

## 技術紹介 13 河川環境への気候変動影響の把握と適応策の実践

齋藤 奏磨

SAITO Soma

環境・地域デザイン事業部  
まちづくり第2部



近年、進行する気候変動に対し、温室効果ガス排出抑制などの緩和策に着目されることが多いなか、既に気候変動の影響が現れており、適応策の重要性が見直されてきている。しかしながら、現在、広く公表されている情報は、気温や降水量など気象パラメータの将来予測値であり、その気候変動に附随する環境変化が明確となっていないため、具体的な適応策の検討が難しい状況である。本稿では、この課題解決に向け、d4PDFによる気象パラメータの将来予測値とRSRモデルおよびRNN-LSTM手法を活用した機械学習を組み合わせ、河川環境の変化を明確化することにより具体的な対応策を検討した例について紹介する。

キーワード：気候変動、地球温暖化、適応策、d4PDF、RSR、RNN-LSTM、機械学習

### 1.はじめに

近年、気候変動の影響が懸念されており、2020年には、政府により「2050年カーボンニュートラル」を目指すことが宣言された。こうした背景から、急速な脱炭素政策が進められ、再エネ推進などの緩和策が展開されている。

しかしながら、既に気候変動の影響として、平均気温の上昇、大雨の頻度の増加、農産物の品質低下などが現れており、脱炭素社会が実現したとしても、極端な高温現象や大雨などの変化は避けられない状況にある。このことから、多岐にわたる影響を回避・軽減するための適応策を推進する必要がある。気候変動の傾向は地域ごとに大きく異なることから、適応策の検討のためには、その影響の程度を把握しなければならない。

本稿では、気候変動の影響の把握および、それに対する適応策の提案を事業化させることを目的として、気候変動影響の解析技術の確立と適応策の実践について自社研究としての取組を紹介する。

気候変動の適応策として人の命や財産を守る防災対策は進んでいるものの、自然環境を対象に取り組みされている事例はまだ少ない。そこで、今回は河川環境を対象とし、気候変動による気温の上昇や降雨強度・頻度が増大することでの河川環境への影響予測と適応策の検討・実施をおこなった。

本研究の対象としたA河川(写真-1)は、延長約16km、流域面積約45km<sup>2</sup>の二級河川である。ダムがなく、豊かな自然環境が残り、アユやテナガエビ類などの回遊性の水生生物が生息する。河川中流部には、魚道のない堰があり、河川の連続性がなく、アユなどの遡上阻害が発生している。



写真-1 対象にしたA河川

### 2.存在した課題

#### 2-1.河川環境への影響予測に必要な項目

気候変動の傾向は地域ごとに大きく異なるため、自治体が適応策を検討するにあたり、自治体ごとに気候変動傾向の把握が必要となる。

そこで、文科省・気候変動リスク情報創生プログラムにより作成された「地球温暖化対策に資するアンサンブルデータベース、database for Policy Decision making for Future climate change (d4PDF)」<sup>1)</sup>を活用することとした。

これは、全球温度が1.5K、2K、4K上昇下の日本全国の気候を20kmメッシュで予測した気象パラメータ(気温、降水量など)データセットであり、d4PDFにより、地域ごとの気候変動傾向の違いを把握することが可能になる。

しかしながら、d4PDFで把握できる項目は、気温、降水量などの気象パラメータのみである。具体的に適応策を検討するためには、気象パラメータの変化により影響を受けうる、より具体的な事象の変化傾向を把握することが必要であった。

#### 2-2.容易で安価な適応策の検討・実施

上述の課題が解決され、適応策を検討し、実行に移す際には、事業採算性の観点から、必ずしも満足な適応策を選択できない可能性がある。

近年は、災害の激甚化、頻発化により防災対策に関する予算は確保され、積極的に推進されている一方で、環境面などに関する適応策の推進は遅れている。

自然環境は一度失われてしまうと、回復させるまでには年月を要するため、できる限り失わないように事前対策の実施が重要となる。

これらのことから、比較的安価で効果の発揮までに時間を要しない適応策の検討が必要であり、河川環境変化に伴う水生生物に関する適応策の提案が課題である。

### 3.解決する技術

#### 3-1. 気候変動による河川環境への影響の把握

適応策を具体的に検討するためには、より定量的な影響の把握が求められた。そこで d4PDF を 2つの技術と組み合わせることにより、河川環境への気候変動影響の指標となりうる具体的な項目（土砂移動、水温）を定量的に把握することとした。

##### (1). RSR モデルによる土砂堆積の予測

降雨強度が増大することで、山から川への土砂流入量が変わること、また、河道内の侵食・堆積傾向が変化することが予想された。そこで、土砂輸送を考慮した RRI モデルである RSR (Rainfall-Sediment-Runoff) モデル<sup>2)</sup>を活用し、A 流域で発生した降水イベント時の土砂輸送の状況（河道内の侵食傾向、堆積傾向）を推計・見える化した。8年に1度発生する確率規模であった2014年8月の豪雨では、顕著に支川が侵食し、本川との合流部直下で最大8cmの土砂堆積が発生していることが明らかになった。また、d4PDFの将来実験データをRSRモデルに入力すると、2K上昇化では2014年8月豪雨と同規模の雨はこれまでの1.6倍の頻度で発生し、一部の区間でより顕著に堆積が進行することが予測された(図-2)。

