

相模川の河口閉塞に関する防災的研究*

徳田正幸¹⁾・田二谷正純²⁾・小泉俊雄³⁾・渡部勲¹⁾
竹田厚¹⁾・泉正寿²⁾・平元貢¹⁾・岩崎伸一¹⁾

Study on the River Mouth Blockade of the Sagami River — From the View Point of Disaster Prevention —

By

M.Tokuda¹⁾, M.Taniya²⁾, T.Koizumi³⁾, I.Watabe¹⁾,
A.Takeda¹⁾, M.Izumi²⁾, M.Hiramoto¹⁾,
and S.Iwasaki¹⁾

Hiratsuka branch of Oceanographic Studies,

National Research Center for Disaster Prevention¹⁾

Kokusai Kogyo Co.,LTD.²⁾

Chiba Institute of Technology³⁾

The Foundation of Sagami Bay Fisheries Improvement⁴⁾

Abstract

The river mouth blockade (ship passage blockade) at the Sagami River induces the social problem because the Hiratsuka fishing port is in the river mouth. In 1987, during April to September, the ship passage was totally blocked all day due to the river mouth blockade. Therefore, the state of damage was investigated to understand the phenomenon of river mouth blockade. Also the investigation for maintaining the safe ship passage at river mouth has been carried out based on the obtained results. The following results are ;

- (1) From the research of the damaging effects on the fisheriers, the fisheries, the decreasing of usage of river mouth passage due to the river mouth blockade was quantitatively acknowledged in 1984 and 1987. In these year, the fishermen's union made a petition to the authority. Especially in 1987, the damage was significant and the decrease of the ship and decline of number of holiday fishermen were reported.
- (2) From the analysis of the aerial photographs of shore line, it was found

*) 本研究は科学技術振興調整費の重点基礎研究『異常波浪による沿岸海底地形変化に関する研究』によって主に行われた。

- 1) 国立防災科学技術センター
- 2) 国際航業株式会社
- 3) 千葉工業大学
- 4) (財)相模湾水産振興事業団

that the most severely eroded area between Oiso and Enoshima was the east side shore of the Sagami river mouth. It was also acknowledged that the direction of longshore drifting sand was easterly in the west side of river mouth and the direction was westerly in the east side. From the analysis of wave data, it was found that the easterly longshore drifting sand was caused by westerly wind waves, and the easterly longshore drifting sand was caused by swells from SSE.

(3) The supply of $200\text{m}^3/\text{s}$. sand per one day forms the sandbar in the river mouth. It was supposed that the sand was supplied by the westerly drifting sand through the penetrable jetty at the east side of river mouth.

(4) From the hearing reseach, the information of the possible danger of river mouth passage which the fishermen had experienced, and the fishermen's counter measures and their future planning were obtained.

(5) The following results of disaster prevention method were proposed.

① In order to maintain the river mouth passage, if the jetty were the same structure, the discharge from Samukawa dam would be $50\text{m}^3/\text{s}$. However, if the east side jetty becomes no penetrable type, the discharge would be $30\text{m}^3/\text{s}$.

② In order to execute a proper dredging, the amount of sand to be dredged can be obtained by using equation (2) and the discharge from Samukawa dam determined by the predicted rain fall.

③ In order to reduce the damaging effect the river mouth blockade, the most possible and effective counter measure is to build the non-penetrable jetty at the east side of river mouth.

④ The effective safe navigation is a tide - navigation method which is a combination of the bathymetric chart of river mouth and predicted tide height.

Key words: coastal disaster prevention, drifting sand, beach erosion, river mouth blockade.

キーワード:沿岸防災, 漂砂, 海岸侵食, 河口閉塞

1. はじめに	3	4. 安全対策	26
2. 漁業被害の調査	5	(1) 河川流量の確保	26
2.1 河口水路の利用度	6	(2) 導流堤の機能の向上	26
2.2 漁船事故	7	(3) 合理的な浚渫工事の確立	26
2.3 漁獲量	7	(4) 安全航行法の確立	28
(1) 定置網漁業	7	5. まとめ	29
(2) しらす漁業	9	6. 謝辞	30
(3) 遊漁	9	付録 聞き取り調査	32
3. 河口閉塞の特性	10	(1) 河口閉塞(河口水路埋没)	
3.1 海底地形	10	による漁業被害	32
3.2 波浪特性	12	(2) 河口水路の悪化時の漁業者	
3.3 汀線変化の特性	15	の対処法	33
3.4 河川流量	19	(3) 河口閉塞の原因	33
3.5 河口砂州の特性	20	(4) 安全な河口水路の確保	35

1. はじめに

相模川の河口閉塞は図1に示したように、平塚漁港が河口内にあるために、大きな社会的な問題となる。最近、毎年河口水路が浅くなり危険な水路となり、1987年7月31日に終日航行不能となった。このようなことから、本研究は最近の河口閉塞による被害状況及び漂砂の調査を行い、河口閉塞の実態を明らかにするとともに、安全な河口水路の確保のための対策を研究することにある。

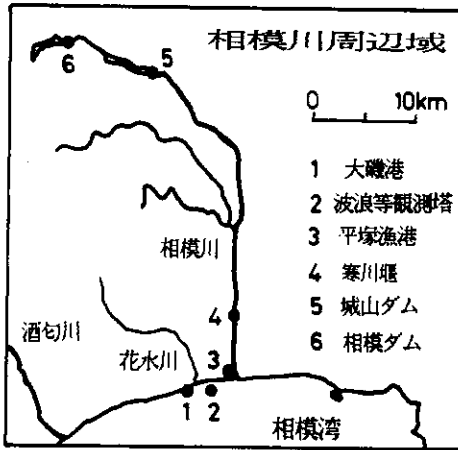


図1 相模川周辺地域の地理
Fig 1 Geographical features around the Sagami river

河口閉塞の研究は河口断面形状が河川流量と波浪によってどのように支配されるかを明らかにすることにある(山本(1967))。前者は土砂の掃流作用を持ち、後者は土砂の流入作用を持つ。最近の河川流量の減少に伴って、とくに河口周辺域において、侵食傾向にある海岸が多く見られる。このような状況から、河口砂州のフラッシュの問題を含めて、沿岸の漂砂機構の解明からも河口閉塞現象を見直す傾向が見られる(佐々木(1987),宇多ら(1988))。

相模川河口閉塞に関する研究は主に土木学会の相模川河口調査委員会(1968,以後単に調査委員会と呼ぶ)、広田(1969)、最近では藤井ら(1988)によってなされた。調査委員会及び広田により、河口流量(淡水流量)は寒川堰の放流量で代表させ、この流量と河口最狭幅の関係が明らかにされたこと、そうして河口水路で土砂の堆積を起こさないためには平均河川流量が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上必要であることが示された。藤井らにより河口部の地形変化の実態、とくに河口内に発達する砂州の特性が明らかにされ、この砂州の形成に必要な土砂量は1日当たり 200 m^3 で、この砂は河口の東の海岸(砂州の左岸の付け根部分)で侵食されたものであることが示唆された。しかしながら、これらの研究は次のような防災的対策の問題に直接的に答えていない。すなわち、

- ① 河口水路の維持に必要な寒川堰の放流量はどのくらいか？
- ② 放流量が不十分な時にどのくらいの土砂を浚渫すべきか？
- ③ 河口閉塞を防止するための有効な方法はないか？

④ 安全な航行のための計画はどのように立てるべきか？

後述するように、相模川の河口閉塞は河口内に大きな砂州の発達を伴う特徴を有するものである。このことと、上記の問題を明らかにするために、本研究は次のような項目について行った。

- 1) 過去の河口閉塞の状況を明らかにするために、被害状況及び浚渫工事の土砂量の実積を調べた。
- 2) 相模川の河口流量はほとんど寒川堰の放流量で決まる。この放流量（神奈川県企業庁の測定）と河口閉塞の関連性を調べる。これ以後神奈川県及び平塚市を単にそれぞれ県と市と呼ぶことにする。河口水路の航行に必要な河口断面積を明らかにするために、平塚漁港に所属する漁船の喫水を調べた。
- 3) 河口周辺海域の波浪の特性を調べるために、平塚沖波浪等観測塔（以後観測塔と呼ぶ）の波浪データを利用した。これらのデータを用いて、有義波の波高と周期の解析から波浪の経年変化を、スペクトルピーク波の波向き解析から沿岸漂砂の方向特性を明らかにした。
- 4) 河口周辺海域の沿岸漂砂の特性を明らかにするために、過去の航空写真（県及び一部著者らの撮影）による汀線変化、海底断面測量データ（県の湘南海岸整備事務所）による侵食土砂量の調査を行った。また河口から500m沖に光電式砂面計を1年間設置し、海底面の高さの季節的变化を観測した。
- 5) 河口内に発達する砂州の特性を明らかにするために、気球（風）による写真撮影と、湘南大橋からの斜め写真による写真測量を行った。

本研究の動機は1987年4月～9月に起きた河口閉塞（河口水路埋没）による河口水路の航行不能によって漁業活動への障害が生じたためである。表1に今までの河口水路に関する

表1 河口水路に関する主な出来事

Table 1 Major incidents related to river mouth passage.

1949年（昭24年）	相模ダムの完成
1963年（昭38年）	寒川取水堰（責任放流量 $12\text{m}^3/\text{s}$ ）
1964年（昭39年）	城山ダムの完成
1965年（昭40年）	河口導流堤の完成
1970年（昭45年）	相模川高度利用事業開始（寒川堰全面取水）
1979年（昭54年）	河口水路の航路の管理、県から市に移管
1984年（昭59年）	漁業協同組合、建設大臣に陳情
1987年（昭62年）	同上、県に陳情。7月31日終日航行不能

主な出来事を示した。最近においては1984年と87年の関係機関への平塚市漁業協同組合（以後組合と呼ぶ）の陳情から、これらの年において河口状態が極めて悪化していたことが分かる。また平塚漁港に登録されている漁船の喫水は図2に示した。この図よりほぼ水深2mあれば十分であることが分かる。航行水路の幅としては漁船の長さの2倍程度が操船上から必要となり、約20mとなる。よって河口水路の航行に必要な最小河口断面積は深さ2m×幅20m = 40m²と考えてよい。

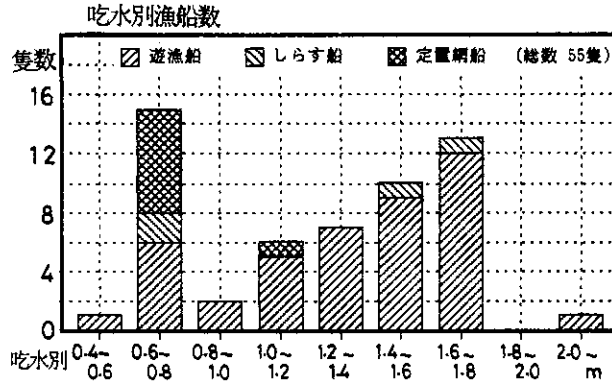


図2 平塚漁港に所属する喫水別漁船数

Fig 2 Number of fishing boats which belong to Hiratsuka fishing port classified by the draft.

以上のことから、本研究では対象期間を1982年から1987年まで6年間とし、河口閉塞による漁業の被害状況とその現象の特徴を調査し、その結果にもとづいて河口閉塞に対する今後の対策を議論する。

2. 漁業被害の調査

平塚漁港を基地とする漁業は、主に市の組合に所属する漁業者によって行われ、朝出港し夕方帰港する形態を取っている。主な漁業は定置網漁業、しらす漁業、遊漁である。河口水路の悪化の影響を明らかにするために、これらの漁業被害状況を調べた。データは1月～3月、4月～6月、7月～9月、10月～12月の4つに分けて解析した。

2.1 河口水路の利用度

漁業による河口水路の航行の利用度は免税軽油使用実績から評価できる。得られた結果は図3に示した。ここで稼働日隻数は稼働日数と隻数の積を表すものとする。最近の河口水路の利用隻数は約26隻である。よって1隻当たりの稼働日数は稼働日隻数/隻数で計算できる。図3より、1隻当たり年間170日前後稼働していることである。全稼働日隻数のうち、80%が遊漁船であり、この値は図2で示した隻数の割合とほぼ一致する。1982年から1987年までの日隻数の推移から自然増による日隻数の経年変化を推定すると、図の破線となる。ここで利用度の低下をすべて河口閉塞によるものと仮定すると、上記の自然増による経年変化(破線)から、それによる利用度の低下が推定できる。すなわち、破線からの落ち込みから概算すると、

1984年	150日隻数減	1隻当たり6日間減
1987年	600日隻数減	1隻当たり23日間減

これらの減少は主に4月～9月に集中していることである。ここで注意すべきことは平塚漁港の所属の漁船の中で免税軽油を使用していない漁船がある。その数は8隻である。よって河口水路の利用隻数は34隻となり、その結果減少した全日隻数は1984年に対して約200日隻数、1987年に対して約800日隻数となる。

以上のことから、1984年4月～9月と1987年4月～9月の期間に漁船稼働日隻数が減少し、とくに1987年の減少度が大きい。これらの年は表1で示した組合の陳情のあった年と一致する。このことから、漁船の稼働日隻数の減少は河口水路埋没の影響によるものと解釈できる。

