

治山・砂防ダムの堆砂量を用いた山地流域の流出土砂量の測定

北海道大学農学部 ○清水 収・新谷 融

1. はじめに

流域における土砂流出状況の把握は、土砂動態の解明ならびに水系砂防計画において重要な基本的課題である。従来行われてきたその実態把握の方法には、①顕著な災害後に実施される流域全体の土砂生産・流出状況の調査、②砂防ダムの堆砂経過を年一回程度の測量で追跡する長期的モニタリング、などがあり、これらの結果に基づいて河床変動計算なども行われる。しかし、①の方法は生産から流出にいたる土砂収支として多くの調査実績があるものの、対象とする現象が既往最大規模あるいはその近似値であり、大災害に至らない中小出水時や平年値については検討されないことが多い。また、②の方法は平年値も含めた土砂流出状況の把握が可能で、考え得る最良の方法ではあるが、「観測期間中に規模の異なる数回の出水があり、それぞれの流出量を把握できた」といったような長期にわたる継続観測事例は多くない。

このように既往の方法はそれぞれの目的も異なるが、長所・短所を持ち、さらに調査観測に要する労力・時間の面から制約を受けることも多い。本研究では、流域からの流出土砂量を広域的に把握することを目的としており、そのため多少精度は粗くても簡便な測定方法を検討した。その結果、治山・砂防ダムの累計堆砂量（ダム完成以降の総堆積土砂量とそれに要した年数）を用いることにし、それによって過去の流出土砂量を把握した。ここでは、その測定方法と得られた結果について報告する。

2. 調査地と調査ダムの概要

調査地は北海道日高地方を流れる沙流川の中・上流域に分布する42の支流域である。沙流川においては、白亜系および新第三系の各種地層（堆積岩・変成岩）がベルト状に並行して分布しており、調査流域を広域的に設定して、各種の地質を検討対象とした。調査したダムのほとんどは流域内の最上流部のものであり、その結果、流域面積は大部分が10km²未満である。

調査ダムの完成年は、1957年から1988年と多様なものを選定した。また、ダムの規模を有効高で示すと最大で11mであったが、ほとんどは3m以上6m未満であり、治山谷止工・床固工が多い。

3. 堆砂量と満砂年の調査方法

3. 1, 堆砂量の計測

ダム上下流で河床縦横断測量を行った。営林署等で入手した施工以前の元河床縦断形と現況の縦断形との比較から堆砂縦断面積を求め、平均河床幅を乗じて堆砂量を算出した（堆砂域が長大な場合には、複数区間に分割して算出し合計した）。古いダムで元河床の資料が得られない場合には、縦断形状・河床幅・礫径の変化状況から堆砂域上流端を判別し、その上流端とダム底部（下流法で見えている最低部）を結ぶ直線を元河床と想定して、上記のように求めた。なお、治山ダムでは完成時に上流側の一部埋め戻しが行われることがあるが、その分は堆砂量から除外した。

