

平成30年6月2日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00622

研究課題名(和文) 生物多様性オフセットにおける同等性、代替性評価に関する研究

研究課題名(英文) Study on equivalency and similarity assessment for Biodiversity offset system

研究代表者

林 希一郎 (Kiichiro, Hayashi)

名古屋大学・未来材料・システム研究所・教授

研究者番号：80432219

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、衛星データなどによる広域的な評価とオンサイトの詳細な現地調査の中間的なレベルの森林調査を多地点で行うことで、両調査を補完する方法を検討し、生物多様性オフセットおよび自然環境保全に関する環境政策に適用可能な総合評価方法を検討することを目的とした。具体的には、名古屋市全域の森林を対象に網羅的かつ相対的に簡易な現地調査を行い、生物多様性・生態系サービスに関する基礎データを収集し、森林間の同等性、代替性を評価する手法を検討した。また、これらで得られた結果を用いつつ、近隣地などの広域の生態系サービス評価に適用可能な簡易な評価方法を検討した。この際、過去の森林状況を踏まえた分析を行った。

研究成果の概要(英文)：In this study, through conducting a simple forest survey to complement the wide scope assessment of a satellite images and an on-site field survey, the comprehensive assessment methods that are applicable to a biodiversity offset and an environmental policy for nature conservation was examined. The forest field survey was conducted in Nagoya, Japan employing a comprehensive and simple method and then the assessment methods of forest equivalency and alternativeness were examined by utilizing the basic data of biodiversity and ecosystem services. Also the simple application method of the study results for a wide scope of area was examined taking into consideration forest situation in the past.

研究分野：環境政策・環境影響評価

キーワード：生態系サービス 生物多様性オフセット 文化サービス GIS

1. 研究開始当初の背景

都市の森林は、散歩や散策などの日常の散歩などのレクリエーション、花見などの審美的な環境を楽しむことに加えて、CO₂ 吸収や固定、大気汚染の浄化、気温の低減、生物の生息環境の保全などのさまざまな働きを有する。このような自然が社会にもたらす福利を生物多様性・生態系サービスと称し、これらは大きく供給サービス、調整サービス、文化サービス、基盤サービスに分類される(MA, 2005)。

これらの生態系サービスなどの潜在的な供給量の定量化・マッピング分析などの研究が進んできた (Tallis and Polasky 2009, Sherrouse et al. 2011, Garcia-Nieto et al. 2013 他)。また、文化サービスに着目した社会科学的側面の分析(Nahuelhual et al. 2013, Sieber 2006, van Riper et al. 2012 他)や、環境経済学的手法による分析(Costanza et al. 1997 他)なども多数行われている。

一方、開発事業による自然の改変が続く中、開発圧力が大きい地域では、自然環境の保全と都市開発との間で問題が生じている。諸外国を中心として、開発事業により負の影響を受ける自然と同等や類似の自然環境を、別の場所に創出・再生・保護することにより自然環境保全を行う取り組みが行われており、これらを一般的に生物多様性オフセットと称する。これは、各国で呼び方は異なるが、米国、ドイツ、豪州などで導入されており、近年国際的にも注目されている (Madsen et al. 2010)。

生物多様性オフセットは、開発などによる環境影響を代償するための最終段階の一つの手法と考えられ (BBOP, URL: http://bbop.forest-trends.org/pages/biodiversity_offsets)、国内でも環境省が検討を行っている(環境省総合政策局環境影響評価課 2014)。一方で、生物多様性オフセットの生態学的課題なども多数指摘されている(小山, 岡部 2017)。

生物多様性オフセット評価手法としては、国内では、米国の HSI (Habitat Suitability Index) の事例が多数みられる (環境アセスメント学会生態系研究部会, URL: <http://www.jsia.net/HSIHP/index.html>)。また、森林の生態系に着目する豪州の HH (Habitat Hectares scoring method) (Parks et al., 2003)、BBAM (BioBanking assessment methodology) (NSW Office of Environment & Heritage, URL: <http://www.environment.nsw.gov.au/biobanking/assessmethodology.htm>) などのオンサイトにおける評価手法も諸外国では導入されている。しかし、生物多様性オフセットに関する日本で適用可能な生物多様性評価手法の開発は未だ研究途上である (東北大^{注1}、森林総研^{注2})。加えて、環境政策分野において適用可能な生物多様性・生態系サービスに関する簡易かつ総合的な評価手法の研究は

不足している。

提案者らの研究グループでは、名古屋市・愛知県などにおいて生物生息地や生態系サービス供給ポテンシャルの空間評価を多様なスケールで行ってきた (Ooba and Hayashi 2014 他)。これらの分析は、広域的観点から生物多様性・生態系サービスを空間評価するものである。

