

秋田県南部海岸での漂砂動向

松富英夫*・工藤 崇**・池田正人***

1. ま え が き

日本海側で初めての島式漁港が対象海岸で築造され始めた。島式としたのは、港内堆砂や漁港の周辺海岸への影響をできるだけ避けるためである。長期的にみれば、これ等は一般に沿岸方向漂砂に起因すると思われる。波エネルギー・フラックスの卓越方向（松富ら，1991）から推して、対象海岸では岸沖方向漂砂が卓越しよう。実際、そのような報告例もある（（財）漁港漁村建設技術研究所，1990）。とは言え、多少なりとも沿岸方向漂砂は存在する筈である。しかし、残念ながら、その卓越方向がよく判っていない（松富ら，1991）。また、対象海岸の変化特性を知っておくこと、本漁港の周辺海岸への影響がどのように進展していくか追跡しておくこと等は、今後の対処の仕方等を考えた時、重要と思われる。

そこで、本研究の目的は、現地調査により、対象海岸での沿岸方向漂砂の動向の検討を行うと共に、地形変化傾向の基礎資料を得ることにある。

2. 現 地 調 査

雄物川以南、平沢漁港以北の延長約 45 km の海岸を対象とする。図-1 に対象海岸と調査点を示す。

調査項目は、①汀線での中央粒径の経時変化、②汀線位置と水深約 1 m 以浅での浜部縦断地形の経時変化、③中小河川流線線の経時変化、④既設構造物基部での汀線位置の経時変化、⑤島式漁港築造域での詳細な深浅測量の 5 項目である。

①～④の調査時間間隔は

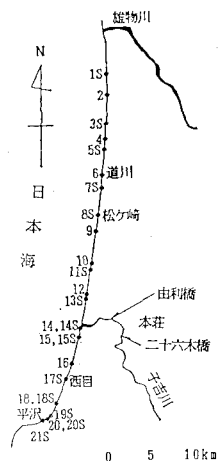


図-1 対象海岸と調査点

はほぼ半月とした。⑤の調査は、対象海岸での海象を考慮し（松富ら，1991），夏季と冬季の年 2 回を目標としたが，1991 年は 12 月の 1 回のみに終わった。

調査点数は、①は 11 点、②は 8 点、③は 9 点、④は松ヶ崎、西目、平沢の 3 漁港、⑤は、汀線方向 1.75 km × 岸沖方向 1.8 km（水深約 15 m まで）の領域を対象に、汀線・岸沖方向共に 25 m または 50 m 間隔とした。②と③の調査点はできるだけ交互になるようにした。

調査方法は次の通りである。①は②と並行して行い、採砂点は②の測線上の汀線位置とした。砂はスコップで表面から約 10 cm までのものを採取した。②は調査点（以下、測点と呼ぶ）毎に基準点と測線方向を決め、レベル、スタッフと巻尺により測定した。測線方向は、各測点での汀線にはほぼ直角とした。③と④は斜め写真撮影、⑤は業者委託とした。

図-1 中の番号が①～④の測点番号で、S 付きは写真撮影点であることを示す。島式漁港は番号 6（以下、St. 6 等と略記）の約 400 m 沖に位置することになる。

3. 調査結果とその考察

（1）沿岸方向漂砂の動向判断での留意点

①漂砂源と思われる子吉川での洪水は、融雪期と夏季に多い（松富ら，1991）。その時期に河川流出土砂量も多いであろう。その流出土砂量の多い夏季に、W の波が卓越する（松富ら，1991）。

②海岸線方向は、雄物川から平沢にかけて、ほぼ N から N 18°E で、その法線方向は W から W 18°N となる。一方、波エネルギー・フラックスの年平均方向は、酒田港の観測値を用いた場合、W 22.5°N からやや W 寄りである（松富ら，1991）。波エネルギー・フラックスの卓越方向が海岸線沿いのどちらであるかの判定は微妙で、酒田港の観測値を用いることの是非も問題となる。

③1938 年に雄物川の新河口が開削され、そこでの汀線は前進傾向にある（澤本ら，1989）。一方、平沢から雄物川付近まで、1890 年頃から 1970 年頃までで約 100 m 汀線が後退した（運輸省第一港建新潟調設，1971）。対象海岸の砂は沖に流出していると考えるのが自然である。