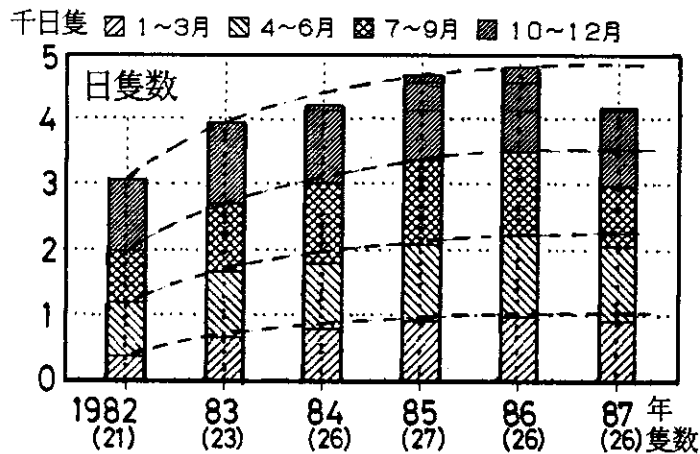


図3 漁船稼働日隻数の経年変化

Fig 3 Yearly change of fishing boats' working days

2.2 漁船事故

ここでは河口水路埋没により起きた漁船の事故について調査した。その結果、記録にあるものは表2に示した。これは1987年4月～8月に河口水路で起きた事故である。第3章(図7と図8)で示すように、河口域は沖に凸型の等深線をもつため屈折効果により波が集中し波高が高くなり、この波が河口水路に侵入する。河口水路が埋没傾向にある時は水路は非常に浅くなり、その幅も狭くなる。このために操船は困難となり、浅瀬に船を乗り上げ人身事故を含む大きな被害が出ることになる。表2より、金額が判明しただけでも約4カ月間に約170万円となった。これらは修理済みのものだけである。ほとんどの漁船は船底と河床との接触により、船体の擦過、プロペラシャフト等の変形、磨耗が生じていると思われる。

表2 河口水路における漁船事故の発生状況

調査期間、1987年4月8日～8月9日、組合の調査。

Table 2 Fishing boat accidents in the river mouth passage. (April 8th to August 9th in 1987 by the fishermen's union)

月、日	船名	破損箇所	修理費用(円)	適要
4. 8	第1三晃丸	舵軸	185,000	
4. 16	佳栄丸	インペラー	20,000	
4. 23	丸八丸	プロペラ	不明	後日ドック引き揚げ後判明
5. 5	"	プロペラ, シャフト	970,000	
5. 12	第2三晃丸	水カバー	不明	後日判明
5. 15	佳栄丸	インペラー, パイプ	23,000	砂の吸い込みによる
5. 17	第10豊漁丸	プロペラスクリュー	15,880	
6. 7	豊漁丸	右舷後部	47,350	導流堤との接触
6. 15	第2三晃丸	ビルジポンプ	19,000	砂の吸い込みによる
6. 26	"	シャフト, プロペラ, ユニバーサル	206,100	
7. 1	丸八丸	プロペラ	不明	後日判明
7. 2	"	"	"	"
7.(下旬)	平塚丸	舵	55,000	
7. 15	第2三晃丸	プロペラ, スタンチューブ	10,400	
7. 22	佳栄丸	船底	125,000	
7. 25	第2三晃丸	プロペラ, シャフト, ユニバーサル	不明	未請求のため
"	快飛丸	人身事故(乗子1名)		頭部打撲, 鎖骨骨折(入院中)
7.(下旬)	"	プロペラ, シャフト	不明	
8. 9	第11豊漁丸	人身事故		顔面, くちびる, ひざ

* その他殆んどの漁船で、船底と河床との接触により船体の擦過、プロペラシャフト等の変形、磨耗が生じているが、被害状況については閑漁期にドック引き揚げ修理をする時点でないと判明しない。

2.3 漁獲量

漁獲量の被害とは河口閉塞により予定時刻に漁船が河口水路への出入りができず、漁業活動に支障をきたすことによる漁獲量の減少を示す。遊漁では釣り客数の減少となる。しかしその量的評価は水産資源の正確な予測が困難なために非常にむずかしいと言える。

(1) 定置網漁業

平塚の4カ統の漁獲量と漁獲高の経年変化は図4に示した。図4の下図より、漁獲量は1984年をピークとし、それ以後減少傾向であるが、しかし漁獲高では1986年をのぞけばほぼ1億円と安定している。第2.1節の河口水路の利用度で行った方法を適用すると、河口閉塞の影響はほとんど確認できない。このことをより確かめるために、ほとんど同じ漁場において、相模川河口内に港をもつ場合（平塚4カ統）と、そうでない場合（大磯定置網）の漁獲高の比較を行った。図4の上図と中図より、両者は非常によく類似していることが分かる。これらにより、漁獲高においては河口水路埋没の影響は確認できないと結論できる。しかし、上述したように、水路の利用については明確に影響が現れており、水路利用上の障害を漁獲高の減少に結び付けない努力（工夫）が漁業者によってなされていたものと考えられる。すなわち、漁業者は他港（茅ヶ崎港、大磯港）の利用等の対応策をとっていたからである。このことは付録に示した聞き取り調査によって裏付けられる。

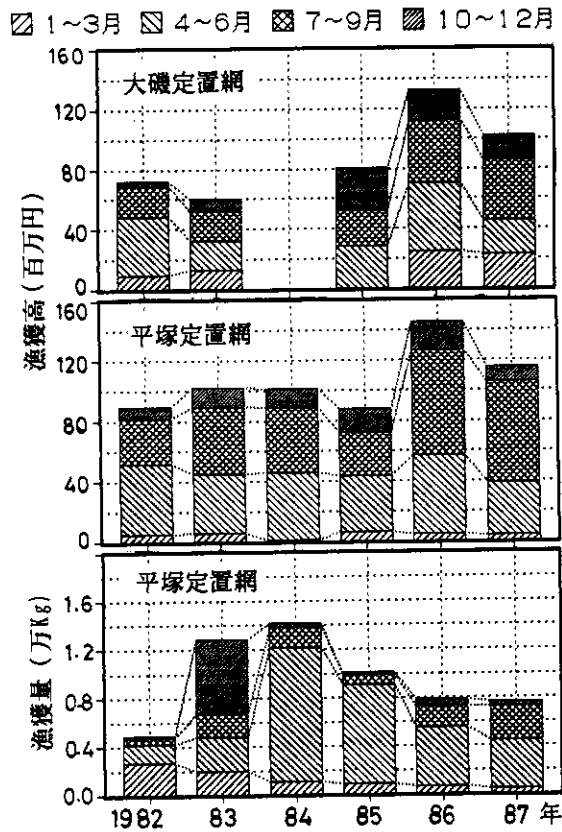


図4 定置網漁業の漁獲量の経年変化
大磯定置網では1984年は休業した。平塚定置網は4カ統分である。

Fig4 Yearly change of catch by the setnets.
Oiso set nets was out of work in 1984. Number for the Hiratsuka set nets is total amount of four groups.

(2) しらす漁業

しらすはイワシの子供である。これについての漁獲量と漁獲高の経年変化は図5に示す。これによると、1983年を除けば漁獲量(40トン)、漁獲高(3千万円)ともほぼ安定し、定置網漁業と同様に河口閉塞の影響は見られない。ここで注意すべきことは、しらすの餌料環境は河川水に影響される(三谷, 1988)と言われていることであるが、しかしここではその影響を含めても、漁獲量の減少は確認できないと思われる。

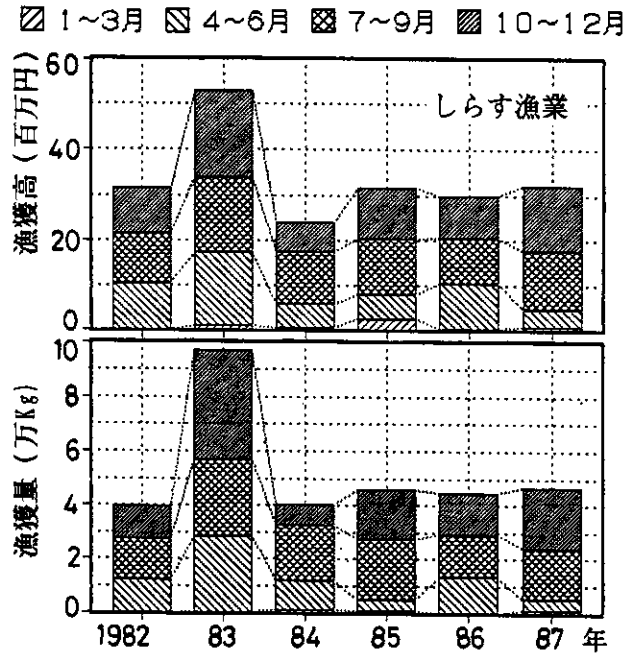


図5 しらす漁業の漁獲量の経年変化

Fig 5 Yearly change of whitebait catch.

(3) 遊 漁

遊漁とは遊漁船による釣り客のレジャー的漁業活動で、ほとんどが組合に属する漁業者によって経営されている。河口水路埋没の影響は釣り客数の減少をもたらす。図6は平塚にある代表的な4社のうち1社の釣り客数の経年変化を示した。売上高はほぼ釣り客1人当たり6千円として計算できる。これによると、1983年をピークにそれ以後釣り客数(2万人)及び売上高(1億2千万円)とも頭打ちである。河口水路の埋没による影響は年間の客数の変化において明確に見られないが、季節的に見ると1987年の7月~9月間の客数の落ち込みによって確認される。すなわち、過去5年間の平均値より約2000人程度の減少となる。これによる被害金額は約1.2千万円となり、年間売上高の10%になる。4社の客数の合計は7万人

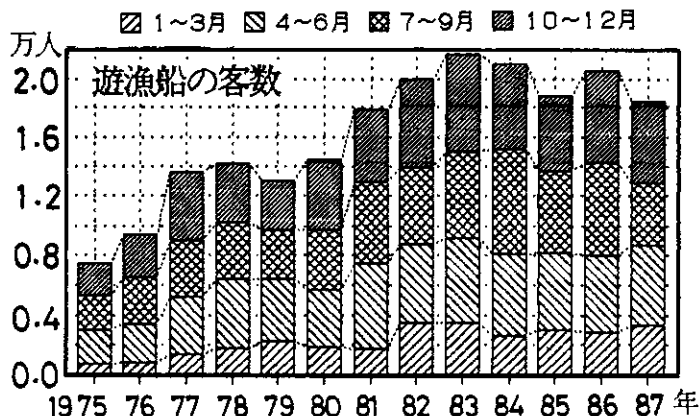


図6 平塚の代表的な1社の遊漁船釣り客数の経年変化

Fig 6 Yearly change of number of holiday fishermen of a typical Hiratsuka leisure fishing boat company.

と言われている。よって全売上高は4億2千万円となり、そのうち10%の約4千万円が遊漁の受けた被害金額と推定される。遊漁が他の漁業と異なり被害を受けた理由は河口水路埋没が釣り客に心理的な大きな影響を与えたこと、そして聞き取り調査(付録)で説明するように近くの港の利用がその港での同業者の商売上の競争によりできなかったことによると思われる。このようなことは聞き取り調査によって判明したことである。上記のことをさらに確認するために、他の釣り宿のデータも解析すべきであるが、信頼性のあるデータが得られなかったために断念した。

以上により、河口閉塞による漁獲的被害は遊漁のみに確認され、それは1987年4月～9月に集中的に生じたと言える。

3. 河口閉塞の特性

前章から、最近の河口閉塞による河口水路埋没の漁業への影響は、河口水路の利用度の減少として、1984年と87年に示された。これらの年はいずれも陳情が行われた年である。とくに1987年は漁業被害として、漁船の損傷と遊漁の客数の減少によって確認された。本章ではこの年の河口閉塞を中心にその特性を議論する。使用するデータは海底地形、波浪、沿岸漂砂、河川流量、河口砂州の挙動に関するものである。

3.1 海底地形

図7は当センターの観測艇を用いて深淺測量を行って得られたものである。潮位による水位の補正を行うために、海からの波浪の影響を受けない河口内の棧橋で10分ごとに潮位を測定した。得られた潮位変化はほぼ観測塔の値と一致した。この図より、海底地形は深さ-5m

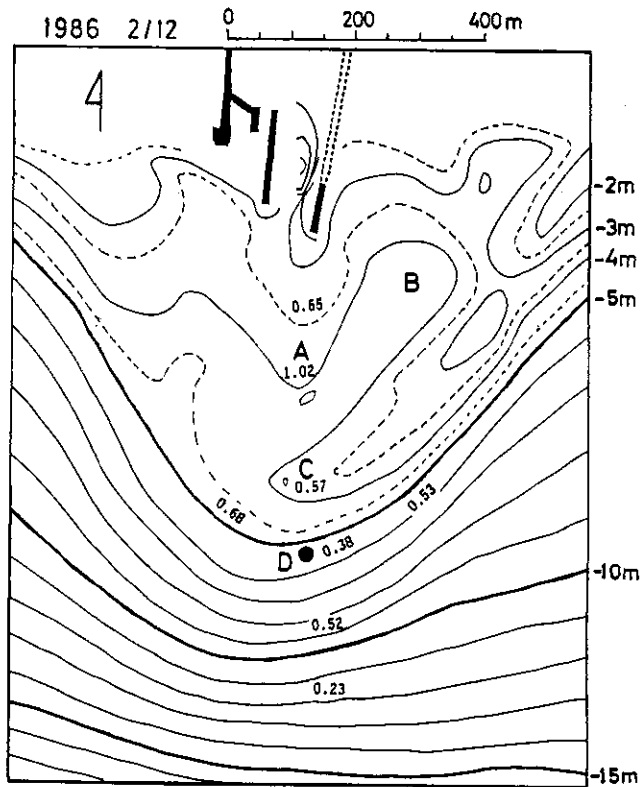


図7 相模川の河口域の海底地形 D点は砂面計の設置点である。
 Fig 7 Sea bottom topography of Sagami River mouth.
 D indicates the location of Sand Surface Meter.

