

港 湾 技 研 資 料

TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 163 June 1973

海浜変形調査資料(第1報)一
一航空写真による汀線変化の解析(東日本編)一

田 中 則 男
小 笹 博 昭
小 笠 原 昭

運輸省港湾技術研究所



目 次

要 旨	3
1. 序 論	9
2. 解析の方法	10
2.1 解析の対象地域	10
2.2 解析に用いた航空写真	10
2.3 解析の手順	11
2.4 本解析中に含まれる誤差	11
3. 汀線変形解析結果	14
3.1 青森東海岸（陸奥小川原海岸）	14
3.2 宮城海岸（仙台湾海岸）	23
3.3 福島、茨城海岸（鹿島灘海岸）	30
3.4 千葉海岸（九十九里浜）	40
3.5 神奈川海岸（相模湾海岸）	46
3.6 静岡海岸（駿河湾海岸）	50
3.7 静岡、愛知海岸（遠州灘海岸）	56
3.8 秋田、山形海岸	64
3.9 新潟海岸	75
4. 解析結果に関する二、三の考察	88
4.1 顕著な欠陥、堆積を示す地域	88
4.2 海浜変化の形態	89
4.3 今後検討を要する諸課題	93
5. 結 語	93
参 考 文 献	94

Note of the investigations on change of shore line, Part 1

— The investigations on shore line change on the basis of
aerial photographs —

Norio TANAKA *
Hiroaki OZASA **
Akira OGASAWARA **

Synopsis

Changes of shore line at beaches in the eastern part of Japan are investigated on the basis of aerial photographs taken in different years. Aerial photographs taken by U.S. Force through 1946 ~ 1948 and those by the Board of National Geographical Survey of Japan Government after 1961 were compared.

Very simple technique was used to analyze the photographs, that is, stable basic points were selected on photographs, and the ground distance between these basic points and points on the shore line were measured.

By these works, the results shown in Fig. 3 ~ Fig. 76 were obtained and the typical patterns of shore line change were revealed as shown in Fig. 77.

* Chief of Littoral Drift Laboratory, Hydraulics Division

** Member of Littoral Drift Laboratory, Hydraulics Division

海浜変形調査資料（第1報）

航空写真による汀線変化の解析（東日本編）

田中 則 男*
小 笠 博 昭**
小笠原 昭**

要 旨

終戦直後の昭和21～23年、駐留米軍によって撮影された航空写真と、昭和36年以降建設省国土地理院によって撮影された航空写真とを比較することによって、東日本の主要海浜における海岸汀線の変化を調べた。

写真解析の方法はきわめて単純なものである。第一に写真上に明瞭な基点を設定し、この基点を順次結ぶ基線をもうけ、この基線上約167m間隔で基線に直角な方向に汀線までの距離を測定した。撮影時期の異なる写真間でこの距離を比較することによって、汀線変化量が求められる。この解析方法は各種の誤差を含みうるが、解析結果の信頼限界は汀線変化20～30m程度であると考えられ、これ以上の変化が有意な変化である。

解析の結果は本文中図3から図76に示されている。解析結果から普遍的な海浜変化のパターンが、図77に示すようにいくつか指摘されている。

本報告は著者らが現在「海浜変形調査」と題して行なっている一連の作業の第1報である。

* 水工部 漂砂研究室長
** 水工部 漂砂研究室

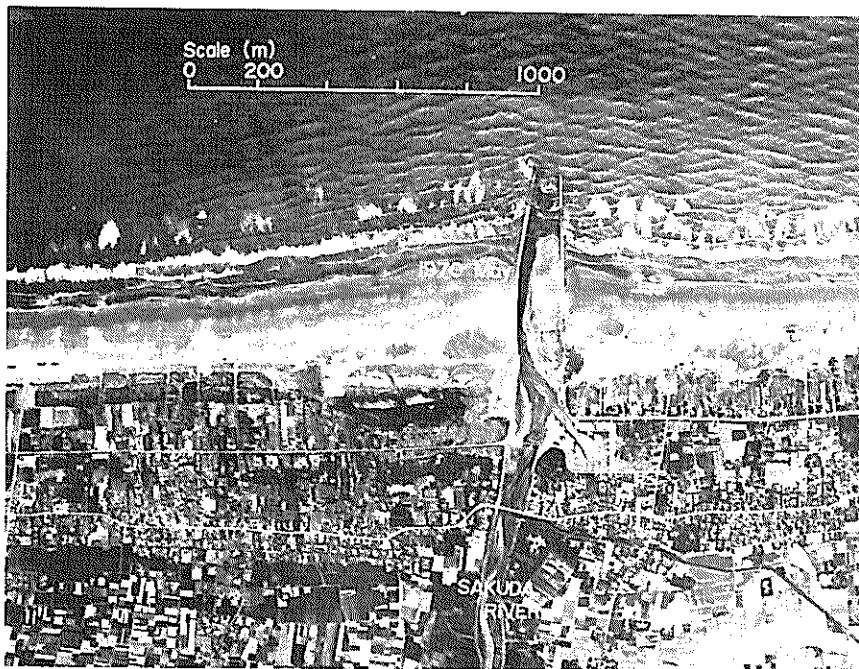
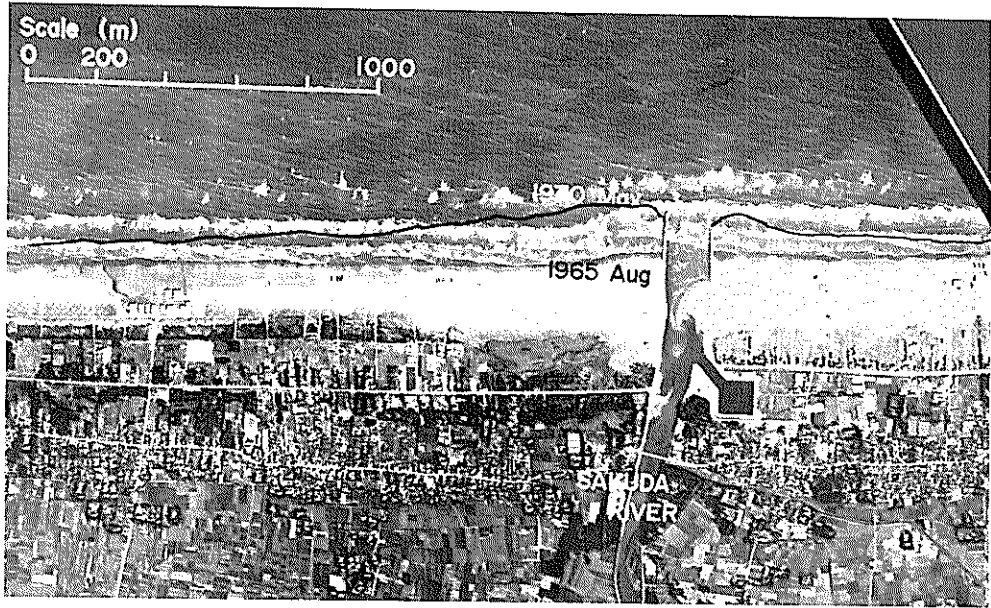


写真1 (a), (b)

千葉海岸（九十九里浜）作田川河口周辺における堆積。河口閉塞のため導流堤の延長工事が行なわれている。

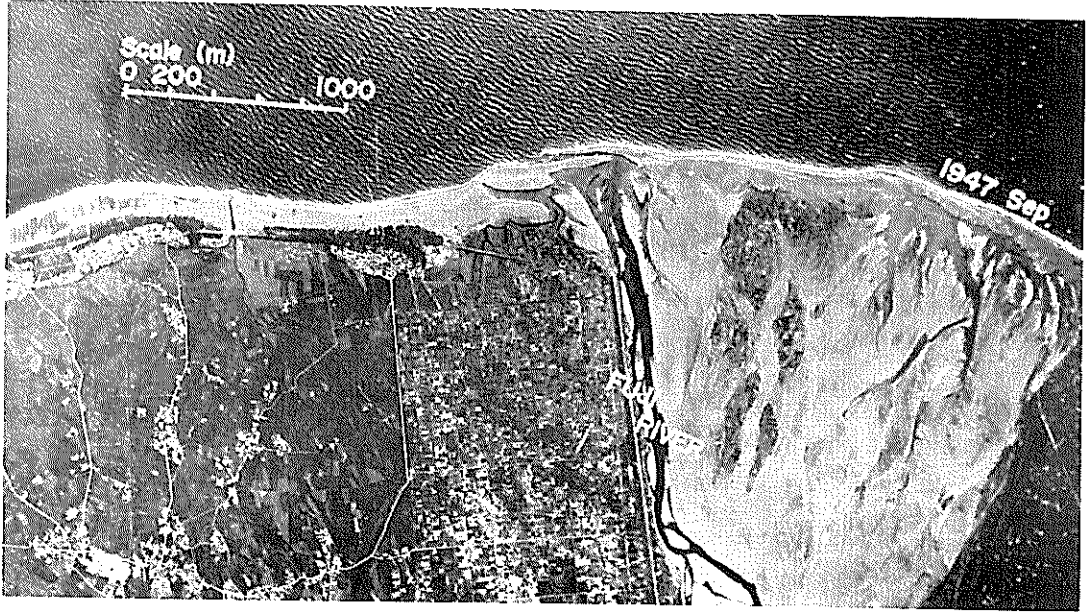


写真2 (a), (b)

静岡海岸（駿河湾海岸）富士川河口周辺における大規模な欠壊。河口三角州左岸側海岸の欠壊は近年顕著となり、離岸堤がつくられている。

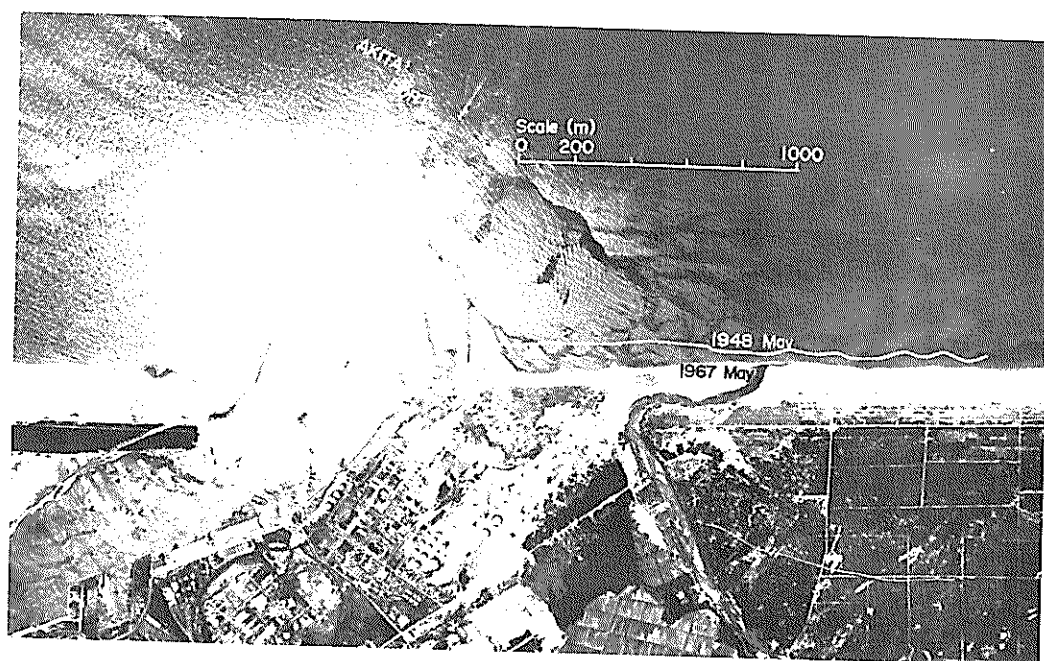
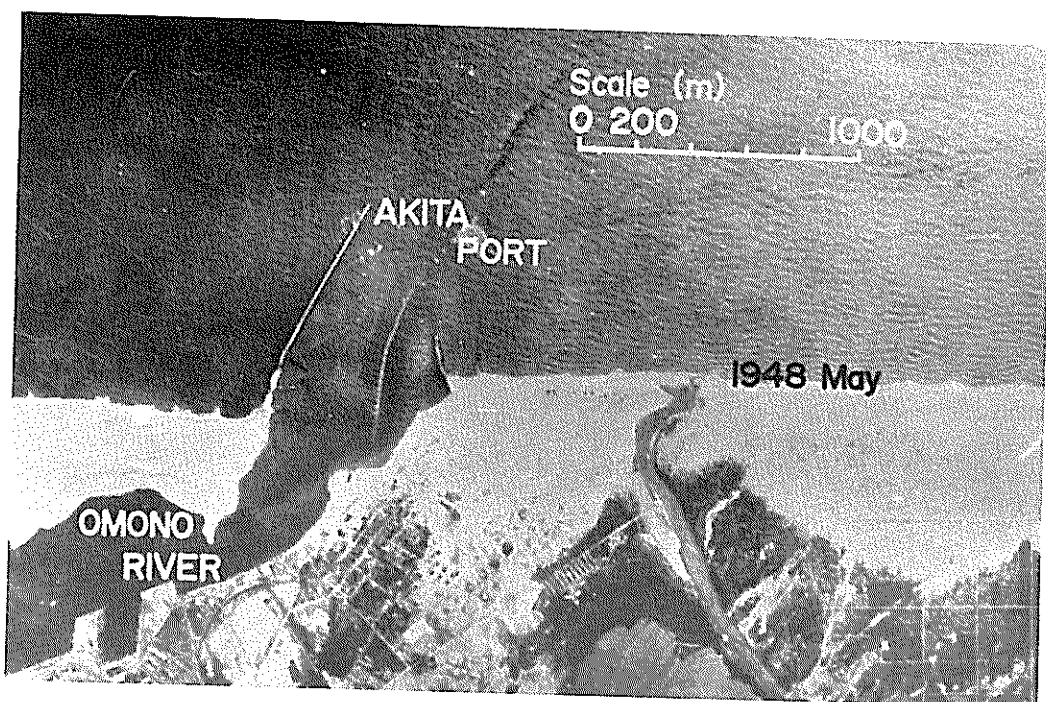


写真3 (a), (b)

秋田、山形海岸秋田港北側海岸の欠壊。秋田港改修工事の影響と考えられる。

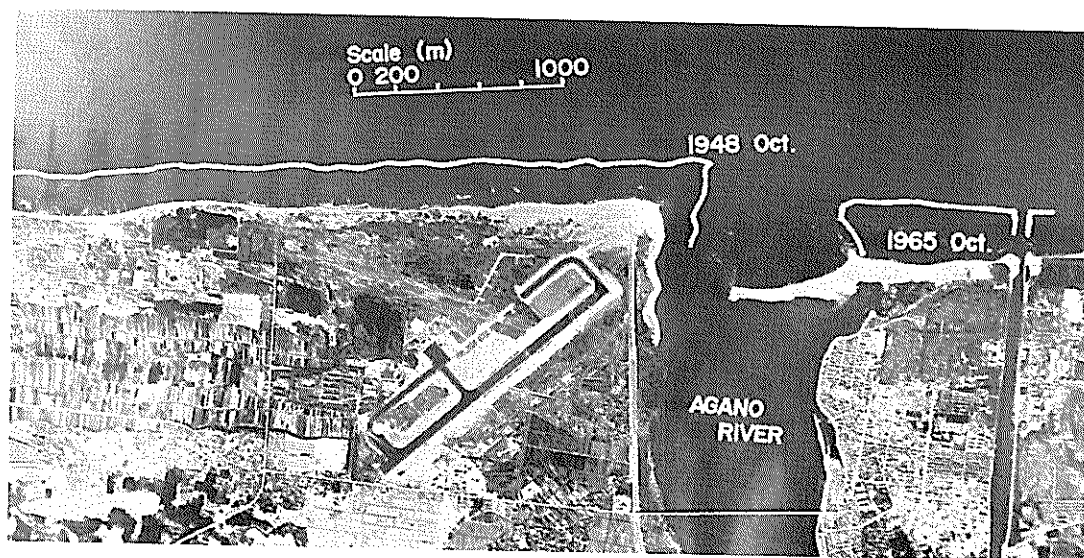
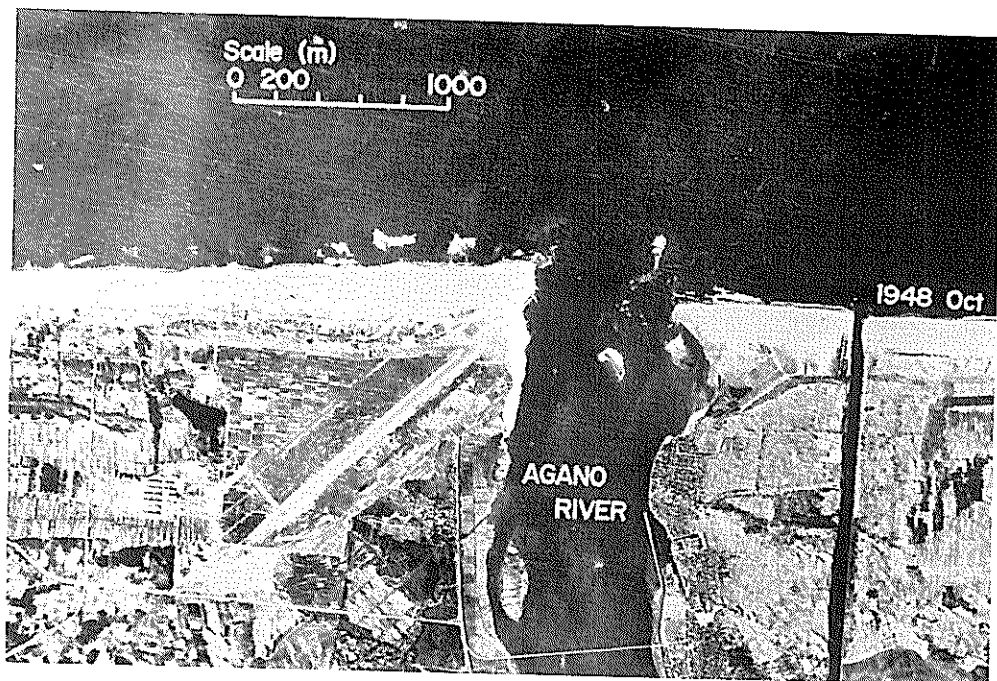


写真4 (a), (b)

新潟海岸阿賀野川河口周辺における大規模な欠壊。新潟海岸は我国有数の欠壊海岸として著名である。

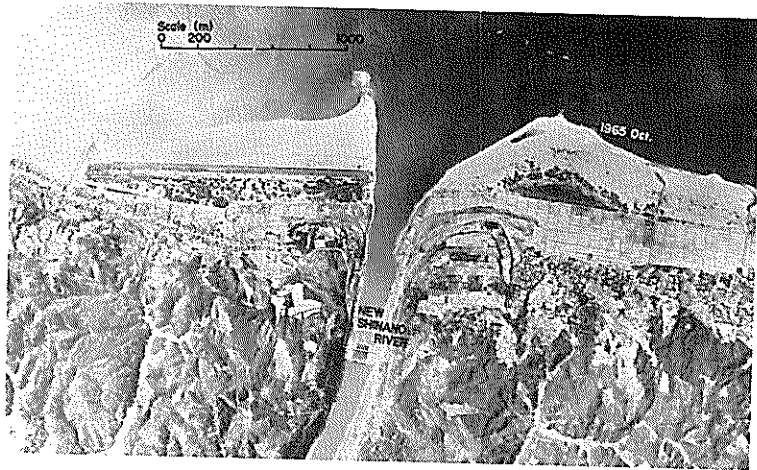
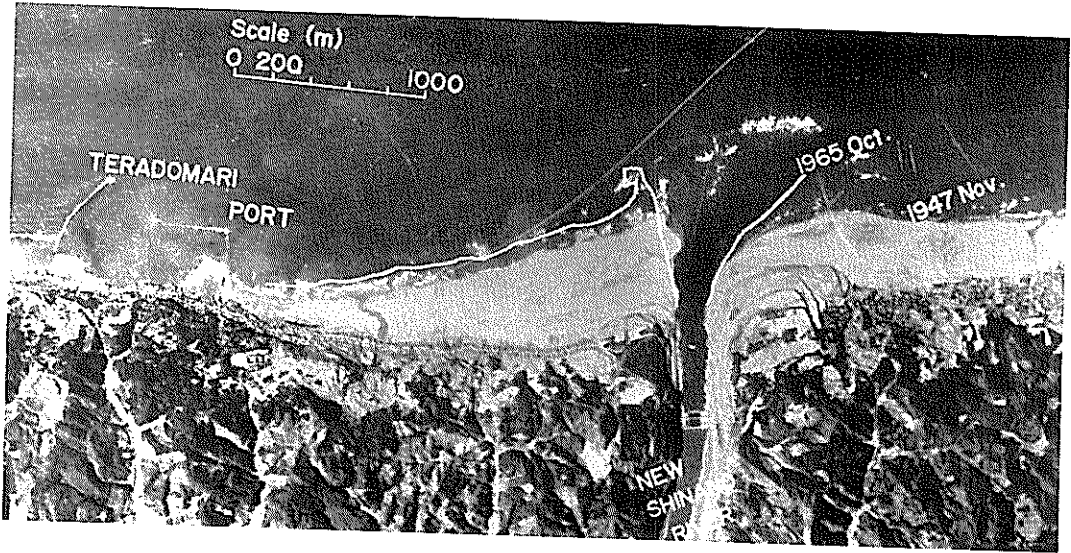


写真5 (a),(b)

新潟海岸新信濃川河口周辺における堆積。大河津分水路は、信濃川下流の洪水防護に役立つとともに、寺泊港の埋没をひきおこした。

1. 序 論

著者らは、現在「海浜変形調査」と題して以下のような作業を行なっている。すなわち、

1. 航空写真の比較や過去の諸測量結果に基づいて、我が国沿岸の海浜変化の実態を全国的視野から掌握すること。
2. 既往の諸調査の結果に基づいて、我が国沿岸の海浜特性を全国的視野から掌握する。
3. 顕著な海浜変形を生じた地域について、海浜変化の経過を、変化をもたらした工事等の経過とあわせて掌握すること。

の3項目についての作業である。本報告はその第一報として、第1項目に該当する作業結果の一部を示したものである。

これらの作業は、我が国の近年における海浜変化の実態の把握を第一の目的とし、さらには海浜変化の特性の類型化と体系づけを進めることを目標としたものである。著者らはこれらの作業を通じて、特に港湾、治水、海岸等の諸事業によってひきおこされる海浜変化に焦点をおきたいと考えている。

海浜変化（自然地理学上は「海浜過程」という用語が用いられる）を類型化し、これを体系づける試みは、自然地理学の分野で早くから始められており、近年これに関する著書が続々と刊行されている^{1)~4)}。これらは海岸工学的にも有用な知識を与えてくれるものであり、むしろ大戦後今日に至る間に、海岸工学の海浜変形に関する部門は、自然地理学における海浜過程論から分岐し、発展してきたとも言い得るのである。

しかし、両分野における海浜変化問題へのアプローチの傾向には、いささかの差異がある。我が国における海岸工学の分野では、自然地理学的知識を現象のマクロな認識であるとし、自身は海浜変化のメカニズムの解明によりミクロに立ち入って行こうとした傾向が色濃く、大勢として現象の類型化とその体系づけを押し進めてきた自然地理学的な行き方とはいささか異なっている。

このような差異の生ずる理由は、両分野において取り扱う現象のタイムスケールの差異による⁵⁾と共に、両分野における主命題の相異によるものと考えられる。すなわち、工学的問題における主命題は自然現象を理解するに止まることはなく、自然環境に与える人為的な条件変化に対する自然の対応の仕方の予測を常に要求されるのである。しかるに、人為的条件変化に伴う海浜変化の問題の場合には、問題が顕在化して日が浅く、現象を類型化し体系づけ得るほどの事例の蓄積がなかったわけであり、したがって現象のメカニズムの解明を進め、この成果の組み立てによって、条件変化に対する自然の対応の仕方の予想という主命題へ

の解答を求めて行こうとする傾向の生じたのは、経過としてむしろ当然なり行きではなかったろうかと考えるのである。

しかし、我が国に海岸工学分野が形成されて以来20余年を経過した今、こうした研究の方向が海浜変化の問題（航路、港湾の埋没、河口閉塞なども同種の問題であるが）に明確な解答を与えてきたのであろうか、あるいはこうした研究方向ではすでに打開できない段階にさしかかっているのではなからうかという反省がある⁶⁾。また、新しい方法論の展開が必要だという問題意識⁶⁾は、今やこの問題の解明をめざすすべての研究者にとって共通のものとなっているのが現状であろう。

すべての自然科学の分野に共通していえる事実であるが、ある問題へのアプローチはまず事実の適確な掌握から始まり、その類型化、体系づけがなされ、しかる後に現象のメカニズムの解明に進んで、問題が解決される経過をたどって行くものであろう。医学に例を引けば、前段が臨床学であり、後段が病理学である。今日の医学の発展は、数百年にわたる臨床学的な積み上げの上に成り立っているのではなからうか。

ふり返って海学工学分野における海浜変化の問題について言えば、前述したように問題の顕在化が新しいという理由もあって、問題となる事実の掌握が充分に行なわれてきたとは言い難く、ましてその類型化、体系づけを試みた作業はごくわずかにすぎない^{7),8)}のが実情であり、経験ゆたかな研究者あるいは技術者の高度の判断の重要性がいたずらに指摘されてきたのである。このように、研究の前段における問題事実の掌握の浅いままに現象のメカニズム論の展開に進んで行ったところに、海浜変化問題の行きづまり感をなす一つの原因がひそんでいるように考えられるのである。

一方、過去20余年の間に、港湾、海岸、埋立、治山、治水さらには沿岸道路など何らかの海浜変化を伴うことが考えられる諸事業が、実に大量に実施されてきた。この結果は各々貴重な事例として蓄積されてきたはずである。このような問題意識と現状認識が、今回の一連の作業を企画した理由であった。

海浜変化の問題に航空写真を利用することの有用性は、堀川⁵⁾によっても指摘されているとおり、論をまたない所である。事実、近年航空写真の活用によって海浜変化の過程を追跡した結果の報告が多くなりつつある。⁹⁾¹⁰⁾²⁰⁾²¹⁾²²⁾²³⁾²⁴⁾今回、我が国沿岸の海浜変化を掌握するための作業に当って、航空写真による解析を試みた理由は、航空写真のもつ次のような利点のゆえである。すなわち、

- a) 日本沿岸のほぼすべての地域に関する資料が単一機関で管理されており、資料の入手が容易である。
- b) 欠損等が社会的問題として顕在化しておらず、したがって地上測量があまり行われていない地域の資料が入手されること。
- c) 海浜変化のみならず、海岸構造物、港湾構造物などの施設構築の状況をも、あわせて掌握できること。
- d) 今後一定年ごとの資料の補足が確実に期待できること。

本報告にかかわる作業は、一連の作業のうちごく初期段階に当り、後述のごとく解析結果も相当量の誤差を含み得るものである。したがって海浜変形の微細な状況については掌握しきれているとは言い難いきらいがある。しかしながら、海浜変形について今後検討していかなくてはならない地域と、問題の所在の整理に関してはきわめて有効であったと考えている。この結果によって問題を有することが明らかにされた地域については、順次精密な写真解析を

行なって、汀線変化あるいは土量の変化について定量的な解析を試みる予定である。

なお、本書に掲載した空中写真は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万分の1空中写真及び4万分の1空中写真を複製したものである。(承認番号)昭48,第404号。

2. 解析の方法

2.1 解析の対象地域

本報告における解析対象地域は、図1に示すとおりである。以後順次解析対象地域を拡大し、我が国の主要な砂浜



図-1 海浜変形調査箇所と標定図

海岸の変化については、一応網羅する予定である。

2.2 解析に用いた航空写真

解析に用いた写真は、主として建設省国土地理院において

管理されているものであり、終戦直後の昭和21~23年駐留米軍によって撮影されたものと、昭和36年より国土地理院によって撮影されたものである。航空写真としては、各省庁、地方公共団体などの管理にかかわるものもあるが、これら

については機会をみて収集し、補遺していくつもりである。

2.3 解析の手順

解析の手順は次のとおりである。

- a) 同一地域に対する写真であって、撮影時期の異なる航空写真の各々に共通な基点を設定し、番号を付す。この基点の設定にあたっては、次の諸点に留意した。
 - イ) 基点は、道路の交差点、橋づめあるいは家屋など、写真上明瞭にあらわれている部分であること。
 - ロ) 基点は、長年月にわたって著しい標高変化の起り得ない点を選ぶこと。
 - ハ) 基点は、相隣る基点を結んだ基線が海岸線から500m程度以上離れないような地点に設定すること。
- b) 相隣る基点を結んだ基線の写真上の距離を各々の写真について求め、写真相互の縮尺比を求める。写真撮影条件の最も明確な写真一枚について、飛行高度とカメラレンズの焦点距離から写真縮尺を求め、これと前述の縮尺比から各写真の縮尺を定める。
- c) 基線を約167m間隔で等分し、この等分点の各々から基線に直角な線をひく。この際写真の対応する等分点が、カメラ軸の鉛直軸からの傾き等による誤差要因のために、各写真について異なった地点上にある場合には、基点間の距離が短くなるように基点をとりなおし、各等分点が読みとり誤差内で同一の地点にあるようにした。
- d) c)で定めた線上で、基線から汀線までの距離をはかり、b)項で定めた縮尺によって現地距離を求める。
- e) 汀線の判別は、特に前浜勾配が緩かで、撮影時波浪の大きい場合には困難であったが、中小河川、用水排水口の流れが海に消える線の色調によってほぼ判別できた。また幸に、撮影時高波のある場合はごくまれにしかなかった。

2.4 本解析中に含まれる誤差

2.4.1 可能な誤差の種類

上記のような解析方法による場合に、誤差要因としては次のものがあげられる。

- a) カメラ軸が鉛直軸から傾いていることによる誤差
- b) 潮位差にもとづく誤差
- c) 大気の屈折と地球曲率の影響による誤差
- d) レンズの歪、光学系の不正による誤差
- e) フィルムの変形による誤差
- f) 土地に起伏があることに伴う誤差
- g) 波のそ上に伴う読みとり誤差

以上の誤差要因のうち、a)、b)の誤差が支配的であると考えられる。c)~e)の誤差は航空写真技術の向上等に伴ない、誤差のオーダーが小さいと判断される。また f)の誤差は、標高の小さい海岸を対象としている本解析においては小さいと判断される。g)の誤差は、米軍写真の一部を除いて、天候静穏時に撮影されているため、誤差は小さいと判断される。この他に、通常観察される夏期における汀線の前進、冬期における汀線の後退という現象を考慮してデータをみる必要がある。

2.4.2 カメラ軸が鉛直軸から傾いていることによる誤差⁵²⁾

今回の解析において対象となるカメラ軸の傾きによる影響は、汀線と垂直方向の位置のずれを生じるものと、汀線と平行方向の位置のずれを生じることによる測線の移動とがある。しかし測線が汀線と平行方向につれて、対応する写真の対応する測線が同一点を通っていない場合には、基準点を基準点間隔が短くなるように変更することによって、測線のずれを読みとり誤差内におさめるようにした。したがって、読みとり誤差に影響してくるのは汀線と直角方向の位置のずれを生じるものであり、その誤差の程度を検討

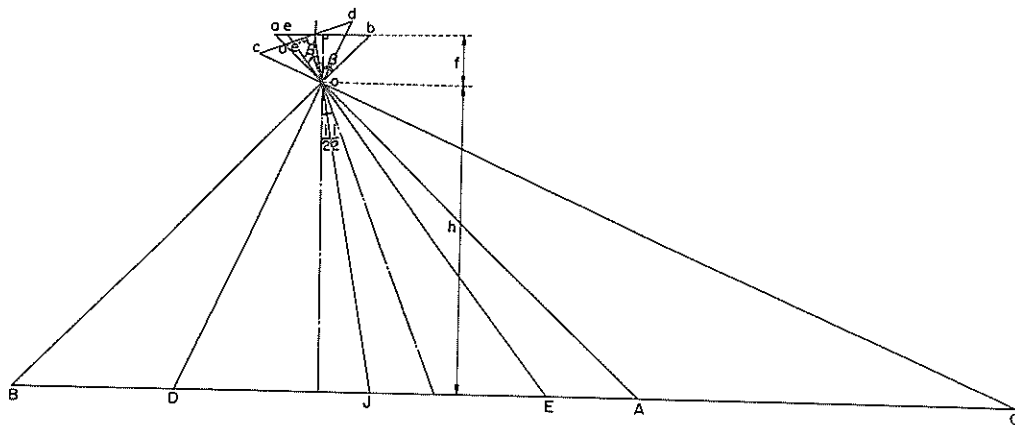


図-2 カメラ軸が鉛直軸から傾いていることによる誤差の検討図

してみる。

図2において次のように記号を定める。

o : レンズの中心

f : レンズの焦点距離

h : 飛行高度

A, B, C, D, E : 地上の撮影対象

a, b, c, d, e : それぞれ A, B, C, D, E の写真像

i : カメラ軸の鉛直軸からの傾きであり、通常最大 3° である。

β, β' : $\tan \beta, \tan \beta'$ がほぼ写真中心と測点との間の距離を f で除したものに相当する。なお、写真中心と測点との間の距離はほぼ 12 cm 未満である。

j : 等角点と称し、傾いた写真 (cd) 上で、鉛直写真 (ab) と同じ縮尺になる点

$\overline{a'e'}$: 傾いた写真上の測線

\overline{ae} : 鉛直写真上の測線

正弦定理より $\overline{aj}, \overline{a'j}, \overline{ej}, \overline{e'j}$ が次のように求まる。

$$\overline{aj} = f \cdot \sec \frac{i}{2} \cdot \sec \beta \cdot \sin \left(\beta - \frac{i}{2} \right)$$

$$\overline{a'j} = f \cdot \sec \frac{i}{2} \cdot \sec (\beta - i) \cdot \sin \left(\beta - \frac{i}{2} \right)$$

$$\overline{ej} = f \cdot \sec \frac{i}{2} \cdot \sec \beta' \cdot \sin \left(\beta' - \frac{i}{2} \right)$$

$$\overline{e'j} = f \cdot \sec \frac{i}{2} \cdot \sec (\beta' - i) \cdot \sin \left(\beta' - \frac{i}{2} \right)$$

