

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：82101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2011～2015

課題番号：23510037

研究課題名(和文) 河川水温変動シミュレーションを用いた全国の淡水魚類に関する自然再生支援システム

研究課題名(英文) Nature restoration support system for freshwater fish using simulation model of river water temperature change in Japan

研究代表者

亀山 哲 (KAMEYAMA, Satoshi)

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・主任研究員

研究者番号：80332237

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円

研究成果の概要(和文)：流域管理を考える上で、気候変動が河川生態系に与える影響は深刻な問題である。しかし水生生物が被る直接的な影響は、主に河川水温度の上昇によってもたらされる。そして水温の上昇は、気候変動のみならず人為的な流域の構造的変化によって強く影響を受ける。我々は釧路川と全国を対象とし、分布型の降雨流出モデルを用い、土地利用変化が河川水温の変化と淡水魚類の生息地に与える影響に関して研究を行った。主たる成果は以下の3点である。1)2050年を想定した流域の土地利用変化予測とGIS化。2)数値モデルを用いた年間流況および水温変動の再現。3)土地利用変化と気候変動が河川水温の変動及び生息適地に与える影響の空間的評価。

研究成果の概要(英文)：The impacts of climate change on riverine ecosystem are significant issues in watershed management. However, the direct impacts on aquatic organism are caused by drastic change of water temperature. In addition the water temperature change is caused by not only climate change but land-use change of human activities. We decided The Kushiro River Watershed as test site. Then we focused on the impact of watershed change on water temperature using hydrological simulation model with water temperature analysis sub-module. The objectives of this research are as follows. 1) Set up the land-use scenario in 2050, and assembled them into GIS database for simulation model. 2) Hydrological model simulation to forecast the change of water temperature for future scenarios. 3) Evaluation for the impact of land-use change on water temperature and its ecosystem. Finally, we calculated the water temperature change though the year in the watershed and evaluate the impact on the watershed ecosystem.

研究分野：流域生態系の保全と再生

キーワード：河川水温 水文モデル GIS 釧路湿原 気候変動 地域再生 自然再生 地理情報システム

1 . 研究開始当初の背景

生態系豊かな自然の再生を願い、豊かな環境を次世代に残したいという国民の希望は、当時の法整備にも明確に反映していた(1997年：新河川法・環境アセス法, 2002年：自然再生法・新生物多様性国家戦略等)。この背景を受け、研究者は速やかに行政と連携し、適切・的確な具体策を提案すべきである。しかし、これらの国民的要望に向き合った際、当時の流域環境体制は、迅速かつ一貫した政策決定プロセス(長期・広域な生態系モニタリング・データマイニング・情報解析ツール・合意形成システム)を持ち得ていなかった。

例えば、メダカや溪流魚が姿を消し、その一方移入種の分布が拡大しているという情報がメディアを通じ国民に漠とした不安感を与える事がある。しかし社会の実情としては、自治体や国が具体的な流域再生計画(生息地を復元すべき河川区間と改善項目の特定、またそのコスト査定)を立案する事は非常に難しいという状況にある。また淡水魚類に限らず他の水生生物についても、研究の細分化・管轄部局の縦割り等が原因となり、国家全体(また魚類群)を大局的に見渡し、生息環境の動態解明を行う事は不可能に近かった。

この様な既存の社会背景・研究体制が環境アセスや保全策検討の段階でタイムラグを生み、希少動植物の生息適地の多くが、国内各地で喪失し続けていたと言える。

2 . 研究の目的

気候変動や人為的な開発に対し、特に脆弱とされる流域生態系の効果的な保全・再生事業計画の策定を目的とし、絶滅危惧種を含む全国の淡水魚を対象とした生息地解析を行い、その現状分析と過去から現在までの地空間変化抽出、およびシナリオ分析による将来予測を行う。

特に本研究では、流域の歴史的変遷が河川水温の変動に与える影響に注目し、流域の熱収支モデルを開発して広域かつ長期的な生態影響を解析する。さらにその水温変動を生息地パラメータとした生息地環境評価モデルを活用し、水温変化が淡水魚類の生息地ポテンシャルおよび季節的行動パターンに与える影響の解明を行う。

最終的に、一連の研究フローを一元化し、効率的な自然再生支援システム(対象種・事業区間の選定、生息場の制限要因と環境改善項目の特定、事業前後の評価手法の提示等)として実用化を図る。

