

日本沿岸の漂砂特性

佐藤 昭 二

1. は し が き

戦後、砂浜海岸における港湾建設や海岸侵食防止のために漂砂に関する多くの現地調査が行われ、また最近は環境問題の立場から漂砂による海浜変形の予測や調査が行われている。

漂砂現象は、波、流れなどの非正常な外力によって底質が動かされ海浜あるいは海底地形が変化する現象であるため、それを定量的に把握することは一般に困難である。このため、日本沿岸の漂砂については不明の点が多く残ってはいるが、これまで行われた現地調査の報告にもとづいて日本沿岸の漂砂特性を概観することにする。まず始めに、主要な幾つかの海岸の漂砂特性を述べた後日本沿岸の一般的な漂砂特性の一端を整理する。

2. 高 知 海 岸

土佐湾の湾奥に位置し、荻岬から手結岬に至る約30kmの砂浜海岸を高知海岸として取り上げる。図-1に示すように本海岸の主要漂砂源は仁淀川と物部川からの排出土砂であるが、流域面積から見ても仁淀川が優勢である。また、海域には平坦な陸棚はなく海岸からは $1/100$ の勾配で一直線に深海に達している。このため、外洋からの波はあまり減衰することなく海岸に達するので台風期には高い波が押し寄せ、水深-20m付近で $H_{1/3}$ が10m近くなるものと推定されている。このため、現在、海岸の殆んど全域に海岸堤防が建設されている。

この海岸の卓越波は、南～南東方向からの台風による波であり、それによって荻岬から手結岬へ向う漂砂が卓越する。この場合、海岸線と波向きとの関係および漂砂供給源との関係から荻岬寄りの方が手結岬寄りよりも沿岸漂砂が大きいことは容易に推察される。図-2は、航空写真によるもので、昭和22

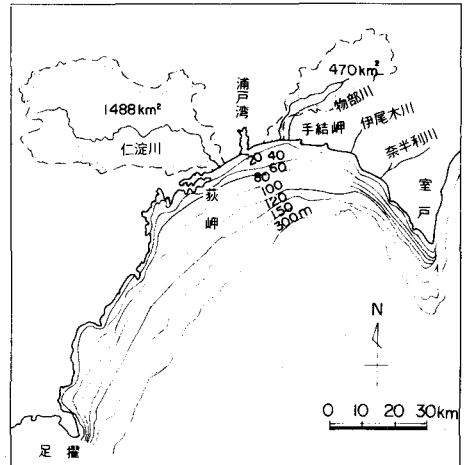


図-1 土 佐 湾

年または23年の汀線を基準として他の年の汀線の前進(堆積)と後退(欠壊)を示したものである。これから仁淀川河口砂州の100m以上にも及ぶ汀線後退、種崎海岸における浦戸湾口近くでの汀線前進とその東側の後退、物部川河口右岸の汀線の後退およびその東側の赤岡漁港付近の堆積が特徴として上げられる。赤岡漁港付近一帯が堆積性であるのは、図-1の海岸線の向きからも推定されるように、この付近が東向きの漂砂の終点であるためである。なお、手結岬から東側室戸岬までの間は多くの小さい岬が突出しているが波エネルギーの沿岸にそう成分は西向きが卓越する。仁淀川および物部川において、河口西側が東側より汀線後退が大きいことは沿岸漂砂が東向きであるためであり、仁淀川河口の欠壊が

