

生態会計展開の方向

河野正男

1. はじめに

横浜国立大学経営学部に「生態会計」の講座が設置されたのは1974年のことである。以来50年が経過した。現在、経営学部および大学院で2単位の授業科目として置かれているとのことである。経営学部に在職中の1986年に「生態会計」の講座を担当した。他に例のない新しい会計分野であったので、その内容をどのように構築するか、試行錯誤の日々が続いた。

生態会計という語感から、生態学の概念である生態系という語を連想した。この語は、一定の空間を内包する概念であることから、生態会計を、一定の地域の環境に関わる問題を会計的視点から取り上げることを思いついた。1990年代は、日本の高度成長に伴う公害問題が日本各地で頻発していたので、この問題に焦点を当てて取り組み、1998年10月に『生態会計論』を上梓した。

公害問題は、それを引き起こした企業が対応する問題すなわち企業会計の枠内における問題と、企業から排出された有害物質が一定地域内で引き起こす問題とに分けられる。『生態会計論』では前者の問題に主として取り組んだ。後者の問題については部分的に取り扱ったが、基本的な問題の取り組みは後日に残された。そこで、前者の問題の取り組みを含めて、『生態会計論』刊行以来、生態会計をどのような内容に展開していくかについて模索を続けてきた。

本稿では、『生態会計論』では触れることがなかった、後者の問題の主要な課題である生態学および生態系について考察した後、特に、自然科学分野における生態系を、会計分野の概念である会計単位とみなすことで展開されうる、生態会計の分野の拡張を試みる。

2. 生態学とはいかなる学問か

自然科学については、中学校および高等学校で化学および物理学の授業を受けた程度の知識しか持ち合わせていないので、生態学については、白紙の状態といってよい。手元の蔵書にこの分野の書籍もない。そこで、インターネットで検索し、生態学関連の入門書および専門書と思われる和書と洋書を購入した。昨年の夏ごろのことである。

2022年7月、入門書『初めての生態学～森を入口にして～』（下村泰史）から着手し、ついで『学んでみると生態学は面白い』（伊勢武史）などの読書を開始した。以後順次、専門書と考えられる書籍に取り組んだ。一方、和書の読書と並行して大部の洋書*Ecology* (4th.ed, Begon, M., Harper, J.L, Townsend, C.R.) にも取り組んだ。

以来1年越しで生態学および生態系について学んできた。最初に、生態学から取り上げることにする。

本節のタイトルに答えるには、1冊の書籍に相当する紙幅を要するであろう。本稿の意図するところではない。ここでは、生態系という概念を理解する上で、その上位概念である生態学に関する最低限の知識の修得に止める。そこで、まず、生態学に関する各種の定義の検討を試みることにした。

まずは、先に紹介した2冊の生態学に関する入門書の定義を見てみよう。

下村は、百科事典のブリタニカの大項目の定義「生物の生活に関する科学を生態学という」なる1句を紹介した後、さらに、その小項目中の定義「生物と生物、生物と環境との関係を究明する学問分野」を紹介している¹⁾。下村自身は定義をしていない。入門書での定義なので、万人向けを考えてブリタニカの定義を使用したのであろう。この定義から、生態学が、生物、環境、生物と生物ならびに生物と環境の相互関係（作用）に関わる研究分野であることが推測される。

伊勢は、生態学の定義に先立ち、生態学の語源の紹介をする。すなわち、生態学 (ecology) は、「エコロジ (ecology) とエコノミー (economy) の二つの言語、……両方ともギリシャ語の“家”を意味する“oikos”を語源」とするとして後、生態学を「生物が環境から影響を受けたり、逆に生物が環境に影響を与えたりするという相互作用を学ぶ学問」と定義している。

さらに、伊勢は、この定義のキーワードである環境および影響という概念について次のような補足説明をしている。すなわち「環境」とは生物の生息地の気候や地質などの“非生物的環境”とエサになる生物や競争相手の生物などの“生物的環境”の両方を含むこと、そして「影響」とは、生物が生きたり・成長したり・死んだり・進化したたり・絶滅したりという様々な変化を含むものとしている²⁾。

