

早明浦ダム流域における流出特性と日単位の長期流出解析

明星大学理工学部 正会員 ○藤村 和正
 東京工業大学大学院 学生会員 白羽 陽藏
 東京工業大学大学院 正会員 鼎 信次郎
 高知工科大学環境理工学群 フェロー 村上 雅博

1. 緒論

地球温暖化による気候変動はこれまでの降雨流出現象に変化をもたらし、高知県のような第一次産業に大きく依存する地域においても深刻な影響を及ぼすと考えられる。近年、その脆弱性に対する適応策について検討が始められており¹⁾、その一つとして将来的な降雨予測と地域における再現性の高い流出モデルの構築が必要とされている。つまり地球規模で開発された気候変動シナリオを地域規模にダウンスケーリングし、流出解析を行い、適切な水資源管理と洪水防御を行うことである。1980年代、水資源開発及び管理を念頭において山地河川流域を対象とした日単位の水循環モデルが安藤・高橋²⁾により提案された。このモデルは降雨-流出関係からモデル定数を決定し、流出率、単位図、タンクを組み合わせた比較的簡単な構造により表面流出、地下水涵養、地下水(基底)流出が計算できる。解析法は流出率や単位図を用いるなど旧来的ではあるが流域の流出特性を明らかにでき、日本の山地河川流域に対して適合性を有すると考えられる。そこで本研究ではこのモデルを変動の大きな多雨地帯を代表する早明浦ダム流域に適用し、GIS データをカップリングさせて 1991 年から 2006 年まで 16 年間の長期流出解析を行い、早明浦ダム流域の流出特性を把握するとともに、モデルの再現性について検討することを目的とする。

2. 対象流域の概要

早明浦ダム流域は四国中央を西から東に流れる吉野川の上流に位置し、地質は破砕帯地すべりの三波川帯や石灰岩質の秩父累帯などが多様に存在する。流域面積は本来 417km²であるが、汗見取水堰から発電用水 1.5m³/s を導水トンネルで流域変更して受けているため、その流域面積 55km²を合わせて 472 km²となる。早明浦ダム流域は高知県内に位置しているが、瀬戸川取水堰から流域変更される高知分水はもとより、早明浦ダムと連携して操作される下流の池田ダムからの香川用水や吉野川北岸用水(徳島県)あるいは隣接する富郷ダム流域から流域変更される愛媛用水など四国 4 県の水源に大きく関係しておりその重要性は極めて高い。特に歴史的に構造的な水不足に悩まされている瀬戸内の香川県にとって香川用水は生命線と言っても過言ではない。

水文資料は、ダム流入量、流域内 7 地点の雨量データ、AMeDAS 本山地点の日平均気温を用い、可照時間

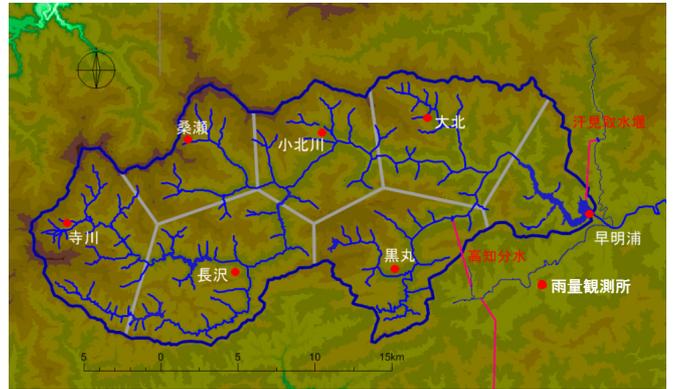


図1 早明浦ダム流域の概要図

は国立天文台天文情報センター暦計算室 Web サイトにダム地点の緯度経度を入力し求めた。対象期間は 1991 年 1 月 1 日から 2006 年 12 月 31 日まで 16 年間である。

