

県下の各港付近の汀線変化について

新潟県土木部港湾課 春 田 忠 雄

1. 概 説

新潟県下の海岸線は一般に単調であつて、信濃川、阿賀野川、関川、加治川、その他の河川が流出している。大小の河川からの流出砂利、砂は河口に堆積し波の作用で周辺に運ばれ海浜を形成し、風と波により一部では砂丘を形成している。代表的な砂丘は新潟市より村上市に至る間の砂丘であつて、県中央部にも大小の砂丘がある。波は冬期間、日本海の北西風または北東風により一般に荒く、波高 4~5 m の波が打ちよせてくる。これらの波が海岸線の砂利、砂を動かし汀線に変化を与えているが、海岸線に港の構造物がある場合、波は反射、屈折、回折等複雑な動きをなし、汀線はいろいろな影響を受けて変化してゆく。

新潟県下の各港湾、漁港において、主として防波堤その他の外かく施設を設けたさい、風波によつて汀線の変化を起し、浸食、欠潰、埋没等の影響を受けた例が多い。それも建設途上において遂次変化する例が多いようである。

海岸線が浸食を受けた例として、新潟港、中浜漁港、桑川漁港、羽茂港海岸等があり、河口に近くて埋没する傾向のあるものに、岩船港、寺泊港があり、小区域の汀線変化により埋没あるいは浸食を起しているものに、府屋、寝屋、石地、能生、北狄、浦本、間瀬等の漁港や、羽茂、柏崎等の港湾、両津港吉住海岸等がある。以上の例は必ずしも構造物の影響のみでなく他の原因によるものもあるが、構造物の影響と思われるものが多い。また、季節、風の方向により汀線が変化したり、ある場所で欠けたり砂がついたりして単にくり返しているものもある。また対策工事を施工して浸食埋没防止に成功している例もある。

本文は以上の港の付近で起こつた汀線の変化のうち、顕著なもの数例を対象に取りまとめたが、調査が十分でなく、変化機構の解明にまでは至らないが、現在までの調査結果と若干の考察を述べることとする。

2. 自 然 の 状 況

(1) 地形および地質

海岸線は単調であつて日本海に面して沖に佐渡ヶ島および粟島がある。県北部岩船郡は山が海に迫つていて、海岸線は小さな凸凹や断崖、暗礁、転石等があつてやや変化があり、県南部西頸城郡や米山の山麓海岸も山が迫り断崖、暗礁等があり小さな変化があるが、全般的には単調である。中央部岩船港より新潟市西方に至る延長約 70 km の海岸線は砂丘を形成し柏崎北方および直江津港北方にも小砂丘郡がある。

流出河川は大小、かん急、清濁、おのおの特質があるが河口付近は一般に砂利、砂の海岸が多い。

地質の概略を述べると、東部県境部、県西部および県中央部に分けることができる。

県北部および東南部県境には越後山脈、三国山脈等があり、秩父古生層が島状に配列し、その間に日出谷、鹿ノ瀬、津川、七谷等の中新世の水成岩層が介在し、これを貫いて、カコウ岩、安山岩、石英粗面岩、玄武岩等の比較的古い火成岩が現われている。県中央部は魚沼層、灰爪層、西山層、椎谷層、寺泊層等の鮮新世および中新世に属する比較的新しい第三紀層をもつて、山脈を形成し、そのうち海岸に近いところに角田山（安山岩、石英安山岩）弥彦山（玄武岩）米山（安山岩）の火山が噴出している。県西部の内、関川より姫川に至る間は、県中央部にいた地質をしているが、姫川以西は古生石灰岩層、中生代水成岩が大部分であつて、一部カコウ岩、石英粗面岩が現われ、変成岩が介在している。

(2) 風 と 波

日本海では一般に冬季間北ないし北西風が卓越している。一例として新潟西海岸における観測資料によると図一のように風向では北西風および南風が多いが平均風速では北西、北北西、西北西の風が大きい事を示してい

図一 各港位置および地質図

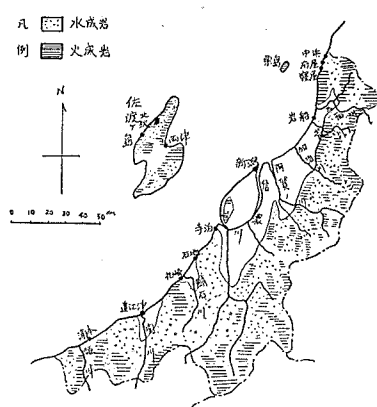


図-2 風向頻度と平均風速(昭.31.11~32.3)

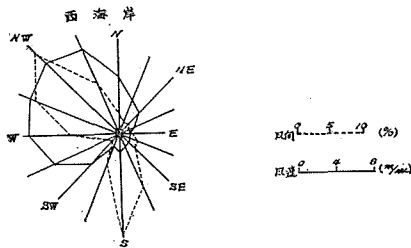
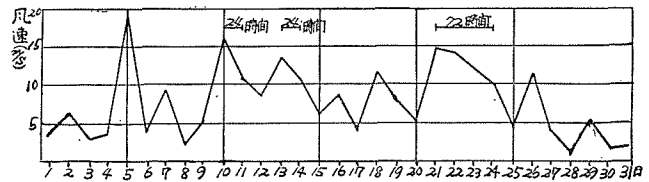


図-3 風速の日変化 昭.31.12 (新潟西海岸)



る。また新潟気象台の過去 35 年間の観測による風速 10 m/sec 以上の強風は、同様に西北西を中心とし西から北の間の風が大部分を占めている。

図-4

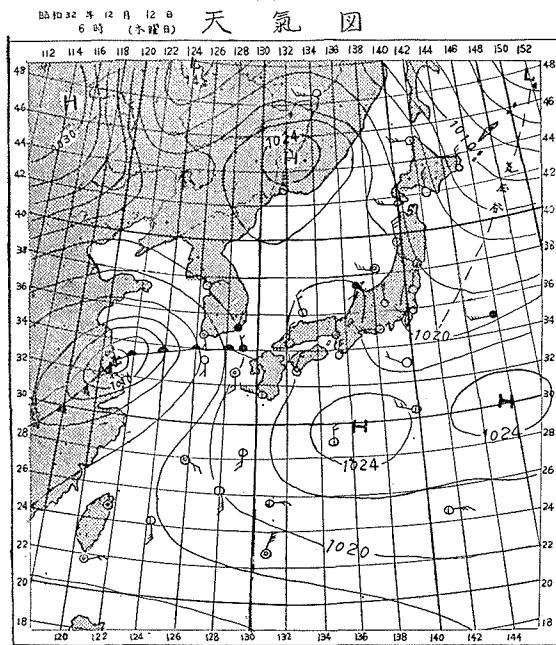
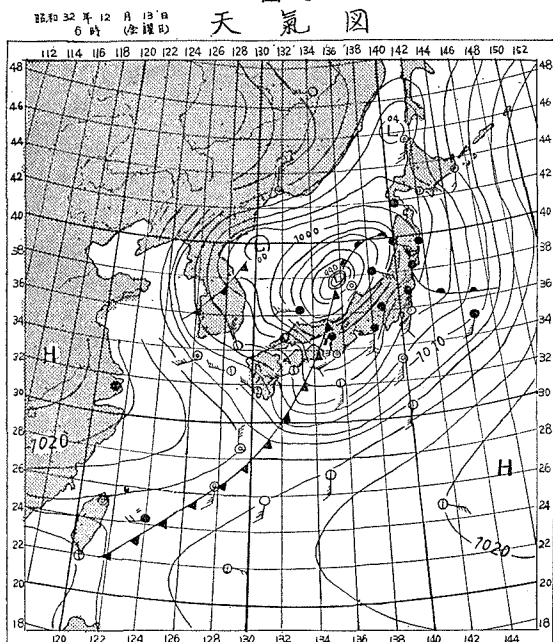


図-5



日本海における冬季の風の発生、発達移動経過にはいろいろな種類があり、昭和 31 年海岸工学講演会において高橋淳二氏が A.B.C.D.E. の 5 型に分類して報告されているが、一般に日本海を西より東へ低気圧が移行するさい、強風が吹いている。低気圧の発生域、移動方向、速度、低気圧の値、高気圧の位置等により状況が異なってくるが、その吹送時間は普通 20~40 時間であつて、数日連続して吹く事もあり、風速は吹き始めてから 1 日~3 日後に最大となることが多い(図-3)。また低気圧の東進とともに風向も変わることも多い。

