

機関番号：10101

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2007～2010

課題番号：19208013

研究課題名（和文）

再生すべき生態系の抽出、復元工法ならびに科学的評価に関する学際的研究

研究課題名（英文）Interdisciplinary research on prioritization of restoration sites and technical development of restoration methods

研究代表者

中村 太士（NAKAMURA FUTOSHI）

北海道大学・大学院農学研究院・教授

研究者番号：90172436

研究成果の概要（和文）：森林、河川、農地生態系について、物理環境を基盤とした生息場評価手法を確立した。また、それぞれの生態系において、生息場の連結性や歴史的变化、倒木などの生物的遺産を考慮する新たな復元手法を開発し、実験的に成果を得た。また、魚類、昆虫、植物、両生類、鳥類、貝類、哺乳類など様々な指標生物を設定し、モニタリングや実験結果によりその成否を評価する手法を確立した。環境経済学や社会学的立場から、再生事業や利用調整地区の導入に対する地域住民、利用者の考え方を解析し、将来に対する課題を整理した。

研究成果の概要（英文）：We developed methodology of ecosystem evaluations regarding forests, rivers and agricultural lands. Also, we examined connectivity and historical changes of habitat mosaics and roles of biological legacies such as large wood in recovering processes of vegetation and stream biota. Fishes, invertebrates, plants, amphibians, mussels and mammals were selected as indicator species to evaluate restoration project based upon the results of monitoring and experiment. As for the economical and social aspects, restoration projects were analyzed, and social acceptance and future dimension were discussed.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	9,200,000	2,760,000	11,960,000
2008年度	6,300,000	1,890,000	8,190,000
2009年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
総計	22,900,000	6,870,000	29,770,000

研究分野：生態系管理学

科研費の分科・細目：林学・森林工学

キーワード：生態系管理、自然再生、復元、森林、河川

1. 研究開始当初の背景

森林、河川、湿地、干潟など、様々な生態系の自然再生が全国各地で議論されるようになった。研究代表者は、自然再生事業の先駆的事例であり、自然再生推進法のモデルとなった釧路湿原の再生事業、ならびに日本初の蛇行復元を試みる標津川流域の再生事業に携わり、自然再生の‘目的’、‘目標’、‘方法(技術)’、‘評価’に関する一連の流れを組み立てて

きた。こうした再生事業の調査・計画論は、順応的管理(Adaptive Management)に基づく、自然資源管理ならびに劣化した生態系の再生を進めるうえで重要な考え方を提示したといえる。

しかし、一方でなぜ釧路流域のある地域から自然再生を実施するのか、もしくは標津川流域の下流側から蛇行再生を実施するのか、といった質問に対して、行政側の理由以外、

自然科学的もしくは社会科学に明瞭な答えを導き出してはいない。研究グループは、日本の自然再生事業や環境アセスメント、ミティゲーションが、未だ計画論的にも技術論的にも未成熟にある理由の一つが、この問いに答えることのできる調査・計画論が確立されていないことだと考えた。その結果、100 km² ~ 1000 km² オーダーの空間サイズを意味する地域スケール(Regional Scale)のデータベースならびに解析手法が遅れていること、さらに個々の生態系の現状を評価する考え方や手法が成熟していないこと、そして劣化した生態系を復元するための技術(工法)や社会的システム(法制度、合意形成)が確立していないことに起因するという結論を得た。

2. 研究の目的

(1) 保全すべき生態系の抽出と再生すべき生態系の抽出(広域 GIS 解析)

日本の環境アセスメントや復元事業が、未だ初歩的段階にある原因の一つがこのスケールにおける解析がきわめて遅れていることに起因する。また、現存する自然生態系が、その重要性も認識されずに安易に改変を受けているのも、このスケールの解析に基づいた結果が地図化されていないことによる。地域スケールの解析はいわば‘生態系’の評価と保全を目的に実施されるものであり、‘種’の保全とともに、自然保護を進めるうえでの車の両輪を形成する。

日本の保護論の多くは「絶滅に瀕する種(endangered species)」には向けられるが「絶滅に瀕する生態系(endangered ecosystem)」に対する配慮はきわめて弱い。米国では1990年代の初めから生態系管理(ecosystem management)が台頭し、生態系プロセスを模倣することによって、生物多様性を保全しようとする動きが顕著になった。現状の生態系の評価ができないならば、保護や保全・再生の検討はできないと言っても過言ではない。このプロセスはいわばスクリーニングの段階であり、医学で言えば集団検診に当たる。