3 . 研究の方法

本研究は主に三つの段階(1.GIS データベース構築, 2.水温変動シミュレーションと生息地評価モデル作成, 3.全国デジタルマッピ

ングと流域再生シナリオ分析)に分けられ、それらを開始年度より順次達成しつつ遂行した。

1.のデータベースはその後用いる物理・統計モデルの両方に活用可能な形式とした。また、物理・統計モデルを統合して得られた生息地評価モデルの広域的な出力結果が3.の全国規模のマッピングであり、入力条件を適宜変更することによって具体的な自然再生を対象としたシナリオ分析を行った。

研究の前半は、水温変動シミュレーションと生息地評価モデルを用いた淡水魚類の生息地解析を行った。水温変動モデルではDHI社製のMikeシリーズ(MikeSHE,11C)をベースに改良を加え、1次元水文モデルと熱収支モデルを組み合わせて流域全体での河川水温の変換変動を再現した(Fig.1)。魚類の生息地評価のためには一般化線形回帰モデルを用い、RによるプログラムとS-Plusによって実施する。独立変数には生息地環境情報として1.のデータベース情報を与え、統計的に有意な環境パラメータを対象種別に取捨選択し、その寄与率を基に環境制限要因を決定した。これにより、保全または再生すべき対象種に応じた具体的な環境改善項目とその優先順位を決定した。

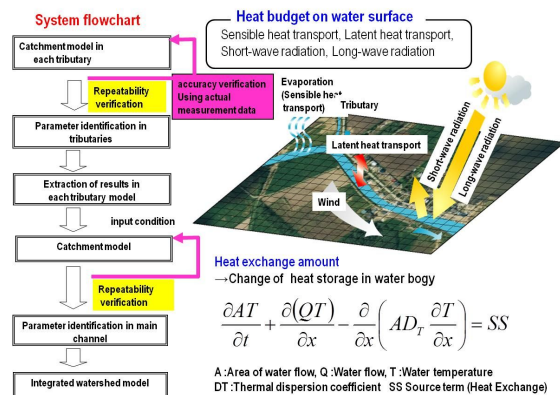


Fig.1 河川水温推定のためのシステムフローチャート及びシミュレーションモデルの概要

4 . 研究成果

数値モデルシミュレーションと生息適地モデルを統合し、保全・再生を考慮する対象種別の生息地ポテンシャルマップの全国デジタルマッピング、および想定される流域改変シナリオ別の生息地評価を行った。またこれらの一連の過程をシステム化する事を通し、具体的な流域再生計画の施策を検討した。

モデル構築用対象流域である北海道釧路川流域においては、全ての水温モニタリング地点における現地観測データを含むデータベースを構築した。具体的には河川水温モニタリング用にデータロガーを使用し回収・再設置を継続して連続的な観測データを取得しGISデータとして整理した。全観測地点は合計約40地点であり、水温の分解精度は0.1℃、時間間隔は10分とした。

これらの実測データの他流域土地利用に

関する GIS データの拡充を図るとともに、各データを入力条件とした水文モデル（分布型降雨流出モデル）のパラメータフィッティングと実測データとの検証を行った。現地観測については水生生物の生息情報の整理と共に現地の魚類関連の専門家を対象に聞き取り調査を行い、流域における生態系サービス間の軌跡について情報を整理した。

再現計算における流域の将来シナリオにおいては 2050 年を対象とした。この時点での条件として気温上昇が 2012 年と比較して +2 , +3 , +4 の条件を設定し再現計算を行った。降雨量については 2012 ベースに対して 115% の増加を設定した。最終的な流域全体でのシミュレーションの結果、年間を通じて +4 の気温上昇を条件とした場合、特に 6 月後半の時期に最大で 2.5 度程度の水温上昇が見込まれた。また降水量増加に関しては流量の増加は見られるものの、水温上昇に関しては抑制の効果があることが見いだされた (Fig.2)。

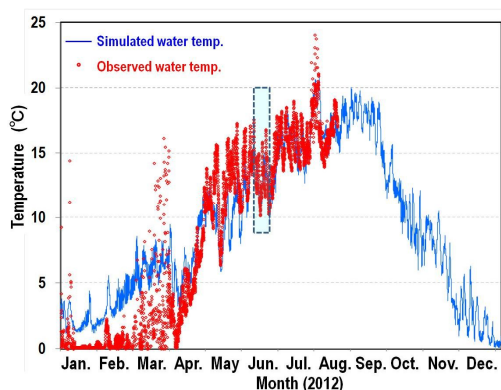


Fig.2 釧路川下流域（広里）における河川水温変動シミュレーションの結果。青のラインは予測された水温変動。赤のドットは実測値。

デジタルマッピングでは、生息地評価モデルから計算された個々の種の生息地適性指数 (HSI; Habitat Suitability Index) を評価地点に拡大し、潜在的な自然再生可能地域をより広範囲から絞り込んだ。また過去と現在との比較を行うため、入力条件として過去の環境属性をデータベースから導入し過去の潜在生息地を描き、これと現状との差を抽出することによって、生息地の空間的变化と生息条件の劣化要因を特定した。

