

蒸発散の観測値を用いた福岡市Kダムのタンクモデルによる流出解析

九州大学工学部 学生員 小山真人
 九州大学大学院工学研究院 正会員 神野健二
 九州産業大学工学部 正会員 細川土佐男
 九州大学大学院農学研究院 小川 滋

1. はじめに

T川流域には現在建設中の2ダムを含めて4つのダムがあり、福岡都市圏にとって重要な水源となっている。また、現在進められている海水淡水化事業では、脱塩生産水を陸水と希釈混合する必要があり、4つのダムとの連携運用が水資源管理の課題となる。したがって、各ダムへの流入量特性や流域全体の水収支評価を行うことが求められる。

ところで、通常長期流出に適用されるタンクモデルでは、流域からの蒸発散量を与える必要があるが、当該流域では蒸発散に関する十分な評価が行われていない。よく知られているようにソーンズウェイト法は月平均気温を与えることにより、月ごとの日平均蒸発散量を算定する簡便法である。しかしながら、この方法が実際の蒸発散量を与える方法として妥当であるかどうか、またKダムのように流域面積が狭く流出の到達期間が短い場合にも、日単位の平均蒸発散量で問題がないかどうかなどの検討が必要であろう。そこで、本研究ではKダムに近接する九州大学福岡演習林における蒸散強度の観測値と、ソーンズウェイト法による蒸発散強度を用いる場合について流出特性の相違を検討した。

2. 蒸散強度の観測結果¹⁾

蒸散強度を計測した対象樹木は九州大学福岡演習林森林水循環試験地において、蒸発散等の継続観測が行われている21年生のマテバシイで、Kダム流域にも生育している樹木である。蒸発散特性は、植生、樹木の規模、位置、根圏部の土壌特性あるいは気象条件により異なる。したがって、1本の対象木の蒸発散強度で流域を代表することが可能かどうかの問題は残るが、その日変動パターンは他の植生とも類似すると考えられるので、1月間を同じ蒸発散強度で与えるソーンズウェイト法と比較検討する意義は有ろう。図-1は1999年8月1日～9月1日にかけてヒートパルス法により観測した蒸散強度時系列の一部である。図中、○記号は蒸散強度(mm/10min)、縦バーは降雨強度である。蒸散強度には日周期があるほか、降雨直後には蒸散強度の低下(あるいは0に近い値)が認められる。

次に図-2には、同期間の時間別蒸散強度を日単位に換算した日蒸散強度時系列[mm/day, (a)]と(a)の1ヶ月間の積算蒸散強度を日平均値に換算した値[mm/day, (b)]、さらにソーンズウェイト法による日蒸発散強度[mm/day, (c)]、を示している。図からは、ソーンズウェイト法による日蒸発散強度(c)は、マテバシイの蒸散強度(b)に比べて平均で1.0mm/day程度小さいこと、また(a)に比べると最大で5mm/day程度小さい日があること、逆に降雨がある日には2mm/day程度過大な値を与えることが判る。さらに、実際には(a)の蒸散強度に葉面からの蒸発強度を加えて蒸発散強度を与えることになるから、ソーンズウェイト法は当該地域のこの期間においては過小な値を与えると考えられる。

表-1 Kダムの諸元と流域の植生

河川名	T川水系T支川
目的	上水
流域面積	0.9 平方メートル
有効貯水量	1,460,000 立方メートル
植生	カシ類、シイ類等の温暖帯常緑広葉樹林が主で、落葉広葉樹林も広く分布

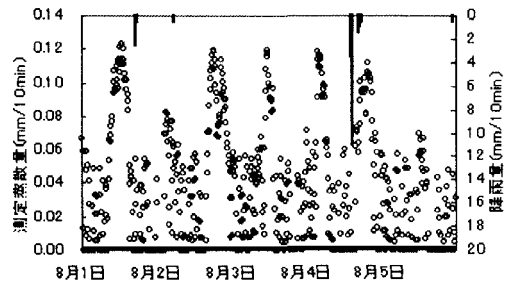


図-1 ヒートパルス法による蒸散強度と降雨強度(1999年8月1～6日)¹⁾

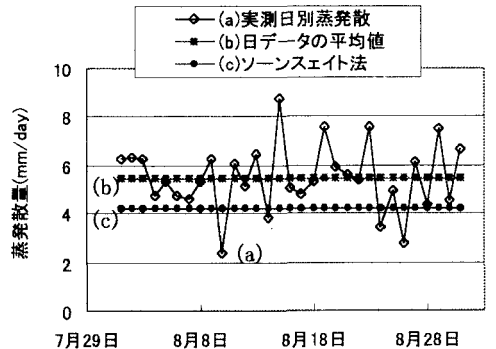


図-2 蒸散量の比較 (1999年)

