

養浜材の分布状況把握における 新たな取組について

谷内 煌太郎¹・北川 正良¹・瀧川 亜紗子¹・谷川 健一¹

¹金沢河川国道事務所 海岸課 (〒920-8648 石川県金沢市西念4丁目23番5号)

石川海岸小松工区では、新型人工リーフの整備と養浜を組み合わせた侵食対策を進めている。養浜の有効性を適切に評価するためには、従来の深浅測量や潜水観察では、地形変化や礫分の堆積・流出状況を把握することが可能である一方、養浜材由来の砂分と在来の砂分は見た目が酷似しており、汀線部における養浜材由来の砂分の堆積状況を把握することが困難であった。こうした課題を踏まえ、養浜材由来の砂分と在来の砂分を識別するため、砂の発光特性に基づく新たな分析（ルミネッセンス法）により養浜材砂分の分布状況の把握を試みた。本稿では、その取組事例について報告する。

キーワード 海岸侵食、養浜事業、ルミネッセンス法、人工リーフ

1. はじめに

石川海岸小松工区は、小松市と加賀市の市境から東側の梯川までに至る延長約 5.5 km の海岸である（図-1）。

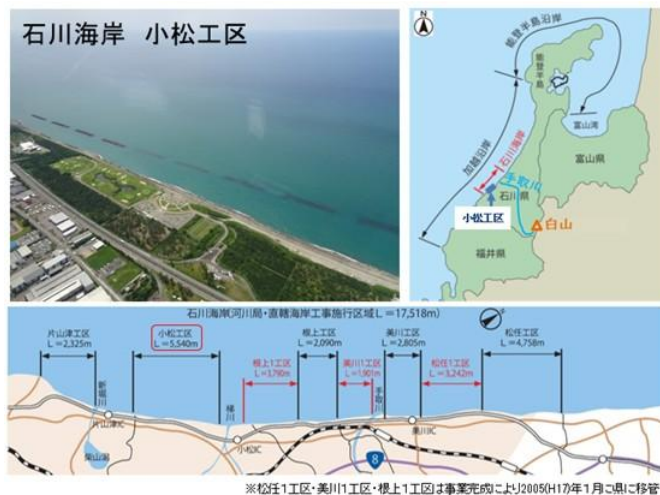


図-1 石川海岸小松工区の位置

本工区は、長年にわたり海岸侵食が進行し、台風時の高波や冬季風浪により砂浜の消失と背後施設の被災が繰り返されてきた。このため、平成 16 年 6 月から直轄事業として海岸保全施設（新型人工リーフ）の整備が進められ、さらに平成 25 年からは前浜の創出を目的として養浜材の投入を組み合わせた複合的な侵食対策が実施されている（図-2）¹⁾。

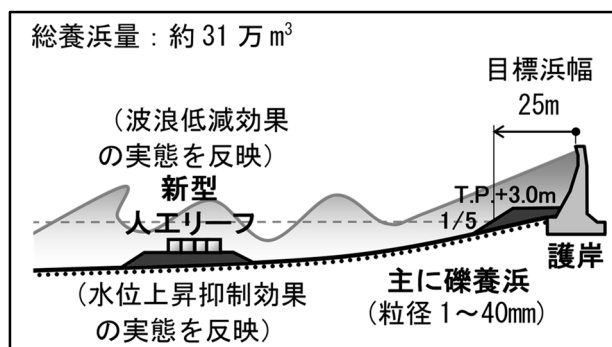


図-2 小松工区における侵食対策計画

新型人工リーフの整備は令和 5 年に完了しており、養浜については浜幅 25 m の確保を目標とし、計画総量約 310 千 m³ のうち約 70% に相当する 219 千 m³ がこれまでに投入されている（令和 7 年度 7 月現在）¹⁾。

なお、養浜材には購入した礫材のほか、手取川ダム浚渫土砂および、手取川河口部の浚渫土砂が用いられてる。

これまで実施してきた養浜の有効性を評価するには、投入した養浜材の堆積・流出状況を把握することが重要となる。養浜後において深浅測量や潜水観察等によるモニタリングは行われてきたが、測量結果から得られる情報は主として地形変化であり、養浜材そのものの挙動を把握することは難しい。また、礫分については粒径や形状の違いから潜水観察で一定の識別が可能であるが、砂分については在来の砂分との外観上の差異が小さく、養浜材由来の砂分を識別することが難しい。したがって、

