

# 気候変動適応に向けた岐阜の取組み（中間報告）

原田 守啓<sup>1</sup>・杉山 英夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 岐阜大学 流域圏科学研究センター（〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1）

E-mail: m-harada@green.gifu-u.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 岐阜県 環境生活部環境管理課温暖化対策係（〒500-8570 岐阜市藪田南2-1-1）

E-mail: sugiyama-hideo@pref.gifu.lg.jp

岐阜県の県土は、濃尾平野の標高ゼロメートル地帯から標高3000m級の急峻な中部山岳地域にまたがり、降水量も多い気候とあいまって、水害・土砂災害に代表される自然災害を多く蒙ってきた地域である。県民の生活の質と安全を将来に亘って確保していくためには、気候変動によって基本的には増加する方向で変化しつつある自然災害のリスクを適切に評価し、人口減少傾向も見据えた上で、社会インフラや土地利用のあり方といった社会システムを見直していくことが急務となっている。本報では、文科省気候変動適応技術社会実装プログラムSI-CAT(FY2015-2019)の支援を受けながら進めている岐阜における気候変動適応に向けた主な取組みについて報告する。

**Key Words :** climate change, adaptation, social implementation, risk management

## 1. はじめに

岐阜県の県土は、濃尾平野の標高ゼロメートル地帯から標高3000m級の急峻な中部山岳地域にまたがり、降水量も多い気候とあいまって、水害・土砂災害に代表される自然災害を多く蒙ってきた地域である。県民の生活の質と安全を将来に亘って確保していくためには、気候変動によって基本的には増加する方向で変化しつつある自然災害のリスクを適切に評価し、人口減少傾向も見据えた上で、社会インフラや土地利用のあり方といった社会システムを見直していくことが急務となっている。

本報では、文科省気候変動適応技術社会実装プログラムSI-CAT(FY2015-2019)の支援を受けながら進めている岐阜における気候変動適応に向けた各種の取組みのうち、(1)水害・土砂災害等自然災害リスクの予測、(2)気候変動適応策の検討体制の構築、(3)ステークホルダー分析と社会動態予測に基づく社会適応シナリオの立案、以上3点の取組みについて報告する。

## 2. 水害・土砂災害等自然災害リスクの予測

SI-CAT技術開発機関の支援を得ながら、現在気候、（産業革命以前と比較して）2度上昇、4度上昇した気候条件下における洪水の規模・頻度、土砂災害危険度、雪害発生頻度等の評価を進めている。

気候変動について想定している状況は、IPCC第5次報

告書<sup>1)</sup>における4つのRCPシナリオに対応させれば、「2度上昇」は各シナリオにおける概ね2030年頃の状況又はRCP2.6（低位安定化シナリオ）が功を奏した未来、「4度上昇」はRCP8.5（高位参照シナリオ、最大排出量に相当するシナリオ）における概ね2080年頃に相当すると解釈される。

温暖化に伴いアジア地域における降水量が増加する傾向であることは以前から報告されているが、各河川流域における洪水リスクや土砂災害リスクの変動を把握するためには、各流域の降雨流出特性や土地利用状況を反映したきめ細かい検討が必要である。

### (1)水害リスク評価の概要

本検討では、岐阜県土を構成する河川流域のうち、流域内人口が最も多く本川に洪水調節施設がない長良川流域をモデル流域として選定し、気候変動による洪水流量の変動を評価した。また、これを踏まえた適応策の検討を、河川管理者と大学研究者が協働して進めている。

まず、気候変動予測情報を用いて現在から将来に至る洪水リスクの定量的比較を行うこと、これらの情報を河川管理者の理解が得られやすい形で示すことを目的とし、気候変動予測データベースd4PDF<sup>2)</sup>の領域気候モデルNHRCMによる過去実験・4度上昇実験から、長良川流域における年最大降水イベントを抽出して、流出解析モデルへの適用方法について検討した。

洪水流出解析に用いる流出解析モデルは、貯留関数法

を用いた。河川管理者からの情報提供に基づき、約1700km<sup>2</sup>の長良川流域を27の流域モデルとこれらを連結する河道モデルにより構成し、過去に発生した主要洪水の再現計算によって調整されたパラメータを用いた。貯留関数法モデルを計算するために作成したFortranプログラムに上記モデルパラメータを入力し、過去に発生した主要洪水のうち13洪水を対象として、モデルの再現精度について検証しながら、情報が残存していなかったパラメータの調整を行った。

続いてd4PDFの過去実験・4度実験からそれぞれ年最大降水イベントを抽出し、d4PDFの計算グリッドと流出解析モデルの27小流域の平面的な重なりをArcGISを用いて計算し、メッシュごとの時間降水量を、長良川流域平均及び27小流域毎の時間降水量に変換して流域平均降水量の時系列データを得た。

