

静岡県大谷川

河口処理に関する模型実験

(第1報)

昭和40年3月

建設省土木研究所

鹿島水理試験所



目 次

は し か き	1
I 巴川放水路計画と大谷川の現況について	2
II 諸種資料の整理	5
1) 潮 位	5
2) 波 浪	6
3) 風	7
4) ま と め	8
III 河口処理工法に関する実験	10
1) 実験方針	10
2) 海浜移動床模型実験と模型について	13
3) 実験条件	14
4) 実験結果	15
お す び	20

静岡県大谷川河口処理に関する模型実験（オ1報）

はしがき

本調査は、静岡県巴川（図-1）の清水市内洪水疎通能力不足を解決するために設けられる大谷川放水路計画に関する検討の一環として、放水路河口処理工法の検討をその目的として行われた。

鹿島水理試験所では、県よりの依頼と同時に、現地調査を行い、また県河川課蒐集の波浪資料^{（資料）}の整理・検討を行った結果、河口処理が必要と判断されたので、本年度は、それらをもとに三次元波浪模型実験を行い、種々の河口処理工法について比較を行い、その一部に成果を得た。

なお、昭和40年度には、洪水実験を行ってこれらについての比較検討を行う予定である。

2
I 巴川放水路計画と大谷川の現状について。

巴川放水路計画の内容については、水理調査等に詳述されているので、ここでは簡単に触れる。

巴川は、静岡市北部を流れ、清水市で海に流入する。流域 15.5km^2 の中小河川である。旧計画高水流量は下流端で $318\text{m}^3/\text{s}$ であり、また不等流計算結果によっても、ほぼこの程度の疎通能力しかないことがわかっている。

その後資料の整備に伴って^{改訂}算定された計画高水流量は、 $607\text{m}^3/\text{s}$ 程度となり、上記の果からなんらかの対策を講ずることが必要となったわけであるが、図一に示す通り、本川下流部は、清水市内市街地を貫流しているため、ほとんど倍近くの本計画高水流量を流下させるためには、莫大な費用を必要とし、この実現はほとんど不可能と判断される。

本放水路計画は、上記の事柄を考慮し、巴川中流部長尾川合流点付近より、放水路を開削し、現在久能山西を流れて直接駿河湾に流入している大谷川につなぎ、これを同よう松巾、開削することにより、この高水流量の剰余を流下させようとするものである。

(長尾川合流点付近 $225\text{m}^3/\text{s}$ 、大谷川河口部 $325\text{m}^3/\text{s}$)

あわせて本計画は、長尾川合流点およびその上流へかけての河床高を下げることによって、静岡市北部の低湿地の内水排除の問題をも、解決せんとする念みを持っている。

現在の大谷川は、流域面積 8.1 km^2 計画高水流量 約 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ の排水河川で、河口部で著しく偏流していたものを、昭和28年(?) 500 m の護岸堤により short cut し、現在河口部には、大脚ブロックの導流堤および二段(約2m)の床止めにより、河道は維持され、河口閉塞による害はあまりないように見られる。

河口前面の砂浜は、巾が約80m、高さは、海岸堤防前面で、4~6m程度、堤防のないところで6~8mの砂丘となっており、またこの砂浜の漂砂供給源は、西3kmの赤松川と思われる。これは、東12kmの三保の松原左端が砂嘴になっていることから判断される。岸の河川課の調査では、昨今の赤松の松前面は進で、汀線が後退しており、この原因としては、赤松川河口部の砂利採取等による供給量の減少などが考えられる。

汀線の方角は、西南西から東北東に向かい、河口閉塞

の多い駿河湾奥とは、同じような方向になっている。

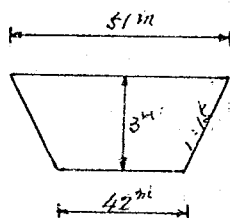
ただし、海底勾配は比較的ゆるやかであり、これが幾分砂洲規模を小さくしていると思われる。

次に放水路計画について、これも簡単に触れる。

図-2に示すように計画流域変更分は 60.0 km^2 、 $288 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、これは大谷川河口部では $325 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。計画縦断勾配は図-3のように $1/1300$ 、河口部 0 km 、河床高 -0.758 m 、 6 km で 3.7 m となり、 3 km 付近では実に 8 m の開削、また合流点付近では 4 m の河床低下になるものである。また横断形は河口 0 km で

右図のようになっている。

これより判断して、河は閉塞上問題になると思われるのは、河床高約 -0.8 m 、河中 50 m 弱の河中の維持にあると思われる。



II 諸種資料の整理

県の河川課で蒐集した資料について整理した結果を以下に列記する。ただし、結論から先にいうと幾分資料に不備な点があり、津波の卓越方向、およびその規模等と正確に把握することはできなかった。今後、田子の浦、由比等の資料について調べてゆきたいと思っている。

1) 潮位

図-4 に潮位表 (S. 37) の資料および焼津市の資料から潮位諸量と抜粋してみた。これによると潮位平均満潮位はほとんど一致して、 $T.P. + 0.70m$ 程度であることがわかる。また、高極潮位では、御前崎が最高 $T.P. + 2.00m$ と示しているが、これは4月津波によるものであり、その他には狩野川台風時 (S. 33. 9. 26) の $T.P. + 1.10m$ 程度がある。

潮位偏差の資料は現在手許に僅かしかないので割愛して、今後にゆずるとして、御前崎測候所の32年間の (S. 7~38) 最低気圧の資料中では S. 13. 9. 16. のアイオン台風時の $965mb$ が最低である。

2) 波 浪

まず、S.29~38年の波高 $H_0 \geq 1m$ の御前崎の資料を、月別、波高別に、別表-1のようにまとめてみた。これによると、秋季(9,10,11月)に大きな波が、集中して来襲することがわかる。ただし、波向の資料によると、そのほとんどがNEに集中しており、(御前崎の岬の北側で観測したことによる)。この波高の値は、同折、屈折等の影響を受けていることが十分予想され、この点の留意が、必要である。

次に焼津の資料(自然, 1964. 焼津市)から、年最大波浪の表(表-2)によると、一般の年々波高3~4m程度、最大7m(SE)を観測している。台風時駿河湾内の場合、波はほとんどS方向から侵入して来ることを考えると、焼津の場合、屈折係数0.8~0.9程度と考えられ、これを大谷川前面に想定すると、1割程度大きいことが予想され、波高8~9mが推測される。