補足説明を含めた伊勢の定義は、下村が紹介したブリタニカ定義（以下、下村の定義）を補足し、生態学の内容をより明確にしている。

次に、生態学に関する専門書の定義を見てみよう。

武田は『生態学～基礎生物学テキストシリーズ8～』において、「生態学は生物学の一分野に位置づけられる」ことをあきらかにしている。そして、ドイツの動物学者のエルンスト・ヘッケルが、ギリシャ語の「家」または「経済」を意味する *oikos* (オイコス) と「学問」を意味する *logos* (ロゴス) という語を組み合わせ *ecology* (生態学) という言葉をつくり、「生態学とは、生物と環境および共に生活するものとの関係を論じる科学」と定義したことを紹介した後、「生態学の研究対象は、生物の生活史、生物の種内・種間の関係、生物と環境の関係、生物と時間との関係など広範にわたる」という生態学に関する武田自身の考えを明らかにしている³⁾。

日本生態学会が編纂した『生態学入門 (第2版)』では、生態学は「生物の生活の法則をその環境との関係で解き明かす科学」とされる。この定義中の“生物の生活の法則”について少々長い補足説明がある。すなわち「生物の生活の法則を知るために、現代の生態学は、安定同位体を利用して生態系の物質循環を測定し、熱帯林に高いクレーンや空中回廊を作り上げ、観測衛星のデータを解析し、DNAを用いた分子系統解析を行い、さらには数理モデルやシミュレーションの解析と、様々なレベルの知識と技術を動員してきた」とされる。

補足説明を含め、日本生態学会の生態学の定義は、入門書における定義とはいえ、この分野の専門家ないし専門家を目指す人々向けのもので、分かりにくいものとなっている。そのため、生態学に関する補足説明の後に、「初心者や異分野の研究者から見ると、……複雑でとっつきにくい学問と思うかもしれない。しかし、生態学を研究する第一歩は、ある環境で生活する生物種の面白そうな生態に焦点を当ててデータを取ることから開始する」なる説明がある⁴⁾。この説明を考慮すると、日本生態学会の定義は、下村や伊勢の定義と同類のものと解して問題ないであろう。

鷺谷は、生態学は生物学の一分野であるとの認識の下、その著書『生態学～基礎から保全へ』で、生物学の内容を、遺伝子、細胞、固体、種・個体群、生息・生息場所/生態系/生物群集、複合生態系・ランドスケープ、地球生態系からなる階層化し、この階層を前提として、「生態学 *ecology* は、生物学が扱う階層のうち、特に固体やその集団である個体群、さらにその上位システムにおいて、環境と生物との関係に関して研究する分野の総称である」と定義している⁵⁾。なお、階層化の内容について“十人十色”との説もあ

¹⁾ 下村泰史 (2019) pp.8-9.

²⁾ 伊勢武史 (2013) pp.13-14.

³⁾ 武田義明 (2012) p. v.

⁴⁾ 日本生態学会 (2012) p. 1.

⁵⁾ 鷺谷いずみ (2016) pp.1-3.

る⁶⁾。

生態学に関する鷺谷の定義から、生態学は、遺伝子および細胞を除く、生物学の分野すなわち動植物の個体レベル以上と環境との関係を研究する分野と考えられる。環境を個体から地球生態系までに及ぶ広範囲の空間であることを具体的に明らかにしている点に特徴がある。

最後に、Begon等による生態学の定義を紹介する。定義に先立ち、生態学という名称は1896年に、Ernest Haeckelが使用し始めたこと、そして彼が生態学を「生物と環境との相互作用を解釈する科学的研究」と定義したことや、さらにecologyのeco-はギリシャ語の「家」を意味するoikosを起源とすることなどが紹介される。その後、さらに、Haeckelより明確な定義としてKrebsの定義「生態学とは、生物分布と存在量を規定する相互作用についての科学的研究である」が紹介される。この定義の優れた点は、生態学が究極の対象とする事柄すなわち生物の分布と生物量を明確にしていることである。

このような考察の後、Begon等は、「生態学は、生物の分布と存在量、そして分布と存在量を規定する相互作用についての科学的探究」と定義する⁷⁾。

生態学なる用語の由来については、伊勢の生態学の定義の箇所でも取り上げたところである。Begon等による生態学の定義の特徴は、他の定義が「生物」という用語を使用しているところを、Krebsに倣い、「生物の分布と存在量」と表現することにより、より内容を明確にしたところにあると解される。

以上、専門家による生態学の定義を検討してきた。本節の意図は、筆者による生態学の定義をすることではなく、生態学の概要を把握することにある。生態学の諸定義を検討した結果を踏まえて、生態学に関する理解の概要を取りまとめた。

