

II-42

国土数値情報による北海道の土砂生産特性の調査

北海道大学 工学部		澤 口 雄 介
北海道開発局	正 員	岡 部 和 憲
北海道大学 工学部	正 員	黒 木 幹 男
北海道大学 工学部	正 員	板 倉 忠 興

1. はじめに

昭和56年8月、北海道は二度にわたる豪雨に見舞われ、全道的に大きな被害を受けた。黒木、板倉¹⁾は、この豪雨を契機として、土砂生産特性がどのように変化したかを調査している。

調査において、ダム堆砂資料を用いてダム堆砂量の経年変化を調べた結果、豪雨に見舞われた昭和56年度に堆砂量が急増したものと、急増が認められないものの2つのグループにダムを大別できることが示された。さらに、両グループの特性の違いを、①比堆砂量と流域面積の関係、②総降雨量分布、③時代区分による流域地質の分布、の3項目について大まかに調べたが、明確な結論には至らず、より綿密な調査が必要となった。

本論文では、国土数値情報を用いて、実際のダム流域の特性を様々な視点から調査分析し、土砂生産特性との関わりを探ることを目的とする。

2. 調査方法と内容

先に述べた通り、昭和56年8月豪雨の前後におけるダム堆砂特性の変化は、次の2つのグループに分けられている。

昭和56年度に堆砂量が急増したもの・・・Aグループ

(大雪、金山、桂沢、岩松、様似)

堆砂量の急増が認められないもの・・・Bグループ

(豊平峡、雨竜第一、川端、岩知志、新冠、幌別)

今回、Bグループの中で、流域が最も小さな幌別ダムを除いたA、B各5つ、合計10のダムにおいてそれぞれ、国土数値情報を用いて下記の5項目について流域の特性を調査した。

1. 地質 ・・・ a) 時代区分 b) 岩石区分
2. 地形 ・・・ a) 標高区分 b) 傾斜区分
3. 植生

なお、各項目における国土数値情報のデータは、3次メッシュという約1km²×1km²のメッシュを単位としている。

3. 調査結果

1. 地質

最初に、地質について時代と岩石の分類を行った。

Investigation of Characteristics of Sediment Yield in Hokkaido due to DTM Data
by Yusuke SAWAGUCHI, Mikio KUROKI, Tadaoki ITAKURA and Kazunori OKABE

a) 時代区分

時代別の分類を、表 I a に示す。時代が古ければ岩石は硬く、侵食を受けずらいという考えのもとに表を見てみると、Aグループは、約半分以上が、硬いとイメージされる古生代・中性代の岩石で占められているが、実際には昭和56年度に堆砂量が急増している。また、Bグループの豊平峡ダム・雨竜第一ダムは、大半を、それより新しい時代で軟らかいとイメージされる第三紀の岩石で占められるが、昭和56年度に堆砂量の急増は認められていない。

よって、時代の分類だけでは、AグループとBグループの土砂生産特性の違いをうまく説明することができないと考えられる。

表1 a. 時代区分 (左: Aグループ 右: Bグループ)

	大雪	金山	桂沢	岩松	様似	豊平峡	雨竜	川端	岩知志	新冠
古 生 代	69.2	51.5	0	46.6	78.2	0	0	9.5	37.9	71.9
中 性 代	0	0	97.5	0	0	0	0	36.7	9.0	22.5
古 第 三 紀	0	0	2.5	0	0	98.8	0	26.6	0	0
新 第 三 紀	7.2	0	0	0	0	0	87.6	13.8	0	0
洪 積 世	7.7	32.1	0	29.6	0	0.6	12.0	1.7	2.6	0
沖 積 世	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	0
不 明	15.9	16.4	0	23.8	21.7	0.6	0.4	10.5	50.5	5.6
合 計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

単位: %

b) 岩石区分

表1 b. 岩石区分 (左: Aグループ 右: Bグループ)

	大雪	金山	桂沢	岩松	様似	豊平峡	雨竜	川端	岩知志	新冠
砕 屑 物	0.5	10.6	0	0	0	0	0	0	0	0
れき・砂・粘土	1.9	6.6	0.5	1.8	1.3	0	4.2	6.4	4.3	0
砂 岩	0	0.9	0	0	0	1.2	19.4	2.1	1.8	0
泥 岩	0	0.3	79.5	0	0	0	1.6	33.6	5.9	25.3
砂岩・泥岩互層	0	0	4.5	0	0	0	1.2	30.2	3.0	0
砂岩・れき岩	0.8	0	15.5	1.1	0	0	0	10.6	1.7	11.2
粘 板 岩	35.2	4.0	0	37.4	59.0	0	0	4.1	28.5	42.7
軽石流堆積物	6.0	29.7	0	31.3	0	0	0	0	0	0
火山・凝灰角れき岩	0	0	0	0	0	5.8	72.9	0	0	0
安山岩質岩石	40.1	5.8	0	22.3	0	91.2	0	0	0	0
ハンレイ岩質岩石	0	0	0	0	0	0	0	0	26.3	0.6
蛇紋岩質岩石	0	0	0	0	5.1	0	0	7.0	11.3	1.1
輝緑岩質岩石	0	10.1	0	0.3	6.4	0	0	3.2	7.8	19.1
ホルンフェルス	0.3	15.2	0	0	5.1	0	0	0	0	0
片麻岩質岩石	0	8.7	0	0	20.5	0	0	0	1.8	0
そ の 他	15.2	8.1	0	5.8	2.6	1.8	0.7	2.8	7.6	0
合 計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