3. 2, 満砂年の推定方法

調査ダムのうち2基を除いてすべて満砂していた。ダムの満砂年は、天端直上流の堆砂面に侵入し

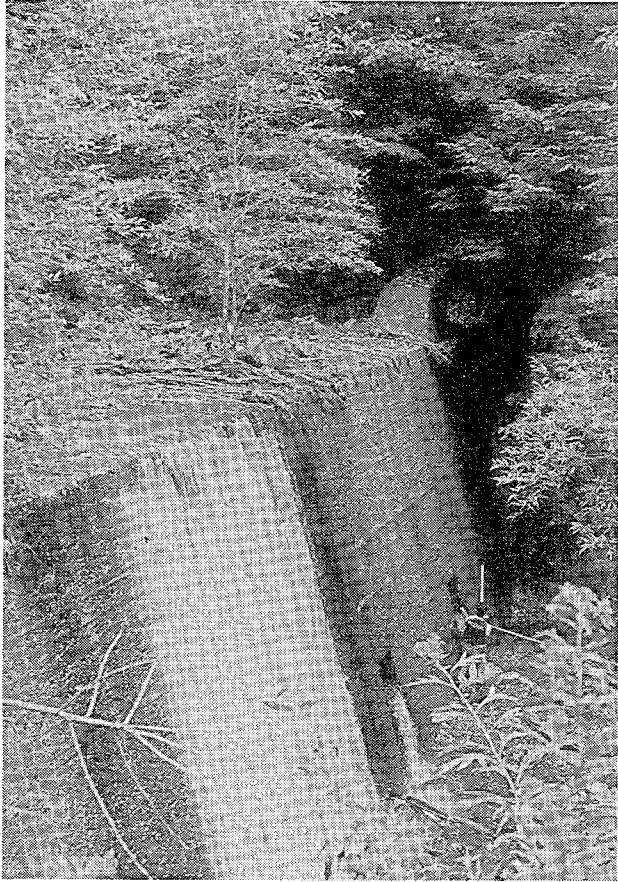


写真-1 満砂したダムと堆砂面に侵入した木本類

表-1 北海道の泥岩・砂岩の物性平均値
(野地・内山, 1986)

地質系統	有効間隙率%		P波速度		1軸強度		試験数	
	泥岩	砂岩	泥岩	砂岩	泥岩	砂岩	泥岩	砂岩
鮮新統	44.6	35.1	1.50	2.07	37	46	18	15
中新統	22.9	17.5	2.47	2.92	191	267	53	72
古第三系	16.2	10.0	3.07	3.45	242	358	19	15
蝦夷累層群	9.9	7.5	3.17	3.92	230	680	42	23
空知層群	6.7	4.7	2.77	4.15	98	524	4	14
日高累層群	1.9	0.6	4.70	4.99	542	1010	11	10

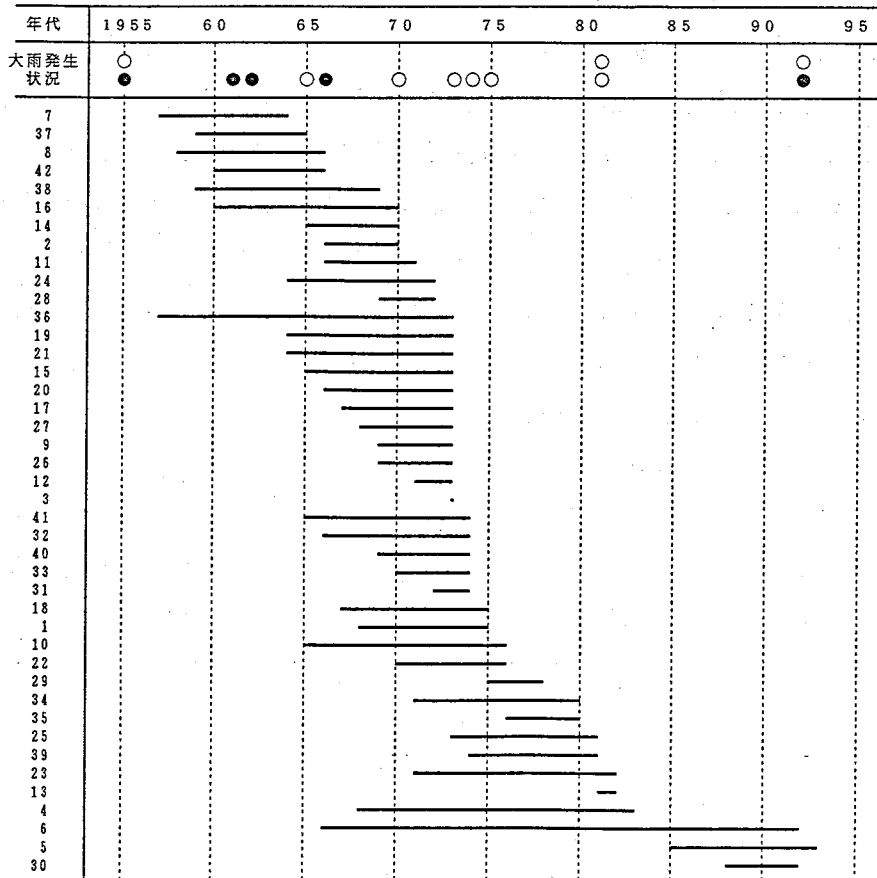
単位 P波速度:km/秒:1軸強度:1軸圧縮強度 kg重/cm²

図-1 ダムの堆砂期間一覽

(大雨発生状況:

