

天竜川上流域の地球温暖化に伴う豪雨特性変化に関する考察

国土交通省中部地方整備局天竜川上流河川事務所 佐藤保之、大森秀人、澤田宗也
 (株) ニュージェック 牧野裕至、松井潤一、土方涼子
 (株) 気象工学研究所 高田望、○因幡直希、三浦悠

1. はじめに

2020年に公表された IPCC 第6次評価報告書第1作業部会報告書¹⁾によって指摘されているように、気候システムの温暖化には疑う余地がなく、気象現象の極端化が懸念されている。また、気象庁²⁾によると、日降水量200mm以上の日数は、1901~2020年の120年間で増加しており、大雨の頻度が増加する傾向にある事が明らかになっている。地球温暖化の影響で激甚化が予想される土砂災害に対し、適切な対策を講じていくためには、地球温暖化により将来の豪雨がどのように変化するかを定量的に把握することが重要である。

そこで、本研究の対象である天竜川上流域で、特に大規模な土砂災害を発生させた1961年(昭和36年)6月の三六災害豪雨を例として、豪雨事例に対する気候変動の影響を評価することを目的とし、擬似温暖化実験を行った。

2. 研究手法

領域気象モデルによる三六災害の再現計算結果(再現実験)と地球温暖化による気象場の変化量を上乗せした再現計算(擬似温暖化実験)を行い、それらの結果を比較することで、地球温暖化の影響を評価した。

2.1 再現実験

領域気象モデルには豪雨時の気象場の再現計算に多くの分野で使用されているWRFを使用した。WRFは、米国大気研究センターと米国環境予測センターを中心とする共同プロジェクトによって開発されたモデルである。WRFの設定を図1および表1に示す。

初期値および境界値は、三六災害発生当時のデータが整備されている気象庁の長期再解析データ JRA-55を使用した。JRA-55は、1958年以降、約60kmメッシュで6時間毎の3次元の気象データが気象庁により整備されている。

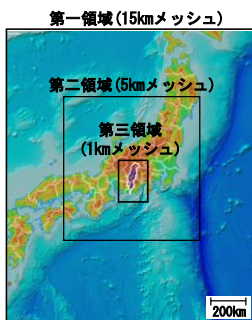


表1 WRF 物理スキームの設定

物理過程	スキーム
雲物理	Ferrier (第三領域)
長波放射	RRTM
短波放射	Dudhia
地表面	Monin-Obukhov Thermal Diffusion
境界層	YSU
積雲対流	なし

図1 WRF 計算領域
 地形図の出典：国土地理院 (一部加工・編集)

2.2 擬似温暖化実験

擬似温暖化実験は、再現実験で用いられた初期値・境界値(JRA-55)に対して、地球温暖化による気象場の変化量を上乗せしたデータセットを初期値、境界値として使用する事で、将来気候下の再現計算を行う手法である。

気象場の変化量には、気象場の月平均場の将来気候と現在気候の差分の3次元分布が使用される。

本検討では、文科省・気候変動リスク情報創生プログラムのd4PDF³⁾(約20kmメッシュ)を使用した。d4PDFでは、現在気候、2℃上昇、4℃上昇を想定した3パターンのデータが整備されている。