単位: %

時代という大まかな分け方では説明し得ないことがわかったので、岩石の種類でさらに細かく分類することにした。結果を表1 bに示す。

表1を見ると、Aグループの金山・岩松の両ダムに多く見られる軽石流堆積物は、Bグループのダムにはまったく見られない。また、Bグループの雨竜第一ダムの大半を占める火山・凝灰角れき岩や、Bグループの岩知志ダムに多く見られるハンレイ岩質岩石は、Aグループではまったく見られない。

このように、どちらかのグループにしか含まれていない岩石が、いくつかあるのは確かである。しかし、例えばAグループの大雪・岩松の両ダムで多く見られる安山岩質岩石は、Bグループの豊平峡ダムでは、実に9割以上を占める。また、粘板岩が大半を占めるダムや、泥岩が多く見られるダムはA、B両方のグループに見られる。

さらに、地質に関する文献²⁾を調べたが、単純にAグループの流域の岩石は侵食を受けやすく、Bグループの流域の岩石は侵食を受けずらいとの判断はできなかった。

2. 地形

地形においては、標高と傾斜について着目した。標高に着目した理由は、標高が高く気温が低い地域の岩石は、凍結融解の影響を受けて崩壊しやすくなっている可能性があると考えたためである。また、傾斜に着目した理由は、風化の影響を受けた岩石で占められる地域は、傾斜が小さくなっていると考えたためである。

a) 標高区分

各メッシュにおける平均標高の割合を、400mごとに分類した結果を表2 aに示す。これを見ると、Aグループの桂沢・様似、Bグループの雨竜第一・川端の計4つのダムにおいて、ほとんどの流域が800mまでの高さに位置している。また、Aグループの金山・岩松、Bグループの豊平峡・岩知志・新冠の計5つのダムは、少し高い400m～1200mの位置にある。さらに、Aグループの大雪ダムは、最も高い1200m～2000mに位置している。

しかし、グループ全体で考えると、2つのグループに特に違いは見いだせない。よって、標高区分のみでは特性の違いを説明することはできないと考えられる。

表2 a. 標高区分 (左: Aグループ 右: Bグループ)

	大雪	金山	桂沢	岩松	様似	豊平峡	雨竜	川端	岩知志	新冠
～400m	0.7	6.5	56.7	3.0	68.5	0.3	69.0	37.6	9.5	9.2
～800m	0.3	67.3	41.9	35.0	30.8	36.8	30.7	50.5	31.3	48.9
～1200m	53.1	21.2	1.4	39.6	0.7	61.3	0.3	9.8	37.8	33.7
～1600m	32.3	4.0	0	15.3	0	1.6	0	2.0	19.0	7.4
～2000m	12.5	1.0	0	6.9	0	0	0	0.1	2.4	0.8
2000m～	1.1	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0
合 計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

単位: %

b) 傾斜区分

次に、流域のメッシュごとの平均傾斜を調べてみた。ただし、傾斜の方向は考慮していない。結果を表2 bに示す。間隔が均一でないのは、国土数値情報の分類に従ったためである。これを見ると、Aグループのダムは、ほとんど15°～40°の範囲であるが、Bグループの雨竜第一ダムは、平均してそれより傾斜が小さく、同じくBグループの新冠ダムは、平均して傾斜が大きい。しかし、グループ全体では、これといった違いはないと思われる。

表2 b. 傾斜区分 (左: Aグループ 右: Bグループ)

	大雪	金山	桂沢	岩松	様似	豊平峡	雨竜	川端	岩知志	新冠
0° ~ 3°	0	0	0	0	0	0	20.2	0	0	0
3° ~ 8°	0	9.4	0	0	0	0	21.8	0.8	0	0
8° ~ 15°	2.2	4.2	4.0	0.8	0	5.8	16.5	1.6	1.5	0
15° ~ 30°	42.6	48.9	76.0	35.5	44.9	57.9	41.5	68.6	21.6	1.7
30° ~ 40°	54.4	37.5	20.0	62.0	55.1	36.3	0	28.2	70.3	71.9
40° ~	0.8	0	0	1.7	0	0	0	0.7	6.6	26.4
不 明	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0
合 計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

