

河川砂防技術研究開発 【成果概要】

①研究代表者	氏名 （ふりがな）		所属	役職
	てばかり たいち 手計 太一		富山県立大学	准教授
②研究テーマ	名称	携行型蛍光X線分析を利用したマクロ的な流域土砂動態に関する研究		
	政策領域	[分野] 地域課題分野（河川）	融合技術	（リモートセンシング、非破壊検査、認知行動学 等）
		[公募課題]		
③研究経費 （単位：万円）	平成27年度	平成28年度	平成29年度	総合計
※端数切り捨て。	166	166	166	498
④研究者氏名	（研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）			
氏名	所属・役職（※平成 年3月31日現在）			
畠 俊郎	富山県立大学 工学部 環境・社会基盤工学科 教授			
丸茂 克美	富山大学 理学部 生物圏環境科学科 教授			
⑤研究の目的・目標	（申請書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。）			
<p>（背景・課題）河川を流下する土砂動態は未解明な現象が多く、供給源となる崩壊地の調査は多大な費用が掛かる。粒径分布だけでは、量の評価しかできないのが実情である。また、今後の課題となるダム堆砂問題を緩和させるダム排砂の科学的な評価手法の確立が必要である。</p> <p>（目的）本研究の目的は、蛍光X線分析を用いた流域土砂管理手法の提案である。蛍光X線分析を利用して流域の土砂の化学元素を測定し、それを基にした流域地球科学図の作成とマクロ的な土砂動態を解明する。土砂の質を評価することによって、新たな流域土砂の特徴、指標にできる可能性がある。</p> <p>（調査・研究内容及び成果）黒部川、常願寺川を対象に、流域全体における土砂の粒径分布と蛍光X線分析を利用した元素特性を調査する。その調査結果をクラスター分析などの統計的手法を用いて分類することによって、土砂の供給源を特定する。同時に、(1) 携行型蛍光X線分析の信頼性を評価、(2) 空間代表性の評価を実施する。</p> <p>（研究成果の河川整備・管理への反映）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前述したように、黒部川で実施している連携排砂によると推定されている左岸河口の海浜の回復の効果を定量的に評価する。 ・粒度分布だけであった河川の土砂の特徴に、元素分析結果を追加することによって、量・質の多面的な特徴を明らかにできる。 ・黒部川、常願寺川流域全体の土砂の分布特性（粒径分布、元素分析）を明らかにし、土砂の供給源の解明、流域土砂動態を解明する。 				

⑥研究成果

(様式 E-10と同じ内容について、具体的にかつ明確に記入下さい。)

(1) 1カ年目

本研究では、国立研究開発法人産業技術総合研究所が配布している地質標準試料（火成岩粉末である JG-1, JG-2, JG-3, JA-1, JA-3, JB-3, JR-2, JP-1, JGb-1, 硫化物鉱石粉末である JZn-1, JCu-1, 堆積物・堆積岩粉末である JSd-2, JSd-3, JSI-1, JLk-1), 及び中国国立分析センター (China National Analysis Center for Iron and Steel) が配布している堆積物標準試料 (NCSDC-73307, NCSDC-73308, NCSDC-73309, NCSDC-73310, NCSDC-73312, NCSDC-73315, NCSDC-73316, NCSDC-73318) を用いた。これらの認証標準試料の銅, 亜鉛, ヒ素, 鉛, バリウム濃度を表-1 に示す。