開発事業や生物多様性オフセット地の具体的かつ詳細な立地選定段階では、様々な細かい状況を考慮する必要がある。一方、従来行われている詳細なオンサイトの現地調査では、分析地点の詳細なデータは得られるが、多地点の森林を比較評価するには時間やコストの面で一定の困難を伴う場合がある。

2. 研究の目的

本研究では、衛星データなどによる広域評価とオンサイト詳細現地調査の中間的なレベルの森林調査を行うことで、両調査を補完する方法を検討し、生物多様性オフセットおよび自然環境保全に関する環境政策に適用可能な評価方法を検討することを目的とした。具体的には、名古屋市内全域の森林を対象に網羅的かつ相対的に簡易な現地調査を行い、生物多様性・生態系サービス基礎データを収集し、森林間の同等性、代替性を評価する手法を検討した。また、これらで得られた結果を用いつつ、近隣地などの広域の生態系サービス評価に適用可能な簡易手法を検討した。この際、過去の森林状況を踏まえた分析を行った。

3. 研究の方法

研究全体は、(1)簡易現地調査による多様な森林データの収集・整理、(2)過去の森林状況の把握、(3)森林の同等性、代替性評価および生物多様性・生態系サービスの総合評価手法の検討、(4)周辺地域への生態系サービス評価手法の適用可能性の検討、から構成される。

(1) 名古屋市内の森林に対して、簡易な現地調査を実施した。ここでは 1ha 以上の樹冠が連続する樹林地を森林と定義する。名古屋市緑政土木局の名古屋緑被 GIS データ (2010) によると、市内の森林は約 230-240 箇所程度存在する (図 1)。これらのうち名古屋市や愛知県などの公的機関の森林とともに、許可が得られる社寺などの所有地も可能な範囲で調査対象とし、おおむね市内 200 か所程度の森林を本研究の調査対象地とした。森林調査の方法は、Yonekura et al (2014) らの方法を改良し、樹種、樹高、胸高直径などの毎木調査 (胸高直径 5cm 以上)、下層の植生状況、文化サービスの市民の利用の状況などを測定および目視により把握した。調査範囲は、調査項目により異なるが、100m²、300m²、400m² および森林全域などの範囲を用いた。調査は、一箇所の森林に複数回訪問し行った。その後、

現地調査により得られた情報を、エクセルなどを用いて整理した。

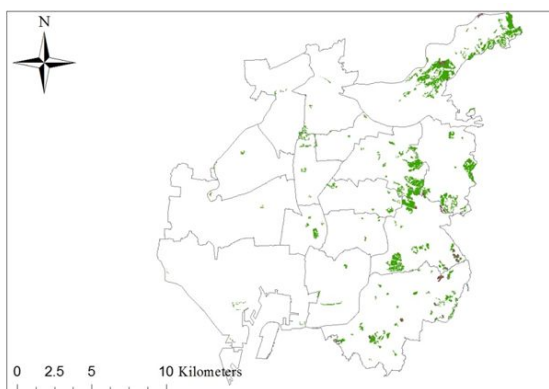


図1 名古屋市内の調査対象森林(1ha)
資料：名古屋市長政土木局緑被GISデータベース(2010)より対象森林を抽出

(2)過去からの変遷については、1955年土地利用図(地理調査所,1955)の電子化により行った。過去の土地利用分類は水域、市街地、水田、畑地、果樹園、針広混交林、広葉樹、針葉樹、皆伐跡地、草地など13項目に再分類し、おおむね10mメッシュの大きさの電子データを作成した。対象地域は、名古屋市および愛知県西部地域とした。

(3)上述(1)の現地調査で得られたデータを用い、統計的分析手法などを用いて森林のカテゴリ化を行い、同等性および代替性評価手法の考え方を整理した。まずは、文化サービスに着目して、森林カテゴリ化を行い、引き続き、その他の生物多様性・生態系サービス項目を含めた森林のカテゴリ化の手法を検討した。同等性、代替性評価には、過去の森林状況も含めて検討した。

(4)上述(2)のような現地訪問調査は、時間と費用面で広域化に制約がある。そこで、上述(1)の現地調査の結果を原単位として活用しつつ他の分析手法と組み合わせ、また衛星データを活用して、10mメッシュスケールの広域的な生態系サービス評価手法の検討を行った。現在の土地利用図として用いたデータは高解像度土地利用土地被覆図(Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA, URL, http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/lulc_jindex.htm)である。

4. 研究成果

現地調査を行った1ha以上の森林約200箇所得られたデータは、主として生態系サービスの供給ポテンシャル推計に関する基礎データであり、これらをもとに各森林の生物多様性・生態系サービスの供給ポテンシャルを推計した。

