



土木研究所資料

第 728 号

全国河川河口閉塞資料の検討(その4)

—千葉県外房—宮城海岸中小河川—

昭和 47 年 3 月

建設省土木研究所鹿島試験所

須	賀	堯	三
佐	久	間	襄
浜	谷	武	治
高	橋		隆
高	安	か	ね子

目 次

1. は じ め に	1
2. 測量および視察の概要.....	1
3. 測 量 結 果	4
4. 現地波浪特性について	1 1
5. 考 察	1 1
6. あ と が き	1 5

図 目 次

図 - 1	波太川平面図
図 - 2	波太川砂州前面縦断図
図 - 3	波太川河床材料累加曲線
図 - 4	温石川平面図
図 - 5	温石川砂州前面縦断図
図 - 6	関根川河口平面図
図 - 7	関根川砂州前面縦断図
図 - 8	大久川平面図
図 - 9	大久川砂州前面縦断図
図 - 10	木戸川平面図
図 - 11	木戸川砂州前面縦断図
図 - 12	熊川平面図
図 - 13	熊川砂州前面縦断図
図 - 14	新田川平面図
図 - 15	新田川砂州前面縦断図
図 - 16	温石川河床材料累加曲線
図 - 17	関根川河床材料累加曲線
図 - 18	大久川河床材料累加曲線
図 - 19	木戸川河床材料累加曲線
図 - 20	熊川河床材料累加曲線
図 - 21	新田川河床材料累加曲線
図 - 22	大洗港 - 阿武隈川河口の波高相関図
図 - 23	" " 周期相関図
図 - 24	" " H/L 相関図
図 - 25	砂州前面勾配比較図

1. はじめに

河川の河口附近においては、河川側の現象と海側の現象の両者の存在することによって非常に複雑な水理現象を示し、これらのエネルギーの変化することによって河口部の異状洗堀、または砂などの堆積によって河口閉塞を起し、前者の場合は河道内への海水の侵入による塩害の発生、後者においては河積の減少によって洪水の疎通を防げ、河道内の水位上昇、および平常時河口を港として利用しているものは、船舶の航行不良、あるいは汚濁水の滞留を来す等の被害が起ころであらう。

河川はこれまで、その規模の大小にかかわらず、その流域を含めて、社会的、経済的にかなり重要視され、とくに河口附近ではその傾向が大きい。このため古くから河口の処理対策として地形、河口特性等を考慮した導流堤、防波堤あるいは暗梁等の設置が試られているものがあり存在する。

鹿島試験所においては、試験所より比較的近距离にあり、外洋に面する代表的な例として、千葉県外房海岸と、茨城・福島・宮城県海岸にわたって太平洋に注ぐ中小河川の河口を視察し、その概略を「全国河川河口閉塞資料の検討(その2)」に報告した。その後、視察河川56ヶ所のうちから特に河口砂州の変遷の代表的なものを7河川選び、ほぼ定期的に砂州の測量を行ない、河口閉塞を支配する複雑な要素を究明しようとしたものであるが、測定用具の移動と労力の関係から、得られたものは砂州形状程度にとどまり、かなり目標とはかけはなれた資料となった。しかし、砂州形状の季節的な変化、ならびに近接河口の砂州変動の比較などから、それぞれの河口における河川側の現象、海象等の支配力の変化を推定するには充分のものであろうし、ひいては妥当性に富む河口処理工法の設計の一助となるものであろうことを期待して、全国河川河口閉塞資料の検討(その2)の補足をかねて、ここに報告するものである。ただし、現段階においては、解析が十分にすすんでいないので、本書においては、資料のみを列記することにとどめ、資料集としての充実につとめた。

2. 測量および視察の概要

試験所は茨城県の東南端にあり、千葉県外房海岸と福島県・宮城県海岸との中間に位置している。このため一行程の観測計画に両地域を含むことは困難なため、同一期の観測は2回に分けて実施した。したがって千葉県側と茨城・福島県側とでは日時が多少異なること、またそれぞれの河口においても測量日時は異なっている。しかし、河口の季節的な動行を把握出来るよう配慮したことは云うまでもなく、加えて台風、低気圧等の通過により、河口附近に水理現象の急変が考えられた場合も、視察を主として測量を従とした調査を行なった。

ここで、昭和45年8月の視察(その2として印刷済)を始めとして現在までの約18ヶ月間

の視察、測量過程を記すと

第 1 回	S 4 5. 8	千葉県外房海岸の河口	視 察
第 2 回	S 4 5. 8	茨城 ～ 宮城海岸の河口	〃
第 3 回	S 4 5. 10	〃 〃	〃
第 4 回	S 4 6. 2	千葉県外房海岸の河口	測 量 〃
第 5 回	S 4 6. 2	茨城 ～ 宮城海岸の河口	〃 〃
第 6 回	S 4 6. 5	〃 〃	〃 〃
第 7 回	S 4 6. 6	千葉県外房海岸の河口	〃 〃
第 8 回	S 4 6. 9	茨城 ～ 宮城海岸の河口	〃 〃
第 9 回	S 4 6. 11	千葉県外房海岸の河口	〃 〃
第 10 回	S 4 6. 11	茨城 ～ 宮城海岸の河口	〃 〃
第 11 回	S 4 7. 1	〃 〃	〃 〃
第 12 回	S 4 7. 2	千葉県外房海岸の河口	〃 〃
第 13 回	S 4 7. 2	茨城 ～ 宮城海岸の河口	〃 〃

の 13 回行程にわたっており、千葉県側が 5 回、茨城～宮城県側が 8 回の測量・視察を行なったものである。

この 13 回の測量および視察のうち、第 1 回、第 2 回、第 3 回は千葉県外房海岸と茨城～宮城県海岸に流出する中・小規模河川の河口を探索し、その後におとづれた際に河口部の砂州形状などが大巾に変化していた河川を選び測量を行なったものが、千葉県外房海岸では波太川、温石川の 2 河口であり、茨城～宮城県海岸におけるものでは関根川、大久川、木戸川、熊川、新田川の 5 河口であった。

「全国河川河口閉塞資料の検討（その 2）」にも示してあるが、波太川は千葉県安房郡江見町波太地先で太平洋に注ぐ河口附近の河道巾が 40 m 程度の小規模河川である。波太川は第 1 回目視察時、つまり昭和 45 年 8 月においては河口は完全に閉塞していたものである。その後、昭和 46 年 2 月の状況は完全閉塞ではあるけれどもやゝ砂州の変化が認められたので測量対象河口の一つとした。

温石川は、波太川と同じ安房郡和田町下三原地先で海に注ぐ河川で、その河口規模は波太川より小さく、河口附近の河道巾が 25 m 程度のものである。しかしながら河口開口部の変化は大きく、昭和 45 年 8 月で開口位置が河道前面の右岸側汀線にあったものが、昭和 46 年 2 月では前とは反対に大きく左側に蛇行して流出していた。

このように地形、河床材料、河川の特性等を考慮したうえで閉塞現象の頻しいこと、砂州高の変化が認められること、あるいは開口位置が大巾に変化することなどから、季節的な河口特性を把握出来得るものと判断されたので、千葉県外房海岸における測量河川を波太川、温石川の 2 河

川とした。

茨城～宮城県海岸においては阿武隈山系の丘陵が海岸近くに迫っており、とくに福島県の海岸岸にこの傾向が顕しい。したがって、この附近の海岸に流出する河川の河口部には導流堤・防波堤あるいは離岸堤などの効果を持つ岩礁の存在するものもある。このような地形を有するため、河川の勾配もかなり急で、河川からの排出土砂も相当量予想される。汀線附近に砂の補給源が少ないにもかかわらず、河川河口部での砂礫の堆積の多いことから推定出来得た。

ここで、千葉県外房海岸の測量対象河川の選定と同じ河口状況を示す河川について測量することにした。

5 河川のうちの一つである関根川は、茨城県高萩市小浜地先から太平洋に注ぐ河道巾40m程度の河川で、河口附近に至っては、平野部のため岩礁が存在せず、河口両側は漂砂量がかなりはげしいものと推定され、河口両側に導流堤が汀線附近まで設置されているにもかかわらず河口は完全閉塞を起こしていた。また、汀線の移動（前進・後退）もかなりあるものと判断されたので、測量対象河口とした。

大久川は福島県双葉郡久之浜町で海に流出している河道巾約60m程度の河川で、河口附近に岩礁が存在し、沖合に離岸堤を形成している。しかし河口における砂州はかなり規模の大きなものであり、その変動も大きいと判断されたので、測量対象河川とした。

木戸川は、これまでの測量河川のうちに最も規模が大きく、河口附近の河道巾は200m以上である。また流路も概ね20km程度と推定され、河川勾配もかなり急である。したがって河川からの排出土砂も多いようにみられ、その粒度も相当に大きいものである。これら砂礫の河口部における堆積状況は、河口右岸側から発達し、零筋を左岸側の岩に押しやる形となっていた。また、この砂州は季節的に変化する傾向を示し、加えて粒径の変化も認められたので、測量、調査河川の1つとしたものである。なお、木戸川の河口は福島県双葉郡楡葉町海岸に開いている。

熊川はこれまでの河川のうちに最も砂州材料の粒径が大きいと思われる河川であり、河川の規模は河口附近の河道巾が低水時で30～40m程度のものである。河口は福島県双葉郡大熊町にあって、河口部右岸に岩礁が存在し、平常時の零筋はこの岩にそってほぼ固定されており、汀線際に至って海への流出方向が変化するもようであった。また、砂州材料の礫層の移動も認められたので測量対象河口としたものである。

新田川は、福島県原町下佐佐地先に河口をもち、河川規模は木戸川とはほぼ同じ程度のもので、河口部における砂州も木戸川河口のそれと同程度の規模である。ただ、2～3の漁船が開口部を航行しているため、左岸の岩沿いに零筋固定のための透過低水工が施されている。

3. 測 量 結 果

それぞれの測量調査対象河川についての測量回数は4～5回にわたっており、その測量時間々隔も概ね4ヶ月ごとになるように配慮してはいるが、場合によってはこれより早い時期に測量を行なっている所もある。

1) 波 太 川

第1回目の測量は昭和46年2月10日に行ない、その河口形状は図-1の結果を示していた。砂州は河口左岸側から大きく発達し、これが河道前面に迫り、完全閉塞を起こしている。波浪によって形づくられたものと判断される砂州の最も高いところはTP 2.6 mにまで達し、汀線附近からこの砂州頂までの勾配は、かなり急なものである。これを測量値から算出してみると最も急勾配のところで1/4程の値を示しており、その位置は河道の左岸側に発生している。河川側の出水時フラッシュされと思われる河道前面においても、ほぼ左岸側の勾配に近い値を示しているものである(図-2)。

昭和46年6月24日、つまり第1回の測量から4ヶ月経過した夏期に第2回目の測量を行なった。5月、6月、7月は降雨期でもあり、また農業用水等の水利用も多い季節であることから、必然的に河川の河口での流量は変化の大きいものと考えられる。この予想を裏付けるかのように、波太川においても河道前面の砂州を越流して零筋が現われている。しかし、汀線附近において砂州が右岸側から伸び、河川流の流下をおさえ零筋は左に曲がり約20 m近く流下してから海に注いでいる。これは季節的またはその時点の海象に支配されているものと判断される。一方、汀線附近より上流側の砂州形状は、2月期よりやや河道を狭めるように左右岸に付いて、州のない場合に40～45 mの河道巾を持つところも30 m近くにせまめられている。このように河道巾を狭めている砂州の高さもTP 4.4 mとなって、砂州の成長を示している。また、測量時点での汀線附近の砂州勾配は前の2月期と同じ1/4程度のものである。

第2回目の観測から約5ヶ月経過した昭和46年11月19日に第3回目の測量を行なった。冬の2月に測定し、さらに梅雨期の5～6月期に測定、次いで秋の台風期をやり過ぎた11月に測量したわけであるが、河口部の零筋は、河口左岸側から伸びた砂州によって大きく右岸に寄せられ、汀線附近に至ってやや左側に向きを変えるような傾向で、ほぼ完全閉塞の状況であった。これら汀線附近の砂州前面勾配は、6月期よりやや急な値を示すようである。砂州高としては、その最も高いところでTP 3.3～3.4 mで、6月期のTP 4.4 mより1 m程度低くなっていることが認められた。

第4回目の測量は、昭和47年2月4日に行なったもので、前回からの経過時間は3ヶ月足らずではあるが、第1回目の測量、つまり昭和46年2月10日の測量結果と比較することも考慮したものであった。しかし、その測量結果をみると前年2月期の砂州形状または河道形状

とはやゝかけ離れており、むしろ11月期のそれに近いもので、左岸側から発達した砂州によって零筋が右岸に寄せられている形は11月期よりきびしく、さらに前面での砂州の発達によって流れは左に曲がり、昭和46年6月の時点とは同じ位置に開口部を持っている。なお、この開口部までの流心は11月期より陸側に後退している。砂州の規模は、その最も高いところでTP 3.8 mにまで発達しており、また、砂州前面の勾配は河口の中央および左・右側とも1/6程度を示し、11月期のそれに比べてやゝゆるやかなものとなっている。

以上のように、1ケ年間にかなり変化する砂州の材料は、最大粒径が3.0 mm、その60%粒径で1.0 mmのものであり、千葉県外房海岸から太平洋に注ぐ河川のうちでは最も粗い河床材料をもつ河口である。なお、汀線附近と河道内に浸入した砂州材料との粒度の差はあまり顕著なものではなく、季節的な変化も認められないようである。(図-3)。

2) 温石川

波太川と同じ千葉県外房海岸の安房郡和田町下三原に河口を持つ小規模河川である。河口の左・右両海岸は粒径の細かい砂の海岸であり、海の水理現象いかんによっては、かなり海床材料の移動が考えられる。一方、河川の河口附近の河床状況を観察したところでは、とりわけ砂礫を排出するようにも視られない。したがって、河口における砂州の閉塞現象は、河口両側からの砂の移動、とくに漂砂によるものが大きいと考えられる。

温石川における調査は波太川と同じに昭和45年8月に調査を行っており、この時点の開口位置は河道の右側に大きく蛇行して海に注いでいたものであったが、昭和46年2月10日には完全に流路が逆転し、河道の左側に蛇行して、しかもこの流路が80 m近く汀線と平行して流下してから海に注いでいる(図-4)。波浪によって形成されたものと判断される砂州の最も高いところは、TP 1.5 ~ 1.6 mとなっており、その前面勾配は1/7 ~ 1/8と、かなりゆるやかなものであった。これから約4ケ月間経過した6月の河口部の状況は、2月期と同一方向、つまり河道から左側に流向をとり、その流路は汀線に平行して300 m程度流下してから海に注いでいる。砂州の最も高いところはTP 2.64 mとなっている。また、砂州の前面勾配においては1/6程度で前回の2月の場合と比較して大巾な変化はないようである。

さらにこの時点から約5ケ月経過した11月、秋の台風期の後半になってからの測量となった。その結果、河口部の形状は大きく変化しており、流路は河道の流向と同一にまっすぐ流下し、汀線附近に至ってやゝ左岸に流れる傾向を示している。河口左右岸において、波浪によって形成されたと思われる砂州高は最も高いところでTP 1.230 m程度で、6月期のそれに比較して1 m以上の低下を示しており、その前面勾配においても1/10 ~ 1/12となり、かなりゆるやかなものとなっている。このように、砂州の規模、形状が変化したことから汀線の後退も当然の結果であろう。

冬期間の砂州形状の変遷を知るために、また昭和46年の同期の形状との比較も考慮して、昭和47年2月に測量を行なった。その結果、河口前面における砂州は50～60m前進しており、河道から流出する流路の形は、11月期と同じ方向である。また昭和46年2月の流路形状とはやゝおもむきを異にしている。砂州の規模としては、その最も高いところでTP 1.3～1.4mとなって、11月期に比較してやゝ高い値を示している。また、昭和46年2月の場合とでは0.2～0.3m低くなっている。

砂州の前面、つまり汀線附近の砂州勾配においても、 $1/30 \sim 1/40$ となって、46年2月期および11月期のそれと比較してかなり変化を示すものである(図-5)。

3) 関根川

今回測量調査対象河川のうち、河口処理がなされているただ1つの河川である。構造物は河口の左右両岸に六脚ブロックの乱積で、これが汀線附近まで設置されている。このように両岸に構造物が設置されているにもかかわらず、昭和45年8月には河道内(導流堤部分)に砂州が発達し、45m程度の河口が完全閉塞を起こし、河川流は左側の導流堤の下を潜流して海に注いでいた。これが第1回目の測量時の昭和46年5月では、まえに完全閉塞をおこしていた砂州は流失し、導流堤部分の河道右岸側と左岸側から州が付き、やゝ河道内に後退しており、その規模も小さくなっている(図-6)。この砂州の最も高いところでもTP 0.86m程度のものとなっている。これから約4ヶ月経過して第2回目の測量が昭和46年9月となった。この時点での砂州は河道左岸側にだけ付き、その規模もかなり大きくなって河道内部にまで発達している。しかし砂州高においては最も高いところでTP 0.94m程度であり、5月の時と大巾な変化はみられなかった。その後、秋の台風シーズンも後半の11月における砂州形状は、9月のそれとはまた趣を異にして、しかも5月の時と正反対の形で州が付き、その位置・規模等ほとんど同じ程度のものと云えよう。ただ、砂州高においてTP 1.2～1.3mの値が現われ、5月期よりやゝ成長した砂州であることが認められる。このように河口部における砂州の変遷は河川の現象および海の現象の変化によって大きく支配されることはもちろんであり、しかもこれら両者の現象がはゞ同時に河口部に来襲した場合の河口の挙動についても興味ある問題の1つであろう。幸にして昭和47年1月11日～12日とNEの風が強く、降雨もかなりの量に達する気象条件が続いたので、その直後、1月14日に第4回目の観測を行なうことになった。

関根川河口において、その河川流量はこれまでの測量時よりやゝ多い程度のものであったが、河口部の砂州とくに導流堤附近の砂州が完全に消え、河道内部の右岸側に、砂州高TP 0.10m～0.20m程度のものが付いているだけである。一方、これまでは導流堤より外側の汀線については、目視によりその概略をつかんでいたものであるが、この時点から測ることになった。

結果、11月の時よりは、やゝ汀線の後退が認められる。ここで、やゝ測量の時間々隔がみじかくなった感もあるが、太平洋沿岸、とくに調査対象河川の冬期における河口状況を把握するため、昭和47年2月に測量を行なってみた。河口における砂州形状は大ざっぱにみて1月期と大差はないが、下流の導流堤部分に左岸から低い州が付いている。また、河口右岸側の汀線は1月の場合よりさらに後退していることが認められた(図-7に砂州前面縦断結果を示す)。

4) 大久川

福島県双葉郡久之浜町から海に注ぐ、河道巾が70m程度の河川で、河口よりやゝ上流部の河川勾配もかなり急なもののように観察された。また河口の沖合には岩が存在して、自然の離岸堤を形づくっている。大久においては、昭和45年8月第1回目の視察を行ない、河口砂州の変遷についての測量は46年2月から47年2月までのあいだに4回行っている(図-8)。

第1回目の測量は昭和46年2月25日に行なったものであるが、その砂州形状は第1回目の視察時、つまり45年8月のものとは似て左岸側に開口している。ただ河道内の左岸側に少し州の付いたことが前と変わったところであろう。砂州の規模としては、その最も高いところでTP 1.10~1.20m程度となっている。またこの時点では砂州の平面的な規模を求めるにとどまった。

このあと、昭和46年5月に測量の機会があったが、河道の右岸および左岸から付いている砂州は非常に小規模で、波浪が河道内に浸入していた。このため直接測量出来ず、観察程度に終り、結局9ヶ月経過した11月の測量となった。その結果砂州規模は大きくなり、開口部は汀線附近の左岸側から伸びた砂州によってその零筋が右岸側に向きを変え、2月の時と比較して大巾な変化を示している。砂州高においてもその最も高いところでTP 1.944mを示し、砂州前面の勾配は最も急なところで $1/3 \sim 1/4$ となっている。

昭和47年1月に第3回目の測量の結果砂州形状としては右岸側と左岸側とに州が付き、その零筋はやゝ左岸よりに流れている。また砂州の最も高いところは河道附近でTP 2.0~2.2mにまで発達している。さらに河口部の右岸側の堤防附近ではTP 2.6mにまで達するところもある。したがって砂州の前面勾配もかなり急になっているものであろう。

第4回目の測量を昭和47年2月に行ない、46年2月の砂州形状と比較を試みたが、結果は予想に反して、むしろ46年11月の形状とほぼ似たものである。汀線側に左岸側から大きく砂州が発達し、右岸から伸びた州は河道内に後退している。したがって零筋は左岸から右岸側に流れその開口位置は昭和46年2月の時と正反対の方向に開いていた。また、砂州の最も高いところは、河道内でTP 2.15m、河口部外の右岸側堤防附近ではTP 3.20mにまで達するものである。これらの前面勾配においては前回の測量時点よりやゝ急になっている傾向がうかがえる(図-9)

5) 木戸川

福島県双葉郡楡葉町に河口を持ち、その流路は約20 Km程度のものと推定され、河口部の状況から判断してこれまでの調査河川のうち最も規模の大きいものと思われる。また、河口附近における平水時の流況からみて、河床勾配もかなりきつく、汀線附近の河床材料等も考え合せると、河川からの排出土砂も相当予想される。

