

## 全日本域洪水危険度実時間推定システムへの流量確率指数の導入

東京大学 生産技術研究所	正会員	○沖	大幹
東海旅客鉄道 株式会社	非会員		咲村 隆人
東京大学 生産技術研究所	正会員		芳村 圭
東京大学 生産技術研究所	正会員		瀬戸 心太
東京大学 生産技術研究所	正会員		鼎 信次郎
東京大学 生産技術研究所	非会員		塚田 由紀

## 1. はじめに

戦後の治水の進捗によって水害による死者は減少して年間 100 人を超えることは珍しくなり、あとは財産被害をいかに減らすかが治水整備の鍵であると思われていた感もある。しかしながら、2004 年には梅雨期の新潟・福島豪雨、福井豪雨に始まり、10 の台風上陸記録などに伴う豪雨によって 200 名を超える犠牲者が出た。この際の破堤は一級河川以外あるいは国管理区間以外に集中し、また、2005 年には東京都心で 100mm を超える豪雨によって善福寺川を中心とする都内河川周辺で浸水被害が出るなど、中小河川の洪水予警報も重要であることが再確認された。

国による管理が行われている大河川の主要区間に関しては必要な観測データも収集され、上流水位や実績降水量、あるいは気象レーダー観測や気象予測に基づく雨量から流量、水位が予測されている。しかしながら、中小河川や大河川でも支流に関しては必ずしも全国的にカバーされている状況であるとは言えない。

これに対し気象庁では、レーダー・アメダス解析雨量を全国 5km 格子ごとのタンクモデルに入力として与え、タンク中に蓄えられていると算定されている水量を「土壌雨量指数」とし、過去 10 年以上にわたりあらかじめこの土壌雨量指数を算定しておいて、実況の土壌雨量指数が過去に照らしてどの程度の履歴順位であるかに基づいて土砂災害の危険性を推定するシステムを開発運用している(岡田ら、2000)。

これに着想を得て、東京大学では陸面水文植生モデル MATSIRO にレーダー・アメダス解析雨量や気象予測数値データを入力として与え全日本域を対象として実時間で河川流量を算定するシステムを 0.1 度格子で開発中である(芳村ら、2007)。なお、気象庁でも土壌雨量指数と同時に算定される流量を「流出雨量指数」とし、洪水予警報への適用を目指して現在研究開発中の模様である。

ここでは、過去 30 年足らずの比較的長期にわたる時間流量シミュレーションを行ってその確率分布を定め、シミュレーションから全国 0.1 度(約 10km)格子で毎時算定される流量の超過確率年を逆算してこれを「流量確率指数(年)」と呼ぶことにした。さらに、国土交通省「水害統計」をグリッド化し、流量確率指数の大小が過去の水害と実際どのように対応しているかについてとりまとめた結果(咲村、2007)を報告する。

## 2. 全日本 29 年分の時間流量シミュレーション

モデルシミュレーションでは数値モデル固有の誤差のみならず、外力、パラメータ、境界条件などに依存した誤差が生じやすい(Ok et al., 1999)。それらを減らす努力は必要であるが、実用に耐える精度に向上するまで防災情報の提供を待つ、というわけにはいかない。モデルシミュレーションと実際の流況曲線を経験的に対応付ける方法(芳村ら、2007)も考えられるが、これをさらに敷衍して、モデルシミュレーションの絶対値にはバイアス誤差があってもその変動の統計的性質は現実を反映しているものと仮定し、モデルシミュレーション結果の超過確率を求め、流量の過大さを表現することにした。超過確率を安定して定めるためには長期の流量データが必要となる。ここでは、全国を長期にわたって時間単位でカバーできることから、気象庁 AMeDAS データ(降水量、日照時間、風速、風向の時間値)や気象庁地上気象観測(現地気圧、海面気圧、水蒸気圧、相対湿度、雲量)に基づいて必要な外力を推定(Hirabayashi et al., 2005)して空間内挿を行い、MATSIRO(Takata et al., 2003)に与えて 1976~2004 年の時間流量を全国 0.1 度グリッドで算定した。29 年分の毎時流量のうち上位 90 例の部分時系列をとり、グンベル分布があてはまることを確認して格子ごとに母数を推定した。