* 正会員 工博 秋田大学助手 鉱山学部土木環境工学科

** 正会員 榎手工業高校 土木科

*** 工修 （財）漁港漁村建設技術研究所

表-1 汀線での中央粒径の経時変化 (単位: mm)

測点	'90.10	11.19	12.18	'91.1	2.18	3.9	4.24	5.20	6.18	7.15	8.1	8.12	8.30	9.13	9.30	10.14
2+	—	—	—	—	—	—	1.02*	0.37	0.60	0.73	0.29	0.24*	0.25	0.26	0.38	0.33
4	0.41	0.70	0.90	1.20	0.83	1.51*	0.53	0.49	0.64	0.39*	0.40	0.47	0.39*	0.55	0.55	0.49
6+	0.32	0.66	0.89	0.78	0.56	0.49	0.42	0.43	0.62	0.40	0.36	0.28	0.42	0.65	0.44	0.38
9	0.48	1.00	0.75	1.18	0.51	0.81	0.65	0.95	0.62	0.51	1.15	0.43*	1.35*	1.05	0.50	0.46
10	0.65	0.99	1.08*	0.62	—	0.47	0.60	0.96	0.50	0.47	0.90	0.44	0.44	0.55	0.37*	0.38
12	0.51	0.50	1.16*	0.71	0.49	0.37*	0.47	0.55	0.50	0.55	0.64	0.47	0.46	0.95	0.50	0.45
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.42	0.64*	0.38
15+	0.46*	0.48	0.94	0.89	0.61	0.84	1.00	0.73	0.65	0.70	0.90	0.67	1.13*	1.03	0.95	0.50
16	0.30*	1.25*	0.92	0.61	0.36	0.88	1.00	0.76	0.58	0.35	0.51	0.37	0.48	0.55	0.49	0.53
18+	0.32	0.28*	0.28*	0.45	0.33	0.28*	0.42	0.36	0.46*	0.40	0.30	0.39	0.44	0.45	0.43	0.30
20	0.26	0.23	0.33	0.30	0.22*	0.24	0.26	0.22*	0.24	0.22*	0.22*	0.27	0.27	0.34*	0.25	0.25

測点	10.30	11.16	11.30	12.14	12.26	92.1.9	1.25	2.8	2.26	3.9	平均	最大	最小	最大/最小
2+	0.67	1.01	0.80	0.50	1.00	0.31	0.36	0.32	0.34	0.30	0.50	1.02	0.24	4.25
4	0.40	0.65	0.77	1.02	0.73	0.58	0.40	0.40	0.42	0.60	0.63	1.51	0.39	3.87
6+	0.27*	0.52	0.67	0.53	0.91*	0.48	0.57	0.51	0.48	0.57	0.52	0.91	0.27	3.37
9	0.57	0.47	0.70	0.46	0.45	0.52	0.53	—	0.60	0.53	0.69	1.35	0.43	3.14
10	0.47	0.63	0.76	0.55	0.53	0.50	0.72	0.85	0.50	0.62	0.62	1.09	0.37	2.95
12	0.57	0.44	0.47	—	0.42	—	—	0.70	—	—	0.57	1.16	0.37	3.14
14	0.52	0.36	0.34	0.36	0.29*	0.42	0.32	0.36	0.38	0.32	0.39	0.64	0.29	2.21
15+	1.00	1.01	0.88	0.60	0.78	1.00	0.90	0.83	1.02	0.73	0.82	1.13	0.46	2.46
16	0.56	—	0.45	0.38	0.38	0.73	0.43	0.41	0.55	0.48	0.57	1.25	0.30	4.17
18+	0.30	0.33	0.37	0.40	0.38	0.31	0.29	0.29	0.32	0.32	0.35	0.46	0.29	1.64
20	0.27	0.26	0.25	0.29	(0.48)	0.29	0.31	0.26	0.28	(0.41)	0.28	0.34	0.22	1.55

(2) 粒径の経時変化

各測点の汀線での中央粒径の経時変化を表-1に示す。漂砂源と思われる子吉川は St. 13 と 14 の間に位置する。表中、+は直近傍に海岸構造物等がなく、データとして信頼できる測点（以下の表でも同じ）、*は最大値または最小値、—は未採取または採取不能（以下の表でも同じ）、() 内は参考値であることを示す。本表より、次のことが判断される。

