

## 生態系サードスと草地生態系

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	下田, 勝久
巻/号	56巻2号
掲載ページ	p. 162-165
発行年月	2010年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 生態系サービスと草地生態系

下田 勝久\*

畜産草地研究所那須研究拠点 (329-2793 栃木県那須塩原市千本松 768)

受付日 : 2010 年 3 月 23 日 / 受理日 : 2010 年 3 月 26 日

キーワード : 里山イニシアティブ, 生態系サービス, 生物多様性, 草地生態系, 直接支払い.

Ecosystem Service and Grassland Ecosystem

Katsuhisa Shimoda\*

National Institute of Livestock and Grassland Science, Nasushiobara, Tochigi 329-2793, Japan

Key words : Biodiversity, Direct payment, Ecosystem service, Grassland ecosystem, SATOYAMA initiative.

### はじめに

近年, 生態系の持つ公益的な機能から得られる恩恵を生態系サービスと呼び, 積極的に評価し, その保全や回復に取り組む動きが世界的に広がりつつある (European Communities 2008; 住友信託銀行株式会社ほか 2008)。これは, 人口の増加や経済のグローバル化による地球環境の急速な劣化を食い止めるため, 生態系から得られた自然の恵みをサービスとして内部経済化し, 対価を払わせることによって, 自然環境の劣化が高くつくことを認識させ, そこから得られる収益を生態系の保全や公益的機能の回復に活用しようとする価値体系である。生態系サービスの概念は, 欧米諸国を中心に政府の環境, 農業政策に取り入れられるだけでなく, 企業の社会的責任 (Corporate Social Responsibility : CSR) として多国籍企業に取り入れられると共に, 多くのボランティア活動に草の根的に広がっている。

また, EU 諸国などでは, 1985 年に導入された環境直接支払い制度により農業の持つ多面的機能や公益的機能の保全や強化を行う農家に直接支払いを行い, 農業と環境保全の両立を図ることで自国の農業を守る政策がとられてきた (農林水産省 2008)。例えば, 放牧草地や採草地に代表される草地生態系は, 希少な動植物の保全や, 光合成を通じた二酸化炭素の吸収等の公益的機能を多く有するため, 環境直接支払いの対象となっている。加えて, この制度は補助金を単に支払うだけでなく, 保全的な取り組みの段階に応じて助成額が増えるなど, 生物多様性の保全の取り組みや公益的機能の維持向上にインセンティブが働く仕組みになっている (Natural England 2008; 真島・紺野 2009)。この環境直接支払いの理念には, 農業生態系サービスの保全や向上が重要視されている (農林水産省 2008)。

このように, 生態系サービスはこれまで我々のなじみの深い多面的機能や公益的機能を包括した概念であり, 欧米だけでなく, わが国の環境政策等にも反映され, 生態系サービスの保全, 回復施策が推進されている (環境省 2009)。また, 直接支払い等, わが国の農業政策への反映も予想されるため, 草地を含めた農業生態系サービスを評価し価値づけることは, これからの農業の大きな変化の流れの中で益々重要となってくる。そこで, まず生態系サービスの概念について紹介し, 草地生態系サービスの持つ特徴や, その有用性を検討したい。

### 1. 生態系サービスとは

生態系サービスとは, 多面的機能や公益的機能と呼ばれてきた生態系の持つ様々な機能から, 特に人間がその恩恵に浴している利益のことを言う。サービスという経済学の概念を取り入れ, これまで対価を支払わず恩恵を受けるだけであった自然の恵みを有償のサービスとすることで, 対価により生態系やそのサービス機能の保全, 回復に繋げようという包括的な概念である。生態系サービスの“サービス”は経済学の用語を取り入れており, お金を払って得ることの出来る無形物を指すが, 生態系サービスと呼ぶときには, 木材や薬用植物のような実体のある生産物も包含する。

生態系サービスの概念構築および定量的評価には, 2005 年に国連の主導で行われた, 生態系と生態系サービスの変化が人間生活に与える影響を評価する「ミレニアム生態系評価」が重要な役割を果たした (Millennium Ecosystem Assessment 2005; 横浜国立大学 21 世紀 COE 翻訳委員会 2007)。この報告書により, 生態系サービスは供給, 調節, 文化, 基盤サービスの 4 つに分類された (表 1)。4 つのサービスの内容は以下の通りである。

\*shimoda@affrc.go.jp

表 1. 生態系サービスの種類と具体例.

