新潟県北蒲原沖の底質

佐藤 任 弘*

(1959 年 12 月 17 日受理)

On the Bottom Sediments off the Coast of Kitakanbara, Niigata
Prefecture, Japan

Takahiro SATO

During July of 1958, bottom sediments were dredged by the members of Hydrographic Offices, from 150 stations off the coast of Kitakanbara, Niigata Prefecture, Japan.

The author reported on the bottom topography, the results of grain size analysis, and the relation between wave action and grain size.

Fig. 1 is the bathymetric chart.

Fig. 2 shows the relation between the median diameters and sorting coefficients of the sediments.

Fig. 3 shows the median contours of the sediments and stations of dredging.

Fig. 4 shows the relation between the median diameters and depths of dredging.

Table 1 is the results of grain size analysis.

In this area, the limiting depth of breaker action is about 10 m deep and that of wave base is about 35m (Fig. 4).

I ま え が き

昭和 33 年 6 月、水路部では新潟県北部の新潟市より村上にいたる北蒲原沖海域を測量船平洋により測深・採泥した。測量区域は海岸より最大距岸 10km 以内、水深約 65m 以浅に限られている。採泥は $1.5 \times 1.0 \text{ km}^2$ に 1 点の割合でおこなわれ、鉄管を切つて作つた簡単なパイブドレッジが用いられた。筆者は現地作業には参加せず、その底質処理のみをおこなつたが、ここではその粒度分析結果について報告する。

II 海 底 地 形

新潟県北部沖の陸棚は、非常に巾広く約 40~50km に達し、外縁深度は約 150~160m ぐらいになる。調査区域はこのうちの距岸 7~10km 以内であるから、陸棚上でも岸線に近い部分にあたる。地形を調べるために 2m 間隔の等深線図を作ると、一般に平滑な等深線をしめし、その傾斜は新潟市沖合ではやや大きく 8/1000 程度、村上付近ではややゆるく 6/1000 程度である。当地域中央部の位守山一石山沖では、10~30m までの等深線がやや密になつていゝるほかは全く単調で段丘地形もみとめられない(第1図)。後にのべるように、底質もこれに対応して岸線付近の砂から沖合の泥へと単調な変化をしめしている。このことは、当地域が現海水面に対応した堆積地形と底質をしめすものと考えられる。ただし、海図によつて調査地域より沖をみると、これより以深になお砂の分布がみられるので、沖合ではこれに応じた段丘地形の存在も予想される。

III 底 質

1 分析結果

底質は、砂についてはエメリー管法¹⁾、泥については比重計法²⁾を用いてその粒度組成を調べた。

* 海上保安庁水路部測量課

地質学雑誌 第 66 巻 第 782 号 1960 年 11 月

第1表 粒度分析結果 (1)

