

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2007～2010

課題番号：19530161

研究課題名(和文) 生物多様性保全の経済分析

研究課題名(英文) Economic Analysis of Biodiversity Conservation

研究代表者

赤尾 健一 (AKAO KEN-ICHI)

早稲田大学・社会科学総合学術院・教授

研究者番号：30211692

研究成果の概要(和文)：

Nehring-Puppe の属性アプローチに基づく多様性関数が、Nesting Property をもつには、多様性が高々2つの属性で与えられる必要がある。不確実性下での予防原則の妥当性は主体の選好に依存する。一方で、主体の選好に関わらず予防原則が採用される状況の特徴づけることはできなかった。陸上生態系での生物多様性の宝庫である森林を対象に、その最適利用モデルと貿易モデルを定式化し、解の性質を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：

A diversity function derived from the Nehring-Puppe's attribute approach possesses the nesting property only if there are at most two attributes that determine the value of diversity. The validity of the precautionary principle depends on the preference. The situation that the principle is unanimously supported has not yet been known. An optimal forest use model and a trade model on forest products have been analyzed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成19年度	500,000	150,000	650,000
平成20年度	500,000	150,000	650,000
平成21年度	500,000	150,000	650,000
平成22年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：経済学

科研費の分科・細目：経済学・理論経済学(3601)

キーワード：生物多様性、多様性関数、ナイト流不確実性、確率キャパシティ

## 1. 研究開始当初の背景

多様性の価値を表現する適切な多様性関数の特定化と多様性喪失がもたらす結果に関する不確実性の表現は、生物多様性保全に関わる2つの理論的問題であり、これらの解明は重要な研究課題である。

## 2. 研究の目的

本研究は、これら生物多様性保全の問題から生じる経済学の問題(多様性関数と特定の確

率分布を想定できない状況の意思決定)に取り組み、その解明を通じて、生物多様性の保全と経済活動の調和に資することを目的としている。

## 3. 研究の方法

多様性関数と不確実性を踏まえて、生物多様性保全の最適化問題の定式化と費用便益分析への応用を考察する。

#### 4. 研究成果

多様性関数に関して、Nehring-Puppe の属性アプローチは、もっとも一般的な形で多様性関数を表現するものである。一方で、それはあまりに一般的すぎるため、追加的な構造を与えることで、生物多様性を表現する多様性関数としての特徴をいかに与えるかが課題である。

この課題にアプローチするために、人々は何をもって生物多様性に対して価値を見出すかを調査した。人々は、その生態系に類似の種がないような特別な種が存在することに価値を見出す。その一方で、その生態系に存在する2種の近縁種の中間の特徴をもつ種、それらと微妙な違いしかない種が発見されることに対しても価値を見出す。つまり人々は、多様性のスペクトラムが内的に拡大することにも外的に拡大することにも価値を見出すということが出来る。一方、こうした価値をまったく見出さない人も明らかに存在する。さらに生物多様性自身に価値を見出しているというよりは、生物多様性が豊富な地域を訪れることに価値を見出す人も存在する。これは記号としての多様性の消費といえる。以上のことが示唆しているのは、人々の生物多様性の評価はさまざまであり、生物多様性の価値を特徴づける構造を考えると、それに基づいて多様性関数に特徴を与えることが困難なことである。

逆に実践的な観点から、(その価値計算に必要なデータが少ないという意味で) 扱いやすい多様性関数を得ることも試みた。Nesting Property と呼ばれる構造をもつ多様性関数はこのような望ましい特性をもつ。具体的には、Weitzman の異質性アプローチで採用されているものが、この性質をもっている。本研究では、費用便益分析 CBA の観点から、Nesting Property をもち、生物多様性の価値を過小評価するような多様性関数がいかなるものになるかを研究した。ここで過小評価とは、Nehring-Puppe の属性アプローチにおいて、その属性を無視することを意味している(属性アプローチは、生態系が有する属性の価値—非負—の総和によってその生態系の多様性を価値づける)。つまり、多様性を評価する任意の  $A$  個の属性に対して、最低いくつの属性を無視すれば、Nesting Property が得られるかを検討した。属性を無視することは過小評価をもたらすという意味で CBA においてバイアスの方向を確定できる。したがって、そうした多様性関数を用いて生物多様性の保全が望ましいとなれば、そこで無視された価値を考慮しても保全は望ましいことになる。結果は、属性が  $A$  個ならば無視すべき属性は  $A-2$  個必要であることがわかった。

