

## 第8回「相模湾の環境保全と水産振興」シンポジウム 定置漁場環境に及ぼす海岸道路影響調査から

共催 財団法人 相模湾水産振興事業団  
水産海洋研究会  
小田原市

日時: 昭和59年10月25日(木) 9時30分～14時30分  
会場: 小田原市役所大会議室 (参加者約162名)  
コンパニナー: 平野敏行 (東京大学海洋研究所)  
桜井裕 (神奈川県水産試験場)  
宮田智 (神奈川県水産試験場相模湾支所)  
平元貢 (相模湾水産振興事業団)

開会のことば: 杉崎武夫 (相模湾水産振興事業団)  
挨拶: 辻田時美 (水産海洋研究会会長)  
鈴木二六 (相模湾水産振興事業団)  
中井一郎 (小田原市長)

### 話題および話題提供者:

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. 相模湾の波浪特性             | 佐藤英夫 (株式会社ファイ・ラムダ)<br>徳田正幸 (国立防災科学技術センター平塚支所)<br>杉本隆成 (東京大学海洋研究所) |
| 2. 海岸域の波浪と海浜の変化         | 糸刈長敬 (東京水産大学)   |
| 3. 相模湾の流動特性             | 岩田静夫 (神奈川県水産試験場)  |
| 4. 酒匂川・相模川からの土砂流出量の経年変化 | 杉本隆成 (東京大学海洋研究所)  |
| 5. 河川水の水質 (今年の調査結果)     | 早川康博 (北里大学水産学部)   |
| 6. 荒天日とその直前の漁獲量の定置網間の比較 | 木幡孜 (神奈川県水産試験場)   |
| 7. 定置網漁獲量と交通量との関係       | 平野敏行 (東京大学海洋研究所)<br>岸道郎 ( " )<br>木村町子 ( " )                       |

閉会のことば: 柳田敏雄 (公害対策協議会長)

## 1. 相模湾の波浪特性

佐藤 英夫 (株式会社 ファイ・ラムダ)  
 徳田 正幸 (国立防災科学技術センター平塚支所)  
 杉本 隆成 (東京大学海洋研究所)

### 1. 相模湾における波の大きさ

風波は風によって発生し、また発達するがその発達の度合は風速、吹続時間および吹送距離によって支配されている。風の吹き続ける時間が長く、大洋のように吹き渡る距離が十分長ければ、波高 15~30 m の大きな波も発達する。しかし、このような高波は相模湾ではまず起こり得ない。その理由は、相模湾のような内湾では、陸地の存在によって吹送距離が制限され、また、地形の遮へい効果や岸や海底の摩擦効果によって伝播のエネルギーを減ぜられるからである。

今回行った試算や平塚の観測塔における観測結果から、年に1度位の割合で見られる悪条件の台風に対して、相模湾奥部では、有義波高にして 4~5 m、1/10 最大波にして 5~6 m 程度の波が起こること考えられる。また小八幡地先では平塚地先よりも海底地形が急深であるため、より岸近くまで粗い波が押し寄せる可能性がある。

暴風圏を離れた風波はうねりとなって、伝播する。相模湾の沖合洋上には、太平洋のほとんど全ゆる場所で発生したうねりが到達して来ているはずである。接近しつつある台風から、放射されたばかりのうねりがあるであろうし、あるいはまた、南太平洋からはる赤道を越えて伝播して来たものもあるかも知れない。これらの相模湾沖合洋上に伝播して来た無数のうねりの一部が、地形によって選択されて、さらに奥部へ、小八幡沖へと侵入してくるのである。

気象庁における試算や観測によれば、東~南から侵入して来るうねりは、房総半島や大島、伊豆半島にさえぎられて、湾奥部ではエネルギーは 1/4 (波高は 1/2) 程度に減少すると見積られている。

また、徳田ら (1985) の調査によれば、湾奥ではうねりの波高が岸での消波によって急激に減少する。すなわち、大島付近の波高を 1 とすれば、真鶴と三崎を結ぶ線で 75%、平塚地先で 40% に減衰する。

### 2. 風波と気象擾乱

わが国の沿岸で大きな波をもたらす時の天気図の型に

は台風型、低気圧型、冬の季節風型などがあるが、このうち季節風は小八幡においては離岸風となるので問題にならない。平塚地先の観測塔 (水深 20 m) における波浪の周期と発生頻度を季節別に図 1 に示す。冬の波高は他の季節に比べて明らかに低い。

相模湾小八幡の海岸に最も大きな波浪をもたらす気象擾乱として考え得るものは、台風なり低気圧が伊豆半島の西を南東方面から北西方面に向う時であろう。しかし、低気圧はおおむね西から東へと進むものであり、強い低気圧が上のような経路を通ることはまず考えられない。

明治以降昭和56年までの記録に残されている限りの台風のうちで、東京、横浜、千葉のいずれかの気象台で最大平均風速が 20 m/s 以上であったものを拾い出した資料によると、それらの台風の経路別の個数は次のようである。

西南西から東北東に進んだもの	5 個
南西から北東に進んだもの	21 個
南から北に進んだもの	4 個

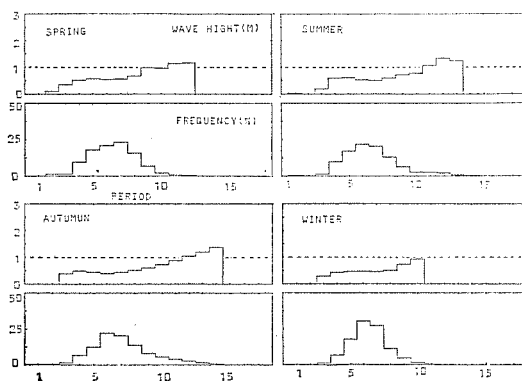


図1 平塚の波浪の季節的な特性。データは平塚地先の海洋観測塔の容量型波高計で1時間ごとに測定されたものである。測定期間は1978年12月から1982年8月である

これによれば台風の場合にも、強い台風が上に述べたような最悪経路をとることは無さそうである。

観測塔で観測されたもっとも高い波高は1979年10月の台風20号（最大瞬間風速 42.0 m/s）で 7.3 m、次いで1982年9月の台風10号（最大瞬間風速 37.8 m/s）で 6.5 m となった。これらの波が観測された時、いずれも波高計が途中で破損した。このために実際はもっと高い波高であったと考えられる。

つぎに、平塚と小八幡の有義波の波高と周期の比較をそれぞれ図2、3に示す。小八幡のデータは糸淵（1984）によって、水圧型波高計で測定されたものである。平均

的に見ると、小八幡沖の方が平塚沖に比べて周期、波高ともに大きいと言える。卓越波に関して、平塚沖では上述したように周期 6~7 秒、波高 50 cm の波に対して、小八幡沖では周期 7~8 秒、波高 70 cm の波となる。よって小八幡地先では平塚地先に比べて荒い海と言える。

時系列を細かく見ると、平塚の方が小八幡よりも荒くなる場合は、南西からのうねりが大島の西側を通過して相模湾に入って来る時である。

なお、相模湾沿岸に設置されている定置網において、台風による被害と平塚沖の有義波高の相関を調べた、徳田ら（1984）の研究によると湾内の定置網の被害率はお互いによく類似して、平塚沖の有義波高とよく相関

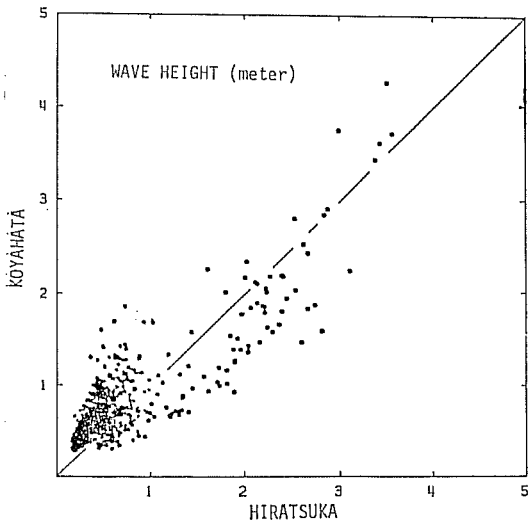


図2 平塚と小八幡の有義波高の比較。観測は2時間ごとに3つの期間にわけて行われた。① 1983年8月5日～8月23日 ② 同年10月4日～10月23日 ③ 同年10月29日～11月17日

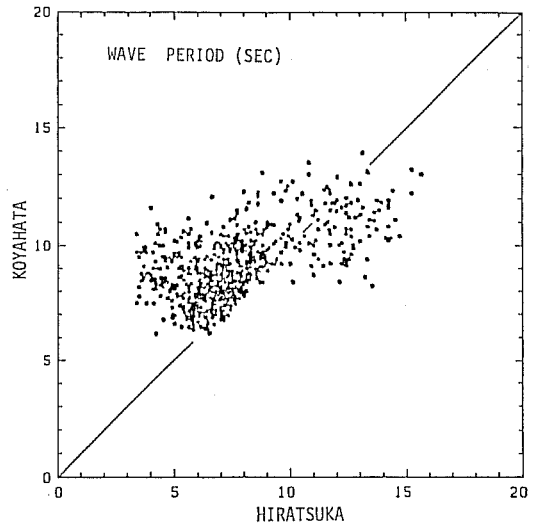


図3 平塚と小八幡の有義波周期の比較（データ内容は図2と同じ）

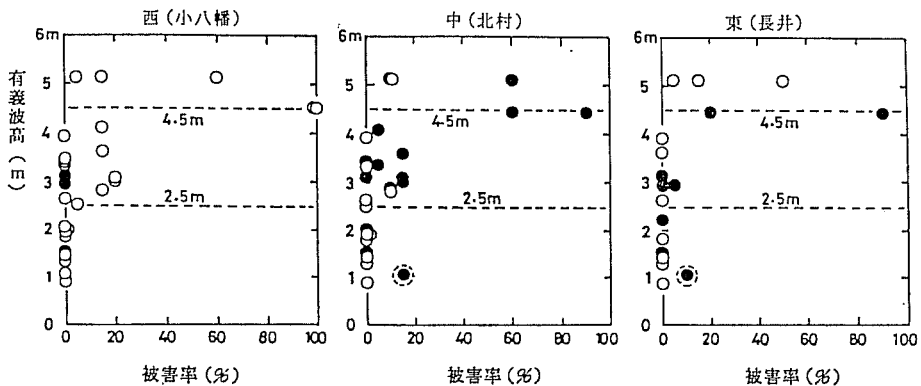


図4 定置網の被害率と代表有義波の関係、徳田ら（1984）。黒丸は網抜きを行ったもの。被害率は（破損した側張の長さ×100/定置網の全側張の長さ）で計算した。

している (図 4)。

3. 台風による風波の推算

小八幡の定置網に被害をもたらした, 昭和57年の台風 10号および18号による風波の, 相模湾全域における分布の特徴を明らかにするために, 次のような風波の推算を行なった。

台風域内の風速は, 気圧分布から求められる傾度風速と, 台風の進行速度との合成風速とし, 気圧分布は次式 (MYERS, 1961) によって与えた。

$$P(r) = P_c + \Delta P \cdot e^{-r/r_0} \quad (1)$$

ここに,  $P(r)$  は台風の中心からの距離  $r$  の地点の気圧,  $\Delta P$  は中心示度の深さ,  $r_0$  は台風中心から傾度風速が最大となる所までの距離である。また海面摩擦を考慮して, 傾度風には等圧線に対し30度の吹き込み角を持たせ, 合成風速には一定率 0.65 を乗じた。

風波の発達 の 推算には, 次の WILSON の式 (1965) を用いた。

$$\frac{gH}{U^2} = 0.30 \left[ 1 - \left\{ 1 + 0.004 \left( \frac{gF}{U^2} \right)^{1/2} \right\}^{-2} \right] \quad (2)$$

$$\frac{gT}{2\pi U} = 1.37 \left[ 1 - \left\{ 1 + 0.008 \left( \frac{gF}{U^2} \right)^{1/3} \right\}^{-5} \right] \quad (3)$$

ここに  $H$  は波高,  $T$  は周期,  $g$  は重力加速度,  $F$  は吹送距離である。また  $U$  は海面上 10 m の高さの風速であるが, 前述の風速をこれにあてた。

台風経路を図 5 に示し, 計算結果のうち小八幡で波高が最大となった時刻における波高の水平分布を図 6 に示す。また図 7 には風と波の経時変化を示し, 台風10号の場合には平塚のタワーにおける実測値をも併せ記した。実測値には波高計が 8 月 1 日の 22 時以降欠測となり, 風速計が 24 時から欠測となったので, 波高が最大となったと思われる 2 日の 2 時頃は比較できない。しかし, 比較できる部分で見ると計算値と実測値にはかなりの差がある。風向においては  $60^\circ$  程度の違いがあり, 波高では

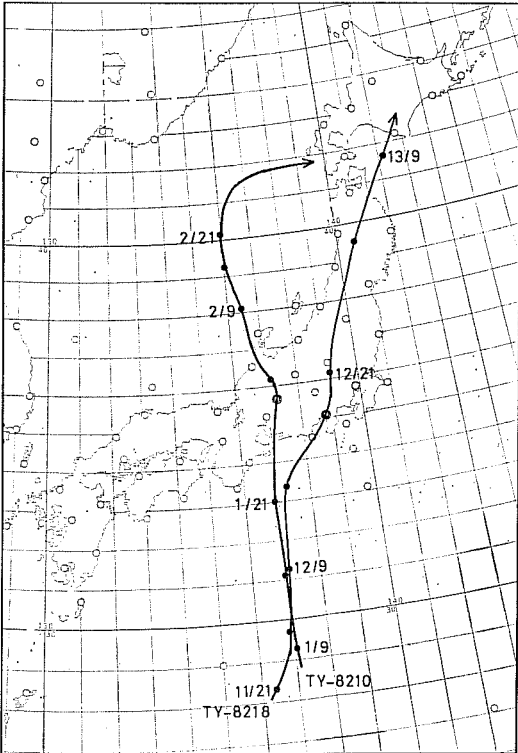


図 5 台風経路 (◎印は小八幡で波高が最大となった時の台風位置を示す)

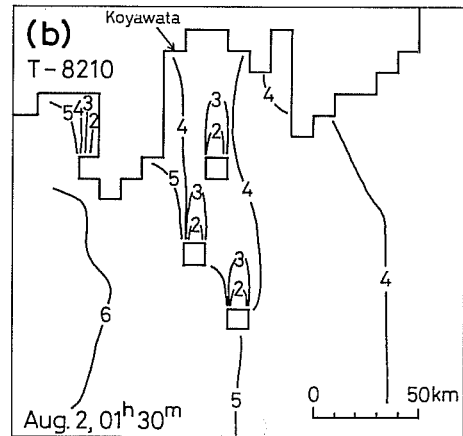
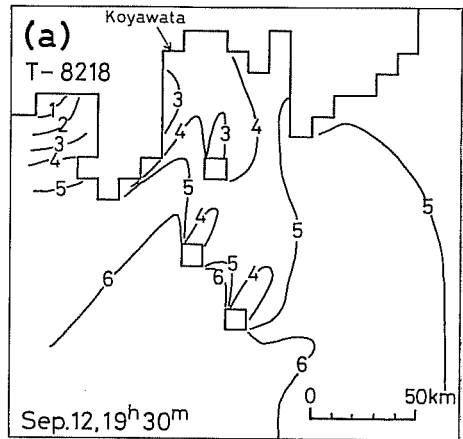