表-1 認証標準試料の銅, 亜鉛, ヒ素, 鉛, バリウム濃度

Sample Name	Sample description	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Ba (mg/kg)
JLk-1	Sediment powder	62.9	152	26.8	43.7	574
JSd-1	Sediment powder	22	96.5	2.42	12.9	520
JSd-2	Sediment powder	1117	2056	38.6	146	1199
JSd-3	Sediment powder	426	136	252	82.1	462
JSI-1	Sedimentary rock powder	40.8	108	108	17.4	305
NCSDC-73307	Sediment powder	32.1	78	8.4	23	430
NCSDC-73308	Sediment powder	22.6	46	25	27	42
NCSDC-73309	Sediment powder	78.6	373	188	636	260
NCSDC-73310	Sediment powder	1230	498	115	285	206
NCSDC-73312	Sediment powder	4.9	44	6.2	32	185
NCSDC-73314	Sediment powder	37.3	101	19.7	30.4	470
NCSDC-73315	Sediment powder	137	243	75	30.4	440
NCSDC-73316	Sediment powder	388	144	13.6	27	330
NCSDC-73318	Sediment powder	4.1	43	2.4	21	480
JA-1	Igneous rock powder	43	90.9	2.78	6.55	311
JA-3	Igneous rock powder	41.4	67.7	4.68	7.7	323
JB-2	Igneous rock powder	235	108	2.87	5.36	222
JB-3	Igneous rock powder	194	100	1.84	5.58	245
JG-1	Igneous rock powder	2.52	41.1	0.33	25.4	466
JG-2	Igneous rock powder	0.09	13.6	0.68	31.8	81
JG-3	Igneous rock powder	6.81	46.5	0.37	11.7	466
JGb-1	Igneous rock powder	85.7	109	1.09	1.92	64.3
JP-1	Igneous rock powder	6.72	41.8	0.34	0.12	19.5
JR-2	Igneous rock powder	1.36	27.8	19.2	21.5	39.5
JCu-1	Sulfide ore powder	37300	679	173	4	3.5
JZn-1	Sulfide ore powder	29	22300	99	1610	208

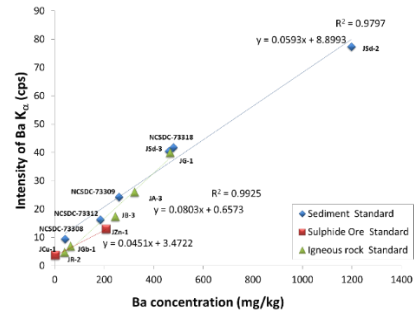


図-4 Ba の認証標準試料の X 線強度と Kα 線強度

X線技術研究所の開発した卓上型のエネルギー分散型蛍光X分析装置 ED-05S (タングステンターゲットのX線管球電圧を48kVに設定し、一次フィルターとしてモリブデン箔を使用) を用いて、これらの認証標準試料のバリウムのKα線, 鉛のLβ線, ヒ素のKβ線, 亜鉛のKα線, 及び銅のKα線強度を測定した。これらの認証標準試料のX線強度を縦軸に、バリウム, 鉛, ヒ素, 亜鉛, 銅の濃度(認証値)を横軸として、両者の関係を導いた。紙面の都合もあり、バリウムの結果だけを図-4に示す。

(1) バリウムの検量線

堆積物粉末認証標準試料 (JSd-2, JSd-3, NCSDC-73318, NCSDC-73309, NCSDC-73312, NCSDC-73308) のバリウムのKα線強度とバリウム濃度の分散図の回帰直線の傾き, y切片, 相関係数はそれぞれ0.0593, +8.8993, 0.9797, 火成岩粉末認証標準試料 (JG-1, JA-3, JB-3, JGb-1, JR-2) の分散図の回帰直線の傾き, y切片, 相関係数の値はそれぞれ0.0803, +0.6573, 0.9925である。また, 硫化物鉱石粉末認証標準試料であるJZn-1とJCu-1を結んだ直線の傾きとy切片の値はそれぞれ0.0451と+3.4722である(図-4)。

これらの直線の傾きとy切片の値には有意の違いがあり, 堆積物粉末認証標準試料の分散図の回帰直線を検量線として用いて火成岩粉末認証標準試料を分析すると, 認証値とは異なる分析値が得られてしまう。火成岩粉末認証標準試料の回帰直線を検量線として用いて, 堆積物粉末認証標準試料を分析する場合も認証値とは異なる分析値が得られてしまう。

(2) 鉛の検量線

火成岩粉末認証標準試料の鉛濃度は低いため, 幅広い濃度範囲の鉛検量線を作ることはできない。そのため, 堆積物粉末認証標準試料と硫化物鉱石粉末認証標準試料のみを対象に鉛のLβ線強度を測定した。

