

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○三木 康平  
 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. 研究背景・目的

近年、水災害の多発化・巨大化や、経済のグローバル化が進んでいることによって、地球規模での気候システムと人間の社会経済活動システムの相互関係・相互作用を解明することは非常に重要である。

気候システム、社会経済活動システム共に様々な研究・モデル化が行われ、気候モデルと対話的に実効できる経済活動モデルの研究も進められているが、そのためには、気候モデルから水資源分布および洪水・渇水が経済活動に及ぼす影響を定量的に推定する必要がある。そうした問題に現時点で対応するために考えられる方法の1つは、実際に発生した災害の情報を活用することではないかと考えられる。そこで、マクロスケールの水災害の被害を計量するモデルの開発を目的として、災害情報データベースを用いて全球での水害発生状況を調査することに重点を置き、その結果と降水量データを用いて災害発生の有無を判定する手法及びその被害を計量する手法について考察する。

## 2. マクロスケール災害分析のためのデータセット

表面流向データとして世界流域データベース (GDBD)<sup>1)</sup>、降水量データとして GSMaP-MVK<sup>2)</sup>を用いる。空間解像度は GDBD が 1000m, GTOPO30 が 30 秒, GSMaP が 0.1 度である。また, GSMaP はほぼ全球(60N-60S)をカバーしており、時間解像度 1 日のデータを 2003 年~2008 年の 6 年間分用いた。さらに、水害発生状況の調査のために、CRED の EM-DAT<sup>3)</sup>、ADRC の GLIDE<sup>4)</sup>、コロラド大学の Global Active Archive of Large Flood Events<sup>5)</sup>の 3 つの災害情報データベースを利用する。

## 3. 全球水害発生状況の調査

上記の 3 つの災害情報データベースに記録されている 2003 年~2008 年の 6 年間分の洪水災害数を表 1 に示す。渇水については、記録数がかなり少なく、データベース間での内容の違いが大きいため本研究では洪水のみを対象とする。表 1 からわかるように、

表 1 2003 年~2008 年の洪水災害数

Area	EM-DAT		GLIDE Number		Global Active Archive of Large Flood Events	
	Count	Percentage	Count	Percentage	Count	Percentage
Europe	201	18.4%	73	12.2%	274	17.7%
Africa	274	25.1%	148	24.7%	270	17.4%
Asia	376	34.5%	241	40.3%	558	36.0%
Oceania	28	2.6%	10	1.7%	76	4.9%
North America	130	11.9%	74	12.4%	274	17.7%
South America	82	7.5%	52	8.7%	99	6.4%
Total	1091	100.0%	598	100.0%	1551	100.0%

EM-DAT を基準とすると、GLIDE はアジアの割合が高く、コロラド大学の洪水アーカイブでは北アメリカの割合が高い。例えば、アメリカ合衆国の災害記録数は EM-DAT が 35, GLIDE では 3, 洪水アーカイブでは 117 となっているように、国・地域によって差がある。本研究では、このような地域やデータベースによる差を考慮しながら、洪水アーカイブを基本とし、EM-DAT 及び GLIDE で不足データを補いつつ洪水の発生場所を特定する。それぞれの洪水の規模を把握し、洪水が多発している地域を特定するために、洪水発生地域を Google Maps (<http://maps.google.co.jp/>)上にマークし、マップを参考に、60N~60S の間に位置し、洪水が繰り返し発生している地点を洪水発生判定の対象地域とした。

## 4. 洪水発生判定モデル

### (1) モデル概要

対象地点ごとに集水流域における平均的な降水量とそのばらつき具合をあらかじめ評価しておき、平均からどの程度離れているかによって洪水の発生を判定する。 $n$  年  $t$  日目の集水流域の累積降水量を  $P(n,t)$  と表し、 $t$  日目の平年の平均累積降水量を  $\bar{P}(t)$  とすると、洪水発生判定の指標  $y(n,t)$  (異常指標と呼ぶ)を以下の式で表す。

$$\sigma(t) = \sqrt{\frac{\sum_n \{P(n,t) - \bar{P}(t)\}^2}{N}} \quad (1)$$

$$y(n,t) = \frac{P(n,t) - \bar{P}(t)}{\sigma(t)} \quad (2)$$

過去の記録から閾値  $y_0$  を決定しておき、 $y(n,t) \geq y_0$  となる時洪水が起こっていると判定するモデルである。累積降水量の作成方法として「(A)n年t日目に対象地点の全集水域に降った降水量を累積降水量とする」「(B)対象地点からの距離が40kmごとに全集水域を区切り、対象地点からの距離に応じて降水量を積算する日をずらす」の2通り、平年の平均累積降水量の作成方法として「(a)各年t日目のみの平均をとる方法」「(b)t日目の前後15日間の平均をとる方法」の2通りとし、降水量の累積時間として過去24時間～過去50日間の間の8通りを考える。つまり、1か所につき32通りの洪水発生判定を行った。

