

広島県における令和3年8月豪雨と平成30年7月豪雨の洪水・土砂災害危険度に関する比較解析

勝部智仁¹⁾，田中健路^{1,2)}

1) 広島工業大学環境学部地球環境学科， 2) 広島工業大学地域防災減災教育研究推進センター

1. はじめに

最近5年間のうち、平成30年(2018年)7月豪雨、令和2年(2020年)7月豪雨、令和3年(2021年)8月豪雨と梅雨前線や停滞前線に伴う長時間大雨が発生し、西日本の各地で多数の河川氾濫・土砂災害が発生している。このうち、平成30年7月豪雨と令和3年8月豪雨の2例では、広島県上空に線状降水帯が発生し、広島県内に大雨特別警報が発表された。気象庁異常気象分析検討会による速報¹⁾では、全国の比較可能な1029地点のアメダス降雨観測点において、降雨継続日数8~16日間の降水量の総和が平成30年7月豪雨や令和2年7月豪雨を上回り、観測史上1位であったと報告している。しかしながら、両者の大雨による被害を比較すると(表-1)、広島県内の被害、全国における被害、いずれも令和3年7月豪雨においては、平成30年7月豪雨と比べて少なく抑えられている。その背景として、近年の豪雨災害による被害を受けた河川・砂防面でのハードウェア対策の進展や、地域住民の避難行動の変容など様々な可能性が挙げられるが、降雨に伴う洪水や土砂災害の発生の危険度において両者にどのような相違が生じたか、観測情報を基にした分析を第一に行う必要がある。

そこで、本研究では、前線の長期停滞に伴う大雨により、大雨特別警報が発表される記録的な大雨となった令和3年8月豪雨と平成30年7月豪雨の2事例について、地上降雨観測、X-RAIN レーダー観測データを用いて、洪水・土砂災害に関連する指標を算出し、比較解析を行った。

表-1 平成30年7月豪雨と令和3年8月豪雨の被害状況 (内閣府・消防庁調べ)

	広島県内の被害		全国の被害	
	H30年7月豪雨	R3年8月豪雨	H30年7月豪雨	R3年8月豪雨
死者・行方不明(人)	138	3	271	13
住家全半壊(棟)	4,771	84	12,029	1,358
床上床下浸水(棟)	9,019	461	28,619	6,555
河川氾濫(河川数)	92 河川	9 河川	315 河川	88 河川
土砂災害(件数)	609	116	2,581	413

2. 研究方法

広島県内の地上雨量観測データおよび河川水位観測データを広島県防災 web より入手した。また、国土交通省 X/C-BAND 合成雨量毎分観測データ(以後、X-RAIN データと称す)を、データ統合・解析システム(DIAS)(東京大学先端技術研究所)より入手した。X-BAND データは、北緯 34.0° ~35.5°，東経 131.5° ~133.5° (南北 720 格子×東西 640 格子)の領域を取り出して解析した。解析対象期間は、平成30年7月豪雨は、2018年7月1日00:00~8日00:00、令和3年8月豪雨は、2021年8月11日

0:00～8月19日0:00とした。なお、実効雨量の計算を行うために、各解析対象期間の前1ヶ月分の地上雨量観測、X-RAIN データを入手した。

河川氾濫の危険度については、水位観測所より上流側に位置する集水域雨量 X-RAIN データを使用して求め、集水域雨量を N 時間分積算した値と河川水位との相関を解析し、両者の相関が強い積算時間（概ね $R^2 > 0.85$ ）の集水域積算雨量を抽出した。集水域の判定にあたって、国土交通省国土数値情報ダウンロードサイトで公開されている流域境界ポリゴンデータを使用した。対象流域は、両事例共に氾濫が発生した江の川水系の広島県側の流域とした。

土砂災害の危険度指数として、地上雨量、X-RAIN データそれぞれ、短期実効雨量 R_s （半減期 1.5 時間）、長期実効雨量（半減期 72 時間） R_L を求め、次式で定義される雨量指数 R' を求めた。

$$R' = R_0 - \sqrt{a^2(R_{s0} - R_s)^2 + (R_{L0} - R_L)^2} \quad (1)$$

但し、 $R_{s0} = 200$ (mm)、 $R_{L0} = 600$ (mm)、 $a = 3.0$ 、 $R_0 = \sqrt{a^2 R_{s0}^2 + R_{L0}^2}$ である²⁾。これまでの広島県を対象とした先行研究を踏まえ、土石流の危険が高まる目安となる $R' = 250$ (mm)を判定基準として設定した。判定基準を超過した X-RAIN データの格子と広島県内の土砂災害警戒区域を重ね合わせ、判定基準を超過した土砂災害警戒区域の箇所数および面積を算出した。また、4 次細分メッシュ人口分布（2020 年度推計）を用いて、判定基準を超過した土砂災害警戒区域を含む人口メッシュを抽出し、該当メッシュの推計人口を積算し、土砂災害の影響を受ける可能性のある人口（影響人口）を推計した。