① 子吉川以南では、一年中、南下するにつれて、粒径が小さくなる傾向にある。年平均値にもそれが表れている。これは、この海岸での漂砂源が子吉川の流出土砂であること、沿岸方向漂砂の卓越方向が北から南であることを示していると言えよう。

② 子吉川以北では、明確なことは言い難い。敢えて言うならば、11月頃から翌年3月頃までは北上するにつれて粒径は大きくなり、8月頃から10月頃までは小さくなるようである。これは、冬季は北から南、夏季は南から北へと、沿岸方向漂砂の卓越方向が異なることを示しており、卓越波向の季節変化と整合するものである（松富ら、1991）。ただし、1992年の冬季は前年と逆の傾向である。毎年同じような波が来襲するとは限らないことを示している。

③ 子吉川以北での年平均値の分布をみると、ほぼ一様であり、年間を通しての沿岸方向漂砂の卓越方向の特定は難しい。

④ 最大値や最小値の現れる時期に規則性はない。

⑤ St. 2 での粒径変動幅（最大値/最小値）が大きい。砂浜も広く、周辺に海岸構造物等はない。粒径変動幅は海浜変形の自由度を表しているのかもしれない。

⑥ 子吉川河口左岸防砂堤基部の回折域では、周辺に比べて、極端に粒径およびその変動幅が小さい。

⑦ 砂面下に異形ブロックが埋まっている (St. 4)、硬い地層上に薄い砂層が存在する (St. 9)、異形ブロック等の消波護岸に波が当たる時期がある (St. 10, 12, 16)、直近傍に離岸堤がある (St. 16) とところ等では、粒径が大きめで、場合によってはその変動幅も大きい。

(3) 汀線位置と浜部縦断地形の経時変化

汀線位置と浜部縦断地形の経時変化から、汀線の前進・後退と浜の堆積・侵食の変化状況をみたものを表-2に示す。表中の矢印の大小は、その程度の大小を示し、以下の表でも同じである。また、図-2 に汀線位置の経時変化を示す。各測点での測定開始時の汀線位置を基準に、汀線の前進を正、後退を負として示してある。汀線位置の決定において、潮位補正等は一切行っていない。

本図表からは、観測期間が短いこともあり、漂砂特性を読み取り難い。敢えて言うならば、次のようである。

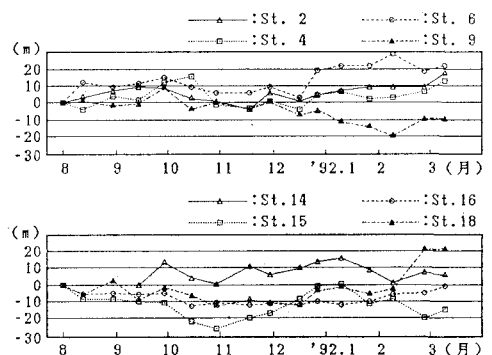


図-2 汀線位置の経時変化

表-2 浜部縦断地形の経時変化より見た汀線の前進・後退と浜の堆積・侵食

測点 番号	'91.8. 1-8.12	8.12 -8.30	8.30 -9.13	9.13 -9.30	9.30 -10.14	10.14 -10.30	10.30 -11.16	11.16 -11.30	11.30 -12.14	12.14 -12.26	12.26- 92.1.9	1.9 -1.25	1.25 -2.8	2.8 -2.26	2.26 -3.9
2+	+	+	E	E	+	+	+	+	+	E	+	+	+	E	+
4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
備考				9.28,T 19号							1.8,強い 風雨				

注) 矢印の方向等は各欄の日付の間で判断している。また、←: 汀線前進、→: 汀線後退、↑: 堆積、↓: 侵食、E: ほぼ平衡状態、T: 台風を示す。

① 汀線(浜)の前進(堆積)または後退(侵食)は対象海岸のほぼ全域でほぼ同時に生じる傾向にある。ただし、ここでの同時とは、一つの時化が対象海岸を通過するに要する時間程度の差は許してのことである。

② St. 6, 9と18を除き、冬季でも汀線位置は大きく前進または後退したままであることはない。

そこで、少し加工を加えることにする。その結果を表-3に示す。汀線の前進・後退、浜の堆積・侵食の形態別頻度を示したものである。汀線と浜の両方またはどちらか一方が平衡の場合は除外している。()内は子吉川以南での頻度である。表より、次のことが判断される。

