

秋田県南部海岸での汀線位置変化の波動性と 卓越沿岸漂砂方向

松 富 英 夫*・佐 藤 和 之**・進 藤 寛 之***

1. ま え が き

秋田県南部海岸は、岸沖漂砂が卓越し、季節によって沿岸漂砂の方向が異なり、しかも漁港や離岸堤などの海岸構造物の影響を受けているためか、沿岸漂砂の卓越方向の特定が難しい海岸である（松富ら、1992、1993）。

最近、汀線位置変化の波動性が注目されており、その発生因や伝播速度などが論じられている（土屋、1995、1996；宇多ら、1997）。著者ら（1992、1993）も、秋田県南部海岸での漂砂動向、特に沿岸漂砂の卓越方向を特定すべく、6年前からこの波動性に着目しており、汀線位置変化を含めた諸項目の現地調査を行ってきた。

本研究は、これまでに得られた諸データの中で、汀線位置変化に的を絞ってその波動性の検討を行い、対象海岸での沿岸漂砂の卓越方向を実証的に論じるものである。波浪変化の伝播特性や砂粒径の沿岸分布も検討し、汀線位置変化の伝播方向との整合性も論じることにする。

2. 対象海岸と調査検討項目

雄物川以南、平沢漁港以北の延長約 45 km の砂浜海岸を対象とする。図-1 に対象海岸と調査点（以下、測点と呼ぶ）を示す。

今回検討対象の自前の調査項目は、①局所での時間的な汀線位置変化、②島式漁港築造域（図-1 中の番号 6 地点（以下、St. 6 などと略記）。約 400 m 沖に日本海側で初の島式漁港が築造されている）での空間・時間的な汀線位置変化、③汀線での砂粒径（中央粒径）の沿岸分布である。

調査実施間隔は、①と③が

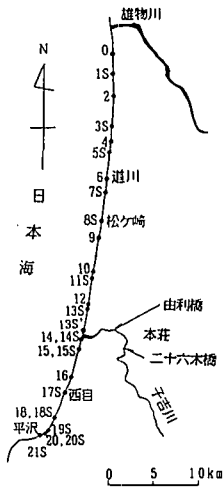


図-1 対象海岸と調査点

表-1 汀線測量実施年月

通算回数	実施年月
1回	1990年1月
2回	1990年2月
3回	1991年12月
4回	1992年10月
5回	1993年3月
6回	1993年10月
7回	1994年3月
8回	1994年10月
9回	1995年3月
10回	1995年10月
11回	1996年4月
12回	1996年10月
13回	1997年3月

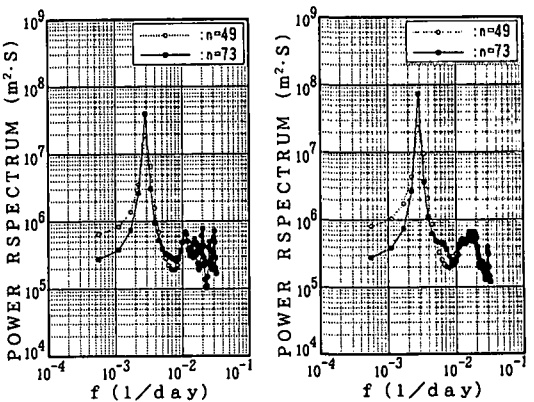
約半月、②が夏季と冬季の年2回で、本調査開始以前のものも含めたこれまでの実施年月を表-1に示す。

測点数は、①が9点、②が沿岸方向 1.75 km の区間を 25 m または 50 m 間隔で 48 点、③が 12 点である。図-1 中の番号が測点番号で、S 付きは写真撮影点を示す。

秋田港と酒田港での3日と15日間隔で読み取った5年間の日平均有義波高データ（運輸省港湾局、1991-1995）の検討も行う。

3. 波高変化のスペクトル

主要外力である波浪の波高変化特性について検討を行う。波高は秋田港と酒田港での日平均有義波高を対象とし、データの時間間隔は3日とする。時間間隔を汀線位置変化（≒15日）と異なる3日とするのは、データ数を増やして、解析精度を高めるためである。ただし、図化時の打ち切り周期は、他の調査項目の実施間隔を考慮して、1ヶ月（ナイキスト周期）とする。パワーとクロス・



