

## 気候変動が魚沼地方の雨量・流量特性に及ぼす影響の分析

国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所 松本直樹, 坂井等, 小野正博, 川邊三寿帆  
株式会社ニュージェック ○藤田暁, 道頭理緒奈  
ダイチ株式会社 牧野裕至

## 1. はじめに

地球温暖化への適応策の検討に資するため、気候変動予測モデルにより多数の計算（アンサンブル計算）を行った計算結果が公開されている。計算結果は「気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言」<sup>1)</sup>にも活用され、気温が現在より2℃・4℃上昇した場合の降雨量変化倍率の評価が行われた（例えば2℃上昇の場合、北海道で1.15倍、その他の地域で1.10倍）。この倍率を河川整備計画の計画対象降雨に掛けることにより、気候変動を考慮できるとされている。

上記の降雨量変化倍率は、比較的大きな河川流域を対象に適用され、広域の平均的な特性を表したものとなっている。これに対し砂防計画では、山地の狭い領域を対象とする場合が多いため、地形性降雨の影響等により狭い領域での降雨量変化倍率がどのようになるか、より詳しく特性を検討する必要がある。

本稿では、湯沢砂防事務所管内（図-1）を対象に、領域を各支川に分け、気候変動予測モデルデータから抽出した雨量の変化傾向を支川流域ごとに見るとともに、その雨量により生じる河川流量の変化についても分析した。

## 2. 気候変動予測モデルデータ

本稿では、気候変動予測モデルデータとして、文部科学省「SI-CAT(気候変動適応技術社会実装プログラム)」によるSI-CAT DDS5TK<sup>2)</sup>を用いた。このSI-CAT DDS5TKは、上記「気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言」にも用いられており、現在気候・2℃上昇・4℃上昇の3ケースの条件の計算が、それぞれ372年分(31年×12アンサンブルメンバー)行われている。データの時間的な解像度は1時間、空間的な解像度は5kmメッシュであり、東北～九州にかけての領域がカバーされている。

## 3. 確率規模 1/100 の雨量

SI-CAT DDS5TKの降水量のデータを基に、図-1の各流域の流域平均雨量を求め、現在気候、2℃上昇、4℃上昇における確率規模1/100の日雨量および1時間雨量を算定した。図-2、図-3に、現在気候の確率規模1/100雨量に対する2℃上昇および4℃上昇時の確率規模1/100雨量の変化倍率を示す。また、各流域における雨量値を比較したものを図-4に示す。

確率雨量の算定には国土技術研究センターの水文統計ユーティリティを用い、「中小河川計画の手引き(案)」に示されたフローにより確率規模1/100の雨量を求めた。(水文統計ユーティリティで用意されている13種類の毎年値確率分布モデルのうち、適合性が高く(SLSC(99%)値0.4以下)、かつ安定性の良い(JackKnife推定誤差が最小のもの)モデルを採用した。)

また、気候変動予測モデルは一般に、特定のメッシュで実際よりも大きい(あるいは小さい)雨量になりやすいといった、系統的な誤差(バイアス)を持つ。このため、確率雨量の算定に先立ち、各5kmメッシュの降水量データ(1時間毎)を対象に、渡部ら<sup>3)</sup>の方法に倣いバイアス補正を行った。

図-2、図-3を見ると、日雨量・1時間雨量とも、気候変動により雨量は概ね増加している。また、多少のバラツキがあるものの管内北部の方が変化倍率が大きい傾向が見られる。流域ごとのバラツキは、モデルのバイアス特性や確率雨量の算定方法等の影響もあると考えられ、それらの改良について今後とも検討すべきと考えられる。

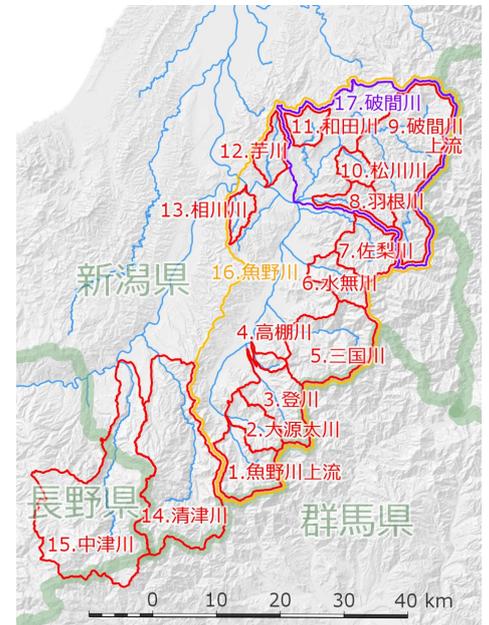


図-1 対象地域(国土地理院の陰影起伏図を使用)