図 6 波高分布 (単位: m), (a) 台風 8218 9月12日 19時30分 (b) 台風 8210 8月2日 1時30分

1.5 m ほど実測の方が大きい。風向が計算の方が南寄りであることを考えれば、計算の方が波高が大きくなってよさそうに思われるが、結果はそのようにはなっていない。この原因としては、モデルにうねりや浅水効果が含まれていないことや、格子間隔 (10 km) が粗くて地形の遮へい効果がききすぎたかも知れないことなどが考えられる。しかし、計算と実測の波高が平行して推移している所を見ると、ピーク時の波高は6 m 程度に達したであろうと思われる。

4. 波浪と漂砂

海岸域における堆砂洗掘の短期変動の実態を調べるために、図8に示すように小八幡地先で2台の砂面計と波浪計、電磁流速計による観測を一週間にとわって行った。得られた結果を図9に示す。これによると碎波帯の砂面は波浪が高くなるとともに大きく削られるが、一方で少し沖の砂面の高さはあまり変化していない。このことから、碎波帯の砂面が低くなった分の砂は測点Bより沖に移動したか、海岸に沿う方向に移動したと推測される。漂砂の現象は2次元的な複雑な運動をすることが考えられるが、このような現象を明らかにするためには、上述した砂面計 (10台以上) と、波高計、流速計からなる面的な観測システムで、長期間にわたる観測をする必要がある。

文 献

- 気象庁海洋気象部 (1982) 沿岸波浪予報技術調査報告 第4号, No. 4—特定海域波浪推算用分布図一。
- 井島武士・副島 毅・松尾隆彦 (1967) 数値計算による台風域内の波の分布について—海洋における台風の場合—第14回海岸工学講演会講演集。

- (財)日本気象協会 (1982) 港湾気象海象要覧—東京湾一。
- 糸淵長敬 (1984) 第7回「相模湾の環境保全と水産振興」シンポジウム。水産海洋研究会報, 45, 86-90。
- 徳田正幸ら (1984) 台風による定置網被害時の波浪特性 I. 国立防災科学技術センター研究速報, 54, 1-51。
- 徳田正幸・渡部 勲 (1985) 相模湾の波浪特性 III. 国立防災科学技術センター研究報告 (投稿予定)。

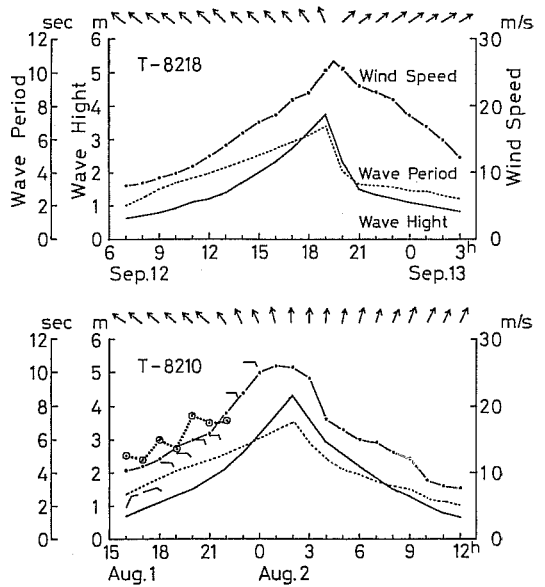


図7 風と波の経時変化 (●...●) 波高と - 風は平塚の観測塔における実測値)

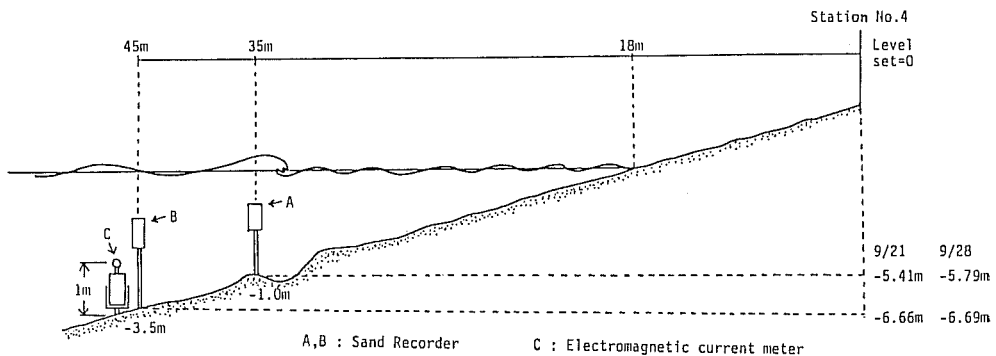


図8 小八幡地先における沿岸漂砂の観測の概況。測器は砂面計2台 (AとB) と電磁流速計Cである

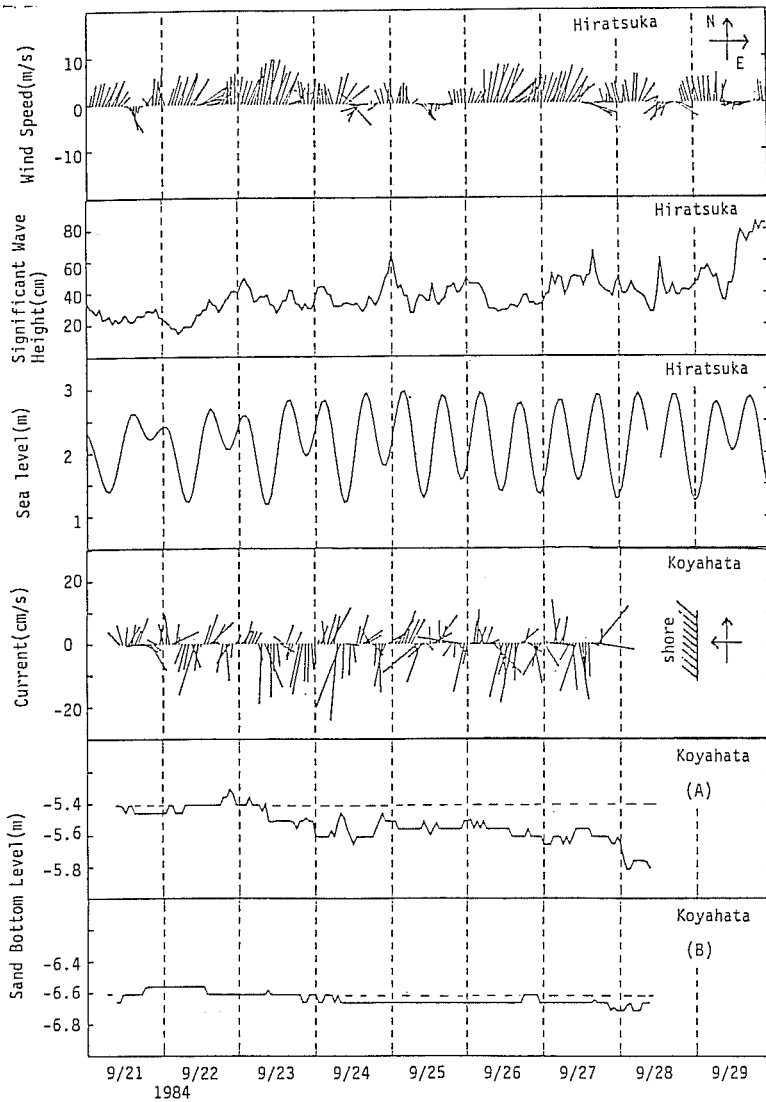


図9 小八幡沖の海底砂面高の変化。砂面と流れは図8に示した測器を用いて小八幡で、風向風速と有義波高は平塚沖の観測塔で観測されたものである。

## 2. 海岸域の波浪と海浜の変化

系 例 長 敬 (東京水産大学)

かつては洪水のたびに多量の土砂が河川から沿岸に運ばれ、河口付近にはデルタが発達し、それが隣接海岸へ運ばれ豊かな砂丘が形成されていた。ところが近年、河

床改修やダム建設等により河川から海岸への土砂の供給が減少し、砂丘は痩せ、ついには砂浜が消失するような事例が増加している。また、海岸構造物の築造によって、

漂砂の移動が遮断された結果、局部的に侵食が進む事例も多い。

ここでは、昭和57年8月の台風によって西湘バイパスが破壊した個所を中心に酒匂川から森戸川に至る海岸（以後西湘海岸と呼ぶ）の海浜変化と波浪について紹介する。

### 1. 海岸域の波浪

#### a) 小八幡漁場前面海域での波向き観測

波浪は海洋観測の中でも継続した測定を行うことが難しい項目の一つである。波浪の諸特性（波高，周期，波向）のうち波向きは特に測定が難しく，長期間に亘る資料はほとんどない。しかし，海浜の変化を考えると，波高は外力の大きさとして，波向きは力の向きとして重要な要素であることはいうまでもない。相模湾内，平塚タワー（国立防災研）でも継続的な波向き観測は行われていない。そこで，昭和58年7月から約1年間，1日1回，波向き目視観測を実施した。

図1は小八幡前面海域（水深30～50m程度）で目視した平均的な波向きの頻度分布を示したものである。西湘海岸の平均的な波向きをこれで代表すれば，波向きは南南西から南南東の間にあることがわかる。この方角は伊豆半島東端と洲崎の方向で，西湘海岸から相模湾口西

端を見込む方向に一致する。その中でも大島東西両水道方向からの来襲頻度が大きく大島の影にあたる方向は小さい。これが大島の遮蔽効果によるものであるかは不明であるが興味ある現象である。

昭和58年8月5号台風時（この時の最大波高は約6mを越えていた）に見られるように，西湘海岸では，有義波高として2mを越える高波の来襲時には大島東水道方向からの進入が多く，この場合の進行方向は海岸線にほぼ直角になる。平常時には，海岸線に対して直角あるいは斜めに入射することになるが，この波向きは，酒匂川から森戸川へ向う沿岸漂砂の存在を示唆するものである。

#### b) 西湘海岸沿いの波高の特性

西湘海岸に沿って，波の大きさの分布特性はどうか，また波の入射方向や周期によって異なるかどうかを知ることは局所的な侵食・堆積の判断や侵食対策上の設計に欠かせないものである。波高分布の特性を知るためには，海岸沿い数ヶ所に波高計を設置し，同時に波向き観測を実施すればよいが，その設置や維持はなかなか面倒である。このようなことから数値的な方法による波高分布の推定がなされることが多い。

ここでも数値的手法を用いて，海岸沿いの波の大きさ

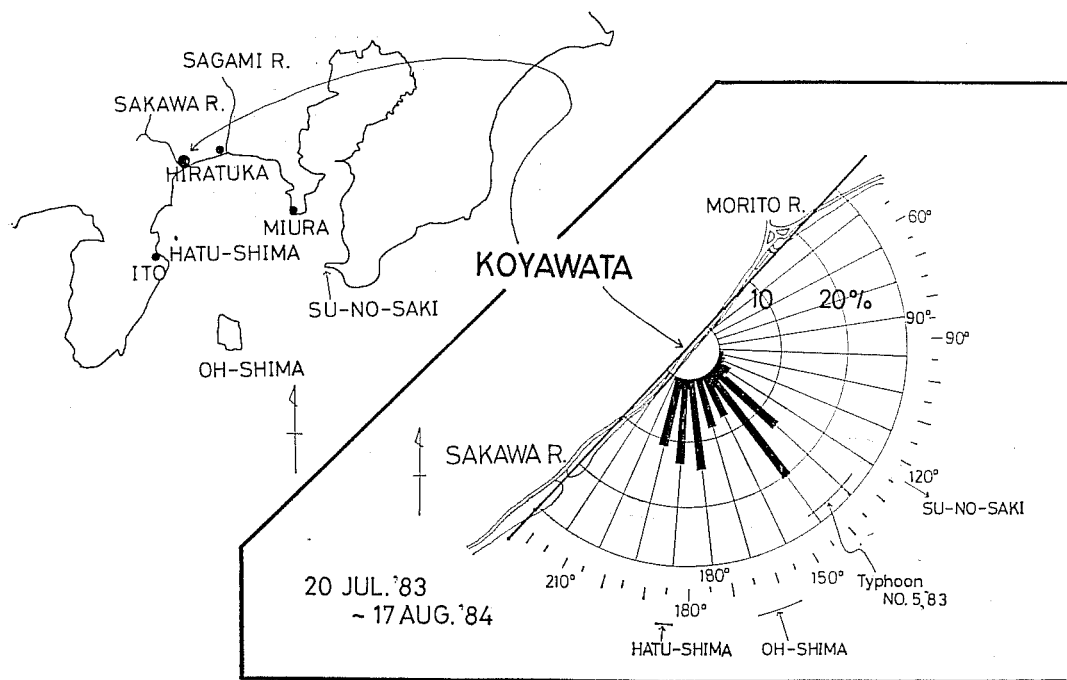


図1 波向き頻度分布（昭和58年7月～59年8月）

を見積ることとする。但し、計算法の詳細は略す。

周期 6 秒から 18 秒の沖波が 140, 160, 180 度の三方向から進入して来る場合を想定した計算結果の一例を図 2 に示した。同図は水深 5 m における波高の沖波波高に対する比で示されている。斜線の部分は水深 5 m での波高が沖波の 1.3 倍以上あることを意味する。この図より、西湘海岸で最も大きな波が見られるところは図中 D の部分であることが一見してすぐわかる。この部分は、昭和 57 年 8 月の 5 号台風で西湘バイパスが決壊した場所にあ

り、バイパスが海側へ突出した位置である。決壊後、バイパスに沿って約 700 m、沖側には約 40 m の幅で根固めブロックが施設された。これは後述する小八幡前面海岸での局地的侵食を進行させた要因として重要である。

次に波高が大きくなる場所は図中、A, C 付近である。逆に、どの方向からの波でも、周りに比べて波が小さくなるのは小八幡漁場船揚げスロープ付近に見られる。波の小さなこの場所を船揚げ場とした漁師の経験と感覚の確かさを示すものであろう。

