

マクロスケール水文量を用いた水災害発生判定モデルの開発

京都大学大学院工学研究科	学生員	○山口	千裕
京都大学大学院工学研究科	学生員	中山	正之
京都大学大学院工学研究科	正会員	堀	智晴
京都大学大学院工学研究科	正会員	椎葉	充晴
京都大学大学院工学研究科	正会員	市川	温

1. はじめに 近年、大洪水や早魃などの水災害が世界各地で頻発している。大災害が起こったとき、災害が経済活動へ及ぼす影響は無視できず、影響を受けた経済活動は水循環に影響を与え、その結果また気候が変動する。このように、気候と人間の経済活動とは互いに影響を及ぼしあっている。したがって、地球全体での両者の関係を解明することは非常に重要である。本研究では、気候と経済活動とを結びつける一要因としての水災害に着目し、気候に伴い発生する水災害の状況を地球全体でシミュレーションする水災害発生判定モデルの開発を目的として、入力データには全球データを使用すること、計算機の能力に合わせた比較的大きな空間解像度を用いることを念頭に置き、流出モデルを作成するとともに、災害発生の有無を判定する手法について検討する。また、作成したモデルを実領域に適用し、モデルの問題点について考察を行う。

2. 水災害発生判定モデルの構造

2.1 モデルの構想 水災害発生判定モデルの構想は以下の通りである。モデルへの入力気象データ、出力は水災害発生の有無で、時間解像度は1時間、空間解像度はある程度の精度を維持することのできる比較的大きなものとする。モデルは流出過程と災害判定過程に分けられ、まず流出過程において気象データから流量や水深を計算し、次に災害判定過程において、予め過去の災害発生時の水深や流量・経済指標(治水投資額など)・地形指標などを考慮して推定しておいた災害が発生するための流量または水深の閾値を用いて、時々刻々得られる水深・流量と閾値との大小を比較することで災害の有無を判定する。

2.2 モデルの構造 2.1で述べた構想を基に、今回は次のようなモデルを作成する。その概要を図1に示す。流出過程では、標高値データをもとに作成する擬河道網と気象データを構成される流出モデルに与え、河川流量・集水面積を求める。災害判定過程では、流出過程から得られた河川流量・集水面積から流出高を計算し、その結果を流出高の閾値と比較して、水災害発生の有無を判定する。ただし、流出高の閾値は過去の災害発生時の流出高を考慮して推定することとする。

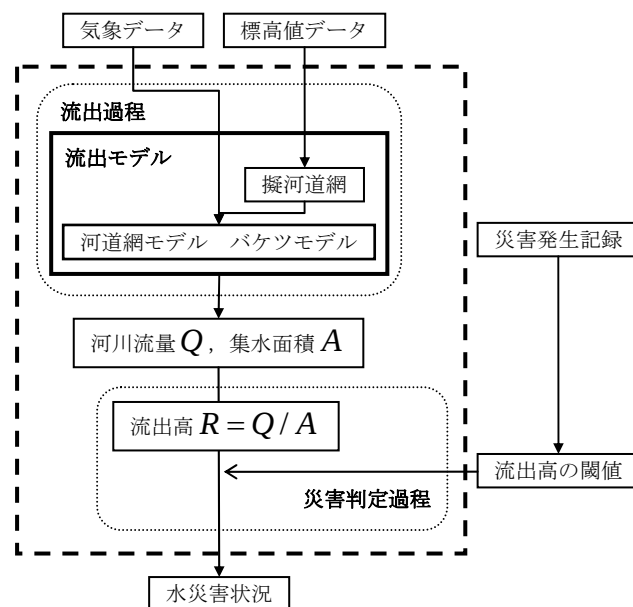


図1: モデルの概要

2.3 流出過程 流出モデルは、擬河道網・バケツモデル・河道網モデルからなり、擬河道網に従ってバケツモデルと河道網モデルを組み合わせることで地表流を表現する。擬河道網を作成し実際の地図と見比べて、実河道の最上流点に該当する擬河道網上でのグリッドを特定しそのグリッドの集水面積を求め、その値を基準に全グリッドを河道グリッドと斜面グリッドに分別する。河道グリッドには河道網モデルを、斜面グリッドにはバケツモデルを適用し、各グリッドの水収支を計算する。そして、各グリッドの水収支を擬河道網に沿って結合させることで流出モデルを作成する。

2.4 災害判定過程 災害判定過程では、予め流出高と過去の災害発生記録とを照らし合わせて、流出高がこの値を超えると洪水が、この値を下回ると渇水が起こるというような閾値を推定しておき、時々刻々得られる流出高を閾値と比較することにより水災害発生を判定する。閾値は地域単位で1つ推定する。過去の災害記録を調べ、対象領域内で発生した災害をいくつか選び出し、それらの災害が発生した時期・場所の流出高を、先に述べた流出モデルにより計算される流量・集水面積から求める。