サービスの種類	具体例
1. 供給サービス	・食糧の提供 鳥獣、魚、木の実や果物などを供給する。 ・水資源の供給 川や湖沼が水を供給する。 ・遺伝子資源の供給 薬品や農作物用の原種となる動植物の供給。
2. 調整サービス	・気候の調節 植物の蒸発散を通じた気温の調節や光合成・有機物の分解による大気組成の安定。 ・水の流れの緩衝機能 森林の保水機能を通して農業用水を安定して供給する。 ・土壌浸食の抑制 植物が根を張ったり、降雨の衝撃を植物が受け止めることにより土壌浸食が起こりにくくなる。
3. 文化的サービス	・文化的な価値の提供 科学的、審美的、教育的価値を提供する。 ・レクリエーションの場 登山、釣り、エコツーリズムなどの野外レクリエーションの場を提供する。
4. 基盤サービス	・生物多様性保全（サービス） 希少な動植物を含め様々な生物に生息場所を与える。基盤サービスから独立して扱う例も見られる。 ・窒素、リン等の栄養塩類の循環 植物や土壌中の微生物が空中窒素を固定したり、有機物を分解して生物が使える形にする。 ・土壌の形成 岩を風化させ、有機物を供給して土を作る。

1. 供給サービス (Provisioning Services): 食料, 燃料, 木材, 繊維, 薬品, 水など, 人間の生活に重要な資源を供給するサービスを指す。
2. 調整サービス (Regulating Services): 森林があることによって気候が緩和されたり, 洪水が発生しにくくなったり, 水が浄化されたりといった, 環境を制御するサービスを指す。これらを人工的に実施しようとする, 膨大なコストを要する。
3. 文化的サービス (Cultural Services): 精神的充足, 美的な楽しみ, 宗教・社会制度の基盤, レクリエーションの機会などを与えるサービスを指す。
4. 基盤サービス (Supporting Services): 1 から 3 までのサービスの供給を支えるサービスを指す。例えば, 光合成による酸素の生成, 土壌形成, 栄養循環, 水循環などがこれに当たり, CO<sub>2</sub>の固定も含まれるが調整サービスに位置づけられることもある。さらに, 生態系サービスを支える生物多様性の保全機能が重要視され, これを保全サービス (Preserving services) として区別することもある。

個々の生態系サービスは, 複数の分類に属するものや, 仕分けの困難なものもある。また, 表 1 に例示したものはその一部であり (Costanza ら 1997), これらのサービスが相互に作用している場合もあり今後の研究が期待される。

## 2. 生物多様性と生態系サービス

生態系サービスは, 生物多様性を保全する生態系の急速な劣化, 消失を防ぐために構築された概念でもあり, 生物多様性の保全と密接な関わりを持っている。生物多様性は, 生態系の持つ様々な生態系サービスを支える基盤サービスとして位置づけられている。しかしながらすべてのサービスに重要であるとは限らず, トレードオフの関係になることもある。例えば, 広大なブラジルのサトウキビ畑のように単一作物でも供給サービスは得られるし, むしろその方が効率的である。

しかしながら, Tilman・Downing (1994) が草本植物の種数を変えて生産力を調べ, 植物種が多いほど一次生産や干ばつに対する抵抗性が高くなることを示すなど, 多くの実験が行われた。その結果, 生物多様性が高いと生産性や養分循環が高く, 生物多様性自身が安定化し, 新しい種が侵入しにくいなどの傾向があると評価されている (Balvanera ら 2006)。このように, 生物多様性と生態系サービスの関係も整理され, 総合的には, 生物多様性の保全が生態系サービスの保全に繋がることが理解されつつある。

## 3. 生態系サービスの評価, 定量化と経済評価法

生態系サービスと言う言葉には, そのサービスを経済評価し, サービスを提供する生態系に還元することが概念の中に内包されている。それ故, 生態系サービスを適正に経済評価することが重要である。生態系サービスの中でも, 供給サービスのように生産物として評価しやすい物は別として, 基盤サービスや文化的サービスなど, 多くの生態系サービスは評価が難しい。そこで, 環境経済学の分野で開発された環境評価手法が生態系サービスの経済評価に利用されている。