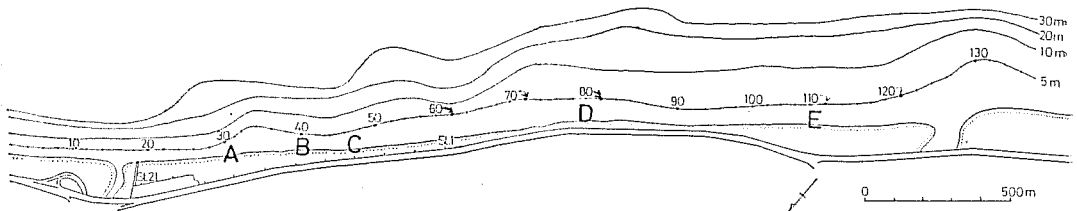
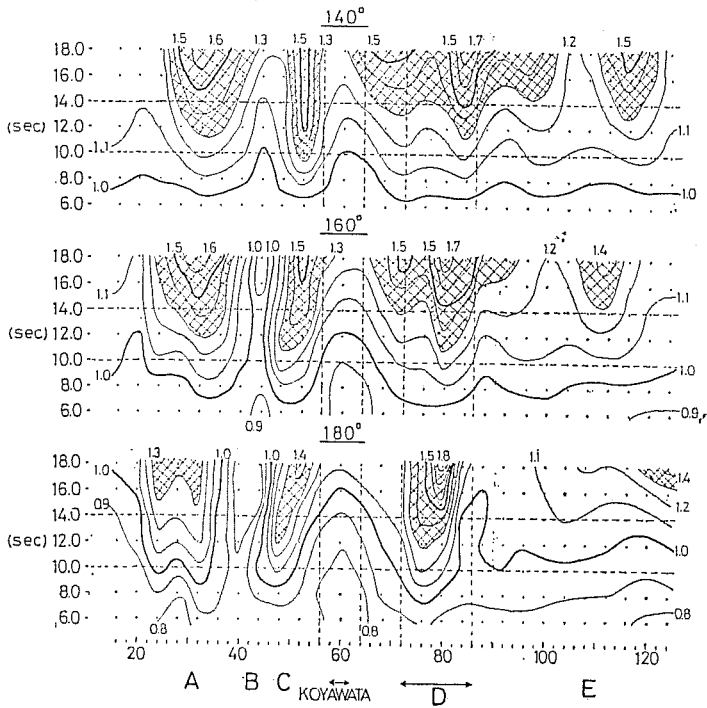


図 2 西湘海岸沿い水深 5 m における波高 (計算値)

下: 30 m までの等深線と計算点番号

上: 140, 160, 180 度の方向から進入波があるときの波高値。縦軸は入射波の周期, 横軸は計算点番号, 図中の数字は沖波波高を 1 としたときの各計算点における波高値, D は昭和 57 年にバイパスが決壊した場所



c) 道路壁からの反射波高と反射率の測定

バイパス建設後、定置網の土俵網が沖側に引かれたり、網の上下揺れが大きくなり、波が立つというように、建設以前には生じなかった現象を漁業者は話す。漁業者のいうこれらの真偽はともかく、網の上下揺れ増幅や沖向き外力を生じる原因として、道路壁からの反射波の存在が考えられる。そこでその波高と反射率を見積るための波浪観測を行った。

波高計は道路基部が根固めブロックで被覆されたところから沖へ約220m、水深14mの位置に設定した。道路壁法線に2台の波高計を8.8mの間隔で設置し、同時波形記録を取得した。波高計設置位置から、法線上約380m沖には定置網が施網されている。

1シリーズ約20日間、合計2シリーズの同時波形記録より、有義波高1m以上の56ケースについて、入・反射波の分離を行い、入・反射波高と反射率の見積りをTHORNTON・CALHAUN (1972)、あるいは合田、他(1976)の方法で行った(分離法の詳細は省略する)。

分離結果の一例として昭和58年11月7日、22:00の岸側波高記録のスペクトルと、分離した入射波および合成波のスペクトルを図3に示した(勿論、沖側波高記録のスペクトルは岸側のものとはほとんど一致している)。図3右に示した合成波のスペクトルピーク値とその周期

は  $3.0 \times 10^4 \text{ cm}^2 \cdot \text{sec}$ 、11.9秒で、岸側のピーク値、周期(12.2秒)より若干小さい。また、周期5秒以下の高周波側と20秒以上の低周波帯で入射波および合成波のスペクトルは異常に増加しているが、これは本分離法では避けることのできないものである。したがって、この部分を除いた有効周波数帯の波群についての分離結果を見ればよいことになる。図4にこの時刻の分離された入射波のスペクトルより各周波数ごとの反射率を計算した結果を示した。スペクトルピーク周波数での反射率は36.7%である。低高周波側をカットした0.06~0.13Hz(16.7~7.7秒)の周波数帯での波群全体としての平均的な反射率は38.1%である。

有義波高1m以上あった場合、56ケースの反射率を求めると、最大61.2%、最小29%、平均43%であった。このように反射率がバラツクのは、潮位によって水深が変化し、砕波位置が移動することや、根固めブロックや道路壁へ衝突する時の波変形の位相状態の違いによるものであろうが、これはまだ明らかでない。

緩やかな勾配で付近に海岸構造物がないような自然海浜における反射率は数%以下である。西湘海岸のように勾配が1/11程度の自然海浜では10%以下(沼地・本間1966)であり、40%以上の反射率は自然海浜と比較して非常に大きな値である。反射波が380m沖に施設されて

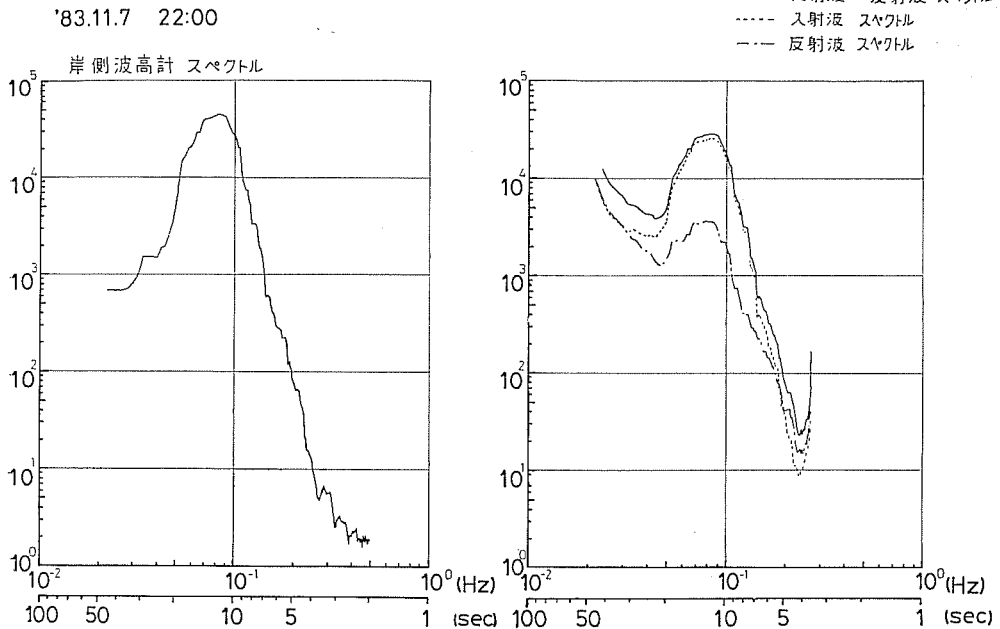


図3 スペクトルの一例 右図: 入・反射波および合成波のスペクトル

いる定置網まで到達し、網に何らかの影響を与えることは十分あり得ると思われる。

2. 海浜の変化

最近、浜が急激に痩せたと言われる西湘海岸の侵食について昭和29年以降昭和55年までの海岸線の変化を数枚の航空写真を解析することによって、また、昭和58年7月以降、小八幡から森戸川に至る砂浜で月ほぼ一回の頻度で約1年間行った測量結果から短い時間スケールでの砂浜の変化について述べることにする。

a) 航空写真解析による西湘海岸の変化

航空写真解析による比較的長期間の海岸線の変化については、昨年のシンポジウム内容(糸淵, 1984)に記したので、ここでは主にバイパス建設前後の海岸線の変化について、以下に要点のみを挙げる。

(i) 西湘海岸における侵食はバイパス建設(昭和44年)以前から見られ、酒匂川河口付近を除いて、侵食が激しいところは昭和57年の台風でバイパスが決壊した部分である。

(ii) バイパス建設後の約7年後は決壊場所から酒匂川左岸に至る海岸では以前と比較して海岸線の変化はあまりないが、小八幡から森戸川に至る海岸線の後退が激しい。(iii) 森戸川右岸導流堤築造(昭和47年)後には、導流堤より西側約500mの海岸では堆積傾向に転じた。

西湘海岸での侵食は、まず海岸線が沖側に突出している部分から始まり、その後、東西に進行している。バイパス決壊場所付近の約600mの海岸では、道路壁近くま

で侵食は進行しているが、この部分は見方を変えると道路の存在の為に、これ以上の侵食が防げられているともいえる。しかし、道路基部を被覆した根固めブロックは酒匂川から森戸川へ向かう沿岸漂砂の移動を遮断していることが昭和59年に行ったトレーサー追跡調査より明らかである。根固めブロックが施設された場所の東側(沿岸漂砂移動の下手側)に位置する小八幡前面海浜の侵食を加速している主な原因は、漂砂移動の上手側の根固めブロックであるといえる。

b) 小八幡前面～森戸川に至る海岸での測量結果

図5に示したように測線を設け、それぞれの測線において道路壁から汀線までの距離を測定した。また、Sta. 3, 5, 7の3測線上でレベル測量を行った。調査期間は昭和58年7月から約1年間である。

各測線での浜の幅の変化を図6に示した。これによると、構造物が存在しないような自然海浜に見られるように、この海岸でも春から夏にかけて堆積し、秋から冬にかけて侵食するような、海岸線の前進後退の季節変化が見られる。

Sta. 1 から7までは、昭和59年の堆積期に十分回復せず前年との差が汀線の後退となってあらわれている。その中でも Sta. 7 は侵食が最も大きく、Sta. 3 と同様に波が道路壁まで達するようになるのはそう先のことはない。

Sta. 9～21 の海浜は現在のところ比較的安定している。特に森戸川右岸導流堤に近い Sta. 21 と19は、浜の地盤高さが次第に高くなり、堆積傾向であることが導流

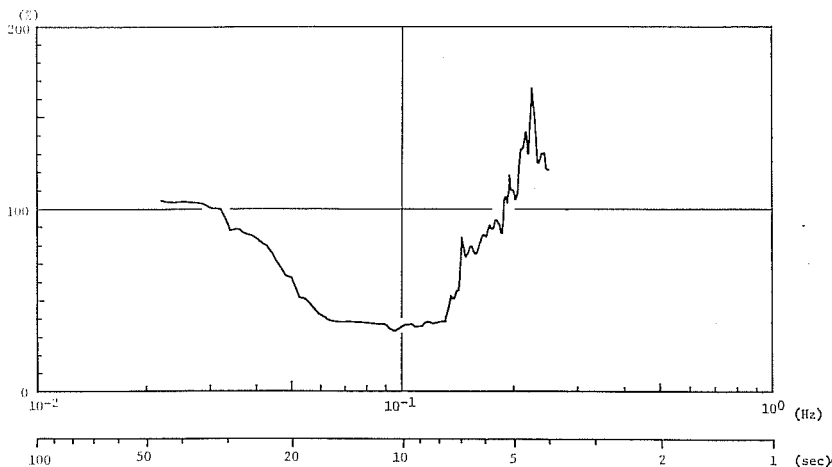


図4 周波数ごとの反射率計算結果の一例. 有効周波数帯(0.13~0.06 Hz)での値はほぼ38%である.

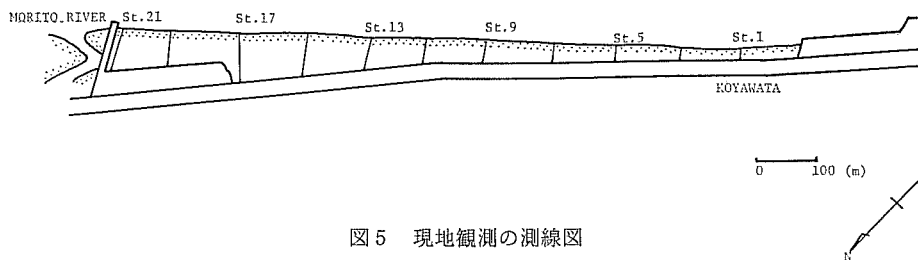


図5 現地観測の測線図

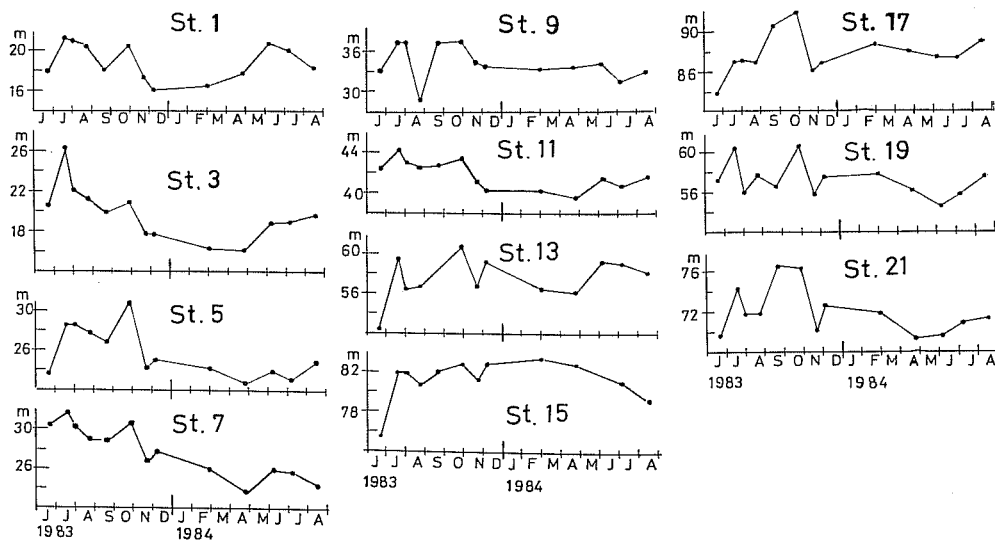


図6 浜幅の変化。縦軸は道路壁から汀線までの長さ

堤高との比較から明らかであった。

地盤高さの変化の一例として、Sta. 3の測線上における道路壁から10, 15, 20 mの地点のT.P.O(東京湾中等潮位面)からの高さの変化をみてもレベルの季節変化を明瞭に見ることができる(図省略)。

三本のレベル測量結果から小八幡漁場船揚げスロープ付近の約300 m間の浜において、一年間の侵食量(T.P.O.以上の砂礫の流失量として)を概算すると約 $3\sim 4 \times 10^3 \text{ m}^3$ となる。これは、幅15 mの海浜が約1 m低下するのにはほぼ等しい。

以上のように、この付近の海岸の侵食は極めて激しく、道路にとって極めて危険な状態である。さらに、このまま侵食が続くと小八幡漁場前面付近の海浜は消失することになり、船の出し入れは不可能になろう。また、これまで網干し場、補修場として使ってきた浜もなくなることになり、定置漁業にとっても好ましからざる結果になるであろう。道路と定置網漁業のためにも早急な対策が望まれる。

なお、本調査を実施するにあたり、神奈川県水試相模湾支所、小八幡定置漁場、相模湾水産振興事業団の御協力をいただいた。特に、波向き目視観測や波高計設置等では小八幡漁場川辺実氏の多大な御協力をいただいた。また、東水大院生大嶋真司君、同学生戸川伸一、大塚佳代子両君、天野伸一君(現、ソード勤務)には現地調査に御尽力いただいた。ここに記して以上の方々へ深甚なる謝意を表す。

文 献

THORNTON, E.B. and R.J. CALHAUN (1972) Spectral resolution of breakerwater reflected waves, Proc. ASCE, 98, WW4, 443-460.  
 合田良実・鈴木康正・岸良安治・菊地 治 (1976) 不規則波実験における入・反射波の分離推定法. 技研資料, No. 248, pp. 1~24.  
 糸刈長敬 (1984) 海岸地形および海浜波浪について. 水産海洋研究会報, 45, 86-91.  
 沼地福三郎・本間 仁 (1966) 水工学便覧, 307 p.

