

富山海岸における漂砂源と卓越方向について

—— 海岸踏査と底質分析とによる検討 ——

佐 藤 昭 二*・入 江 功**・堀 江 毅**

1. は し が き

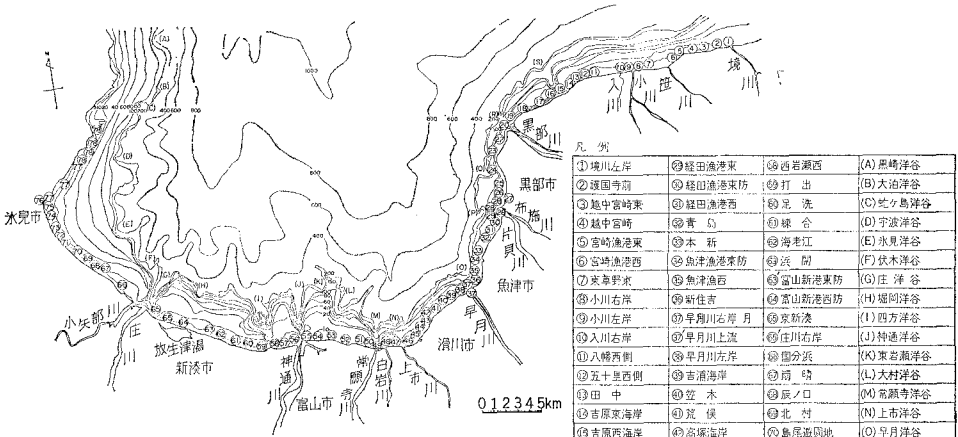
富山海岸は浸食の激しい海岸として知られ、これまで多くの研究がなされてきた。とくに戦後まもなく関係各機関が協力して行なった調査は富山湾海岸調査報告書¹⁾としてまとめられ、当時の富山湾の海岸状況と当時の海岸工学の水準とを知る上においてきわめて貴重である。その後、この調査をもとにして本格的な海岸浸食対策が行なわれてきたが、現在においては、その後の河川改修、港湾の建設等と相互して、海岸の様相はその当時にくらべ非常に異なっている。しかし海岸浸食は現在もおおむねおいており大部分の個所で、海岸堤防によってようやく陸地の浸食を防止している現状であり、当時見られた砂浜は至る所で消失している。

このような富山海岸の現状に対して新しい対策を見出すために、昭和43年度より3カ年計画で関係各機関が協力して再び富山海岸浸食総合調査をやってきた²⁾。本

研究はその一環として行なった富山湾に沿う海岸踏査と底質分析から現状における漂砂源とその卓越方向に考察を加えたものである。その全体についてはここに述べる余裕がないので、海岸踏査結果についてはその概要を述べ、主として鉱物分析による考察に重点をおいて述べる。漂砂源と卓越方向を推定する手段としての重鉱物分析については、これまで多くの個所で行なわれてきたが^{3),4)}、本海岸のように大小河川が多く流出している所についてはあまり例がない。そこで一つの試として、鉱物組成分布の解析から、海岸の底質に関する各河川の影響範囲の推算を行なってみた。

2. 海岸踏査より得られた沿岸漂砂の概況

海岸の季節変化を知るため、昭和44年3月と同年10月の2回、富山湾の新潟県境から石川県境に至る総延長90kmの踏査を行なった。河口の閉塞状況、防波堤・突堤、異形ブロック等構造物周辺の砂の堆積状況、前浜



図一 富山湾の自然概況と底質採取位置

* 正会員 工博 運輸省港湾技術研究所水工部

** 正会員 運輸省港湾技術研究所水工部

形状ならびに底質の形、粒径、色等からみた漂砂について簡単に述べる(図-1参照)。

新潟県境の境川から白岩川に至る間は、主として玉石または砂利の海岸である。境川、小川、黒部川、片貝川、早月川、上市川等の河川がこの地域から日本海に注いでいる。境川・宮崎漁港間、五十里・吉原間では西方にゆくにしたがって底質粒径が小さくなっていること、小川、入川の河口がいずれも西向きになっていること、さらに宮崎漁港・横山間、黒部川・生地漁港間の突堤の東側により多くの砂礫が付いていることなどから、この区域の漂砂は西向が卓越していると考えられる。また境川の砂礫は宮崎漁港まで、黒部川は目川から生地漁港付近まで、赤味を帯びた片貝川の砂は立野から新住吉まで、玉石と砂礫で特徴づけられる早月川の土砂は東は新住吉付近までである。上市川より西では底質はそれより東とは異なっているようである。