これらについては、なお由比、田子の浦等の資料の蒐集、検討および屈折図等の作製を行っていきたいと思っている。

なお、比較的頻度の小さいと思われるESE~E方向よりの波について、S.M.B法で推定を行ってみると、Fetch 30 Km. 風速30 m/s で $H = 3.8m$ 、 $T = 7sec$ 、Fetch 40 Km. 風速30 m/s で $H = 4.3m$ 、 $T = 8sec$ を得た。

3) 風

風はこれまで多く波の代りにその波高、波の規模と推定されて来た。しかし太平洋に面するような海岸に襲来する波浪の推定にこれを用いることに大まか問題があることはいうまでもない。

今回の場合は、波の資料が少いことと、東南とくに伊豆半島方面からの波浪の程度を調べる意味で調べてみた。

まず、御前崎の資料(表-3)によると、WからWSWが圧倒的に多く、他はわずかにNEが認められるだけである。これは主に冬季季節風と判断される。この傾向は焼津の観測資料中、風速10 m/s 以上の3時間以上継続した風向別の回数(表-4)にもみられる。

次に焼津の資料が(前出)季節別に整理してあるので、これより表-5を作製した。これは5.33~38までの間の日最大風速がそれぞれ10 m/s、15 m/s、20 m/s と繰えに

日の月別頻度であるが、これからは、冬季季節風の顕著なことが判断されるが、これは勿論W方向よりの風が支配的になっている。また、月別最多風向によれば、9、10、11月の台風期にはNEとなっているのが特徴といえる。

この傾向は清水および御前崎の資料にもみられる。(表省略)

以上より風としては、まず、冬季季節風の卓越、次いで波浪の資料より判断して、もっとも問題の台風期の9、10、11月頃に、Wの他にNEが非常に顕著になるがE~SEの方向からの風はあまり大きくないことが判明した。これは、静岡に影響を及ぼした台風の一覧表(省略)中最大風速の風向風速の値とみても、その頻度が非常に小さく、風速が小さいことが認められる。

4) まとめ

以上、資料の不備なことは免れないが、その範囲で概観してみた。今後、資料の蒐集、整理に努力と精度と上げていきたいと思われるが、一応現在の資料程度で処理工法の推定のための実験条件を決定することは可能と判断した。

即ち、はな砂浜の高さは5~7mであるが、例えば

$H_0 = 8^m$, $T = 16^{sec}$, 海底勾配 $1/20$ で波の打上げ高 (R') と
出ると, $H_0/L_0 = 0.020$, $R'/H_0 = 0.4$, $R' = 3.2^m$. また,
海底勾配 $1/10$ の場合 $R'/H_0 = 0.7$, $R' = 5.6^m$ となり, 本海
浜の場合 $1/15$ 程度であり, 加えて, 朔望平均 0.8^m 程度と
(図-5)
考慮するとはいこれに一致することがわかる。

II 河口処理工法に関する実験

1) 実験方針

現在の大谷川の場合、河口付近に2mの床止め工があり、十分敷高も高いため、出水に及ぼす砂洲の害は、さしたるものでなかったことが推測される。

しかし、本計画の場合、前述のように、河口計画河床高 T.P. 約 -0.8^m であり、これが計画出水時約 50^m 中にわたって維持されなければならない。特に本放水路計画の場合には、巴川下流部の水利権の関係から、平水時の巴川上流よりの水は巴川に流す計画になっているため、大谷川自体の平水流量の増加はわずかであり、これによる河口部の開口は、あまりのぞめないことになる。

このような状態のもとに、河口に例えは5m 7mの砂洲が発生した場合、計画高水流量 328^m/s を河口計画高水位 T.P. 2.242^m 以下で流下させることは、ほぼ不可能と判断される。

われわれは以上の実を考慮し、本年度は以下に示すような種々の処理工法について、実験的に検討を加えた。

現在、河口処理工法には、1) 防砂堤 または導流堤

ロ) 水門、ハ) 暗渠、ニ) フルトーザー等による砂洲の開削、ホ) shortcut 等を含めて河道の付替、ヘ) その他(防砂柵等の防砂工等) 等がある。イ)はその効用によって平線と変えるのが一般で、漂砂上手側に設けて、河道内への漂砂の浸入と減殺する働きをもつものが防砂堤であり、導流堤は漂砂下手側に設けて、堤沿いに河道を維持する働きをもつ。

防砂堤の場合、当然河床が広いとその効果は少くなることはいうまでもなく、また同様、遠浅海浜の場合、波が屈折により漸次直角に入射して来るため、効果が少くなる。

このような場合河床を維持するには、堤の延長を長くして、漂砂の浸入を防がなければならない。(例えば最終碎波帯まで)。しかし、この場合に大谷川前面のよりに、比較的漂砂の一方向性が強い海浜にないでは、上手側の堆積、下手側の浸食が起り、とくに下手では汀線の後退が進行することが予想される。

これらの点では、大谷川は防砂堤により処理することに問題があるといえよう。

ロ)はイ)と同よう漂砂の浸入を防ぐという意味のほか、水門前面に波と直接あてることにより、その力を利用して、前面水深維持をはかるものである。しかしこれを用いた例は少く、われわれの知る範囲では、福島県宮田川および地藏川(両者共 平水河川、農林)があるのみである。

ハ)が用いられるのは、一般に砂洲高が高く、防砂堤等の開渠による工法が不可能な場合に用いられる。当然のことながら経費がかさむため、あまり規模の大きい河川には用いられず、われわれの知る範囲では、三重県井戸川(300 m³/s)が最も大きい。その他の例として、四国高知県の和食川、甲殿川、静岡県昭和放水路(沼川)、他に、筆者らは実際に見てはいないが、静岡県富士川排水および沼津西北部放水路がある。

特に静岡県の三川の場合いずれも駿河湾奥に位置し、大谷川河川と比較的類似した境界条件にある興味深い。また逆に、大谷川の場合にも暗渠程度が必要なことを示唆しているともいえよう。平面形状では図-12の type が多く用いられている。詳しくは文献(1)を参照されたい。