各アンサンブル・各年のデータより、流域平均降水量に着目して、1時間、3時間、6時間、12時間、24時間、48時間雨量の各指標における年最大降水量が発生するイベントを年最大降水イベント（過去実験3000イベント、4度実験5490イベント）として抽出してカタログ化した。その後、これらの年最大降水イベントに対して流出解析を行い、洪水ピーク流量を計算した。

過去気象の洪水ピーク流量頻度分布（3000イベント）と、国土交通省が設置観測している水位流量観測所における過去50年余りの年最大流量の観測記録の頻度分布を用いて、解析結果のバイアス補正を行い、過去気象による洪水頻度分布を観測記録に適合させた。この補正係数を4度上昇条件における洪水ピーク流量頻度分布（5490イベント）にも適用した（図-1）。これら2つの洪水ピーク流量頻度分布より、X年確率の洪水ピーク流量をそれぞれ算定した（図-2）。

以上の検討により、長良川流域における年最大降水イベントに対応する洪水流量は、4度上昇の条件下では、降水量の増加に伴って大幅に増加すると評価された。現在の本曾川水系河川整備計画における長良川の計画高水流量は、忠節地点において8300m<sup>3</sup>/sとされているが、4度上昇条件下においては計画規模の洪水が30年に一度程度発生するとの評価となった。このように、気候変動の影響が定量的に評価されたことには大きな価値があると考えられる一方、増大する外力への対応は容易ではない。河川法に基づいて策定された河川整備基本方針、河川整備計画の目標流量を超過する洪水の発生頻度の上昇に対して、ハード整備水準の増強によって対応することは非常に困難である。また、現行の河川法には気候変動影響への対応を可能とする思想が含まれていないことから、いかに信頼性の高い影響評価の結果が示されたとしても、河川法の枠組みの中で有効な適応策を講じることは物理的に困難である。

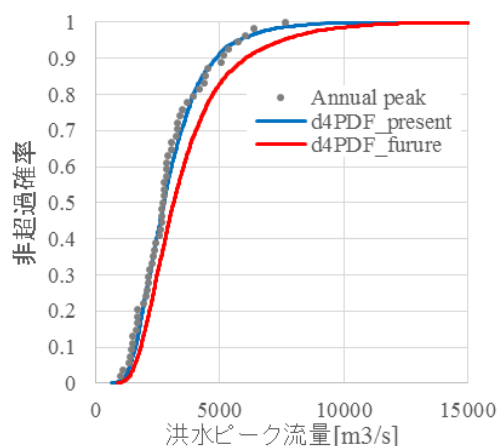


図-1 長良川忠節地点における洪水流量非超過確率評価結果（観測，d4PDF 過去気象，4度上昇）

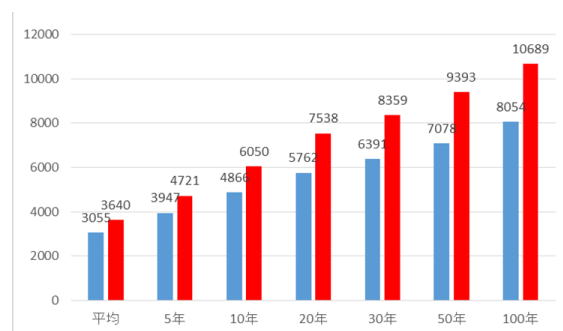


図-2 長良川忠節地点におけるX年確率洪水ピーク流量（d4PDF 過去気象，4度上昇）

本検討による評価結果の情報を河川管理者（岐阜県、国土交通省）と共有した上で、超過洪水をもたらすような気象現象が発生したとしても、洪水ピーク流量を低減するための方策、減災に資する施設の機能の保全と最大化など、洪水被害を最小化するために可能な方策の検討を始めている。

## (2)土砂災害発生確率評価の概要

現在気象庁が用いている土砂災害警戒情報は、全国一律のパラメータを有するタンクモデルにより土壌雨量指数を求め、過去の土砂災害発生情報から定めた閾値を各地域に設定して、土砂災害の危険性を判断している。しかしながら、このタンクモデルには、地形、地質、土壌、植生等の土地被覆といった地域特性の情報が考慮されておらず、5kmメッシュ領域内のどこかに土砂災害が発生する危険性があると、市町村単位で情報が公開されるため、有効な避難情報として十分に機能していない状況がある。

本検討では、セル分布型流出解析モデルと斜面安定の式を組み合わせたセル分布型土砂災害予測モデルの構築を行い、気象庁タンクモデルとの比較を行って、土砂災害予測精度の向上及び土砂災害の発生ポテンシャルの評価を目的とした検討を進めている。