下田、伊勢および武田の定義では、生態学は、生物と環境について、それらの相互作用を含め、探求する研究分野と解される。日本生態学会および鷺谷の定義は、一見したところわかりにくい内容であるが、補足説明をみると、下村、伊勢および武田の定義をより深めた内容になっていると推察される。Begon等の定義は記述の3人の定義の延長線上にあると解される。そこで、本稿では、生態学を、簡明で分かり易いという点で、下田、伊勢および武田の定義に沿った内容と解することにする。なお、この定義を補足するものとして、生物の生息する環境の空間的スケールを明らかにした鷺谷の定義を念頭において議論を進めることにしたい。

3. 生態系および生態系サービスを考える

本節では、生態学の下位概念である生態系とそれが提供するサービスすなわち生態系サービスについて検討する。

3.1 生態系の意義

前節で行ったように、専門家の考えを検討することにした。下田も伊勢も生態系については触れていない。

武田は、生態系を「ある空間に生息しているすべての生物とそれを取り巻く無機質的環境を含む複合体」と定義する。そして、生態系は、森林生態系、湖沼生態系、沿岸生態系などに区分されるとしている。この補足により生態系をイメージしやすくなるであろう。なお、武田は、その生態系の定義の注で、生態系の概念を初めて提示したのは、イギリスの植物学者タンスレー（Tansley, A.C.）であるとし、彼が生態系を「生物的環境と無機質的環境が相互に作用する空間を一つのシステム」としてとらえたことを紹介している⁸⁾。

日本生態学会は、生態系を「ある地域や空間に生息している生物（生物群集）とそれらの生物の生活に関する無機的環境の要素からなるシステム」と定義する⁹⁾。

⁶⁾ 日本生態学会（2012）p.3.

⁷⁾ Begon, M. *et al.* (2006) p.xi (邦訳p. vii).

⁸⁾ 武田義明（2012）p.45.

⁹⁾ 日本生態学会（2012）p.210.

そして鷺谷は、「生態系ecosystemは、特定の空間に暮らすあらゆる生物とその環境の要素からなるシステム」と定義する。さらに、システムについて次のように補足説明をしている。すなわち「システムは“要素”と“環境”の両方を含む集合を意味する。システムとしての生態系の性質と動態は、要素間の膨大で複雑な関係によって決められている。生態系の要素としては、生物要素（その場合は群集）と非生物環境要素（構造的環境要素）がある」と説明している¹⁰⁾。

このシステムの説明により、鷺谷ばかりでなく、武田、スタンレーおよび日本生態学会による生態系の内容がより明確になったと思われる。

ここでは、生態系を一つのシステムと理解するところから、生態系を一つの会計単位とする会計の展開が考えられることを指摘しておきたい。

さて、Begon等の定義であるが、生態系を「生物要素とそれを取り巻く非生物的環境と合わせたもの」と定義している¹¹⁾。これまでに紹介した定義に類似した内容といえる。

若干変わった視点から生態系を考察するミレニアム生態系評価 (MA) の生態系の定義を見てみよう。後述するMAは、「国連のイニシアティブのもと、世界資源研究所、国連開発計画、国連環境計画、世界銀行などの国際機関、世界の95ヶ国の国々、1,360名の各分野の専門家などが参加して2001年から2005年にかけて実施された」ものである¹²⁾。そのMAが、生態系の変化と人的福祉に関して、意思決定者の必要を満たす科学的情報についての調査報告書を取りまとめた。そこでは、「生態系は、機能単位として作用している植物界、動物界および微生物界ならびに非生物的環境の動態的複合体」とされる。さらに続けて「人間は生態系の不可欠な一部である。生態系は、サイズにおいて途方もなく変化する；一本の木の空洞の一時的な水溜りも海盆 (ocean basin) のいずれも生態系たりうる」と補足説明をしている¹³⁾。

報告書の定義には、一定の空間を意味する語はないが、補足説明で、生態系が、極小の水溜りから広大な海洋の海盆に及ぶシステムであることが理解できる。表現は異なるが、生態系に関する他の定義と変わらない内容といえることができる。

3.2 生態系サービスの内容

次節で、生態系サービス、特に人間にとって有用なサービスを便益として評価することを試みる。このため、生態系サービスの内容がどのようなものであるかを知る必要がある。

下田は、生態系サービスについて、ブリタニカの定義「生物多様性がもたらす恵み」を紹介し、このサービスが、後述するMAによる4種のサービスすなわち支援サービス、供給サービス、調整サービスおよび文化的サービスからなるとする¹⁴⁾。