二)は現河に位置をもっと波浪の弱いところに付替えることによって、河に閉塞の害から免かれようとする場合、砂洲により河に付近で蛇行しているような河川と short cut として、ヘットとせしめる場合等がある。今回の場合は、河口処理の観点からいえば逆を行っていることになる。

ホ)は文字通り、出水期にブルにより河口前面砂洲を開削して、洪水の安全流下をはかるものである。もっとも安価で簡単なものであるが、ブル常備と人費の問題であまり多くは採用されていない。また、台風による波浪と出水が一致した場合、一般に出水はあとから来るのでこの際の砂洲発生による害が懸念される。

本実験の場合、上記の特性を考慮し、防砂突堤、水門および暗渠について比較実験を行うことにした。

2) 海浜移動床模型実験と模型について

現在、海浜に関する移動床実験、すなわち波を起して砂を動かしてその変形を調べる実験は、相似律が成立しないことから(内容は岸と平行な漂砂量の相似と直角方

同の漂砂量の相似が同時には成立ない。) 厳密な意味では不可能ということになっている。

本実験はあくまで定性的な比較に重点を置いて行うものである。縮尺は同様の意味でなるべく大きくしたいのであるが、波起しの容量に限界があるため、今回の場合もこれを考慮しながら可能なだけ大きくとり、 $1/50$ にきめた。河床材料はなるべく現地に近いようにという観点から $d_m = 0.4 \text{ mm}$ の石炭粉を使用した。海床は海床縦断より $1/15$ 、水深は 35 cm とした。因みに石炭粉の水中比重は約 0.5 、砂は 1.65 である。一つの基準として、現地の砂の場合の移動限界水深と模型のそれと現地に換算した水深を示すと、前者は 29.6 m 、後者は 15.5 m となり、後者が動きにくいことを示している。

3) 実験条件.

潮位、波浪等を下記のようにきめた。まず潮位は高潮潮位、または計画潮位では *Severe* に過するもので、朔望平均満潮位 (約 $T.P. 1 \text{ m}$) ととり、波高は 8 m 、周期 14 sec (模型で $H_0 = 16 \text{ cm}$ 、 $T = 2 \text{ sec}$) 波高はこれも図-1より判断して河線に対して 20° とした。(図-6)

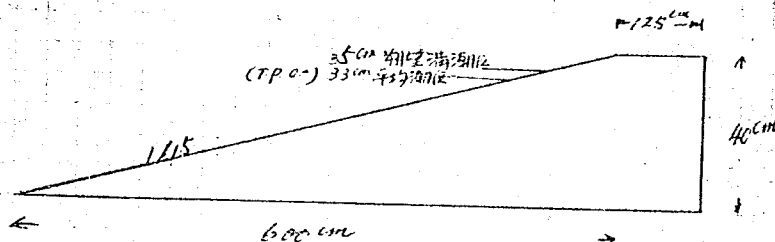
図-6によれば、汀線に対して波は右から入射しているが、これはあくまでも現地の裏返しと考える。また、水槽の水深は35^{cm}であるが、これは朔望平均満潮位であるから、T.P.O^mは約33^{cm}のところにあることになる。

防砂堤、水門、および暗渠等の示様は各実験の項で説明する。実験は次頁のように行った。

4) 実験結果

実験 I

この実験は河は処理とほどこした場合との比較のために行ったものである。初期条件としては、河口中前面50^m中にわたって高さ25^{cm}_(T.P.1^m)にしておき、この肉塞完了時をもって実験終了とした。この場合砂洲高は38~40^{cm}程度となり、(図-7)また時間は18分40秒かった。(一応この時間とそのあとの実験の実験時間とした。) 顕著な傾向として、この間に1.4^mの汀線の後退を見た。沿岸流上流端より、石炭粉を石油カン(20^l)と15秒に一杯の割合で入れていたのであるが、これを防ぐことはできなかった。これは後に試験的に75秒に一杯の割合で供給したが、ほぼ同程度の浸食を見た。これより判断して、荒天時の



実験 I	河口処理なし
“ II	防砂堤(左岸, 現地では右岸) 汀線に直角 高さ 45 cm (T.P. 6.0 m)
“ III	防砂堤(左岸) 汀線に直角 先端を左に 曲げる。
“ IV	水門 巾 50 m 高さ 47 cm (T.P. 7.0 m)
“ V	水門 + 防砂堤 (実験 III + IV)
“ VI	暗渠 巾 12.5 m 高 3 m 四連のうち二連は右へ 二連は左に開口。
“ VII	暗渠 実験 VI 中右二連を前方に開口。

大きな汀線後退が予測される。

実験 II

防砂堤と河口左岸（現地右岸）に設けた。高さは T.P. 6m (45cm)。延長は満潮位汀線までとした。また実験 I 同よう、河道内は 35cm に均らしてある。

実験結果は図-8 および写真に示す。写真でもわかるように、当初右岸付根付近から砂洲がつまはじめ、左岸へ向っていくぶん斜めに発達していった。波は感潮により、防砂堤先端部で、すでに汀線にほぼ直角になっているため、ほとんど遮蔽効果はなく、砂洲はほぼ完全に発達した。汀線はやはり 1.20m 程度後退している。この点では幾分実験の内容（防砂堤と汀線との位置関係において）は複雑になっている。

結論的には、本工法は大谷川の場合あまり効果が期待できないといえよう。

実験 III

実験 III は実験 II の防砂堤を汀線より 80cm (40m) の位置から等長について 15°づつ曲げていき、汀線まで到達させたものである。

砂洲の発達過程は実験Ⅱとほぼ同じで、又砂洲高もほぼ同じである。波の入射は円弧状の遮蔽にもかかわらず屈折回折して河道に入り、その規模もさして減殺されないようである。なお先端部は波が直接あたるため深掘がはげしかった。(結果は図-9、写真に示す。)

実験Ⅳ

写真および図-10に示すような水門について行った。高さはほぼ付近海岸堤防高にあわせて7m(47m)にした。位置も実際にはもう少し出したいのであるが、実験中の汀線の後退が激しいので、汀線より1mあとにした。

