

北上川上流地域の河川水濁度に関する研究

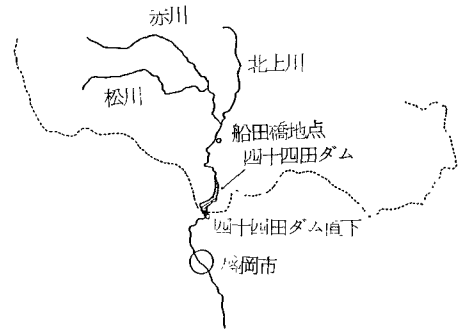
東北大学 工学部 学生員 〇田村 廣文
東北大学 工学部 正 員 首藤 伸夫

1. はじめに

本研究の対象となっている北上川上流部では、かつて旧松尾鉱山からの高濃度の濁質物が発生し、下流の洪水調節の目的で建造された四十田ダムに流入して堆積している。この濁質物が出水時に再浮上を起こし、ダム下流へ流出している可能性がある。そこで本研究では、濁質物の再浮上の量を把握する前段階として、流入する濁質量の予測を行うと同時に、ダム放流水の濁質量等に関しても考察を加える。

2. 対象流域の把握と解析の方針

対象流域は、図-1に示すように盛岡市の北方約5kmに位置する四十田ダム上流の約1196km²にわたる流域である。解析に用いた地点は、24時間自動観測装置が設置されている船田橋地点である。ここで昭和51年から52年にわたって、流量(Q)と濁度(C)が観測されており、近似的に $Q_s = C \cdot Q$ とみなして得られる流入濁質量(Q_s)の予測を試みる。また、四十田ダム直下地点での流出濁質量を対象とした。



3. 濁質量予測の解析結果

図-2、3、図-4はそれぞれ 船田橋地点において100m³/s以上の出水があった場合とそれ以外の場合の流量と濁質量の関係を示したものである。図-2、3の黒丸は実測値、白丸は欠測時を補間した値である。100m³/s以上の出水があった場合には、顕著なループ構造となっている。流量が100m³/s以下の場合には、顕著な傾向は見られず、ほぼ $Q_s = 2.64 \times Q^{1.94}$ の関係があり、これを利用して濁質量の予測が可能である。このループ構造の原因としては、i)流域表面に存在する、雨に洗われ

図-1.

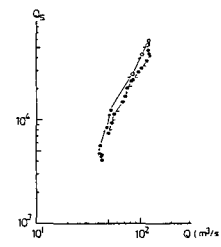


図-2

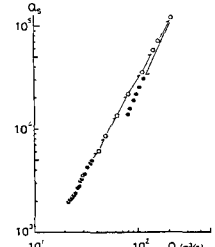


図-3

て流出する物質の移動しやすい場所的相連、ii)水路等時に流水で漸力の大きい場所を構成する土壌の粘着力の深さ方向の不均一性、iii)濁質が削られてから観測地点に到達するまでの時間遅れなどが考えられる。今、主な原因はi) ii)によるものであると考え、簡単のために、ii)が卓越すると仮定して、流域全体を1つの水路とみなし、流れは各時間ご等流状態としてモデル化する。

このとき、濁質物の連続の式は

$$A \times \frac{dR}{dt} = Q_s \quad \text{--- ①}$$

A: 流域面積 R: 土壌の削れ方深さ Q_s : 濁質量

と表わされる。濁質物の運動の式は パワー モデルを用い、土壌に働くせん断力は流量の関数であると考え。

$$Q_s = \frac{Q}{H \cdot C} \cdot [F(Q) - F(Q_0)] \cdot Q \quad \text{--- ②}$$

Q: 係数, C: 土壌の粘着力, H: 地表水の水深, F(Q): 土壌に働くせん断力

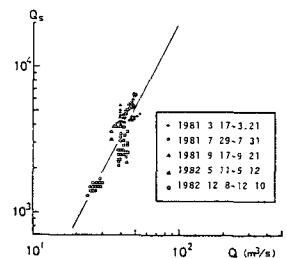


図-4

となる。IL-7°下降期には、すでに表面の動きやすい土壌はすべて流されてしまったと考えられるので、土壌の粘着力を次のように仮定する。

$$C = \begin{cases} a \times h + b & \text{IL-7°上昇期} \\ \text{const.} & \text{IL-7°下降期} \end{cases}$$

IL-7°下降期の手データから②の□内の関数形を求めると、 Q^m 形となり、指数 m は各ケースについて2.28, 2.36, 2.18と求まり、ほぼ一定とみさせる。次にIL-7°上昇期については、①～③式よりc、dを消去し

$$Q_s = \frac{K}{\int Q_s dt + b'} \cdot Q^m$$

を得る。各ケースごとに④より b' 、 K を最小二乗法で求めた。求まった係数は、積算温度(先行無降雨日数×平均気温×24)との間に、図-5のの関係があり、最終的な予測式としては次式を得る。

$$Q_s = \begin{cases} \frac{6.65 \cdot M^{1.41}}{\int Q_s dt + 0.67 \cdot M^{1.63}} \cdot Q^{2.26} & \text{IL-7°上昇期} \\ \frac{6.65 \cdot M^{1.41}}{X + 0.67 \cdot M^{1.63}} \cdot Q^{2.26} & \text{IL-7°下降期} \end{cases}$$

以上の式による実測値と予測値を比較したのが、図-6、7である。ここにあげたケースはともに20%程度の誤差であるが、場合によっては、50%程度の誤差あることもあった。

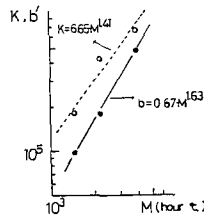


図-5

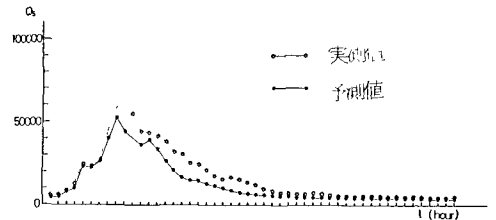


図-6

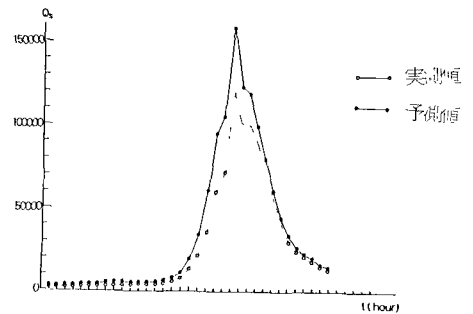


図-7

4. ダム放流量と放流濁質量の関係

図-8に示したのは、黒丸が昭和47年に測定された平常時のダム直下の放流量と放流濁質量の関係、白丸が昭和56年の台風時のダム直下の放流量と放流濁質量の関係、残りの丸印は台風時の船田橋での流量と濁質量の関係である。

洪水出水時の輸送濁質量は、平常時に比べ、同流量でも3倍程度大きいことがわかる。また、船田橋での濁質量はダム直下の値に比べて2倍程度、大きな値となっている。これは、ダム内に入った流水の速度がゆるやかになることにより、浮遊濁質が沈降することによって起こる。流速が大きい場所では、再浮上が生ずることも考えられるが、沈降の効果の方が大きいのであろう。

それぞれの直線は

$$\text{台風時 四十田直下} \quad Q_s = 0.02 \times Q^{2.50}$$

$$\text{平常時 四十田直下} \quad Q_s = 0.02 \times Q^{2.20}$$

$$\text{台風時 船田橋} \quad Q_s = 0.68 \times Q^{2.28}$$

になっている。