したがって測線長の誤差は次のようになる。

$$\overline{ae} - \overline{a'e'}$$

$$= (\overline{aj} - \overline{ej}) - (\overline{a'j} - \overline{e'j})$$

$$= f \cdot \sec \frac{i}{2} \left\{ \sec \beta \cdot \sin \left(\beta - \frac{i}{2} \right) - \sec \beta' \cdot \sin \left(\beta' - \frac{i}{2} \right) - \sec (\beta - i) \cdot \sin \left(\beta - \frac{i}{2} \right) + \sec (\beta' - i) \cdot \sin \left(\beta' - \frac{i}{2} \right) \right\}$$

今回における作業のように二種類の写真の測線長を比較する場合には、汀線変化の誤差は上式で示される各写真についての測線長の差の形で表わされる。上式に国土地理院撮影の航空写真とほぼ同一の撮影条件である $f = 15 \text{ cm}$ 、 $h = 3000 \text{ m}$ を代入し、 i, β, β' に種々の値を代入して誤差を計算してみたものを表1~表4に示す。誤差が20 m以内となる撮影条件は太線枠で囲まれたものである。

表 1

米軍写真 $\tan \beta = \frac{3}{15}$, $\tan \beta' = \frac{0}{15}$ 単位(m)

$i(^{\circ})$	-3	-2	-1	0	1	2	3
地理院写真	-3	0	2	6	8	10	12
	-2	2	0	4	6	8	10
	-1	6	4	0	2	4	6
	0	8	6	2	0	2	4
$\tan \beta = \frac{3}{15}$	1	10	8	4	2	0	2
$\tan \beta' = \frac{0}{15}$	2	12	10	6	4	2	0
	3	12	10	6	4	2	0

表 2

米軍写真 $\tan \beta = \frac{6}{15}$, $\tan \beta' = \frac{3}{15}$ 単位(m)

$i(^{\circ})$	-3	-2	-1	0	1	2	3
地理院写真	-3	0	8	16	22	28	34
	-2	8	0	8	14	20	26
	-1	16	8	0	6	12	18
$\tan \beta = \frac{6}{15}$	0	22	14	6	0	6	12
$\tan \beta' = \frac{3}{15}$	1	28	20	12	6	0	6
	2	34	26	18	12	6	0
	3	38	30	22	16	10	4

表 3

米軍写真 $\tan \beta = \frac{9}{15}$, $\tan \beta' = \frac{6}{15}$ 単位(m)

$i(^{\circ})$	-3	-2	-1	0	1	2	3
地理院写真	-3	0	12	22	34	44	54
	-2	12	0	10	22	32	42
	-1	22	10	0	12	22	32
$\tan \beta = \frac{9}{15}$	0	34	22	12	0	10	20
$\tan \beta' = \frac{6}{15}$	1	44	32	22	10	0	10
	2	54	42	32	20	10	0
	3	62	50	40	28	18	0

表 4

米軍写真 $\tan \beta = \frac{12}{15}$, $\tan \beta' = \frac{9}{15}$ 単位(m)

$i(^{\circ})$	-3	-2	-1	0	1	2	3
地理院写真	-3	0	16	32	48	62	76
	-2	16	0	16	32	46	60
	-1	32	16	0	16	30	44
$\tan \beta = \frac{12}{15}$	0	48	32	16	0	14	28
$\tan \beta' = \frac{9}{15}$	1	62	46	30	14	0	14
	2	76	60	44	28	14	0
	3	88	72	56	40	26	0

2.4.3 潮位差にもとづく誤差

53)

表5に解析箇所におけるH.W.L.とL.W.L.との差、表6に代表的な前浜勾配の概略値を示す。潮位差にもとづく誤差は、ほぼH.W.L.とL.W.L.との差と、前浜勾配の逆数とを乗じた値になる。茨城海岸(鹿島灘)、千葉海岸(九十九里浜)の2箇所については、誤差は50~100 mにも達するが、他の箇所における誤差は10~20 m程度である。

表5 H.W.L.とL.W.L.との差

(単位m)

青森東海岸 (陸奥小川原海岸)	八戸港	1.25	茨城海岸 (鹿島灘)	小名浜港	1.27
秋田海岸	秋田港	0.19	"	日立港	0.85
"	船川港	0.15	"	大洗港	0.83
"	酒田港	0.48	千葉海岸 (九十九里浜)	銚子	1.22
新潟海岸	新潟港	0.34	神奈川海岸 (相模湾海岸)	湘南港	1.11
"	直江津港	0.54	"	葉山港	1.56
"	柏崎港	0.49	静岡海岸 (駿河湾海岸)	清水港	1.67
"	寺泊港	0.25	"	田子浦港	1.57
"	岩船港	0.30	"	沼津港	1.65
宮城海岸 (仙台湾海岸)	石巻港	1.10	静岡愛知海岸 (遠州灘)	浜名港	1.03
			"	御前崎港	1.67

表6 前浜勾配の概略値

青森東海岸 (陸奥小川原海岸)	五戸川	1/8	茨城海岸 (鹿島灘)	鹿島港北	1/30
"	淋代	1/10~1/15	"	鹿島港南	1/50
"	鷹架沼口	1/15	"	那珂湊港	1/35
"	北川沢	1/7	千葉海岸 (九十九里浜)	九十九里町海岸	1/40~1/100
秋田海岸	秋田港	1/50	神奈川海岸 (相模湾海岸)	辻堂海岸	1/15
"	酒田港	1/25	静岡海岸 (駿河湾海岸)	田子浦港西	1/10
新潟海岸	新潟西海岸	1/20	"	田子浦港東	1/7
"	新潟東港	1/30	"	三保半島	1/8
"	直江津	1/25	静岡愛知海岸 (遠州灘)	伊良湖港	1/8
宮城海岸 (仙台湾海岸)	七北田川河口	1/15	"	恋路ヶ浜	1/15~1/20
"	名取川河口	1/6	"	日出	1/10
"	阿武隈川河口	1/9			

2.4.4 誤差を考慮したデータの見方

以上のように各々の誤差範囲が検討されるが、著者らの作業中における検討によると、本解析におけるデータの信頼限界は20~30m程度と判断された。また隣接地点からのデータの接続がうまくいっている場合、隣接する数箇所

の海浜変形データが一貫した傾向を示している場合には、データの信頼度は相当高いものと考えられる。隣接データの接続がうまくいかず、30~50m程度の接合誤差の生じている所も存在するが、そのような地点については、データの見方に注意する必要がある。

3. 汀線変形解析結果

3.1 青森東海岸（陸奥小川原海岸）

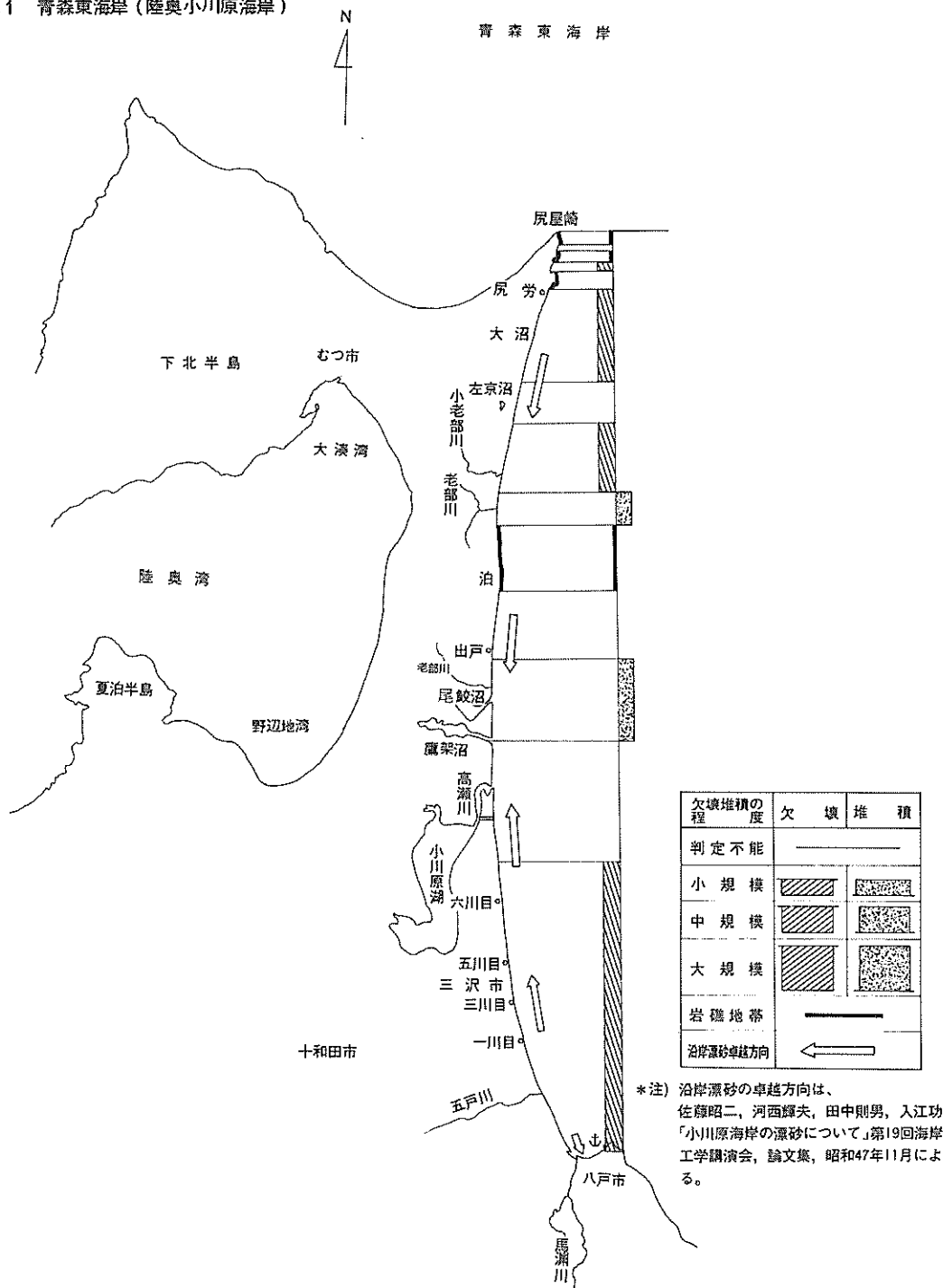
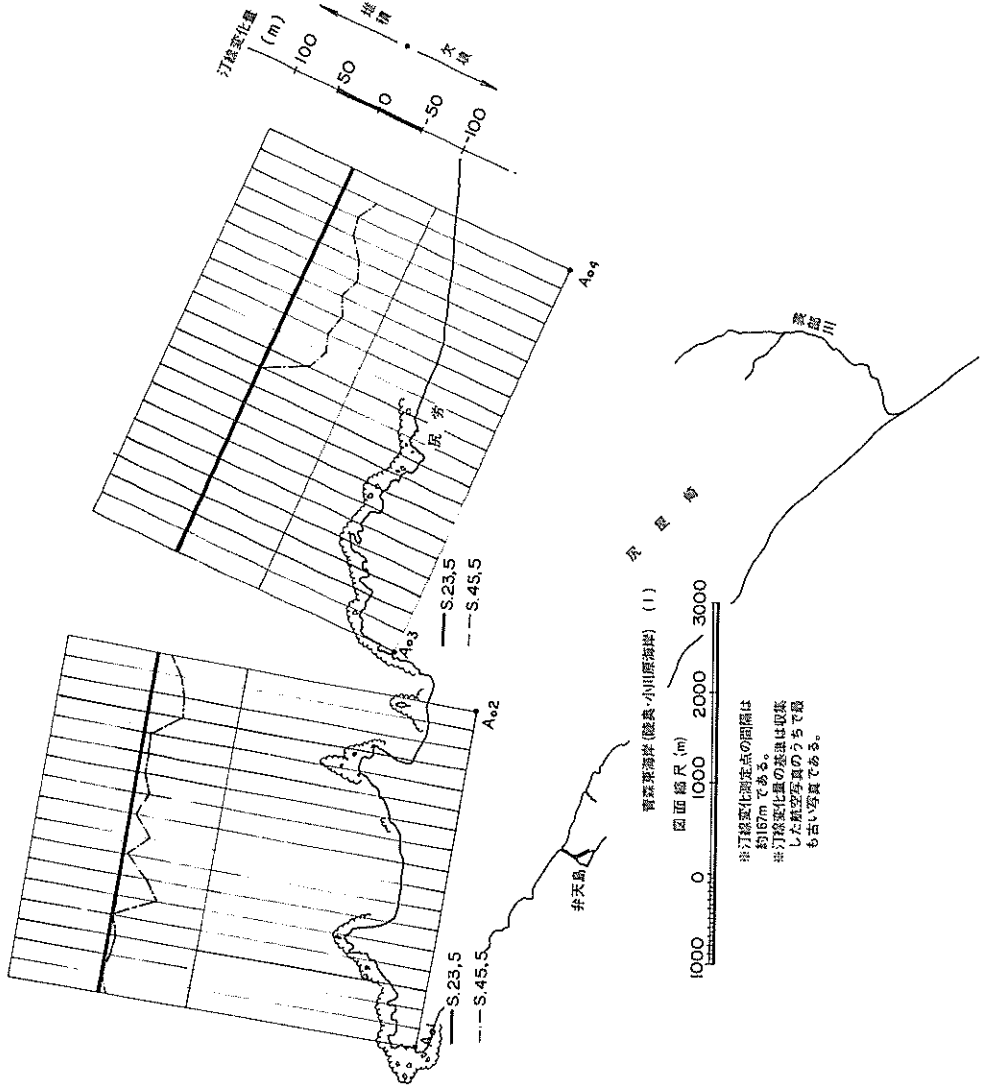
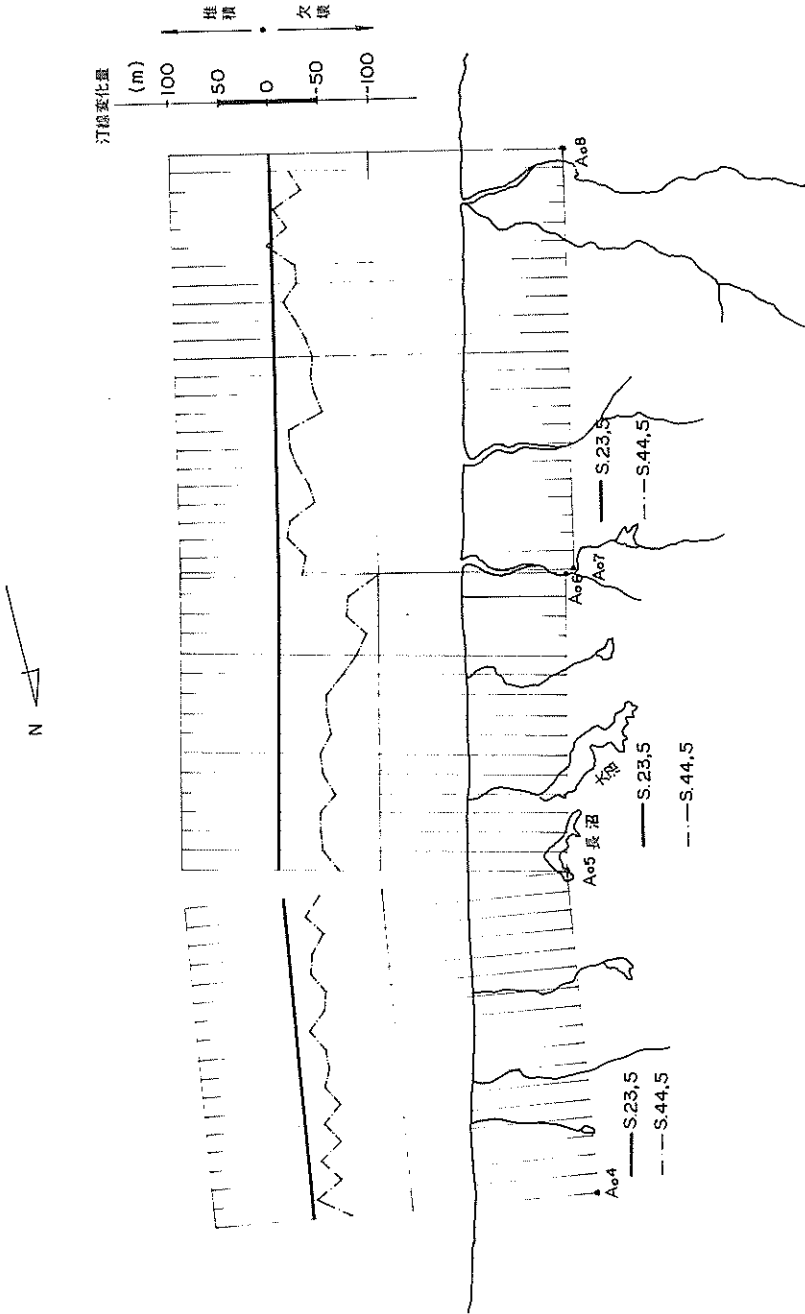
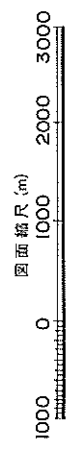


図-3 青森東海岸（陸奥小川原海岸）海浜変形総括図
（漂砂の卓越方向は参考文献11）による）





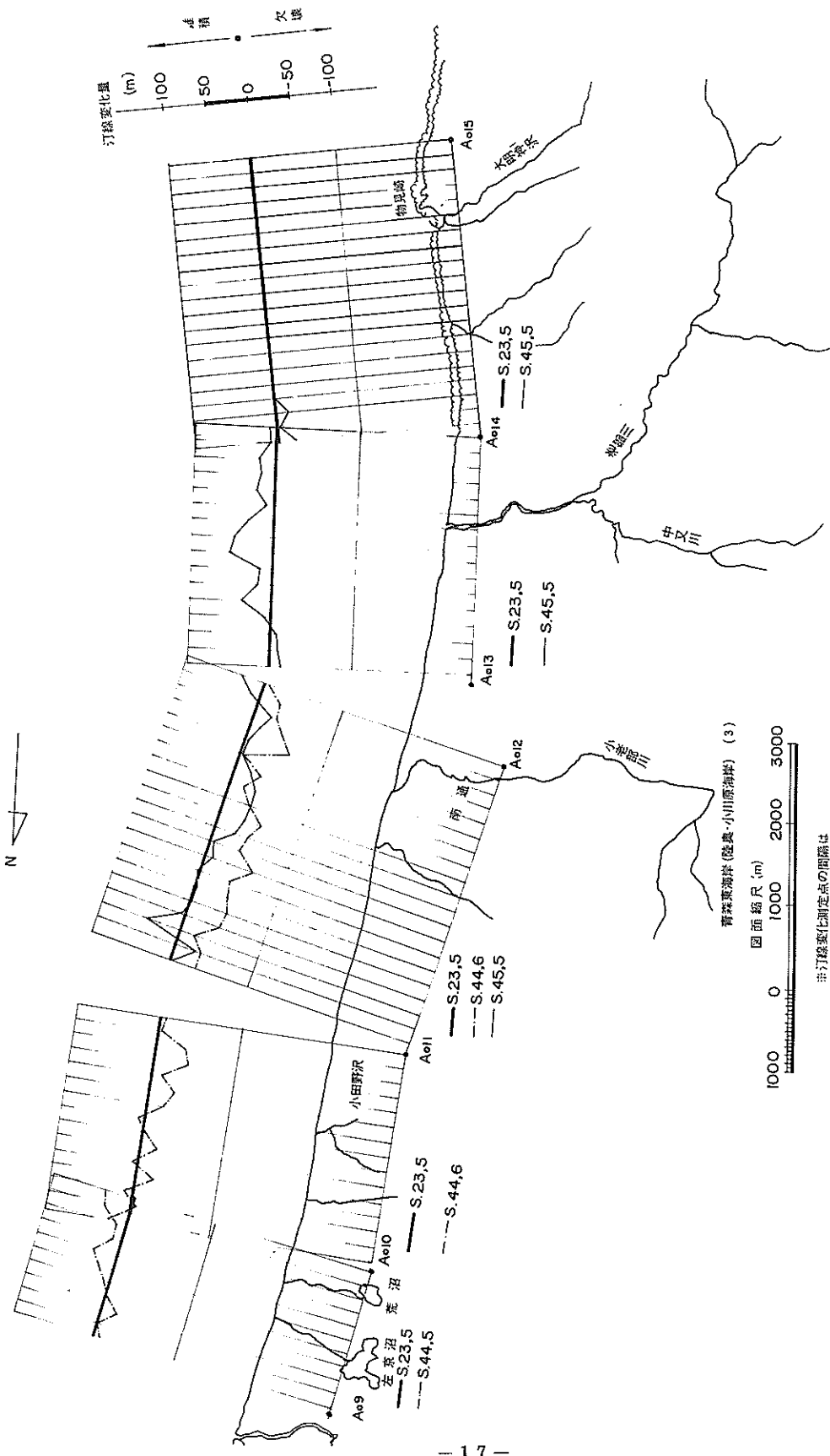
青森東海岸(陸奥-小川原海岸) (2)



※ 汀線変化測定点の間隔は約167mである。
 ※ 汀線変化量の基準は写真した航空写真のうち最も古い写真である。

図-5

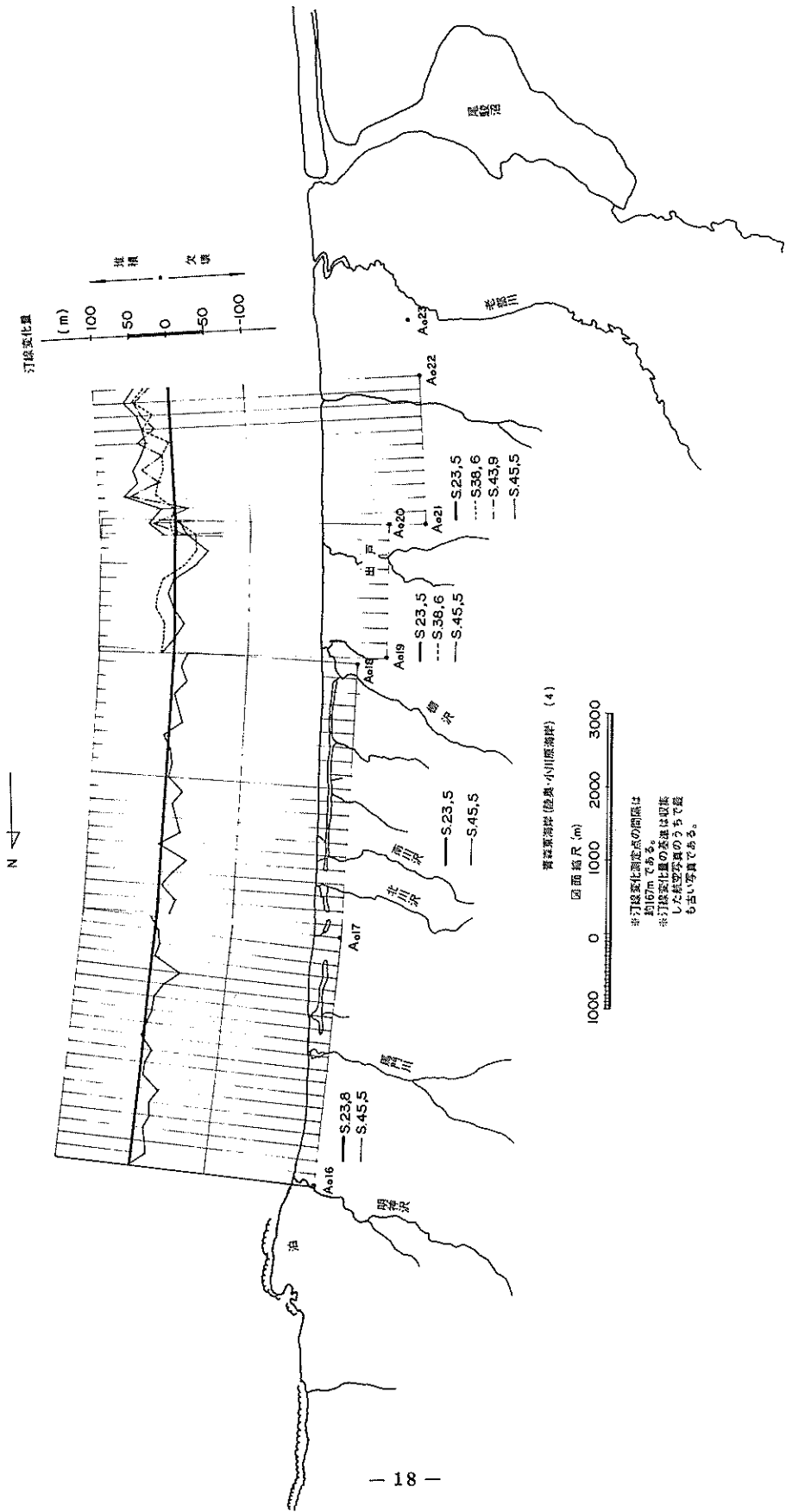
A₀₆ と A₀₇ の間に接合誤差が存在している



※ 汀線変化測定点の間隔は
 約167mである。
 ※ 汀線変化量の基準は収集
 した航空写真のうちで最
 も古い写真である。

図 - 6

- (1) 小老部川河口は若干欠壊している
- (2) 老部川は排出土量が比較的大きいものと推定され、その河口は堆積している



青森県河川(陸奥、小川原河川) (4)

断面縮尺 (m)
1000 0 1000 2000 3000

※訂正変化測定点の間隔は
約167mである。
※訂正変化量の基礎は即基
した観測点間のうちで最
も近い写真である。

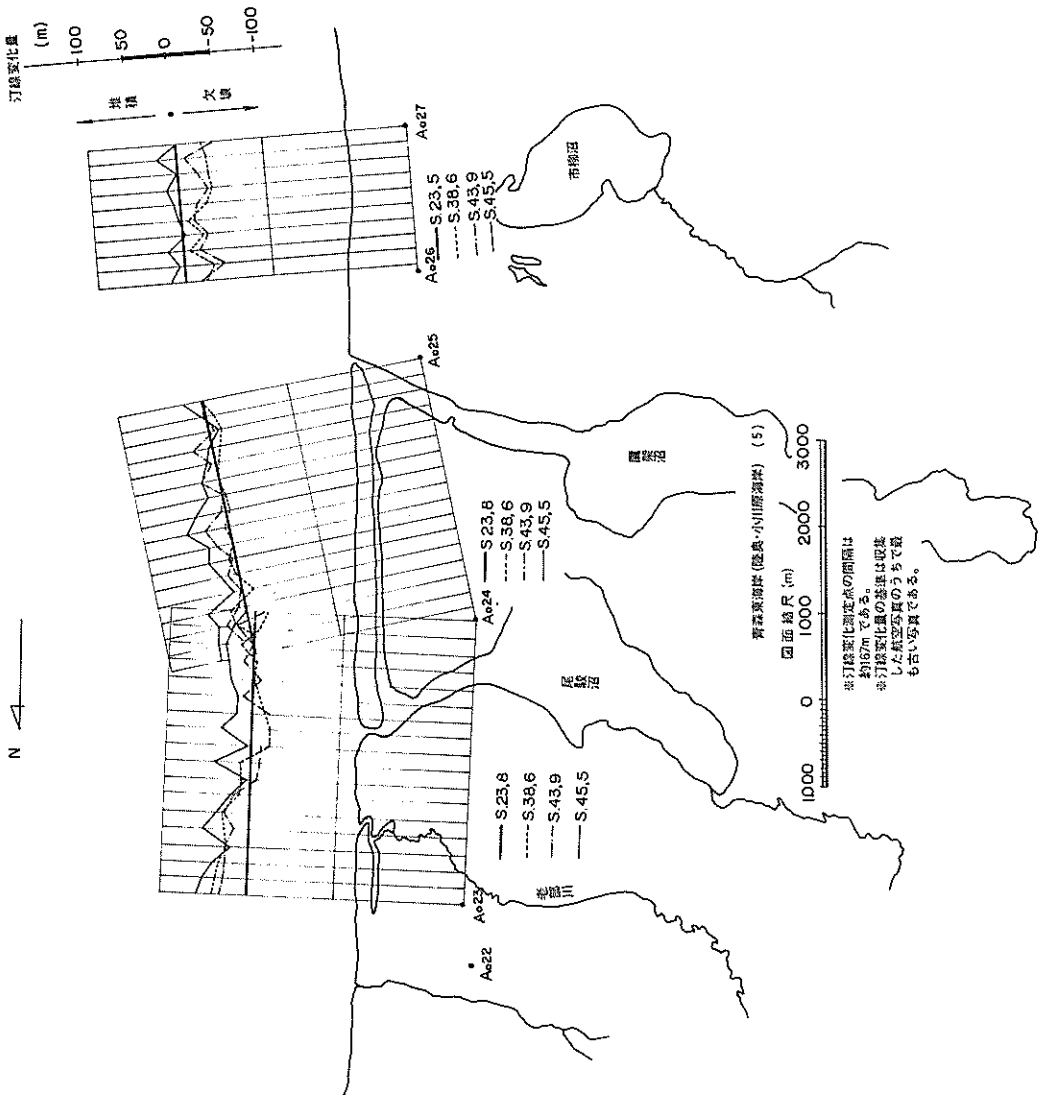


図-8

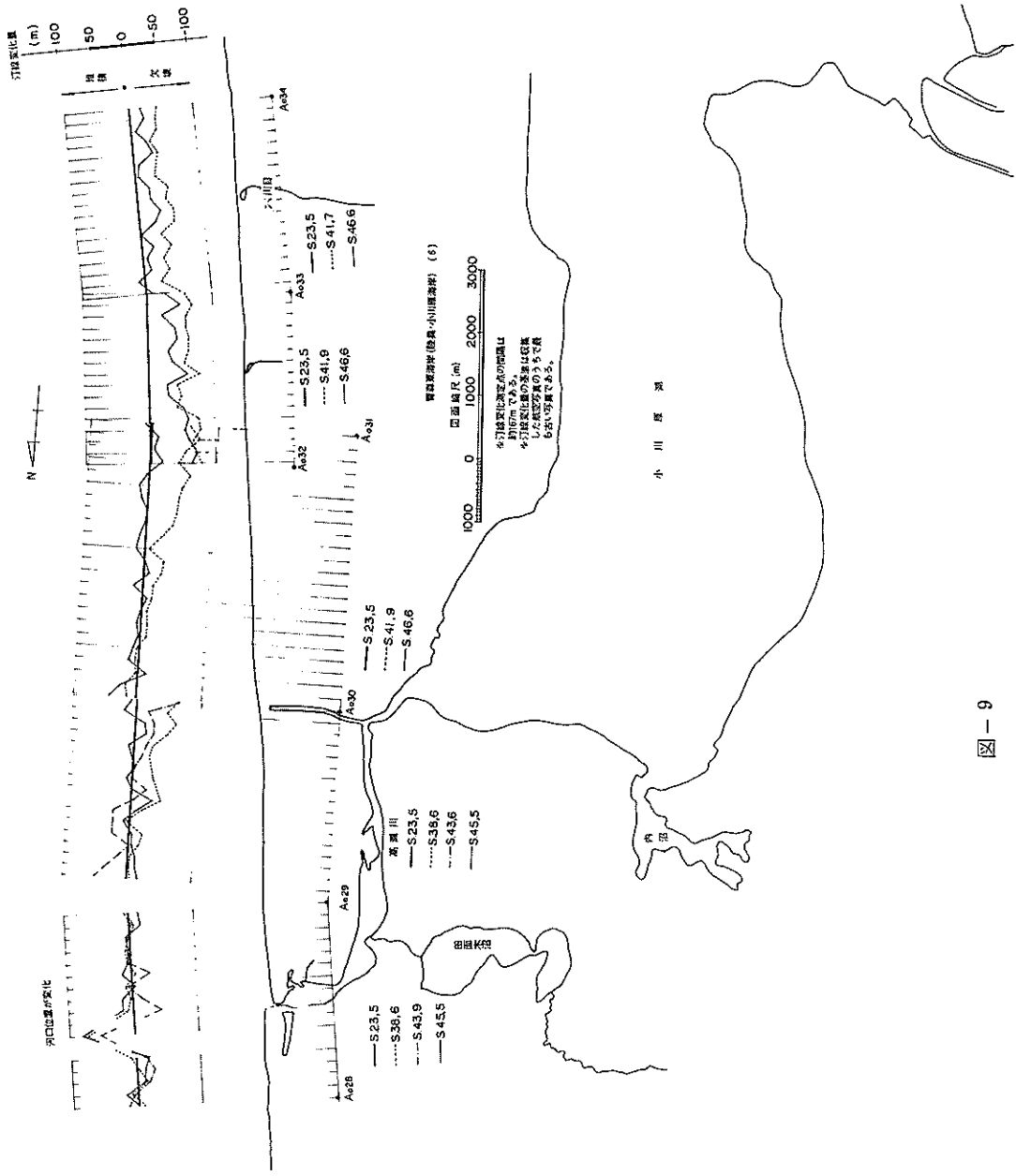
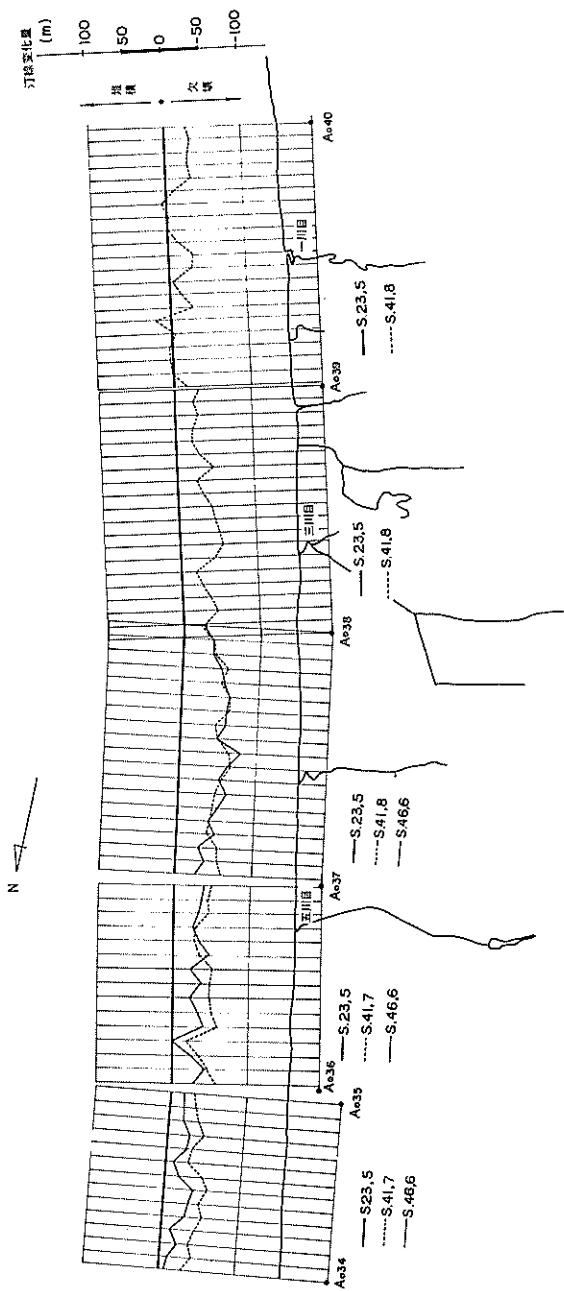