図-10に示すように、比較的前面は維持されるが、前面西端の深掘がはげしいようである。

本工法は、一応残能的にはよいようであるが、維持管理の点で問題があるのではないかとと思われる。とくに前面の位置は満潮汀線よりうしろでなければならぬと思われる。

実験Ⅴ

実験Ⅴは水門の防禦のための防波の意味をもった防破堤と加えて行った(Ⅲ+Ⅳ)。この結果によれば波が幾分

19

弱められて、水門前面に低いながらも砂堆とみた。しかし、この場合は実験Ⅲに比して低いものではある。これは、直接の波の他に水門より反射した波が砂州高を小さくするよう働いたものと思われる（図-11）。

実験Ⅵ

実験Ⅵは暗渠について行つた。この場合問題になるのは先端敷高と、その平面位置であるが、先端敷高については上森氏(1)の論文にも、平均潮位以下での維持が困難であるとしていることなどにより、一応 T.P.O.M (33m) とし、位置は平均潮位汀線まで出すのが一般であるが、汀線の後退を考慮して、満潮位汀線より 25m (50m) 後退した位置とした。なお、一連の断面は 3m x 25m である。

結果（図-12）によれば、右二連はほとんど満砂の状態で、加えて奥行きも初期汀線より 100m に達し、非常に悪い状態となった。これは、波と漂砂の入射方向に合致したことによると思われる。

左二連については、右側はほとんど堆砂は見られず、左側は奥行きは短いが高さ高い堆砂と見た。これは暗渠前面水深の相違によるものと思われる。（写真参照）

実験Ⅶ

実験Ⅵの結果を考慮し、漂砂の方向と暗渠の方向を異にするために、右二連と前面に開はさせてみた(図-13)。

その結果は実験Ⅵと変らず、やはり右二連は満砂した。奥行にいくらかの差があるが、これは実験誤差に入る可能性があり、有意の差かどうかは不明である。

果にするとは、前面の洗掘が実験Ⅵより減小したこと、これはⅣの場合は、実験Ⅱの場合と同よう、最右端先端付近に来た波は、壁に沿って遡上し、砂州に吸収されるのに対し、Ⅲ、Ⅵの場合は上記方向の他に沿岸流方向にも流れが分れるためと判断される。

むすび

以上、実験結果について簡単に検討を加えて来た。現在のところでは、水門または水門+防砂堤がよい良好な結果と得ているが、われわれとしては、暗渠について40年度にもう少し検討を行いたいと思っている。

表-1 波高別月別波浪頻度

S.29~38. (日1回)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
1.0 m	7	10	23	26	20	23	14	23	34	64	36	19	299
1.5 "	9	8	9	13	8	8	8	17	22	31	21	12	166
2.0 "	1	5	7	5	4	5	2	9	5	17	14	3	77
2.5 "		1	3		1				2	9	3	3	22
3.0 "			2				1		2	10	3		18
4.0 "									2				2
5.0 "									1				1
合計	17	24	44	44	33	36	25	49	68	131	77	37	

表-2 燒津港年最大波浪

年次	月 日	防 波 堤 外				備 考
		波高m	周期	方向	摘要	
19	10. 7	4.0		E		既往最大
20	10. 5	3.5		S. E		
21	8. 15	2.5		SE		
22	1. 18	4.0		SE		9月15日 3.5m
25	9. 16	7.0		SE		アイン 6-7m
24	9. 16	7.0		SE		9月11日 24日
25	4. 1 5. 13	3.5		S.E. SE		3.0m ギディ
26	10. 14	3.0		(SE)		ルース台風
27	6. 24	3.0		SSW	目測	9月台風
28	9. 25	3.5		SE		13号台風
29	9. 17	4.0		SW-NE		14号台風
30	10. 11	4.0		SE		
31	不明					
32	5. 20	2.6	—	N E	目測	
33	9. 26	3-3.5		SSW		22号台風
34	9. 26	2.5	不明	NE	目測	
35	8. 12	2.9	9	SE		

表-3 御前崎月向別頻度 風速 $V > 10 \text{ m}$ 日8回観測

[illegible]

表-4 焼津 風向別 頻度 $V > 10 \text{ m/s}$ の3時間以上継続した回数 $S. 21 \sim 35$

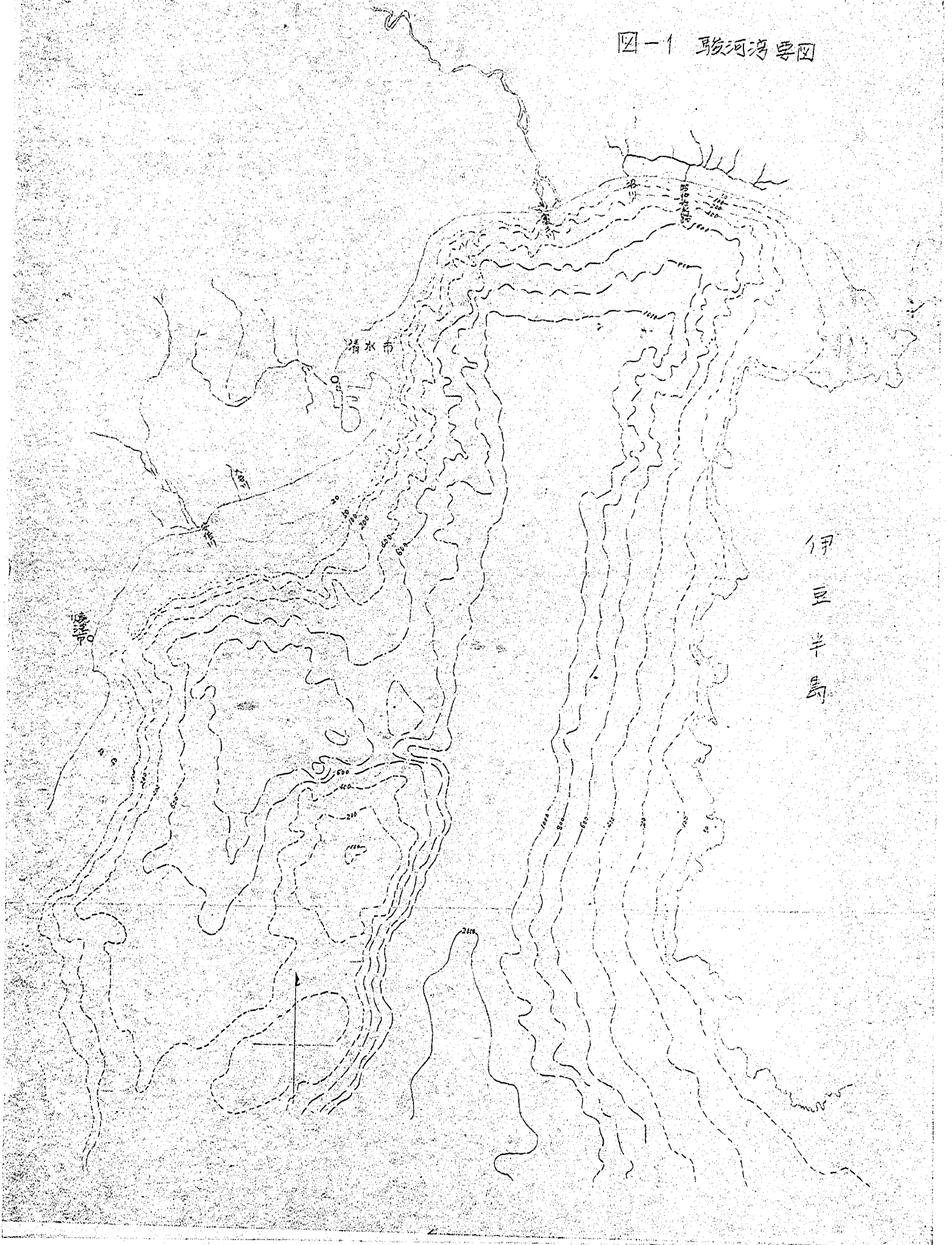
風向	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE	N	NNW	NW	NNW
計	627	172	14	12	20	2					38	16	11			96