木戸川河口における調査は、昭和45年8月の視察に始めて、第1回目の測量は昭和46年2月に行なわれた(図-10)。

開口部は昭和45年8月の時と同じ左岸の岩に沿って開き、右岸から発達した砂州は河道のあらましを塞いでおり、規模としては45年8月よりやや小さくなった感があった。それにしても、砂州の最も高いところでTP 2.20 m程度とかなりの高さを示している。

次に昭和46年9月に第2回目の測量を行なった。その結果は砂州が非常に小さくなり、河道巾の1/2にも及ばない程度になって、しかも汀線が2月の時に比べ50~60 m後退し、砂州巾がせまくなっている。また図には記されていないが、汀線より60 m~70 m沖合に海水面とほぼ同じ高さ程度の砂州の発生しているのが認められた。このように消滅寸前の砂州のため、その高さにおいてもTP 1.0 m程度のものとなっている。

第3回目の観測の46年11月における測量結果では、右岸側から再び砂州が成長し、しかも左岸からも小さな州が突出したような形で付いている。右岸に付いている砂州はかなり大きく、汀線も前進し、河道内部へも伸びている。このように平面的にもかなり成長したものであるからして、その高さにおいてもTP 1.7 mから2.0 m近いところまで発達しており、前面勾配もかなりきつくなっている(図-11)。

第4回目の測量は昭和47年1月、これは低気圧の通過に伴って雨、風ともに強く、このような河川の河口部では顕著な変化が現われるものと判断されたため観測することとなった。砂州形状としては右岸側にだけ州が発達し、その形状は昭和46年11月の前回の観測時とほぼ同様であるが、左岸側の砂州が消えていた。右岸に発生している砂州の最も高いところは、TP 4.0 m近くまで発達している。

昭和47年2月に第5回目の測量を行なった結果、砂州形状としては1月の場合とほぼ同じ傾向を示すが、砂州高が少し低くなり、最も高いところでもTP 1.85 m程度となっている。また図でみると砂州の平面的な規模が大きくなったように見られるが、この時間での潮位が、TP -0.7 mにまで低下しているためである。

6) 熊川

福島県双葉郡熊ノ町熊川地先に河口をもつ小河川であり、河口処理はなされていない。しかし零筋は河口右岸側に常に固定しているようである(図-12)。

昭和45年10月に第1回の視察後、測量調査の第1回目は昭和46年2月に行なわれた。この時の河口状況は河口左岸側から粒径50～100mmの礫を主体とした砂州が発達し、その零筋を右岸側に片よらせている。砂州の最も高いところはT P 1.7 mにまで発達しているもので、これも頂点附近が主として礫である。

第2回目の測量は、昭和46年9月に行ない、その砂州形状を求めたが、結果は2月における形状と大きな変化がなかった。砂州高においては砂州の中央部、つまり波によって発達したものであると思われる最も高いところでT P 1.3～1.4 mで、2月の場合よりやや低くなったようである。

第3回目の測量は昭和46年11月であったが、この時点では左岸側から伸びた砂州がやや成長し、零筋をさらに右に寄せている。また汀線の移動などに顕著なものはないが、砂州高においてT P 2.37 mと、かなりの発達が認められた。

第4回目の測量は昭和47年1月、低気圧による影響を把握するためのものである。この時の砂州形状も11月の場合と同じに左岸側から州が伸び、流路を右岸寄りにしてはいるが、開口部附近でやや州が後退しているようである。また州の高さにおいてはT P 2.095 mとなつて11月の場合よりやや低いようであるが、測量時にはこの砂州を越波する波浪も見られたので、その後の変化に興味が持たれる。

第5回目の測量調査は昭和47年2月に行なつたが、この時の砂州形状は11月の場合とは似た形をしているが、左岸側から成長した砂州がさらに河道前面を塞ぎ、50～60 m流路を右に延長させて海に注いでいた。このように平面的にも発達した砂州であるから、その高さにおいてもT P 2.285 mと、1月の場合より高くなっている。砂州の前面形状については図-13に示す。

7) 新 田 川

さきに測量調査を行なった木戸川とは同様の河口形状・規模をもつ河川であり、福島県原町市下浜佐から海に注いでいる。新田川は距離的に試験所から最も遠い関係もあり、昭和45年10月の視察以来測量調査の機会に恵まれず、46年2月、9月と目視観察になった。46年2月の砂州形状は、45年10月の場合とは変わらず、右岸から発達した砂州が流路を左岸の岩沿いにしている(図-14)。また9月の場合は、これまで一体となって河道を塞いでいた砂州が大きくみだれ、一つは河道内側に入りこみ右岸側に付いて、小規模になっている。一つは汀線附近より沖側に移り、海面すれすれの州となっていた。このように目視観測を2回行ない、結局第1回目の測量が昭和46年11となった。

この時点での砂州は、45年10月の時より平面的にはやや小規模となり、その砂州高においては中央部附近でT P 2.3 m程度、右岸の海岸堤防附近でT P 2.5 m近くのものである。

昭和47年1月に、低気圧の通過直後の測量を行なう予定であったが、河口部から河道内へ波浪の浸入がはげしく砂州測量の出来る状態ではなく、砂州もかなり低い状況であった。したがって、新田川河口における測量の第2回目は、昭和47年2月となった。この時点での砂州形状は46年11月のものとは同じで、その高さにおいては場所的にはかなり11月の時に近い値もあるが、全体的には、やや低い傾向を示している。砂州の前面勾配については図-15に示す。

これまで、各測量調査河川の河口形状、主として砂州による閉塞状況と、その季節的な変化の概略を記して来たが、ここで、調査河川および視察河川ごと得られた河床材料および調査河川附近の海岸における波浪特性についてふれてみる。

河床材料について、まず、河床および砂州材料について、千葉県外房海岸から茨城～宮城県海岸までの河川を全体的にみた場合大別して2つに分けることが出来るが、ここではそれぞれの河口について記す。

波太川河口に堆積する砂は $d_{60} \div 1.1 \text{ mm}$ 程度のもので、しかも最も多く含有する大きさが $1.0 \sim 1.5 \text{ mm}$ で、これが $50 \sim 60 \%$ にもおよんでいる。また、場所的な粒径分布の違いは顕著ではない。季節的な変化としてはあまり大きなものではなさそうである。

温石川河口における砂州の粒径は、千葉・茨城・福島各測量河川のうちに最も細かいもので、 $d_{60} \div 0.17 \text{ mm}$ 程度の細かい砂によって形成されている(図-16)。

関根川の砂州材料は、砂州の頂点附近の $d_{60} \div 0.18 \text{ mm}$ 程度、汀線附近で 0.25 mm 粒径である。また、昭和45年8月に調査した結果 0.25 mm 程度の値を示している(図-17)。

大久川の砂州材料は、砂州の頂点附近で昭和45年8月に $d_{60} \div 0.37 \text{ mm}$ を示し、昭和46年11月の砂州頂点は 1.70 mm となっている。また、汀線附近のそれは、 1.90 mm のものであった(図-18)。

木戸川河口における砂州は細砂によるものと径が $50 \sim 100 \text{ mm}$ の礫層とからなり、砂層の砂州の上に礫層が重なった形となっていた。昭和45年8月の砂の粒径は $d_{60} \div 0.30 \text{ mm}$ であった。昭和46年から47年2月にかけては $d_{60} \div 0.56 \text{ mm}$ となっている。また、汀線附近でのそれは 2.0 mm 程度のものである(図-19)。

熊川河口の砂州においても木戸川の場合とは似た砂州形成がみられ、細砂と礫層からなっており、昭和45年10月の細砂で $d_{60} \div 0.4 \text{ mm}$ であり、その上に $50 \sim 100 \text{ mm}$ の礫層が重なっている。これが、昭和47年2月では $d_{60} \div 0.9 \text{ mm}$ となり、その上に礫層が出来ている。また、汀線附近においては、 $d_{60} \div 1.8 \text{ mm}$ となっている。

新田川における砂州は、木戸川、熊川ほどのものではないが、やはり細砂と礫とからなっている。昭和45年10月に求めた細砂は砂州頂上で $d_{60} \div 0.25 \text{ mm}$ であり、この上に礫層が重なっていた。昭和46年、47年では砂州頂上で $d_{60} \div 0.38 \text{ mm}$ 、汀線附近で 1.5 mm の値とな

っている(図-21)。

4. 波浪特性について

千葉県外房海岸および茨城～宮城県海岸における波浪観測は、位置的にもこれらの地域に適合なものではなく、とくに千葉県外房におけるものが入手出来なかった。そこで、茨城県大洗港の観測結果と宮城県阿武隅川河口の観測結果との相関性について検討し、やゝ無理はあろうが、これを千葉県外房海岸から茨城～福島海岸に対する波浪特性とする。

阿武隅川河口および大洗港における波浪観測は、昭和37年から39年まで行なわれているが、測定機器の故障等の問題があり、最も資料数の多いのは昭和38年だけである。

昭和38年の1ヶ年の、まづ波高について阿武隅川河口と大洗港との相関をとると、その値に或る程度の中を持ったものではあるが、3月から5月にかけては3m近い波高が現われ、大洗側がやゝ大きい傾向にある。6月から8月にかけては2.0m～2.2m程度の波高を示しているが、資料不足の難もある。また9月から11月にかけては、台風シーズンにもかゝらず大きいもので1.4～1.5mとなって、これまでの季節よりやゝ小さな値を示すものである。12月から2月にかけての冬期波浪については、かなり小さな波高で、0.2m程度から1.5～1.8mと、その巾も大きい。しかし、四季を通じて、両観測点の相関をみた場合にはほぼ同様の傾向を示すものと判断されよう(図-22)。

次に周期であるが、これは波高の場合と少し異なり10sec～11secを中心としてかなり一様なものであり、それが四季を通じて、かなり安定している。また、阿武隅川河口と大洗港のそれともかなりの相関度を示している(図-23)。

ここで、海岸の汀線附近の砂州変化に大きな影響をもつ波の特性、とくに波形勾配について比較を行なってみると、これも波高と同様かなりのバラツキも認められるものであり、四季を通じて大洗側が小さな値を示す。ただ、秋季および冬季における H/L が0.01以下に多く集中していることが1つの傾向である(図-24)。

5. 考 察

河川の河口部における砂州形状と、その規模およびこれにともなった開口位置、開口巾等の季節的な変化について検討してみる。

これについては、それぞれの河川の測量結果のなかで多少ふれてはいるが、砂州形状、およ

びその規模について細かく季節的に横方向の比較・観察を行ない、さらに測量河川の総合的な傾向を見出したい。

まず、測量河川の季節的な共通性の検討のため、河口砂州の形状と、その移動状況をみる。

昭和46年2月における形状は、河口完全閉塞が1河川、ほかの6河川はいずれも開口している。この開口部附近、つまり汀線附近の砂州の発生状況（砂州が発達するための波による補給砂方向）を表によって示すと次のようである。

河川名	汀線に最も近い所の州の方向（＝は左右岸とも同じ条件）				
	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
波太川	完閉		右岸	左岸	右岸
温石川	右岸		右岸	=	=
関根川		右岸	左岸	左岸	左岸
大久川	右岸			左岸	左岸
木戸川	右岸 ^o		左岸 ^o	左岸 ^o	右岸 ^o
熊川	右岸		右岸	左岸	左岸
新田川				左岸 ^o	左岸 ^o

（註）河口左岸側に岩の存在する河川（丸印）については、右岸側からの砂州が異状に小さくなった時を左岸とする。

上の表では、それぞれの河口における構造物、岩などの存在と、これにともなった補給砂源を考慮して、やや思い切った推定を行なっている。例えば、木戸川、新田川などのように左岸に岩が存在している河川では、右岸側に付いている砂州が予想以上に小規模になった場合（河川の現象も考えられるが）は、かりにこの河口の左岸に岩がなく、補給砂源の存在する場合は当然州は左岸側から発達するものと考えられるので、このような条件の河口を持つもの（右岸に岩の存在する熊川も同様）については、常時付いている州の方向が同じでも、その規模によって、発達方向を推定した。

このような考えかたで表にあらわしてみたが、結果は年間を通じての周期的な傾向は判然とせず、しかも季節的な傾向も顕著ではない。しいて云えば、春・夏季には河口右岸側から、そして秋・冬季には河口左岸側からそれぞれ砂州が発達するものと判断される。これは、茨城県久慈浜における昭和38年の波向観測結果からみて、春・夏にはE～Sの方向を含む波向が多いようであり、秋・冬にかけてはE～Nの要素を含む波向の多いことを考えあわせると、まづ波向と砂州形状の関係は一応成立つものと考えられる。したがって、これにともなった開口位置の問題も、河口構造物のない温石川などの例を取れば、秋・冬には開口位置がほぼ中央、春・夏のそれは左岸側に大きく移動することで理解し得よう。なお、開口位置は出水時のフラッシュの影響や、河道の蛇行、砂礫堆の移動などと無関係と断定することはできず、なお検討を要する。

次に、波の特性と河口砂州の規模についてであるが、この海岸における波は、秋・冬におけるものが多く、堆積形で春・夏はやゝバラツキが多く、それぞれの河口砂州との関連性は見出せないものであるが、関根川、木戸川、熊川などの砂州規模およびその汀線の変化をみると、夏はやゝ河道内にはいり込んだ砂州、秋・冬にはそれが海側に前進する傾向を示しているものと云える。

また、河床材料（砂州材料）、砂州形状（前面勾配）、砂州高等について観察してみる。

まず、河床材料であるが、これは測量河川全体をみて、大きく2つに分けることが出来る。

その1つは、千葉県の波太川、温石川、それに茨城県の関根川の3河川がまったく礫の入らない細砂による砂州である。他は、福島県側の大久川、木戸川、熊川、新田川とである。

前者における粒径は、昭和45年8月～10月採取で、最も細かいもので温石川 $d_{60} \div 0.71\text{mm}$ 程度であり、関根川で 0.25mm 、波太川のそれは 1.05mm 程度となっている。後者においては、大久川が 0.4mm 、木戸川においては細砂と礫とが完全に分離しており細砂においては $d_{60} \div 0.3\text{mm}$ 程度、礫は 50mm 程度のものが最低で、なかには 100mm 以上のものも含まれている。熊川も木戸川に似た砂州材料であるが、むしろ木戸川より礫の割合が大きいものである。新田川の粒径は $d_{60} \div 0.25\text{mm}$ 程度の細砂に $50 \sim 100\text{mm}$ の礫が多少含まれている程度のものであった。これら7河川の河口砂州材料の時間的な変化について比較を行なってみる。

まず、波太川における砂州粒径は、昭和45年8月のものが $d_{60} \div 1.05\text{mm}$ に対し、昭和47年2月においても、それぞれの採取点における違いもあるが 0.95mm 程度を示して、大きな変化は示さない。

次に温石川の砂州材料であるが、第1回目の採取の昭和45年8月の結果は $d_{60} \div 0.17\text{mm}$ であったが、これが昭和46年11月および昭和47年2月になると、やゝ粒径が小さくなっている傾向を示した。

関根川においては、昭和45年8月の結果が $d_{60} \div 0.25\text{mm}$ に対して昭和46年9月、昭和47年2月とも、その場所的な相違は多少あるにしても、ほとんど変化のないものと判断される。

大久川の砂州材料は、 $d_{60} \div 0.4\text{mm}$ の粒径を示していた昭和45年8月に対して、昭和47年2月では 0.6mm 程度となってやゝ粗くなった感じもある。

木戸川においては、昭和45年8月の細砂は $d_{60} \div 0.3\text{mm}$ 程度のものであり、この州のうえに $50\text{mm} \sim 100\text{mm}$ の礫の州が発生していたが、昭和47年2月では 0.55mm 程度とこれも大久川と同様大きくなった傾向がある。また最近 $50 \sim 100\text{mm}$ の礫州はその姿を消しているが、これは洪水によって流失したものと、砂利採取による減少の2者が考えられる。

熊川の砂州材料は、さきにものべたように木戸川と同様、細砂による州の上に $50 \sim 100\text{mm}$ 程度の礫州がのっている。この細砂の粒径は、昭和45年10月の $d_{60} \div 0.4\text{mm}$ 近くのものに対して、昭和47年2月にはこれが 1.0mm 近くの値を示しており、大久川、木戸川の傾向と同様である。

新田川においても、これまでの礫州の存在する河川と同じように、細砂による州の粒径は変化しているが、この河口の場合は粒径が細くなった傾向にある。

ここで、現在得られている資料は非常に数も少ないものではあるが、その粒度分布に多少の変動も認められ、その多くのものが大きいほうに粒径が変化している。この原因の1つとして考えられることは、まづ河川側の現象としての洪水によるフラッシュ、治山、治水事業の進行にともなって流出土砂の減少、河川の中流域、下流域における砂利採取の増加、等であろう。

一方海側においても、海岸の保全事業等の進行によって、防砂突堤、あるいは直接河口に導流堤、防波堤を設置する数も多くなって直接河口部への補給砂が減少の傾向も推察される。また、採取時直前における河川の現象、海洋現象なども充分考慮すべき問題の1つであるから、これらを考えあわせた場合は、一概に結論付けることは出来ないであろう。

このように、多少砂州材料の粒径に変化はあるが、これも複雑な要素をもっているであろうことから、得られた資料の平均的な値をもって、河口における砂州形状、とくに砂州の前面勾配との関係について検討してみる。

アメリカの太平洋海岸での実測資料から、海浜の、ある基準点（図からは汀線附近と思われる）での勾配と中央粒径との関係を、実測資料から求められているものが図-25の実線・点線である。これに対して、鹿島試験所において調査したものは、河川の河口におけるものではあるが、この図にプロットしてみた。この結果、或る程度しゃへいされていると考えられていた河川の河口で、予想されるものより大きなバラツキがみられるものもあるが、岩・導流堤等で或るていど保護された河口では、かなりアメリカ海岸の実測値と同じ傾向を示すように思われる。例えば木戸川、新田川などは河口左岸に大規模な岩が存在し、関根川河口において透過構造とはいえ河口の兩岸に導流堤が設置されている。これを考慮すれば、一応しゃへいされた海浜とみられ、アメリカの太平洋岸における実測結果とは多少傾向は異にするが、図中の実線③附近およびこれ以下に存在する結果は似ているものと判断される。

以上、測定点数の不足、測定資料不足等も数多くあり、また得られた資料についても充分な解析を行なわないまま、ここに羅列したようなかたちであるが、ここで一応の区切を付けるものであり、今後も得られた資料の充分な検討を行ない、これからも続けられるであろうところの河口調査の基礎資料としたい。

あ　と　が　き

観測時間、測定器具の運搬等に多少の制約があり、得られた資料が非常に大ざっぱな感じのするものばかりである。しかし、得られた資料にさらに検討を加えるとともに今後不足資料の補足を行ない、その結論を導びき、これをもととして今後各地域で行なわれるであろう河口部の測量調査において適確なる資料を得る一助となれば幸である。

非常に困難のともなり現地調査、とくに天候の障害に加えて河川と海との障害の存在する河口部の測量調査はさらにきびしいものがある。この困難のともなり作業にもかかわらず、進んで測量調査、資料整理に御協力下さった鹿島試験所の皆様に感謝の意を表します。