地 点	水 深	Φ_{16}	Φ_{25}	Φ_{50}	Φ_{75}	Φ_{84}	S_0	含砂率	備 考
1	15.9	2.45	2.55	2.80	3.05	3.15	0.25	98.0	I ₁
2	23.0	2.45	2.55	2.78	2.98	3.10	0.22	98.0	I ₁
3	35.0	2.55	2.90	3.85	5.45	6.30	1.28	56.5	II ₁
4	39.0	4.20	4.40	4.95	5.70	6.20	0.65	11.4	VIII
5	44.0	5.15	5.30	5.70	6.55	7.55	0.63	3.9	VIII
6	49.0	4.60	4.83	5.38	6.60	7.45	0.89	6.6	VIII
7	56.0	4.70	5.00	6.15	—	—	—	2.7	VIII
8	7.9	2.25	2.40	2.60	2.80	2.90	0.20	100.0	VI
9	20.0	2.00	2.40	2.85	3.40	3.60	0.50	96.0	IV ₁
10	35.0	2.55	2.75	3.15	3.45	3.65	0.35	96.0	II ₁
11	39.0	4.00	4.25	4.75	5.65	6.80	0.70	21.5	II ₂
12	42.0	4.30	4.60	5.15	5.90	6.25	0.65	8.1	VIII
13	47.0	4.60	4.95	5.65	6.40	6.90	0.73	4.2	VIII
14	45.0	4.70	4.85	5.35	6.50	7.15	0.83	3.7	VIII
15	42.0	4.25	4.50	5.15	6.55	7.20	1.03	8.3	VIII
16	38.0	2.23	3.25	4.05	—	—	—	39.1	僅 少
17	31.0	2.25	2.40	2.70	3.05	3.30	0.33	92.0	I ₁
18	14.8	2.55	2.65	2.95	3.20	3.30	0.28	99.0	I ₁
19	5.7	2.20	2.30	2.50	2.70	2.80	0.20	100.0	VI
20	5.0	2.00	2.13	2.35	2.55	2.60	0.21	98.0	III ₁
21	12.8	2.45	2.57	2.75	3.00	3.15	0.22	99.0	O
22	27.0	2.30	2.45	2.67	2.90	3.00	0.23	99.0	I ₁
23	36.0	1.80	2.20	3.15	4.10	—	0.95	72.8	IV ₁
24	39.0	3.80	3.95	4.40	5.45	6.95	0.75	33.6	II ₂
25	43.0	4.35	4.60	5.10	6.05	6.65	0.73	9.0	VIII
26	9.8	2.20	2.35	2.55	2.75	2.85	0.20	97.0	I ₁
27	21.0	2.50	2.65	3.00	3.30	3.45	0.33	97.0	I ₁
28	34.0	2.05	2.30	2.85	3.70	4.00	0.70	48.2	IV ₁
29	39.0	3.70	4.00	4.35	4.85	5.20	0.43	31.9	II ₂
30	42.0	4.05	4.25	4.85	5.95	6.65	0.85	15.0	VIII