伊勢は、「生態系サービスは、自然が私たち人間のために与えてくれる様々な利益のこと」と定義し、「昔からある言葉に置き換えて、“自然の恵み”と言えばしっくりくる」と補足している。さらに、下田と同様に、MAによる4種の生態系サービスに触れている¹⁵⁾。

武田は、「人間が生態系から受ける利益は生態系サービス」と考え、このサービスを、MAで紹介された4種のサービスに区分し、それぞれのサービス内容の解説がされる¹⁶⁾。基本的には、伊勢と同様のスタンスと言える。

日本生態学会は「生態系サービス (ecosystem goods and services) は、生態系の働きのうち人間にとっての便益につながるものすべてを含む概念である」と定義する。そして、この用語を広めたのはコスタン

¹⁰⁾ 鷺谷いずみ (2016) p.11.

¹¹⁾ Begon, M. *et al.* (2006) p.499 (邦訳, p.655).

¹²⁾ 鷺谷いずみ (2016) p.143.; Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment (2003) p.x.

¹³⁾ Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment (2003) p.3.

¹⁴⁾ 下村泰史 (2019) pp.95-105.

¹⁵⁾ 伊勢武史 (2013) pp.218-231.

¹⁶⁾ 武田義明 (2012) pp.135-142.

ザ (Costanza, R.) 等であるとし、彼等は「生態系サービスの内容として、ガス交換、気候緩和、攪乱緩和、洪水緩和、水資源供給、土砂流出緩和、土壌形成、栄養塩循環、水質形成、花粉媒介、生物防除、避難地の提供、食料生産、各種材料供給、遺伝資源供給、レクリエーション、文化基盤提供など」をあげ、これらの諸サービスを、サービスを支える働き（土壌形成、栄養塩循環、花粉媒介等）、調整機能（気候の調節、攪乱制御、土砂浸食の制御、水質調整など）、物資を提供する機能（水資源供給、食糧生産、各種材料提供、遺伝子資源供給）、文化的機能（文化基盤の提供、レクリエーションの提供）の4種のカテゴリーに分類する¹⁷⁾。この4分類は、基本的にはMAの分類と同種のものともみることができ、MAの分類がコスタンザを参考にした結果である¹⁸⁾。

上記の説明の中で、機能やサービスという語が使用されている。この点について、日本生態学会は「生態系機能という語は生態系サービスの意味に用いられる例があるが、前者は基本的には人にとっての価値から離れた現象過程を指すように使い分けるとよい」と説明している¹⁹⁾。つまり、人にとって、サービスという語は「便益」と、機能は物理的「現象あるいは過程」と結びついていると解される。サービスと機能の内容を明確にし、それらの語の使い分けの提案は参考となる。

鷺谷は、生態系サービスなる概念は、生物多様性が生態系の働きを通じて人間社会にもたらす利益・価値を適切に認識するために、1980年代にアメリカの生態学研究者デイリー等が提案したことを明らかにした後、生態系サービスとは、「生態系がそのさまざまな機能を通じて人間に提供する物質的、経済的、社会的、精神的なあらゆるサービス」と定義している²⁰⁾。この定義は、一見したところ、他の定義に見られるMAの分類との関連性が明瞭でない。この点については、鷺谷による定義の説明箇所を見ると、MAの4分類のサービスに関連した記述があり、大枠、鷺谷の定義は他の論者の定義に相違するところはないと考える。

宮下等は、生態系サービスを「生態系機能のうちで人間の役に立つもの」と定義し、MAが提示した4種の生態系サービスがあることを紹介する。そして「生態系サービスは、生態学が扱う範疇ではないと考える人がいるかもしれないが、それは正しくない。生態系サービスが生態系機能と密接にリンクしている以上、その変動性や安定性を科学的に評価・予測することができるのは、生態学において他にないからである」なる語句が続く²¹⁾。もっともな意見である。

宮下等の意見には、生態系サービスを貨幣額で測定することが含意されているのであろうか。恐らく、上記の語句から推察すると、含意されていないと思われる。評価という語は、会計分野では貨幣額による測定を意味する用語と理解される場合が多いが、上記の文脈では、一般的な意味で使用されていると解釈されるからである。