① 汀線前進時に堆積、後退時に侵食という、ほぼ常識的な変形形態をとっている。

② 個々の事象の大きさにもよるが、上記両形態の頻度はほぼ同じで、短期的に対象海岸は平衡と言える。子吉川以南と以北での両形態の回数もほぼ同じである。

(4) 中小河川流心線の経時変化

中小河川流心線の経時変化から、各観測期間平均の漂砂方向を判定した結果を表-4に示す。斜め写真から得たもので、精度はあまりよくない。表中、最後の2欄は岸沖と沿岸方向の漂砂程度を得点化したものである。WからEとSからN方向を正、大きな矢印は±2点、小さな矢印は±1点、平

表-3 各形態の頻度

形態	回数
前進・堆積	44(22)
前進・侵食	6(2)
後退・侵食	39(18)
後退・堆積	2(0)

衡状態は0点と定義している。本表より、次のことが判断される。

① 汀線の前進または後退は、対象海岸のほぼ全域でほぼ同時に生じる傾向にある。これは前節の表-2からも言えたことである。

② 子吉川以北では、沿岸方向漂砂の南進時は侵食傾向、北進時は平衡かやや堆積傾向にある。

③ 沿岸方向漂砂の方向は、離岸堤等の影響を受けているところもあるためか、規則的でない。

④ 子吉川以南・以北共に、沿岸方向漂砂の得点は拮抗しており、卓越方向の特定は難しい。

表-4 河川流心線の経時変化より見た各観測期間平均の漂砂方向

写真 番号	'92.4 -5.20	5.20 -6.18	6.18 -7.15	7.15 -8.1	8.1 -8.12	8.12 -8.30	8.30 -9.13	9.13 -9.30	9.30 -10.14	10.14 -10.30	10.30 -11.16
1S+	E	E	E	←	E	E	E	←	E	E	E
3S+	E	E	E	←	E	E	E	←	E	E	E
5S+	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
7S+	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
11S	E	E	E	←	E	E	E	←	E	E	E
13S+	E	E	E	←	E	E	E	←	E	E	E
15S+	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
18S+	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
19S	E	E	E	←	E	E	E	←	E	E	E
備考		漁港一 部出現		7.30,T 9号				9.28,T 19号			

写真 番号	11.16 -11.30	11.30 -12.14	12.14 -12.26	12.26- 92.1.9	1.9 -1.25	1.25 -2.8	2.8 -2.26	2.26 -3.9	岸 沖 +:W→E	沿 岸 +:S→N
1S+	E	E	E	E	E	E	E	E	-6, 4	-14, 8
3S+	←	←	←	←	←	←	←	←	-6, 7	-12, 15
5S+	←	←	←	←	←	←	←	←	-7, 5	-9, 13
7S+	←	←	←	←	←	←	←	←	-6, 5	-17, 7
11S	←	←	←	←	←	←	←	←	-7, 8	-7, 6
13S+	←	←	←	←	←	←	←	←	-11, 3	-9, 13
15S+	←	←	←	←	←	←	←	←	-6, 7	-4, 6
18S+	←	←	←	←	←	←	←	←	-7, 3	-7, 8
19S	E	E	E	E	E	E	E	E	0, 0	-16, 12
備考				1.8,強い 風雨					→:2点、	+:1点

注) 矢印の方向等は各欄の日付の間で判断している。また、←: 岸から沖、→: 沖から岸、↑: 南から北、↓: 北から南、E: ほぼ平衡状態、T: 台風を示す。

⑤ 個々の事象の大きさにもよるが、子吉川以南・以北共に、岸沖方向漂砂の得点は負の傾向にあり、対象海岸はやや侵食傾向と言えるかもしれない。これは前節の考察結果とやや異なる。

(5) 既設構造物基部での汀線位置の経時変化

松ヶ崎・西目両漁港の北防波堤と平沢漁港の北護岸基部を対象とした。それ等は各々 St. 8, 17, 20 に位置する。西目漁港での汀線位置の経時変化例を図-3に示す。図中、縦の太い実線が防波堤基部であり、距離スケールは概略である。以下、結果のみを概説する。

