-9.47112	53.56821	-207.447	0.414626	2627.72
三重県	2897.274	0.000141	7,880,298	-355.452	0.500336	-19.8871	45.4	-337.965	0.36595	694.9521	0.337228	-9.47112	51.43995	-207.447	0.63078	2423.46

表 4-3 メタ関数から推定される森林価値(2)

	切片	1	平均世帯所得(県民所得/世帯数)	2	女性率	3	年齢	4	天然林率	5	広葉樹率	6	平均樹齢	7	森林率	推定WTP
滋賀県	2897.274	0.000141	8,790,431	-355.452	0.512821	-19.8871	43.1	-337.965	0.563495	694.9521	0.393528	-9.47112	50.21229	-207.447	0.516563	2601.14
京都府	2897.274	0.000141	7,126,329	-355.452	0.50565	-19.8871	44.9	-337.965	0.603637	694.9521	0.411593	-9.47112	52.91507	-207.447	0.716343	2264.54
大阪府	2897.274	0.000141	7,166,671	-355.452	0.520825	-19.8871	44.3	-337.965	0.480275	694.9521	0.269341	-9.47112	49.62941	-207.447	0.280761	2341.09
兵庫県	2897.274	0.000141	6,590,392	-355.452	0.517799	-19.8871	44.9	-337.965	0.558865	694.9521	0.414379	-9.47112	51.56374	-207.447	0.648499	2228.38
奈良県	2897.274	0.000141	6,035,003	-355.452	0.52231	-19.8871	45.4	-337.965	0.380859	694.9521	0.344042	-9.47112	46.07481	-207.447	0.753743	2179.73
和歌山県	2897.274	0.000141	6,893,914	-355.452	0.527838	-19.8871	47.4	-337.965	0.38688	694.9521	0.363607	-9.47112	50.06919	-207.447	0.757107	2232.47
鳥取県	2897.274	0.000141	6,062,198	-355.452	0.530133	-19.8871	46.9	-337.965	0.438745	694.9521	0.412489	-9.47112	46.38303	-207.447	0.711988	2184.71
島根県	2897.274	0.000141	6,361,340	-355.452	0.522491	-19.8871	48.4	-337.965	0.591815	694.9521	0.539005	-9.47112	46.56656	-207.447	0.751644	2226.12
岡山県	2897.274	0.000141	7,185,998	-355.452	0.521368	-19.8871	45.7	-337.965	0.568973	694.9521	0.424599	-9.47112	48.31275	-207.447	0.664142	2326.65
広島県	2897.274	0.000141	7,192,027	-355.452	0.520207	-19.8871	45.4	-337.965	0.663158	694.9521	0.371326	-9.47112	49.58201	-207.447	0.703245	2244.89
山口県	2897.274	0.000141	7,075,566	-355.452	0.517606	-19.8871	47.7	-337.965	0.531954	694.9521	0.417028	-9.47112	50.27751	-207.447	0.685711	2256.76
徳島県	2897.274	0.000141	6,893,800	-355.452	0.528169	-19.8871	47.6	-337.965	0.374479	694.9521	0.354261	-9.47112	45.58954	-207.447	0.737138	2272.63
香川県	2897.274	0.000141	7,329,917	-355.452	0.524675	-19.8871	46.8	-337.965	0.71315	694.9521	0.64444	-9.47112	41.69291	-207.447	0.432267	2538.80
愛媛県	2897.274	0.000141	6,009,408	-355.452	0.517766	-19.8871	47.2	-337.965	0.362168	694.9521	0.310903	-9.47112	46.4611	-207.447	0.678507	2137.16
高知県	2897.274	0.000141	5,164,625	-355.452	0.529537	-19.8871	48.5	-337.965	0.334273	694.9521	0.32464	-9.47112	47.45501	-207.447	0.82376	1967.10
福岡県	2897.274	0.000141	6,731,618	-355.452	0.530201	-19.8871	44.5	-337.965	0.286496	694.9521	0.288952	-9.47112	47.07655	-207.447	0.408933	2348.97
佐賀県	2897.274	0.000141	6,891,424	-355.452	0.528094	-19.8871	45.6	-337.965	0.271977	694.9521	0.279998	-9.47112	44.21409	-207.447	0.41389	2375.21
長崎県	2897.274	0.000141	5,787,968	-355.452	0.528571	-19.8871	46.8	-337.965	0.541612	694.9521	0.53987	-9.47112	47.3647	-207.447	0.553427	2225.83
熊本県	2897.274	0.000141	6,202,877	-355.452	0.533286	-19.8871	46.3	-337.965	0.347953	694.9521	0.360077	-9.47112	46.42173	-207.447	0.59135	2234.33
大分県	2897.274	0.000141	6,377,920	-355.452	0.530261	-19.8871	47	-337.965	0.421192	694.9521	0.43677	-9.47112	42.37988	-207.447	0.800838	2269.61
宮崎県	2897.274	0.000141	5,468,987	-355.452	0.527165	-19.8871	46.5	-337.965	0.385132	694.9521	0.413444	-9.47112	41.85432	-207.447	0.838072	2145.36
鹿児島県	2897.274	0.000141	5,473,068	-355.452	0.530357	-19.8871	46.8	-337.965	0.468396	694.9521	0.46679	-9.47112	43.81581	-207.447	0.61196	2176.10
沖縄県	2897.274	0.000141	5,272,338	-355.452	0.532143	-19.8871	40.8	-337.965	0.875634	694.9521	0.801183	-9.47112	45.34623	-207.447	0.430706	2384.26
全国	2897.274	0.000141	7,400,088	-355.452	0.513661	-19.8871	45	-337.965	0.56517	694.9521	0.477648	-9.47112	44.3991	-207.447	0.67257	2447.05

