

奥利根流域における宝川森林域とダム流域の長期流出に関する考察

前橋工科大学大学院 学生会員 ○森田知世
前橋工科大学工学部 フェロー会員 土屋十圓

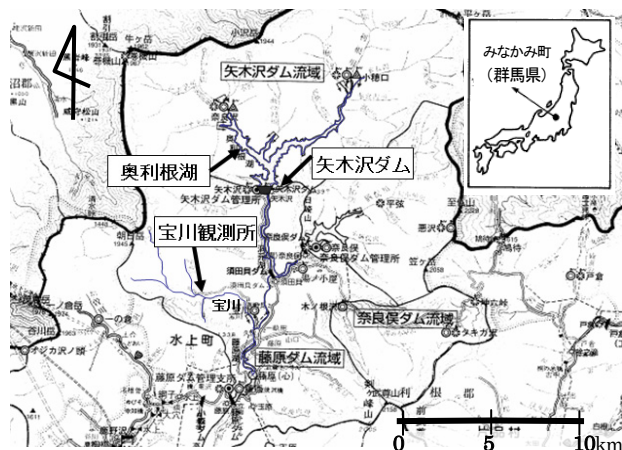
1. はじめに

日本最大の流域面積を有する利根川は、東京をはじめとする関東平野の水源であり、生活に欠かせない重要な存在である。宝川はこの利根川の源流域にある一支流で、隣接した流域には矢木沢ダム、奈良俣ダムがあり、下流には藤原ダムがある。ダムで人工的に管理された流域からの流出と、天然林で構成され、自然のままの状態である宝川流域からの流出を比較する。

森林の水源涵養機能の評価やダムの機能との比較には、水源涵養機能を果たしているのは森林土壌の孔隙構造からであると考えられている¹⁾。森林のある山腹斜面には空隙が多く、浸透性の高い表面土壌がある²⁾。このことから、主に土壌の孔隙解析から貯水容量を求める方法によって両者の比較が行われている。しかし、孔隙の貯水容量が流出にどのように影響しているのか定量化されておらず、貯水容量をこの機能の定量評価に直接結びつけるのには問題がある。

ここで、土壌孔隙から貯水容量を求めることから評価する方法に対して、流量データを用いた流況解析法³⁾がある。この方法は孔隙など物理的な素過程を対象とせず、流況と下流の水利用量を用いて、水不足量を算出し、この水不足量を用いることで水資源に対する流域の森林の水源涵養機能の評価する。

本研究では、宝川森林域と矢木沢ダム流域を対象とし、1981年から1990年までの10年間の水文データより、流況解析法を用いてダムの貯留効果と森林域の持つ水源涵養機能（貯留効果）に関して評価・比較し、その違いを明らかにすることを目的とした。



図－1 奥利根流域

2. 対象流域

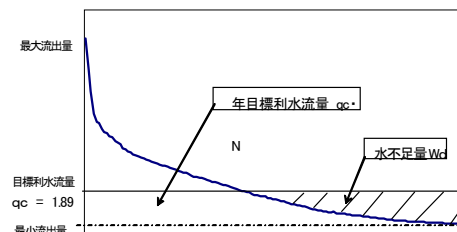
本研究では、群馬県利根郡みなかみ町にある森林総合研究所宝川森林理水試験地³⁾で観測された水文観測の降水量と流出量データを使用し解析を行う⁴⁾。

宝川森林理水試験地は東経 139°01′、北緯 36°51′に位置し、流域面積は 19.0566km²で植生の状況として、ブナやミズナラなどの広葉樹林 62%、ヒバやスギなど針葉樹林 15%、草地や崩壊地といった無立木地が 23%である。領域の分水嶺には、谷川連邦に相接する朝日岳や笠ヶ岳等の峻峰があり、奥利根水源地帯の中で最も多雨で積雪の大きい山岳地帯である。

宝川流域に隣接する矢木沢ダムは、利根川の最上流部に位置し、水資源機構沼田総合管理所で管理された水文データを使用する。流域面積は 167.4km²で、奥利根湖を貯水池とし、総貯水容量は 204,300,000m³、非越流式アーチ式コンクリートダムである。