常願寺川・氷見間では常願寺川、神通川、庄川、小矢部川等の河川が富山湾に流出していて底質は砂が卓越している。常願寺川西から四方漁港にかけての暗渠排水口、突堤等の構造物根本の東側が西側より多くの砂が堆積しており、漂砂は西向と考えられる。逆に、庄川・氷見間においては一部の小川河口部が東側に移動していることおよび、突堤の付近の土砂堆積状況から、この区間では東向と考えられる。これに対し四方・庄川間の漂砂は明らかでない。また常願寺川よりの鉄分を多く含んだ土砂は、大体常願寺川・神通川間の砂浜を形成しているようであり、海老江付近を境界として西側では底質が白くなっていることから、海老江付近までが神通川の影響範囲と考えられる。海老江・国分間は白い細かい砂で、庄川または小矢部川の土砂と考えられる。雨晴・氷見間には仏生寺川、湊川等の小河川のみで漂砂源は明らかでないが、底質はほぼ一様に赤味を帯びている。

氷見漁港北より石川県に至る区域では富山湾に流出する大河川がなく、概して山が海岸線にせまっている。海岸線の出入が複雑で砂岩質の小さな岬が数多く存在し、これらの南側が漁港として利用されている。これらの漁港付近に大した浜はなく、漂砂の方向も明確でないが、宇波川南付近の突堤南側の砂の堆積具合からみると南向すなわち湾奥方向で、海崖からの欠壊砂が主要な漂砂源と考えられる。

以上の結果を富山湾の自然条件とくらべてみると、きわめて密接な関係のあることがわかる。すなわち、富山湾は北～北北東に開け、卓越波もN～NNEの方向にな

っている。したがって、波による沿岸流とそれにとりなり漂砂は、富山湾の両県境から湾奥に向かって流れているが、東寄りの波が卓越していることと、東海岸ほど海底勾配が急であることから、漂砂移動は東寄りほど激しくなっている。

3. 海浜に沿う前浜底質の粒度組成

漂砂特性をさらにくわしく解析するため、踏査と同時に海浜に沿って1～2kmごとに(図-1参照)前浜から底質を採取し分析した。

底質採取は10cm径、15cm長のステンレス製サンプリングを用い、汀線付近に垂直に貫入し内部に詰った砂を採取した。

この砂を十分乾燥し、0.088, 0.177, 0.25, 0.35, 0.50, 0.71, 1.0, 2.0, 4.80, 9.52, 19.1, 38.1, 50.8mmのフルイを用い自動フルイ機に30分間かけた。図-2にこの結果を示す。なお同図において△印で表わした点は粒度分析を行わず目測によったことを示すものである。図-2より明らかなように、富山海岸は白岩川を境として東は砂利浜海岸、西は砂浜海岸に大別される。

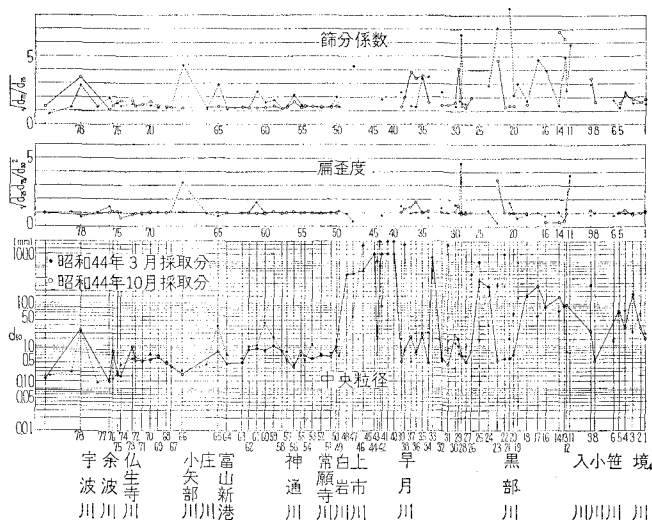


図-2 海浜砂の粒度分析

白岩川以西で中央粒径 d_{50} は国分浜で最小になる傾向がみられる。これは漂砂が国分に向う方向であることを示していると解釈できよう。また白岩川以東では目測による推定値があるため明確でないが d_{50} は河口付近で小さく、付近に大きな川のないところでは逆に大きくなっている。このことは、白岩川以東の地域では波のエネルギーが大きいので、上流からの排出砂礫の供給に富む河口付近を除いてその他の地域では細かい砂が直ちに沖へ運び去られるためと考えられる。また季節的にみた d_{50} は、冬季海岸の方が夏季海岸にくらべて一般に大きい傾向