春から秋に至る期間は南よりの風が多く風速も小であるが、まれに突風の吹くことがある。

波は風が吹きはじめると、ほとんど同時に発達し漸次波高が増大するが風の最大時と波の最大時は必ずしも一致せず風速が減少しても波が残ることが多い。

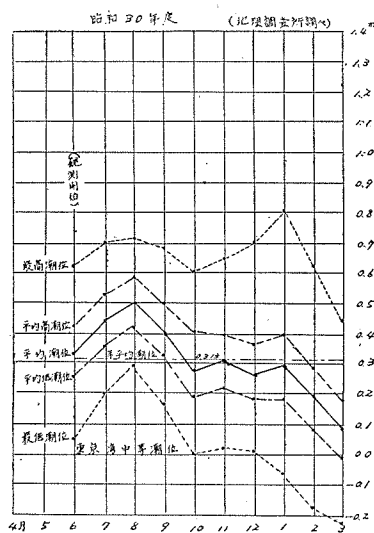
図-4 および 図-5 は昭和 32 年 12 月 12 日~14 日にかけて低気圧が発生し(瞬間風速 41 m/sec) 高潮が起こり、波の吹き寄せとともに新潟東海岸の水面が上昇し、港湾施設に災害を受けた際の天気図であつて B 型に属する強風である。

県下各地の波高は概略新潟 3~4 m, 直江津 4.5~5.5 m, 寺泊 3~3.5 m, 岩船 4~5 m であつて県西部では能登半島の影響を受け、寺泊、新潟は佐渡のしやへい下にあつても波もやや小さい。

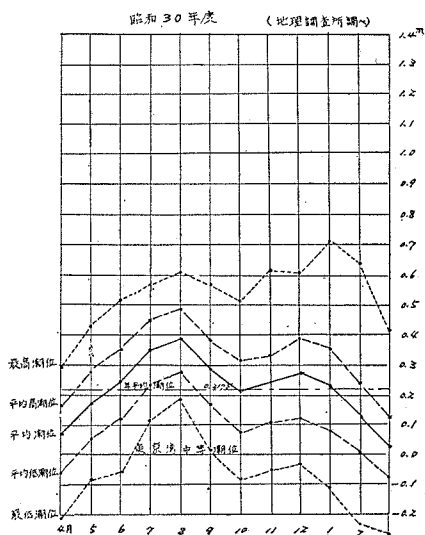
(3) 潮 汐

裏日本では一般に潮差小さく、1 日の満、干潮の差は 10~30 cm 程度であつて、平均水位は夏高く冬低く、その差は約 30 cm である。従つて表日本のように春秋の大潮に年間最大の潮差を示すことはなく、かえつて冬の低気圧により年間最大の潮位を示すことが多い。図-6, 7 は柏崎港鯨波および鼠ヶ関港の潮位図であつて冬に最高潮位を示している。

図—6 柏崎検潮所月別潮位表



図—7 鼠ヶ関検潮所月別潮位表



3. 浸食性海岸

(1) 新潟港東海岸

新潟港の海岸欠損の状況，原因等についてはすでに諸先輩により数多くの報告がなされているので省略して，ここでは東海岸の最近の変化について述べる。

東海岸は図—8に示すように西海岸同様大きな海岸欠損を起し，流失土砂は年間約300 000 m³の値となつているが，東海岸—昭和石油間の海岸は欠損対策工事災害復旧工事の進捗とともに次第に安定化し，むしろ汀線は前進気味であつたが，最近の地盤沈下により急激な後退を始め，昨冬のみで20 mほど汀線が退いている。

図—8 新潟東海岸汀線変化図

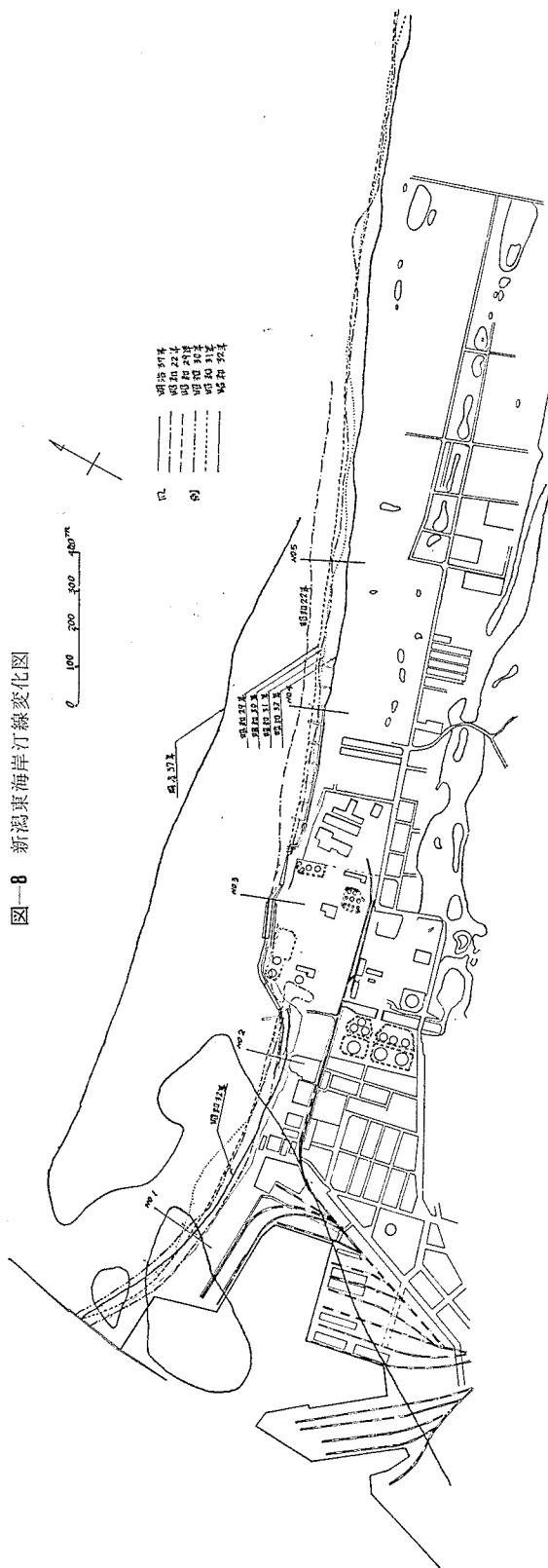
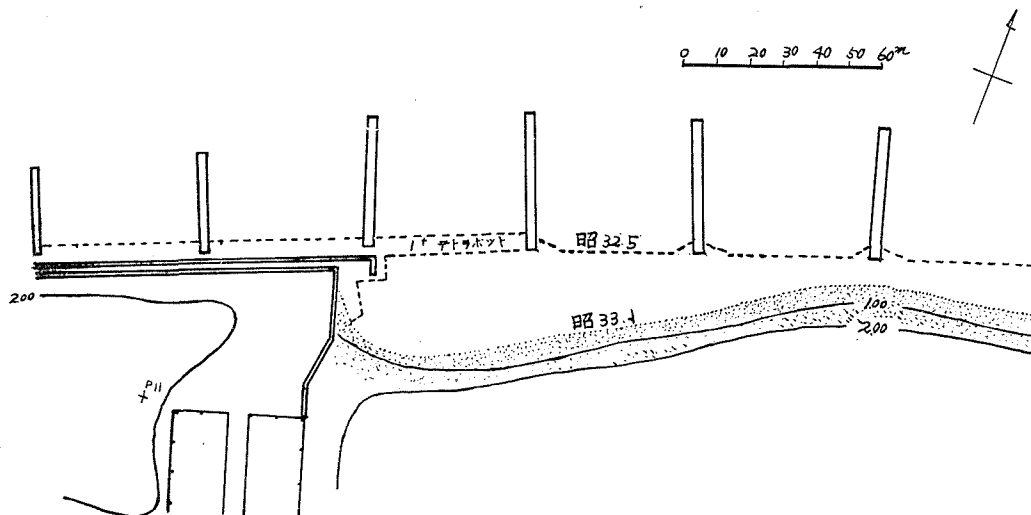