3. 流況解析法

流況曲線を用いて流況を定量的に評価比較する方法である流況解析法を用いた。流況曲線は一定期間の時系列流出量 $q_s(t)$ を値の大きい方から順に並べ、 n 番目の流量を $q_1(n)$ として作成された曲線である。



図－2 流況曲線の模式図

流況解析法では1年を単位に日流出量を対象として考える。これに安定した水利用の可能性の程度を示す指標として水不足量 Wd 、水不足率 Wd^* を導入する。水不足量 Wd は、図－2と式(2)に示すように、安定した水利用をはかるための流量である目標利水流量 qc に対し、流況曲線がこれを下回る部分の積算値である。

$$Wd = \sum_{n=1}^N (qc - q_1(n)) \quad (2)$$

ここで n : q_1 となる順位、 N : 1年の日数(データ数)、である。また水不足率 Wd^* は、 Wd と目標利水流量 qc の年総量である $qc \cdot N$ との比率である。目標利水流量 qc の日平均雨量 $\bar{r} (=R/N, R: 年降雨量)$ に対する比を目標利水率 $\alpha (=qc/\bar{r})$ とすると、 Wd^* は年

キーワード：森林、長期流出、宝川流域、矢木沢ダム、流況解析

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 TEL027-265-7355 E-mail: m0816010@maebashi-it.ac.jp

雨量を用いて式(3)の関係となる。

$$Wd^* = \frac{Wd}{qc \cdot N} = \frac{Wd}{\alpha \cdot R} \quad - (3)$$

α に対して Wd^* がどのように変化しているかを見ることによって流域の流況を評価する。

4. 結果と考察

(1) 比流量

宝川流域における流出量と矢木沢ダム流域における流入量よりそれぞれの流域面積で除し、比流量を求めたところ相関の高い結果となった(表-2)。このことから、両流域は類似性のある流域といえる。したがって、宝川流域に隣接する流域である矢木沢ダムの水文データを使用し、人工的に管理された流域からの流出と、天然林で構成され自然の状態である宝川流域からの流出について比較し貯留効果の解析を行う。

(2) 流況解析

1981年から1990年までの10年間の宝川と矢木沢ダムの水文データを、それぞれ流域面積で除し、比流量として流況曲線を作成した。単位は(mm/d)である。矢木沢ダム下流域の目標利水流量 qc は年間11550万 m^3 で主に農業用水であり⁵⁾、雨量換算して1.89mmである。流況曲線が目標利水容量を下回る日について、各年において宝川流域のほうが先に下回る結果となった。また、宝川流域と矢木沢ダム流域における水不足量、水不足率について、それぞれ表-3、表-4に示す。水不足量は宝川流域のほうが大きく、ダム流域と比べ、2倍以上の値もみられた。水不足率については宝川流域のほうが大きい、両流域にさほど差はない。

降雨量と水不足量の関係を図-4に示す。水不足量はダム流域のほうが少なく、また、宝川流域において降水量が増えると水不足量が減少する傾向にあった。

図-5に流入量と放流量の積算値の関係を示す。放流量は流入量より大きく、この差がダムによって貯留された量である。また、宝川流域の積算値がダム流域の積算値を上回っている。比流量で比較すると、宝川流域からの流出量のほうが大きいことが分かった。

5. まとめと今後の課題

森林域の場合、飽和状態であれば降雨がそのまま流出されてしまい、これ以上の貯水を望めないが、ダムは人為的に流出量コントロールが可能であり、貯水も十分に可能である。そのため、人工的なダムは渇水の場合を除いて、貯水量とその機能は森林域の貯留機能と比較して高いことがわかった。

また、流況解析において、目標利水率 α 、無次元貯水容量 S_M^* の関係性を検討し、流況の安定性について考え、安定した水利用の可能性、及び、長期的な水収支について検討する。