松ヶ崎漁港でのデータは、まだ1991年度の秋季と冬季の半年分しかない。本漁港以北には、基部を有する既設構造物は存在しない。やや南には離岸堤群が設けられている。港口の向きは北西方向である。離岸堤の役割を養浜あるいは侵食防止と考え、離岸堤群の配置位置と港口の向きには矛盾があるようである。このことから、本漁港域での沿岸方向漂砂の卓越方向がよく判っていないことが推察される。調査結果によると、季節を通しての汀線位置の変化は見られるが、それはあまり大きくなく、その変動帯幅は 20 m 程度であった。ただし、3 漁港の中では最も大きい。

西目漁港の北と直南には、離岸堤群が存在する。港口の向きは北西方向である。図-3 から明らかなように、季節または年間を通してを問わず、汀線位置の変化はほとんど見られない。岸沖方向漂砂の動向にもよるが、北からの浜漂砂は少ないと判断される。ただし、これには隣接する離岸堤群が関与しているかもしれない。

平沢漁港の直北には離岸堤群が存在する。南は岩石海

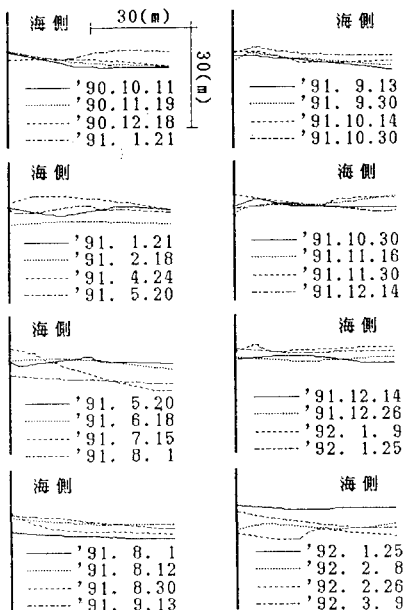


図-3 西目漁港北防波堤基部での汀線位置の経時変化

岸である。港口の向きは北北西方向である。調査結果によると、11月から2月にかけて汀線位置の変化がやや見られるが、年間を通してはほとんど見られない。西目漁港と同じく、北からの浜漂砂は少ないと判断される。

(6) 漁港築造域での漂砂動向

島式漁港築造域での系統的な深浅測量は1990年の1月と2月、1991年12月の3回行っている。

a) 移動限界水深

深浅測量は48本の測線で行っている。海浜断面形の変化傾向の検討を行った測線を図-4に示す。1991年6月、図中の黒く塗りつぶしたところに、島式漁港の一部

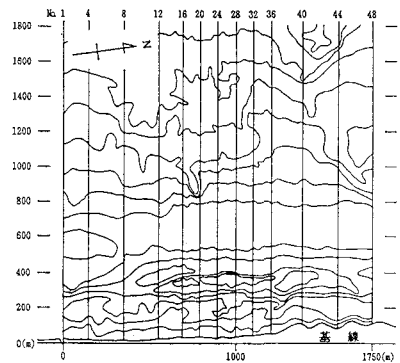
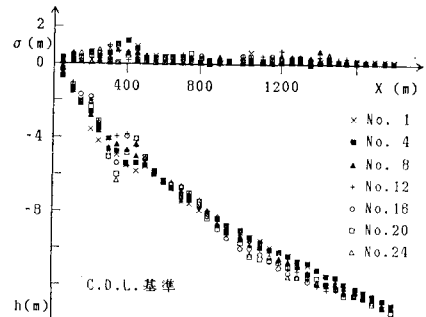
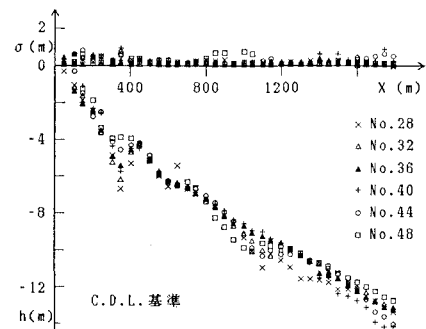