(a) 秋田港 (b) 酒田港

図-2 波高変化のパワー・スペクトル

* 正会員 工博 秋田大学助教授 鉱山学部土木環境工学科
** 同和工営
*** 扶桑建設

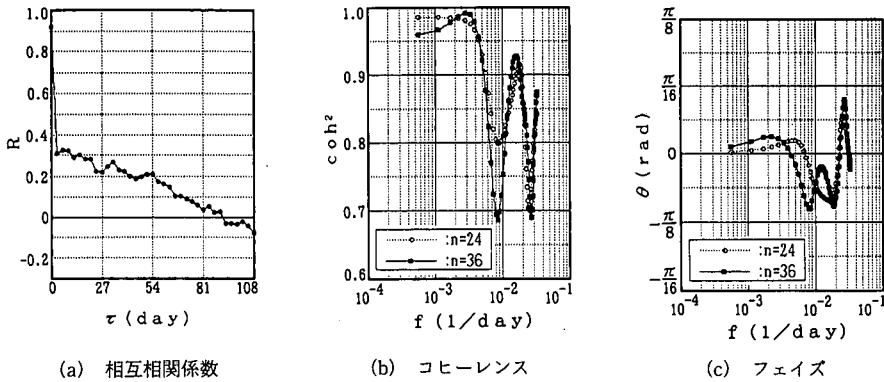
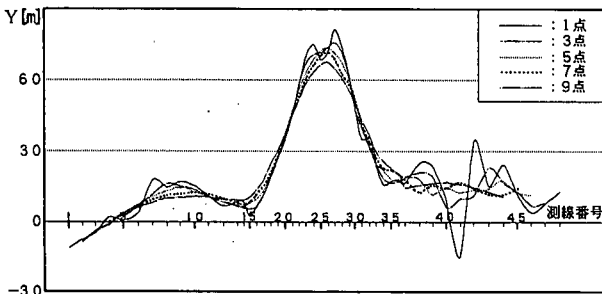
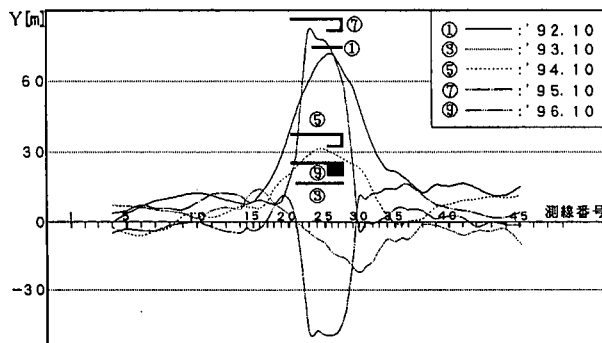
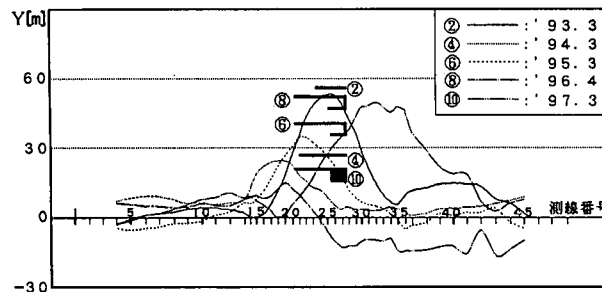


図-3 波高変化のクロス・スペクトル (秋田港-酒田港)

図-4 汀線位置移動量の移動平均例
(1991年12月~1992年10月)

(a) 夏季~次の夏季



(b) 冬季~次の冬季

図-5 漁港築造域での移動平均された汀線位置移動量

スペクトルの推定には、各々MEM法(日野, 1978)と赤池のAR法(1972)を用いる。予測誤差フィルターの打ち切り項数 n は、両方法共に、予測誤差の期待値に明確な極小値が見られなかったので、 $n=2N^{0.5}/M$ (点線)と $3N^{0.5}/M$ (実線)の2種類を採用した。ここで、 N はデータ総数、

M は変量数である。ただし、以下の考察は主に n の小さい方の結果に基づいている。

図-2(a)と(b)に秋田港と酒田港での波高変化のパワー・スペクトルを示す。図より、際立ったピークは共に周期1年で、他に目立ったピークは見られないことが判る。

図-3(a)~(c)に秋田港と酒田港での波高変化のクロス・スペクトルを示す。順に、相互相関係数 R 、コヒーレンス coh^2 、フェイズ θ である。相互相関係数は時間ラグ τ が零で最大値0.93を示している。コヒーレンスは全領域で0.7以上と大きく、特に1年周期成分が大きい。フェイズからは、周期5ヶ月以上の変動成分は南進であることが読み取れる。