図-9

- (1) A₀₃₀ 地点の放水路は昭和41年～43年に完成。放水路出口に砂州あり。昭和43年～45年に放水路右岸の突堤完成。
- (2) A₀₃₀ 以南は昭和23年～41年に全般的に欠壊。A₀₃₀～A₀₃₇ は昭和41年～46年に約20m堆積。



黒川源流跡 (黒川・小川原跡群) (7)

断面単位, m
1000 0 1000 2000 3000

※打線変化測定点の間隔は約167mである。
※打線変化量の差違は収束した航空写真のうちで最も正しい写真である。



図-10

3.2 宮城海岸（仙台湾海岸）

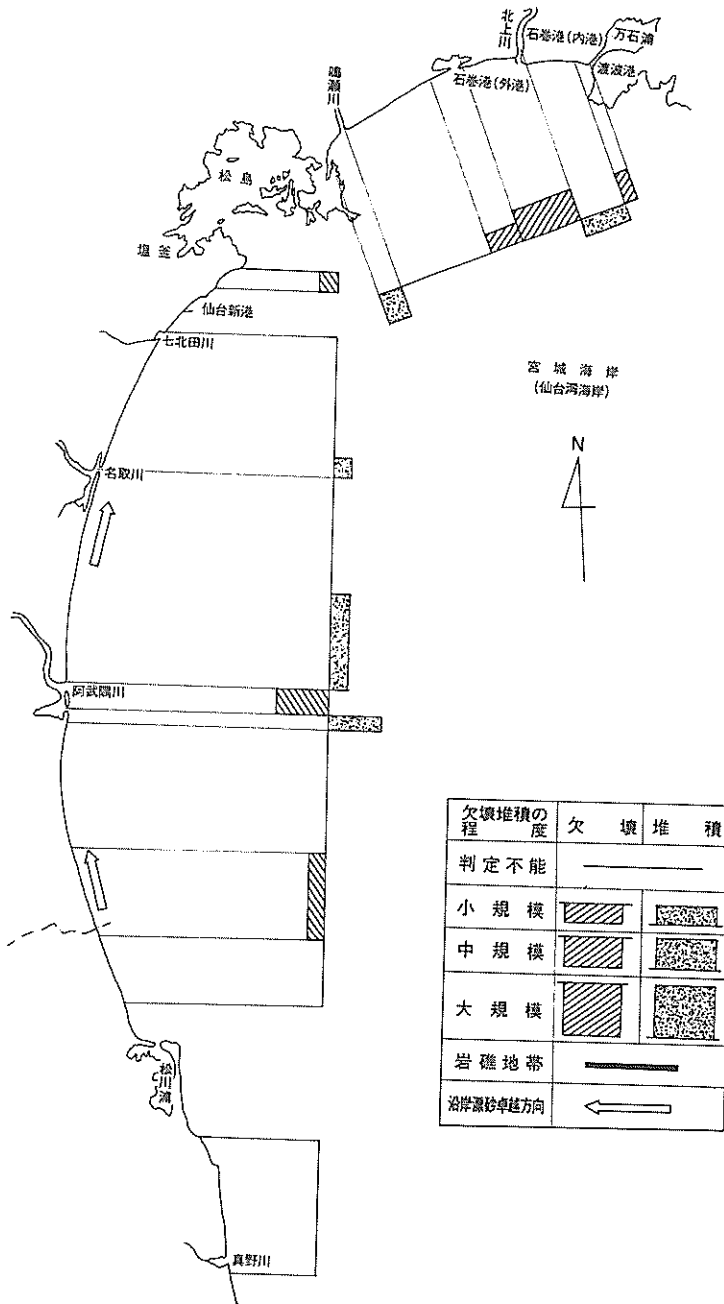
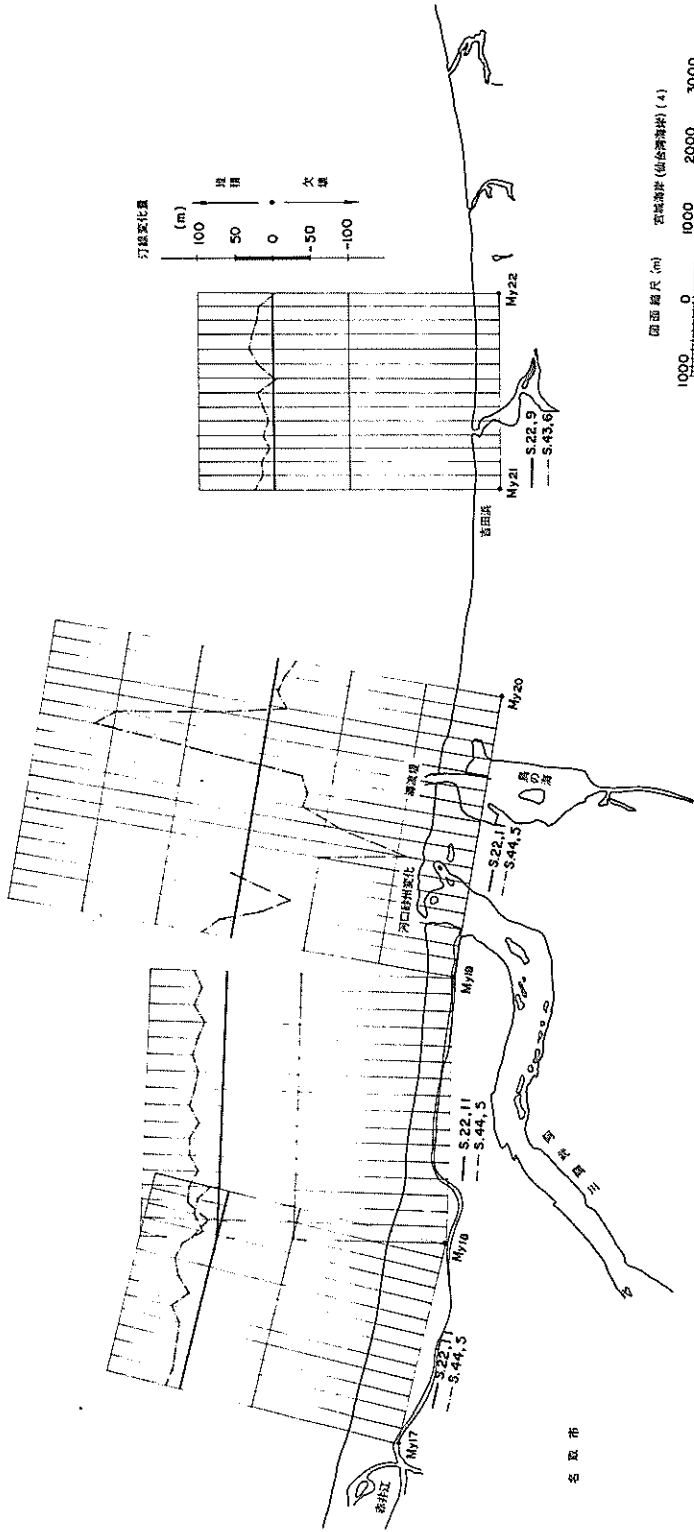


図-12 宮城海岸（仙台湾海岸）海浜変形総括図
 （漂砂の卓越方向は参考文献12）,13）による）



図一16

3.3 福島、茨城海岸（鹿島灘海岸）

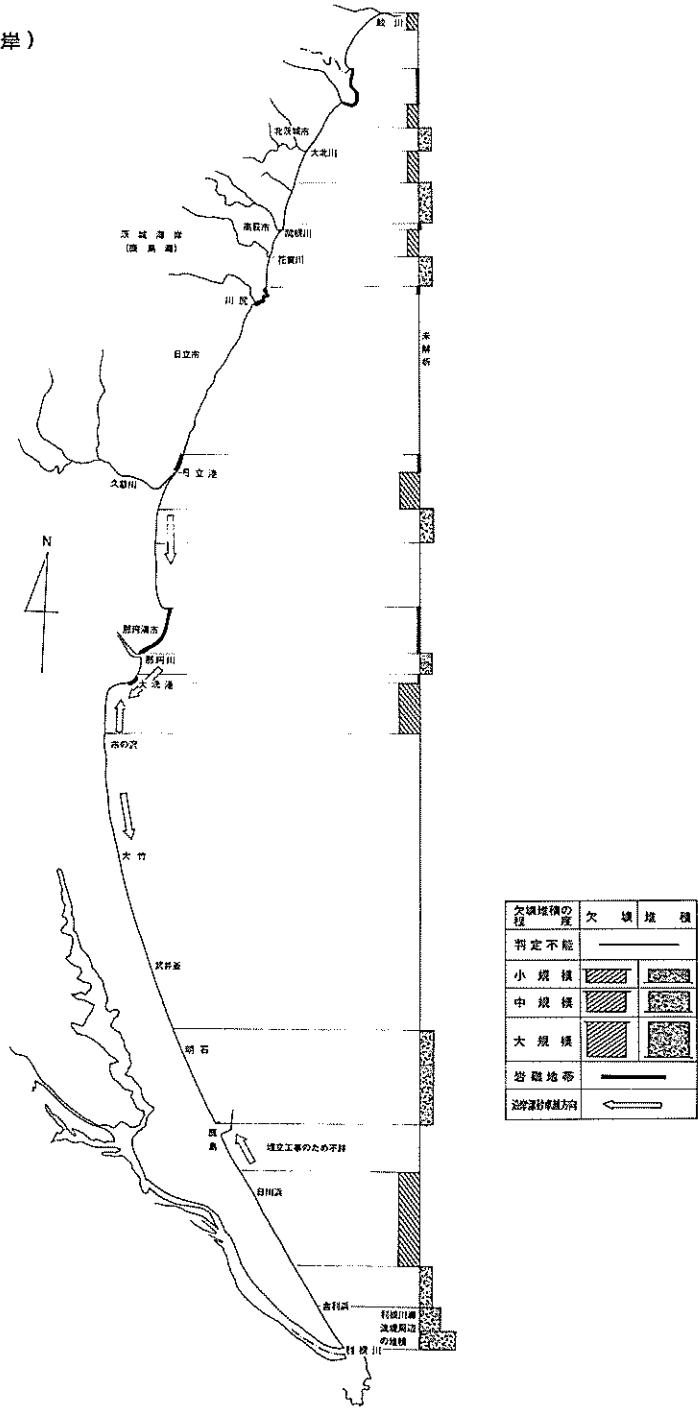


図-19 福島、茨城海岸（鹿島灘海岸）海浜変形総括図
 （漂砂の卓越方向は、参考文献14),15),16),
 17),18),19)による。）

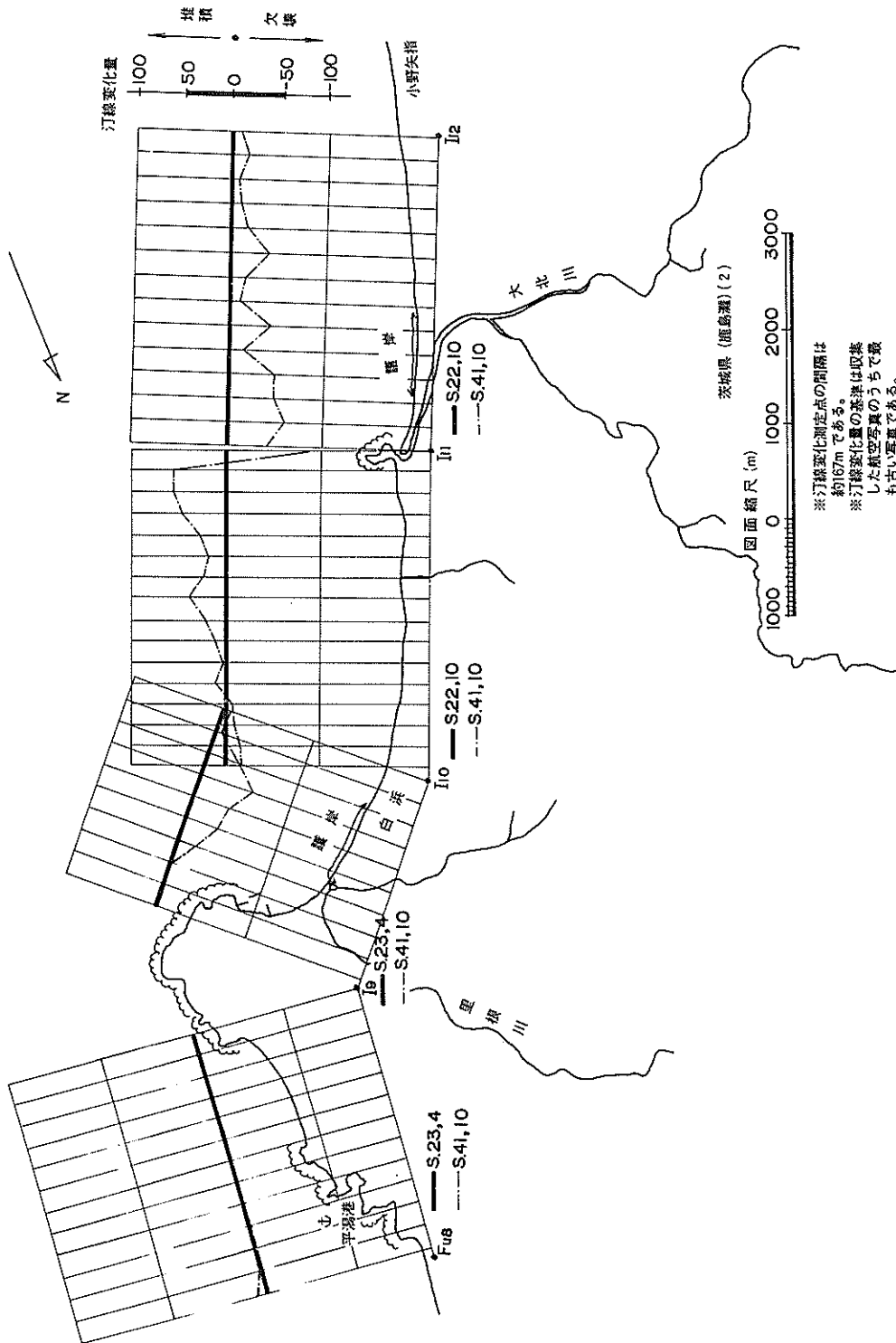
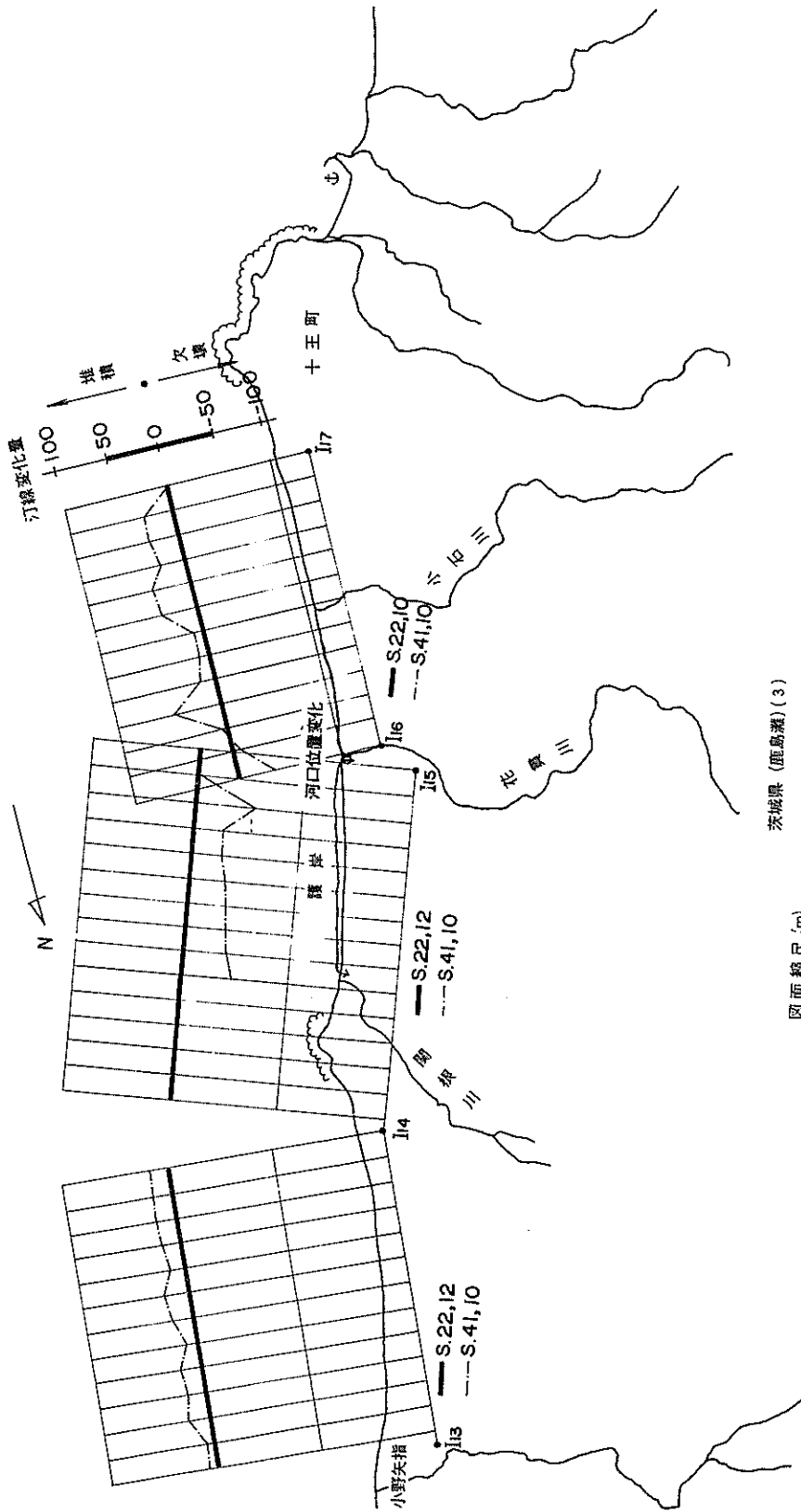


図-21



※汀線変化測定点の間隔は約167mである。
 ※汀線変化量の基準は収集した航空写真のうち最も古い写真である。

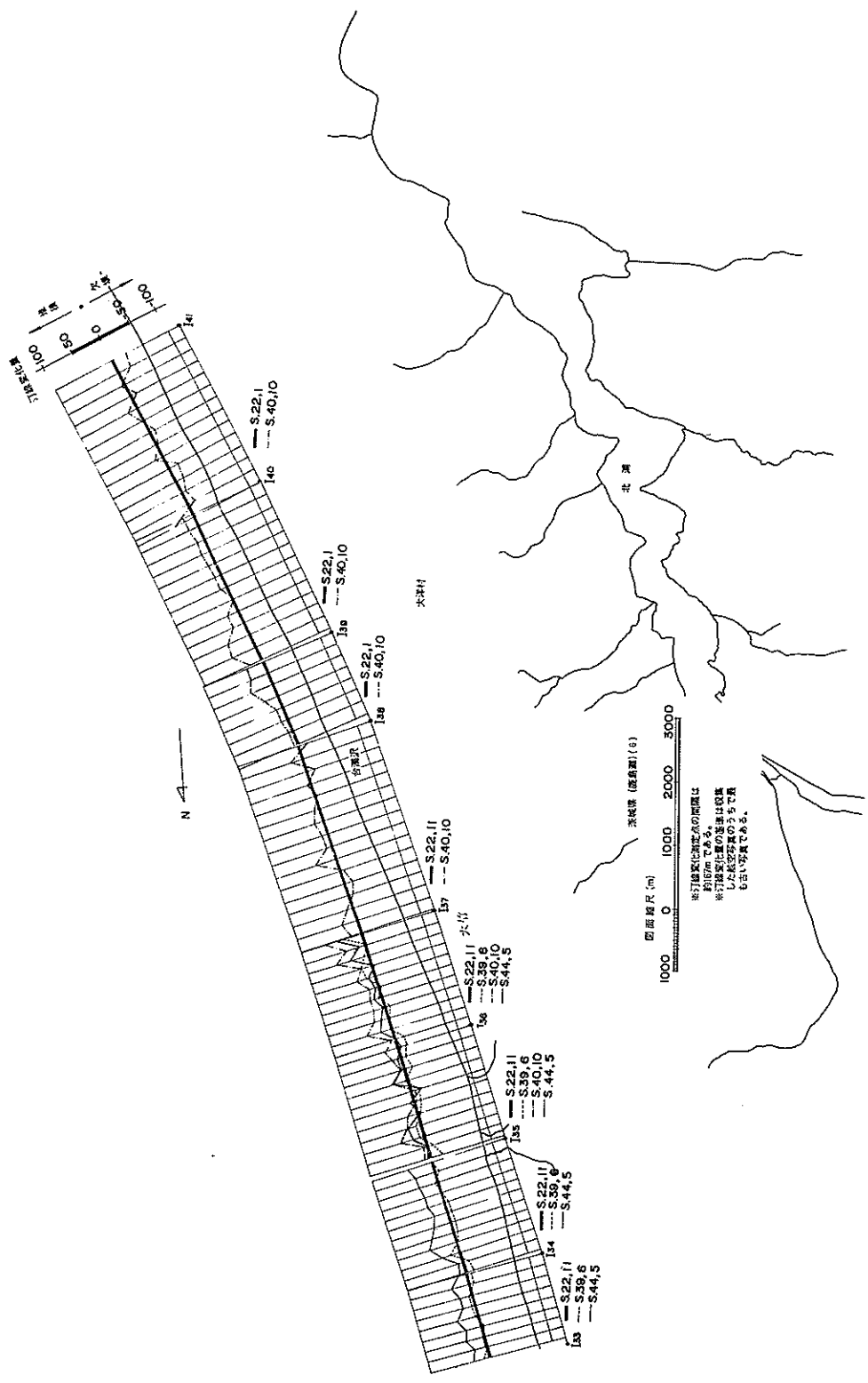
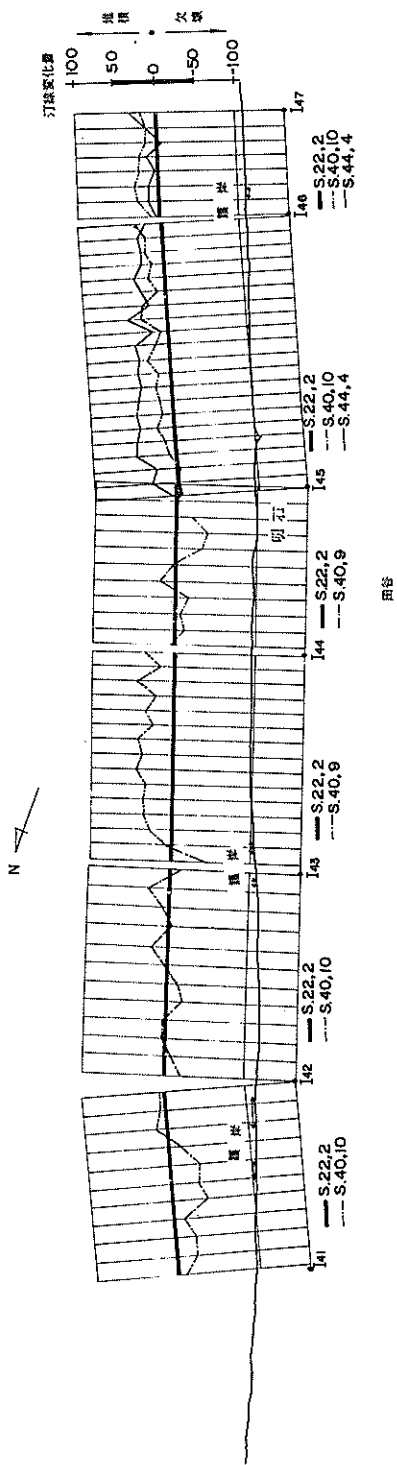


図-25

I₃₉, I₃₈, I₃₇ に接合段差が存在している。



茨城県 (鹿島灘) (7)