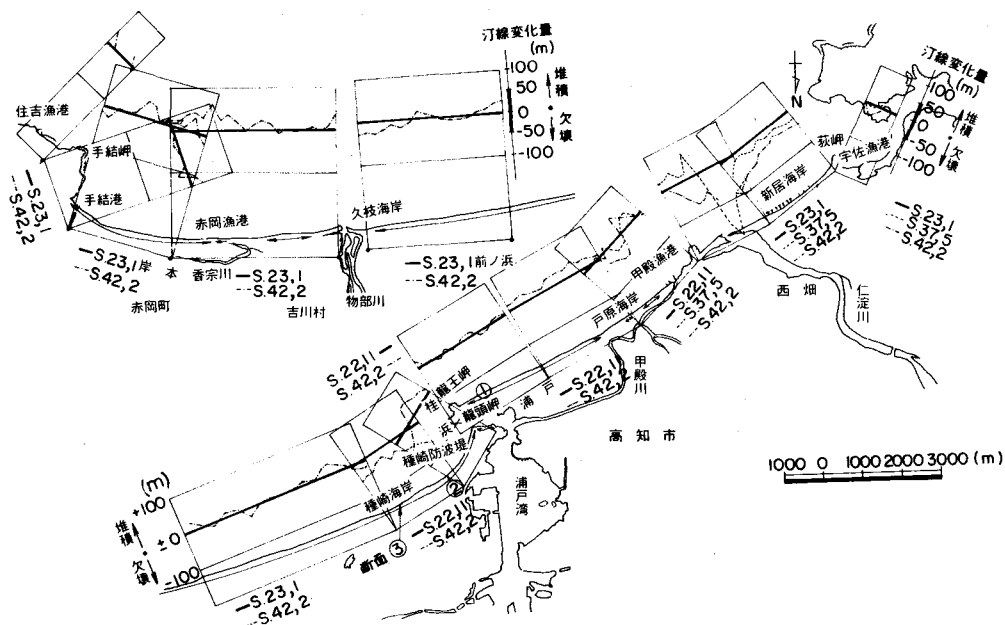


図-2 高知海岸汀線比較(航空写真による)⁽³⁾

物部川河口より大きいのは、前者の排出土砂による三角州の発達により大規模であったことも大きい原因である。

つぎに、浦戸湾口付近について細かく見てみよう。図-3は昭和34年と44年の等深線を比較したものである。この10年間に、図示のように桂浜防波堤が約250 m延長され、41年に種崎防波堤が建設された。変化の目立つ点は、桂浜防波堤と竜頭崎防波堤間の汀線の前進と-7 m線の後退、桂浜防波堤の先端北側の平坦部が水深-7 mから-9 mになると共に北東部へ移動したこと、種崎防波堤の東側に沿う汀線の前進と西側に沿う-3~-5 m線の後退、さらに種崎海岸の全体的な汀線後退とその沖側-9 m以浅における海底洗掘である。これらは、それぞれ、海岸全体としての東向きの沿岸漂砂の卓越、桂浜防波堤の外側に沿う波の集中にもとづく海底洗掘、退潮時における浦戸湾口から桂浜防波堤に沿う強い潮流と防波堤先端でのその急激な拡散、桂浜防波堤の延長にともなうトンボロ現象による漂砂の東側への移動とそれに基づく浦戸湾口へ向う沿岸漂砂の種崎防波堤による阻止によるものである。また、種崎海岸の沖における著しい洗掘は、桂浜防波堤の延長の外、河川排出土砂の減少によるものであろう。

つぎに本海岸の海浜断面を図-4に示す。図中に示した①、②、③の断面位置は図-2に示してある。断面③は種崎海岸のもので、この位置から東はこれと殆んど類似の形状を示す。⁽²⁾これは海岸から400 m付近に沿岸砂州を持ち、その谷部水深は-6~-8 m、頂部水深は-5~-6 mである。浦戸湾口西側の断面①は水深-5 m付近にステップをもつが、その沖側勾配は $\frac{1}{30}$ と急である。一方、欠陥の大きい種崎海岸の浦戸湾寄りの断面②は沿岸砂州もステップもない断面となっている。しかし、いずれの断面も水深-4~-5 m以浅では $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{10}$ の急勾配で前浜に続き、後浜の高さは+5~+8 mと高い。底質は前浜については砂利混りの粗砂で平均粒径は数mmであり、物部川河口は数10mmで仁淀川河口より大粒径の砂利の含有率が高い。しかし、沖浜は大部分が砂で、水深-10~-15 m付近では平均粒径 0.2

