

1. 研究の目的.

制限水位期に洪水が襲来した場合、四十四田ダム貯水池においては、船田・岩姫間で、限界掃流力が約10 N/m²を越えると洗掘が始まる。洗掘開始当初は掃流力とともに洗掘量が増加するが限界があり、その後掃流力が増えても減少する。堆積量が有限で、しかも下層へ行くほど強度が増すからであろう。6月の制限水位に移行する時期にも、船田・岩姫間で洗掘が生ずる。ここでは、まずこの時期の洗掘の実態を明らかにする。ついで、11月以降の高水位期の沈降堆積量、6月水位低下期の洗掘量、洪水期洗掘量の推定を試みる。

2. 実測資料

解析に使用した観測データは、昭和60年（東北大学実測）、61年（建設省実測）の2ヶ年の船田地点濁度（ C_F ）、岩姫地点濁度（ C_I ）である。さらに、船田地点の流量（ Q_F ）、貯水池水位（ H ）は建設省のものを使用した。図-1に、60年の時間経過を示す。この時期には、船田から流入する流量に大きな変化はない。初期には、岩姫の濁度は船田と同様か或は小さいが、 $H=161\text{m}$ 程度からこの関係が逆転する。しかも差が極めて大きい。この2地点間で洗掘が生じていると考えなくてはならない。

3. 解析結果

3.1 掃流力と洗掘量 水位低下期には水位はほぼ水平で貯水池としての性格が強い。従って、洪水期の解析での様に、等流とは近似出来ない。不等流で、水面勾配は零とすると、 $\tau_1 = \rho v^2 I$ で求められる。又、水位低下期であるから、岩姫の流量は船田の流量より大きいのであるが、とりあえず船田・岩姫間の単位時間の洗掘量を $Q_{S1} = Q_F (C_I - C_F)$ で計算する。 τ_1 、 Q_{S1} の時間的推移も図-1に示す。時間と共に水位が下がり τ_1 は増加する。これに対応して始めのうちは Q_{S1} も増えるが、そのうち次第に減少する。図-2は τ_1 、 Q_{S1} の関係を示す。限界掃流力は $5 \cdot 10^{-3} \text{N/m}^2$ 程度であり、室内実験で得られた 0.3N/m^2 よりも遥かに小さい。掃流力の推定に使用した流量が実際のものに比べ小さいこと、求めた τ は断面平均の値であること、室内実験とは異なり静置状態ではないから底泥強度が出ないこと等がこの原因であろう。図-1、2で見る様に、水位低下期の掃流力は次第に 1N/m^2 程度に近付いている。従って、この位の掃流力で洗掘される底泥は6月の水位低下期に洗掘されつくし、比較的強度の強いものが表層に露出する事になる。これが、洪水期の洗掘開始掃流力が 10N/m^2 程度であった主要な原因であろう。

3.2 水位の関数としての岩姫濁度 水位低下期の船田流量には大きな変動はない。したがって、掃流力は船田・岩姫間の貯水池としての流水断面の大きさ、結局は貯水位によって左右される。掃流力の代わりに水位を使って表示するのが実用的であろう。図-3に貯水位と岩姫濁度の関係を示す。 $C_I = \exp[-(h-7.36)/1.02]$ 、ただし $h=H-157.6$ と表現すると、相関係数は0.88である。6月中の濁度の簡単な推定に使用できる。

4. 貯水池での沈降及び堆積

4.1 高水位期（11月から5月）の沈降量 11月から5月迄の高水位期には、船田から流入した濁度の殆どは、岩姫迄の間に沈降し堆積する。従来の観測で、岩姫の C_I が極めて小さい事から結論出来る。船田の流入濁質負荷量 $Q_{SF} = C_F Q_F$ は、ここの流量濁度関係が $C_F = 4.53 Q_F^{1.98}$ となることを利用して推定出来る。SSに換算するには、これに2.6を掛ければ良い。

4.2 水位低下期（6月）の沈降と洗掘 水位と濁度の相関が良いので、これを使用して推定する。年によって水位低下の推移は異なろうが、これを入手していないので、昭和60年と同じ経過を辿ったとする。結局、岩姫濁度は昭和60年度と同様であるとし、船田の流量、濁度のみ変動すると仮定する事になる。

