

チャオプラヤ川流域を対象とした水資源季節予測の試み Trials on Seasonal Water Resources Prediction for the Chao Phraya river basin

○ 鼎信次郎*

Shinjiro Kanae

1. はじめに

2011 年タイ・チャオプラヤ川を襲った大洪水は、統計の取り方などにも依存するが、当時の世界記録となる洪水被害をもたらした。ここで、チャオプラヤ川のような大陸河川は、洪水や渇水が数か月スケールで生じる。

たとえば 2011 年の例では、下流の首都バンコク周辺で大変なこととなり国際的なニュースにおいても目立ち始めたのは、一般に 10 月後半からであり、11 月 12 月あたりの水害であったというイメージも大きいですが、主たる雨は 7-9 月であったともいえる。このように洪水は数か月スケールで生じるものであり、必然的に 1 か月から数か月スケールでの降水量や河川流量、あるいはダム貯水池への流入量の予測などが望ましくなってくる。

一方で、そういった 1 か月から数か月という時間スケールでの予測は、少なくとも気象・降水予測においては、100 年スケールでの気候変化についてのシミュレーションや 2 週間以内の天気予報などと比べて、最後に残された難問とされており、そう簡単に成功するものでもなさそうといえる。

ここでは、沖教授代表の「タイ国における統合的な気候変動適応戦略の共創推進に関する研究」（通称 ADAP-T）の一部として私の身の回りで行われている幾つかの研究について、その進展を紹介したい。

2. 統計的手法を用いたダム貯水池への流入量を対象とした 1 か月スケールの予測

まず、チャオプラヤ川上流にある 2 つの主要ダムのうち 1 つを対象とした研究 (Somchitra, 2018) を紹介する。

前述のような大洪水の制御において、現地

の実務担当者としては、ぜひ数か月スケールの、そこまでではなくとも 1 か月スケールの、ダムへの流入量の予測値が欲しいとのことである。ここでは、その実務担当者の一人が我々の研究室とともに統計的手法を応用した例について紹介する。

ここでは約 13,000km² の流域を持つダムへの 1 か月流入量について、複数の気候指数を用いての予測を試みた。ニューラルネットワーク（いわゆる ANN）なども用いたが、最終的には独自の新しい Variation Analogue Method を適用した。結果の例は Fig. 1 に示したようなものであり、必ず将来においても予測がうまくいくとまでは断言できないものの、ここでの適用結果としては、比較的良好にダム貯水池への流入量の多寡を予測することができたといえよう。図のように 2011 年の大きなピーク流入量も表現されている。

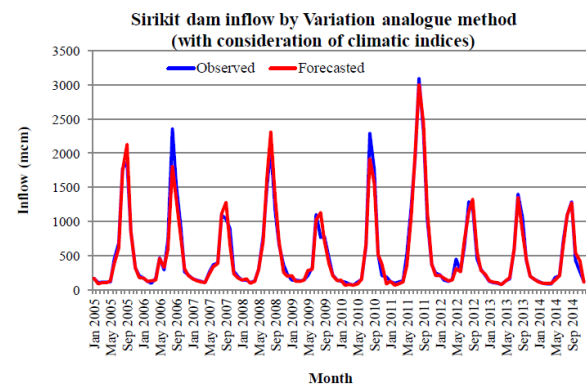


Fig. 1 流入量 1 か月予測の例

3. 統計的手法を用いたダム貯水池流域への降水量を対象とした 1 か月スケールの予測

上記と同様にチャオプラヤ川上流にある 2 つの主要ダムのうち 1 つを対象とした 1 か月

【所属】*東京工業大学 環境社会・理工学院(Tokyo Institute of Technology)

