

山地森林小流域の長期間観測による流出解析Ⅲ —森林植生の異なる流域の比較—

愛媛大学農学部 ○戎 信宏 石川県立大学 高瀬恵次

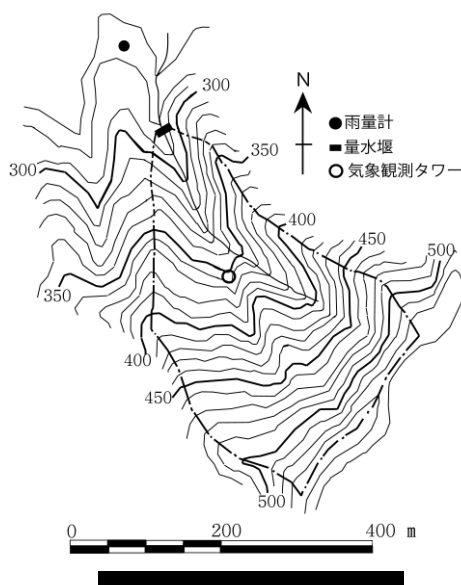
1. はじめに

筆者らは、愛媛県大洲市菅田町宇津の天貢地区の森林水文試験地（以降、天貢試験地）で24年間の降雨・流量データから、森林流域の流出特性を明らかにするために洪水解析と長期解析（蒸発散、流況）を行ってきた^{1,2}。今回は、天貢試験地から約2.9 km北西に位置し、愛媛県大洲市市街地の中心より南東へ約5 kmの大洲市菅田町大竹のスギ・ヒノキ人工林流域地点である杭瀬地区の森林水文試験地（以降、杭瀬試験地）を天貢流域と森林植生の異なる流域として、解析を行った。ここでは、主に、11年間の長期間観測のデータ解析による年間蒸発散量と蒸発散量の季節変化の比較検討を行ったので、ここに報告する。

2. 試験地概要と解析方法

杭瀬試験地は、天貢試験地の対照流域として、2002年12月に開設され、2003年から降雨・流量の観測が開始された（図-1、N 33° 28' 26"、E 132° 34' 39"）。本試験地の流域面積は、天貢試験地よりやや小さく10.7haで、肱川本流から肱川左岸側に約2 km入った標高290~530 mの山林地に位置する。流域の平均勾配は20~25°の北西斜面で、天貢試験地よりやや急峻で、地質は中生層の砂岩粘板互層で、天貢試験地とほぼ同じである。流域内の森林の樹種構成は、スギが約32%、ヒノキが約43%であり、流域右岸側下流部から中流部、尾根部に一部にマツを含んだ広葉樹林（約25%）が存在し、人工林の樹齢は14年生から60年生まで様々である。また、観測期間中に一度、間伐施業が行われている。

本試験地の流量観測は、流域の末端に直角三角形の量水堰を設置して、観測当初の2003年頃はアナログ式の1ヶ月巻自記水位計であったが、現在では、圧力式デジタル水位計（スイスSTS社DL/N70など3台）で行っている。一方、雨量観測は、量水堰近傍



の畑地内に設置した雨量計と気象観測タワーに設置した雨量計で行っている。流域内には高さ約36mの微気象・フラックス観測用の気象タワーがあり、平均樹高が約26 m（建設当

時）のスギ林の中に設置されている。この気象観測タワーは、建築用足場材を21段（1段約1.7 m）積み上げたステータスタワーとなっている。

解析に用いたデータは、2004年~2014年の11年間のデータと天貢試験地と共通の期間の2004年~2010年の2つの期間を用いた。解析2004年~2014年の期間内の試験地雨量の欠測は、天貢試験地、あるいは大洲アメダスの雨量データで補完した。流量の欠測は、毎年数日間の欠測があり、特に2004年、2005年、2013年、2014年は115日から220日の欠測の多い年もあるので、ここでは、総雨量-総損失雨量を組み込んだ長期流出モデルである高瀬モデルによって時間流量を補完した。11年間の最適化計算の結果、日データに対して相対誤差21%、Nash係数0.81となり、欠測の多い年も日解析に問題ないと仮定し解析を行った。