表-5 焼津 月別 10 m/s , 15 m/s 以上の 20 m/s 以上の日最大風速頻度 $S. 32 \sim 38$

月 速 以上 m/s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
10	85	77	87	68	49	39	43	39	34	63	44	72	693
15	20	16	14	14	6	3	3	6	7	8	7	10	119
20	1	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	7

图-1 駿河湾要図

伊豆半島



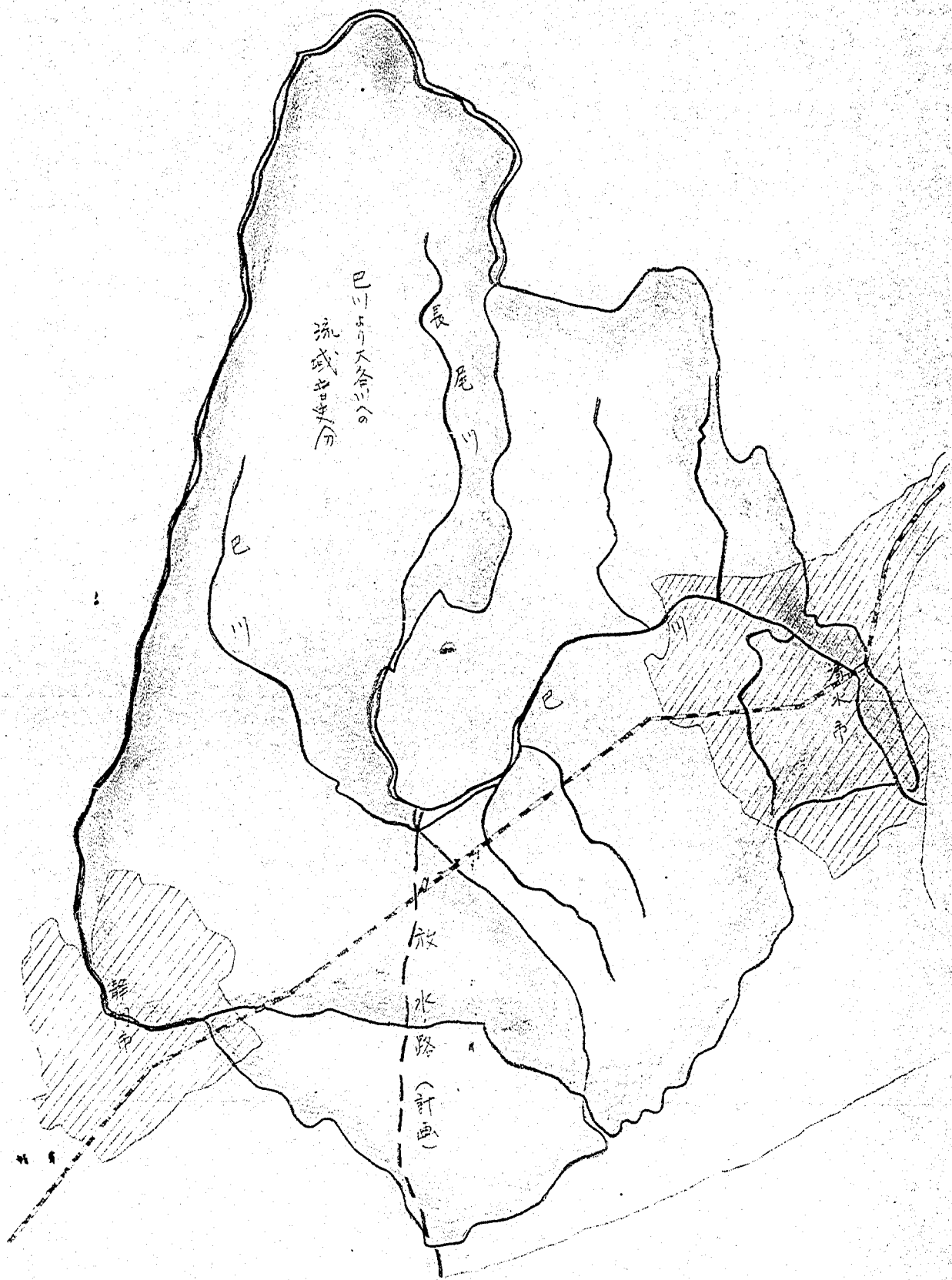
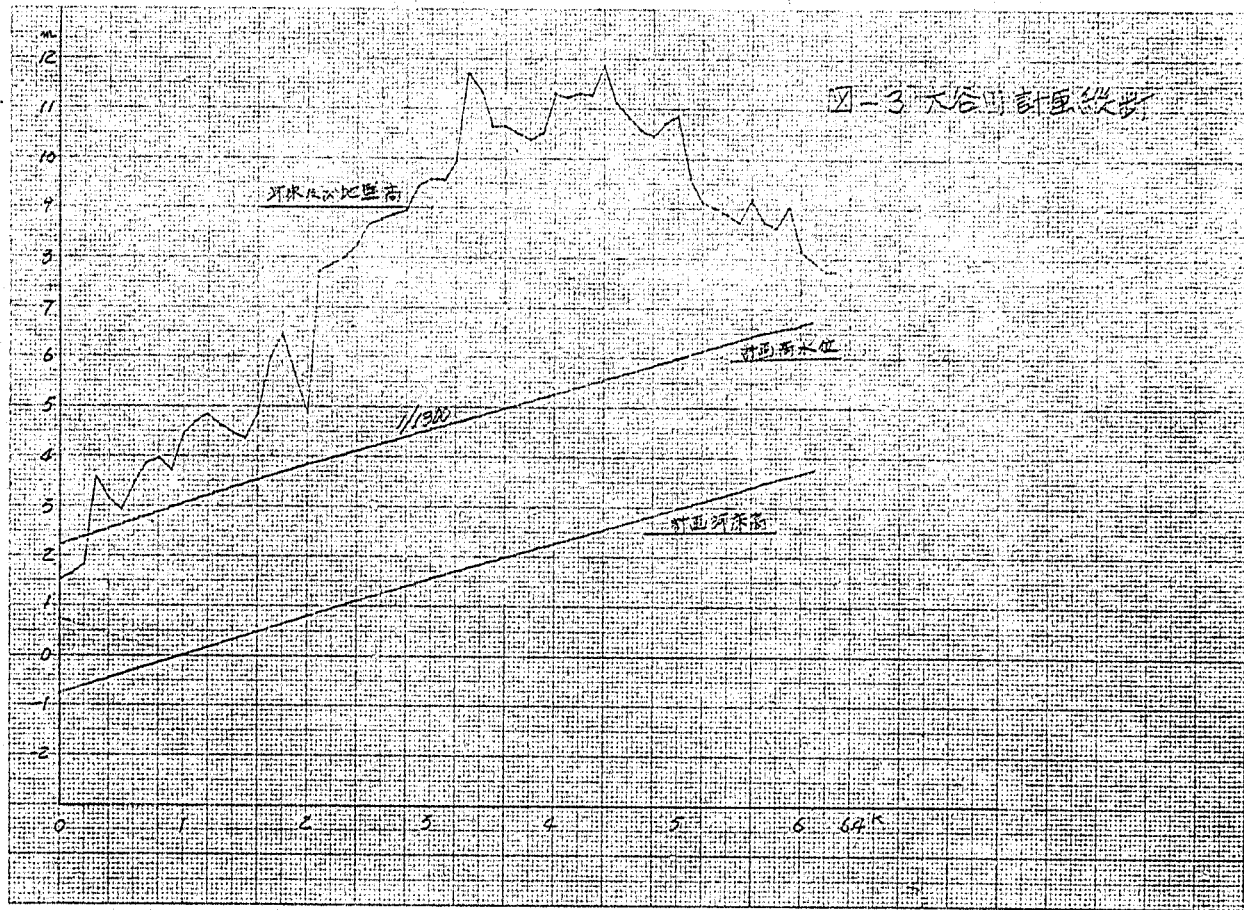