本検討では、気温、比湿、地表面温度について、6月の月平均を算出し、2℃または4℃上昇と現在気候の差分を変化量として、JRA-55に上乗せした。

上記のデータを初期値、境界値とした再現計算を行い、2℃または4℃上昇を想定した2パターンの擬似温暖化実験を行った。

3. 結果と考察

3.1 再現実験の精度検証

地上雨量と再現実験結果の比較を図2に示す。対象とした雨量観測所(13地点)を図3に示す。

総雨量、最大1時間雨量のいずれも回帰式の傾きが1に近く、強雨を再現することが出来ていることが分かる。

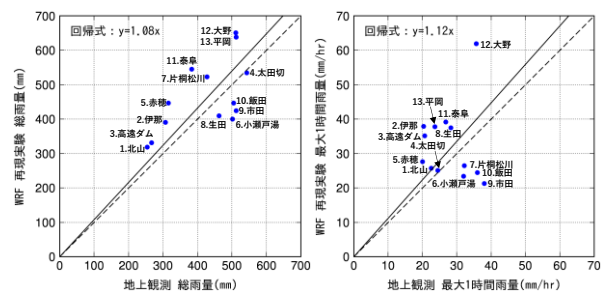


図2 再現実験と地上雨量の比較結果
 (左) 総雨量 (右) 最大1時間雨量

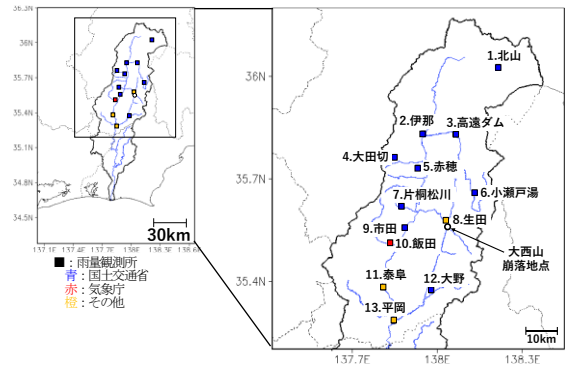


図3 対象雨量観測所位置図

3.2 三六災害豪雨の降雨特性の将来変化

擬似温暖化実験の結果として、天竜川上流域周辺のメッシュ毎の最大1時間雨量分布と総雨量分布をそれぞれ図4および図5に示す。

- 5 メッシュ毎の最大1時間雨量分布は、気温が上がるほど、多くのメッシュで雨量が増加していることが分かる。一方で、総雨量分布では、2℃上昇は強雨域が再現実験よりも広がっていたが、4℃上昇は再現実験よりも雨量が少ない結果となった。