昭和47年3月

鹿 島 試 験 所 所 長 須 賀 堯 三

佐久間 襲

浜 谷 武 治

高 橋 隆

高 安 かね子

图-1 波太川河口附近観測平面图

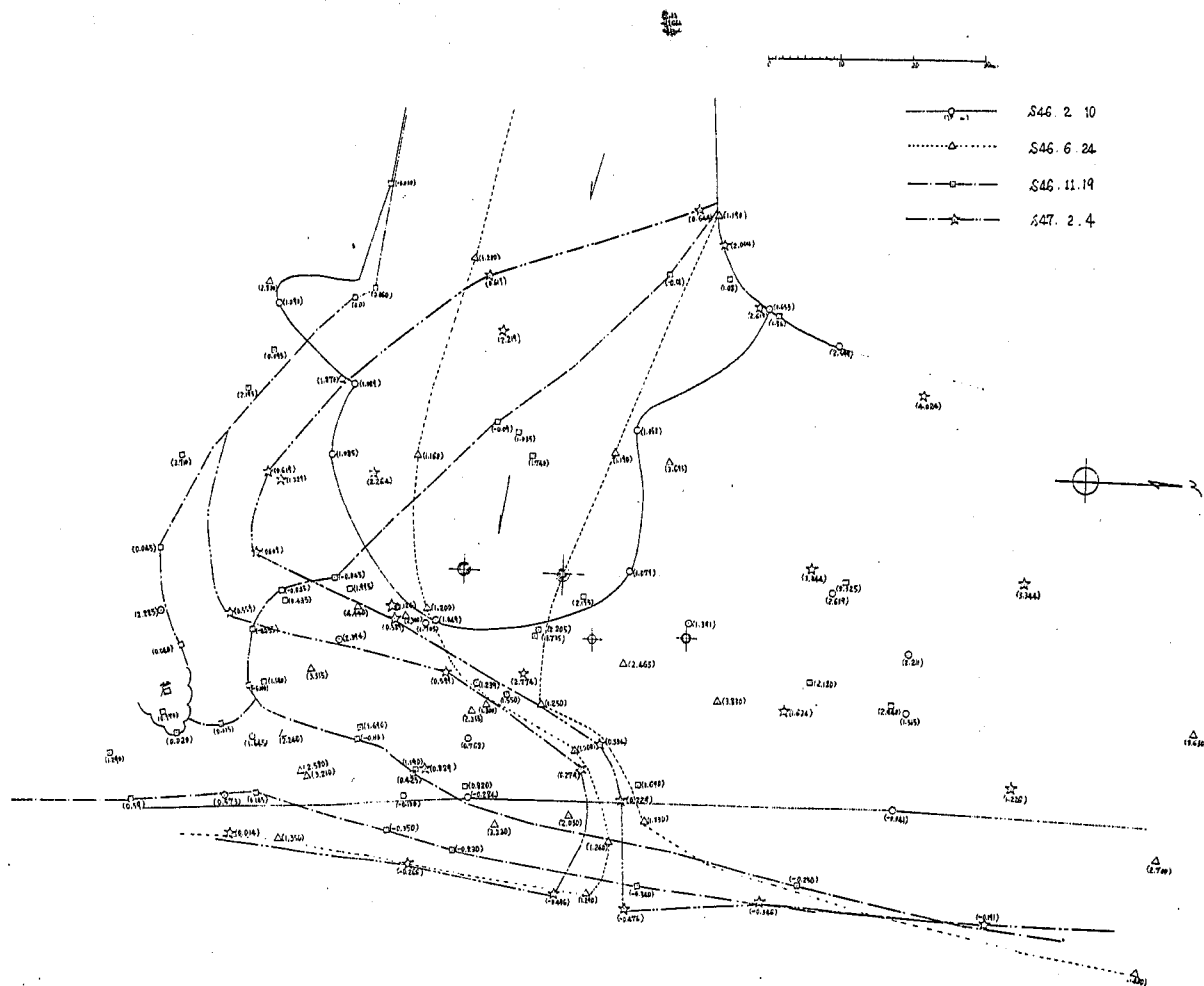


圖-2 波太川砂州前面縦断面

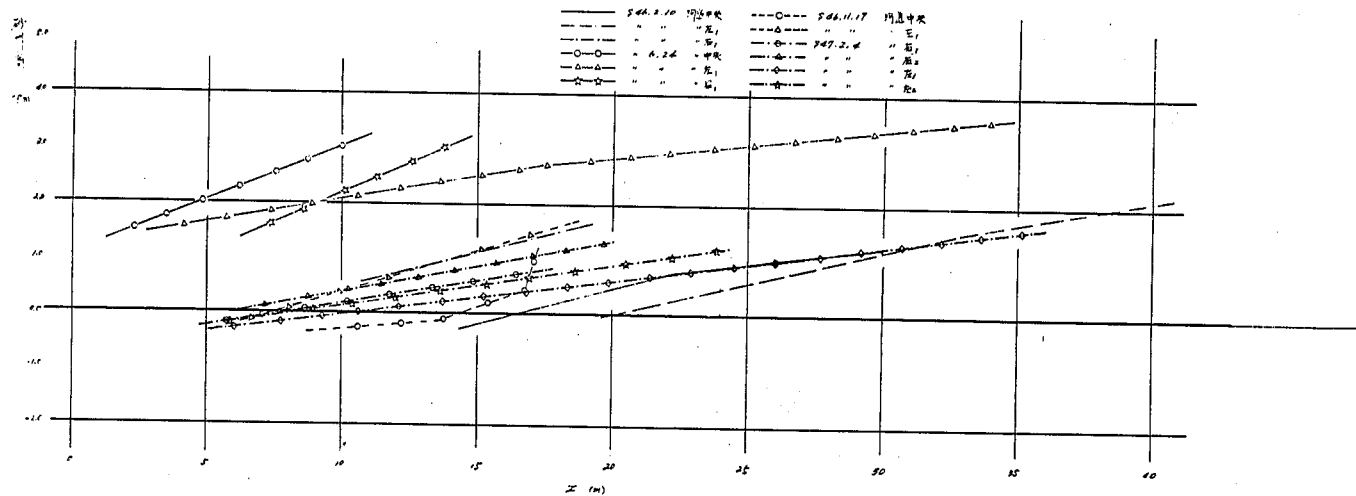
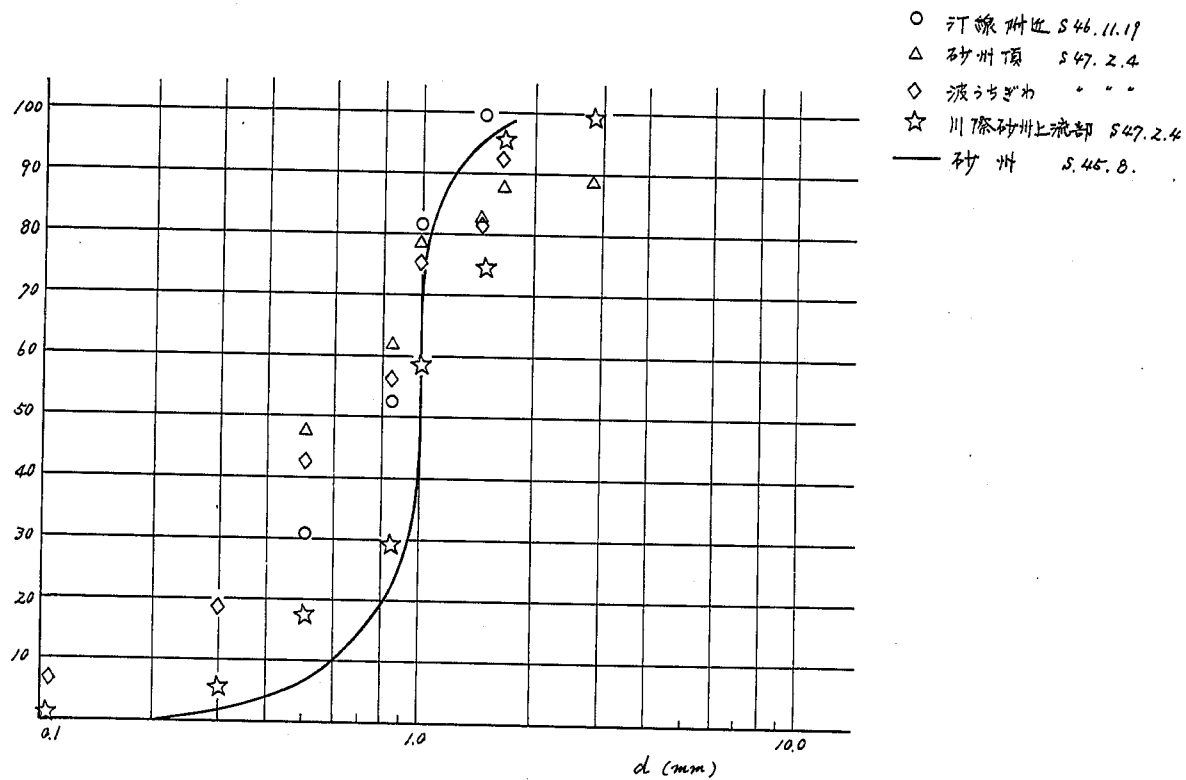