【キーワード】季節予測, 一か月予測, 河川流量, 水資源, 降水量

スケールの予測についての研究ではあるが、ここでは降水量の予測を試みた結果について短く紹介させていただく。

まず、降水量と9つの気候指標（それぞれ月データ）との間のラグ相関を調べ、相関に有意性があるかもしれないと考えられた気候変数を説明変数として、統計モデルの構築を行った。線形モデルである重回帰モデルと、ニューラルネットワーク（いわゆる ANN）、さらには遺伝的プログラミング（GP）を用いて、この研究を行った。実は当初は ANN をメインに考えていたのだが、我々の技量ではうまくいかず、GP を試してみた経緯がある。

結果、GP によって渇水年がうまく予測できる場合が増えたが、一方で、渇水・豪雨年を平年値と予測してしまうケースも残った。

4. 気候モデルと分布型水循環モデルによる力学的予測の可能性について

ここまでは統計的予測手法についての紹介であったが、最後にいわゆる力学的手法を用いた試みについても紹介する。ちなみに、力学的手法と統計的手法は必ずしも対立するものではなく、前述の結果をこちらへと部分的に取り込むことも可能である。

ここではチャオプラヤ川全流域をグリッドポイントに分割した分布型水循環モデルを用い、それに対して数値気候モデルを用いた力学的季節予測の出力（特に降水量予測について）をバイアス補正した後に入力することによって力学的に河川流量の季節予測を得ることとしている。全体的には Mateo ら（2014）の手法に従い、その入力（特に降水量）として力学的季節予測から得られたものを使ったものであるといえる。

結果の一例を Fig. 2 に示す。水文シミュレーションの方についても様々な不確実性要因はあるが、キャリブレーションを適切に行うことによって、水文シミュレーション部分については、チャオプラヤ川といった大きな河川を対象としても、ある程度妥当な計算を行うことができる時代になってきたといえる。

一方で、この季節予測があまりうまくいかないことのほとんどは、この時空間スケールでの降水量予測が（対象地域において）簡単

ではないことに起因しているはずである。ただ、ヨーロッパの主要気象予報センターなどが季節気象予測プロダクトをフリーで配布するようになったせいか、ヨーロッパの流域を中心として、季節水文予測の研究はこの数年盛んになりつつある。ひょっとしたら、ヨーロッパのような地域では、こういった時間スケールにおいても降水量の予測がまずまず何とかなるのかもしれない。

一方、アジアモンスーン地域における1か月から季節スケールでの降水量予測は、数値気候モデルを用いた力学的予測に統計的手法を組み合わせることによって、ある程度は可能となるかもしれない。その先駆となる研究成果も出つつあり、これは上記3で述べた内容と類似ともいえるが、Imada ら（2015）はそういった可能性を示している。本原稿については、ここで紙幅が尽きたが、発表時にはこの研究にも言及した上で、今後のさらなる可能性について議論を深めたいと考えている。

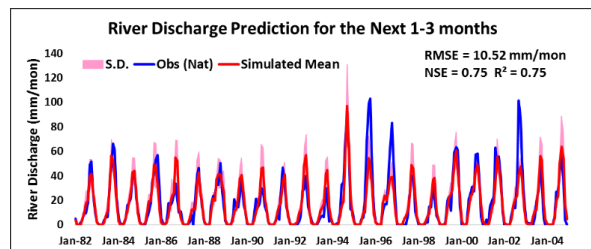


Fig. 2 チャオプラヤ川流量の力学的予測の例【参考文献】

Somchit ら（2018）: Improved forecasting of extreme monthly reservoir inflow using an analogue-based forecasting method: a case study of the Sirikit dam in Thailand, *Water*, 10(11), 1614; <https://doi.org/10.3390/w10111614>.

Mateo ら（2014）: Assessing the impacts of reservoir operation to floodplain inundation by combining hydrological, reservoir management, and hydrodynamic models, *Water Resour. Res.*, 50, <https://doi.org/10.1002/2013WR014845>.

Imada ら（2015）: Predictability of persistent Thailand rainfall during the mature monsoon season in 2011 using statistical downscaling of CGCM seasonal prediction, *Mon. Wea. Rev.*, 143, 1166-1178.