堆積物粉末認証標準試料 (JSd-2, JSd-3, NCSDC-73309, NCSDC-73310, NCSDC-73315) の鉛のLβ線強度と鉛濃度の分散図の回帰直線の傾き, y切片, 相関係数はそれぞれ0.0987, -1.2262, 0.9979であり, 硫化物鉱石粉末認証標準試料であるJZn-1とJCu-1の鉛のLβ線強度と鉛濃度を結んだ直線の傾きとy切片の値はそれぞれ0.0486と+2.2455であり, これらの直線の傾きとy切片には大きな違いがある。

そのため, 堆積物粉末認証標準試料の分散図の回帰直線を検量線として用いて硫化物鉱石粉末認証標準試料を分析すると, 認証値とは異なる分析値が得られてしまう。硫化物鉱石粉末認証標準試料を標準試料として用いて, 堆積物粉末認証標準試料を分析する場合も認証値とは異なる分析値が得られてしまう。

(3) ヒ素の検量線

ヒ素濃度が252mg/kgまでの堆積物粉末認証標準試料 (JSd-2, JSd-3, NCSDC-73310, NCSDC-73315) のヒ素のKβ線強度とヒ素濃度の分散図の回帰直線の傾き, y切片の値, 相関係数はそれぞれ0.1756, +3.9011, 0.8780である。一方, ヒ素濃度が30 mg/kg以下の堆積物粉末認証標準試料 (JLk-1, NCSDC-73307, NCSDC-73308, NCSDC-73312, NCSDC-73314, NCSDC-73316, NCSDC-73318) のヒ素のKβ線強度とヒ素濃度の分散図の回帰直線の傾き, y切片, 相関係数はそれぞれ0.1461, +2.4385, 0.8537であり,

⑥研究成果（つづき）

ヒ素が高濃度の場合と低濃度の場合では回帰直線の傾きや y 切片が異なっている。これらの回帰直線の相関係数は0.9以下であり、バリウムや鉛の回帰直線の相関係数に比べて良好とはいえない。

硫化物鉱石粉末認証標準試料である JCu-1 のヒ素の $K\beta$ 線強度は、堆積物・堆積岩粉末認証標準試料の回帰直線から期待される強度に比べて著しく小さな値であり、この回帰直線を検量線として用いて JCu-1 を分析するとヒ素濃度が認証値に比べて著しく低い値になってしまう。

ヒ素濃度が30mg/kg 以下の場合、火成岩粉末認証標準試料（JR-2, JR-3, JA-3, JB-2, JP-1）の分散図の回帰直線の傾きと y 切片の値、相関係数はそれぞれ0.265, +0.3429, 0.9976であり、堆積物粉末認証標準試料の分散図の回帰直線の傾きと y 切片とは大きな違いがある。また、火成岩粉末認証標準試料の分散図の回帰直線の相関係数は、堆積物粉末認証標準試料の回帰直線の相関係数に比べて良好である。

そのため、堆積物粉末認証標準試料の分散図の回帰直線を検量線として用いて火成岩粉末認証標準試料を分析すると、認証値とは異なる分析値が得られてしまう。火成岩粉末認証標準試料の分散図の回帰直線を検量線として用いて、堆積物粉末認証標準試料を分析する場合も認証値とは異なる分析値が得られてしまう。

(4) 亜鉛の検量線

硫化物鉱石粉末認証標準試料である JZn-1 (亜鉛濃度は 22,200 mg/kg) と JCu-1 (亜鉛濃度は 689 mg/kg) の亜鉛の $K\alpha$ 線強度と亜鉛濃度を結んだ直線の傾きと y 切片の値はそれぞれ0.0381と+7.8446である。この直線上には堆積物粉末認証標準試料である JSd-2 (亜鉛濃度は 2,056 mg/kg) が投影される。

亜鉛濃度が152 mg/kg 以下の堆積物・堆積岩粉末認証標準試料（JLk-1, JSd-3, JSI-1, NCSDC-73308, NCSDC-73312, NCSDC-73314, NCSDC-73318）の分散図の回帰直線の傾き、y 切片の値、相関係数はそれぞれ0.0598, +0.8766, 0.9888であり、亜鉛濃度が108 mg/kg 以下の火成岩粉末認証標準試料（JR-2, JG-2, JG-3, JA-3, JB-2, JP-1）の分散図の回帰直線の傾き、y 切片の値、相関係数はそれぞれ0.042, +1.2527, 0.8873で、両者の回帰直線の傾きには大きな違いがある。また、回帰直線の相関係数は堆積物・堆積岩粉末認証標準試料の方が火成岩粉末認証標準試料より良好である。