図-2 巴川 大谷川流域図

凡例
 巴川 ———
 大谷川 ———



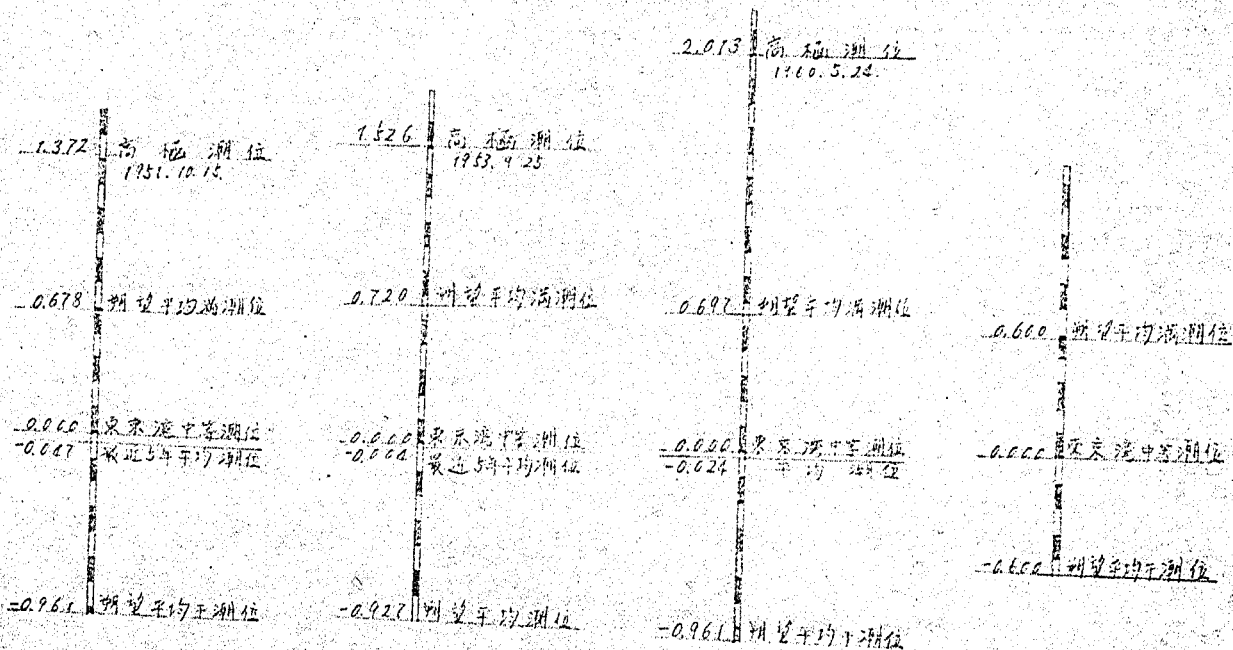
四-4 潮位諸量

内海

清水港

御前崎

焼津



0 100 200 300 400 500 600 (m)

图-5 大谷川河口深浅横断面图

- No. 2
- - - No. 4
- No. 6
- No. 8
- No. 10

1.5

0

5

10

(cm)