図-10 新潟東海岸海底断面図



三菱金属より東、阿賀野川河口に至る間は欠漬が継続的に進行していて、年々汀線がわずかず後退していたが、地盤沈下の影響により急変化を起している。欠漬対策工事は後方地帯の状況も考慮し三菱金属の東端まで護岸縦堤を施工し、その東には縦堤を3本施工していた。一昨年まではこの付近は冬砂が取られ夏砂がつき、あまり大きな汀線変化がなかったたのであるが、昨冬は縦堤の後に波がまわり、図-9のように汀線が約40m後退し縦堤が海中に取り残された。固い護岸の末端の影響を受けているようである。東海岸の海底勾配は図-10に示すように場所により異なるが1/70~1/100の比較的かん勾配である。

図-9 新潟東海岸汀後退図



(2) 中浜漁港

中浜漁港は山形県境に近く山形県鼠ヶ関港とは町続きである(図-11)。漁港としては小漁港であるが図-12および図-13のように汀線より約40m離れて延長34m天端高+2.3mのコンクリート防波堤が昭和8年に築造され小被災後、昭和31年に復旧されている。汀線より後方の人家までで30~50mの小砂利交り砂浜があるが、防波堤建設後も水深は維持されていた。

図-11 中浜漁港位置図

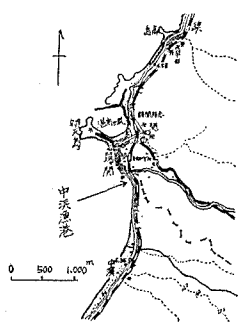
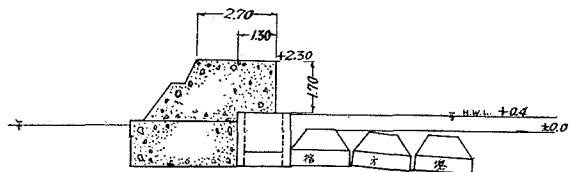


図-12 中浜漁港防波堤断面図



鼠ヶ関港の計画のうち弁天島にある漁港船溜りと陸岸を結ぶ防砂堤を数年前より施工しているが、その上部壁体およびパラペットを施工した3年ほど前から南向きの沿岸流が強くなり、鼠ヶ関町の海岸の砂が逐次取られ始めていたが、昨年12月の日本海低気圧による荒天時に、鼠ヶ関より中浜港に至る海岸延長約800mが浸食を受けた。被害の程度も

防砂堤より南へ遠ざかるに従って小さくなっているが、汀線後退推定約5~10mであり鼠ヶ関町より中浜に至る海岸で3~4年間に幅約100m厚さ約1~1.5m推定約100,000m³の砂が取られ汀線が後退し人家が危険な状態となつている。県内の他港の離岸堤のようにトンボロが生じなかつたのは、冬季の北西風による波が海岸に鋭角で打ちよせるので沿岸流を生じ、しかも弁天島のしやへい下にあるので比較的微弱であつたために、砂の堆積も欠漬も起らず安定していたと見られ、最近の欠漬はそのバランスが崩れたためであろう。

4. 局部的移動海岸

(1) 北狄漁港

北狄漁港は、佐渡の北西海岸にあるが、冬期北よりの風により外海は荒れている。海底は深く岸より200mほ

図-13 中浜漁港平面図

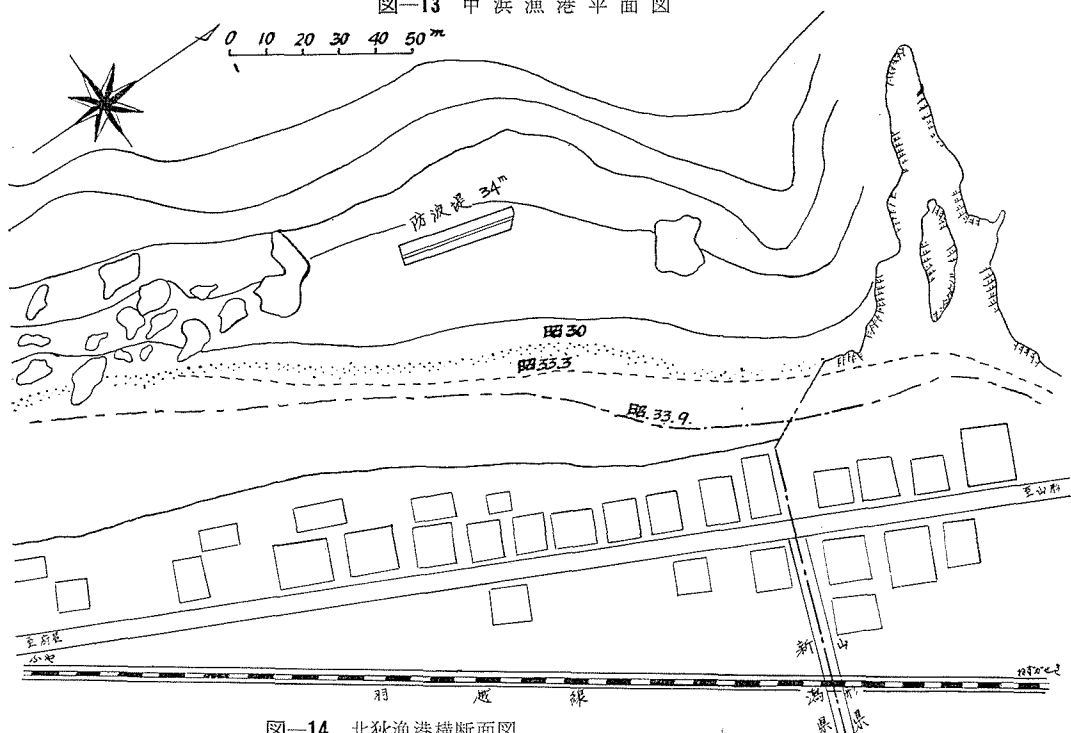


図-14 北狄漁港横断面図

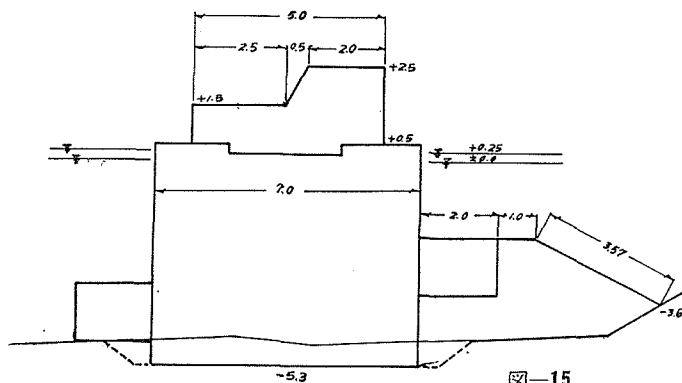


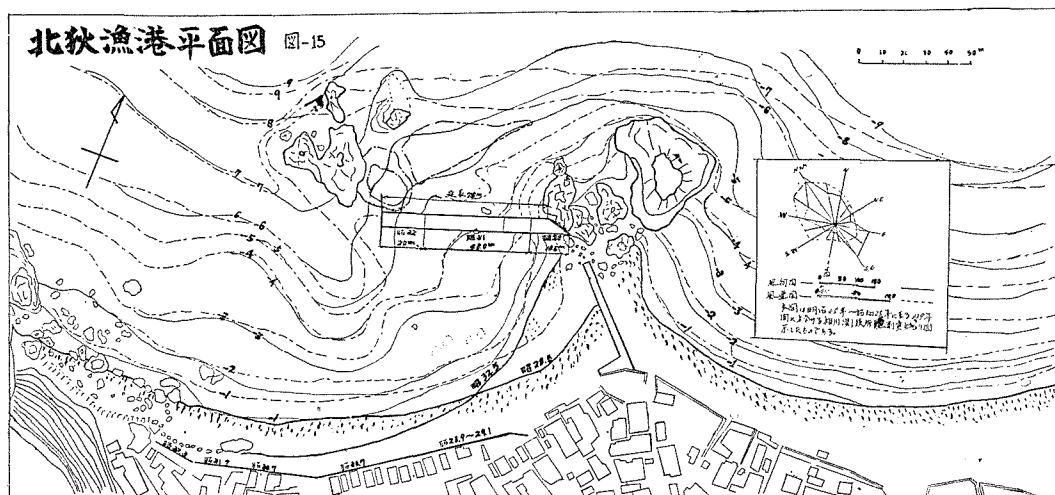
図-15

どで水深 10 m もあり激浪が押し寄せてくる。観測によると冬期の最多風方向は北西、最大風速方向は北西および西北西となっている。

漁港施設としては 図-14 および 図-15 のように沖の島を結んだ防波堤延長 75 m があり内側を船溜りとしているが防波堤はコンクリートの堤体とし天端高を +2.5 m としている。昭和 28 年着工以来工事が

