

Ⅱ-59 阿武隈川の流出解析における降雨・河道伝播・地下流出の影響分析

東北大学大学院 学生会員 ○大橋 誠一
東北大学大学院 正会員 真野 明

1. はじめに

これまでの阿武隈川流域における流出解析において、河道流や斜面での表面流などの直接流出を kinematic wave 法に基づき擬河道網を通じて追跡計算し、また山地斜面では降雨の地下への浸透を不飽和鉛直浸透により計算し、山地斜面の中間流を連続式の分解計算法により計算することで、河道だけでなく斜面で発生する流れの量および形態の再現がなされてきた。また、そのなかで、擬河道網に実河道の河道特性を取り入れたり、降雨入力値としてレーダー・アメダスのデータを用いたりすることでより実際の現象に近づける工夫がなされてきた。

レーダー・アメダスを用いることによって、降雨入力値は実際の降雨量に近づいたため、出水における総流量は観測値に近づいた。しかしながら、モデルの再現性を示す指標である NASH 効率はすべての出水において向上しているわけではなく、さらにピーク流量が観測値よりも小さいことや、出水によってはピーク時間が遅れているという問題がある。

そこで今回は、降雨、河道における伝播、地下流出の影響を分析することで、モデルを汎用化するためにどうすればよいかを明確にすることを目的とする。

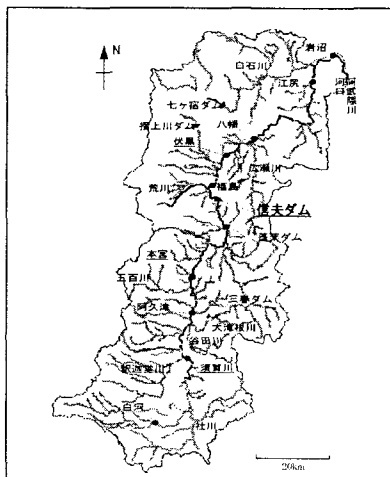


図-1 阿武隈川流域図

2. 対象流域

対象地域は阿武隈川流域とした（図-1）。

流域面積は 5405km²（山地 3983km²，平地 1336km²，河川区域 86km²），幹線流路延長 239.2km である。

3. 解析方法

3.1 対象期間

1998 年 8 月 26 日 0:00~9 月 1 日 6:00(150 時間)
2002 年 7 月 9 日 0:00~9 月 14 日 0:00(120 時間)
2002 年 9 月 29 日 0:00~10 月 5 日 0:00(144 時間)

3.2 流出計算法

- ・河道及び斜面の表面流計算：kinematic wave 法
- ・斜面の地中水計算：連続式の分解計算法

3.3 粗度係数

粗度係数の決定は琴浦ら¹⁾を参考にし、斜面に対しては適当と思われる値(斜面粗度 0.1)を与え、河道の粗度係数は市毛ら²⁾を参考に、砂礫の移動限界を考え、それによって粗度係数が決まるというモデルを用いた。

$$n = a \times I^{1/6} \quad (1)$$

n : Manning の粗度係数

a : 河道粗度を決定する係数(ここでは $a = 0.20$)

I : 河床勾配

4. 解析結果および考察

3 つの出水の計算結果をもとに、本川の各流量観測所において、2 種類の降雨入力値で、NASH 効率、総流量の差、その差が観測流量に対してどれくらいか、ピーク時間のずれ、ピーク流量の差、その差が観測ピーク流量に対してどれくらいかを比較した(表-1)。ここで、NASH 効率は実測値の波形との近さを示す指標であり、次式(2)で表される。

$$e = \left[1 - \left\{ \sum (Q_{sm}(t) - Q_{ob}(t))^2 / \sum (Q_{ob}(t) - \overline{Q_{ob}})^2 \right\} \right] \times 100 \quad (2)$$

t : 時間ステップ, N : 総時間ステップ, $Q_{ob}(t), Q_{sm}(t)$: t における観測値と計算値, $\overline{Q_{ob}}$: 観測値の時間平均値。

