

第Ⅱ部門

地球規模気象情報を用いた渇水時貯水池操作のための降水予測手法に関する研究

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○岡田 知也

京都大学防災研究所 正会員 野原 大督

京都大学防災研究所 正会員 堀 智晴

1 はじめに 近年, 2005 年の四国の大渇水や 2000 年の東海豪雨による洪水など, 全国各地から河川災害の発生が頻繁に報告されており, 河川流域管理において大きな役割を担う貯水池においては, より効率的な管理が求められている. また, 一方, 地球規模での水動態把握について世界的に関心が高まってきており, 世界各国で地球規模の気象情報網が整備されてきている. 一般に, 気象現象は空間スケールが大きいほど, その時間スケールも大きいことが知られており, 地球規模の気象情報は, その時空間スケールから流域の長期にわたる将来の水動態に関して何らかの情報を有している可能性がある. これらの情報を有効に利用するために, 本研究では, 数ある地球規模気象情報の中から, 流域の長期降水予測に有益な情報を定量的に評価して選び出し, それらの情報を用いた長期降水予測手法を提案する.

2 地球規模気象情報を利用した長期降水量予測回帰モデルの開発

2.1 地球規模気象情報を利用した広域気象場の特徴の表現

地球規模気象情報には表 1 に示すものを用い, 平年偏差を用いる. 月平均 500hPa 気圧高度分布に関しては, 北半球から 18 個の領域のデータを作成し, この 18 個のデータから河川流域の降水量に特に強い影響を与えている領域を選び出す. 月平均海面水温分布に関しては 4 個の領域のデータを作成し, 領域を選び出す. また, これらの各領域において正偏差域の中心と負偏差域の中心の位置を定義し, これらの座標を用いる. [1]

2.2 地球規模気象情報に含まれる流域の長期降水量に関する情報の表現方法

前節で述べた 22 の各情報において, 1976 年から 1999 年までの 24 年間の各月の正偏差域と負偏差域の中心の座標を用いて, 月ごとに K-means 法を用いて 6 つのクラスターに分類する. 次に, すべての月のすべてのクラスターにおいて, 各クラスターに分類される気

圧平年偏差分布または海面水温分布が得られた場合にその月から向こう 1 か月, 1 か月先から 2 か月先までの間, 2 か月先から 3 か月先までの将来の 3 期間においての平均降水量を求めておく. この各領域から得られる平均降水量を説明変数とし, 予測降水量を目的変数として重回帰式を作り, 赤池情報量基準 (AIC) [2][3]を用いて将来の 3 期間それぞれにおける最適な説明変数の数と組み合わせを選び出し, 回帰モデルを作成する. 回帰モデルは, 説明変数として考える領域の数を m とし, 対象とする n 月 ($n=1\sim 12$) の将来の 3 期間 ($l=1\sim 3$) における降水量を y_n^l , 平年降水量を x_{mn}^l とし以下のようになる.

$$y_n^l = a_{0n}^l + a_{1n}^l x_{1n}^l + \cdots + a_{mn}^l x_{mn}^l + \varepsilon_n^l \quad (1)$$

表 1 本研究で用いる地球規模気象情報

	範囲	空間解像度	時間解像度
月平均 500hPa 気圧高度分布	全球	2.5 度 × 2.5 度グリッド	月 (平均)
月平均海面水温分布	全球	2.0 度 × 2.0 度グリッド	月 (平均)

3 中長期気象予報の導入と渇水時の貯水池操作

3.1 中長期気象予報による長期降水予測

本研究では地球規模気象情報に加え, 従来から日本の各地域に対して予測情報として発表されてきた気象庁による中長期気象予報を, 地球規模気象情報との比較のために導入し, 前章の説明変数の 1 つとして扱う. 1 か月予報では 1 か月先までの降水量を, 3 か月予報では 1 か月ごとに 3 か月先までの降水量が「平年より少ない」, 「平年並」, 「平年より多い」の 3 段階で予報されている. 過去の統計データから, 1 か月予報については翌月, 3 か月予報については 1 ヶ月先~2 ヶ月先, 2 ヶ月先~3 か月先までの 2 期間における, 3 段階の各予報に対応する降水量平年比を求めておき[4], これに各期間の平均降水量を乗じたものを, 説明変数として用いる.