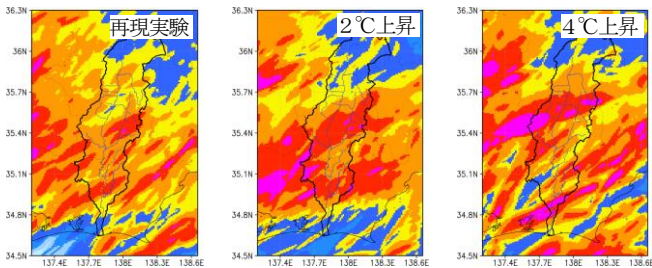


図4 メッシュ毎の最大1時間雨量分布
(左) 再現実験 (中央) 2℃上昇 (右) 4℃上昇

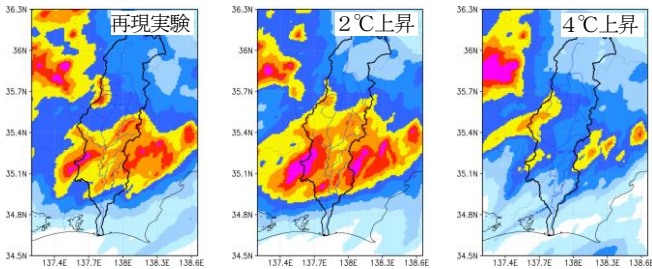


図5 総雨量分布

(左) 再現実験 (中央) 2℃上昇 (右) 4℃上昇

この傾向に関して考察を行うため、土砂災害が発生していた大西山に近い生田の雨量時系列を図6に示す。4℃上昇は、特に06/26の雨量が少ないことがわかる。

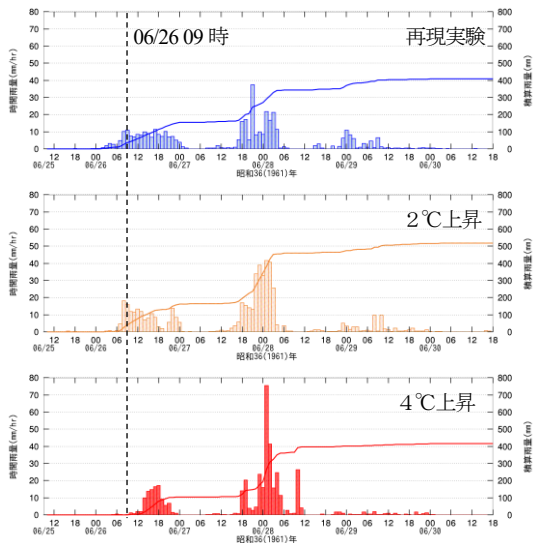


図6 地点雨量時系列(8. 生田)
(上) 再現実験 (中央) 2℃上昇 (下) 4℃上昇

- 25 そこで、06/26 09時の850hPa気圧面(高度約1,500m)の相当温位・風向分布と1時間雨量分布をそれぞれ図7および図8に示す。

- 相当温位については、4℃上昇で最も高く、地球温暖化の影響で、より暖湿気が流入しやすくなることが分かる。その結果、風の収束線(≒前線)が大きく北上したことから、4℃上昇では強雨域が北にずれてしまい、天竜川上流域周辺の雨量が減少していたと考えられる。

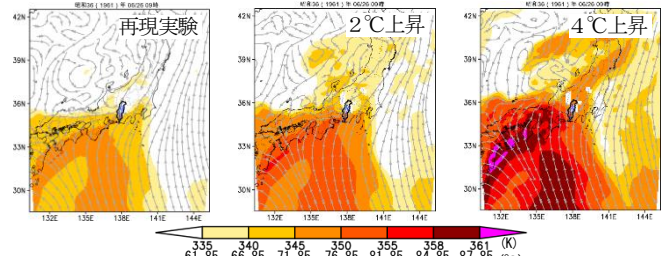


図7 850hPa相当温位・風向分布(06/26 09時)
(左) 再現実験 (中央) 2℃上昇 (右) 4℃上昇

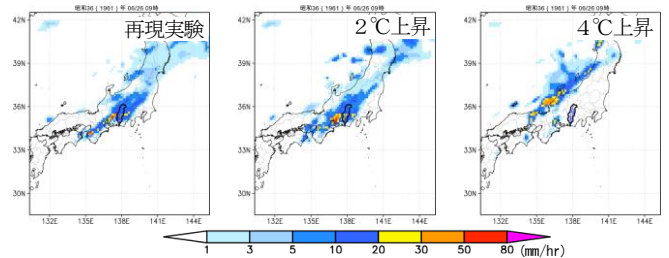


図8 1時間雨量分布(06/26 09時)

(左) 再現実験 (中央) 2℃上昇 (右) 4℃上昇

4. まとめ

- 三六災害豪雨を対象として、擬似温暖化実験を行った。その結果、地球温暖化に伴い、気温が上がるほど、多くのメッシュで最大1時間雨量が増加していた。また、2℃上昇を想定した場合では、総雨量についても、総じて再現実験よりも雨量が増加していた。4℃上昇を想定した場合では、暖湿気が非常に強化された影響で、強雨域が北にずれており、総雨量は再現実験よりも少なかった。ただし、三六災害豪雨を対象とした擬似温暖化実験の結果としては、強雨域は北にずれていたが、4℃上昇を想定した場合、天竜川流域において、より早い時期に三六災害の様な大規模な災害が発生する恐れがある事に注意が必要である。

<参考文献>

- 1) 気象庁：IPCC第6次評価報告書 第1作業部会報告書 気候変動2021：自然科学的根拠 政策決定者向け要約(SPM) 暫定訳(2021年9月1日版)，37pp, 2021.
- 2) 気象庁：気候変動監視レポート2020, 88pp, 2020. 和田一範・楠
- 3) <https://www.miroc-gcm.jp/d4PDF/index.html>