

山地森林小流域の長期間観測による流出解析 II —愛媛県大洲市天貢試験地の蒸発散量と流況—

愛媛大学農学部 ○戎 信宏 石川県立大学 高瀬恵次

1. はじめに

筆者らは、愛媛県大洲市天貢地区の森林水文試験地（以降、天貢試験地と言う）で、1985年～2015年の約30年間（2000～2001年の2年間の観測休止を含む）の観測を行い、観測を終了した。このデータを使って、基礎データを整理し、解析して行くことは、非常に重要であると考えている。

本研究の目的は、この貴重なデータを用いて、森林の洪水緩和機能、水源涵養機能を解明することにある。そのために、この観測データを用いて、短期流出解析（減水曲線、ピーク流量の増減）、長期流出解析（年間水収支、蒸発散量と流況）を実施してきている。

ここでは、1985～2010年の24年間のデータを用いて、前回の短期流出解析に引き続き、流域蒸発散量と流況について検討を行ったので、ここに報告する。

2. 試験地概要と解析方法

天貢試験地は、愛媛県の南予地域に位置し、大洲市市街地の中心より東南東約7 km（北緯33°28′、東経132°37′）にある。標高は約220 m～433 m、北向き斜面で、平均斜面勾配27°、流域面積は21.0 haである。流域の森林植生は、スギ、ヒノキの人工林が11 haで、広葉樹が10 haである。人工林の林齢は、スギ45年～60年、ヒノキ10年～37年で、1985～1990年代の人工林の施業は積極的でなかったと思われる。2000年代になって間伐、一部伐採が行われている。この観測期間の30年間、広葉樹林の人工林への樹種変更はなく、広葉樹林は未整備である。地質は、チャート混じりの砂岩粘板岩互層である。

水文観測のうち雨量観測は、直角三角堰から約10 mの林道端と、約780 m離れた集落の畑（以降、集落と言う）で行った。また、雨量観測が欠測した場合、あるいは異常値などの場合の補完として、アメダス大洲観測地点（北西約8.0 km、以降、アメダスと言う）と近傍の2003年から開始したフラックス観測の杭瀬試験地の雨量計（西約2.9 km）の観測値を用いた。本試験地の解析期間の平均雨量は、1692 mm（アメダスの平年値は1649 mm）で、集落の観測の平均気温の値（2006～2011年）は、14.7℃（アメダスの平年値は15.6℃）である。

さらに、解析期間中の流量観測には、少なからず欠測があるので、時間雨量と時間流量データから、前回で用いた、総雨量－総損失量の関係（保留量解析）を組み込んだ長期間流出モデル（以降、高瀬モデル¹⁾と言う）によって、観測休止期間前後の2時期に分けて、最適化計算を行い、時間流量を推定し、それを日流量になおして、欠測補完を行った。なお、2004年9月15日以降2005年6月10日までの長期の欠測補完値の日流出量は、短期水収支法、流況解析には用いなかった（2004年と2005年）。

解析方法は、年間水収支の計算、鈴木方式²⁾による短期水収支の解析と、流況曲線の解析を行った。年間水収支の計算で、谷³⁾が年貯留量の変動について指摘しているが、ここでは、単純に1月1日から12月31日までの期間とした。短期水収支法の鈴木方式とは、短期水収支期間を決めるときに、①先行する2日間に降雨がな

く、当日も無降雨である水収支の起日、終日の候補とする、②この期間候補で、日流出量の差が日流出量の2%以下のある日の組を用いる、③この組のうち、期間が8以内のもの、60日以上ものを除外するという条件で推定する方法である。

3. 解析結果と考察

解析期間24年のうち多雨年は1989年(2105.5 mm)、1993年(2521.5 mm)、2004年(2168.0 mm)、2006年(2128.5 mm)、異常少雨年は1994年(1032.0 mm)、2002年(1067.0 mm)である。全解析期間の降水量の平均は1629.0 mm、平均年蒸発散量は762.8 mmとなった。降水量の平年値に近い年は、1991年、1997年になる。なお、アメダスでも降水量は、観測40年間で1993年が多雨年で、第1位で、1994年は少ない年で第2位（1位は1978年）である。つまりこの期間にこの地方の、極値と同じ多雨年、小雨年が含まれていると考えてもよい。年間水収支の結果を図-1に示す。これを見ると、少雨年の1994年、2002年で年蒸発散量の低下はその他の年と比較して大きくはなく、谷³⁾が岡山県竜の口試験地の解析で指摘しているように、少雨年でも蒸発散量を維持しようとする森林固有の性質が示されていると考えられる。

