

# 相模川河口について

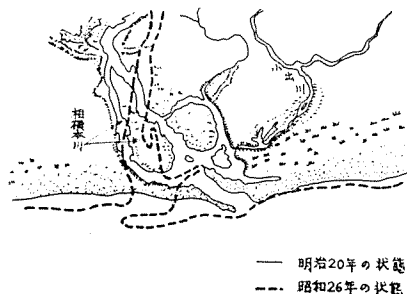
東京大学教授 工学博士 本 間 仁  
 東京大学助教授 堀 川 清 司  
 東京大学工学部 影 山 正 樹  
 東京大学工学部 東京大学工学博士 鮮 于 激

## 1. は し が き

相模川は富士山麓山中湖にその源を発し、山梨県の南部を東北に流れて神奈川県に入り、支川秋山川をあわせ、やがて人工湖相模湖に達する。相模ダムを経てからは、道志川および串川をあわせ、次第に流路を南に転じ、相模原台地を流下、厚木では中津川、小鮎川を、さらに門沢橋では玉川を、寒川町では左岸より目久尻川をあわせて流下、河口付近では小出川を流入させ、茅ヶ崎、平塚の両市を境して相模湾にその口を開いている。流路延長は 114.5 km、流域面積は 1742.37 km<sup>2</sup> におよぶ神奈川県最大の河川である。古くは鮎川とも称され、また上流は桂川、下流は馬入川とも呼ばれている。

相模川河口付近においては、相当の変遷があったと推測されている。すなわち、大正 12 年関東大震災の時に、茅ヶ崎市下町屋先付近の水田中に自然に露出した橋杭は、鎌倉時代に相模川に架設された橋梁の橋杭であると推定され、当時は現在の流路よりはるかに東方を流れていたことになる。その後自然の力により、すなわち、流れと波および飛砂の影響を受けて、次第に西方に変遷したものと考えられている。このように長い期間の変遷でなくとも、例えば、図一に示したように、明治 20 年当時の相模川の河口の状態は、現在の状況に近い昭和 26 年の状況といちじるしい相違

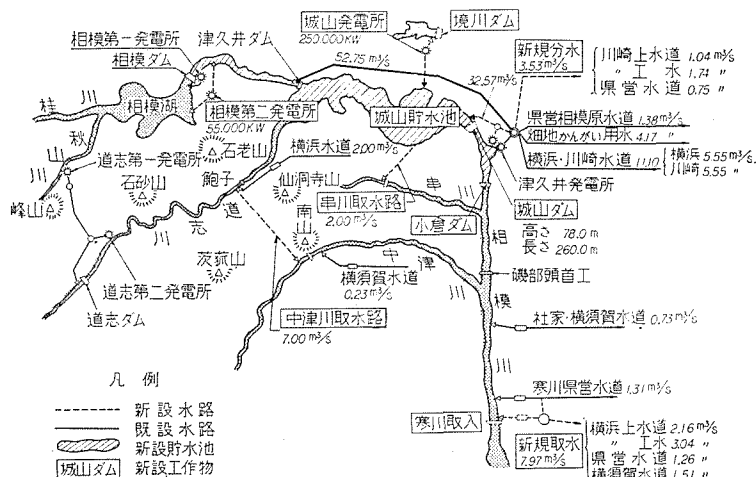
図一 相模川河口の新旧比較



を示している。すなわち、明治 20 年代には河口右岸には砂嘴が発達しており、これは波による汀線の移動が東方向に卓越していることを示唆している。

相模川水系は前述のごとく神奈川県下最大の河川であり、京浜工業地帯に近く、従って電力、水道の需要は大きく、またかんがい用水の供給源としても重要な位置を占め、県下でその利用度は最も高い河川となっている。近年ますます増大する水の需要に対処するために、第 2 次河水統制事業を実施する必要にせまれ、ここにその一環として、新たに城山ダム建設事業がいよいよ着手されようとしている。図一2 には現況と将来の取水の模様が

図一2 相模川総合開発一般計画略図



示されているが、最も重要と思われる点は、従来中津下流における責任放流量は 15.35 m<sup>3</sup>/sec 以上と規定されているのに対して、新しい計画によれば、城山ダムより下流には最低放水量として、最高は 6、7 月頃における 18.99 m<sup>3</sup>/sec、渇水期の冬期には最低時となり、10 m<sup>3</sup>/sec を責任放水することになる。さらには串川水系から 2 m<sup>3</sup>/sec、中津川水系から 7 m<sup>3</sup>/sec を城山貯水池に流入せしめるように計画されており、従って本川流量は現在よりさらに減少することが予測される。つまり在来の最低放水量が 5 m<sup>3</sup>/sec 程度減少するばかりでなく、水量の多い時にも減少するわけであり、洪水時以外はさして流量は期待しえないことになるであろう。