3. ダムへの流入量に対する流出解析

本研究では長期流出解析も行うことから、4段のタンクモデルを用いた。図-3 にモデルと記号を示す。前節 2. で示した蒸発散強度は、図-3 の第1段目のタンクへの入力として用いる。なお、(a)および(b)に示す時系列に対しては、樹冠で遮断される降雨や葉面からの直接蒸発を今回は考慮していない。蒸散強度が時間単位で得られるので、ここでのタンクモデルでは、時間単位の流出モデルを考える。一方、K ダムでの観測値は降雨、流入量いずれも日単位であるので、24時間分(午前9時～翌日午前9時)の合計流出量 $T_Q = \sum_{i=1}^{24} \sum_{t=1}^5 Q_i(t)$ が実測の流出量に一致す

るようモデルのパラメータを求めた。パラメータの同定では、観測値と計算値との誤差の2乗が最小になるよう試行錯誤を行った。図-4に観測の蒸散強度を用いた8月分の解析結果と観測値を示す。おおむね再現状況は良好である。次に、このモデルのパラメータに対し、図-2 に示す実測の日蒸散強度(a)、実測の月平均蒸散強度(b)、ソーンスウェイト法による蒸発散強度(c)、を第1段目のタンクに適用した場合の蒸散強度の相違を検討した。第1段タンクの水位変化 $h_1(t)$ を図-5に示す。

これを見ると、1mm/day 程度の蒸散量の違いはあまり影響がなく、同じ挙動を示しグラフが重なる部分が多く見られた。次に、最下段である第4段タンクの水位変化 $h_4(t)$ についても同様に検討した。図-6に結果を示す。ソーンスウェイト法による蒸発散強度(c)を使った場合は、(a)および(b)に比べて高い水位を示した。またその水位差も日を経つにつれ大きくなって行った。また、図には示していないが、第2段タンクの水位 $h_2(t)$ 、第3段タンクの水位 $h_3(t)$ の水位も、 $h_4(t)$ ほどではないが、ソーンスウェイト法による蒸発散強度(c)を使った方が高い水位を示した。以上の結果から、この期間については日単位の流出特性としてソーンスウェイト法を用いることの影響は、僅かではあるが各タンクの水位の相違として現れる。

4. むすび

各タンクにおける水位を比較することにより、Kダムにおける蒸発散強度の相違による影響は、直接流出よりも中間流出や基底流出の方に大きく現れることが判った。また、ソーンスウェイト法ではこの期間で 30mm/月程度の過小な蒸発散強度を与えていることが判ったので、年間の流出量にどの程度の相違を及ぼすかの検討が必要となる。そのために、気象観測の測定値を直接用いるビッグリーフモデルをタンクモデルに結合させる予定である。

謝辞:

今回の研究に際し、九州大学福岡演習林の大槻恭一助教授、熊谷朝臣助手はじめ、多くの方々には多大なご助言とご協力を頂きました。ここに記して深謝いたします。また、K ダムへの流入量データおよびダム地点における降雨データをご提供下さいました関係機関に厚く御礼申し上げます。

参考文献

1) 森山陽介: 樹流速度資料とビッグリーフモデルを用いた林分蒸発散量の算定、九州大学修士論文、pp.23-30、2000年3月

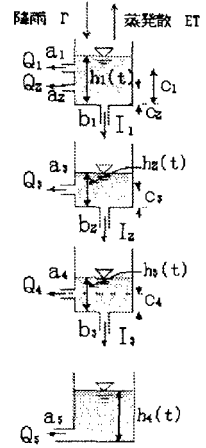


図-3 タンクモデル図

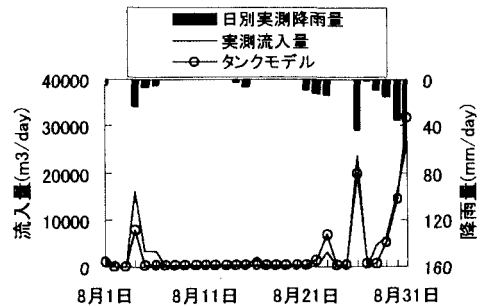


図-4 流入量の比較と降雨量 (1999年)

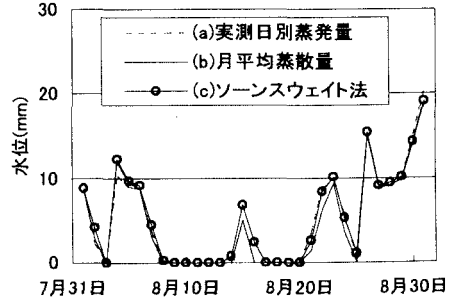


図-5 第1段タンクの水位変化 $h_1(t)$

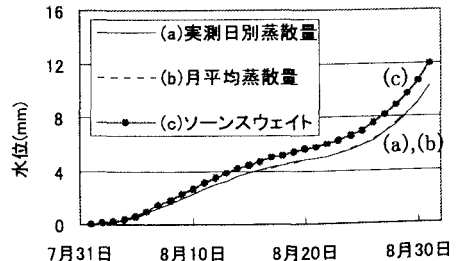


図-6 第4段タンクの水位変化 $h_4(t)$