3. 研究結果

3.1. 地上雨量観測に関する統計

広島県内の比較可能な 405 地点に対し、各雨量観測点における N 時間雨量の最大値を P_N とし、本研究の対象 2 事例の豪雨について、各条件を満たす観測点数を算出した。また、解析対象期間の総雨量を計算し、1 地点あたりの期間総雨量 P_{avg} を算出した。その結果を表-2 に示す。本研究の豪雨 2 事例共に、広島県内に線状降水帯が停滞・通過したが、前線が南北に傾斜した状態で広島上空を通過した平成 30 年 7 月豪雨の方が、令和 3 年 8 月豪雨時よりも線状降水帯による影響範囲が広がった。図 1 に示す最大 3 時間雨量の分布が上述の内容を示唆している。24 時間までの最大雨量で比較すると、前線通過に伴い 1 晩で 2 度の降雨ピークが発生した平成 30 年 7 月豪雨の方が、令和 3 年 8 月豪雨よりも一定条件を上回る降水量を観測した地点数が多い。しかし、最大 72 時間降雨量及び、期間全体の降水量で比較すると、令和 3 年 8 月豪雨の方が平成 30 年 7 月豪雨のよりも上回る。令和 3 年 8 月豪雨では、8 月 13 日午前広島県北西部に発生した線状降水帯付近の領域を除き、短時間大雨は殆ど観測されず、1 時間数 mm～10mm 程度の降雨が数日間降り続いた結果、平成 30 年 7 月豪雨を上回る規模に至ったとされる。

表-2 広島県内の地上雨量観測に関する統計諸量の比較(N=405 地点)

雨量条件	$P_1 \geq 50$	$P_3 \geq 100$	$P_{12} \geq 150$	$P_{24} \geq 200$	$P_{72} \geq 400$	P_{avg}
平成 30 年 7 月豪雨	63	42	230	310	134	402.8 mm
令和 3 年 8 月豪雨	38	21	65	175	161	439.7 mm

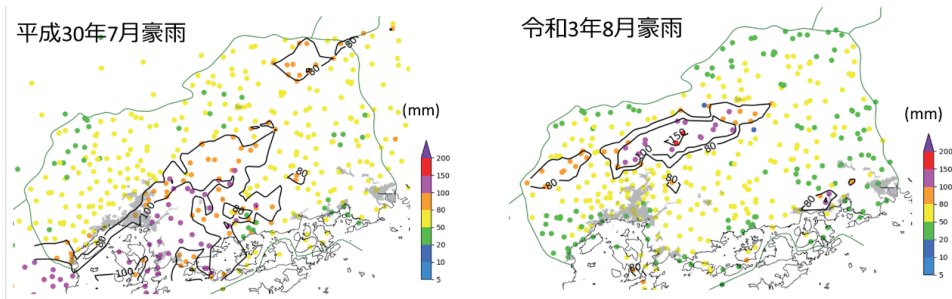


図1 平成30年7月豪雨(左), 令和3年8月豪雨における最大3時間雨量の分布

3.2. 降雨継続時間の比較と洪水リスク

江の川流域のうち、土師ダムより上流側及び馬洗川との合流点付近の南畑敷水位観測所の集水域総雨量の降雨継続時間N時間に対する最大値の関係を示したものを図2に示す。線状降水帯が停滞した広島県北西部の江の川本川の土師ダムより上流部では、継続時間20時間まで令和3年(2021年)豪雨の方が平成30年豪雨を上回っており、それよりも長い継続時間では平成30年豪雨を下回っていた。一方、県北東部を占める馬洗川流域において、平成30年豪雨の水位応答に対し最も相関の高かった20時間前後の総雨量を比べると、令和3年8月豪雨の集水域総雨量は平成30年7月豪雨の値の6割前後にとどまっていた。従って、令和3年8月豪雨では、広島県北西部を中心とした一部の領域で平成30年7月豪雨に匹敵する洪水リスクを抱えていたが、それ以外では出水時の水位変動に影響を与える雨の降り方にはなっておらず、江の川中下流域への流量も平成30年7月豪雨と比べて抑制されたと考えられる。

