

粒径・汀線位置変化のスペクトル特性からみた 秋田県南部海岸での短期的漂砂動向

松 富 英 夫*・中 嶋 卓 朗**・照 井 孝 幸***・池 田 正 人****

1. ま え が き

著者等 (1992) は、ほぼ 15 日間隔の現地調査結果に基づき、対象海岸での沿岸方向漂砂の動向を定性的に論じた。定性的な議論に止まったのは、調査期間が短いためであった。その後も調査は継続しており、汀線での粒径変化については 2 年 6 ヶ月、汀線位置変化については 1 年 8 ヶ月分のデータが溜った。調査間隔を半月程度と短くしたのは、当初からこれ等のスペクトル特性より、対象海岸での短期的な沿岸方向漂砂の動向を論じたいがためであった。勿論、調査は今後も継続していく予定で、より長期的なものの議論を目指している。

そこで、本研究の目的は、粒径と汀線位置変化のスペクトル特性を検討し、他の調査項目結果とのクロス・チェックを行い、対象海岸での短期的な沿岸方向漂砂の動向を論じることにある。

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中小河川流心線の経時変化、④既設構造物基部での汀線形状の経時変化の 4 項目である。

調査の時間間隔はほぼ半月とし、一月以上の時間スケールの現象を対象とする。

調査点数は、①が 12 点で、既報 (松富ら, 1992) に比べて、1 点増設、②が 9 点で、1 点増設、③が 9 点、④が

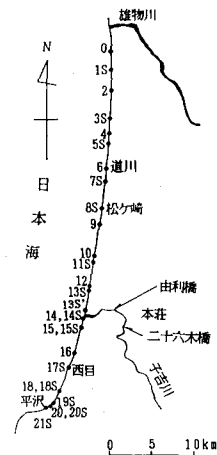


図-1 対象海岸と調査点

松ヶ崎、西目、平沢の 3 漁港と増設の本荘マリーナ海水浴場の 4 点である。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、各測点での汀線にほぼ直角とした。③と④は斜め写真撮影とした。

図-1 中の番号が①～④の測点番号で、S 付きは写真撮影点を示す。番号 6 (以下、St. 6 等と略記) の約 400 m 沖に日本海側で初の島式漁港が築造されている。

3. 調査結果とその考察

(1) 粒径の経時変化

汀線での中央粒径の経時変化を表-1 に示す。新データ部分のみで、以下の図表でも同じである。ただし、考察は旧データ部分を含めて行っている。旧データは既報 (松富ら, 1992) を参照されたい。子吉川は St. 13 と 14 の間に位置し、破線で以南と以北を区分している。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、変動係数は [標準偏差/平均] を示す。また、中央粒径の沿岸方向分布から判断した子吉川以北での沿岸方向漂砂の卓越方向を図-2 に示す。これ等の図表より、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。これ等は既報 (松富ら, 1992) と同じで、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が再確認された。

② 子吉川以北では、粒径変化に規則性がなく、明確なことは言い難い。敢えて言うならば、沿岸方向漂砂の卓越方向は、4～9 月までは平衡か北上傾向、10～3 月までは北上もあれば南下もあるが、これまでの観測では、北上が卓越している。夏季の漂砂動向は卓越波向と整合する (松富・川島, 1991)。10～3 月の北上や南下は 2 ヶ