○; 日雨量50mm以上かつ
連続雨量150mm以上

●; 日雨量50mm以上かつ
連続雨量200mm以上)



ているヤナギ・ケヤマハンノキ（写真参照）のうち最大樹齢と見なされるものを数本伐採し（樹幹下部が土砂に埋没している場合には掘削して伐採した）、その樹齢から推定した。しかし、ダム満砂後に生じた土砂流出により樹木が更新されている場合があるので、推定満砂年前後の空中写真により堆砂状況をチェックした。以上より、ダム完成から満砂までの年数を堆砂年数とした。

図-1に堆砂期間の一覧を示した。横棒の左端が堆砂開始年（ダム完成年）、右端が満砂年であり、大雨の発生状況（日雨量50mm以上かつ連続雨量150mm以上が白丸、連続200mm以上が黒丸）もあわせて示した。多くのダムが大雨発生年に満砂しており、満砂年推定方法はほぼ妥当であると考えられる。堆砂年数をみると、ダムの規模にもよるが5～10年のものが多く、また2年以内で満砂したダムも4例認められた。

4. 年比堆砂量の分布

各ダムの堆砂量を、流域面積と堆砂年数で除したものを年比堆砂量と呼ぶことにし、流域面積とともに図-2に示した。なお、2年以内に満砂した4例は年当たりで表現すると過大な値となり、適当でないため除外してある。貯水池などの大規模ダムにおいて、年比堆砂量は流域面積の増大につれて減少するという関係が多く報告されているが、今回の結果では認められなかった。年比堆砂量の値の分布はかなり広い範囲にわたっているが、地質別にみるとある傾向が認められる。

新第三紀礫岩の流域では $1300\sim 2600\text{m}^3/\text{km}^2/\text{y}$ と大きく、一方、蛇紋岩や日高変成帯のはんれい岩の流域では最大でも $240\text{m}^3/\text{km}^2/\text{y}$ と少ない。沙流川で最も広く分布する白亜紀の泥岩・砂岩のなかでは、空知層群とえぞ累層群には明瞭な差は認められなかったが、日高累層群は $150\sim 300\text{m}^3/\text{km}^2/\text{y}$ と少ない範囲に分布する。この白亜系泥岩・砂岩の中での差には、表-1に示されるように岩石の物性の差が反映されている可能性がある。

5. 大雨雨量と比堆砂量

年比堆砂量のみによる比較の場合、大雨が頻発した時期とそうでない時期では、同一ダムでも満砂に至る年数に差が生じるため、流域の土砂流出程度が正確に表現されていない可能性がある。そこで、前述の大雨発生年と満砂年の対応関係から、土砂流出をもたらす大雨を日雨量50mm以上かつ連続雨量150mm以上と便宜的に定め、各ダムの堆砂期間内に発生した大雨の累計雨量と比堆砂量（堆砂量を流域面積で除した値）の関係を図-3に示した。なお、堆砂期間内に連続雨量150mm以上の降雨がなかった3ダムについては、期間内の最大の雨（連続100～135mm）を取り上げた。

各々の地質区分内では、雨量の増加にしたがって比堆砂量も増加する傾向が、ばらつきは大きいものの認められる。また地質間で比較すると、同一規模の雨量に対して新第三紀礫岩が最も多く、次いで空知層群・えぞ累層群が多く、日高累層群と蛇紋岩の差はほとんどなく、日高変成帯はんれい岩が最も少ないという結果となった。したがって、全体的には年比堆砂量の場合と同様の傾向であったが、細部では若干異なる結果が得られた。