がある。これは波のエネルギーの季節的変動をある程度示すものと解釈してよいであろう。フルイ分け係数 $\sqrt{d_{75}/d_{25}}$ については、波のフルイ分け作用によってその値は河口から遠ざかるにしたがい次第に1に近づく状況が黒部川、早月川あるいは国分から西の海岸でみとめられる。しかしその他の地域では明確でない。扁わり度 $\sqrt{d_{25} \cdot d_{75}/d_{50}^2}$ は、一部の海岸を除いて砂浜海岸では大体1に近く、底質の粒度分布の扁りが小さいことを示しているが、砂利浜ではかなりひずんだ地域もみとめられる。

4. 重鉱物組成による漂砂源と卓越方向の検討

現地踏査と底質の粒度分析から、富山湾の漂砂源と卓越方向の概略を知ることができた。さらにくわしい解析を行なうため、底質中に含まれる重鉱物組成を調べた。

(1) 分析法

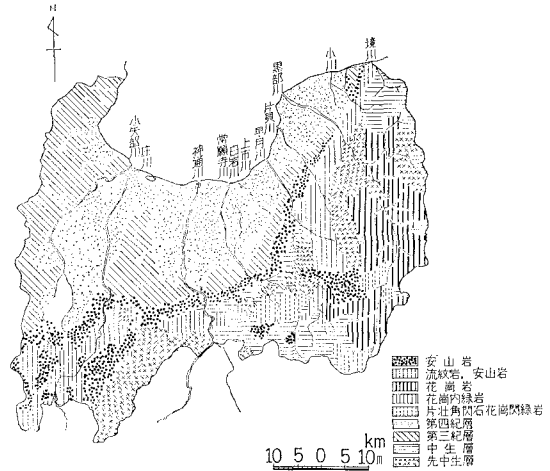
鉱物分析に用いる砂は、粒度分析を行なった全粒径域を適用するのが理想的である。しかし一般に、砂の粒径が大きくなると重鉱物の含有量が少なくなり、また2種以上の重鉱物が互いに混合して見分け難くなる。さらに顕微鏡下での光の透過度が低下する。また鉱物の識別に要する労力、時間も軽視できない。このような観点から対象とする粒径を限定する必要が生じたため、本分析には0.088~0.177 mm 径の砂のみ適用した。

重鉱物の分離には30 mm 内径の大型ビュレットに約500 g の四臭化エタン (CHBr_3 ・ CHBr_3 比重2.95) を入れ、この中に試料砂約20 gr を投入攪拌し、数時間放置して重鉱物が完全に沈下した後、ビュレット底に沈んだ重鉱物を取り出しメチルアルコールにて洗浄し乾燥した。

分離した各試料につき約500個の重鉱物を含むようスライドガラス上約15 mm 径に一様に播き、カナダバルサムを滴下しカバーガラスで押えてサンプルを作成した。バルサム固着後偏光顕微鏡にて鉱物分析を行なった。識別した鉱物は表—1上欄に示すとおりである。またその個数は1サンプルにつき150~200個であった。

(2) 分析結果

冬季(44年3月)に採取した底質について行なった分析結果を表—1に示す。この表において「不明」として取り扱ったものは、鉱物の表面の節理や傷が多くて光学の性質の調べ難いもの、2つ以上の鉱物が結合しているもの、あるいはこれら14種以外の鉱物である。この表をみると、白岩川を境として東は角閃石類、西は輝石類が多くなっている。このことは富山海岸が主として白岩川以東は砂礫あるいは砂利海岸、以西は砂浜海岸となっている事実とよい対応をなしている。地質学的立場からいえば一般に緑色角閃石は花崗岩、花崗閃緑岩等の酸性岩に、褐色角閃石ははんれい岩、かんらん岩等の塩基性、超塩基性岩に、また普通輝石は火山岩に多く含まれると



図—3 富山県の地質図

いわれている。富山県の地質図(図—3)をみると上述の分析結果の妥当性がうなづける。

(3) 河川寄与率の推算

富山海岸の主な漂砂源と考えられる河川の排出土砂の鉱物組成を調べてみた(表—2)。この試料は夏季(44年10月)に河口から数百m上流に逆上って採取したものである。上述の地質条件の相違から生ずる各河川の重鉱物組成は、場所的にかなり特徴がある。そこで、これらの河川のおおのこの重鉱物組成をもってその川の指標とみなせば、いま求めようとしている漂砂源、卓越方向の推定に対する有力な手がかりが得られるものと期待される。この考え方をすすめるにあたって、次のような仮定をした。すなわち、