* 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 日本シールドエンジニアリング(株)
*** (株) 福山コンサルタント
**** 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	'92.4.	5.16	6.9	6.30	7.13	8.1	8.19	9.1	9.19	10.2	10.17	10.31	11.18
0+	—	—	—	—	—	0.79	0.53*	0.60	0.93	1.68	0.83	0.77	0.74
2+	0.29	0.57	0.37	0.32	0.54	0.38	0.26	0.46	0.34	0.73	0.46	0.42	0.29
4	0.67	0.85	0.54	1.00	0.57	0.85	1.28	0.49	0.81	0.67	0.47	0.46	0.42
6+	0.50	0.80	0.51	0.54	0.64	0.50	0.91	0.46	0.66	0.75	0.43	0.46	0.43
9	1.13	0.89	0.47	1.09	0.73	0.53	0.61	0.46	0.66	0.63	0.62	0.49	0.60
10	—	—	—	—	0.43	0.41	0.46	0.46	0.55	0.38	0.60	—	0.57
12+	—	—	0.54	0.76	0.47	0.65	0.62	1.12	0.75	0.43	0.87	—	—
14	0.31	0.42	0.49	0.40	0.33	0.46	0.36	0.59	0.44	0.40	0.43	0.27	0.41
15+	0.95	0.57	0.80	0.89	1.58*	0.95	0.75	0.50	0.70	0.51	0.60	1.22	0.62
16	0.44	0.52	0.50	0.69	0.75	0.49	0.53	0.36	0.55	0.75	0.69	0.72	1.20
18+	0.42	0.61*	0.31	0.43	0.50	0.27*	0.29	0.43	0.46	0.50	0.37	0.28	0.44
20	0.27	(0.43)	0.36	(0.43)	0.34	0.36	0.23	0.25	0.25	0.29	0.29	0.25	0.27

測点	12.2	12.16	12.27	'93.1.	1.27	2.10	2.23	3.9	平均	最大	最小	変動係数
0+	1.32	0.82	1.30	0.86	0.80	1.76*	1.05	0.55	0.96	1.78	0.53	0.38
2+	0.30	0.27	0.26	0.31	0.36	0.34	0.32	0.37	0.44	1.02	0.24	0.48
4	0.75	1.60*	0.62	0.52	0.42	0.70	0.36*	0.53	0.66	1.60	0.36	0.42
6+	0.53	0.95*	0.62	0.43	0.53	0.39	0.41	0.53	0.54	0.95	0.27	0.30
9	0.56	1.48*	1.25	0.70	1.20	0.61	0.47	1.38	0.73	1.48	0.43	0.40
10	0.57	0.62	—	—	—	—	—	—	0.59	1.09	0.37	0.31
12+	—	—	—	0.46	—	—	—	0.60	0.60	1.16	0.37	0.32
14	0.38	0.42	0.46	0.42	0.43	0.55	0.42	0.40	0.41	0.64	0.26	0.20
15+	0.81	1.15	0.75	0.63	0.80	0.90	0.55	0.47	0.81	1.58	0.46	0.28
16	0.42	1.00	0.55	0.49	0.42	0.67	0.50	0.59	0.59	1.25	0.30	0.37
18+	0.30	0.29	0.39	0.43	0.42	0.38	0.40	0.56	0.38	0.61	0.27	0.21
20	0.25	0.32	0.30	0.29	0.25	0.25	0.28	0.35	0.27	0.38	0.22	0.15

注) +は信頼できる測点、*は最大または最小値、—は未採取または採取不能、()内は参考値を示す。

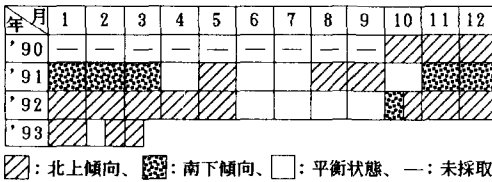


図-2 子吉川以北での沿岸方向漂砂の卓越方向

月程度は継続するようである。

③ 子吉川以北での年平均値の分布はほぼ一様で、年間での沿岸方向漂砂の卓越方向の特定は難しい。

④ 子吉川以南と以北で、変動係数値に明確な差が見られる。子吉川以南に比べて、以北で漂砂活動が活発であると言える。年平均値も、以北で大き目である。

(2) 汀線位置と浜部縦断地形の経時変化

汀線位置Xの経時変化を図-3に示す。調査開始時の位置(X=0)を基準に、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、潮位補正等は行っていない。図より、次のことが判断される。

① St. 4と6で、調査開始時に比べて、20 m程度の恒常的な汀線の前進が見られる。これは、St. 4では1992年5月から人工リーフの築造が始まったこと、St. 6では島式漁港の築造が進んだことによると思われる。

② 子吉川以南では経年的な汀線位置は安定的である。

次に、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・侵食の状況を見たものを表-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、汀線の前進・後退、浜の