堆積物・堆積岩粉末認証標準試料と火成岩粉末認証標準試料の回帰直線の傾きは、硫化物鉱石粉末認証標準試料である JZn-1 と JCu-1 を結んだ直線の傾き（0.0381）とも異なっており、堆積物・堆積岩粉末認証標準試料の回帰直線の傾き（0.0598）が一番大きく、硫化物鉱石粉末認証標準試料の傾きが一番小さい。

従って、亜鉛が高濃度（2,000 mg/kg 以上）に含まれる地質試料の場合、硫化物鉱石粉末認証標準試料と堆積物・堆積岩粉末認証標準試料の両者、あるいは硫化物鉱石粉末認証標準試料と火成岩粉末認証標準試料の両者を用いて低濃度から高濃度までの亜鉛検量線を作成することは困難である。

また、亜鉛濃度が152mg/kg 以下の場合には、堆積物・堆積岩粉末認証標準試料の回帰直線を検量線として用いて火成岩粉末認証標準試料を分析すると、認証値とは異なる分析値が得られてしまう。火成岩粉末認証標準試料の回帰直線を検量線として用いて、堆積物・堆積岩粉末認証標準試料を分析する場合も認証値とは異なる分析値が得られてしまう。堆積物・堆積岩粉末認証標準試料と火成岩粉末認証標準試料の両者を用いて亜鉛濃度が152mg/kg 以下の検量線を作成することも困難である。

(5) 銅の検量線

硫化物鉱石粉末認証標準試料である JCu-1 (銅濃度が 37,300mg/kg) と JZn-1 (銅濃度は 29mg/kg) の銅の $K\alpha$ 線強度と銅濃度を結んだ直線の傾きと y 切片の値はそれぞれ0.0266と+2.0799となる。この直線上には堆積物粉末認証標準試料である JSd-2 (銅濃度は 1,117 mg/kg) は投影されない。

銅濃度が1,117mg/kg 以下の場合、堆積物・堆積岩粉末認証標準試料（JLk-1, JSd-2, JSd-3, JSI-1, NCSDC-73308, NCSDC-73309, NCSDC-73312, NCSDC-73314）の分散図の回帰直線の傾き、y 切片の値、相関係数はそれぞれ0.0406, +2.5714, 0.9838となり、火成岩粉末認証標準試料（JG-1, JG-2, JA-1, JB-2, JB-3, JGb-1）の分散図の回帰直線の傾き、y 切片の値、相関係数はそれぞれ0.0359, +2.0158, 0.9953である。従って、両者の回帰直線の傾きと y 切片の値には有意な違いがある。また、これらの回帰直線の傾きと y 切片の値は、JZn-1 と JCu-1 の $K\alpha$ 線強度と銅濃度を結んだ直線の傾きと y 切片の値とも異なっており、堆積物・堆積岩粉末認証標準試料の回帰直線の傾きが一番大きく、硫化物鉱石粉末認証標準試料の傾きが一番小さい。

このため、硫化物鉱石粉末認証標準試料と堆積物・堆積岩粉末認証標準試料の両者、あるいは硫化物鉱石粉末認証標準試料と火成岩粉末認証標準試料の両者を用いて高濃度（銅濃度は 1,117 mg/kg 以上）の銅検量線を作成することは困難である。また、堆積物・堆積岩粉末認証標準試料の分散図の回帰直線を検量線として用いて火成岩粉末認証標準試料を分析すると、認証値とは異なる分析値が得られてしまう。火成岩粉末認証標準試料の回帰直線を検量線として用いて、堆積物・堆積岩粉末認証標準試料を分析する場合も認証値とは異なる分析値が得られてしまう。