図-3 波太川河床材料累加曲線



圖一4 溫石川河口附近觀測平面圖

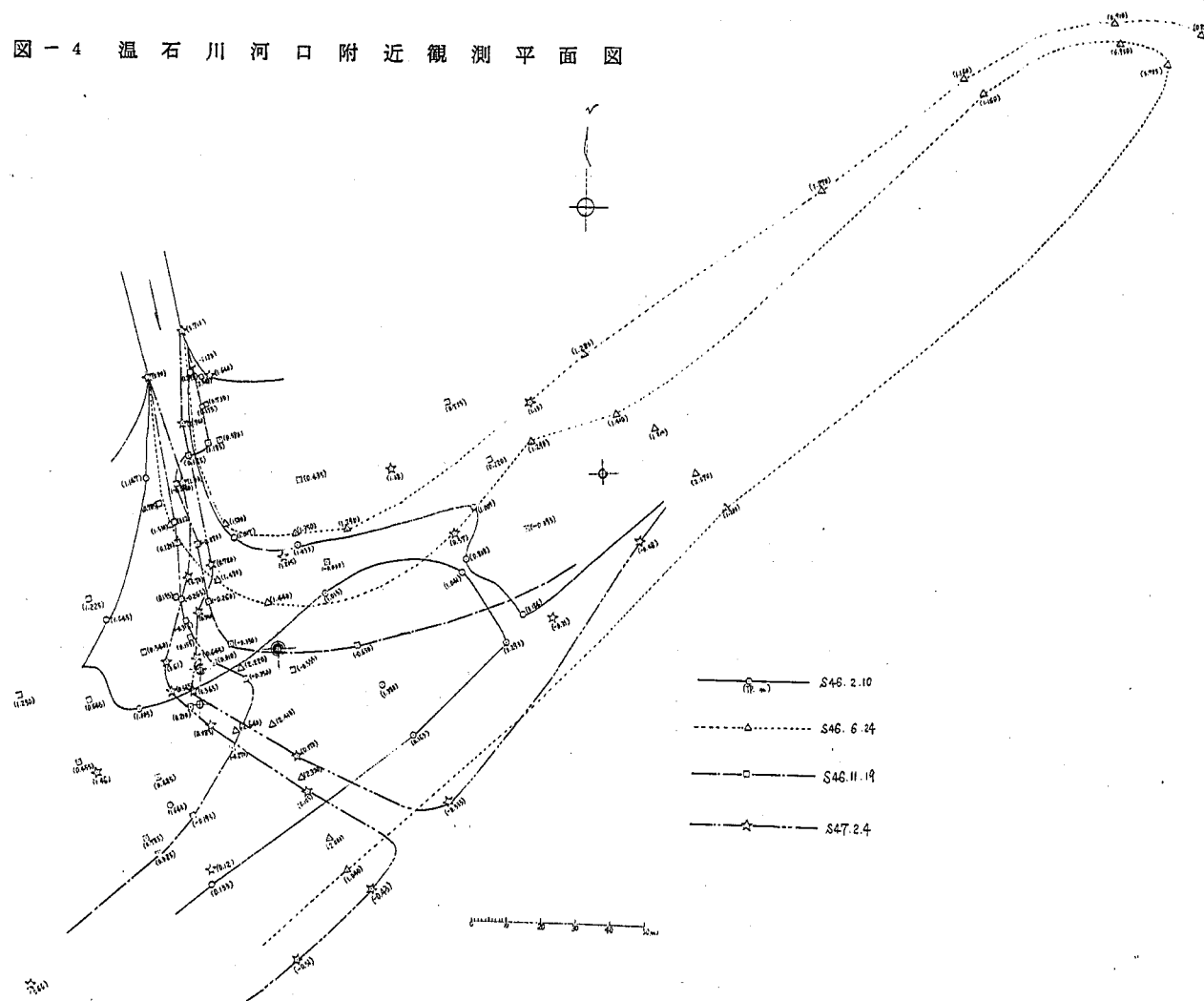


图-5 温石川砂州前面縦断図

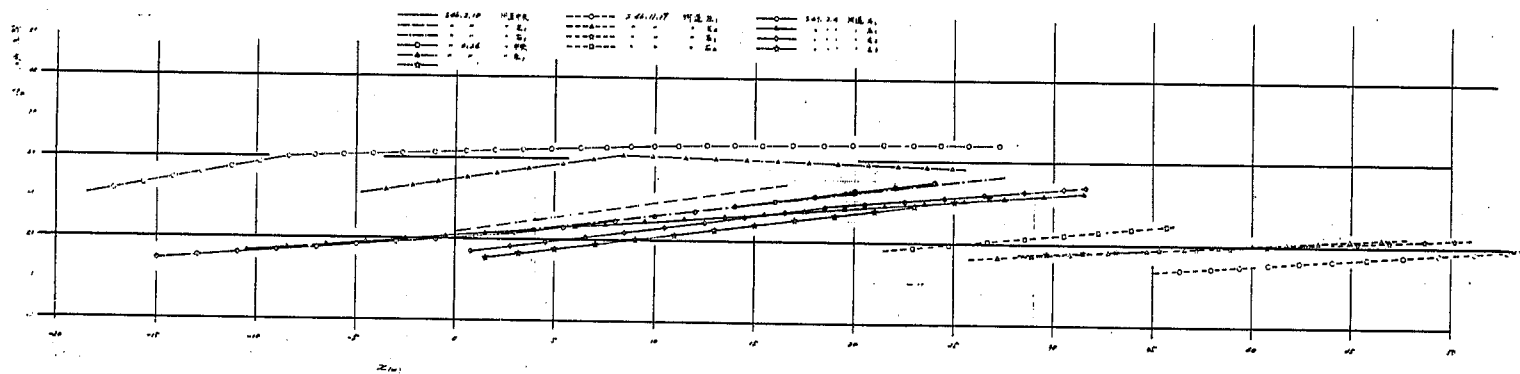


図-6 関根川河口附近観測平面図

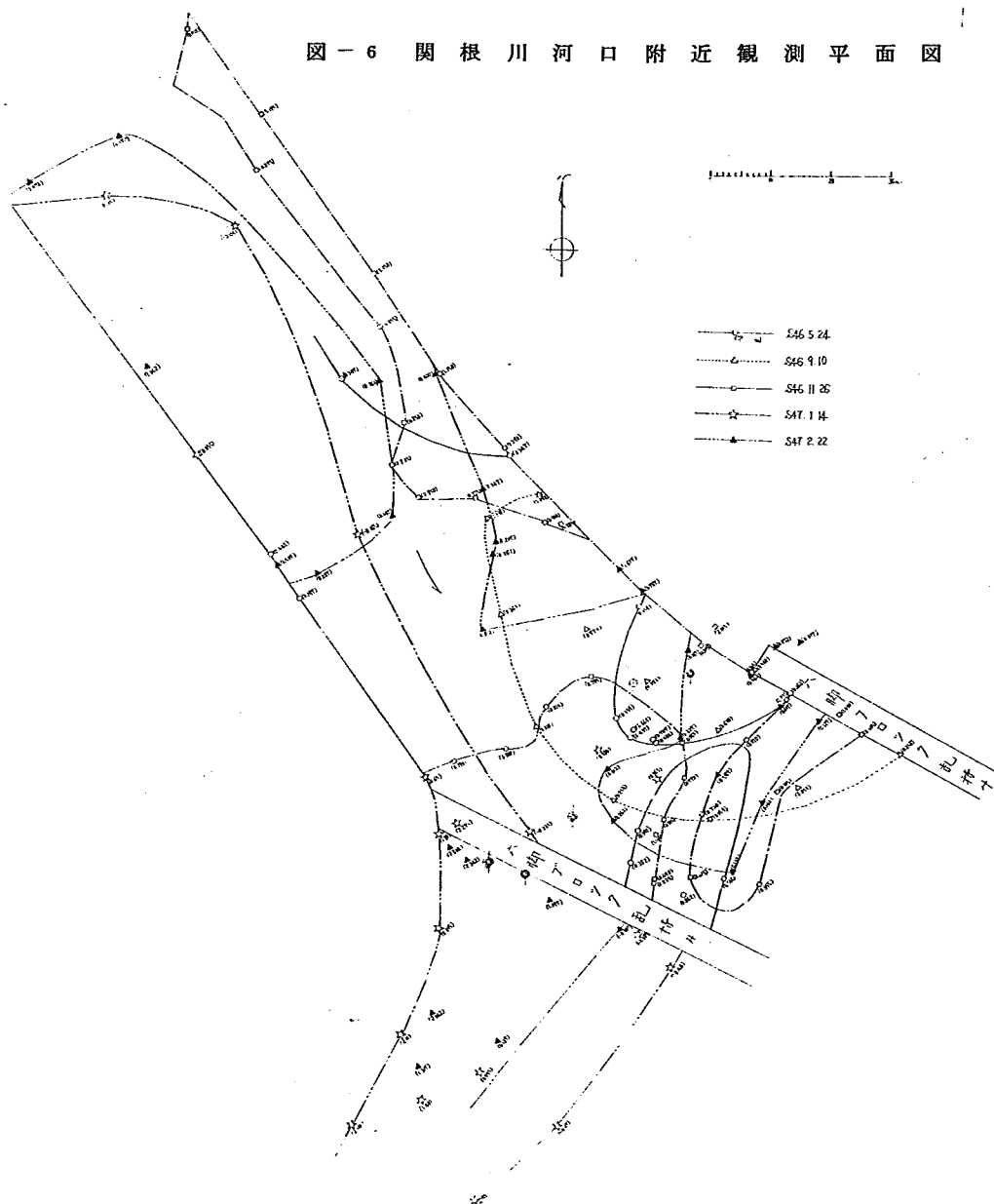


図-7 関根川砂州前面縦断面図

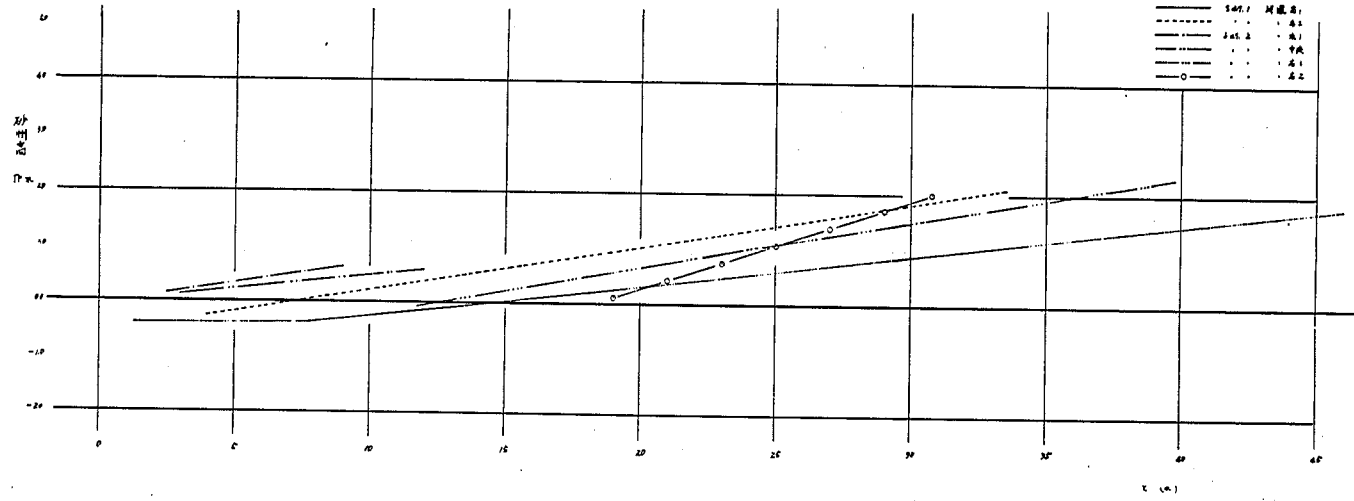


图-8 大久川河口附近観測平面图

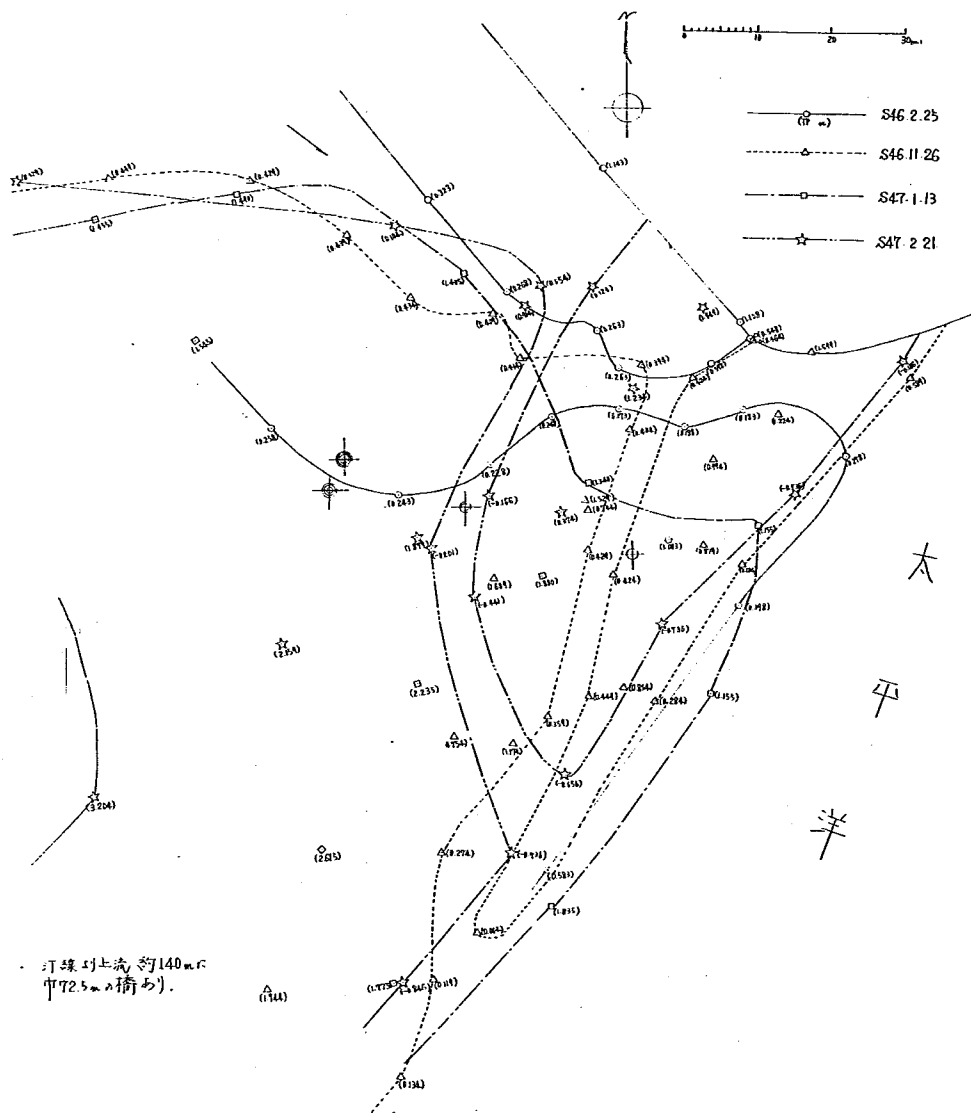


図-9 大久川砂州前面縦断面図

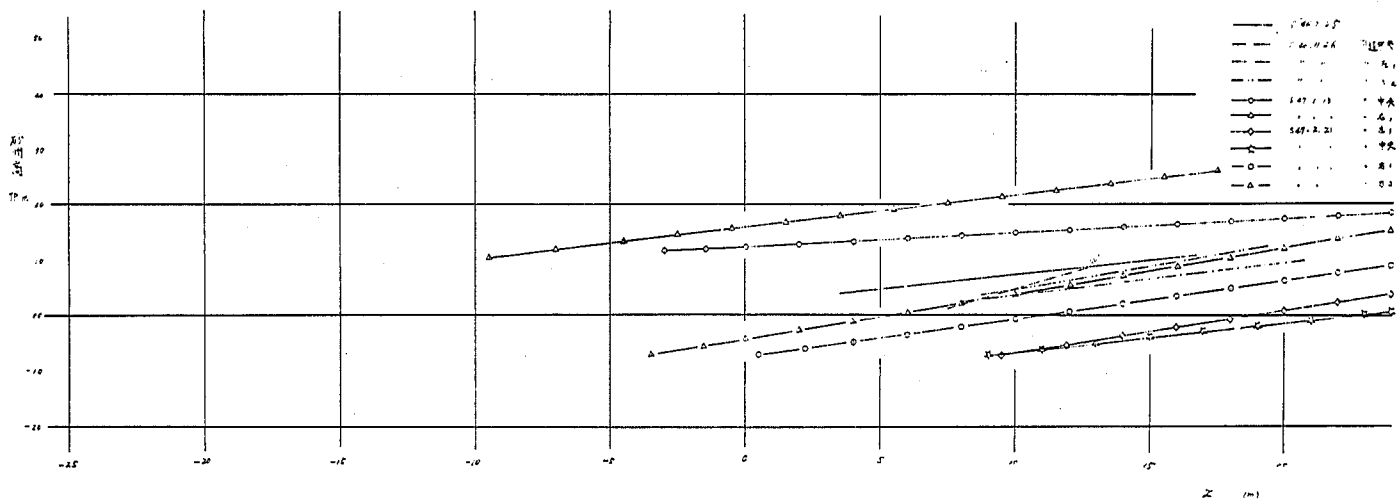


圖-10 木戸川河口附近観測平面図

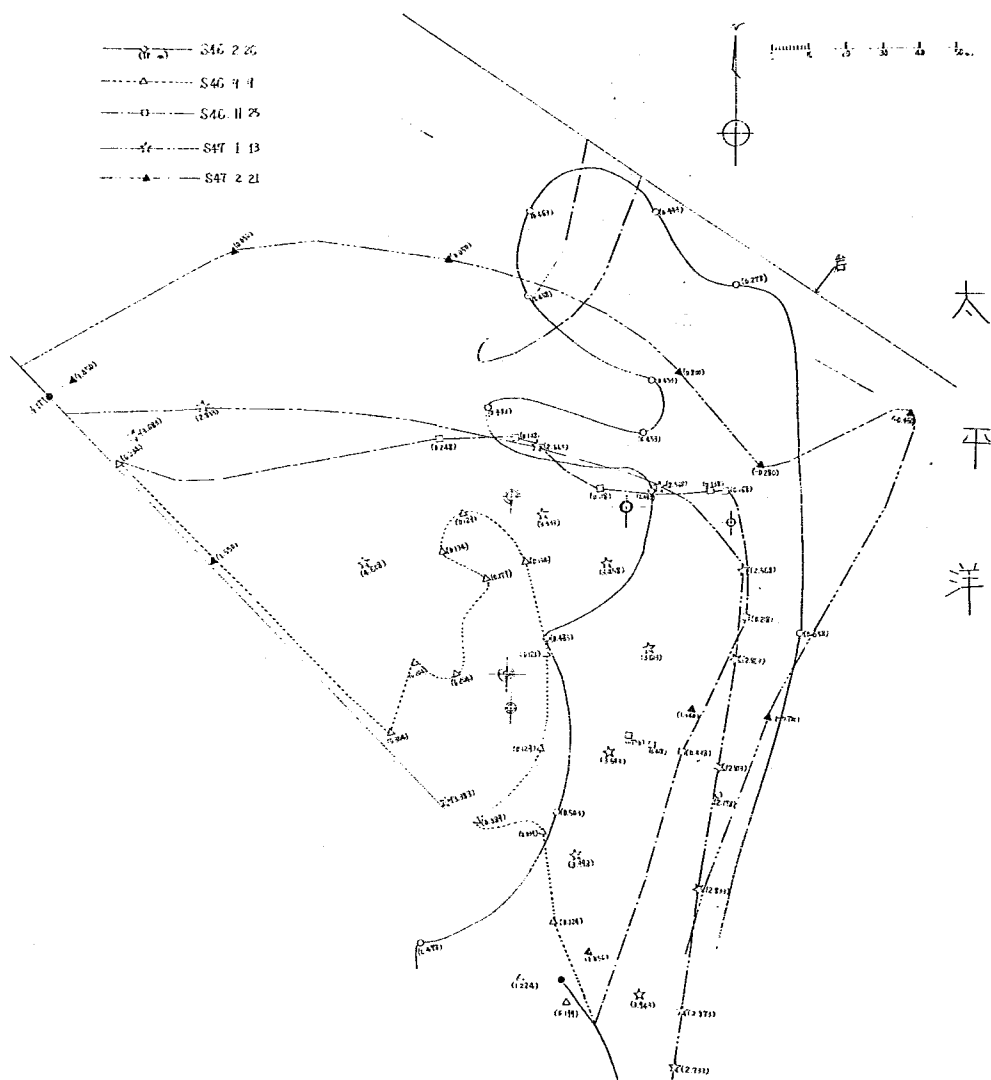


図-11 木戸川砂州前面縦断面図

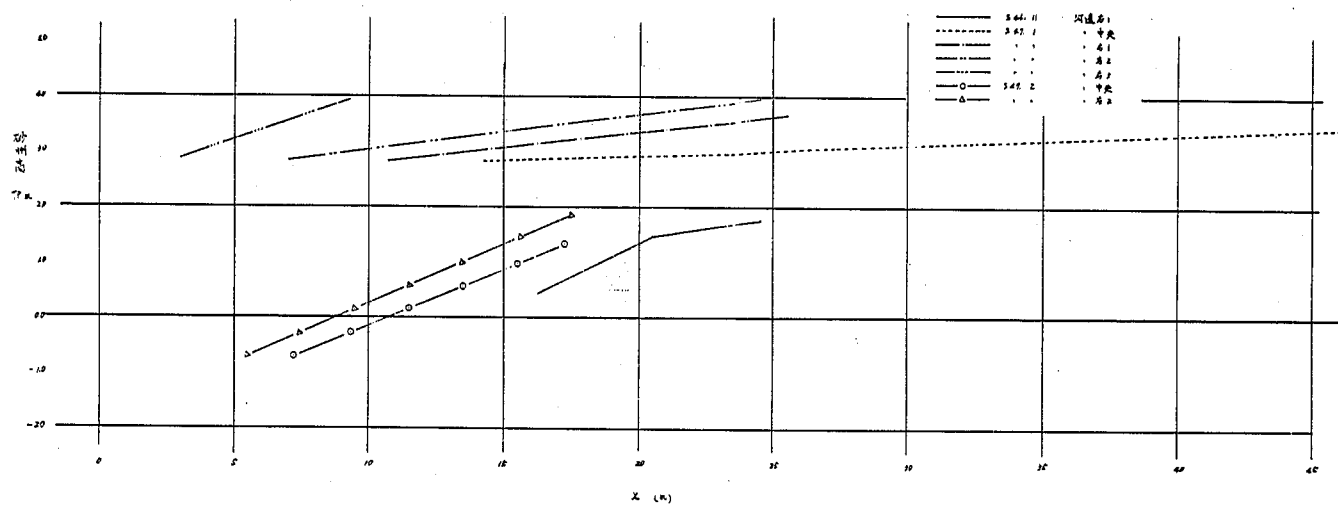


图-12 熊川河口附近观测平面图

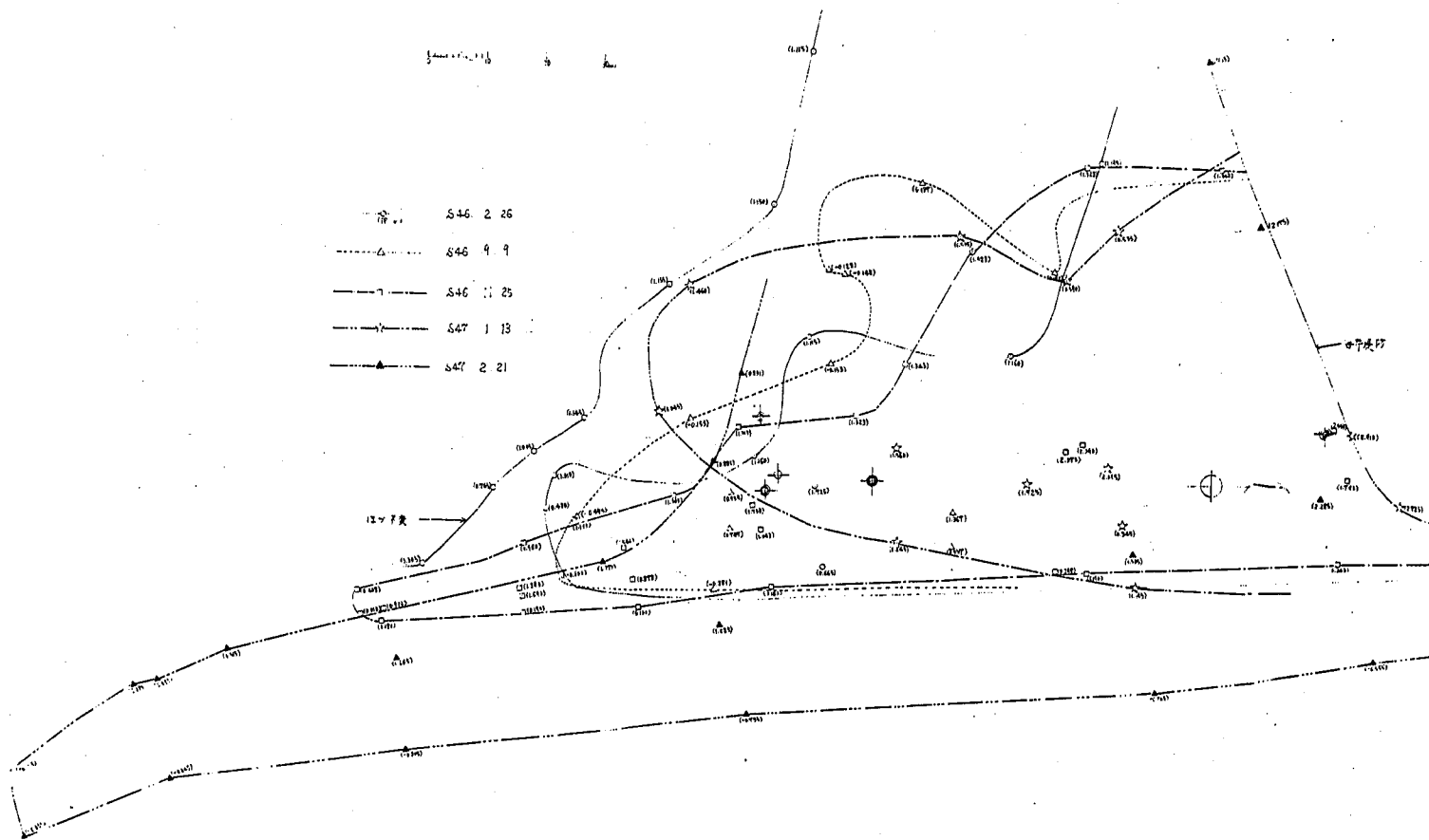


圖-13 熊川砂州前面縦断面

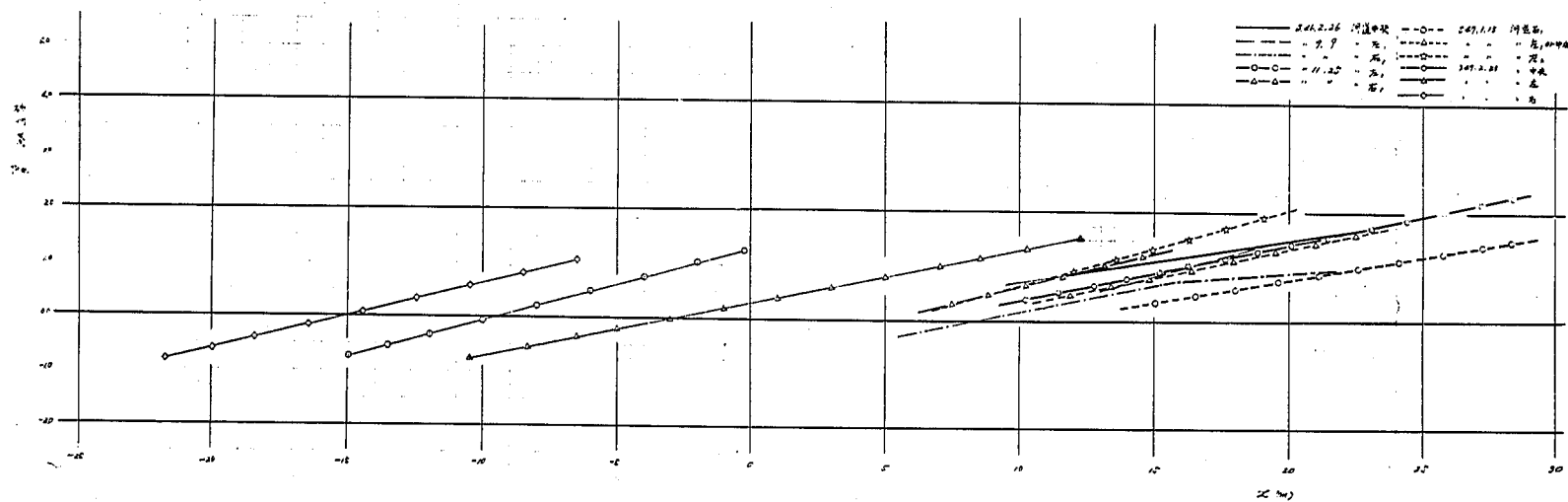


