

2つのダムを有する嘉瀬川上流域における水環境の変化について

佐賀大学工学部都市工学科	学生会員	古舘 憲人
佐賀大学大学院工学系研究科	正会員	大串浩一郎
インドネシア サムラトランギ大学	正会員	Cindy Jeane Supit
佐賀大学低平地沿岸海域研究センター	正会員	手塚 公裕

1.はじめに

河川の水循環には、治水・利水問題、環境問題など様々な要素が流域ごとに存在している。これらの問題に対処していくためには、水量、水質の移動過程を流域レベルで時空間的に把握する必要がある。

佐賀県中央部の嘉瀬川流域は、河床勾配が上流部で1/50～1/100と急勾配であり、中・下流部で1/1000～1/5000と緩勾配となっている。また、流域においては、干ばつや灌漑用井戸の揚水による地盤沈下、洪水といった被害に見舞われることが多かったことから、1956年に北山ダム(農業用水ダム)が建設され、さらに2012年には新たに嘉瀬川ダム(多目的ダム)の本格運用が開始された。

本研究では、SWAT(Soil and Water Assessment Tool)モデルを用いて2つのダムを有する嘉瀬川上流域の近年の水環境の変化に関する考察を行った。

2.対象流域の概要

嘉瀬川は総延長約57km、流域面積約368km²の一級河川である。本研究では、嘉瀬川の河口から16.6km上流に位置する官人橋地点より上流域を研究の対象とした(図-1)。対象流域の主な土地利用は森林が約80%、田畑が約9%で、流域内に用途の異なるダムが2基あり、河川の水利用は発電・農業用水が約96%を占めている。

3.研究方法

3.1 SWATモデル概要

本研究で用いたArcSWATモデルは、ESRI社製のGISであるArcMAPで稼動するSWATモデルである。既存のGIS情報や土壌、気象情報を用いて流域の水・物質循環を評価することができ、無料で利用できる特長がある。

3.2 解析方法

SWATでは主に気象庁、国土交通省の2008～2011年の日単位の時系列データ(雨量、ダム放流量、発電取水量、気温、風速、湿度、日射量、流量、水質)とGISデータ(標高、土地利用、土壌データ)を用いた。GISデータとして、国土地理院数値地図50mメッシュ(標高)、流域自然環境調査作業2007年土地利用データ、国土数値情報20万分の1土地分類基本調査を用いた。土壌データは嘉瀬川流域における既存の研究¹⁾を参考にした。

3.3 モデルの評価方法

2008年をパラメータのセットアップ期間、2009年をキャリブレーション期間、2010～2011年をヴァリデーション期間とし、以下のNash-Sutcliffe Efficiency (NSE)と決定係数(R²)でモデルの評価を行った。

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - O_{av})^2}$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - O_{av})^2 - \sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - O_{av})^2}$$

O_i: 観測値 P_i: 計算値 O_{av}: 観測値の平均値

4.結果・考察

4.1 流量の推定

2010年～2011年の官人橋地点における月平均流量の実測値と計算値の比較を図-2に示す。NSE=0.90、R²=0.92と高く、再現性は良かった。2010年3月～6月における誤差は、日単位のデータを確認したところ、降水時におけるピーク流量が過大評価されたことが原因であると考えられた。また、2011年では6月よりも7月で実測の流量が多く雨量が少ないという特徴があった。これは、6月30日～7月1日にかけて降水があり、6月30日に降った雨が7月1日に流出したことが原因であると考えられる。しかし計算上では、その降水の表面流出が速く6月の流量として算出されたことで実測と計算に差が生じた。これらの問題は流出率に関するパラメータの調整をすることで改善されると考えられる。



図-1 嘉瀬川上流域概略図

4.2 汚濁負荷量の推定

2010年～2011年の官人橋地点における全リン負荷量の実測値と計算値の比較を図-3に示す。NSE=0.73、R²=0.75と再現性は良かった。しかし、2011年よりも2010年で誤差が大きかった。この原因については今後検討する。

4.3 水収支構成の推定

対象流域の2010年と2011年における嘉瀬川上流域の水収支構成の割合の平均は降水量に対し表面流出量61.9%、浸透量23.7%、蒸発散量11.9%と推定することができた。2010年と2011年における水収支の構成を図-4と図-5に示す。各年において、浸透量や蒸発散量に比べ表面流出量の変化が大きいが分かる。また、気温と蒸発散量には正の相関があり(図-6)、試験湛水開始後の蒸発散量は試験湛水開始前と比べ、減少傾向にあることがわかった。しかし、雨量と蒸発散量にも正の相関がありその影響も考えられる。雨量と表面流出量(図-7)、雨量と浸透量(図-8)についても正の相関がみられたが、嘉瀬川ダムの試験湛水の影響はみられなかった。