— 昭. 32. 5 - - - 昭. 28. 5

北狄漁港平面図 図-15



進捗するに従つて海岸線に影響が現われ、西方の汀線は後退し、船溜り内部が前進し始め、陸岸の護岸も被災し人家も危険になつたので護岸もあわせ復旧したが、ついに昭和 32 年冬には汀線が護岸の根本まで迫り護岸の一部が再び崩壊し、波のしぶきが人家を越すほどとなつた。防波堤を築造したことにより起こつた局部的の砂の移動であると考えられる。

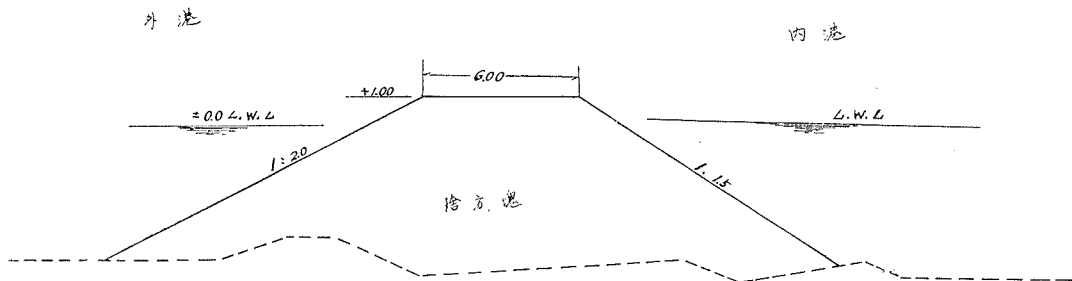
(2) 浦本漁港

浦本漁港は県西部富山県境に近く位置している。付近の海岸は山が海に迫り陸地幅が狭いが、姫川、名立川、能生川、早川、青海川等の急流河川が流入しているの、海岸には玉石・砂利、砂の浜が帯状についているが、一般に海底は急傾斜をしている。

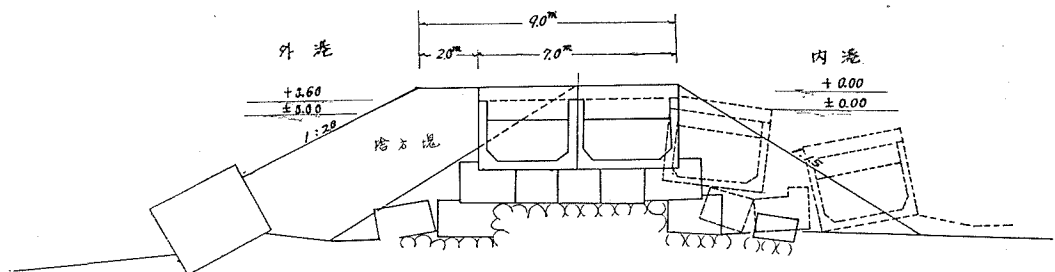
冬の風は西風が最も多く強風は北西風が多いが、能登半島の蔭になつていたので波高は西および北西は割合小さく北が大きい。このことは他の地区と異なつてゐる。

第一防波堤 85 m を昭和 7 年、第二防波堤 70 m を昭和 13 年に築造したが、戦後災害を受け第一防波堤は昭和 30 年、第二防波堤は昭和 25~32 年に復旧している。構造は第一防波堤は 16 t の捨ブロックで、第二防波堤はブロックの上に置いたケーソンが動いたので、16 t のブロックを上に乗せてある（図—16, 17, 18 参照）。

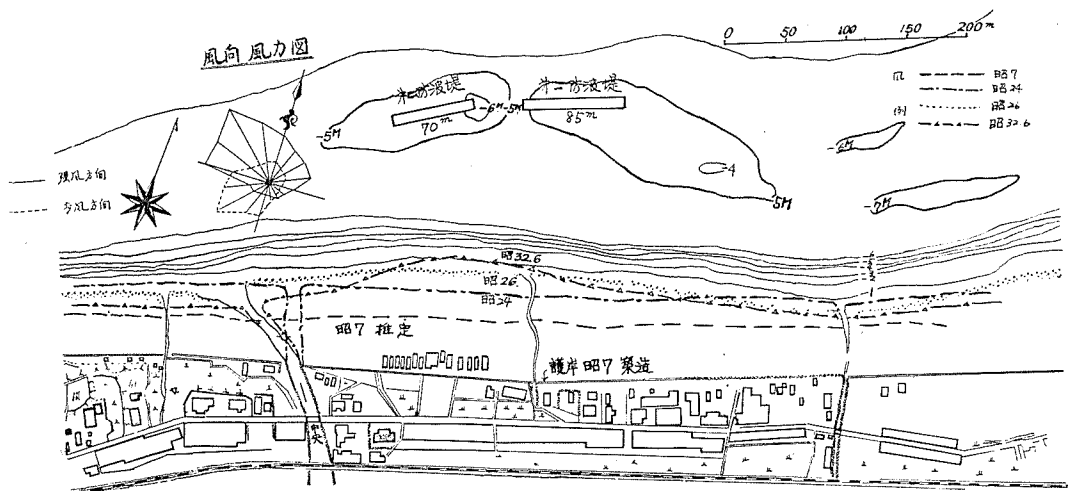
図—16 浦本漁港第一防波堤断面図



図—17 同上 第二防波堤断面図



図—18 同上 平面図



第一防波堤を築造した当時、陸岸の護岸もあわせ施工したが、そのころ護岸から幅 50~60 m 程度であつた砂浜が次第に前進し、災害復旧工事施工後、防波堤の近くは舌状に前進し、トンボロを形成しつつあるが、東西両翼の海岸は、逆に浸食を受け後退して人家が危険なところもある。

(3) 石地漁港

石地漁港は柏崎市の北方約 16 km の地点にあり、海に西面している。石地と柏崎の間には砂丘が延長約 10 km にわたり続いている。

沖の防波堤 3 基は巨石堤で昭和 10 年頃の築造であつて東端の一基は昭和 31 年に災害復旧工事を施工している。3 基の防波堤の中間に昭和 30 年に、巨石堤を延長 45 m 施工した後、付近の汀線に変化が生じ、トンボロが生じて来た。構造は図-19 のように石積堤で天端は +1.2 m であつて海がしけると波が乗り越える。施工前には西方の防波堤に向つてわずかにトンボロが出ていたが中間に新設するとただちにトンボロが伸び、西方の海岸がやや後退している。トンボロの形は季節により変り、波間、波高の影響を受けるようである (図-20)。