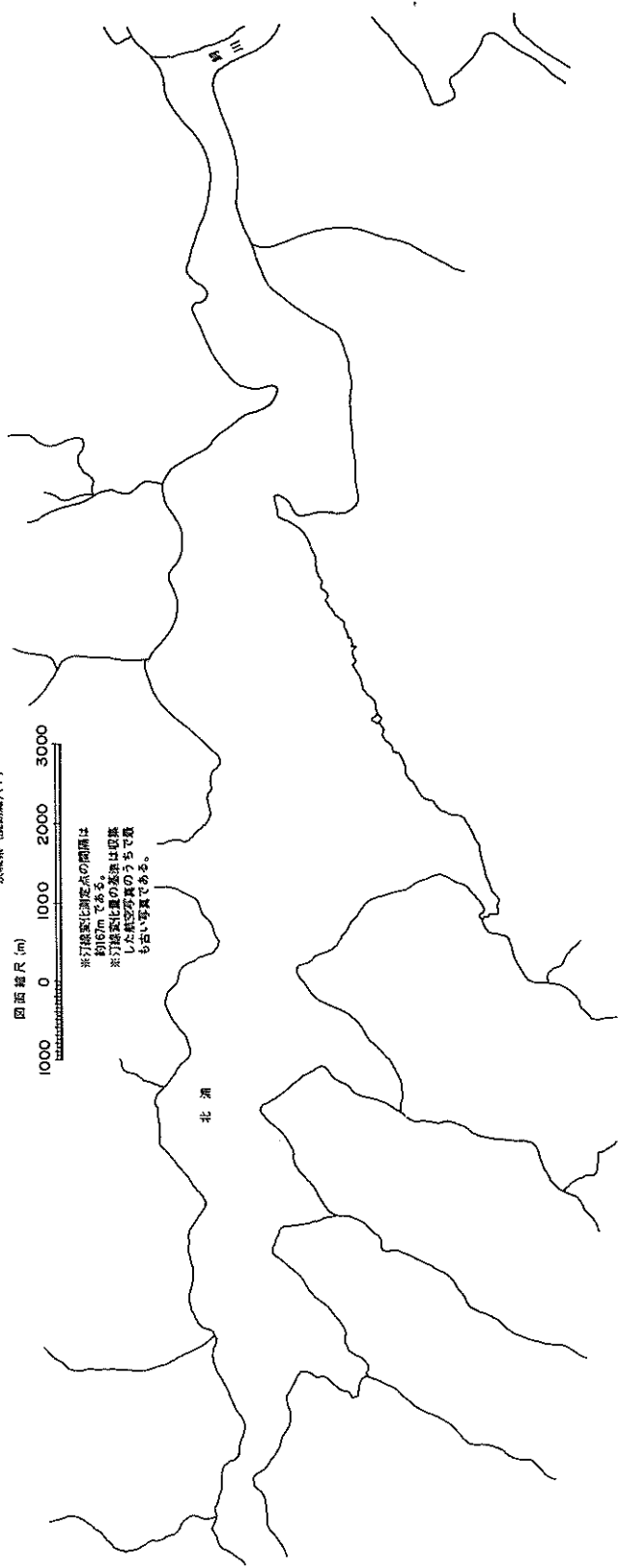
断面縮尺 (m)
1000 0 1000 2000 3000

*打線変化率測定点の間隔は
約16mである。
*打線変化率の求め方は図解
した航空写真のうちで最
も正しい写真である。

鹿島町

田谷

北浜



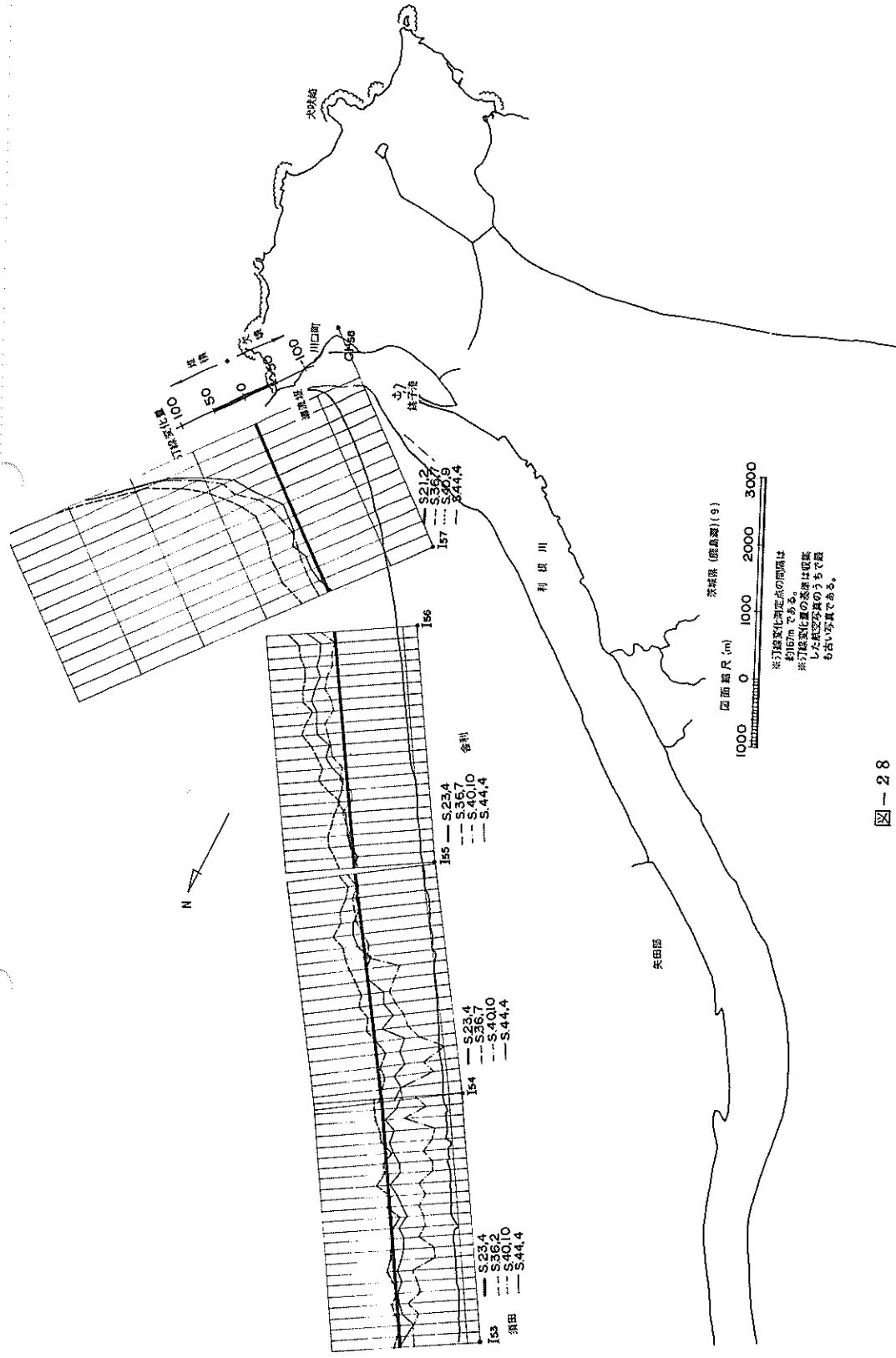


図-28

- (1) I₅₃ ~ I₅₅ は昭和36年~40年に欠壊。昭和40年~44年に堆積(鹿島港南側における土砂投棄の影響)。
- (2) 利根川導流堤北側に堆積。

3.4 千葉海岸（九十九里浜）

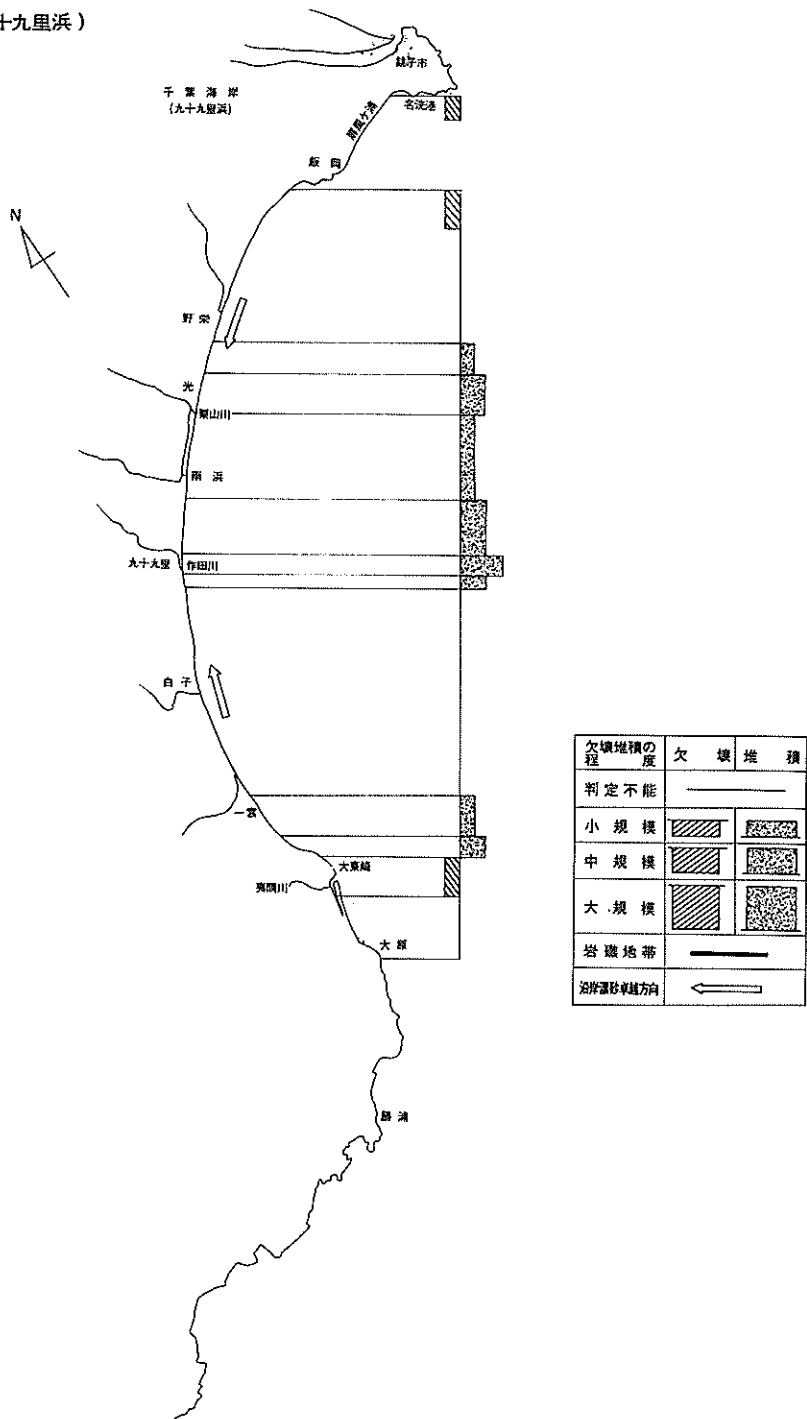


図-29 千葉海岸（九十九里浜）海浜変形総括図（漂砂卓越方向は参考文献25による）

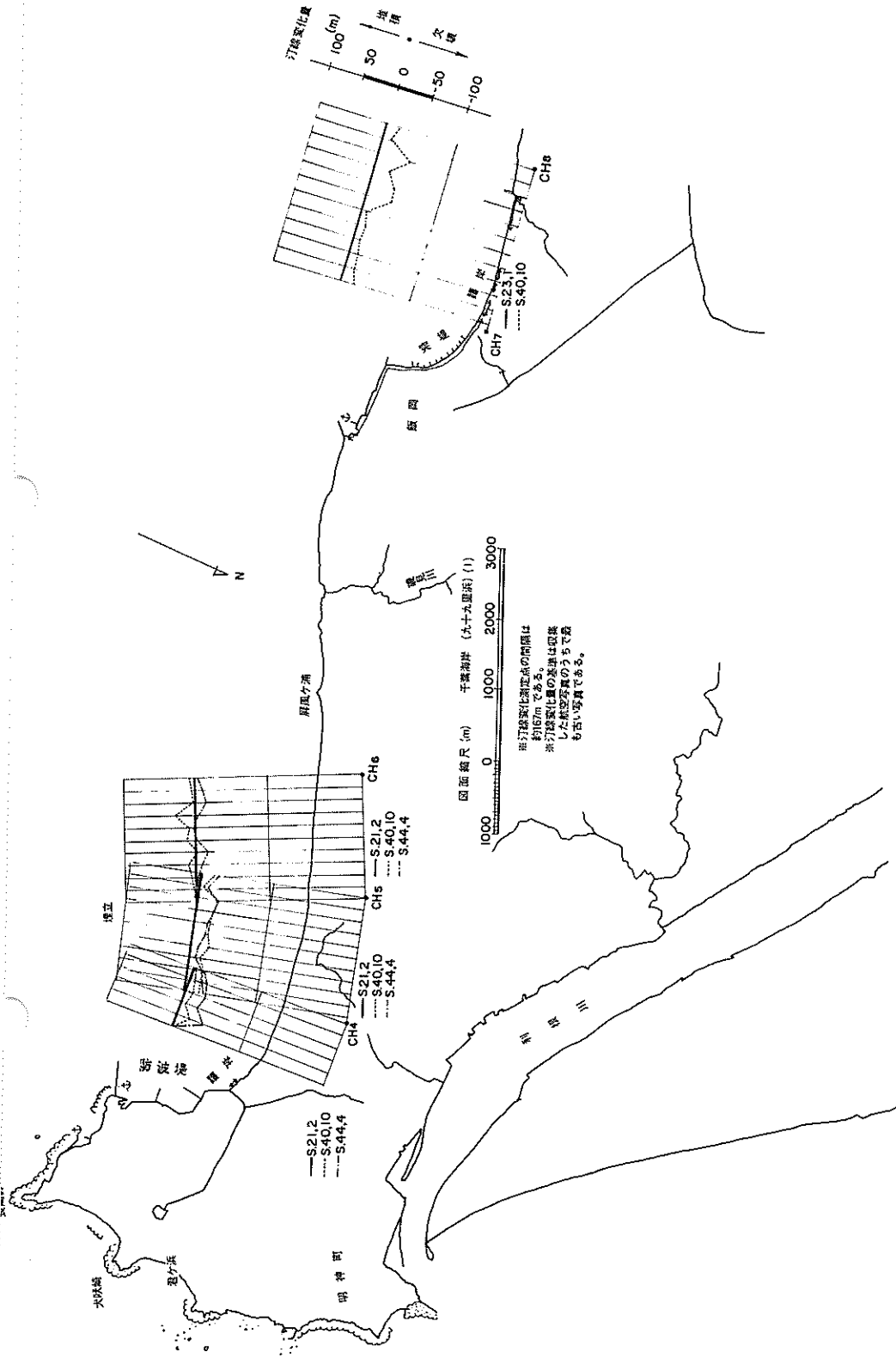


図-30

(1)屏風ヶ浦は海食崖で著名である。20), 21), 22), 23), 24)
 (2)飯岡海岸は古くより欠壊海岸として著名であり²⁴⁾、各種海岸防護施設
 がほどこざれている。

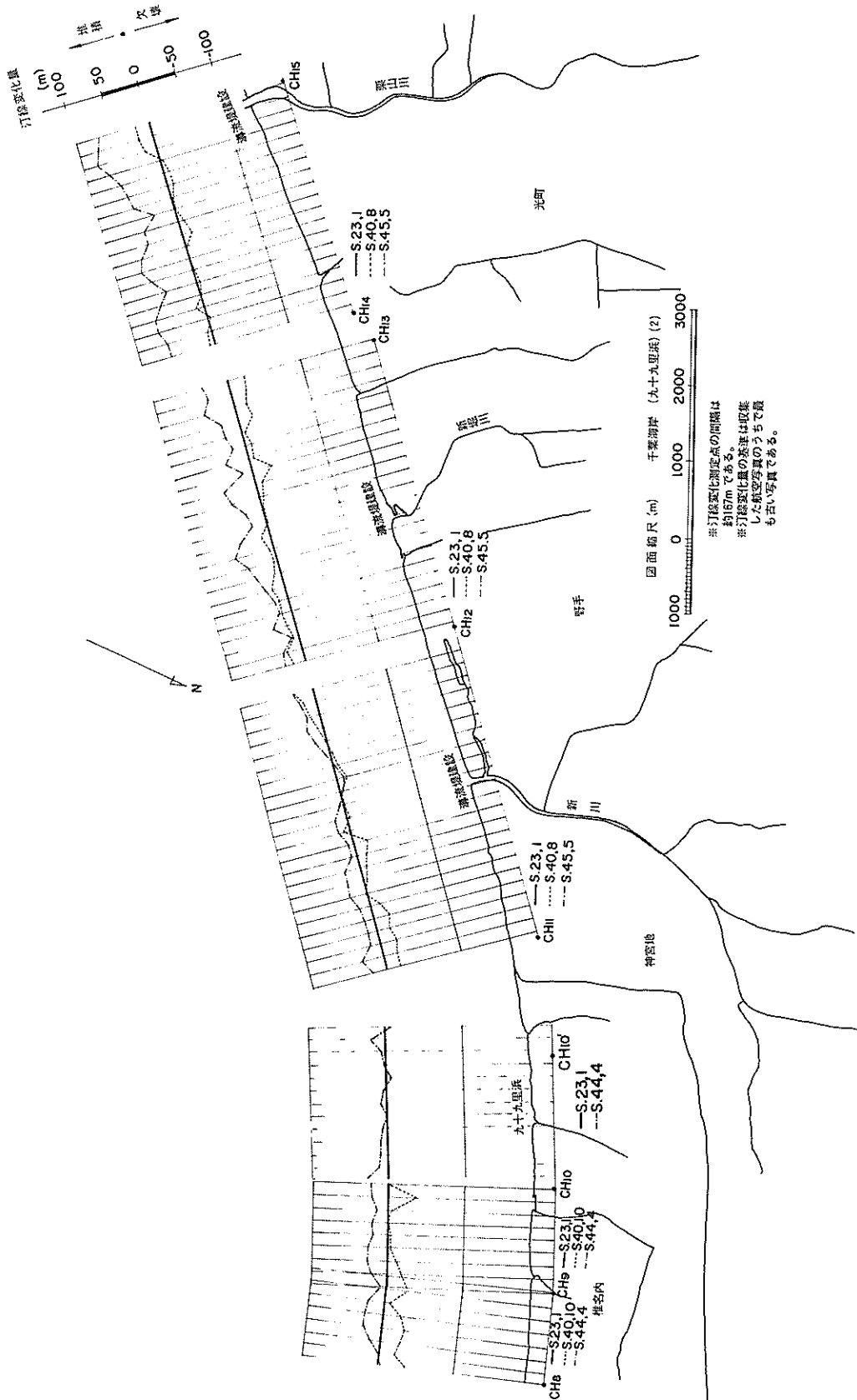


図-31

新川、新堀川、栗山川河口は河口閉塞が激しいため、導流堤が建設されている。

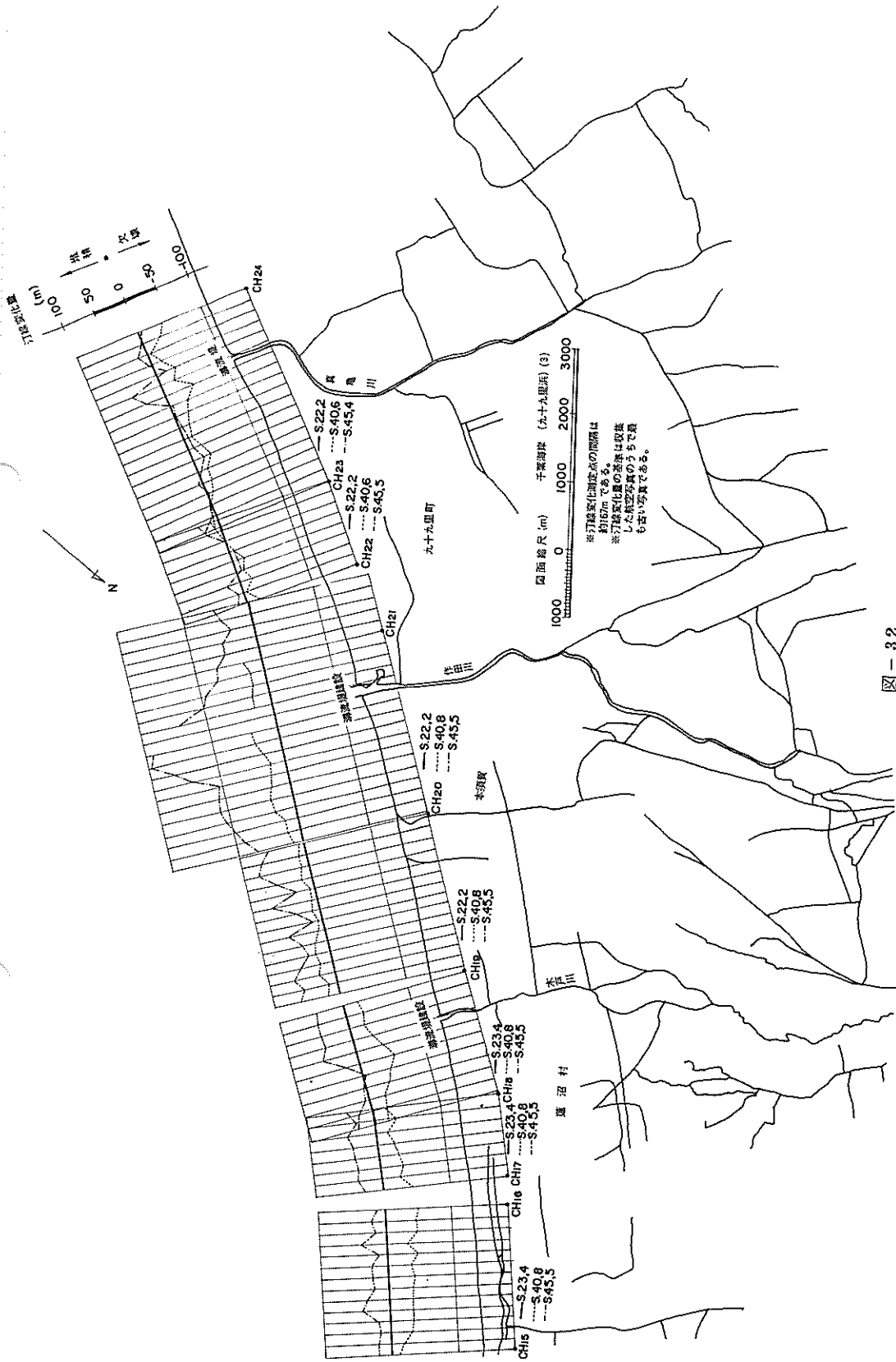
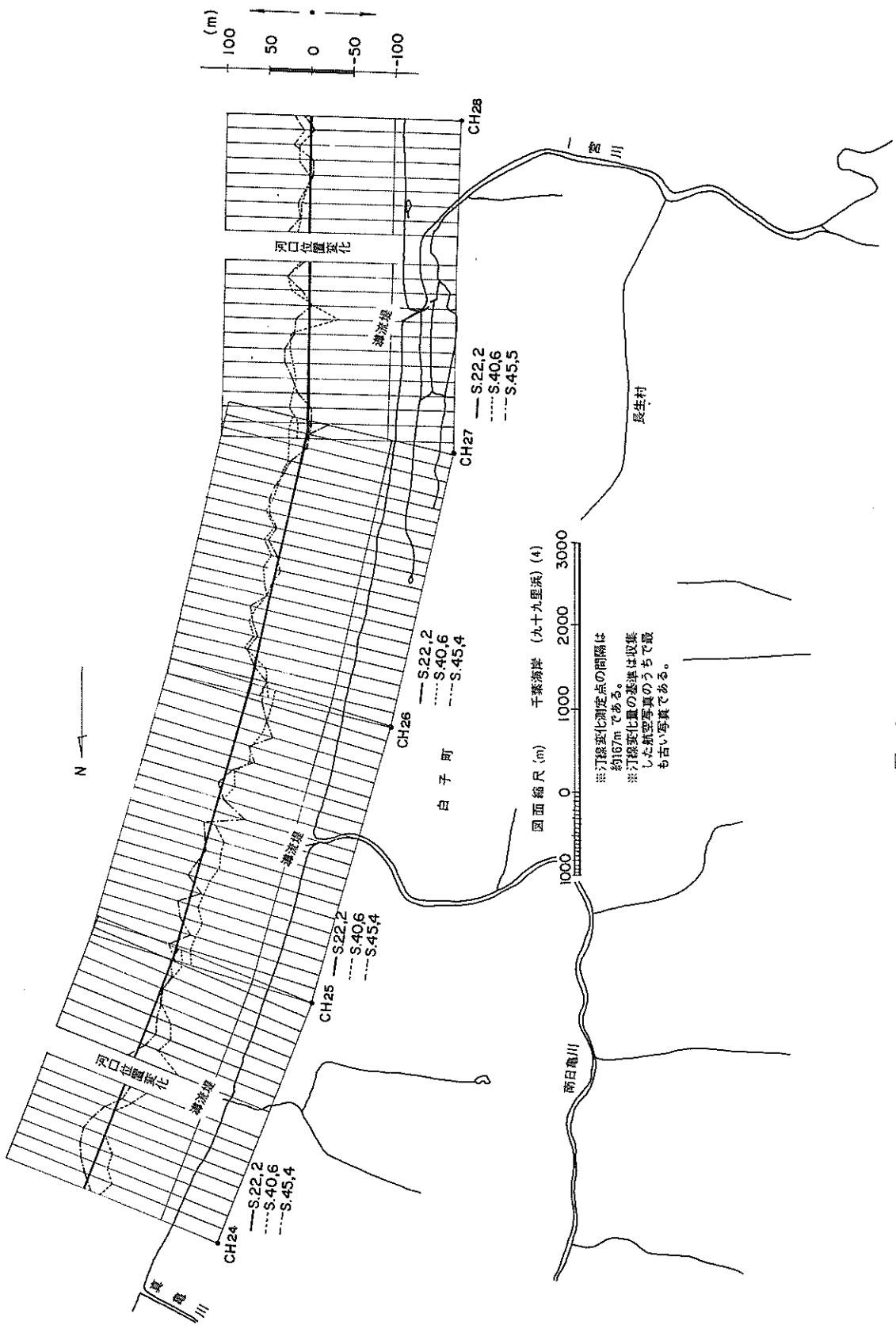
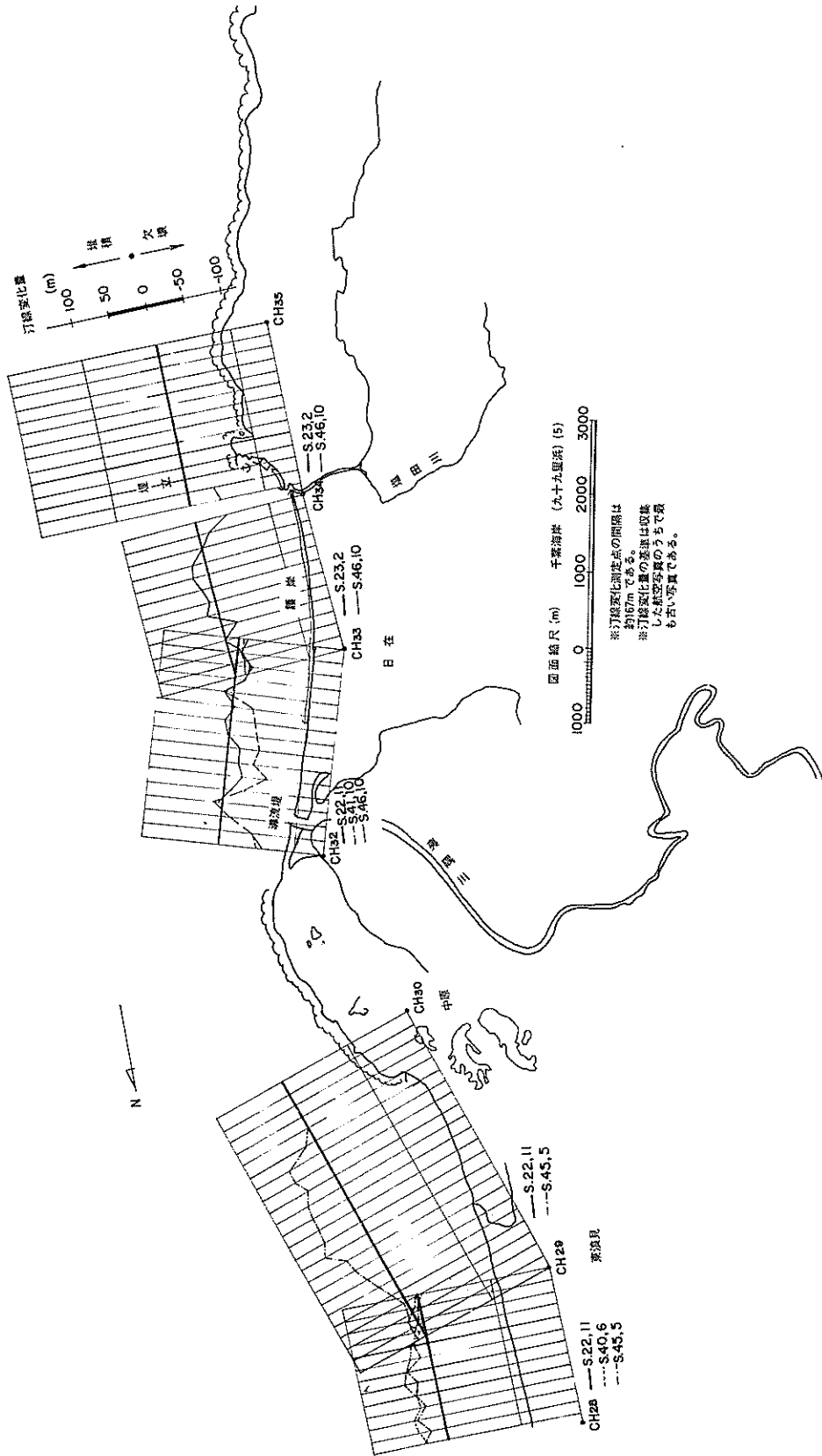


図 - 32

木戸川、作田川、真亀川河口は河口閉塞が激しいため、導流堤が建設されている。
 作田川河口導流堤は、昭和40年～45年に延長工事が行なわれている。





3.5 基岩三折垂（造陸後海岸）

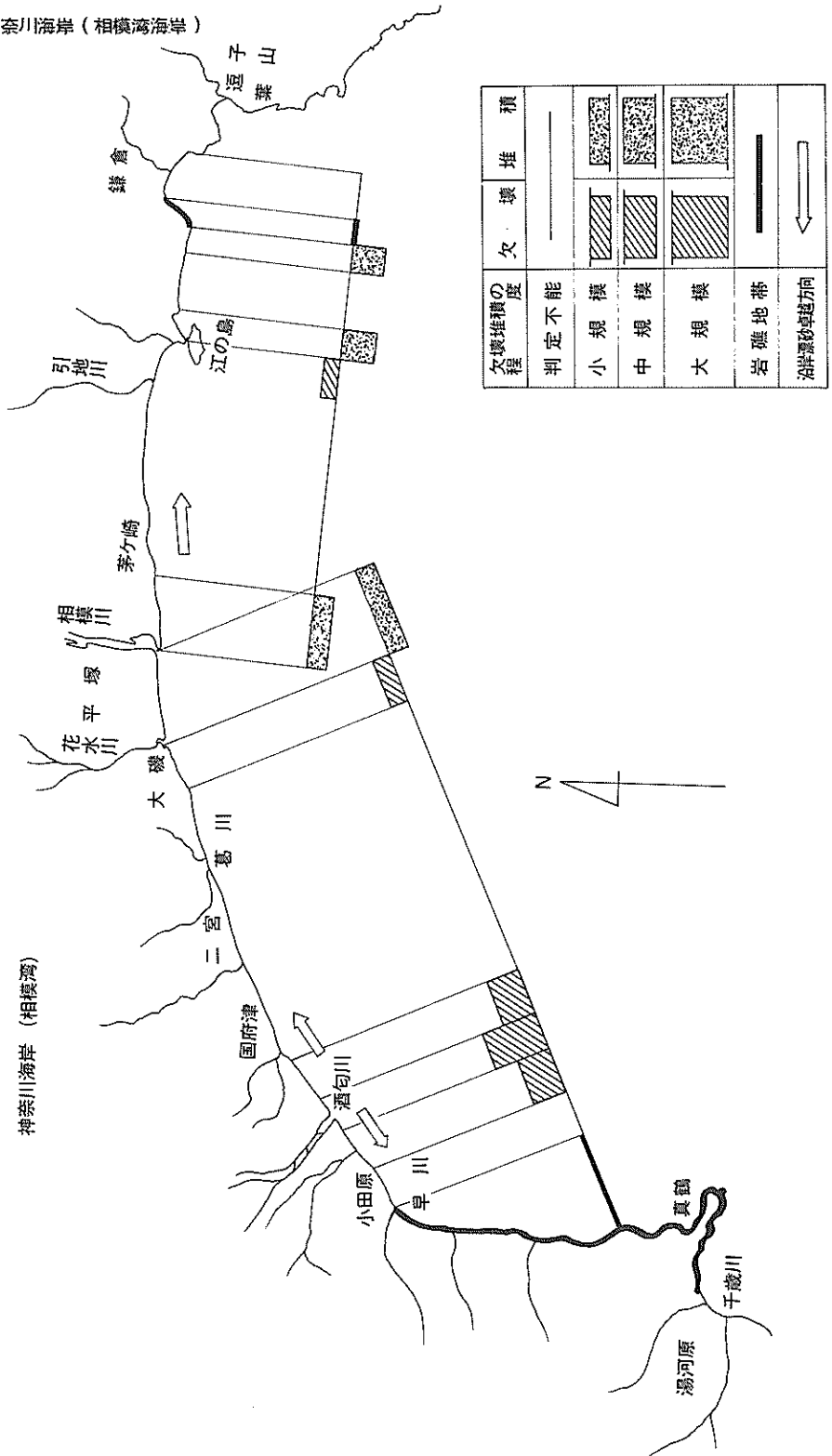
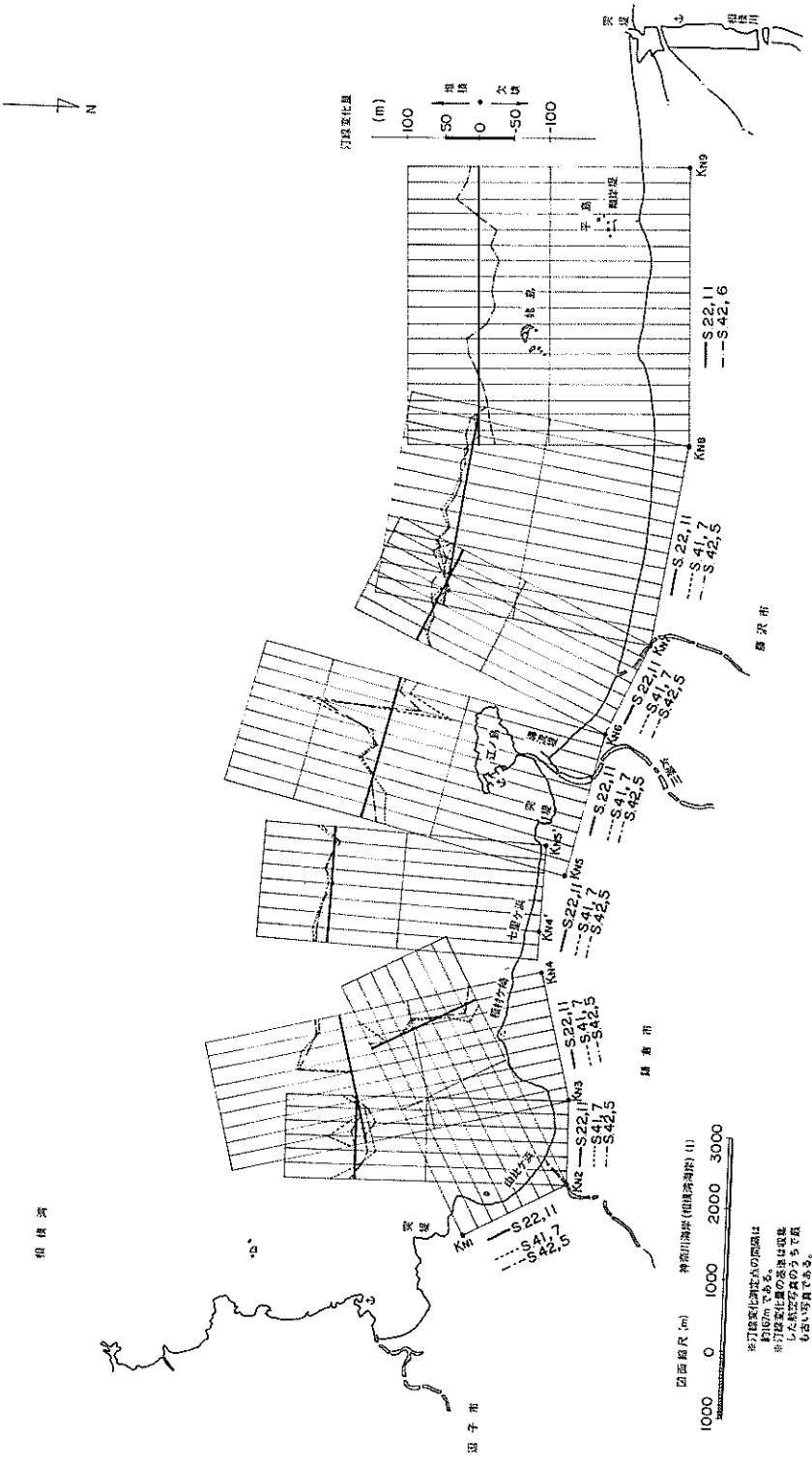


