

第Ⅱ部門 ダムによる灌漑補給と少雨の時空間特性に関する分析

京都大学工学部 学生員 ○川西 達也
 京都大学大学院工学研究科 学生員 齋藤 宏樹
 京都大学防災研究所 フェロー 堀 智晴

1 序論

全国の水使用量に対する農業用水の割合は約 8 割であり、農業用水の確保は水資源利用の観点から非常に重要である。農業用水の主要な用途である水田灌漑については生育段階によって繊細な水管理が不可欠であり、出穂、開花期前後等の特に水が必要な時期に必要な水量が確保できないと作物に大きな被害が出る。大規模な圃場ではその灌漑用水が利水ダムからの補給によってまかなわれているところが多く、ダムから圃場への補給操作を考えることは水資源の活用のために有用であると考えられる。また、ダム補給操作を分析するにあたって渇水時の適応策を考えるとき、対象地域における少雨の時間・空間特性の特徴を知ることは重要である。

本研究では、現行の利水モデルに取水制限モデルを組み込み、その結果ダム貯水率がどのように変化するかを調べるとともに、少雨の時空間特性について分析する。

2 利水モデル

那賀川流域を対象として、FAO の AquaCrop をベースに作成した水稻成長モデルと灌漑用水補給モデルからなる一連の利水モデルを適用する。

水稻成長モデルでは、有効積算温度 GDD ($^{\circ}Cday$) に基づいて成長段階が決定される。水稻栽培の水管理として生育段階に応じた灌漑ルールを組み込んでおり、生育段階に応じた圃場水深となるよう取水・排水操作を行う。

灌漑用水補給モデルでは、前述の水稻成長モデルで推定された灌漑必要水量に対して、灌漑水路や流域のモデル化を行い利水ダムである長安口ダムからの放流量を求める。

2.1 取水制限モデル

実際に渇水が起こったときの取水制限率とその時の貯水率を参考に貯水率に応じて段階的に貯水制限を行うルールを考え、これを利水モデルに組み込んだ。この

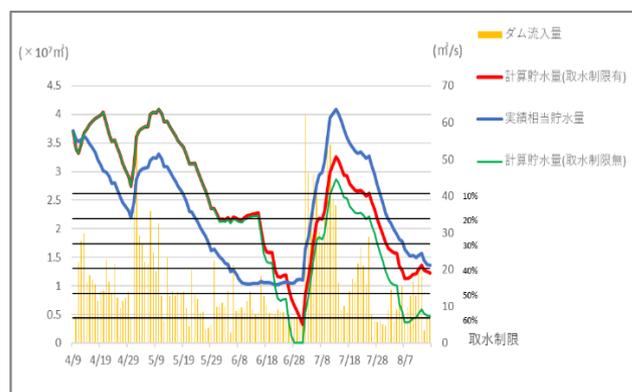


図 1 取水制限組み込み結果

取水制限ルールを組み込んだ場合と組み込まなかった場合の計算貯水量の推移を図 1 に示す。

取水制限を行わないケースでは、中干し終了後の多量に水を必要とする時期とダム流入量が多くない時期が重なり、取水制限を設けない場合は一時貯水量が 0 になってしまう。それに対し取水制限を設けた場合は、貯水率に応じて段階的な取水制限を行った結果貯水率は最小 7% 程度で抑え貯水率 0 となる状況を回避することが出来た。

今回の取水制限ルールを設けることで、ダムの貯水率が低下したときに貯水量の減少を抑えることに成功し、実際の渇水時におけるダム操作の再現性が向上したことを確認できた。

3 少雨の時空間特性分析

作物成長と灌漑補給モデルを作成したことで、過去の気象条件に関して渇水圃場における水管理とダムによる灌漑補給の両面から渇水対策を分析できるようになった。しかし、現在分析可能な年数は 20 年程度であり、起こりうる渇水事象が網羅されているとは限らない。そこで、少雨の時空間特性を分析し、それによって例えば多数の渇水シナリオを作成し渇水リスクを評価することを試みる。

分析に用いる降雨データとしては、気象庁が提供する解析雨量を用いた。解析雨量は時期によって空間解像度が異なるが、最も大きな空間解像度である 5km に統一することで解析に使用可能な年数を増やすことを試みた。那賀川流域を対象とし、国土数値情報メッシュデータによる対象流域 3 次メッシュを含む矩形領域で分析を行った。