31	49.0	4.60	4.80	5.50	6.90	8.20	1.05	5.9	VIII
32	55.0	4.75	5.10	5.80	6.75	9.05	0.83	5.2	VIII
33	63.0	—	—	—	—	—	—	4.1	僅 少
34	59.0	4.95	5.35	6.25	7.30	7.80	0.98	2.2	VIII
35	52.0	4.65	4.95	5.60	6.45	7.10	0.75	2.1	VIII
36	64.0	5.25	5.65	6.55	8.20	8.90	1.33	2.6	VIII
37	9.6	2.35	2.50	2.77	3.00	3.10	0.25	100.0	I ₁
38	21.0	2.30	2.45	2.70	2.90	3.00	0.23	97.0	I ₁
39	36.0	3.50	3.85	4.25	5.35	6.95	0.75	39.7	II ₂
40	39.0	4.25	4.40	5.05	6.50	7.85	1.05	9.6	VIII
41	43.0	4.05	4.85	5.55	6.85	—	1.00	7.7	VIII
42	47.0	4.60	4.90	5.65	6.70	7.45	0.90	2.6	VIII
43	52.0	4.30	4.50	5.45	6.70	7.00	1.10	6.1	VIII
44	60.0	5.30	5.55	6.50	7.80	8.30	1.13	1.8	VIII
45	63.0	4.85	5.40	6.40	6.80	6.95	0.70	0.8	VIII
46	11.8	2.50	2.60	2.82	3.05	3.15	0.23	99.0	O
47	28.0	—	—	—	—	—	—	90.4	僅 少
48	35.0	3.10	3.70	—	—	—	—	32.5	僅 少
49	39.0	4.15	4.40	5.05	6.20	6.80	0.90	9.4	VIII
50	43.0	4.35	4.80	5.60	6.30	6.85	0.75	10.8	VIII
51	48.0	4.75	4.95	5.20	6.85	8.60	0.95	3.6	VIII
52	53.0	4.85	5.10	5.80	6.65	6.90	0.78	2.1	VIII
53	11.8	2.65	2.75	2.96	3.20	3.30	0.23	99.0	O
54	27.0	2.40	2.50	2.80	3.05	3.15	0.28	99.0	I ₁
55	34.0	—	—	—	—	—	—	—	ナ シ
56	38.0	4.10	4.35	4.95	5.70	6.50	0.68	14.3	VIII
57	42.0	4.40	4.65	5.15	6.45	6.85	0.95	7.8	VIII
58	48.0	4.60	4.85	5.40	6.90	—	1.03	4.5	VIII
59	53.0	4.80	5.30	6.00	7.30	8.05	1.00	4.5	VIII
60	64.0	5.25	5.45	6.05	6.40	7.45	0.48	2.4	VIII
61	10.8	2.00	2.30	2.65	2.95	3.05	0.33	100.0	I ₁
62	28.0	1.95	2.05	2.45	—	—	—	67.4	僅 少
63	33.0	3.55	3.75	4.05	4.35	4.85	0.30	55.8	II ₂