- イ) ある一地点の海浜は付近の河川よりの流出土砂により構成されていること、および、
- ロ) 対象となる重鉱物間では相互にフルイ分けが生じないこと、

である。イ) については、漂砂の供給源は河川、沿岸の浸食によるもの、背後の陸地から風によって運ばれるもの等がある。しかし量的には河川よりの排出土砂が大部分であると考ええる。またロ) については、通常底質はその移動過程において含まれる鉱物の比重と粒径によって相互にフルイ分けが生じ、供給源から遠ざかるにつれて鉱物組成が異なってくる。ところがこれから行なう解析ではこの種の現象は不都合である。このような問題点を避けるためには、少なくとも粒径、比重の類似した鉱物のみに限定する必要がある。さらにこれらの鉱物はどの試料にも比較的多量に含まれている必要がある。以上の条件を満たすものとして、緑色角閃石(比重3.0~3.3)、褐色角閃石(比重3.0~3.3)、普通輝石(比重3.2~3.6)、紫蘇輝石(比重3.3~3.5)の4鉱物を選んだ。鉄鉱石は

表-1 海浜採取砂の鉱物組成(%)

採取点番号	重鉱物名 採取点名	緑色角閃石	褐色角閃石	普通輝石	紫蘇輝石	鉄 鉍 石	石 英	長 石	ざくろ石	かんらん石	黒 雲 母	白 雲 母	電 気 石	金 紅 石	不 明
3	越中宮崎駅東 1 km	7.09	10.64	7.09	15.60	36.17	0.71	1.42	0	2.13	0	0	0	0	18.44
6	宮崎漁港西	22.67	0.67	3.33	21.33	16.67	0.67	0.67	1.33	1.33	0	0	0	0.67	24.67
9	小川左岸	8.15	9.78	2.17	4.35	10.33	22.83	9.24	0	0	0	0	0	3.80	29.35
11	八幡西	17.09	6.33	3.16	3.16	49.37	0	0.63	0	2.53	0	0	0	0.63	17.09
12	五十里西	12.82	0.64	3.85	3.21	54.49	1.28	1.28	1.92	0	0	0	0	1.28	19.23
13	田中	11.76	2.61	0.65	0	64.71	0.65	0.65	0.65	1.31	0	0	0	0.65	16.34
16	目川	19.33	8.00	6.00	6.67	19.33	0	1.33	2.00	2.67	0	0	0	2.00	32.67
18	下飯野	22.29	4.46	1.91	4.46	12.74	10.19	10.83	0.64	1.27	0	0	0	1.91	29.30
19	芦崎海岸	20.13	7.14	1.30	5.19	28.57	3.90	1.30	1.95	0.65	0	0	0	0.65	29.22
20	黒部川右岸	25.66	8.55	5.92	1.32	8.55	10.53	5.26	0	0	0	0	0	1.32	32.89
21	黒部川左岸	31.41	10.26	0	3.85	11.54	2.56	1.28	1.92	0.64	0	0	0	0.64	35.90
23	生地鼻灯台東	38.67	6.67	7.33	0.67	8.00	0.67	0.67	1.33	0.67	0	0	0	3.33	32.00
24	生地鼻漁港東50m	40.00	8.67	1.33	2.67	9.33	1.33	1.33	1.33	0.67	0	0	0.67	0	32.67
27	黒瀬川東 160m	6.71	6.71	1.22	0	58.54	2.44	8.54	0	1.83	0	0	0	0.61	13.41
28	片貝川右岸 100m	10.60	11.92	2.65	1.99	56.29	1.32	3.97	0.66	0	0	0	0	1.32	9.27
28'	片貝川右岸	9.91	9.01	2.70	2.70	45.05	5.41	2.79	0.90	1.80	0	0	0	1.80	18.02
28''	片貝川左岸	28.40	22.84	1.85	2.47	32.10	0.62	2.47	0	1.85	0	0	0	0.62	6.79
30	経田漁港東防波堤	24.67	18.67	10.00	4.67	8.67	0.67	2.00	0.67	0.67	0	0	0	4.67	24.67
34	魚津漁港東防波堤	9.08	29.61	3.95	3.95	19.08	1.32	1.97	1.97	0	0	0	1.97	0.66	16.45
35	魚津漁港西 500m	9.93	16.56	4.64	16.56	27.15	1.99	0.66	2.65	1.32	0	0	0	1.32	17.22
37	早月川右岸 200m	36.18	21.71	3.95	6.58	11.18	0	5.26	1.97	1.97	0	0	0	0	11.18
37'	早月川上流 70m	32.00	13.33	4.67	2.00	8.00	0.67	0.67	2.00	3.33	0	0	0	2.00	31.33
39	吉浦海岸	29.80	11.26	2.65	4.64	34.44	1.99	0	1.99	1.32	0	0	0	1.32	10.61
47	上市川西 800m	29.49	16.67	3.85	1.92	30.77	0.64	1.92	3.21	3.85	0	0	0	0	7.69
50	常願寺川左岸 50m	4.24	8.48	4.24	16.36	38.18	4.24	6.67	0.61	2.42	0	0	0	0	14.55
52	日方江	6.87	2.29	8.40	38.17	34.35	1.53	0	0	0.76	0	0	0	1.53	6.11
53	海岸通	6.67	8.00	8.67	32.00	20.00	0.67	0	0.67	0.67	0	0	0	0.67	22.00
54	岩瀬浜	8.00	11.33	12.00	32.00	12.67	0	0	0	0	0	0	0	6.67	17.33
55	富山港東防波堤	5.30	5.96	4.64	37.09	23.84	0.66	4.64	0.66	0.66	0	0	0	1.99	14.57
56	神通川解 100m	27.27	8.48	13.94	18.18	15.15	0	0	2.42	1.21	0	0	0	3.64	9.70
59	打出浜	14.67	3.33	18.67	13.33	16.67	0.67	0.67	0	0.67	0	0	0	6.00	15.33
61	練合	2.65	4.64	9.27	21.85	43.05	2.65	0.66	0	1.32	0	0	0	0.66	13.25
62	海老江海岸	17.65	5.88	12.94	11.18	11.18	2.94	0.59	0	0	3.53	0.59	0	2.35	31.18
63	浜開	6.54	8.50	9.15	30.72	16.99	3.27	1.31	2.61	0.65	0	0	0	1.96	18.30
66	国分浜	18.42	11.84	17.76	11.84	17.76	1.32	1.32	0	0	1.97	0	0	0.66	17.11
67	雨晴	2.67	5.33	10.67	58.67	10.67	0	0	0.67	0	0	0	0	0	11.33
68	辰ノ口	6.62	7.33	12.00	41.33	9.33	6.67	0	3.33	1.33	0	0	0	1.33	16.67
70	島尾遊園地	6.62	8.61	9.93	40.40	19.21	0	0.66	1.32	1.32	0.66	0	0	0.66	10.60
71	柳田海岸	9.33	8.00	13.33	38.00	8.00	4.67	5.33	0.67	0.67	0	0	0	2.67	9.33
73	仏生寺川左岸 10m	19.21	5.96	13.25	9.27	25.83	1.32	2.65	6.62	0	1.32	1.32	0	0	13.25
74	氷見漁港北防波堤 30m	7.33	4.67	8.00	7.33	42.67	4.00	3.33	1.33	2.67	0	0	0	0.67	18.00
75	氷見北海岸中央	17.88	12.58	14.57	11.92	14.57	1.32	1.32	1.32	3.31	0	0	0	0.66	20.53
76	余川川南 200m	16.00	18.00	14.67	12.67	16.67	0.67	0.67	2.67	0	0	0	0	2.67	15.33
77	余川川北 500m	8.33	4.49	30.77	14.10	17.31	0	3.21	1.28	1.92	2.56	0	0	1.28	14.74
77'	藪田漁港港内	11.33	9.33	29.33	22.67	6.00	3.33	2.00	1.33	1.33	0	0	0	0.67	12.67
78'	小境北	10.83	8.28	39.49	24.20	7.01	0.64	0	1.27	0.64	0.64	0	0	0	7.01
78''	女良漁港南	9.68	7.10	40.00	24.52	7.10	0	1.29	0.65	0	0	0	0	1.94	7.74