図-35 神奈川海岸（相模湾）海岸変形総括図
 （漂砂の卓越方向は参考文献26）、27、28による。）



相模川

舞沢市

船橋市

相模川

図一 36
 (1) 江ノ島東側はヨットハーバーの建設の影響による堆積。
 (2) 江ノ島西側は導流堤の影響による欠減。

※江ノ島水防工事の範囲は約10kmである。
 ※この水防工事の範囲は現地の地形に準じており、必ずしもこの範囲でなければならない。

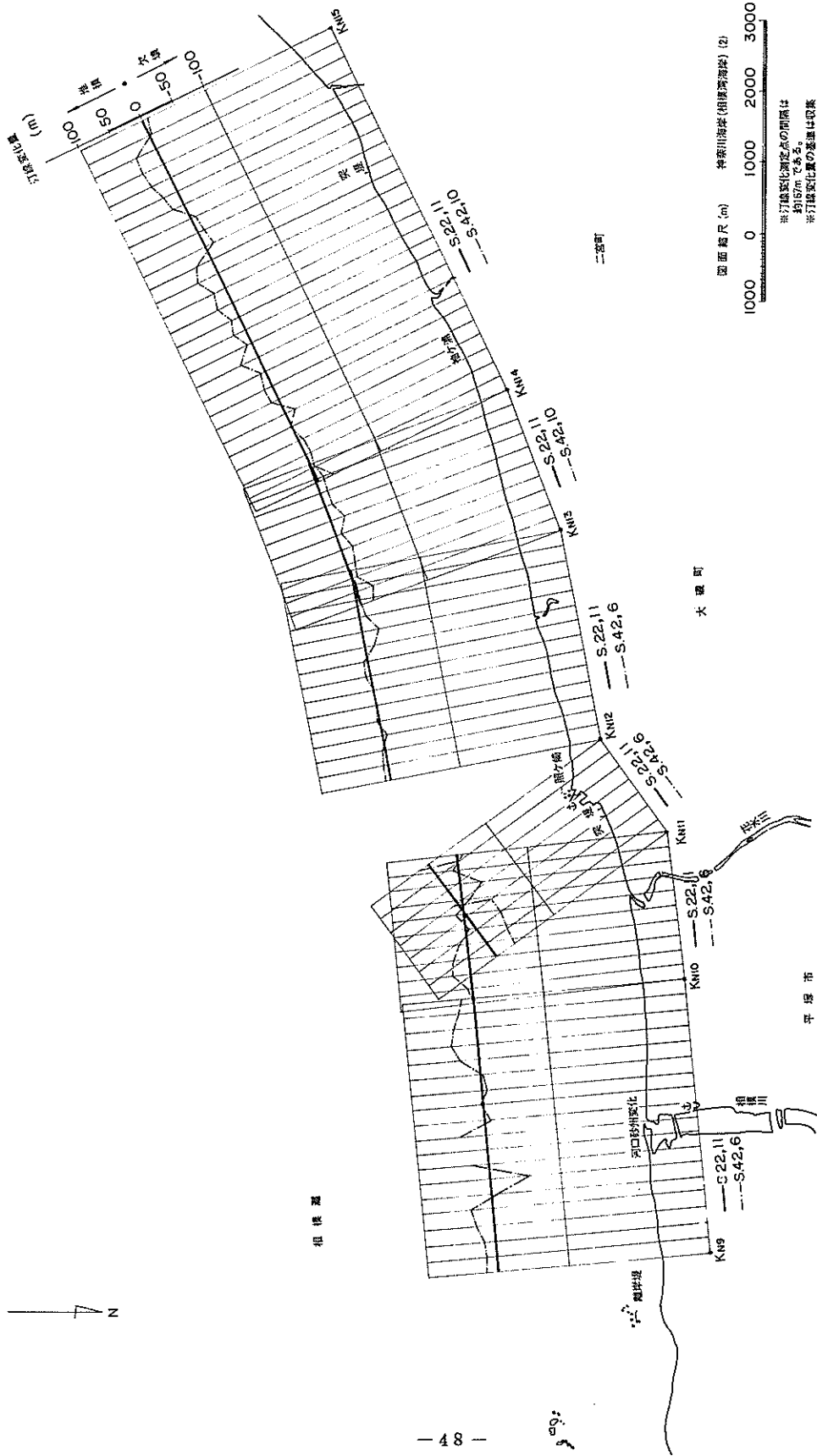


図-37

KN9 に接合段差が存在している。

3.6 静岡海岸（駿河湾海岸）

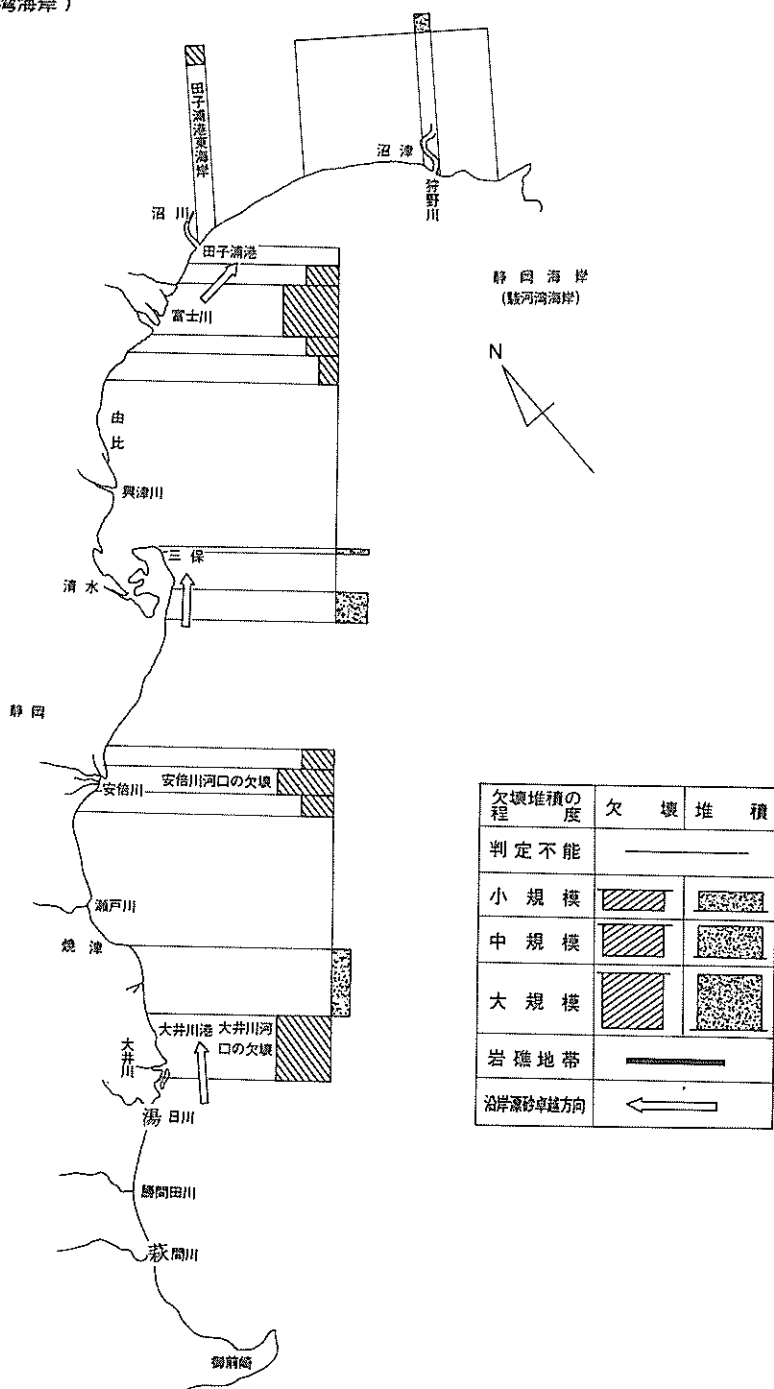


図-39 静岡海岸（駿河湾海岸）海浜変形総括図
 （漂砂の卓越方向は参考文献31),32),33)
 34),35),36)などによる)

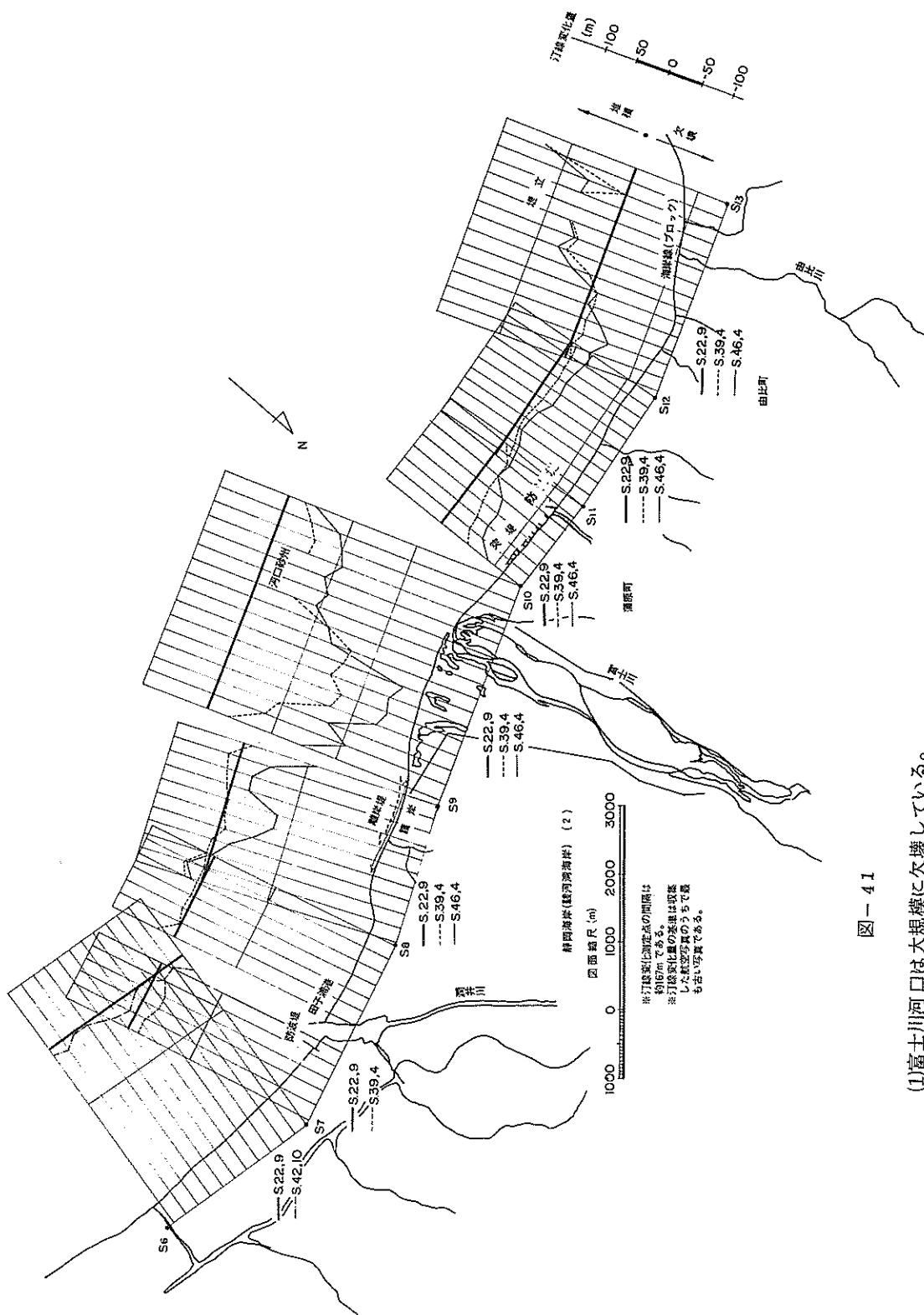


図-41

- (1) 富士川河口は大規模に欠壊している。
- (2) 由比海岸は地すべり多発地帯であり、山砂による埋立が大規模に行なわれた³²⁾。
- (3) S₆~S₇は欠壊海岸として著名である。

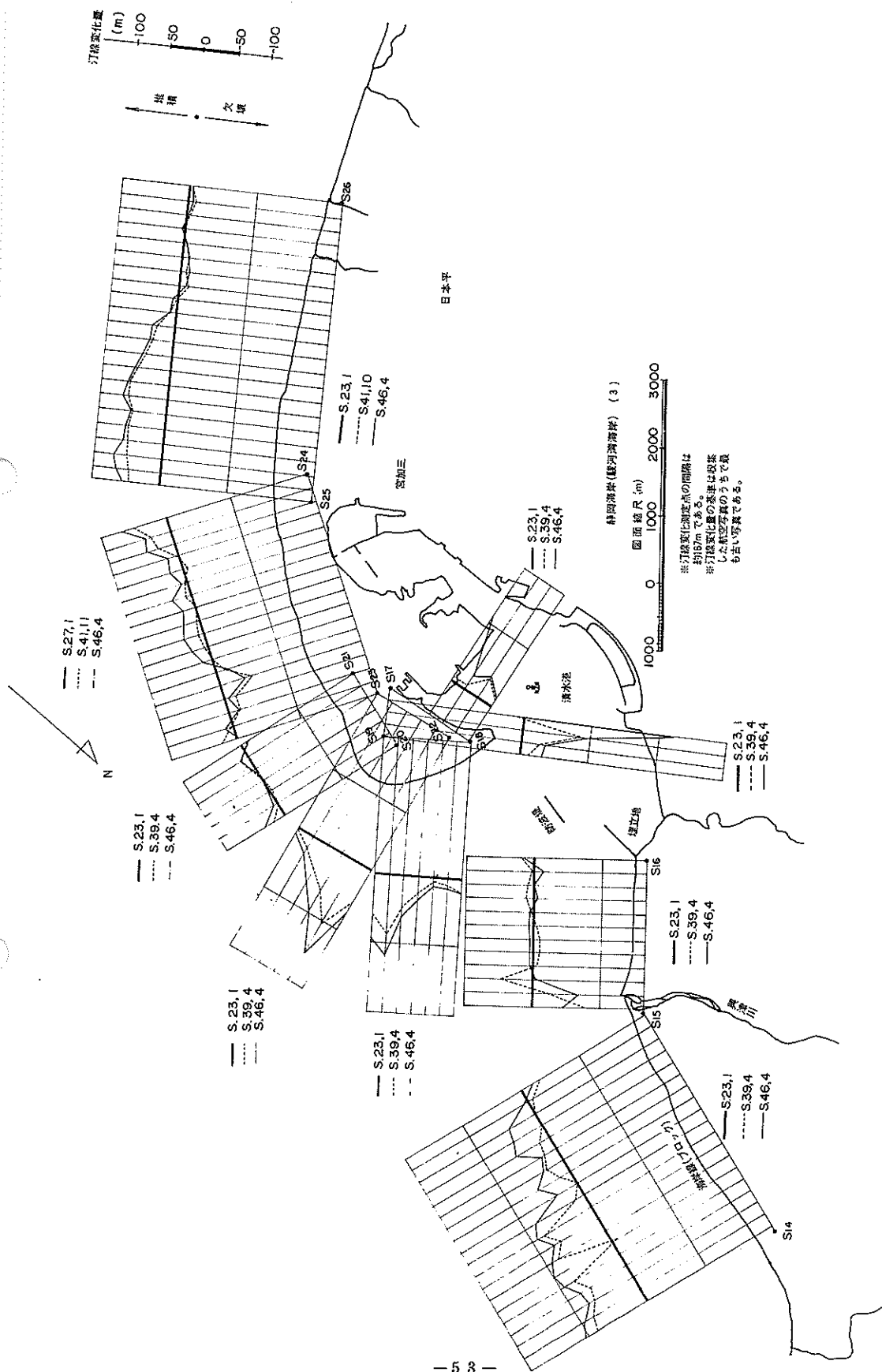


図-42

3.7 静岡、愛知海岸（遠州灘海岸）

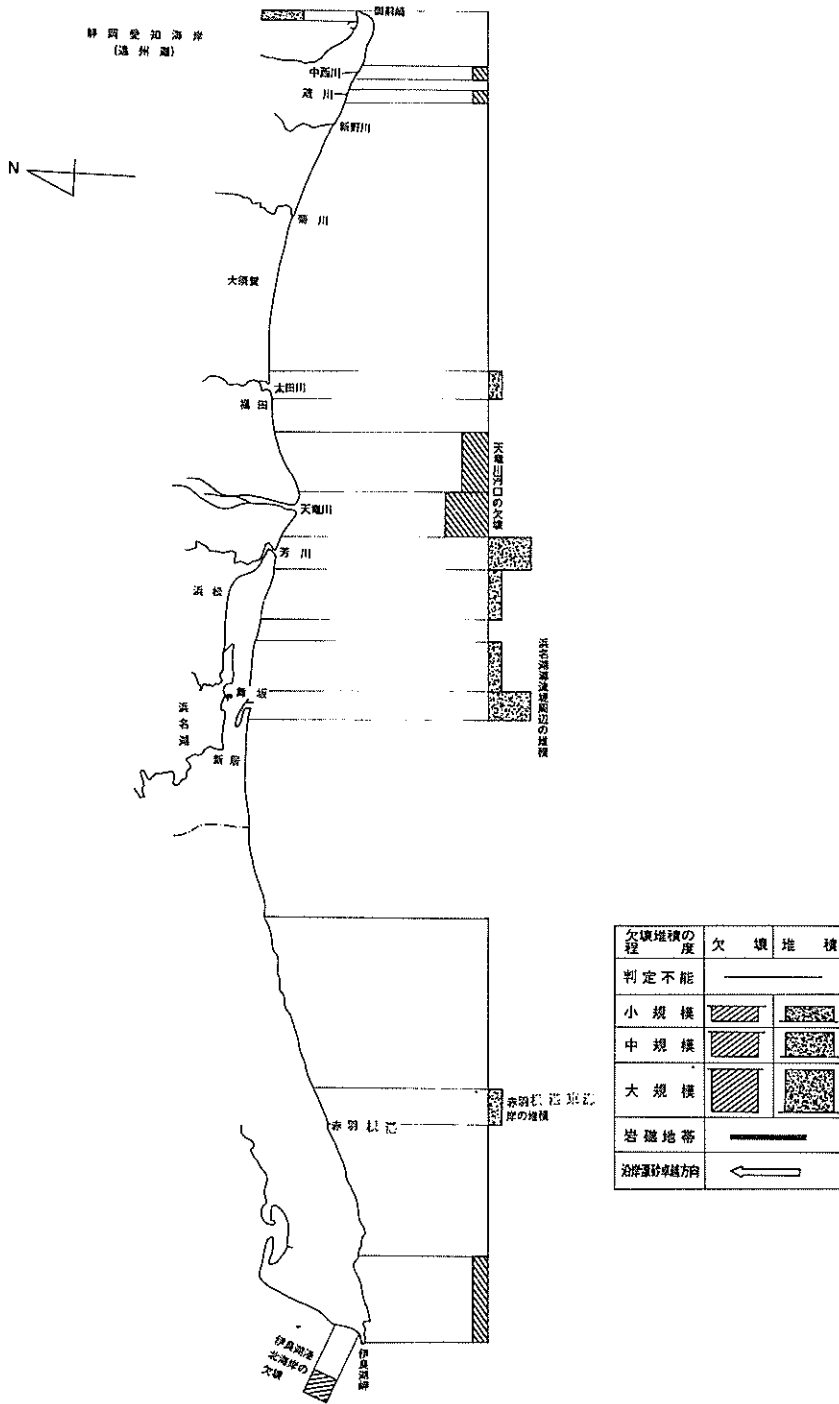


図-45 静岡、愛知海岸（遠州灘海岸）海浜変形総括図

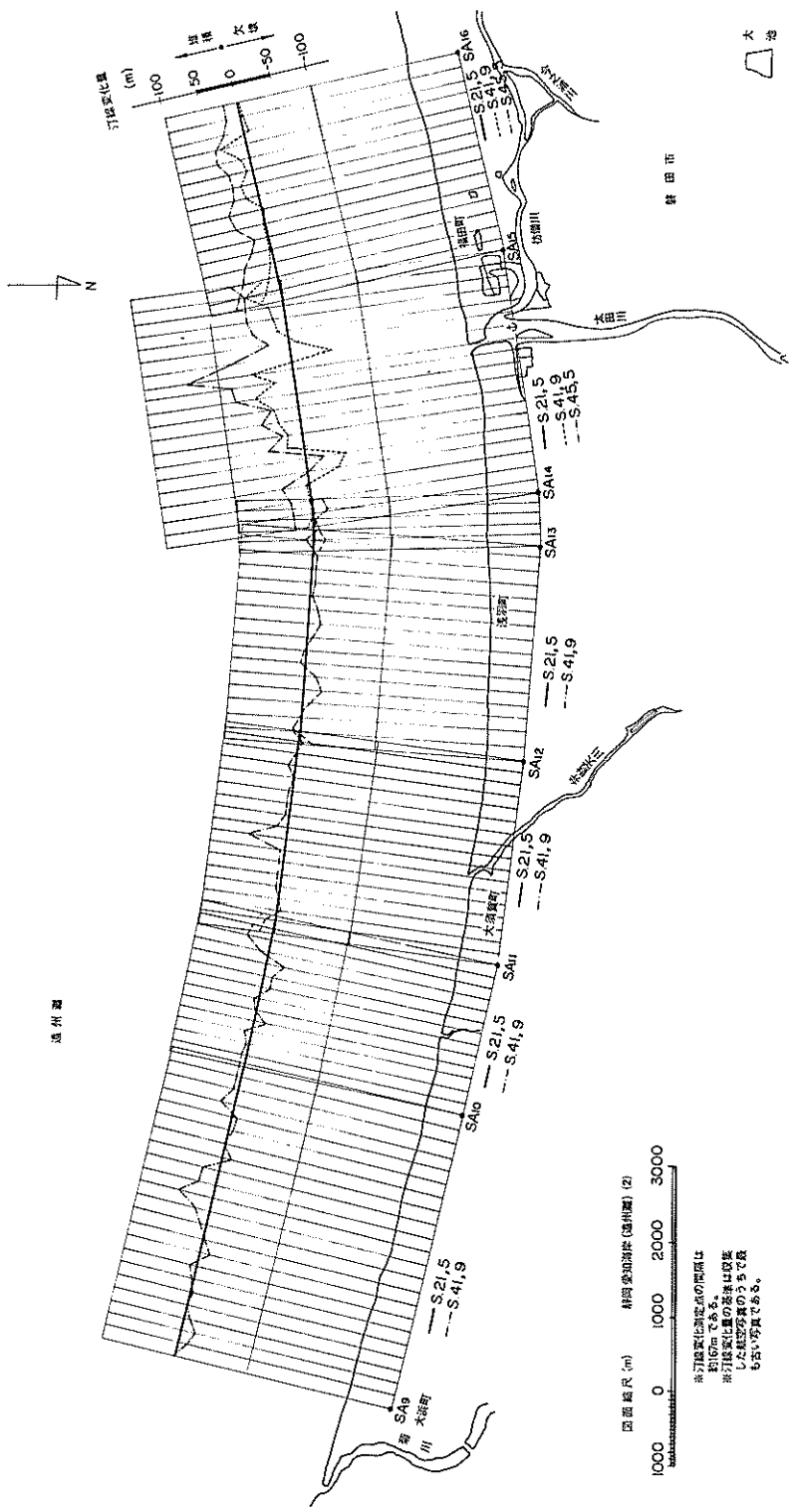


図-47

太田川河口は排出土砂により堆積している。

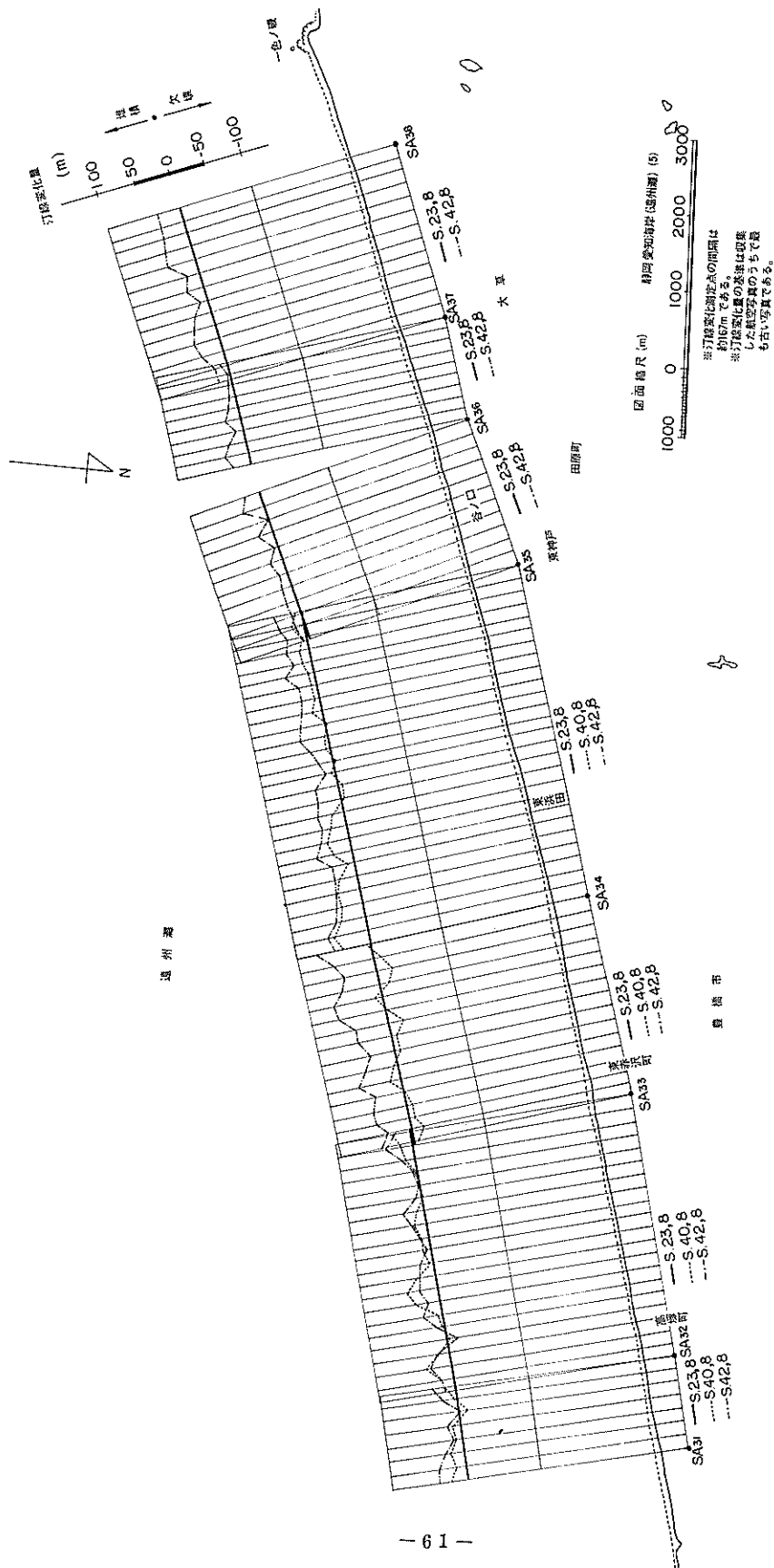


図-50

- (1) 遠州麗美海岸は海食崖で著名であるが²⁴⁾、本解折においては欠域性があらわれない。
- (2) SA₈₄ に接合誤差が存在している。

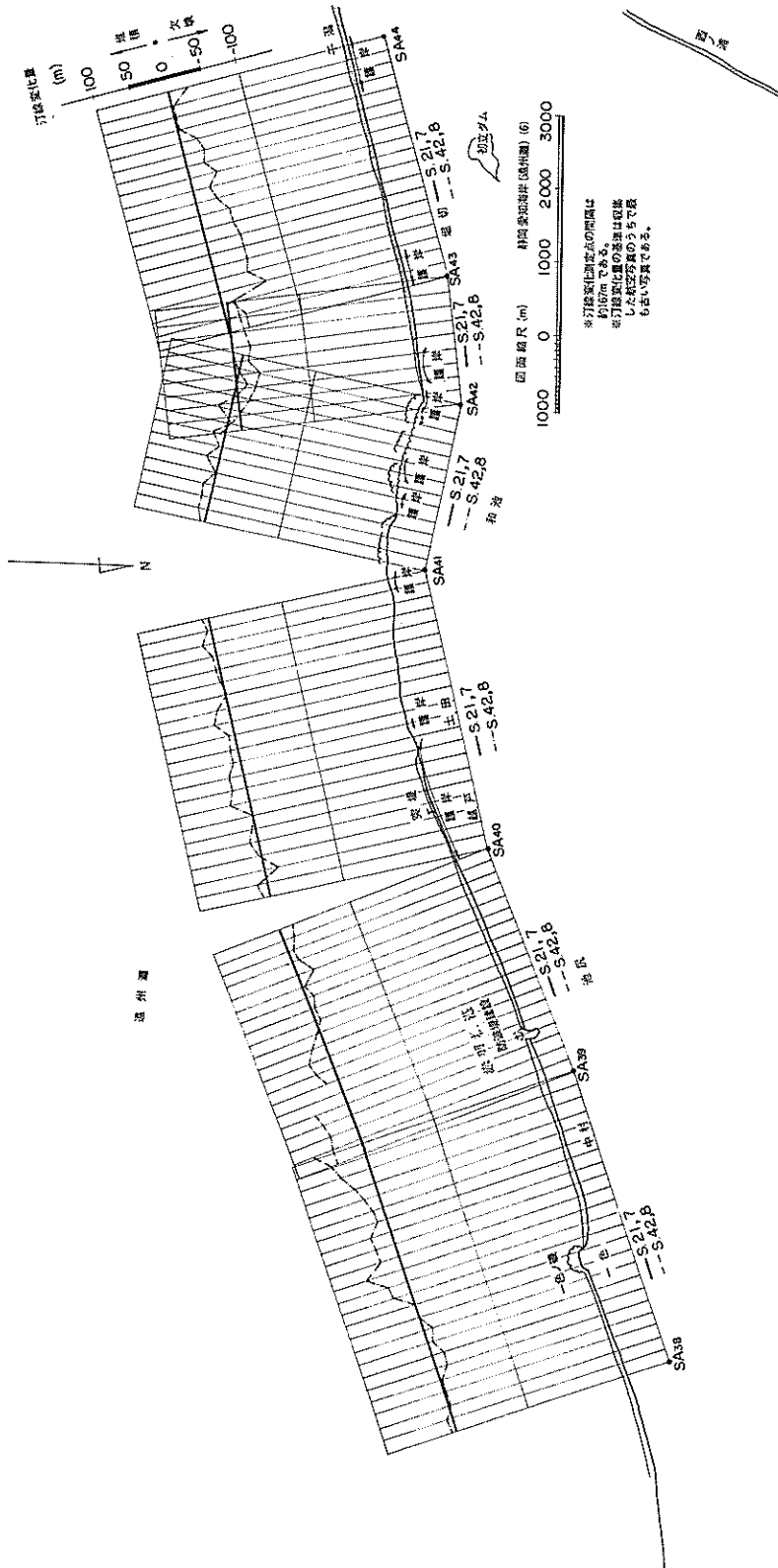


図-51

3.8 秋田、山形海岸

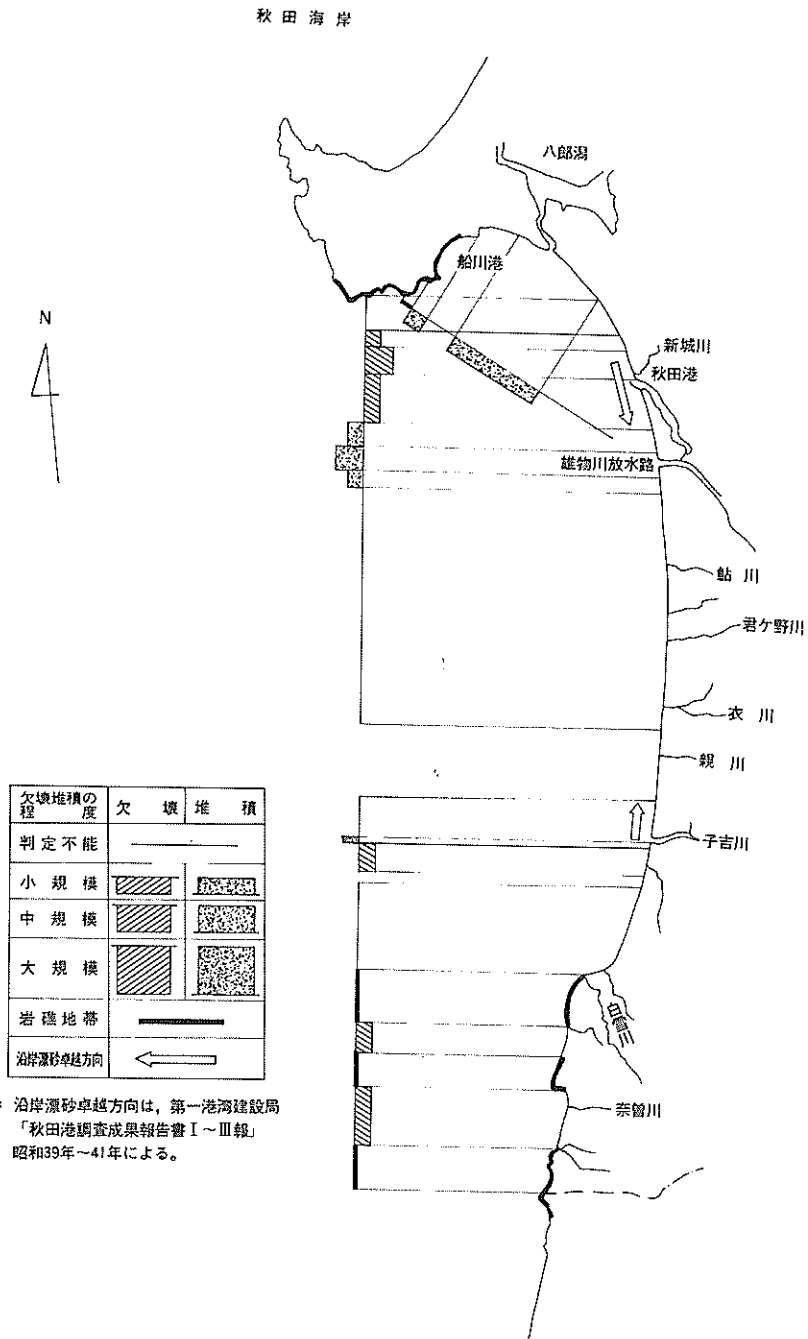


図-53 秋田、山形海岸海浜変形総括図(a) (漂砂の卓越方向は参考文献 38), 39), 40), 41) による。)