まで河口デルタ形状となっていること、それより浅いところにおいて、東側に大規模なバー（図7のCの部分）とトラフ（図7のBの部分）地形が存在することである。これらの地形は藤井ら（1988）の測量からも指摘されているように、一時的なものではなく長年にわたって存在するものである。このような地形が常に存在するためには、大きな波長をもつ波が常にSSEの方角から伝播して、大きな波高時に水深-4m付近で砕波していることを意味する。このような波の存在は後述する波浪の波向き特性で観測データから実証される。このような波の存在とその働きについては、今までの研究・調査でほとんど指摘されていなかったことである。

河口水路の深浅図は図8に示した。これらは漁業被害がもっとも大きかった1987年のものである。河口閉塞の特性の解明には水路の地形の変化の情報が不可欠であるが、残念ながらそこでの波浪が高く水深が浅いために、測量が困難で、信頼のあるデータが多く得られていない。この図から分かるように、河口水路は水深1mを確保するのが精一杯と言える状態であった。図2から分かるように船の喫水から航行に必要な水深は-2mである。よって満潮時に近い時でないとう水路は航行できないことになる。このような状況のもとで表2に示したように、多くの漁船事故が発生したことになる。

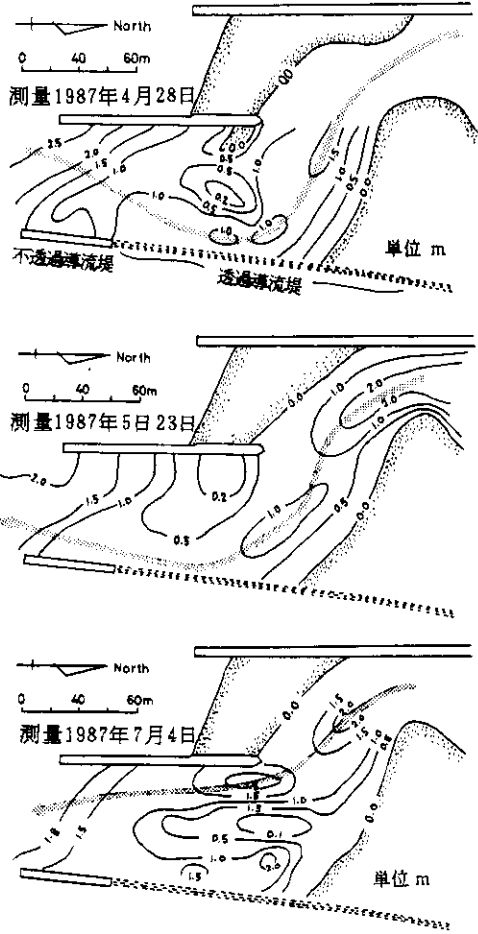


図8 河口水路の深浅図(市の測量)
水路の中のラインは安全航行コースを示す。下図において西側の導流堤の近傍の深みは浚渫工事によって掘られたもの。

Fig 8 Bathymetric chart of river mouth passage (by City of Hiratsuka)
The line shows the safe passage.
The deep part at the foot of west side jetty is caused by the dredging in the bottom figure.

3.2 波浪特性

使用したデータはすべて平塚沖1kmにある観測塔(水深20m, 図11)で観測されたものである。これらの計測法等については渡部・徳田(1984)及び徳田ら(1984)で示されている。図9は海上風と有義波の特性の経年変化を示した。データ解析は1時間ごとの観測値を1日平均した後3カ月ごとに各種の統計処理を行った。風はベクトル量であるために、単純な平均をとらず、大きな波浪を引き起こす南成分(海からの風)を含むものだけを取り出して統計処理を行った。その結果、有義波について、1987年を除けばほぼ同様な波浪が発達したことになる。しかし1987年は他の年に比べて波高が高く、周期が短い風浪が1年を通して卓越した年である。これは風の分布においても、この年において西寄りの風が10月~12月の時期に少し弱くなるがほぼ1年通じて、強かったことに対応している。このような風浪は風向と一致する波向きをもつことになる。

波浪の波向きのことを明らかにするために、波浪の波向き特性を1987年について観測した結果、図10を得た。解析法は個々波法(徳田(1983))によった。この方法は水面の高まり

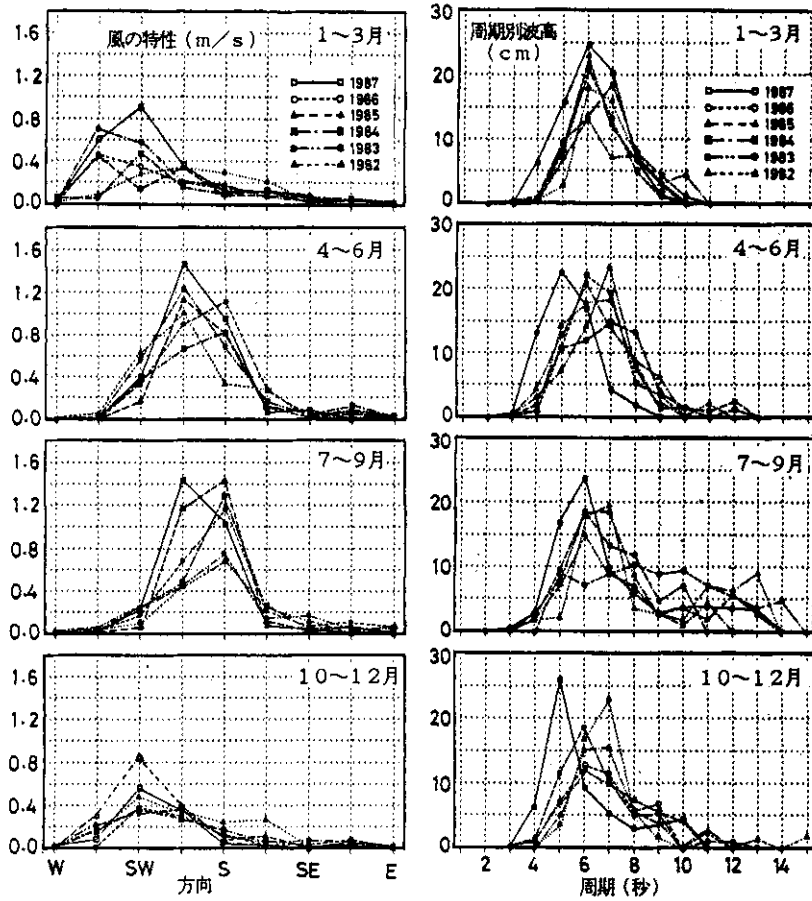


図9 観測塔における風と有義波の特性の経年変化

Fig 9 Yearly change of characteristics of wind and significant waves at the observation tower.

を成分波の重ね合せと仮定する従来の方法と異なるものである。この方法を用いれば、うねりと風浪について波高、周期、波向きの情報合理的に計算される。得られた結果より、第1に卓越するエネルギーをもつ波は冬期(1~3月, 10月~12月)においては南~南南西の波向きをもつ、周期が比較的短い波であり、夏期(4月~9月)においては南~南南東の波向きをもつ、周期が比較的長い波である。このことは図9の風の季節的な特性とよく一致する。第2に、年間を通じてもっとも頻度の高い波は南南東から伝播してくる波で、波高が低く周期が長いうねり的な波で、外洋から大島の東側を通過して相模湾に入射してくる波と言える。第3に、年間を通じて波高(エネルギー)の高い波は真南から伝播してくる波で、河口周辺の海岸線に対してほぼ直角に入射するため、岸沖漂砂を引き起こすが、沿岸漂砂への寄与は小さい。以上のことにより、沿岸漂砂の方向が波向きによって決まるために、これらの波向き情報は重要なものとなる。

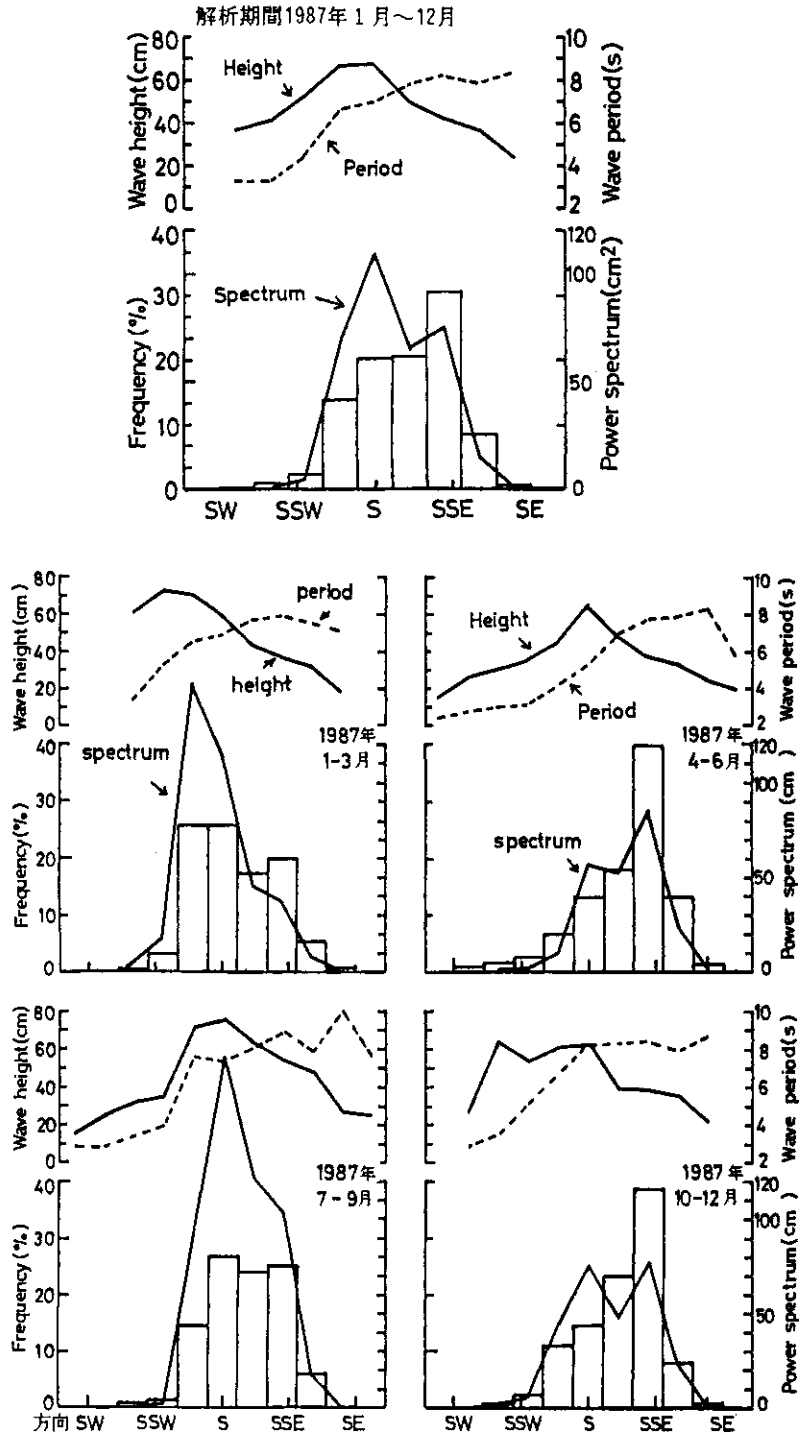


図10 観測塔における波浪の波向き特性
 Fig 10 The characteristics of wave direction at the observation tower.

3.3 汀線変化の特性

河口周辺海域における沿岸漂砂は上述した波浪の波向き特性により、東向きと西向きの両方が存在することである。このことを確かめるために、航空写真による汀線変化と海底横断面測量データによる土砂量の変化の解析と、砂面計による海底面の高さの観測・解析を行った。航空写真の解析においては潮位補正を行った。使用した潮位データは、平塚沖の観測塔の予測潮位から求めた。

汀線変化から議論する。図 11 は大磯・江ノ島間の汀線変化である。これによると、もっとも大きい汀線後退は相模川河口の東側の海岸で、後退速度は -5 m/年 である。これに次ぐものとして大磯港の西側、柳島海岸 (No. 2)、茅ヶ崎漁港の東側 (No. 6~7)、鳥帽子岩の海岸 (No. 8~12) である。これらの後退速度は -2 m/年 以下である。このうち大磯港の西側は最近後退が止まっている。一方、汀線前進は平塚海岸から大磯港の東側 (No. 3~9) と茅ヶ崎漁港の西側 (No. 4~5) となる。これらの前進速度は約 $+1.5\text{ m/年}$ である。大磯・江ノ島間において全体として後退傾向にある。

図 12 と図 13 はとくに河口周辺を詳しく示したものである。ここでもっとも海岸侵食が激しい河口域の海岸に注目する。この海岸の汀線は 1964 年頃西の海岸とほぼ同じレベルにあった。それ以後、西の海岸はほぼ 10 年の周期で侵食・堆積を繰り返し、平均的には安定している。しかしながら、東の海岸は一方向的に後退して行った。その結果、東の海岸の汀線は導流堤の不透過構造部 (図 8) から離れて行き、後述する西向きの沿岸漂砂が導流堤の透過構造部を通じて直接に河口内に侵入することになった。このことが、相模川の河口内に大きな砂州を発展させ、河口水路の悪化をもたらした大きな原因の一つと考えられる。もう一つ注目すべきことがある。河口の西の海岸である。西の導流堤において、1969 年から 1986 年まで砂の堆積がなかったが、1987 年以降 (写真 4 の 86 年 10 月 4 日と 87 年 3 月 4 日の比較) 砂が堆積したことである。これは前節の波浪特性で述べた、1987 年に卓越した西寄りの風浪による東向きの沿岸漂砂によるものと思われる。

以上の汀線変化の特性により、沿岸漂砂の方向が推論されるが、その前に県が毎年実施している海底横断面測量データを用いて土砂量の変化特性を調べることにする。図 11 に示すように、測線は全部で 34 ラインで、平均間隔が約 450 m となる。計算方法は比較する 2 時期の海底の横断面積の差を隣接する測線で求め、測線間でその差の平均面積を求める方法である。この方法で、毎年の土砂量の変化について信頼ある値を得ることは、上記のデータに対して困難である。なぜならこれらのデータは実際に起きている漂砂現象に対して、測線の間隔 (時間と空間) 等において不十分であるから、すなわち、細かい測量間隔で、少なくとも月に 1 回の測量が必要となる。よってここでは 1981 年と 88 年の 2 時期をとり、7 年間の土砂量の変化を、陸上の基準点から水深 10 m までの範囲として求め、その結果を上記の汀線変化の