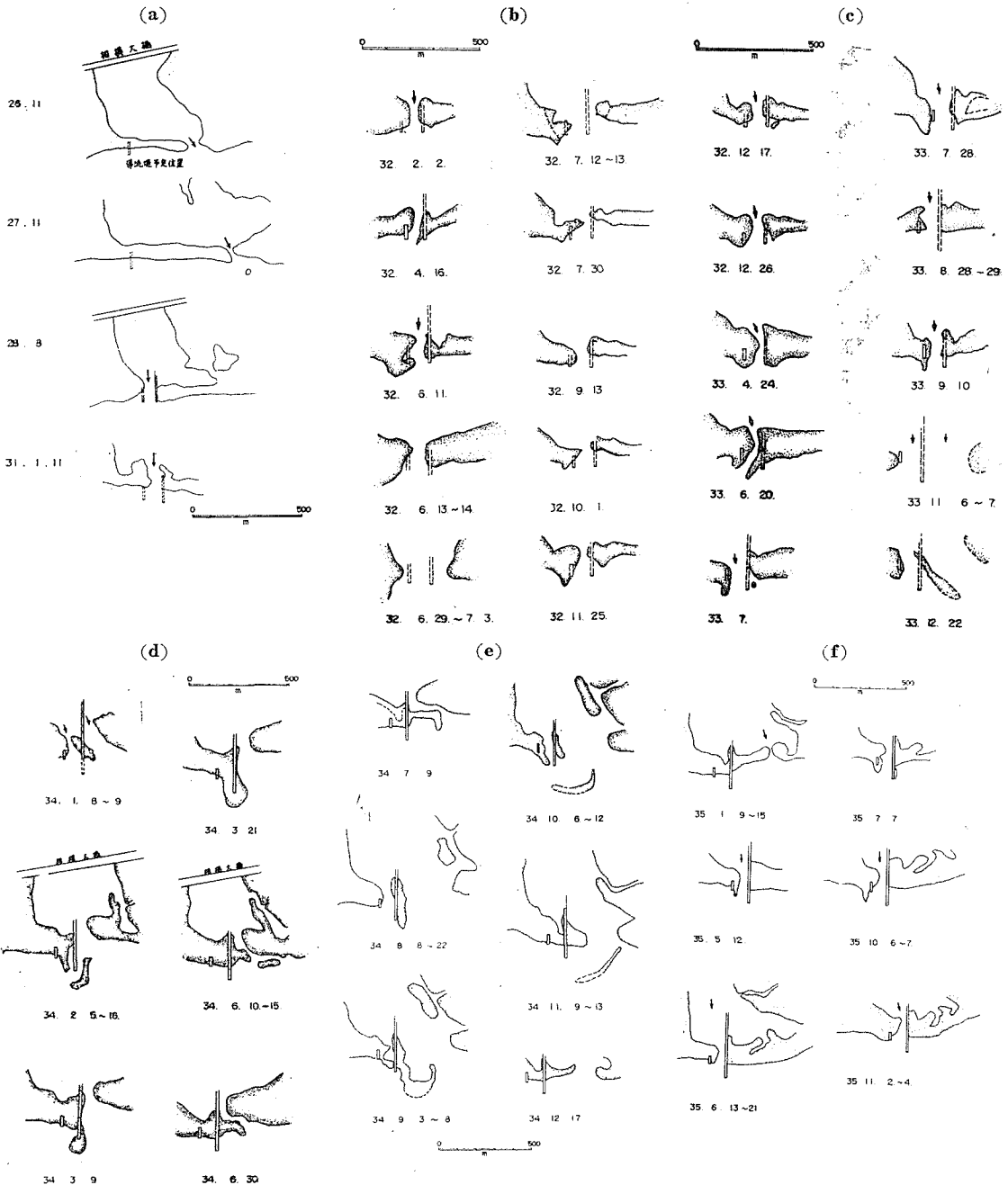
相模川の河口に位置して須賀漁港が存在し、徳川時代には流量も豊富で、厚木方面よりの木材の集積地として

榮え、河口巾は 200 間と記されているという。ふりかえて現況を見ると、平時はせいぜい 20 m 程度の河巾で、1~1.5 m の水深を維持するのがやっとであり、須賀漁港へ出入する漁船も時に潮待ちをせざるをえない。あるいは少しの波でも外海へ出られない、など困難な状況にあり、冬季にはその河巾、水深も維持しえなくなり、河口の掘削を行なわねばならぬことが多い。一方において出水期には 2 本の導流堤間の流積では十分でなく、時に左岸にミオ筋が移動し、維持しようとしている水路さえ

も閉塞してしまうことも最近みられた。以上のようにして現況においても河口の巾および水深の維持はなかなか困難である上に、新たな取水計画によればさらにその流量の減少が考えられ、その維持はますます困難になるのではないかと推測される。そこでどの程度の影響を受けるか、またそれに対処する方策はどうかは当面において解決を要求される重大問題となっている。

河口に関連して述べれば、前述の利水、治水事業の進展とともに流量の減少にあわせて流出土砂量の激減はき

図-3 相模川河口の変遷図



わめていちじるしいであろうし、その上建設材料としての砂利の需要の増大に呼応して、相模川よりの砂利採掘はその極限に達し、河床全体の急速な低下を来している。このようにして、河川自体に人工的な要素が重大な影響をおよぼして来ているのみならず、相模湾沿岸に対する土砂供給源としての役割は次第に低下して、各所に海岸浸食をひきおこす一つの重要な原因となっている。