表-2 河川採取砂の鉱物組成 (%)

河川名	採取点	緑色角閃石	褐色角閃石	普通輝石	紫蘇輝石	鉄鉱石	石英	長石	ざくろ石	かんらん石	黒雲母	白雲母	電気石	金紅石	不明
境川	A	0.67	2.67	3.33	0	82.67	0	0	0.67	0	0	0.67	0	0	6.33
	B	1.33	1.33	1.33	1.33	78.67	0	0	3.33	0.67	0	0	0	0.67	11.33
小川	A	9.93	4.64	2.65	9.93	59.61	0	0	1.32	0	0	0	0	0	11.92
	B	28.00	12.67	1.33	4.67	34.67	2.00	0.67	0	0	0	0	0	0	16.00
	C	30.67	12.00	6.00	2.00	32.67	0	0	0	0	0	0	0	0.67	16.00
黒部川	A	36.67	17.33	2.67	0	12.00	0	0.67	1.33	1.33	0	0	0	0	28.00
	B	32.67	17.33	2.67	2.00	16.67	1.33	1.33	0.67	2.00	0	0	0	0	23.33
片貝川	A	20.80	16.78	6.04	2.01	16.78	1.34	1.34	0	0	0.67	0	0	0	34.23
	B	20.67	14.67	10.00	0	17.33	0	0	0.67	2.00	0	0	0	0	34.67
	C	30.00	26.67	8.67	2.67	11.33	0	0	0.67	1.33	0	0	0	0	18.67
早月川	A	34.00	16.67	8.67	2.67	10.67	0	0	2.00	0.67	0	0	0	0	24.67
	B	16.00	11.33	10.00	0	46.00	0.67	0.67	2.67	1.33	0	0	0	0	11.33
上市川		27.33	18.00	4.00	2.67	36.67	0.67	0	0.67	1.33	0	0	0	0	8.67
白岩川		11.33	10.67	14.00	34.00	15.33	0	0	0.67	0	0.67	0	0	0	13.33
常願寺川	A	4.00	7.33	9.33	27.33	34.67	0.67	0	0	2.67	0	0	0	0	14.00
	B	10.97	14.84	10.32	27.10	12.26	0.65	0.65	1.29	0	0	0	0	0	21.94
	C	4.67	2.67	5.33	27.33	43.34	0.67	0	0.67	1.33	0	0	0	0	14.00
神通川	A	2.63	4.61	8.55	3.29	21.71	12.50	0	0	3.95	1.97	0	0	0.66	40.13
	B	10.67	8.67	22.00	16.00	5.33	5.33	0	0.67	3.33	0	0	0	2.67	25.33
庄川	A	9.21	4.35	13.04	18.01	27.95	3.11	0	0.62	1.86	0	0	0	0.62	24.22
	B	2.00	4.67	12.00	37.34	21.33	2.67	0.67	0.67	0	0	0	0	0	18.67
	C	10.67	5.33	13.33	17.33	12.67	2.00	2.00	0	0.67	0	0	0	2.00	34.00