#### 4.5 生態系サービス源としての森林資源価値評価

表 4-2 および表 4-3 にもとづいて、森林生態系の評価を行い、生態勘定に導入するデータを提供する。最初に森林価値の原単位について考察する（図 4-1）。

この回帰式は、森林の状態や社会構造によって適用すべきシャドウプライスが異なりうることを示している。

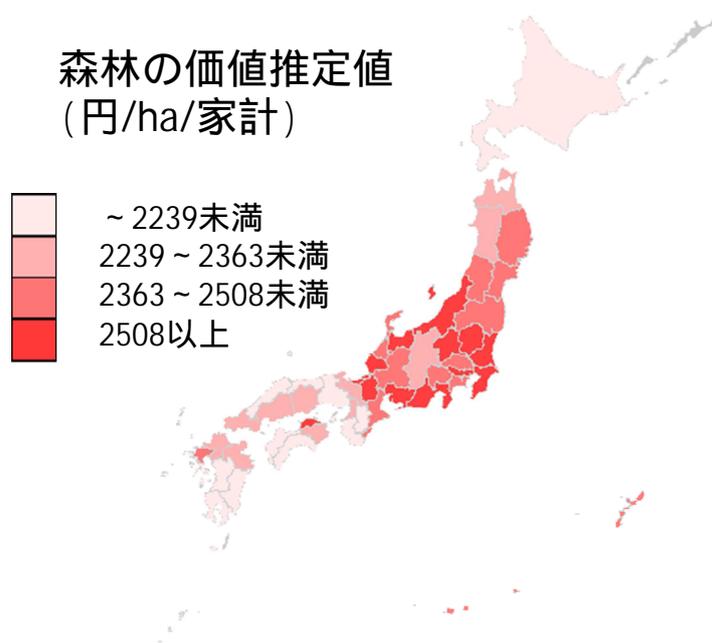


図 4-1 森林価値（原単位）の分布

原単位については、所得の影響なども受けながらも、相対的に東日本のほうが価値が高いことが示された。これは第 2 章でも議論したとおり、森林の質によるところがある。どちらかという東日本のほうが公益的価値重視されており、一般住民を主体とする価値付けにおいては高くなることは不思議ではない。同様に、商業的価値は森林所有者のみに帰属するため、一般住民にとっての価値が目減りすることが考えられ、その差異が現れた結果である可能性がある。

次に、生態勘定に取り入れるコンテンツとして、森林のストック価値を評価する。これは原単位価値を量に乗ずることによって得られる。量のデータは第 2 章から提供されるとおりであり、平成 24 年のデータにもとづいて図 4-1 に示されている原単位を乗じると図 4-2 が得られる。ここでは森林ストック量が考慮されてくることから、資源量の多い北海道、東北地方、中部などでストック価値が大きいことが示されている。

### H24森林ストック価値(円)

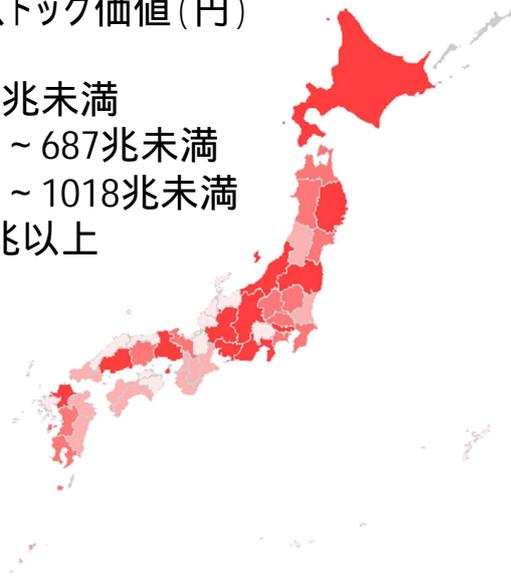
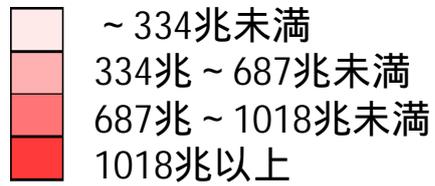


図 4-2 森林ストック価値 (平成 24 年)

生態勘定では価値の変化も重要であり、図 4-2 のように示されているストック価値について、経年変化を観察することは有意義である。しかし、第 2 章で示されたとおり、日本においては森林ストック量の変化は緩やかであり、1 年毎に変化をみるよりも、もう少し長いスパンをとって比較したほうが示唆を得やすい。ここでは、5 年間のスパンをとって比較することとし、平成 19 年と 24 年のデータを用いて、5 年間の森林資源のストック量の変化をみると図 4-3 のようになる。

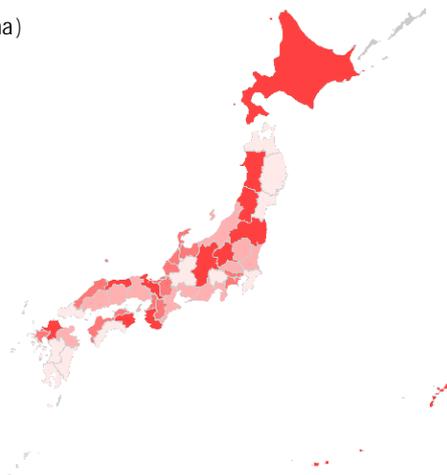
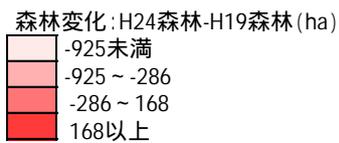


図 4-3 森林ストック量の変化

日本においては一般に森林資源料は極めて安定していると言われているが、北海道や日本海側の東北、中部など森林ストックが増加している県もある一方で、吸収や太平洋側で減少している地域もあり、県別に見ることで変動が観察される場合がある。こうした地域差は日本においては国土の総合的発展のために重要な指針であるが、生態系サービス源の分布についても地域差がわかるような勘定体系は有用であると考えられる。そのために、生態系サービス評価を県別に行う目的で、価値換算すると図 4-4 が得られる。