3. 早明浦ダム流域の流出特性

直接流出と地下水流出の特性について述べる。直接流出は、一雨雨量に対してハイドログラフの形が明瞭に現れている流出イベントを選び、対象期間内で 95 イベントを抽出した。直接流出の分離はハイドログラフの立ち上り点と低減部の折曲点を直線で結ぶ方法とした。一雨雨量 P-直接流出高 D の関係(P-D 関係)を正基軸で表わした(図2左)。1次遷移雨量を 70mm、2次遷移雨

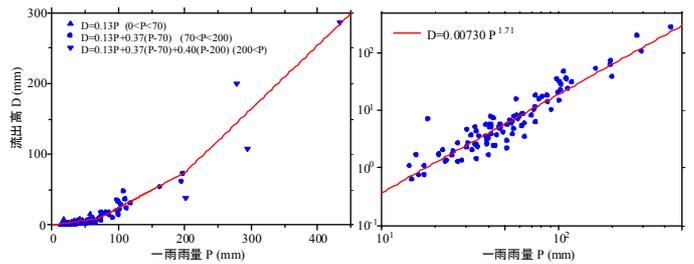


図2 一雨雨量と直接流出高の関係

表1 直接流出率と単位図の配分率

	f ₀	f ₁	f ₂	d ₁	d ₂	d ₃
早明浦ダム流域	0.13	0.37	0.40	0.50	0.32	0.18
鏡ダム流域	0.10	0.37	0.53	0.55	0.34	0.11

表2 地下水流出の減水定数

	最小値	最大値	中央値	標準偏差	分散
不圧地下水	0.0013	0.0876	0.0205	0.014306	0.000205
被圧地下水	0.0022	0.1328	0.0498	0.031396	0.000986

量を200mmとして直線近似し、基本流出率 f_0 、1次付加流出率 f_1 、2次付加流出率 f_2 を求めた。また、両対数グラフでもP-D関係を表わした(図2右)。このグラフにおけるP-D関係は近似曲線に対して多少のバラツキはあるものの指数関数で表わされていると言える。続いて単位図を作成できる独立降雨を10イベント抽出し、単位図の配分率を求めた。流出率と単位図配分率について安藤・天口・孫³⁾が同じ四国の古生層地質である鏡川ダム流域(80.8km²)で求めているが、その値と比較するとほぼ同じであることが分かる(表1)。

次に、地下水流出特性について、無降雨期間の被圧地下水帯水層及び不圧地下水帯水層からの地下水流出の減水式⁴⁾について検討した。無降雨期間は、降雨終了後3日目以降の1日を起点として10日間以上無降雨であることを条件とし、その結果、対象期間内で33の無降雨期間を抽出した。図3に示すように地下水流出に対して減水式を近似させ減水定数を求め、減水定数の標準偏差と分散を求めたところ誤差は不圧地下水減水式の方が小さいことが示された(表2)。

4. 長期流出解析

モデルの基本構造は、直接流出、浸透・地下水涵養、地下水流出から構成される^{2), 3)}。詳細については省略する。流域を400mメッシュに分割し、7地点の雨量観測点のデータはティーセン分割された領域において標高-降水量直線(図4)によりメッシュ交点の降水量を推定し、それらを平均化して流域降水量を算定した。図5には解析結果を示す。流出高は対数軸で表わしているが、ピーク流出高は概ね適合している。またその他の部分についてもおよそ再現されているが、実測値より計算値がやや高い値である。これは流域変更の用水あるいは深層地下水への涵養量などの流域外流出の可能性を考慮しなかったためであると考えている。この点については今後の課題としたい。

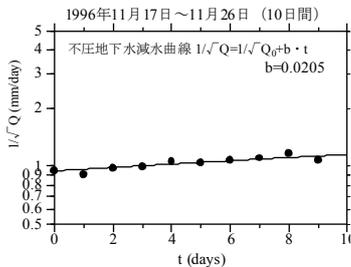


図3 不圧地下水減水曲線の一例

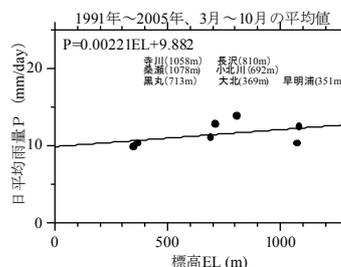


図4 標高-降水量関係

5. 結論

本研究では以下の点が示された。①早明浦ダム流域の流出率、単位図配分率は同じ四国の鏡ダム流域の値とほぼ同じであった。②指数関数式で一雨雨量-直接流出の関係が表わせた。③地下水流出は不圧地下水帯水層からの流出が優位と考えられる。④再現性は概ね得られているが、全体的に実測値より解析値が高い値となった。