### 3. 相模湾の流動特性

岩 田 静 夫 (神奈川県水産試験場)

相模湾の海水流動調査は古くから行われ、最初の調査は1921年に神奈川県水産試験場によって行われた海流瓶漂流調査である。その後、水産試験場（現東海区水産研究所）、神奈川県水産試験場、静岡水試伊東分場の三機関が共同して海洋観測の他に、海流瓶と海流板漂流調査などが行われた。これら調査とはほぼ同時期に定置網漁業者による漁場水温、透明度、流れの調査などが実施された。宇田(1937)は、これらの資料を利用し、相模湾の冬季における平均的な海流を模式的にあらわした。それによると、黒潮分枝流は大島西水道から相模灘に流入し、大島の北を通り、東水道から流出するが、分枝流の一部が三浦半島沖を北上し、湾内を反時計回りに循環している。

1977年以降、海流ハガキや抵抗布による流動調査が行われたが（平 1980, 平野他 1981）、宇田(1937)が示した海流模式図とはほぼ同じ結果が得られた。これまで、相模湾の表層水の流動に関する知見は、断片的に得られた流れのデータをつなぎ合せ、論じられてきたものが多い。そこで神奈川県水産試験場では、相模湾の表層水の流動の実態をとらえることを目的とし、係留系による多点で長期測流を同時に実施した。

係留系による長期測流は、1982年4月以降図1の測点で実施されている。この調査から期待される相模湾の表層水の流動は、本シンポジウムのテーマである湾西部定置網漁場での流れに密接な関わり合いがあると考えられ

る。ここでは、長期測流から得られた湾内の表層水の流動の特徴について報告する。

#### 相模湾の平均的な流れ

流速計により得られた流れの連続記録をみると、海洋の表層の季節変化（温度躍層の有無）に関係なく、数日周期の流速変動の他に、潮汐によると思われる約半日周期の変動とそれより短い変動がみられる。このように流れは極めて変動性に富んでいるが、相模湾の流れの特性を流向頻度分布（流配図）から検討する。ここでは、1983年1月～4月に得られた各測点の海面下30mの流向頻度分布を図2に示す。各測点の流向は、東京湾のような閉鎖型の湾とは異なり、流向はある方向に偏寄っている。St. Jを除いた各測点の最多流向を結び、湾内では反時計回りの循環流が卓越するが時計回りの流れもみられる。St. J（沖ノ山）では東南東流が圧倒的に多い。他の季節にも同じ測点で長期測流を行ったが、湾内では反時計回りの循環流が卓越していた。

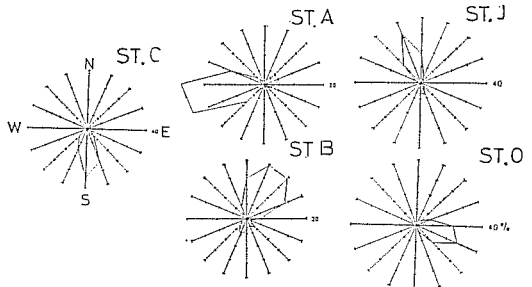


図2 1983年1月26日～4月14日における各測点の流配図（U：上層，L：下層）

#### 湾内の循環流と黒潮分枝流との関係

流速記録に25時間の移動平均を施し、1日以下の変動成分を除去した残りを長周期変動成分とする場合が多い。この変動は沖合水と湾内水との交換に結びついている重要な変動現象である。湾内での流れの長周期変動のつながりを知るため、1983年1月～4月の各測点の25時間の移動平均を施した流れのスティック・ダイアグラムを図3に示す。図3によると、各測点の流向は安定している。卓越流向は、St. Oでは東流、St. Jでは北西～北

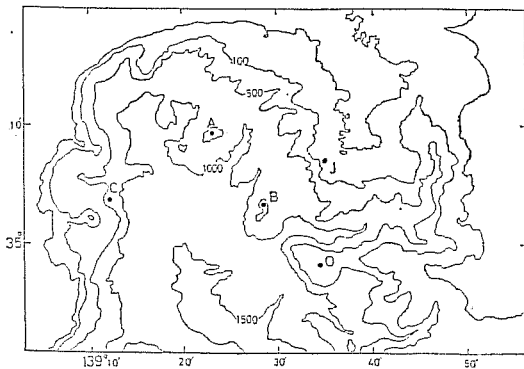


図1 観測点図

北西流, St. B では北北東~北東流, St. A では西南西~西流, St. C では南流となり, 湾内では反時計回りの循環流が存在することを示す。3月後半には, 流れは反転している。このときの流れは弱く, St. O では東南東流が弱まるか, 南~西流になっている。湾内の循環流と St. O の流れを比べると, St. O の東南東流は, 約2倍以上の強さを示す。この St. O の東南東流は, 大島西水道から恒常的に流入する黒潮分枝流に結びついていると考えられる。St. O と St. J は, 南北に約 18 km しか離れていないが, 両測点の流れは分枝している。しかし, St. O の東南東流が強くなると, St. J の北西~北北西流も強くなっている。St. J の流れは湾内の循環流の一部であることから, 黒潮分枝流が強くなると, 湾内

の反時計回りの循環流が強くなることを示唆している。他の季節に測定した結果も冬期と同様に黒潮分枝流と湾内の循環流との密接な関り合いが認められた。

相模湾での流動調査は, 1982年4月以降の他に, 1977年~1979年にかけて季節別に5回実施された。これら一連の観測資料を解析中であるが, その中から相模湾の平均的な海流図を図4に示す。大島西水道から相模湾に流入する黒潮分枝流は, 大島東水道から流出する。この分枝流が分枝し, 湾内に反時計回りの循環流が形成される。三浦半島西側の陸棚上には小規模な時計回りの循環流が存在する。湾西部の沿岸域には弱い南下流がみられる。黒潮分枝流の変動に対応する湾内の循環流は, 陸棚上の流れよりも強く, 定置網漁場までは達せず, その沖

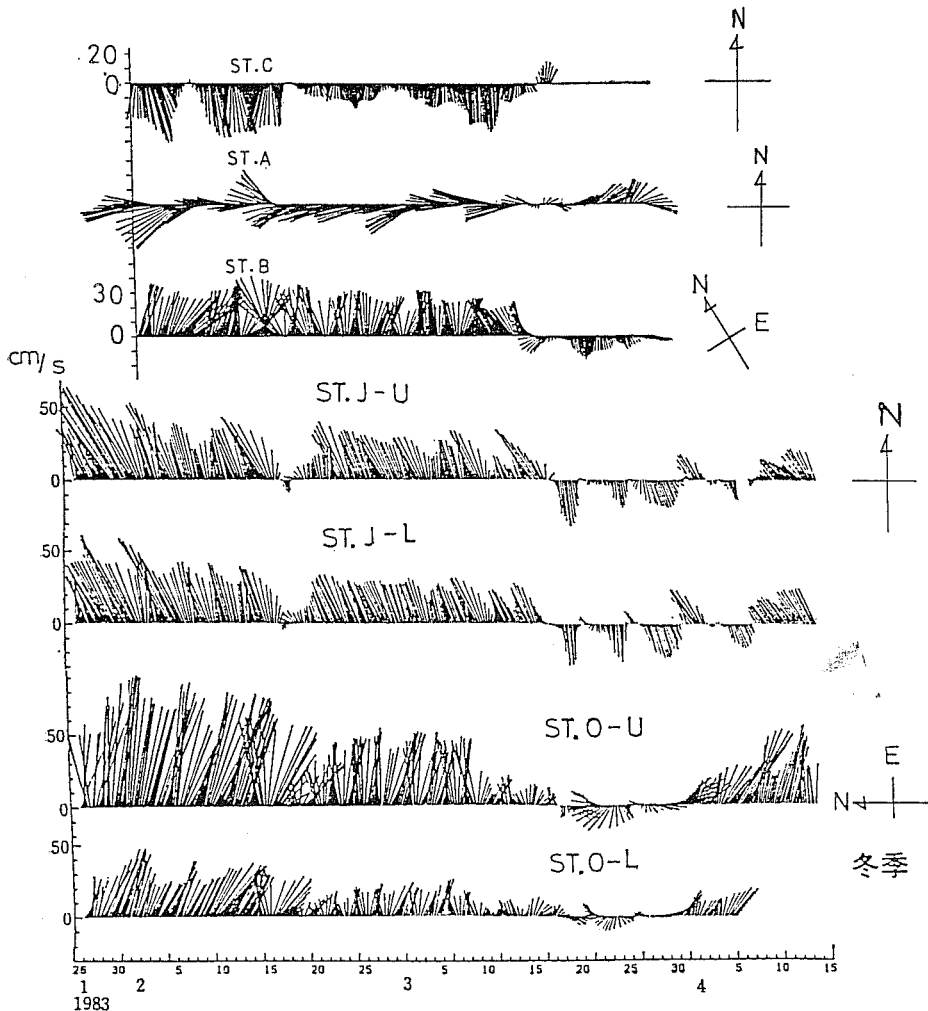
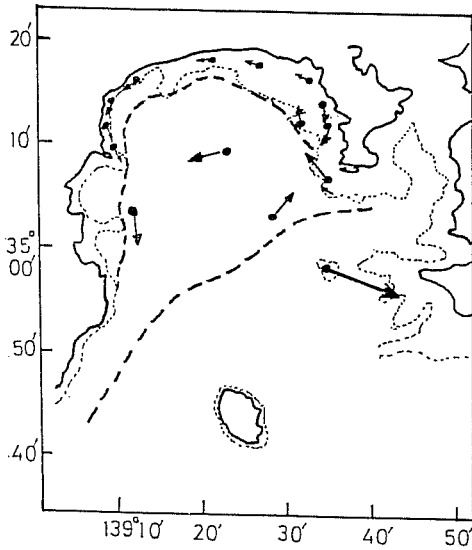


図3 各測点における流れのスティック・ダイアグラム



●印：流速計設置点での平均流、  
 ———→ 黒潮月分枝流 30~60cm/sec(日平均流速)  
 ———→ 循環流域 10~20cm/sec(日平均流速)  
 ———→ 大陸棚流域 0~5cm/sec(日平均流速)

合の陸棚斜面に沿って流れていると考えられる。

今後の課題として、相模湾の陸棚上とその沖合での長期測流を同時に実施し、湾内の循環流と陸棚上との流れの関係を明確にすること。さらに、湾内の循環流の消長と定置網漁況との関係を検討する必要があると考えている。

文 献

平野敏行・蓮沼啓一・中田英昭・永江英雄・松尾君子 (1981) 相模湾の海水交換機構. 沿岸海域の利用, 保全のためのモデリングに関する研究, 昭和50~55年度研究経過総合報告, 17~28.  
 TAIRA, K. (1980) Direct observations of current in the Kuroshio around the Izu Ridge. Ph. D. Thesis, Univ. of Tokyo, 65 pp.  
 宇田道隆 (1937) 「ぶり」漁期における相模湾の海況及び気象と漁況との関係. 水産試験場報告, 8, 1-59.

← 図4 相模湾の平均的な海流図 (1977年10~11月, 1978年2~3月, 5~6月, 7~8月, 1979年5~7月, 1982年10~12月, 1983年2~4月, 7~10月に得た資料を使用)

4. 酒匂川・相模川からの土砂流出量の経年変化

杉本隆成 (東京大学海洋研究所)

1. はじめに

日本周辺の沿岸域で近年汀線の後退している所が多く、その主な原因のひとつとして河川からの土砂流出量の減少が考えられている。初めに、土砂流出量と地形変化に関係する諸因子を、山地から河川、海岸、海洋にわたる全体的な系の中で把え、図1に模式的に示す。

山地の土砂は風化した斜面が比較的強い降雨によって崩壊することによって生産され、河道を通り、河口へと流送される。礫や砂利はこの間に傾斜が急に緩やかになった扇状地を中心に堆積し、洪水時に下流へ運ばれる。砂や泥は浮遊砂として流送され、主に増水時に流出し、河口先に堆積する。その後は流れや波浪によって漂砂として海岸付近に掃き寄せられ、同時に岸沿いに輸送される。波の高いときには、通常それまでに堆積していた汀線付近の砂が削り取られる。

河川流量や波浪は季節変動や短期変動が大きく、海浜域の地形も季節的・短期的に少なからず変動していると考えられるが、その実態を把握することは容易ではない。

ところで、このような中に多目的のダムや河口堰(図1)が築造されると、上流から運ばれて来た土砂の大部分はそこに堆積する。この種の効果を含めた河川の土砂収支の一部を、日本全体スケールで見ても表1に示す。高さ15m以上のダムの流域での土砂生産量(1億 $m^3y^{-1}$ )の約6割がダムに堆砂する。中でも中部山岳地帯での土砂生産および採砂量が大半を占めている。ダムの下流では、細かな砂はより速く流送されるが上流からの補給の減少により底質の粒径が粗く、まさつ係数が大きくなり、このことと洪水調節のためのピーク流量の減少によって、流砂量はかなり減っていると考えられている。また、大量の砂利採取は河床に窪みを生じ、補捉を通して