図-19 石地漁港防波堤横断面図

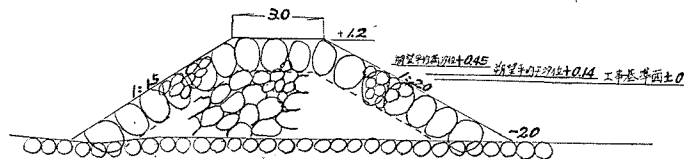
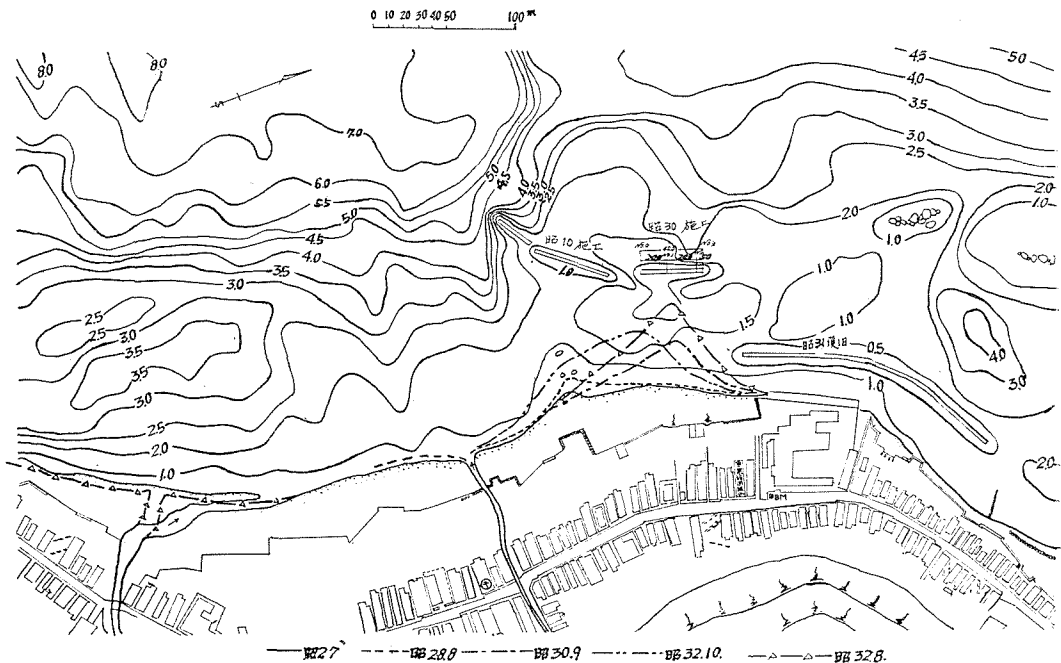


図-20 石地漁港平面図



(4) 寝屋漁港

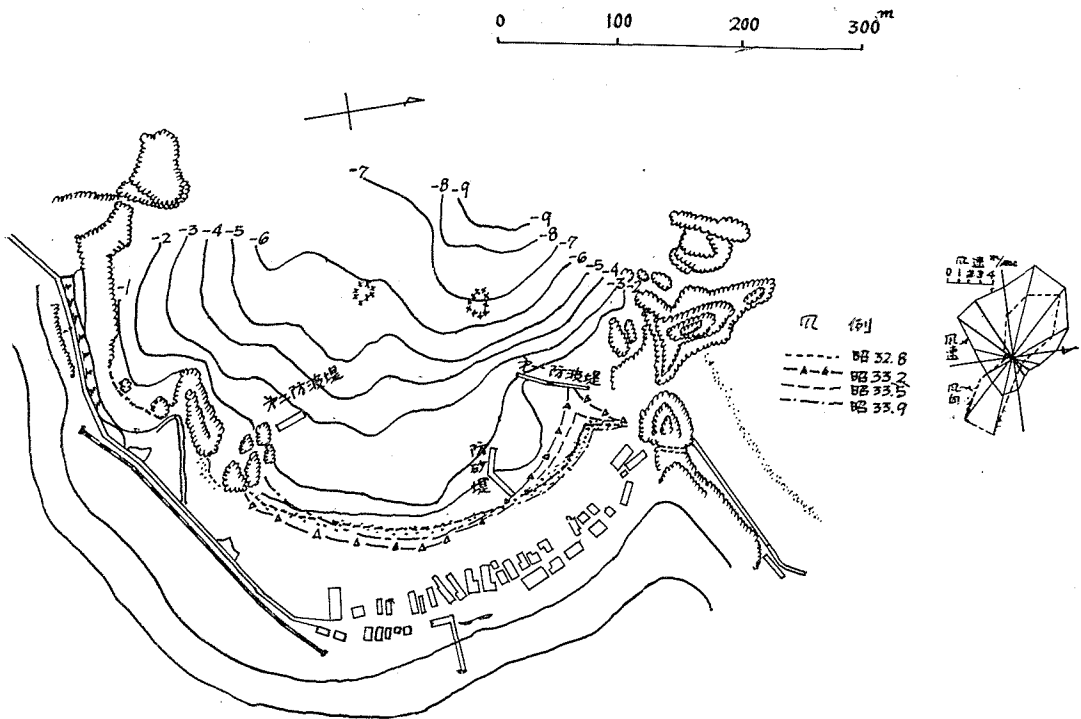
寝屋漁港は県境に近く位置し、付近の海岸は山が海に迫り、海岸道路も建設されていないほどであり、小さな湾が数多くあり、湾の奥には 30~70 m 幅の砂浜がある。

寝屋漁港は湾の北縁に第一防波堤 (昭 6. 建設) と防砂堤が築造されているが、その泊地は砂の移動があり、冬トンボロが起り砂浜が伸び第一防波堤にとどき、夏は後退している (図-21)。

冬の北西の波は湾中央部にある第二防波堤方向に進み、第一防波堤の影響で波が回折する。その一部は砂浜に沿った動きとなり防砂堤の南側より防砂堤の根元を越え泊地内に入り、砂を沈殿する。第一防波堤は陸岸と約 20 m 離れているのでトンボロの形となるようである。

春から夏にかけて風は南よりとなるので、波の一部は第一防波堤を護岸の中間から押入り、トンボロの先端をフラッシュするのでトンボロは消える。

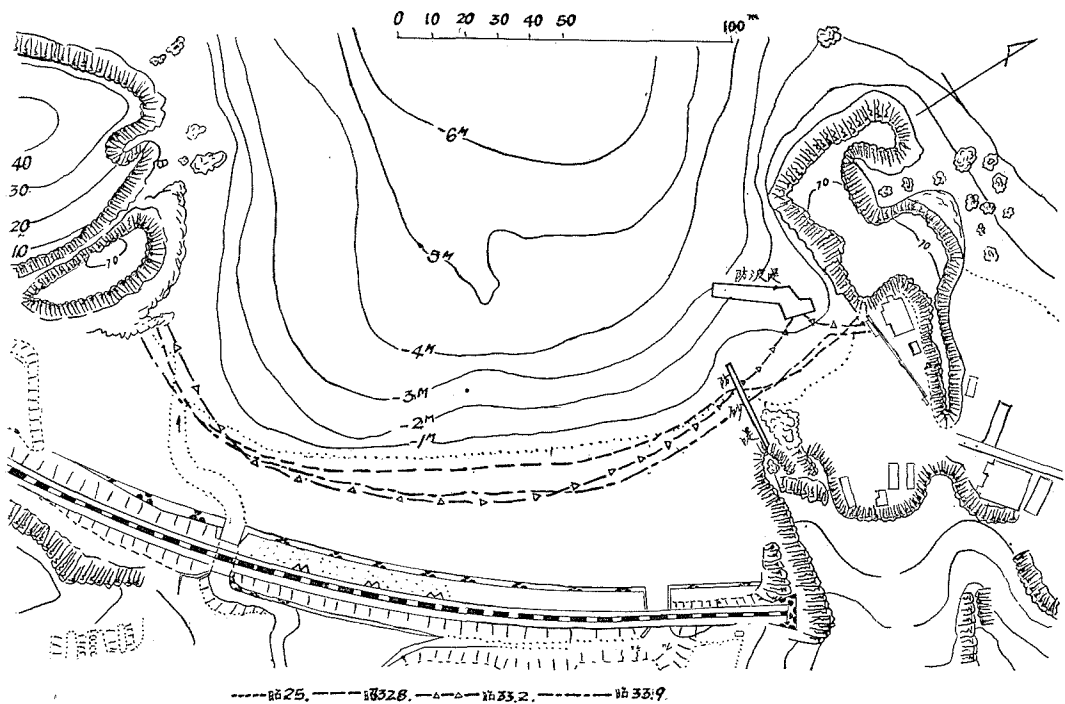
図-21 寝屋漁港修築平面図



寝屋ではこのトンボロの生成消滅を毎年くり返している。防砂堤の高さが低く砂浜へ突込みの少ないことも一因と思われるが、波の作用する方向により起こる好例である。

寝屋漁港の北側の海岸の汀線が戦前に比し後退しているとの古老の話であるが（府屋でも同様である）それと寝屋のトンボロと関連があるかどうかは今のところ不明である。

図-22 府屋漁港平面図



(5) 府屋漁港

府屋漁港は寝屋漁港の北方約 4 km にあり周囲の状況はよくにている。湾の大きさ、漁港施設の大きさは寝屋にくらべ規模は小さいが、施設の位置、配置、方向はよくにた形をしている(図-22)。

