

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 22 日現在

機関番号：82101  
研究種目：若手研究(B)  
研究期間：2013～2015  
課題番号：25740047  
研究課題名(和文)生態系サービス提供ユニットフレームワークによる自然再生の意思決定支援モデル構築

研究課題名(英文) Model construction for decision making on nature restoration based on "service-providing units" framework

研究代表者  
吉岡 明良 (Yoshioka, Akira)  
国立研究開発法人国立環境研究所・生物・生態系環境研究センター・研究員

研究者番号：80633479  
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では地域のニーズを踏まえた上での有効な自然再生を地方自治体が行うための意思決定支援に資するため、北海道の黒松内町を対象地域として、生物多様性と一部の生態系サービスの関係を地図化することを試みた。生物多様性の観点からの指標として、里地里山的な不均一な農地景観をの指標であるさとやま指数等を地図化した。また、生態系サービスの観点から、ミズゴケの成長量を調査し、バイオマス生産や、経済価値、炭素固定量を推計した。ミズゴケ湿地が再生しやすいような場所も、泥炭土壌や気候、土地利用のデータから地図化した。これらの情報は、町内の耕作放棄地等の中から、自然再生に適した場所を選ぶのに有用と考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this study, mapping biodiversity and a part of ecosystem services was aimed for supporting decision-making by local government on nature restoration considering demands of the residents. As indicators of biodiversity, indices such as Satoyama Index, which associate with heterogeneity of agricultural landscape, were mapped. From the viewpoint of ecosystem services, growth of sphagnum in the study area was investigated. Based on the data, biomass production of sphagnum and its economic values and amount of fixed carbon were roughly estimated. In addition, a potential map of oligotrophic wetlands was constructed based on climate and elevation data, and distribution data of peat soil. These information and knowledge would be useful for selecting sites for nature restoration from abandoned lands.

研究分野：保全生態学

キーワード：生態系サービス 生物多様性 ミズゴケ

## 1. 研究開始当初の背景

国等のレベルでは生物多様性保全・再生に関する認識は高まりつつあるが、実際に保全・再生の取り組みはより小さな空間単位で行われる。市町村等といった行政単位も保全・再生の実行という単位では重要になる。特に、地方自治体では生態系サービス(生物から得られる利益)が重要な役割を持っている場合もあり、それと生物多様性の保全を両立させることができるような取り組みが有効であると考えられる。そのような状況では、サービス供給ユニット(必要な生態系サービスの提供を満たす生物量)の概念に基づいて、「必要」な生態系サービスと生物多様性の関係を定量的、空間明示的に視覚化すること、すなわち、ある所定の生態系サービスが得られる条件での生物多様性の状態を地図化することが、保全・再生に向けた意思決定支援に有効と考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究は、生物多様性と生態系サービスに関する情報を集約し、保全・再生策の意思決定を支援する基盤モデルを、生態系サービスの評価が比較的容易で生物多様性保全上の価値も高いミズゴケ属が分布する湿地の自然再生を、北海道黒松内町をモデルケースとして構築することを目的とする。

## 3. 研究の方法

### (1) 対象地域における生物多様性の指標化・地図化

生物多様性上重要である不均一な農地景観の指数である「さとやま指数」(吉岡ほか<sup>1</sup>のMSIに相当)を対象地域内においても計算した。さとやま指数は農地を含む6km四方内の土地利用タイプのSimpsonの多様度指数と自然・半自然的土地利用の割合の積から定義されるものであり、小川ほか<sup>2</sup>のような90年代に環境省が整備した植生図に基づく詳細な土地利用図から計算・地図化することができる。

また、絶滅危惧鳥類の再生ポテンシャルの指標の一つとして、2回分の環境省による全国繁殖鳥類調査のデータを用いて、「ある鳥類がいなくなった場所はその種を再生するポテンシャルがある」という想定のもと、いなくなった鳥類相に対して相補性解析を行い、全国的な鳥類の再生の観点からポテンシャルが高く、重要な場所を地図化した<sup>3</sup>。