生物多様性のための多様性関数について、

異なるアプローチとして、次のような生態系の価値関数も考案した。すなわち生態系の価値を、それを構成する個々の種の存在価値、機能グループと関連づけられる生態系サービスの価値、そしてその生態系固有の価値の合計と見なす。機能グループ内の冗長性は価値実現の確率と関連づけられる。

次に、不確実性に関しては、特に予防原則が理論的に正当化できる条件を求めて、マックス・ミン・期待効用アプローチや Gollier らのベジアン・モデルを検討した。しかし、経済的含意に富む条件は今のところ得られていないことが明らかとなった。たとえば、Gollier らのモデルでは、CRRA 効用関数を用いるとして、予防原則に沿った意思決定が行われるのは、相対的危険回避度が1より小さい場合であり、大きい場合には反対の結果となる。そこで、主体の選好に関わらず予防原則が採用される状況の特徴づけることを試みたが、明快な結果は得られなかった。

ナイト流不確実性について、Gilboa-Schmeidler の不確実性回避アプローチとともに Bewley 流のナイト不確実性のアプローチを取り上げ、生態系保全のための不確実性下での CBA にこれらがいかに応用されるかを考察した。不確実性下での生物多様性の価値はオプションプライス(事前的確定的支払意志額)として評価される。2つのアプローチによるその額の大小を検討した。

多様性関数とナイト流不確実性は、形式的には、ともに確率キャパシティとして表現される。この点に注目し、生態系サービスの価値を除いた生物多様性の価値は、flexibility の価値、option value とも解釈されることを論じた。

本研究では、生物多様性保全の実現のための諸課題に関わる理論研究も遂行した。第一に、問題が持続可能性に関わることに関連して、持続可能性が経済学的に支持される条件を明らかにした。持続可能性のための条件は、上述の予防原則と同様に相対的危険回避速度(異時点間の代替弾力性の逆数)の大小に依存する。この条件の緩和の可能性を明らかにした。第二に、生態系の保全に密接に関わる共有資源の利用問題に関して、微分ゲームを用いて考察した。結果として、破滅的な資源利用も持続的な資源利用も、あるいはいかなる資源利用パターンも、そのダイナミクスがリプシッツ連続関数で記述されるものである限り起こりうることを明らかにした。第三に、陸上生態系での生物多様性の宝庫である森林を対象に、その最適利用モデルと開放経済下での小国モデルを定式化し、解の性質を考察した。

最適利用モデルに関しては、年齢構造を明示的に考慮し、木材生産とともに、森林が存在することによって環境サービスが提供さ

れるモデルを分析した。形式的には多部門最適成長モデルの1種だが、遷移集合が特殊な形をもつモデルである。環境サービスの潜在価格から、Faustmann 式と呼ばれる森林の最適伐期齢モデルの解に対応させる対応を考え、最適定常状態がこの対応の不動点となることを示した。また、このことを利用して定常状態を特徴づけた。さらに近傍ターンパイク定理について議論した。

開放経済下での小国モデルでは、経済成長と森林資源の関係を分析した。非凸生産関数を仮定することで、初期賦存資本量の多寡によって、貧困の罠に陥る経済と持続的成長経路をたどる経済の2つが現れる。対応する森林資源の状態について、前者よりも後者の方が定常状態での資源ストック量が少なくなるという結果を得た。

#### 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)

[雑誌論文] (計 10 件)