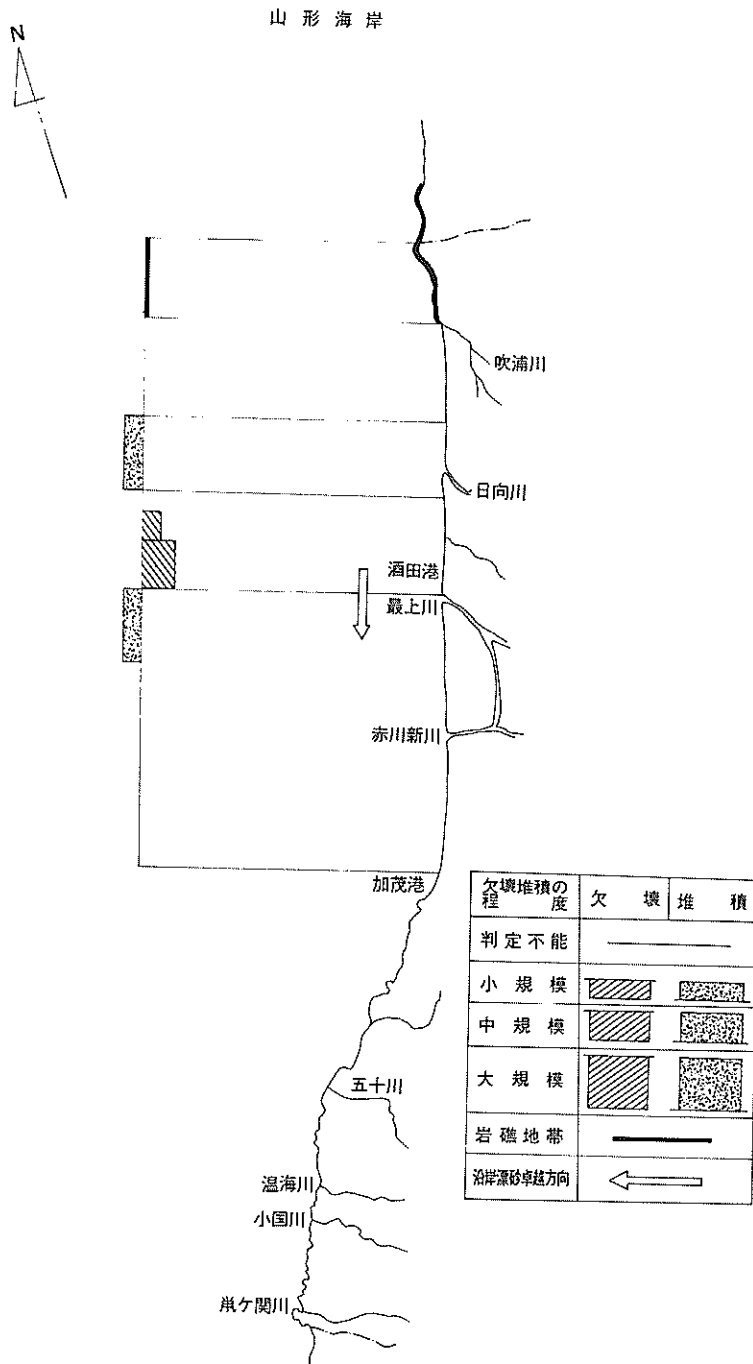


図-54 秋田、山形海岸海浜変形総括図(b) (漂砂の卓越方向は参考文献42)による。)

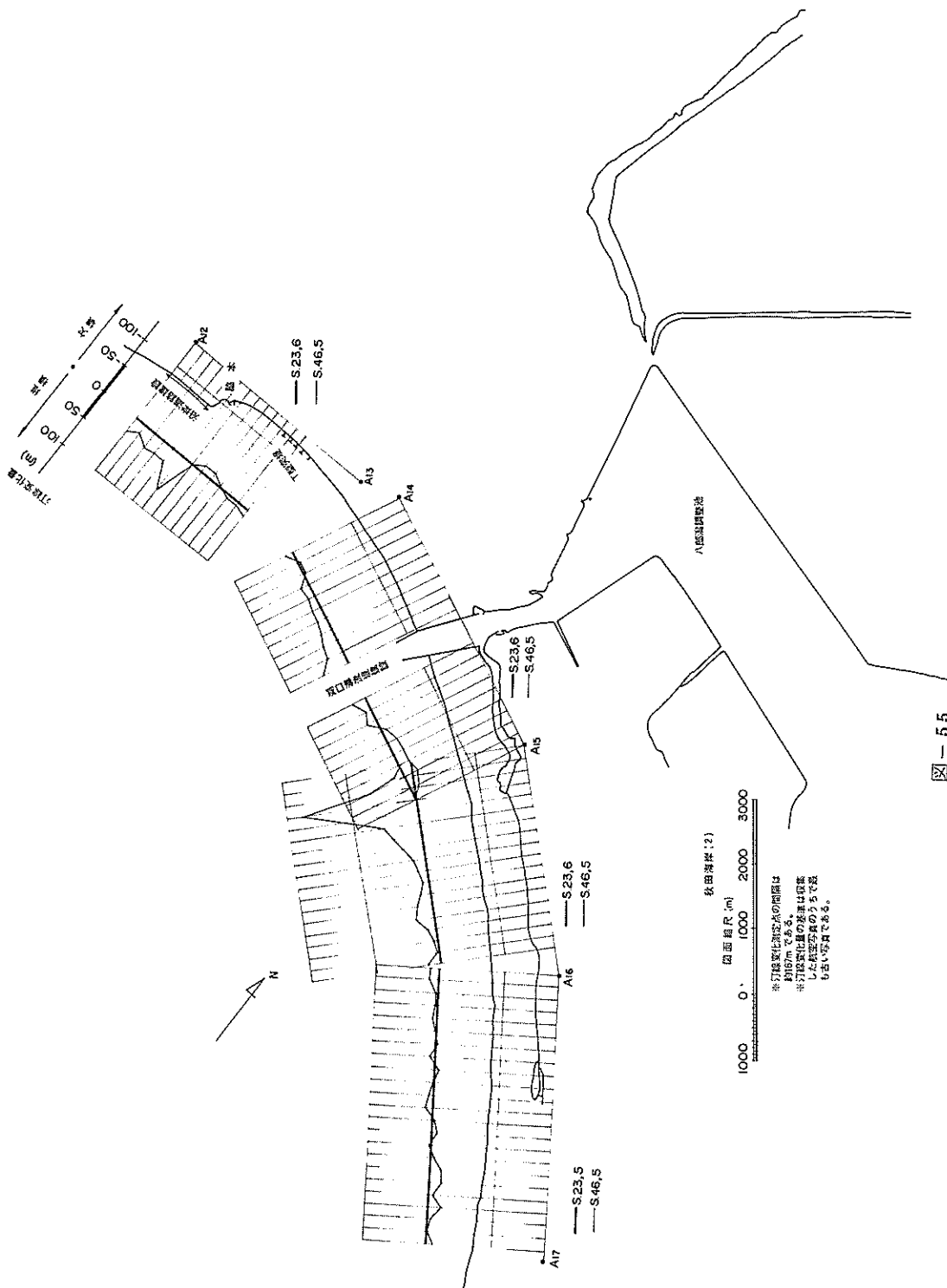


図-55

- (1) 脇本の漁港防波堤北側に堆積。
- (2) T型突堤周囲に砂がついている。
- (3) A₁₆ ~ A₁₃ の堆積は八郎潟旧湖口の閉塞による。

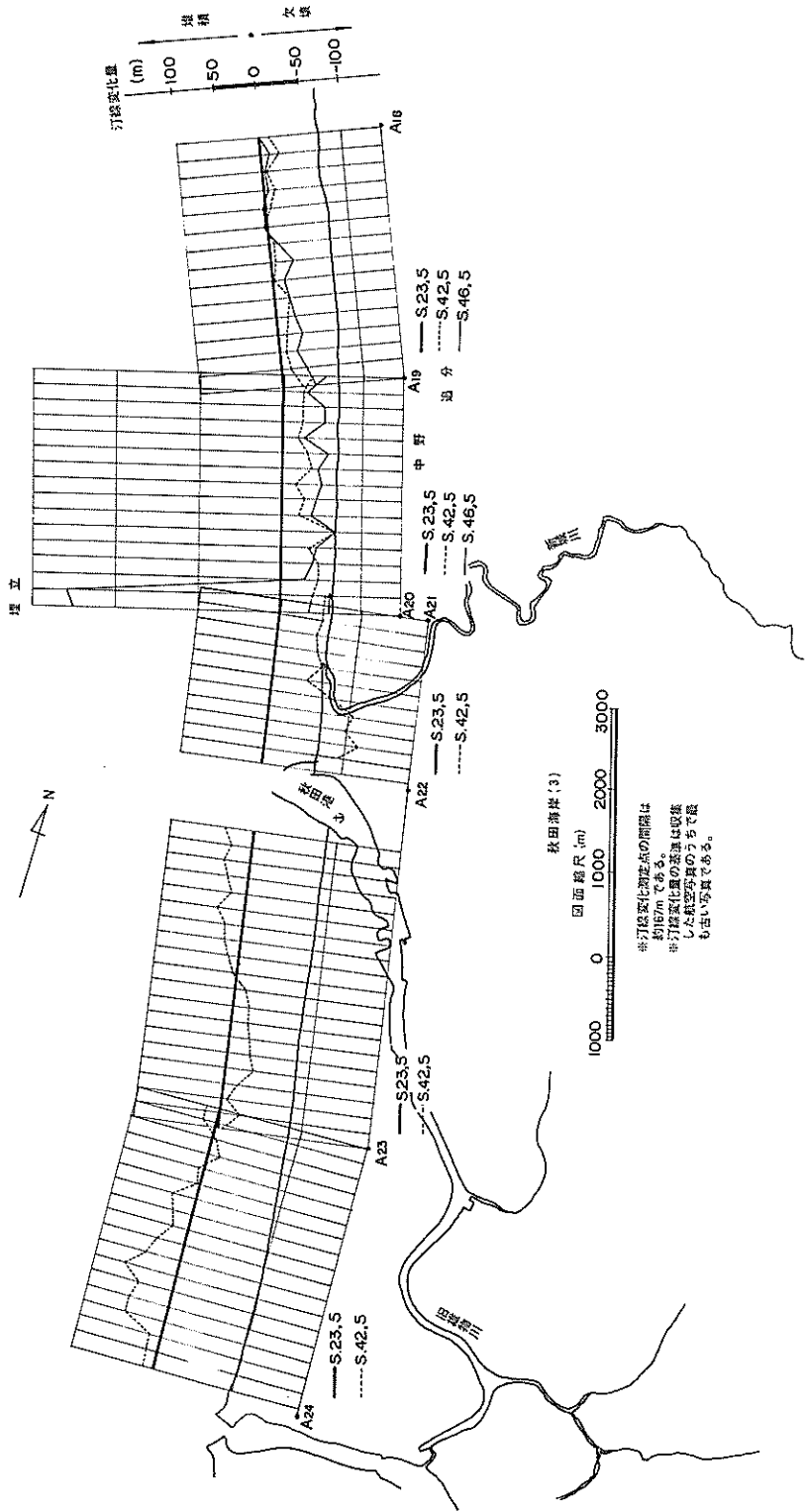


図 - 5 6

- (1)秋田港北側海岸の欠域は、秋田港改修工事の影響である。
- (2)秋田港南側海岸は従来欠域海岸として知られていたが、淤滞土砂の投棄により、昭和42年時点では堆積を示している⁵¹⁾。
- (3)A₃₃ ~ A₂₄ は、新雄物川からの排出土砂により堆積している。
- (4)A₂₀の埋立は昭和45年に開始されている。

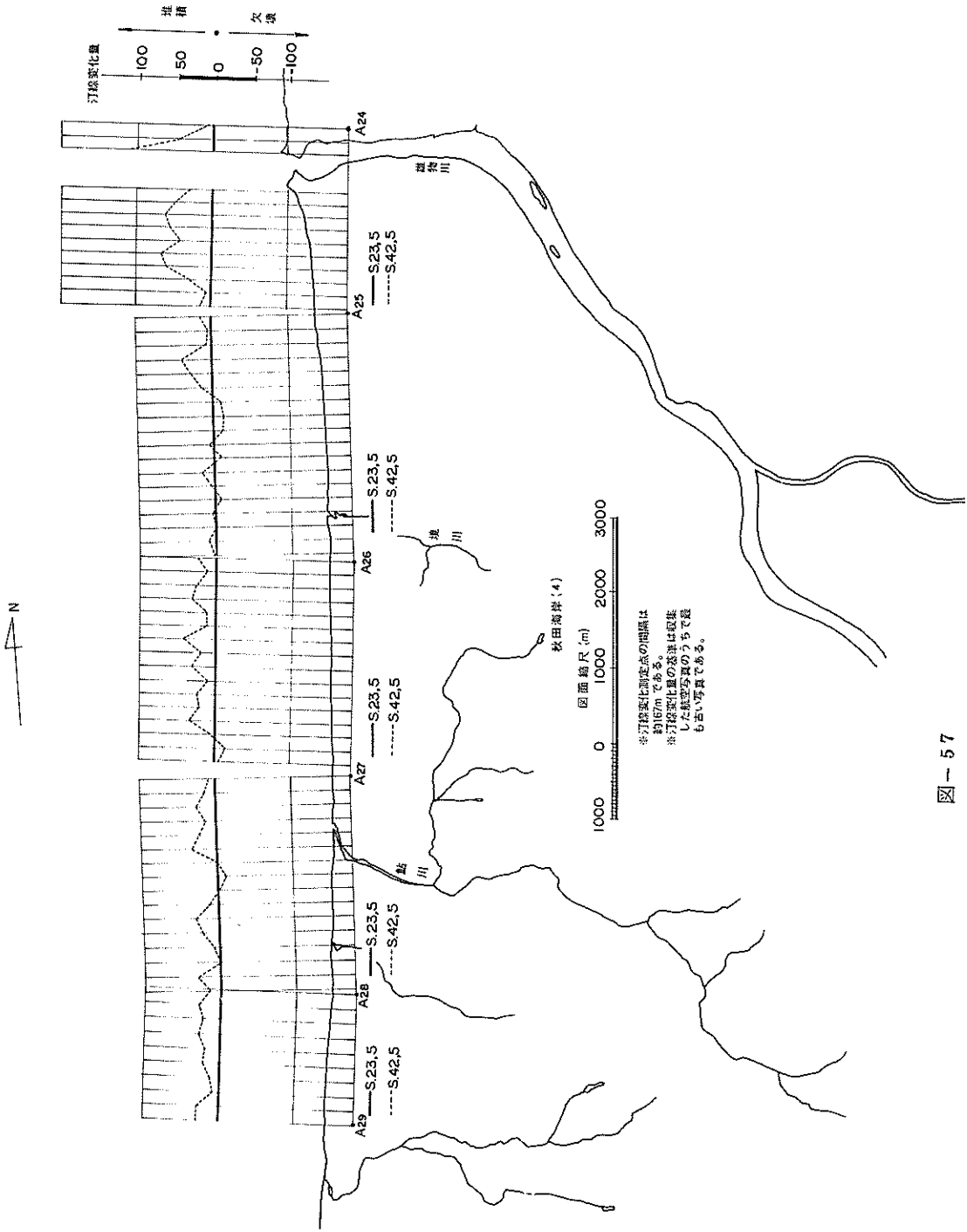


図-57

A₂₄ ~ A₂₅ は新雄物川からの排出土砂により堆積している。

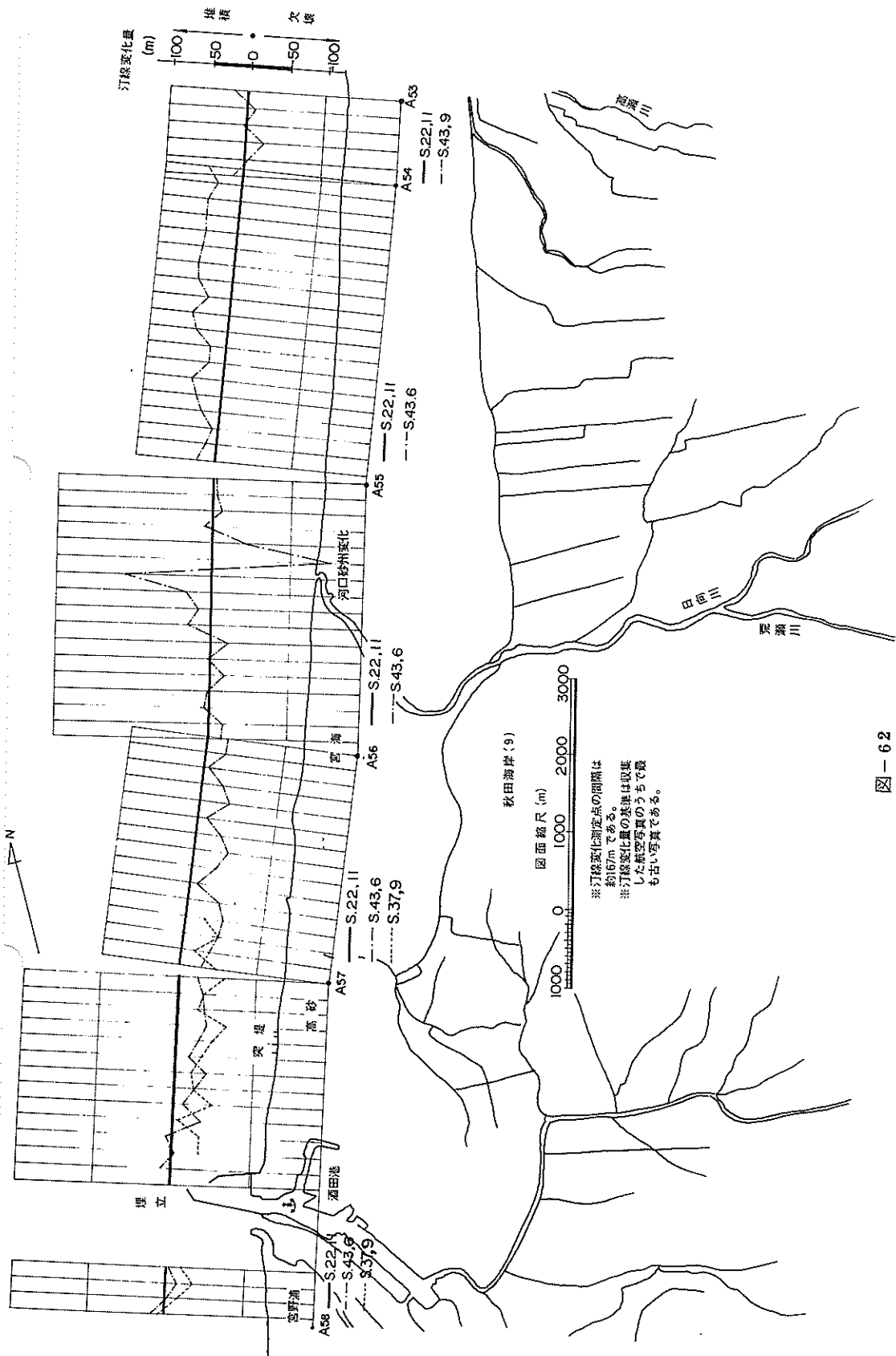


図-62

酒田港北側海岸は欠掘している。

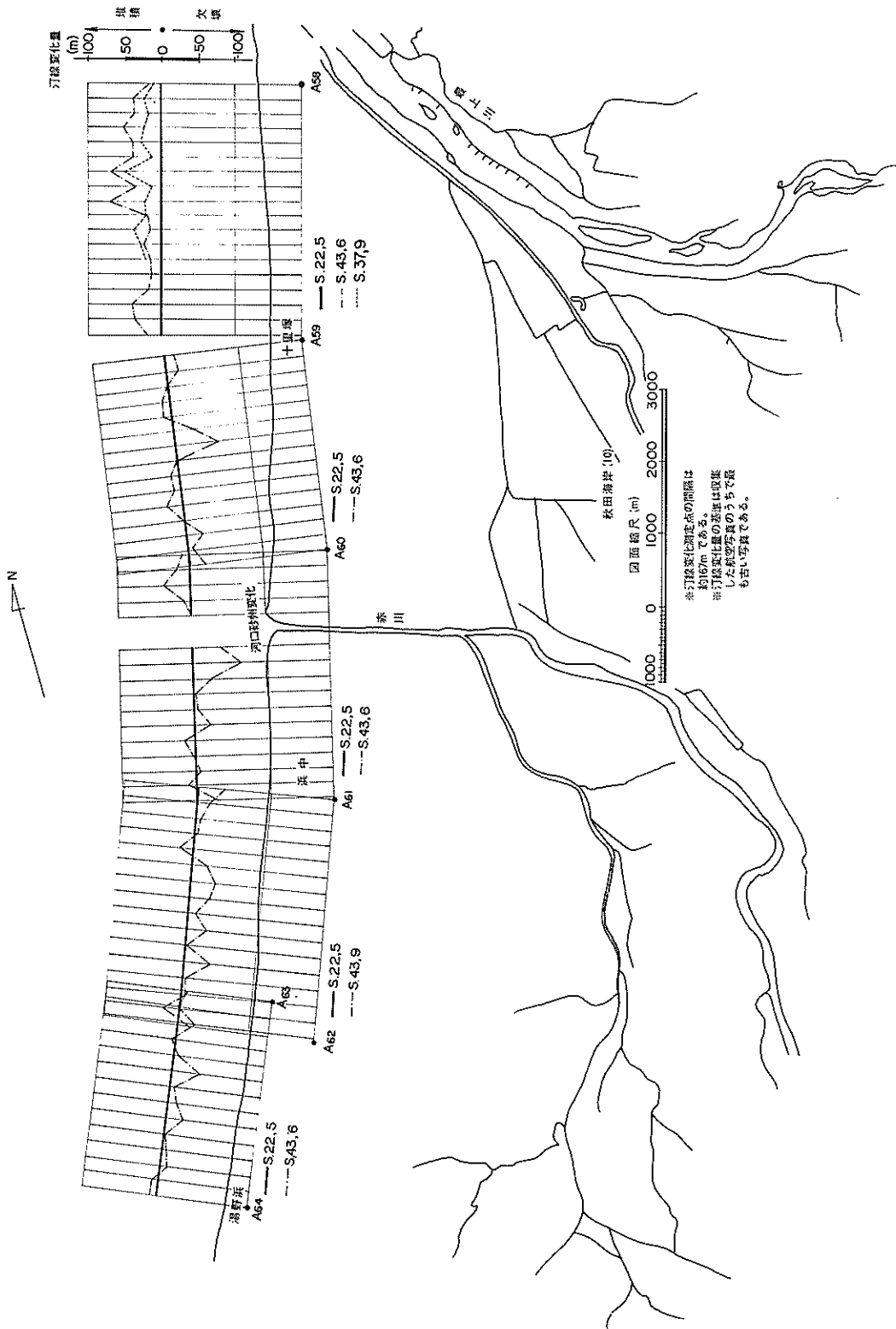


図-63

この付近はカサプの発達が顕著であり、海浜変形にもその影響による凹凸が現れている。

3.9 新潟海岸

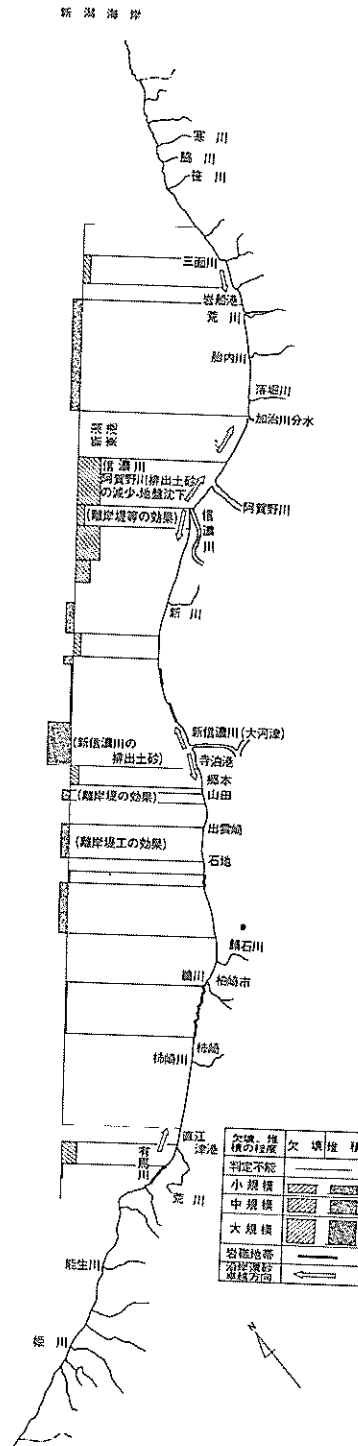


図-64 新潟海岸海浜変形総括図(漂砂の卓越方向は、参考文献 43),44), 45),46),47),48),49),50)による)

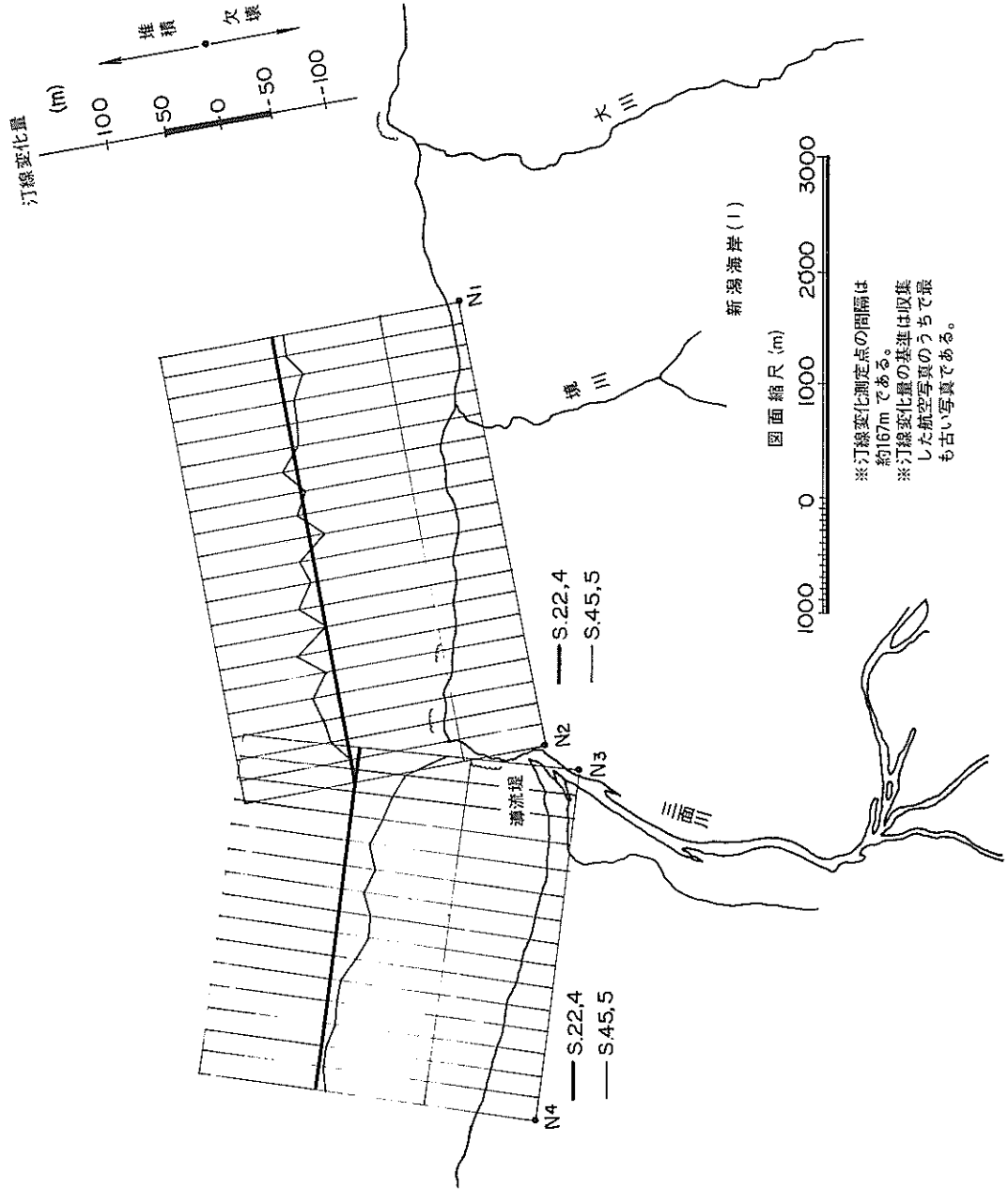
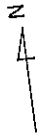