最終段階のシナリオ分析においては、生態系の再生を行う「対象種」と「再生可能な地域（流域）」を全国の生息地ポテンシャルマップを基に選定し、その候補地域における採択可能な自然再生シナリオをモデル条件として与え、HSI を個別に提示した。

参考文献

- S. Kameyama, M. Fukushima, M. Han and M. Kaneko (2007) Spatio-temporal changes in habitat potential of endangered freshwater fish in Japan, *Ecological Informatics*, Vol 2, No.4, pp 318-327, DOI information, 10.1016/j.ecoinf.2007.08.001
- T. Ishii, M. Nashimoto and H. Shimogaki (1999) Estimation of Leaf Area Index Using Remote Sensing Data, *Journal of Japan Society of Hydrology & Water Resources*, Vol.12; No.3; pp.210-220
- Global warming prediction information, Japan Meteorological Agency, 2013, Vol.8
- MIKE SHE - integrated catchment modeling, DHI home page; <http://www.mikebydhi.com/Products/WaterResources/MIKESHE.aspx>

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 4 件)

(国際誌 1 件)

S. Kameyama, H. Shimazaki, S. Nohara, T. Sato Y. Fujii, K. Kudo, *Hydrological and Sediment Transport Simulation to Assess the Impact of Dam Construction in the Mekong River Main Channel*, *American Journal of Environmental Science* Volume 9, Issue 3, Pages 247-258, 2013, ISSN: 1553-345X, 査読有り

(国内誌 3 件)

亀山哲(分担執筆)流域環境 GIS データ共有化システム(生態系サービスのワイズユーズによる自然と人間社会の共生)、湿原流域の変容の監視手法の確立と生態系修復のための調和的管理手法の開発報告書、2013、査読無し

金子正美, 田中克佳, 赤松 里香, 長雄一, 濱原 和広, 木戸和男, 濱田 誠一, 亀山哲, 油汚染等の海洋生態系への影響評価につながる海域 - 陸域統合型 GIS の構築について, *沿岸域学会誌*, 23 巻(3号)2011, pp.1-7, 査読有り

野原精一, 福島路生, 亀山哲, 井上智美, 島崎彦人, 流域生態系における環境影響評価手法の開発(中核研究プロジェクト 3). *Report of Special Research from the NIES, Japan (SR-99-2011)* pp.52-68. 2011; 亀山執筆部分 2.2 人間活動による生物多様性・生態系影響評価モデルの開発, pp.57-63, 査読無し

〔学会発表〕(計 8 件)
(国際学会 3 件)

Satoshi Kameyama (2015) The impact of river water quality change and watershed fragmentation on freshwater fish habitat in Japan, Pollution Process and Control of Nitrogen and Phosphorus in River Basin Workshop, 30 Sep. 2015, Beijing (China)

Satoshi Kameyama, Yoshiki Yamagata, Seiichi Nohara, Makoto Sato and Shigeharu Terui (2015) Flow and Water Temperature Simulation with Future Scenarios for Nature Restoration Project in The Kushiro River, Japan, 2015 International Conference on River and Stream Restoration (REFORM), Abstract p.100, 30 June 2015, Wageningen (The Netherlands)

Satoshi Kameyama, Yoshiki Yamagata, Seiichi Nohara and Makoto Sato (2013) Flow and Water Temperature Simulation with Future Scenario for Nature Restoration in the Kushiro Watershed, Japan, The 3rd Biennial Symposium of the International Society for River Science, Abstract p63, 6 Aug. 2013 Beijing (China)

(国内学会 5 件)

亀山哲 (2015) 森・里・川・海を繋ぐ流域圏生態系の保全と再生～自然共生社会を目指す GIS～, つくば GIS セミナー2015, 2015/10/09, つくば国際会議場(つくば市)

Satoshi Kameyama, Yoshiki Yamagata, Seiichi Nohara, Makoto Sato and Shigeharu Terui (2014) Flow and water temperature simulation with future scenarios for watershed ecosystem management in Kushiro River, Japan, The 62nd Ecological Society of Japan Annual Meeting, Abstracts p75, Kagoshima, JAPAN, Kagoshima Univ. Kagoshima City (Japan)