まず、森林の文化サービスに関する分析結果を整理した(詳細は「5.主な発表論文等」雑誌論文に掲載)。当該対象森林に対して複数回訪問し、当該現地調査では判断が困難

と思われた項目を除いた14項目の文化サービスの市民による利用状況を5段階で評価した。また、それらを集約した7項目(審美的価値、レクリエーション、教育的価値、精神・宗教的価値、文化的遺産価値など)を用いた分析を行った。これらに加えて、風致地区、社寺林、集客施設などの要素を含めた統計分析を行った(図2)。

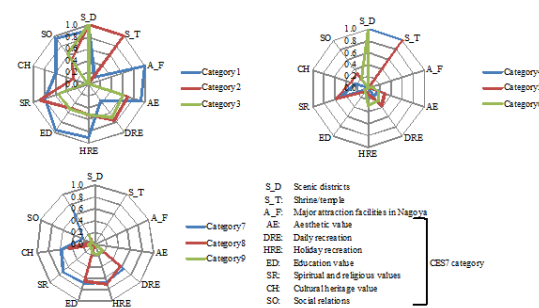


図2 文化サービスによる森林分類(Hayashi and Ooba, in press)

次に、文化サービスに加えて、生物多様性項目、調整サービス項目を加えた森林分類を試みた(論文投稿中)。緑地保全地区、多様性指数、自然度、森林体積、林床被覆率、炭素固定量などの情報を用いて生物多様性/生物生息地、調整サービスなどの評価を行った後、文化サービスを加えた評価を行った。同じカテゴリーに分類される類似森林カテゴリーについては、過去の森林タイプの情報を加味し、森林の同等性、代替性を評価する手法の検討を行った(図3)。

また、当該調査で得られた結果を周辺地などの広域評価に活用する手法を検討するために、調査結果を原単位として活用し、愛知県西部地域での生態系サービス評価を試みた。評価項目は、炭素固定、微気候調整、土壌侵食抑制、食料供給などである。

本研究では、簡易でかつ網羅的な情報の収集により、生物多様性オフセットや自然環境保全に関する環境政策で適用可能な総合的評価手法を検討した。これらの検討を通じて、森林単位の状況のある程度詳細に把握可能であり、開発事業、生物多様性オフセット事業などの事前環境配慮を行う際にデータとして活用可能である基礎情報を整理する手法の検討を行った。また、これらの基礎データは、生物多様性・生態系サービス保全マップなど多様な環境政策にも活用可能と考えられる。

今後の課題は以下のとおりである。森林カテゴリー分析においては、各項目の重みを等しいと仮定して分析を行っているが、項目間のウェイトの違いをどのように設定するかは今後の課題と考えている。さらに、本検討では、取り入れなかった調査項目として、豪州の生物多様性評価手法で用いられているような簡易な森林評価法についても検討し、現状の現地調査手法との比較などを行って

いく必要がある。さらに現地調査により得られたデータは現状の値であり、過去の原単位を収集するのが困難であったため、今後は手法開発を含めて検討していく必要がある。

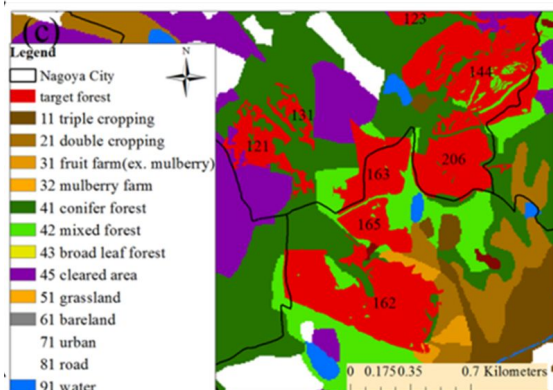


図 3 名古屋市東部森林の 2010 年(target forest)と 1955 年(土地利用分類 11-91)の変化

出所：名古屋市緑政土木局緑被 GIS データ (2010)、1955 年土地利用図名古屋南部 (地理調査所, 1955)

注 1：東北大学生態適応グローバル COE 編. 2013. 生態適応科学 自然のしくみを活かし、持続可能な未来を拓く. pp243, 日経 BP 社. URL: <http://meme.biology.tohoku.ac.jp/gema/Documents/textbook/>

注 2：森林総合研究所:環境研究総合推進費 1-1401 環境保全オフセット導入のための生態系評価手法の開発. URL: http://www.env.go.jp/policy/kenkyu/special/houkoku/data_h28/1-1401.html#a03

<引用文献>

Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005. Ecosystems and human well-being: synthesis. Island Press, Washington, D.C., USA

Tallis, H., Polasky, S. 2009. Mapping and valuing ecosystem services as an approach for conservation and natural-resource management. *Ann N Y Acad. Sci.* 1162, 265 - 283. doi:10.1111/j.1749-6632.2009.04152.x

Sherrouse, B. C., Clement, J. M., Semmens D. J. 2011. A GIS application for assessing, mapping, and quantifying the social values of ecosystem services. *Applied Geography*, 31(2), 748-760.

