

第Ⅱ部門 小流域単位の土地利用評価による洪水時の河川水位変動モデルの構築

(御笠川流域における 2003 年 7 月集中豪雨の Case Study)

京都大学大学院工学研究科 学生会員 古市佐絵子

概要

洪水は日本各地で毎年のように被害を出している自然災害の一つであり、要因は都市化が進むにつれて複雑化してきている。近年、ハザードマップや流域管理等のソフト面を重視した考え方が注目されている。このような考え方を刻々と変化する都市環境に順応させるためには、都市の変貌が河川流量・水位に与える影響や、流域内の各地域の洪水に対する敏感性に違いがあることを把握することが重要である。

本研究では、都市計画・流域管理へ応用しやすくするために、河川流域全体を小流域単位で分割し、「流出解析を基本的とした洪水時表面流出量の算出・各小流域からの流出量による水位変動統計モデル作成・各小流域の洪水に対する敏感性の評価」の3ステップを組み合わせた統合型のモデルを構築した。その結果、洪水流出に影響を与えやすい小流域の特性が明らかになり、流域面積の小さい河川においても流域内に複数の地域性が存在することが分かった。

目的・意義

本研究は福岡市東部を流れる御笠川を対象地域とし、2003 年 7 月 18 日夕方から 19 日朝にかけての集中豪雨が、異なる土地利用環境(1987,1991,1997 年)に降った場合の水位変動を推定する、一種の対照実験である。洪水流出に影響しやすい小流域の土地利用の変化や自然条件を明らかにすることが目的である。

また、水位変動の表現のみに留めず、各小流域での洪水に対する敏感性を評価する。小流域は比較的大きい単位のため、降雨から河川流出までの因果関係が単純化され、細かく複雑な流出モデルでは説明しにくい各地域の特徴を説明できる。複雑難解と思われやすい流域解析を、小流域単位で流出解析の考え方をを用いることにより、様々な人に理解されやすく、行政・住民・専門家の相互理解が深められる可能性も有している。

手法

図1のように大きく統計モデル作成と各小流域評価の2つの部分に分けることができる。

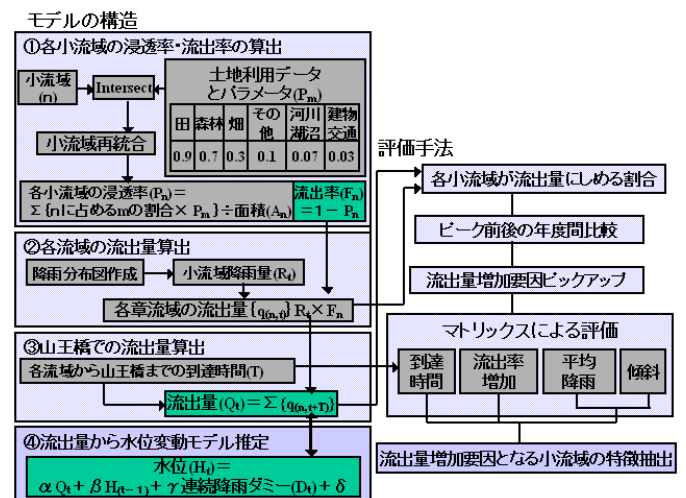


図 1: 研究の流れ

モデル作成では、流域全体を概ね支流単位で小流域に分割し、流出率・降雨量・流出量をこの小流域別に集計する。次に、各小流域から水位観測点までの到達時間を計算し、その時間分の遅れを考慮して、観測点における流出量を算出する。水位変動統計モデルは、この流出量の合計と1時間前の水位、ダミー変数(連続降雨による有効降雨変化を考慮)で利用から推定する。

各小流域評価は、モデル作成時に算出した流出率・流出量などのデータを活用しながら行う。水位観測点における流出量を時間ごとに分割し、その中で各小流域が占める割合を観察することで、洪水時の流出量、ひいては水位に影響を与えている小流域をピックアップする。これらの小流域の特徴を到達時間・流出率増加・自然条件などのマトリックスにより評価した結果、洪水に対して敏感な小流域の特徴が抽出され、都市計画において配慮が必要な地域が具体的に明らかになる。

結果

水位変動統計モデル:まず、観測点における表面流出量の合計と1時間前の水位データのみを使って水位変動の推定を行った。実測値と比較してピーク到達までに急速な水位上昇に遅れが出たため、原因を連続的降雨による有効降雨の増加と仮定したダミー変数を加えた。これにより図2のように水位ピークまでの到達時刻の遅れ軽減され、全体的な統計的有意性も向上した。

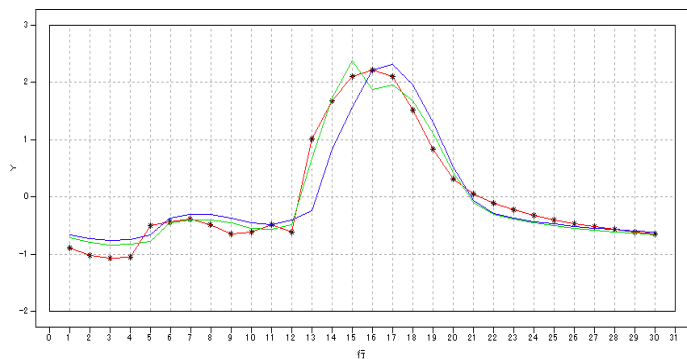


図 2:水位変動推定結果(赤:実測値、青:推定1、緑:推定2)