图-6 模型平面图

1/200

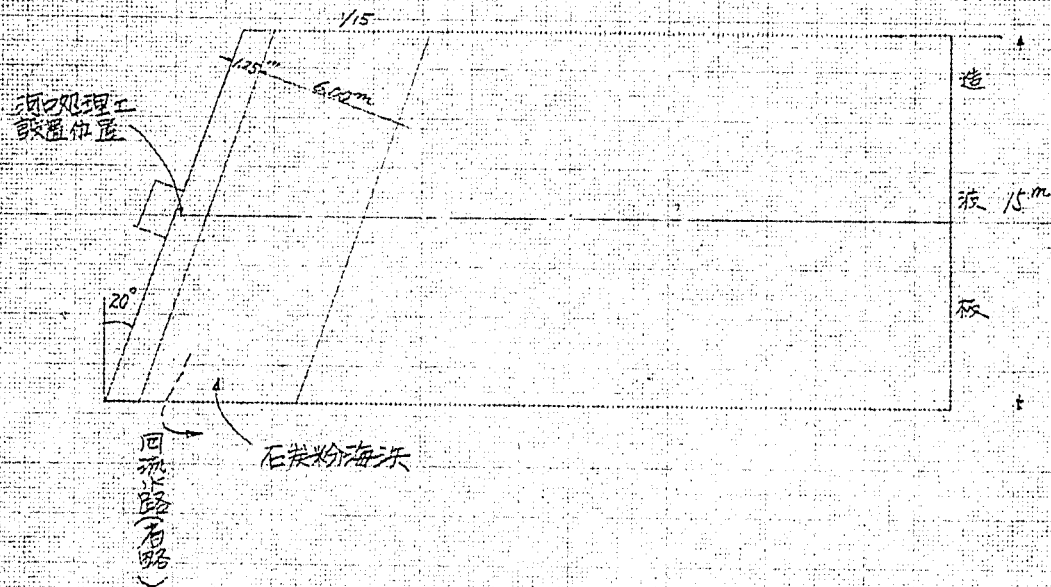
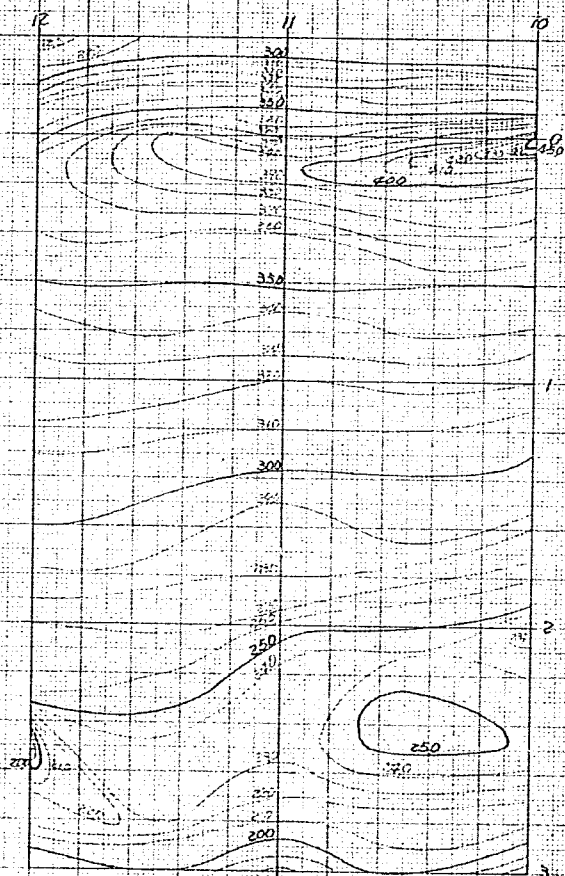


圖 7 實驗 I 於 H 等高線圖

平均波高 13.4
平均潮位 12.7
實驗時間 15.40



圖一 8 實驗 II 於 11 萬 等高線圖

平均波高 1371^m
 平均潮位 3227^m
 實驗時間 1952.11

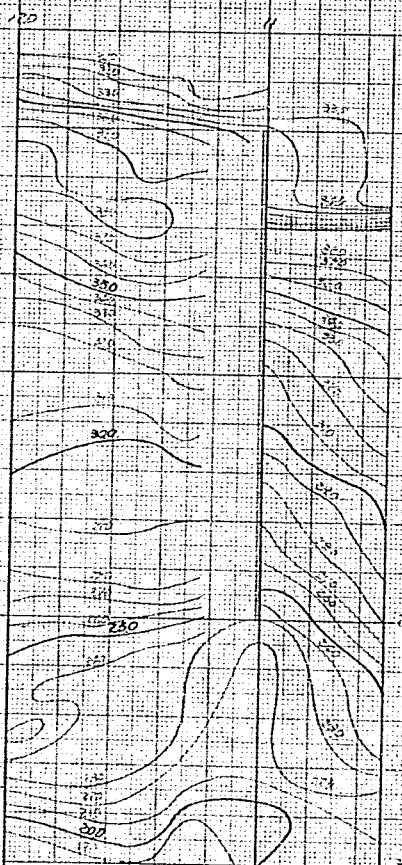


圖-9 實驗III 於H面等高線圖

平均波高 15.40"
平均潮位 34.71"
實驗時間 1952.12.1

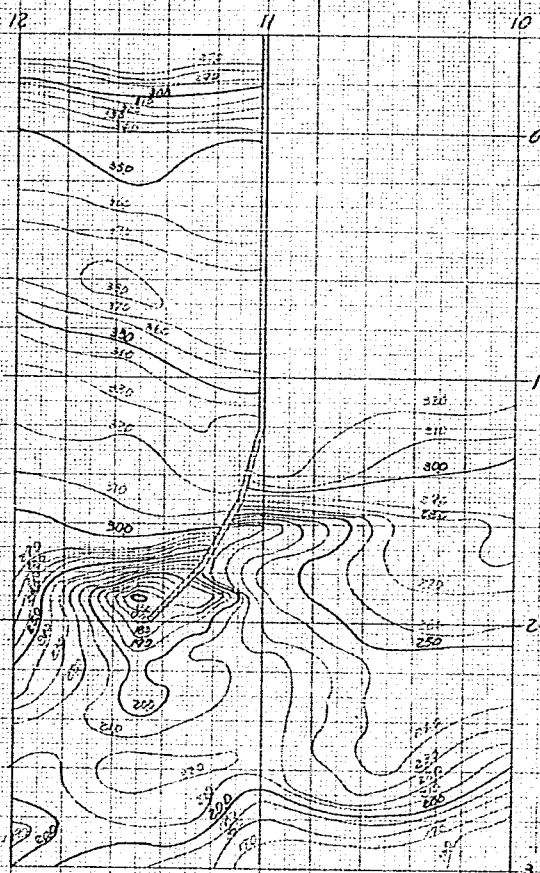


図-10 実験Ⅳに於ける等高線図

平均水深 12.14"
平均潮位 358.7"
実験時刻 13:10"

