

## 北海道のダム堆砂速度から見た流域スケールでの土砂生産量の変化

丸谷知己\*・黒木幹男\*\*・笠井美青\*\*\*

私たちは今どんなところに住んでいるのか。これは誰もが抱く疑問である。私たちの住む日本列島は、フィリピン海プレートと太平洋プレートがユーラシアプレートと北アメリカプレートの下に沈み込む、いわゆるプレート境界に隆起した島嶼列島である。そのためプレートの運動に伴う地震や火山活動が活発である。また、ユーラシア大陸（陸）と太平洋（海）の境目にあるため季節的な大気と水の循環系であるモンスーン気候により豪雨がもたらされ、偏西風の通り道でもあるため台風の経路にもなる。このような自然条件のもとにある日本列島では、浸食によって地表がけずり取られ（削剥という）、多量の土砂が列島の周囲の海に流出することが想像できる。この土砂流出の通り道に人々の住まいや人間活動の場があると災害になるのである。その結果、我が国は自然災害、特に水や土砂による災害が年間3500件（平成30年度国土交通省）にも及ぶ災害大国となっている。

では、一体どれくらいの土砂が、陸域から海域に毎年運ばれているのだろうか。簡単なようで、これは大変難しい問題である。そもそもどうすれば、この運ばれる土砂量（陸域から海域への生産土砂量という）を計測できるのだろうか。すぐ思いつくことは、日本列島の周囲に溝を掘り、そこにたまった土砂量を測ればよいのだが、そんなことは実際には不可能である。単位面積（1km<sup>2</sup>）あたりの1年間の土砂サンプルをとって、それに面積を掛ければよいことはわかる。これによって、どんな場所から土砂が生産されやすいかもわかる。しかし、島国とはいえ広大な面積の我が国で、どこでどうやればサンプルがとれるのだろうか。そこで、陸域から海域に至るまでには、様々な原因でしばしば湖という天然の貯水池が形成される。この湖の底にたまった土砂は、湖が出来てから今日まで刻々とたまった土砂である。この土砂量を湖が出来てからの時間で割り、さらに湖に流れ込む河川流域の面積で割れば、単位面積あたりの1年間の生産土砂量がわかることになる。但し、湖は日本中どこにでもあるわけではない、いつ形成されたかもはっきりわからない場合が多い。

そこで、私たちが着目したのがダムである。ダムにもさまざまなダムがあるが、電気や水利用のために建設された巨大な多目的ダムは、上流流域からの水だけでなく川が運んできた土砂もためている。ダムの水を利用する上で、このたまった土砂は邪魔者なので、毎年のたまった土砂量をモニターしている。つまり、利水ダムの堆積土砂量は、そのダムに流れ込む河川流域から生産された1年間の土砂量なのである。もし、ダムが無ければこれらの土砂は主に浮遊砂となって海域まで流れていくはずである。この土砂のことを、私たちは年平均比堆砂量（m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/y）と呼んでいる。日本列島全部で計るのは大変なので、まず北海道を舞台にして多目的利水ダムでの年平均比堆砂量を分析した。多目的利水ダムとして道内の105基を対象とし、このうち地質の明らかな28基については地域の特徴を、毎年土砂量を計測している開発局直轄ダム15基については近年の豪雨の影響をそれぞれ分析した（図1）。

まず、28基のダムから求めた北海道全体の1km<sup>2</sup>あたりの年平均土砂生産量は178±138 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/yであった。現在の北海道の面積は78,420 km<sup>2</sup>なので、北海道全体から海域に流れ込む土砂は1年間で約1400万m<sup>3</sup>（13,958,760±10,821,960m<sup>3</sup>）となる。場所的な違いは地質の差異に着目し、堆積岩地域と火山岩地域を比べた。その結果、堆積岩地域のほうが火山岩地域の約8倍の年平均比堆砂量を示し、このことは堆積岩の方が8倍削剥されやすいということを示している。つぎに、毎年の計測値が得られる15基の直轄ダムについて豪雨の影響を見た。大雪ダム、桂沢ダム、十勝ダム、二風谷ダムでは豪雨の影響が、その後1～数年間、比堆砂量の増加として表れている。しかし、滝里ダム、金山ダム、十勝ダムのように比較的面積の大きな流域では豪雨の影響は比堆砂量に表れていない（表1）。