以上のような事情から、われわれが昭和 35 年度調査した結果をここに述べ、河口問題の一つの例として説明を加えることにする。

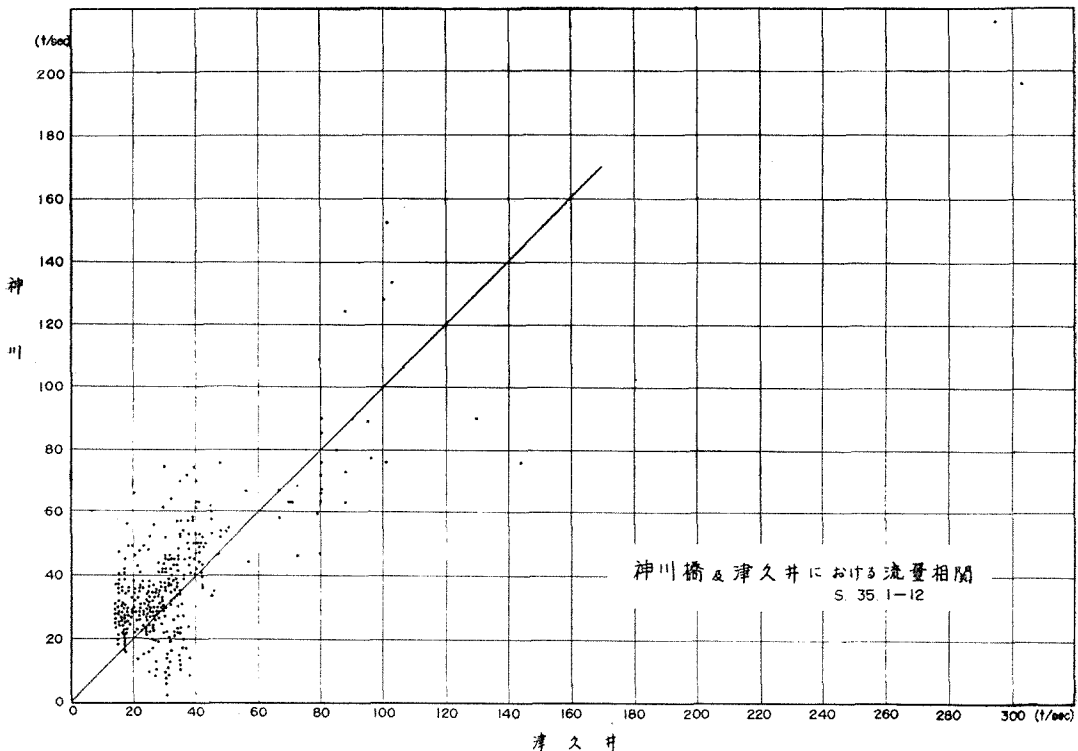
## 2. 相模川河口変化の機構

河口現象を支配する要素としては、河川の固有流量、風、波浪、潮汐、流下土砂量、河口付近の沿岸流、海底地形、既設構造物等々数多くのものがあげられる。しかしながら、中でも最も重要なものとして河川の固有流量と潮汐作用が考えられる。自然的な要因にもとづく潮汐作用は、昔も今も同じであると考えられても、河川の固有流量はいちじるしく人工的な要因によって変更を加えられて来た。従って両者の河口現象におよぼす総合的な作用はいちじるしく変化して来たと見るべきであろう。このような変化が河口における流況に、あるいは流出土砂量に、ついには河口の形状に重大な影響をおよぼして来たのである。このような観点にたつて相模川河状の変遷を見てみよう。

先にも述べたように河口への流下土砂量はいちじるしく減少したが、これは確かに河口の維持の上からは有利になったとはいえ、これに並行してきわめて重要な要素である河川の固有流量の激減は、河口維持をきわめて困難ならしめたというのが現況である。図-3 の一連の図は昭和 26 年 11 月より昭和 35 年 11 月に至る河口地形の変遷を示したものであるが、この河口の地形変化は河口導流堤の建設工事と密接な関係をもっている。「相模川の河口は南西の風向による漂砂のため、河口閉塞の影響はなほ大きく、河口は茅ヶ崎寄に彎曲し、狭少で須賀漁港に出入する船舶漁船の航行を困難ならしむる状態にあるので、かかる弊害を取り除き、流路の水深を一定のものに保つため、捷水路を開削し、流路の安定をはかる」ために昭和 26 年度より 10 年間にわたり導流堤工事などが行なわれて来た。この間幾多の災害を克服し、現況に至っている。

まずここには主として河口巾と、最も重要な影響力を持つと目される河川の固有流量との相関を求めてみよう。もちろんある流量が継続して流れているとしても、河口巾は一定になるというわけではなく、その他の要素例えば波浪、風、潮汐などの条件により若干相違が出て来るであろう。しかし流量がかなり大きい、すなわち出水時にはこれらの要素に打ち勝って、河口巾は拡げられると考えられるので、ほぼ一義的にきまるとしても差し支えないであろう。出水によって拡巾された後、流量が低

図-4 神川橋および津久井における流量相関



下してその他の要素の影響が無視できない段階に達すれば、これらの条件によって次第に河口巾は狭くなって行くであろう。

### (1) 河川の固有流量

われわれは河口に最も近く、しかも潮汐の影響のない地点での流量記録を必要としているが、かなりの資料が整い出した昭和 32 年以降の河口測量図に対比させる流量記録としては、津久井発電所地点での流量を除いて皆無である。これより下流では串川、中津川などの支川が流入し、一方では上水、工業用水としての取水および還元が行なわれ、上記の流量が果たしてどの程度精確に河口に注ぎ込む淡水流量、河川の固有流量に対応しているのか問題である。そこでこれを調べるために短期間であるが昭和 35 年中の神川橋での水位・流量曲線より求め\*

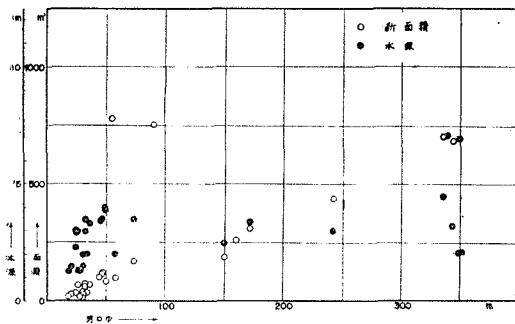
表—1 河 口 巾 出 現 分 布

| 河 巾   | 0~19m | 20~29m | 30~39m | 40~49m | 50~59m | 60~69m | 70~79m | 80~89m | 90~99m | 100m~ |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 回 数   | 4     | 15     | 17     | 5      | 1      | 2      | 5      | 2      | 2      | 16    |
| 頻 度 % | 5.8   | 21.7   | 24.7   | 7.2    | 1.4    | 2.9    | 7.2    | 2.9    | 2.9    | 23.3  |