以上より、次のことが判断される。

①秋田港と酒田港に挟まれた対象海岸は、1ヶ月以上の波高変動現象に関して、同じ変化場にある。

②1ヶ月以上の波高変化の変動成分では、1年周期成分が際立っており、その変動成分は南進である。

4. 島式漁港築造域での沿岸漂砂動向

本研究は沿岸漂砂の卓越方向の特定を目指しており、本章と次章では汀線位置の短波長や短周期の変動成分は除去することにし、全て移動平均値で議論を進めることにする。

図-4に汀線測量結果から算出された島式漁港築造域での1991年12月から1992年10月までの約1年間における汀線位置移動量 Y の移動平均例を示す。横軸は岸沖方向の測線番号で、沿岸方向距離に相当する。測線間隔は番号13までと37以降が50mで、その他は25mである。島式漁港は番号21~28の間で築造されている。

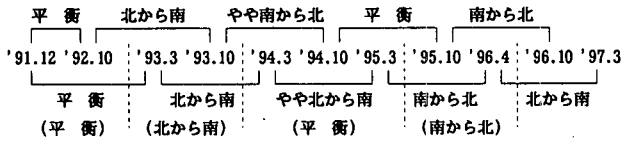


図-6 各期間毎の沿岸漂砂の動向

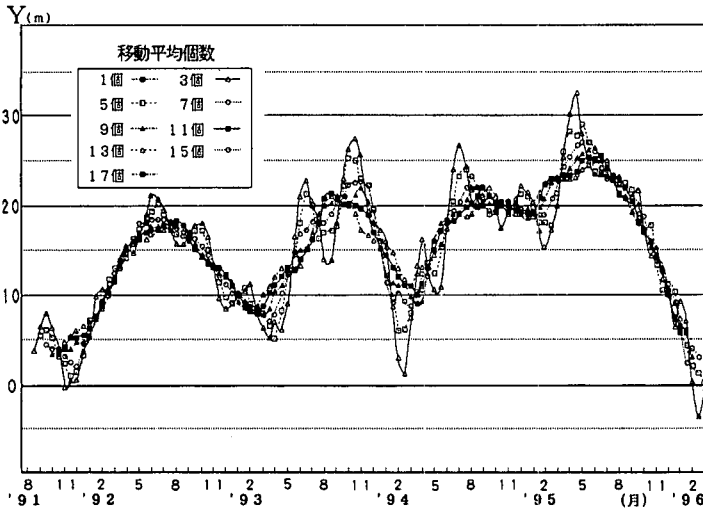


図-7 汀線位置変化の移動平均例 (St. 2)

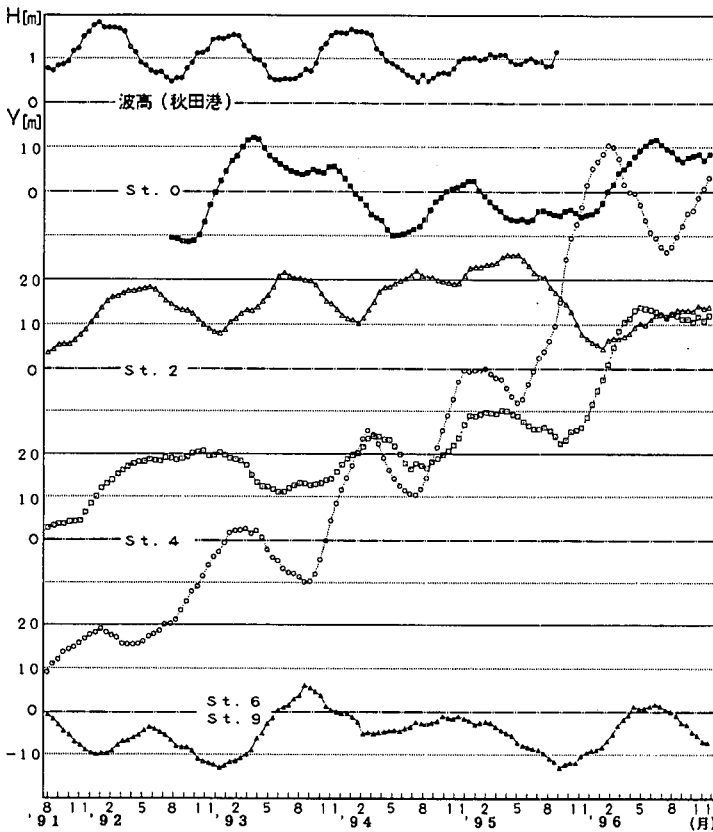


図-8(a) 移動平均された汀線位置の経時変化 (子吉川以北)