次に、年降水量と年蒸発散量、年降水量と蒸発散比の相関関係を図-2、図-3に示した。従来から年間降水量と蒸発散量との相関は言われており、さらに年間降水量と蒸発散比（蒸発散量/可能蒸発量）は、より高い相関値を持っている。これは、降水量が多いと、遮断蒸発量が増加することを意味している。図-3で、蒸発散比が1.0となるのは、計算上1961 mmとなり、多雨年は、蒸散量より遮断蒸発量が卓越することを意味する。ここで、可能蒸発量は、アメダス気象データと大洲市内の消防署の湿度の値から計算されるペンマン式の値である。

蒸発散量の季節変化を調べるため、短期水収支法で推定した蒸発散量の計算結果を図-4に示す。図-4の太線は22年間（2004年、2005年を除く）の平均値である。これを見ると最小値は0.7 mm/d（1月）、最大値は3.5 mm/d（7月）、年間総量は801.5 mmであり、年間水収支で求めた値より約5%大きくなったが、季節変化の値は、妥当なものと思われる。

さらに小雨年の蒸発散量の季節変化を検討するため、1994年と2002年の短期水収支法の結果を平均した値と22年間の平均値を示してある。ここで、単年解析では連続的な蒸発散量が得られないこと、図-4に示す全期間の結果から考えて、26年間の植生変化の影響は、ほとんどないと思われたので、連続でない少雨年の2年間を平均化した。図-5でわかるように、図-1で読み取れない少雨期間（7月～10月）に蒸発散量が低下したことがわかる。遮断蒸発量が少ない影響か蒸散量の抑制か断定できないが、蒸散量の抑制の可能性が高い。なお、紙面の関係で示せないが多雨年では、これとは反対の結果を得ている。

次に、全解析期間の流況曲線を図-6に示す。図をみる

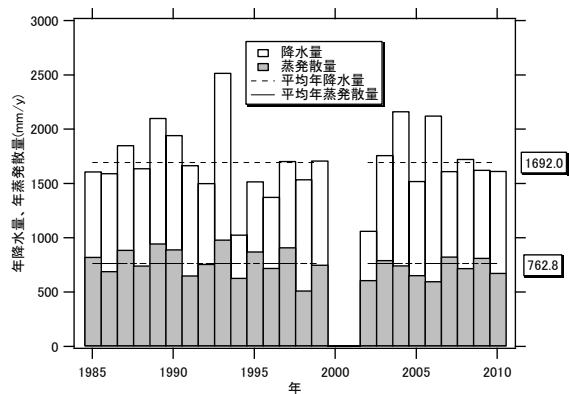


図-1 年間水収支の年変動

と流況がよい 2008 年、流況が悪い 1994 年、1995 年と読み取れる。2008 年は多雨年ではなく、1995 年は少雨

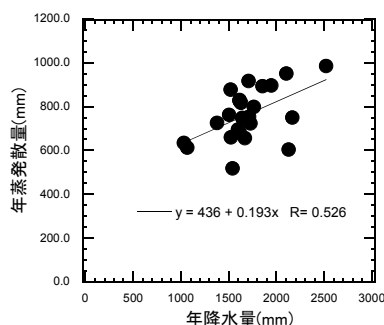


図-2 年降水量と年蒸発散量

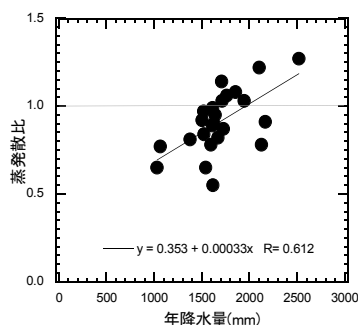


図-3 年降水量と蒸発散比

3. おわりに

洪水解析、蒸発散量、流況解析を通じて長期間の森林流域の流出解析を行ってきたが、26 年間の森林植生の変化が、流出特性、蒸発散量に大きな影響を与えたとは認められず、幼齡林から森林が推移したような場合を除いて、森林が長