また、対象地である北海道黒松内町にて湿地に生息する昆虫等の生物相調査を行い、生物多様性上重要な役割を果たしている環境

について情報を収集した。

### (2) 泥炭湿地形成のポテンシャルの視覚化

対象地域内でミズゴケが生育するような貧栄養湿地の再生ポテンシャルが高い場所を地図化するため、公開されている地理情報データを用いて、北海道の泥炭土壌の分布を標高データと気候(気温、降水量)から予測する最大エントロピーモデルを構築した。

### (3) ミズゴケの成長量と生態系サービス

また、対象地域である黒松内町の比較的新しいミズゴケ湿地と、比較的古い泥炭湿地においてミズゴケの成長量を測定し、ミズゴケ湿地を再生した場合の生産量の参考値を得た。また、新しい湿地においてミズゴケが園芸資材として使われた場合の経済的価値と炭素固定を行った場合の固定量について概算を行った。また、既存のミズゴケの光合成生産モデル<sup>4</sup>を参考に、気象庁が公開する日照時間と現地の気温から光合成量を予測する統計モデルをベイズ法により構築した。

### (4) データの集約

湿地再生の可能性がある場所として、対象地域内の耕作放棄地の情報を収集するとともに、湿地再生の代替案としての再営農による農業生産の情報も収集した。それらは地理情報を与えることで、上記の方法で得られた生物多様性や生態系サービスに関する地図や情報と重ね合わせて評価することが可能になる。

## 4. 研究成果

### (1) 対象地域における生物多様性の指標化・地図化

90年代の植生図に基づくさとやま指数は図のように町内の南部で比較的高いことが示された(図1)。一方、繁殖鳥類の再生ポテンシャルに関しては用いたデータの解像度が低いこともあって、町内では大きなばらつきは見られなかった。

また、現地調査では町内の水田では環境省レッドリストにおいて危急種(Vu)に相当するマルガタゲンゴロウの幼虫、成虫がともに発見されるなど、農業利用の歴史が比較的短く、水田が非常に少ない同町においても、里地里山の重要な要素である水田が生物多様性上重要な役割を示していることが示唆された。ただし、現地の池周辺におけるイトトンボ類の調査では、植生が発達した人工的な池の一つで最も種数が多く見られた。冬期の水温等が多様性に関係しているのかもしれない。

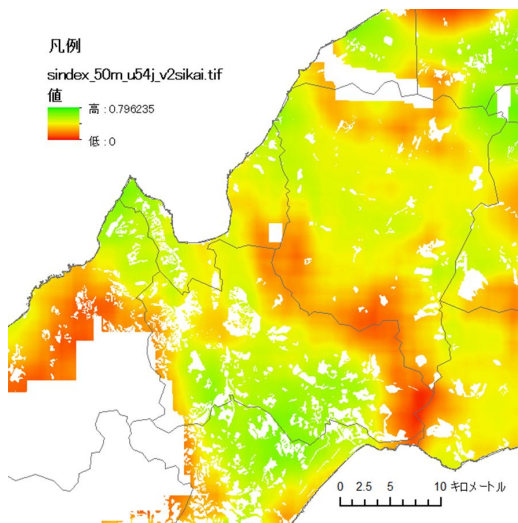


図1 黒松内町におけるさとやま指数  
(緑の場所ほど高い)

(2)泥炭湿地形成のポテンシャルの視覚化  
Maxent を用いた最大エントロピーモデルによるポテンシャルマップ作成の結果、黒松町内を流れる朱太川沿い、特に下流において泥炭湿地形成のポテンシャルが高いことが示唆された。このモデルは北海道全域のデータに基づくため、石狩平野等広大な泥炭土が存在する場所と地形が類似した場所が高く評価される傾向があると考えられる。しかし、海からの距離等の要因は十分に考慮されておらず、太平洋側のポテンシャルが適切に評価されているか等解釈に注意が必要である。