### 3. 気候変動適応策の検討体制の構築

今後、気候変動予測・影響評価の知見が生産されていくにつれ、影響評価の結果を受けた適応策の検討がなされ、産官民各方面及び個人レベルで実施可能なものから順次社会実装されていくことが期待される。

しかしながら、実施主体を行政に限定して適応策を検討しようとしても、現時点で実施されている施策は多岐に及び、またそれに投じられているリソースは膨大であること、既往の施策体系の中でも適応に関わる取組みが含まれているなど、新たに適応策を検討するためには、現状分析を含む段階的な手順が必要となる。岐阜県では、法政大学地域適応センター<sup>3</sup>が提示する検討手順（図-3）を参考とし、検討手順のうち1，3，4を担う検討の場として、県庁内における関係する事業部署からなる庁内連絡会議を設置するとともに、既往の適応策（以下、潜在的適応策）の抽出と見える化の取組みを進めている。

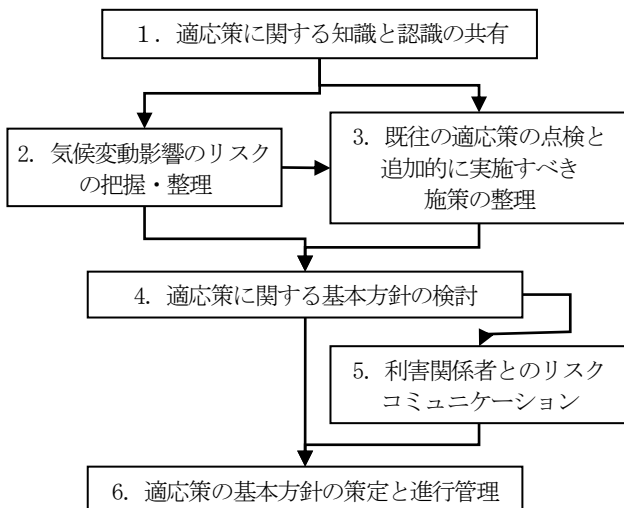


図-3 気候変動適応策の基本方針作成のための検討手順（ステップ1）（原図<sup>3</sup>一部改）

#### (1)気候変動適応策の推進に関する庁内連絡会議の開催

本会議には岐阜県庁内関係部局より、35課40係が参加しており、岐阜県における気候変動適応技術の実装に向けた議論を行うための重要な会議体である。本会議の主眼は、行政における気候変動適応策は、潜在的適応策と追加的適応策に分けられ、多くの部署では、潜在的適応策を既に実施していることを認識することに加え、先進県での取り組みを紹介することにより、岐阜県の気候風土に合った適応策の方向性を模索することにあつた。本会議の結果、農業、林業、商業の部局から、本プログラムに対して新たなニーズが発掘された。具体的には、農業分野におけるビニールハウスの雪害被害に関するポテンシャル評価のニーズ、林業分野における針葉樹林の雪害に関するポテンシャル評価のニーズ等が寄せられた。これらのニーズについては、県の研究機関がそれぞれ一

定の研究成果を有しており、本プログラムと連携することによって、研究成果の社会実装が促進されると判断されたことから、気候シナリオ検討ワーキンググループに具申して、モデル自治体長野県のニーズにより実施される積雪計算に、モデル自治体岐阜県も参加することが可能との回答を得たことから、次年度実施内容に一部組み込むこととした。

#### (2)潜在的適応策の抽出と見える化の取組み

庁内連絡会議の枠組みを用いて、現在県の各部局が行っている施策から潜在的適応策の抽出を行っている。庁内連絡会議における「潜在的適応策」の概念の説明を経て、岐阜県施策における潜在的適応策の抽出を試行した。潜在的適応策を明確化することにより、気候変動適応に対する理解と関心を喚起するとともに、今後本プログラムにより提示される影響評価結果を踏まえて検討すべき追加的適応策を議論する下地均しげなされることが期待される。潜在的適応策の抽出は、県職員との意見交換を経て、以下の手法を試行中である。

##### 【採用資料】

県事業予算に関する資料（公表資料）

##### 【手順1】県事業(約11,000件)の一次スクリーニング

大学ならびに県関係者により「気候変動の緩和と適応」に関連すると思われる事業を選定する

##### 【手順2】二次スクリーニング

県庁各課の担当職員による事業選定結果の確認

##### 【手順3】地球温暖化に対する関わり程度の数値化

|       |      |               |
|-------|------|---------------|
| <係数>◎ | 1.0  | 緩和・適応に直接的に関わる |
| ○     | 0.5  | 関わりがある        |
| △     | 0.25 | 関わりが若干ある      |
| 空欄    | 0.0  | 関わりはほとんどない    |
| +     | 0.0  | 今後の関わりが期待される  |