### H24森林ストック価値(円)

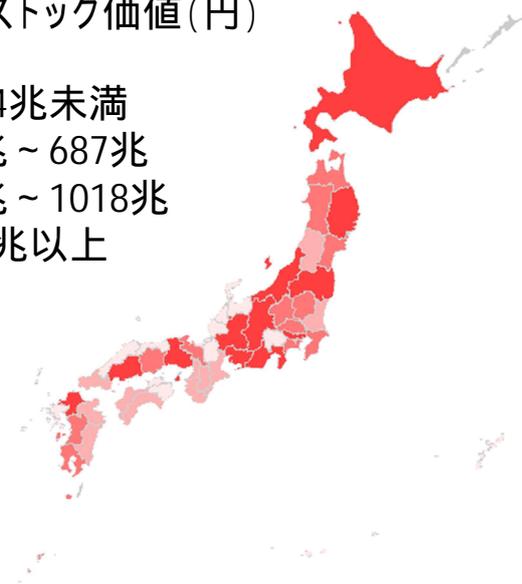
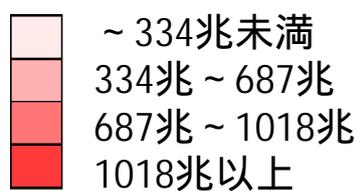


図 4-4 森林資源のストック価値変化

ストック価値の変化についての評価はこのままでは参照しづらい。そこで、県内 GDP 比を取ることによって、ストック価値の変化がどの程度のものをわかりやすくすると図 4-5 となる。

### 5年間 森林ストック価値変化/GDP

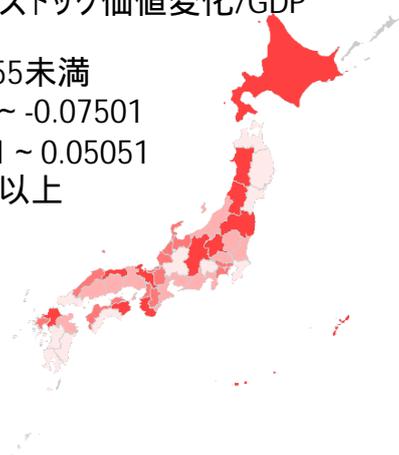
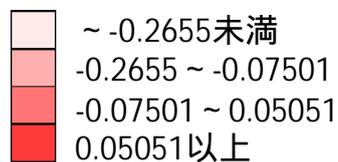


図 4-4 県内 GDP 比の森林価値変化

単純な比較は出来ないが、Costanza et al. (1997) では世界の生態系サービスは世界 GDP のおよそ 0.9 倍～3 倍であるとしていることを考えると、日本において生態系サービス源としての森林は極めて重要であると考えられる。このように持続可能性指標におけるシャドウ・プライスについて、地域差や森林の質を考えながら見てみると、県によっては無視できないほど森林変化の影響が大きいことがわかる。

#### 4.6 まとめと今後の課題

本章では、生態系勘定として導入すべきデータとしての価値データについて、メタ分析の先行研究を参照しながら、第 3 章で得られた森林 1ha に対する世帯あたり年間価値の決定要因をメタ分析によって定量的に明らかにした。説明変数には、先行研究で採用されている社会経済的属性として世帯所得と、人口構造として性別と年齢を導入し、森林属性として人工率、天然林率、加重平均樹齢を導入した。その結果、いずれも有意な影響を原単位評価に与えていることが示された。

そして推定された回帰式を使って、各県別に原単位を推定し、それに第 3 章で提供される森林の量的データを乗じることによって、県別の生態系サービスストック源として森林価値が評価された。こうした評価値は、持続可能性指標などへの応用が可能である。世界銀行の調整順貯蓄 (Adjusted net savings) や国連大学の新国富指標 (Inclusive Wealth Index) は、GNI 比の森林価値減耗を指標に取り入れている。その際には、日本の森林変化に 1ha あたりの森林レントを乗じることによって評価しているが、そこでは日本の森林ストック量が安定しているためにほぼゼロと査定されている。本研究ではこうした点について、地域別のストック量変化を測定しただけでなく、森林レントではなく非利用価値を含めたシャドウ・プライスを推定した点においてより精度の高い評価となっていると考えられ、これを日本版持続可能性指標の構築に利用することができる。また、こうした生態勘定を、政府による森林保護政策や、企業による CSR 活動などの評価にも用いることができる。

## 第5章 まとめと環境政策への貢献

本研究は、日本における生態勘定の構築に向けて、勘定体系のフレームワーク構築（第1章）およびそのコンテンツデータの提供として量データの収集と評価（第2章）、価値データの収集と評価（第3章および第4章）から構成される。

第1章では、実験的生態系勘定（SEEA-EEA）のレビューおよびイギリスとオランダにおける生態系勘定動向の調査を実施した。実験的生態系勘定（SEEA-EEA）のレビューでは、各章について詳細にレビューを行い、その技術的な課題など我が国で生態系勘定を作成する上で重要な事項を整理し、「生態系勘定の概念枠組と基本単位」、「生態系資産」、「生態系サービス」、「生態系勘定の作成に関する課題」としてまとめた。とりわけ我が国における生態系勘定作成への示唆として注目した点は、国連の生態系勘定では、ストックとしての生態系資産とフローとしての生態系サービスを区別し、前者から後者が生成されるという関係性を明確化するとともに（図1）後者の期待フローに基づいて前者を評価するというような動的なアプローチを採用していること、空間的統計単位として地理情報システム（GIS）の活用を前提とした枠組みを提示しており、従来の国民経済計算（SNA）とは大きく異なる考え方を導入していること、金銭価値評価において交換価値アプローチを採用するか厚生価値アプローチを採用するかという問題や、生態系サービスの供給者・受益者をどのように特定・制度化するかなど、SNAと接合する上で極めて重要かつ難しい課題があることが見出された。

第2章では、生態系サービスの量的計測を目的とした森林資源の量的データ取得作業を実施した。サブグループ1において森林資源に関する生態系サービスの質的調査が進められていることから、量的調査においても主に森林資源をデータ収集対象としている。具体的なデータ変数としては、森林面積(ha)、森林蓄積(m<sup>3</sup>)について、樹種別(針葉樹 or 広葉樹)、成立過程別(人口林 or 天然林)に分類を行い、データ収集を行った。加えて、本研究の最終目標でもある新国富指標を地域別に推計するために、都道府県別でのデータ収集を実施している。これらの基礎的なデータに加えて、本年度調査では森林の育成期間(年)及び密度(m<sup>3</sup>/ha)データの経年変化についても、取得データより推計を行った。育成期間及び密度データは森林資源の質的指標として活用が期待できるとともに、生態系サービスの向上に向けた効率的な伐採計画や植林計画を策定する際に、重要な指標になると言える。