## (2) 洪水発生判定結果の比較

対象地点ごとに最適な判定方法を選ぶために、式(3)の指標を用いて比較した。対象期間の総日数を  $D$ 、記録上実際に洪水が発生した日数を  $d$ 、洪水期間内に洪水発生と判定された日数を  $x$ 、洪水期間外に洪水発生と判定された日数を  $y$  とする。

$$z = \frac{x}{d} + (1 - \frac{y}{D-d}) \quad (3)$$

## 5. 異常指標を用いた被害計量の検討

対象期間内に発生したすべての洪水記録に死者数もしくは経済損失額が記録されている地域のうち、式(3)の指標が対象地域の中で2番目に大きかったイギリスのグロスターでの例を図1に示す。図1は(A)及び(b)の方法で作成した過去15日間累積降水量を用いて行った異常指標の値を示したもので、縦軸は異常指標、横軸は2003年1月1日からの日数、図中のオレンジで塗りつぶした期間は実際に洪水が記録されている期間を表している。また、表2は各洪水の死者数・経済損失額を表しており、グロスターではすべての洪水において異常指標が高い値を示し、期間もほぼ一致している。また、表2から①・

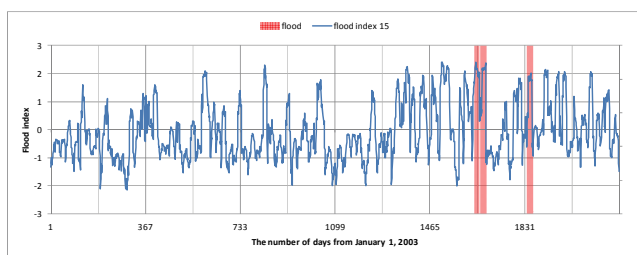


図1 グロスター(イギリス)での洪水発生判定

表2 グロスターで発生した各洪水災害の記録

	Start Data	Duration	Dead	Economic Loss (million USD)
①	25-Jun-07	8	6	2923.00
②	21-Jul-07	9	7	6500.00
③	15-Jan-08	11	0	※

②と比較して③の被害が小さいのがわかるが、それは異常指標の値の大きさと一致する傾向がある。ただし、一致する割合は式(3)の指標の大きさや地域により異なる。

## 6. 結論

本研究では災害情報データベースを用いて洪水が繰り返し発生している地域を調査し、累積降水量を用いた洪水の発生判定、簡単な被害計量の検討を行った。流量ではなく累積降水量を用いた場合でも、地域によっては異常指標の値が大きい期間と実際の洪水期間が一致する傾向にあり、正確に判定されている場合は洪水被害の大きさも一致する傾向にある。ただし、被害計量については簡単な比較しか行っていないため、さらに詳しく検討しなければならない。改良点としては、異常指標が数日間連続して閾値を越えた場合に洪水と判定することや、集水域が大きい場所では蒸発散の影響を考慮すること、すべてのメッシュにおいて洪水発生判定を行い、その割合で洪水の発生判定及び被害計量を行うことなどが考えられる。

## 参考文献

- 1) Yuji Masutomi, Inui Yusuke, Kiyoshi Takahashi, and Yuzuru Matsuoka : Development of highly accurate global polygonal drainage basin data. Accepted to Hydrological Processes, 2007.
- 2) K. Okamoto, T. Iguchi, N. Takahashi, K. Iwanami and T. Ushio : The Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) project, 25th IGARSS Proceedings, pp. 3414-3416, 2007.
- 3) EM-DAT : <<http://www.em-dat.net>>
- 4) 世界災害共通番号 GLIDE(Global unique disaster Identifier) : <<http://www.glidenumber.net>>
- 5) Global Active Archive of Large Flood Events, Dartmouth Flood Observatory : <<http://floodobservatory.colorado.edu/>>