##### 【手順4】現状の取組状況の”見える化”

手順3の係数を用いて、事業費に換算して取組状況を見える化し、部課別、気候変動影響の項目別の取組状況を評価

##### 【手順5】追加策立案方針の検討

現状ならびに将来の2ステージに評価時期を設定

潜在的適応策の実効性を増す方策に、今後の追加適応策を加えて、各部局における気候変動緩和策・適応策とその内容を“見える化”する

##### 【手順6】B/C算定による対策効果の評価

気候変動予測の結果と関連づけて、施策や影響項目別の対策効果やその実効性を評価

手順1を試行した結果、約11000件の県事業のうち、1次スクリーニングにより、320件程度が気候変動の緩

和あるいは適応に関係すると判断された。

今後、本手法を継続し、県職員による2次スクリーニングを経て、岐阜県における潜在的適応策の見える化を進めるとともに、他行政機関にも適用可能な汎用性のある手法に洗練していくことを計画している。また、多くの県職員にとって「気候変動適応」は馴染みの薄いものであったが、本取組みを通じて、気候変動影響に対する追加適応策を議論するための下地が形成されつつある。

#### 4. ステークホルダー分析と社会動態予測に基づく社会適応シナリオの立案

SI-CAT社会実装機関（法政大学）の協力を得ながら、地域の実情を踏まえた実現性の高い適応策の実装に向けた取り組みを進めている。長良川流域をモデル流域とし、行政、各種産業、まちづくり等の取り組みを進めるNPO等のステークホルダーとのコミュニケーションを通じて、気候変動と社会変動に同時適応した地域の姿を実現するための、実効性の高い「地域適応シナリオ」の策定を進めている。

先行事例として、長野県の農業における気候変動適応シナリオの策定がなされた事例<sup>4</sup>がある。主に果樹栽培に関わる農家の利害関係事項を、現場知として吸い上げ、これに専門家による気候モデルを用いた影響予測等の情報を専門知として加えて、専門知と現場知の統合に基づくシナリオ策定を行っている。

一方、長良川流域では、気候変動による自然災害リスクの変動等の影響だけでなく、人口減少を伴う少子高齢化、産業構造の変化といった社会環境の変動にも適応した、持続可能な流域の姿をいかに実現するかをテーマとしている。取り扱うテーマが非常に大きいことから、シナリオの具体化は容易ではないものの、誰がどのような取り組みを進めていくことが、地域の持続可能性を高めることにつながるのか、地域で活動している多くのステークホルダーとの信頼関係を土台とした協働により、探っていききたい。

#### 5. おわりに

岐阜県では、これらの取り組みと平行して岐阜県における気候変動適応計画の策定を進めていく。また、岐阜大学と岐阜県が合同で設置している「清流の国ぎふ防災・減災センター」の活動を通じて、県内市町村及び地域における防災人材へのリスク情報の提示や、地区防災計画の策定支援などを進めていく計画である。

謝辞：本研究の一部は文部科学省「気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT: Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology）」の支援により実施された。また、本研究はSI-CATに参画する多くの研究機関・研究者、岐阜県・岐阜大学の研究協力者、地域の多数のステークホルダーの方々の協力を得て実施中である。ここに記して謝意を表したい。

#### 参考文献

- 1) 環境省ホームページ；気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次評価報告書(AR5)について URL: <http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/>
- 2) 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| database for Policy Gecision making for Future climate change (d4PDF) URL: <http://www.miroc-gcm.jp/~pub/d4PDF/>
- 3) 三村信男, 太田俊二, 武若聡, 亀井雅敏: 機構変動適応策のデザイン, pp.22-28, クロスメディア・マーケティング, 2015.
- 4) 馬場健司, 土井美奈子, 田中充: 気候変動適応策の実装化を目指した叙事的シナリオの開発: 農業分野におけるコミュニティ主導型ボトムアップアプローチと専門家デルファイ調査によるトップダウンアプローチの統合, 地球環境, 21, 2, 2016.

(2017.8.25 受付)

### APPROACH TO CLIMATE CHANGE ADAPTATION IN GIFU (INTERIM REPORT) Morihiro HARADA and Hideo SUGIYAMA

The Gifu prefecture spans over a steep central mountainous region of 3000 m in height from the zero meter area of the Nobi Plain, and it has suffered many natural disasters such as flood disasters and sediment-related disasters in conjunction with the high precipitation. In order to secure the quality and safety of the lives of the citizens, it is necessary to properly evaluate the risk of natural disasters, which is basically incleasing due to climate change, and to anticipate the trend of decreasing population. Also, it is an urgent task to review social systems such as social infrastructure and land use. In this report, we report on efforts towards adaptation to climate change in Gifu, which is underway with the support of the Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology (SI-CAT) of MEXT, Japan.