第3章では、生態勘定に取り入れられる価値データの収集に向けて、生態系サービスの経済学的評価手法について、環境の経済評価論の観点から精査した。生態系サービスの価値づけにおける効用理論的枠組を整理したうえで、理論的背景をもつ経済価値評価手法について概観し、生態勘定においては、商業的な利用価値だけでなく、非利用価値を評価することが重要であることが指摘されており、我が国の生態勘定においても非利用価値を含める必要があることを論じた。その上でこれまでの評価研究の生態勘定への応用可能性を探るため、本章では次の4つの基準を求め、これらを満たすかたちで支払カード型CVMを実施し、森林1haに対する世帯あたり年間価値を推定した。

第4章では、生態系勘定として導入すべきデータとしての価値データについて、メタ分析の先行研究を参照しながら、第3章で得られた森林1haに対する世帯あたり年間価値の決定要因をメタ分析によって定量的に明らかにした。説明変数には、先行研究で採用されている社会経済的属性として世帯所得と、人口構造として性別と年齢を導入し、森林属性として人工率、天然林率、加重平均

樹齢を導入した。その結果、いずれも有意な影響を原単位評価に与えていることが示された。

推定された回帰式を使って、各県別に原単位を推定し、それに第3章で提供される森林の量的データを乗じることによって、県別の生態系サービスストック源として森林価値が評価された。そして、こうした評価値とデータは、持続可能性指標などへの応用が可能であることを論じた。

世界銀行の調整順貯蓄( Adjusted net savings )や国連大学の新国富指標( Inclusive Wealth Index )は、GNI比の森林価値減耗を指標に取り入れている。その際には、日本の森林変化に1haあたりの森林レントを乗じることによって評価しているが、そこでは日本の森林ストック量が安定しているためにほぼゼロと査定されている。本研究ではこうした点について、地域別のストック量変化を測定しただけでなく、森林レントではなく非利用価値を含めたシャドウ・プライスを推定した点においてより精度の高い評価となっていると考えられ、これを日本版持続可能性指標の構築に利用することが考えられる。また、こうした生態勘定を、政府による森林保護政策や、企業によるCSR活動などの評価にも用いることができる。

生態勘定の構築は、愛知目標の達成に向けて、現在の政策評価および今後の課題についての議論に貢献する。特に、本研究で検討された生態系勘定は、愛知目標に掲げられている生態系サービスの国家勘定へ組み込むという政策ニーズに応えるための基礎資料を提供するものであり、本年度の生態系サービス源としての森林資源の価値評価は、日本でもっとも重要な生態系の一つである森林生態系サービスの評価を行ったものである。そして、次年度以降に取りくまれる沿岸・海洋資源などの別の重要な生態系サービス評価を進めていけば、研究計画年度内に豊かな情報をもつ生態勘定が構築されることになる。

また、国連大学を始めとする諸機関から持続可能性指標としての新国富報告書などの発行を含めた世界的な動きに対して、統計データの量・質ともに充実している我が国において詳細な生態系資本の評価を行いとマクロ指標への応用の枠組みへ連携させることは、世界的に進む指標づくりにも寄与するものであると同時に、この勘定体系と指標を利用することで、生態系保全と持続可能性の統合的な政策的議論を世界に先駆けて行うことができる。本研究によって今年度の森林生態系、次年度以降の沿岸・海洋生態系に関する資源ストックの管理について、社会的価値の観点からの政策評価材料が提供され、開発と生態系保全政策を考慮する際の基礎情報を提供することになる。

本研究の成果の一つである生態系サービスの経済評価のためのメタ関数は、データの充実や更新に合わせて迅速に適用可能な形で提供される。これに基づけば、生態系サービスの経済的評価値の類型化・特徴付けを分析することができる。これは、我が国においてどのような性質の生態系がどのような価値評価に至るのかを明らかにするものである。生態系ストックの社会的価値は、生態系勘定に必要な情報を直接的に提供するだけでなく、他の資本とのトレードオフを論じることができると政策の総合的な評価も可能になるものである。

本研究で構築する生態勘定は、これからの日本の開発様式が自然共生型であることを検証する際の重要な指標となるとともに、生態系という一種の無形資産の適切な管理のための可視化と主流化を促すものとなることが期待される。生態系保全は、コストに対してその便益が可視化されづらいために、政策実施において評価プロセスに困難が生じることが多い。そうした際に、政策影響として生じることが予測されている量的・質的生態系変化の経済的評価が速やかになされることは、集合的意思決定プロセスにおいて有用な判断材料となるだろう。同時に、資産としての生態系ストック価値の可視化は、地域住民や企業の自然資本に対する再認識にも繋がる。企業等における自然生

生態系保護が、経済計算体系と連動する形で経済価値評価されるならば、自発的環境保全のインセンティブにもなるだけでなく、企業戦略としての環境保全行動も促す効果が生まれることも期待される。最終的には生態系サービス源の保全という今日の世界的課題への取り組みとして結実されるだろう。

## 今後の研究方針（課題含む）

平成 27 年度の研究成果を踏まえ、平成 28 年度は以下のような研究を実施する。

● **サブテーマ(1) 便益移転関数の推定による生態系サービス評価に関する研究**

本年度に行った森林資源についてのメタ分析をさらに質的要因を含める形で改善するとともに、沿岸生態系サービスを生態勘定に取り入れるためのメタ分析を進める。また、随時更新されるデータに対応できるように、メタ関数自体の更新が常に可能なようなデータセットの整備を行っていく。

平成 28 年度は、平成 27 年度に行った森林資源価値のメタ分析について、質的要素をさらに詳細に分析・評価できるように改良を行う。また、生態勘定に取り入れるべき重要な生態系、たとえば沿岸生態系についてに対しても経済学的根拠のある評価値を与える。これにより、国内の生態系サービスに統一的な方法で価値評価が実施され、生態系サービスの勘定体系への統合を可能にする。