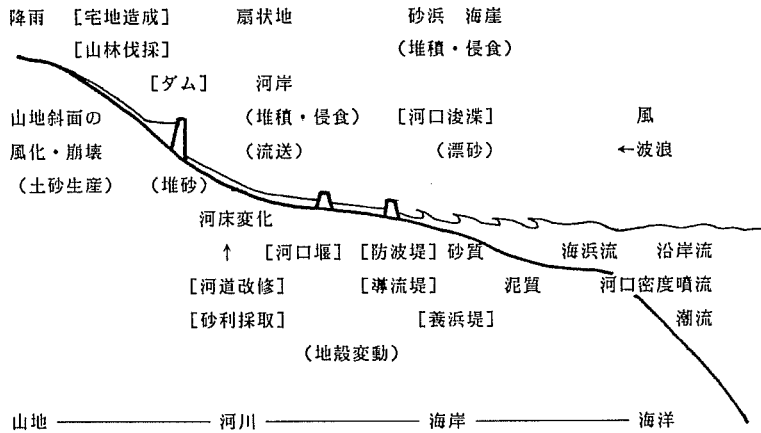


図1 土砂流出と地形変化の要因。生産・輸送・堆積・侵食のプロセスを( )で、人為的要因を[ ]で示す。

表1 河川の土砂収支(日本全体), 石原(1975)

山地流域の土砂生産量	$1.8 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ y}^{-1}$
ダム流域の分(山地の56%)	$1.0 \times 10^9$
ダムによる堆砂量	$0.6 \times 10^9$
砂利採取量(1960年代)	$1 \sim 2 \times 10^9$

砂利の流出を激減させている。

次に、河口付近に目を移すと、導流堤や港の防波堤等は岸沿いの漂砂を止めるので、周辺部では局所的な侵食や堆積が生じる。さらに、過度の地下水汲み上げによる地盤沈下やプレートの潜り込みのような地殻変動も、数10年という時間スケールでは無視できない。

## 2. 酒匂川と相模川の土砂収支

酒匂川と相模川について、より細かく検討してみよう。流域面積、ダム堆砂量、および砂利採取量を表2に示す。相模川の流域面積  $1,740 \text{ km}^2$  は日本の山地面積(約

$25 \text{ 万 km}^2$ )の約0.7%である(糸淵, 1985の図1の左上参照)。酒匂川の流域面積は相模川のその1/3である。酒匂川の三保ダムの上流の流域面積( $160 \text{ km}^2$ )は相模ダム上流の流域面積の8.5分の1にしか過ぎないが、三保ダムの年平均堆積速度(神奈川県企業庁による昭和24~43年平均の流量からの推算値約  $10 \text{ 万 m}^3 \text{ y}^{-1}$ )は相模ダムの堆積速度(昭和22~45年平均の実測値約  $26 \text{ 万 m}^3 \text{ y}^{-1}$ )の2.6分の1であり、流域面積で割ると、三保ダムの方が3.3倍大きい。これは三保ダムの流域は急峻な丹沢山系が主であるからと考えられる。三保ダムの昭和53~58年の実測堆積量が20年平均の流量を用いた推算値に比べて3倍程度大きいためと考えられる。参考までに、酒匂川飯泉堰における昭和24年から現在までの日平均流量を用いて、洪水流量を  $100 \sim 500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ,  $500 \sim 1,000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ,  $1,000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  以上の3段階に分けた各年の出現

表2 酒匂川・相模川の土砂収支

	酒 匂 川	相 模 川
流域面積	$580 \text{ km}^2$ (三保ダム上流 160) ( " 下流 420)	$1740 \text{ km}^2$ (城山ダム 1370) ( " 370)
ダム堆砂量	三保ダム 昭和53~58実測 $30 \text{ 万 m}^3 \text{ y}^{-1}$ (昭和24~43推算 10)	相模ダム 昭和20~55 $26 \text{ 万 m}^3 \text{ y}^{-1}$ 道志ダム 9.4 城山ダム 昭和40~55 0.4 中津川他 5~8
砂利採取量	昭和37~38 $70 \sim 80 \text{ 万 m}^3 \text{ y}^{-1}$	昭和31~35 $175 \text{ 万 m}^3 \text{ y}^{-1}$ 昭和37~38 400
河口での浚渫量	$>0$ (→養浜)	昭和43~ 1.5 (→養浜)

表 3 酒匂川飯泉取水堰における日平均流量の各年の流量別頻度

流 量 (ton/sec)	1949 S 24	1950 S 25	1951 S 26	1952 S 27	1953 S 28	1954 S 29	1955 S 30	1956 S 31	1957 S 32	1958 S 33	1959 S 34	1960 S 35
1000-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
500-1000	1	3	0	0	2	2	1	0	0	2	2	0
100-500	15	39	23	11	22	21	17	27	17	28	23	19

流 量 (ton/sec)	1961 S 36	1962 S 37	1963 S 38	1964 S 39	1965 S 40	1966 S 41	1967 S 42	1968 S 43	1969 S 44	1970 S 45	1971 S 46	1972 S 47
1000-	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*
500-1000	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	*
100-500	20	21	12	1	16	17	6	16	15	11	8	*

流 量 (ton/sec)	1973 S 48	1974 S 49	1975 S 50	1976 S 51	1977 S 52	1978 S 53	1979 S 54	1980 S 55	1981 S 56	1982 S 57	1983 S 58
1000-	*	(0)	0	0	0	0	0	0	0	1	1
500-1000	*	(0)	1	0	0	0	1	0	1	3	2
100-500	*	(29)	13	11	12	1	6	8	8	11	13

日数を表 3 に示す。また、月平均流量と城山ダム上流域の流域平均の月間雨量の経年変化も酒匂川の河川流量と似た傾向を示す。洪水は 1972 年を含め約 10 年おきに、1, 2 年続けて出現している。従って河川から沿岸域への土砂流出も 10 年位の周期で洪水時にまとめて行われているものと考えられ従って、河口先の地形変化の検討においては、洪水の出現日に注意する必要がある。

次に、表 2 の砂利採取量に関する資料（神奈川県、1966）を見ると、昭和 30 年頃から急増し、相模川では昭和 30 年代に実に 2,200 万 m<sup>3</sup> の土砂が採られたと推定されている。このために中流、下流の平均河床は、昭和 30~35 年に約 2 m、昭和 36~37 年に、さらに 2.4 m、場所によってはそれ以上低下して、取水や橋脚の基礎に重大な被害をもたらした。その結果相模川では昭和 39 年度から砂利採取が全面的に禁止された。酒匂川でも同年代に相模川の 2 割程度の砂利採取が行われ、昭和 47 年頃から禁止されている。酒匂川の昭和 57 年の最深河床高は、昭和 45 年に比べて飯泉取水堰のやや上流から河口にかけて 1 m 前後回復している。川幅を 200 m、長さを 3 km とすると、平均 5 万 m<sup>3</sup> y<sup>-1</sup> の速さで堆砂したことになる。しかし、相模川はほとんど回復していない。

3. 西湘・湘南海岸の土量変化に対する河川からの土砂流入量減少の影響

海岸域の地形の経年変化に対する河川からの土砂流入量の減少の影響度を推定するのは容易ではないが、定性的な程度の見積りとして敢えて行ってみよう。

図 2 は小八幡地先とその 600 m ほど東の地点におけ

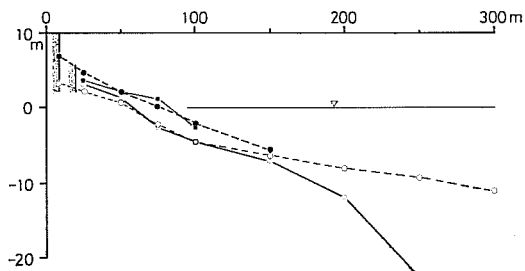


図 2 小八幡周辺の海浜から地先にかけての水深。実線は小八幡地先、破線は小八幡の 600 m 東、黒丸は昭和 40 年、白丸は昭和 50 年の測定

る、防波堤から地先海域にかけての地盤高で、道路公団が行っている地形測量の一部である。全体として防波堤から 200~300 m、水深 12 m 付近までは勾配が 1/15 の程度であるが、その沖は急深になっている。小八幡周辺の約 3 km は昭和 40 年から昭和 50 年の 10 年間に防波堤から 250 m 先付近まで平均 1.5 m 程度低下している。土量にして 10 万 m<sup>3</sup> y<sup>-1</sup> 減の程度である。それより東ははっきりしない。また、糸淵 (1984) や田中ら (1973) の汀線変化を参考にすれば、昭和 22 年から 42 年の 20 年間に小田原・江ノ島間約 30 km (勾配 1/15 前後) の汀線の中で 3.5 km の領域が 4 m y<sup>-1</sup> で (または 30 km の汀線が平均的に 0.5 m y<sup>-1</sup> で) 後退する。地形変化の幅を 250 m とすると、この領域の土量の減少速度は約 25 万 m<sup>3</sup> y<sup>-1</sup> となる。この時期には三保ダムはできていないが、相模ダムと昭和 30 年代の大量の砂利採取の時期



が含まれている。

相模川河口周辺では明瞭な土砂の減少が見られないが、その理由は酒匂川の河口が、東向き沿岸漂砂の上流端に位置するのに対し、相模川の河口は下流にあるためかも知れない。

次に、土砂中の砂の割合や中流域での堆積を考えると、河口からの砂の流出量は、ダムや砂利採取の影響がなかった場合でも、上流域での土砂生産量（両河川合わせて約70万 $\text{m}^3\text{y}^{-1}$ ）の数分の1であろう。酒匂川の河口堰付近～河口における最近の堆積速度と三保ダム下流部での土砂生産量の比や、神奈川県企業庁管理局利水課（1974）、道上ら（1980）らを参考にすれば、1/7～1/3、すなわち10～23万 $\text{m}^3\text{y}^{-1}$ の程度であろう。さらに、相模ダムと砂利採取の影響下ではそのほとんどがダムの貯水池または低下した中・下流域に堆積したと仮定すると、河口からの砂の流出量の減少は、昭和20年以前と比較して10～23万 $\text{m}^3\text{y}^{-1}$ と見積られる。

これらに対して、地殻変動による地盤沈下の速度は、国土地理院による油つばの年平均潮位と関東大地震時の地盤の隆起量の分布（堀川，1981）から、0.5～0.7 $\text{cm}\text{y}^{-1}$ と推定される。上述の砂の領域（幅250m，長さ30km）をかけると5万 $\text{m}^3\text{y}^{-1}$ 前後の土砂量減少速度に相当する。また、導流堤や港の防波堤は、張出しの規模が大きいことを考えると、東方または岸沖方向への漂砂量に対して影響が小さくないと考えられる。

とくに小八幡周辺に注目すると、砂利の大量採取によって河川からの土砂流出量が減少した所に西湘バイパス

が汀線に迫るように建設され、反射波等の影響（糸列，1984）で海浜侵食を著しくした形になっているものと考えられる。

以上、西湘・湘南海岸域の土量変化と、酒匂川・相模川両河川からの土砂流入量の減少との関係について、巨視的なオーダーを見積ってきた。これらと沿岸漂砂量のより定量的な調査と資料解析は今後の重要課題である。

最後に、本文をまとめるにあたり、貴重な資料を提供または紹介して下さった神奈川県庁土木部河港課の手賀啓技幹と同企業庁管理局利水課の川合康男技幹および貴重なコメントを頂いた、京都大学防災研究所の奥田節夫教授と国際航業株式会社の田二谷正純氏に心よりお礼を申し上げる次第である。

#### 文 献

- 堀川清司（1981）沿岸開発と海岸地形変化について。水産海洋研究会報，38，99-102。  
 石原藤次郎（1975）土砂の流送・運搬に伴う自然環境変化に関する研究概要。文部省科学研究費自然災害特別研究成果 No. A-50-9，自然災害科学総合研究班。  
 糸列長敬（1984）海岸地形および海浜波浪について。水産海洋研究会報，45，86-91。  
 糸列長敬（1985）海岸域の波浪と海浜の変化。水産海洋研究会報，47，94-99。  
 神奈川県（1966）相模川の砂利，90-93。  
 神奈川県企業庁総合開発局（1974）酒匂川総合開発事業報告書，技術資料その I-II。500-504。  
 道上正短・鈴木幸一・定道成美（1980）斐伊川の土砂収支と河床変動の将来予測。京大防災研究所年報，23，B-2，493-514。

## 5. 河川水の水質（今年の調査結果）

### 1. はじめに

河口域は流入河川と沿岸海域の接点にあたり、相模川や酒匂川をはじめとした流入河川水の水質を監視するための調査定点が（財）相模湾水産振興事業団によって設置され、昭和53年2月以降、継続的な調査がなされてきた。この監視の目的は、現在進行中の相模川・酒匂川流域下水道計画を市民の立場から、また水産振興の立場から客観的に評価することに主眼がある。これらの監視調査結果と神奈川県（神奈川県水質調査年表）による調査結果は良く一致し、同様な経年的変化をしていることが示さ

早川 康 博（北里大学水産学部）

れた（早川，1983，1984）。

ここでは、相模川と酒匂川の河口域に限定して、特に全窒素（TN）、全リン（TP）、生物化学的酸素要求量（BOD）、浮遊物質（SS）といった富栄養化関連物質の濃度と負荷量の最近の動向を早川（1982）の前報に引続いて示した。なお、流量データは神奈川県の当該機関から呈示された日平均流量に基づいている。左岸・右岸処理場の水質データは各々の処理場の測定結果（月数回の平均値）に基づいている。河口域上流部の取水堰と河口部表層の水質データは上記の監視調査（月1回）の結果に