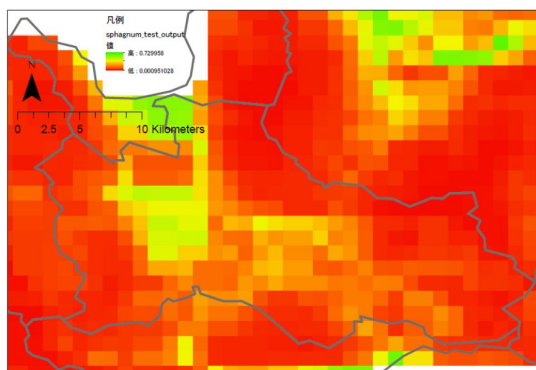


図2 泥炭土形成のポテンシャルマップ  
(緑の場所ほど高い)

(3)ミズゴケの成長量と生態系サービス  
町南部の湿地に見られたミズゴケのパッチにおけるミズゴケの成長量は1年間で平均94mm程度であり、かつ、1mmあたりのミズゴケの茎部分の乾燥重量は平均0.69mgであった。また、10cm×10cmに平均して28.2本の茎が見られた。そこで、1m<sup>2</sup>あたり0.18kg程度のバイオマス生産が期待できることが示された。園芸資材としてのミズゴケは2014年5月時点の輸入統計において1kgあたり730円程度であった。輸入統計におけるミズゴケの重量を十分に乾燥した状態のもの仮定すると、1m<sup>2</sup>あたりの園芸資材としての経済

価値は採集、梱包、輸送等のコストを考慮しない場合134円相当になると試算された。一方、ミズゴケの組成がすべて炭水化物からなり、分解がほとんどないと仮定した場合、一年の固定炭素量は0.3kg/m<sup>2</sup>程度であることが示された。しかし、これは非常に単純な仮定における推定値であること、該当湿地に優占するウロコミズゴケは泥炭を形成するわけではないため、長期の固定が期待できるわけではないことに注意が必要である。なお、同町内において泥炭を形成するイボミズゴケが優占する歌才湿原においては一年の茎の成長は平均5cm程度であったが、茎の密度が高いため、固定している炭素量という観点からは重要であることが示唆された。

一方、ベイズ推定によって温度や日照からバイオマス生産を予測するモデルの構築も試みたが、整備できたデータの範囲ではかなりパラメータの自由度を制約する必要があり、複雑な仮定の下での高精度の予測は困難と考えられた。

#### (4)データの集約

上記で得られた情報に加え、同町の耕作放棄地の位置情報を取得し、電子化した。また、農林業センサスに基づく農業生産のデータ等を入手した。黒松内町は2010年世界農林業センサスでは12の農業集落より構成されており、それらの集落別に農家数等、農業の需要と関係する数値を比較することが可能である。これらのデータを視覚化することによって、さまざまな条件の下、耕作放棄地を湿地として再生するか、あるいは生物多様性に配慮しながら農業を再び行うか等の意思決定に参考となることが期待される。

#### 引用文献

1. 吉岡明良, 角谷拓, 今井淳一, 鷲谷いづみ (2013) 生物多様性評価に向けた土地利用類型と「さとやま指数」でみた日本の国土. 保全生態学研究, 18, 141-156
2. 小川みふゆ, 竹中明夫, 角谷拓, 石濱史子, 山野博哉, 赤坂宗光 (2013) 植生図情報を用いた全国スケールでの土地利用図の作成-生物の分布推定をおこなうユーザーのために-. 保全生態学研究, 18, 69-76
3. Yoshioka A, Akasaka M, Kadoya T (2014) Spatial prioritization for biodiversity restoration: a simple framework referencing past species distributions. Restoration Ecology, 22, 185-195
4. Fukuta E, Sasaki A, Nakatsubo T (2012) Microclimate and production of peat moss *Sphagnum palustre* L. in the warm-temperate zone. Plant Species Biology 27, 110-118

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、すべて査読有)

