

山地流域における森林保水機能の定量的評価に関する研究

日本大学 学生会員 安藤 彰
 日本大学 正会員 工藤 勝輝
 日本大学 正会員 藤井 壽生
 日本大学 フェロー 西川 肇

1. 研究の概要

林地の保水機能を軸とした治水・利水の対策が求められ始めてきた今日、大型ダム の 要・不要にかかわらず河川流域を単位とした森林の生育状況や保水機能を定量的に把握することが河川管理上で重要なキーポイントとなってきた。

土木工学科河川・測量研究室では、地球観測衛星によって観測されている可視光線～赤外線 の 多重分光データで判読される森林の生育環境（樹種、生長活力などの違い）と林地土壌の理学的性質（粗孔隙率、有効土層深）との関係から、粗孔隙率と有効土層深を乗じて得られる森林域の貯水容量を推定する方法を開発してきた。

本研究はこれまで行ってきた調査によって推定された多摩川小河内ダム上流域の貯水容量に基づいた林地土壌からの流出特性（中間流出特性）について、現地で測定した林地土壌の透水係数および小河内ダムで観測した洪水ハイドログラフを用いて解析したものである。

2. 衛星データによる林地土壌の保水機能評価

本研究では、林地土壌の保水機能は主として粗孔隙の量と土層の厚さが大きく関与すると考えられ、これらに関与する土壌の理学的性質として土壌中を水が自由に移動できる孔隙の状況を示す粗孔隙率と樹木の根が土壌中の水分を吸収でき

る軟らかさを持つ土層の厚さを示す有効土層深で評価できると考えた。具体的には、調査対象流域に設定した各調査ポイントにおける林地土壌の理学的性質と衛星データとの定量的な関係を基に衛星データから画素ごとの粗孔隙率と有効土層深を判読し、両者の積によって林地土壌の貯水容量を求めた。

Table-1 は樹種別森林域における林地土壌の理学的性質に対する衛星データによる算定式及び、総貯水容量を示したものである

3. 林地土壌の降雨流出解析

本研究では、多摩川小河内ダム上流域多孔質の林地土壌から中間流出特性について、降雨流出曲線ならびに中間流出モデルを用いて検討した。

4. 中間流出モデルによる解析

4.1 本研究で提案した流出モデル

Fig.1 は、本研究で提案した直方体モデルの概念図である。直方体の体積は小河内流域の林地土壌の総貯水容量、断面積は（貯水深×流域長）、奥行きは平均流域幅である。なお、モデル内の貯留水は透水係数（cm/s）の一定速度で流出する。

Fig.2 は、直方体流出モデルから流出する単位透水係数に対して降雨が終了するまで、また降雨が終了してからダムに流出するまでの3つで考えた。する単位流出曲線を示したも

Table-1 樹種別森林域における林地土壌の理学的性質に対する衛星データによる算定式及び、総貯水容量

樹種別森林	理学的性質	林地土壌の理学的性質に対する衛星データの算定式	面積 (km ²)	総貯水容量 (×10 ⁶ m ³)
スギ・ヒノキ林	粗孔隙率	14.177(Bnd4/Band3) - 0.388(Band5) - 5.223	62.960	2.856
	有効土層深	44.028(Bnd4/Band3) - 1.051(Band5) - 65.910		
落葉広葉樹林	粗孔隙率	0.115(Bnd4/Band3) + 0.119(Band5) + 12.390	111.472	7.023
	有効土層深	0.356(Bnd4/Band3) + 0.371(Band5) - 1.211		
カラマツ林	粗孔隙率	1.234(Bnd4/Band3) + 0.071(Band5) + 31.584	20.345	6.394
	有効土層深	3.833(Bnd4/Band3) + 0.221(Band5) + 48.397		
ウラジロモミ林	粗孔隙率	5.469(Bnd4/Band3) + 0.018(Band5) + 7.349	23.280	0.908
	有効土層深	16.985(Bnd4/Band3) + 0.056(Band5) - 76.866		