基づいている。また、負荷量は調査当日の流量（処理場負荷量）、あるいは調査当日と前日の平均流量（取水堰と河口部の負荷量）から算出した値に基づいている。また、

特に断らない限り平均値は算術平均値を示している。

2. 相模川河口域について

図 1 に相模川河口域へ流入する流量の月平均値を示す

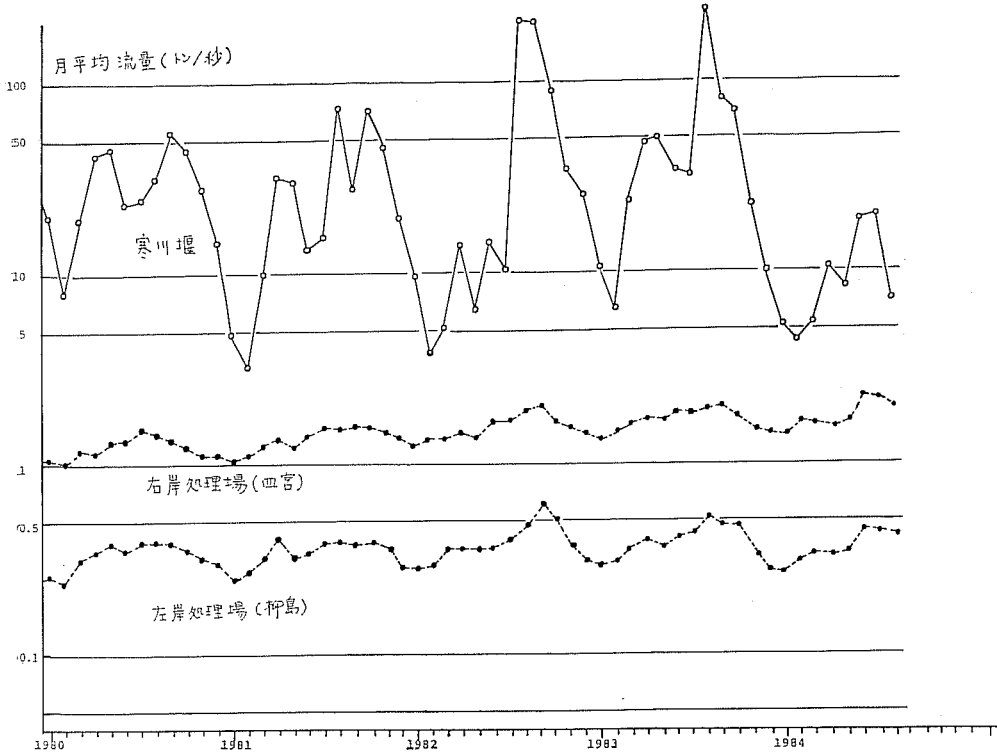


図 1 相模川河口域への流入流量（毎秒トン）。（白丸は寒川堰，黒丸は左岸・右岸処理場）

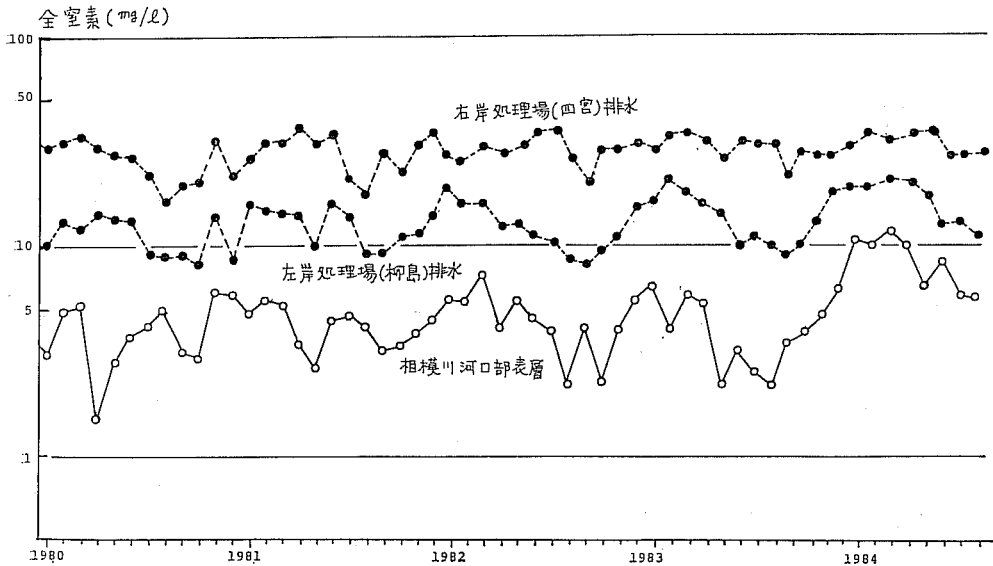


図 2 相模川河口域の全窒素濃度（mg/L）。（白丸は河口部表層，黒丸は左岸・右岸処理場）

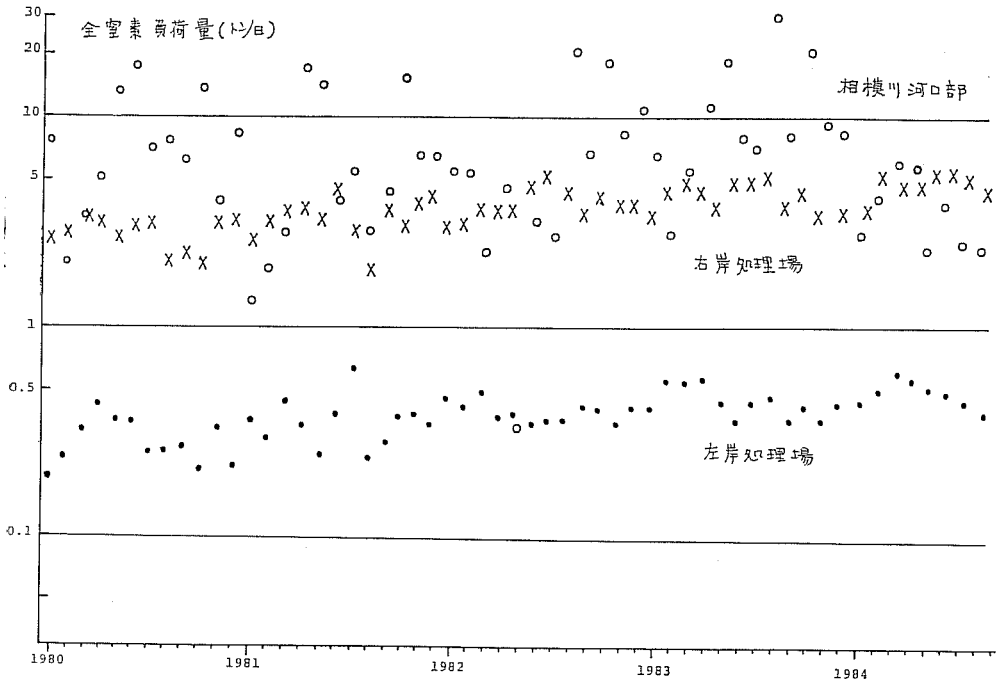


図3 相模川河口域の全窒素負荷量(トン/日)。  
(白丸は河口部表層水, 黒丸は左岸処理場排水, X印は右岸処理場排水)

(1980年から1984年8月まで)。河口域上流部の寒川堰からの流入流量は年平均値30~50(トン毎秒)で推移している。右岸処理場の流量は1980年の1.2から1984年の1.8(トン毎秒)へと漸増傾向にある。左岸処理場の流量は年平均値0.3~0.4(トン毎秒)の間を推移している。河口部における海域流入流量は、その他の諸支流も含めた合計流量であるが、河口部から海域への負荷量は寒川堰での流量を海域流入流量として算出してある。

図2に全窒素濃度(mg/l)を示す。寒川堰における全窒素濃度は図示していないが、年平均2(mg/l)前後を変動している。右岸処理場からは25~30(mg/l)、左岸処理場からは10~15(mg/l)の全窒素が排出されている。河口部表層では4.0(mg/l)前後であるが、1984年は流量が例年より少なかったこともあり、8(mg/l)前後の高濃度が測定された。ただし、寒川堰では上記の通り、例年同様2(mg/l)前後であった。

図3に全窒素負荷量(トン/日)を示す。寒川堰における全窒素負荷量は図示していないが、年平均5(トン/日)前後であった。ただし、1984年は流量が少ないため1(トン/日)程度で推移した。右岸処理場からは、1980年の年平均2.8から1984年の4.7(トン/日)へと漸増してい

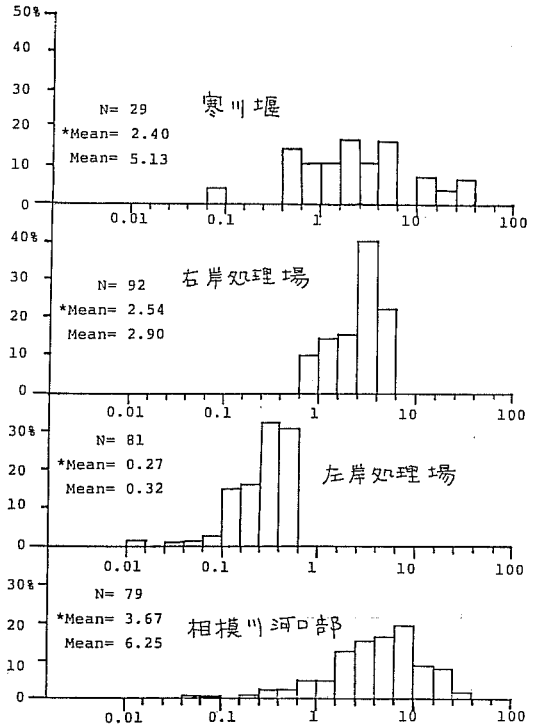


図4 相模川河口域の全窒素負荷量(トン/日)頻度分布. Nはデータ数, \* Meanは幾何平均値, Meanは算術平均値)

た。左岸処理場からは同じく 0.3 から 0.5 (トン/日) へと漸増していた。海域流入水として沿岸へ負荷する河口部では、1980年～1983年にかけて、8.0～11.3(トン/日)と漸増したが、1984年は濃度は高いが、流量が少なく、

負荷量としては 3.7(トン/日)程度に減少した。なお、上記のように、海域流入流量を下限にとってあるので、負荷量も下限値に相当すると考えられる。

図 4 に全窒素負荷量(トン/日)の頻度分布を示す。寒

表 1 相模川・酒匂川河口域の最近の水質濃度 (mg/l) と負荷量 (トン/日)

		取水用水	右岸処理場	左岸処理場	海域流入水
		寒 川	四 宮	柳 島	相模川河口部
相 模 川	データ数	N=29	N=92	N=81	N=79
	SS	15.69 (117.06)	4.10 (0.45)	7.33 (0.18)	11.48 (56.45)
	BOD	3.28 ( 6.48)	5.69 (0.60)	5.31 (0.14)	2.90 ( 3.87)
	TN	2.04 ( 5.13)	26.35 (2.90)	12.14 (0.32)	4.25 ( 6.25)
	TP	0.16 ( 0.40)	2.00 (0.22)	2.18 (0.05)	0.44 ( 0.52)
		飯 泉	—	酒匂管理センター	酒匂川河口部
酒 匂 川	データ数	N=29	—	N=21	N=65
	SS	20.55 (159.86)	—	4.62 (0.049)	22.74 (96.97)
	BOD	3.45 ( 9.25)	—	2.43 (0.025)	12.25 (28.56)
	TN	1.51 ( 4.30)	—	2.08 (0.023)	3.54 ( 7.50)
	TP	0.22 ( 0.60)	—	0.29 (0.003)	0.45 ( 0.82)

濃度 mg/l 負荷量 (ton/day)

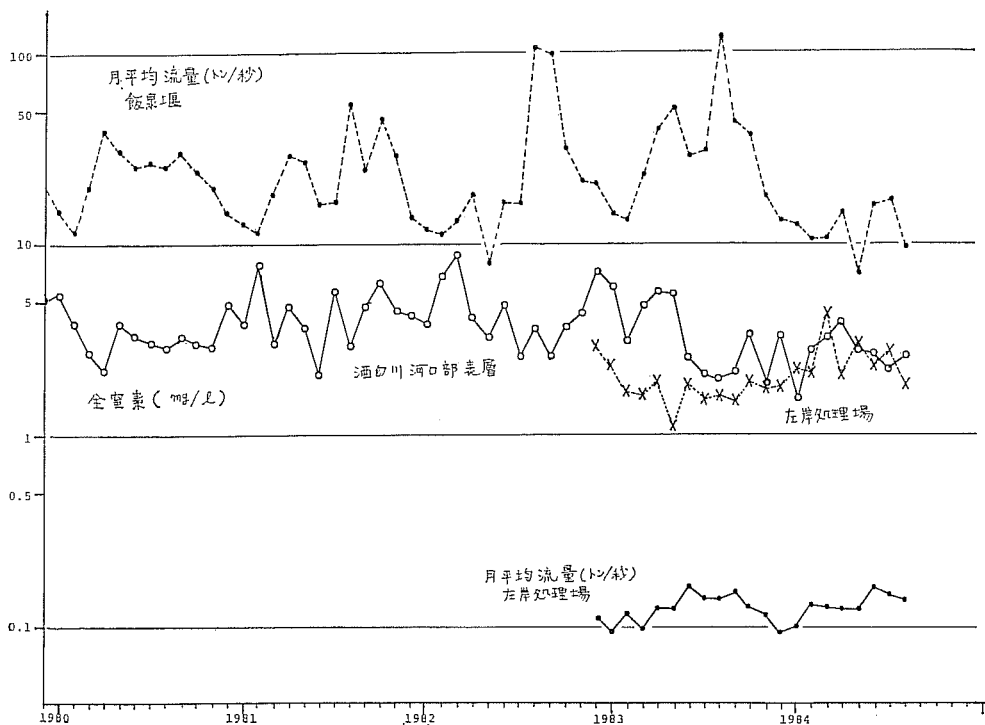


図 5 酒匂川河口域への流入流量(毎秒トン)と全窒素濃度(mg/l)  
 (黒丸破線は飯泉堰の流量、黒丸直線は左岸処理場流量、白丸は河口部表層の全窒素濃度、×印は左岸処理場の全窒素濃度)

川堰のデータは1982年4月から、右岸処理場は1977年1月から、左岸処理場は1977年12月から、河口部は1978年2月から、各々1984年8月までのデータを用いてある。このように、期間は異っているが、概略すると、寒川堰から5.13(トン/日)の負荷が流入し、右岸・左岸処理場から2.90、0.32(トン/日)の負荷を受け、その他の諸下水や支流からの負荷を加えると共に、沈降その他の除去作用を受けて、海域へは最低限6.25(トン/日)の全窒素負荷量があると考えられる。処理場からの負荷量は上流部からの60%程度にあたり、海域負荷量の相当部分を占めるに至っていることも容易に推測できる。

表1に河口域の水質濃度(mg/l)と負荷量(トン/日)をまとめて示す。かっこ内の数字が負荷量である。処理場(特に右岸処理場)からの全窒素や全リンの負荷量は河口域における負荷収支に相当部分の比重を占めている。しかし、BODやSSの負荷量は少ないと考えられる。

なお、河口域における負荷量収支の経年変化はデータの充実を俟って、改めて呈示することを期す。

### 3. 酒匂川河口域について

図5に酒匂川河口域へ流入する流量の月平均値(1980年から1984年8月まで)を示す。河口域上流部の飯泉堰からの流入流量は年平均値20~40(トン毎秒)で推移し

ている。1982年12月から操業を始めた左岸処理場(酒匂管理センター)の流量は0.13(トン毎秒)程度である。河口部からの海域流入流量は、飯泉堰の流量にほぼ等しいとして、後述の負荷量を算出した。

全窒素濃度は、飯泉堰で1.5、左岸処理場で2.0、河口部表層で3.5(mg/l)前後であった。処理場排水の濃度が相模川の処理場と比べて低いことが特徴である。また、河口部表層では1983年以降相対的に低濃度の2~3(mg/l)で推移している。

図6に全窒素負荷量(トン/日)を示す。流量の少ない左岸処理場は0.02(トン/日)程度、また、飯泉堰で4.3、河口部で7.5(トン/日)程度の平均負荷量がある。ただし、1984年は流量減少がそのまま負荷量減少として示されている。