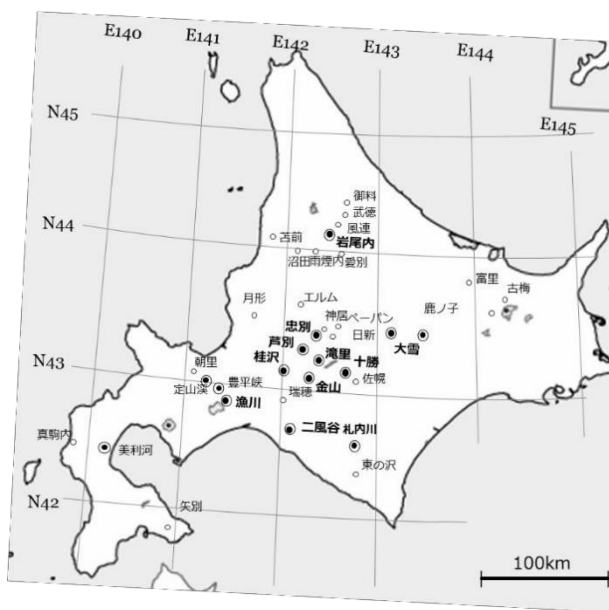


図1 北海道各地の生産土砂量の計算に用いたダムの位置図

○ は、地質との関係を見るために選んだ 28 基のダム

● は、降雨との関係を見るために選んだ 15 基のダム

いずれも開発局「ダムフォローアップ委員会」において得られたデータを用いた。

この理由について、次のように考えた。比堆砂量を流域全体の削剥量とみれば、一般に削剥量は、地質や降雨条件が同じであれば流域面積が大きくなるほど増加するはずである。しかし、大きな流域にその影響が表れていないのは、大きな流域ほど流域内の利用が高度化して河川整備が充実しているため、斜面の削剥により生産された土砂がダム湖まで流出するまでにカットされているものと推測される。このことから、本研究の様な方法で土砂生産量を理解できるのは、おおむね 100～300km<sup>2</sup> 程度の小さなダム流域の場合のみであることが示唆された。

表1 直轄 15 ダム流域の面積、標高、豪雨と年平均比堆砂量

	流域面積	経過年数	標高	年平均削剥量	豪雨年	
大雪ダム (石狩川水系石狩川)	291.6	31	812	0.19	75mm(1963)	69mm(1991)
金山ダム (石狩川水系空知川)	470	42	330	0.09		
滝里ダム (石狩川水系空知川)	1662	11	162	0.19		
桂沢ダム (石狩川水系幾春別川)	151.2	46	166	0.50	200mm(1981)	93mm(1997)
芦別ダム (石狩川水系芦別川)	147.5	49	336	0.18		
漁川ダム (石狩川水系漁川)	113.3	21	205	0.37		
豊平峡ダム (石狩川水系豊平川)	134	37	477	0.24		
定山溪ダム (石狩川水系小樽内川)	104	20	392	0.19		
美利河ダム (後志利別川水系後志利別川)	115	18	129	0.30		
二風谷ダム (沙流川水系沙流川)	1215	13	51	0.87	237mm(2003)	302mm(2006)
十勝ダム (十勝川水系十勝川)	592	25	343	0.28	117mm(2001)	
札内川ダム (十勝川水系札内川)	117.7	11	475	0.38		
鹿ノ子ダム (常呂川水系常呂川)	124	26	460	0.12		
岩尾内ダム (天塩川水系天塩川)	331.4	39	322	0.17		
忠別ダム (石狩川水系忠別川)	238.9	3	426	0.88		

\* 北海道立総合研究機構

\*\* 環境防災総合政策研究機構

\*\*\* 北海道大学大学院農学研究院