平成 29 年度は、便益移転関数を更新し、これまでの生態系の質的特徴や地域固有性を考慮してこなかった評価を改善し、より精度の高い生態系サービスの評価を行う。国内全体の勘定だけでなく、主要な地域ごとの評価を行うことで、地域性を反映した生態系サービス評価のフレームワークを構築する。

● **サブテーマ(2) 環境・生態系統合勘定の応用による生態系サービス評価に関する研究**

本年度に実施した欧州の先進事例に関するレビューを踏まえて、日本版生態勘定のフレームワークを構築していき、サブテーマ 1,3,4 から提供される量的・価値的コンテンツを取り入れていき、実際の政策分析やその他経済主体の行動の分析に利用されるデータを提供する。

平成 28 年度は、サブテーマ(4)およびサブテーマ(1)によって提供される生態系ストックのデータを、勘定体系として統合化するフレームワークを研究しフレームワーク試案を作成する。

平成 29 年度は、我が国の生態系サービスの量的把握および価値評価を行い、愛知目標の達成に向けた生態系保全政策の有効性を、生態系勘定体系の観点から分析し評価する。

● **サブテーマ(3) 環境の経済評価手法の応用による生態系サービス評価に関する研究**

本年度は、森林の質的な要因として針葉樹/広葉樹、人工林/天然林、樹齢といった要因を考慮して評価を行ったが、さらに詳細な質的要因を調査する必要がある。次年度は、多属性評価が可能なコンジョイント分析などを応用して、CVM およびメタ分析よりもさらに詳細な質的要因の解明を行う。また、同じく環境経済評価の観点から、その他の生態系サービス評価の問題を整理し、日本の生態勘定として含めるべき生態系サービス源の評価を行っていく。

平成 28 年度は、現在急速に発展している最新の生態系の経済評価手法を取り入れることで、生態系の経済価値評価にどのような影響が生じるかを検討する。特に、実験経済学的手法を取り入れた環境評価手法を用いた評価研究の導入・活用について研究する。

平成 29 年度は、生態系サービスの経済評価を行って勘定体系に組み入れる際の各環境経済評価手法の利点と欠点を明らかにし、今後の生態系勘定の構築に向けての評価手法を研究し、生態系勘定の基礎になる生態系サービス評価を提供する。

- サブテーマ(4)データ欠損補完手法と生産性分析による生態系データ収集に関する研究

本年度は森林資源についての量的データの収集を行い、日本の生態系勘定として含めるべき重要な資源のひとつについてのデータ・セットをまとめた。今後は、別の種類の生態系サービス源、たとえば沿岸生態系についての量的データを収集するとともに、これまで蓄積してきたデータセットを使った政策評価やその他経済主体の行動評価を行っていく。たとえば、各樹種・成立過程別の生態系サービスの变化は、生態系サービス原単位の変化、樹種別面積の構造変化、森林管理適正度の変化、森林の規模の変化の4つの要因に分解することが可能となるため、各都道府県の森林資源による生態系サービスの变化が、これら四要因のどれによって引き起こされているのかを明らかにする。

平成28年度は、平成27年度に整理した森林の量的データの欠損値や捕捉すべきデータについて補完し、メタ分析のアップデートと連動させる。また、平成27年度と同様の手法で、沿岸生態系についての量的データ収集を行うとともに、これまでに作成した生態勘定の一部を用いた要因分析に基づく政策研究を行う。

平成29年度は、生産関数アプローチから自然資本ストックのシャドウ・プライスを推計するとともに、生態系勘定として提供すべき生態系資産・生態系サービスの量的・貨幣的データを完備なものとし、国・地域レベルでのデータベースの構築を行う。

## 添付資料

## 添付資料 1 参考文献

### 第1章 環境・生態系統合勘定の応用による生態系サービス評価に関する研究

- Boyd, J., Banzhaf, S., (2007) What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units, *Ecological Economics* 63, pp.616-626.
- de Knecht, B. ed.(2014) *Graadmeter Diensten van Natuur*, Wageningen University. ( オランダ語 )
- Edens, B., Graveland, C., (2014) Experimental valuation of Dutch water resources according to SNA and SEEA, *Water Resources and Economics* 7, pp.66-81.
- Edens, B., Hein, L., (2013) Towards a consistent approach for ecosystem accounting. *Ecological Economics* 90, pp.41-52.
- European Commission (EC), Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), United Nations (UN) and World Bank. (2013) *System of Environmental-Economic Accounting 2012 Experimental Ecosystem Accounting*.
- Hein L., Obst, C., Edens, B., Remme, R. P., (2015) Progress and challenges in the development of ecosystem accounting as a tool to analyse ecosystem capital, *Environmental Sustainability* 14, pp.86-92.
- Kahn, J., (2011) Towards a sustainable environment UK natural capital and ecosystem economic accounting, *UK Environmental Accounts , 2011 - Blue Book update*, Office for National Statistics.  
<http://www.ons.gov.uk/ons/rel/environmental/uk-environmental-accounts/2011---blue-book-update/index.html>
- Khan, J., Greene, P., Hoo K. W., (2013) Measuring UK woodland ecosystem assets and ecosystem services, Office for National Statistics.  
<http://www.ons.gov.uk/ons/guide-method/user-guidance/well-being/publications/measuring-the-uk-woodlands-ecosystem.pdf>
- Ministry of Economic Affairs. (2013). Uitvoeringsagenda Natuurlijk Kapitaal: behoud en duurzaam gebruik van biodiversiteit. *Brief aan Tweede Kamer. DG NR-NB/13091035*.  
<http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2013/06/22/kamerbrief-over-uitvoeringsagenda-natuurlijk-kapitaal.html>. ( オランダ語 )
- Obst, C., Hein, L., Edens, B. (2015). National accounting and the valuation of ecosystem assets and their services. *Environmental and Resource Economics, Not assigned to an issue*, pp.1-23.
- Office for National Statistics (2012). Accounting for the value of nature in the UK: A roadmap for the development of natural capital accounts within the UK environmental accounts, Office for National Statistics.
- Office for National Statistics (2015) Natural capital accounting 2020 Roadmap, Office for National Statistics.
- Remme, R. P., Edens, B., Schröter, M., Hein, L. (2015). Monetary accounting of ecosystem services: A test case for Limburg province, the Netherlands. *Ecological Economics*, 112,

116-128.