縦軸は汀線前進が正、後退が負として表示してあり、これは以下の図でも同じである。図-4によると、7点の移動平均で汀線位置移動量線はほぼ高波数成分が消えていることが判る。よって、本章の以下の図では7点の移動平均値を示す。

図-5(a)と(b)に1回おき(時間では約1年)毎の汀線測量結果から算出された汀線位置移動量を示す。図-5(a)は夏季から次の夏季まで、図-5(b)は冬季から次の冬季までの汀線位置移動量を示す。図中の黒く塗りつぶしたものは、各時期の島式漁港の築造段階を示す。沿岸方向の漁港位置は実際に即して示してあり、各段階の漁港と移動量線の対応は、岸沖方向の漁港位置を各移動量線の正方向の最大移動量より少し沖側に示すことで行っている。これらの図において、漁港位置に対する汀線位置移動量線の偏り具合に着目して、夏季から次の夏季、冬季から次の冬季までの沿岸漂砂の動向を判断すれば、図-6のようになる。そして、総合的に沿岸漂砂の動向を判断すると、図-6の()内ようになる。

図-6からも、対象海岸での沿岸漂砂の卓越方向の特定が容易でないことが理解される。

5. 汀線位置の経時変化

St. 2での汀線位置の経時変化の移動平均例を図-7に示す。図によると、11点の移動平均で汀線位置変化はほぼ高周波成分が消えていることが判る。よって、本章の以下の図では11点の移動平均値を示す。

各測点での移動平均された汀線位置の経時変化を図-8(a)と(b)に示す。測定開始時の汀線位置を基準に、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、潮位補正などは一切行っていない。図中には、参考として、秋田港と酒田港での15日間隔で読み取った日平均有義波高 H の移動平均値も示してある。これらの図より、次のことが判断される。

①St. 0での汀線位置は、その経時変

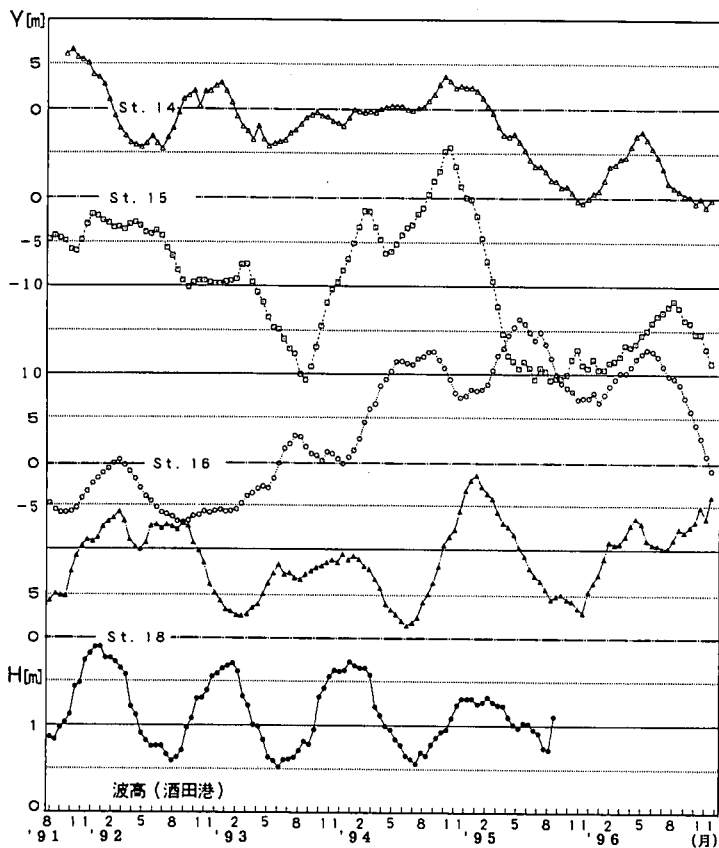


図-8(b) 移動平均された汀線位置の経時変化 (子吉川以南)

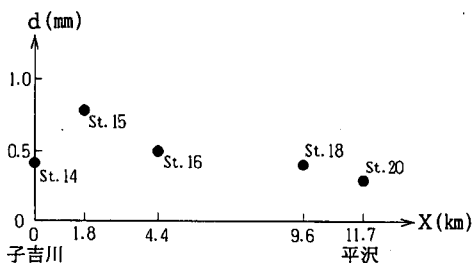


図-9 汀線での砂粒径の沿岸方向分布 (6年間平均)