第1表 粒度分析結果 (2)

地 点	水 深	Φ_{16}	Φ_{25}	Φ_{50}	Φ_{75}	Φ_{84}	S_0	含砂率	備 考
64	36.0	3.95	4.20	4.75	5.75	6.45	0.78	17.7	I_2
65	41.0	4.40	4.65	5.35	6.80	7.50	1.08	7.1	VIII
66	47.0	4.45	4.70	5.30	6.10	6.70	0.70	8.3	VIII
67	52.0	4.90	5.20	5.95	7.25	7.80	1.03	1.8	VIII
68	64.0	5.20	5.50	6.15	6.70	7.45	0.60	1.6	VIII
69	9.8	2.50	2.65	2.90	3.20	3.40	0.28	98.0	I_1
70	24.0	2.45	2.65	2.85	3.15	3.35	0.25	99.0	I_1
71	30.0	3.05	3.35	3.90	4.35	5.05	0.50	63.2	I_1
72	34.0	3.95	4.20	4.85	6.05	6.70	0.93	19.8	I_2
73	39.0	4.50	4.75	5.60	7.10	7.80	1.18	5.8	VIII
74	45.0	4.30	4.65	5.75	6.70	7.20	1.03	8.6	VIII
75	53.0	4.95	5.35	6.80	7.75	8.10	1.20	3.1	VIII
76	65.0	4.75	5.17	5.92	6.48	7.00	0.66	4.4	VIII
77	5.8	0.90	1.30	1.75	2.10	2.30	0.40	100.0	II_2
78	20.8	2.15	2.45	2.80	3.10	3.20	0.33	99.0	I_1
79	28.0	—	—	—	—	—	—	—	ナ シ
80	32.0	3.00	3.35	3.65	4.30	—	0.48	68.0	I_2
81	36.0	3.80	4.10	5.20	7.20	7.65	1.55	21.1	I_2
82	43.0	4.55	5.00	5.90	6.90	7.65	0.95	5.0	VIII
83	50.0	4.85	5.15	6.00	6.25	6.35	0.55	4.1	VIII
84	65.0	4.80	5.05	6.50	7.80	—	1.38	2.4	VIII
85	5.8	2.10	2.25	2.45	2.55	2.60	0.15	100.0	III_1
86	14.8	2.30	2.45	2.65	2.90	3.05	0.23	98.0	I_1
87	28.0	2.55	2.65	2.95	3.30	3.45	0.33	99.0	I_1
88	40.0	2.05	2.55	3.70	4.30	—	0.88	64.8	IV_1
89	37.0	3.70	4.05	4.50	5.15	6.20	0.55	27.5	II_2
90	47.0	4.25	4.55	5.25	6.50	—	0.98	9.4	VIII
91	55.0	4.60	4.90	5.65	6.60	7.35	0.85	3.2	VIII
92	56.0	4.80	5.10	5.85	7.20	7.70	1.05	2.8	VIII
93	6.1	2.25	2.40	2.65	2.75	2.80	0.18	100.0	VI
94	22.0	—	—	—	—	—	—	—	ナ シ
95	38.0	2.10	2.45	3.30	4.10	—	0.83	74.0	IV_1
96	45.0	4.20	4.50	4.90	6.00	6.70	0.75	9.1	VIII
97	50.0	4.60	4.90	5.50	7.50	9.40	1.30	6.6	VIII
98	7.8	2.35	2.55	2.70	2.85	3.00	0.15	100.0	O
99	24.0	2.45	2.65	3.03	3.40	3.55	0.38	98.0	II_1
100	38.0	—	—	—	—	—	—	—	ナ シ
101	45.0	3.60	3.95	4.40	4.95	5.95	0.50	32.3	II_1
102	50.0	4.40	4.65	5.30	6.20	6.60	0.78	6.1	VIII
103	49.0	—	—	—	—	—	—	8.3	僅 少
104	43.0	1.80	2.00	2.35	2.60	2.70	0.30	98.0	III_1
105	37.0	2.50	3.00	3.70	4.05	4.15	0.53	71.0	II_1
106	25.0	—	—	—	—	—	—	—	ナ シ
107	9.7	2.50	2.60	2.80	3.00	3.20	0.20	98.0	I_1
108	10.7	2.50	2.60	2.85	3.05	3.20	0.23	99.0	O
109	22.0	2.80	2.90	3.10	3.40	3.60	0.25	97.0	I_1
110	33.0	2.45	2.80	3.40	4.00	—	0.60	76.1	II_1
111	39.0	—	—	—	—	—	—	—	ナ シ
112	48.0	4.15	4.35	5.00	6.35	6.80	1.00	12.3	VIII
113	7.7	2.60	2.70	3.10	3.70	3.95	0.50	86.0	II_1
114	12.0	2.75	2.85	3.15	3.45	3.60	0.30	93.7	I_1
115	30.0	3.15	3.30	3.50	3.70	3.85	0.20	92.0	II_1
116	38.0	2.80	3.05	3.55	4.15	—	0.55	70.0	II_1
117	47.0	3.20	3.75	4.15	—	—	—	47.6	僅 少
118	14.8	2.45	2.65	2.95	3.25	3.40	0.30	97.0	I_1
119	25.0	3.25	3.50	4.10	4.85	5.90	0.68	50.2	II_2
120	27.0	3.00	3.25	3.85	—	—	—	60.4	II_1
121	33.0	4.35	4.75	6.20	7.30	7.95	1.28	10.4	VIII
122	39.0	4.05	4.35	5.00	6.05	6.50	0.85	15.2	VIII
123	48.0	4.80	5.10	5.75	7.05	7.50	0.98	4.6	VIII
124	63.0	—	—	—	—	—	—	—	ナ シ
125	9.7	2.50	2.65	2.95	3.25	3.45	0.30	97.0	I_1
126	20.8	3.10	3.35	3.90	4.65	5.60	0.65	61.5	II_1