養浜材由来の砂分と在来の砂分を識別できる手法が確立されれば、養浜材の堆積・流出状況をよりの確に評価し、養浜効果の検証精度の向上が期待できる。

このような背景から、近年では、砂粒子の発光特性を利用して土砂の移動や起源を評価するルミネッセンス法（以下、IRSL法）を海岸域における土砂動態の解析手法とした事例もみられる³⁾。本稿では、ルミネッセンス法に着目し、砂の発光強度の違いから小松工区における養浜材由来の砂分と在来の砂分を識別し、養浜材の分布状況の把握を試みた結果について報告する。

2. 調査方法

IRSL法とは、砂に含まれるカリ長石粒子（図-3）に赤外線を照射し、そこから放出される光の強さ（IRSL強度）を測定する手法である。

カリ長石粒子内に蓄積されたIRSL強度は、太陽光にさらされることで減衰する性質をもつ⁴⁾。

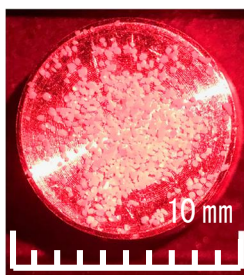


図-3 抽出したカリ長石
(写真提供：石川県立大学百瀬研究室)

このため、海底の砂（カリ長石）内に蓄積されたIRSL強度は砂の供給源（山地）よりも長時間にわたり太陽光にさらされてきたため小さくなると推定される。さらに、海底の砂よりも、手取川河口部の浚渫土、手取川ダムの浚渫土の順で砂の供給源からの移動距離が小さくなり、太陽光露光時間が短いものと考えられる。

よって、養浜材に含まれる砂分のIRSL強度は、海底に存在する在来の砂分比べて大きいと予想され、この差を利用することで試料中に養浜材由来の砂分が混入しているかどうかを識別できる可能性がある。

この特性に着目し、養浜材の砂分（手取川ダムおよび手取川河口部の浚渫土砂）と小松工区の在来の砂分のIRSL強度を測定し、識別を試みた（図-4）。

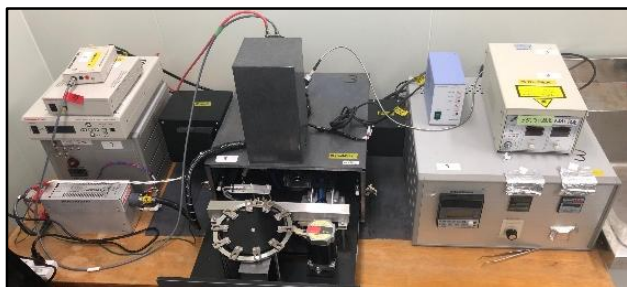


図-4 IRSL測定機器(写真提供：石川県立大学百瀬研究室)

(1) 砂に含まれるカリ長石の抽出手順

- ①採取した砂を洗い、塩分を流したのち乾燥させた。
- ②ふるい分けを行い砂の粒径を揃えた。
- ③磁石を用いて砂鉄を除去した。

④塩酸および水酸化ナトリウムを用いて貝殻や木くず等の不純物を除去したのち、乾燥させた。

⑤カリ長石は浮き、その他の石英等の鉱物が沈下するよう比重を整えたポリタングステン酸ナトリウム重液（比重2.6）の中に試料を入れ、遠心分離したのち、浮遊物をろ過してカリ長石を抽出した。

(2) IRSL測定方法

- ①1地点あたりの試料は、カリ長石約200粒を1試料として5試料を測定した。
- ②カリ長石1粒あたりの大きさが違うことから、各試料の光量には差異が生じるため、大きさによる光量の差をなくす必要がある。
- ③このため、各試料のカリ長石を225℃まで熱して赤外線を照射して測定した光量(A：測定値)と、測定後の試料（発光できる電子がない状態）に一定量のX線(50 Gy)を照射して発光できる電子を蓄積させたものを再測定した光量(B：基準値)の比率(A/B)を求めた。この値をIRSL強度という。

3. 分析試料の採取

(1) 養浜材の分析試料

養浜材として手取川ダムおよび手取川河口部の浚渫土砂が利用されているため、この二つを養浜材の分析試料とした（表-1）。

表-1 養浜材の分析試料

No.	試料名	検体数
㊦	手取川ダムの浚渫土砂	1検体
㊧	手取川河口部の浚渫土砂	1検体

(2) 海底の分析試料

これまでに養浜材を投入してきた箇所は人工リーフ③～⑫周辺であり、このうち測線No.608の周辺で比較的堆積が確認されている。そこで、堆積している砂が養浜材由来であるかを確認するため、測線No.608を分析試料の採取測線として設定した（表-2、図-5、図-6）。