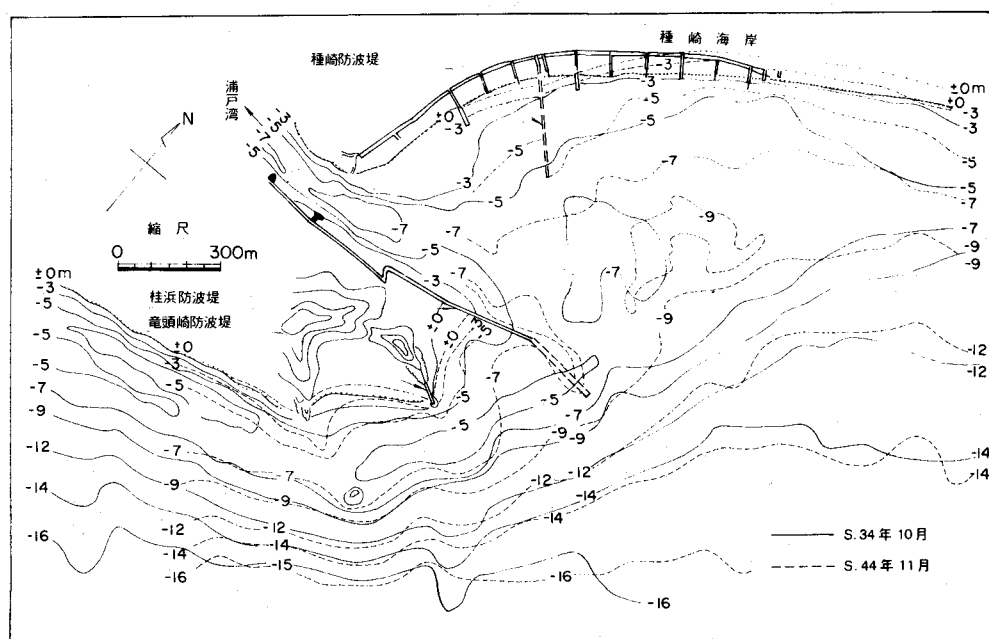


図-3 高知港口等深線比較

前後である。

3. 鹿島海岸 (6)(8)(9)

利根川河口から那珂川河口に至る約70kmの砂浜を鹿島海岸として取り上げる。図-5に示すように本海岸の主要漂砂源はこれら2河川である。しかし、この2河川からの排出土砂の直接影響する範囲は、現状においてはそれぞれの河口から10数kmの範囲であり、鹿島港を含めた中央部分はその影響外にある。(6)

この海岸の沖浜における等深線の大きな特徴は図-5からわかるように、水深-20～40mの間が10～15kmの巾を持つ極めて平坦な陸棚となっていることである。従って、外洋の波はこの陸棚上での減衰および犬吠岬の遮蔽によって高知海岸のように極端に高い波は海岸に達せず、水深-20mで $H_{1/3}$ は6m以上になることは稀である。

この海岸への大きな波は、日本沿岸を南から北上する台風によるものと、春初めや晩秋に中国大陸方向から西日本の南岸に沿って北東進する低気圧によるものである。これらは、初め南寄りの波を起し、北東進するにつれて北寄りの波を起す。従って、年間では海岸中央部での波のエネルギーの沿岸方向成分は海岸法線に対して左右殆んど対象である。このため、漂砂の卓越方向は、那珂川河口および利根川河口に近い両端においてそれぞれ海岸中央に向う方向であるが、本海岸中央部では明確な方向を持たない。