時空間スケール別に分析するにあたって、時間スケールは 5 日から 360 日まで 5 日刻みで、空間スケールは 5km 四方、10km 四方、15km 四方、20km 四方、25km 四方と対象領域全体の 6 通りで分析を行った。

また、少雨という現象の特性により分析は長期間でのものとなる。特に古い年では欠測が多く分析に向かないと考え、比較的最近のデータのみ分析に用いた。

3.1 年最長連続無降水日数

図 2 に空間スケール別の連続無降水日数についての分析結果を示す。連続して 0mm を観測した日数を年別に算出した。図から、無降水日数が年を追って増加している傾向が読み取れ、渇水の特性を表す 1 つの有力な指標となり得ると考える。ただし、閾値を 0mm とすることが渇水特性の指標として最も適切であるか検討の余地があり、例えば閾値を変えて 1mm 以下や 5mm 以下である連続日数と渇水事象との関係を見る必要もある。

3.2 年最小雨量

図 3 に時間スケール別の年最小雨量についての分析結果を示す。

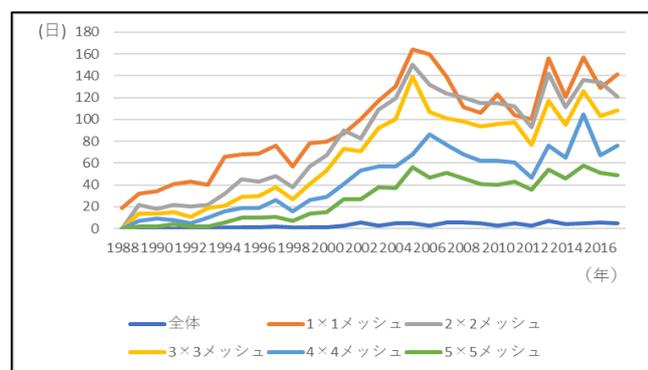


図 2 空間スケール別の連続無降水日数

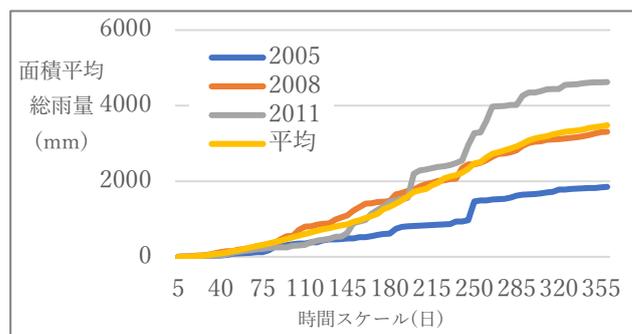


図 3 時間スケール別の年最小雨量

少雨年の代表である 2005 年と多雨年の代表である 2011 年では長い時間スケールでは倍以上の差となっているにもかかわらず、125 日あたりまでは近い値であることが読み取れる。このことから、年最小雨量は時間スケールを長く設定したときに、有力な渇水を表す指標となる可能性があると考えられる。

また、空間スケール別に年最小雨量について分析した結果、空間スケールを大きくしても年最小雨量の値が大きくなるといった結果は見られなかった。

4 結論

実際の貯水率と取水制限率の関係から取水制限ルールを定め、そのルールに基づく取水制限モデルを作成した。取水制限モデルを利水モデルに組み込んだ結果、渇水時に貯水率の低下を抑え、渇水時における一般的なダム操作の再現性が向上した。

解析雨量を用いて空間スケールごとに年最長無降水日数がどのように変化しているかを調べたところ、近年は少雨が増加傾向にあることが明らかになった。

年最小雨量の変化を調べた結果として、時間スケールごとに分析すると多雨年と少雨年でも、ある程度の時間スケールまでは変化は見られず、時間スケールを大きく取することで少雨年の特性が現れることが分かった。また、空間スケールを変化させても変化の傾向は見られなかった。このようにデータを分析し、今後実際の渇水被害との関係を調べることで小雨の時空間分布の特徴を把握し、それによって渇水リスクを評価しダム利水操作を向上させることが期待される。