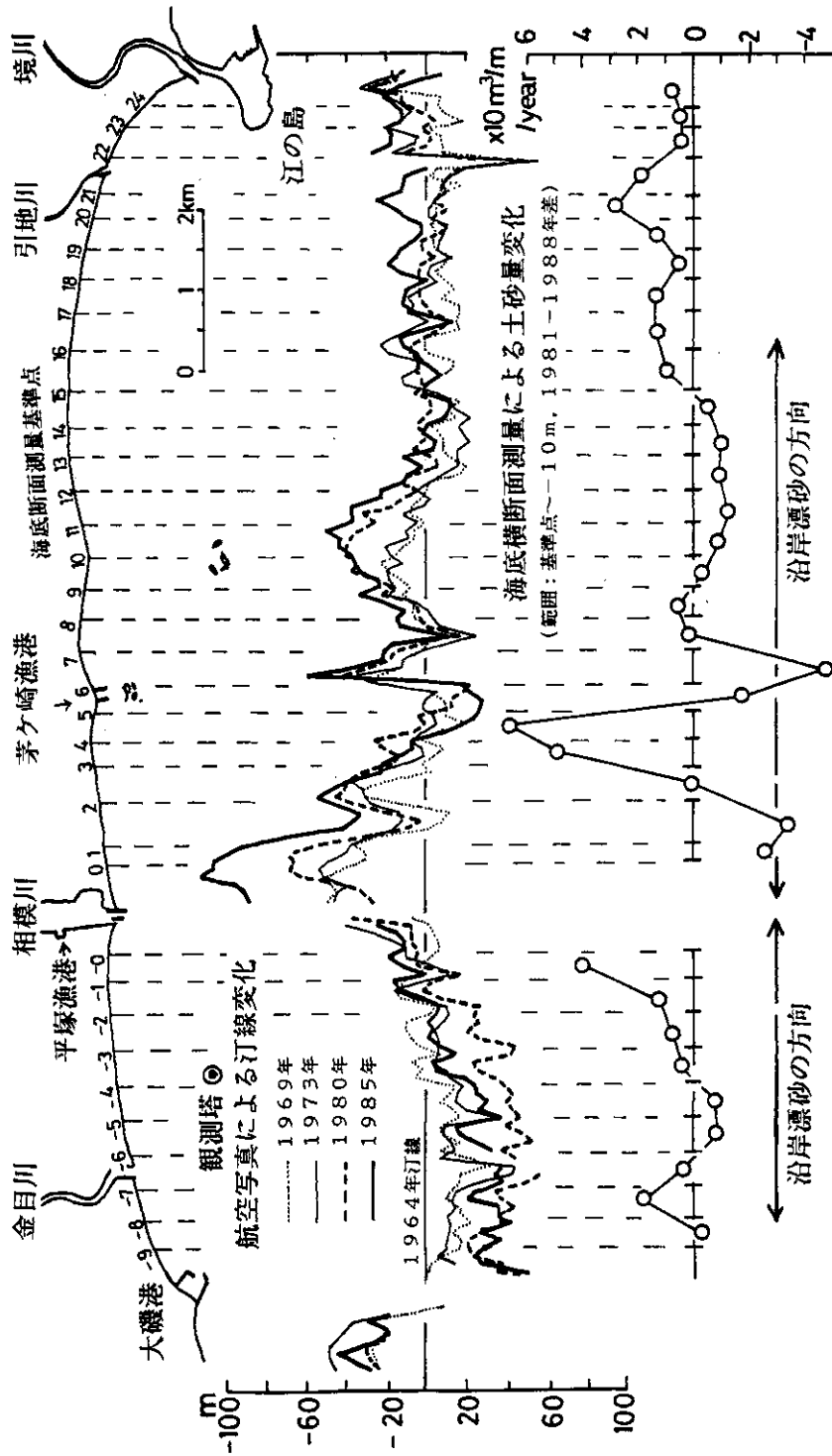


図 11 大磯・江ノ島間の江線変化と海底断面測量による土砂量の変化
 江線変化の解析に使用した航空写真は78年以外は県が撮影したものである。
 Fig 11 The change of shore line between Oiso and Enoshima, and
 amount of sand obtained by sea bottom section measurement.
 (from the aerial photographs taken by Kanagawa Prefecture)

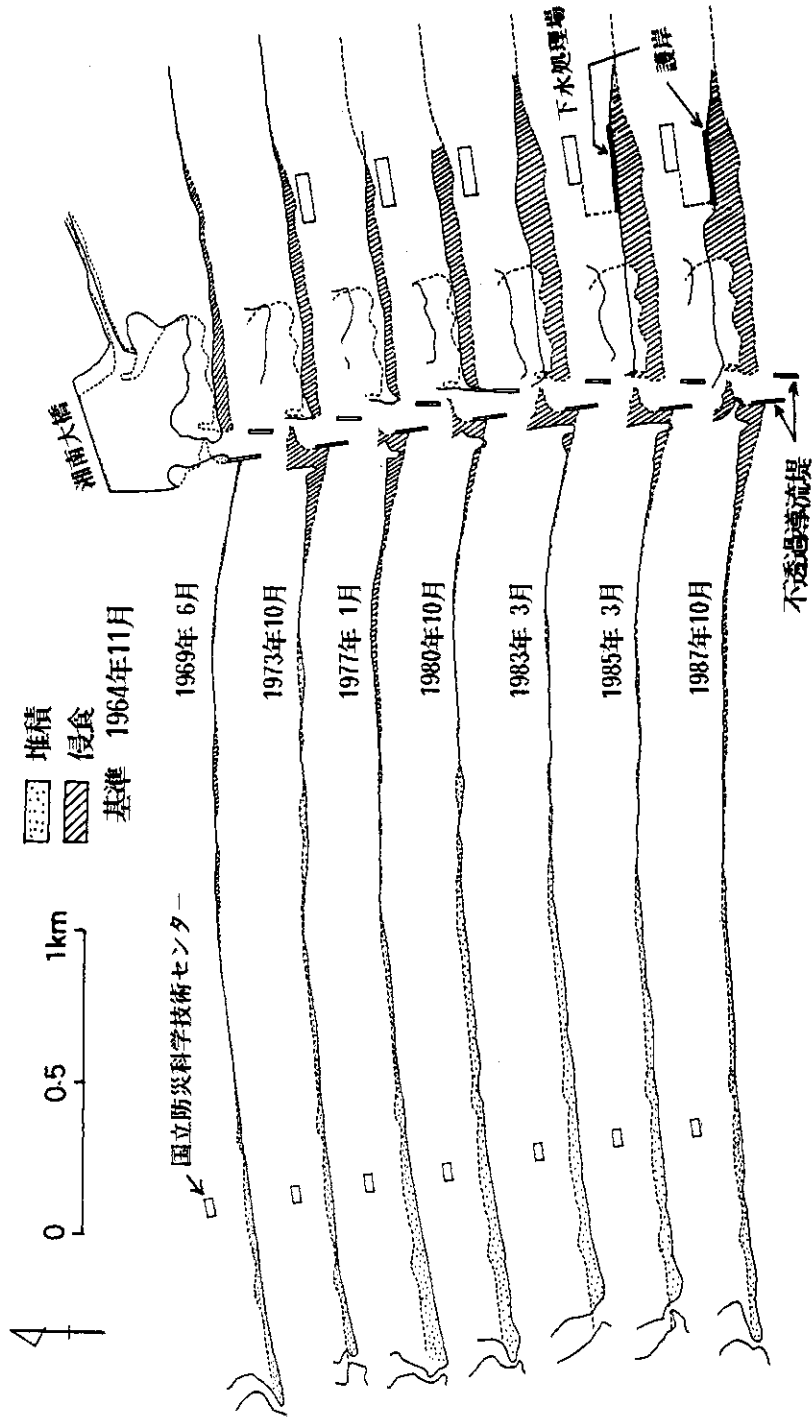


図 12 平塚海岸の汀線変化と侵食状況 使用した写真は図 11 と同じ.

Fig 12 The change shore line and the state of erosion at Hiratsuka

(The same photographs as Fig. 11 were used except 1987)

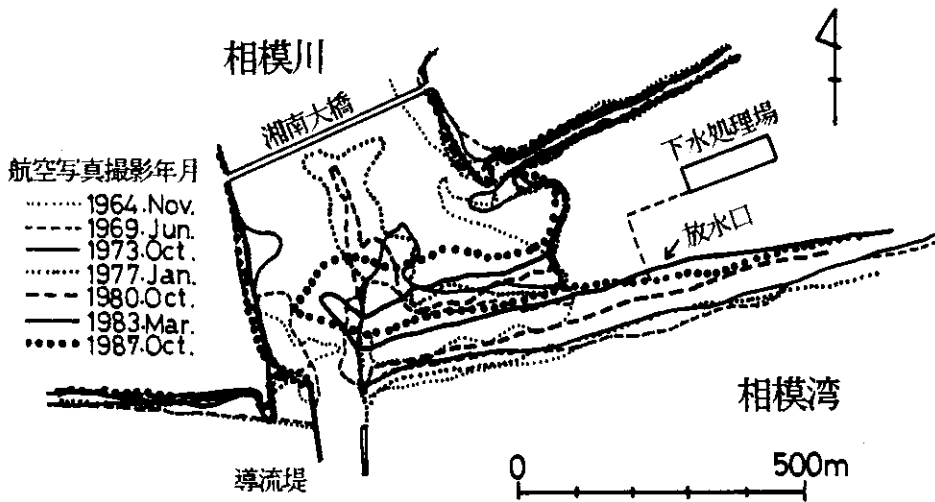


図13 相模川河口周辺の汀線変化 使用した写真は図12と同じ。
 Fig 13 The change of shore line around the Sagami river mouth.
 (The same photographs as Fig.12)

図11に併記した。この図より、河口近傍の土砂は東西両方向の沿岸漂砂によって輸送される。これら運ばれた土砂がもっとも堆積するのは東方においては茅ヶ崎漁港の西側に、西方においては河口のすぐ西側となる。河口近傍の土砂の輸送については黒木(1988)の阿賀野川の河口調査によっても研究されている。それによると、河口デルタの土砂が運ばれる範囲は河口から約3 km程度であると報告している。よって上記した主要な土砂の堆積範囲は阿賀野川の場合とほぼ一致する。

以上の議論により、沿岸漂砂の卓越方向を判断すると、図11の結果となる。すなわち、沿岸漂砂の方向は河口周辺をのぞくと、相模川の東方では西寄りの波向きをもつ風浪による東向きが、西方では東寄りの波向きをもつうねりによる西向きが卓越することになる。河口周辺では河口デルタの地形の影響により、周辺外と逆の方向の沿岸漂砂が卓越することになる。なぜなら、河口デルタのすぐ東側では西寄りから入射する波が発散され減衰し、逆に東寄りからの波は収斂され波高が大きくなる、一方西側では反対に西寄りからの波がより高められることになる。

上述したように、汀線変化等の特性によって、沿岸漂砂の特性は推定されるが、岸沖漂砂については十分に推定できない。これを明かにするために、沿岸漂砂があまり卓越しない、河口から約500 m沖(水深5 m)の海底に砂面計を約1.5年間設置して観測した(写真1, 図7)。同じ点に2台の砂面計を設置したのはデータの信頼性を高めるためである。サンプリング間隔は2時間ごととし、2カ月ごとにデータの回収を行った。その結果図14を得た。これは1カ月ごとに平均して求めた海底面の深さの変化である。この図より季節的変化の特徴が明



写真1 河口沖500m(-5m水深)に設置された2台の砂面計 向かって右手方向が北側(陸側),左手方向が南側(沖側). 2台の砂面計の間隔が50cmである.

Photo 1 Two Sand Meters at 500m off the coast (depth:-5m). North side (coast side) is to right and South side (Sea side) is to the left. The distance between two instruments is 50cm.

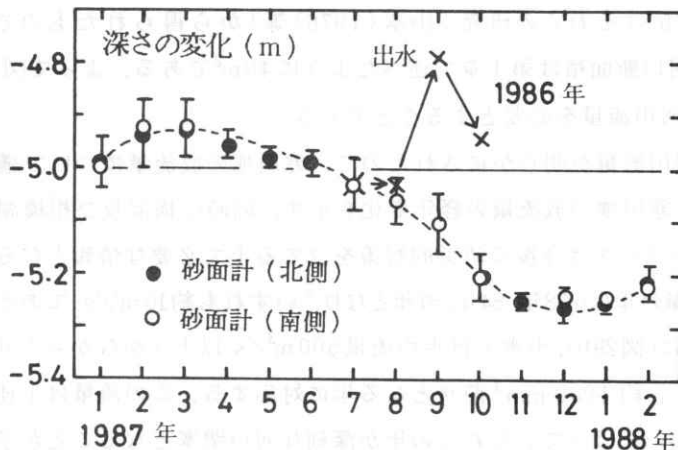


図14 砂面計で観測された海底面の深さの季節的变化
Fig 14 Seasonal change of sea bottom height measured by Sand Surface Meter.