図7に全窒素負荷量の頻度分布を示す。飯泉堰は1982年4月から、左岸処理場は1982年12月から、河口部は1979年4月から、各々1984年8月に至るデータを用いている。平均的には、飯泉堰から4.3(トン/日)の負荷が流入し、左岸処理場の0.02(トン/日)とその他の諸下水や支流の負荷を加えて、河口部から海域へ、最低限7.5(トン/日)の流入負荷があると考えられる。ただし、処理場の影響は現在のところ無視できる程度である。

表1にはその他の水質項目と共に河口域の水質濃度と負荷量をまとめて示してある。処理場の負荷収支に及ぼす影響は末だ少ない。また、相模川河口域と比べて河口部におけるBODが濃度、負荷量共に高く、取水堰での

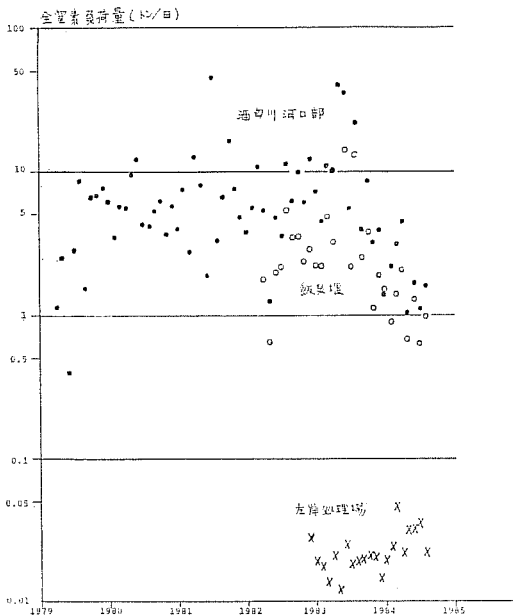


図6 酒匂川河口域の全窒素負荷量(トン/日)。(白丸は飯泉堰、黒丸は河口部表層水、×印は左岸処理場排水)

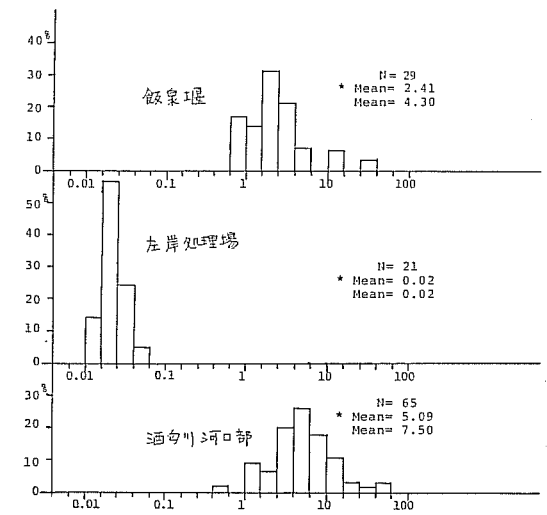


図7 酒匂川河口域の全窒素負荷量(トン/日)頻度分布。(Nはデータ数、\* Meanは幾何平均値、Meanは算術平均値)

値が同等であることからみて、酒匂川河口域に、かなり負荷量の大きい下水が流入していることが推測される。このことは、BODのみならず、SS、TN、TP に関しても言えるであろう。酒匂川河口部から海域への富栄養物質の負荷は、相模川のそれに匹敵しまたはそれを凌ぐと言える。

## 6. 荒天日とその直前の漁獲量の定置網間の比較

木 幡 孜 (神奈川県水産試験場相模湾支所)

予想される湾岸道路と河川流動の定置網漁場環境に及ぼす影響は、荒天時に極大になるはずである。その場合、道路壁は返し波として、また河川流動は大量の濁水放流により、特に河口周辺の環境を急変させるだろう。この種の急激な環境変化が、魚の分布移動に影響を及ぼしていることが考えられるので、荒天前後の漁獲量を比較することとした。ただし、漁獲量の変動は常態でもきわめて大きいため、環境要因個々と漁獲量変動を結びつけることは困難が予想された。そこで、両要因による影響度合がそれぞれ異なると考えられる三つの定置網を選び、漁獲量変動の地域間の差に注目した。その結果、いくつかの定着性の強い種類で、いわゆる時化日との関連を抽出できたが、目的とする両要因による影響を分離することはできなかった。

### 1. 方法

#### (1) 調査地点の選定

想定される環境要因の大きさによって、次の3定置網を選んだ。

小八幡定置網…	酒匂川河口	河川流動	返し波の	
	東 1 km	の影響	大 影響	大
梅沢定置網…	東 6 km	"	小	" 大
米神定置網…	西 6 km	"	小	" 小

#### (2) 調査期間と魚種の選定

1973年から'82年の最近10カ年間に、25回の台風と14回の顕著な低気圧による大雨(100 mm/日以上)があった。これら合計39回の荒天日を中心とした5日間と、その前5日間の漁獲量を比較した。

また調査魚種は、荒天の発生が7~10月に集中していることから、この時期の主要種として、次の種類を選んだ。

長期滞留種…イサキ・かます類・マアジ

### 文 献

- 早川康博(1982) 相模川・酒匂川の水質(総括), 水産海洋研究会報, 40, 53-58.  
 早川康博(1983) 流入河川水の水質管理, 水産海洋研究会報, 43, 74-77.  
 早川康博(1984) 河川水の水質変化について, 水産海洋研究会報, 45, 78-82.

短期滞留種…ソーダかつを類・さば類・マイワシ  
 および総漁獲量

#### (3) 比較項目と手法

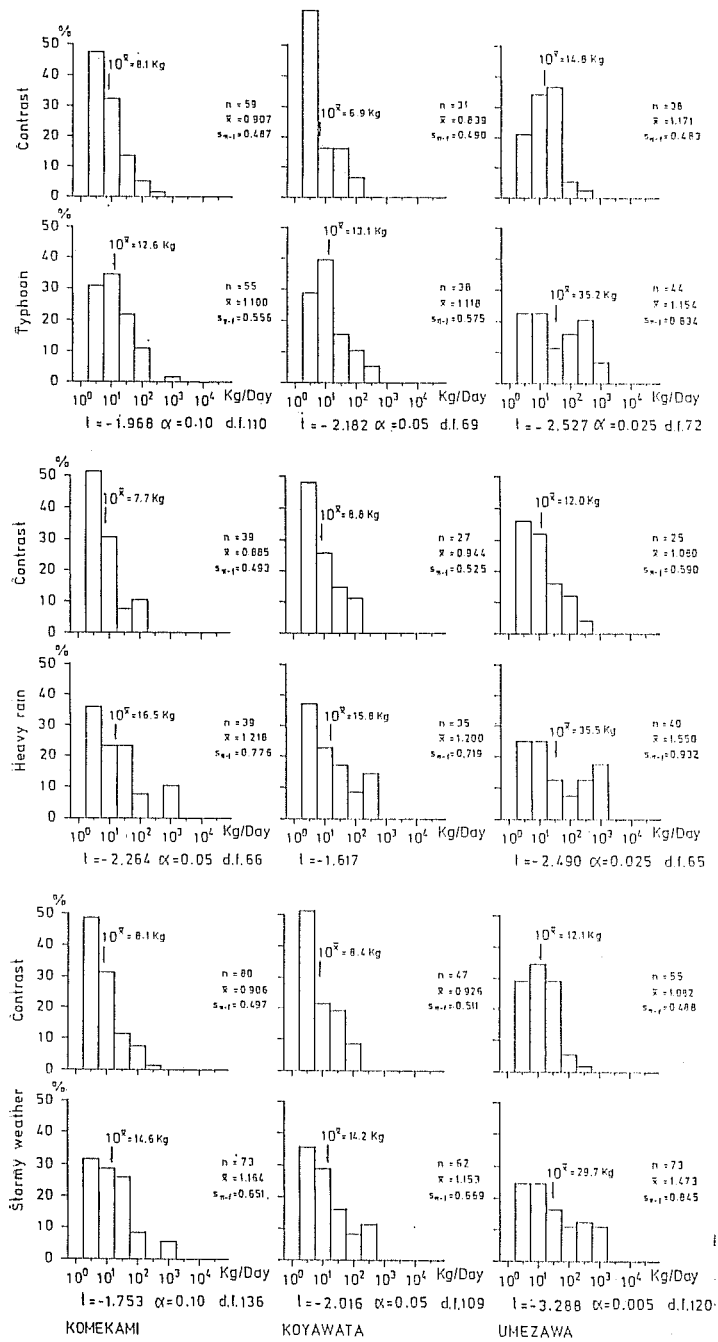
台風通過日の前後2日を含む5日間の日漁獲量を台風時の値、通過日前7~3日の5日間のそれを対照時の値とし、25例の台風時で得たすべての値を用いて、対数階級による頻度分布を求め、両者の差異を検定し、波浪による影響をみた。

また、100 mm/日以上降水があった低気圧と台風の計22例、および時化日合計39の例について同じ処理をし、大雨の影響、波浪と大雨を分離しない荒天時の影響を、それぞれ推定しようとした。

### 2. 結果

台風時、大雨時、時化日合計の各区分について、対照時の日漁獲量の分布と対比した。いずれかの区分で対照時との間に有意差が認められた種類をみると、マアジ・かます類・イサキであり、いずれも比較的定着性の強い長期滞留種であった。すなわち、マアジは米神定置のみで台風時と時化日合計で共に、対照時の漁獲量を上まわった。かます類は小八幡定置のみで、大雨時に対照時の漁獲量を上まわった。イサキは大雨時の小八幡定置で判然としなかったが、他の各区分各定置網すべてで顕著に対照時の漁獲量を上まわった(図1)。したがって、イサキについて定置網間の比較を試みる。

各区分の定置網別の値に注目すると、台風時と時化日合計の場合で、米神定置より小八幡定置で、さらに小八幡定置より梅沢定置でそれぞれ有意差が顕著になっている。ここで、初めに示した各地点の特性と定置網の張り建水深、およびイサキの習性を考慮すると、先の結果は妥当であると考えられる。すなわち、イサキは常態では定置網の本体付近よりも浅い垣網付近に群の中心があ



ISAKI *Parapristsipoma trilineatum*

図1 荒天日とその直前におけるイサキ日漁獲量の比較

るが、海底が攪拌され、濁った時に多獲されることが知られていること。米神定置は波浪の影響が小さいだけでなく、水深 60 m に張り建てられていること。小八幡定置は波浪の影響が大きいと米神定置とほぼ同じ水深に位置すること。および、梅沢定置は波浪の影響が大きく、かつ張り建水深が 45 m と最も浅いことなどであり、イサキにとっては総じて時化日が漁獲増の要因になっていることを示している。

一方、大雨の場合はこの傾向がくずれ、河川水の影響を最も強く受ける小八幡定置で対照時との差が不明瞭になった。ここで、区分した大雨時の中には台風時のものだけでなく、かなりの波浪を伴うものを含んでおり、単に大雨時だけを分けることは、サンプル数からみて不可能であった。したがって、ここで区分した大雨時とは、100 mm/以上の降水を伴う時化日ということになる。すなわち、時化日であることで、各定置網共イサキの入網条件が増しているはずである。しかし、小八幡定置のみでそれが顕著に現われなかったのは、そこに河川水の影響が関与したことが考えられる。

### 3. 考 察

イサキ・マアジ・かます類などの定着性の比較的強い種類で、いわゆる時化日との関連を抽出できたが、目的とする返し波と河川流動の両者による影響はイサキで若干認められたものの、明確な分離はできなかった。このことは、両要因による影響がないということではない。あるとしても、それぞれの種の漁況変動を引き起こす要因として、より大きなものが存在するため、先の両要因

による変動がかくされてしまうと考えるべきであろう。

河川水の影響という点については、マアジの場合で調査例がある。神奈川県企業庁(1971)によると、大きな河川流量日には、小八幡定置と早川河口前面に位置する道合定置でマアジの漁獲が減少すること、しかし常態では河川水影響域でプラスの漁獲効果をもたらすことが報告されている。今回、マアジについても判然とした結果が得られなかった。その理由として、今回はデータ数を考慮して、各ケースごとに5日間をみたことがあげられる。そこで、時化日にこだわらず、酒匂川の日別流量で常態と異なる放流日の当日分のみ漁獲量と、そのできるだけ近い常態の日の漁獲量との間で、日漁獲量を比較した。しかし、明らかな結果は得られず、本報の内容を左右する程のものではなかった。この点に関しては、かつての調査年代が1952~'61年というマアジの豊漁時代であったこと。これに対して、今回の1973~'82年は資源の減少が著しい年代であったことがあげられる。すなわち、漁獲量の年変動は資源の高水準年代に小さく、低水準年代に大きくなることから(木幡, 1979)、近年は日変動自体も大きくなっていることが考えられ、これが他の要因による変化を見えにくくしている可能性があるといえるだろう。

### 文 献

- 神奈川県企業庁(1971) 河川取水に伴う沿岸漁業影響調査報告書. 138 pp.  
木幡 孜(1979) 漁業生物資源の年変動傾向について. 相模湾資源環境調査報告書-II. 281-289.

