

生態水文学研究所赤津研究林白坂北谷・ 南谷小流域量水堰堤の水位・流量曲線

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所

Water level – discharge relationship at North Creek and South Creek in
the Shirasaka Experimental Watershed, Akazu Research Forest,
Ecohydrology Research Institute

Ecohydrology Research Institute, The University of Tokyo Forests, Graduate School of
Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

1. はじめに

生態水文学研究所では、1922年に東京帝国大学農科大学附属演習林愛知県演習林として設置された直後から、複数の山地溪流に量水堰堤を設置して流量観測を行ってきた（東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所, 2013）。戦前には穴の宮、東山、数成、白坂の4か所で観測が開始された。戦争中に数成の観測は中止されたが、戦後、白坂の流域内において対照流域法による森林水文学研究を行うために、1948年に北谷、南谷の2つの小流域を設定して、流域末端に量水堰堤を設置して流量観測を開始し、現在に至っている。この観測データを用いた森林水文学の研究成果として山口（1963）、五名・蔵治（2014）などがある。流量は静水池の水位を連続観測し、水位・流量曲線により流量に換算する方法によって求めている。本報告は北谷、南谷小流域量水堰堤の水位・流量曲線について、過去に報告されている式について紹介するとともに、近年の実測により再決定された曲線について記述し、流量データを利用して研究する者にとって必要となる情報を提供することを目的とする。

2. 流域の概要

北谷（North Creek）と南谷（South Creek）は愛知県瀬戸市北白坂町の北緯 $35^{\circ} 13' 07''$ 、東経 $137^{\circ} 09' 54''$ に位置する。流域面積は北谷1.186ha、南谷1.419haであり、いずれも流域末端の溪流に 60° Vノッチ、 $6\text{ m} \times 9\text{ m}$ の静水池からなる量水堰堤を備えている（東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所, 2013）。流域の地形図と量水堰堤の位置を図1に示す。同様の地形図は山口（1963）や愛知演習林（1981）にも掲載されていたが、これらの地

図の方位記号の北は真北ではなく磁北となっていることが本報告の作成中に明らかになった。図-1の方位記号の北は真北である。

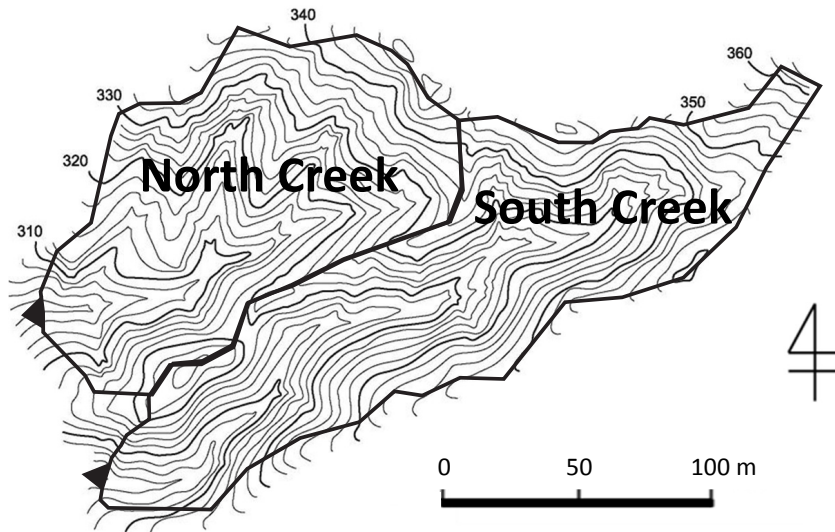


図-1. 流域の地形図と量水堰堤の位置

北谷の量水堰堤から北西に約300m離れた白坂気象観測露場では流域設置当初から気象観測が行われており、気象データは東京大学演習林ホームページにて公開されている。長期気温データについては田中ら (2013), 蔵治・五名 (2014) に、長期降水量データについては五名・蔵治 (2013) に記述されている。流域の地形、地質、および流域が設定された当時の土壌や植生については山口 (1963) に詳述されている。1998年に小流域全体をカバーする2.67haが長期生態系プロットとして位置づけられ、さらにその中の1.0haが2004年に環境省モニタリング1000のコアサイトとして位置づけられ、樹木、落下リター・種子量などが継続的にモニタリングされている (例えば東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所, 2015)。

