

# 1 八幡平山系周辺の流出土砂実績と予測

建設省岩手工事事務所 所長 下村 周

〇洪水予報課長 鈴木 明道  
(正 会 員)

## 1, 地域概要と目的

八幡平山系は、東北地方を二千米級の分水嶺で縦走する奥羽山脈の八幡平国立公園を占める形で広がっている。仮に日本の国土を人間の身体に見たとすると、当地域はその心臓の位置に相当し、形も丁度ハートの形をしている事から“東北の心臓・八幡平山系”、とも言われる。戦後向もない昭和22年のカスリン台風、23年のマイオン台風により北上川流域では合わせて千名近くの死者を出す大洪水被害を受け、これを復興・防災すべく我国初の大规模かつ広域の総合開発計画と言わゆる『北上特定地域総合開発計画』が昭和28年にスタートした。この日本版TVA計画は、その豊かな天然資源を活用すべく建設省の多目的ダム群を基軸として鉱工業・農林業等の施設が多数建設され、今や下流の奥都盛岡市や田沢湖町という大都市の発展と相まって、東北新幹線や縦貫道路等の大规模公共施設の整備が進んでいる。また、その風光明媚な自然に呼応して牧場の他に、スキー場や温泉群を媒介とした国民休暇村が広がり、今や我国の一大国民リゾート地帯として通年多くの人々を招いている。

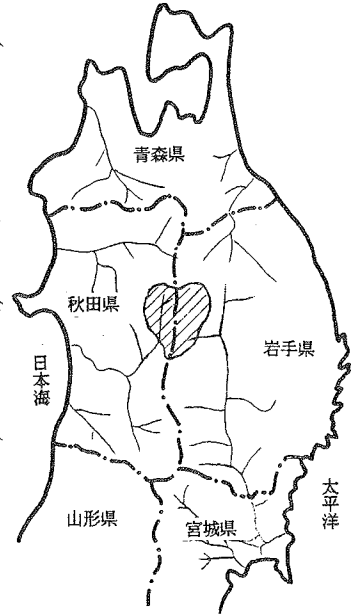


図-1 八幡平山系位置図

しかし、当地域は岩手山や駒ヶ岳を中心とする別荘火山帯に属する急峻な山岳地帯であるため、これらの保全すべく施設は勿論、河道や都市までもが土砂災害の恐れがあり、地元市町村から砂防事業実施の強い要望が高まっている。こうした現状の中で当事務所は、抜本的砂防計画の必要性和検討するため、その一環として砂防に計画確率手法の理念を導入すべく、主要ダムは勿論のこと砂防ダムの堆砂量をも実態調査し、当地域に共通する汎用性の高い定性的な流出土砂経験式を求めた。

表-1 主要ダム一覧表

ダム名	四十四田ダム		御所ダム		田澤ダム		湯田ダム		石鏡ダム		岩瀬ダム		雄物川
	北上川	北上川	北上川	北上川	北上川	北上川	北上川	北上川	北上川	北上川	北上川	雄物川	
竣工年(昭和)	43	56	29	39	28	35	32						
堤高(m)	50.0	52.5	81.5	89.5	53.0	40.0	58.5						
流域面積(km <sup>2</sup> )	1188.7	635.5	731.5	577.6	150.6	48.6	320.3						
湛水面積(km <sup>2</sup> )	3.9	6.4	6.0	6.3	1.1	6.2	2.55						
湛水延長(km)	15.0	8.0	14.2	17.7	3.2	9.0	7.0						
総貯水容量(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	47.10	85.00	148.50	114.18	16.15	85.60	51.00						
計画堆砂量(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	11.60	20.00	26.40	20.45	4.19	19.30	8.00						
洪水調節計画(m <sup>3</sup> /sec)	1350 → 700	2450 → 1200	2700 → 500	2200 → 400	1200 → 900		1100 → 500						
地質	第四期火山岩 古～中世層 第三期層	第四期火山岩 古～中世層 第三期層	古～中世層 第三期層	第三期層	第三期層	古～中世層	第四期火山岩						
山地面積率(%)	82.6	82.2	89.6	90.2	98.7	97.0	97.8						

## 2, 流出土砂形態の特徴

流域から流出する土砂量は、地形・地質・水文・植生など、各種支配因子により様々な異なる。これらの因子が同一で有るならば流域の比流出土砂量は同じになるという観念に立ち、当地域の主要なダム流域の経年比土砂量を図-2

に示した。これらのダム流域は、山地面積率90%以内・年平均降水量1,600mm以内というその概観に大差がないものの、地質的には第四期火山岩及び第三紀層から成るA群と、古～中世層から成るB

群に大別され、比流出土砂量はA群が  $500 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ 、B群が  $100 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ と、大きく異なる。