3.2 長期降水予測に基づいた貯水池における渇水

操作

前節までの手順で選ばれた説明変数をもちいた重回帰式を用いて長期予測降水量を求め、これを用いて長期的な視野に立った貯水池の渇水操作を行う。流況予測には人工ニューラルネットワークを用い、長期降水量系列と現在までの降水及び流況の実績から、3ヶ月先までの予測流況系列を算出する。3ヶ月先よりも将来の流況に関しては平年流況を想定するものとする。2年間分の流入量、需要量を考えたときの、この2年間にわたって渇水が起こらないような貯水池の貯水量のうち、最小の貯水量を長期目標貯水量とし、現在の貯水量が長期目標貯水量よりも少ない場合は不足分量を補うため、節水を行う。節水率は需容量に対して10%の単位で行うものとし、より将来の状況に関する予測は不確実性が大きいことを考慮し、将来にいくにつれて厳しくなるように設定する。

4 回帰モデルの適用

早明浦ダムを対象に適用に用いた。本研究では渇水時の貯水池管理を対象とするため、利水容量のみを考慮する。適用年は2001年1月の第1半旬から2002年12月の最終半旬までの2年間とした。図1(a)、図1(b)に降水量の予測結果、図2に降水予測を用いた場合の節水率、図3に降水予測を用いた場合の貯水池操作結果を示す。長期降水予測では降水量の急激な変化は予測で

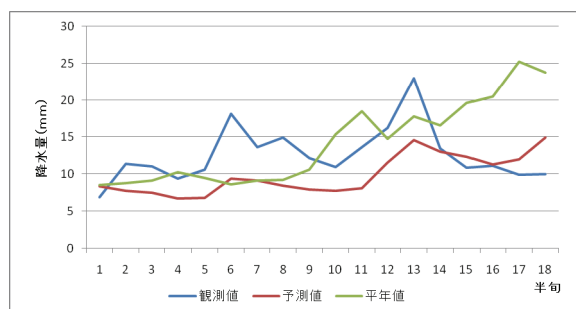


図1(a) 2001年1月1日における降水予測

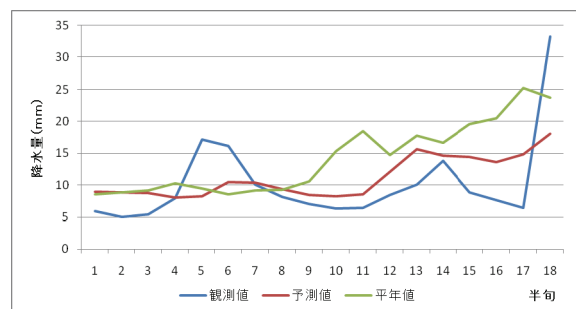


図1(b) 2002年1月1日における降水予測

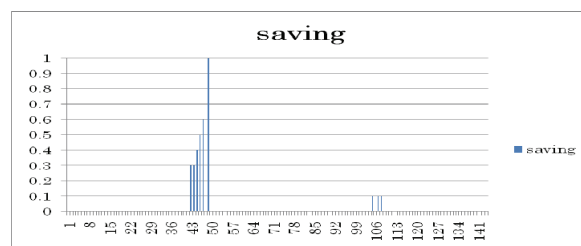


図2 降水予測を用いた場合の節水率

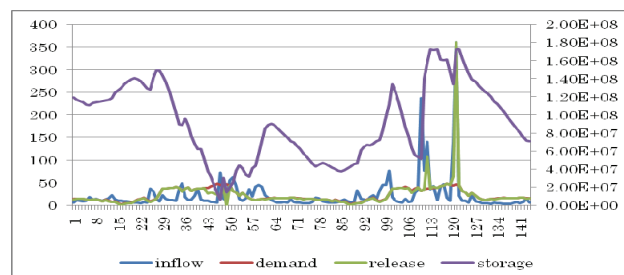


図3 降水予測を用いた場合の貯水池操作

きていないが、傾向は予測することができた。一方、貯水池操作結果では、将来の降水予測状況と貯水量の低下状況から、将来の渇水状況を予測し、段階的な節水を実施することができた。

5 おわりに

本研究では地球規模気象情報の中から流域の長期降水予測に有用な情報を選び出し、渇水時貯水池操作への適用を念頭においた長期降水量の予測手法を提案した。成果としては、降水予測では降水量の急激な変化は予測できなかったが、傾向は予測できていた。また、貯水池操作においては将来の渇水状況を予測し、段階的な節水を実施することができた。今後の課題としては、情報の特徴や重回帰式に用いる説明変数の表現方法の改良などが挙げられる。

参考文献

- [1] 野原大督 地球規模気象情報を考慮した学習型貯水池操作支援システムに関する研究, 京都大学修士論文, 2004.
- [2] 赤池弘次 赤池情報量基準 AIC, 共立出版, pp.58-61, 2007.
- [3] 坂元慶行、石黒真木夫、北川源四朗 情報量統計学, 共立出版社, pp.138-142, 1983.
- [4] 中村浩二 気象予報と流況パターンを考慮した貯水池の低水操作, 岐阜大学修士論文, 1991.