解析方法は、年間水収支の計算、鈴木方式³⁾による短期水収支法の解析と、流況曲線の解析を行った。年間水収支の計算で、谷ら⁴⁾が年貯留量の変動について指摘しているように、単純に1月1日から12月31日でなく、日流量を基準にした水収支期間とした。

3. 解析結果と考察

大洲アメダスデータによると大洲市の平均降水量は、1649 mm（1981-2010年）で、解析期間11年間の平均降水量は、1864 mmで平均値より大きく、2000 mmを超える多雨年が2004年（2463 mm）、2006年（2357 mm）、2011年（2053 mm）で、期間の最小は2009年（1499 mm）であった。この期間中の年間流域水収支による年平均蒸発散量は、764 mm、谷らと同じ貯留量変動を考慮した方式では、766 mmとなったが、年毎で見ると5%以上の蒸発散量の差も生じた年もあったので、ここでは、これ以降、貯留量変動を考慮した蒸発散量で議論することにする。年間水収支結果を図-2に示す。

解析期間の11年の年間水収支で、降水量と蒸発散量には相関は認められず、特に2004年、2006年は

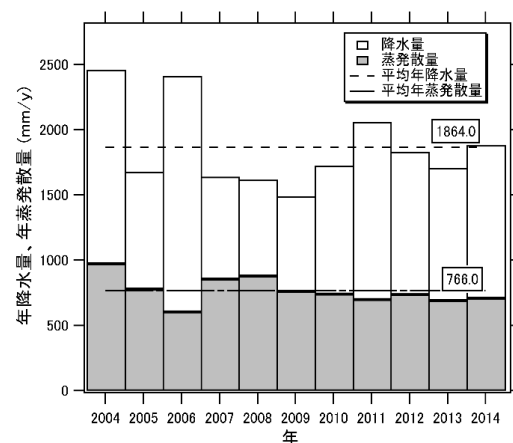


図-2 解析期間の年間水収支

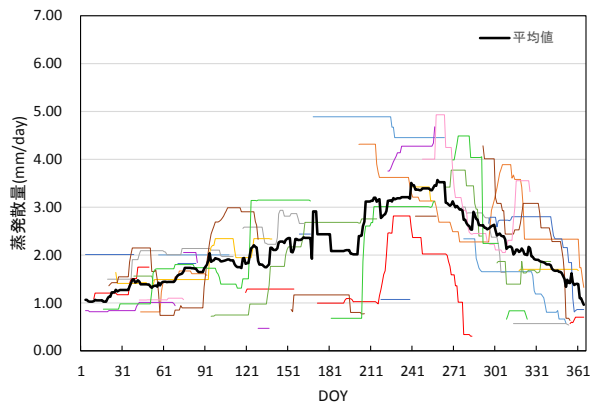


図-3 短期水収支法による解析期間の蒸発散

多雨にかかわらず蒸発散量が 973 mm、605 mm と 2004 年が大きい。一般的には年水量が多いと年蒸発散量は増加する傾向にあるが、両年で蒸発散量が 368 mm も異なる。これは年間の降水量の降り方が、2004 年は多雨年でも 6 月、7 月に降水量が少なく (244 mm)、一方 2006 年は 6 月、7 月に降水量が多く (901 mm)、蒸発散の気象条件が大きく異なることが影響していると推察される。

次に、短期水収支法の結果である蒸発散量の季節変化を図-3 に示す。短期水収支法で求めた平均年蒸発散量は 773mm となり、年間水収支で得られた値より約 0.9% 多い結果であった。平均の最大日蒸散量は 3.56 mm/d (9 月)、最小日蒸散量は 0.96 mm/d (12 月) である。得られた季節変化は妥当な値であると思われる。

さらに、天貢試験地との蒸発散量の値と比較検討を行った。共通する解析期間である、2004 年～2010 年で検討することにする。また蒸発散量の季節変化は、流量欠測の少ない 2006 年から 2010 年を対象とする。