Takagi S., Toki W., Yoshioka A. (2016) Invasion of the redback spider *Latrodectus hasseltii* (Araneae:Theridiidae) into human-modified sand dune ecosystems in Japan. *Applied Entomology and Zoology*, 51 (1), 43-51  
DOI: 10.1007/s13355-015-0369-0

Terui A., Miyazaki Y., Yoshioka A., Matsuzaki S. (2015) A cryptic Allee effect: spatial contexts mask an existing fitness-density relationship. *Royal Society Open Science*, 2 (150034)  
DOI: 10.1098/rsos.150034

Yoshioka A., Mishima Y., Fukazawa K. (2015) Pollinators and other flying insects inside and outside the Fukushima evacuation zone. *PLOS ONE*, 10 (e0140957)  
DOI: 10.1371/journal.pone.0140957

Terui A., Miyazaki Y., Yoshioka A., Kaifu K., Matsuzaki S., Washitani I. (2014) Asymmetric dispersal structures a riverine metapopulation of the freshwater pearl mussel *Margaritifera laevis*. *Ecology and Evolution*, 4 (15), 3004-3014  
DOI: 10.1002/ece3.1135

堀田遼, 吉岡明良, 鷲谷いづみ (2014) 生物多様性保全型害虫防除に向けたイネ害虫アカスジカスミカメの主要な越冬場所の解明. *保全生態学研究* 19(1) 79-86  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009832031>

Yoshioka A., Akasaka M., Kadoya T (2014) Spatial prioritization for biodiversity restoration: a simple framework referencing past species distributions. *Restoration Ecology*, 22, 185-195  
DOI: 10.1111/rec.12075

Terui A, Miyazaki Y, Yoshioka A., Kadoya T, Jopp F, Washitani I (2014) Dispersal of larvae of *Margaritifera laevis* by its host fish. *Freshwater Science*, 33, 112-123  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1086/674577>

Yoshioka A., Miyazaki Y, Sekizaki Y, Suda S, Kadoya T, Washitani I (2014) A "lost biodiversity" approach to revealing major anthropogenic threats to regional freshwater ecosystems. *Ecological*

*Indicators*, 36, 348-355  
DOI:10.1016/j.ecolind.2013.08.008

吉岡明良, 角谷拓, 今井淳一, 鷲谷いづみ (2013) 生物多様性評価に向けた土地利用類型と「さとやま指数」でみた日本の国土. *保全生態学研究*, 18, 141-156  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009687167>

宮崎佑介, 照井慧, 吉岡明良, 海部健三, 鷲谷いづみ (2013) 朱太川水系氾濫原の小規模な一時的水域の魚類相: 種多様性の要因と保全・再生への示唆. *保全生態学研究*, 18, 55-68  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009687180>

[学会発表](計 15 件)

吉岡明良, 深澤圭太, 三島啓雄, 佐々木恵子, 角谷拓. 類似度を考慮した景観不均一性指数の提案-耕作放棄の影響の評価のために. 第 63 回日本生態学会大会, 2016 年 3 月 24 日, 仙台国際センター(宮城・仙台)

深澤圭太, 三島啓雄, 吉岡明良, 熊田那央, 戸津久美子, 大澤剛士. 原発事故被災地における哺乳類モニタリングとオープンデータ構築. 第 21 回「野生生物と社会」学会沖縄大会, 2015 年 11 月 22 日, 琉球大学(沖縄・西原)

三島啓雄, 深澤圭太, 吉岡明良, 熊田那央, 竹中明夫. みんなで聞いてみよう: 録音音声で調べる原発事故被災地の鳥の今. 第 21 回「野生生物と社会」学会沖縄大会, 2015 年 11 月 22 日, 琉球大学(沖縄・西原)

Sasaki K, Hotes S, Wolters V, Kadoya T, Yoshioka A., Aue B, Jopp F. The ecological role of landscape structure in agricultural landscapes of Japan and Germany: a comparative approach based on common indicators. The 45<sup>th</sup> Annual Meeting of the Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland, 2016 年 8 月 31 ~ 9 月 4 日, ゲッティンゲン(ドイツ)

