

京都大学工学部地球工学科	学生員	○井上	直哉
京都大学大学院工学研究科	学生員	杉本	悠
京都大学防災研究所	正会員	堀	智晴
京都大学防災研究所	正会員	野原	大督

1. 序論

治水計画を策定する場合、対象となる外力豪雨を確率規模別に設定する。このとき対象となる流域の規模に応じて、24 時間や 48 時間といった継続時間が採用されることが多い。また空間スケールについては、一級水系では部分流域毎に外力豪雨を設定する場合もあるが、二級水系などでは全流域に一律な空間分布が仮定されることも多い。一方、実際に発生する豪雨の時間・空間スケールは様々であり、流域面積の大小に応じてそこを危険な状態にする豪雨外力の特性が異なることは十分考えられる。

そこで本研究では、大阪府南部に位置する大和川水系の石川(流域面積 222km²)を対象とし、時空間スケールを考慮したモデル豪雨を作成することで、豪雨の時空間分布が河道の各地点の洪水リスクに及ぼす影響について分析する。

2. 豪雨の DAD 解析

本研究では雨量データとして気象庁の高時空間分解能をもつレーダー・アメダス解析雨量を用いた。空間解像度が 1km となった 2006 年以降のデータを利用して豪雨の特性を調べるため、石川流域における 2006 年 1 月から 2011 年 12 月までの 6 年間の時間雨量に対して、DAD (Depth-Area-Duration)解析を行った。

具体的には、解析の対象とする 9 通りの継続時間(1,2,3,4,5,6,12,24,48 時間)、10 通りの面積スケール(1,4,9,16,25,36,49,64,81,1921km²)からできる 90 通りの組み合わせについて、年最大値を網羅的に検索する。ここでは豪雨の降雨強度-面積関係は各継続時間について流域内では一様であると仮定し、すべてのメッシュの中から年最大値を求めることにした。

解析の結果求められた 2007 年の最大 DAD 関係を図 1 に示す。同一継続時間であれば空間スケールが小さいほど降雨強度が大きく、また同じ空間スケールであれば継続時間が短いほど降雨強度が大きい傾向を示している。

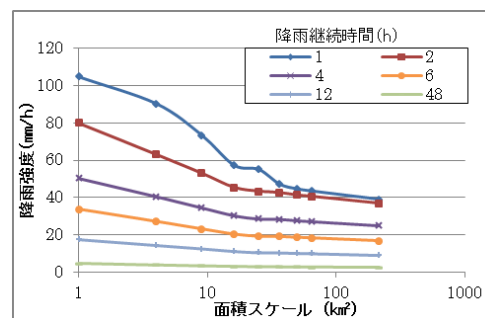


図 1 2007 年の最大 DAD 関係

3. 豪雨の確率規模評価

レーダー・アメダス解析雨量の空間解像度が 1km となった 2006 年以降だけのデータでは、確率規模評価をするための十分な資料数を得られない。そこで石川流域内の地上雨量観測所 4 か所(天見、滝畑、竹内、富田林)のデータをもとに、再現期間 10,30,100,200 年に対応する継続時間別の雨量を求めた。統計解析には国土技術研究センターが開発した水文統計ユーティリティを使用した。

4. DAD 関係を保持したモデル豪雨の作成

モデル豪雨は 2 節で作成した DAD 結果のグラフ(DA 曲線)を、継続時間別に 3 節で得られた雨量強度まで引き伸ばして、再現期間・確率規模別の雨量を求めて用いる。各観測地点について、それぞれと最も近いメッシュの総面積をその観測所の支配面積と考え、これを雨域面積と仮定し、DA 曲線のその面積における雨量強度と、確率規模評価された雨量強度が一致するよう引き伸ばしを行った。

この作業によって出来上がった確率規模別の DA 曲線を用いて、任意の雨域面積に対応するモデル豪雨を作成する。本研究では中央にピークが来るような 48 時間のモデル豪雨を考え、1 雨のピークを挟むすべての継続時間に対して、その中の平均降雨強度が同じ確率規模を持つようにした。天見観測所における面積 25 km²、確率規模 10 年のモデル豪雨を図 2 に示す。