確に示された。すなわち、冬期に砂は沖から岸の方向に移動するため堆積し、夏期に砂は逆に岸から沖の方向に移動するため侵食することになる。夏期において河川の出水がないと年間約20cmの侵食となる。このような岸沖漂砂サイクルは相模湾において冬期は海が穏やかで、夏期には海が荒れることに対応するものである。

3.4 河川流量

第1章で述べたように、調査委員会によれば相模川の河口の最狭幅は寒川堰の放流量によってほぼ決定できることである。このことは第3.2節で述べた波浪の経年変化があまり大きく

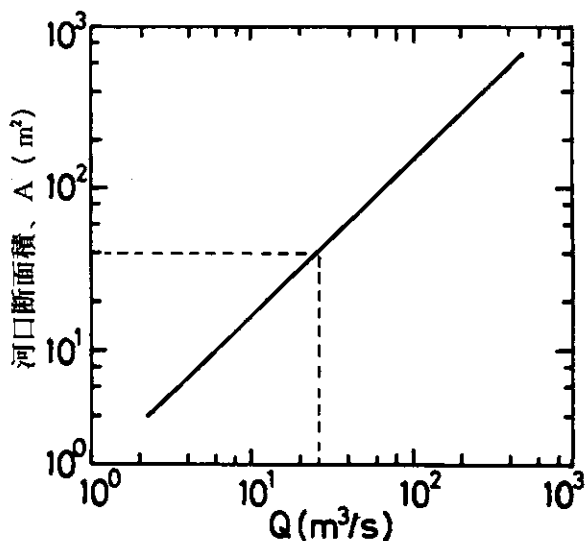


図15 河川流量 Q と河口断面積 A の関係
 Fig 15 The river flow amount, Q , and cross sectional area of river mouth, A

ないことによって裏付けられる。河川流量と河口断面積の関係は今まで多くの河川について調べられた。図15はそれらの研究(山本(1976)等)から得られたものである。河口水路の航行に必要な河口断面積は第1章で述べたように 40m^2 である。よって図15より、少くとも約 $30\text{m}^3/\text{s}$ の河川流量を必要とすることである。

航行に必要な河川流量が明らかにされたので、寒川堰の放流量について議論する。図16は最近13年間における寒川堰の放流量の経年変化を示す。同時に横浜及び相模湖の雨量についても示した。雨量のデータは今後の防災的対策を立てる上で必要な情報となる。図16により、もっとも少ない流量の年は1978年、84年、87年となり、いずれも約 $10\text{m}^3/\text{s}$ である。しかもこれらの年は後述するように(図29b)、出水(日平均流量 $500\text{m}^3/\text{s}$ 以上)がなかった年であり、相模湖の年間雨量として、約 1000mm^3 前後となる年に対応する。この流量は上述した航行に必要な流量の $1/3$ である。よって、これらの年が深刻な河口閉塞となることが予想される。これらのうち、84年と87年はすでに述べように漁業被害が出た年と一致する。しかしながら、1978年においては河口閉塞の影響が確認できなかった。その理由は第3.3節の汀線変化の特性で述べた、東側の海岸の汀線が1978年頃は東側の不透過導流堤からあまり離れておらず、西向きの沿岸漂砂が直接に河口に侵入せず、河口内に砂州を形成させなかったことによると推定できる。この年は大きな出水もなかった年である。

以上のことにより、相模川の河口閉塞は寒川堰の放流量ばかりでなく、河口内に発達する砂州によって大きく影響を受けることである。この砂州は河川上流からの土砂でなく、東側の海岸の侵食された土砂によって主に形成される。

3.5 河口砂州の特性

河口砂州の研究は最近阿武隈川について、谷口ら(1986)や野村ら(1986)によって行わ

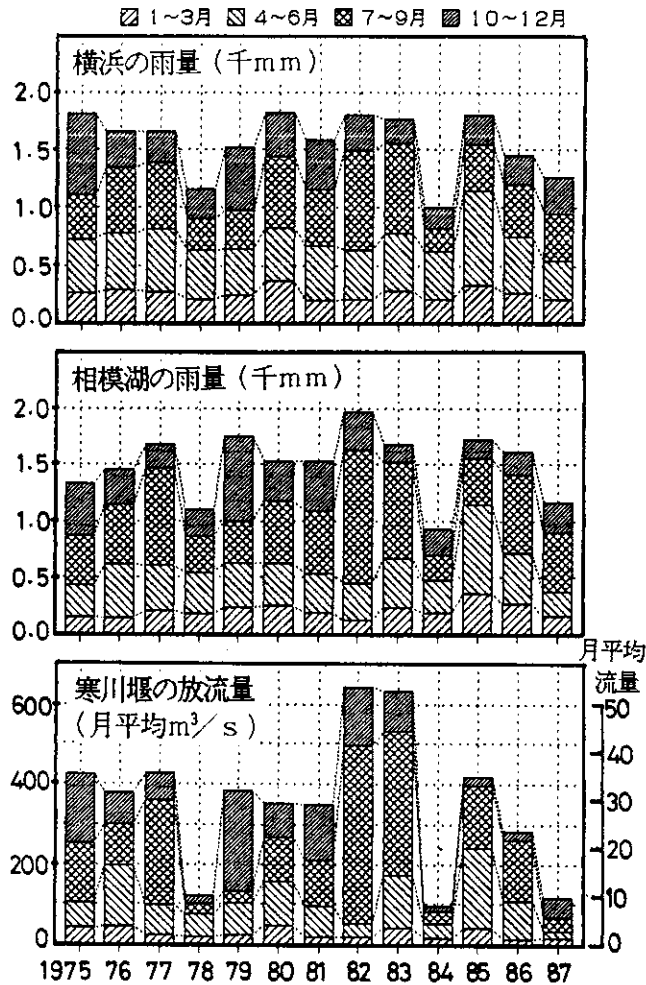


図 16 横浜及び相模湖の雨量と寒川堰の放流量の経年変化。

Fig 16 Yearly change of rain fall at Yokohama and Sagami Lake, and discharge from Samukawa dam.

れているが、その発達と出水による変形の機構はまだ十分に明かにされていない。前節において、河口内に発達する砂州が河口水路を悪化させていることが分かった。本節でこの砂州について議論する。ここで砂州と呼ぶ部分は東側の導流堤の延長線より川内へ突き出した部分とする。砂州の特性を調べるために、気球による垂直写真撮影と、湘南大橋からの斜め写真撮影を行った。

写真2は気球から撮ったものである。この撮影システムは強風時は凧を用い、微風時には気球を用いて、上空から撮影するものである。撮影装置は35mmのカメラとビデオカメラを持ち、常にビデオで画像をモニターしながら、ラジコン操作でカメラのシャッターを切って写真撮影を行うものである。観測時は微風であったために、写真3で示すように気球を用いた。

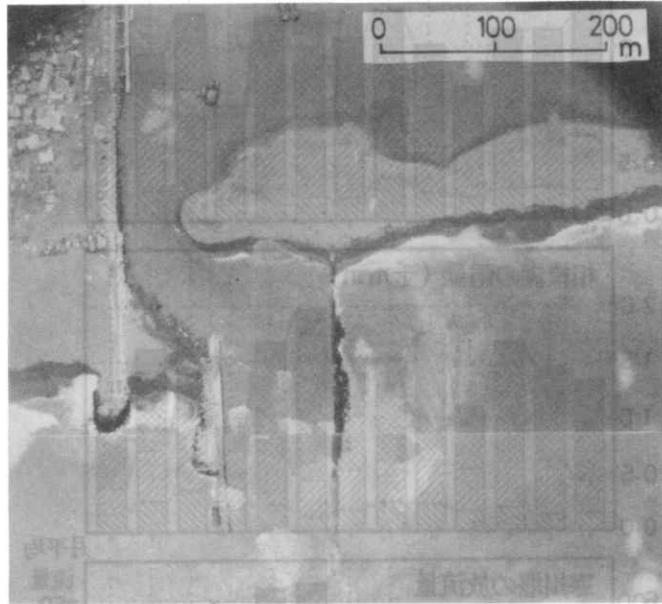


写真2 相模川河口内の砂州
1987年7月2日気球から撮影したもので、合成写真

Photo 2 The sanbar in the Sagami River mouth
(Taken from the baloon on July 2nd, 1987. Combined
photograph)



写真3 使用した気球と撮影作業の準備状況

Photo 3 Baloon and preparation of aerial photograph

撮影作業と同時に、砂州上にあらかじめ設置した7点の標識点の測量を行った。これによって、砂州の水面上の面積と体積がそれぞれ約10000m²と約6000m³であることが分かった。平均水深を約3mとすると、川床からの全体積は約36000m³と推定される。

斜め写真撮影は1986年4月から1987年3月で平均2日に1回行った。撮影方法はあらかじめ決めた湘南大橋の手すりから、常に画面の中央に東側の導流堤の先端がくるようにカメラの角度を設定した。撮影期間中2回の出水があった。本論文では出水は日平均流量が500m³/s以上のものとする。写真4は2回目の出水の前後の砂州の斜め写真である。図17はこれらの斜め写真から砂州の形状を読み取って作ったものである。気球で計測した砂州の形状(1986年7月2日撮影)を基準として解析した。砂州は86年7月の基準の形から1カ月間発達した後に第1回目(CASE1)の出水(日平均流量516m³/s)を受け、約1/2の大きさとなり、約2カ月後に基準の形に戻り、再び第2回目(CASE2)の出水(1061m³/s)を受け、砂州の大きさはゼロとなり、約6カ月後に基準の形に戻ったことになる。これらをまとめると表3を得る。これらの結果から、砂州の発達に供給される土砂量が概算できる。すなわちCASE2を用いると、36000m³/6カ月≈200m³/日となる。この値は藤井ら(1988)の結果と一致する。またこれから、出水による掃出土砂量の割合も推定できる。すなわち、掃出土砂量の割合=掃出土砂量/放流量。よって日平均流量1m³/s当たり約35m³の掃出土砂量となる。

河口砂州は前節で指摘したように、河口の東側の海岸で削りとられた砂で主に作られる。

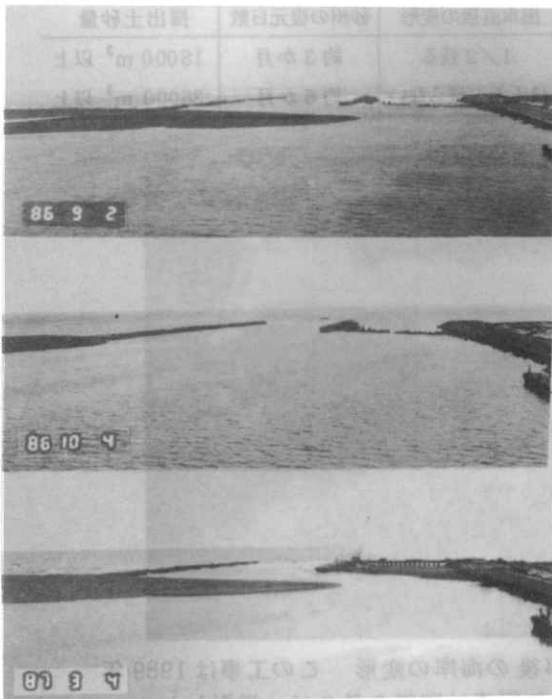


写真4 砂州の発達状況

写真は湘南大橋から撮った斜め写真である。上図は出水前、中図は出水(1986年9月3日)1カ月後、下図は出水の6カ月後。

Photo 4 Development of sandbar
(Taken from Shonan bridge, oblique photograph)
Top : before the flood
Middle : a month after the flood
Bottom : six months after the flood

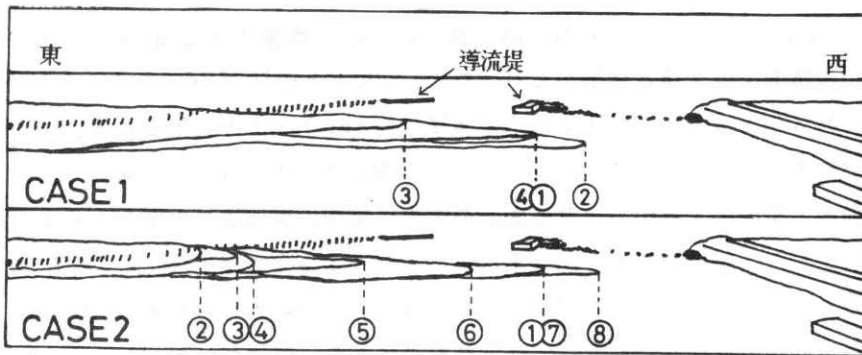


図 17 砂州の発達状況

上図において、① 86年7/2, ② 86年7/31, ③ 86年8/6, ④ 86年9/2

下図において、① 86年9/2, ② 86年10/4, ③ 86年11/6, ④ 86年12/5, ⑤ 87年1/6, ⑥ 87年2/4, ⑦ 87年3/4, ⑧ 87年4/4

Fig 17 Development of sandbar

Upper figure: ① 7/2/86, ② 7/31/86, ③ 8/6/86, ④ 9/2/86

Lower figure: ① 9/2/86, ② 10/4/86, ③ 11/6/86, ④ 12/5/86, ⑤ 1/6/87, ⑥ 2/4/87, ⑦ 3/4/87, ⑧ 4/4/87

表 3 出水による砂州の変形

Table 3 Change of sandbar by the flood

	出水の時刻	日平均放流量	出水直後の変形	砂州の復元日数	掃出土砂量
CASE1	1986年8月5日(台風10号)	516 m ³ /s	1/2 残る	約3か月	18000 m ³ 以上
CASE2	1986年9月3日(台風15号)	1061 m ³ /s	ほとんど残らない	約6か月	36000 m ³ 以上

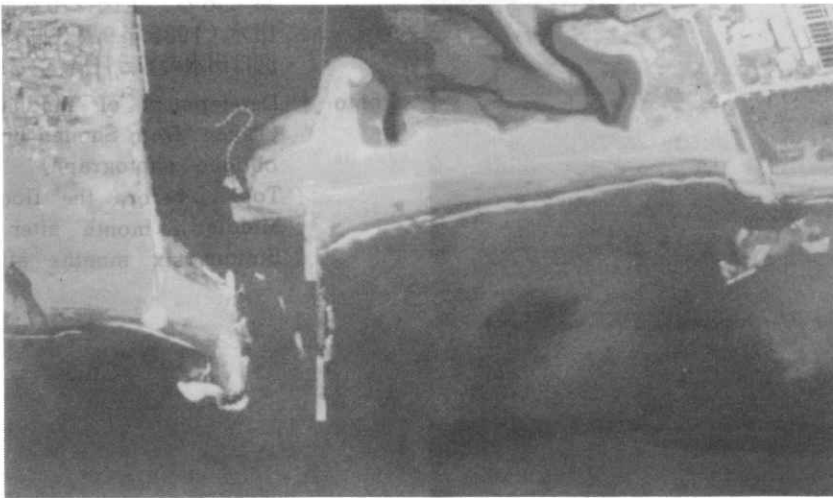


写真5 東側の導流堤の一部不透工事後の海岸の変形 この工事は1989年1月31日に完成した。この航空写真は同年3月9日に撮影した。

Photo 5 Change of shore live at the east side of river mouth.