どの試料にも多く含まれているが、比重が4.4~5.0と上述の4鉱物にくらべてやや大きいことと、一般に鉄鉱石は、選択的局所的に集中する傾向があるといわれているのでこれを除外した。こうして選ばれた4つの重鉱物のみの組成を改めて計算したものが図-4、図-5である。

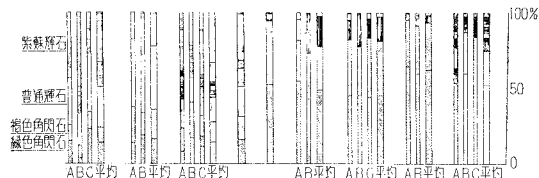


図-4 河川採取砂の四鉱物

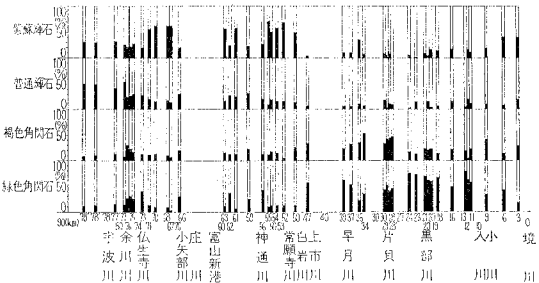


図-5 海浜採取砂の四鉱物の組成

図-4 において、各河川ごとに数点より採取した砂の鉱物組成の平均値でもって、その川の代表組成とした。境川については鉄鉱石の含有量が多く、これら4つの重鉱物の数が少なすぎたため計算から除外した。

いま海浜のある地点 j における砂の供給源が河川 $R_1, R_2, \dots, R_m$ であるとし、これらがそれぞれ $p_{j1}, p_{j2}, \dots, p_{jm}$ (ただし、 $\sum_{i=1}^m p_{ji}=1$) の割合で構成されているものとする (図-6)。そうすると先の仮定より、

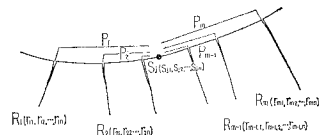


図-6 漂砂のモデル

$$\sum_{i=1}^m p_{ji} \cdot R_i = S_j \quad \dots \dots \dots (1)$$

ただし、 S_j は採取点 j における海浜砂の鉱物組成 ($S_{j1}, S_{j2}, \dots, S_{jn}$, ただし $\sum_{i=1}^n S_{ji}=1$) を表わすベクトルを、また $R_i (i=1 \sim m)$ は河川 i の鉱物組成 ($r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in}$, ただし $\sum_{k=1}^n r_{ik}=1$) をそれぞれ表わすものとす