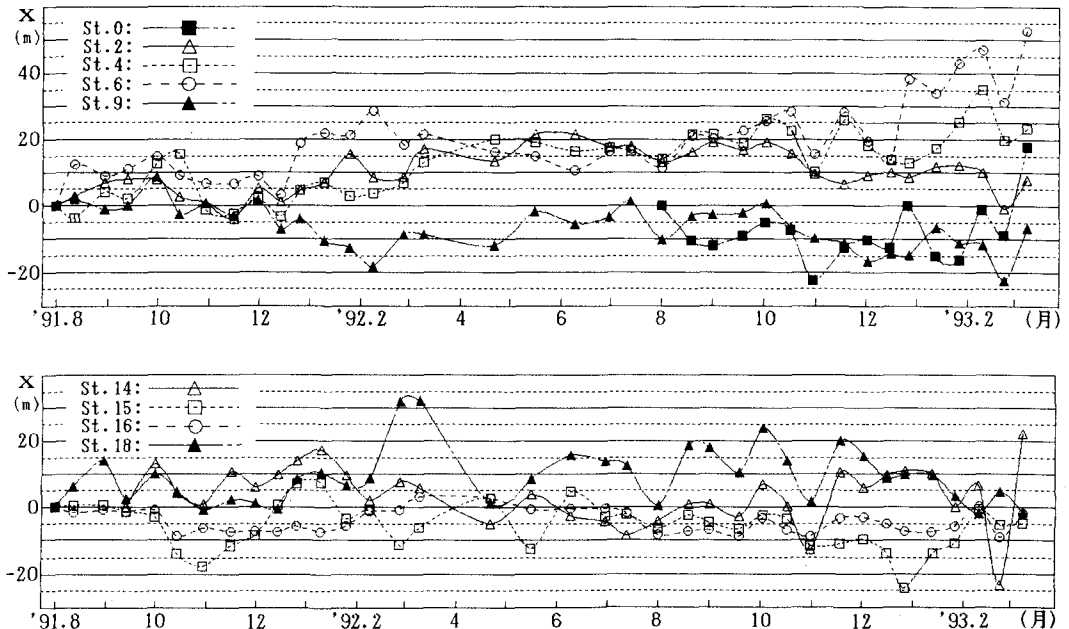


図-3 汀線位置の経時変化

表一 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	92.3.9 -4.21	4.21 -5.16	5.16 -6.9	6.9 -6.30	6.30 -7.13	7.13 -8.1	8.1 -8.19	8.19 -9.1	9.1 -9.19	9.19 -10.2	10.2 -10.17
0+	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
2+	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
4	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
6+	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
9	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
14	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
15+	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
16	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
18+	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
備考							8.9, 集中豪雨				

測点番号	10.17 -10.31	10.31 -11.18	11.1 -12.2	12.2 -12.16	12.16 -12.27	12.27 -1.13	1.13 -1.27	1.27 -2.10	2.10 -2.23	2.23 -3.9
0+	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
2+	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
4	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
6+	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
9	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
14	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
15+	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
16	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
18+	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
備考							2.7, 子吉洪水			

注) 矢印の方向等は各測点の日付の間で判断している。矢印の大小は程度の大小を、←: 汀線前進、→: 汀線後退、↑: 堆積、↓: 侵食、E: ほぼ平衡、↑: 台風を示す。

堆積・侵食の形態別頻度を表

一3に示す。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。本表の解釈においては、子吉川以北で基礎データ数が15程多いことに注意を要する。これ等の表より、次のことが判断される。

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。

② 堆積・侵食に季節的な規則性は見られない。

③ 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。ただし、既報(松富ら, 1992)と比べて、汀線前進時に侵食、後退時に堆積という変形形態の割合が高くなっている。

④ ①とも関連するが、汀線前進時に侵食、後退時に堆積という例外的な変形形態も同じ時期に多い。

⑤ 個々の事象の大きさにもよるが、対極をなす形態の頻度がほぼ同じで、短期的に対象海岸は平衡傾向と言えよう。子吉川以南と以北での対極をなす形態の頻度も、ほぼ同じである。