いずれにしても、生態系サービスの評価に当たりそれを貨幣額で測定することが、生態学分野の専門家にとってあまり取り組むべき対象でないとする、チャレンジしてみる価値がある。

Begon等は、生態系サービスを「自然生態系全体から人々が受けている恩恵」と定義し、具体例として「食料、繊維、薬となる野生生物の生産、天然水の水質の維持、洪水や干ばつに対する緩衝作用、病害虫の侵入の抑止、土壌の保護と保持、局所的・地球規模での気候の調節、有機および無機の排出物の分解、レクリエーションの場の提供」などが挙げられている²²⁾。

この定義やそれを補足する具体例から、Begon等は、生態系サービスの定義に当たり、極小の地域から地球全体の生態系を念頭においていると推察され、この点が、地域を明示的に示していない他の定義と異なっているが、その意味するところは他の定義と異ならないと考える。

最後に、複数の論者が引用したMA (Millennium Ecosystem Assessment, 略称MA) の生態系サービスの定義を取り上げよう。

¹⁷⁾ 日本生態学会 (2012) pp.229-231.

¹⁸⁾ Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment (2003) pp.53-57.

¹⁹⁾ 日本生態学会 (2012) pp.229.

²⁰⁾ 鷺谷いずみ (2016) p.140.

²¹⁾ 宮下直, 井鷺裕司, 千葉聡 (2012) pp.5-6.

²²⁾ Begon, M. *et al.* (2006) p.654 (邦訳p.849).

ミレニアム生態系評価委員会は、2003年に最初の報告書を公表した。この報告書は、生態系の変化と人的福祉との関連に関する科学的情報に対する意思決定者の要求を満たすことを意図した4年間の国際的作業プログラムの成果である²³⁾。以下、この報告書に基づいて、議論を進めることにする。

報告書では、「生態系サービスは、人々が生態系からうる便益」と定義され、その内容を「食料および水のような供給サービス、洪水、干ばつ、土地劣化および病気の緩和のような調整サービスおよび娯乐的、精神的、宗教的そしてその他の非物質的便益のような文化的サービス」に3区分する²⁴⁾。なお、この定義は、次の二人の定義を参考に行っている。すなわち、一人はDailyの定義「生態系サービスは、自然の生態系およびそれを構成している種が持続し、人の生活を満たす条件およびプロセス」であり、もう一人のCostanzaの定義「生態系財貨（食料のような）およびサービス（排水収集のような）は、人々が直接的間接的に生態系機能から得る便益」である²⁵⁾。

その上で、報告書は、自然の生態系と人間の手で変更された生態系の双方が生態系サービスの源泉であるという点で、Costanzaに賛同する一方、サービスという語がしばしば生態系から人間が受ける有形、無形の便益の双方を包括するという点でDailyに賛同するとしている。さらに、「生態系サービス」あるいは「生態系財貨およびサービス」のいずれを使用すべきかという点については、生態系により提供される便益が「財貨」あるいは「サービス」のいずれであるかを判断することがしばしば難しいという理由で、提供される便益を生態系サービスとみなす、としている²⁶⁾。

以上の議論の後、上述された3種のカテゴリーのサービスの生産を支える支援サービスを加え、最終的には、生態系サービスを4種のカテゴリーに区分する。各カテゴリーの内容を紹介しよう²⁷⁾。

供給サービス (provisioning services) は、生態系から得られる生産物で、食料、繊維、燃料、遺伝子資源、生物化学的物質（例えば、天然の食品添加物）、医薬品、装飾用資源、清浄水などである。

調整サービス (regulating services) は、生態系プロセスを調整することから得られる便益で、大気質の維持、気候調整、浸食調整、疾病緩和、生物化学的調整（例えば、農作物・家畜の悪疫の緩和）、汚染や暴風雨の予防などである。

文化的サービス (cultural services) は、精神的豊かさ、認知発達、リクリエーションおよび美的経験を通じて得られる非物質的便益で、文化の多様性、精神のおよび宗教的価値、知的システム、教育的価値、インスピレーション、美的価値、社会関係、居場所への思い、リクリエーションと観光などである。

支援サービス (supporting services) は、他の全ての生態系サービスの生産に必要なサービスで、大気中の酸素の生産、土壌の形成と維持、栄養素循環、水循環および生息地の提供などである。他の3種のサービスが、人間にとって比較的直接的かつ短期的に影響するのに対して、このサービスは人間への影響が長期にわたるといえる点で異なる。

以上の4種の生態系サービスの内容をまとめると、下図のようになる。

²³⁾ Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment (2003) p.x.