巾 20~40 m が約半数を占める。20 m 以下が非常に少ないが果たして 20 m は維持されて来たかと判断してよいかは疑問である。なぜならば、あまりに河口の狭まった時には、人工的に掘削しているからである。

図—5 は河口巾と断面積および水深との相関を調べたものであり、これから明らかなように、河口巾と断面積

図—5 河口断面状況図



とはかなり明瞭に比例関係が成り立っているように見える。しかし水深においては、河口巾が狭い時にはかなり急速に水深が増大するが、それ以降はあまり水深の変化はなく、最深部は 3~5 m に止まっている。この間の事情は導流堤間隔が 80 m であることを考慮すれば、ある程度うなづける。

### (3) 河口巾と河川の固有流量

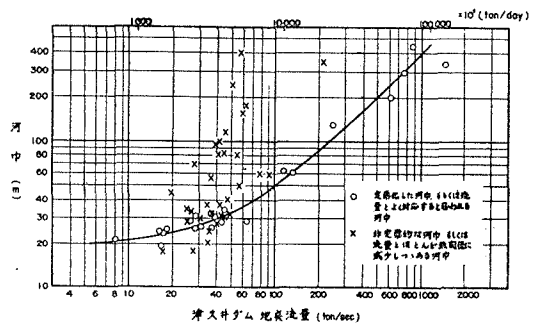
以上によって河川の固有流量として津久井地点流量を用いることとし、また河口形状の代表的なものとして、河口巾をとることとした。河口の地形測量を行なったのは、必ずしも出水のあった直後とは限らないので、両者の相関を求めるのに最も適当と思われる条件を抜き出してみたのが 図—6 である。この中に○で示したのは定常

\*た流量と、津久井発電所地点での流量の比較を示したのが 図—4 であり、両者の相関はかなりのちらばりがあるとはいえ、ほぼ妥当のように思われる。従って今後の取扱いにおいて便宜上長期の資料のある津久井での流量を使うことにする。

### (2) 河口の断面形状

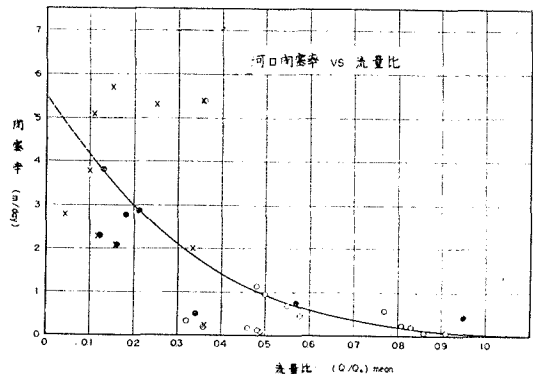
昭和 28 年から昭和 31 年までは、平均年一回それ以降は 2 ヶ月に一度ずつの割合で、河口形状の変化が激しかった時を見計って行なわれた河口付近の深浅測量図を利用する。ただし河口部の深浅測量の行なわれていないものもあり、利用できるのは約半数であり、最も狭まった所の断面を抜き、T. P. ±0 の水位を基準として、河口巾および断面積を算出した。今各河口に対する出現回数ならびに頻度を求めてみると、表—1 のようになり、河

図—6 流量および河口巾の相関



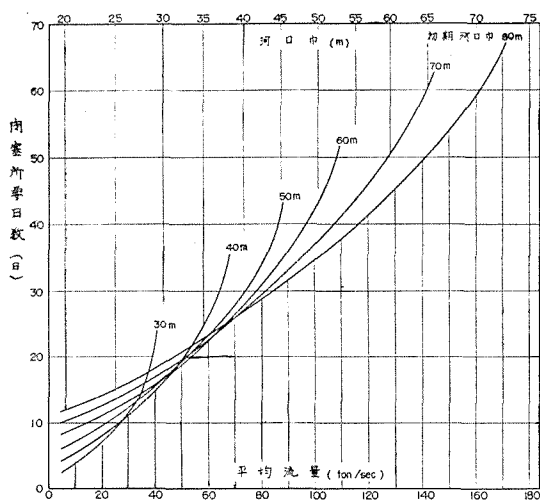
化した河口、もしくは、流量とよく対応すると思われる河口を、また×で示したのは非定常的な河口、もしくは流量とほとんど無関係に減少しつつあると思われる河口をもって区別した。上記の区別を念頭においてひいたのが、図中の実線であり、×印は大体当然のことながら実線の上側、すなわち流量の割には河口が大きい側に出ている。次に河口巾の閉塞率 (m/day) と流量比  $Q/Q_0$  と

図—7 河口閉塞率および流量比の相関



の関係を示したのが図-7である。すなわち図-6から  $Q_0$  とその時の河口巾  $B_0$  との関係は求められるが、 $Q_0$  がもし  $Q$  に低下したとすれば、どのくらいの割合で狭まってくるかを求めたものである。図中×印は資料としてその精度に疑問のあるものであり、●印は河口巾が 100 m 以上になったものについてである。流量比が 0.1, あるいはそれ以下の条件は、われわれにとって今後重要な部分を占めてくると考えられるが、資料は十分でなく、従って推測した曲線を引いておいた。図-6 および図-7 を基にして種々の初期の河口巾より出発してある平均流量に対応した河口巾をとるまでに何日要するかを示したのが図-8 である。例えば  $Q_0=100 \text{ m}^3/\text{sec}$  で