## 7. 定置網漁獲量と交通量との関係

平野敏行・岸 道郎・木村町子 (東京大学海洋研究所)

### 1. はじめに

相模湾岸に建設された西湘バイパスの交通が、来遊する魚類に影響を及ぼしているかどうか、特に、漁獲を通じてその影響があらわれているかどうか、具体的に、小八幡漁場における漁獲量との関係について検討した。いま、バイパスを通る自動車の交通量が漁獲に影響するとすれば、自動車の出す ①騒音による魚の離散、②振動によるもの、それに③夜間のヘッドライトなど光による影響などが考えられる。しかし、騒音、振動、光量などはすべて車の総通過量とおそらく、ほぼ正の大きな相関

があるものと考えられるので、ここでは日々の交通量と漁獲量との関係について調べることにした。

### 2. 資 料

ここで用いたデータは、図1に示すように1983年1月から12月まで1年間のものである。交通量については、毎日の車の通過台数で、日本道路公団東京第一管理局の資料によった。また、漁獲量は、小八幡の定置網における毎日の総漁獲量(図2)と、回遊性浮魚を代表してアジ、サバ、ウマヅラの3種、また定着性の強い魚種を代表してタチウオ、ヒラメ、ホウボウの3種、計6種の漁



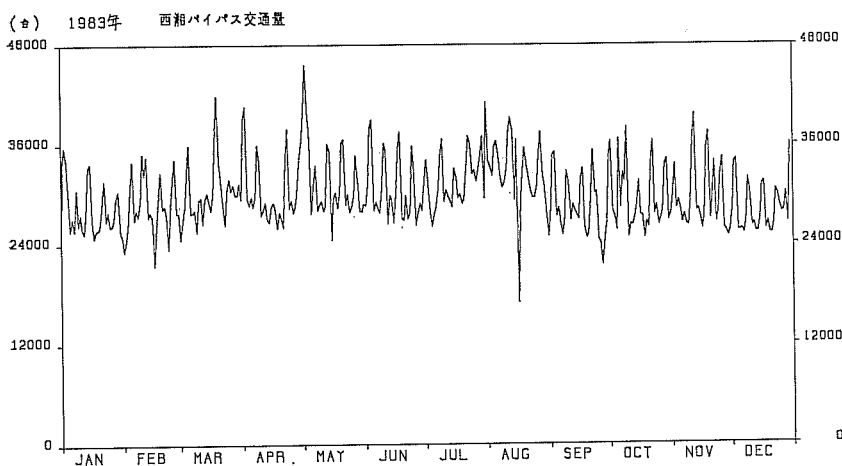


図1 1983年における西湘バイパス日々交通量（日本道路公団東京第一管理局による）

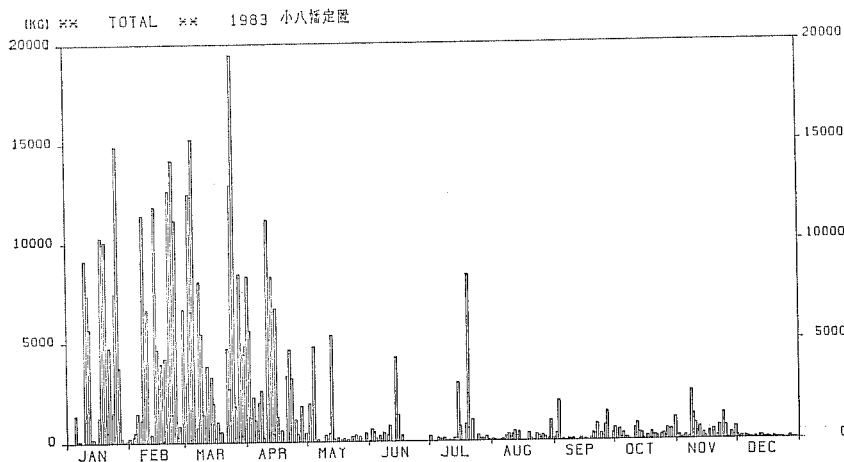


図2 1983年における小八幡漁場日々総漁獲量

獲量について検討した。

バイパスにおける日平均交通量は29,207台、昭和46年(1971年)4月、バイパスが使用されるようになって以来、交通量は年々増加し、1983年が最高になっている。図1に見られるように、最高は5月の連休時で1日45,000台、最低は夏休み、お盆の頃で13,000台となっているが、一般に、休日(日曜日等)に多く、3月、5月、8月、11月の休みのシーズンに山が見られる。

一方、漁獲量は、季節による差が大きく、図2に示すように、冬から春にかけての漁獲量が多い。

### 3. 方法と結果

もし、交通量が漁獲に影響するとすれば、定置網は早朝に締められるので、同じ日の交通量ではなく、漁獲日

の前日の交通量との関係を見る必要がある。したがって、以下、小八幡漁場における上記6魚種および総漁獲量と前日の車台数との関係について検討を加えた。なお、当日の車と前日の車の台数に相当の差がみとめられる。これは、漁場が日曜日は休みなので、当日は、日曜日が入っていないが、前日は逆に土曜がなく、日曜が入っていることによるものと考えられる。図1で見られたように、日曜、休日の車台数は平日に比べ多くなっている。

#### (1) 単相関について

各データ相互の相関を、生データおよび、その対数についてそれぞれ相関係数として算出した(値は省略)が、前日の交通量と正、または負の大きな相関は、いずれの

間にも認められない。すなわち、交通量と漁獲量との間では、このように単純な相関関係は存在していないということになる。

魚の側にたって考えてみると、バイパスの交通量にかかわらず、相模湾に來遊するかしないかは、シーズンにもより、また來遊期であっても連続的に魚群が來遊するわけでもない。事実、同じ魚種は、日によって全くとれていないことがある。これは、魚群がなんらかの環境変化のために獲れないということもあるが、おそらくそうではなくて、魚自身の都合で來ないことも多いと考えられる。そこで、これからの分析は、漁獲の全くない日は、バイパスの影響ではなく、魚自体の來遊がなかったものとして対象からはずして考えてみた。そこで漁獲が 10 kg 以上あった日のみを取り出して相関をとったが、アジにいくらか逆相関の値がでたが、殆んど関係は明らかでない。

(2) 交通量と漁獲量の季節別対比

図 2 に見られたように、漁獲量には、大きな季節変化がある。そこで、対象（母集団）を、春、と秋の二つに分け、1月～7月を春、8月～12月を秋としてそれぞれの期間について、交通量と漁獲量との対比図を作成した。ここに、交通量は、平均値、標準偏差を算出し、平均値を基準に、プラス、マイナスに各々標準偏差の3倍まで縦軸方向に交通量の目盛りをとり、横軸には対数で漁獲量をとった。そして、漁のない日と魚種別に漁獲のない日（いずれも 10 kg 以下）を除いたすべての日をそれぞれ対応させて、プロットしたのが、図3-a, b, c, dである。これらの図をみると、いずれも、交通量が少ない時ほど漁獲が多い傾向が窺われる。特に、春のアジ、秋のサバでは、この傾向が明瞭にみられ、100 kg 以上の漁獲があった日の回数は、平均交通量以下のときに明らかに多い。表 1 は、図 3 から交通量の多少に対応する漁獲日の数を

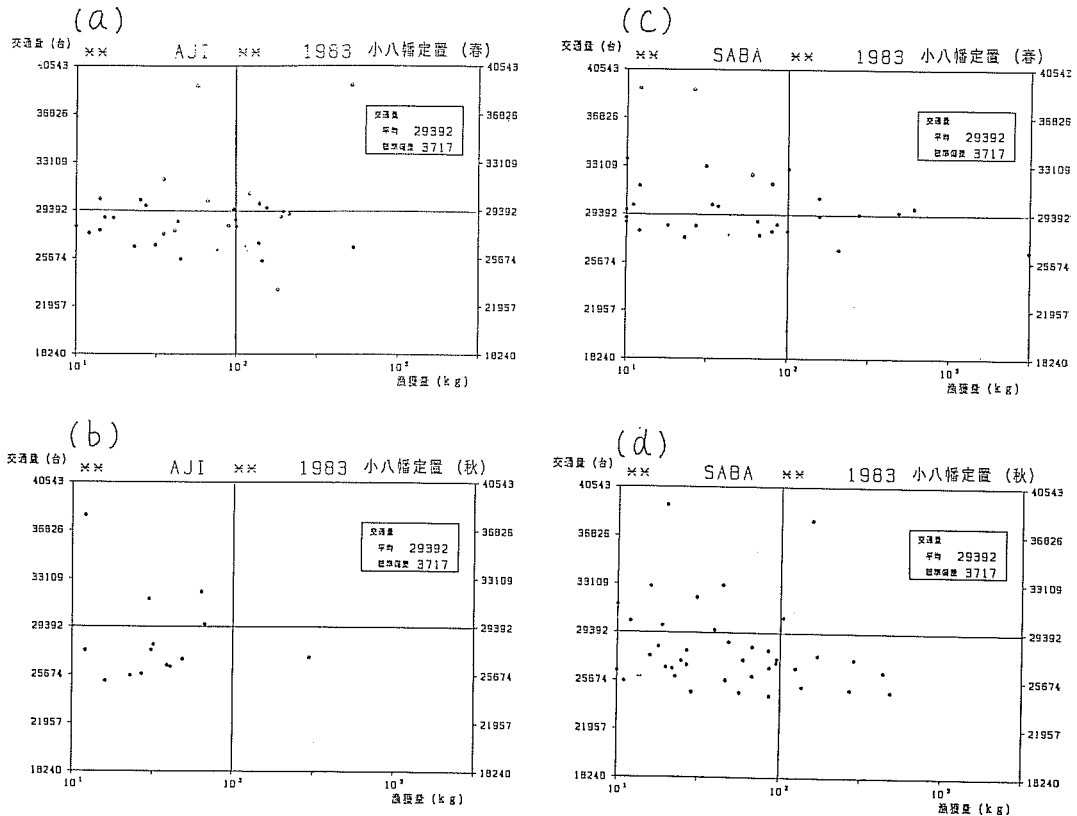


図 3 1983年における西湘バイパス交通量と漁獲量の相関図。いずれも漁獲が 10 kg

以上のものについてのみ記入した。

- (a) アジの春の漁期 (1月～7月)
- (b) アジの秋の漁期 (8月～12月)
- (c) サバの春の漁期 (1月～7月)
- (d) サバの秋の漁期 (8月～12月)

第8回「相模湾の環境保全と水産振興」シンポジウム

表1 小八幡漁場における交通量とアジ・サバ漁獲量との関係。A/B または C/D の値が1年間を通した操業日数の比 (0.56 および 0.15) より小さいと、交通量が少ない日の翌日に漁獲が多い日がたくさんある、ということを示す

一 年 間	ア		ジ		サ		バ		
	春		秋		春		秋		
	10~100kg 漁獲	100kg~ 漁獲	10~100kg 漁獲	100kg~ 漁獲	10~100kg 漁獲	100kg~ 漁獲	10~100kg 漁獲	100kg~ 漁獲	
操業日数	258	19	12	13	1	21	8	30	9
平均交通量 以上の日数 A	93	7	4	4	0	11	4	8	2
平均交通量 以下の日数 B	165	12	8	9	1	10	4	22	7
A/B	0.56	0.58	0.50	0.44	0.00	1.10	1.00	0.36	0.29
(平均交通量+標準 偏差)以上の日数C	34	1	1	1	0	3	0	1	1
(平均交通量+標準 偏差)以下の日数D	224	18	11	12	1	18	8	29	8
C/D	0.15	0.06	0.09	0.08	0.00	0.17	0.00	0.03	0.13

表2 真鶴漁場における交通量 (西湘バイパスの) とアジ・サバ漁獲量との関係

一 年 間	ア		ジ		サ		バ		
	春		秋		春		秋		
	10~100kg 漁獲	100kg~ 漁獲	10~100kg 漁獲	100kg~ 漁獲	10~100kg 漁獲	100kg~ 漁獲	10~100kg 漁獲	100kg~ 漁獲	
操業日数	304	41	12	20	2	28	33	45	81
平均交通量 以上の日数 A	118	17	5	8	0	9	11	15	37
平均交通量 以下の日数 B	186	24	7	12	2	19	22	30	44
A/B	0.63	0.71	0.71	0.67	0.00	0.47	0.50	0.50	0.84
(平均交通量+標準 偏差)以上の日数C	53	5	1	3	0	5	4	8	16
(平均交通量+標準 偏差)以下の日数D	251	36	11	17	2	23	29	37	65
C/D	0.21	0.14	0.09	0.18	0.00	0.22	0.14	0.22	0.25

整理したものである。これによると1年間の平均交通量以上の日数をA、以下の日数をB、また(平均交通量+標準偏差)以上の日数をC、それ以下の日数をDとすると、漁獲のあるなしにかかわらず集計したもので、A/B=0.56、C/D=0.15となっているのに対し、アジ、サバについての漁獲のあった日の同じ比率は、春の10~100kg漁獲のアジ、及び春のサバについては、大きくなっているが、その他は、全て小さくなっており、秋のサバについては、明らかに影響があるものと思われる。このことは、C/Dについて比べてみるとさらに顕著で、極端に交通量の多い日は漁獲に確かに影響があるものと考

えられる。このことは、真鶴漁場で同様の表を作成すればもっと明らかになる。真鶴漁場は、西湘バイパスから離れたところに存在し、自動車の諸々の影響は少ないと考えられる。事実、交通量の平均値の上下に漁獲の点がほぼ均等にちらばっている。また表2に表1と同様のものを示したが、この表から上記のことが読みとれる。

すなわち、小八幡漁場では、交通量と漁獲に関係があるが、真鶴漁場では顕著な関係はみられないことがわかる。

(3) 主成分分析による考察

最後に、アジ、サバ、タチウオ、ヒラメ、ホウボウ、

表 3 小八幡漁場における各魚種と水温, 交通量を主成分分析にかけたときの固有値など一覧

## Eigenvalues

	compo. 1	compo. 2	compo. 3	compo. 4	compo. 5
eigenvalue	3.45	1.55	1.04	0.91	0.68
percent	38.4%	17.3%	11.6%	10.1%	7.6%
cum pct	38.4%	55.6%	67.2%	77.3%	84.9%

## Factor pattern (loading matrix)

	compo. 1	compo. 2	compo. 3
ア ジ	-0.105	0.754	-0.315
サ バ	-0.559	0.347	-0.545
タ チ ウ オ	-0.192	0.690	0.304
ヒ ラ メ	0.679	0.082	0.151
ホ ウ ボ ウ	0.811	0.101	0.065
ウ マ ツ ラ	0.863	0.144	-0.073
総 計	0.666	0.356	-0.287
前日の水温	-0.866	0.013	0.076
前日の交通量	-0.174	0.472	0.657
VP	3.451	1.553	1.042

ウマツラハギ, それに総漁獲量, 漁獲前日の表面水温, 漁獲前日の交通量の 9 因子をとりあげ, 主成分分析を行った。

まず小八幡漁場においては, 表 3 に示すように, 第 1 主成分は「ヒラメ, ホウボウ, ウマツラ, 水温」が関係が深く, 『水温に関係したグループ』と考えることができる。このグループの全体に対する寄与は 38.4% である。第 2 主成分は「アジ, タウチオ, 交通量」が関係が深く, 『交通量に関係したグループ』と考えることができる。このグループの寄与率は 17%, 第 3 主成分は「アジ, サバ, 交通量」が関係が深く, 『交通量に関係した第 2 のグループ』と考えられる。第 2, 第 3 主成分の寄与率を加えると 29% となり, 交通量も水温と同様の寄与があると考えられる。

ただ, 第 2 主成分は交通量と漁獲が同符号の成分であるから, 交通量の増加がプラスの要因として働いている

ことを示し, 第 3 主成分は異符号であるからマイナスの要因として働いていることを示している。このあたりの考察は, 交通量といっても振動, 光, 騒音などの諸要素がからみあっていることでもあり, 水温の他に塩分, 潮汐, 水の流れの要因を考慮していないことでもあるので, 詳しく議論することは差し控えたい。

つぎに, 真鶴漁場では (表は省略), 第 1 主成分は「水温, ウマツラ, ホウボウ, サバ」と関係が深く『水温と関係したグループ』と考えられる。第 2 主成分は『交通量, タチウオ, ヒラメ』のグループであって寄与率は 16% であるが, タチウオとヒラメのファクターは交通量のその 1/3 であって, 必ずしも『交通量と関係している』とはいえない。

主成分分析からは, 西湘バイパス交通量と小八幡漁場漁獲量との関わりが, 道路から遠い真鶴漁場との関わりより深そうである, ということが判明した。