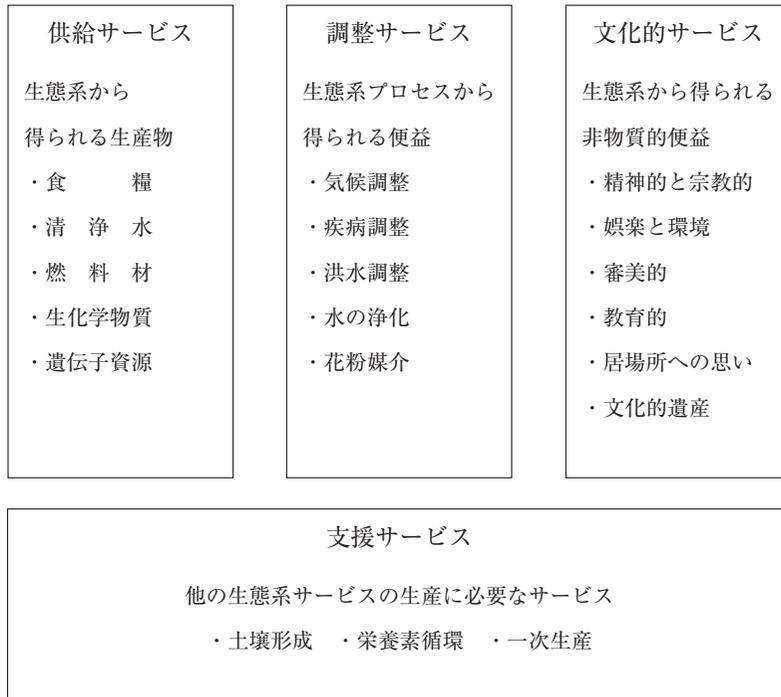
²⁴⁾ *Ibid.*, p.3.

²⁵⁾ *Ibid.*, pp.53-55.

²⁶⁾ *Ibid.*, p.56.

²⁷⁾ *Ibid.*, pp.56-60.

生態系サービス



資料 Conceptual Framework Working Group of Millennium Ecosystem Assessment (2003) p.57 Figure.2.

本稿では、生態系サービスの定義として、報告書の定義を採用する。先に見たように、他の論者の定義では若干異なる表現がされているが、内容において大きく変わることはないと判断され、さらに、生態系サービスの内容が体系的かつ具体的に示されており、4節の議論の展開に役立つからである。

4. 生態会計の展開の方向を探る

2節および3節で、生態学、生態系ならびに生態系サービスについて考察してきた。本節では、この結果を踏まえて、生態会計の新たな分野の展開の可能性を探ることしたい。

生態会計の新たな分野の展開にあたってのキーワードは、生態系および生態系サービスであり、そして、本稿の目標は、会計的視点から、生態系および生態系サービスの保全に貢献することである。その意図するところを突き詰めると、人間を含む生物の大量絶滅を防ぐことにある。地球は過去5回大量絶滅時代に遭遇している。現在、地球は、次なる大量絶滅に突入しつつある²⁸⁾。このような事態を避けなければならない。及ばずながらその一助と考え、会計的視点からこの目標達成の達成に向けて、人間活動により損傷を受けた生態系および生態系サービスの損傷状況の把握、この結果に基づく修復費、健全な状態にある生態系および生態系サービスの維持のための費用ならびに人間活動による損傷を予防するための費用などを

²⁸⁾ 小林武彦 (2021) pp.67-70.

把握し、このような費用と費用をかけることによって得られる便益を対比し、損傷を受けている生態系および生態系サービスの保全の可否について議論する。

環境問題への対応のあり方について、伊勢は、shallow ecologyとdeep ecologyという二通りの考え方があるという。前者は「人間にとって使える価値があるから守る」、後者は「自然は存在する自体に価値がある」というものである。そして、彼は「ハートはdeep ecologyだけど、それだけでは世の中を動かさない・変えられないことを知っているの、客観的に経済学の議論をしたい」と述べている²⁹⁾。筆者も、本稿の目標の達成に当たり、この考え方と同じ立場に立つ。