謝辞：本研究を遂行するにあたって、森林総合研究所、及び、矢木沢ダム管理事務所より貴重なデータを提供して頂きました。ここに記し、謝意を表します。

表-2 対象流域の相関性

年	R ²	R	年	R ²	R
1981	0.9016	0.950	1986	0.8960	0.947
1982	0.9041	0.951	1987	0.9026	0.950
1983	0.8289	0.910	1988	0.8789	0.937
1984	0.9300	0.964	1989	0.8475	0.921
1985	0.8522	0.923	1990	0.6784	0.824

表-3 宝川流域の水不足量、水不足率、降雨量R、 α

年	Wd(mm)	Wd*	R(mm)	α
1981	121.72	0.176	1259.6	0.548
1982	126.86	0.184	1113.3	0.620
1983	107.56	0.156	1594.9	0.433
1984	203.86	0.296	626.3	1.101
1985	121.53	0.176	1184.0	0.583
1986	120.79	0.175	1031.0	0.669
1987	146.54	0.212	933.0	0.739
1988	131.09	0.190	1386.7	0.497
1989	113.99	0.165	1357.4	0.508
1990	146.87	0.213	1231.6	0.560

表-4 ダム流域の水不足量、水不足率、降雨量R、 α

年	Wd(mm)	Wd*	R(mm)	α
1981	68.7	0.100	1935	0.357
1982	78.51	0.114	1383	0.499
1983	71.21	0.103	2153	0.320
1984	107.65	0.156	1530	0.451
1985	101.39	0.147	1539	0.448
1986	88.5	0.128	1436	0.480
1987	73.97	0.107	1103	0.625
1988	49.48	0.072	1404	0.491
1989	3.22	0.005	1402	0.492
1990	48.32	0.070	1284	0.537

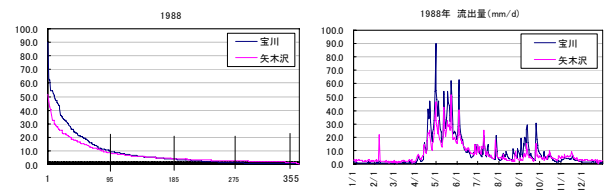


図-3 1988年 流量曲線(左)と、比流量(右)

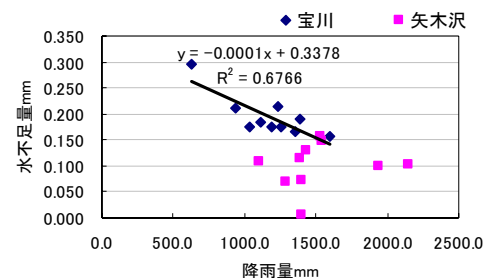


図-4 降雨量と水不足量の関係

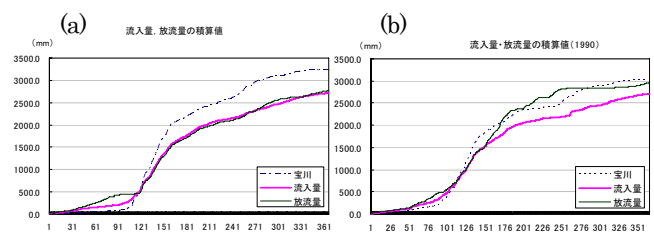


図-5 流入量・放流量の積算値 1988年(a), 1990年(b)

6. 参考文献

- 1) 竹下敬司：森林の持つ水土保全機能と今後の課題，林野時報，2，pp.18-24，1984
- 2) 栗崎彩子：流況解析法を用いた飯田松川流域における森林の水源涵養機能の評価，2002
- 3) 藤枝基久，野口正二，小川真由美，志水俊夫，坪山良夫，細田育広：宝川森林理水試験地水文観測 53 年間の記録，第 370 号，1996
- 4) 藤枝基久，志水俊夫：宝川森林理水試験観測報告，森林総合研究所研究報告 第 368 号，1994
- 5) 利根川ダム統合管理事務所：人々の暮らしを支えて，利根川ダム統合管理事務所 40 周年記念誌，2005