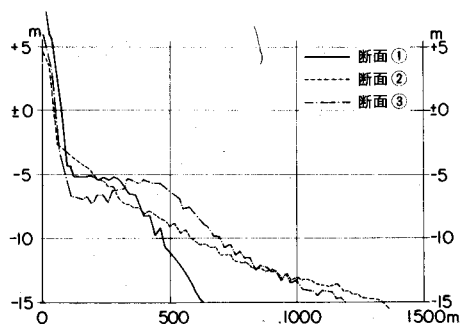
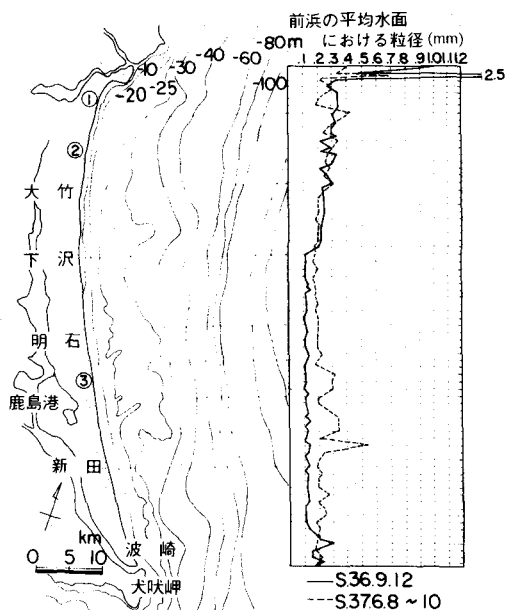
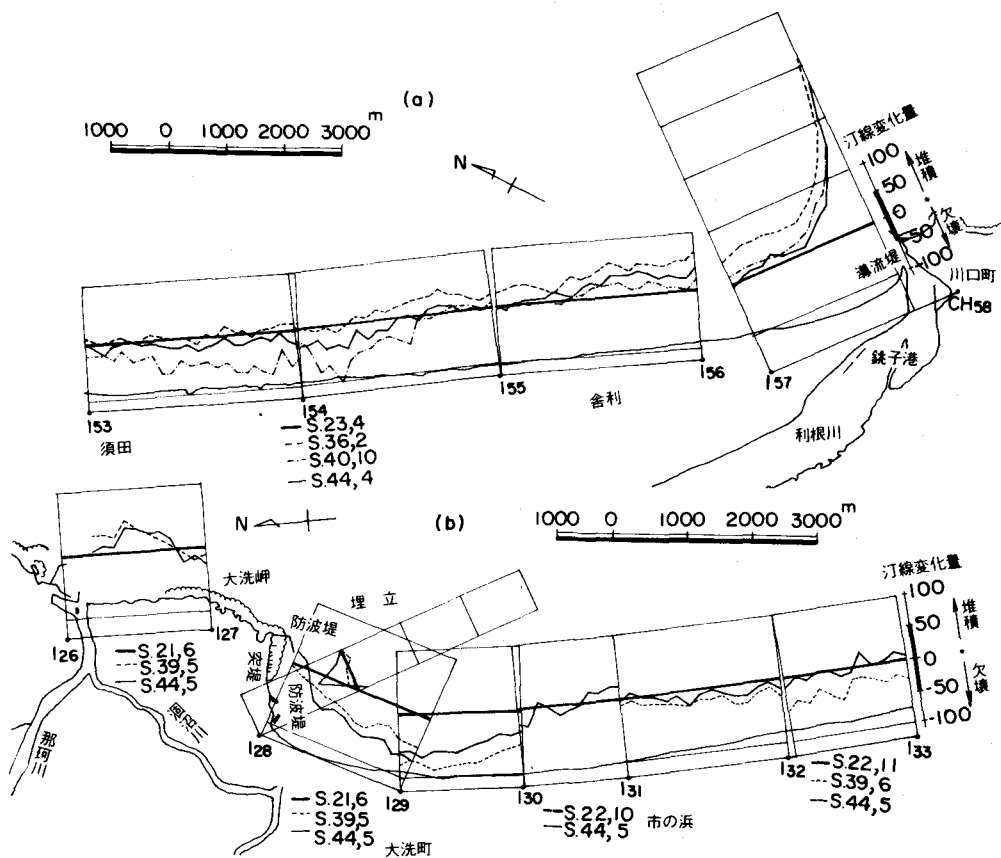


図-4 高知海岸断面

図一 6は、南北両端における航空写真による汀線比較である。北端の那珂川に近い部分においては、測点番号 I_{28} 付近の汀線後退が目立つ。 I_{28} 付近に見られる「ハ」の字型の防波堤は大正初期に建設されて埋没し廃港となった磯浜港である。その東にある防波堤は大洗港として、新しく昭和36年より建設が始ったものである。44年の汀線を見ると、測点 I_{29} 付近で欠壊された底質は大洗港方向および反対に南下する方向に移動したものと見られる。この付近の沿岸漂砂の大勢は先に述べたように南下する方向であるが、大洗港方向への移動は図一 7 から大洗港防波堤の曲部の延長に伴うトンボロ現象によるものと推定される。一方、利根川河口については、その左岸の汀線が36年に著しく前進している。これは、利根川左岸導流堤（延長約1177 m）工事が24年に着手し38年に完成したこと、



図一 5 鹿島海岸と前浜に沿う底質粒径(6)



図一 6 鹿島海岸両端の汀線変化（航空写真による）(7)