また、堆砂に関する貯水池規模の評価には一般に“C/F”が用いられるが、図-3においてもA群とB群の $\alpha$ 値は相違いとなっており、両群の差は歴然と現れている。このように地質の違いがその流出土砂量に大きな基本的影響を与えていることを明示している。

### 3. 洪水流出と土砂量

流出土砂量の年変動に微妙な影響を与える要因は、雨量と流量のいずれも強い相関関係を示すが、各種検討の結果、その中でも最も相関の高い“積雪期以外の洪水日流量の総和と年流出土砂量”との関係を示す。

#### 3.1. 回帰式の有意性

回帰式“ $q_s = kQ_L + b$ ”による解析結果の有意性を検定するため、F値分布による危険率(有意水準)の関係を図-4に示した。湯田・四十四田・石淵・田瀬の4流域は、流入量の積算期間を問わず概ね  $\alpha = 0.05$ 以下で有意であることが認められ、折衷流量 $Q_L$ を使用すれば相当高い相関関係を得ることが可能であることが確認された。笠畑流域は全て  $\alpha > 0.05$ で有意性が低く、御所流域は浸水年数が少ないので検定対象から外した。特に湯田・四十四田・田瀬

の3流域は、積算期間から積雪期を外すと  $\alpha < 0.01$ と小さくなり、有意性がさらに良くなる。

一般に流出土砂を生産源によって分けると、河道にあらかじめ堆積しているBed material loadと、流域の前壊地などから雨水によって押し流すことによってWash loadによって占められるが、流域が積雪で覆われているとこのWash loadの流出が抑制され、流出土砂量はかなり減少するので上記確認をもとに、回帰式には積雪期を外した12~5月の積算流量を採用した。

#### 3.2. 予測回帰式

図-5は予測式の基本形を次式とした時、流量 $Q_L$ の足切り流量 $Q_L$ に対し最も適合する定数 $k$ と $b$ の変化を示したものである。  

$$\left[ q_s = kQ_L + b \quad ; \quad q_s: \text{比流出土砂量} (\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}), \quad Q_L: \text{対象日流量の合計} (\text{m}^3/\text{sec}/100\text{km}^2), \quad k: \text{流出土砂係数}, \quad b: \text{切辺長} \right]$$
 定数 $b$ は $Q_L$ の増加に従って負