Shörter, M., Remme, R. P., Sumarga, E., Barton, D., Hein, L., (2015) Lessons learned for spatial modelling of ecosystem services in support of ecosystem accounting, *Ecosystem Services* 13, pp.64-69.

UK National Ecosystem Assessment (2011) The UK National Ecosystem Assessment Technical Report.

## 第2章

田中浩、正木隆、佐藤保、山中高史、田内裕之、新山馨、吉丸博志 (2012) 「針葉樹人工林を広葉樹林へと誘導する」 森林総合研究所 平成 24 年版 研究成果選集 page 8-9.

林野庁 (2002) 「平成 13 年度 森林及び林業の動向に関する年次報告」平成 13 年度森林・林業白書 <http://www.maff.go.jp/hakusyo/rin/h13/html/index.htm>

## 第3章 環境の経済評価手法の応用による生態系サービス評価に関する研究

植田和弘 (1996)、『環境経済学』、岩波書店.

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.

栗山浩一 (1998)、『環境の価値と評価手法』、北海道大学出版会.

藤本高志 (1998)、『農がはぐくむ環境の経済評価』、農林統計協会.

柘植隆宏、三谷羊平、栗山浩一 (2011) 『環境評価の最新テクニック: 表明選好法・顕示選好法・実験経済学』、勁草書房

鷺田豊明 (1999)、『環境評価入門』、勁草書房.

鷺田豊明、栗山浩一、竹内憲司 (1999)、『環境評価ワークショップ: 評価手法の現状』、築地書館.

Alberini and Kahn (2006), *Handbook on Contingent Valuation*, Edward Elgar.

Bateman, I. J, R. T. Carson, B. Day, M. Hanemann, N. Hanley, T. Hett, M. Jones-Lee, G. Loomes, S. Mourato, E. Özdemiroğlu, D. W. Pearce, R. Sugden and J. Swanson (2002), *Economic Valuation with Stated Preference Techniques*, Edward Elgar.

Bateman, I. J. and K. G. Willis (1999), *Valuing Environmental Preferences*, Oxford University Press.

Bjornstad, D. J. and J. R. Kahn (1996), *The Contingent Valuation of Environmental Resources*, Edward Elgar.

Carson, R., N. Flores, K. Martin and J. Wright (1996), "Contingent Valuation and Revealed Preference Methodologies", *Land Economics*, 72, pp.80-99.

Carlsson, F. and P. Martinsson (2001), "Do hypothetical and actual marginal willingness to pay differ in choice experiments?", *Journal of Environmental Economics and Management*, 41, 179-192.

Carson, R. T., W. M. Hanemann, R. J. Kopp, J. A. Krosnick, R. C. Mitchell, S. Presser, P. A.

- Ruud, and V. K. Smith (1994), "Prospective interim lost use value due to DDT and PCB contamination in the Southern California Bight", *Report to the National Oceanic and Atmospheric Administration*, Natural Resource Damage Assessment Inc.
- Carson, R. T., W. M. Hanemann, R. J. Kopp, J. A. Krosnick, R. C. Mitchell, S. Presser, P. A. Ruud, and V. K. Smith (1997), "Temporal reliability of estimates from contingent valuation", *Land Economics*, 73, 2, pp.151-161.
- Champ, P. A., K. J. Boyle, and T. C. Brown (2003), *A Primer on Nonmarket Valuation*, Kluwer Academic Publishers.
- Ciriacy-Wantrup, S. V. (1947), "Capital Returns from Soil-Conservation Practices", *Journal of Farm Economics*, 29, pp.1181-1996.
- Davis, R. K. (1963), "Recreational Planning as an Economic Problem", *Natural Resources Journal*, 3, pp.239-249.
- Flores, N. E. (2003), "Conceptual Framework for Nonmarket Valuation", in Champ, P. A., K. J. Boyle, and T. C. Brown (eds.), *A Primer on Nonmarket Valuation*, Kluwer Academic Publishers.
- Haab, T. C. and K. E. McConnell (2002), *Valuing Environmental and Natural Resources*, Edward Elgar.
- Herriges, J. A. and C. L. Kling (1999), *Valuing Recreation and the Environment*, Edward Elgar.
- Hicks, J. R. (1943), "The Four Consumer's Surplus", *Review of Economic Studies*, 11, pp.31-41.
- Johansson, P-O. (1987), *The Economic Theory and Measurement of Environmental Benefits*, Cambridge University Press. (邦訳: 嘉田良平(監訳)、『環境評価の経済学』、多賀出版.)
- Kahneman, D., I. Ritov and D. Schkade (1999) "Economic preferences or attitude expressions? An analysis of dollar responses to public issues", *Journal of Risk and Uncertainty*, 19, 220-242.
- Mitchell, R. C. and R. Carson (1989), *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*, Resources for the Future. (邦訳: 環境経済評価研究会(訳)、『CVMによる環境質の経済評価: 非市場財の価値計測』、山海堂.)
- Nocera, S., H. Telser, and D. Bonato (2003), *The Contingent Valuation Method in Health Care: An Economic Evaluation of Alzheimer's Disease*, Kluwer Academic Publishers.
- Ready, R., S. Navrud, and W. Dubourg (2001), "How do Respondents with Uncertain Willingness to Pay Answer Contingent Valuation Questions?", *Land Economics*, 77, pp.315-326.
- Stevens, T. H., R. Belkner, D. Dennis, D. Kittredge, and C. Willis (2000), "Comparison of Contingent Valuation and Conjoint Analysis in Ecosystem Management", *Ecological Economics*, 32, pp.63-74.
- Turner, K., D. Pearce, and I. Bateman (1994), *Environmental Economics*, Harvester Wheatsheaf. (邦訳: 大沼あゆみ(訳)、『環境経済学入門』、東洋経済新報社.)
- Welsh, M. P, and G. L. Poe (1998), "Elicitation Effects in Contingent Valuation: Comparisons to a Multiple Bounded Discrete Choice Approach", *Journal of Environmental Economics and Management*, 36, pp.170-185.