なぜなら、この砂は主に東側の透過構造の導流堤を通じて河口内に侵入する土砂となるからである。このことは写真5によっても支持される。すなわち、最近不透過構造のための工事が東側の導流堤の付け根の部分付近のみになされた。この航空写真は工事終了後約1カ月後に撮ったものである。この写真から分かるように、新しく不透過構造にされた導流堤部分によって西向きの沿岸漂砂の侵入が阻止され、導流堤の東側にあらたに土砂が堆積したことが明白に示されたことである。以上のことにより、図18に示されているように、相模川の河口閉塞の特性が明らかにされた。河口周辺海域において、東向きと西向きの沿岸漂砂が存在する。前者は南南東から伝播してくる比較的周期が長い、頻度の高いうねりによって、後者は冬期の季節風による周期の短い西寄りの波向きをもつ風浪によってもたらされる。うねりによる西向きの沿岸漂砂はとくに河口デルタの東側の沿岸域で卓越し、侵食海岸から生じた砂を河口内に運び込む働きをする。河口内への砂の侵入経路はとくに東側の導流堤の透過構造の部分であると推定される。これによって、河口内に砂州が形成され、河口水路の埋没を生じさせている。このような状況により、河川流量が多ければ、掃流作用により水路の埋没の進行を阻止できるが、河川流量が少ないと水路の埋没は一方的に進行し、深刻な河口閉塞が生じることになる。

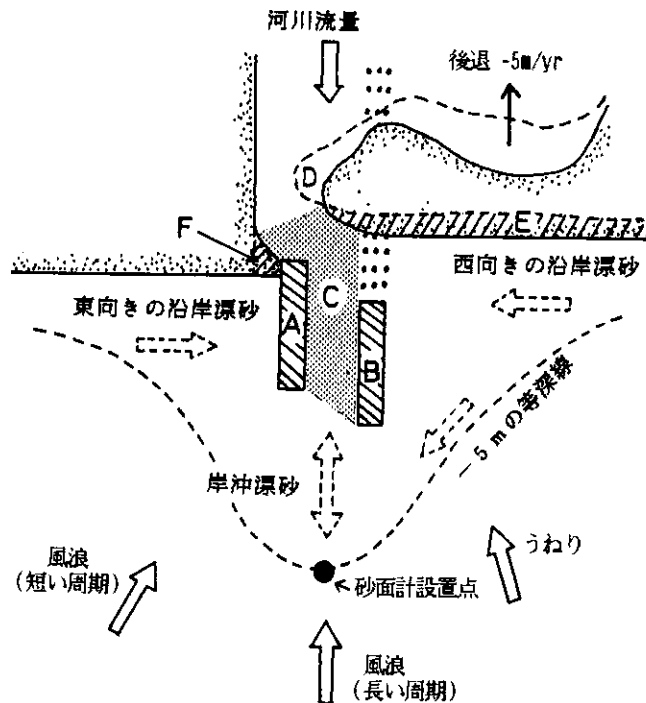


図18 河口域の漂砂の模式図
 Fig 18 Simulated figure of drifting sand around the river mouth

4. 安全対策

前章までの議論により、河口閉塞による漁業被害の調査から、被害は1984年と87年に見られ、とくに87年の被害が大きいことが分かった。また河口閉塞の特性の調査から、その原因として第一に河川流量の減少、第二に東側の透過構造の導流堤から侵入する沿岸漂砂によることが示された。河口の東側の海岸は相模川周辺海域でもっとも激しい侵食海岸である。ここで削りとられた砂は南南東からのうねりによる、西向きの沿岸漂砂によって河川内に運ばれて砂州を作り、深刻な河口閉塞を引き起こすことになる。本章では、これらの結果をもとに安全な水路の確保のための対策として、河川流量、導流堤、浚渫工事、安全航行について議論する。

(1) 河川流量の確保

航行に必要な河口断面積を確保するために必要な流量は、第3.4節で明らかにしたように、寒川堰の放流量として約 $30\text{m}^3/\text{s}$ が必要である。この放流量があれば浚渫工事を全く必要としないかについては、後述する合理的な浚渫工事のところで議論する。ここではこの放流量を安全水路の確保のための目安とする。海には潮位があり、平塚海岸では $1\text{m}\sim 2\text{m}$ の干満の差がある。上記の河口断面積(放流量)が確保されなくても、潮位によって水深が見かけ上深くなり、航行可能となる。しかし満潮前後しか航行できないことは非常に危険な水路であり、高波が水路に侵入してきた時は大きな事故が予想される。1987年の河口水路はまさにこの状態が続き、7月31日について満潮時でも航行できない、終日航行不能となった。

(2) 導流堤の機能の向上

上述したことにより、東側の導流堤は完全な不透過構造でないことが、河口水路の埋没の大きな原因の一つとなる。よってもっとも緊急な課題は東側の導流堤を完全な不透過構造に改造することである。このことはきわめて効果的な対策と言える。なぜならば、1978年に非常に少ない河川流量にもかかわらず、深刻な河口閉塞が起きなかったことと、写真5で示したように、市はすでに一部不透過構造化のための工事を行い、本論文で指摘した効果が現れているからである。

(3) 合理的な浚渫工事の確立

これを行うためには、過去の浚渫土砂量と寒川堰の放流量の関係を明らかにする必要がある。浚渫工事は1979年以降(市の管理、表1)単年度予算でなく、基金的な予算で行われて来た。このことは工事が毎年計画的に行うものでなく、必要に応じて(水路が浅くなり航行に危険がある時)行うものとなる。1979年以前の工事は県が単年度予算で行っていた。このような意味から、浚渫土砂量の内容が1979年以前と以後では異なることになる。すなわち、前者は後者に比べて必ずしも必要に応じて浚渫工事が行われていなかった可能性があると思われる。図19aは過去6年間にわたって、市が行った浚渫土砂量(M)と寒川堰の放流量(Q)の関係を示す。この図から浚渫土砂量は次式で示すように、放流量とほぼ反比例の関係

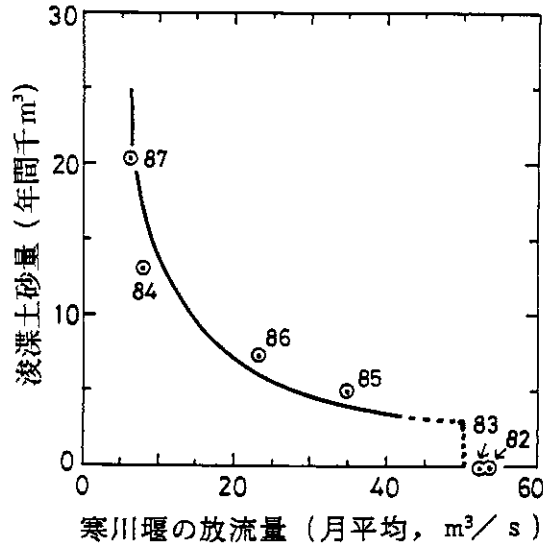


図 19 a 浚渫土砂量と寒川堰の放流量の関係 図中の数字は年号を示す。
 Fig 19a The amount of dredged sand and the discharge from Samukawa dam

がある。

$$Q * M = 1.5 \times 10^5 \quad \text{for } Q < 45 \text{ m}^3/\text{s} \quad (1)$$

流量が月平均 $45 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上になると、浚渫土砂量はゼロとなり、浚渫工事を必要としないことが分かる。すなわち、この浚渫工事を必要としない流量の値は上述した安全な水路の確保に必要な流量より $20 \text{ m}^3/\text{s}$ だけ大きい値となっている。両者の差は東側の導流堤の不備（透過構造）によるものであると言える。すなわち、もし東側の導流堤が完全な不透過構造に改造されれば、必要な月平均流量は $30 \text{ m}^3/\text{s}$ で十分となると推定される。

上記の解析をより多くのデータに適用する。図 19 b は最近 13 年間についての結果である。ここでの値は図 19 a と異なって年度（4 月～翌年 3 月）の値で求めた。これは古い工事の工期が年度しか分からないものが多かったからである。年度で求めた値はとくに 89 年度に関して、図 19 a の値と若干異なるものとなった。多くのデータにおいては式(1)のような関係はあまり成立しない。その理由は主に 2 つある。第一は上述したように県が行った工事は単年度予算であったこと、第二は同じ月平均流量であっても出水がある場合とない場合では土砂の掃流作用が異なることである。事実、1979 年と 86 年では $Q < 45 \text{ m}^3/\text{s}$ にもかかわらず、浚渫土砂量がゼロとなっている。これは日平均流量 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の出水があったからである。このために、これらの年についてのみ、表 3 を使って補正を行った。すなわち、出水による

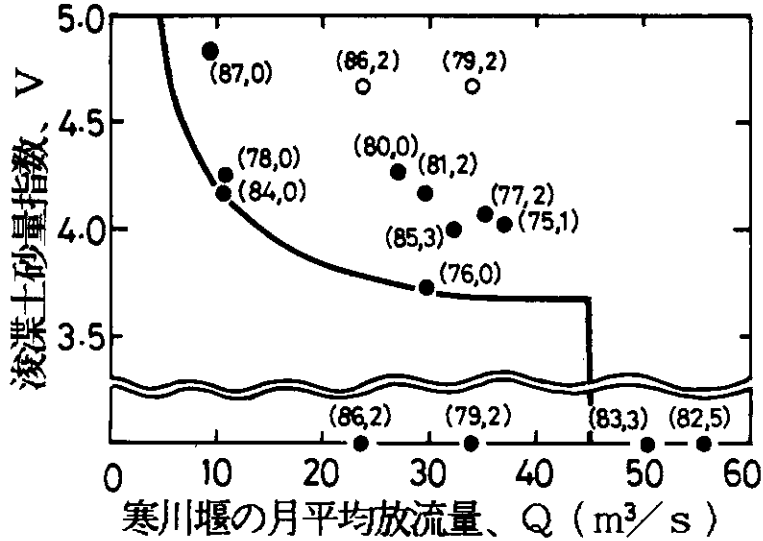


図19b 浚渫土砂量指数と寒川堰の放流量の関係
 図中のカッコ内の数字はそれぞれ年号と出水回数を示す。
 Fig 19b The index of the dredged sand amount and the discharge from Samukawa dam

土砂の掃出は自然が行った浚渫工事とすることである。データのバラツキが大きくなったので、浚渫土砂量指数 $V = \text{LOG}(\text{浚渫土砂量}, M)$ を導入した。このような解析から図19bの結果を得た。これによって河口水路維持のための条件は次式となる。

$$(V - 3.5) * Q > 7.0 \quad \text{for } Q < 45 \text{ m}^3/\text{s} \quad (2)$$

(4) 安全航行法の確立

表1で述べたように現状では十分な河川流量が保証されない以上、河口閉塞による被害を最小限に防ぐためには、安全な航行法を確立しておく必要がある。ここで提案する方法は河口水路の深淺図と予測潮位表の情報に基づくものである。前者は図8に示す情報で、少なくとも月一回の深淺測量を必要とする。後者は第3.1で述べたように、観測塔での潮位データで作られた予測潮位プログラムを稼働すれば得られるものである。これら2つの情報により、航行安全コースと航行時間帯が分かり、安全航行が可能となる。この方法を航行潮位法と呼ぶことにする。航行時間帯を決定するために、次式で計算する航行潮位を必要とする。

$$\text{航行潮位} = \text{船の喫水の深さ} - \text{水路のコースの深さ} \quad (3)$$

具体的に1987年5月1日について説明する。深淺図として図8の上図を、予測潮位として

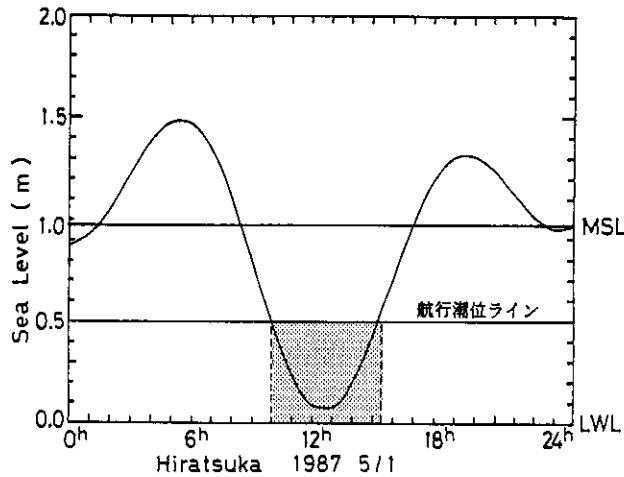


図 20 安全航行の時間帯の決定 斜線の時間帯が航行禁止の時間帯となる。
 Fig 20 The determined time zone for the safe navigation (the shaded area is dangerous time zone and passage should be closed)

図 20 を用いる。前者より航行コースとそのコースの水深 1.3 m を得る。船の喫水を 1.8 m とすると、式(8)より航行潮位が 0.5 m となる。この値を図 20 に書き込むと、航行不能な時間帯は 10 時 00 分～14 時 30 分となる。よって出港は 10 時前に、帰港は 14 時 30 分以降に計画することになる。この方法は、すでに組合によって実行され成果を得ている。