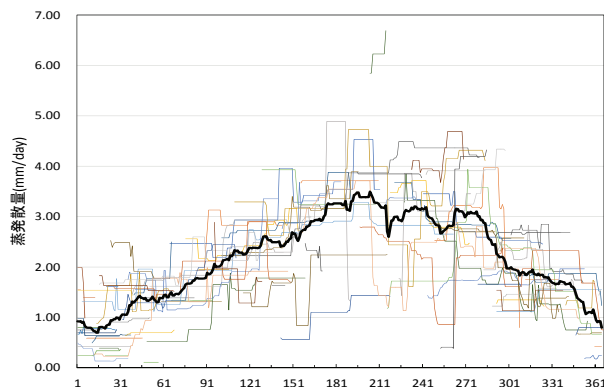


図-4 短期水収支による全期間の蒸発散量

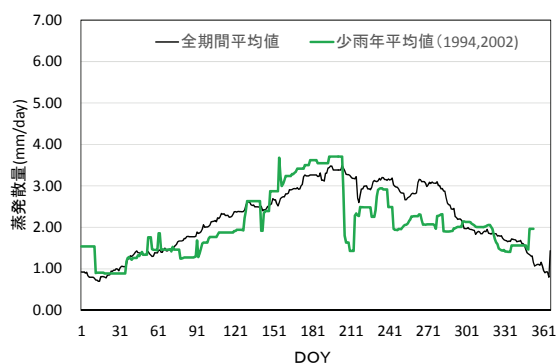


図-5 少雨年の蒸発散量と全期間平均値

期間生長したとしても、水源涵養機能の向上につながると理解すべきではないように思われる。今後は、人工林流域、落葉樹林流域等の他流域との比較検討を行うことによって、さらに、森林小流域の特性が明らかにしていく予定である。

引用文献

- 1) 竹下伸一・高瀬恵次ほか：侵入能方程式を導入した長期間流出モデルの開発. 農業土木論文集 212, p. 71-77, 2001
- 2) 鈴木雅一：短期水収支法による森林流域からの蒸発散量推定. 日林誌 67(4), p. 115-125, 1985
- 3) 谷誠・細田育広：長期にわたる森林放置と植生変化が年蒸発散量に及ぼす影響. 水文・水資源学会誌 25(2), p. 71-88, 2012
- 4) 劉若剛・鈴木雅一ほか：山地流域の流況曲線に与える降雨の年々変動の影響. 日林誌 80(3), p. 184-188, 1998

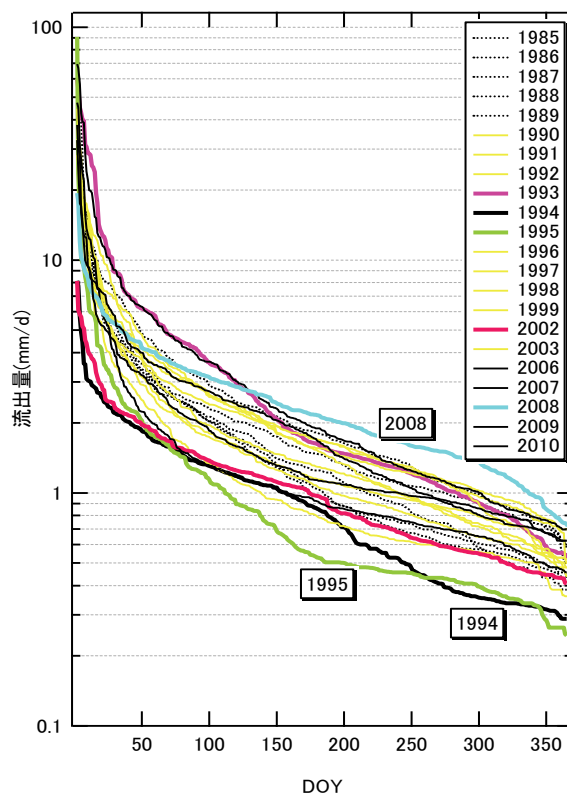


図-6 全観測期間の流況曲線