

機関番号：34315
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2009～2010
 課題番号：21730210
 研究課題名（和文）ボランティア労働供給量による森林資源の経済評価：一般化端点解モデルの応用
 研究課題名（英文）Economic Valuation of Forest Resources Using Voluntary Labor Contribution: An Application of a Generalized Corner Solution Model
 研究代表者
 寺脇 拓（TERAWAKI TAKU）
 立命館大学・経済学部・准教授
 研究者番号：90330018

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、一般化端点解モデルを森林ボランティアの労働供給行動に応用することによって、顕示選好データから森林生態系の価値を計測することを可能にする新しい環境評価手法を開発することである。このアプローチの実証分析の結果は、森林生態系の価値額はこれまでの表明選好研究で推定された値よりもはるかに大きいことを示した。この事実は、過去の研究における評価値が、森林が完全に開発された状態を基準とした場合の等価変分を表すものではなかったことを含意する。

研究成果の概要（英文）：The study aims to develop a new valuation technique that enables us to measure the values of forest ecosystems with the revealed preference data, by applying a generalized corner solution model to the labor supply behavior of forest volunteers. The empirical results of this approach showed that the values of forest ecosystems are much larger than those estimated by previous stated preference studies. These facts suggest that the values in the past studies were not the ones that represent the equivalent variation in the case when the reference level indicates the state of the forest being completely exploited.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：環境経済学、環境評価

科研費の分科・細目：経済学・応用経済学

キーワード：環境評価、顕示選好、ボランティア労働供給、森林資源、非利用価値

1. 研究開始当初の背景

これまで森林の景観形成や生物多様性保全機能の評価には、それらと関係する市場が存在しないことから、CV（Contingent Valuation）や選択実験などの仮想的な質問に基づく表明選好法が使われることが一般的であった。しかしながら、表明選好法による評価額の信頼性は顕示選好法よりも低い

ことがしばしば指摘されており、それゆえ「顕示選好法が適用可能なところではそれを用いるべき」とする見解が多くの研究者間で一致している。本研究は、森林の景観形成や生物多様性保全機能に対する一種の顕示選好データとして捉えられる、森林ボランティア活動者の「自発的な労働貢献量」を用いて、そうした生態系サービスを生み出す森林資源の価値を経済学的に評価するという、こ

れまでの環境評価研究には見られない新しい試みである。

2. 研究の目的

本研究の第一の目的は、一般に非利用価値を巻き込む森林生態系の価値を、顕示選好データから計測するための方法を提示することである。森林ボランティア活動は、これまでその役割を担ってきた農林業生産活動に代わって、里地里山における森林を適切に管理し、二次的自然の景観や生物多様性の保全に貢献する取り組みであり、その活動への参加日数を表すデータは、森林生態系の保全に対する人々の選好を顕示する情報として極めて有用である。この顕示選好データを利用することによって、非利用価値がその多くを占める森林生態系の価値を、表明選好法よりも高い信頼度で計測することができるものと期待される。加えて、本研究で提示する、一般化端点解モデルを用いて人々の効用関数を直接推定する手法は、代替地の有無を考慮した支払意思額(Willingness to Pay: WTP)の計測を可能にすると共に、他人の労働貢献を含む全てのボランティア労働によって生み出される森林環境に対するWTPを適切に評価する。

3. 研究の方法

まず森林ボランティアの活動を、森林資源を使って景観形成や生物多様性保全といった生態系サービスを生産する行為として捉え、公共財の私的供給モデルを基礎にして、一般化端点解モデルを展開した。そして得られたモデルを用いて、兵庫県の森林ボランティア団体「ひょうご森の倶楽部」の活動地を対象に、実際に森林生態系に対する効用関数を推定し、その価値を経済学的に評価した。分析には、2010年度に「ひょうご森の倶楽部」の会員を対象に行ったアンケート調査のデータと、森の倶楽部から直接提供頂いた19箇所の活動地における年間の延べ活動者数のデータを用いた。またキーとなる各会員の居住地から各活動地までの往復距離、および移動時間の計測には、(株)日経リサーチの協力を受け、「住友電気工業社製のデジタル道路地図」に基づくGISを利用した。一般化端点解モデルの計測には、主にAptech Systems社のGAUSSを用いた。

4. 研究成果

(1)これまでレクリエーション需要分析を目

的とする一般化端点解モデルにおいて仮定されてきた効用関数をもとにして、森林生態系に対する効用関数 U を次のように定式化した。

$$U = \sum_{m=1}^M [\exp(\delta' \mathbf{s}_i + \varepsilon) \ln(\exp(\gamma' \mathbf{q}_m) Q_m (v_{mi} + V_m^{-i}) + \theta)] + x_i^p / \rho \quad (1)$$

ただし、 \mathbf{s}_i は個人 i の属性ベクトル、 ε は誤差項、 \mathbf{q}_m は活動地 m の特性ベクトル、 Q_m は活動地 m の森林面積、 v_{mi} は個人 i の活動地 m での活動日数、 V_m^{-i} は個人 i 以外の人の活動地 m での総活動日数、 x_i は個人 i の合成私的財の消費量、 M は活動地の数を表す。