採取測線上における試料採取地点は、人工リーフ沖側への砂の流出状況を把握するため、人工リーフの岸側に2地点（㊦、㊧）、沖側の堆積部に1地点（㊨）、洗堀部に1地点（㊩）を設定した。さらに比較地点として、養浜材の影響がおよびにくい移動限界水深より深い場所（以下「在来砂」という）に1地点（㊪）を設け、計5地点とした。

試料採取は、冬季風浪後の令和7年6月12日に実施した。なお、試料採取はスコップで表層1cm程度を剥ぎ、その下の砂を深さ5cm程度採取した。採取した砂は露光させないように、速やかに遮光アルミ袋（AL-14ラミジップスタンドタイプアルミ（AL））に入れて保管した。

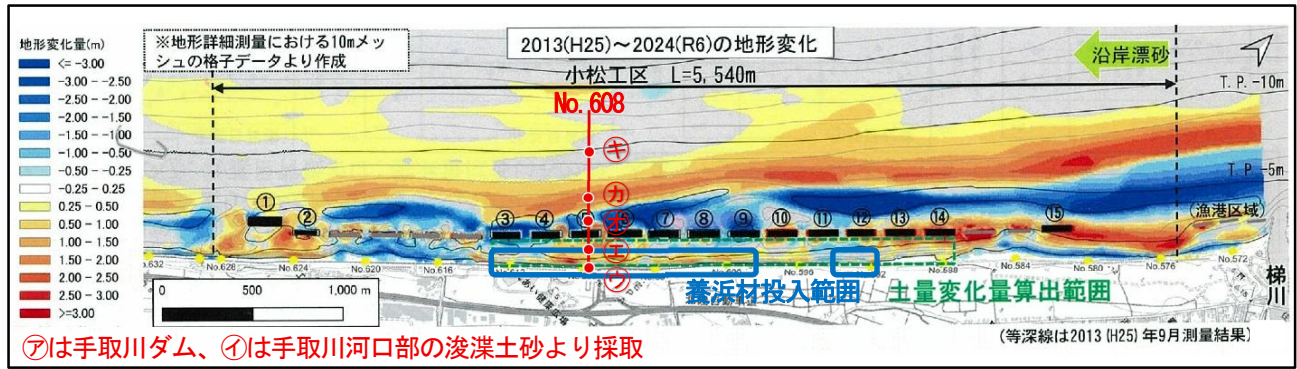


図-5 海底の試料採取地点

表-2 海底の試料採取地点

No.	試料名	選定理由	検体数
㊦	汀線付近の砂	養浜材の堆積状況の把握	1 検体
㊥	汀線から人工リーフ間の砂 (堆積部) (汀線から 100m)	同上	1 検体
㊤	人工リーフ沖側の砂 (洗掘部) (汀線から 250m)	同上	1 検体
㊣	人工リーフ沖側の砂 (堆積部) (汀線から 350m)	同上	1 検体
㊢	在来砂 (移動限界水深※より深い位置の砂 (汀線から 900m))	在来砂の IRSL 強度の把握	1 検体

※波の力では砂が動かされない水深 (概ね10m) であり、本調査では水深12mで試料を採取した。

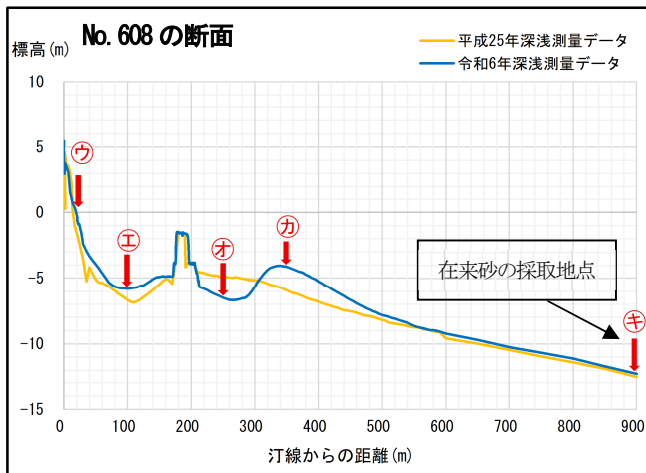


図-6 海底の試料採取地点

4. 分析粒径の選定

分析試料の粒度組成を確認した結果、汀線から350mまでの海底の分析試料の主要粒径は0.25～0.425mmであった (表-3)。一方、養浜材の分析試料の主要粒径は0.425～0.850mmであり、海底の分析試料よりも粗粒であった。