単位: %

3. 植生

土砂生産特性について議論する場合、流域の植性も、要素として考えられる。これは、しっかりと根付いた森林地帯よりも、荒れ果てた裸地や草原地帯の方が、より多く土砂を生産するという考えに基づいている。ここでは、各ダムの流域で、森林がどれくらいの割合を占めているかを調べてみた。結果を、表3に示す。

表3. 植生区分 (左: Aグループ 右: Bグループ)

	大雪	金山	桂沢	岩松	様似	豊平峡	雨竜	川端	岩知志	新冠
森 林 地 帯	85.9	87.1	96.9	87.3	96.0	92.4	72.4	90.2	94.0	98.0
荒 地	13.0	5.1	0.6	11.3	1.6	6.5	14.7	4.6	3.1	1.8
そ の 他	1.1	7.8	2.5	1.4	2.4	1.1	12.9	5.2	2.9	0.2
合 計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

単位: %

表3を見ると、Bグループは、雨竜第一ダムを除いて森林が9割以上を占めている。一方、Aグループは、桂沢・様似の両ダムは森林が9割以上だが、そのほかのダムは森林が8割台である。

次に、荒地に注目してみると、Aグループの大雪・岩松の両ダムは荒地が10%を越えているが、桂沢ダムにはほとんど荒地が存在しない。一方、Bグループの雨竜第一ダムは荒地が15%近くを占めている。このことから、植生のみで土砂生産特性の違いを説明するのも難しいと思われる。

3. 解析および考察

5項目を表の上で比較してきたが、それぞれ単独で、土砂生産特性の違いを説明することはできないようである。次に、表により、各区分がダムの流域で占める割合を示したが、流域内で各区分が実際にどのような分布になっているかを、メッシュ単位で表された図を用いて調べてみた。

しかし、例えば崩壊しやすい岩石が、Aグループはダムの近くに分布しており、Bグループはダムより遠くに分布している、といったような違いは見られなかった。よって、いくつかの要素を組み合わせて比較することが、次の解析として考えられる。

さて、単純に組み合わせは何通りも考えられるし、どのように基準を設定するかによっても、さらに多くの組み合わせが考えられる。そこで、ある一つの点に注目して仮説をたて、その仮説に基づいて組み合わせを行うことが必要となる。

今、岩石が崩壊しやすいかどうかという点に注目し、次の仮説をたてる。

- I. 岩石による分類 → 堆積物・堆積岩は崩壊しやすい
- II. 傾斜による分類 → 傾斜が小さい地域の岩石は、風化の影響を受けており崩壊しやすい
- III. 標高による分類 → 標高が高い地域の岩石は、凍結融解の影響で崩壊しやすい

この仮説に基づいて、表1. bの岩石区分で、碎屑物から軽石流堆積物までを崩壊しやすいとする。傾斜については、安息角に近い 30° を基準として、それ以下の地域を崩壊しやすいとする。標高については、国土数値情報の分類区分である400mを基準として、それ以上の地域を、同じく崩壊しやすいとする。

そして、I, II, IIIと順番に組み合わせていき、3つの条件すべてにおいて、崩壊しやすいとされた地域が土砂生産量が多い地域で、それ以外の部分は少ない地域と考える。また、岩石の時代区分や植生は、ここでは考慮しない。

項目を組み合わせていくことによって、岩石が崩壊しやすい地域の割合がどのようになるかを、Aグループの中から岩松ダム、Bグループの中から雨竜第一ダムを例にとって図1, 2に示す。塗りつぶされた部分が、岩石が崩壊しやすい地域である。なお、縮尺は異なる。

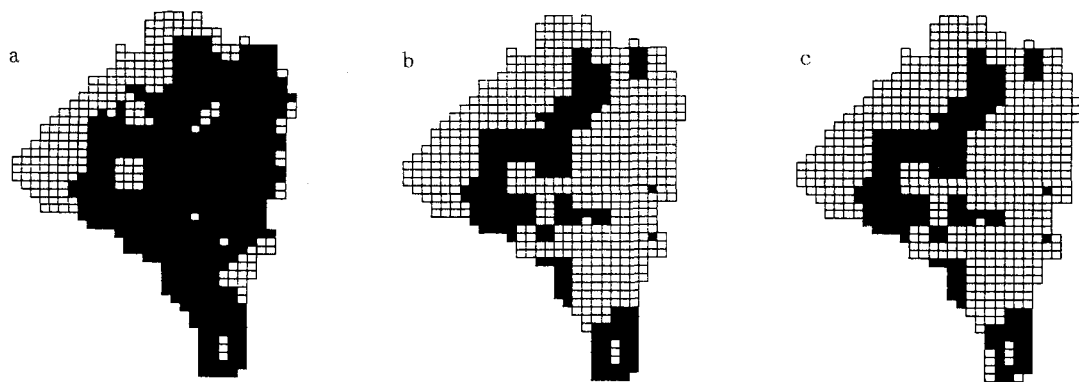


図1. Aグループ：岩松ダムにおける、岩石が崩壊しやすい地域の比較

(a : I b : I + II c : I + II + III)