る。さらに m は測点 j の海浜に砂を供給している河川の個数を、 n は計算の対象とする鉱物の個数を表すものとする。そうするとかりに $m=n$ であれば式(1)を変換して、

$$p_{ji} = \sum_{k=1}^n (r_{ki})^{-1} \cdot S_{jk} \dots\dots\dots (2)$$

より海浜 j における河川の寄与率 p_{ji} を求めることができる。しかしいまの場合、 $n=4$ に対し影響河川 m は未知であり、これを4個に限定することは容易でない。したがって式(2)を直接解くことはできない。そこで一つの近似法として、一応鉱物組成の得られた全河川を漂砂源と考え $m=9$ とし、各河川よりの寄与率 p_{ji} ($i=1\sim 9$) を0.1刻みに0~1まで変化させ、すべての可能な組み合わせのパターンを式(1)の左辺に与え鉱物組成 S_j' を求めた。このパターンは1採取点につき約40,000個与えた。この各パターンにいて得られる S_j' と図-5から得られる S_j との間で4個の鉱物についての差の自乗平均、すなわち、

$$\overline{\sigma_j^2} = (1/4) \cdot \sum_{i=1}^4 (S_{ji} - S'_{ji})^2$$

が最小になるパターンを選出し、この時の p_{ji} を採取点 j における河川の寄与率とした。このようにして底質採取各点で河川の寄与率 p_{ji} を求め、これを図-7に各河川別にプロットした。これらの点を実線で結んだものを、各河川の排出土砂の影響範囲および各測点における底質の構成比と考えた。しかし試料採取の偏り、鉱物分析の識別誤差その他の原因から、たとえば黒部川の例で

みられるように、その影響範囲が全域で4箇所あり、しかもこれらが互いに孤立するという不合理が生じた。そこでこのように2つ以上ピークが現われ、しかもその間を結ぶ採取点で河川寄与率 p_{ji} が0になった場合には、河川を含む方を残し他を切り落とし、切り落した部分を他の河川に割り振るという操作をして部分的に修正を加えた。図のハッチで示したものがその結果である。境川以東、庄川以西の川については鉱物分析を行なわなかったため、これら両地域における川をまとめて1つの漂砂源として取扱った。なお神通川、庄川において採取点51以西の所の白丸は、黒丸で示した計算による寄与率が、無関係とおもわれる他河川におよんだため、上記2河川のみを漂砂源と考えて再計算した値である。このような操作を通じて得られた結果をみると、各河川からの排出土砂の影響範囲は小川を除いてだいたい10~15kmであり、一つの高浜の漂砂源はせいぜい2~3個程度であることがわかる。また漂砂は、小川・神通川間では西向き、庄川では東向きが卓越しているといえる。次に図-7を参照して富山湾の漂砂源について検討する。

海岸踏査でみた境川の影響範囲は宮崎漁港(5)まで、小川は宮崎漁港西から目川(16)付近までであった。ところが計算値によると小川の影響範囲は宮崎漁港西(6)から黒部川左岸あたりまで拡がり踏査結果よりも広範囲の分布を示している。小川の大きさや踏査結果から考えて、この分析結果による小川の影響範囲が広すぎると考えられる。この区域には笹川、入川等の小河川がありこれを計算に入れなかったことに起因するのかもしれない。

次に黒部川、片貝川の影響範囲は、分析結果にみるとそれぞれ下飯野(18)・生地漁港東(24)および、片貝川右岸(28)・早月川となっていて、これらは踏査で推定した結果とよく一致している。早月川については鉱物分析では明確な値は出なかったが、先述の方法で修正すると図のようになり早月川、上市川間の海岸に分布することになる。分析結果では図-7に見るとおり黒部川の欄に同形の分布が、現われているがこれは早月川の鉱物組成が黒部川のそれに実際はもっと近かったことを示すものとも考えられる。上市川、白岩川の分析結果ではそれほど明確な分布がみとめられず、上市川(47)、日方江(52)間では早月川、上市川、白岩川、