および右岸導流の延長工事（この間約 120 m 延長）による南寄りの波の遮蔽効果による。すなわち、この工事によって河口に近い部分ほど南寄りの波が遮蔽され砂州前面に浅く堆積していた砂が導流堤建設によってその方向に引き寄せられたものと考えられる。また、40 年の汀線が全般的に後退し、特に測点 I_{54} 付近の後退が大きい。これがどのような理由によるかは明らかでない。

次に、鹿島港の昭和43年の等深線を港建設前のものと比較したのが図-8である。本港付近海岸では沿岸漂砂量は北向き南向ともに年間60万立米程度で

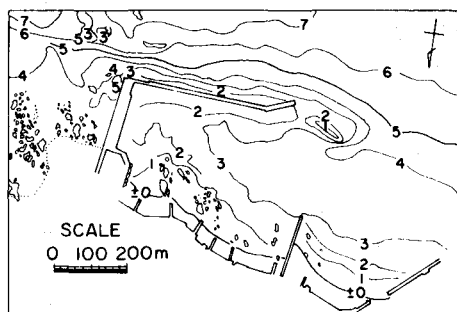


図7 大洗港深浅図（昭和42年）⁽⁸⁾

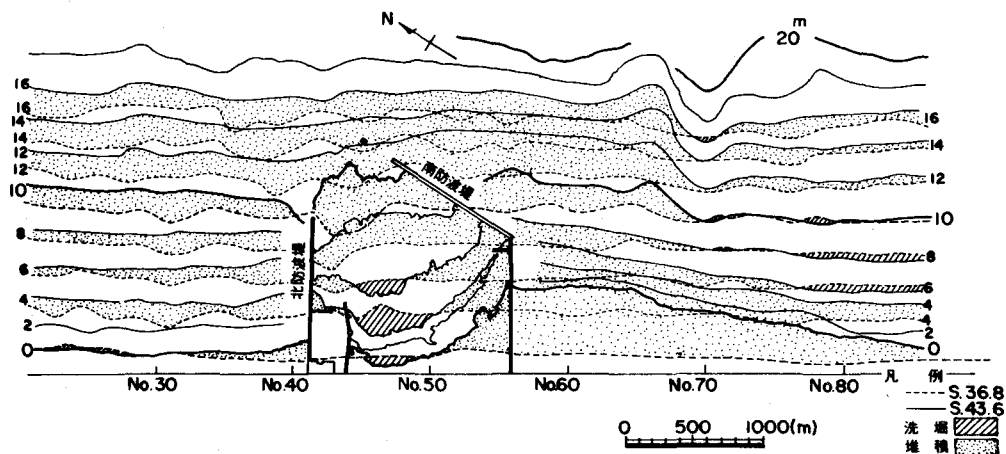


図-8 鹿島港等深線比較⁽⁹⁾

経年的には北向きが僅かに多いと見積られている。⁽⁹⁾ 南海岸における汀線の異常な前進は43年6月までに915万立米⁽⁹⁾の浚渫土砂投棄によるが、その砂の一部は南防波堤に沿って港口方向に移動し堆積すると共に南防波堤先端を迂回して北側にも移動したことがこの図から確かである。なお、この期間中、北防波堤の北側汀線にも約100万立米の土砂投入が行われたがその影響は図に殆んど残っていない。港内においては、南防波堤に沿う堆積、-6 m以浅の中央部における洗掘、港口部の堆積が特徴として挙げられる。港内への漂砂は港口から侵入した外に、南防波堤の汀線に直角な部分が透過性であったためにここからも侵入した。しかし、上述した港内の洗掘堆積現象は、南防波堤によるトンボロ現象と港口からの侵入波の回折にともなう反時計廻りの流れの発生による効果として説明できる。この後、南防波堤が北防波堤を越えて延長されるに伴い北側海岸におけるトンボロ現象、南防波堤の沿え波による南海岸の汀線後退現象が発生した。⁽⁹⁾

図-9には海浜断面を示すが、その位置は図-5に示されている。鹿島港の断面は港建設前のものである。沿岸砂州はいつでも規模が小さく汀線から100～150 mの所に発生し、谷部水深は-2～-3 m、

頂部は $-1 \sim -2 \text{ m}$ である。前浜勾配は $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ 、後浜の高さは $+3 \text{ m}$ 程度、平均粒径は前浜で大部分 $0.2 \sim 0.4 \text{ mm}$ 、沖浜で $0.12 \sim 0.17 \text{ mm}$ である。