図-15 新田川砂州前面縦断面図

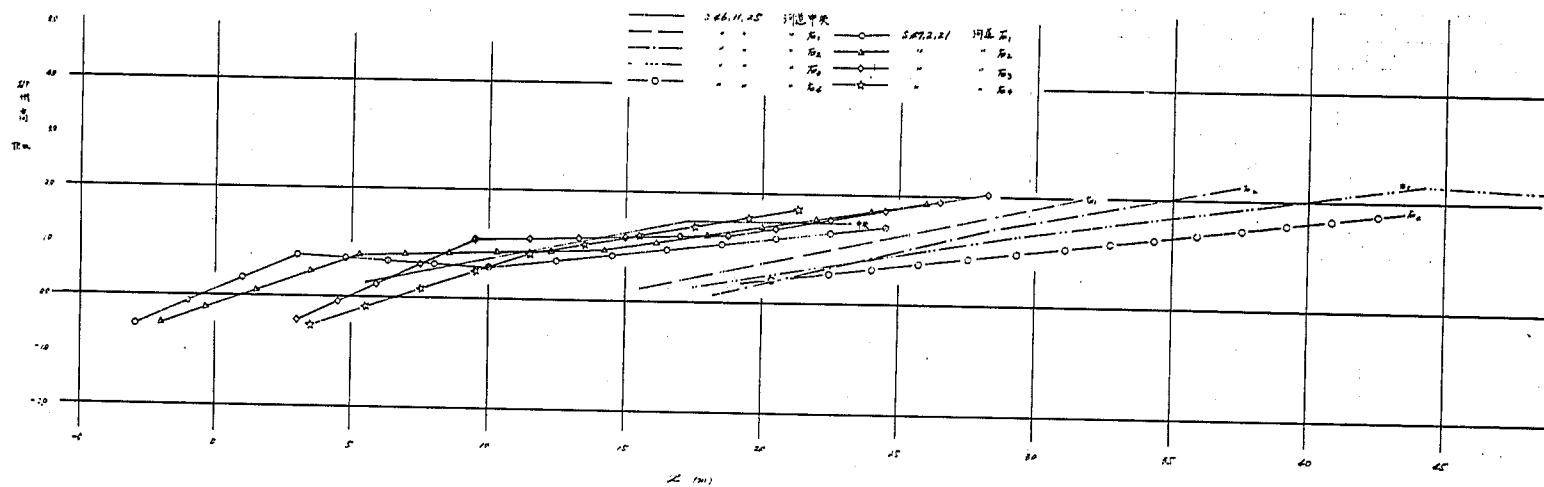


図-16 温石川河床材料累加曲線

§ 45.8

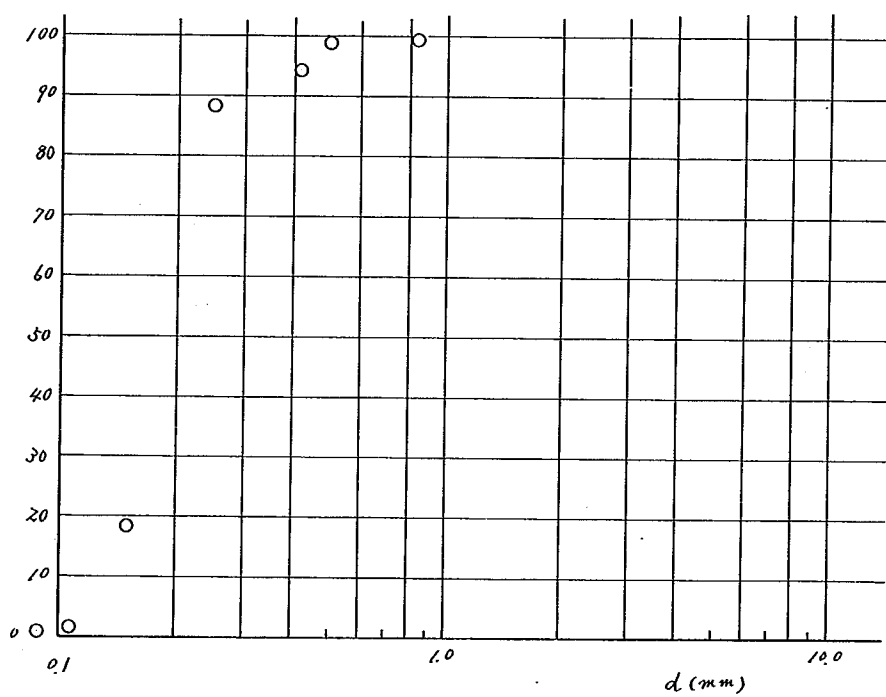


圖-17 關根川河床材料累加曲線

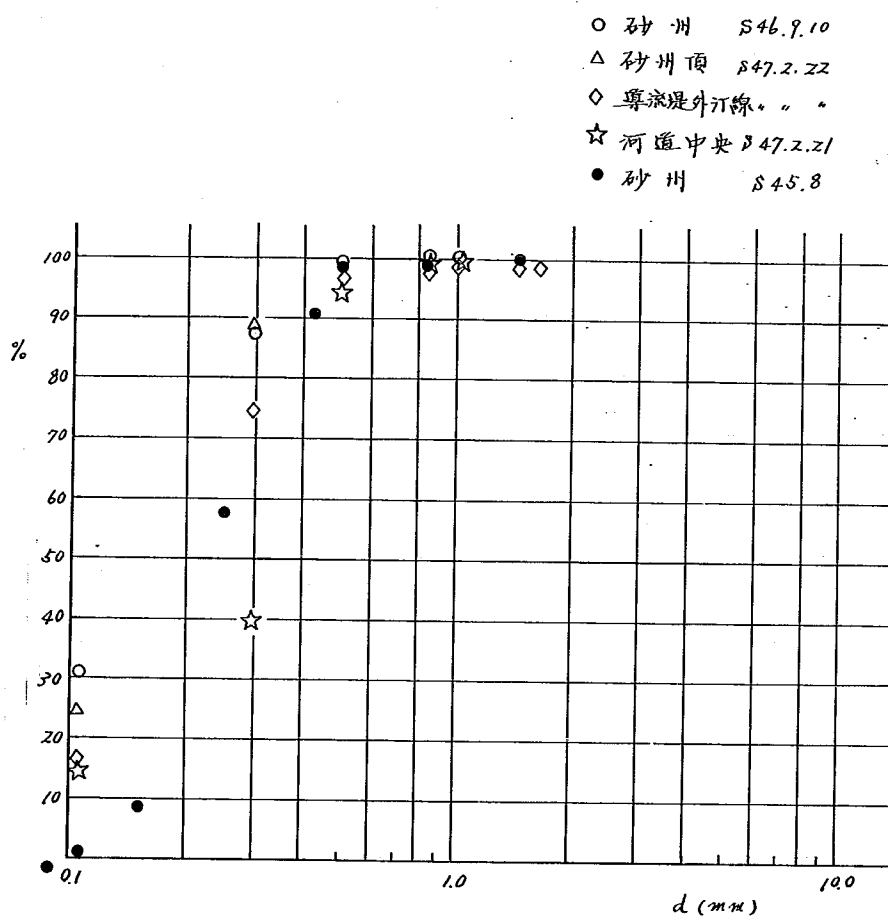


圖-18 大久川河床材料累加曲線

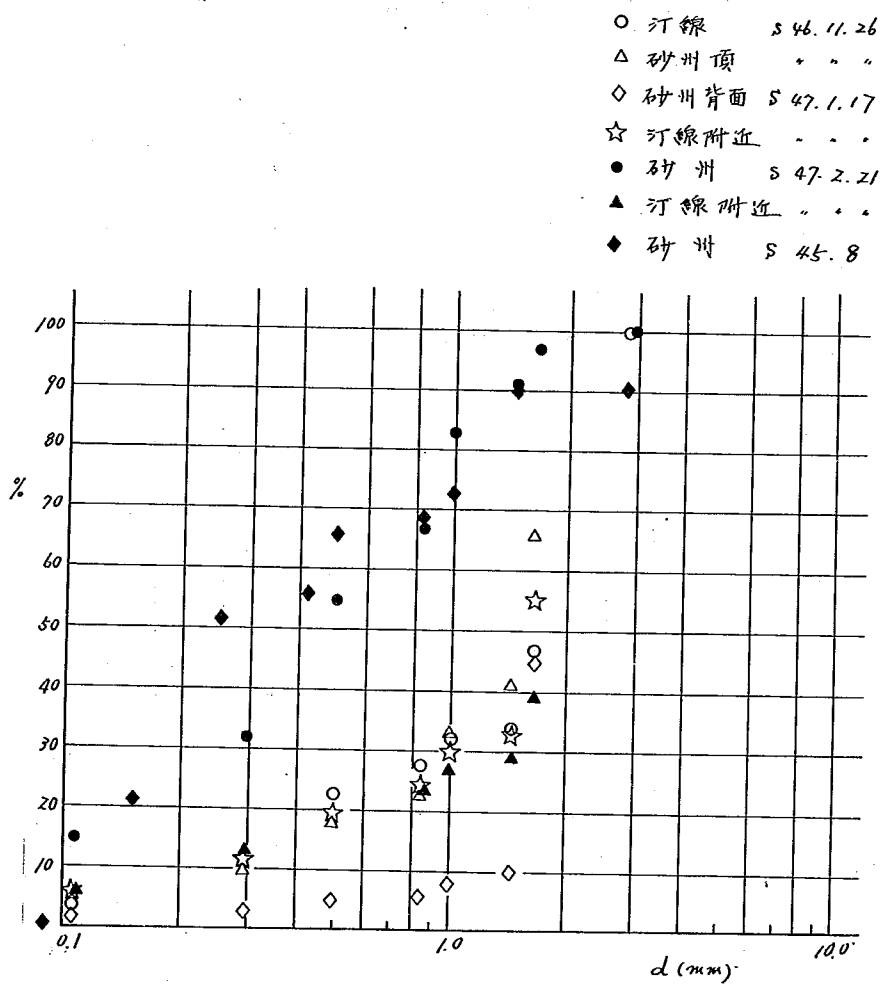


図-19 木戸川河床材料累加曲線

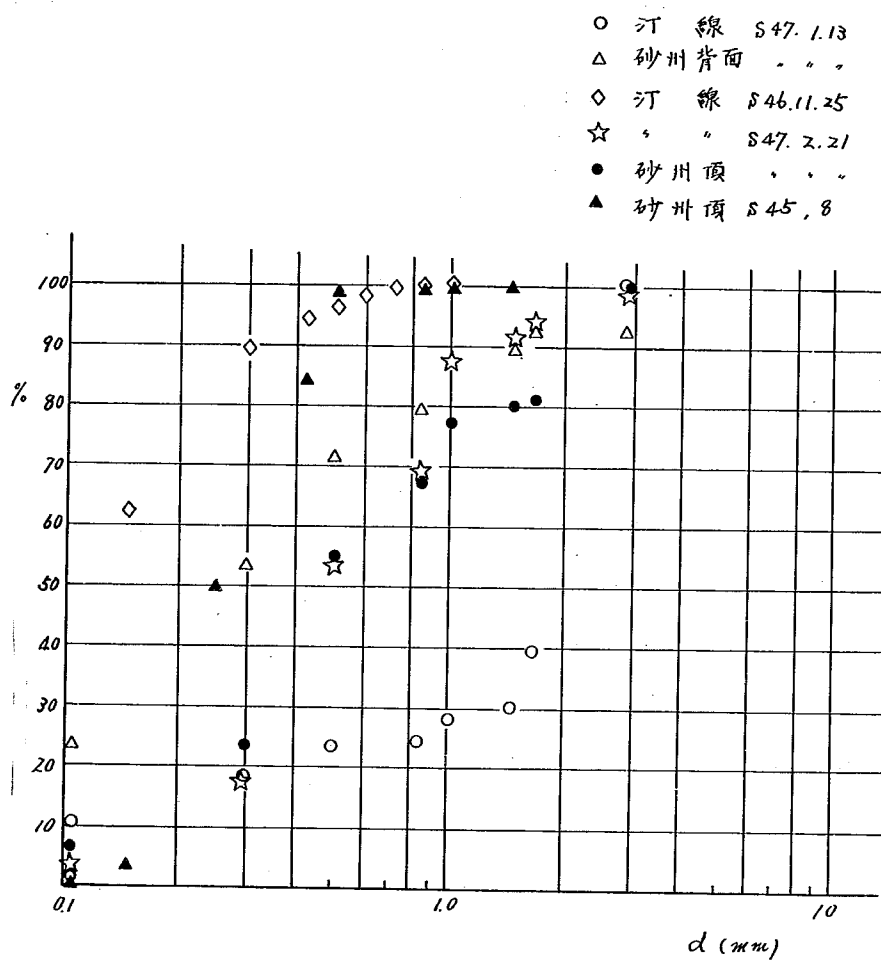


図-20 熊川河床材料累加曲線

- 砂州頂 § 47.2.21
- △ 渡うきわ 〃 〃 〃
- ◇ 砂州頂 § 45.10

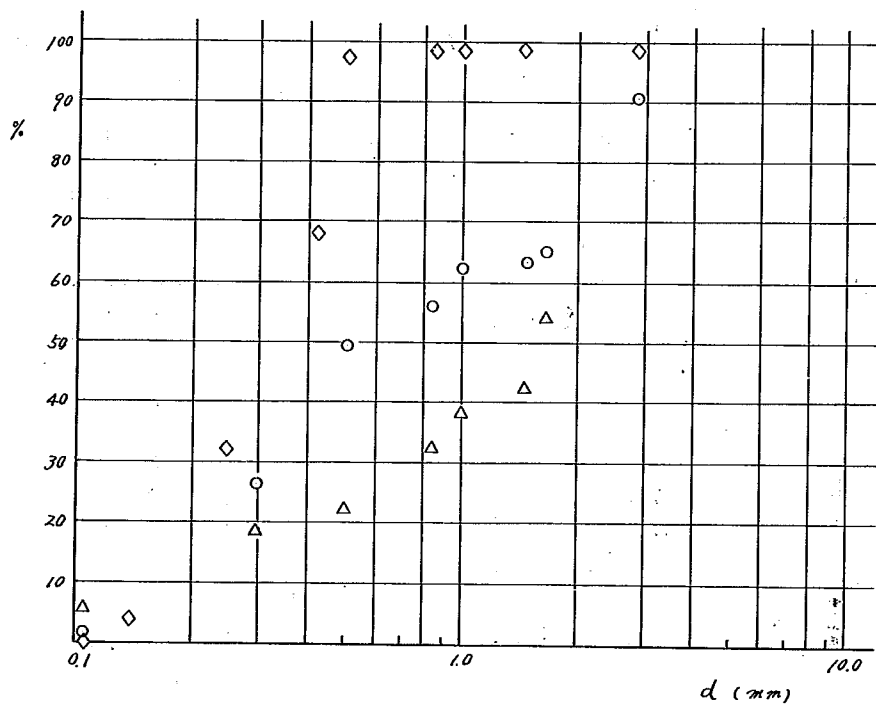
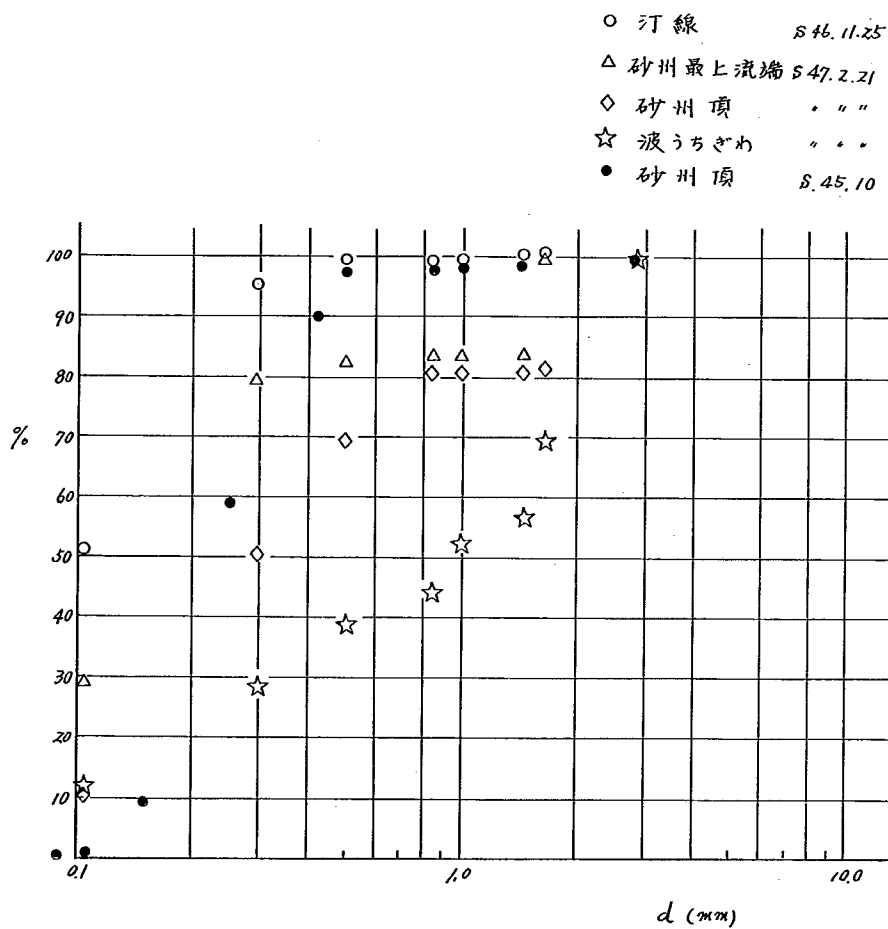


図-21 新田川河床材料累加曲線



3月~5月

図-22

大洗港 - 阿武隅川河口の波高相関図

6月~8月

昭和28年

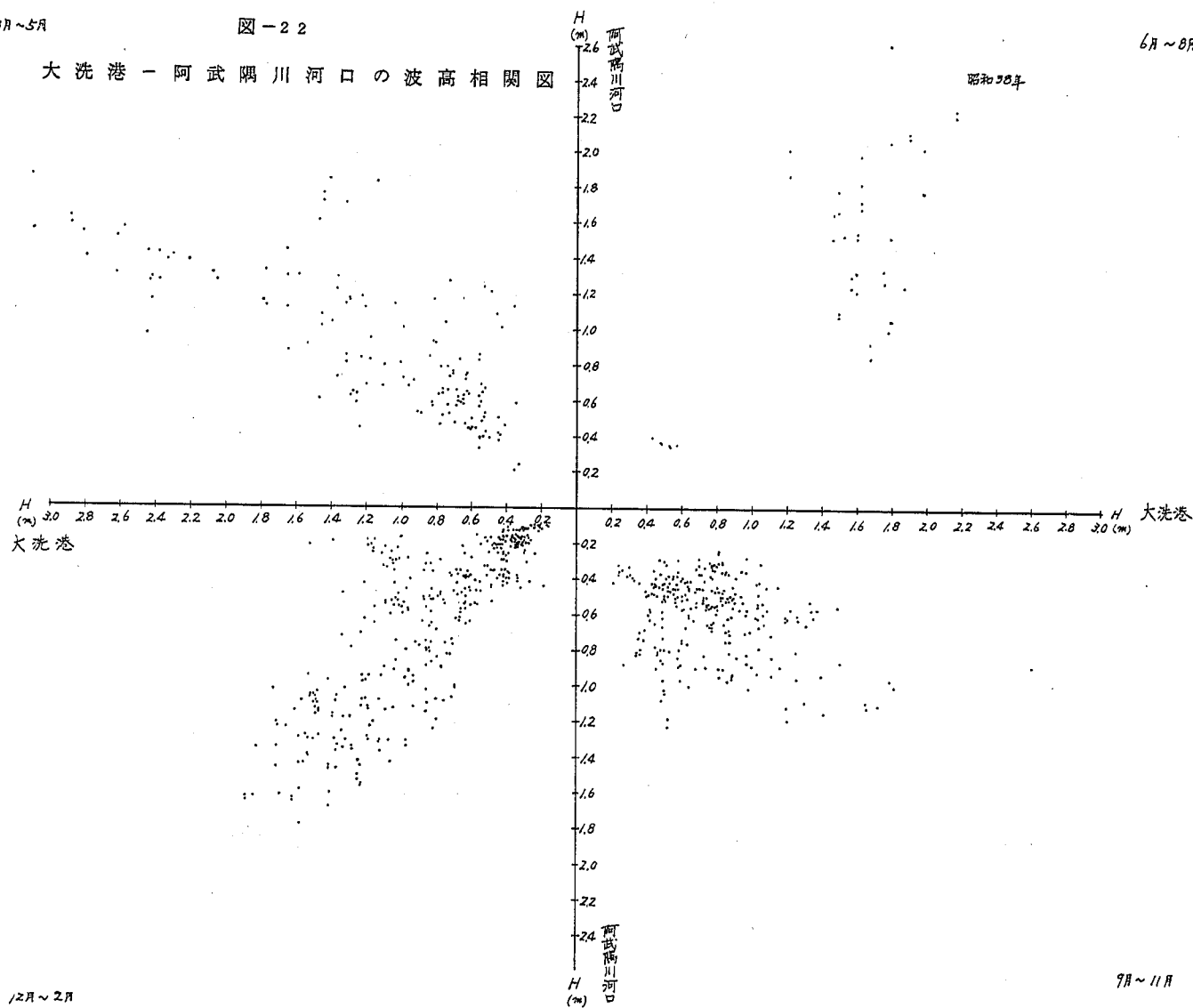
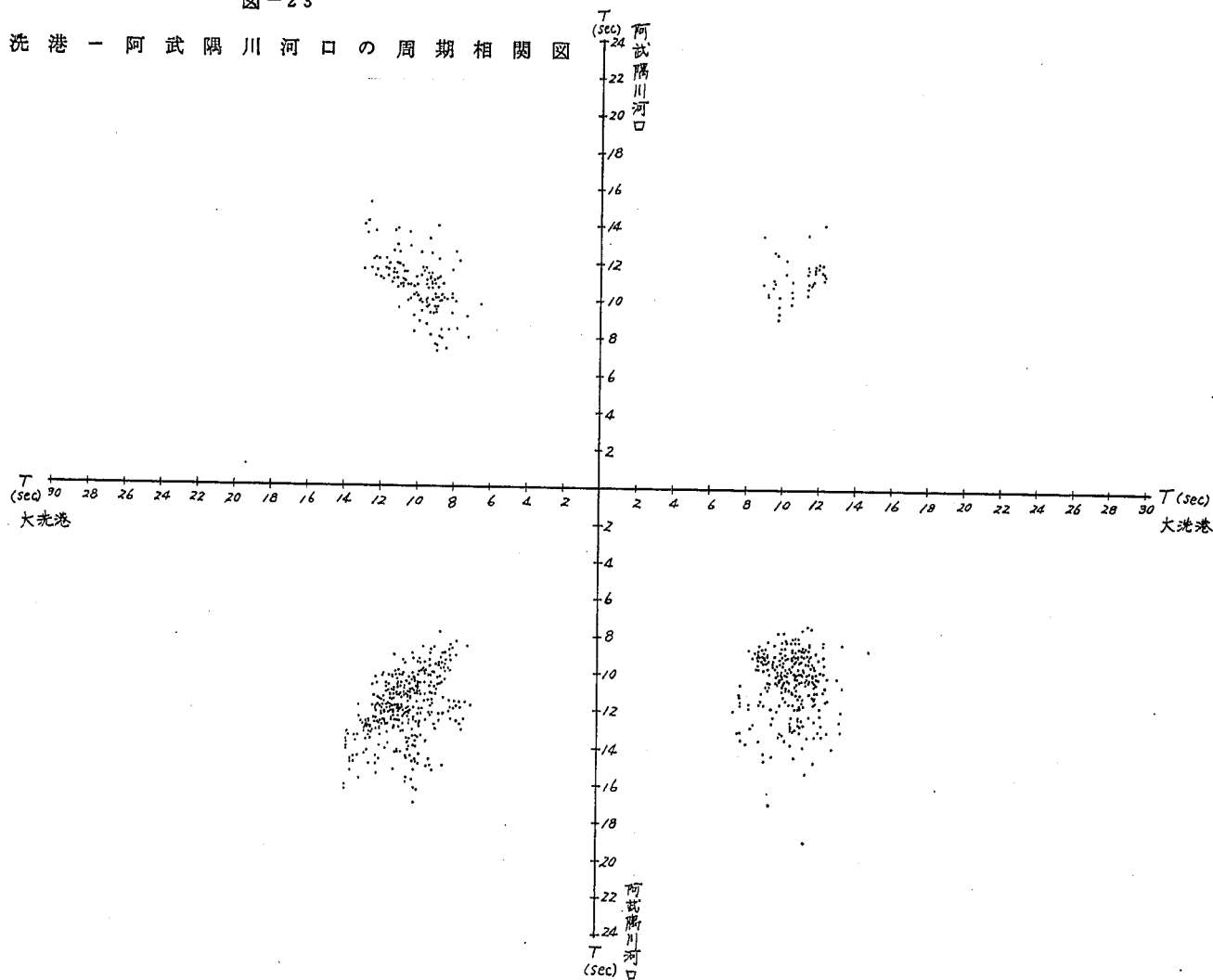