最後に、文部科学省気候変動適応研究推進(RECCA)プログラムおよび貴重な水文観測データを提供して頂いた独立行政法人水資源機構吉野川局、池田総合管理所の関係各位、またデータ整理及び解析に協力していただいた当時学生の和気孝祐氏に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 文部科学省気候変動適応研究推進プログラム: <http://isacc.triple-i.me/>
- 2) 安藤義久・高橋 裕: 山地河川の長期流出解析に関する一考察、土木学会論文報告集第 318 号、pp.93～105、1982.
- 3) 安藤義久・天口英雄・孫 士禹: 古生層山地流域の日単位の長期流出解析、水利科学、No.268、pp.26-39、2002.
- 4) 高橋 裕・安藤義久・伊藤 孝・伊藤和央: 山地河川の低水流出の減水特性に関する研究、土木学会論文報告集第 337 号、pp.75-82、1983.

早明浦ダム流域 1991年1月1日～2006年12月31日

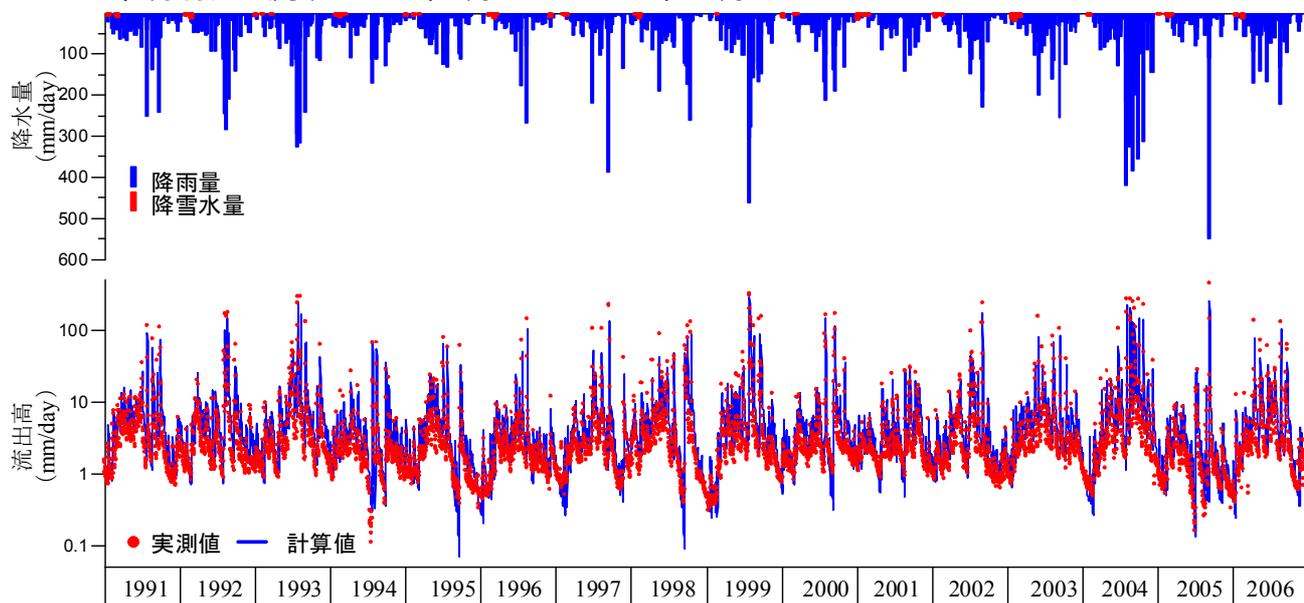


図5 解析ハイドログラフ