流域評価:1987 年、1991 年、1997 年の水位変動を比較すると 1987 年と 1991 年には全く差がなく、1997 年はそれに比べてピークが早まっていた。これを受けて、急速な水位上昇が見られる降り始めから 14 時間目～18 時間目に関して、1991 年と 1997 年の流出量の差を時間毎・各小流域で比較した。

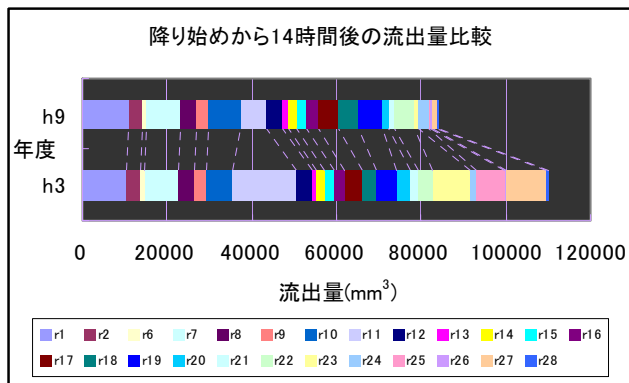


図 3:年度間流出量比較の例(降り始めから 14 時間後)

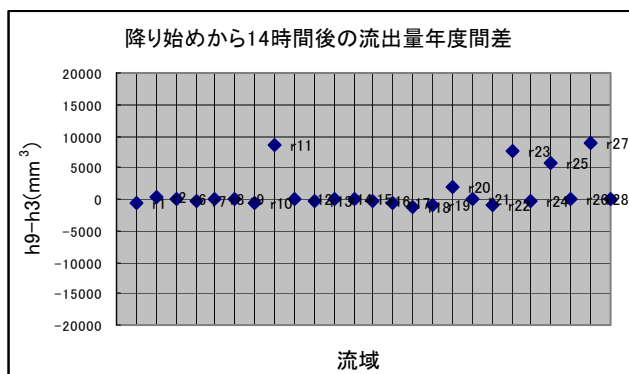


図 4:各小流域の年度間流出量差の例(降り始めから 14 時間後)

流出ピークを早める要因として以下の流域が抽出された。これらの流域に関して、各項目のマトリクス評価をすると以下の表1ようになる。このことから、洪水のピークを早める要因となる小流域の特徴は「自然条件が 3 以上、流出率増加が 2 以上」であるとした。この条件をもとに流域を抽出すると表2ようになる。その後の調査により、これらの小流域は大野城市・太宰

府市に集中しており、中には自然条件の面で洪水に対して敏感な地域が含まれていることがわかった。また、その一部は、各市のマスタープランで市街化・宅地化するように計画されたり、現在すでに計画が進行中だったりしていることが明らかになった。

表 1:ピックアップされた各小流域のマトリクス評価表

	流域(No)	分類	11	23	25	27	20
	到達時間	短縮(○)変化なし(×)	○	○	○	×	×
A	流出率	増加(小1～4大)	3	2	2	1	2
B	降雨特性	降雨(少1～4多)	2	3	3	4	4
C	傾斜	傾斜(緩1～4急)	2	4	2	3	4
	自然条件	1～4	2	4	3	4	4
	原因	3～5	A	BC	B	BC	BC

表 2:洪水に対して敏感な小流域を抽出する表

	2	3	4
A	1,6,7,8,9,15,16,20,23,25	10,11,14,19	13,17,18
BC	15,16,19,22,24,25	2,20,21,23,26,27,28	

赤:既にピーク時間帯の流出量増加要因である流域番号

緑:今後、特に注意を要する流域番号

まとめ

このように特定流域を地域性が反映されやすい規模に分割し、洪水流出との関係を示したことにより、土地利用の見直しが洪水対策の中で有為であることを明示した。流域の土地利用や自然条件を考慮して危険性を評価できるモデルという点で本研究は新しいタイプである。複雑な一つのモデルではなく、簡易なサブモデルをいくつも連結させて 1 つのモデルとして段階を踏みながら流域分析することにより平易にできた。しかし、流出時間・分類方法の不確実な部分や、小流域という面積が不均一な単位により結果に不均衡が出ている点などは改善すべきである。また、本研究はあくまでもケーススタディなので、他地域や他時期の豪雨に関して試行してみる必要もある。さらに、衛星画像から土地利用状況や流出率算出などを行えば、より実際に近い状態について分析することが可能となり、また複数の河川について同時に分析を行うこともできる。

参考文献

小流域単位の土地利用評価による洪水時の河川水位変動モデルの構築(御笠川流域における 2003 年 7 月集中豪雨の Case Study)本文 古市佐絵子

<http://www.sfc.keio.ac.jp/~t01842sf/sotsuron.html>