図-23

大洗港 - 阿武隅川河口の周期相関図

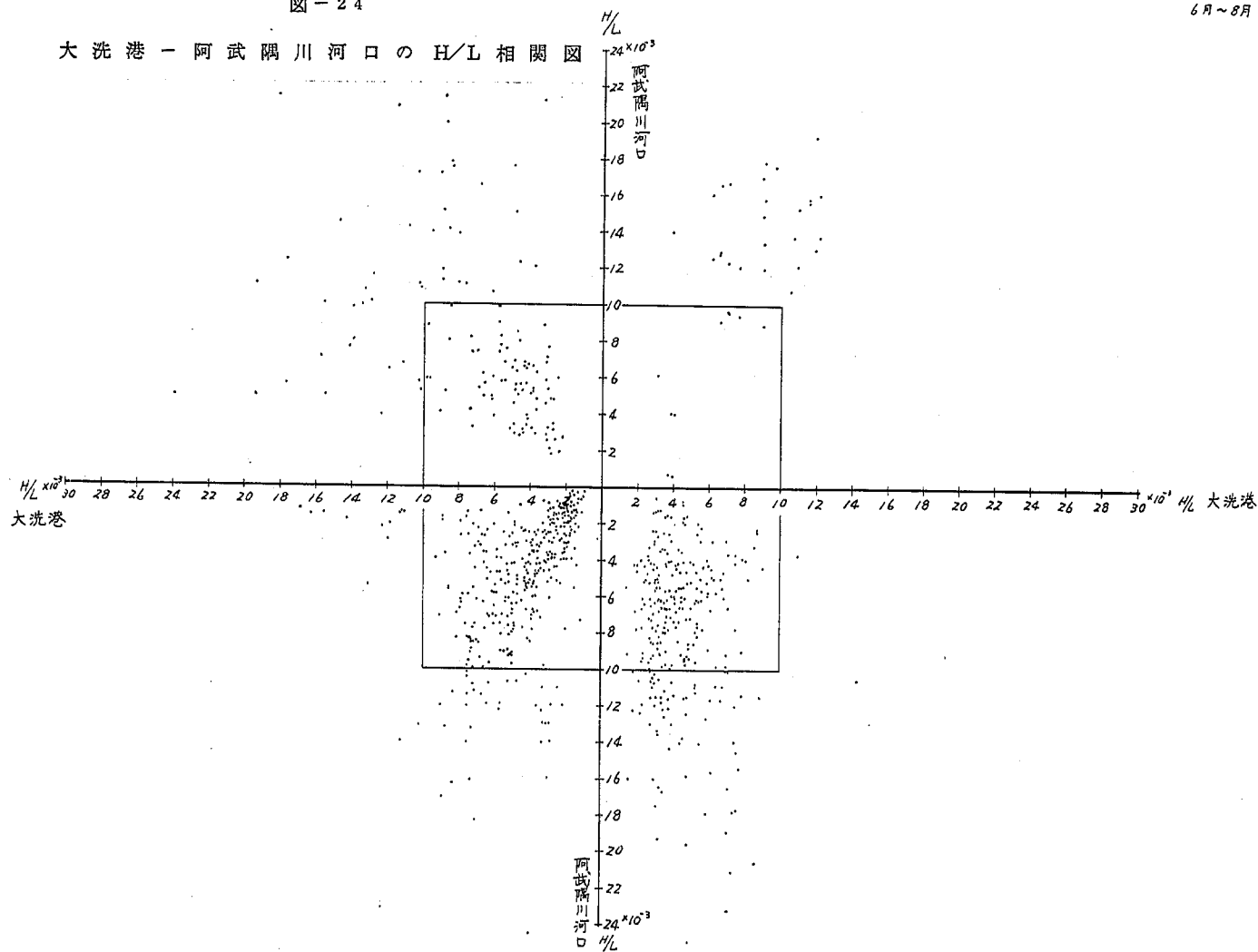


3月~5月

図-24

6月~8月

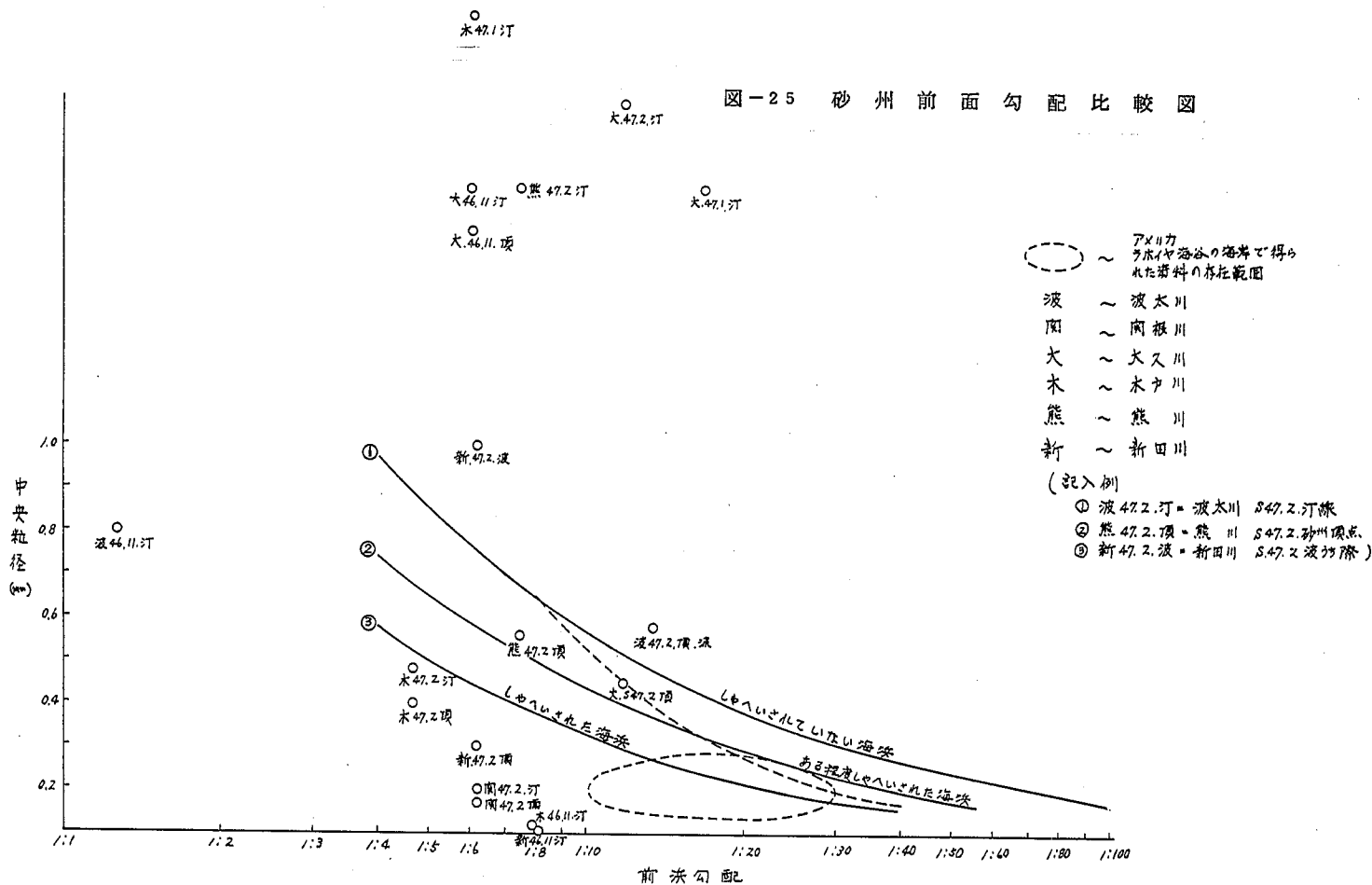
大洗港 - 阿武隅川河口の H/L 相関図



12月~2月

9月~11月

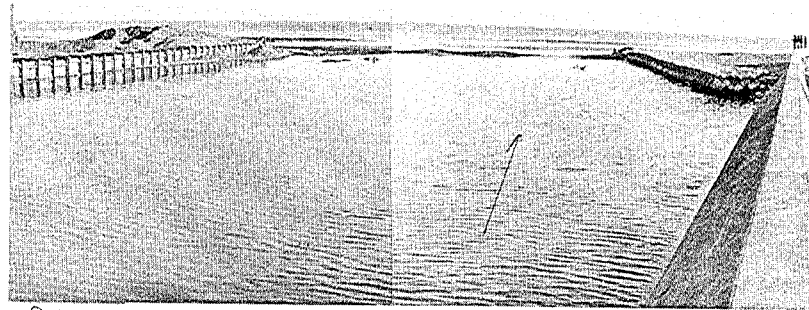
圖-25 砂州前面勾配比較圖



待崎川



S45.8

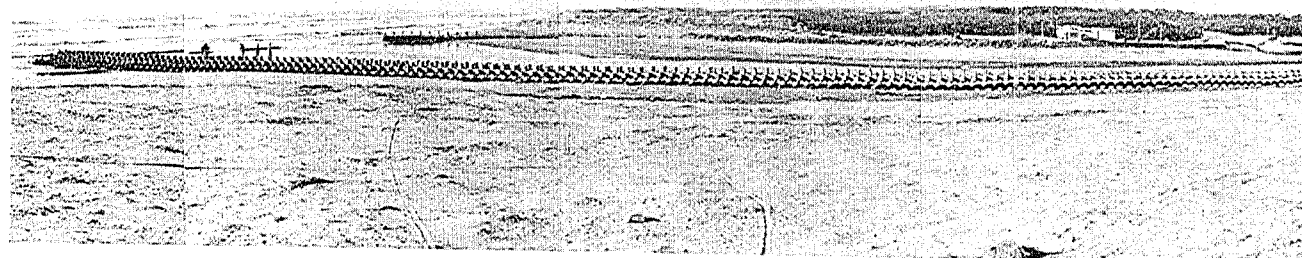


S46.2

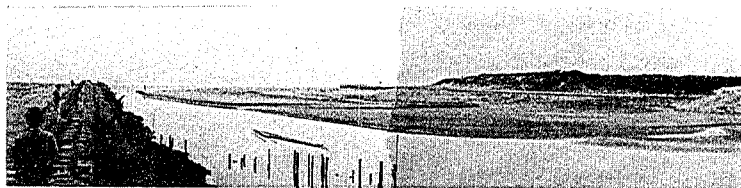
新 川



S45. 8



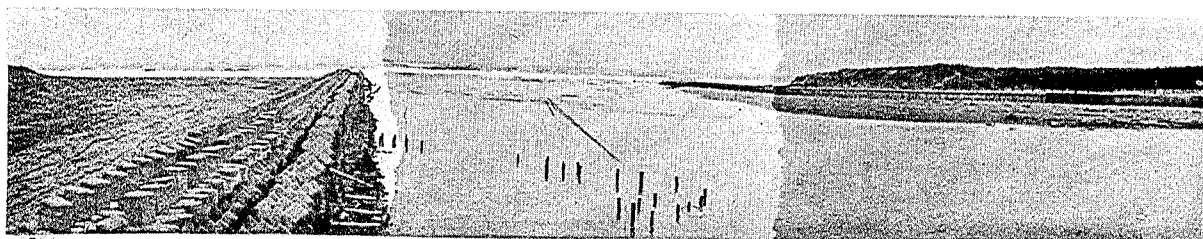
S46. 2.



S46.6.



S46.11.

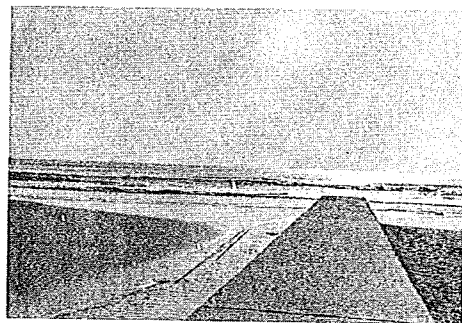


S47.2

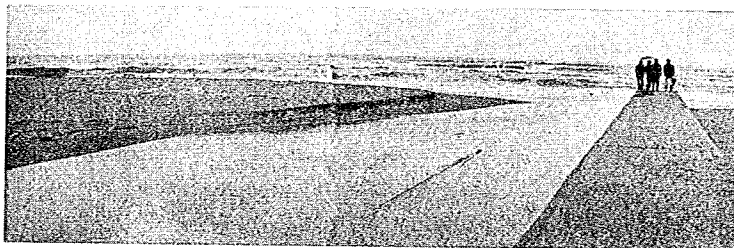
新堀川



S46.6

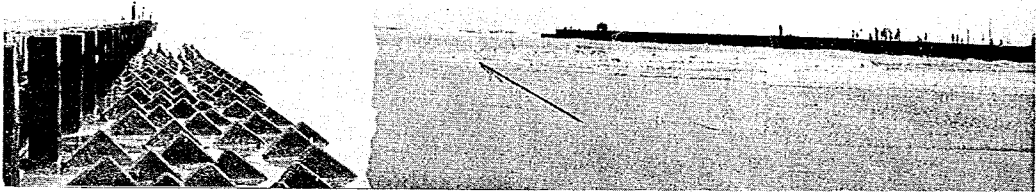


S46.11.

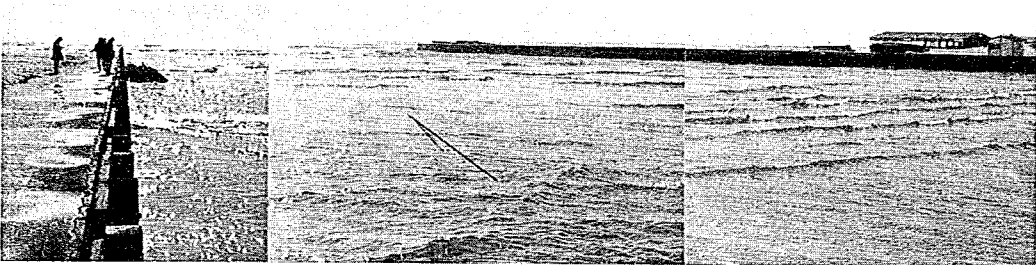


S47.2

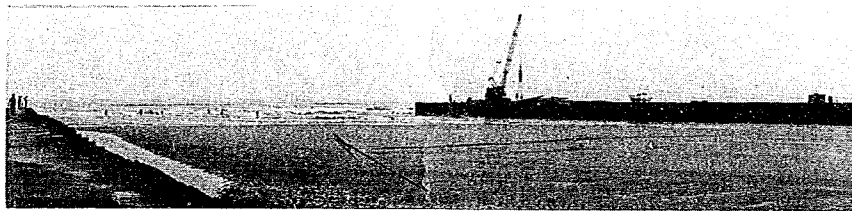
栗山川



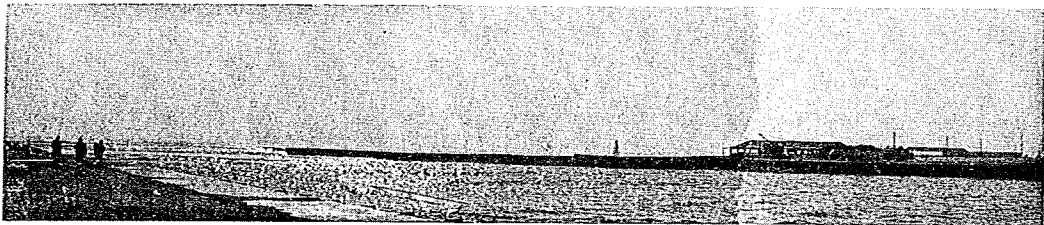
S45.8



S46.2.



S46.6

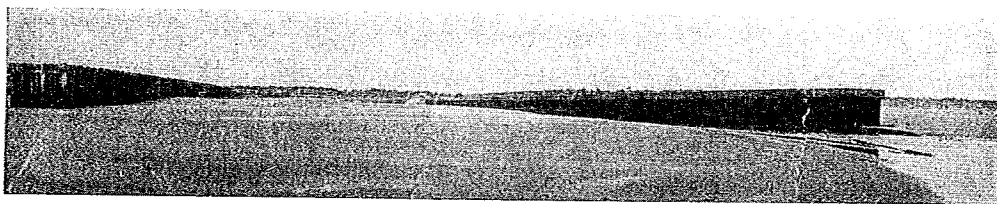


S46.11

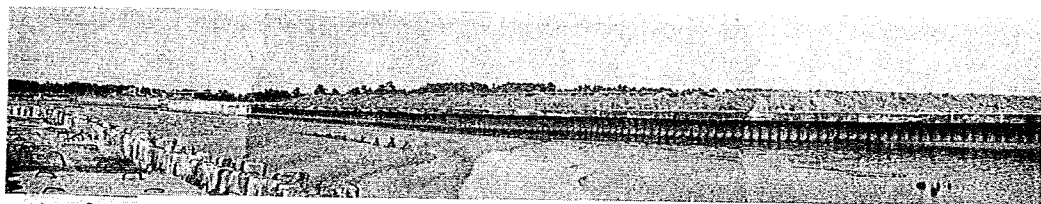
求戸川



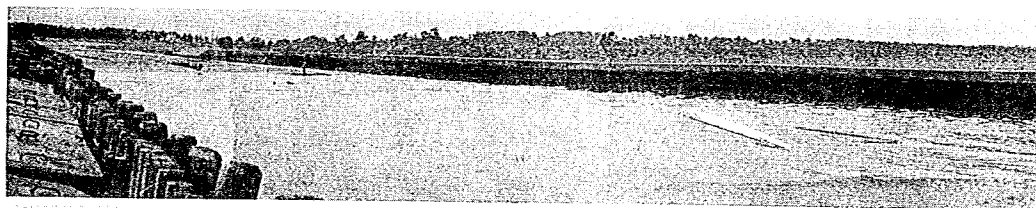
S45.8



S46.6

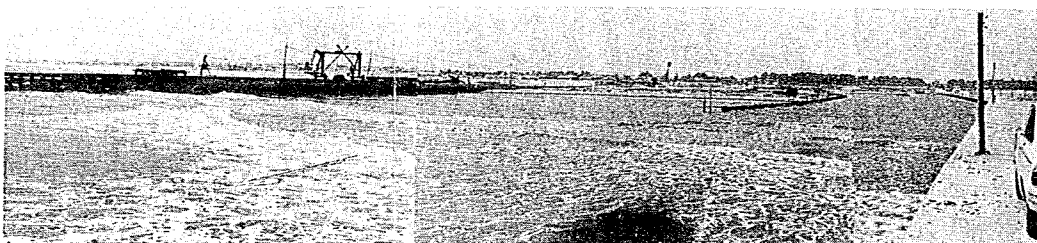


S46.11

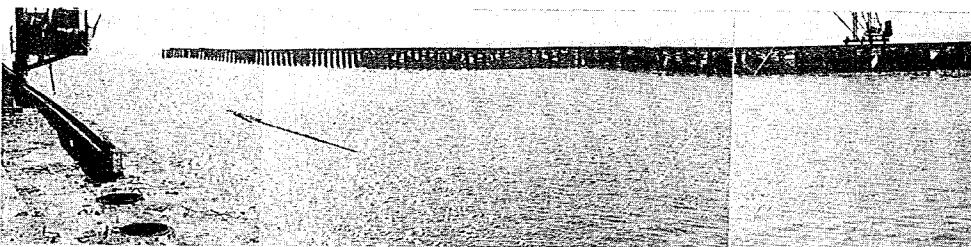


S47.2

依田川

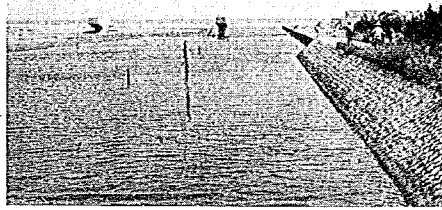


S45.8.

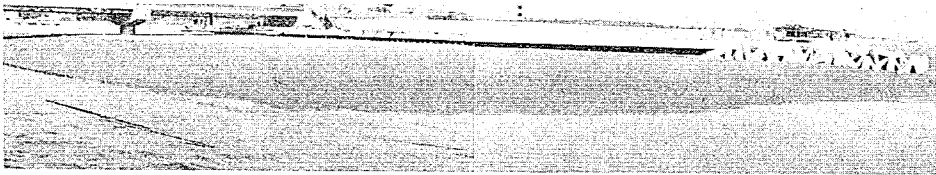


S46.2

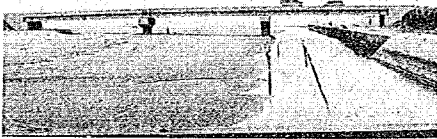
頁 亀 川



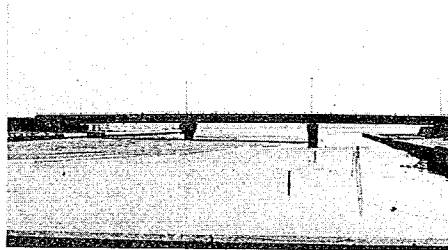
S45. 8.



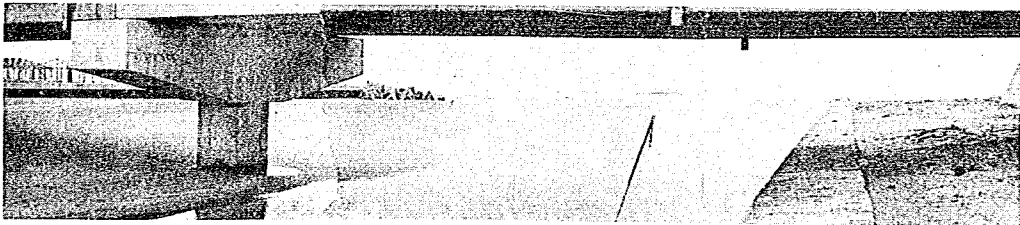
S46. 2



S46. 6.

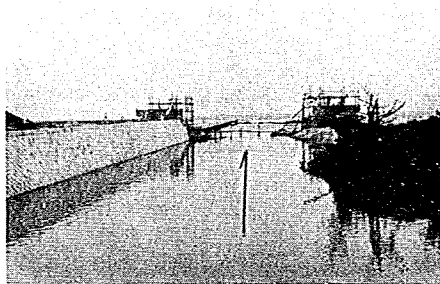


S46. 11.

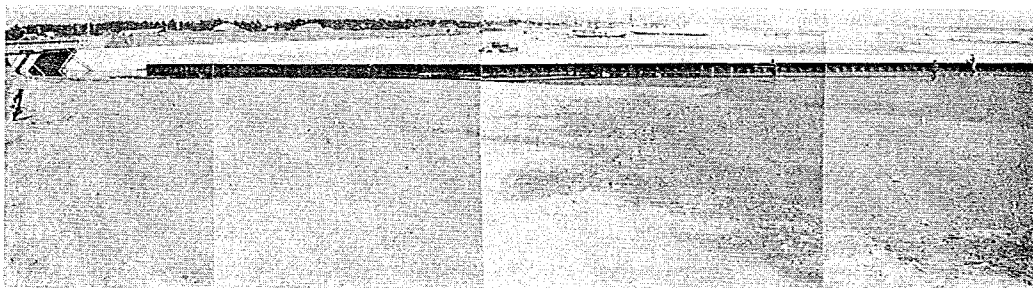


S47. 2

堀 川



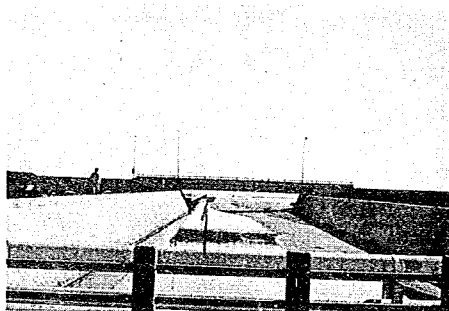
S45.8



S46. 2.