化を見る限り、経年的に安定である。

②移動平均された汀線位置変化にはほぼ年周期の変動が見られる。それは St. 6 において顕著で、St. 6 でのそれには島式漁港が影響している。

③各々の汀線位置変化の間には位相差が見られ、各々の汀線位置変化の振幅の間には何らの規則性も見られない。これらのことから、汀線位置変化の一方方向への伝播が推定される。ただし、子吉川以北でのその伝播方向の特定は、これらの情報だけではできない。

④子吉川以南での汀線位置変化の伝播方向は、St. 15, 16, 18 での変化波形の類似性から、北から南と判断される。これは、St. 14 (子吉川左岸防砂堤の付け根) での汀

線位置が次第に後退していることや、汀線位置での砂粒径(中央粒径) d の沿岸分布(図-9 参照)からの一般的判断と整合する。秋田港と酒田港での3日間隔で読み取った日平均有義波高変化のクロス・スペクトル解析結果(際立ったエネルギー密度を持つ1年周期成分は南進)からの判断とも整合する。

6. 対象海岸での沿岸漂砂動向

島式漁港築造域での沿岸漂砂の動向(図-6)と各測点での汀線位置の経時変化(図-8)をクロス・チェックすることで、対象海岸での沿岸漂砂の卓越方向に関する有用な情報が得られる。

図-10に各測点での移動平均された汀線位置変化の極値形成時を示す(前進時は●, 後退時は○)。図中、■は秋田港と酒田港での移動平均された日平均有義波高の極小値形成時、□は極大値形成時、↑は汀線測量の実施時、▲は諸工事の開始時を示す。図によると、1994年の初期頃から St. 4 と St. 6 の間で汀線位置変化の極値形成時の分布傾向に差が見られ始める。その傾向差は1995年の初期頃から顕著になり、他の測点での分布傾向をも考慮する時、St. 6 での漂砂動向に何らかの異変が生じたことが推察される。

一方、汀線測量結果から判断された島式漁港築造域での沿岸漂砂の動向は、1992年いっぱい頃までは平衡、それから1993年いっぱい頃までは北から南、それから1995年の前半頃までは平衡、それから1996年の前半頃までは南から北である。1994年初期頃以後の沿岸漂砂動向の変化傾向は、上述した St. 4 と St. 6 の間の汀線位置変化の極値形成時の差異の傾向によく対応している(7章参照)。

そこで、汀線測量結果から判断された島式漁港築造域での沿岸漂砂動向と図-10における汀線位置変化の伝播動向に矛盾が生じないように走時線を引いた結果が図-10の実線である。子吉川以南での走時線は汀線位置変化波形の類似性から判断している。この走時線より、対象海岸での沿岸漂砂の卓越方向は北から南と判断される。この判断は、St. 14 での侵食傾向、子吉川以南での砂粒径の沿岸分布や秋田港と酒田港での日平均有義波高変化のクロス・スペクトル解析結果からの判断と整合しているが、従来の判断(田中ら, 1980)とは逆である。