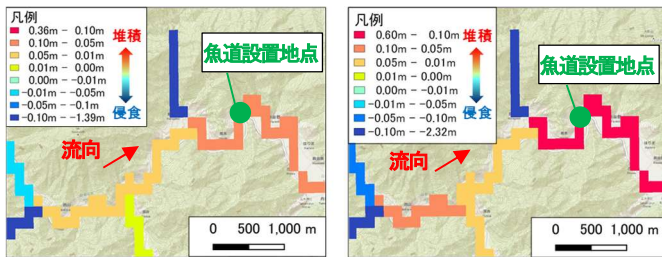


図-2 河川内の土砂堆積傾向

(左：2014年8月河床高変化、右：10年累積堆積量差分図(2K-現在))

##### (2). RNN-LSTM手法の機械学習による水温予測

気温の上昇により河川水温が高温になることが予想されることから、水生生物への影響の程度を定量的に把握するため、河川水温をターゲットとした機械学習を行った。参考論文の手法<sup>3)</sup>を参考にし、リカレントニューラルネットワーク（以下、RNN）の Long Short Term Memory（以下、LSTM）手法により、気温、降水量を説明変数、河川水温を目的変数とした。また、A 河川では水温観測データがなかったため、水温データが十分にある B 河川において水温予測モデルを構築し、それを A 河川において転用した。その結果、A 河川では、将来的に水温が20℃以上となる期間が現在よりも約30日増加する(2K上昇時)ことが明らかになった(図-3)。

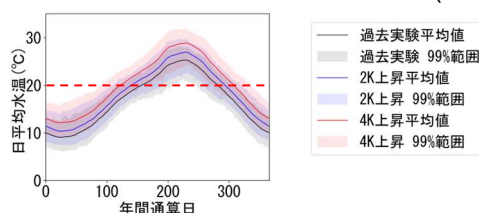


図-3 水温の将来変化

#### 3-2. 簡易魚道設置の提案

A 河川では、河道内への土砂堆積や水温の上昇が予測され、アユ等の水生生物の生息環境への影響が懸念された。そのため、顕著な土砂堆積区間を避け、また、水温が低い上流部に、水生生物を遡上させる必要があった。そこで、河川の連続性に最も課題のある堰に魚道を設置することとした。設置した魚道は、安価かつ運搬や設置・撤去が容易な木製の分割式の簡易魚道とした(写真-2)<sup>4)</sup>。また、出水による魚道流失の可能性が考えられたことから、地元の方にも協力いただきながら、出水前に撤去を行うよう管理を行った。

簡易魚道により、設置期間を通して約15,000匹のアユの遡上が確認された(表-1)。アユ等の水生生物が簡易魚道により上流へ移動しやすくなり、土砂堆積や高水温による影響の回避・低減に貢献ができた。



写真-2 河川に設置した簡易魚道

表-1 簡易魚道の設置概要

設置概要	
設置期間	2023年5月12日～7月8日 (うち設置日数：8日間)
推算遡上量	1,900匹/日×12時間(計約15,000匹)

#### 4.まとめ

本研究成果により、d4PDF と RSR モデル、機械学習を組み合わせることで、より具体的に気候変動影響を把握することが可能となった。また、機械学習は、多岐にわたる対象に対して気候変動傾向およびその影響の把握が可能であり、適応策の検討への寄与が期待される。

なお、気候変動を許容した適応策の実施には、地域住民や利害関係者などのステークホルダーの理解や協力が不可欠である。本研究においても、地元住民に多大なご協力をいただき、安全な簡易魚道の運用管理が実現できた。今後、業務の展開を図るうえでも、地域住民に受け入れられる地域活性化に繋がる適応策を提案していくことが重要である。

#### 参考文献

- 1) 文部科学省, 気象庁気象研究所, 東京大学大気海洋研究所, 京都大学防災研究所, 国立環境研究所, 筑波大学, 海洋研究開発機構: 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース利用手引(抜粋)
- 2) RSR モデルは、国立研究開発法人土木研究所より提供いただいた。
- 3) 原口菜奈子・Lin HAO・丸谷靖幸・渡部哲史・矢野信一郎: リカレントニューラルネットワークによる河川最下流の水温予測モデルの構築, 土木学会論文集B1, Vol.77, 2021.
- 4) 齋藤 稔, 高橋直己, 小部博正, 米澤隆志, 米澤孝康, 赤松良久, 中尾遼平, 岡直宏, 浜野龍夫: 徳島県日和佐川における可搬魚道の設置がアユの河川内分布におよぼす効果, 河川技術論文集, Vol.26, 2020