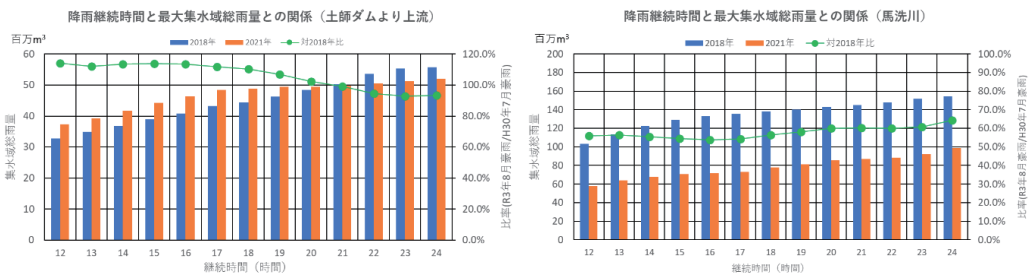


図2 江の川における降雨継続時間と最大集水域総雨量と関係。折れ線は平成30年7月豪雨を基準とした令和3年8月豪雨の比

3.3. 土砂災害危険度指数の比較

X-RAIN データより解析した、各豪雨における雨量指数R7の最大値の分布を図3に示す。平成30年7月豪雨では、 $R' \geq 250(mm)$ を超えた範囲は広島県内の50%を超えたが、令和3年8月豪雨では広島県西部域のみに分布していた。令和3年8月豪雨においても、広島市西区で住家被害をもたらした土石流が発生しており、 $R' \geq 250(mm)$ を満たす領域に含まれている。また、県内の比較可能な観測点405地点中、平成30年7月豪雨では全体の約4分の3にあたる306地点で、令和3年8月豪雨では全体の約45%にあたる188地点で判定基準を超過した。表-3に範囲内に属する土砂災害警戒区域、影響人口に関する解析結果をまとめている。これによると、土砂災害警戒区域に関しては、箇所数も面積

も令和3年8月豪雨では、平成30年7月豪雨の約3分の1の規模と評価された。また、土砂災害リスクの影響人口については、令和3年8月豪雨は、平成30年7月豪雨の4割程度(2.5分の1)と評価された。

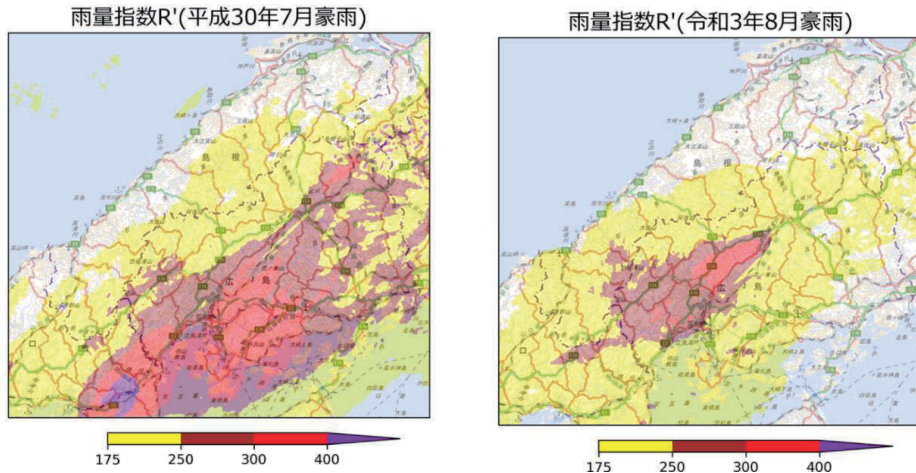


図3 X-RAIN データを用いて解析した雨量指数 R' の分布

表-3 土砂災害基準値超過範囲と土砂災害警戒区域および影響人口との対応

土砂災害種類	平成30年7月豪雨		令和3年7月豪雨	
	土石流	急傾斜地	土石流	急傾斜地
警戒区数(箇所)	14,252	23,846	4,519	7,055
警戒区域面積(km ²)	368.29	190.89	123.27	61.60
影響人口(千人)	1,252	1,863	512	737

4. まとめ

前線の長期停滞に伴って広島県で記録的長時間大雨をもたらした、平成30年7月豪雨と令和3年8月豪雨の2事例において、令和3年8月豪雨の方が洪水・土砂災害による被害が抑制された要因について、継続時間別の最大雨量および土砂災害危険度指数 R' を用いて解析を行った。その結果、令和3年8月豪雨では、線状降水帯の停滞の影響を受けた広島県北西部の一部の地域では平成30年豪雨を上回る雨の降り方となったが、県全体としては、洪水や土砂災害に寄与する数時間～24時間程度の降雨が平成30年7月豪雨よりも少なかった。長期間の降雨の中でもピークとなる降雨が顕著だったかどうかを外力要因として重要であることが、本研究の解析で確認された。

参考文献

- 1) 気象庁：令和3年の記録的な大雨の特徴とその要因について，気象庁報道発表資料(2021年9月13日)，16p.
- 2) 土田孝，森脇武夫，田中健路，中井真司：2014年8月20日の広島豪雨災害における雨量を用いた土砂災害危険度評価に関する考察，地盤工学ジャーナル，第11巻，1号，53-68 (2016)