同一地質区分においても、土砂量のばらつきは依然大きく、第2段階として地形条件等が検討対象になると考えられるが、それは今後の課題としたい。

文献；野地正保・内山 進（1986） 北海道産堆積岩の物性：土木試験所月報，397，51-55。

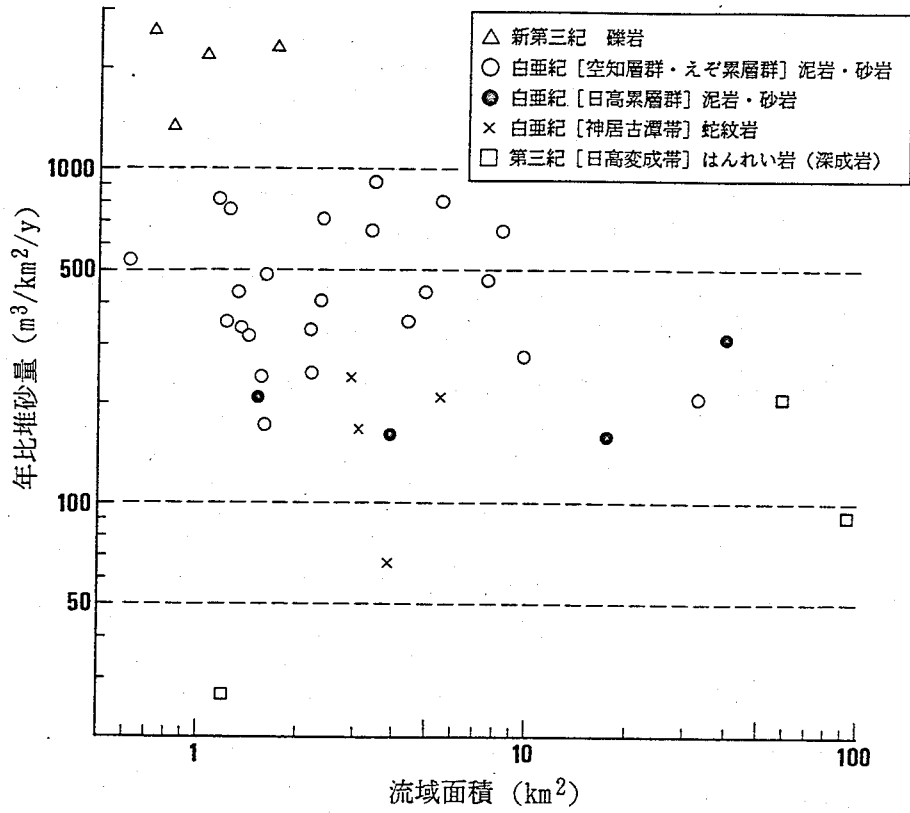


図-2 年比堆砂量の分布

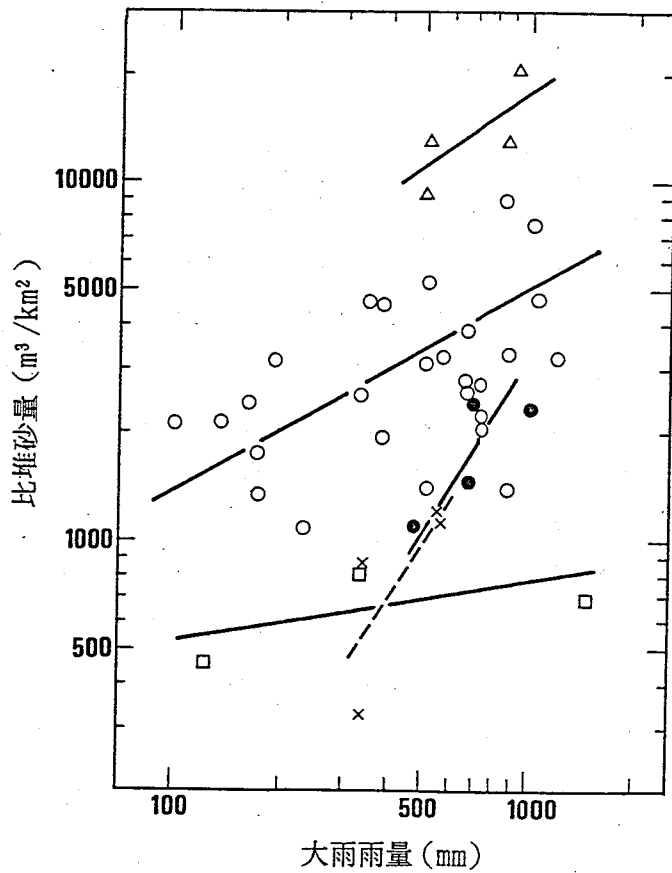


図-3 大雨雨量と比堆砂量
(図中の凡例は図-2 と同じ)