走時線から判断される子吉川以北での汀線位置変化の

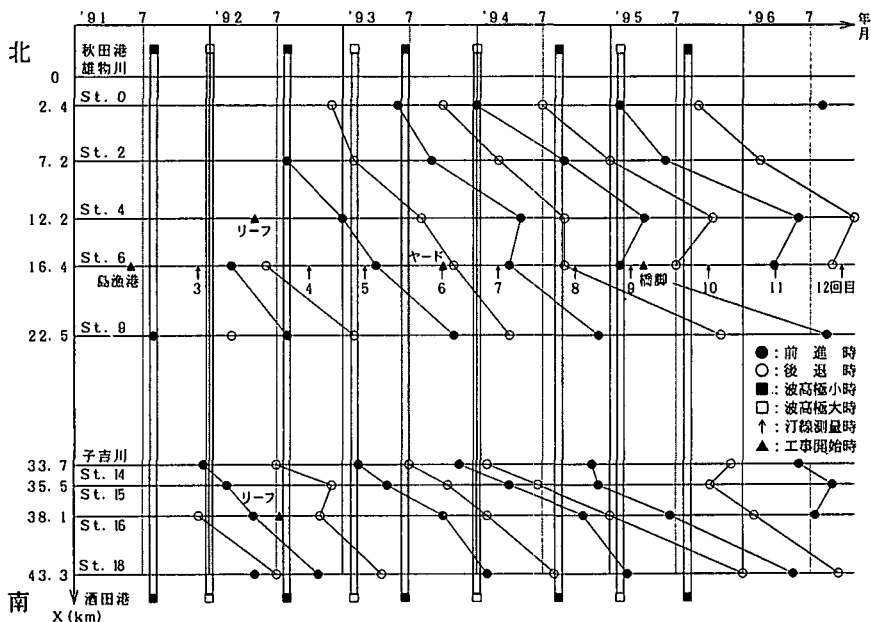


図-10 各測点での移動平均された汀線位置変化の極値形成時の分布

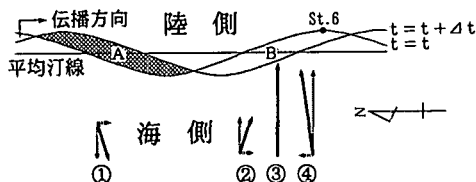


図-11 St. 4 と St. 6 の間の走時線方向の違いの説明図

伝播速度は約 10 km/年である。これは、太平洋側の静岡海岸での約 0.6 km/年(土屋, 1995)や日本海側の下新川海岸での約 0.8 km/年(土屋, 1996)に比べて、非常に大きい。岸沖漂砂が卓越する海岸の特徴かもしれない。また、静岡海岸や下新川海岸での伝播速度は漂砂の移動速度と解釈されるのに対して、本海岸でのものは汀線位置変化波形の伝播速度である。この点で、本海岸の汀線位置変化には本来の波動性があると言えよう。

7. St. 4 と St. 6 の間の走時線方向

1994 年初期頃を境として、St. 4 と St. 6 の間の走時線方向に違いが見られる。St. 6 での沿岸漂砂動向(図-6)と絡めて、その理由を定性的に考察してみる。

対象海岸は経年的にほぼ安定で(図-8)、岸沖漂砂が卓越とする。また、前章での判断から、汀線位置波形と沿岸漂砂は南進とする。時間 $t=t$ と $t+\Delta t$ での汀線位置波形が図-11 のようであるとすると、A 部分の砂は沖に行き、B 部分には沖から砂が来なければならない。海岸は安定、沿岸漂砂は南進で、岸沖漂砂が卓越するから、各部分での漂砂方向は①と②で、これが本海岸での基本

的な漂砂動向と考えられる。

このような海岸において、島式漁港などにより、B 海域での漂砂が図中の③(沿岸漂砂は平衡)や④(沿岸漂砂は北進)のようになったとする。この場合は、②の場合に比べて、図中の St. 6 での汀線最前進時は早めになる。④は、③に比べて、それが顕著であろう。同様な議論は汀線最後退時についてもでき、同じ結果が得られ、上述の走時線方向の違いは理解できることである。

8. むすび

本研究で得られた主な結論は次の通りである。①秋田県南部海岸での汀線位置変化には波動性が認められ、その周期は約 1 年である。②その伝播方向は北から南で、沿岸漂砂の卓越方向も北から南と判断される。③その伝播速度は約 10 km/年で、従来の報告値に比べて、非常に大きい。④汀線位置変化の波動性は侵食や堆積傾向の海岸に限られるものではない。

謝辞：本研究は文部省科学研究費総合研究(A)(代表：東北大学 澤本正樹教授)および(財)漁港漁村建設技術研究所の受託研究として行われた。謝意を表する。

参考文献

- 赤池弘次・中川東一郎(1972): ダイナミックシステムの統計的解析と制御, サイエンス社, 189 p.
- 宇多高明ら(1997): 静岡海岸で観測された sand body の移動とその発生機構, 土木学会論文集, No. 558, pp. 113-128.
- 運輸省港湾局(1991-1995): NOWPHAS.
- 田中則男・小山内英雄・夷塚葉子(1980): 我が国の主要海浜の特性について, 港研資料, No. 356, 67 p.
- 土屋義人(1995): 海岸侵食の波動性について(1)一静岡海岸の場合一, 海岸工学論文集, 第42巻, pp. 551-555.
- 土屋義人(1996): 海岸侵食の波動性について(2)一下新川海岸の場合一, 海岸工学論文集, 第43巻, pp. 586-590.
- 日野幹雄(1978): スペクトル解析, 朝倉書店, 300 p.
- 松富英夫ら(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.
- 松富英夫ら(1993): 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, 海岸工学論文集, 第40巻, pp. 451-455.