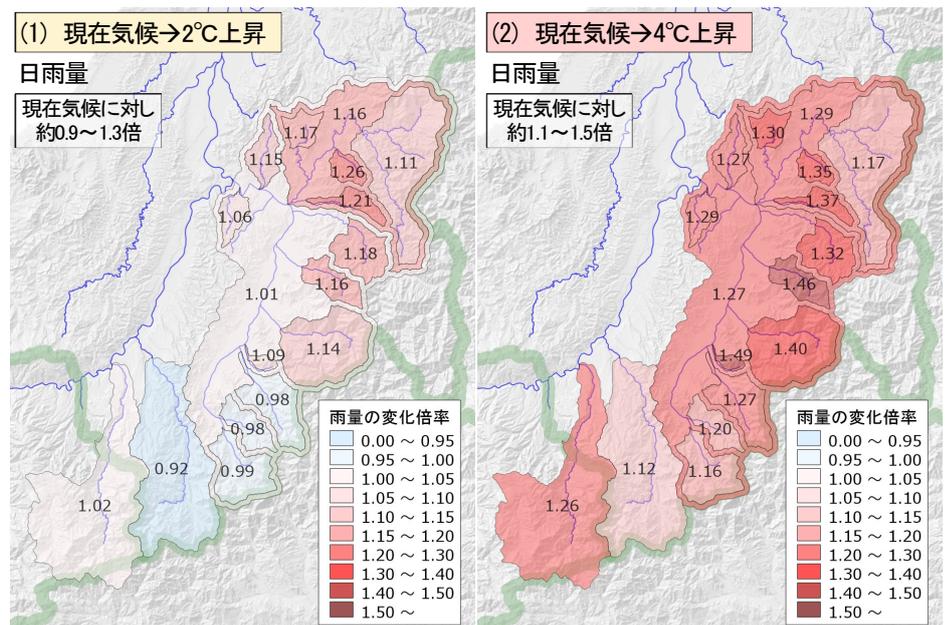


図-2 気候変動に伴う確率規模 1/100 の日雨量の変化倍率

#### 4. 確率規模1/100の流量

SI-CAT DDS5TKのデータを基に流出解析を行い、図-1の各流域の下流端における、現在気候、2℃上昇、4℃上昇時の確率規模1/100流量を評価した。

ただし、当該地域は積雪・融雪の影響があるため、流出解析へのインプットデータは、「降水量のうち雨として降ったもの」+「融雪量」とした。これらはSI-CAT DDS5TKのデータ項目に含まれているが、本稿では3.において降水量データに対し施したバイアス補正の補正量と整合するよう、それらのデータにも補正を行った。

流出解析モデルは、土木研究所 ICHARMによるRRIモデル<sup>4)</sup>を用い、融雪が春～梅雨期の基底流出を涵養する様子を良好に再現できるよう、実績データに基づき、表-1のようにパラメータを設定した。

図-5に、現在気候、2℃上昇、4℃上昇時の確率規模1/100の流量を比較したものを示す。

図-4、図-5を見ると、気候変動により雨量が増加しているにもかかわらず、流量は横ばいとなっている。これは、気候変動に伴う融雪の減少・早期化の影響と考えられる。当該地域では、年間の最大流量の発生時期は梅雨期が多く、また、現在気候は融雪の影響が春季だけでなく梅雨期まで及んでいる（融雪により平常時の基底流量が大きい、洪水時のピーク流量にも影響が及んでいると考えられる）。

以上の結果について、今後なお、気候変動予測モデルの積雪・融雪関連のデータの妥当性や、その補正方法等の検討が必要と考えられる。しかし、気候変動の影響検討において、融雪の流出を考慮することの重要性が明らかとなった。

#### 5. おわりに

本研究では、文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)により地球シミュレータを用いてd4PDFを力学的ダウンスケールしたデータ<sup>2)</sup>を使用した。気候変動予測変動モデルデータは、今後、より精度の向上したものが公開されていくことが考えられ、引き続き気候変動が外力に及ぼす影響について、分析を行っていくことが必要と考えられる。

参考文献：1) 国土交通省 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会(2021)：気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言  
 2) Sasai et al. (2019)：Future Projection of Extreme Heavy Snowfall Events With a 5-km Large Ensemble Regional Climate Simulation, <https://doi.org/10.1029/2019JD030781> 3) 渡部哲史・中村みゆき・内海信幸(2018)：アメダス観測点を対象としたd4PDFバイアス補正降水量データセットの開発, 土木学会論文集B1(水工学)Vol.74, No.5, I\_127-I\_132  
 4) 佐山敬洋・岩見洋一(2014)：降雨流出氾濫(RRI)モデルの開発と応用, 土木技術資料56-6, pp1-4