キーワード 水災害, 全球モデル, マクロスケール, 擬河道網, バケツモデル

連絡先 〒615-8246 京都市西京区京都大学桂CクラスターC 1 棟 京都大学大学院工学研究科 TEL 075-383-3363

その結果をグラフにしたものと過去の災害記録を照らし合わせて、過去の記録通りに災害が発生するように閾値を設定する。

3 水災害発生判定モデルの適用 今回作成した水災害発生判定モデルを日本に適用し、蒸発散は考慮せず、降水量データのみを用いた洪水発生判定を行った。時間解像度は1日、空間解像度は5km, 10kmメッシュの2つとした。なお、降水量データとしてGPCP-1DD Precipitation Estimate^[1]、標高値データは全球30秒メッシュ数値標高データGTOPO30^[2]を用いる。

流出過程から計算される流量を観測流量と比較した結果(空間解像度10kmの場合)を図2に示す。図2から、流量が増す時期はおおむね一致しているが、流量が少ない時は計算流量が観測流量より大きく、流量が多い時は観測流量が計算流量より小さくなっていることが読み取れる。

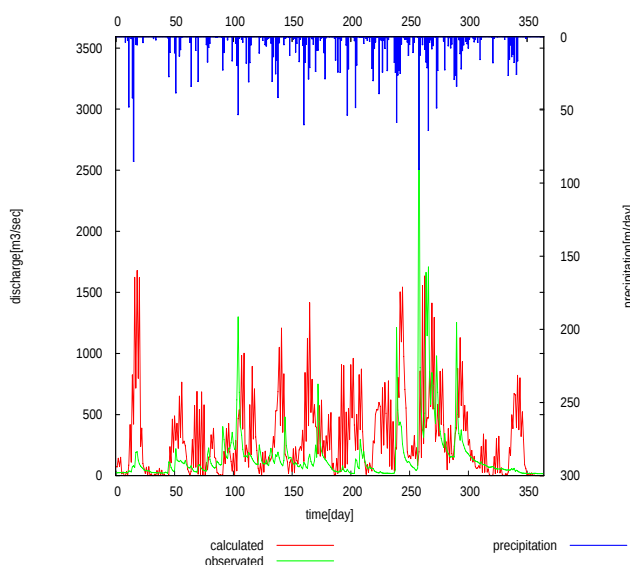


図2: 計算流量と観測流量

緊急事象データベースEM-DAT^[3]によると、1997～2005年の間に日本で発生した洪水は9例発生している(表1参照)。空間解像度10kmの場合、閾値推定に用いた洪水災害3例を除く洪水事例5つの

うち、推定した閾値によって記録通りに洪水発生を判定できたものは1例もなかった。(洪水②の被災地を詳しく調べたところ、10kmメッシュでは河道グリッドでない所であるため、この例は除く。)また、空間解像度5kmの場合、閾値推定に用いた3例以外の洪水事例6つのうち、2例を記録通りに判定できた。また、各事例の被災地9箇所において1997～2005年の間に実際には洪水が発生していないにも関わらず洪水と判定された日数を求めた(表1参照)。表1をみると、災害事例②・④・⑤・⑥・⑧はその他に比べ、洪水判定日数が多くなっている。これは、閾値が、日本の南半分の地域には小さすぎ、北半分の地域には大きすぎることを意味する。このことから、日本全国で災害発生を判定するためには、少なくとも南北で分けた地域ごとに閾値の設定が必要であると考えられる。

4 おわりに 本研究では、気象データをもとに水災害発生の有無を判定する水災害発生判定モデルの開発を試み、作成したモデルを日本全国に適用し、降水量データをもとにした洪水災害発生の判定を行った。その結果、空間解像度が10kmと比較的大きい場合、うまく洪水発生の判定ができなかったが、空間解像度5kmでは精度の向上が見られた。また、日本全国で災害発生を判定するためには、少なくとも南北で分けた地域毎に閾値の設定が必要であることが分かった。作成したモデルの課題としては、浸透流や蒸発散機構、経済指標など考慮すること、最適な空間解像度を見つけ出すこと、対象領域を分割し地域によって異なる閾値を推定すること等が挙げられる。

参考文献

- [1] 1DD Precipitation Estimate: GPCP
< <http://precip.gsfc.nasa.gov/> >
- [2] GTOPO30: USGS(U.S. Geological Survey)
< <http://www1.gsi.go.jp/geowww/globalmap-gsi/gtopo30/gtopo30.html> >
- [3] 緊急事象データベースEM-DAT
< <http://www.em-dat.net/> >

表1: 洪水事例

	被災地	災害発生時期	誤って洪水と判定された日数	
			10km	5km
①	新潟県柏崎市	2005/06/28	0	1
②	静岡県伊東市	2004/10/11-12	—	9
③	新潟県長岡市	2004/06/12-14	0	0
④	熊本県水俣市・水俣川下流	2003/06/19-21	14	12
⑤	愛媛県松山市・重信川河口	2001/06	3	7
⑥	愛知県・庄内川河口	2000/09/10-17	2	2
⑦	東京都練馬区	1999/08/14	0	0
⑧	福岡県福岡市・御笠川河口	1999/06/28-30	7	7
⑨	福島県・阿武隈川中流	1998/08/26	1	0