5. まとめ

相模川の河口閉塞に関して、第 1 章で示した問題に対する回答を検討するために、利用できる情報を集めるとともに、必要な観測を行った。その結果次のことが得られた。

- (1) 漁業の被害調査から、河口閉塞（河口水路埋没）の影響が水路の利用度減少として 1984 年と 87 年に定量的に確認され、これらの年は陳情した年と完全に一致した。使用したデータは漁船の免税軽油使用実績である。これらの年のうち、とくに 87 年の被害は大きく、漁船の損傷及び遊漁の客数の減少によって示された。
- (2) 過去の航空写真による汀線変化の解析から、大磯・江ノ島間で最も侵食が激しい海岸は、相模川河口の東側の海岸であることが分かった。ここで削りとられた砂は河口周辺沿岸域での沿岸漂砂の供給源となる。沿岸漂砂は河口周辺を除けば、相模川より西方においては西向きが、東方においては東向きが卓越することであり、河口周辺では河口デルタの海底地形の影響により、河口周辺の外側と逆向きの沿岸漂砂となることが推定される。そしてこの河口デルタの東側での西向きの漂砂が相模川の河口閉塞に重要な役割を果たしている。

これらの沿岸漂砂において、東向きのものは西寄りの波向きをもつ風浪によって、西向き

のものは東寄りの波向きをもつうねりによって引き起こされるものである。

(8) 河口内にできる砂州の発達時は1日当たり 200m^3 の砂の供給が必要であり、この砂は主に東側の透過構造(不透過構造部から岸までの部分)の導流堤を通じて、上述した西向きの沿岸漂砂によって供給される。このような供給される機構は東側の汀線が不透過構造の導流堤から離れれば離れるほど(後退すればするほど)活発となる。この考えによれば、1978年は非常に少ない河川流量にもかかわらず、深刻な河口閉塞にならなかったことが理解できる。すなわち、1978年の汀線は上記の機構が活発になるほど後退していなかったことである。

(4) 聞き取り調査によって、河口閉塞の特性について、漁業者が考えていることは本論文で明らかにされたこととほぼ一致すること、彼らが体験している河口水路の危険性、彼らの対処法と将来の展望についての情報が得られたことである。将来の展望において、すべての漁業者が河口内でなく、河口閉塞の影響を受けない、海岸に新港を建設することを望んでいることである。

(5) 安全対策の研究により、第1章で示した問題に対して、次のような解決策を示すことができた。

① に対して、現状の導流堤であれば、航行に必要な寒川堰の放流量は $50\text{m}^3/\text{s}$ で、東側の導流堤が完全に不透過構造に改善されれば $30\text{m}^3/\text{s}$ でよいことになる。

② に対して、雨量の予測から寒川堰の放流量を予測し、式(2)を満たすように浚渫土砂量を求めれば、合理的な工事計画を立案することが可能となる。

③ 現実性の高いもので、有効的な対策は東の導流堤の完全な不透過構造の工事を行うことである。

④ 有効的な方法は河口水路の深浅図と予測潮位から行う航行潮位法と言える。

6. 謝 辞

本調査に協力をいただいた平塚市漁業協同組合の渡辺孝氏、平塚市農政課の斎藤道夫、今井宏明両氏、聞き取り調査に協力をいただいた地元の漁業者諸氏、資料の提供に協力をいただいた神奈川県企業庁、県統計情報事務所、県湘南海岸整備事務所に、また気球による写真測量作業に協力をいただいた三洋測器株式会社の中村豊氏に、合わせてここに深く謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 土木学会 (1968) : 昭和 42 年度相模川河口調査報告, 1-80.
- 2) 藤井友竝・宇多高明・綿貫布征・鴨下由男・木村慎二 (1988) : 相模川河口部の地形変形実態, 第 35 回海岸工学講演会論文集, 447 ~ 451.
- 3) 広田純也 (1969) : 相模川河口の堆積土砂量について, 第 16 回海岸工学講演会論文集, 117 ~ 123.
- 4) 黒木敬司 (1988) : 阿賀野川河口周辺の長期的な地形変化, 第 35 回海岸工学講演会論文集, 442 ~ 446.
- 5) 三谷勇 (1988) : カタクチイワシシラスの主要餌料生物である *Oithona* 属かいあし類のシラス漁場内における分布特性, 日水誌, 54 (2), 215 ~ 219.
- 6) 野村和正・宇多高明・因幡昭義・宮内利夫 (1986) : 阿武隈川河口砂州の変形について, 第 33 回海岸工学講演会論文集, 267 ~ 271.
- 7) 佐々木隆士・宇多高明・力禰賢・菅原信雄・海野仁 (1987) : 洪水流による河口砂州のフラッシュ観測, 第 34 回海岸工学講演会論文集, 327 ~ 331.
- 8) 徳田正幸 (1983) : 三本の波高計センサーによる波浪の方向特性の計算法— II, 国立防災科学技術センター研究報告, 第 30 号, 167 ~ 187.
- 9) 徳田正幸・渡部勲・堀江賢次・佐藤浩 (1984) : 沿岸波浪観測システムに関する研究— II, 国立防災科学技術センター研究報告, 第 67 号, 1 - 33.
- 10) 宇多高明・福井次郎・原章之 (1988) : 千代川河口における波と流れによるダイナミックな地形変化の観測, 第 35 回海岸工学講演会論文集, 452 ~ 456.
- 11) 渡部勲・徳田正幸 (1984) : 沿岸波浪観測システムに関する研究— I, 国立防災科学技術センター研究報告, 第 16 号, 1 - 23.
- 12) 谷口哲也・沢本正樹・首藤伸夫 (1986) : 出水による阿武隈川河口砂州変形過程の観測, 第 33 回海岸工学講演会論文集, 262 ~ 266.
- 13) 山本晃 (1976) : 河口の断面特性, 第 23 回海岸工学講演会論文集, 284 ~ 289.
(1989 年 7 月 31 日 原稿受理)

付 録

聞き取り調査

本章は河口水路埋没に対する漁業者の意見の聞き取り調査について議論する。これを行う意味は漁業者がたえず現場にいて現象を観察し、対処していることと、防災的対策の立案において、当事者の意見は不可欠であるためである。

平塚漁港を基地とする漁業は主に定置網漁業、しらす漁業、遊漁にわけられるので、各々4経営体の代表者(3×4=12, 合計12名)に対して、1987年11月12日から9日間にわたって聞き取り調査を行った。これらの聞き取り調査のアンケート票は巻末で示す。得られた調査結果のうち、河口閉塞による被害、対処法、原因そして安全性の確保について議論する。聞き取り調査は要因の重要性の高い順に複数個を選べる回答方式とし、結果は3つの漁業別に回答者のうち何人選択したかという割合(パーセント)とその平均順位で示される。平均順位について、例えば1.3位とは4人のうち3人が1位で、残りの1人が2位の場合である。

(1) 河口閉塞(河口水路埋没)による漁業被害

『河口閉塞による被害はあるか』の問いに対して全員が『ある』と答えた。次に被害の要因について聞き取りを行い図21の結果を得た。それによると、遊漁は河口閉塞によるイメージダウンが大きいことを上げている。しらす漁業者は河口水路悪化による漁業活動の制限、河川水の減少による水産資源の減少、他港の利用による影響があるという3つの意見をもつ。定置網漁業者はもっとも重要な要因として平塚漁港に入港できなかったことを上げている。これは水揚げした魚の処理・運搬が迅速に行えず、魚の鮮度の劣化によるものである。

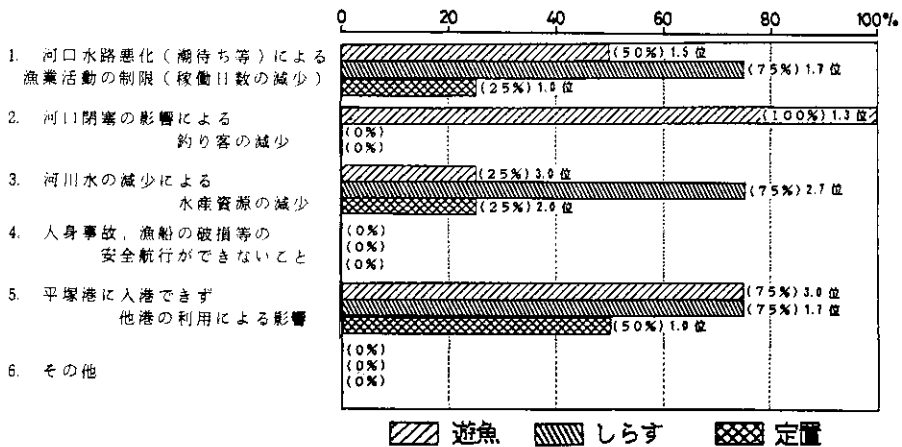


図21 売上高の減少の要因(漁業種別)
Fig 21 Major cause of sales decreasing

(2) 河口水路の悪化時の漁業者の対処法

対処法として、大半の漁業者は図 22 が示すように、潮位を調べるか、現場に到着してから経験を生かして判断を行うものである。長期間にわたって河口水路が利用できなくなる状況では図 23 に示すように、他港の利用と陳情となる。他港の利用に関して、しらすや定置網の専業漁業者は全員が利用すると答えているのに対して、遊漁者は他港の同業者との競合により、事実上出来ないこととしている。ここで注意すべきことは図 21 での遊漁の他港利用は緊急避難として釣り客を降ろすことである。このようなことは聞き取り調査で漁業者の意見を実際に聞かないと分からないことである。

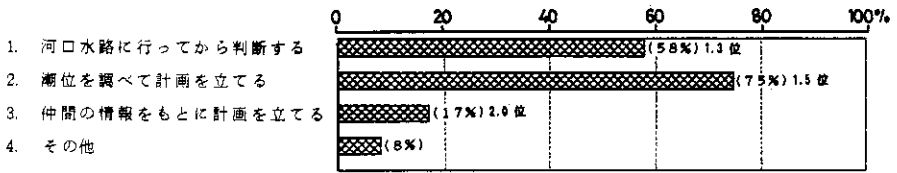


図 22 河口水路の悪化が予想される時の航海計画

Fig 22 Navigation plan when the passage is supposed to be worse

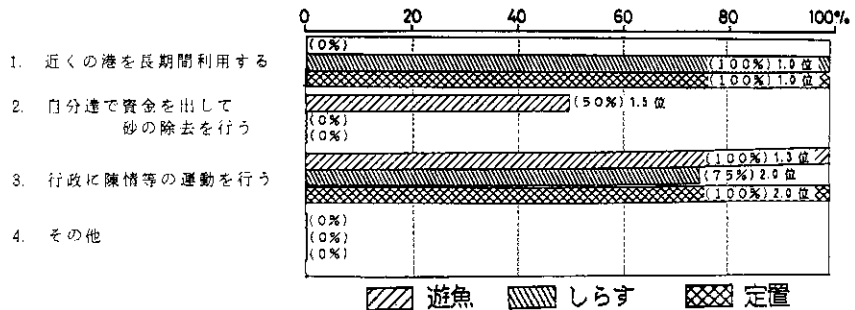


図 23 長期間河口水路が閉塞状態になった場合の対処

Fig 23 Counter measure for the long time passage blockade.

(3) 河口閉塞の原因

漁業者は河口閉塞の原因として、主に河川流量が少ないこと(図 24)、河口水路悪化の直接の原因として、第一に茅ヶ崎の海岸から来る砂であり、第二に海から来る砂と考えている(図 25, 図 26)。河川流量について、漁業者は数年前から減少し、今年(1987年)がとくに少ないと答えている(図 27)。また施設的原因として、彼らは導流堤が完全でないためという意見が最も多く、次に海岸の砂を管理する施設がないためとしている(図 28)、これら

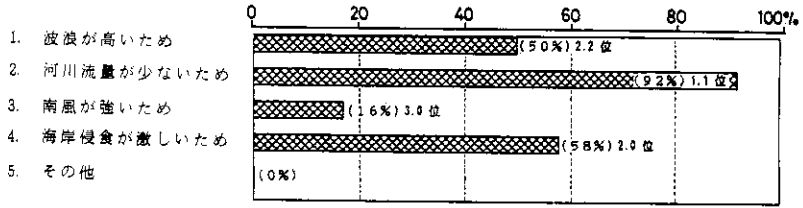


図 24 河口閉塞の自然的な要因
Fig 24 Natural cause of river mouth blockade

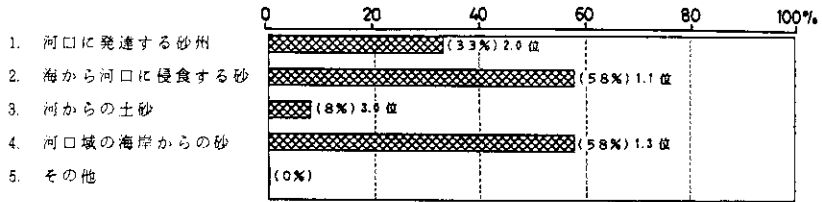


図 25 河口水路の悪化の直接の原因
Fig 25 Direct cause of river mouth blockade

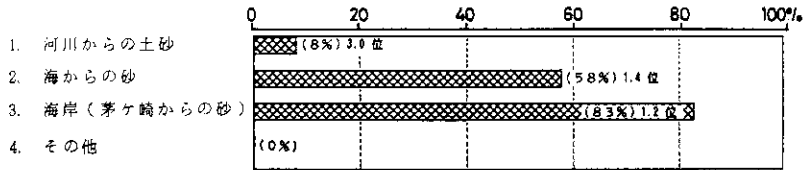


図 26 河口にできる砂州の土砂の出所
Fig 26 Origin of the sand which forms sandbar in the river mouth