S46.6

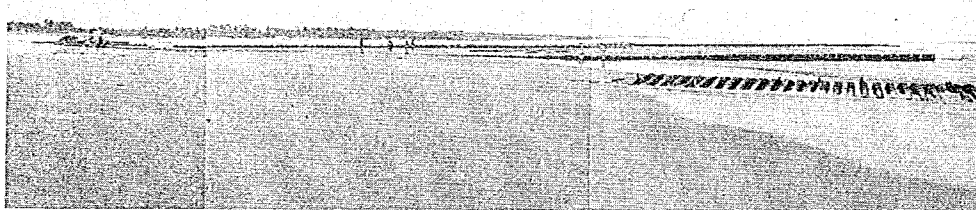


S46.11

南白亀川



S45.8.



S46.2.



S46.6.

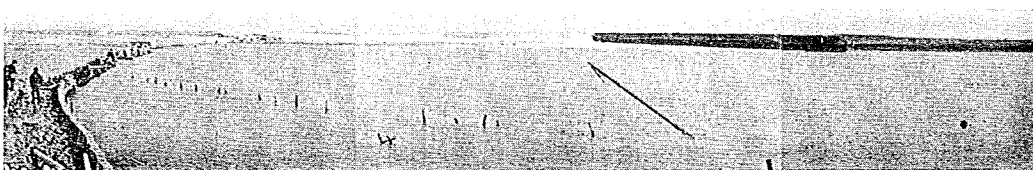


S46.11

夷隅川



S45.8



S46.2



S46.6

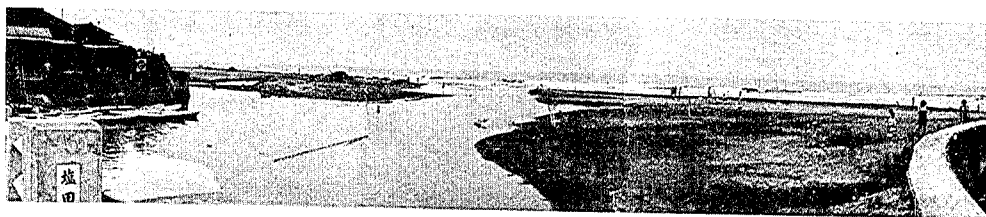


S46.11

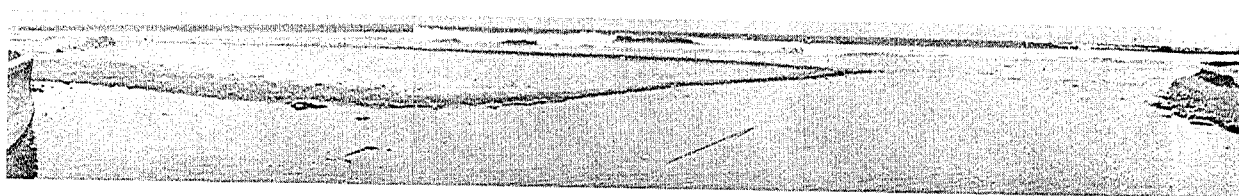


S47.2

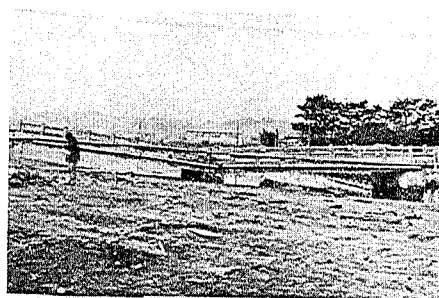
塩田川



N458

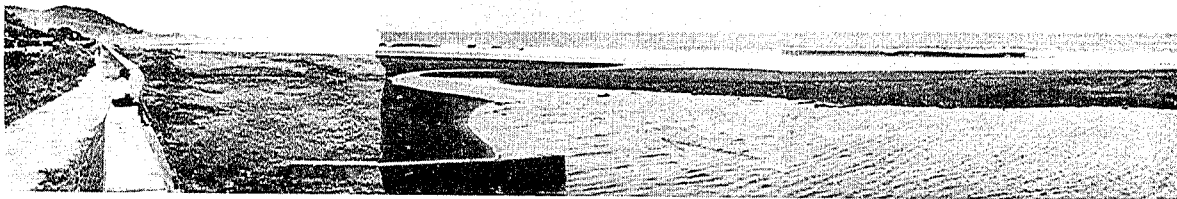


N46.2

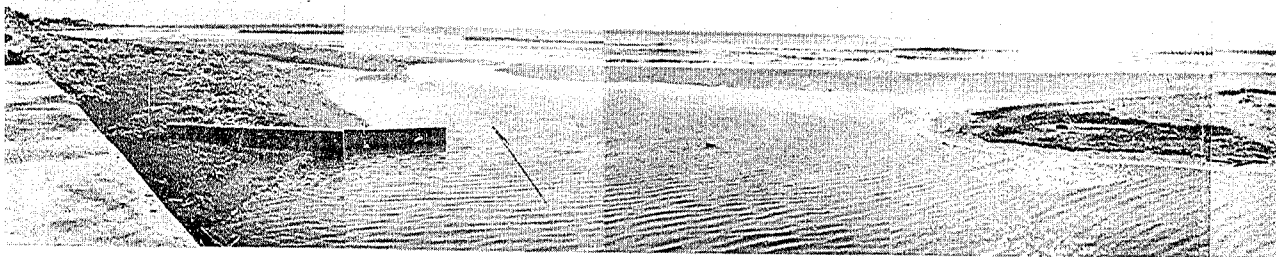


N46.11.

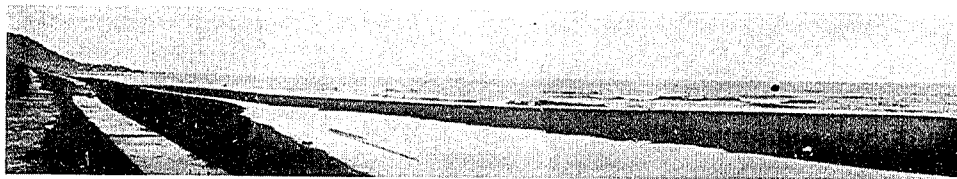
三原川



S 45.8

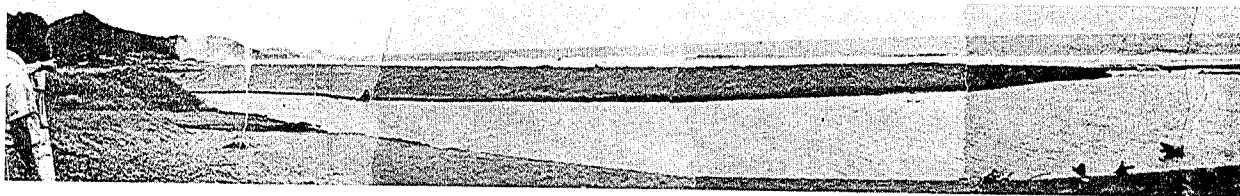


S46.2

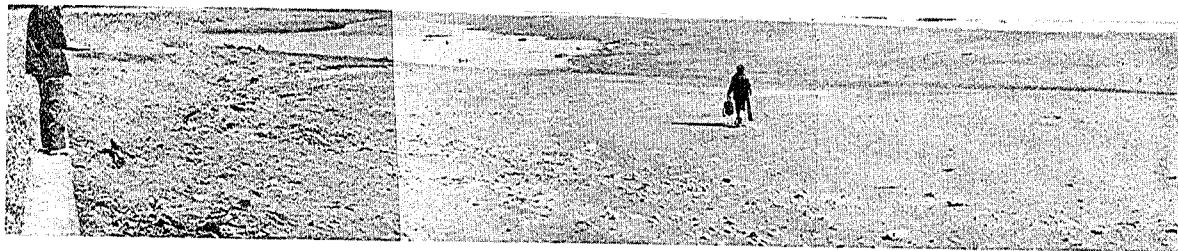


S46 6

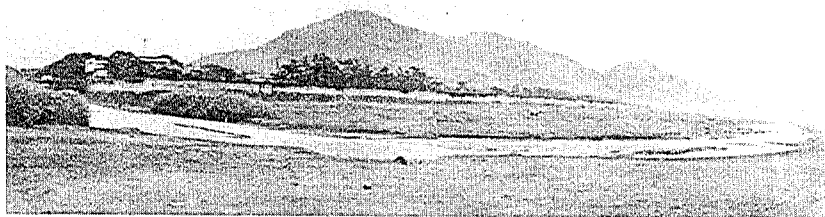
溫石川



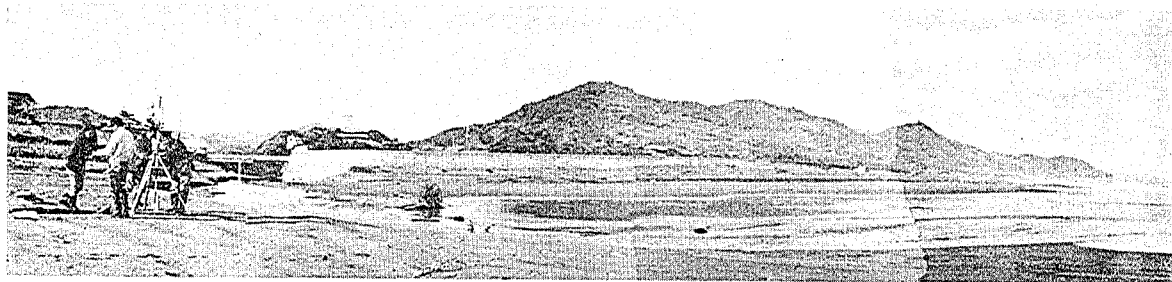
S45.8.



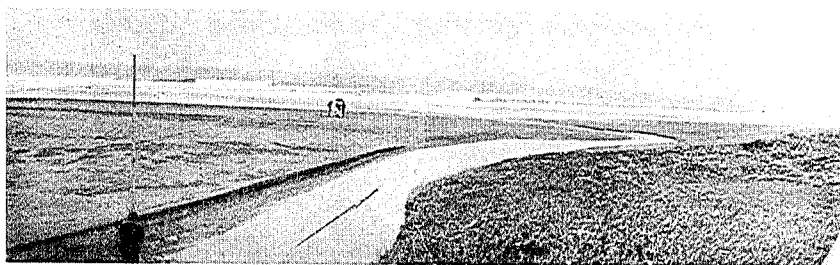
S46.2



S46.6



S46.11

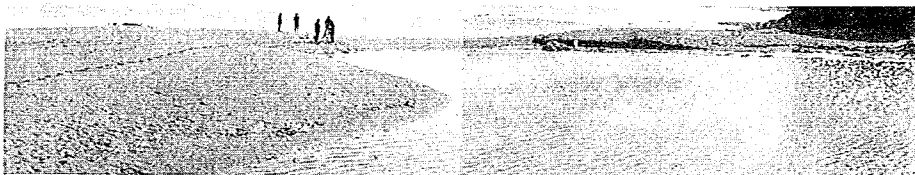


S47.2

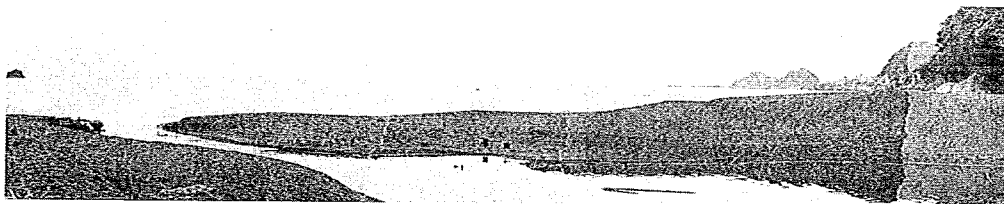
波太川



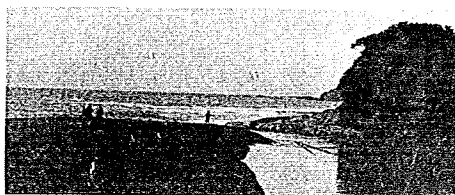
S45.8



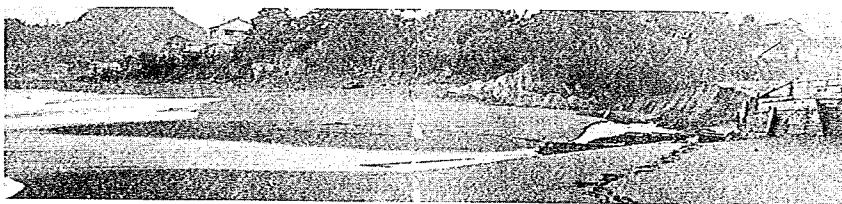
S46.2



S46.6

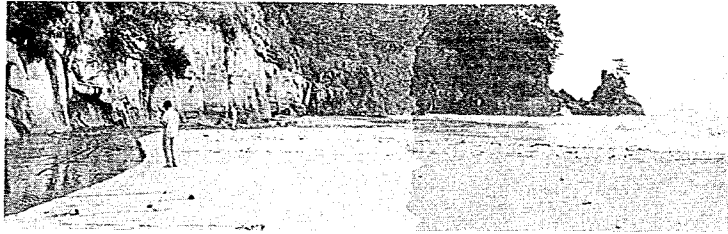


S46.11

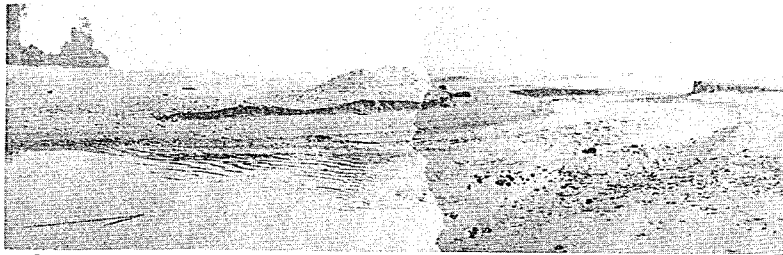


S47.2

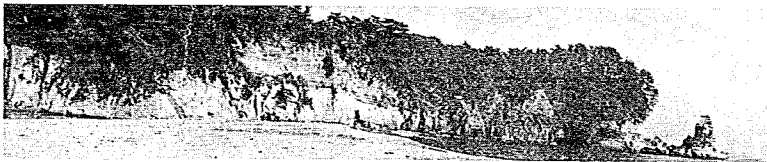
十王川



S45.8



S46.2

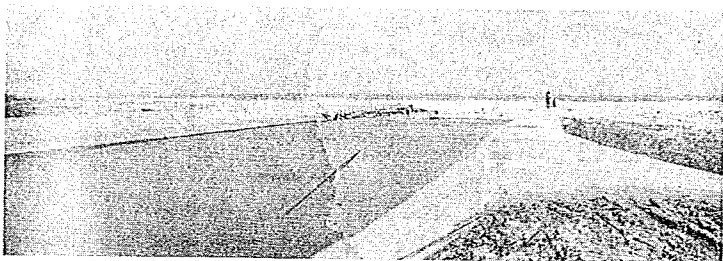


S46.11

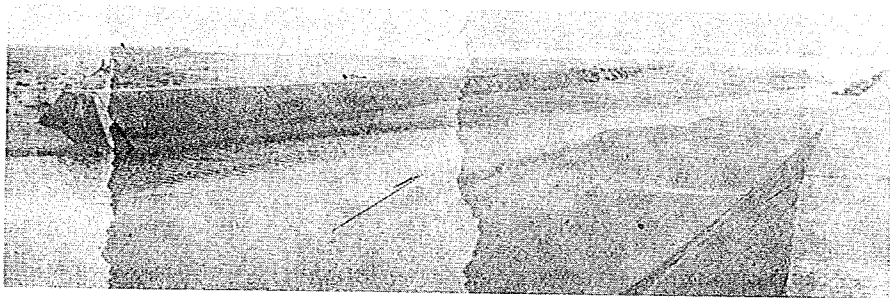


S47.1

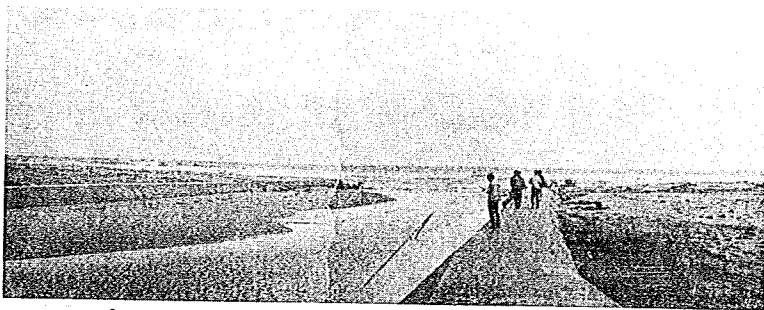
小石川



S45.8



S46.2

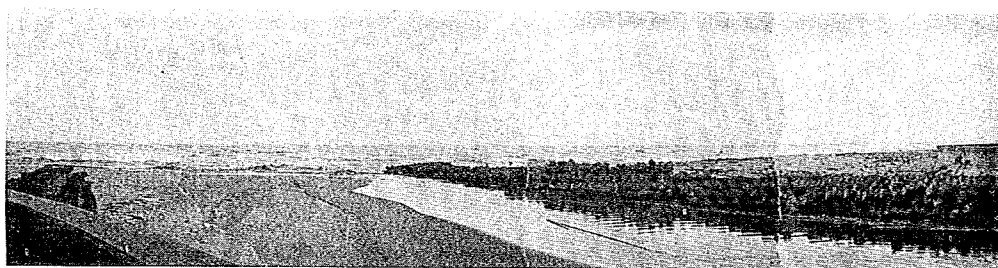


S46.9

花貫川



S45.8

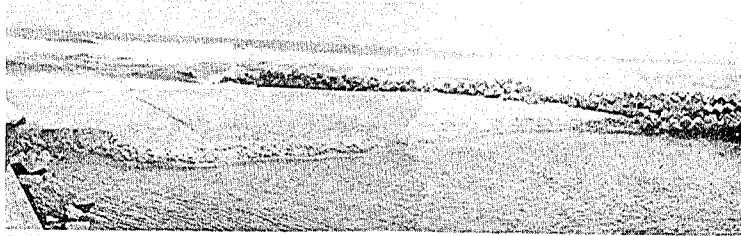


S46.9



S46.11

関根川



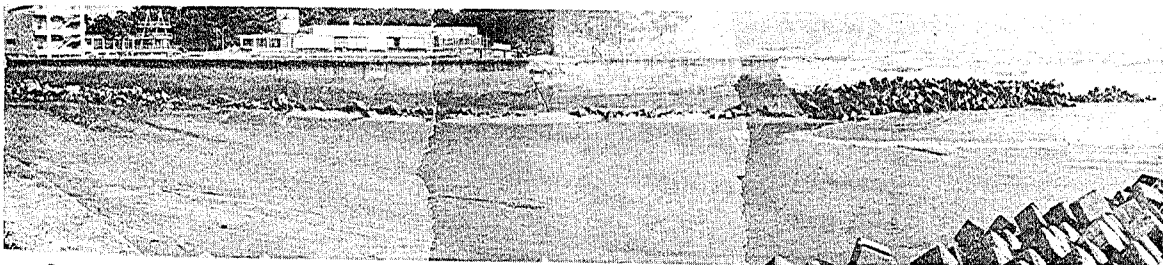
S45.8



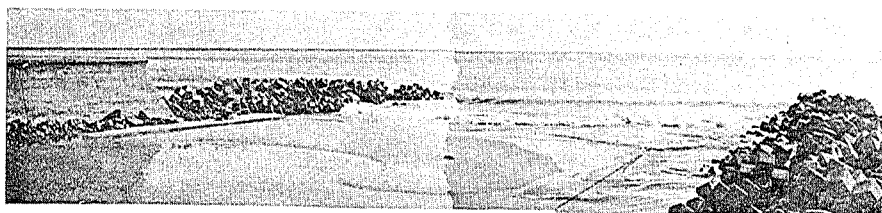
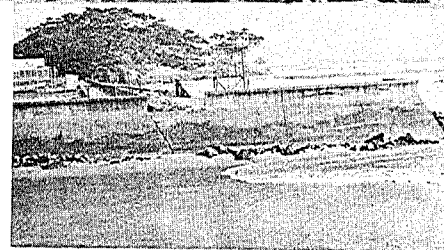
S46.9.



S46.11.