府屋漁港では寝屋と全く同様に冬トンボロが生じ夏消えている。冬には防砂堤の南側に砂が堤体の高さまでつき、泊地側が低いので、外側から波と一緒に砂がはいつてくるのであろう。土地の古老の言によると漁港施設築造(昭・7)以前の汀線は泊地付近では現在より約 10 m 後方であつたとのことである。

写真-1 府屋漁港



5. 他より漂砂のある海岸

図-23 吉住海岸位置図

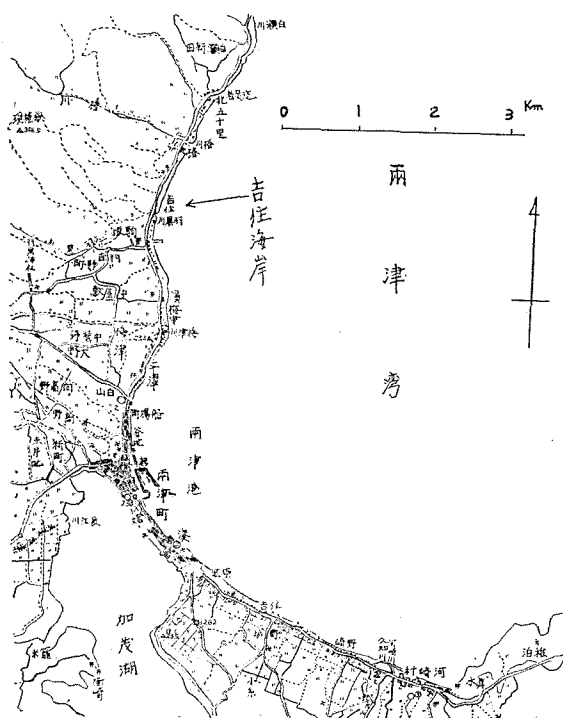
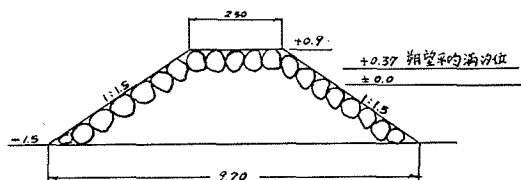


図-24 両津吉住海岸縦堤横断面図



(1) 両津港吉住海岸

両津港吉住海岸は両津市中心部より北方約 4 km の地点にある(図-23)。両津湾は北東方向に開いた湾であつて、北東風が吹くと湾内が荒れて、沿岸護岸がしばしば被災している。冬期は北西風が多いが、佐渡の北西端弾崎を通過した波は、方向を変え岸に沿つて南下してくる。従つて両津湾では北東風、北西風いずれが吹いても波は南向きに移りし沿岸流を起こしている。

吉住海岸より北方は山が海に迫り岩石が海中に露出しているが、海岸にはわずかの中で砂利砂がついている。

吉住では海岸を防護するために縦堤を出していたが冬の波で破損したので、昭和 32 年秋復旧工事を施工した。縦堤の長さ 15 m 間隔 30 m の築石堤(図-24)を海岸にほぼ直角に出した。施工前には海浜が、護岸線から 2~3 m の幅をなしていたのが、施工後には図-25 に見られるように変化してきた。おのおの縦堤の北側に多く砂がついている。

(2) 岩船港

岩船港は新潟市の北方約 45 km にあり、三面川河口より約 5 km 南方にある(図-26)。

岩船港は当初漁港として出発し(現在は地方港湾)大正 2 年に水制を設けたのが、工事の始まりであるが、以来、埋没対策と工事の苦闘の連続である。防砂堤や水制および防波堤を伸ばすにつれて砂がついて来て、泊地埋没、河口閉そくを生じ、しゅんせつしてもすぐ埋まり、次第に防波堤

図-25 吉住海岸平面図

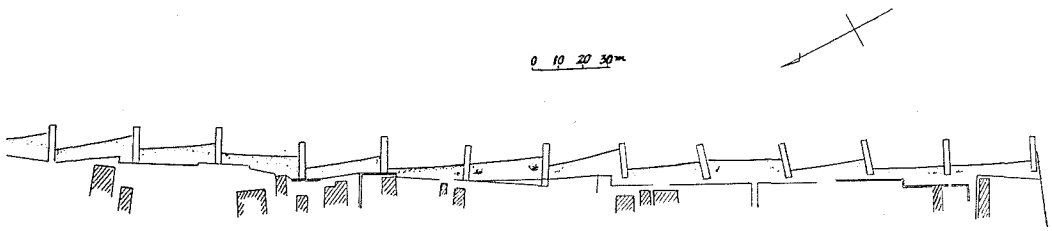


図-26 岩船漁港位置図

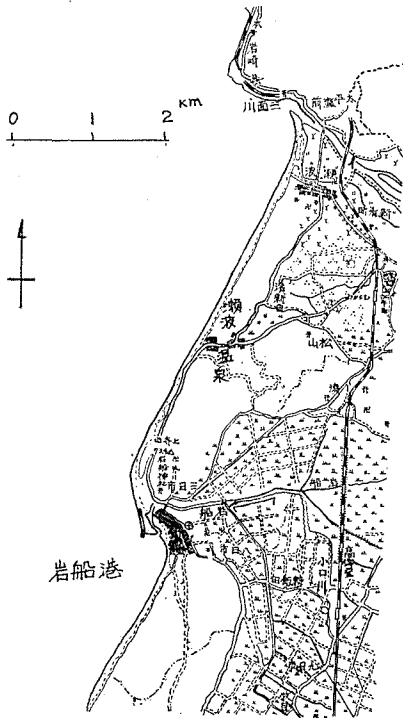


図-27 強風図 (1月)

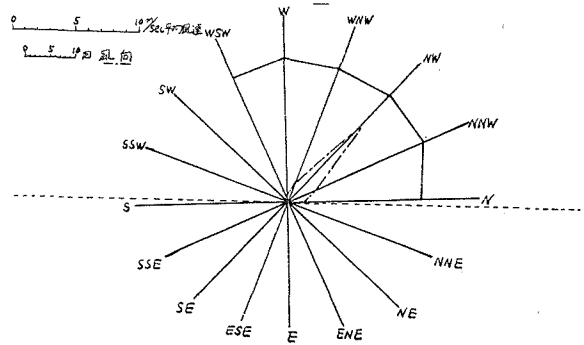


図-28 同上 (2月)

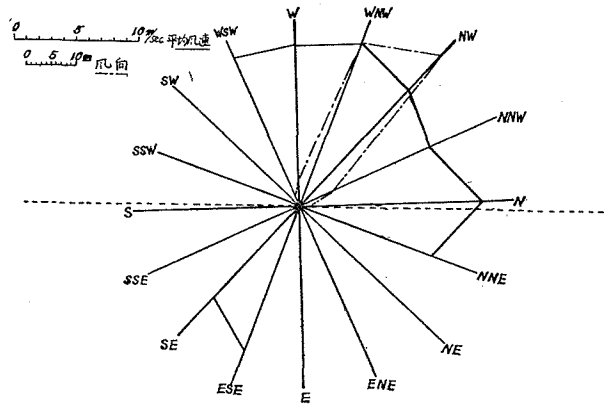
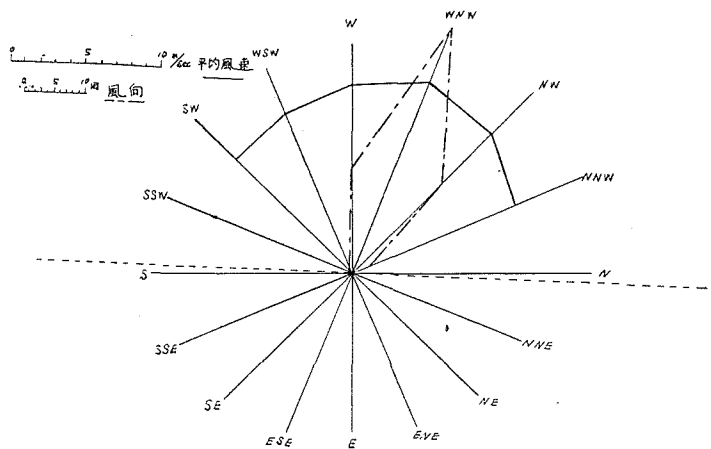


図-29 同上 (3月)