図-8 河口閉塞率および平均流量の相関



$B_0=50 \text{ m}$  であったとする。その出水後  $Q=30 \text{ m}^3/\text{sec}$  に減じたとすれば、12 日経過すると  $B=26 \text{ m}$  になる。上記の取扱いにおいては、表面上潮汐および波浪の影響を加味していないように見えるが、実は閉塞率と流量比の関係の中に平均化された形としてふくまれていると見るべきである。しかも曲線はほぼ上限をとっている所か

ら、かなり条件の悪い場合を想定していると考えてよい。流量比の大きい時には、比較的他の要素の影響は小さいと見てよいが、流量比の小さい場合には、波浪、潮汐の条件の差異によっていちじるしく閉塞の進行状況は変わって来るものと推定される。以上のような観点から出水時の後の河口巾の狭まり具合について、より多くの資料を得よう努力すべきである。

#### (4) 河口周辺の海底地形の変化

深浅測量と同時に底質採取を行なった結果によれば、河口から東西各約 700 m、沖合約 1 km の区間にデルタ地形の発達が認められ、かつその地形の影響を受けて等粒度曲線も等深線に大略平行して沖合に張り出している。特に河口前面では、かなりの距離まで粗い粒径が認められるが、右岸側と左岸側を比較すると、汀線付近を除いては左岸側の方が粗いようで、相模川の出水時には昭和 34 年に見られたように、現河口よりも左岸側に流出する機会が多かったのではないかと推測される。今図-9 に示した A, B, C の 3 水域について水容積量の変化から堆積、浸食の状況を比較算出した結果が表-2 である。この結果によると、全体的に浸食の傾向が強いと見てよいであろう。ただし A 水域においては、4 年

図-9 水域表示図

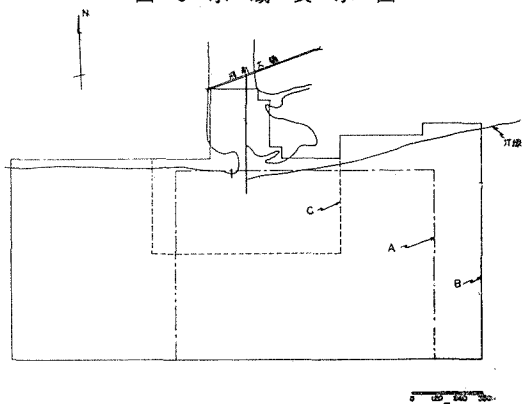


表-2 各水域での土積量変化

#### A 水域 (1267 000 $\text{m}^3$ )

| 自昭和 31 年 11 月<br>至昭和 35 年 8 月 | 自昭和 35 年 8 月<br>至昭和 35 年 11 月 | 自昭和 31 年 11 月<br>至昭和 35 年 11 月 |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| -13 420 $\text{m}^3$          | -21 500 $\text{m}^3$          | -44 920 $\text{m}^3$           |

#### B 水域 (2 660 400 $\text{m}^3$ )

| 自昭和 35 年 8 月<br>至昭和 35 年 11 月 |
|-------------------------------|
| -242 000 $\text{m}^3$         |

#### C 水域 (568 800 $\text{m}^3$ )

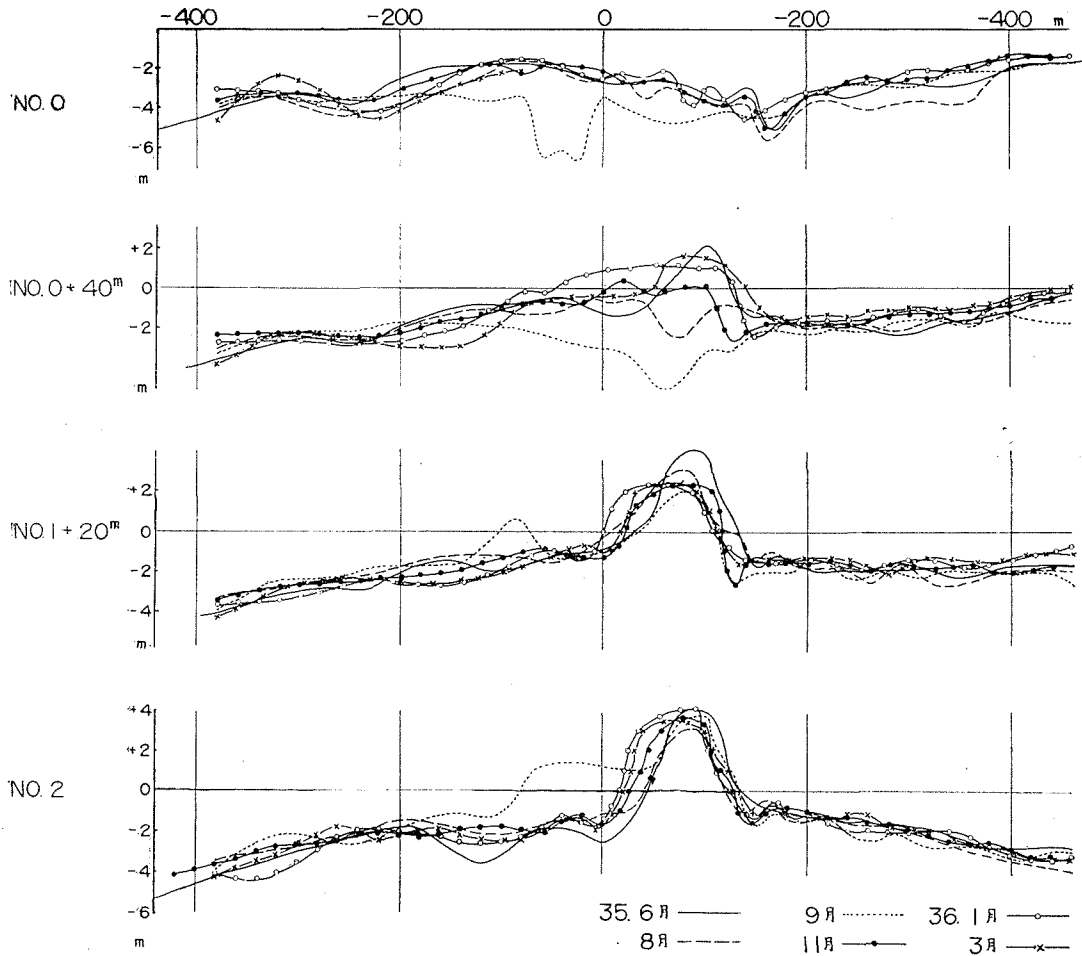
| 自昭和 35 年 6 月 21 日<br>至昭和 35 年 8 月 10 日 | 自昭和 35 年 8 月 10 日<br>至昭和 35 年 9 月 15 日 | 自昭和 35 年 9 月 15 日<br>至昭和 35 年 11 月 20 日 | 自昭和 35 年 11 月 20 日<br>至昭和 36 年 1 月 9 日 | 自昭和 36 年 1 月 9 日<br>至昭和 36 年 3 月 10 日 |
|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|
| +46 200 $\text{m}^3$                   | -88 100 $\text{m}^3$                   | +33 500 $\text{m}^3$                    | +11 200 $\text{m}^3$                   | +44 990 $\text{m}^3$                  |