三島啓雄, 深澤圭太, 吉岡明良, 熊田那央, 小熊宏之, 山野博哉. 耕作休止農地を対象とした土地被覆分類手法の評価. 日本地球惑星科学連合 連合大会 2015 年大会, 2015 年 5 月 24 日, 幕張メッセ(千葉・千葉)

吉岡明良, 三島啓雄, 深澤圭太. 福島県震災避難区域内外における飛翔性昆虫群集. 第 62 回日本生態学会大会, 2015 年 3 月 21 日 鹿児島大学(鹿児島・鹿児島)

Terui A, Miyazaki Y, Yoshioka A., Matsuzaki SS. A cryptic Allee effect:

spatial contexts mask an existing fitness-density relationship. 第 62 回日本生態学会大会, 2015 年 3 月 21 日, 鹿児島大学 (鹿児島・鹿児島)

吉岡明良, 今井淳一, 角谷拓, 鷲谷いづみ. 「さとやま指数」でみた日本の国土. 日本生態学会第 61 回全国大会, 2014 年 3 月 16 日, 広島国際会議場 (広島・広島)

Terui A, Miyazaki Y, Yoshioka A, Kadoya T, Matsuzaki S, Kaifu K, Washitani I. Riverine metapopulation dynamics of freshwater pearl mussel mediated by biotic and abiotic vectors. 日本生態学会第 61 回全国大会, 2014 年 3 月 16 日, 広島国際会議場 (広島・広島)

Yoshioka A. Fragmentation of source habitats suppresses a generalist pest, Linking spatial processes to biodiversity and ecosystem function in agroecosystems, 2014 年 2 月 10 日, 九州大学 (福岡・福岡)

吉岡明良. 牧草地管理を通じた水田害虫対策～生物多様性保全型農業に向けて. 2013 年度日本草地学会若手の会夏合宿 in 東北大学, 2013 年 9 月 28 日, 東北大学川渡フィールドセンター (宮城・大崎)

Yoshioka A, Kadoya T, Imai J, Washitani I. Overview of land-use pattern of Japan with biodiversity-conscious land-use classification and Satoyama Index, the 43rd Annual Meeting of the Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland, 2013 年 9 月 9 日, ポツダム(ドイツ)

Fujiwara A, Yoshioka A, Washitani I. Analysis of pollen foraged by Japanese honeybee colony from a SATOYAMA landscape toward evaluation of ecosystem services, the 43rd Annual Meeting of the Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland, 2013 年 9 月 9 日, ポツダム(ドイツ)

Terui A, Miyazaki Y, Yoshioka A, Kadoya T, Jopp F, Washitani I. Biased dispersal of larvae of Margaritifera laevis by its host fish, the 43rd Annual Meeting of the Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland, 2013 年 9 月 9 日, ポツダム(ドイツ)

Yoshioka A, Miyazaki Y, Sekizaki Y, Suda S, Kadoya T, Washitani I. A “lost biodiversity” approach to revealing major anthropogenic threats to regional

freshwater ecosystems, 2013 年 8 月 21 日, ロンドン (イギリス)

〔図書〕(計 1 件)

吉岡明良 (2015) 水田と周辺環境のつながり-稲害虫の広域管理-. 宮下 直, 西廣 淳編, 保全生態学の挑戦 空間と時間のとらえ方, 東京大学出版会, 86-105

〔産業財産権〕  
出願状況 (計 1 件)

名称: 飛翔生物検出装置  
発明者: 吉岡明良, 清水明, 小熊宏之, 深澤圭太, 三島啓雄, 熊田那央  
権利者: 国立研究開発法人国立環境研究所  
種類: 特許権  
番号: 特願 2016 - 48358 号  
出願年月日: 2016 年 3 月 11 日  
国内外の別: 国内

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

吉岡 明良 (Yoshioka, Akira)  
国立研究開発法人国立環境研究所・生物・生態系環境研究センター・研究員  
研究者番号: 80633479