## 3. 水害統計格子点情報

水害統計は都道府県、市町村からの報告をもとに国土交通省河川局が毎年編纂している。本研究では一般資産等水害調査を利用した。災害発生期間、被害面積、被害金額、原因等が被害地区ごとに整理されている。ここでは東京大学空間情報科学研究センターが提供する「CSV アドレスマッチングサービス」によって市町村名を緯度経度情報に変換し、その緯度経度が含まれているグリッド内で水害が発生したとみなすことにした。この場合の緯度経度は各市町村の重心の位置であり、行政区画の形状次第では他の市町村の可能性もあり得る。

キーワード 流量確率、水害統計、陸面水文植生モデル、洪水予警報

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 Tel:03-5452-6382

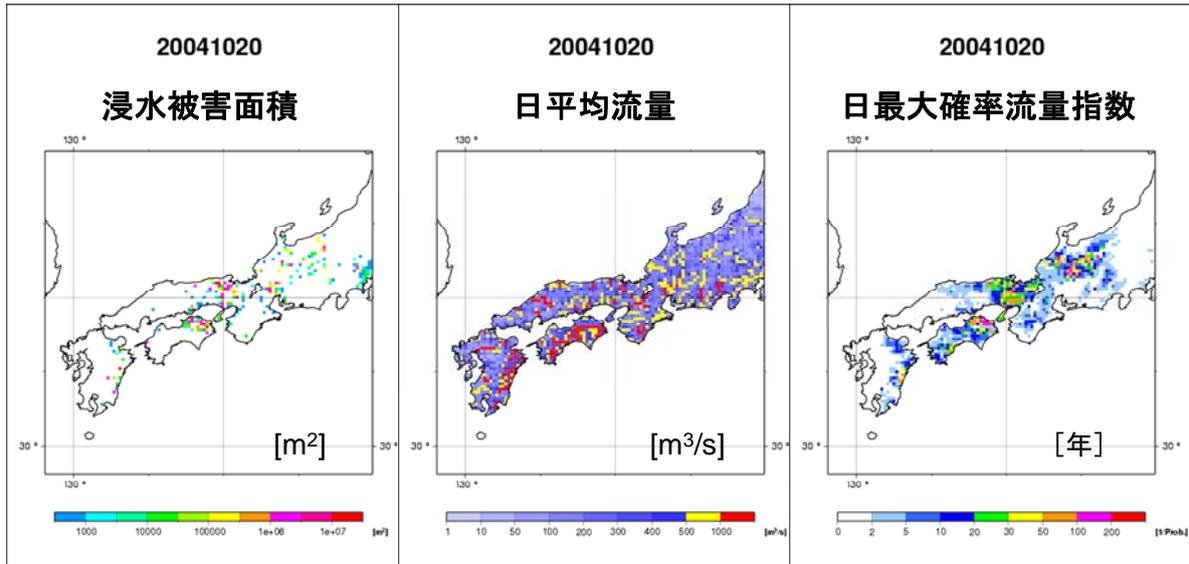


図1：2004年10月20日における浸水被害面積、日平均流量、日最大流量確率指数。

4. 流量確率指数と水害との対応

図1は2004年台風23号の際の浸水被害面積、日平均流量、日最大流量確率指数を示したものである。流量分布だけでは洪水の発生状況も確認しにくい、流量確率指数の分布は浸水被害面積の大きい地域をよくカバーできていることがわかるだろう。水害統計の統計的な一貫性から1993～2004年に関して流量確率指数との対応をとりまとめたのが図2、図3である。対応格子のみでは超過確率2年までの点を含めても30%程度しか浸水被害実績がないが、時間(1日)空間(±3格子)的に多少のずれを許容して比較すると、超過確率2年以上で被害のほぼ70%をカバーできており(図2)、逆に超過確率200年以上だと、9%程度の確率で浸水被害が生じている(図3) ことがわかる。