当地の平均波向は、NWが多く (海岸に直入射する波向き)、高波浪時は波向NW～WNWが多いと言われており⁵⁾、一般に粒径の大きい砂ほど移動しないため、流出しにくい傾向にある。

よって、養浜材は汀線付近にとどまっている可能性が高いと考えられる。

IRSL強度は太陽光露光の影響を受けて減衰するため、粒径が異なる試料同士を比較した場合には、砂の由来の違いに加えて、移動過程の違いも分析結果に反映される可能性があり、養浜材由来か、在来砂かの識別が困難となる。

このため、本検討では粒径差の影響を可能な限り排除し、養浜材の寄与を適切に評価することを目的として、IRSL法の分析に用いる粒径を海底の分析試料の主要粒径に揃えた。

5. 結果

(1) 養浜材由来の砂分と在来砂の IRSL 強度の違い

養浜材由来の砂分と在来砂の IRSL 強度を測定した結果、養浜材として用いられる手取川ダムおよび手取川河口部の浚渫土砂は、いずれも在来砂より強い IRSL 強度を示した (図-7)。

このことから、IRSL法により養浜材由来の砂分と在来砂の識別は可能であることが確認できた。

表-3 分析試料の粒度組成

粒 径 (mm)	質 量 百 分 率 (%)							
	海 底 の 分 析 試 料						養 浜 材 の 分 析 試 料	
	㊦ (汀線)	㊥ (汀線から100m)	㊤ (汀線から250m)	㊣ (汀線から350m)	㊢ (汀線から900m)	㊦ (手取川ダム)	㊦ (手取川河口)	
2.000以上	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
0.850～2.000	5.243	0.260	0.295	0.243	0.063	25.201	12.956	
0.425～0.850	33.946	5.697	10.647	6.486	2.214	45.680	49.989	
0.250～0.425	57.004	57.455	49.190	39.190	9.316	21.509	34.618	
0.212～0.250	2.775	19.509	18.655	18.068	2.235	2.995	1.493	
0.180～0.212	0.783	11.507	13.133	16.567	6.106	1.986	0.560	
0.150～0.180	0.095	2.735	6.307	12.784	23.080	1.374	0.132	
0.106～0.150	0.130	1.876	1.386	4.191	46.664	0.515	0.220	
0.075～0.106	0.024	0.961	0.387	2.471	10.323	0.741	0.033	
0.001～0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
・ 主要粒径			・ 分析実施粒径					

：主要粒径

：分析実施粒径

また、試料の中では、最も太陽光にさらされる期間が短いと考えられる手取川ダムの浚渫土砂が、最も強いIRSL強度を示した。

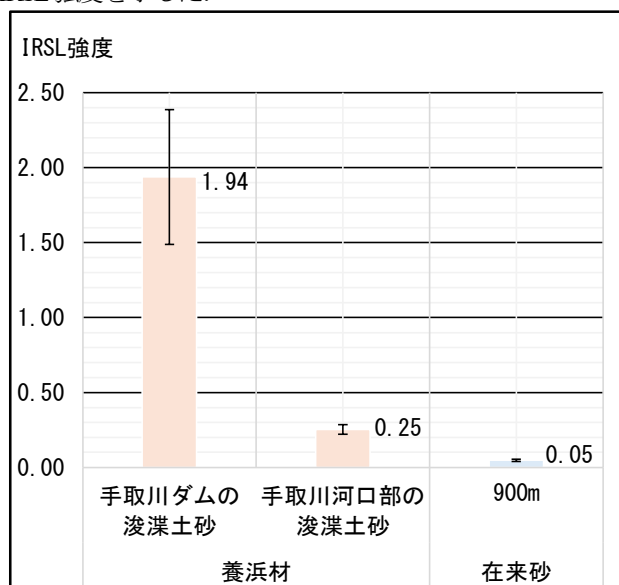


図-7 養浜材由来の砂分と在来砂のIRSL強度

(2) 現地で採取した試料のIRSL強度の違い

地点㊦（汀線）および地点㊥（汀線から100m）におけるIRSL強度は、地点㊤（在来砂）と比較して明らかに高い値を示した。以上より、汀線から100mの範囲にみられる堆積は養浜材が寄与していると考えられる（図-8）。