(2) 集水域レベルにおける生態系の現状評価と問題点の抽出

(1)の広域スケールのスクリーニングが終わり、劣化した生態系が抽出でき、その分布からプロセスが類推することができれば、次に重要なことは現地における精査であろう。これは、精密検査に当たる原因解明に向けた中小流域レベルの調査である。流域スケールでは、集水域からの物質生産と流出が、生物生息場環境にいかなる影響を与えているかを明らかにすることが重要である。人間の生産活動が場の改変と水や土砂、栄養塩の流れを変化させて生物生息場環境を劣化させて

きた歴史を考えると、物質の流れとハビタットの関係を科学的に解明し、劣化原因にもとづいた復元手法、対策案まで提言することを目的とする。

(3) 生態系を復元するための技術(工法)、社会的システム、評価手法の確立

流域レベルの精密検査によって生態系が劣化させている原因がある程度絞られてきた段階では、その治療法を検討しなければならない。治療法の基本的考え方は、劣化原因の除去である。問題を起こしている原因を、人為的に取り除いてやれば、生態系は健全な方向に向かうはずであり、これが受動的再生(passive restoration)の原則である。

3. 研究の方法

(1) 保全すべき生態系の抽出と再生すべき生態系の抽出(広域 GIS 解析)

これまでに蓄積してきた調査データならびに、既存の地図データ(植生図や森林区分図、地形図、地質図、土地利用図等)、環境影響評価等の調査事例、各機関の報告書、空中写真、衛星画像などによって、地域生態系を評価する。対象とする生態系は、森林・緑地、河川、湖沼、湿原生態系である。一つは、アンブレラ種や希少種、キーストーン種など、生態系を代表する種を選定して、その生息環境を解析し、これらの種が生存できる環境を評価する方法である。もう一つは、生態系全体をまるごと評価する方法である。河川生態系では、物理環境を基準にしたRHS(River Habitat Survey)、生物・物理両指標を用いた方法などが開発されている。基本的には、過去もしくは残存する自然生態系の情報を収集し、これによって森林・緑地、河川、湖沼、湿原生態系の目標(リファレンス)を定め、その目標像からの差(ズレ)によって現在の生態系を評価する。

(2) 集水域レベルにおける生態系の現状評価と問題点の抽出

人間の生産活動が水や土砂、栄養塩の流れを変化させて生物生息場環境を劣化させてきた歴史を考えると、物質の流れとハビタットの関係を科学的に解明し、劣化原因にもとづいた復元手法、対策案まで提言したい。物質の流れと生物の生息場環境を一般化して議論するために、ある河川区間における物質の流れを考える。土地開発によって崩れた物質収支バランスと攪乱体制を修復することが、流域スケールの再生事業を成功に導くカギである。

(3) 生態系を復元するための技術(工法)、社会的システム、評価手法の確立

生態系の健全性や生息場環境の状況が把

握できたとしても、生態系復元ならびにネットワークの再生に当たっては、地域住民の合意と支援が必ず必要になる。このため、地域住民に対するアンケート調査を実施する。この調査では、選択型コンジョイント分析とよばれる環境経済学的手法を用い、生態系の修復、復元事業が、地域社会にどれほどの便益をもたらすのかを評価する。先進国の復元事業ならびに評価手法を把握することは、今後の日本の生態系管理を考える上で重要である。これらの事例を視察し、情報収集を行う。

4. 研究成果

(1) 保全すべき生態系の抽出と再生すべき生態系の抽出 (広域 GIS 解析)

森林生態系ならびに河川生態系についての広域的評価については、その方法論はほぼ完成した。森林については、市民との協働で行う森づくりの観点から、簡単な調査で実施可能な森林の機能評価 (生態系サービス) を提案した。さらに、これに評価結果をもとにワークショップ等を繰り返し、合意に基づいた管理指針を提案・実施できることを、北海道と徳島県の事例から明らかにした。また、河川については、物理環境評価から実施できる手法を開発した。人為改変の小さいリファレンスとの相違の程度を「乖離度」として、任意の地点の評価を行う手法であり、評価の観点は、「人為改変」「生息場の多様性」「河川及び氾濫原の構造」の3つである。また、この評価結果について、魚類、底生動物、植物、鳥類群集の観点から評価した結果、概ね妥当な結果が得られている。さらに、生物を保護すべき単位として、遺伝子マーカーを用いた進化的に重要な単位 ESU を定義し、ESU の分布と土地利用規制とのギャップを地図化することに成功した。これにより、優先して保護対策を行うべき地域を検出することが可能になった。