亀山哲・山形与志樹・野原精一(2014)自然再生と生態系サービスの活用で創造するスマートビレッジの未来～釧路川流域の事例～, NORNAC17, プログラム・要旨集 P.14 O-10, 2014 年 10 月, 香川県民ホール(高松市)

亀山哲, 山形与志樹, 庄山紀久子, 関根秀真, 大木孝, 松田光弘, 後藤伸一, 佐藤達明, 田中克佳, (2013) 生態系サービス・自然再生エネルギーの活用で創造するスマートビレッジの未来 2013 鶴居環境ワークショップ, 2013 年 10 月, 鶴居村役場(鶴居村) 配布資料。W.S.の内容は新聞掲載; 釧路新聞 10

月 5 日朝刊掲載

亀山哲, 山形与志樹, 庄山紀久子, 関根秀真, 大木孝, 田中克佳, 金子正美 (2013) GIS で創造するスマートビレッジの未来～釧路・鶴居村の取り組み～, 第 9 回 GIS コミュニティフォーラム, 2013 年 5 月, 東京ミッドタウン(東京都)

〔図書〕(計 1 件)

亀山哲〔分担執筆〕(2010) 里山・里海:日本の社会生態学的生産ランドスケープ - 北海道の経験と教訓 -日本の里山・里海評価, ISBN 978-92-808-4501-3, 国際連合大学高等研究所 (UNU-IAS), 2010 年 3 月, 108p.), http://www.ias.unu.edu/resource_centre/1-hokkaido_w_24Feb2011.pdf, 執筆章; 河川(サケ科魚類)(供給サービス, 文化的サービス, 変化への対応と今後の課題) 3.8pp.47-48, 4.8pp.69-70, 5.8pp.82-85.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)
取得状況(計 0 件)

〔その他〕

受賞

第 14 回尾瀬賞; 中村太士, 亀山哲, 水垣滋 (2012) 釧路湿原における流域土地利用の累積的影響評価と生態学的保全及び復元に関する研究, 受賞記念講演(2012 年 6 月 29 日), 東京, 都道府県会館

環境教育および社会啓発的講演

亀山哲, 岡健太(2015)川にすむ生物の暮らし～アクアリウムから考える水生生物と流域の生態系～, 2015 サイエンスQ(筑波研究学園都市交流協議会), 2015 年 12 月 11 日, つくば市小絹中学校

亀山哲, 岡健太(2014)川にすむ生物の暮らし～アクアリウムから考えてみよう～, 2014 サイエンスQ(筑波研究学園都市交流協議会), 2014 年 11 月 20 日, つくば市菅間小学校

亀山哲, 岡健太(2013)生態系と水～アクアリウムから考えてみよう～, 2013 サイエンスQ(筑波研究学園都市交流協議会), 2013 年 11 月 19 日, つくば市栄小学校

亀山哲, 岡健太(2012)生態系と水～アクアリウムから考えてみよう～, 2012 サイエンスQ(筑波研究学園都市交流協議会), 2012 年 11 月 8 日, つくば市上郷小学校

亀山哲,伊禮聡(2012)生態系と水～アクアリウムから考えてみよう～,「親子・みらい」セミナー,H24 竹園東小学校 PTA 事業,2012年8月6日,つくば市竹園東小学校,

亀山哲(2012)流域管理と生態系サービス--流域の生態系保全と開発--.文部科学省SSH事業科学講演会,2012年7月18日,茗溪学園中学校高等学校,

亀山哲(2011)流域管理と生態系サービス--流域の生態系保全と開発--.文部科学省SSH事業科学講演会,2011年7月19日,茗溪学園中学校高等学校,

S.Kameyama(2011)Conservation and restoration of watershed ecosystems(流域圏の環境保全と自然再生)岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラム,Rearing Program for Basin Water Environmental Leaders(Gifu University)特別講義リモートセンシング水環境計測学特論,2011年1月25日,岐阜大学

ラジオによる講義の公開放送

筑波研究学園都市交流協議会
平成27年度サイエンスQ第21回放送
テーマ:水生生物の世界を観てみよう
(みんなで作るアクアリウム)
<https://ja-jp.facebook.com/tsukukyo/posts/462649797277571>
つくばみらい市立小絹中学校2学年を対象とした流域生態系と河川生物に関する講義の公開放送
媒体:ラジオつくば FM84.2MHz
放送日:12月20日(日)
放送時間:8:00AM~9:00AM

6. 研究組織

(1) 研究代表者

亀山 哲 (KAMEYAMA Satoshi)
国立環境研究所・
生物・生態系環境研究センター・
主任研究員
研究者番号: 80332237