(3) 粒径と汀線位置変化のスペクトル特性

子吉川以北と以南の代表的な測点での中央粒径と汀線位置変化のパワー・スペクトルを図一4と5に示す。スペクトルの推定法は、データ数が少なく済む、MEM法(日野, 1978)を採用している。図中の n は予測誤差フィルターの打ち切り項数で、予測誤差の期待値に明確な極小値が見られなかったため、代表的な2つの n の場合について示している。データは、実測値を図形ソフト“花

表一 各形態の頻度

形態	回数
前進・堆積	88 (40)
前進・侵食	20 (6)
後退・侵食	88 (40)
前進・堆積	21 (9)

ない。

④ 汀線位置変化に関しては、より長周期の卓越変動周期の存在が伺える。

(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一5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2節の表一2からも言えたことである。

② 沿岸方向漂砂の卓越方向に明瞭な周期性は見られない。敢えて言うならば、夏季に南から北が多い。

③ 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。これまでの観測では、北進がやや卓越している。

④ 個々の事象の大きさにもよるが、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。

⑤ 個々の事象の大きさにもよるが、子吉川以北での岸沖方向漂砂の得点は負の傾向にあり、以北の海岸はやや侵食傾向と言えよう。これは2節の表一3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

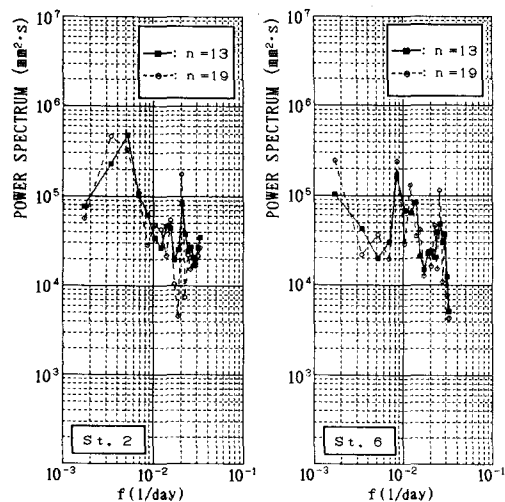
松ヶ崎・西目両漁港は北防波堤、平沢漁港は北護岸、本荘マリーナ海水浴場は最北の突堤基部を対象とした。それ等は各々St. 8 S, St. 17 S, St. 20 S, St. 13 S'に位

子”の自由曲線で結び(図一3参照), 15日間隔で読み取ったものを用いている。データの期間と数は、比較・検討のため、粒径と汀線位置変化で同じにしている。また、表一4に各測点での粒径と汀線位置変化のスペクトル・ピーク周期を、各々○と◎で示す。ただし、 $n=13$ の場合のものである。これ等の図表より、次のことが判断される。

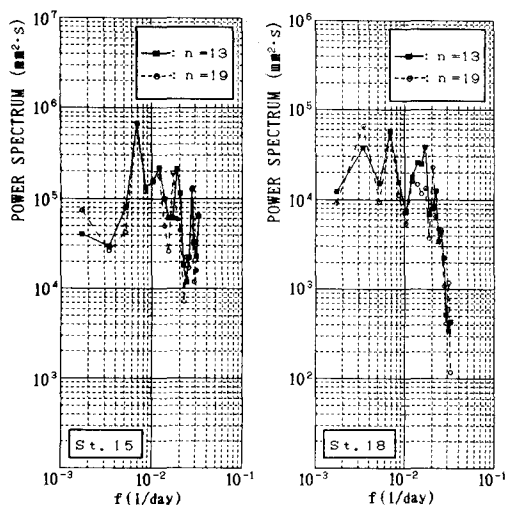
① スペクトルのピーク数は、粒径と汀線位置変化で、大差がない。

② 粒径と汀線位置変化共に、約10ヶ月、5ヶ月と2ヶ月の卓越変動周期が存在する。約2ヶ月の卓越変動周期は、子吉川以北の10~3月での沿岸方向漂砂の卓越方向の変動周期と整合する。