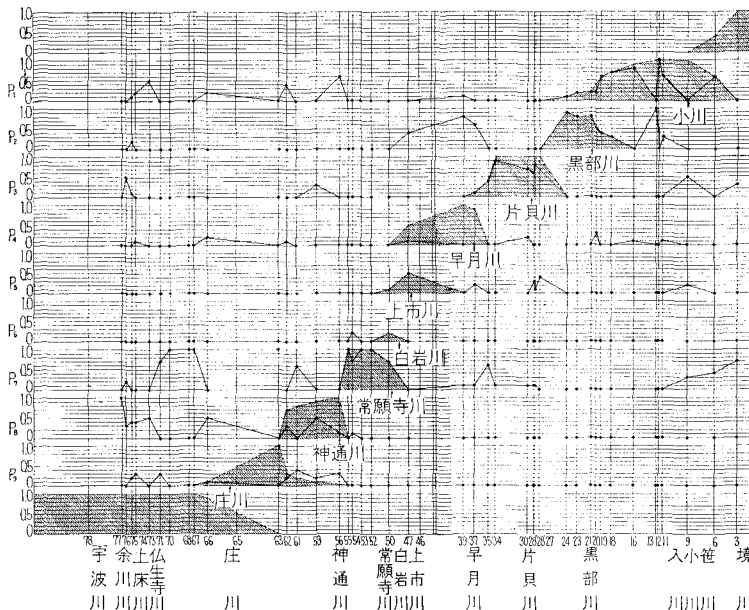


図-7 河川の底質寄与率

常願寺川の影響を受けているという結果が出ている。常願寺川については常願寺川左岸(50)から富山港東(55)となっており踏査結果とほぼ一致している。神通川・庄川間では海老江(62)を境として東側は神通川、西側は庄川の影響範囲となり、踏査結果と矛盾するものではない。庄川以西の川については鉱物分析を行なわなかったが、図-7の各河川欄に現われるピークをみると、雨晴(67)、柳田(71)間には常願寺川の排出砂に似た砂が、また仏生寺川・余川川間には神通川の排出砂に似た砂が付近から運ばれているとも推測される。この事実は仏生寺川以西の排出砂の分析を行なえばより明確になるであろう。

以上、底質分析から富山湾の漂砂源と卓越方向の推定を行なった。粒度分析による漂砂卓越方向および鉱物分析による漂砂源の推定から上述のようにかなりくわしい資料を得ることができた。しかし図-7の計算結果のばらつきを見ると明らかなように、図示のようなハッチを与えるにはかなり無理な個所がある。とくに早月川、神通川、庄川においてこの傾向が強い。これは先に述べた理由の他、図-4に示す各河川の鉱物組成決定にも問題があるようである。すなわち図-4より明かなように、各河川の鉱物組成は採取点によってはかなり差があり、平均値の意味が疑わしい。このような問題点を避けるためには、各河川からの採取点をさらに多くして鉱物分析数を増加する必要がある。なお44年10月に採取した夏の海浜砂についてもほぼ同様の結果を得たが、その詳細についてはここでは省略する。

5. むすび

現地踏査と底質の粒度分析、および鉱物分析とを通じて、富山湾における漂砂源と卓越方向に関する推定を行なった。海岸踏査から漂砂の概括的な特性をつかむことができた。底質の粒度分析では、砂利浜海岸の粒度分析が十分に行なえなかったため不明確であるが、砂浜海岸では、海岸踏査で推定した漂砂の卓越方向への中央粒径の減少の傾向がみとめられた。また底質の鉱物分析においては、漂砂源の追求と、ある任意の海浜におけるこれらの寄与率の計算とを行なった。この結果は先の海岸踏査による推定とほぼ一致した。

以上、富山海岸に沿う漂砂について推定された要点をまとめると次のとおりである。

(1) 沿岸漂砂の卓越方向は、新潟県境から海老江ま

では海岸に沿って明らかに西向きであり、石川県境から国分浜までは逆方向と考えられる。

(2) 国分・海老江間の沿岸漂砂は、明確な方向をもたないが、鉱物分析の結果からは東向きであるように思われる。いずれにせよこの間の沿岸漂砂はそれほど顕著でない。

(3) 湾全体としては、東寄りの方が西寄りよりも沿岸方向の漂砂移動が激しいが、これは卓越波向と湾の形状から考えて当然のことである。

(4) 漂砂の供給源は主として河川であるが、湾の西側では岩崖の欠壊砂が大きな供給源ともなっている。

(5) 白岩川を境界として、東側は主として砂利あるいは玉石海岸、西側は砂浜海岸である。

(6) 主要各河川の排出砂の影響範囲はつぎのように考えられる。

境 川：境川—宮崎漁港（あるいは笹川付近まで）
小 川：宮崎漁港—目川
黒部川：目川—立野
片貝川：立野—早月川右岸
早月川：魚津漁港西—上市川
上市川：河口付近
常願寺川：河口付近から富山港東防波堤
神通川：富山港—海老江
庄 川：海老江—国分浜
国分浜以西は仏生寺川その他の小河川および余川以北の海岸欠壊による。

最後に、重鉱物分析法に関して細部にわたりご指導頂いた東京大学海洋研究所奈須紀幸教授および井上雅夫助手ならびに海岸踏査にご協力頂いた伏木富山港工事事務所および富山県土木部の方々に深甚な感謝の意を表わすとともに、資料の整理解析に協力頂いた同研究所水工部新保修技官に感謝する。

参 考 文 献

- 1) 富山県海岸対策協議会；富山湾海岸調査報告，昭26。
- 2) 佐藤昭二・入江功・堀江毅；富山湾の海浜性状について—海岸踏査と鉱物分析による検討—，昭44。防災センター
- 3) 福島久雄・柏村正和・八木敏功・高橋将；日高海岸における漂砂の研究（第2報），第10回海岸工学講演会講演集，昭38.10，pp.173~178。
- 4) 石下禎重・中橋新・奈須紀幸；東京湾港口（富津埼）における漂砂について，第14回海岸工学講演会講演集，昭42.10，pp.290~289。