

表層地質が流出特性に及ぼす影響に関する基礎的研究

福岡大学大学院 学生員 ○藤本雄大 福岡大学 正会員 手計太一
 福岡大学 正会員 佐藤研一 福岡大学 正会員 平野文昭
 日本上下水道設計㈱ 正会員 山下三男

1. はじめに

水資源管理において降水量に対応した流出量を予測することは極めて重要である。そのため、降雨流出モデルの研究は、いままで数多く既出されている。しかし、流出水量は森林土壌の水分量に依存しており、現在までに構築された長期的な降雨流出モデルは、流出量を精度良く再現できていないのが実情である。特に森林域における流出特性は、土壌の水分量や地質、地形、植生などに影響を受ける。そこで、本研究では、森林土壌の湿潤状態に影響されない降雨流出モデルの構築を目的として、北海道大学雨龍研究林を対象とし降雨流出解析を行った。

2. 雨龍研究林と対象流域の概要

北海道大学北方生物圏フィールド科学センターが管理する雨龍研究林の位置図を図1に示す。雨龍研究林の面積は約21500haであり、東西30km、南北50kmの範囲で朱鞠内湖を取り囲むように位置している。本研究で対象とした雨龍研究林315林班DE6流域とDE7流域及び土壌・地質調査を行った位置を図2に示す。DE6流域(5.88ha)とDE7流域(3.89ha)は雨龍研究林の北部に位置しており、平均勾配はDE6流域とDE7流域それぞれ17.8%、24.7%である。また、Kerby¹⁾の式とRamser²⁾の式により推定した流達時間は、DE6流域とDE7流域それぞれ24.0分、18.9分である。本対象地域の気候は、多雪寒冷地で特徴され、年較差70℃以上と寒暖の差がはげしい。また、雨龍研究林の北部地域は新第三紀安山岩地帯で、天然の針広混交林が広がっている。

3. 土壌・地層調査

3.1 調査・実験方法

斜面における土壌の性質は、斜面の形状や勾配などの斜面特性に影響を受ける³⁾。そこで、本研究では図2に示すDE6流域とDE7流域の尾根、斜面、谷部においてそれぞれ一地点ずつ、急激な地形変化のない合計6箇所について土壌・地質調査を行った。また、その際、森林土壌では、大雨時における飽和側方流はA層またはB層上部で発生するといわれていることから³⁾、表面流及び中間流はA層、B1層の構造に影響を受けると考え、A層とB1層における土壌の観察及び孔隙率の推定を行った。その際、土壌の断面は「森林立地調査法」⁴⁾に拠り作成した。土壌の観察を行い、土壌型を判別した後に、表層(A0層直下)、深さ15cm、30cm及び50cmの位置において芝本式採土円筒を用いて試料を採取した。そして、「土じょう理化学分析法」⁵⁾に基づいた実験により粗孔隙率と細孔隙率を推定した。

3.2 調査・実験結果

前項で詳述した調査・実験により求めた土壌型及びそれぞれ深さの違う4箇所の細孔隙率と粗孔隙率を平均した谷、

キーワード 雨龍研究林, 山地小流域, 流出特性, 孔隙率, 土壌

連絡先 〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1 福岡大学 大学院 TEL092-871-6631 FAX092-865-6031

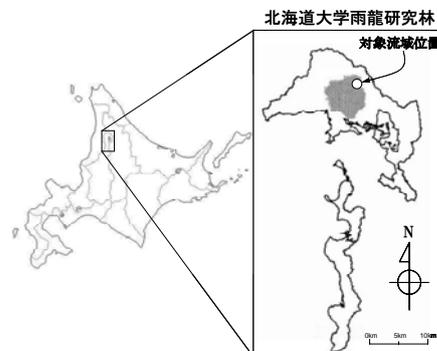


図1 北海道大学雨龍研究林の位置。

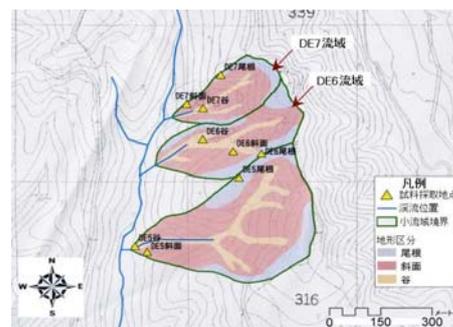


図2 DE6流域とDE7流域及び土壌・地質調査を行った位置。

表1 地形の違いによる土壌型及び孔隙率。

流域	地形	面積(ha)	割合(%)	土壌型	地形別孔隙率(%)		
					細孔隙	粗孔隙	全孔隙
DE6	谷	1.03	17.5	B ₀	49.9	21.8	71.7
	斜面	3.27	55.6	B ₀ (d)	49.0	19.5	68.5
	尾根	1.58	26.9	B _c	43.8	28.0	71.8
小計		5.88	100.0				
DE7	谷	0.49	12.6	B ₀	45.3	21.3	66.6
	斜面	2.56	65.8	B ₀ (d)	50.2	16.7	66.9
	尾根	0.84	21.6	B _c	48.0	19.1	67.1
小計		3.89	100.0				

斜面,尾根における結果を表1に示す. DE6及びDE7流域の土壌型は共に谷部は B_D (適潤性褐色森林土), 斜面は $B_D(d)$ (適潤性褐色森林土偏乾亜型), 尾根は B_C (弱乾性褐色森林土)であり, 対象としたDE6及びDE7流域全体が褐色森林土亜群であると推定できる. この褐色森林土亜群は我が国の山地帯の最も広い部分を占め, その物理性には幅広い変異があると言われているが⁶⁾, 本研究では, 流域や地形別による孔隙率の大きな差は確認できなかった. 次に, DE6及びDE7流域において深さごとに平均した全孔隙率と深さの関係を図3に示す. DE6流域がDE7流域よりも全体的に孔隙率が大きいことわかり, 深くなるに伴い孔隙率は小さくなることを確認できる.