3. 過去の文献・公表データで使用された水位・流量曲線式

白坂北谷・南谷の水位・流量曲線について最初に報告している文献は、YAMAGUCHI and NISHIO (1979) であると思われる。また、愛知演習林 (1981) は1949～61年の日流出量データを公表している。この2つの文献において、北谷・南谷共通の式として以下の式が記載されている。

$$Q = 7856 \times H^{2.5} \quad (1)$$

ここで、Q：流量 [cm³/sec]，H：越流水深 [m] である。

4. 測量によるポイントゲージのゼロ点補正

北谷・南谷とも、ポイントゲージが備えられている。ポイントゲージ先端は厚さ1 [mm] のステンレス板で先端をさらに45°に削ってあり、観測人が毎日～毎週の頻度で0.001 [m] 刻みで読み取っている。少なくとも2003年頃から15年8月31日までの間、ポイントゲージで読み取った北谷水位 H_{pN} と越流水深 H_N 、南谷水位 H_{pS} と越流水深 H_S は同じではないことがわかっている。 H_N と H_{pN} 、 H_S と H_{pS} の関係を求めるため、2003年5月14日に H_N と H_{pN} 、 H_S と H_{pS} の関係を求める測量を行い、次式を得た。

$$H_N = H_{pN} - 0.0213 \quad (2)$$

$$H_S = H_{pS} - 0.0211 \quad (3)$$

ここで、 H_N ：北谷の越流水深 [m]、 H_{pN} ：北谷のポイントゲージの読み [m]、 H_S ：南谷の越流水深 [m]、 H_{pS} ：南谷のポイントゲージの読み [m] である。

5. 水位と流量の観測とそれに基づく水位流量関係式の算出

2014年3～8月に、北谷14回、南谷19回の水位・流量観測を行った。ポイントゲージ水位 H_{pN} 、 H_{pS} を読み取り、式(2)(3)より H_N 、 H_S を求めた。流量 Q はポリエチレン製の袋やバケツ等でVノッチを越流した水を集め、ストップウォッチで集水時間を、メスシリンダーで体積を計測して求めた。測定は3回連続して行い、中央値を採用した。

表-1. 水位・流量の測定結果

北谷				南谷			
観測日	観測時刻	H_N [m]	Q_N [m^3/s]	観測日	観測時刻	H_S [m]	Q_S [m^3/s]
2014/3/12	10:49	0.045	0.0003	2014/3/12	11:44	0.046	0.0004
2014/3/14	9:31	0.092	0.0019	2014/3/14	8:52	0.095	0.0023
2014/3/27	13:27	0.055	0.0006	2014/3/27	14:10	0.057	0.0006
2014/3/31	10:22	0.087	0.0017	2014/3/31	10:35	0.092	0.0022
2014/4/1	13:38	0.070	0.0010	2014/4/1	15:15	0.076	0.0013
2014/4/9	9:49	0.051	0.0004	2014/4/9	10:31	0.056	0.0006
2014/4/23	10:02	0.043	0.0003	2014/4/23	10:44	0.051	0.0005
2014/4/30	14:27	0.077	0.0013	2014/4/30	14:38	0.073	0.0012
2014/5/1	13:56	0.058	0.0006	2014/5/1	15:32	0.056	0.0006
2014/5/13	11:31	0.056	0.0006	2014/5/13	12:03	0.056	0.0006
2014/5/14	10:35	0.050	0.0004	2014/5/14	11:26	0.048	0.0004
2014/6/10	10:18	0.039	0.0002	2014/5/21	14:32	0.055	0.0006
2014/6/18	9:48	0.034	0.0002	2014/5/27	9:05	0.082	0.0016
2014/8/6	9:54	0.030	0.0001	2104/6/2	13:05	0.047	0.0004
				2014/6/10	10:20	0.041	0.0003
				2014/6/18	10:25	0.037	0.0002
				2014/6/25	10:50	0.034	0.0002
				2014/8/6	9:38	0.031	0.0002

水位と流量の観測結果を表-1に示した。三角堰の公式によれば、流量は水位の2.5乗に比例するので、表-1のデータから最小二乗法により、流量が水位の2.5乗に比例する式の比例定数を決定したところ、北谷、南谷それぞれについて次式が得られた。

$$Q_N = 0.7636 \times H_N^{2.5} \quad (4)$$

$$Q_S = 0.8305 \times H_S^{2.5} \quad (5)$$

ここで、 Q_N ：北谷流量 [m^3/sec]、 Q_S ：南谷流量 [m^3/sec]、 H_N ：北谷の越流水深 [m]、 H_S ：南谷の越流水深 [m] である。また、(1)式の比例定数には桁数の誤りがあり、正しくは次式であることが判明した。

$$Q = 0.7856 \times H^{2.5} \quad (6)$$

ここに、 Q ：流量 [m^3/sec]、 H ：越流水深 [m] である。

表-1に示した実測流量と(3)、(4)、(5)、(6)式との関係を図-2と図-3に示す。(6)式は、北谷では(4)式と比べて流量が過大になるが、南谷では(5)式と比べて流量が過少になることがわかった。