5.まとめ

SWATモデルを用いてダムや取水を考慮した嘉瀬川上流域の流量を推定することができた。また、蒸発散量、浸透量、表面流出量と気象の相関から、嘉瀬川ダムの試験湛水是水収支に大きな影響を及ぼしていないと考えられた。

参考文献

- 1) Cindy Jeane Supit : 博士学位論文,2012
- 2) 九州地方整備局:嘉瀬川水系河川整備計画,2007

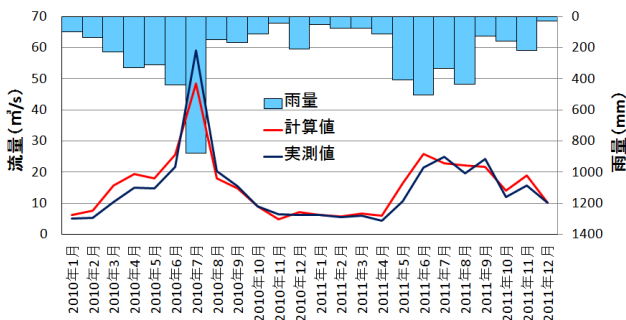


図-2 官人橋地点における月平均流量の実測値と計算値の比較(2010～2011年)

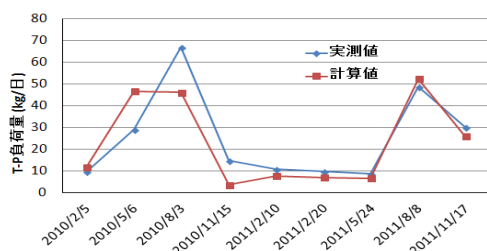


図-3 官人橋地点における全リン負荷量の実測値と計算値の比較(2010～2011年)

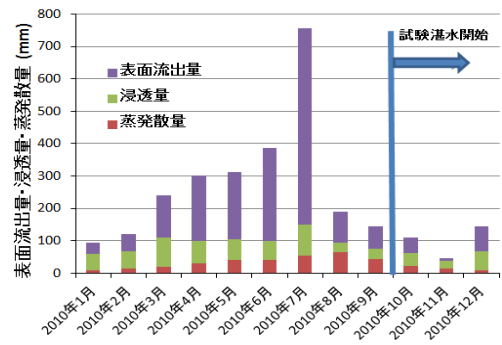


図-4 対象流域の水収支の構成(2010年)

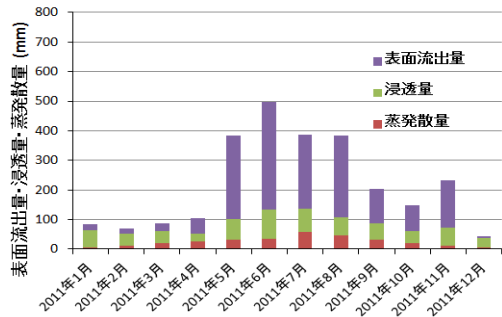


図-5 対象流域の水収支の構成(2011年)

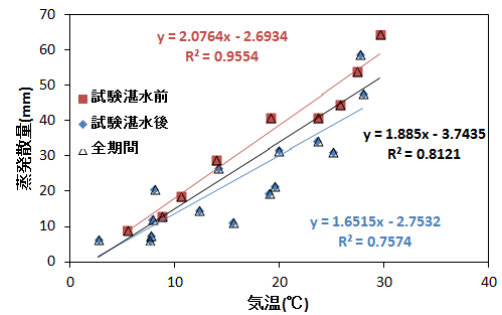


図-6 気温と蒸発散量の相関

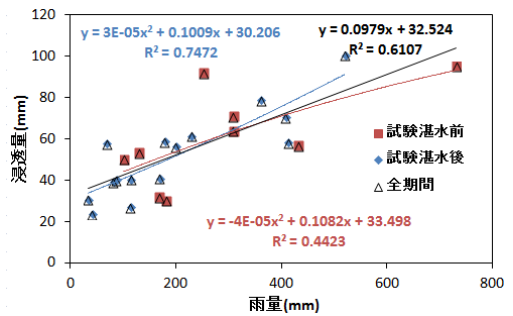


図-7 雨量と表面流出量の相関

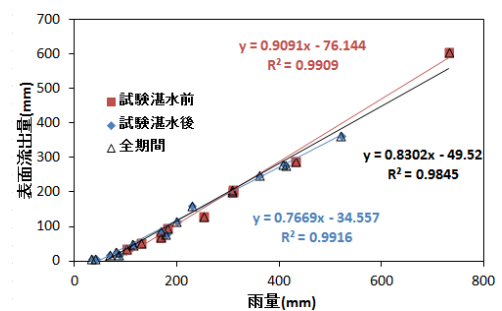


図-8 雨量と浸透量の相関