図-4 海浜断面形の比較測線



(a) No. 1~No. 24



(b) No. 28~No. 48

図-5 平均海浜断面形とその標準偏差

が出現した。それは、長さ 70 m の防波堤形式の構造物で、海岸線に平行、基線より約 400 m 沖に位置する。

図-5 (a), (b) に平均海浜断面形 h とその標準偏差 σ を示す。これ等の図より、次のことが判断される。

① 少なくとも冬季には、水深 4~6 m にかけて、1 段の沿岸砂州が形成される。これは、やや南に位置する子吉川河口両岸と同じ傾向である(松富ら, 1991)。

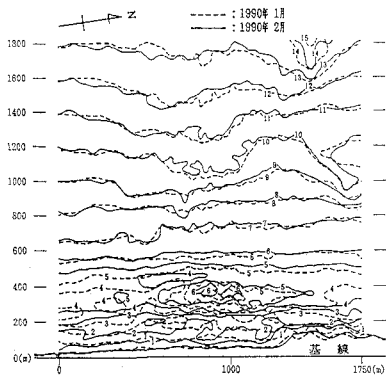
② 沿岸砂州のトラフで標準偏差が大きいことが知られているが(宇多ら, 1990)、本海岸でもその傾向が認められ、その大きいところは 1 m 以上にも達する。

③ 測線によっては(例えば, No. 8, 40, 44)、10 m 以深でも漂砂の激しいところがあるが、概ね漂砂が激しいところは 6 m 以浅である。

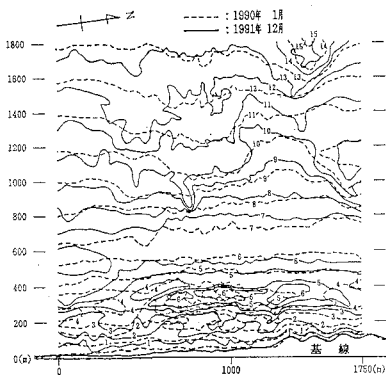
④ 測量誤差は 0.2~0.3 m 程度と言われているが(宇多ら, 1990)、それから判断すると、本海岸での移動限界水深は 8 m 程度と推定される。

b) 漂砂動向

図-6 (a), (b) に測定時期別の等深線形状の比較例



(a) 1990年1月~2月



(b) 1990年1月~1991年12月

図-6 等深線形状の比較

を示す。これ等の図より、次のことが判断される。

① 島式漁港の一部が出現したところは、本来的に沿岸砂州のバーが形成されるところのようである。

② 経過時間が1月程度の場合、7 m 以深の等深線間に差がほとんど認められない。この水深は、前項で推定した移動限界水深とほぼ同じである。しかし、約2年を経ると、12 m の等深線間でさえ差が目立つところがある。本海岸では、水深 12 m 当りでも、この程度の時間オーダーで、相当量の砂が移動するようである。

③ 元来、等深線は海岸線にほぼ平行のようである。沿岸方向漂砂の卓越方向の特定は難しい。

4. む す び

本研究での検討結果を要約すると、次のようである。

① 子吉川以南での沿岸方向漂砂の卓越方向は北から南と思われる。

② 子吉川以北では、冬季は北から南、夏季は南から北へと、季節により沿岸方向漂砂の卓越方向が異なり、南進時は侵食、北進時は平衡かやや堆積傾向にある。

③ 子吉川以北での年間を通しての沿岸方向漂砂の卓越方向の特定は、現段階では難しい。

④ 汀線(浜)の前進(堆積)または後退(侵食)は、対象海岸のほぼ全域でほぼ同時に生じる傾向にある。

⑤ 対象海岸は、汀線前進時に堆積、後退時に侵食という、ほぼ常識的な変形形態をとるようである。

⑥ 短期的に対象海岸は平衡かやや侵食傾向にある。

⑦ 島式漁港築造域での移動限界水深は 8 m 程度で、漂砂が激しいところは概ね 6 m 以浅と思われる。

⑧ 島式漁港築造域では、水深 12 m 当りでも、2 年程度の時間オーダーで、相当量の砂が移動する。

謝 辞：本研究を遂行するに当たり、東北大学工学部首藤伸夫教授よりご意見を賜った。本論文の公表に当たり、小川記念基金の補助を受けた。

参 考 文 献

- 天野順次・澤本正樹(1989)：東北地方日本海側の海浜変形調査，土木学会東北支部発表会概要集，pp. 66-67.
- 宇多高明・斉藤健一・清水清文(1990)：新潟県，荒川河口周辺海岸の地形変化実態，土木技術資料，32-5，pp. 61-66.
- 運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所(1971)：本荘港調査成果報告書—第3報—，p. 57.
- (財)漁港漁村建設技術研究所(1990)：道川漁港修築事業—測量及び調査業務報告書—.
- 松富英夫・川島照史(1991)：子吉川河口部地形の変遷と変化特性，海岸工学論文集，第38巻，pp. 356-360.