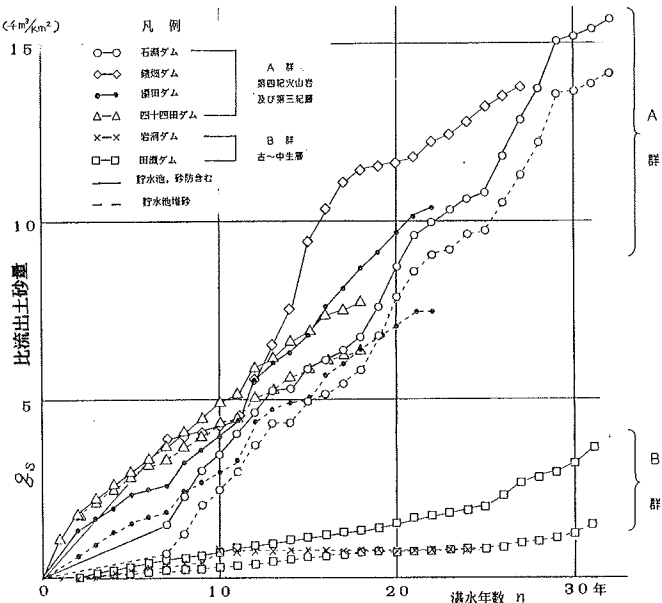


図-2 比流出土砂量経年変化図

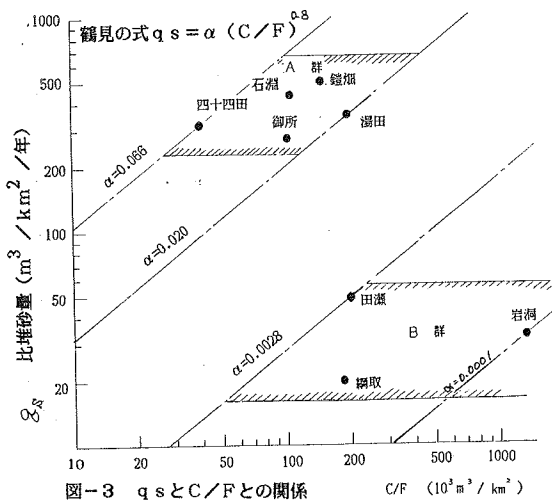


図-3  $q_s$ と $C/F$ との関係

から正に符号を変えて増加するが、比例定数 $K$ は四十四田流域を除いてほぼ同値のまま推移している。

本解析では予測回帰式を $K$ と $Q_L$ のみで表現することを主眼としているので、 $b$ の定性的な推移傾向を利用して、 $b=0$ の時の $Q_L$ を回帰対象流量 $Q_L$ の下限值として $b$ 項を消去し、 $(Q_s = KQ_L)$ の基本式に単純化した。この結果を表-2に示すが、当該値が各流域に最も適合する回帰定数である。しかし当初に述べたように、「当地域に共通する汎用性の高い定性的な流出土砂経験式」を求めするため、 $K$ 及び $Q_L$ を1つの代表値に整理しなればならない。そこで $K$ 値の群別平均値を最終定数値として表-3に示すとともに、以下にその検証を行った。

#### 4. 検証結果

群別平均値とした $K$ 値の妥当性を検証するため、各流域のダム堆砂量及びダムと砂防を合わせた全流出土砂量の各年予測値と算出し、実績値と合わせて図-6に示したが、全体的には比較的良く整合していると言える。

しかし、四十四田流域のみが整合が悪い。これは当該流域土流の支川赤川において酸性水中和事業のため、長年トワタミ河道投入された石灰岩中和剤物が相当量堆積しているためであり、この人為的要因を他流域と同等に比較することは困難である。このため図-6には表-2の当初定数が四十四田流域の予測値を示したが、それでもほぼ良い整合を見せている。したがって当該流域を含む全流域において、本手法による予測が可能であることを示していると言える。

しかし、全体的にはほぼ整合しているとは言え実測と予測の各累加曲線を対比すると、大小の差が有り充分な結果には至っていない流域もある。特に図-6-1の鏡畑や図-6-2の場合がそうであるが、これは全ての地形要因を群別代表値 $K$ 、 $Q_L$ で表現した無理が、これらの違差となって生じてきているものがある。その差を補う重要な因子として、河床勾配( $I$ )と前壩地面積率( $\alpha$ )から次の補正係数 $P = (1 + \beta \cdot I)$ 、 $\beta = \alpha - 5$ を用いて $(Q_s = P \cdot K \cdot Q_L)$ とすると整合性はさらに高まるが、目下具体的な $P$ 値の検証は急いでいる。(湯田・鏡畑・四十四田  $P=1.05$  他は0.96程度)。

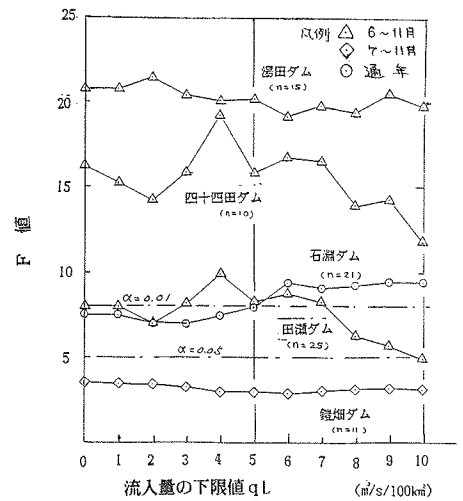


図-4 F値分布図(ダム+貯水池)

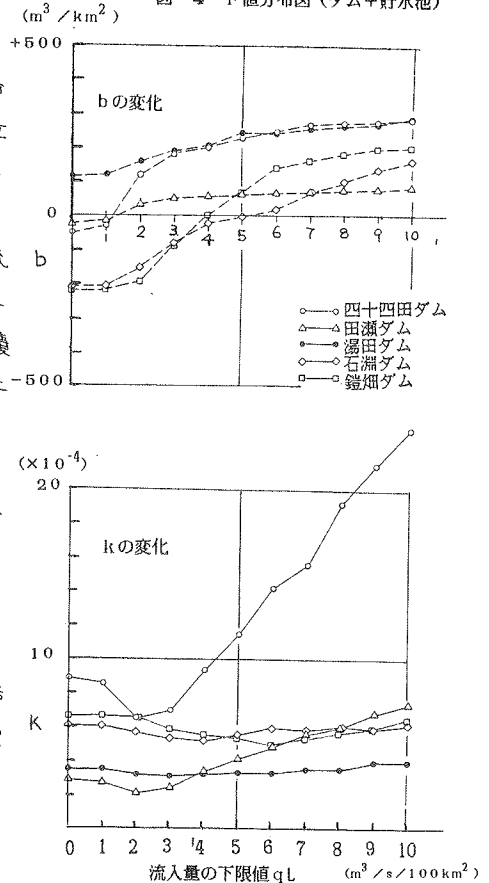


図-5 定数変化図(ダム+貯水池)