⑥研究成果（つづき）

なお、銅濃度を86mg/kg以下に限定した場合、堆積物粉末認証標準試料（JLk-1, NCSDC-73308, NCSDC-73309, NCSDC-73312, NCSDC-73314）の分散図の回帰直線の傾き、y切片の値、相関係数はそれぞれ0.0498, +1.6858, 0.9386となり、火成岩粉末認証標準試料（JG-1, JG-2, JA-1, JGb-1）の分散図の回帰直線の傾き、y切片の値、相関係数はそれぞれ0.0357, +2.0106, 0.9703である。従って、両者の回帰直線の傾きとy切片の値には有意な違いがある。また、火成岩粉末認証標準試料の回帰直線の相関係数の方が堆積物粉末認証標準試料の回帰直線の相関係数より良好である。

(2) 2ヵ年目

本研究では、携行型 XRF 装置である S1 TURBO LE の定量的な信頼性を明らかにするために、火成岩認証標準試料である JA-1, JA-2, JA-3, JB-2, JB-3, JF-1, JF-2, JG-1, JG-2, JG-3, JG-1a, JGb-1, JGb-2, JH-1, JP-1, JR-2 を用いた分析を実施し、検量線を作成した。併せて、卓上型 XRF 分析装置である EDX-7000 に関しても、同様の認証標準試料を分析し、検量線を作成した。S1 TURBO LE の結果からは、測定可能元素 81 種類中、アルミニウム、シリコン、カリウム、カルシウム、バナジウム、鉄の 6 元素に関して、良好な相関関係が得られ、EDX-7000 でも、これら 6 元素の相関関係は良好であった。また、**図-5**、**写真-1** に示した 2 試料の岩石片標本と 5 試料の河川礫を用いて、ルーズパウダー法による粉末試料を作成し、EDX-7000 で分析した元素含有量を真値として、S1 TURBO LE の FP 法の元素含有量と検量線法の元素含有量を比較した結果、検量線法の分析結果の方が、真値である EDX-7000 の分析結果と類似し、元素含有量が改善されることが判明した。

S1 TURBO LE から定量的に信頼できる元素を利用して、富山県を代表する一級河川である黒部川、常願寺川、庄川、そして小矢部川を対象とした、大量の土砂礫試料を XRF 分析し、土砂礫分類の適用を検討した。黒部川において実施した土砂礫元素の空間代表性の検討の結果、第 1, 第 2 試験地ともにアルミニウムとシリコンの変動係数は 10~20%程度と小さいため、サンプル数が少なくても空間的な代表性が得られる。一方、微量元素であるバナジウムの変動係数は標本数を問わず非常に大きく、空間的な偏在性が大きいことが分かった。しかし、微量元素は河川や地域の特性でもあり、空間偏在していてもそれを特徴と捉えることも考えられる。表面計測の妥当性を検討した結果、アルミニウム、シリコン、カルシウムに関しては、ある 1 面だけの検査でも妥当な分析結果が得られた。また、ルーズパウダー法との相関も概ね良好であり、表面計測の妥当性が得られた。

階層クラスター分析を利用して、黒部川、常願寺川、庄川、小矢部川の 4 河川のマクロ的な分布を評価した。4 元素と 6 元素の分布を比較したところ、クラスター数が増えている地点はほとんど無く、統計的なクラスター分析の結果は、物性分類からも適切であったと評価できる。また、平成 24, 25, 26 年に実施された宇奈月湖内のボーリングコアサンプルと黒部川河口左岸の海浜砂の元素組成の比較検討を、階層クラスター分析を利用して評価した。4 元素と 6 元素のいずれの結果からも、クラスター 2 に分類される海浜砂が最も多く、さらにボーリングコアサンプルと比較すると、礫混じり砂である平成 24 年の 21.2 kp の 1 層目、21.8 kp の 1 層目、22.8 kp の 4 層目、細砂である平成 24 年の 2.8 kp の 2 層目と一致していることが確認され、海浜砂の回復は、宇奈月ダムにて行われる連携排砂による影響であると考えられる。

S1 TURBO LE を用いて、表面計測法による鉄とカリウムの含有量の比(Fe/K)とカルシウムとカリウムの含有量の比(Ca/K)の比較を行ったところ、岩石種の判定は困難であることが判明した。しかし、ルーズパウダー法による Fe/K と Ca/K の比較を行ったところ、J-3100 は JG-1a あるいは JG-1(花崗閃緑岩)、J-18600 は JG-2(花崗岩)あるいは JR-2(流紋岩)、J-51800 は JG-3(花崗岩)、J-13200 は JA-2(安山岩)、岩石片標本である橄欖石玄武岩は JA-3(安山岩)に類似し、7 試料のうち、5 試料を判定できる結果となった。