4.3 水位回復期（10月） この時期の観測値がないため、今の所推定出来ない。

4. 4 洪水期（7月から10月） 59年、60年の洪水については既に求められている。

4. 5 岩姫より上流の年間を通じての洗掘と沈降 計算結果を表-1に示す。船田からの流入濁質負荷量は冬期に7,000m³から20,000m³の範囲である。このうち、2,500m³から8,500m³は水位低下期に洗掘され下流へ運ばれる。その他は洪水期の洗掘力が大きければ洗掘される。昭和59年で見ると、冬期に流入し堆積したものが12,000m³、水位低下期に洗掘されたのが4,500m³で、表層の強度は1N/m²-10N/m²になっていた。洪水期に10N/m²になると洗掘が始まり、洗掘量は3,000m³であった。両者の差は4,500m³で、主に高水敷に堆積して居たのではないかと考えられる。

5. 結論

冬期に船田岩船間に流入堆積する底泥は、水位低下期に掃流力が5・10-3N/m²程度になると洗掘されはじめる。これは、水位161m位に対応する。水位低下期の終わりに、底泥の表層の強度は1N/m²から10N/m²程度になる。洪水期にこれより大きい掃流力が生ずるとさらに洗掘される。

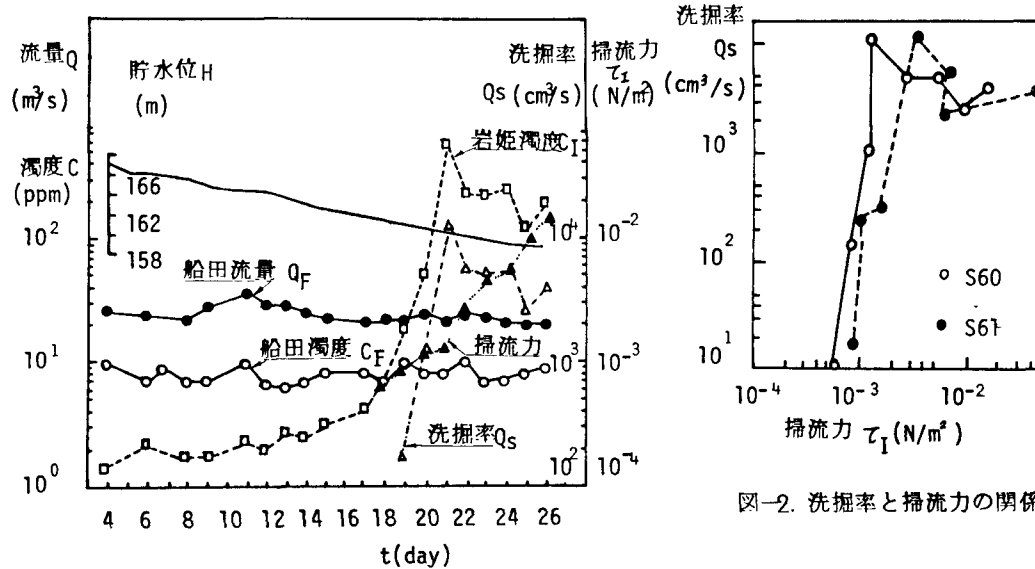


図-1. 貯水位、流量、濁度、掃流力、洗掘率の日変化

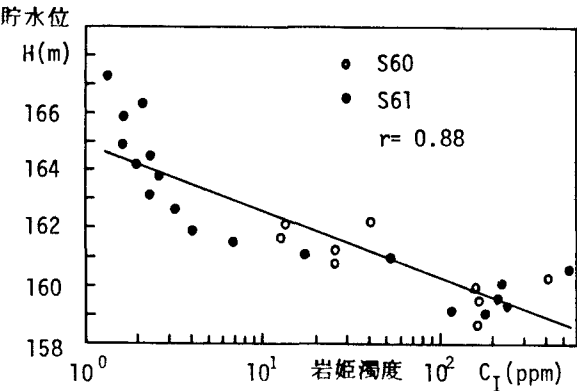


図-3. 岩姫濁度と貯水位の関係

表-1. 沈降量と洗掘量(m³)

年	11月-5月 沈降量	6月 洗掘量	7月 洗掘量
s51	6670	3557	
s52	20559	3326	
s53	14148	8538	
s54	8688	6490	
s55	20698	3151	
s56	8997	8541	
s57	16080	4502	
s58	10896	6444	
s59	11938	4465	3103
s60		4112	1360
s61		2424	