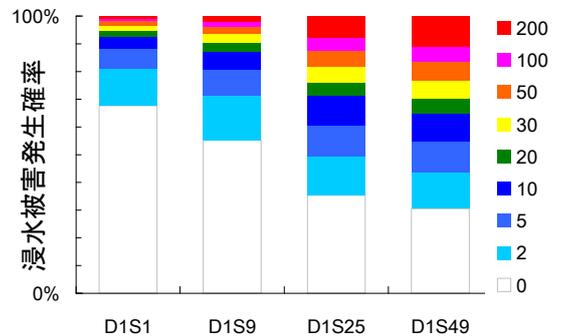


図2：浸水被害時の確率流量指数(1993-2004) 横軸は判定に用いた時空間幅

5. おわりに

全日本域流量シミュレーション自体の精度の向上、水害統計データ格子点情報化の際の時空間的なずれの補正、1km格子といった高解像度化、空振り率を減らす工夫など、まだまだ改善が必要であるが、実時間で利用可能な情報に基づいて浸水被害の可能性を瞬時に推定するシステムの可能性が示されたものと考えている。今後は<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/LIVE/>のToday's Japanにおいてリアルタイムで流量確率指数を算定表示する共に、水位データなどと逐次検証するシステムとして発展させ、信頼性の高い洪水予警報システム構築に貢献できるようにしたい。

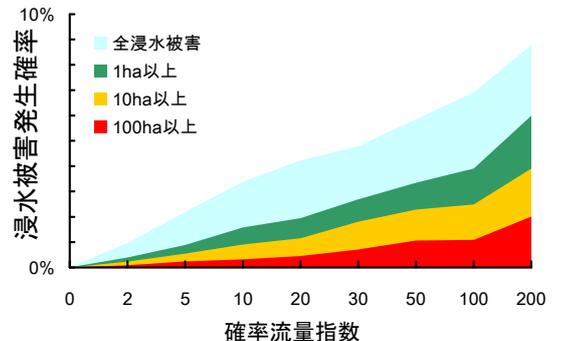


図3：確率流量指数と浸水被害発生確率(1993-2004)

謝辞：「水害統計」のデジタル情報は国土交通省河川局より提供を受けました。また本研究は河川環境管理財団河川整備基金の助成を受けて行われました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

岡田憲治, 牧原康隆, 新保明彦, 永田和彦, 国次雅司, 斉藤 清, 2000: 土壌雨量指数, 天気, **48**, 349-356.  
 T. Oki, T. Nishimura, and P. Dirmeyer, 1999: Assessment of annual runoff from land surface models using Total Runoff Integrating Pathways (TRIP), *J. Meteor. Soc. Japan*, **77**, 235-255.  
 咲村隆人, 2007: 水・エネルギー収支算定に基づく日本域洪水危険度推定手法の開発, 東京大学修士論文.  
 K. Takata, S. Emori, T. Watanabe, 2003: Development of the minimal advanced treatments of surface interaction and runoff (MATSIRO), *Global and Planetary Change*, **38**, 209-222.  
 Y. Hirabayashi, S. Kanae, I. Struthers, and T. Oki, 2005: A 100-year (1901-2000) Global Retrospective Estimation of Terrestrial Water Cycle, *J. Geophys. Res.*, No. **D19**, D1910110.1029/2004JD005492.  
 芳村圭, 岡澤毅, H. Kim, 瀬戸心太, 小岩祐樹, 沖大幹, 鼎信次郎, 2007: 気象庁メソ予報モデル GPV を用いた日本域河川流量予測システムの構築と検証, 水工学論文集, **51**, 403-408.