第1表 粒度分析結果 (3)

地 点	水 深	Φ_{16}	Φ_{25}	Φ_{50}	Φ_{75}	Φ_{84}	S_0	含砂率	備 考
127	26.0	2.90	3.10	3.55	4.10	4.25	0.50	76.9	I_1
128	29.0	3.95	4.15	4.80	5.90	6.80	0.88	18.3	VIII
129	35.0	4.20	4.55	5.75	7.10	7.90	1.28	12.6	VIII
130	43.0	3.85	4.20	4.90	5.75	7.00	0.78	20.4	I_2
131	12.8	2.40	2.60	3.15	3.90	—	0.65	82.2	I_1
132	20.8	3.50	3.85	5.15	6.95	—	1.55	29.4	I_2
133	24.0	—	—	—	—	—	—	—	ナ シ
134	31.0	3.10	3.30	3.80	4.70	5.15	0.70	63.6	I_1
135	39.0	4.45	4.85	5.55	6.15	7.00	0.65	6.0	VIII
136	59.0	4.70	5.10	6.15	6.70	7.05	0.80	2.9	VIII
137	60.0	5.00	5.50	6.55	7.65	8.20	1.08	3.6	VIII
138	6.7	2.40	2.60	2.95	3.65	4.00	0.52	84.0	I_2
139	16.8	2.70	2.85	3.20	3.70	4.12	0.43	82.3	I_1
140	20.8	2.85	3.00	3.35	3.70	3.90	0.35	86.0	V
141	26.0	2.55	2.75	3.00	3.45	4.00	0.35	84.0	I_1
142	35.0	2.90	3.20	4.80	6.65	7.50	1.75	42.0	I_1
143	45.0	4.10	4.40	5.10	6.60	6.95	1.10	15.8	VIII
144	64.0	4.55	4.75	5.55	6.65	8.55	0.95	2.0	VIII
145	11.8	—	—	—	—	—	—	—	ナ シ
146	17.8	2.35	2.60	3.00	3.35	3.50	0.38	93.0	I_2
147	22.0	2.40	2.60	2.85	3.05	3.15	0.23	98.0	O
148	31.0	2.45	2.55	2.85	3.95	—	0.70	75.7	I_1
149	42.0	3.10	3.55	4.40	6.20	6.60	1.33	43.1	I_2
150	61.0	5.00	5.40	6.20	6.85	7.70	0.73	2.8	VIII
151	10.7	2.25	2.65	3.05	3.85	—	0.60	77.0	I_2
152	14.7	—	—	—	—	—	—	—	ナ シ
153	23.0	—	—	—	—	—	—	—	ナ シ
154	34.0	2.25	2.35	2.65	3.75	5.10	0.70	75.9	I_1
155	19.0	2.05	2.20	2.65	3.05	3.25	0.43	99.0	I_1
156	25.0	2.50	2.65	4.90	6.15	6.35	1.75	44.2	I_1
157	36.0	4.80	5.65	6.60	6.80	6.90	0.58	7.3	VIII
158	45.0	4.45	4.90	6.55	7.25	7.75	1.18	9.6	VIII
159	60.0	4.50	4.70	5.45	6.35	6.70	0.83	6.9	VIII
160	43.0	4.20	4.70	5.95	6.65	—	0.93	16.2	I_2
161	14.8	2.00	2.30	2.75	2.95	3.10	0.33	97.0	I_1
162	28.0	3.50	3.85	4.50	5.45	5.95	0.80	36.2	I_2

泥と砂とが混合した資料については、上の2法を併用した。その結果は第1表に表示したとおりである。これらを粒度のうえから分けると、中砂 1・細砂 39・微砂 22・粗粒シルト 44・中粒シルト 34・微粒シルト 6で、このほか資料僅少のため、含泥率のみを測定したもの4を合せて計150点である。すなわち、資料の大半は泥で、残りの砂質物も多くは泥質なため、ほとんどの資料について泥質粒度分析をおこなった。なお、泥質堆積物のなかではシルトが多く、粘土サイズの泥がないのは、1つに水深が65m以浅であることにもよるが、1つには外洋に面した浅海性堆積物であることがその原因であろう。

2 Md と S_0

次に分析値から Md と S_0 の関係についてみると、第2図にしめすような明らかな相関がみとめられる。すなわち、Md 2.50~3.25 Φ において S_0 は最小となり、これより細粒になると淘汰がわるくなる。当調査地域の底質は泥質であるため、これより粗粒のものについての関係はわからないが、江の島沖³⁾・東海村沖²⁾能代沖⁶⁾などのもつと砂質の底質についてみると、上とは全く逆に Md 2.50~3.25 Φ 付近で S_0 が最小で、それより粗粒のもので淘汰がわるくなるという関係がある。この両者をあわせて考えると、常に淘汰が最もよいのは Md 2.50~3.25 Φ の砂であり、これより細粒であつても、また粗粒であつても淘汰はわるくなるという傾向がみとめられる。

第1図 北蒲原沖等深線図

第2図 Md と So の関係

第3図 北蒲原沖底質採取地点図及び Md-Contour

3 中央粒径値等値線図 (Md-contour)

分析値から Md の等値線を描くと第3図のとおりである。調査区域北部においては、岸線から沖合に向つて砂から泥への移り変りが例外なくおこり、平行した単調なコンターがみられる。一方、南部の河口付近ではコンターは複雑になつている。全地域を通じてみた場合、砂と泥の境目にあたる 4.00Φ の付近はコンターが混んで、比較的急激な移り変りをしめしている。