4. 富山湾海岸 (10)(11)(12)(13)(14)

富山湾は沈降海岸で図-10に示すように多くの洋谷が存在し極めて急深な海底地形である。特に、常願寺川以東においては陸棚は殆んど見られず水深 100 m の等深線が海岸から $1 \sim 1.5 \text{ km}$ に迫っている。

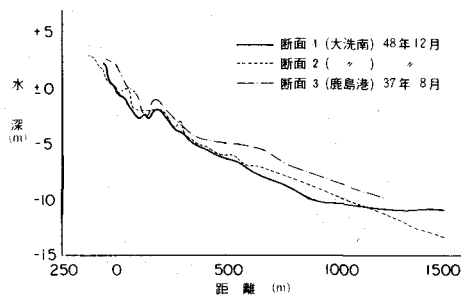


図-9 鹿島海岸の海浜断面

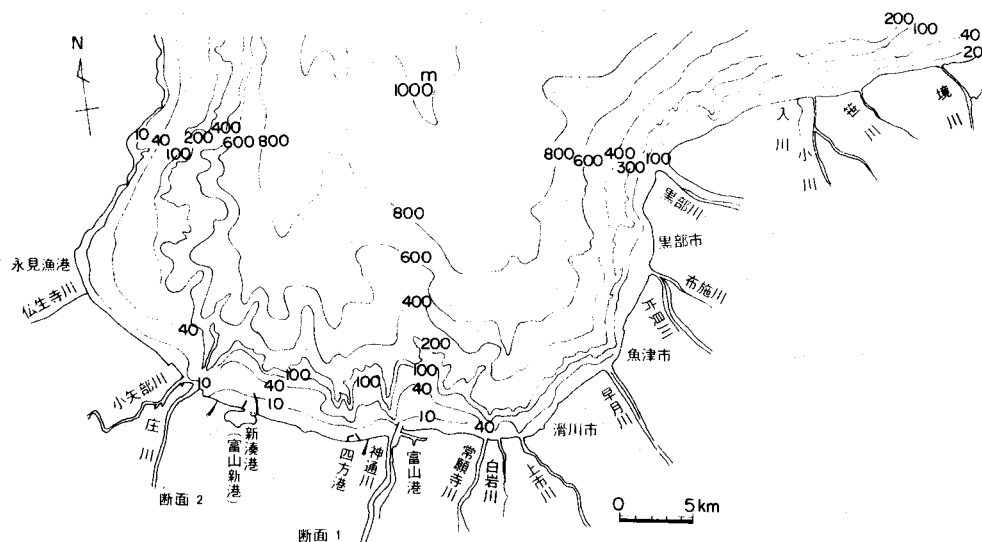


図-10 富山湾の海底地形

この海岸には、小川、黒部川、片貝川、早月川、常願寺川、神通川、庄川など北アルプス山系から流出した多くの河川が砂礫を排出している。これら7河川による河川排出土砂の中、微細な浮遊砂を除いた沿岸漂砂に寄与する流出土砂量は、年間124万立米であると土屋・星畑ら⁽¹¹⁾によって試算されている。

海岸は、常願寺川以東の玉石を含む砂礫浜、常願寺川から氷見港までの砂浜、それ以西の岩崖海岸に大別される。図-11は海浜に沿う前浜粒径分布を示すもので、常願寺川以東と以西が明確に区別される。これは常願寺川以東の河川が河口近くの河床勾配において $\frac{1}{100}$ 前後で玉石や砂利を多く排出するに反し、以西のものは、それが $\frac{1}{1000}$ 前後で砂を多く排出することにもよるであろう。

この海岸の波は、冬期低気圧の日本海通過によって発生する季節風によるものと、本州南岸を通過する低気圧や台風の北上に伴う北東風によるものであるが、後者の波は通常さして大きくならず、 $H_{1/3}$ で 2 m 以下である。前者の波は、北西から北に廻りそして北東の波となる。特に、北海道の東側に低気圧が停滞すると日本海の北部で発達した波がうねりとなって寄せ、陸棚が貧弱なため高波となって海岸を