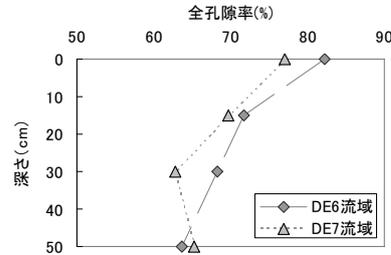


図3 DE6及びDE7流域における全孔隙率と深さの関係.

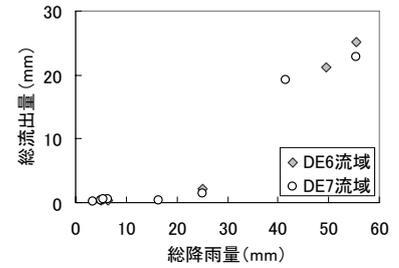


図4 一雨降雨における総降雨量と総流出量の関係.

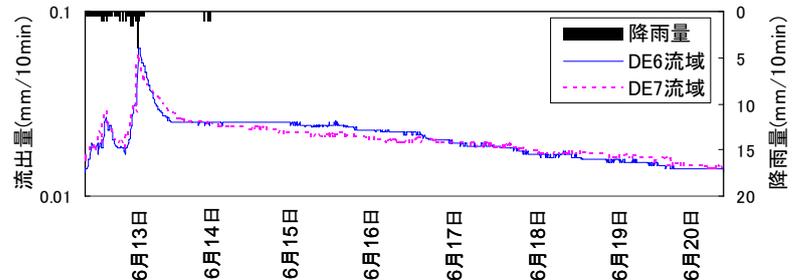


図5 2005年6月12日3:40から13日18:50までのDE6及びDE7流域におけるハイドロハイトグラフ.

4. 降雨流出特性

本稿では, 2005年6月から10月までの5ヶ月間における10分間隔の流出量データ及び対象流域から約3km南方の泥川河畔において観測された降雨量データを用いて解析を行った. 無降雨期間が60分以内の一雨降雨を降雨イベントと定義し, DE6流域から6つの降雨イベントを, DE7流域から7つの降雨イベントを選定した. 降雨イベントに対応した流出量は, 降雨開始時の流出量に戻るまでの流出量の積算値(総流出量)とした. 降雨イベントの総降雨量と総流出量の関係を示したのが図4である. 総降雨量が40mm以上のとき流出率は41~46%であるのに対し, 30mm以下のときは1.8~9.4%である. ここで, 例として2005年6月12日3:30から20日11:50までの降雨量とDE6及びDE7流域のハイドログラフを対数でプロットしたものを図5に示す. 降雨開始から, 降雨開始時の流出量に戻るまでの期間は, DE6流域が6月12日3:30から20日11:50, DE7流域が6月12日3:30から19日14:20である. 減水曲線を片対数グラフ上で時間に対して流量をプロットすると, 表層流, 中間流, 地下水流に応じて三つの直線になる⁷⁾. そこで, 減水曲線に着目する. 中間流はDE7に対してDE6は長期間一定しており, 流出に時間がかかると考えられる. 次に, DE6流域がDE7流域に対して表層流が早いことがわかる. この理由として, DE7流域に対してDE6流域の表層(A層及びB1層)における孔隙率が大きいことが考えられる.

5. まとめ

本研究では森林土壌の湿潤状態に影響されない降雨流出モデルの構築を目的として, 北海道大学雨龍研究林を対象とし降雨流出解析を行った. その結果, 本対象流域の特徴として, 中間流は流達時間すなわち勾配や流量観測地点から最遠点までの距離といった流域の地形に依存していること, また, 表層流は表層(A層及びB1層)の孔隙率に依存していることを示唆した.

謝辞: 本研究内容の一部は, 総合地球環境研究所研究プロジェクト(5-2プロジェクト, プロジェクトリーダー: 吉岡崇仁), 文部科学省科学研究費基盤研究S及び基盤研究Aの経費によって実施されたものである. 本研究で利用した水文データは, 北海道大学北方生物圏フィールド科学センターから提供していただいた. 合わせて謝意を表す.

参考文献

- 1) Kerby, W. S.(1959):Time of concentration for overland flow. Civil Engineering, 29:60.
- 2) Ramser, C. E.(1927):Run-off from small agricultural areas. Journal of Agricultural Research, 34:797-823.
- 3) 塚本良則 (1998): 森林水文学, 文永堂出版, pp13-14, 38pp.
- 4) 森林立地調査法編集委員会 編 (1999): 森林立地調査法, 博友社, pp. 7-8.
- 5) 林野庁造林保護課林業試験場土じょう部 (1973): 適地適木調査土じょう理化学分析法.
- 6) 有光一登 (1987): 森林土壌の保水のしくみ, 創文, 136pp.
- 7) Barnes, B. S(1940): Discussion of Analysis of Runoff Characteristics, Trans. ASCE, Vol.105.