

日本における記録的な豪雨と洪水の関係についての分析

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○山田 利紀
芝浦工業大学 正会員 平林 由希子

1. 背景と目的

将来、地球温暖化が強い降水現象の頻度や強度を増加させると予測されている¹。それに伴い河川の洪水も増加すると考えられているが、既往研究では、洪水は降水量と流域の土壌水分量の両方に依存するといわれている。例えば、アメリカにあるような流域面積の大きな河川では土壌水分量が流出に大きく影響するため豪雨の変化のみが洪水に関与していると考えてはならないことが指摘されている²。一方で、日本のような流域面積の小さな河川では豪雨と洪水の相関が高いと予想される。また、豪雨に加えて融雪も洪水に影響を与える。そこで、本研究では、日本を対象に過去の記録的な豪雨が記録的な洪水を発生させた確率を分析し、その地域的な違いについて河川の特徴や気候などから考察する。

2. 手法

2.1. 使用データ

本研究では、気象庁の地域気象観測所(AMeDAS、以下「アメダス」)で観測されている日降水量(mm/day)と国土交通省の水文水質データベース(以下、「水水DB」)に記録されているダムの流入量(m³/s)を使用する。ここで、流量データは洪水のピークカットなど人為的な操作ができるだけ小さい場所としてダム上流の観測値とした。水水DBに記録されているダムの流入量データは1993年から2017年の25年分存在する。本研究では長期変化傾向の調査を行えるよう、データの存在する最長期間である25年間分すべてを解析対象期間とした。

水水DBに記載されている全653のダムのうち、①全期間観測されている(有効ダム数を増やすため一時的な欠測を含む地点も含まれている)、②上流にダムが存在しない、③ダムから半径15km以内に対象期間を通して降水量の観測を行っているアメダス観測所が存在する。以上の3つの条件を満たす78のダムとアメダスを選定(表1)し解析した。

表1 地方別採用ダム数

北海道	3	中部	5	中国	6
東北	15	関東	18	四国	3
北陸	14	近畿	6	九州	8

北海道、中国地方、四国地方で採用したダム数が少ないのは、丸々1年分の流量データが欠けている地点が多かったためである。また、アメダスのほとんどが管理のしやすい市街地に設置されているため、ダムのある山間部と気候が異なっている箇所もある可能性があるが、単一の積乱雲の水平スケールがおおよそ10kmであることと集水面積分の範囲を考慮し、ダムから半径15km以内のアメダスならば大きな誤差がなくデータが十分であると判断した。

2.2. 解析方法

1993年から2017年の降水が観測された日の日降水量の上位1%を豪雨、流量の上位1%を洪水と定義する。これらの値を用いて豪雨が起こった日に対応する洪水の発生が認められた割合(豪雨と洪水の同時発生確率)を算出することで同時性を評価する。ここで、豪雨による洪水発生の判断は、日本における河川流出に現れるまでの遅延時間を考慮し、降水発生後から4日以内とする。

3. 結果

解析した78カ所のうち豪雨と洪水の同時発生確率が高い値(黒)を示した地点は西日本から関東にかけての太平洋側に集中し、低い値(白)を示した地点は北陸や東北、北海道の日本海側に集中していた(図1)。地域毎に観察すると北海道を除き、すべての地方で50%以上という結果が得られ、太平洋側の地方に関しては平均80%を超えている(表2)。中でも最も高い確率を示した地点は三重県の宮川ダムで100%であった。この地点の豪雨の基準値は262mm/dayと他の地点よりもはるかに高い数値を示していた。一方、最も低い確率を示した地点は北海道の大雪山ダムで27.5%であり、豪雨の基準値は49mm/dayであった。全国的には、豪雨の基準値が高い地点では同時発生確率が高い傾向がみられた。

キーワード 同時発生確率、融雪洪水、土壌水分、気候変動、積雪

連絡先：〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学 山田利紀 me20131@shibaura-it.ac.jp

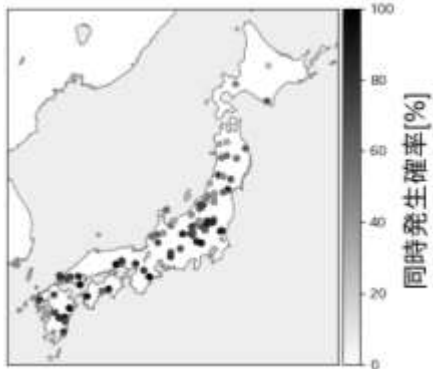


図 1 地点毎の豪雨と洪水の同時発生確率

表 2 地方別の豪雨と洪水の同時発生確率

北海道(3)	46.6%	関東(14)	82.7%
東北(15)	53.9%	近畿(6)	87.2%
北陸(14)	56.6%	中国(6)	82.6%
中部(5)	78.0%	四国(3)	82.5%
関東[雪](4)	56.5%	九州(8)	82.1%