Keywords : 貯水容量, 中間流出, 衛星データ

〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2471 FAX 047-474-2449

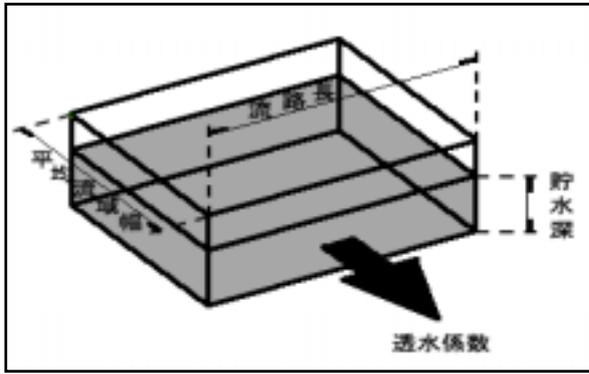


Fig.1 直方体モデルの概念図

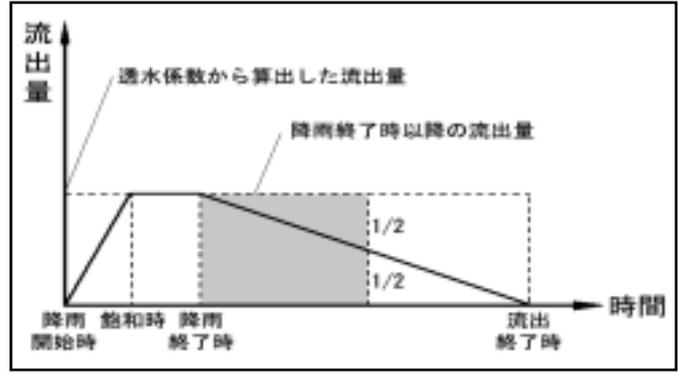


Fig.2 直方体流出モデルから流出する流出曲線

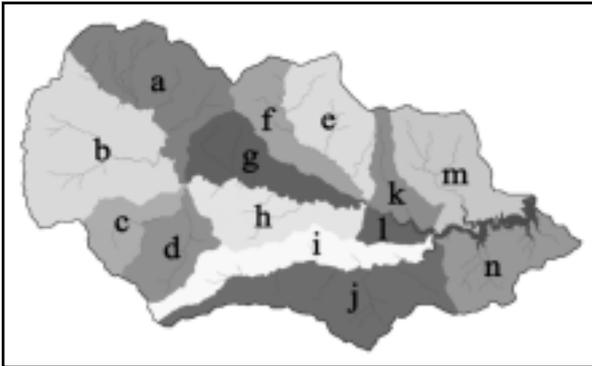


Fig.3 小河内ダム上流域分割図

Table-2 各分割流域における総貯水量 貯水深 (飽和雨量), 流路長, 平均流域幅

分割流域	総貯水量 (m ³ × 10 ⁶)	貯水深 (mm)	流路長 (km)	平均流域幅 (km)
a	1.792	67.137	12.675	2.204
b	4.052	102.540	12.675	3.181
c	0.944	84.744	7.367	1.524
d	0.890	68.885	7.367	1.763
e	1.036	61.352	11.414	1.582
f	0.782	62.691	11.414	1.173
g	0.974	60.742	12.306	1.368
h	1.141	67.517	12.306	1.420
i	1.350	75.920	17.711	1.056
j	1.592	57.567	17.711	1.662
k	0.474	57.777	4.410	2.034
l	0.203	54.917	4.410	0.912
m	1.111	55.619	7.352	3.261
n	0.902	53.937	7.352	2.650
合計	17.252			

のである。中間流出成分は、降雨開始から土壌の貯水容量が飽和されるまで、飽和されてから降雨が終了するまで、また降雨が終了してからダムに流出するまでの3つで考えた。

4.2 実績降雨に対する林地土壌の中間流出曲線

1996年9月21日～22日に小河内ダム上流域で記録した降雨に対して、本研究で提案した直方体流出モデルを用いて中間流出曲線を求めた。

Table-2は、各分割流域における総貯水量 貯水深 (飽和雨量), 流路長, 平均流域幅を示したものである。

Fig.3は、流出計算単位の小河内ダム上流域分割図を示したものである。

Fig.4は、直方体モデルに基づいて算定した小河内ダム上流域からの中間流出曲線であり、森林域からの蒸発散量 3.5mm/day も考慮した¹⁾。図から 中間流出は8日で終わることが分かり、実績流出曲線から算出した流出量と一致することを確認した。

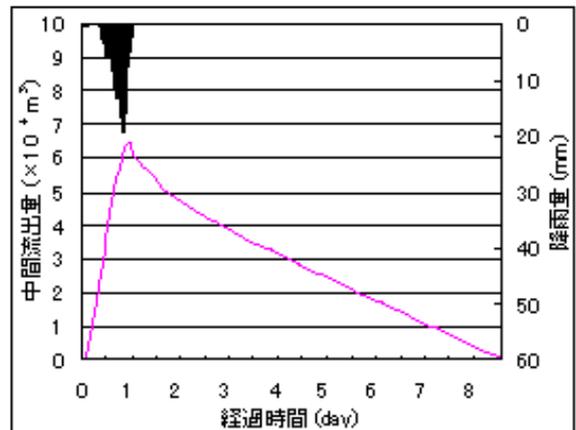


Fig.4 直方体モデルに基づいて算定した小河内ダム上流域からの中間流出曲線

5. まとめ

本研究では、以下の知見が得られた。

- 1) 衛星データから推定した小河内ダム上流森林域における林地土壌の総貯水量に対し降雨流出曲線の波分析より求めた中間流出成分量がほぼ妥当な値を示した。
- 2) 林地土壌の貯水深 (有効土層深 × 粗孔隙率) および透水係数を要因とした中間流出モデルを構築しその流出時間が実績流出曲線から得られたものと一致した。

また、本研究は、本研究所委託研究の一環であることを併記する。

参考文献

- 平成13年度全国大会第56回年次学術講演会講演概要集 2001年10月号 IV-201
- 塚本良則：森林水文学，文永堂出版（1992）