S47.1



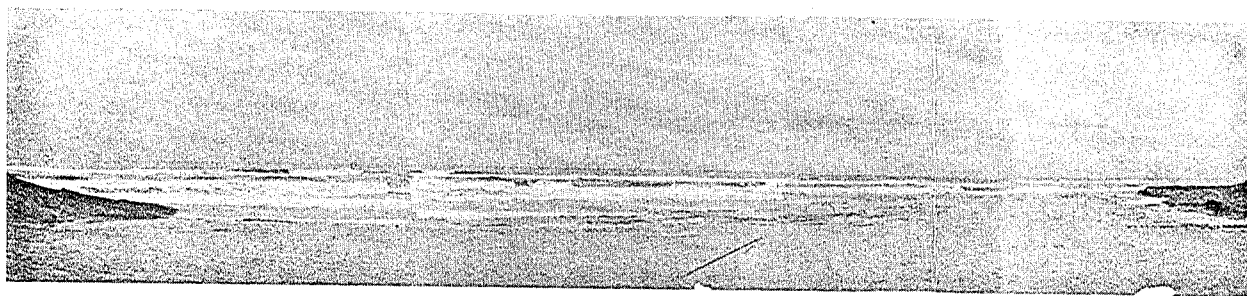
S47.2



夏井川

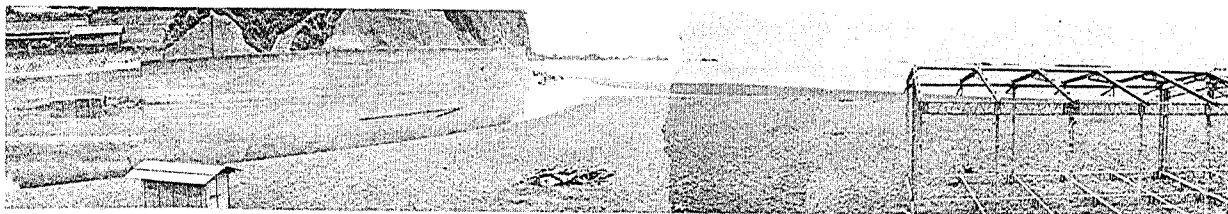


S45.8

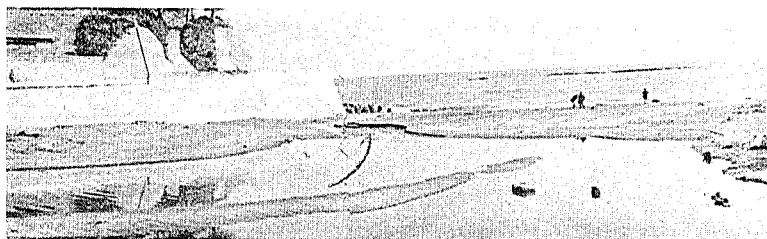


S46.9

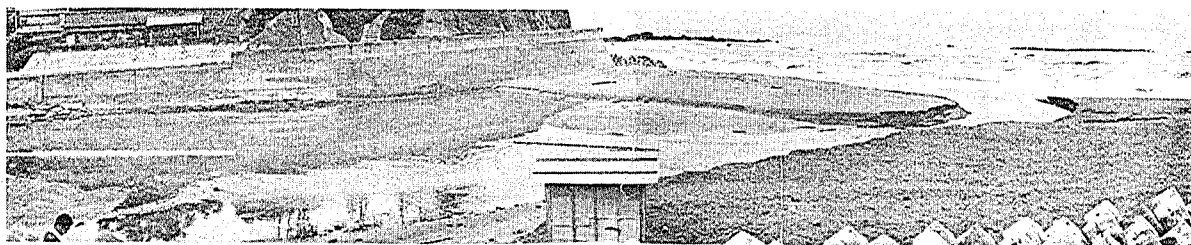
犬久川



S45.8



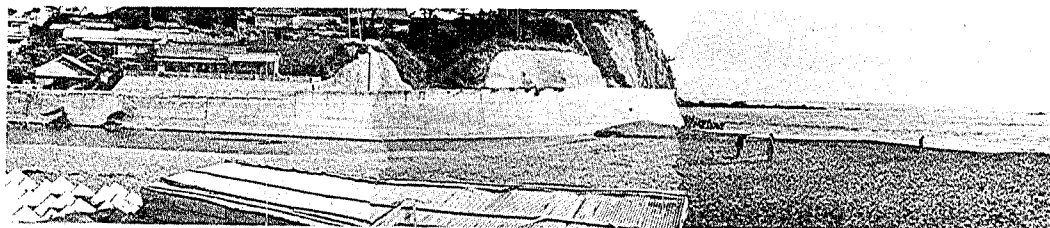
S46.2



S46.5



S46.9

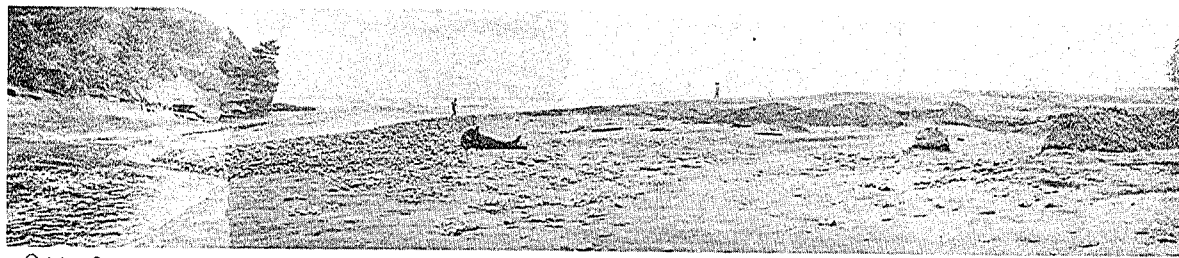


S46.11



S47.2

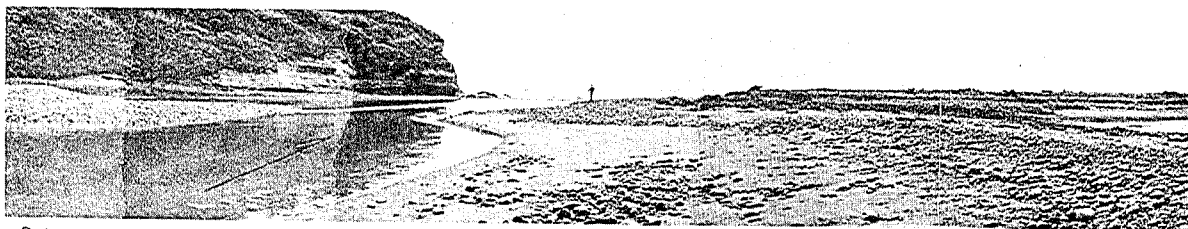
木戸川



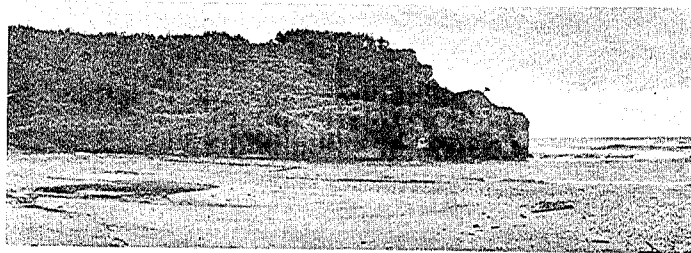
S45.8



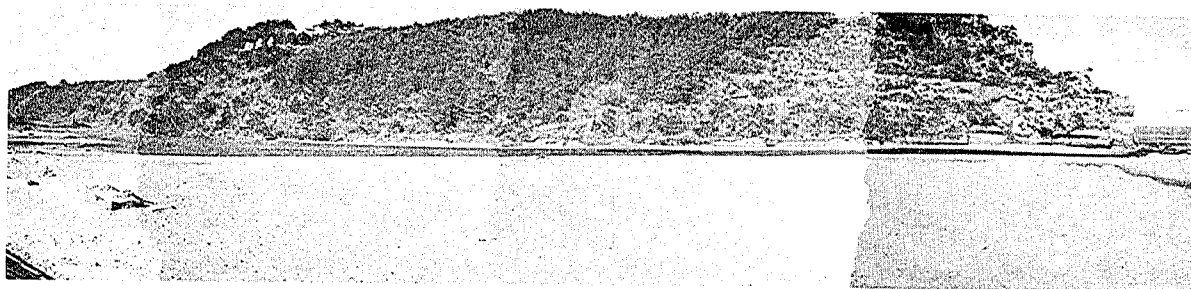
S46.2



S46.5

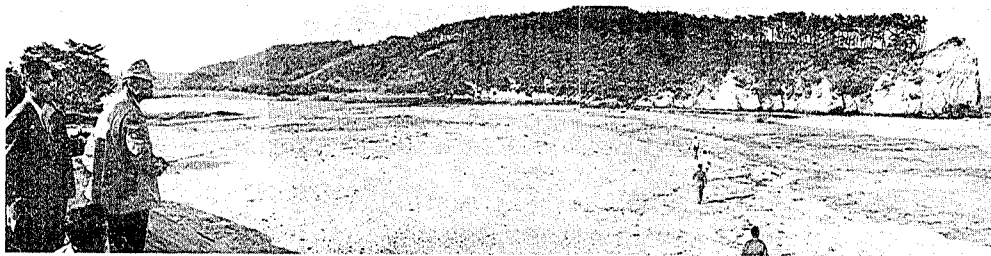


S46.9

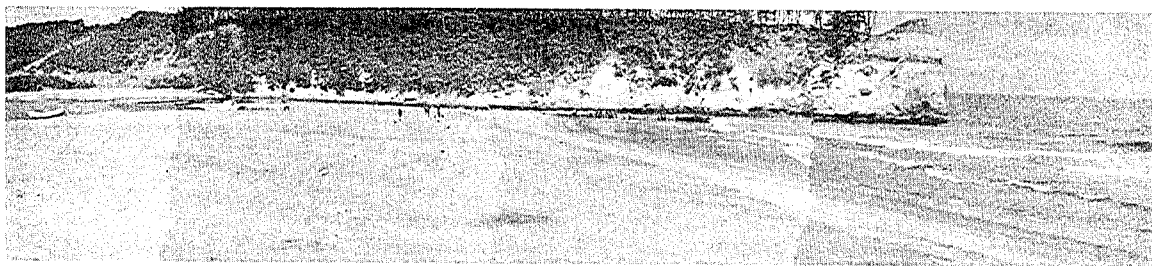


S47.2

新田川



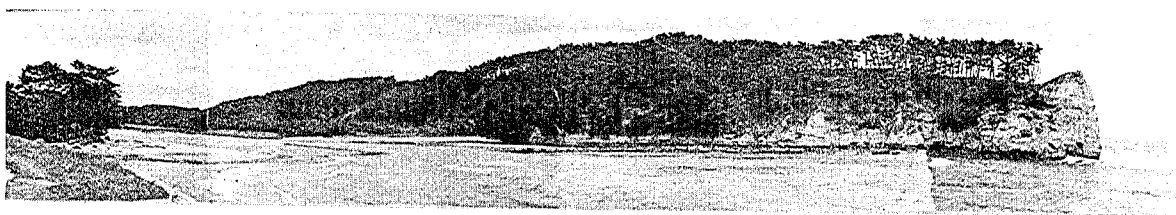
S45.10.



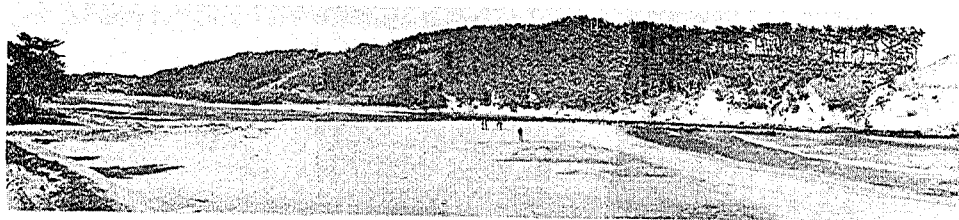
S46.2.



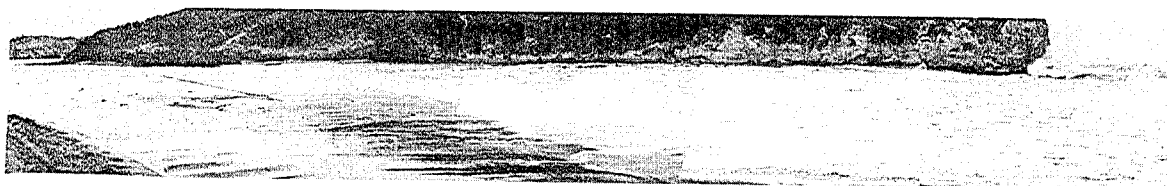
S46.5.



S46.9.



S46.11

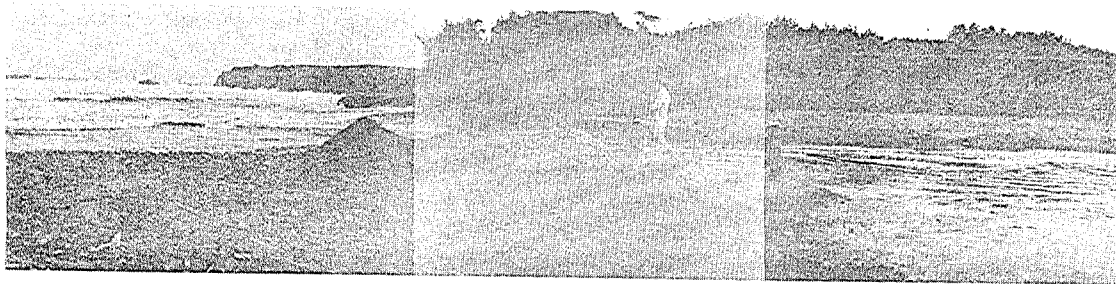


S47.1

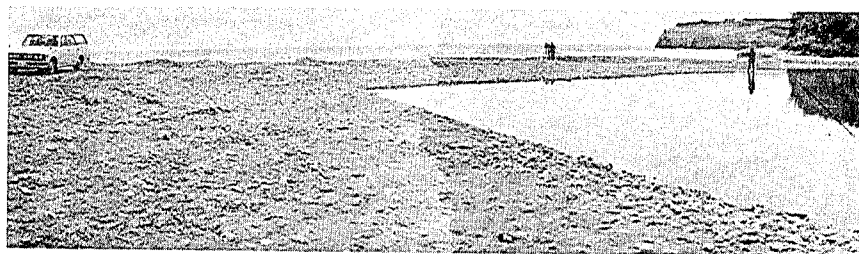


S47.2

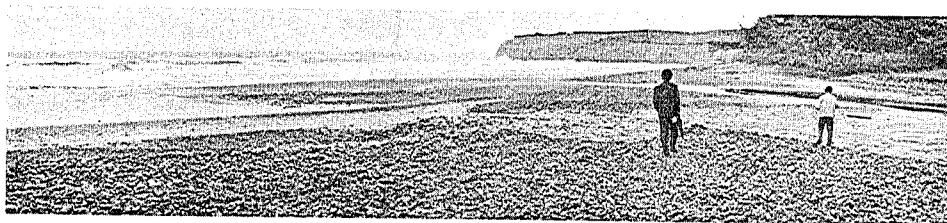
熊川



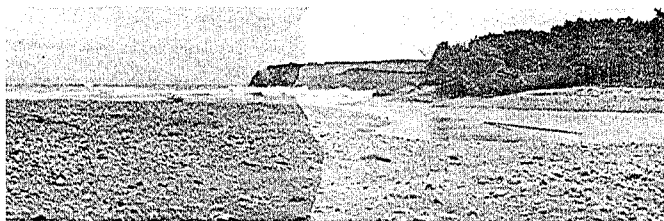
S45.10



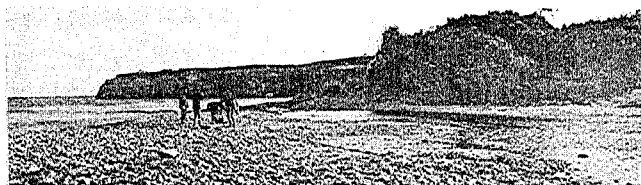
S46.2.



S46.5.



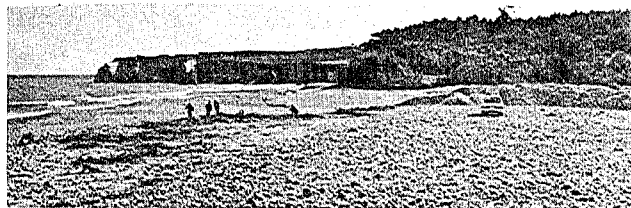
S46.11.



S46.9

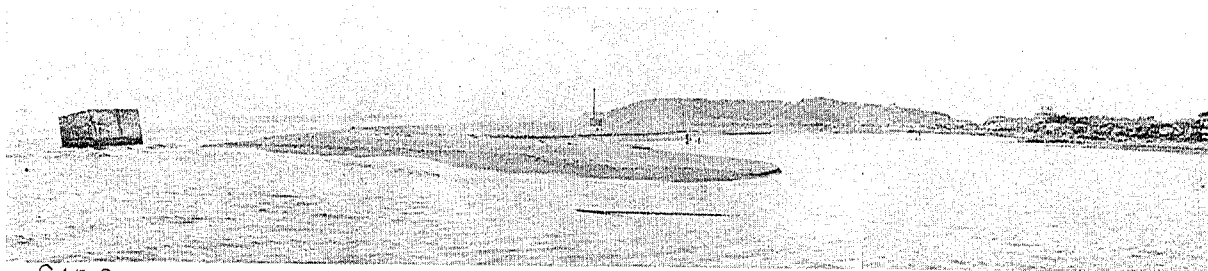


S471

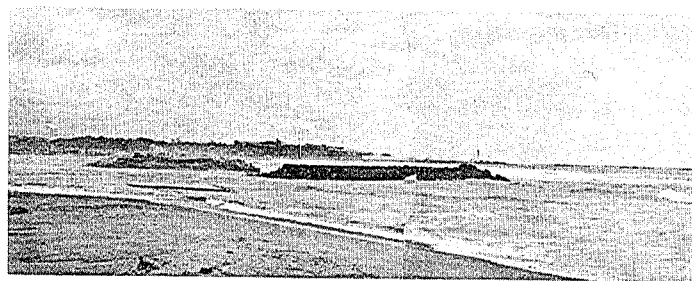


S47 2

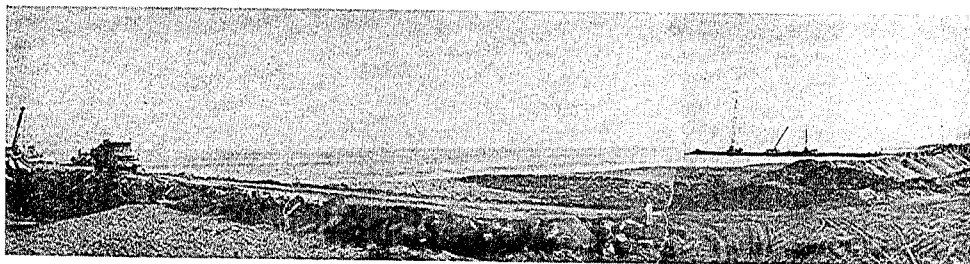
又慈川



S45.8



S46.9

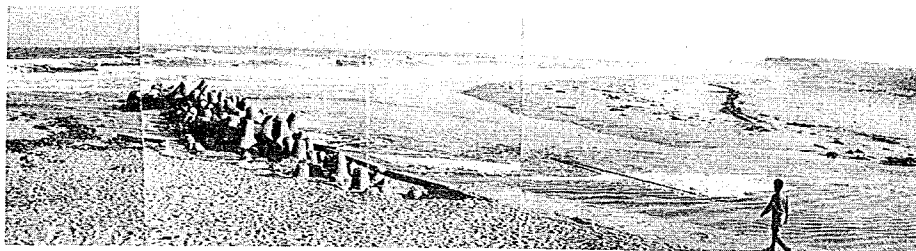


S46.11

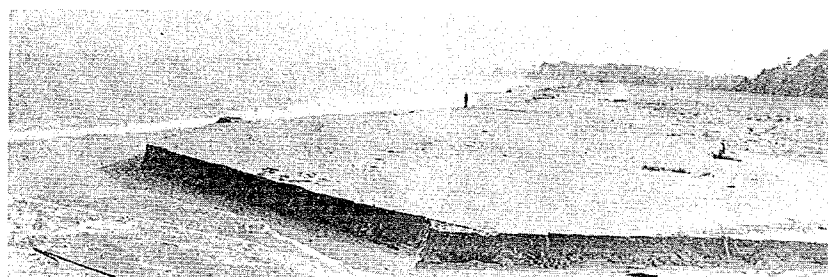


S47.1

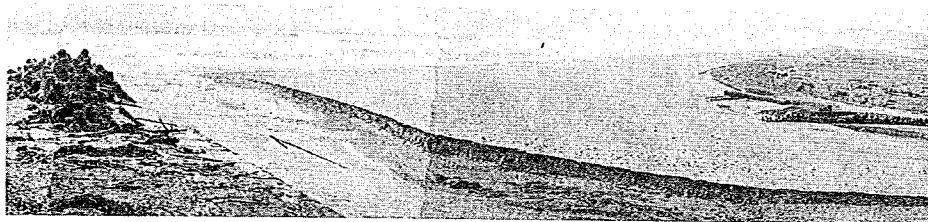
太田川



S45.10



S46.2



S46.5