

早明浦ダム流域における長期流出解析と渇水時の流入量予測

明星大学理工学部土木工学科 学生会員 ○土屋 大
 明星大学理工学部建築学科 正会員 藤村 和正
 明星大学理工学部土木工学科 学生会員 鈴木 航
 明星大学理工学部土木工学科 学生会員 高田 典宏

1. はじめに

四国瀬戸内は歴史的に少雨域であり、ダムからの用水は重要である。早明浦ダムは吉野川の治水と四国地方全域の利水を目的に 1973 年に竣工し、有効貯水容量 2 億 8,900 万トンで多目的ダムとしては日本最大の規模である。このダム水運用は四国地方の経済・市民生活に極めて多大な影響を及ぼす。しかし 2005 年 8 月、9 月にはダムの貯水率が 0% となり香川県では減圧給水及び夜間断水となった。2007 年には少雨のため 5 月としてはじめて渇水対策本部を設置し取水制限を行った。一時、香川用水への給水量を 50% カットしたが、7 月の台風 4 号により貯水率が回復し、取水制限は全面解除となった。

早明浦ダム流域を対象とした日単位の長期流出解析は、藤村・和家¹⁾が行い、その再現性を示している。本研究では 1991 年から 2006 年までの 1 時間単位の長期流出解析を行い、その再現性について検討することを目的とする。また解析結果を元にして降雨特性、流出特性を考察し、さらに無降雨を与えて 60 日先のダム流入量予測を行い、渇水期を想定した流出特性について検討する。

2. 対象流域

吉野川の上流に位置する早明浦ダムの流域面積は 415km² である。吉野川流域には中央構造線が東西に走り、北から和泉砂岩層、三波川帯、秩父古生層と 3 つの異なる地質帯が分布し、構造線の影響を受け、地質は複雑で、崩壊や地すべりの要因となっている。本研究で用いる水文資料は、ダム流入量及び流域内 7 地点の雨量データ、気象庁 web サイトから得た本山地点の 1 時間毎の気温、国立天文台 web サイトで計算したダム地点の日照時間である。

3. 水循環モデルの概要

安藤・虫明・高橋¹⁾の提案した水循環モデルを 1 時間単位で解析するため、直接流出量の算定を流出率と単位図法を基にした計算から、Diskin-Nazimov の雨水浸透モデルにより浸透量と有効降雨の成分に分離するように改良した。そして、有効降雨成分は貯留関数法により洪水流出計算を行う。Diskin-Nazimov モデルは降雨強度の変化に対して浸透能の変化が計算でき、無降雨が続く場合にも連続して浸透能計算ができ、長期的な解析に有利である。地下水涵養量及び地下水流出量の算定はこれまで用いてきた安藤等²⁾の手法を用いる。蒸発散量の算定は Hamon 式を用い、従来は、地下水涵養の計算を行うタンク部分から差し引いていたが、本研究では実際現象に合わせて地表面の浸透を表す Diskin-Nazimov モデルのタンク

部分から差し引くように改良した。なお GIS により流域を 500 m メッシュに分割し、流域平均降水量、浸透量と有効降雨量、積雪・融雪の算定を各メッシュ交点で行い、数値を得る。流域平均降水量は、各雨量観測点降水量を各雨量観測点からメッシュ交点までの距離の逆数で加重平均し、標高-雨量直線を基に推定している。貯留関数式のパラメータは 1998 年まで洪水の中から単峰性の 6 洪水を選択し、勾配急変点法により直接流出を求め、Diskin-Nazimov モデルにより直接流出量に近似するように有効降雨を算定し、貯留量と流出量の関係を遅滞時間を考慮して両対数グラフにプロットし決定した(表 1)。図 1 は洪水流出計算例を示す。図 1 中段はこの洪水に最適な定数で計算した場合のハイドログラフであり、図 1 下段は決定した定数を用いて長期流出解析を行った場合のハイドログラフである。減水部にズレはあるものの、ハイドログラフとして大きな差異はない。

4. 解析結果と考察

1991 年から 2006 年までの 16 年間の水循環解析の結果を図 2 に示す。また、近年のハイドログラフの例として、豪雨のあった 2004 年と渇水のあった 2005 年の場合を図 3 に示す。解析ハイドログラフは実績ハイドログラフをほぼ再現しているが、若干高く現れている。これは高知分水により流域