環境評価手法は大別すると, 環境が人々の経済行動に及ぼす影響から間接的に環境の価値を評価する顕示選好法 (revealed preferences) と人々に環境の価値を直接たずねる表明選好法 (stated preferences) の二つがあり, 前者には, 旅行費用からレクリエーションの価値を評価する「トラベルコスト法」や, 環境が地代や賃金に及ぼす影響を用いて評価する「ヘドニック法」が含まれ, 後者には支払意思額をたずねる「仮想評価法 (CVM)」や, 複数の代替案に対する好みをたずねる「コンジョイント分析」が含まれる (栗山 2005)。その他, 生態系サービスの評価法として, サービスを人工システムと置換することができる場合の費用を算出する「代替法」等もある。

このような手法を使った生態系の経済評価を, 様々な生態系の保全に活用する取り組みが進められている (European

Communities 2008; 住友信託銀行株式会社ほか 2008)。これらは、環境汚染の賠償額算出など実際に利用されており、今後算出精度の向上が図られるものと考えられる。

#### 4. 生物多様性の保全への取り組み

ミレニアム生態系評価が国連主導で実施され、生態系サービスの重要性が再評価されるとともに、その基盤である生物多様性保全の重要性が認識され、生物多様性の保全は加盟国の施策に反映されている。その後、生物多様性条約第8回締約国会議(COP8)において、生物多様性の保全に民間の参画が不可欠なことから、企業にも生物多様性を保全する活動に参加を促す決議が行われた。以後シェル等の石油会社や、リオ・ティント、アングロ・アメリカン等の世界有数の鉱山会社など、生態系サービスの恩恵を受けている会社を中心に、生物多様性保全への貢献を推進することで商品や企業の価値を高める取り組みが広がっている。

また、European Communities (2008) では、事業に伴って発生する避け難い生物多様性に対する負のインパクトを、他の場所の生物多様性を保全することで相殺する仕組みを提案している。これは、CO<sub>2</sub>排出に対するカーボンオフセットと同様の考えに基づき、生物多様性オフセットと呼ばれ、ノーネットロス(失ったものと同じにして戻す)やネットゲイン(増やして戻す)の思想の元、企業に生産活動によって生じる生物多様性の損失が生ずる場合、事前に環境アセスメントを行い、オフセットすることを義務づけるもので、欧米を中心に急速に浸透している(田中・大田黒 2008)。

日本では、環境省を中心に「生物多様性基本法」及び「第三次生物多様性国家戦略」を踏まえた生物多様性の持続可能な利用のための取り組みが推進されている。また、農林水産省でも、2007年7月に「農林水産省生物多様性戦略」が策定され、これに基づく生物多様性保全をより重視した農林水産施策の総合的な推進が開始された。これらの施策は、生態系サービスを提供する生態系やその公益的機能の保全と回復を促進するものであるが、欧米に比べ普及は遅れている。

しかしながら、世界的な環境問題の関心の高さを受けて、CSRの一環として生態系の保全活動に取り組む企業が急速に増加している。日本の多国籍企業も、国内外で植林による生態系の再生活動や、砂漠化した土地の再生などに取り組んでいる(セイコーエプソン 2009, イオン環境財団 2010)。しかし、このような活動は、消費者が貢献をイメージしやすい荒廃した熱帯雨林や砂漠化した土地の保全再生運動といった対象に集中する傾向がある。

#### 5. 草地の生態系サービス

わが国の草地生態系には、管理によって飼料畑から人工草地、半自然草地まで利用度に大きな幅があり、生態系サービスも種類や程度が様々であることが予想される。そこで、草地生態系サービスが他の農業生態系より優れていると思われる事象の特徴と課題を取り上げた。

1. 供給サービス: 肉やミルク等の畜産物の供給。牧草や飼料作物等の自給飼料の供給。野草地における薬草や山菜等

の供給。

草地の多くが条件不利地に立脚することなどもあり、わが国の草地畜産の生産性は農業生態系の中でも相対的に低い。生物多様性保全等の他のサービスは高いと考えられる。また、条件不利地の低コスト管理で維持される草資源をタンパク質に変えることは重要な供給サービスである。今後、供給サービスと他のサービスのバランスを図り、全体のサービスが最大になる適切な土地管理法や利用配分等の研究促進が望まれる。