表-1 アメダスとレーダー・アメダスによる解析結果の比較

	流量差(計算-観測)		率(流量差/総流量)		NASH効率	
	old model	new model	old model	new model	old model	new model
1998年8月	-21570.6	-14456.94	0.09	0.07	75.3	68.8
2002年7月	11431.7	-6932.43	0.15	0.13	89.6	87.9
2002年9月	5771.94	-4398.26	0.12	0.08	67.7	68.3
	ピーク流量差		率		ピーク時間差	
	old model	new model	old model	new model	old model	new model
1998年8月①	178.75	-774.25	0.14	0.28	9.6	-0.7
1998年8月②	-620.63	-1060.86	0.15	0.27	0.4	-2.6
2002年7月	419.53	-749.23	0.19	0.18	0.1	0.4
2002年9月	-102.18	-232.68	0.13	0.11	-6	-3.2

NASH 効率を比較したところ、あまり差はない。流域全体でみると、1.7~6.5%アメダスを用いたときのほうが NASH 効率は高かった。しかしながら、各観測所の総流量の相対誤差を比較すると、すべての出水において、レーダー・アメダスを用いた場合のほうが観測値に近いことがわかる。このことはレーダー・アメダスを用いた場合のほうが、降雨入力値が実際のものに近いためであると考えられる。

流出解析において、ピークがくる時間とそのときのピーク流量の再現は非常に重要なことである。

今回は、特にピーク時間のずれについて考察した。ピーク時間について、特に2002年9月の出水で遅れが生じるという傾向があった。このことについて、河道粗度を決定する係数 a は、今回の計算では大きな出水で合うように与えている。粗度は水深と相関があるため、2002年9月のような規模小さい出水では、遅れるのではないかと考えられる。しかしながら、このモデルは低水路に適用されるモデルであり、1998年や2002年7月の出水のような高水敷を越えるような出水では、高水敷の粗度も考慮しなければならない。つまり、低水路のみを流れている場合と高水敷を越える場合で粗度の与え方を変えることでこの問題は解決できるのではないかと考えられる。ここで、国土交通省の粗度係数から最適な a を求め、2002年9月の小さな出水に適用する。結果は、 $a=0.10$ であった(図-2)。また、岩沼における解析結果を図-3に示す。図-3から、ピークの遅れは改善された。この低水路での粗度の他に高水敷での粗度を考慮することで他の大きな出水にも適用することができると考えられる。

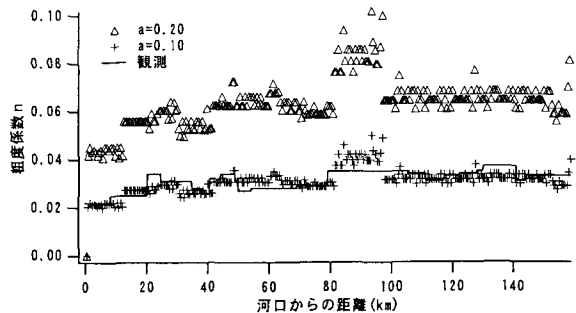


図-2 粗度係数の比較

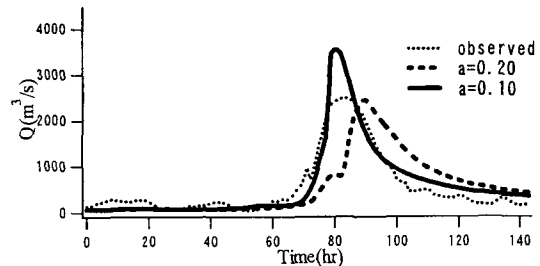


図-3 2002年9月、岩沼

5. まとめ

レーダー・アメダスを用いることで、総流量は実際に近づいた。阿武隈川の流出解析モデルの更なる向上のために、高水敷の粗度も考慮できる粗度モデルの開発が必要である。

参考文献

- 1) 琴浦毅：連続式分解に基づく地中水計算モデル，修士論文，2002。
- 2) 市毛輝和：阿武隈川における1996年17号台風の出水解析，第5回地球環境シンポジウム講演集，1997。