生態系および生態系サービスの保全に当たり、これらの要素が自然の状態で正常に維持されている場合には、この状態の維持に務めることとする。この維持は現状と同じ状態の維持を続けるのではなく、環境状況の変化に応じて、当該生態系および生態系サービスの状態が変化することを含意する³⁰⁾。正常な状態で維持されている生態系および生態系サービスの場合でもその状態の維持に費用がかかる。人間活動の影響が直接的には把握しがたい深山の場合を除き、里山のような身近に生態系および生態系サービスがみられる場合は、維持のための保全費がかかる³¹⁾。

会計的視点から取り組むべき問題は、人間活動に起因して特定の生態系が損傷し、生態系サービスを全面的あるいは部分的に提供できなくなった場合である。まずは、提供できなくなった生態系サービスの損傷状況の把握をしなければならない。deep ecologyの視点に立つと、必要とする費用ならびに対応する便益のいかにかわからず、修復することになりそうである。本稿では、shallow ecologyの立場に立つので、損傷を受けた生態系を修復に要する費用と修復後に得られる便益を比較し、後者が前者を上回る限りにおいて修復する立場をとる。心は、deep ecologyであるが。

損傷状況の把握に当たっては、取り組んでいる生態系の面積やその生態系に生息している生物（植物）の個体数などの物理的数値の把握をする必要がある。物理的数値の把握が困難な場合には、損傷状況の記述に止めることもあろう。この場合は、本稿の考慮外とする。

生態系サービスの損傷の考察に当たり、上述された報告書が指摘する4種のサービスを念頭において議論を進めることにする。4種のサービスは相互に密接に関連しているので、個々のタイプのサービスを抜き出して取り上げることは、偏った議論をする恐れがあるが、4種のサービスの相互関係の把握が困難なので、相互関連は無視して議論を進める。

まずは、他の3種のサービスの基礎をなす支援サービスから考察する。このサービスは、大気中の酸素の生産、栄養素循環、水循環および一次生産³²⁾、土壌形成と維持ならびに生息地の提供などの項目から成る。これらの項目中、大気中の酸素の生産、栄養素循環、水循環および一次生産などのサービスは、そのサービス提供の範囲が大変広範囲か地球規模に及ぶと考えられる。理想的には測定範囲が地球規模に及ぶ場合でも、考察の対象とすべきであるが、当面は力及ばずということで、考察外とする。

土壌は、岩石が風化作用を受けて石や砂となって堆積し、そこに住みついた地衣類や微生物などの活動により有機物が堆積して形成される。土壌形成期間は数千年から数万年といわれている³³⁾。

土壌は、次の4種の機能により生命を支えている³⁴⁾。

- ①植物の生育媒体
- ②水を蓄え、供給し、浄化する
- ③地球大気圏の組成を変える
- ④生物（植物以外）の住みかとなる

²⁹⁾ 伊勢武史 (2020) pp.24-26.

³⁰⁾ 鷺谷いずみ (2016) p.134.

³¹⁾ 下村泰司 (2019) pp.41-56; 武田義明 (2012) pp.130-132; 日本生態学会 (2012) pp.8-9.

³²⁾ 太陽の光エネルギーや無機化合物の化学エネルギーを取り込み有機物を生産すること (日本生態学会 (2012) pp.210-211).

³³⁾ URL (wikipedia; 土壌); 相賀徹夫 (1987) p.60.

³⁴⁾ URL (wikipedia; 土壌)

この4種の機能のうち、②は供給サービス中の清浄水に相当すると考えられるので、そこでの取り扱いとする。③は地球規模の課題であるので、先の例に倣い本稿での考察外とする。④は動物の生息地に関わる機能と考えられる。本稿では、植物に焦点を当てた議論を進めているので、この機能の議論も考察外とする。

以上により、上記の4種の機能のうち、①の機能についてのみ、会計的視点から検討する。生物媒体という機能は、土壌に関わる機能であり、④の機能の内容と考え合わせると、植物の生息地と解することができるので、今後はこの語を使用することにする。ところで、この生息地保全への会計的対応であるが、人間活動により損傷を受けた生態系の修復ならびにこの生態系の保全に関連する費用および便益等の測定、表示が考えられる。この対応に当たり、対象とされる生態系の範囲（面積）やこの生態系中に生息している各種の植物の個体数などがまず把握されねばならない。次に、これらの個体数中、損傷を受けた個体数を把握する必要がある。人為的損傷の原因は、大気や水中への有害化学物質の放出、農薬、肥料など、多々ある。原因物質のいかんにより、損傷額の測定および修復方法ならびに修復費の把握方法が異なるであろう。