③ 粒径と汀線位置変化共に、ほとんどの測点で四季に対応する卓越変動周期成分が見られ

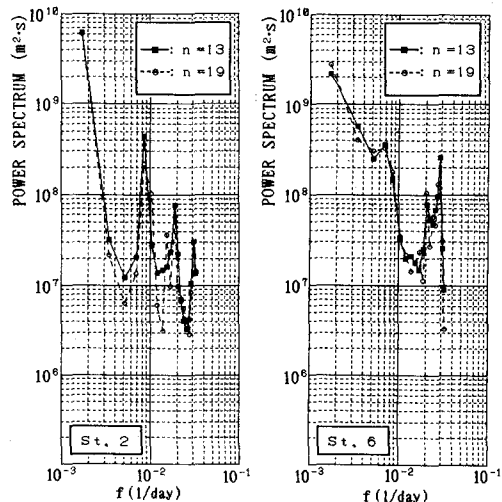


(a) 子吉川以北

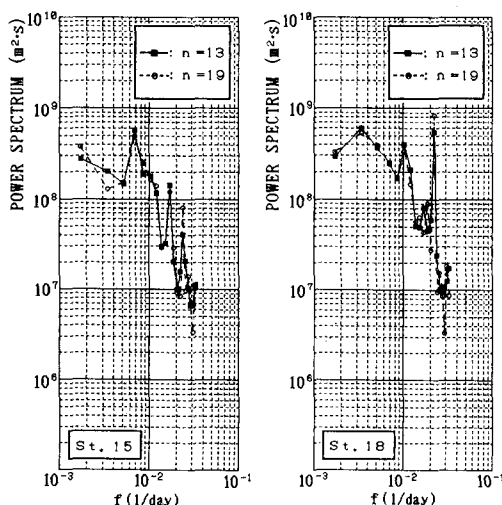


(b) 子吉川以南

図-4 粒径変化のパワー・スペクトル



(a) 子吉川以北



(b) 子吉川以南

図-5 汀線位置変化のパワー・スペクトル

表-4 粒径と汀線位置変化のスペクトル・ピーク周期

測点	2+	4	6+	9	15+	16	18+	総
周期 (日)	粒・汀 径・線	粒・汀 径・線	粒・汀 径・線	粒・汀 径・線	粒・汀 径・線	粒・汀 径・線	粒・汀 径・線	数
33	○	○		○				3(2)
34								2(1)
37					○			1(0)
39			○			○		3(2)
42		○		○	○	○		4(1)
45							○	2(1)
49	○		○	○				3(1)
53	○	○	○	○	○	○		5(3)
59		○			○	○	○	5(2)
65				○				1(1)
73	○		○		○	○		3(1)
84		○						3(1)
98		○		○			○	2(2)
117	○	○	○	○				4(1)
146		○	○		○	○		6(3)
195	○							1(0)
293				○	○	○	○	5(3)
総数	3:3	4:4	5:3	5:4	4:3	3:4	4:4	53

置する。西目漁港での汀線位置の経時変化を図-6に示す。図中、縦の太い実線が北防波堤基部であり、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存在する。港口の向きは北西方向である。経年的には汀線位置の変化はほとんど見られないが、季節的には見られる。その変動帯幅は38m程度で、4測点の中では最も大きい。1991年度の冬季は汀線の前進が見られたが、1992年度は逆に後退する等、その変化に季節的な規則性は見られない。ただし、両年とも冬季に港内は堆砂し、浚渫が行われた。

本荘マリーナ海水浴場でのデータは、まだ1992年度の1年分しかない。対象突堤から北の松ヶ崎漁港まで、基

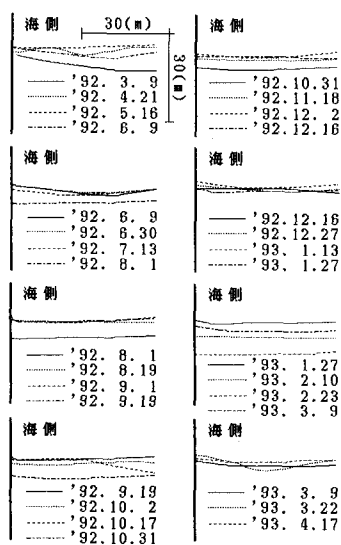
表一5 河川流心線の経時変化より見た各観測期間平均の漂砂方向

写真番号	92.3.9 -4.21	4.21 -5.16	5.16 -6.9	6.9 -6.30	6.30 -7.13	7.13 -8.1	8.1 -8.19	8.19 -9.1	9.1 -9.19	9.19 -10.2	10.2 -10.17	10.17 -10.31
15+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
35+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
55+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
75+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
115	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
135+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
155+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
185+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
195	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