(3) 3ヵ年目

どんなに予備知識がない人でも現場で岩種判定が可能になる手法の確立を目的に実験を行った。黒部川の河川礫 43 個と常願寺川の河川礫 24 個の「密度の算出」、「石礫表面の画像分析」、「石礫表面の X 線分析」の 3 種類の分析を行った。その結果が **図-6** である。また、これらの結果は、**図-7** と **表-2** の分類方法ごとに **図-7** の様に河川礫の岩種判定を行うことが可能である。本研究ではそれぞれの河川礫の X 線分析を複数回測定し、また、各試料の密度は 2 回計測を行いその平均値を用いた。石礫の表面の写真撮影も試料ごとに 8 枚以上の写真撮影を行った。そのため、X 線分析を行う際の測定面の違いや、写真撮影を行う際の撮影面の違いなどによってばらつきが生じている。測定面の違いに関しては、測定面が変わることで、X 線分析機から X 線が照射される面から測定面までの距離が変わる。それにより測定時のばらつきが生じていると考えられる。また写真の撮影面も礫の様々な面によって、斑晶の割合が変わる。それによるばらつきも生じていると考えられる。

⑥研究成果 (つづき)

岩種判定の方法としては表-2と図-6, 図-7, 図-8を参考に行った. 図-7に河川礫の岩種判定の分類を示す. 河川礫は火成岩であったため, 図-6の6種類に分類が可能である. 表-2内の「岩石全体の化学組成」と「密度」, 図-7の3側面の分析と, 図-6における測定結果によって河川礫を分類していくことで, 6種類への河川礫の岩種判定が可能となる.

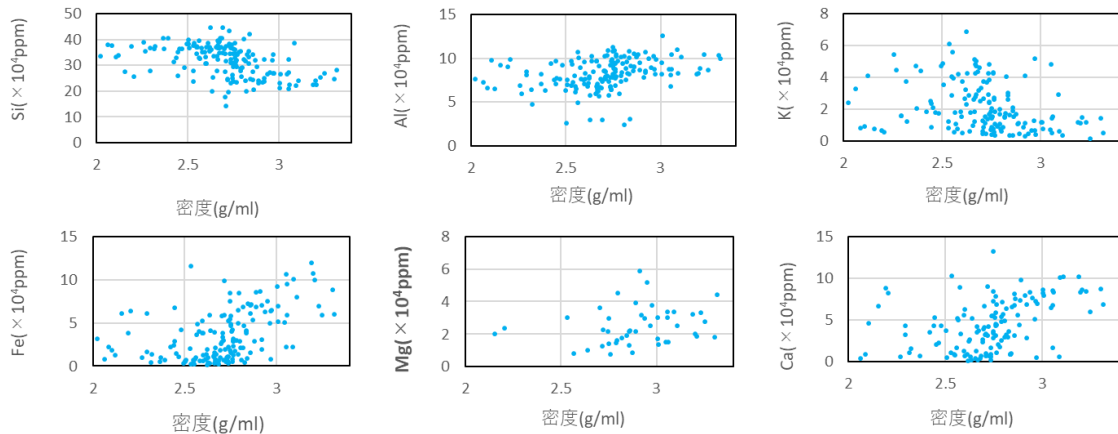


図-6 石礫の化学分析の結果

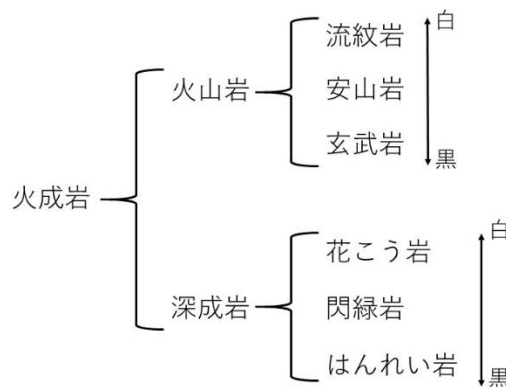


図-7 火成岩(河川礫)の分類

表-2 河川礫の岩種判定の分類指標

SiO ₂ 含有量	66%	⇔	45%
岩石の化学組成	Si・Al・Kが多い	⇔	Fe・Mg・Caが多い
密度	低い(2.5~2.8)	⇔	高い(2.8~3.1)
色指数	約10%(白っぽい)	⇔	約70%(黒っぽい)
火山岩	流紋岩		玄武岩
深成岩	花崗岩		斑れい岩