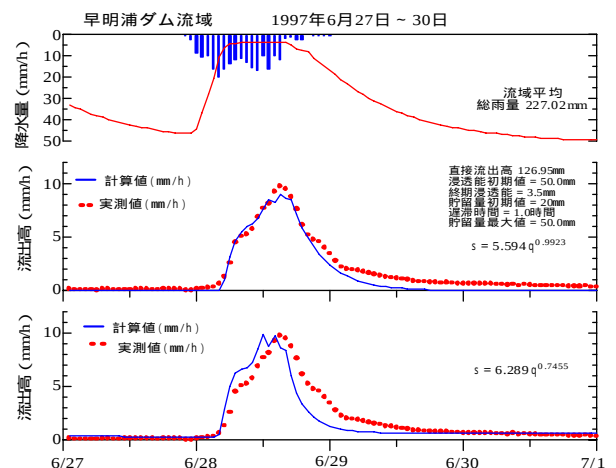


図 1 貯留関数法による洪水流出計算

表 1 対象洪水と貯留関数式の定数など

年月日	総雨量 (mm)	直接流出高 (mm)	有効降雨 (mm)	定数 k	定数 p
1991.8.21 ~ 8.25	257.2	65.4	62.63	3.4353	1.0746
1992.8.7 ~ 8.11	265.3	170.94	169.66	4.9402	0.806
1992.8.24 ~ 8.27	292.31	151.63	150.77	12.544	0.4044
1995.9.22 ~ 9.25	193.41	55.99	53.16	2.043	0.9921
1996.8.13 ~ 8.16	359.34	174.97	173.62	6.745	0.7742
1997.6.27 ~ 6.30	227.02	126.95	127.12	5.594	0.9923

キーワード：渇水、長期流出解析、Diskin-Nazimov モデル、貯留関数法

連絡先：東京都日野市程久保 2-1-1 明星大学理工学部建築学科 TEL042-591-5111

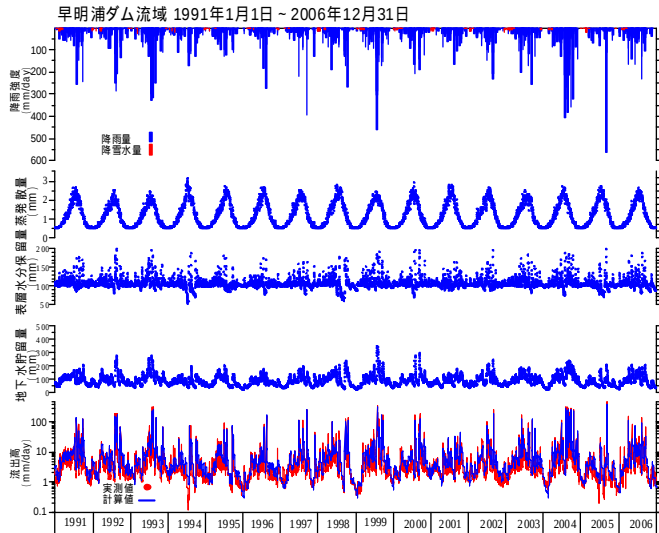


図2 全期間の解析ハイドログラフ

外への流出量を考慮していない為であると思われる。蒸発散量、表層水分保留量、地下水貯留量も同時に算定しており、降雨に対する反応、季節的な変化が表されている。本解析を受けて早明浦ダム流域の降水と流出の特性として年変動を表した(図4)。近年、地球温暖化の影響が様々報告されているが、日本付近では、豪雨の頻度、無降水日、強雨日が増加すると言われている³⁾。本流域の場合、16年間で、年降水量と年流出量は増加傾向である。年降水量の内訳として、降雨量は増加傾向であるが、降雪量は横ばいである。年流出量の内訳として、直接流出はかなり増加傾向であるが、地下水流出は横ばいであることが示された。これは豪雨は増加する一方、水資源としては有効でないことが示された。最後に、無降雨を与え続けられるように水循環モデルに修正を加え、60日(1440時間)先の渇水予測を行った(図5)。0日(0時間)時点での土壤水分状態、浸透能状態を連続させて計算しているため、60日先のハイドログラフは0日時点の流出高の影響を受けている。また、無降雨60日先の流出高はおよそ0.1mm/dayから0.3mm/dayの範囲であることが分かる。