これらの成果は、書籍や国内外の学会誌に発表した。

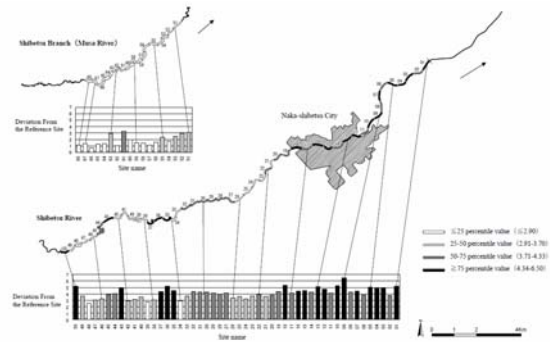


図1 乖離度による河川生態系評価 (標津川の事例) 応用生態工学 (2008)

(2) 集水域レベルにおける生態系の現状評価と問題点の抽出

湖沼生態系における堆積物のコアサンプル調査を実施した。採取されたコアの火山灰、セシウム等の年代測定、さらに花粉分析を実施し、流域植生と土地利用の歴史的变化を追うことができた。さらに、森林・河川生態系の健全性を表すと考えられる倒木・流木などの大型有機物片の分布や流出過程を、現地調査ならびに100を超える全国貯水ダムに貯留された流木量から算出した。その結果、流域サイズにより流出過程は異なること、またダムや土地開発による影響を受けている流域では、流出量の時系列変化が異なることが明らかになった。これらの成果は、国内外の学会誌に発表した。

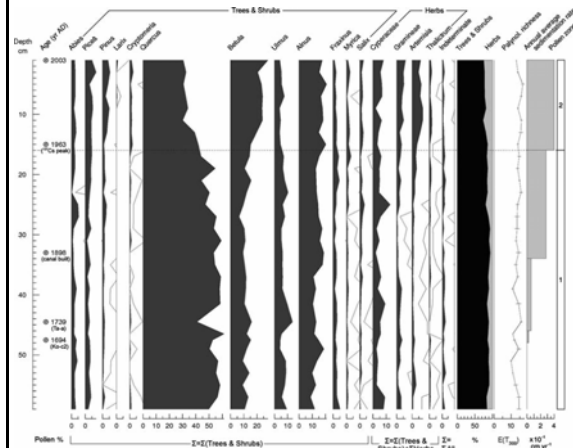


図2 花粉分析の一例 (鉏路川達古武湖流域の事例) Journal of Forest Research (2008)

(3) 生態系を復元するための技術 (工法)、社会的システム、評価手法の確立

生態系を復元するための手法や技術として、森林 (里山を含む)・河川生態系について、新たな手法を開発した。森林については風倒木跡地において、風倒木を残置した場合

と従来型の風倒木除去と地拵えを行った場合を比較し、風倒木を残置した方が、前生植生が多く残され、回復スピードが速くなることを明らかにした。また、放棄された里山植生への伐採管理についても検討し、竹林については良好な結果が得られつつある。河川生態系については、蛇行復元ならびに倒流木の投入実験を行い、これらが有効的に機能することを明らかにした。

また、釧路の自然再生事業ならびに知床の世界自然遺産の管理を対象として、資料および利害関係者への聞き取り調査を実施し、利用調整区域の導入に肯定的であることが明らかになった。さらに、米国における再生生態学の教育プログラムについても調査を行い、その現状を把握した。これらの成果は、書籍や国内外の学会誌に発表した。

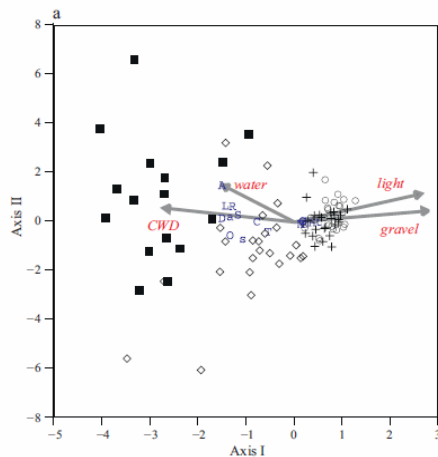


図3 風倒木の残置と植生回復の変化
Forest Ecology and Management (2011)

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 101 件)