間の浸食量はきわめて少ない。一方 B 水域すなわち A 水域をふくめた広範囲では、昭和 35 年 8 月と 11 月の間の変化量は、A 水域の 10 倍に達している。同じ割合を、昭和 31 年 11 月から昭和 35 年 11 月に至る変化量に適用できるとすれば、4 年間に約 45 万  $m^3$  となり、平均して年 5 cm の浸食となる。一方 C 水域、つまり河口のごく周辺では必ずしも浸食とは限らず、堆積の期間が大部分である。ただし 8 月から 9 月の約 1 ヶ月間に相当量の浸食が行なわれたことがわかる。測定の期間がまだ 1 年\*

\*に達していないこと、また昭和 35 年度中には、異常な出水がなかった点などを考慮すれば、これが年間にわたっての平均的な傾向を示しているかどうかはわからないが、いずれにしても夏期の出水期間にかなりの土砂が河口周辺から沖に持ち去られるが、その他の期間には波の作用が卓越し、河口の周辺に再び押し上げて来、結果としてはわずかながら浸食の傾向にあるにもかかわらず、河口周辺は堆積の傾向にあることは注目すべき事柄である。

図-10 は縦断形状の季節的な変動状況を図示したもので

図-10 河口付近海浜縦断形状変化図



あり、出水時に河口部分は深掘れする一方、その他の部分では、前浜前方に土砂の堆積をはっきりと認められる。上記の考察により、河口周辺での地形変化がかなり明らかになった。すなわち、この河口での現象は次のような循環として理解して差し支えないであろう。すなわち平時は流量きわめて少なく、従って波浪あるいは潮汐の影響の方が卓越し、河口周辺の海底の砂は次第に押し上げられ、河口を閉塞する。押し上げられた砂は冬季卓越する西風により、特に右岸側の汀線の砂は河口周辺に飛砂として運ばれ、河口閉塞の一助となる。やがて 8 月～9

月の出水期に際しては、堆積された土砂を一気に沖に押し流し、河口は維持される。このようにして沖に散乱された土砂は、やがて冬季の風浪により急速に戻され、さらには渇水期にあたり、河口の維持はますます困難になり、人工的にしゅんせつする方法に頼らざるを得なくなっている。要するに河口周辺の土砂は顕著に増減するのではなく、ほぼ一定量が上記のように循環しているのである。このような過程を営んでいるがゆえに前述のような大雑把な考え方で整理した結果、比較的良好な関係を見出すことができたのではないかと推測される。

### 3. 相模川河口変化に影響する二、三の要素

われわれは種々の要素についての調査を実施し、さらに詳細な河口変化の機構を明らかにし、今後の河口処理に対する考察の資料とするため努力を重ねているが、ここにはそのうち二、三の興味ある項目についてのみ記述してみよう。

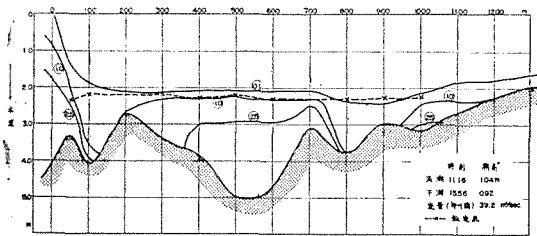
#### (1) 河口密度流

河口における海水侵入の形成は、河口地形、潮汐、河川の固有流量などの特性によって、種々の形式がある。相模川の場合、河口巾は平常 30 m、最大水深は 3 m 前後で、河口内部に砂嘴でかこまれた広大な湛水面積を有する。潮汐は 1 日 2 回潮で、大潮差 1.5 m、小潮差 0.3 m、平常の潮差は 1 m 前後である。海水の浸水の模様について調査した結果を要約すれば次のようである。

(a) 海水は河水の下にはほぼ水平に浸入し、海水層と淡水層に分かれ、その境界には 30~50 cm 厚の躍層が

図-11(a) 塩水クサビ縦断

(1960 年 10 月 13 日 12 時 12 分~15 時 50 分)