表-2 各ダムの K & q<sub>L</sub> 整理値

群別	流域名	ダム貯水池のみ		全流出 (ダム+砂防)	
		比例定数 $K \times 10^{-4}$	足切り流量 $q_L$	比例定数 $K \times 10^{-4}$	足切り流量 $q_L$
A	福田	2.8	4.6	3.5	0
	石淵	4.9	5.0	5.5	5.0
	鋸畑	5.6	4.0	5.6	4.0
	四十四田	6.6	1.7	8.1	1.2
B	田瀬	1.0	1.8	2.4	1.4

表-3 常数決定値

流入積算期間 6~11月

群別	ダム貯水池のみ		全流出 (ダム+砂防)	
	比例定数 K	足切り流量 $q_L$ (m <sup>3</sup> /sec/100km <sup>2</sup> )	比例定数 K	足切り流量 $q_L$ (m <sup>3</sup> /sec/100km <sup>2</sup> )
A	$5.0 \times 10^{-4}$	4.0	$1.0 \times 10^{-4}$	2.0
B	$5.5 \times 10^{-4}$	"	$2.5 \times 10^{-4}$	"

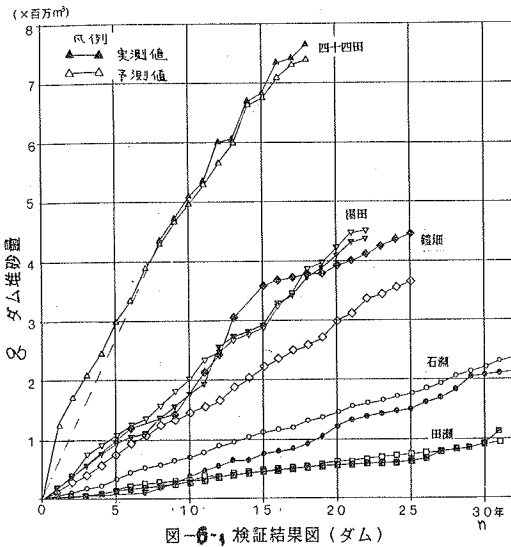


図-6-1 検証結果図(ダム)

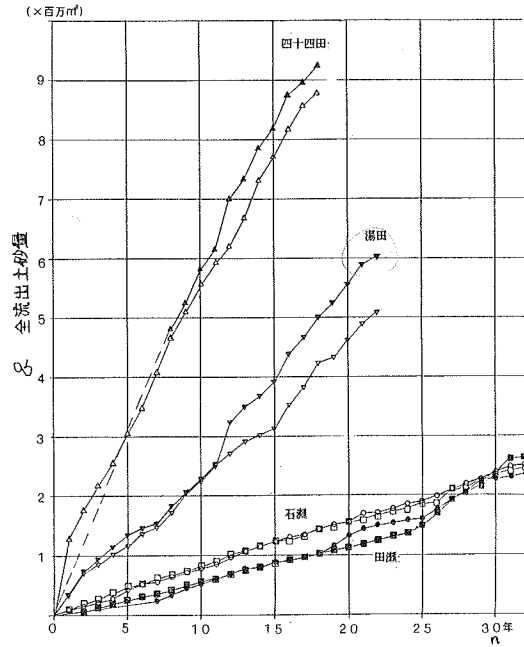


図-6-2 検証結果図(ダム+砂防)

### 5. 考察

群別定数値の検証を行い、ほぼ整合する結果が得られたが、本検討の目的はこれらの検証を基礎として、最終的には“計画確率年の理念導入”にあり、このため予測回帰式に河川流量の $Q_L$ を設定した訳である。今日、ダムや砂防の計画堆砂量は、近傍施設の実積値を参考にしてその平均値程度を採用している例が多い。しかし、これらのデータ源となるダムや砂防堰堤は昭和30年代以降に建設された施設が多く、測定期間は20~30年程度である。このため、過去の大洪水による実積値が含まれにくく、将来・垂起してくるであろう大洪水を考えると、佳々にして甘い計画堆砂値になってしまう。事実、流出土砂量と洪水流量は単純比例よりも、指数関数的な相関関係にあり、大規模な洪水が来ると一夜にして数年分の堆砂が生ずる事がある。これに対して河川の計画流量規模を設定する降雨量流量データは、古くは明治中頃からあり、砂防の20~30年間に比べて、河川は70~80年向という期間があり信頼性も大きい。一過性的な洪水と永年貯留の堆砂とは理念の違いはあるが、約3倍という河川流量の信頼性に着目し、流量確率を導入すれば過去の大洪水をも未来の計画堆砂に取り込み可能となる。以上のようダムや砂防の計画堆砂の算定に当たっては、流量 $Q_L$ の計画確率年と定数 $K$ の導入を検討してゆくことが望ましいと考えられる。