7 年間の年間降水量と蒸発散量を図-4 に示す。期間平均の年降水量は杭瀬試験地が 86.8 mm 多く、蒸発散量も杭瀬試験地が 75.8 mm 多い。ただし、年毎にみるとほぼ同じか、あるいは天貢試験地の多くなる年もあり変動があることがわかる。この結果から、平均的には人工林流域の方が年蒸発散量が多いと

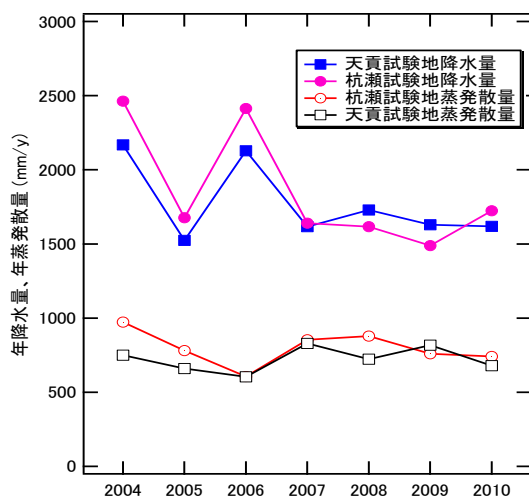


図-4 各試験地の降水量と蒸発散量の比較

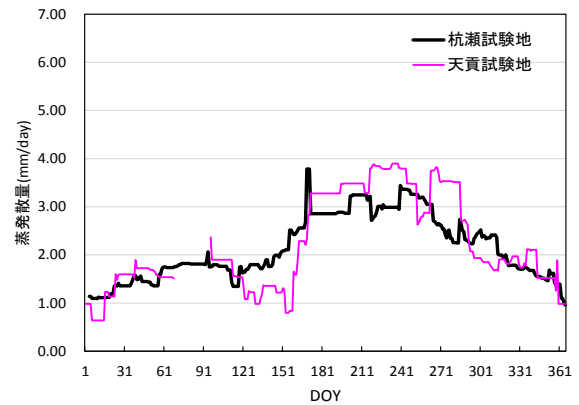


図-5 蒸発散量の季節変化の比較

ということが考えられる。さらに、季節変化を示したのが図-5 である。これを見ると、蒸発散量は、広葉樹林が多く占める天貢試験地より、人工林の多い杭瀬試験地の方が冬期 1 月の蒸発散量が多い (杭瀬 1.20 mm/d、天貢 1.08 mm/d)。一方、夏期 8 月は天貢試験地の方が多 (杭瀬 3.04 mm/d、天貢 3.76 mm/d)。しかし、図中の天貢試験地の 5 月、6 月の蒸発散量の低下の現象は説明できず、5 年間では水収支期間の数を確保できていないため、期間中のある年の影響が強く出ている可能性があり、今後検討を要する。

3. おわりに

人工林流域と考えられる杭瀬試験地の長期観測データを解析し、前回解析した天貢試験地と比較した結果、主としてスギ・ヒノキ人工林の流域と主として落葉広葉樹林の流域とでは、蒸発散量の特性に差異があることが示唆された。しかし、年毎にみると蒸発散量は気象条件で微妙に変動するため、森林植生の違いによるこの年間蒸発散量の差が、水源涵養機能として有利なのか、不利なのか議論の残るところである。また、2004 年と 2006 年の杭瀬試験地の蒸発散量の違いは、微気象・フラックス観測データの熱収支解析でその値を検証する予定である。

謝辞：杭瀬試験地の観測場所を提供していただいている地権者に対し、感謝の意を表します。また、観測補助、データ整理、解析で協力いただいた研究室の学生諸氏にも感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 戎信宏・高瀬恵次：山地森林小流域の長期間観測による流出解析－愛媛県大洲市天貢試験地の洪水流出解析－、平成 28 年度砂防学会研究発表概要集
- 2) 戎信宏・高瀬恵次：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－、平成 29 年度砂防学会研究発表概要集
- 3) 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
- 4) 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