内側に陸地が生じてきた。

風は冬期強風が吹くが、観測統計によると風力では 11~3 月の 5 カ月間に 1 年の約 70 % を占め、10 m/sec 以上の強風回数は年間の 89% をしている。昭 32.1.21 から昭 32.4.20 までの観測した資料より月別に調べると風向では 1 月 NW 38.1%, E 30.3% の順に多く、2 月は NNW 13.2%, NW 17.2%, WNW 13.0%, となり、3 月は W 10.8%, WNW 19.3%, NW 18.6%, NNW 10.0% 4 月は W 25.1%, WNW 16.5% となっている。以上をみると 1 月に NW が圧倒的に多かったのが次第に W へ移行し 4 月はほとんど W となっている。風速は風向に比し幅が広いが大体同じ傾向を示している。

図-30 強風図 (4月)

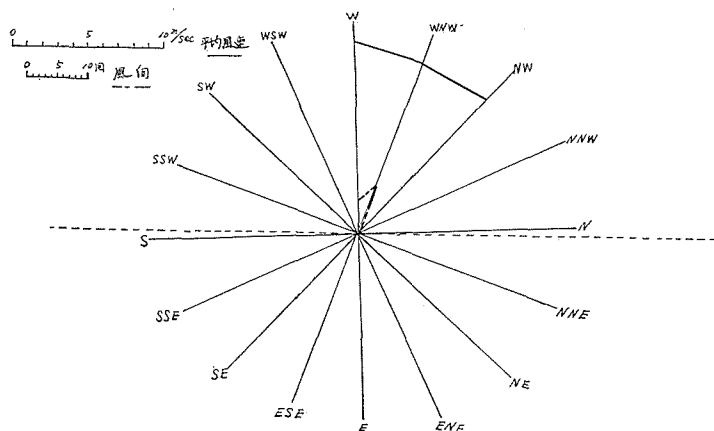


図-31 波向分布図

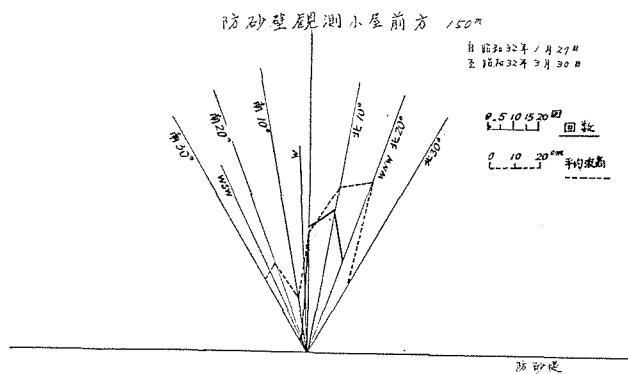
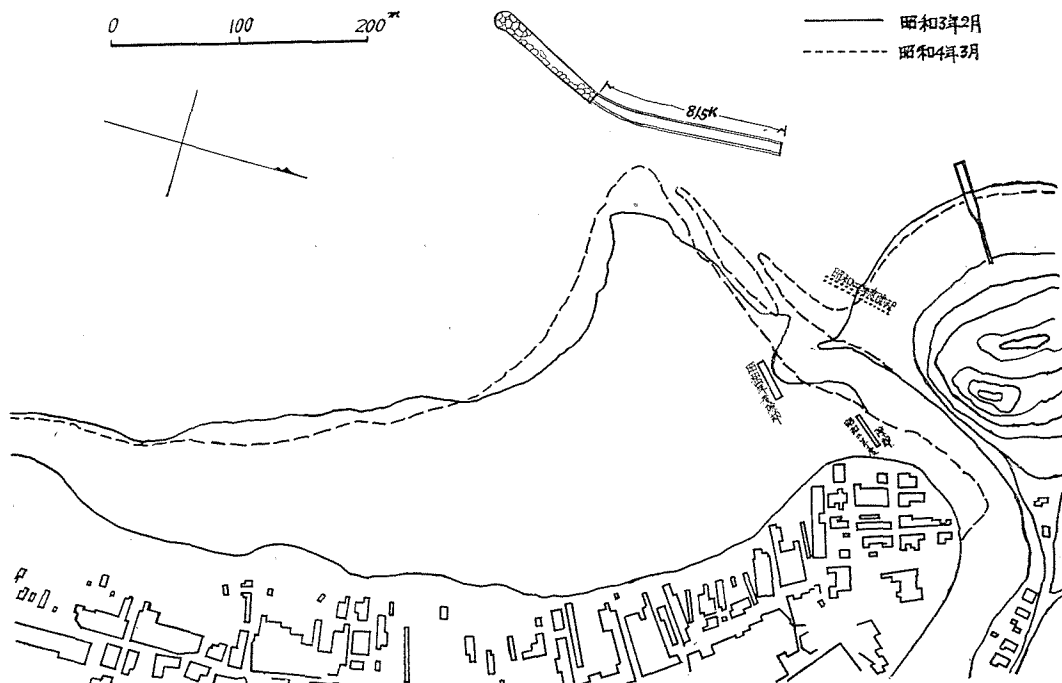


図-32 岩船港平面図



次に強風 (風速 10 m/sec 以上) についてみると 図-27~30 に示すように風向では1月はほとんど NW であり, 2月は NW および WNWが多く3月は WNW, NW, W, 4月は WNW および Wが多く観測され, 1月の WNより次第に Wに動いていることがわかる。

波向分布を見ると図-31のように防砂壁上の観測小屋より 150 m 沖の波向は防砂堤正面より 10°N に偏した方向が一番多く, 次に正面方向, 次に 20°N に偏した方向となつている。

風向と波向の関係は観測回数が少ないのでやや正確を欠くが防砂壁観測小屋前方において, 風向が汀線に垂直方向のとき, 波向は約 5° 北よりとなり, 風向が汀線より約 40° 南に偏したとき波向が汀線に垂直となつていて, 風向より波向が北に偏している。新潟海岸でも大体同様な傾向がある。

波高は沖波の観測は困難であるが, 防砂堤前 150 m において 3 m~4 m が観測されている。波長と週期は風浪性とうねり性の波で異なるが概略, 週期最大 6~10 秒, 波長 50~100 m ほどである。なお Steepness の大きい波