- ① J. Morimoto, M. Morimoto, F. Nakamura. 2011. Initial vegetation recovery following a blowdown of a conifer plantation in monsoonal East Asia: Impacts of legacy retention, salvaging, site preparation, and weeding. Forest Ecology and Management. 261. 1353-1361. 査読有
- ② Inagaki, Y., Okuda, S., Sakai, A., Nakanishi, A., Shibata, S., Fukada, H. 2010. Leaf-litter nitrogen concentration in hinoki cypress forests in relation to the time of leaf fall under different climatic conditions in Japan. Ecological Research. 25. 429-438. 査読有
- ③ 樋村正雄・西浩司・中村太士 他 8 名. 2010. 物理環境による河川環境診断 (II)

—河川生物群集による診断結果の検証—
応用生態工学. 13. 9-23. 査読有

- ④ Hata S, Sawabe K, Natuhara Y. 2009. A suitable embankment mowing strategy for habitat conservation of the harvest mouse. Landscape and Ecological Engineering. 6. 133-142. 査読有
- ⑤ A. Nakanishi, Y. Inagaki, N. Osawa, S. Shibata and K. Hirata. 2009. Journal of Forest Research. 14. 388-393. 査読有
- ⑥ Akasaka, T., Nakano, D. and Nakamura, F. 2009. Influence of prey variables, food supply, and river restoration on the foraging activity of Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*) in the Shibetsu River, a large lowland river in Japan. Biological Conservation. 142. 1302-1310. 査読有
- ⑦ Nagayama S., Kawaguchi Y., Nakano D., and Nakamura F. 2009. Summer Microhabitat Partitioning by Different Size Classes of Masu Salmon (*Oncorhynchus masou*) in Habitats Formed by Installed Large Wood in a Large Lowland River. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 66(1) 42-51. 査読有
- ⑧ 村上まり恵・黒崎靖介・中村太士他 4 名. 2008. 物理環境による河川環境診断 (I) -リファレンスとの乖離度による評価. 応用生態工学. 11(2) 133-152. 査読有
- ⑨ Kumagai, Y, Ahn Y., Nakamura, F. 2008. Recent human impact on vegetation in Takkobu, northern Japan, reconstructed from fossil pollen in lake sediments. Journal of Forest Research. 13. 223-232. 査読有
- ⑩ Nagayama, S. and Nakamura, F. 2007. Juvenile masu salmon in a regulated river. River Research and Applications. 23. 671-682. 査読有
- ⑪ Nakamura, F., Shin, N., Inahara, S. 2007. Shifting mosaic in maintaining diversity of floodplain tree species in the northern temperate zone of Japan. Forest Ecology and Management. 241. 28-38. 査読有
- ⑫ Imanishi A., Kitagawa C., Nakamura S., Hashimoto H., Tabata K., Imanishi J., Murakami K., Morimoto Y., Miyamoto M. 2007. Changes in herbaceous plants in an urban habitat garden in Kyoto city, Japan, 9 years after construction. Landscape and Ecological Engineering. 3. 67-77. 査読有

[学会発表] (計 134 件)

- ① F. Nakamura. Connectivity and Dynamics of River and Riparian Landscapes: Cascading Effects of Human Impacts in Japan. River Corridor Restoration Conference 2011. 2011.3.15. Centro

- Stefano Franscini, Monte Verità, Ascona, Switzerland.
- ② Shoji, Y., Shiina, H, Kubo, T. and Aikoh, T. "Visitor preferences for a low-risk option: A new guided-tour in Shiretoko National Park" XXIII World Congress of the International Union of Forest Research Organizations. 2010.8.24. Seoul, Korea.
- ③ Kobayashi, T., Takahashi, T., Hagiwara, S. "Ecophysiological responses of an urban forest during 22 years of climate change." 2nd International Conference of Urban Biodiversity and Design. 2010.5.19. Nagoya, Japan.
- ④ 松林順・森本淳子・間野勉・南川雅男・中村太土. 「安定同位体を用いたヒグマの食性分析」第57回日本生態学会大会. 2010.3.16. 東京大学.
- ⑤ 末吉正尚, 中村太土. 「河川底生動物群集からみた河川景観の構造と機能—攪乱と季節変化に着目して—」第57回日本生態学会東京大会. 2010.3.16. 東京大学.
- ⑥ F.Nakamura, S.Nagayama, D.Nakano, and Y.Kawaguchi. "Restoration of the fish and invertebrate habitat: The re-meandering project of a large river in northern Japan." 94th Ecological Society of America Annual Meeting. 2009.8.5. Albuquerque, NM, USA.
- ⑦ F. Nakamura, J.I. Seo, A. K. Fremier. "Variations of fluvial export of large wood and sediment along the precipitation and latitude at the watershed scale." American Geophysical Union. 2008.12.15. The Moscone Center West Building, Howard Street, San Francisco, California, USA.
- ⑧ Kamada, M. "People's participation in re-designing the forest in urban fringe area in Tokushima, Japan." 3rd Conference of the Competence Network Urban Ecology, Urban Biodiversity & Design. 2008.5.22. Erfurt, Germany.
- ⑨ Natuhara Y. "Adaptive process design for biodiversity of Satoyama in Japan." Preservation of Biocultural Diversity - a Global Issue. 2008.5.7. Wien, Austria.
- ⑩ Nakamura, F. "Degradation and restoration of rivers and wetlands in Hokkaido, northern Japan." International Conference on Landscape and Ecological Engineering. 2007.11.10. Seoul, South Korea.
- ⑪ Morimoto, Y. "Biodiversity strategy for SATOYAMA restoration." International Conference on Landscape and Ecological Engineering. 2007.11.10. Seoul, South Korea.