図-8 河川礫の画像分析方法(フリーソフト: GIMP for Windowsによる画像全体の明度)

⑦研究成果の発表状況

(本研究の成果について、予定しているものも積極的に記入して下さい。(以下記入例))

1. 南優平, 丸茂克美, 手計太一, 梶俊郎 (2017): ハンドヘルド型蛍光 X 線分析計による河川礫種判定, X 線分析の進歩, 48, pp.186-202.
2. 手計太一, 南優平, 丸茂克美, 梶俊郎 (2016): 携行型蛍光 X 線分析の分析限界と河川砂礫元素の局所的分布特性, 河川技術論文集, 第 22 巻, pp.37-42.
3. 手計太一, 南優平, 梶俊郎 (2015): 蛍光 X 線分析を利用した河川土砂礫のマクロ的な分布特性に関する基礎的検討, 河川技術論文集, 第 21 巻, pp.71-76.
4. 南優平, 手計太一, 梶俊郎, 丸茂克美 (2017): 携行型蛍光 X 線分析を利用した元素組成の定量評価と河川礫の岩石種の判別に関する検討, 平成 26 年度土木学会中部支部研究発表会要旨集, II-25.
5. 南優平, 手計太一, 梶俊郎, 丸茂克美 (2016): 携行型蛍光 X 線分析を利用した黒部川連携排砂による河口海浜砂の評価, 水文・水資源学会 2015 年研究発表会要旨集, pp.180-181.
6. 南優平, 手計太一, 梶俊郎, 丸茂克美 (2016): 携行型蛍光 X 線分析を利用した土砂礫元素の局所的分布特性, 土木学会第 43 回関東支部技術研究発表会要旨集, II-84.
7. 手計太一, 梶俊郎, 南優平 (2015): 黒部川における河岸石礫の元素特性の空間代表性に関する基礎的検討, 水文・水資源学会 2015 年研究発表会要旨集, pp.194-195.
8. 南優平, 手計太一, 梶俊郎 (2015): 蛍光 X 線を利用した黒部川における土砂礫の追跡可能性に関する基礎的検討, 土木学会第 42 回関東支部技術研究発表会要旨集, II-68.
9. 南優平, 手計太一, 梶俊郎 (2014): 元素分析を利用した河川土砂礫の追跡可能性に関する基礎的検討, 第 22 回地球環境シンポジウム講演集, pp.221-223.

⑧研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

無し

⑨表彰、受領歴

(単なる成果発表は⑦⑧に記載して下さい。大臣賞、学会等の技術開発賞、優秀賞等を記入下さい。)

無し

⑩研究の今後の課題・展望等

(研究目的の達成状況や得られた研究成果を踏まえ、研究の更なる発展や河川政策の質の向上への貢献等に向けた、研究の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

岩種判定については、先述したように、更に高度な岩種判定方法としては、標準試料の分析を行い、石礫のサンプルを増やす。そうすることで、元素と密度の相関が良いものが得られた場合、目測で石礫の表面による分類を行うことで(写真撮影・分析が不要になる)、密度の算出を行わなくても、石礫表面のX線分析を行うだけで岩種判定が可能となると考えられる。

本研究成果によって、XRFを用いた石礫の分析の指針になるようなものを示すことができた。土や砂などの試料についても同様にできるのか研究の余地がある。

⑪研究成果の河川砂防行政への反映

(本研究で得られた研究成果の実務への反映等、河川政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

土砂管理の基礎となる石礫の質を評価する手法の一部を確立できたため、今後の総合土砂管理などの施策に一定の貢献ができるものと考えられる。