一方、人工リーフより沖側に位置する地点㊧（汀線から250m）および地点㊨（汀線から350m）におけるIRSL強度は、地点㊤（在来砂）と同程度であった。

平成25年度と令和7年度の測線No.608の深浅測量結果を比較すると、地点㊧（汀線から250m）では大幅な堆積がみられる。しかしながら、地点㊧におけるIRSL強度は在来砂と同程度に低く、この堆積は養浜材の流出によるものではないと判断することができる（図-8）。

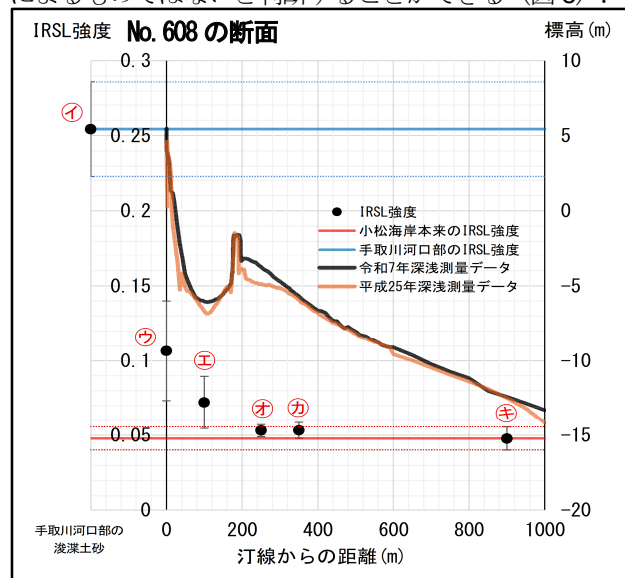


図-8 各地点のIRSL強度と地形変化との関係

6. まとめ

本分析の結果、以下の知見が得られた。

- ・ルミネッセンス法により、養浜材由来の砂分と在来砂との間にはIRSL強度に差がみられ、両者を識別することができた。
- ・手取川ダムおよび手取川河口部の浚渫土砂においても、太陽光露光時間の違いに応じたIRSL強度の減衰を確認することができた（手取川ダムの浚渫土砂よりも太陽光露光時間が長くなる手取川河口部の浚渫土砂の方がIRSL強度は小さい）。
- ・測線No.608の人工リーフ岸側では、IRSL強度が在来砂よりも高かったことから、汀線から人工リーフの間に養浜材が留まっているものと推察され、また、沖側に堆積している砂は、IRSL強度が在来砂と同程度であることから、養浜材が流出したものではないと考えられた。

7. 今後の課題

以上の結果から、IRSL法は、養浜材由来の砂分と在来砂を識別することができ、養浜材由来の砂分における分布状況について把握できる可能性が示された。ただし、養浜事業（試験養浜）はH24年度から実施しており、ある程度時間が経過した養浜材由来の砂分に対しては、太陽光露光時間が長くなり、在来砂と識別することが困難であると想定される。

今回の調査は測線No.608における限られた範囲での結果であり、養浜材由来の砂分の分布状況を全域的に把握するには至っていないが、今後は、養浜材由来の砂分の面的な広がりや、調査地点における海底砂のIRSL強度の時間的経過を把握することで、養浜の効果をよりの確に評価する手法として活用できると考えられる。

謝辞：本稿の作成にあたり、石川県立大学の百瀬准教授と株式会社国土開発センターが共同で実施した研究結果および分析データの提供を受けました。貴重な資料を提供いただいた石川県立大学准教授 百瀬年彦氏ならびに株式会社国土開発センターに、深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 金沢河川国道事務所：第7回 石川海岸侵食対策技術検討委員会資料，2026
- 2) 金沢河川国道事務所：第6回 石川海岸侵食対策技術検討委員会資料，2025
- 3) 佐藤李咲，鴈澤好博，柳井清治，百瀬年彦：ルミネッセンス法を用いた手取川起源土砂の移動評価，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.76.No.2. I_1405- I_1410，2020
- 4) Rink, W.J.: Thermoluminescence of quartz and feldspar sand grains as a tracer of nearshore environmental processes in the

southeastern Mediterranean Sea., Journal of Coastal Research,
vol. 19, 723-730, 2003

- 5) 谷川健一, 尾上直子, 小林豪毅, 阿部翔太, 高木
栄: 石川海岸小松工区における新型人工リーフの水
理特性, 土木学会論文集 B2 (海岸工学),
Vol.77.No.2. I _691- I _696,2021