1. Ken-Ichi Akao (2010) On the preference constraint for sustainable development to be optimal. Kyoto Sustainability Initiative Communications, 2010-005. (査読無)
2. 赤尾健一 (2009) 天然資源と世代間衡平. 早稲田社会科学総合研究 9/3, 35-52. (査読無)
3. Ken-Ichi Akao and Shunsuke Managi (2008) A tradable permit system in an intertemporal economy: A general equilibrium approach. Kyoto Institute of Economic Research Discussion Paper 658, 1-29. (査読無)
4. 赤尾健一 (2008) 環境の価値評価と社会的費用便益分析入門. 早稲田社会科学総合研究 別冊「環境と計画」, 25-41. (査読無)
5. Ken-Ichi Akao (2008) Tax schemes in a class of differential games. Economic Theory 35/1, 155-174. (査読有)
6. Ken-Ichi Akao (2008) Optimal forest program when the carbon sequestration service of a forest has value. Multi-Level Environmental Governance for Sustainable Development Discussion Paper 08-01, 1-32 (to appear in Environmental Economics and Policy Studies, 査読有).
7. 赤尾健一 (2008) ダイナミック・ゲームと環境経済学. 三田学会雑誌 100/4, 67-83. (査読無)
8. Ken-Ichi Akao and Shunsuke Managi

(2007) Feasibility and optimality of sustainable growth under materials balance. Journal of Economic Dynamics and Control 31/12, 3778-3790. (査読有)

9. Ken-Ichi Akao and Y. Hossein Farzin (2007) When is it optimal to exhaust a resource in a finite time? Ecological Research 22/3, 422-430. (査読有)
10. 赤尾健一・草薙真一・馬奈木俊介 (2007) 温暖化対策の中でのエネルギー生産・節約の経済評価. 環境経済・政策研究 1/1, 65-78. (査読有)

[学会発表] (計 5 件)

1. Kenichi Akao. On the preference constraint for sustainable development to be optimal. 1st Congress of the East Asian Association of Environmental and Resource Economics (Hokkaido University, Sapporo, 2010/8/18-19). (査読有)
2. Ken-Ichi Akao, Shunsuke Managi: A tradable permit system in an intertemporal economy- a general equilibrium approach-. Forth World Congress of Environmental and Resource Economists (Montreal, Canada, 2010/6/28-7/2). (査読有)
3. Kenichi Akao. On the preference constraint for sustainable development to be optimal. PET10-Annual Conference of the Association for Public Economic Theory (Boğaziçi University, Istanbul, Turkey, 2010/7/25-27). (査読有)
4. Ken-Ichi Akao and Kazuo Nishimura. On the critical level of an aggregate growth model with a non-concave production function. 6th International Conference on Economic Theory "Market Quality Dynamics" (2008/12/12-13, Kyoto). (査読無)
5. Ken-Ichi Akao. Optimal forest program when the carbon sequestration service of a forest has value. Association for Public Economic Theory 08 (2008/6/26-6/29, Hanyang University, Seoul). (査読有)

[図書] (計 3 件)

1. 赤尾健一 (2010) 予防原則と不確実性の経済理論. 植田和弘・大塚直 (監修) 損保保険ジャパン・損保ジャパン環境財団編「環境リスク管理と予防原則」有斐閣, 第10章, pp. 209-225. (査読無)
2. 赤尾健一・西村和雄 (2009) レジーム・

シフトのマクロ経済分析. 浅野耕太編著 「自然資本の保全と評価」 (環境ガバナンス叢書5) ミネルヴァ書房, 第3章, pp. 51-66. (査読無)

3. 赤尾健一(2009) 温暖化対策と都市ガス産業. 竹中康治編著 「都市ガス産業の総合分析」 NTT 出版, 第12章, pp. 253-276. (査読無)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

赤尾 健一 (AKAO KEN-ICHI)  
早稲田大学・社会科学総合学院・教授  
研究者番号: 30211692