図-33 岩船港平面図

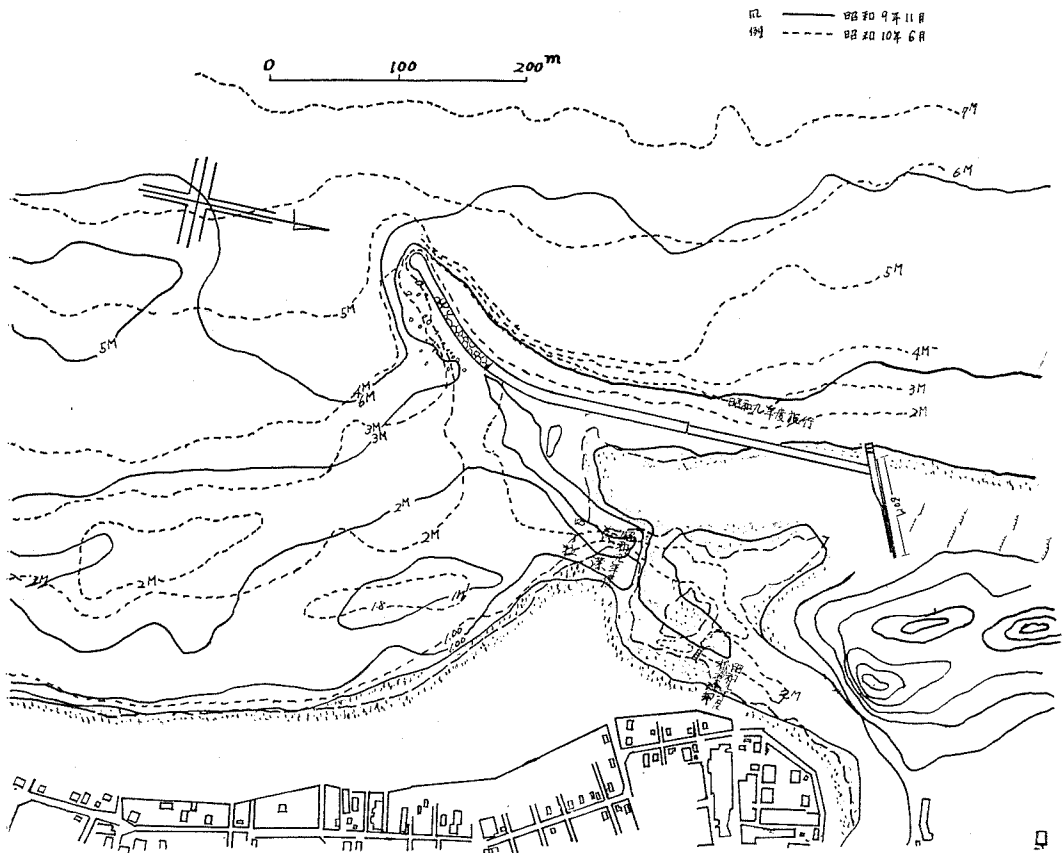


図-34 同上

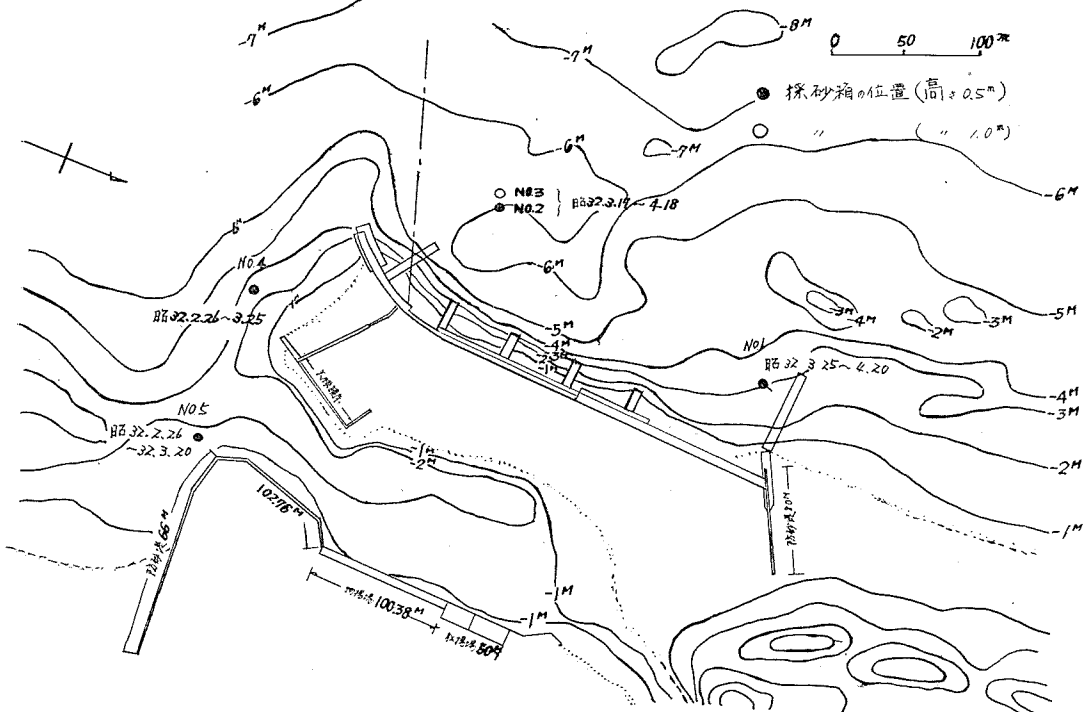


図-35 岩船海岸横断面図 (昭33.8.測定)

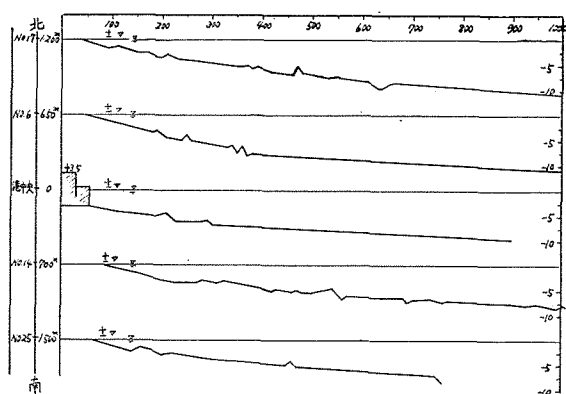


図-36 岩船港粒径分布図 (昭 33.8)

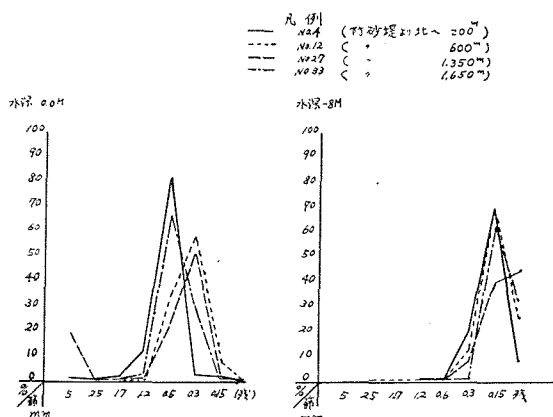
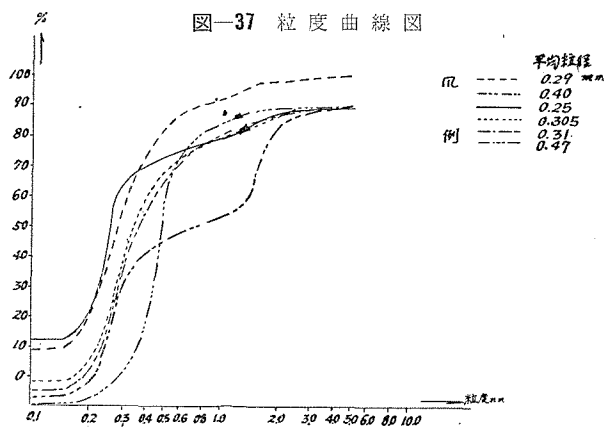


図-37 粒度曲線図



と考えられるが、瀬波温泉の下の海岸では、地表に近く水成岩が露出していて、その上に春から夏にかけ砂が約 20~30 cm 堆積し、秋から冬にかけて取られている。

岩船港内への埋没状況、経過、機構については今回は省略したい。

参 考 文 献

- 1) 新潟県地質図および同説明書, 新潟県
- 2) 新潟西海岸における風と波: 信資 25 昭和 33.2.28 新潟県
- 3) 信濃川工事事務所
- 4) 海岸工学講演集, 1956, 1957

は比較的 12 月 1 日に多く 3 月 4 月は Steepness が小さくなっている。

海岸線と風向の関係を調べてみると、三面川河口と上寺山の下の間の海岸線の方向はほぼ N 24° E となっており、冬に多い WN より WNW の間の方向の波は汀線に斜に打ちよせてくる。すなわち入射角は 65°~90° 程度となる。

次に上寺山下海岸より、防波堤に至る汀線はほぼ S 15° E の方向にあり、波が NW よりくれば 30°, WNW の方向より波がくれば 52.5° の入射角で汀線に近よることになる。

以上のように冬の波は鋭角をもつて汀線にぶつかり必然的に南向きの沿岸流を起こしていて三面川河口より流出した砂利砂を運んでいるようである。過去の埋没過程からも漂砂は北から南へ動いているといえる。

先に述べたように防砂堤防波堤を伸ばすにつれて砂の付着、港内埋没も顕著になったが、その中間の昭和 3 年および昭和 9 年の平面図を 図-32, 33 に示す。現況は 図-34 のようになっている。図-32 に見られるように、防波堤が島堤であつた頃はトンボロの形をなしていた。年間漂砂量は約 40 000 m³ もある。

海底勾配は図-35 に示すように -7 m 付近までは Y₅₀~Y₉₀ の勾配であるがそれから先は Y₁₇₀~Y₂₅₀ のかん勾配となつている。

漂砂の傾向を知るために本年 8 月に海底の表面土砂を採取して粒度分析をしたが、沖の深い所の砂は場所による変化はほとんどなく、汀線近くの粒径は場所により変化があるが、顕著な傾向は現われていない (図-36)。

また、本年 3~4 月の間に 図-34 に示す場所に採砂箱を入れ、海底よりの高さ 0.5 m および 1.0 m の漂砂を採取して、その粒径を調べたが、図-37 に示すような粒径となつている。

また表面流と底層流を調べるために、浮子を流した結果によると、おおむね冬は南流したが、局部的に反流するところもあつた。

以上のように漂砂は北方より南下してくる