δ 、 γ 、 θ は推定されるパラメータである。公共財としての森林環境は、 $\exp(\gamma' \mathbf{q}_m) Q_m (v_{mi} + V_m^{-i})$ の部分で表現されており、それは所与の森林特性と活動内容のもとで、森林面積とボランティア労働量から生産されるものと仮定されている。さらに \mathbf{p}_i を個人 i の各活動地までの往復移動費用のベクトル、 w_i を個人 i の賃金率、 t を個人が保有している時間として、予算制約式を

$$x_i + \mathbf{p}_i' \mathbf{v}_i \leq w_i \left(t - \sum_{m=1}^M v_{mi} \right), \mathbf{v}_i \geq 0, x_i > 0 \quad (2)$$

で表し、この式と効用関数を用いて、クーン・タッカー条件を導出した。 μ がスケールパラメータ μ をもつ第一種極値分布に従うとすると、いくつかの仮定の下で、最終的に \mathbf{v}_i^* の労働を提供した個人 i の尤度 $L(\mathbf{v}_i^* | \delta, \gamma, \theta, \rho)$ は次式で表される。

$$L(\mathbf{v}_i^* | \delta, \gamma, \theta, \rho) = \prod_{m=1}^M \left[\left(\frac{1}{\mu} \exp\left(-\frac{g_m(\mathbf{v}_i^*)}{\mu}\right) \right)^d \times \exp\left(-\exp\left(-\frac{g_m(\mathbf{v}_i^*)}{\mu}\right)\right) \right]$$

ただし d は $v_{mi}^* > 0$ のとき 1 、 $v_{mi}^* = 0$ のとき 0 をとる変数であり、 g_m は次式で表される。

$$g_m := (\rho - 1) \ln \left[w_i \left(t - \sum_{m=1}^M v_{mi} \right) - \mathbf{p}_i' \mathbf{v}_i \right] + \ln(w_i + p_{mi}) - \delta' \mathbf{s}_i - \gamma' \mathbf{q}_m - \ln Q_m + \ln[\exp(\gamma' \mathbf{q}_m) Q_m (v_{mi} + V_m^{-i}) + \theta]$$

この尤度関数を用いて、最尤法により(1)式の効用関数を推定することができ、そこから状態変化の厚生測度を導くことができる。

(2)効用関数の推定にあたって、個人特性 \mathbf{s}_i および活動地特性を表す変数 \mathbf{q}_m を表1のように定義した。一般化端点解モデルの推定結果は表2に示す通りである。個人属性の係数推定値から、女性よりも男性の方が、そしてよ

り若い人の方が森林保全に強い選好もつ傾向が示された。これらは、体力のある男性、および若い人の方が、より頻繁にボランティア活動に参加する事実を反映する。一方、活動地特性については、里山林と人工林との間に有意な差はないものの、それらの混合林よりも人工林の方が有意に選好される結果が得られた。この結果から、一般に植生が多様である森林が必ずしも選好されるわけではなく、里山林、あるいは人工林として、一つのまとまりをもった森林環境の方がより大きな効用をもたらすと結論付けられる。植林活動（FOREST）の負の符号は、それが直ちにそこでの生物多様性や景観形成に貢献しないため、苦勞の割に効果が小さいと人々が認識したことを含意する。遊歩道整備については、それは森林のレクリエーション機能を発揮させることに貢献する一方で、その整備による訪問者の増加が生態系に悪影響を及ぼすことを懸念させる。ここでの負の符号は、後者のマイナス面が強く意識されたことを物語る。

表 1：個人 / 活動地特性を表す変数の定義

変数名	定義
個人	
FEMALE	女性 = 1、男性 = 0
AGE	年代 / 10
活動地	
SATO	里山林 = 1、その他 = 0
MIX	里山林 + 人工林 = 1、その他 = 0
FOREST	植林活動あり = 1、なし = 0
TRAIL	遊歩道整備あり = 1、なし = 0

表 2：効用関数の推定結果

変数	推定値	t 値	p 値
個人属性			
Intercept	14.617	20.272	0.000
FEMALE	-0.392	-2.893	0.002
AGE	-0.135	-4.743	0.000
活動地特性			
SATO	0.022	0.530	0.298
MIX	-0.171	-3.613	0.000
FOREST	-0.138	-2.286	0.011
TRAIL	-0.231	-6.478	0.000
·	-3.474	-2.541	0.006
·	5.534	50.129	0.000
μ^*	-1.670	-27.235	0.000

注：· := ln(1 - ·)、· := ln(·)、 μ^* := ln(μ)

(3) 推定された効用関数を用いて、各活動地の森林が失われることを避け、現状を維持するための WTP (等価変分) を計測した。活動

地 m の森林 Q_m に対する WTP は、次式で表される。

$$U(\mathbf{v}_i^*, x_i^* - WTP) = U(\mathbf{v}_{ri}^*, x_{ri}^* | Q_m = V_m^{-i} = 0) \quad (3)$$