2. 調節サービス: 気候調節, 洪水防止, 土壌浸食防止。

様々な環境調節機能を有すると予測されるが、草地の管理状況によってサービスの提供が失われるおそれがある。例えば、土地の保全に関する機能などは、草地造成等の環境変化時に機能の低下やサービスの消失が起こる(山本 2004)。それ故、草地生態系は農業生態系の中では優れていると予想されるが、サービスの量的変化が大きく、今後の研究が待たれる。

3. 文化的サービス: 良好な景観形成, ふれあい機能。

草地景観はその開放性、見晴らしの良さから多くの来場者を引きつける(佐々木 2004)。さらに、動物と直接ふれあう事によるふれあい機能は草地生態系の有する重要な機能であると考えられるが、農村と都市を結ぶネットワークの構築がサービスの価値を左右する(丸山・内田 2004)。

4. 基盤サービス: CO<sub>2</sub>の吸収, 安定した物質循環。

海外の多くの研究事例により、草地生態系は基本的にCO<sub>2</sub>シンクとなっていると考えられるが、条件によってシンクにもソースにもなり得るといふ報告も見られる(松浦・加納 2005)。日本では草地生態系の研究事例は少ないが、Nakagamiら(2009)は日本の草地土壌は森林土壌と同様に炭素シンクとして機能する可能性が高いと結論付けている。草地のCO<sub>2</sub>蓄積量や吸収に関する研究は、測定精度など難しい点もあるが、研究事例の積み重ねが重要である。今後、採草地等への堆肥投入による炭素の隔離など、よりサービスを強化する研究なども期待されている。

5. 保全サービス: 生物(種および遺伝子レベル)多様性の保全。

公共牧場には野草地を含む場合が多い。このような野草地は面積が小さくても希少種の割合が非常に高く、保全すべき生態系であるという認識は非常に高くなっている(高橋ら 2009)。日本政府も2010年の生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)で、2050年までに生物多様性の損失を止めるという国際公約を行うと共に、「SATOYAMA イニシアティブ」を提案して里地里山の保全を訴える予定であり、絶滅危惧種を多く保全している公共牧場などに対する何らかのインセンティブが働く可能性は高い。

このような草地生態系サービスについて、その経済評価は非常に重要であるが、まだまだ研究事例は少なく(小路ら 1999; 矢部 2001)、手法も仮想評価法(CVM)による草原全体の生態系サービスの総合評価であり、個々の機能の評価には至っていない。しかしながら、草地以外の生態系でも確立した評価制度があるのは、排出権取引制度がある温室効果ガス(GHG)吸収サービス程度であり、今後の取り組みが求め

られる。また、生物多様性保全サービス等はオフセットプログラムが充実してくると評価制度が確立すると考えられる。

### ま と め

現在、わが国の草地生態系は、森林生態系等の生態系サービスの理解が進んでいる系に比べ、企業によるCSRの取り組みや、ボランティアの活動としての関心は低い。また、草地管理の状況によっては負のサービスが生じる場合もある。しかし、供給サービスを重視する農業生態系の中で、草地は総合的な生態系サービスが非常に優れていると考えられ、環境保全に対する直接支払いを受ける要素はそろっている。支払制度確立には、生産性を考慮した草地生態系サービスの保全、向上技術の開発と、基準策定に繋がるサービスの評価が重要となる（農林水産省 2008）。生態系サービスへの理解が深まってきている最近の傾向の中で、草地畜産に対する理解も進化すると予想され、研究の進展が求められる。

