

雨龍演習林の土壤物理特性と降雨-流出モデルパラメータの集中化

手計太一 (福岡大学工学部)

藤本雄大 (福岡大学大学院工学研究科)

柴田英昭 (北海道大学北方生物圏フィールド科学センター森林圏ステーション)

勝山正則 (地球環境学研究所)

1. はじめに

水循環の現象解明に降雨流出モデルが使用されている。中でもタンクモデルは、最も広く頻繁に使用されている。例えば、横尾ら (1998, 1999) は流域の土壤、地質、土地利用状況等の流域条件とタンクモデルパラメータに関連性があることを示しており、パラメータの値が流域の地理的特性から推定できる可能性が高いとしているが、タンクモデルパラメータの物理性については明らかになっていない。しかし、流域ごとに固有のパラメータ値が存在すると考えられる。そこで、著者らは、タンクモデルパラメータを一意的に決定することを目的として、数学的に構築したタンクモデルのパラメータと現地調査を行った結果を比較し、土壤特性のモデル構築への適用性について検討を行った。

2. 対象流域

本研究の対象流域は、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泥川流域内の 315 林班 DE6 流域 (5.88ha) と DE7 流域 (3.89ha) である。DE6 流域と DE7 流域は、雨龍研究林の北部に位置しており、平均勾配はそれぞれ 17.8%, 24.7%, 地質は新第三紀安山岩地帯で占められ、天然の針広混交林が広がっている。

3. モデルの構築と土壤調査結果

DE6 流域と DE7 流域において図-1 に示す損失を考慮した 2 段タンクモデルを構築する。20736 通りの初期値を与えて拡張カルマンフィルタで最適化した結果を総流出量誤差率とピーク流量誤差率が 10%以下の条件のもと、全体の適合度を評価する Nash Sutcliffe 指標 (1970) 及び対数二乗誤差でフィルタリングした。その結果、泥川流域内の DE6 流域と DE7 流域において、タンクモデルパラメータの値は図-2、図-3 に示す収束幅となった。なお、プロットは平均値を表している。DE6, DE7 流域とも流出孔の大きさ A と浸透孔の大きさ B は一意的に決定することができている。一方、流出孔の高さ C1, C2 の収束幅は大きく、C の不確定性

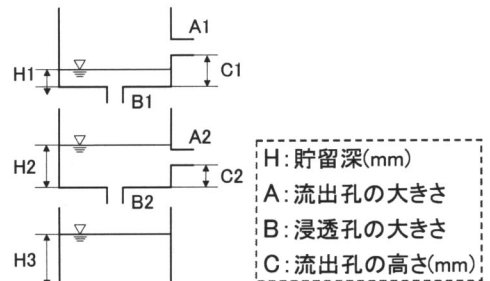


図-1 損失を考慮した 2 段タンクモデル.

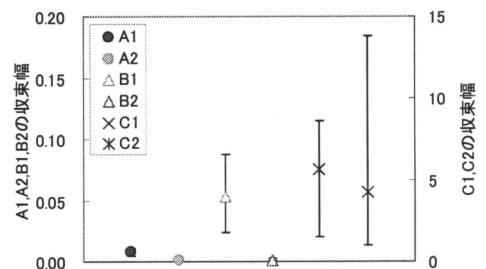


図-2 DE6 流域におけるタンクモデルパラメータの収束幅.

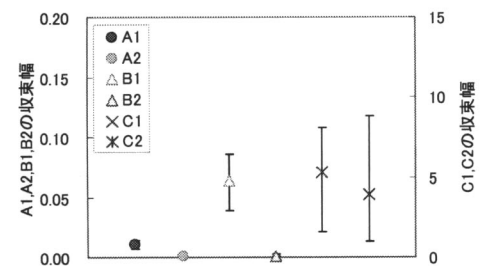


図-3 DE7 流域におけるタンクモデルパラメータの収束幅.

表-1 土壌調査結果.

		浸潤能(mm/h)			Horton式の 減衰係数	土層厚(m)			
		初期	最終	最小		N10<15	N10<30	N10<40	N10<50
DE6	平均	1991	611	552	1.91	32	163	169	171
	最大	2624	1199	966	3.44	61	285	286	290
	最小	428	68	68	1.19	7	84	85	85
DE7	平均	2400	592	580	1.57	15	72	111	144
	最大	3379	1262	1262	2.88	48	159	205	213
	最小	1236	108	106	0.94	3	14	18	55

が大きいことが示唆される。このことから、流出孔の高さ C を土壌調査により決定することができれば、パラメータを流域で一意的に決定することができると考えられる。

次に、土壌調査から得られる土壌特性からタンクモデルパラメータを同定できるかどうかを模索した。DE6 流域と DE7 流域においてそれぞれ 9 地点で行った簡易貫入試験と浸潤能測定の結果を表-1 に示す。なお、Horton 式の減衰係数は、Horton の式による浸潤能と浸潤能測定結果の最小二乗法により求め、土層厚はそれぞれの N_{10} 値を基準とした時の土層厚である。DE6 流域と DE7 流域が隣接していることもあり、両者の浸潤能、Horton 式の減衰係数に大きな差は見られない。土層厚に着目すると、どの N_{10} 値を基準とした場合にも DE7 流域に対して DE6 流域の方が大きいことが分かる。ここで、図-2、図-3 の結果を見ると、DE7 流域の C の最大値よりも DE6 流域の最大値の方が大きいことが分かる。タンクモデルの特性上、各タンクの貯留深 H がある高さ以上になると側方の流出孔 A から流出するが、その高さを土壌の間隙量と想定すると、土層厚が大きいほど流出孔の高さ C は大きいと考えることができる。このことから、流出孔の高さ C は、流域における土層厚の大きさに対応していることが示唆された。

4. まとめ

流域における土壌の特性は一様でなく、調査した地点の結果がどの程度の範囲を代表しているのかという代表性の問題と、例えば土層厚の大きさ 1m が流出孔の高さ C のどの程度の大きさに対応しているのかという定量的な問題が挙げられるが、これらの問題が解決すれば土壌調査から C の大きさを決定することができ、さらには流域で一意的な固有の値に同定することができるものとする。

参考・引用文献

- 山下三男 (2006) : 分布型降雨流出モデルのための森林流域における降雨流出過程のモデル化に関する研究, 福岡大学大学院工学研究科学位論文.
- 横尾善之・風間聡 (1998) : GIS データによるタンクモデル定数の推定, 水工学論文集, Vol.42, pp.109-114.
- 横尾善之・風間聡・西村仁嗣・沢本正樹 (1999) : 国土数値情報に基づくタンクモデル定数の推定, 水文・水資源学会誌, Vol.12, pp.481-491.
- Nash, J. E and Sutcliffe, J. V (1970): River flow forecasting through conceptual models part I - A discussion of principles, J. Hydrology, Vol.10, pp.282-290.

関連する業績

藤本雄大・手計太一・佐藤研一・平野文昭・山下三男：表層地質が流出特性に及ぼす影響に関する基礎的研究，第 62 回年次学術講演会概要集，CD-ROM，2007.

藤本雄大・手計太一・佐藤研一・山下三男：雨龍研究林を対象とした山地小流域の流出特性，水文水資源学会 2007 年度研究発表会要旨集，pp190-191，2007.

藤本雄大・手計太一・佐藤研一・柴田英昭・勝山正則：損失量を考慮したタンクモデルによる貯留能力の定量的検討，水文水資源学会 2008 年度研究発表会要旨集，pp220-221，2008.