* は効用最大化問題の解であることを示しており、 $\mathbf{v}_{ri}^*, x_{ri}^*$ は $Q_m = V_m^{-i} = 0$ の制約下でのそれらを意味する。効用関数の中には確率変数である V_m^{-i} が含まれているため、二分法 (numerical bisection algorithm) とモンテカルロシミュレーションにより期待 WTP を導き、さらにパラメトリックブートストラップ法により信頼区間を計算した。19 箇所の森林に対する一人当たり WTP の推定値は表 3 の通りである。驚くべきことに、平均値でみると、最も小さな金額でも 118367 円、大きいものでは 2439650 円の評価額が推定された。評価者が森林ボランティアに限定されているとはいえ、これまでの表明選好研究で得られた森林生態系の一人当たり評価額よりもはるかに大きい。これは、本手法では、効用関数に他人の労働貢献 V_m^{-i} 、およびそれによって生産される公共財が含まれており、それが確実に失われる状態を基準として WTP が計測されているのに対して、多くの過去の表明選好研究では、他人の貢献による公共財生産の可能性が完全に排除されておらず、人々はその生産を期待して、自分の貢献が生み出す公共財の増分に対する WTP のみを表明している可能性が高いことを物語る。

表 3：森林生態系に対する WTP

活動地	平均 WTP	95% 信頼区間	
		下限値	上限値
A	154889	64381	277904
B	127485	50189	222927
C	372317	180534	684241
D	260500	103674	463304
E	641351	347022	1248364
F	1162128	623759	2182301
G	729154	346446	1283239
H	1667239	822417	3194618
I	118367	49161	210428
J	778596	352121	1249769
K	522094	208510	837899
L	1275004	704744	2295589
M	734354	347851	1190448
N	1461854	786486	2243814
O	622709	263729	1050936
P	2439650	1518248	3901271
Q	365299	134297	588642
R	617385	295365	1102783
S	439029	171161	685821

注：活動地 H と P については、シミュレーションの過程で WTP が無限大になるケースが発

生したため、それらを x_i^* で打ち切った。

(4)ここで、現在森林ボランティアによって維持管理されている活動地 m における森林が、他のある公的な主体によって管理されることになり、その森林保全に対する WTP が彼らに質問されるような状況を考えよう。このとき、回答者は本来、(3)式で表される WTP を表明すべきであるが、他人もこれまでの労働貢献に見合った支払いを行い、それによって生み出される森林の生態系サービスについては、自分の支払いがなくても得られるだろうと考えるかもしれない。もしそうであるならば、彼らが表明する WTP は次式で表されるものとなる。

$$U(\mathbf{v}_{i,-m}^*, x_{i,-m}^* - WTP_f | v_m = v_m^*) \\ = U(\mathbf{v}_{i,-m0}^*, x_{i,-m0}^* | v_m = 0)$$

$\mathbf{v}_{i,-m}^*$ 、 $x_{i,-m}^*$ は、 $v_m = v_m^*$ の制約下での v_m 以外の活動日数と合成財に関する効用最大化問題の解を表しており、 $\mathbf{v}_{i,-m0}^*$ 、 $x_{i,-m0}^*$ は $v_m = 0$ の制約下でのそれらを意味する。左辺はもちろんだ、右辺の効用関数の中にも他人の労働貢献 V_m^i が含まれていることに注意されたい。この WTP_f の平均を計算し、それらを表 3 の平均値と比較したものが表 4 である。平均値で見限り、 WTP_f の値は、多くの先行研究においてしばしば観察された森林環境保全に対する WTP に近い値を示している。そして森林資源が失われた状態を基準とした WTP (等価変分) と比べて、それらは極めて小さいことがこの表からわかる。以上の結果から、これまでの表明選好法で計測された森林環境に対する WTP は、過少評価であるか、少なくともその森林資源が失われる状態を基準とする等価変分を表すものではない可能性が高いことが結論付けられる。

表 4：平均 WTP の比較

活動地	WTP	WTP _f	WTP / WTP _f
A	154889	1002	154.5
B	127485	1423	89.6
C	372317	2707	137.5
D	260500	602	432.8
E	641351	3045	210.6
F	1162128	4068	285.6
G	729154	4212	173.1
H	1667239	6624	251.7
I	118367	320	370.3
J	778596	3700	210.5
K	522094	2373	220.0
L	1275004	5592	228.0
M	734354	5303	138.5
N	1461854	8251	177.2

O	622709	3098	201.0
P	2439650	10934	223.1
Q	365299	1189	307.2
R	617385	3362	183.6
S	439029	4112	106.8

注：WTP は各活動地の森林が完全に失われる状態を基準とした等価変分を、WTP_f は他人の労働が生み出してきた森林環境は維持されるものとして、そのときに自分がボランティアに参加しないことで失われる環境を基準としたときの等価変分を意味する。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計1件)

寺脇拓、自発的労働供給により顕示される森林生態系に対する選好、環境経済・政策学会 2009 年大会、2009 年 9 月 26 日、千葉大学。

6. 研究組織

(1)研究代表者

寺脇 拓 (TERAWAKI TAKU)

立命館大学・経済学部・准教授

研究者番号：90330018