

II-102

山地からの濁質流出と土地利用条件の関係

岩手県 正員 ○中田勇一
 東北大学大学院 学生員 張 旭紅
 東北大学工学部 正員 首藤伸夫

1. はじめに

降雨による濁質発生は、表面流出による地表面侵食、河道における河床洗掘が主因として挙げられる。前者では、農耕地、野草地、裸地、住宅地、森林の別や土地利用の影響を考慮する必要がある。ここでは、濁質流出量を、剪断力と土地利用条件の関数として定義できるかについて検討する。

2. 流域状況

対象とするのは、北上川上流域のうち、奥羽山系の松川（流域面積 200.4 km^2 ）、赤川（流域面積 221.5 km^2 ）を含む、 421.9 km^2 の流域である。この流域は森林地帯が多く、山地斜面が大部分を占めている。

濁度の実測値は、1986年7月12日から14日（洪水時）に測定されたものを使用し、降雨量も同期間に観測されたものを使用する。観測地点は、図-1に示す。

3. 流出解析

降雨強度が大きく、表面流出が卓越している洪水時の流出を対象とするので、Kinematic Wave法を用いることにする。

対象流域を赤川流域29個、松川流域21個、平均流域面積 $7.5 \sim 8.5 \text{ km}^2$ の小流域（単位流域）に分割し、それぞれを一樣勾配、一樣粗度の矩形でモデル化する。(1)式に特性曲線法を用いて、斜面からの流出量 $q (\text{m}^2/\text{s})$ を計算する。 $r_1 (\text{m/s})$ は有効降雨強度、 $h (\text{m})$ は斜面水深、 k 、 p は定数である。

$$q = k h^p, \quad \partial h / \partial t + \partial q / \partial x = r_1 \quad \cdots (1)$$

この流出量を、河道への流入量として与え、(2)式により河道端流量 $Q (\text{m}^3/\text{s})$ を計算する。 $A (\text{m}^2)$ は河道断面積、 K 、 P は定数である。

$$Q = K A^P, \quad \partial A / \partial t + \partial Q / \partial x = q \quad \cdots (2)$$

このようにして、松川、赤川の上流端から合流後の古川まで、単位流域毎に計算を行った。古川地点での流量実測値と計算値を比較し、妥当な値となるまで粗度を調整した。その結果、斜面粗度 $n_s = 0.28$ 、河道粗度 $n_r = 0.04$ が最適であった。濁質量計算に用いる流量は、この計算流量に基底流出流量を加えたものとする。

4. 濁度計算

斜面での洗掘率（単位時間単位面積当りの濁質流出量） $q_s (\text{g}/\text{m}^2\text{s})$ は、剪断力 τ の関数として(3)式のように与えられるとする。 I は斜面勾配、 w_a は水の単位体積重量である。

$$q_s = a \tau^n = a (w_a h I)^n \quad \cdots (3)$$

次に、土地利用状況から、定数 a 、 n を仮定する。ここでは、森林、荒地、田畑の3種に分類した。住宅地については、面積比が小さく、また、侵食されにくいと考えられるので、分類上森林にいたれた。

(4)式により斜面からの濁質流出量 $Q_s (\text{g}/\text{s})$ を計算し、河道への濁質流入量とする。 $u (\text{m}/\text{s})$ は流速で、 q/h として計算される。

$$\partial Q_s / \partial t + u \cdot \partial Q_s / \partial x = u \cdot q_s \quad \cdots (4)$$