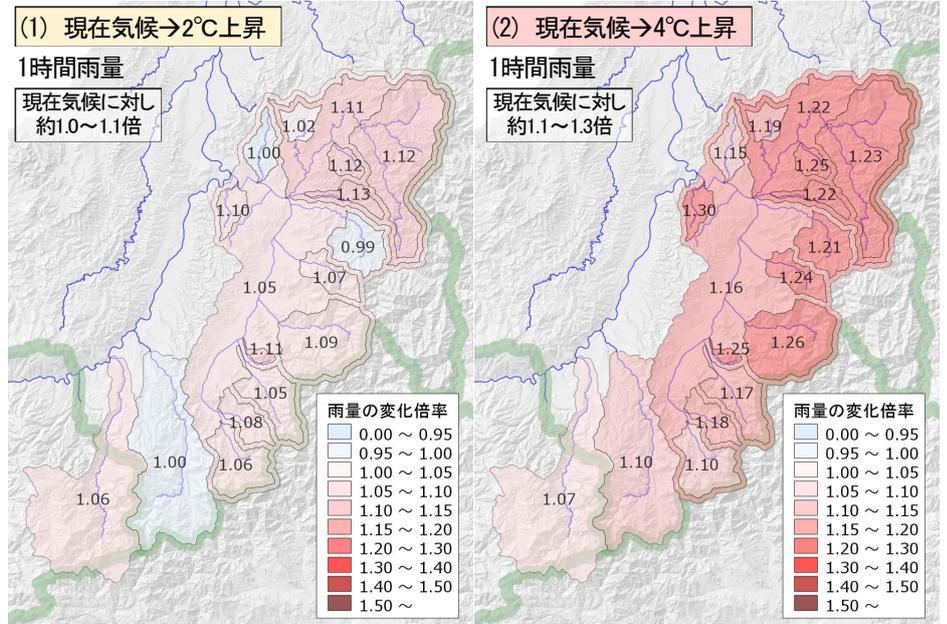


図-3 気候変動に伴う確率規模1/100の1時間雨量の変化倍率

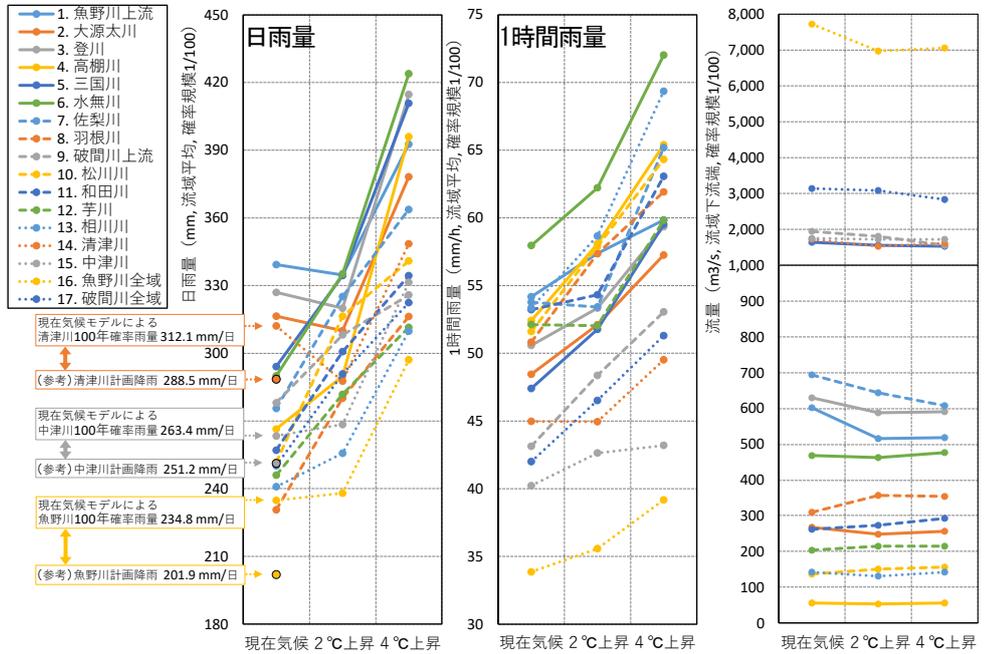


図-4 気候変動に伴う確率規模1/100の雨量の変化  
 図-5 気候変動に伴う確率規模1/100の流量の変化

表-1 RRIモデルのパラメータ設定

パラメータ名	説明	値
ns_slope	斜面の粗度係数[m <sup>1/3</sup> s]	0.15
soildepth	土層厚[m]	0.152
gammaa	有効空隙率[-]	0.322
ka	飽和透水係数(横方向)[m/s]	0.025
gammam	実効空隙率(横方向)[m]	0.008
beta	不飽和時のパラメータ(横方向)[-]	4.424
kgv	基岩の鉛直方向の飽和透水係数[m/s]	2.0×10 <sup>-5</sup>
gammag	基岩の有効空隙率[-]	0.037
tg	基岩上面における側方の飽和透水係数[m/s]	1.0×10 <sup>-4</sup>
fpg	飽和透水係数の鉛直方向の低減を規定する定数[-]	0.15
init_cond_gw	山体地下水から系外への流出を表現するパラメータ[m/s]	0.0