

分布型流出モデルを用いた 1998 年松花江洪水の再現実験 — 基準スケール問題の検討 —

長岡技術科学大学 大学院工学研究科	学生会員	○ 上米良秀行
長岡技術科学大学 環境・建設系	正会員	熊倉 俊郎
長岡技術科学大学 環境・建設系	正会員	陸 旻皎
長岡技術科学大学 環境・建設系	フェロー	早川 典生

1 はじめに

1998 年夏、中国東北部の松花江で大規模な洪水が発生した。松花江は中国とロシアとの国境を流れる黒龍江（アムール川）に注ぐ支川である。流域中央に広がる松嫩平原は勾配が極めて緩やかなため、地形学的にも河川氾濫が発生し易い。河川整備が充分でないこともあり、洪水が発生する度に、流域に暮らす人、社会、経済に甚大な被害をもたらしている（早川ら, 1999; Li *et al.*, 1999）。このような大規模洪水の予測のために、従来より分布型流出モデルの適用可能性が検討されているが、松花江のような流域面積およそ 50 万 km² という大規模流域については、その適用が困難とされてきた。理由はさまざまだが、特に、降雨場を再現する入力データやモデルそのものに要求される適切な時空間スケールが明らかでないという、いわゆる基準スケールの問題によるところが大きい。

そこでスケール問題についての基礎的検討として、本研究では、分布型流出モデルのサブモデルである河道追跡モデルに inputs する擬河道網情報の空間解像度の違いが、河川流量の算定結果にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることを研究目的とし、数タイプの擬河道網を用いて 1998 年松花江洪水の再現数値実験を行った。

2 使用データ

(1) 擬河道網データ

擬河道網データに関しては、全球を 30 秒グリッドでカバーする GTOPO30 をソースデータに用いて、0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 5, 6, 7.5, 10, 15, 30 分の 12 タイプの擬河道網と、それに対応する河道長、河道幅、河道勾配等の基礎データを作成した。

図-1 は、松花江流域および擬河道網を示している。太線は流域境界であり、各グリッド点（白丸）を単位河道（細線）で結ぶことで、擬河道網が構成されている。

(2) 気象データ

事例の再現実験を行う際には、それなりの精度で対象期間の降水場を再現した入力データを分布型

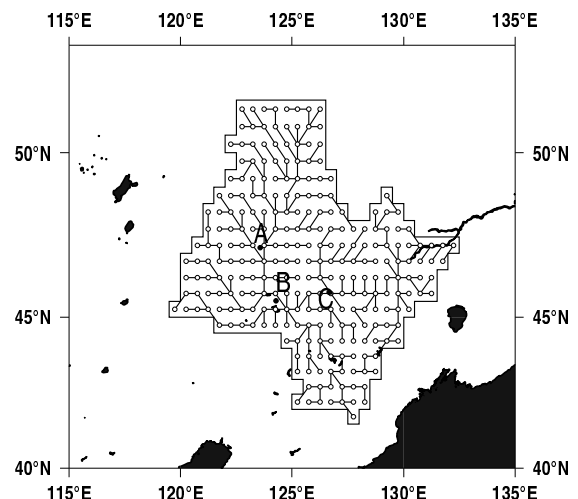


図-1 松花江流域

モデルに与える必要がある。本研究では、GAME 再解析データ ver.1.5 を用いた。既往の適用実績として、Shrestha *et al.* (2002) が中国の淮河流域において、GAME 再解析データを入力データとして河川流量の再現実験を行い、良好な結果が得られている。また、実験条件に基づいて、データに時空間的な内挿処理を施した。時間内挿には線形補間、空間内挿には 2 重線形補間を適用した。

(3) 河川流量データ

検証データは、中国黒龍江省水文水資源観測局による 1998 年 6 月 10 日-1998 年 8 月 31 日の日平均の河川流量データを用いた。観測点は表-1 に示す富拉爾基、大来、哈爾濱の 3 点であり、それぞれ、図 1 の A, B, C 点に相当する。各点の集水面積は公称値が明らかでないため、本研究で作成した 0.5 分サイズ擬河道網情報を用いて求めた推定値である。

キーワード：洪水予測、分布型流出モデル、基準スケール問題

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 Tel. 0258-47-1611 (Ext. 6619) Fax. 0258-47-9672