支援サービス以外の3種のサービスについては、内訳項目が多いので、内訳項目別の検討はせず、包括的な検討を行うことにする。

供給サービスは、図に示されているように、具体的には、生態系から得られる生産物（products）を指す。したがって、供給サービスの損傷は、考察の対象とした生態系から得られる生産物の提供に支障が生じていることを意味する。そこで、損傷が生じている生産物数を把握することになる。この把握では、当該生産物を提供している、生態系中の植物の個体数の把握とほぼ同じ手法の使用が考えられる。この考えに従えば、支援サービスの①の機能の議論が当てはまるであろう。

調整サービスは、生態系プロセスの調整により得られる便益である。このサービスの損傷の状況の把握は、気候、疾病および洪水のいずれにせよ、その範囲と程度などの把握が容易ではないと思われるので、本稿での議論の対象外とする。しかしながら、時間と費用をかけられるような特別のケースの場合には、このサービスの損傷状況の把握は可能と考える。

文化的サービスは、生態系から得られる非物質的な便益とされる。娯楽と観光のように、工夫すれば損傷状況の把握が可能と思われる項目もあるが、非物質的便益であるがゆえに、概して、損傷状況の物理的把握には向いていない。

以上の検討結果、生態系サービスの保全という目的達成のためには、会計的視点からは、支援サービスの①の機能すなわち生息地の提供と供給サービスの対応に絞られる。対応に当たっては、かつて取り組んだ、水資源の研究で作成したサテライト勘定としての水勘定³⁵⁾と同様の意味でのサテライト勘定として取り組むことが考えられる。勘定の名称としては、「生態系サービス勘定」が妥当であろう。

本稿は、生態会計の新分野への取り組みのスタートラインである。ゆくゆくは、生物学や生態学の研究者との共同研究をし、生態会計の進化、発展に寄与できることを願っている。

参 考 文 献

- Bebon, M., Townsend, C.R. and Harper, J.L. (2006) *Ecology from Individuals to Ecosystems* 4th. ed., Blackwell Publishing (堀道雄監訳『生態学～個体から生態系へ〔原第4版〕』京都大学学術出版会).
- Bebon, M., and Townsend, C.R. (2021) *Ecology from Individuals to Ecosystems* 5th. ed., Wiley Blackwell.
- Commission of the European Communities, International Monetary Fund, Organisation for Economic Corporation and Development, United Nations and World Bank, (1993) *System of National Accounts 1993* (経済企画庁経済研究所国民所得部邦訳 (1995)『1993年改訂 国民経済計算体系』, 経済研究所国民経済計算部).
- Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystems Assessment (2003) *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*, Inland Press.
- United Nations (1993) *Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting*, United Nations.

³⁵⁾ 河野正男 (2022)

United Nations, European Communities, Food and Agriculture Organization of United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development and World Bank (2014) *System of Environmental-Economic Accounting 2012—Central Framework*, United Nations.

相賀徹夫 (1987) 『日本百科全集 17』小学館.

伊勢武史 (2013) 『学んでみると生態学は面白い』ベレ出版.

伊勢武史 (2020) 『生態学は環境問題を解決できるか?』共立出版.

河野正男 (1998) 『生態会計論』森山書店.

河野正男 (2018) 「SNAの生成と発展」『経済学論纂』(中央大学) 58(2).

河野正男 (2022) 「サテライト勘定としての水勘定」『横浜経営研究』43(4).

小林武彦 (2021) 『生物はなぜ死ぬのか』講談社.

下村泰史 (2019) 『初めての生態学～森を入口に』藝術学舎.

高橋正往 (2004) 『「新しい」生態学から見えてきた世界』ピオシティ.

高畠雅一, 増田隆一, 北田一博 (2019) 『生物学 [カレッジ版]』医学書院.

武田義明 (編著) (2012) 『生態学』科学同人.

日本生態学会 (編) (2012) 『生態学入門 第2版』東京科学同人.

宮下直, 井鷲裕司, 千葉聡 (2012) 『生物多様性と生態学—遺伝子・種・生態系—』朝倉書店.

鷲谷いずみ, 矢原徹一 (1996) 『保全生態学入門—遺伝子から景観まで』文一総合出版.

鷲谷いずみ (監修・編著) (2016) 『生態学—基礎から保全へ—』培風館.

[かわの まさお 横浜国立大学名誉教授]

[2023年10月23日受理]