5. おわりに

本研究では早明浦ダム流域の長期間の水循環解析を行い、流域の降雨と流出特性を考察し、渇水予測を行った。地球温暖化問題と合わせて日本においても水資源管理を考えることは必要であり、山地河川流域の低水流出を的確に把握し、予測することは重要である。最後に、雨量データ、ダム流入量を提供して頂いた独立行政法人水資源機構早明浦ダム・高知分水管理所の関係各位に記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 和家孝祐・藤村和正: 早明浦ダム流域における日単位の長期流出解析、第33回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集、CD-ROM、2006。
- 2) 安藤義久・虫明功臣・高橋裕: 丘陵地の水循環機構とそれに対する都市化の影響、第25回水理講演会論文集、pp.197 - 208、1981。
- 3) 木本昌秀: 変化する地球環境と気象災害、第5回水文・水資源学会セミナー-気候変動と水災害・生態系-、水文・水資源学会、pp.1 - 10、2005。

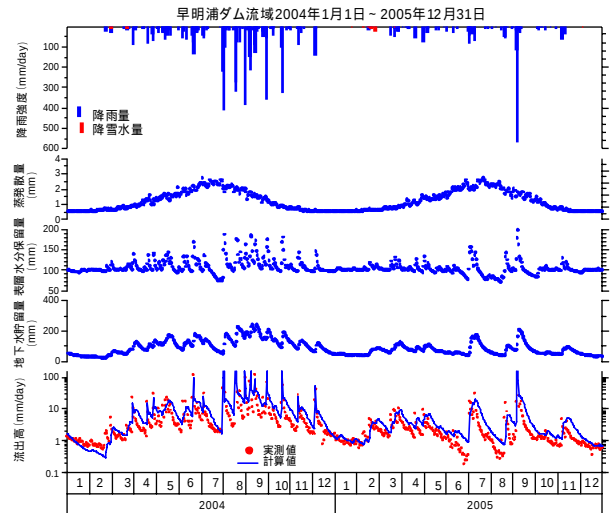


図3 近年の解析ハイドログラフの例

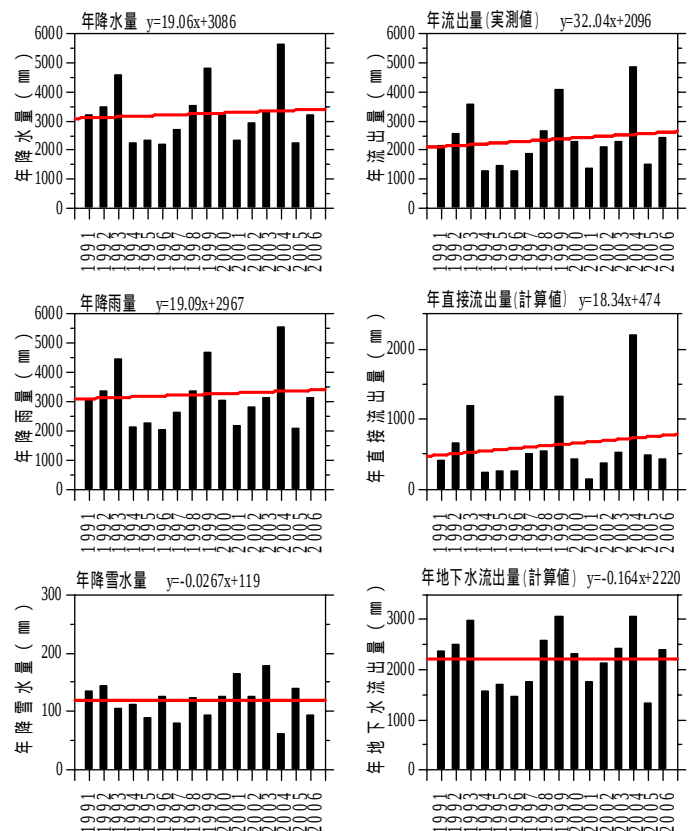


図4 解析に基づいた流域特性

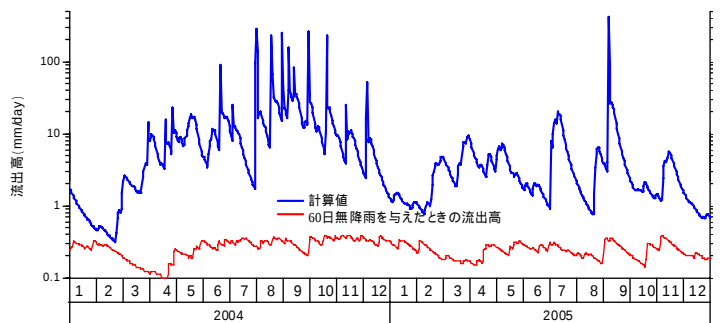


図5 60日先の渇水予測