表- 1 河川流量観測点

観測点名	緯度経度	集水面積
A 富拉爾基	123.58°E, 47.17°N	15.2×10 ⁴ km ²
B 大来	124.28°E, 45.53°N	25.4×10 ⁴ km ²
C 哈爾濱	126.67°E, 45.78°N	43.4×10 ⁴ km ²

表- 2 実験条件

積分時間	5 か月 開始: 1998 年 4 月 1 日 00 時 (GMT) 終了: 1998 年 9 月 1 日 00 時 (GMT)
時間解像度	1 時間
水平解像度	2(1) 節で述べた 12 タイプ

3 実験方法

本研究における数値実験の流れを簡単にまとめる。流出過程モデルには、長江、黄河流域等で実績のある新安江モデル (Zhao, 1992) を用いた。入力データは降水量およびポテンシャル蒸発散量である。ポテンシャル蒸発散量の評価にはバルク法 (Louis, 1979) を用いた。河道追跡モデルには、Muskingum-Cunge 法を基礎とする MMMC (Multi-step, Multi-reach Muskingum-Cunge) スキーム (陸ら, 1999) を用いた。モデルパラメータについては、既往の研究で得られた経験的な値を適用した。実験条件は表-2 に示す通りである。

4 実験結果とまとめ

図-2 は哈爾濱における集水域平均降水量および河川流量の経時変化を示している。図中では、12 タイプの数値実験で得られたハイドログラフを重ねて描いた。それだけ各実験の時系列に違いが認められないためである。同一点で各実験結果を比較した場合、本来ならば、解像度が増すにつれ河道追跡の積分効果が顕著になるため、解像度が高いほど流量ピークが遅れることが予想される。12 タイプもの異なる解像度の実験を行ったにも関わらず、各々の実験結果に大差がなく、かつ、観測流量の時系列との一致が良くない。

図-3 は、モデル空間解像度と、流域平均の標高値および流域出口までの距離との関係を示したものである。実線が標高値、鎖線が流域出口までの距離である。擬河道網の解像度の違いにより、当然ながら、モデル内部で表現される流域地形が明らかに異なっている。スケールが大きくなるほど、流域出口までの距離が短く表現される反面、標高値が均され勾配が緩やかとなり、結果的に各スケール間の差がみられなくなったと考えられる。

本研究の結果は、実験結果が観測結果に一致しない理由として、擬河道網の空間スケールの違いよりもむしろ、降雨-流出過程モデルの不十分さ、

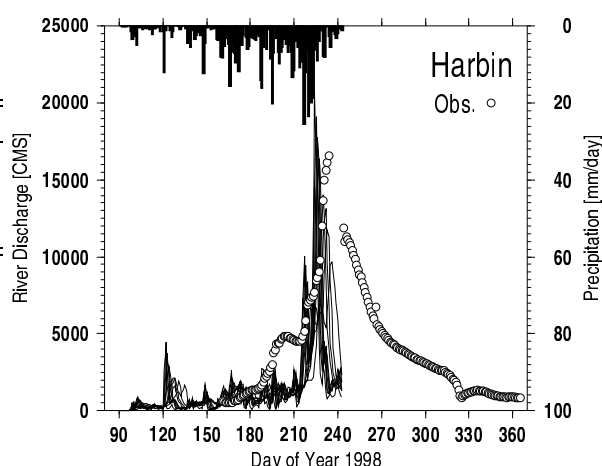


図- 2 哈爾濱における降水量，河川流量の経時変化

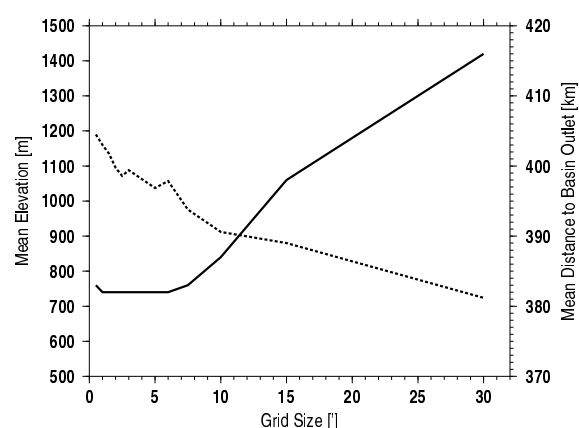


図- 3 流域出口からの距離

あるいは、流域規模に対して充分でない粗い解像度の入力データによる影響の方が、卓越的であることを示唆するものかもしれない。いずれにしても慎重に検討しなおす必要がある。