### 引用文献

- Balvanera P, Pfisterer AB, Buchmann N, He J, Nakashizuka T, Raffaelli D, Schmid B (2006) Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters* 9: 1146-1156
- Costanza R, d'Arge R, Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P, van den Belt M (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260
- European Communities (2008) The Economics of Ecosystems and Biodiversity. European Communities, Wesseling, [http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=5y\\_qRGJPOao%3d&tabid=1018&language=en-US](http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=5y_qRGJPOao%3d&tabid=1018&language=en-US) [2010年3月21日参照]
- イオン環境財団 (2010) 海外の緑化。イオン環境財団, 千葉, <http://www.aeon.info/ef/jp/kaigai/index.html> [2010年3月21日参照]
- 環境省 (2009) 平成21年度版環境・循環型社会・生物多様性白書 (PDF版)。環境省, 東京, <http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h21/pdf/full.pdf> [2010年3月21日参照]
- 栗山浩一 (2005) 環境政策の費用便益分析。財務省財務総合研究所フィナンシャルレビュー 77: 149-163
- 真嶋さやか・紺野康夫 (2009) 入門レベル環境スチュワードシップ。帯広畜産大学, 帯広, <http://tech.obihiro.ac.jp/~nazomura/ES-Handbook2005Japanese09-10-19highQ.pdf> [2010年3月21日参照]
- 丸山純孝・内田泰三 (2004) 牧場のふれあい機能。日草誌 50: 217-222
- 松浦庄司・加納春平 (2005) 温暖化防止機能。放牧研究の展開に向けて。畜産草地研究所, 那須塩原, <http://nilgs.naro.affrc.go.jp/org/efrt/pdf/houboku.pdf#search='草地ふれあい機能'> [2010年3月21日参照]
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington DC, <http://millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf> [2010年3月21日参照]
- Nakagami K, Hojito M, Itano S, Kohyama K, Miyaji T, Nishiwaki A, Matsuura S, Tsutsumi M, Kano S (2009) Soil carbon stock in typical grasslands in Japan. *Grassland Science* 55: 96-103
- Natural England (2008) Entry level stewardship handbook. Environmental stewardship. Natural England, Sheffield, [http://www.naturalengland.gov.uk/Images/NE%20ES%20ELS\\_tcm6-6505.pdf](http://www.naturalengland.gov.uk/Images/NE%20ES%20ELS_tcm6-6505.pdf) [2010年3月21日参照]
- 農林水産省 (2008) 農村環境の保全に関する研究会中間とりまとめ。農林水産省, 東京, [http://www.maff.go.jp/j/study/noukan\\_hozen/pdf/data2.pdf#search='ヨーロッパ農業環境支払い多面的機能'](http://www.maff.go.jp/j/study/noukan_hozen/pdf/data2.pdf#search='ヨーロッパ農業環境支払い多面的機能') [2010年3月参照]
- 佐々木寛幸 (2004) 緑地景観としての草地。日草誌 50: 223-226
- セイコーエプソン (2009) 生態系サービス維持に着目したエプソンの森林保全活動。CSR Newslines。セイコーエプソン株式会社, 諏訪, <http://www.epson.jp/company/newslines/2009/csr0902.pdf> [2010年3月21日参照]
- 小路 敦・須山哲夫・佐々木寛幸 (1999) 仮想市場評価法 (CVM) による野草地景観の経済的評価。日草誌 45: 88-91。
- 住友信託銀行株式会社・財団法人日本生態系協会・株式会社日本総合研究所 (2008) 生態系と生物多様性の経済学。住友信託銀行株式会社・財団法人日本生態系協会・株式会社日本総合研究所, 東京, [http://www.sumitomotrust.co.jp/csr/innovation/biology/pdf/STB\\_TEEB\\_081202.pdf](http://www.sumitomotrust.co.jp/csr/innovation/biology/pdf/STB_TEEB_081202.pdf) [2010年3月21日参照]
- 高橋佳孝・井上雅仁・堤 道生・白川勝信・太田陽子・渡邊園子・兼子伸吾・佐久間智子 (2009) レッドデータブックに掲載された植物種による山陰2県の草原環境評価の試み。日草誌 55: 246-250
- 田中 章・大田黒信介 (2008) 諸外国における自然立地のノーネットロス政策の現状。環境アセスメント学会 2008年度研究発表要旨集: 47-51
- Tilman D, Downing JA (1994) Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367: 363-365
- 矢部光保 (2001) CVMによる阿蘇草原の価値評価と保全方策。農林水産政策研究所レビュー No. 1: 38-42
- 山本 博 (2004) 草地の土地保全機能とその活用・回復。日草誌 50: 227-232
- 横浜国立大学 21世紀 COE 翻訳委員会 (2007) 生態系サービスと人類の将来。国連ミレニアムエコシステム評価。オーム社, 東京, p 1-276