- ⑫ Natuhara, Y. "Studies on the link between land and water in Japan: focusing floodplain habitats." The 4th International Symposium in the Region: China, Korea, Japan and Russia. Preservation and Restoration of Environmental Ecology. 2007.7.16. Yanji, China.

〔図書〕(計 38 件)

- ① 中村太土. 技報堂出版株式会社. 川の蛇行復元—水理・物質循環・生態系からの評価. 2011. 276p.
- ② A. Maruyama, M. Yuma & B. Rusuwa. Nova Science Publ. Soil Erosion: Causes Processes and Effects. 2011. 141-159.
- ③ 鎌田磨人. 地人書館. 自然再生ハンドブック. 2010. 127-138.
- ④ 森本幸裕・竹内敬二. 朝日新聞出版. 森林環境2011—生物多様性COP10へ. 2010. 216p.
- ⑤ Natuhara, Y. Cambridge University Press. Ecology of Cities and Towns. A Comparative Approach. 2009. 197-214.
- ⑥ 中村太土・柿澤宏昭. 北海道大学出版会. 森林のはたらきを評価する—市民による森づくりに向けて—. 2009. 168p.
- ⑦ 中村太土・辻本哲郎・天野邦彦 監修. 技報堂出版. 川の環境目標を考える—川の健康診断—. 2008. 122p.
- ⑧ Nakamura, F., Kawaguchi, Y, Nakano, D. and Yamada, H. Elsevier. Gravel-Bed Rivers 6 – From process understanding to river restoration. 2008. 501-523.
- ⑨ Kamada M. Springer. Ecology of Riparian Forests in Japan –Disturbance, Life History, and Regeneration. 2008. 177-190.
- ⑩ Nakamura, F. and Inahara, S. Academic Press. Plant Disturbance Ecology. 2007. 283-310.
- ⑪ 森本幸裕・小林達明. 朝倉書店. 最新環境緑化学. 2007. 232p.
- ⑫ 夏原由博(森本幸裕・白幡洋三郎編). 朝倉書店. 数理モデルによる評価. 「最新環境緑化学」. 2007. 234p.

6. 研究組織

(1)研究代表者

中村 太土 (NAKAMURA FUTOSHI)
北海道大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号：90172436

(2)研究分担者

森本 幸裕 (MORIMOTO YUKIHIRO)
京都大学・地球環境学堂・教授
研究者番号：40141501
夏原 由博 (NATUHARA YOSHIHIRO)

名古屋大学・大学院環境学研究科・教授
研究者番号：20270762
鎌田 磨人 (KAMADA MAHITO)
徳島大学・工学部・教授
研究者番号：40304547
小林 達明 (KOBAYASHI TATSUAKI)
千葉大学・園芸学部・教授
研究者番号：40178322
柴田 昌三 (SHIBATA SHOZO)
京都大学・フィールド科学教育研究センター・教授
研究者番号：50211959
遊磨 正秀 (YUMA MASAHIDE)
龍谷大学・理工学部・教授
研究者番号：80240828
庄子 康 (SHOJI YASUSHI)
北海道大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号：60399988
森本 淳子 (MORIMOTO JUNKO)
北海道大学・大学院農学研究院・講師
研究者番号：50338208

(3)連携研究者
なし