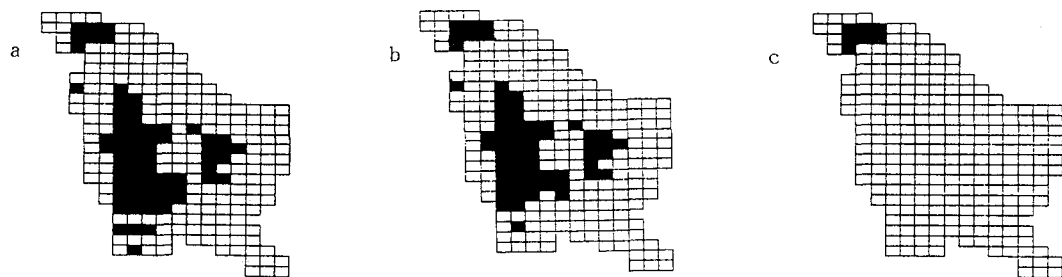


図2. Bグループ：雨竜第一ダムにおける、岩石が崩壊しやすい地域の比較

(a : I b : I + II c : I + II + III)

そのほかのダムにおける、岩石が崩壊しやすい地域の割合を表4に示す。

表4．岩石が崩壊しやすい地域の割合（左：Aグループ 右：Bグループ）

	大雪	金山	桂沢	岩松	様似	豊平峡	雨竜	川端	岩知志	新冠
I	44.5	52.2	100.0	71.5	60.3	1.2	26.4	87.0	45.2	79.2
I + II	20.6	44.7	80.0	30.0	41.0	0	24.0	69.3	17.0	0.1
I + II + III	20.6	21.6	36.5	29.3	10.3	0	2.7	46.3	10.7	0.1

単位：％

表4を見ると、3つの項目を組み合わせた結果、全体的にAグループのダムは、Bグループのダムに比べて、土砂生産量の多いと見なされた地域が、より多く分布しているようである。

しかし、Bグループの中でも、特に川端ダムについては、かなり多くの地域が分布している。実際に、川端ダムにおける、岩石が崩壊しやすい地域の割合を図3に示す。

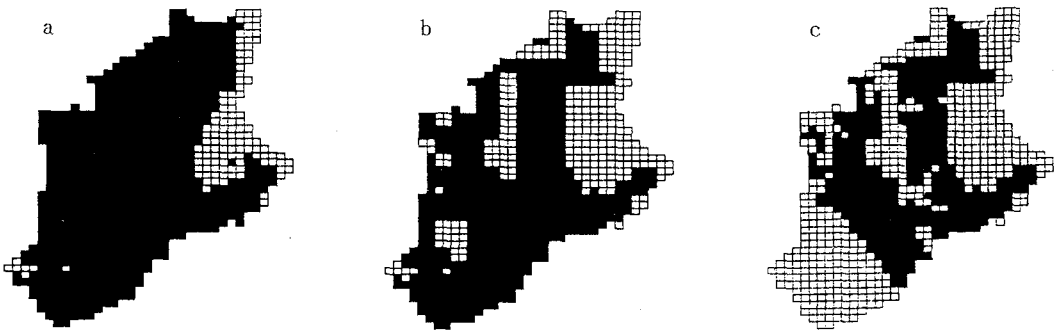


図3．Bグループ：川端ダムにおける、岩石が崩壊しやすい地域の比較
（a：I b：I + II c：I + II + III）

4．まとめ

以上、A、B両グループのダム群における土砂生産特性の違いを、国土数値情報を用いて調査した。各項目について、それぞれ単独で比較しても特性の違いを説明することができなかったため、項目を組み合わせで解析した。その結果、Bグループの川端ダムを例外として、Aグループのダムの流域には崩壊しやすい岩石の地域が多く、Bグループのダムは少ないという特性の違いを説明することができた。

なお、岩石の風化の影響を考える場合、傾斜や標高では、もう少し細かい分類が可能であると思われる。

参 考 文 献

1) 黒木幹男、板倉忠興：昭和56年豪雨と北海道の土砂生産、土木学会北海道支部論文報告集第48号
2) 小貫義男：土地地質、森北出版