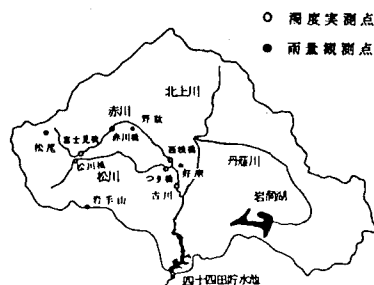


図-1 流域及び濁度、雨量観測点

斜面に比べ、河道では侵食と沈降は無視できるものとする。この仮定は赤川のような場合、流出初期には不適当であることに注意しておく必要があろう。下記の(5)式を用い、濁質流出量 Q_s より、濁度 C を計算し、6つの実測点における、実測濁度と比較を行い、 a 、 n 値を決定した。 $\beta = 1/2.6$ は濁度と SS の相関係数であり、実測濁度と実測 SS より求めた。

$$C = \beta \cdot SS, SS = Q_s / Q \dots (5)$$

試行計算の結果を見ると、 n 値を大きくするにつれ濁度減衰部が急減する形になっていく。また、 a の値は、最大濁度の値の大きさを左右することがわかった。図-2中に示すように、富士見橋上流域は比較的荒地が多く、松川橋上流域は森林が多い。こうした土地利用条件の差は濁質発生に大きく寄与すると考えられる。したがって、 a 、 n 値を調整するにあたり、こうした部分流域毎の土地利用条件に着目し、そこに支配的な利用状態の係数を主に変化させるという方法を採用した。結果は図-2、表-1に示す。ここでは3地点のグラフを掲載した。

5. 考察

赤川最上流端の観測点である富士見橋では、濁度の実測値に2つのピークが見られる。第1のピークは河床に堆積していた松尾鉾山脈からの流出物が洗掘されたことによる。第2のピークは地表面侵食による。計算では第1のピークのような現象は考慮していないので、ピークは1つだけ存在することになる。濁度の値が下流ほど小さいのは、河川の希釈作用による。

計算結果より、 a 、 n 値は表-1に示すように、大きい方から荒地、田畑、森林となっており、荒地では濁質生産が大きく、森林では小さいことがわかる。

また濁度の実測値と計算値を比較すると、最大値は良い一致を示しているが、総濁質量とピーク時間に関しては差がみられる。総濁質量に差が生じている原因としては、河道での濁質の沈降、堆積、洗掘の作用を無視していることが考えられる。今後はこれらの点に関し、さらに考慮していく必要がある。

参考文献

- 1) 田村・首藤：北上川上流域における流出と濁質発生量の解析，第31回水講演文集，pp.179-184, 1987.
- 2) 張・首藤：貯水池に流入，流出する濁質の挙動，第32回水講演文集，pp.245-250, 1988.

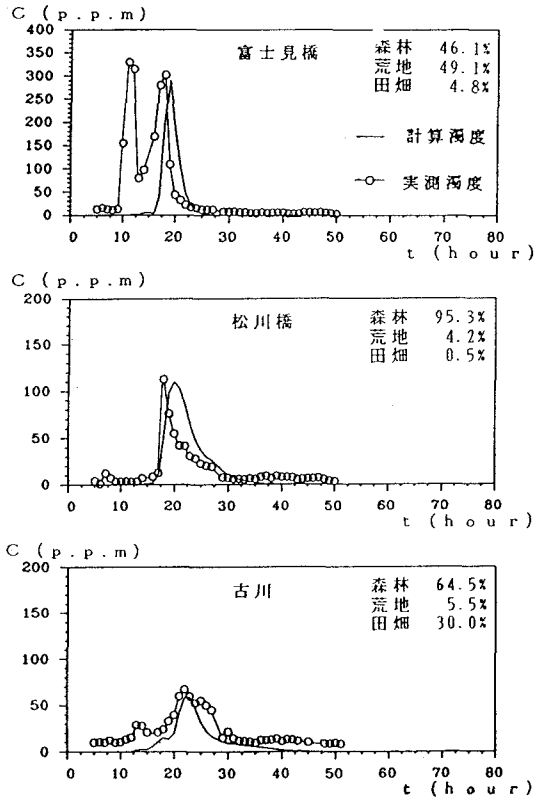


図-2 計算濁度と実測濁度

	a	n
森 林	0.06×10^{-17}	9.00
荒 地	0.08×10^{-15}	9.50
田 畑	0.14×10^{-17}	9.20

表-1 流出量及び濁質量計算の係数