Garcia-Nieto, A.P., Garcia-Llorente, M., Iniesta-Arandia, I., Martin-Lopez, B. 2013. Mapping forest ecosystem services: From providing units to beneficiaries. *Ecosystem Services* 4,

126-138.

Nahuelhual, L., Carmona, A., Lozada, P., Jaramillo, A., Aguayo, M. 2013. Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile. *Applied Geography*, 40, 71-82.

Sieber, R. 2006. Public participation geographic information systems: A literature review and framework. *Annals of the Association of American Geographers*, 96(3), 491-507.

van Riper, C.J., Kyle, G.T., Sutton, S.G., Barnes, M., Sherrouse, B.C. 2012. Mapping outdoor recreationists' perceived social values for ecosystem services at Hinchinbrook Island National Park, Australia. *Applied Geography*, 35(1-2), 164-173.

Costanza, R. et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *NATURE*, 387, 253-260.

Madsen, B., Carroll, N., Moore Brands, K. 2010. State of Biodiversity Markets Report: Offset and Compensation Programs Worldwide. Available at: <http://www.ecosystemmarketplace.com/documents/acrobat/sbdlmr.pdf>

環境省総合政策局環境影響評価課 2014. 日本の環境影響評価における生物多様性オフセットの実施に向けて(案) 小山明日香, 岡部貴美子 2017. 生物多様性オフセットによるノーネットロス達成の生態学的課題. 森林総合研究所研究報告, 16, 2 (No.442), 61 - 76.

Parkes, D., Newell, G., Cheal, D. 2003. Assessing the Quality of Native Vegetation: The 'habitat hectares' Approach. *Ecol. Management & Restoration*, 4, S29-S38.

Ooba, M., Hayashi, K. 2014. Comparative Assessments of Ecosystem Services between Rural and Urban Areas. *IJERD* 5-2, 35-40.

Yonekura, Y., Hayashi, K., Hasegawa, Y., Ooba, M. 2014. Biodiversity Assessment of Japanese Urban Forests - Toward a comprehensive assessment of ecosystem services of urban forests in Nagoya, Japan - . IAIA14 Conference Proceedings, 8 - 11 April 2014, Viña del Mar, Chile (www.iaia.org).

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1件)

K. Hayashi, M. Ooba, (in press)
Spatial assessment of cultural
ecosystem services for urban forests
based on a multi-point field survey:
case in Nagoya City, Japan.
IJERD8-2.(査読あり)

〔学会発表〕(計13件)

K. Hayashi, W. Kobayashi, M. Ooba
(2018) Equivalency and similarity
assessment of forest ecosystem
services by a multi-point field survey
in Nagoya City, Japan. ICERD9,
NayPyiTaw, Myanmar.

小林航, 林希一郎, 大場真(2017) 1955
年と現在の生態系サービス供給ポテン
シャルの変化 - 愛知県西部の事例 . 第
20回(2017年度)日本環境共生学会学術
大会.

K. Hayashi, M. Ooba (2016)
Equivalency of forest culture
ecosystem services –case in Nagoya,
Japan. IAIA16, Nagoya, Japan

〔図書〕(計1件)

K. Hayashi(2017) Direct and indirect
uses of urban forest resources: case in
Nagoya City, Japan. P330-333, in C.
Ludwig, C. Matasci (eds) Boosting
resource productivity by adopting the
circular economy. pp.430, PSI.

〔その他〕

本研究の遂行にあたり、名古屋市緑政土木
局および各事務所、名古屋城総合事務所、庄
内緑地グリーンプラザ、みどりが丘公園事務
所、名古屋市上下水道局、名古屋市住宅都市
局住宅管理課、愛知県都市整備協会、尾張建
設事務所、国土交通省庄内川河川事務所、愛
知県体育館、愛知県建設部公園緑地課、名古
屋市教育委員会、愛知県県有林事務所、愛知
県神社庁および多数の森林所有者の方々の
協力を得た。また、研究協力者の吉野奈津子
氏および小林航氏ほか多数の補助者にサポ
ート頂いた。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

林 希一郎 (HAYASHI, Kiichiro)

名古屋大学未来材料・システム研究所・教授
研究者番号：80432219

(2) 連携研究者

大場 真 (OOBA, Makoto)

(独) 国立環境研究所・福島支部・室長

研究者番号：90462481