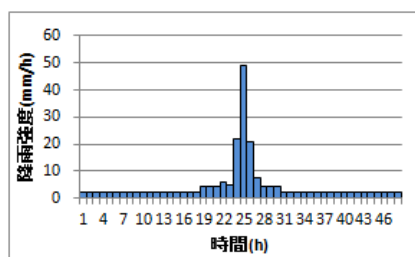


図2 天見観測所における25km²,1/10のモデル豪雨

5. 洪水リスク評価

石川流域において、前節で作成したモデル降雨を用いて京都大学防災研究所が開発した分布型流出モデルHydro-BEAMにより流出解析を行うことで、DAD 関係を考慮した洪水リスクの評価を行う。

まず、流域内の河道に位置する5地点a～eにおいて、確率規模毎に面積スケールを変化させたモデル降雨を用いて、考慮する面積スケールによってどの程度ピーク流量の違いが発生するのかを調べた。面積スケールが1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 110, 150, 220 (石川流域全体) km², 確率規模が10, 30, 100, 200年のそれぞれに対応する降雨モデルについて、流出解析を行った。

面積スケールが各地点の集水面積よりも小さい場合は、集水域内において降雨対象領域を移動させ、ピーク流量が最大となるときの値を採用する。2地点b, eにおける結果を図3に示す。

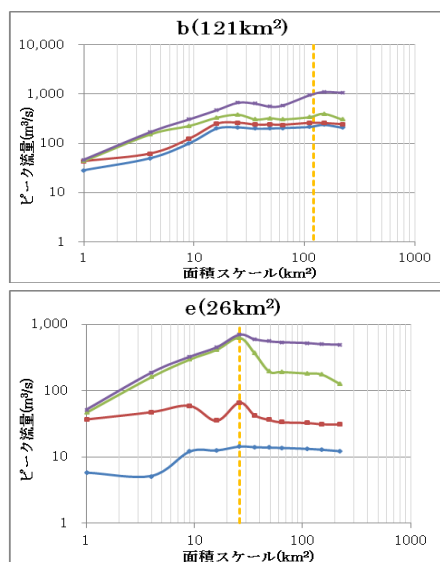


図3 降雨の面積スケールとピーク流量の関係
(地点b, e)

図3より、両地点において、その地点の集水面積に対応する空間スケールの雨が降ったときに(図中の黄色点線部分)、ピーク流量が最大となっていることがわかる。この傾

向は5地点全てにおいて見られた。

次に、流域内の任意の地点において、その地点の集水域に対応する空間スケールのモデル降雨が降った場合と、石川流域全体(220km²)に対応する空間スケールのモデル降雨が降った場合でピーク流量にどのくらい違いが出るのかを調べた。流域内の河道に位置する集水面積の異なる12地点において流出解析を行い、降雨の空間スケールを集水面積と流域面積としたときのピーク流量の違いを、ピーク流量比(降雨の空間スケールを集水面積としたときのピーク流量を流域面積としたときのピーク流量で除したもので)を表した結果を図4に示す。

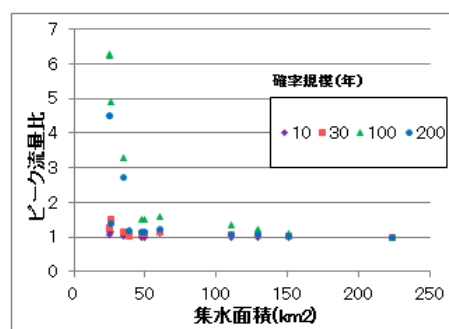


図4 集水面積とピーク流量比の関係

図4より、どの確率規模においても、集水面積が小さくなるほど大きなピーク流量比を示すことがわかる。また、100年確率の降雨が相対的に大きなピーク流量比を示している。このことから、確率規模100年として計画降雨を考える場合には特に、計画対象とする降雨の空間スケールの設定に注意を要すると言える。

6. 結論

本研究では、レーダー・アメダス解析雨量データを用いて、DAD 関係を保持した確率規模別のモデル降雨を作成する手法を提案した。また作成したモデル降雨を用いて分布型流出モデルにより流出解析を行うことで、DAD 関係を考慮した洪水リスクの評価を行った。

その結果、流域内の河道上の様々な地点についてみると、その地点の集水面積に対応する空間スケールの雨が降ったときにピーク流量が最大となる傾向がみられた。すなわち流域面積を空間スケールと考える計画降雨では洪水リスクを過小評価すると言える。また、集水面積が小さくなるほどその差が大きくなることから、支川流域について考える場合は、特に降雨の時空間スケールを考慮することが重要であるということが示された。