図-65

海堤築造前後の平均海抜

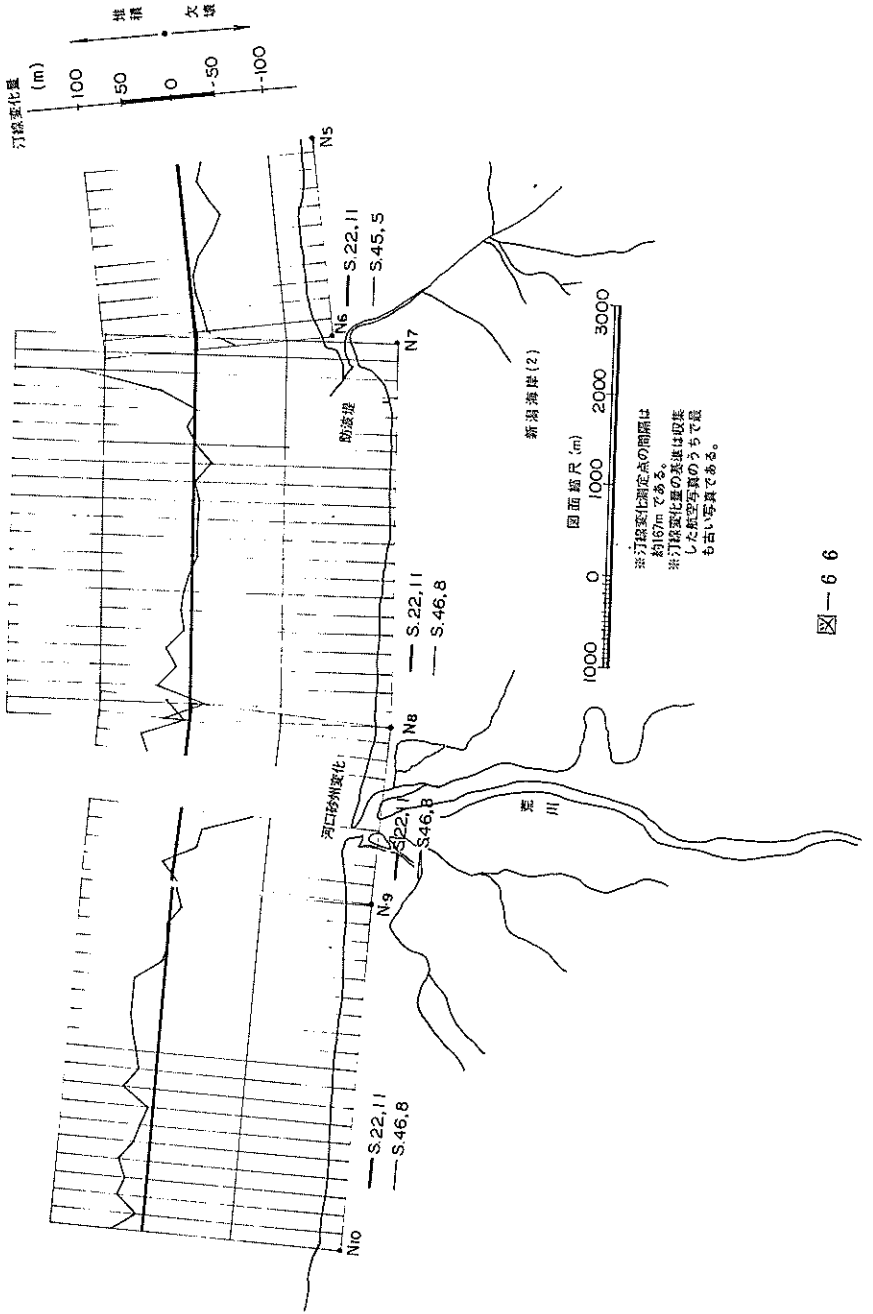


図-66

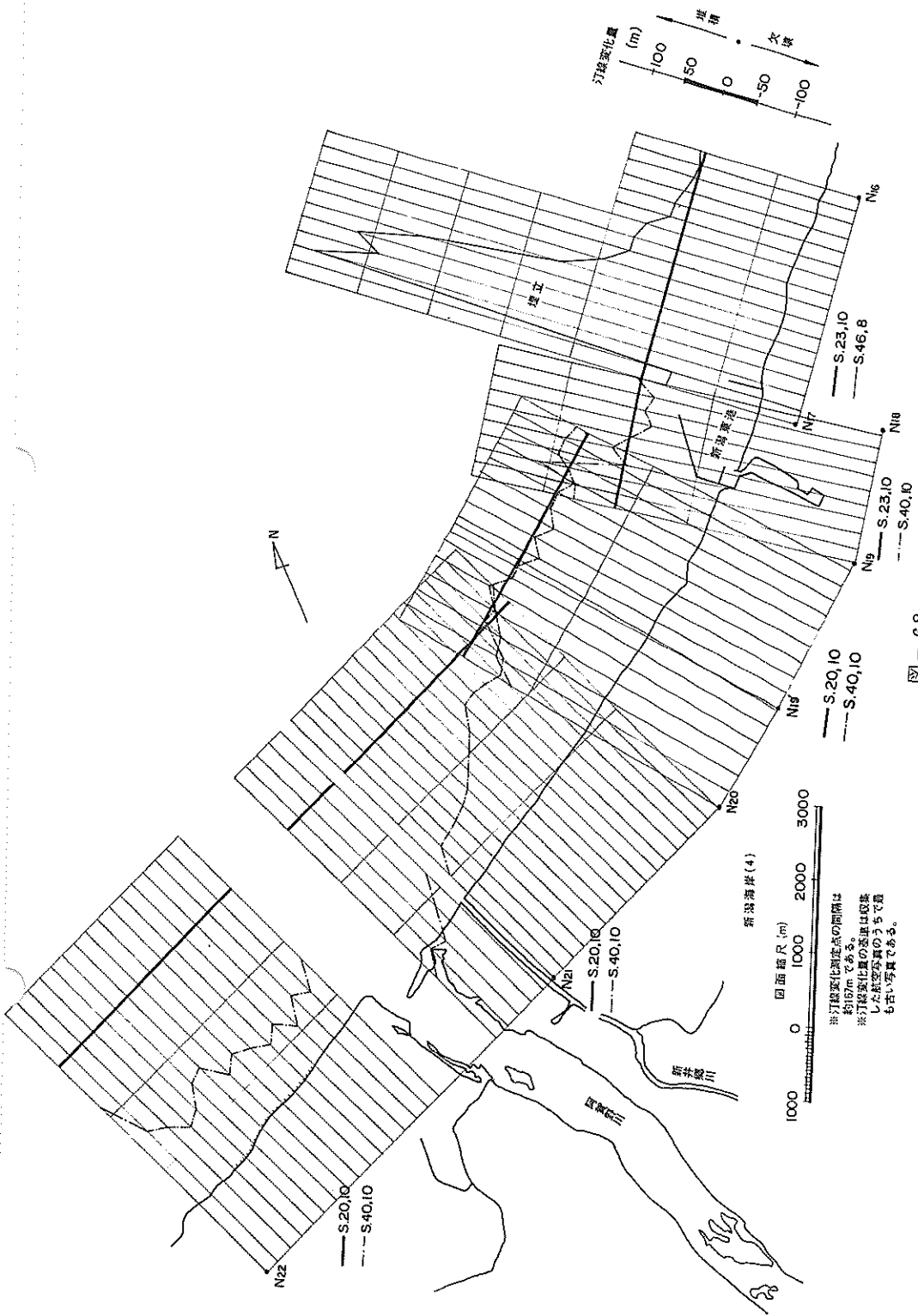
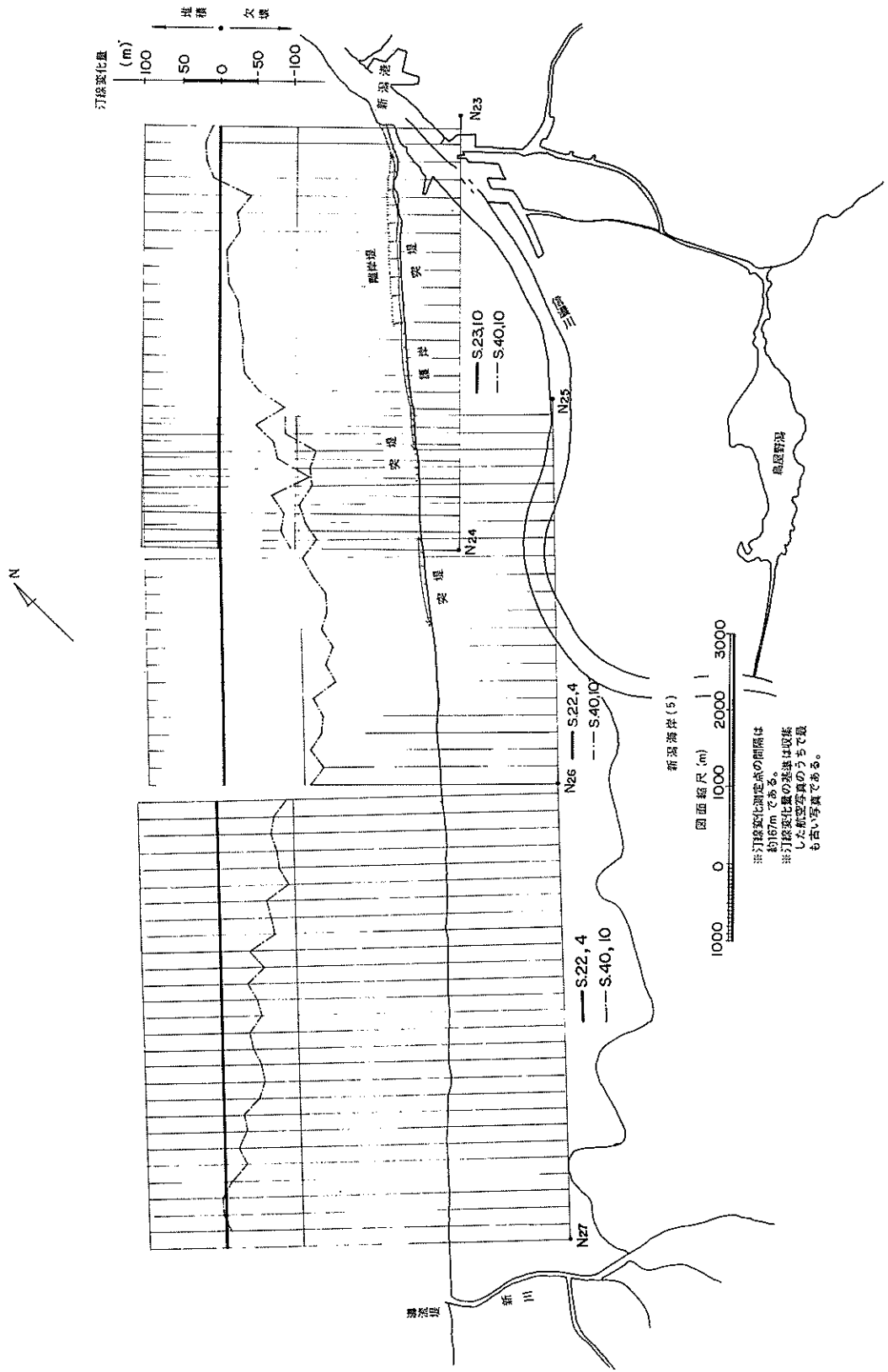


図-68

- (1)新潟海岸は阿賀野川、信濃川の排出土砂量減少、地盤沈下等に伴う
 我国有数の欠陥海岸である(5)24)15)46)47)。
 (2)新潟東港周辺の埋立は昭和39年に開始されている。



図一69

(1)新潟西海岸の欠壊防止工事（離岸堤、突堤、護岸）の効果がみられる（5）(24)（45）（46）（47）。
 (2)芦川港西側の堆積は浚渫土砂放棄の影響である（51）。

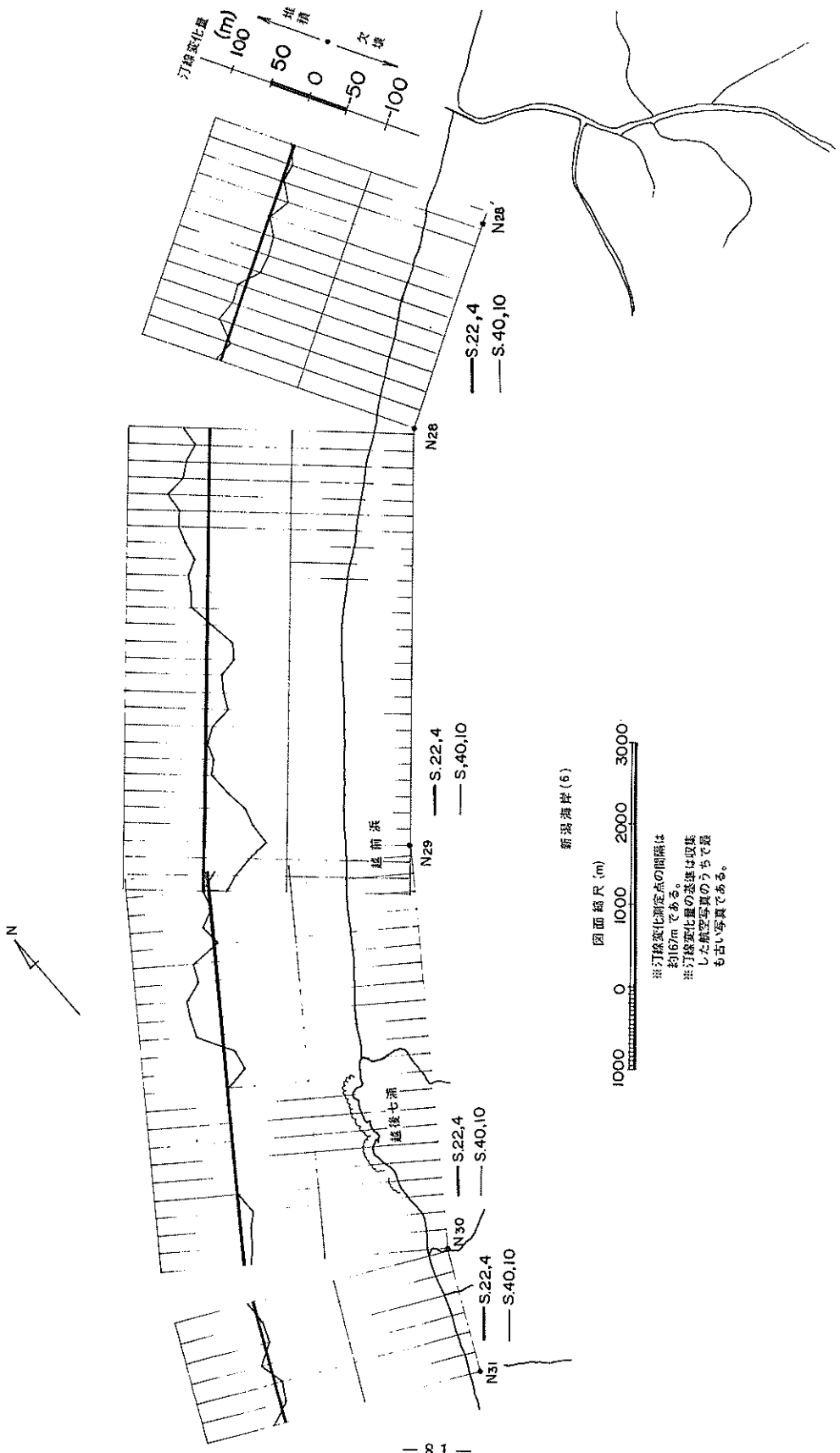


図-70

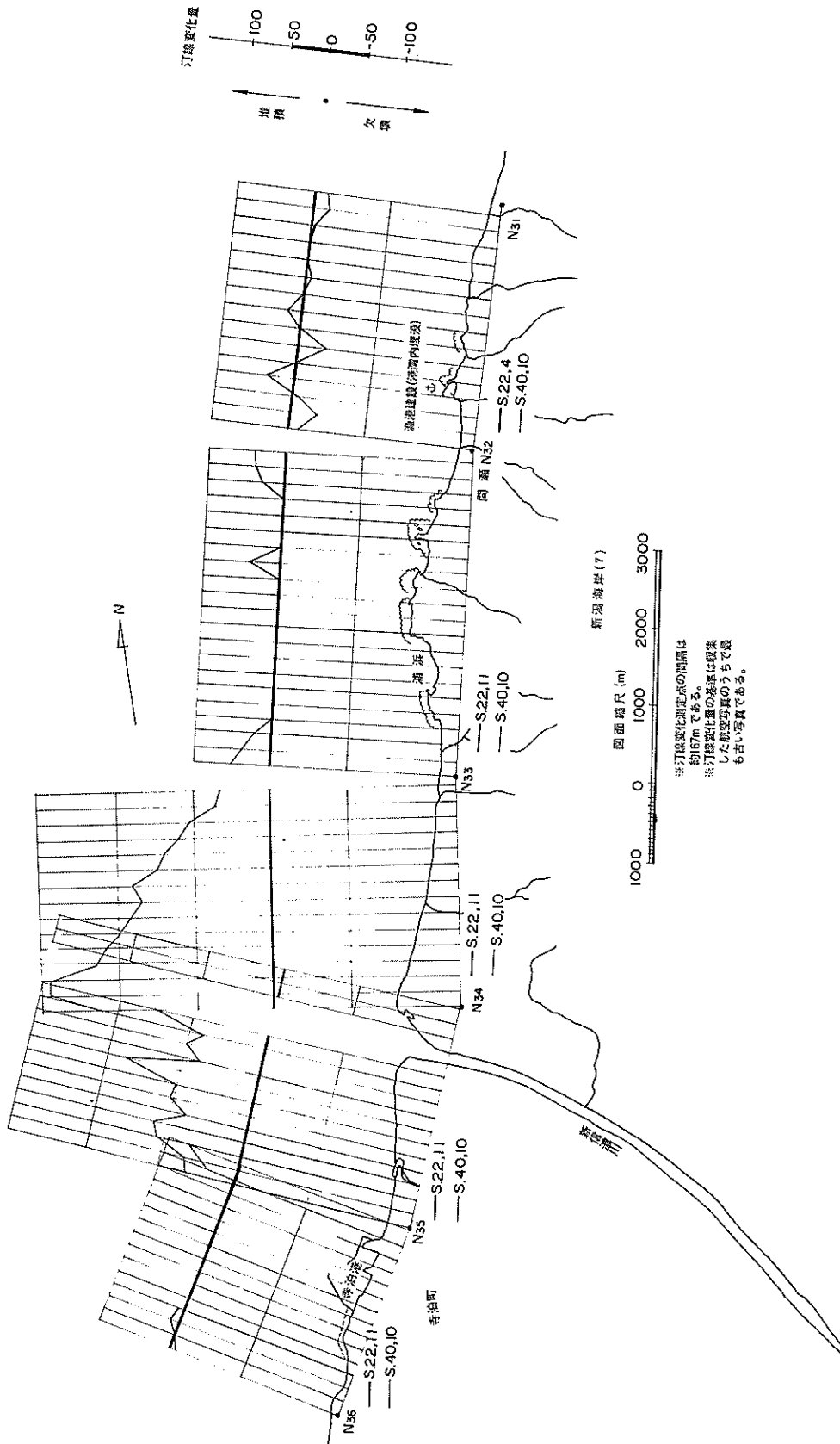


図-71

- (1) 新信濃川河口における堆積は分水路出口における堆積として著名である⁵⁾、24)。
- (2) 寺泊港は埋没港湾として著名である。

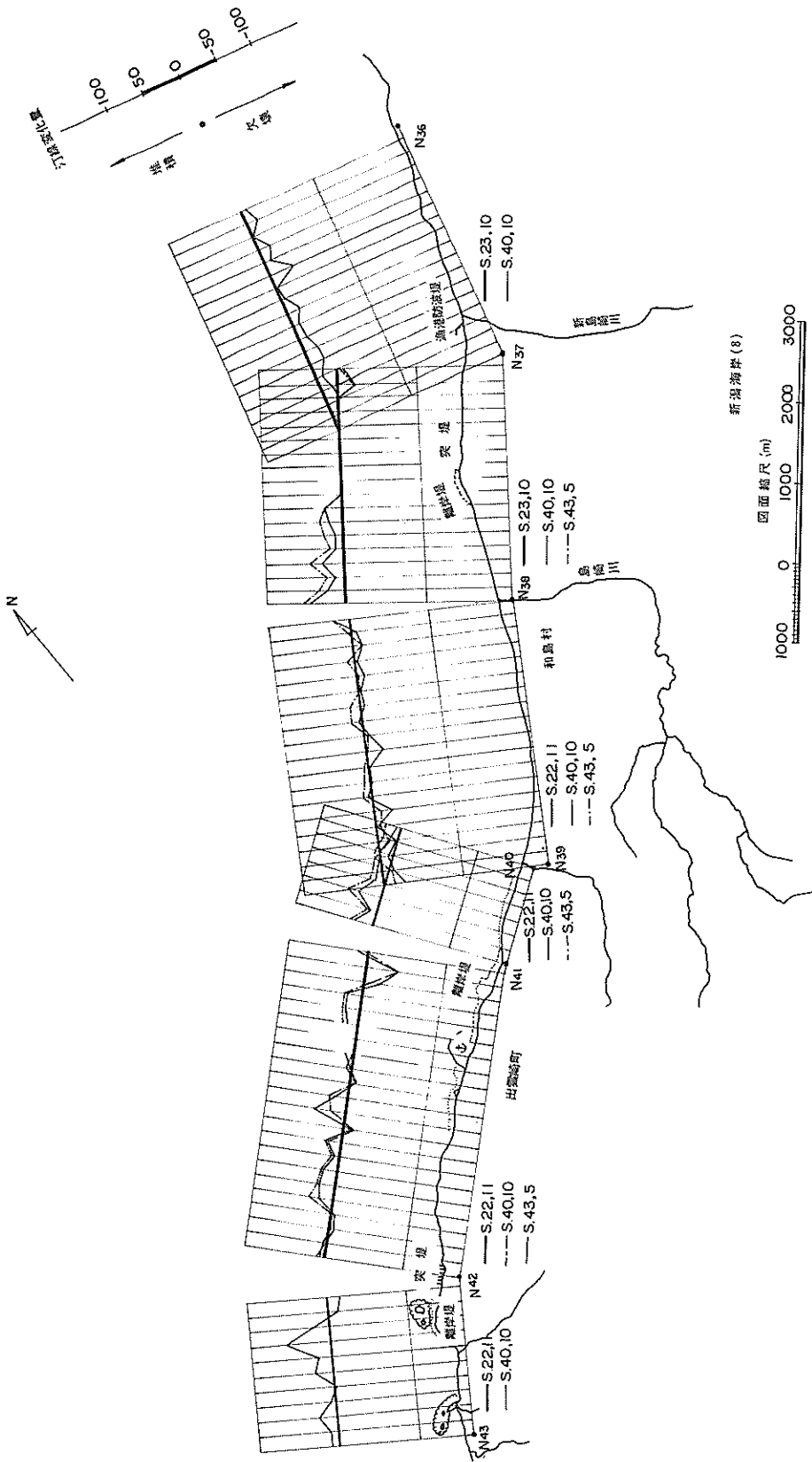


図-72

N₃₉～N₄₃ は浜幅が狭く、各種の海岸防護施設がほどこされている。離岸堤背後には堆積がみられる。

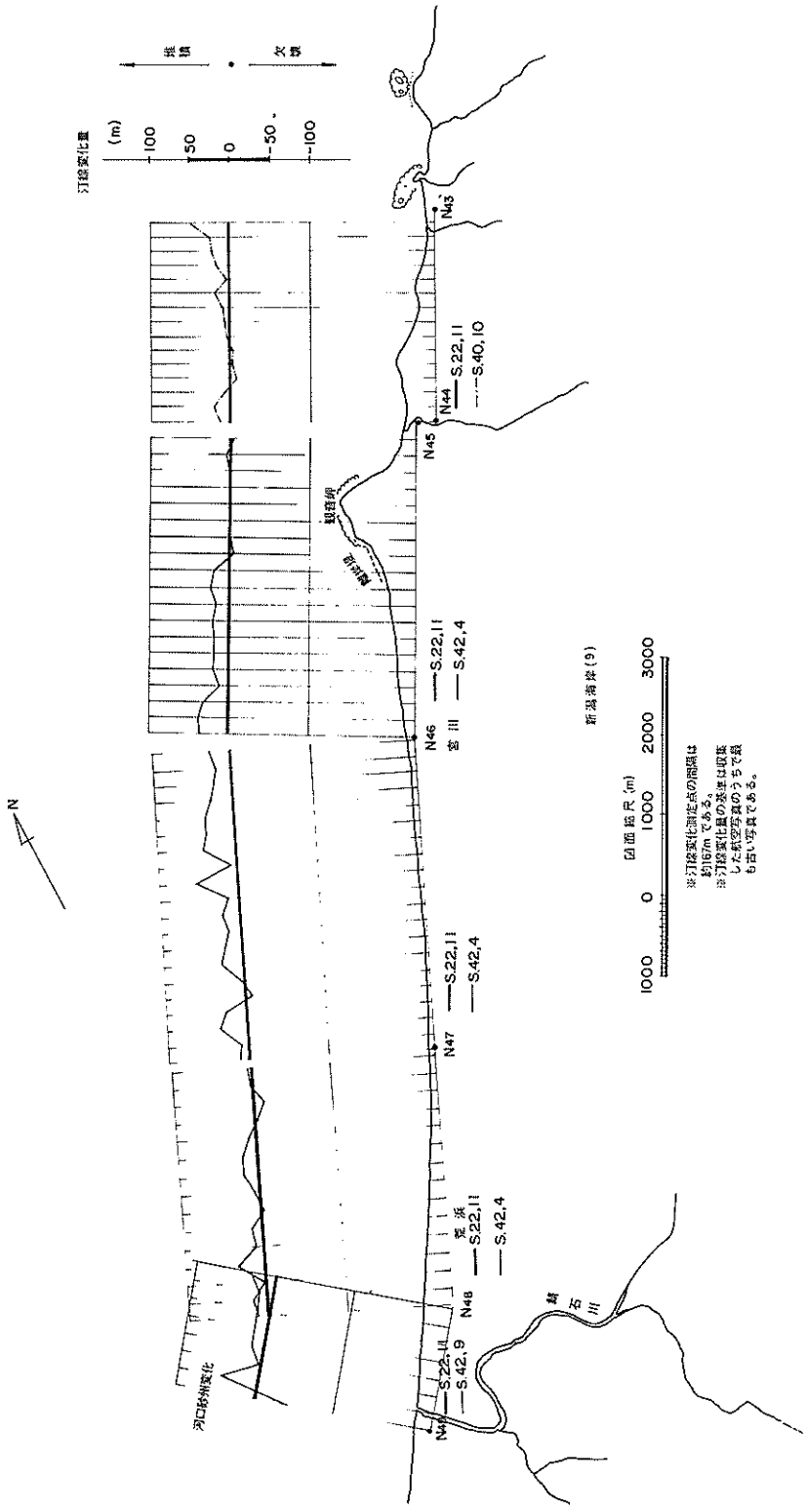


図-73

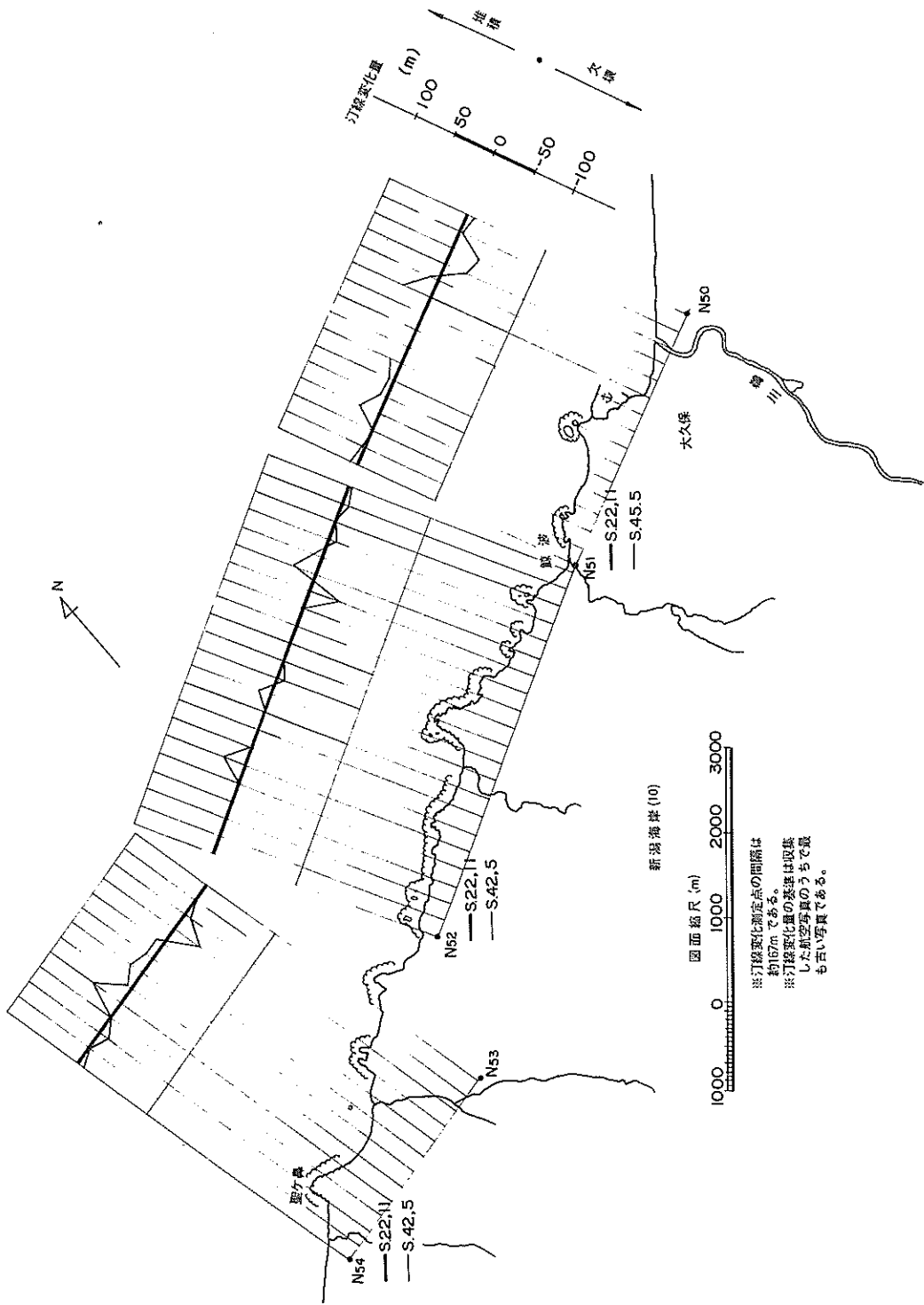


図-74

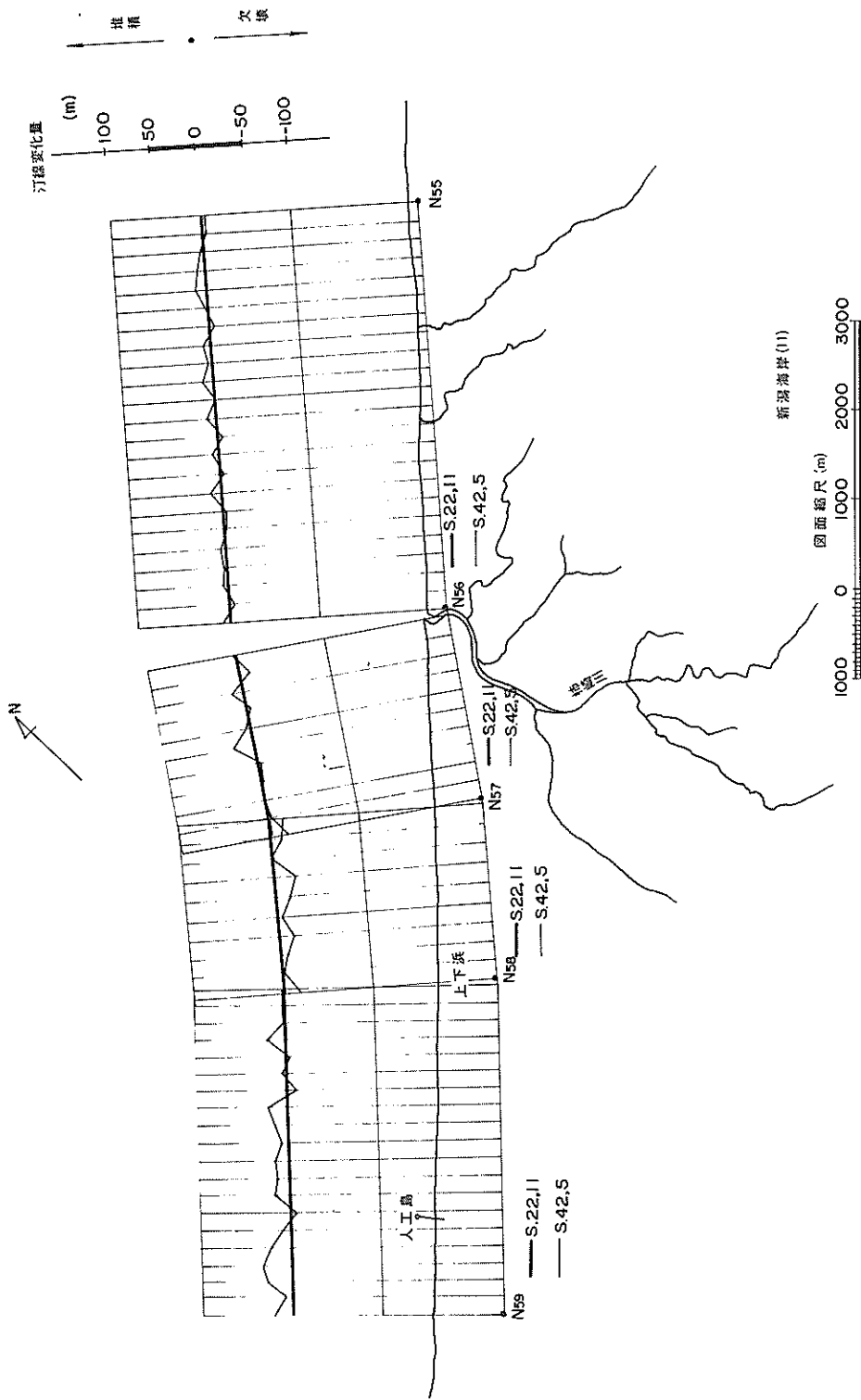


図-75

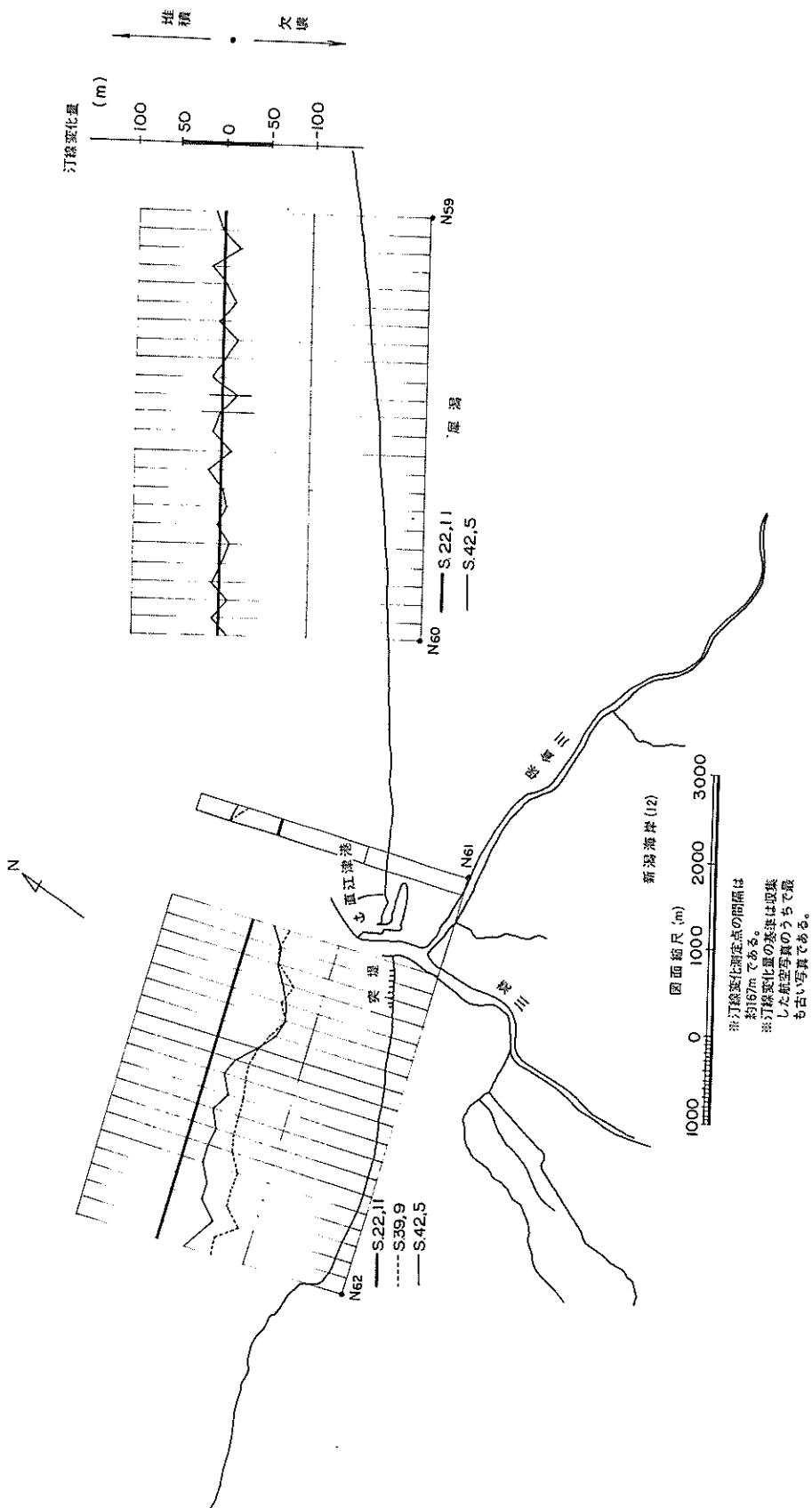


図-76

- (1)直江津港西海岸は昭和22年～39年に欠陥、昭和39年～42年に堆積している(50)51)。
- (2)直江津港東海岸は昭和42年以降、防波堤の伸長にもなって海岸欠陥が顕在化している(50)。

4. 解析結果に関する二、三の考察

4.1 顕著な欠壊、堆積を示す地域

前章における解析結果に基づいて、明らかに堆積あるいは欠壊の認められる地域を判定し、海浜変化の規模を大中小に区分して、総括的に示すと、図3、12、19、29、35、39、45、53、54、64 および表7～11のとおりである。

表 7

1. 大規模な欠壊地域

番号	地域名	汀線変化の原因	汀線変化のタイプ
1	阿武隈川河口	河川排出土砂の減少	(3)-1
2	酒匂川河口	同上	(3)-1
3	富士川河口	同上	(3)-1
4	安倍川河口	同上	(3)-1
5	大井川河口	同上	(3)-1
6	天竜川河口	同上	(3)-1
7	信濃川、阿賀野川河口	河川排出土砂減少、地盤沈下	(3)-1

表 8

2. 中規模な欠壊地域

番号	地域名	汀線変化の原因	汀線変化のタイプ
1	日立港南海岸	日立港建設、久慈川排出土砂減少	(2)
2	大洗港南海岸	大洗港の建設	(2)
3	鹿島港、利根川河口の中間部	不明	-
4	北上川右岸	河川排出土砂減少、石巻港建設	(3)-2
5	伊良湖港東海岸	伊良湖港の建設	(1)
6	秋田港北海岸	秋田港の改修(分水工を含む)	(6)-b
7	酒田港北海岸	酒田港の改修	(1)
8	直江津港南海岸	直江津港建設	?