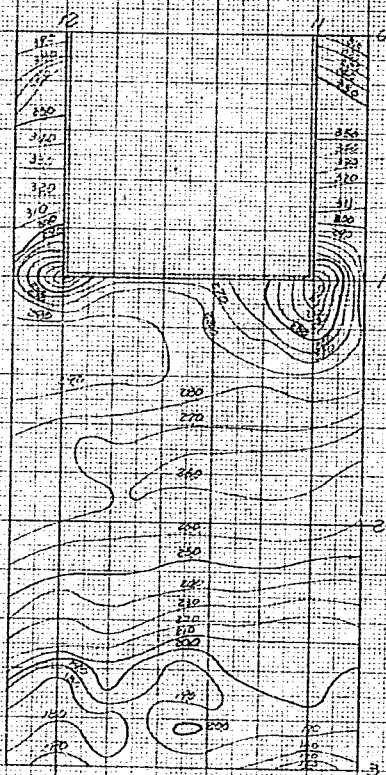
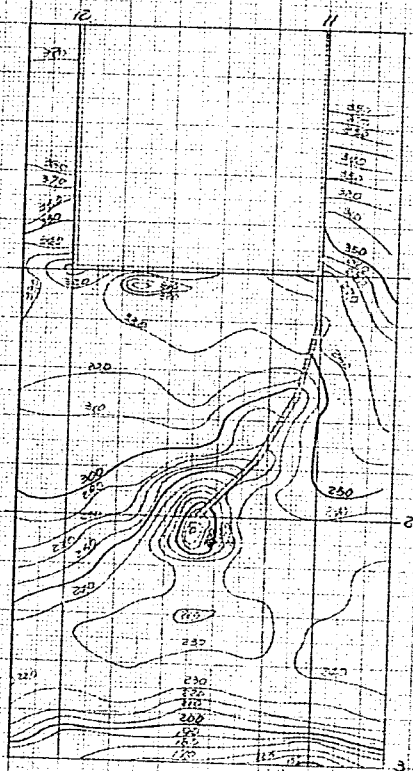


図-11 実験Vに於ける等高線図

平均波高 16.58^m
 平均潮位 24.41^m
 実験時間 15:30



圖一〇二 實驗Ⅶ 於1/5等高線圖

平均波高 13.93"
 平均潮位 34.27"
 實驗時間 1936

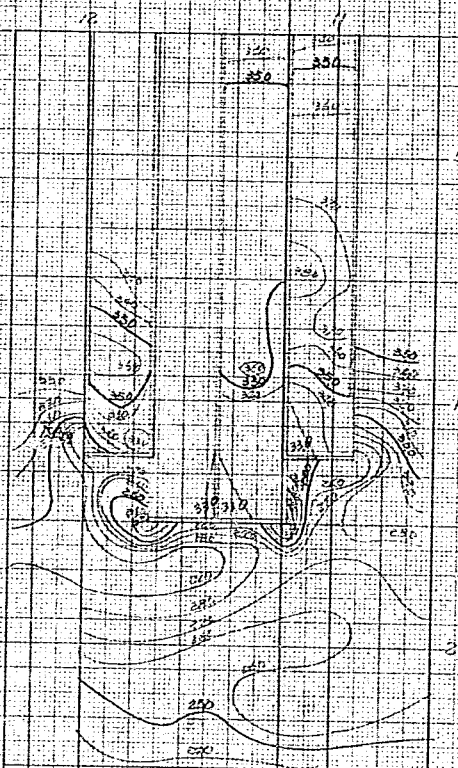
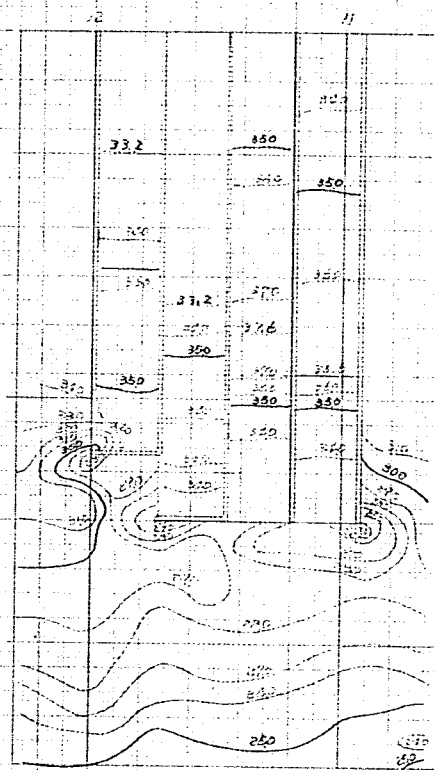
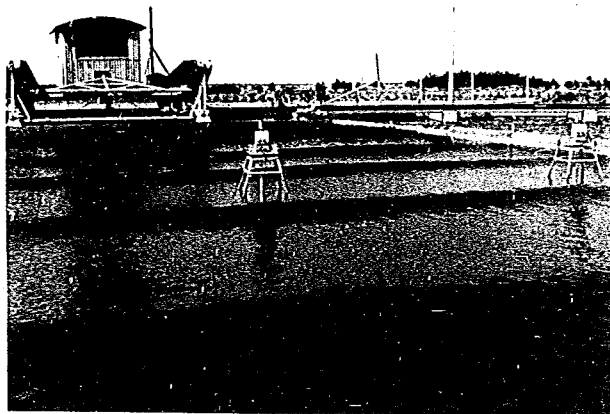


図-15 実験Ⅶに於ける等高線図

平均波高 13.83m
 平均潮位 35.05m
 実験時間 13:30





C



C