写真番号	10.31 -11.18	11.18 -12.2	12.2 -12.16	12.16 -12.27	12.27 -93.1	1.13 -1.27	1.27 -2.10	2.10 -2.23	2.23 -3.9	岸 沖 +:-W→E	沿岸 +:-S→N
15+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	-16, 8	-23, 18
35+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	-15, 15	-23, 29
55+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	-15, 14	-18, 24
75+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	-17, 12	-23, 20
115	E	E	E	E	E	E	E	E	E	-16, 14	-14, 16
135+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	-22, 11	-18, 26
155+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	-14, 15	-14, 22
185+	E	E	E	E	E	E	E	E	E	-16, 10	-13, 14
195	E	E	E	E	E	E	E	E	E	-1, 2	-26, 26

注) 矢印の方向等は各観測の日付の間で判断している。←: 岸から沖、→: 沖から岸、↑: 南から北、↓: 北から南、E: はほぼ平衡状態を示す。また、得点は、→: 2点、↑: 1点である。

部を有する既設構造物は存在しない。直南には、離岸堤群、マリーナ、子吉川右岸導流堤が存在する。夏季は汀線位置の変化はほとんど見られず、前浜勾配が変化するのみであった。10月に5m程度汀線が前進し、冬季に最大18m程度後退した。この傾向は松ヶ崎と同じである。その後は前進しており、汀線位置の変動帯幅は23m程度である。



図一6 西目漁港北防波堤基部での汀線位置の経時変化

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。図一6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。汀線位置の変動帯幅は15m程度である。1991年度に沖側の西防波堤が北方向に15m程度延長されたためか、港内堆砂が緩和されたようである。

平沢漁港の直北には離岸堤群が存在する。南は岩石海岸である。港口の向きは北北西方向である。経年的には汀線位置の変化はほとんど見られないが、季節的には見られる。その変動帯幅は25m程度である。冬季は汀線が

前進傾向にあり、港内は堆砂し、浚渫が行われている。他の季節では、汀線位置の変化に規則性は見られない。

以上より、現段階では、既設構造物基部での汀線位置変化からは、①年間での沿岸方向漂砂の卓越方向の判定は難しい、②沿岸方向漂砂の卓越方向に季節的な規則性は見られない、と言える。②は3節のパワー・スペクトル結果からも言えたことである。

4. む す び

本研究で得られた主要な結論は次の通りである。

① 粒径と汀線位置変化共に、約10ヶ月、5ヶ月と2ヶ月の卓越変動周期が存在する。約2ヶ月の卓越変動周期は、子吉川以北の10～3月での沿岸方向漂砂の卓越方向の変動周期と整合する。

② 粒径と汀線位置変化共に、ほとんどの測点で四季に対応する卓越変動周期成分が見られない。

③ 沿岸方向漂砂の卓越方向に季節的な規則性は見られない。これは結論の②と整合する。

④ 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り、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。

⑤ 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難しい。

⑥ 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で、短期的に本海岸は平衡かやや侵食傾向にある。

⑦ St.4と6で、調査開始時に比べて、20m程度の恒常的な汀線の前進が見られる。これは、St.4では1992年5月から人工リーフの築造が始まったこと、St.6では島式漁港の築造が進んだことによると思われる。

⑧ 子吉川以南では、沿岸方向漂砂の卓越方向は北から南で、経年的な汀線位置は安定的である。

⑨ 子吉川以南に比べて以北で漂砂活動が活発である。

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

- 日野幹雄 (1978): スペクトル解析, 朝倉書店, 300 p.
- 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.
- 松富英夫・工藤 崇・池田正人 (1992): 秋田県南部海岸での漂砂動向, 海岸工学論文集, 第39巻, pp. 341-345.