Wilis and Garrod (2012), *Valuing Environment and Natural Resources*, Edward Elgar.

#### 第4章 生態系サービス源としての森林資源価値のメタ分析

大床太郎, 國部克彦, 竹内憲司 (2007) 「大気汚染対策の便益移転と環境会計」、環境科学会誌、第20巻、第1号、pp.7-20

吉田謙太郎(2000) 「便益移転の信頼性に関する実証分析」、環境経済・政策学会2000年大会発表論文。

Barrio, M. and M. Loureiro(2010), “A meta-analysis of contingent valuation forest studies”, *Ecological Economics*, vol. 69, pp. 1023-1030

Brouwer, R., & Spaninks, F. A. (1999). The validity of environmental benefits transfer: Further empirical testing. *Environmental & Resource Economics*, 14, 95–117.

Desvousges, W. H., F. R. Johnson, and H. S. Banzhaf (1998), *Environmental Policy Analysis with Limited Information*, Edward Elgar.

Morrison, M. (2001). Non-market valuation databases: How useful are they? *Economic Analysis and Policy*, 31, 33–55.

Smith, V. K., S. K. Pattanayak and G. Van Houtven (2006), “Structural benefit transfer: An example using VSL estimates. *Ecological Economics*, 60, pp. 361–371

Smith, V. K., Van Houtven, G., & Pattanayak, S. K. (2002). Benefit transfer via preference calibration: “Prudential algebra” for policy. *Land Economics*, 78, 132–152.