表 9

3. 小規模な欠壊地域

番号	地域名	汀線変化の要因	汀線変化のタイプ
1	下北半島北部	地形的要因	(4)
2	八戸港北海岸	河川排出土砂減少、八戸港の建設	(1)
3	阿武隈川、松川浦の中間部	-	-
4	屏風ヶ浦	海食崖、地形的要因	(4)

5	大東崎周辺	-	(4)
6	茨城県北部の小海浜	中川河川排出土砂の減少	(3)-2 (b)
7	七里ヶ浜西部	-	-
8	江の島西海岸	片瀬川導流堤のためか	-
9	花水川右岸、大磯港東海岸	大磯港の建設、花水川排出土砂減少	-
10	碓ヶ原西海岸	東側埋立のためか	(2)
11	伊良湖岬先端部	-	-
12	秋田県南部の小海浜	中小河川排出土砂減少	(3)-2 (a)
13	三面川左岸～瀬波海岸	河川排出土砂減少	(3)-2 (a)
14	寺泊港東海岸	寺泊港の改修	(1)

表 10

4. 大規模な堆積地域

番号	地域名	汀線変化の原因	汀線変化のタイプ
1	阿武隈川左岸	鳥の海導流堤の建設	(1)
2	利根川左岸	導流堤建設	(1)
3	九十九里浜中央部特に作田川河口	地形的要因	(4)
4	芳川河口	-	-
5	浜名湖湖口	湖口導流堤建設	(1)
6	大河津分水口	分水	(6)

表 11

5. 中規模な堆積地域

番号	地域名	汀線変化の原因	汀線変化のタイプ
1	鳴瀬川右岸	-	-
2	九十九里浜南端部	-	-
3	七里ヶ浜東部	-	-
4	江の島東海岸	江の島、ヨットハーバー建設のためか	(2)

図中には、過去の諸調査の結果判明している漂砂の卓越方向が同時に示されている。また、表中には、堆積あるいは欠壊の原因と思われる事項を示しておいた。

堆積、欠壊の規模の判定の基準は、ほゞ次のとおりである。

a) 汀線変化量が1 Km 程度以上にわたって100 m を越

える場合には大規模とする。

- b) 汀線変化量が2~3 Km以上にわたって50 m以上100 m未満の場合には中規模とする。
- c) 汀線変化量が30~50 mの地域であって、汀線変化発生の理由が容易に了解出来るか、あるいは変化の地域の延長が長いなど、周辺の状況から、ほぼ誤りなく変化の事実が認められる場合には、小規模とした。
- d) 以上の場合以外の砂浜については、判定不能とした。

今回の取り扱いにおいては、海浜変形を汀線の変化量のみによって取り扱っているために、古くから侵食対策が施されて来ている著名な海岸であっても、汀線の変化量が小さければ、欠壊地域としてリストアップされてこない場合がある。これらの中には、

- a) 海岸欠壊が顕在化するのが早く、終戦直後の時点ですでに欠壊対策工が施されており、その効果が現われている場合
- b) 元来狭い浜しか存在しないが、その浜の欠壊が、地域住民にとって重大な問題であるために、欠壊地域として著名である海岸
- c) 軟岩の海岸のように、汀線後退速度は遅いけれども、欠壊土量は相当量にのぼる海岸

などがある。要するに今回の取り扱いにおいては、欠壊地域の利用度や歴史的背景は全く考慮されていない。したがって、このような地域については別途事例研究的に、各々取り上げて考えねばならないと考えている。

図および表によって明らかのように、大規模な欠壊は、いずれも、過去において多量の土砂が排出されていたであろうと思われる河口の三角州において起っている。河口三角州周辺は、その隣接地域にくらべて海側に張り出した地形をなしている場合が多く、排出土砂量の減少に伴って、波や流れなど海側からの外力による海岸線の直線化の作用を、最も強く受けるであろうことは当然考えられる。大規模な欠壊が河口三角州周辺に生ずるのは、第一にこのような理由によるものである。さらに、河口三角州周辺には一般に利用度の低い土地が多く、欠壊が相当程度進んで、隣接した利用度の高い地域にまで拡大され始めて、初めて対策工が施される場合が多い。この結果、汀線変化のみを見ると、いきおい大規模な欠壊となって現われることになる。これに反して、港湾等周辺地域の欠壊については、土地利用度が一般に高いために、対策工が早期に施され、これによって汀線の後退をおさえている場合が多い。

このように、汀線の後退量の規模および形態なども、土地利用度の差によって、差異を生じている事実には、今後の解析を進める上で留意しておかねばならないであろうと思われる。

顕著な堆積は、分水あるいは河口導流堤建設に伴って、その周辺地域に現われる。また、九十九里浜中央部、小川原海岸中央部など、海に向かって凹型に開いた長い砂浜の中央部にも顕著な堆積が起りやすい。小川原海岸中央部の場合には、小川原湖放水路周辺~鷹架沼口周辺にいたる延長2.8 Kmの間で汀線より陸上部分のみで、年間60万 m^3 程度の堆積が認められる。

今回の解析結果においては、多くの場合、顕著な堆積は、近隣に顕著な欠壊を伴っており、両者間には、何らかの因果関係が認められる。大規模な堆積を示す新潟県大河津分水地域にしても、信濃川河口周辺の我が国有数の欠壊との関連によって生じた堆積である。一方、純粹に河川排出土砂による三角州あるいは河口砂州の発達の結果としての堆積事例はほとんど見ることが出来ず、我が国海岸線の地形的「老化」の印象が強い。

4.2 海浜変化の形態

4.2.1 汀線変化の原因と形態

今回の解析結果の範囲では汀線の顕著な変化を生じた原因とその汀線変化の形態は図-77に示すように類型化されるであろう。各々のタイプの代表事例も同時に図中に示されている。

a) タイプ(1) 防波堤、導流堤などによって、沿岸漂砂の移動が阻止された場合であって、一般的には沿岸漂砂の卓越方向の上手側に堆積が、下手側に欠壊が生ずる。海に向かって凹型に開いた浜の中央部など、漂砂の卓越方向が明確でない場合には、構造物の両側に堆積の生ずる場合もある。また、河口三角州周辺のように、構造物の構築地点全体が、欠壊性海浜である場合には、上手側にも欠壊が生ずる場合もある。

b) タイプ(2) 防波堤などの建設によって、波の遮蔽域が生じ、海浜に作用する波力の分布が一様ではなくなった場合に、遮蔽域と非遮蔽域との境界を中心に欠壊が生じ、遮蔽域中に堆積が生ずる。このような形態は、防波堤建設途上において、副防波堤建設以前に主防波堤を屈曲させた場合、主防波堤が副防波堤法線の延長線を越えて伸びた場合、あるいは、島堤が建設された場合などに現われやすい。また主防波堤の元付部は、沿い波による局所的欠壊を生ずることがあり、主防波堤が海岸線から斜めに構築された場合あるいは、主防波堤の直部が短い場合に起きやすい。

c) タイプ(3)-1 河川排出土砂の減少によって河口三角州が欠壊する場合であって、前述したように大規模な

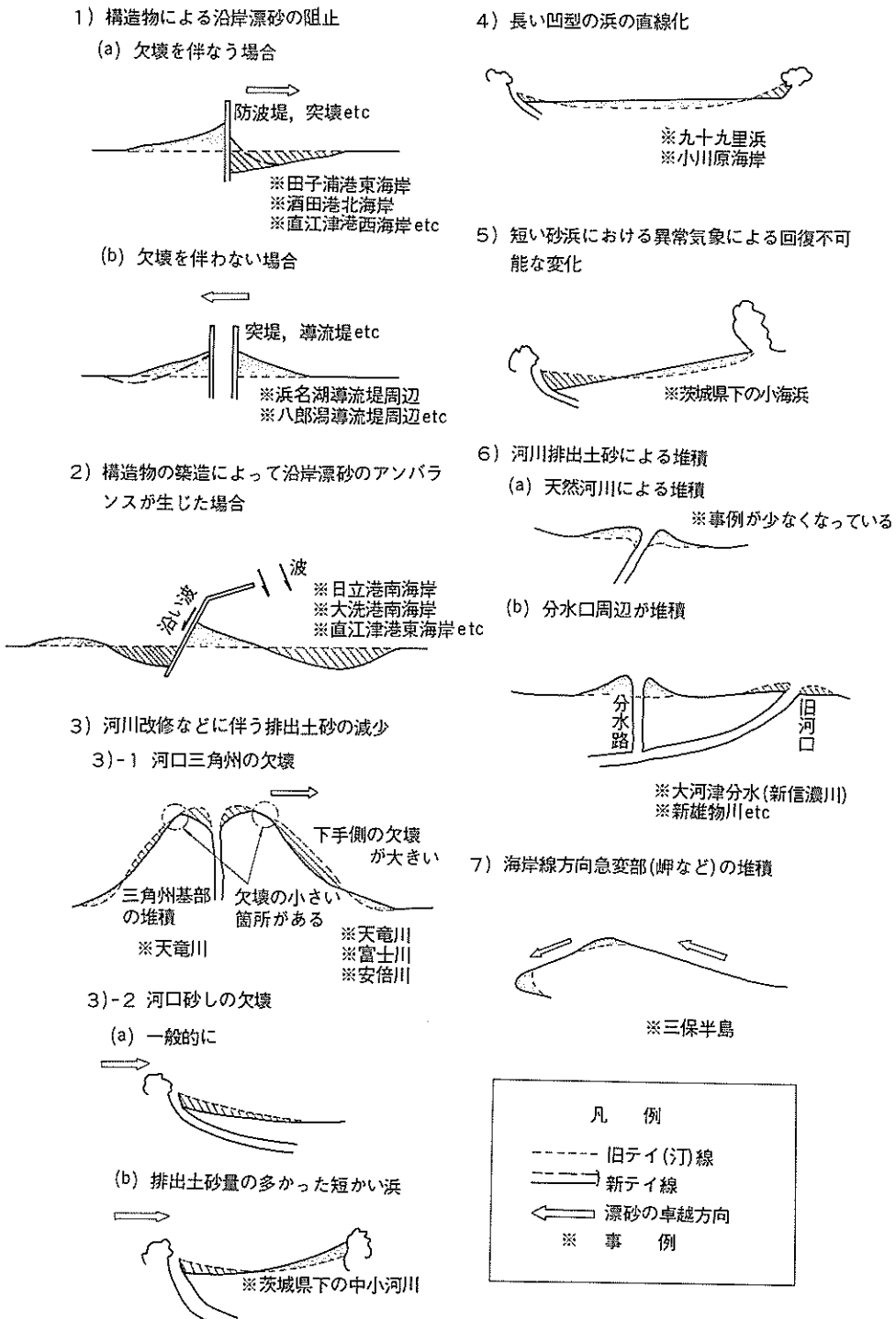


図-77 海浜変形のパターン

欠壊が生じやすい。欠壊は、河口の両側で生ずるが、沿岸漂砂の卓越方向下手側での欠壊が大きい。また、図示したように、欠壊部の中間に部分的に欠壊量の小さい箇所が存在すると共に、三角州基部に堆積箇所が存在するのが特色であるが、このような汀線変化が生ずる機構については、今後の検討を待たねばならない。

d) タイプ(3)-2 河川排出土砂の減少によって河口の沿岸漂砂の下手岸から次第に欠壊が進行する場合である。この場合、延長の短かい砂浜の汀線形状が、河川排出土量に支配されて定まっていた場合に、排出土量が減少すれば、汀線は波や流れの外力に対応した方向に変化し、これに伴って河口側に欠壊が、下手側に堆積が生ずる場合がある。

e) タイプ(4) 前述した、海に向かって凹型に開いた長い浜の中央部が堆積する場合であり、河川排出土砂量の減少の著しい昨今では、浜の両端部に欠壊を伴うのが通例である。

f) タイプ(5) 比較的短かい浜に、異常な方向から高波が襲って、砂浜が片側に寄りやられた場合などがこれに相当する。砂浜の片側に欠壊が、他方の側に堆積が生ずるのが普通であるが、このような海浜変化は、回復がきわめて遅く、ほとんどの場合不可能である場合もある。

g) タイプ(6) 河川排出土砂によって河口付近が堆積する場合であり、天然河口と分水などによる人工河口の場合とがある。現在堆積が著しいのは、後者の場合であって前述したように天然河口周辺の堆積事例は、きわめて少なくなっている。また、分水によって、人工河口周辺に堆積を生ずる場合には旧河口周辺には、欠壊が生じているのが通例である。

h) タイプ(7) 海岸線の方向が急変している場合に、その変曲点周辺には堆積が生じやすい。図示されているのは、海岸線が突出している場合であるが、河口三角州基部のように、海に対して凹型に海岸線が屈曲している場合にも、その周辺には堆積が生ずる場合が多い。

4.2.2 汀線変化量の沿岸分布型

今回の解析結果から、一つの地域に対する汀線変化量の沿岸方向の分布型は、大略、図-78に示す2つのタイプに分けられる。すなわち、一つは、汀線変化量の沿岸分布が直線で近似できる場合であって、他の一つは、円弧で近似できる場合である。この場合、河口三角州の周辺部分に

ついては、左、右岸側を各々別個に考えている。

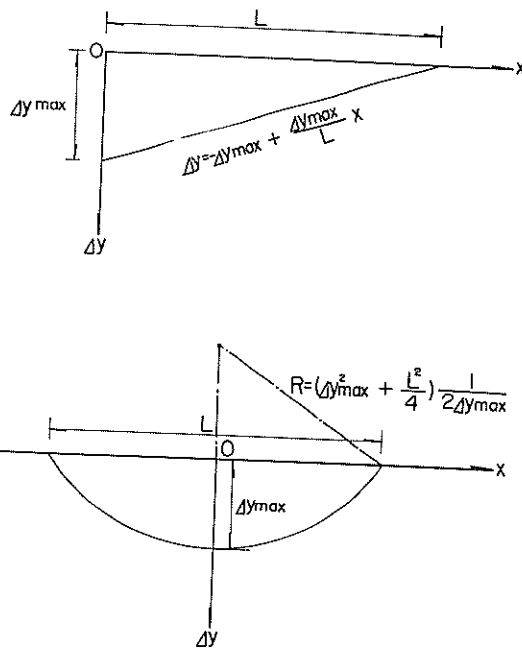


図-78 汀線変化量の沿岸方向分布型

図において、 x は海岸線に平行方向の距離であり、 Δy は欠壊あるいは堆積量を示し、原点は、欠壊あるいは堆積量が最大値 Δy_{max} を示す位置に取られている。 L は、欠壊あるいは堆積地域の延長を示す。

これら両タイプに対する事例を表12, 13に示す。表中には、図-77に示した海岸線変化タイプも示されているが、これによると欠壊については、河川排出土砂の減少に伴う河口三角州あるいは砂州の欠壊の場合(3-1又は3-2タイプ)には直線で近似されることが多く、また、防波堤の建設によって、沿岸漂砂のアンバランスの生ずることによる欠壊は、円弧で近似される場合が多いことがわかる。他のタイプについては、事例が少なく、現段階では何とも言い難い。

直線変化の場合については、年数が経過しても、最大変化量 Δy_{max} が一定に保たれ、変化勾配($\Delta y_{max}/L$)のみがかわる場合と、変化勾配が一定に保たれ、最大変化量 Δy_{max} がかわる場合、さらには、その両者共変わる場合とがある。これらの相異は、地形的条件、対策工の施工との関連、あるいは汀線変化過程の段階など諸条件の複雑な関連によって生ずるものと考えられる。今後、海浜変形のモデル化などを進めて行く上で検討を要する課題である。

表 12

汀線変化量の沿岸分布が直線近似の事例

番号	地域名称	汀線変化のタイプ	比較年次	Δy_{max}	L	近似式	
1	日立港南海岸	2 or 3-2	S22~S39	60 ^m	2.4 ^{Km}	$\Delta y = -60 + \frac{25}{1000}x$	
				75	3.0	$\Delta y = -75 + \frac{25}{1000}x$	
2	酒匂川右岸		S22~S42	115	1.6	$\Delta y = -115 + \frac{75}{1000}x$	
	左岸			全上	115	2.3	$\Delta y = -115 + \frac{50}{1000}x$
3	富士川右岸	3-1	S22~S39	175	2.7	$\Delta y = -175 + \frac{65}{1000}x$	
	S22~S46		225	1.8	$\Delta y = -225 + \frac{145}{1000}x$		
	左岸	3-1	S22~S39	225	1.4	$\Delta y = -225 + \frac{165}{1000}x$	
		S22~S46	225	4.1	$\Delta y = -225 + \frac{55}{1000}x$		
4	安倍川右岸	3-1	S23~S41	130	1.5	$\Delta y = -130 + \frac{85}{1000}x$	
			S23~S46	155	1.8	$\Delta y = -155 + \frac{85}{1000}x$	
			S23~S41	130	1.7	$\Delta y = -130 + \frac{75}{1000}x$	
			S23~S46	155	2.1	$\Delta y = -155 + \frac{75}{1000}x$	
5	天竜川右岸	3-1	S21~S40	260	2.4	$\Delta y = -260 + \frac{110}{1000}x$	
			S21~S41	300	2.7	$\Delta y = -300 + \frac{110}{1000}x$	
			S21~S45	330	3.0	$\Delta y = -330 + \frac{110}{1000}x$	
		左岸	3-1	S21~S40	260	1.4	$\Delta y = -260 + \frac{180}{1000}x$
			S21~S41	300	1.7	$\Delta y = -300 + \frac{180}{1000}x$	
			S21~S45	330	1.8	$\Delta y = -330 + \frac{180}{1000}x$	
6	秋田港北海岸	1	S23~S42	105	3.3	$\Delta y = -105 + \frac{30}{1000}x$	
7	阿賀川右岸	3-1	S20~S40	280	2.4	$\Delta y = -280 + \frac{115}{1000}x$	
8	信濃川左岸(ただし天然海岸の部分のみ)	3-1	S22~S40	140	7.0	$\Delta y = -140 + \frac{20}{1000}x$	
9	九十九里中央部作田川 辺(堆積) 右岸	4	S22~S45	-175	2.2	$\Delta y = 175 + \frac{80}{1000}x$	
	左岸			-175	3.0	$\Delta y = 175 + \frac{58}{1000}x$	
10	大河津分水右岸(堆積)	6	S22~S40	-285	3.5	$\Delta y = 285 + \frac{81}{1000}x$	

表 13

汀線変化の沿岸分布が円弧近似の事例

番号	地 域 名 称	汀線変化のタイプ	比較年次	Δy_{max}	L	R
1	大洗海岸	2	S 21 ~ S 39	70 ^m	5.4 ^{Km}	43 ^{Km}
			S 21 ~ S 44	85	4.7	33
2	大津港(茨城県)南海岸	2	S 22 ~ S 41	40	1.5	7
3	鹿島港~利根川河口中間部	?	S 23 ~ S 40	80	5.5	47
			S 23 ~ S 44	35	5.5	110
4	酒田港北海岸	1	S 22 ~ S 43	45	6.0	100
5	三保半島基部(堆積)	7	S 23 ~ S 41	50	3.5	
			S 23 ~ S 46	70	4.5	

4.3 今後検討を要する諸課題

本作業の結果、海浜変化に関して多くの問題地域を見出すことができた。これらは表7~13あるいは図77中の事例として各々挙げられている。今後行なうべき第一の作業は、これらの諸地域について、海浜変化の過程をより詳細に、より正確に把握して行くことであると考えている。そのために

- 他機関で行なわれた航空写真成果を収集し、これらを含めて、正確(実体視による)な写真解析を行なうこと。
- 地上測量の成果、深淺測量の成果等、対象海岸の特性に関する既往資料の収集に努めること。
- 海浜変化の原因となった諸事業について、詳細に事実を掌握すること。

などの作業が必要である。特に、大規模な欠壊が生ずることの多い河川については、河川工学的な問題の追求が必要であって、流域における土砂の生産、流下途上での堆砂、海岸への排出、および海浜への寄与という一連の土砂収支の問題としての取り扱いを目標とした資料の収集解析を心掛けねばならないであろう。

以上に示すような諸作業は、対象とした海岸各々について、海浜変化の法則性を見出し、これによって当該地域における海浜変化モデルを一つ一つ作り上げて行くことを初期段階における目的としている。これらモデルの積み上げによって、海浜変化の普遍的法則性は次第にその輪郭を明らかにして来るものと考えられる。

このような意味では、事例数のより多い海浜変化タイプから順次取り扱うことが有効である。したがって、河口三角洲の形成、減衰すなわち海浜変化タイプ(3)-1あるいは(6)に属する海浜変化、防波堤周辺部での海浜変化あるいは、

中小河川の排出土砂減少に伴う小砂浜の変形などについて、当面詳細な取り扱いを進めるべきであろうと考えている。

5. 結 語

序論において述べたように、現段階における作業は、第1に事実の掌握を目的としたものである。したがって、現象の機構的な説明が現段階では不可能なものであっても、解析結果が事実として普遍性を有すると思われる事項については、すべて問題点として取り上げている。したがって、中には、きわめて特殊な現象を普遍性のある現象と誤認している事項もあり得るし、逆に、普遍性を見逃している事項もあるかもしれない。このような点については、今後継続する予定の同様な作業の間で修正して行かねばならないと考えている。

謝 辞

本作業の実施、報告の取りまとめに際しては、当所海洋水理部長 佐藤昭二博士の御助言を幾度もいただいた。著者一同、深く感謝の意を表する次第である。また、写真読取り作業の多くは、当所勤務三好英一君の手によるものである。その献身的な協力に謝意を表したい。

なお、著者のうち小笠原は航空写真の標定、図面整備を、小笹は報告書の一部執筆と実作業全体の指導、調整を担当し、田中は作業の企画、解析、報告書の執筆を行なった。

(1973年4月5日受付)

参 考 文 献

- 1) Francis P. Shepard & Harold R. Wanless; Our Changing Coastlines, McGraw Hill, 1971
- 2) V. P. Zenkovich; Processes of Coastal Development, Oliver & Boyd, 1967
- 3) E. C. F. Bird; Coasts—An Introduction to Systematic Geomorphology Volume Four, The M. I. T. Press, 1968
- 4) J. A. Steers; Introduction to Coastline Development; The M. I. T. Press, 1971
- 5) 堀川清司; 漂砂特論、1970年度、水工学に関する夏期研修会講義集、A海岸、港湾コース、土木学会、水理委員会、1970年7月
- 6) 野田英明; 海浜過程、1971年度、水工学に関する夏期研修会講義集、Bコース、土木学会水理委員会、1971年7月
- 7) 佐藤昭二、田中則男、入江功; 鹿島港防波堤延長工事に伴う海底地形の変化について、土木学会、第15回海岸工学講演会集、1968年
- 8) Shoji Sato & Isao Irie; Variation of Topography of Sea-bed Caused by The Construction of Breakwaters, Coastal Engineering in Japan, Vol. 13, 1970
- 9) Donald B. Stafford; An Aerial Photographic Technique for Beach Erosion Surveys in North Carolina, C. E. R. C. Tech. Memo. No. 36, Oct. 1971
- 10) Maynard M. Nichols; Coastal Processes From Space Photography, Proc. of 12th Conf. on Coastal Eng. Sept. 1970
- 11) 佐藤昭二、田中則男、河西輝夫、入江功; 小川原湖海岸の漂砂について、第19回海岸工学講演会論文集 1972年11月
- 12) 佐藤昭二、田中則男、庄司忠夫; 仙台湾沿岸の漂砂について、第13回海岸工学講演会講演集、1966年
- 13) 佐藤昭二、入江功、杉山茂信; 天然放射能による漂砂の供給源および卓越方向の推定について、第14回海岸工学講演会講演集、1966年
- 14) 第二港湾建設局、宮城県; 仙台湾開発港湾調査報告書(其の8)昭和41年3月
- 15) 井島武士、佐藤昭二、青野尚、鶴川義郎; 茨城県磯浜海岸の漂砂について、第8回海岸工学講演会講演集、1961年
- 16) 井島武士、佐藤昭二、田中則男; 鹿島港の漂砂について、第11回海岸工学講演会講演集、1964年11月
- 17) 第二港湾建設局、港湾技術研究所、茨城県; 鹿島工業港の自然条件について(漂砂特性)、昭和39年3月
- 18) Shoji Sato & Norio Tanaka; Field Investigation on Sand Drift at Kashima Facing The Pacific Ocean, Proc. of 10th Conf. on Coastal Eng. Sept. 1966
- 19) M. Homma, K. Horikawa and C. Sonu; Field Investigation at Tokai Japan, Conducted by Combined Procedure of Macroscopic and Microscopic Approaches, Coastal Eng. in Japan, Vol. V, Dec. 1962
- 20) 堀川清司、砂村継夫; 航空写真による海触崖の後退に関する研究、第14回海岸工学講演会講演集、1967年10月
- 21) 堀川清司、砂村継夫; 千葉県屏風ヶ浦の海岸侵食について—航空写真による海触崖の後退に関する研究、第2報、第16回海岸工学講演会講演集、1969年
- 22) 堀川清司、砂村継夫; 千葉県屏風ヶ浦の海岸侵食について(2)—航空写真による海触崖の後退に関する研究、第3報、第17回海岸工学講演会論文集、1970年
- 23) 堀川清司、砂村継夫; 千葉県屏風ヶ浦の海岸侵食について(3)—航空写真による海触崖の後退に関する研究、第4報、第19回海岸工学講演会論文集、1972年11月
- 24) 豊島修; 現場のための海岸工学 侵食編 第2章、森北出版社、1972年11月
- 25) 堀川清司、砂村継夫; 千葉県九十九里海岸における漂砂の卓越方向に関する研究、第18回海岸工学講演会論文集、1971年10月
- 26) M. Homma, K. Horikawa and C. Sonu; A Study of Beach Sediment at Enoshima and Kamakura
- 27) 本間仁、堀川清司、鮮子澈; 片瀬、鎌倉海岸の沿岸流に関する研究、第5回海岸工学講演会講演集、1958年11月
- 28) M. Homma, K. Horikawa and C. Sonu; A Study on Beach Erosion at the Sheltered Beaches of Katase and Kamakura, Japan, Coastal Eng. in Japan, Vol. II
- 29) 広田純也; 相模川河口の堆積土砂量について、第16回海岸工学講演会講演集、1969年12月
- 30) 広田純也; 河口堆積土量の計算について、第17回海岸工学講演会論文集、1970年11月

- 31) 静岡県富士臨海地区総合開発事務所；田子の浦港、昭和44年4月
- 32) 建設省中部地方建設局；由比海岸工事誌、昭和41年3月
- 33) 港湾技術研究所；駿河湾台風6626号総合調査報告書1967年8月
- 34) 市川武、落合治美、富田一夫、室伏久治；駿河湾田子浦港の波と漂砂、第8回海岸工学講演会講演集、1961年
- 35) 港湾技術研究所、大井川港湾管理事務所；大井川港地区漂砂調査報告書
- 36) 佐藤昭二、田中則男、佐々木克博；清水港三保防波堤に関する模型実験、港研資料No.154,1973年
- 37) 佐藤昭二、港湾建設工事に関連した漂砂の問題、港研資料No.5
- 38) 春田忠雄；海岸地形の類似点について、第7回海岸工学講演会講演集、1960年11月
- 39) 第一港湾建設局、新潟調査設計事務所；防波堤の施工例とその問題点——砂浜海岸における防波堤工事の実施と問題点、昭和44年12月
- 40) 第一港湾建設局、新潟調査設計事務所；秋田港調査成果報告書、第I～II報、昭和39～41年
- 41) 第一港湾建設局、新潟調査設計事務所；本荘港調査成果報告書、第1～第2報、昭和44年～45年
- 42) 第一港湾建設局新潟調査設計事務所；酒田港調査成果報告書、第1～第4報、昭和39年～42年
- 43) 春田忠雄；県下各港湾附近の汀線変化について、第5回海岸工学講演会講演集、1958年11月
- 44) 荒田哲弥、高隆二；岩船港の変遷、第12回海岸工学講演会講演集、1965年11月
- 45) 新潟港湾技術調査委員会；新潟海岸の欠壊について、昭和26年12月
- 46) 新潟県土木部；新潟海岸の欠壊について、昭和35年3月
- 47) 第一港湾建設局、新潟調査報告書、第1報～第10報、昭和38年～47年
- 48) 嶋文雄、荒田哲弥、中島幹雄；新潟工業港計画地点の海岸について、第9回海岸工学講演会講演集、1962年10月
- 49) 新潟港開発技術調査委員会；新潟工業港および臨海工業地帯造成計画資料、1962年
- 50) 防災研究協会；直江津港浸食調査および直江津港漂砂および波浪調査報告書、昭和44年3月
- 51) 佐藤昭二；最近の漂砂対策法、1972年水工学に関する夏期研修会講義集Bコース、土木学会水理委員会、1972年7月
- 52) 例えば武田通治；写真測量（測量技術講座4），オーム社
- 53) 主として，運輸省港湾局；港湾工専用基準面調査報告書、昭和44年3月

港湾技研資料 No. 163

1973・6

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 株式会社 東京プリント

Published by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.