6. 考察

表-1および図-2・3から、(4)・(5)式の根拠となっている水位・流量の実測データは、水位が約0.1 [m] 未満のデータのみであり、水位が約0.1 [m] 以上の場合については、水位が約0.1 [m] 未満のデータから得られた曲線を外挿したものである。

水位が約0.1 [m] 以上となる時間は限られており、その時間に現場に行き、水位と流量の観

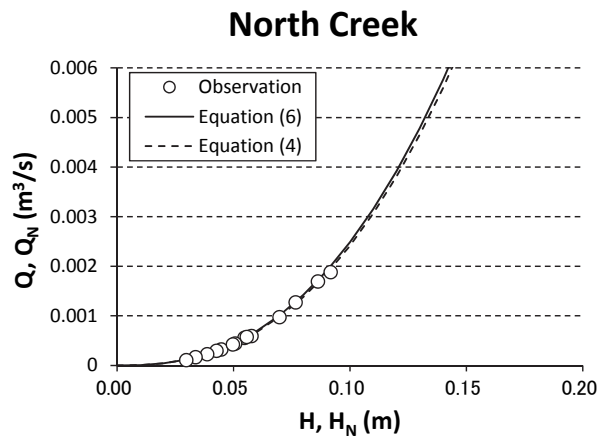


図-2. 北谷の水位と流量の測定データと水位・流量曲線

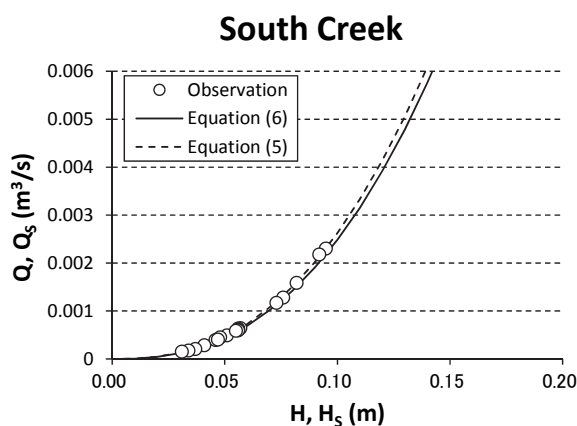


図-3. 南谷の水位と流量の測定データと水位・流量曲線

測をすることは困難であり、式を外挿して使用することはやむを得ないと考える。なお参考までに、1951年の記録では、水位が0.1 [m] を超える出水は、北谷、南谷でそれぞれ12、13回、記録されており、年最高水位は北谷、南谷それぞれ0.202 [m]、0.189 [m] であった。

謝辞

2003年に行った測量に際して、2003年当時、東京大学大学院農学生命科学研究科修士課程大学院生であった下倉淳史氏の協力を得た。国立環境研究所真板英一氏からは有益な情報をご提供いただいた。日本学術振興会特別研究員PD五名美江氏からは有益なコメントをいただいた。記して感謝の意を表します。

引用文献

- 愛知演習林 (1981) 愛知演習林量水観測結果報告 (III). 演習林 (東大) 22: 84-191.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所 (2013) 昭和30年に作成された穴の宮, 東山, 数成, 白坂の各水位観測所からの諸報告. 演習林 (東大) 53: 129-152.
- 五名美江・蔵治光一郎 (2014) 小流域全体のリター剥ぎ取りが流出量に及ぼす影響. 水文・水資源学会2014年度研究発表会要旨集: 40-41.
- 五名美江・蔵治光一郎 (2013) 過去の年降水量トレンドの年数依存性と地域代表性との相互関係 - 名古屋とその周辺地域を事例として -. 水文・水資源学会誌, 26(4): 212-216.
- 蔵治光一郎・五名美江 (2014) 東京大学演習林生態水文学研究所における器差補正を考慮した78年間の年平均気温の変化の推定と名古屋の都市化による昇温との関係. 東京大学農学部演習林報告131: 29-40.

田中延亮・鎌田直人・芝野博文・尾張敏章・大川あゆ子・五十嵐勇治・荒木田きよみ (2013) 東京大学演習林生態水文学研究所・北海道演習林・秩父演習林における年平均気温の長期データの推定128：1-19.

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所 (2015) 生態水文学研究所赤津研究林白坂小流域内長期生態系プロットにおけるリタートラップ調査手順 (2004～2011年度および2013年度). 演習林 (東大) 57：199-207.

山口伊佐夫 (1963) 水源帯における地下水流出現象の基礎的研究. 東京大学農学部演習林報告 58：133-285.

YAMAGUCHI I and NISHIO K (1979) Studies on Forest Hydrology in the Tokyo Univeresity Forest in Aichi, J. Jap. For. Sci. 61(4): 135-141.