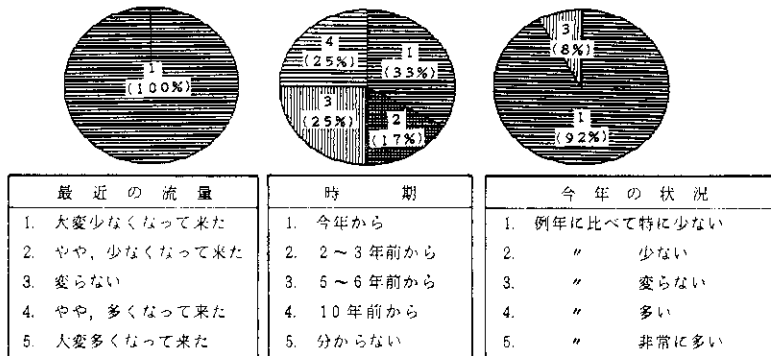


図 27 相模川の流量
Fig 27 The amount of flow of Sagami River

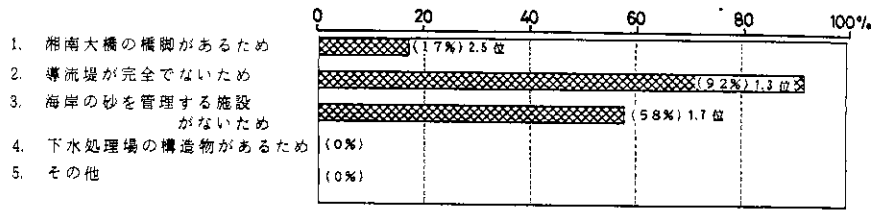


図 28 河口閉塞の施設的原因

Fig 28 The facility induced cause of river mouth blockade

により、漁業者は河口水路埋没の原因を、第一に河川流量の減少とし、第二に河口の東側の海岸侵食域からの砂の侵入にあると考えている。

彼らの考えは前章の河口閉塞の特性の議論とほぼ一致しているが、河口水路埋没における河口砂州の重要性について認識の差がある。すでに述べたように、河口水路は1978年非常に少ない河川流量にもかかわらず、それほど悪化しなかった。その理由は河川を横切るような砂州が発達しなかったことである。このようなことから、本論文では重要な要因として河川流量の減少の次に、河口砂州の発達を考える。

(4) 安全な河口水路の確保

漁業者が考えている対策について、今後5年間と将来（5～10年後）にわけて、聞きとり調査を行った。その結果、前者について図 29 により、現在でも行っている浚渫工事が多く、次いで導流堤整備を望む意見が多かった。一方後者において図 30 より、新港（海岸側に建設する港）の建設を望む意見が強い。

以上の聞き取り調査の結果をまとめると次のようになる。

- 1) 河口水路の利用状況は、ほとんどの漁船が年間を通じて稼働しており、将来にわたっても漁業者はこれを維持していきたいと考えている。
- 2) 河口水路埋没による被害は、全員が受けていると言っており、これによる直接的な被害は大きい。表面にでる被害以外にも河口水路の潮待ちや他港の利用による漁業活動の制限を受け、この対策に苦慮している。
- 3) 河口水路埋没の原因としては、河川流量が少ないためと考える漁業者が最も多く、導流堤が完全でないためと考える意見がこれに次いでいる。
- 4) 安全な河口水路の確保のためには、漁業者は浚渫工事や導流堤の整備を望み、将来にわたっては新港の建設を望む意見が強い。

すなわち、現在の河口水路は平塚漁港のほとんどの漁船がフル稼働に近い状態で利用しているが、一旦河口水路の埋没が生じると利用に大きな制限を受けることになり、遊漁者については釣り客の落ち込みによる売上高の減少となる。多くの漁業者は入出港の時刻を調整し、

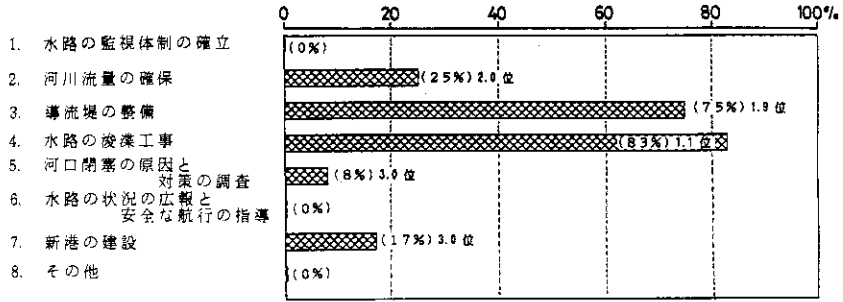


図 29 安全な航行のための必要な手段（今から5年間）
 Fig 29 Necessary planning for the safe navigation (for five years from now)

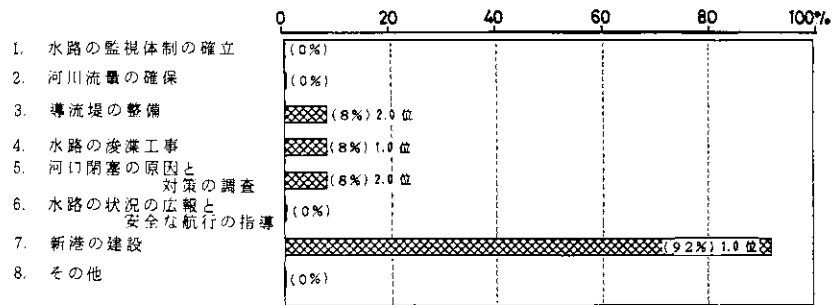


図 30 安全な航行のための必要な手段（5～10年後）
 Fig 30 Necessary planning for the safe navigation (five to ten years from now)

他港を利用する等の自助努力を余儀なくされている。このために漁業者は浚渫工事や導流堤の整備による安全な河口水路の確保を強く望んでいる。

聞き取り調査は上述したことの他に、マイボート等の不特定多数の河口水路の利用と、河口ニュースの利用についてがある。マイボートについては今後沿岸域の利用が盛んになるにつれて、海を全く知らない人々の利用の安全性の問題がある。これに対して漁業者は早急に対策を希望している。河口ニュースの利用については90%の人が利用していると答えた。このニュースは予測潮位、河口水路の深淺図、浚渫工事等の情報から構成され、組合から毎月一回の割合で、1987年4月から組合員に配布されている。このニュースの作成に当たっては市、相模湾水産振興事業団、当センターの協力で行われている。

相模川の河口の漁業環境についての聞き取り調査（アンケート票）

この調査は相模川河口水路を利用している漁業者の方々から河口の漁業環境について御意見を伺い、今後の河口水路の安全確保のための基礎資料を作るとともに、河口域の漁業振興を計ることを目的としています。

本調査に御協力して下さるようお願い致します。

A. 河口水路の利用状況

〈問A-1〉 あなたの従事している漁業について、その種類と人数をおたずねします。

	項 目	人 数	メ モ
(1)	遊 漁 船		
(2)	定 置 網 漁 業		
(3)	し ら す 漁 業		
(4)	そ の 他		
	合 計		

〈問A-2〉 使用している漁船について、船数と吃水をおたずねします。

吃 水 別 (m)	0.4 ~0.6	0.6 ~0.8	0.8 ~1.0	1.0 ~1.2	1.2 ~1.4	1.4 ~1.8	1.8 以上	合 計
船 数								

〈問A-3〉 一日当りの船の稼働隻数についておたずねします。

季 節	春 (3月~5月)	夏 (6月~8月)	秋 (9月~11月)	冬 (12月~2月)	合 計
稼 働 隻 数					

〈問A-4〉 今後の河口水路の利用を調べるために、あなたの従事している漁業の将来についておたずねします。あてはまるものに○をつけて下さい。

1. 今後とも専門的に漁業を続けて行きたい。
2. 今後とも遊漁船に専念したい。
3. 漁業だけで食べて行けないので遊漁船的な仕事もやって行きたい。
4. 現在漁業と遊漁船の両方を行っている。今後とも両方をやって行きたい。
5. 現在の仕事をやめて、海と関係のない仕事をやりたい。
6. その他

B. 河口閉塞による被害

〈問B-1〉 被害はありますか？ あてはまるものに○をつけて下さい。

1. ある 2. ない

「2. ない」の場合「C」の問いにとんで下さい。

〈問B-2〉 河口水路と被害の概要状況についておたずねします。その内容についてはあるかなしかをお答え下さい。あてはまるもの又は被害がある場合に○をつけて下さい。

	河口水路の状態	被害状況		被害金額	
		船	売上高	船	売上高
(1) ここ10年ぐらい同じ割合					
(2) ここ5年ぐらい同じ割合					
(3) 今年が特にひどい					

〈問B-3〉 漁船の被害内容についておたずねします。

	発生件数と月日	修理費用	その他
(1) プロペラ			
(2) 舵			
(3) 船底			
(4) 舷側			
(5) 人身事故			
(6) その他			

〈問B-4〉 売上高の被害内容についておたずねします。もっとも大きな要因はどれでしょうか？ その順位を番号で答えて下さい。

1. 河口水路悪化（潮待ち等）による漁業活動の制限（稼働日数の減少）
2. 河口閉塞の影響による釣り客の減少
3. 河川水の減少による水産資源の減少
4. 人身事故、漁船の破損等の安全航行ができないこと
5. 平塚港に入港できず他港の利用による影響
6. その他

C. 河口水路の悪化時の漁業者が行う対処法

短期的な対処法

〈問C-1〉 河口水路が悪いと予想される時の航海計画は短期的にどのように作っていますか？ 利用している項目を下記より選んで下さい。いくつでもよい。

1. 河口水路に行ってから判断する
2. 潮位を調べて計画を立てる
3. 仲間の情報をもとに計画を立てる
4. その他

〈問C-2〉 入出港ができない恐れがある時、近くの港を利用していますか？

あてはまるものに○をつけて、質問に答えて下さい。

1. ない（潮待ちする）
2. ある ・年間、何回ありますか？ [回]
・その場合の不便さはありますか、釣り客及びとった魚はどうしますか、

長期的な対処法

〈問C-3〉 長期間にわたって河口水路が閉塞に近い状況が予想される時どうしますか？ 強い順に番号で答えて下さい。

1. 近くの港を長期間利用する
2. 自分達で資金を出して砂の除去を行う
3. 行政に陳情等の運動を行う
4. その他

D. 河口閉塞の原因

〈問D-1〉 もっとも大きい自然の原因についておたずねします。強い順に番号で答えて下さい。

1. 波浪が高いため
2. 河川流量が少ないため
3. 南風が強いため
4. 海岸侵食が激しいため
5. その他

〈問D-2〉 河口閉塞による河口水路の悪化の直接の原因は次のうちどれがもっとも大きい原因だと思いますか？ あてはまるものに○をつけて下さい。

1. 河口に発達する砂州
2. 海から河口に侵入する砂
3. 河からの土砂
4. 河口域の海岸からの砂
5. その他

〈問D-3〉 河口にできる砂州の砂は何処からきたものと思われますか？

強い順に番号で答えて下さい。

1. 河川からの土砂
2. 海からの砂
3. 海岸（茅ヶ崎からの砂）
4. その他

〈問D-4〉 相模川の流量についておたずねします。関係のある項目を結んで下さい。

最近の流量	時期	今年の状態
1. 大変少なくなって来た	・ 今年から	・ 例年に比べてとくに少ない
2. やや、少なくなって来た	・ 2～3年前から	・ " 少ない
3. 変らない	・ 5～6年前から	・ " 変らない
4. やや、多くなって来た	・ 10年前から	・ " 多い
5. 大変多くなって来た	・ 分からない	・ " 非常に多い

〈問D-5〉 施設的原因として次のことが考えられます。強い順に番号でお答え下さい。

1. 湘南大橋の橋脚があるため
2. 導流堤が完全でないため
3. 海岸の砂を管理する施設がないため（例、コンクリートの海岸、沖の消波堤）
4. 下水処理場の構造物があるため
5. その他

E. 安全な河口水路の確保

〈問E-1〉 安全な航行のために、下記のことが考えられますが、これら以外にあれば教えてください。

1. 水路の監視体制の確立
2. 河川流量の確保
3. 導流堤の整備
4. 水路の浚渫工事
5. 河口閉塞の原因と対策の調査
6. 水路の状況の広報と安全な航行の指導
7. 新港の建設
8. その他

〈問E-2〉 上記の項目から、当面（今から5年間）必要と思われるものを必要度の高い順に番号で答えて下さい。

〈問E-3〉 上記の項目から、将来（5～10年後）必要と思われるものを必要度の高い順に番号で答えて下さい。

F. マイボート等の不特定多数の利用

〈問F-1〉 マイボート等の不特定多数の人々の河口水路の利用について、下記のことが考えられますが、これら以外にあれば教えて下さい。

1. 今後とも放置すればよい
2. 今まで大きな問題が起きていないので、現状のままでよい
問題が起きたら考えればよい
3. 今後ますますマイボートが多くなるので、今のうちに対策を立てるべきだ
4. 現在でさえ、航行にしばしば問題があるので早急に対策（規制的なもの）を立てるべきだ
5. 海はみんなのものだから、マイボートの利用者を含めて話し合う必要がある
6. 漁業者は海を一番良く知っているのだから、積極的に安全航行の指導をすべきだ
7. その他

〈問F-2〉 上記の項目から当面（今から5年間）必要と思われるものを必要度の高い順に番号で答えて下さい。

〈問F-3〉 上記の項目から、将来（5～10年後）必要と思われるものを必要度の高い順に番号で答えて下さい。

G. 河口ニュースの利用

〈問G-1〉 利用していますか？ あてはまるものに○をつけて下さい。

1. よく利用している
2. たまたま利用している
3. ほとんど利用していない

〈問G-2〉 河口ニュースの中でもっとも利用している記事はどれですか？ あてはまるものに○をつけて下さい。

1. 潮位表
2. お知らせ
3. 水温分布
4. その他

〈問G-3〉 河口ニュースに対して、要望がありましたら教えて下さい。