※関東(雪)は関東北部の多雪地帯(積雪 100cm/年以上を記録した地点とする)に存在する同時発生確率の低い 4 ダム(相沢, 菌原, 品木, 矢木沢)を区別して表記した。

4. 考察

日本海側の豪雨と洪水の同時発生確率が他の地域と比べて低い原因は、冬季の積雪である。太平洋側の渡川ダム(宮崎県)と日本海側の内の倉ダム(新潟県)を例に挙げて比較すると、渡川ダムでは豪雨と洪水どちらも夏から秋に 9 割以上発生していたが、内の倉ダムでは豪雨が夏から秋に 9 割以上発生したのに対し、洪水は約 6 割が春に発生していた。内の倉ダムでの春の豪雨の発生は 5%程度なので春の洪水は融雪の影響があったと考えられる。(図 2)

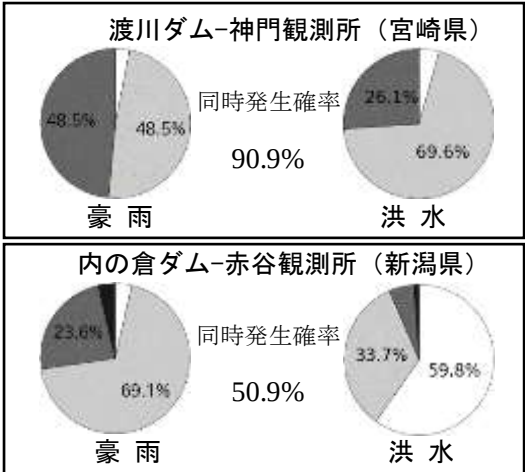


図 2 季節毎の上位 1%の割合

日本における豪雨と洪水の同時発生確率への流域面積(ダムの集水面積)による傾向はほとんどみられなかった(図 3)。ここで、米国の豪雨と洪水の関係を調べた

既往研究²の結果によると、米国の流域の広い河川では蒸発の効果が大きく、河川流出を減衰させるため同時発生確率は低く(29%)算出され、流域の小さい河川では降雨の特徴がそのまま流出に表れやすくなるため高く(42%)算出されていた(表 3)。本研究で解析した河川の最大の流域面積は矢作ダム(愛知県)の 504.5 km²であり、米国を対象とした既往研究では蒸発散や土壌水分量への洪水発生への影響が小さいとされている流域面積が 1000km²未満である流域のみが解析対象であったため、河川間の同時発生確率には大きな差は表れなかったと考えられる。

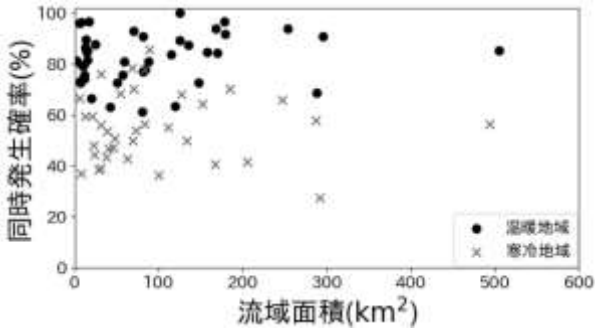


図 3 豪雨と洪水の同時発生確率と流域面積の関係

表 3 日本と米国の比較

項目	日本	米国
平均	67%	36%
寒冷地域	55%	4%
温暖地域	83%	38%
流域(大)	69% *1	29% *2
流域(小)	65% *1	42% *2

*1: 寒冷・温暖地域を半数ずつ平均
*2: 1000km²以上を大 1000km²未満を小

米国の既往研究においても、本研究の結果においても積雪の起こる寒冷地域の豪雨と洪水の同時発生確率が温暖地域よりも 3 割程度低いことが明らかとなった。

5. まとめ

日本における豪雨と洪水の関係は、夏季の降水量と冬季の積雪量が大きく関与している。比較的温暖な地域では豪雨と洪水の相関が非常に高く、地球温暖化などによって豪雨が増加した場合には、洪水も増加することが予想される。一方、積雪の多い寒冷地域では、融雪が洪水の発生に寄与する地点も多いことから、将来の洪水の変化傾向を予想するためには、積雪を含めた気候の分析が不可欠であることが示唆された。

参考文献

¹ IPCC 「1.5℃特別報告書」
² Ivancic,T.J.,& Shaw,S.B. (2015). Examining why trends in heavy precipitation should not be mistaken for trends in very high river discharge. Climatic Change, 133(4),681-693.