# 付表：全国および県別の森林データ

平成24. 2012	id	WTP	合計面積(㎡)	天然生林	立木地計	無立木地計	人工林面積	人口林率	N	L	蓄積	人口林密度	天然林面積	天然林率	N	L	蓄積	天然林密度	立木N	立木L	立木蓄積	立木密度	県民所得	100県内総生産	一人当たり人工林齢級	天然林齢級									
			amount	ten_sel	ryuuboku	myryuuboku	jinkou	jinkou_rate	jinkou_n	jinkou_l	jinkou_tennen	tennen	tennen_rate	tennen_n	tennen_l	tennen_tennen	tennen_n	tennen_l	tennen_rate	ryuuboku_n	ryuuboku_l	ryuuboku_rate	ryuuboku_age	tennen_age	sabou_rate	kouen_rate	tyoujyu_rate	kannkyou_rate	reku_rate						
北海道	1	2198.272	5542533	3118379	5223567	318966	1494392	0.256962	238722	13292	252014	0.16864	372175	0.672829	164999	351814	516813	0.13859	403721	0.52511	365106	0.47489	768828	0.14718	13505132	18990495	2473	10.82373	54.34992	0.00001	0.00019	0.00043	0.00001	0.00029	
青森県	2	2346.915	634785	300118	613342	21443	272662	0.429534	59277	2050	61327	0.22492	340680	0.536686	17310	39525	56834	0.16683	76587	0.68416	41574	0.35184	118161	0.19265	3268543	4676162	2422	18.46237	40.72162	0.00006	0.00019	0.00015	0.00016	0.00020	
岩手県	3	2362.526	1172463	552703	1106248	65954	495223	0.422378	130909	4402	135311	0.27323	611025	0.521147	17543	81093	98636	0.16143	148452	0.63455	85496	0.36545	233947	0.21148	3319057	4692833	2547	17.81698	30.62781	0.00003	0.00004	0.00071	0.00003	0.00014	
宮城県	4	2386.697	417924	196746	402524	13440	199677	0.477783	50628	878	51505	0.25794	202847	0.485359	3150	25589	28738	0.14168	53777	0.67017	26467	0.32983	80244	0.19935	6242933	8939593	2685	21.33319	30.15527	0.00004	0.00034	0.00025	0.00017	0.00015	
秋田県	5	2290.778	839536	396020	817599	21794	411621	0.490296	107955	2402	110357	0.26810	405978	0.483574	5038	50424	55462	0.13661	112993	0.68142	52826	0.31858	165819	0.20281	2603681	3770389	2450	22.17359	34.19126	0.00006	0.00018	0.00097	0.00006	0.00022	
山形県	6	2412.708	668593	435777	624218	44237	185727	0.277788	53841	719	54561	0.29377	438491	0.655842	3133	43854	46987	0.10716	56974	0.56106	44573	0.43894	101548	0.16268	2867880	4225100	2490	13.53976	50.22364	0.00008	0.00014	0.00015	0.00007	0.00025	
福島県	7	2398.579	975456	551090	924404	49777	342625	0.351246	123836	2755	126591	0.36947	581779	0.596418	14215	57783	71998	0.12376	138051	0.69516	60538	0.30484	198589	0.21483	5111812	7553891	2606	15.60577	38.22184	0.00016	0.00018	0.00005	0.00002	0.00013	
茨城県	8	2276.072	187508	60227	178438	6767	111691	0.595660	30438	338	30777	0.27555	66747	0.355970	508	4910	5418	0.08117	30946	0.85499	5249	0.14501	36195	0.20284	9233856	12519840	3137	28.6918	16.20006	0.00008	0.00020	0.00012	0.00003	0.00010	
栃木県	9	2260.096	350114	179323	336182	13215	156282	0.446376	43405	685	44090	0.28212	179900	0.513831	7066	19105	26171	0.14547	50472	0.71835	19789	0.28165	70261	0.20900	5991543	8574545	3008	21.23	35.68624	0.00008	0.00032	0.00017	0.00014	0.00018	0.00036
群馬県	10	2253.053	424171	207948	397583	25354	178179	0.420063	59482	1782	61264	0.34383	219405	0.517255	4226	25049	29275	0.13343	63707	0.70365	26831	0.29635	90539	0.22772	5778702	8179165	2901	19.95006	36.99642	0.00003	0.00016	0.00017	0.00018	0.00033	
埼玉県	11	2316.476	121281	54717	119696	1088	59860	0.493646	22547	43	22590	0.37739	59837	0.493452	2774	7902	10676	0.17841	25321	0.76118	7945	0.23882	33266	0.27792	20234480	21842777	2806	25.42773	31.30516	0.00018	0.00074	0.00018	0.00004	0.00026	
千葉県	12	2345.538	159465	74261	136593	16880	61487	0.385581	20208	150	20357	0.33108	75106	0.470990	180	6821	7001	0.09321	20387	0.74522	6970	0.25478	27358	0.20029	17615520	20507401	2844	20.04728	24.06372	0.00009	0.00046	0.00166	0.00002	0.00018	
東京都	13	2512.596	79382	39058	74287	4955	35183	0.443215	10240	166	10406	0.29577	39104	0.492600	668	4074	4741	0.12125	10908	0.72012	4239	0.27988	15148	0.20391	58515600	97036124	4423	21.85085	30.12549	0.00037	0.00049	0.00030	0.00008	0.00015	
神奈川県	14	2327.413	94915	53530	90025	3998	36318	0.382639	12493	79	12572	0.34615	53707	0.565840	240	7190	7430	0.13835	12733	0.63660	7269	0.36340	20002	0.22218	26545415	32337638	2928	20.46483	35.92804	0.00011	0.00019	0.00039	0.00016	0.00064	
新潟県	15	2165.591	856935	554755	726243	128892	163177	0.190419	59791	590	60381	0.37003	563066	0.657070	3035	60179	63214	0.11227	62826	0.50832	60769	0.49168	123595	0.17018	6354373	9241003	2708	9.35919	46.37015	0.00008	0.00027	0.00016	0.00002	0.00016	
富山県	16	2155.835	283982	167618	222716	60734	53491	0.188359	20406	106	20511	0.38345	169225	0.595902	2535	21182	23718	0.14015	22941	0.51869	21288	0.48131	44229	0.19859	3330702	4701578	3077	8.815129	45.28764	0.00010	0.00028	0.00021	0.00002	0.00022	
石川県	17	2153.511	286413	164501	266814	17490	101879	0.355706	41147	267	41414	0.40650	164936	0.575866	6005	18008	24013	0.14559	47152	0.72088	18275	0.27932	65427	0.24522	3313271	4855446	2849	17.26867	39.34069	0.00026	0.00095	0.00041	0.00003	0.00011	
福井県	18	2194.017	312313	174792	302709	8240	125361	0.401396	39043	245	39288	0.31340	177347	0.567851	1938	18604	20542	0.17209	40981	0.68496	18849	0.31534	50420	0.19675	2281919	3380794	2802	19.04593	38.76384	0.00005	0.00010	0.00011	0.00001	0.00009	
山梨県	19	2232.704	347869	169428	325629	21240	153484	0.441440	38482	841	39323	0.25620	172145	0.495113	8516	21108	29624	0.17209	46998	0.68166	21949	0.31834	68947	0.21173	2424999	3536649	2845	21.199	36.28222	0.00037	0.00010	0.00016	0.00001	0.00011	
長野県	20	2110.131	1096673	545965	1002269	65763	445477	0.416461	106387	1311	107698	0.520525	381776	0.41920	41920	80096	0.14385	144562	0.76979	43231	0.23021	187794	0.18737	5605872	8735994	2630	20.57571	36.7356	0.00041	0.00019	0.00028	0.00013	0.00034		
岐阜県	21	2253.443	861036	413585	815734	44781	384870	0.446674	101830	1855	103685	0.26940	430864	0.500054	15931	47847	63778	0.14802	117761	0.70321	49701	0.29679	167462	0.20529	5536677	7694131	2687	21.74001	34.67622	0.00013	0.00019	0.00071	0.00003	0.00015	
静岡県	22	2145.665	501007	177961	25165	282778	1856	81429	0.28796	80573	865	81429	0.28796	80573	6004	17192	26797	0.14185	90177	0.83323	18048	0.16677	108225	0.22944	11931974	17013459	3195	29.68844	25.99593	0.00086	0.00012	0.00030	0.00012	0.00016	
愛知県	23	2210.466	219035	71742	213308	3258	141185	0.644577	37967	172	38139	0.27013	72123	0.329278	2495	6638	9133	0.12663	40462	0.85995	6810	0.14405	47271	0.22161	25524629	37114015	3437	36.68814	21.43369	0.00017	0.00025	0.00051	0.00000	0.00026	
三重県	24	2245.621	372600	132037	363354	7239	230318	0.618136	61362	281	61643	0.26764	133036	0.357048	2544	11887	14431	0.10848	63906	0.84005	12168	0.15995	76074	0.20937	5396691	8711711	2932	32.20962	21.57575	0.00014	0.00023	0.00032	0.00000	0.00004	
滋賀県	25	2019.052	204250	110595	196894	5946	84980	0.416057	20564	130	20695	0.24352	111914	0.547928	6646	8434	15081	0.13475	27211	0.76060	8565	0.23940	36775	0.18170	4408154	6447581	3116	19.31577	35.55764	0.00018	0.00031	0.00013	0.00000	0.00024	
京都府	26	2059.991	342604	196335	332139	4959	131479	0.383763	37406	57	37462	0.28493	200661	0.585693	17607	19581	37187	0.18532	55012	0.73694	19637	0.26306	74649	0.22475	7741697	10453251	2949	18.52401	38.20161	0.00055	0.00019	0.00043	0.00000	0.00006	
大阪府	27	2076.721	57969	26050	54771	1527	28328	0.488681	5167	120	5287	0.18663	26443	0.456157	1937	747	2684	0.10149	7104	0.89131	866	0.10869	7971	0.14553	26300125	38006199	2939	25.22069	23.03029	0.00040	0.00025	0.00016	0.00002	0.00038	
兵庫県	28	2112.686	560664	302770	545202	12282	240329	0.428651	79687	536	80223	0.33380	304872	0.543770	15436	19796	35232	0.11556	95122	0.82389	20333	0.17611	11												