\* 潮汐表による退子の潮位、潮高の基準面は平均水面下 114 cm

図-11(b) 塩水クサビ縦断

(10 月 14 日 6 時 33 分~8 時 8 分)

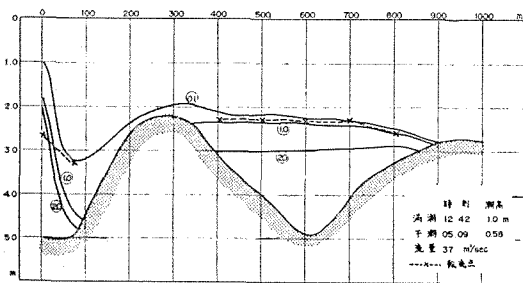
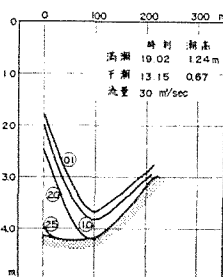


図-11(c) 塩水クサビ縦断

(12 月 22 日 13 時 24 分~)



できるが、海水層との境界ははっきりしている(図-11)。

(b) 河水の転流は行なわれず、淡水層と混合層での流れは常に下流に向かい、海水層の流れは漲潮時には上流に向かっていているが退潮時の流向は判然としない。

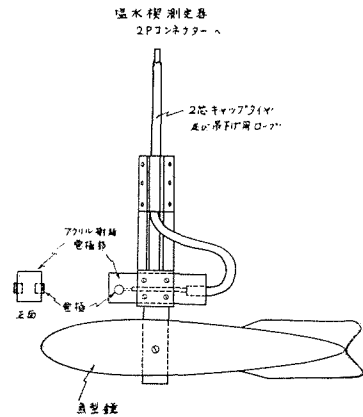
(c) 潮の干満につれて両層内の流速が変化し、塩水クサビの位置が移動する。

(d) 塩水の浸入限度は河川の固有流量に支配的な影響を受けるが、河道地形に制約され、河口より 1350 m より上流にはおよばない。

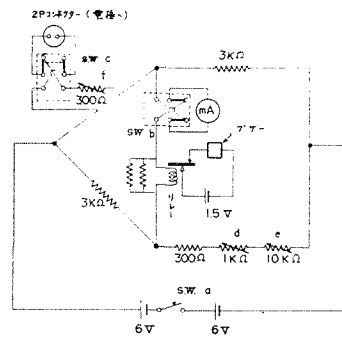
なお、塩分濃度分布より河口密度流の特性を把握することを考え、簡単な測定器 S. D. (Salinity Detector) を試作して使用した(図-12)。S. D. により濃度分布を

図-12 S D 図

(a)

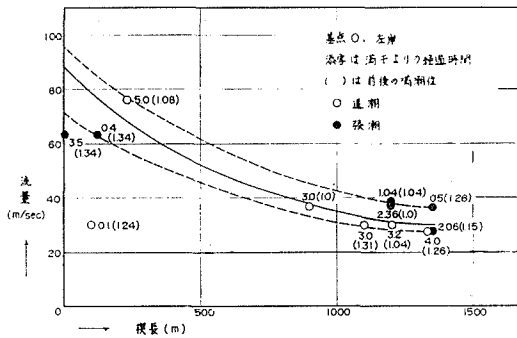


(b)



測定して行くと、急に塩分濃度 0 より 1.1% を示すようになり、明瞭に境界が認められた。もちろん温度に対する補正を必要とするが、われわれの目的には十分であった。塩水クサビ長と河川の固有流量との関係は 図-13 に示したが、測定時刻の満潮時よりのずれ、潮汐の条件、さらには測定精度のために、点のばらつきが認められるが、クサビ長は流量によって最もよく支配され、高潮位 1 m くらいで河川の固有流量  $90 \text{ m}^3/\text{sec}$  以上では、海水層の浸入はなくなる。また流量  $30 \text{ m}^3/\text{sec}$  以下ならば、1350 m くらい上流まで浸入する。またこの区域では河床表面はシルトでおおわれている。

図-13 神川橋流量—塩水クサビ長  
(1960年6月~12月)



## (2) 河口流況

図-14および図-15はそれぞれ昭和36年3月6日河口最狭部で1時間ごとに13時間連続観測した流量、水位の記録である。この時の河川の固有流量は約  $19 \text{ m}^3/\text{sec}$  であり、潮差は  $90 \text{ cm}$  であった。この時の河口の最大流量は順流  $62 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、逆流が  $33 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、最大流量は順流、逆流ともに満干潮の中間で起こり、満干潮時にはほぼ河川の固有流量に等しくなるが定常的ではない。図-14で点線は河川の固有流量であるが、漲潮時浸入し

図-14 河口流量変化(1961年3月6日) 神川橋  
流量  $18.8 (\text{m}^3/\text{sec})$

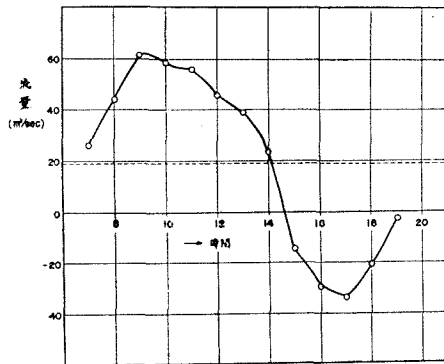


図-15 河口水位—流量  
(1961年3月6日)

1. 水位は測定時間中の平均、従って添記した時刻と一致しない。約 10~20 分遅れた時刻のものである。
2. 水位の数値は基準面よりのものではない水位差のみ問題にした。