信濃川河口沖の底質は他の区域より深所

第4図 Md と水深の関係

まで粗粒物質がはり出して、デルタ状の堆積をしめし、しかもこれが河口から北東に偏つて伸びている。これは新潟沿岸に沿つて北東に流れる海流の影響によるものであろう。今回の調査では測深点が少いので微細な地形はわからないが、この河口付近にはこの底質分布に対応した三角州地形があることが予想される。これに対し、そのすぐ東にある阿賀野川河口には、河口付近に泥質堆積物が分布し信濃川河口とは全く対照的なコンターをしめしている。

4 Md と水深

次に注目されるのは、全地域を通じて岸線から沖合へ向つて、砂から泥への規則的な変化がみられることである。これを調べる目的で全地点について Md と水深の関係図を作つた（第4図）。これを見ると、水深約 10m 以浅で Md が急に粗粒となる。これ以浅は off-shore bar や off-shore trough の堆積物であり、能代沖⁵⁾やその他の各地域でもほぼ共通した傾向である。この水深約 10m は、当地域における砕け波の作用限界深度である。

次に水深約 35m に著しい粒度の変化があつて砂から泥へ移り変る。水深 10m から 35m にいたる中間帯には、Md 2.5~3.2Φ の細砂が分布している。能代沖の場合にも砂から泥への変化がみられるが、その移り変りの水深は約 50m である⁵⁾。中間帯の砂もほぼ同様の細砂で、これらは bar や trough の沖合に堆積する砂としては典型的なものである。また、この粒度変化のおこる水深約 35m はいわゆる泥線深度であり、wave base といわれる波浪作用限界深度である。次に、水深約 60m 以深では粒度変化の少ない一様な泥に変るようである。これは沖合堆積物への移り 変りをしめすものと思われるが、資料が少いので断定はできない。

なお、図中には上にのべた主要な傾向から外れるいくつかの点があるが、黒く塗りつぶした点は阿賀野川・信濃川河口付近の水深 25~35m 付近に分布する泥質であり、河口堆積物としての特殊な原因に支配されているものである。

5 sand type

筆者はさきに能代沖の底質について報告した際、砂質堆積物の新しい分類法を提案した*。本地域のような泥質堆積物についてその分類を論ずることはやや不適當であるが、比較の意味で分析表の中に備考として sand type をあげておいた。とくに平面的な分布図をあげないが、地点図にそのタイプを記入してみると、沖合にはⅧ型の泥が圧倒的に多く、岸線付近の砂はⅠ型が多い。その中間はⅡ型である。大観すると、岸線から沖合へ向つて、Ⅲ→0→Ⅰ₁→Ⅱ₁→Ⅱ₂→Ⅷの変化がある。

IV む す び

この報文においては、北蒲原沖の底質約 150 点の粒度分析結果を記載し、当地域における砕け波の作用限界深度が約 10m、泥線深度が約 35m であることをのべ、また信濃川・阿賀野川の影響が河口付近の堆積物にみられることをしめた。

おわりに御教示をいただいた星野通平・茂木昭夫の両氏に深く感謝する。

* 分類区分については文献 6) を参照されたい。

参 考 文 献

- 1) 青俊二他 (1957): 砂質の粒度分析 (特にエメリー管分析について) 水路要報 54, 1—7.
- 2) 小向良七 (1957): 茨城県東海村付近の海底について 海の資源 1, 14—21.
- 3) ——— (1957): 相模湾奥部の海底地形・底質分布について (海岸・海底における変化の考察) 水路要報 54, 39—49.
- 4) 日本規格協会 (1950): 土の粒度試験方法 JIS A1204.
- 5) 佐藤任弘・玉木 操 (1959): 能代沖の底質 (Ⅰ) 水路要報 60, 32—44.
- 6) 佐藤任弘 (1959): 能代沖の底質 (Ⅱ) 水路要報 60, 45—51.