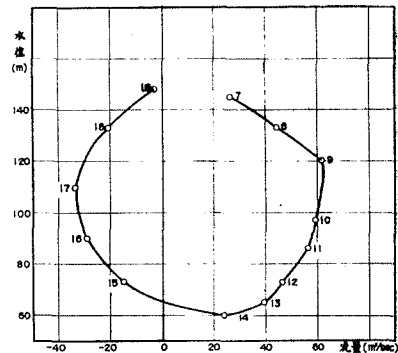
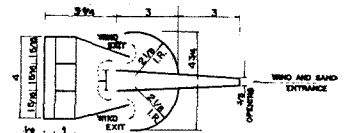


図-16 鉛直型(V型)飛砂器  
(Horikawa, K. および  
Shen, H. W. による)



た海水は、落潮時には全部流出することになる。落潮の時間は約7時間、漲潮の時間は約5時間であり、落潮は漲潮より長い。

## (3) 飛砂

前にも述べたように、この海浜では西風が卓越するため導流堤右岸の汀に打ち上げられた砂は飛砂として運ばれ、河口の閉塞に関係するよう

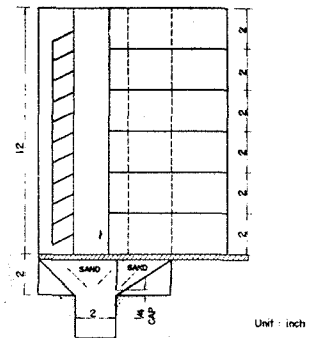


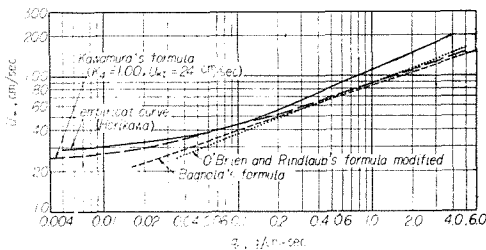
表-3 飛砂調査結果

| 月-日   | 使用器具    | 地 点                  | Uave (m/s) |         | U*<br>(cm/s) | q<br>(g/cm-s) | q<br>(実測)        | 観測時間<br>(hr)       | 粒 径<br>(μ) |
|-------|---------|----------------------|------------|---------|--------------|---------------|------------------|--------------------|------------|
|       |         |                      | Z=4.35 m   | Z=1.0 m |              |               |                  |                    |            |
| 8-13  | 石 黒 式   | No. 2 杭より<br>海岸へ 30m | 14.5       |         | 66           | 0.31          | 0.00566          | $10 \frac{10}{60}$ | 480        |
| 10-19 | 石 黒 式   | No. 7 杭              | 6.6        | 7.9     | 21<br>42     | 0.08          | 0.00326          | $4 \frac{42}{60}$  |            |
|       | 石 黒 式   | No. 2 杭              | 6.6        | 8.5     | 21<br>45     | 0.12          | 0.00331          | $5 \frac{45}{60}$  |            |
| 2-7   | V 第 1 型 | No. 2 杭              | 13.0       | 12.0    | 57<br>64     | 0.21<br>0.30  | 0.4733<br>0.4733 | $2 \frac{30}{60}$  |            |
|       | 第 2 回   | "                    | 11.5       | 12.5    | 49<br>66     | 0.14<br>0.31  | 0.301            | $1 \frac{45}{60}$  |            |
|       | 第 3 回   | "                    | 11.2       |         | 47           | 0.13          | 0.0347           | $2 \frac{25}{60}$  |            |
|       | H 型     | "                    | 12         |         | 52           | 0.17          | 0.017            | $6 \frac{40}{60}$  |            |

に思われる。そこで飛砂の調査を実施したが、ここには石黒式回転型飛砂器、水平型飛砂器ならびに筆者の1人が考案した鉛直型飛砂器(図-16)を用いた結果を表示する(表-3)。この結果から観測時間はもっと短かくして観測精度を上げる必要を痛感するとともに、鉛直型飛砂器の性能の良好なこと、また筆者の1人が風洞実験で求めた関係(図-17)を利用しうることが確かめられた。

図-17 飛砂量算定式の比較

(Horikawa, H. および Shen, H. W. による)



#### 4. む す び

本文には筆者などが昭和 35 年度に調査して得た結果の概要を説明した。河口現象を短期間の調査から理解す

ることは不可能に近いが、幸に神奈川県当局により蓄積されて来た資料を十分に援用することにより、相模川河口における大略の変遷の機構をかなり明確にすることができた。今後はこれらを基礎としてより詳細な検討を行なうように望まれる。

本研究は神奈川県土木部の要請により行なったものであり、主として筆者の1人堀川が全般的な計画、調査の実施、資料の整理の方針を定め、最後にこれらを取りまとめた。また他の1人影山は調査の実施ならびに資料の整理に主としてあたった。神奈川県土木部河港課ならびに平塚土木出張所の関係各位の熱心な協力、援助に対して深く感謝する。最後に東京大学工学部土木工学科港湾研究室 手賀 啓、山口 尚子、本間久枝その他室員の過去1年にわたるたゆまざる努力によって一応取りまとめのできたことを付記し、感謝の意を表する。

#### 参 考 文 献

- 佐藤清一：河口閉塞とその防止策について—神戸川における河口処理の一例，海岸工学講演会講演集，1955年11月
- 神奈川県土木部河港課：片瀬鎌倉海岸浸食対策調査報告書，1958年8月
- Horikawa, K., Shen, H. W.: Sand Movement by Wind Action — On the Characteristics of Sand Traps — B.E.B. Tech. Memo. No. 119, Aug. 1960