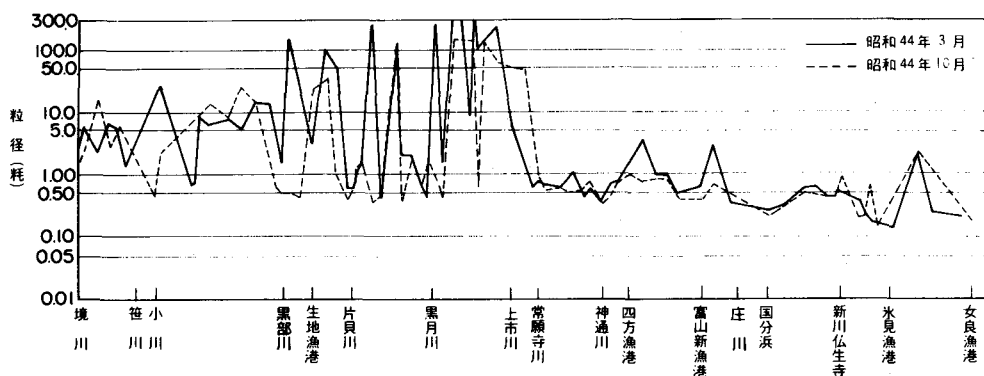


図-11 海浜にそう前浜粒径分布⁽¹²⁾

おそう。これが“寄り廻り波”である。⁽¹⁰⁾ これらの波によって、湾内の大部分においては西向きの漂砂が卓越するが西端では東向きの漂砂となることは湾形から容易に推察される。すなわち、新湊港（富山新港）付近から東側では西向き、仏生寺川から東側では東向きが卓越するが、この中間では明確な沿岸漂砂の方向を示さない。⁽¹²⁾⁽¹³⁾ しかし、沿岸漂砂が激しいのは富山港以東であり、この部分に河口導流堤や防波堤を建設すると、必ずその東側は著しい堆積を示し、西側は欠壊する。

湾奥部の洋谷が著しく入りこんでいる砂浜海岸においては、海浜に沿う波高分布が不規則になりそれによって沿岸漂砂の方向も変化する。図-12は、水深-40m以浅の海底地形を水平縮尺1/400、鉛直縮

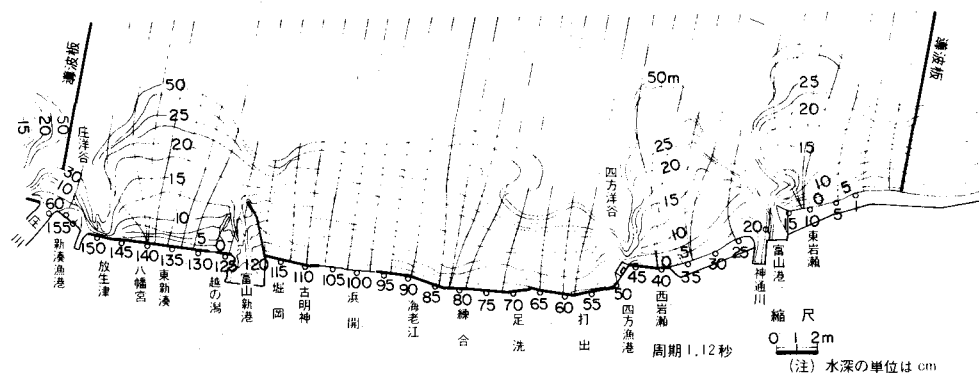


図-12 富山湾海岸湾奥部水理模型（水平1/400、鉛直1/80）における屈折図⁽¹³⁾

尺1/80で再現した固定床模型に対する周期1.12秒（現地換算10秒）波向NNEの波の屈折図を示す。凸状に等深線が突出した部分では、波が収束する。すなわち、東岩瀬、西岩瀬、練合、東新湊付近で波が高くなり、これらの部分からそれぞれ両側へ向う沿岸流が起る。このため、このように波が集中する所では汀線が後退し、沖側の等深線が凸形に対し汀線近くは凹形になる傾向が強い。

図-13は、新湊港（富山新港）の防波堤建設による等深線変化を示したものである。港の東側は全体として堆積し、西側の水深-3～-5m付近は洗掘が生じているが、その変化はわづかである。このように防波堤による付近海底地形の変化が極めて小さかったのは、この付近が一方に卓越する強い沿岸

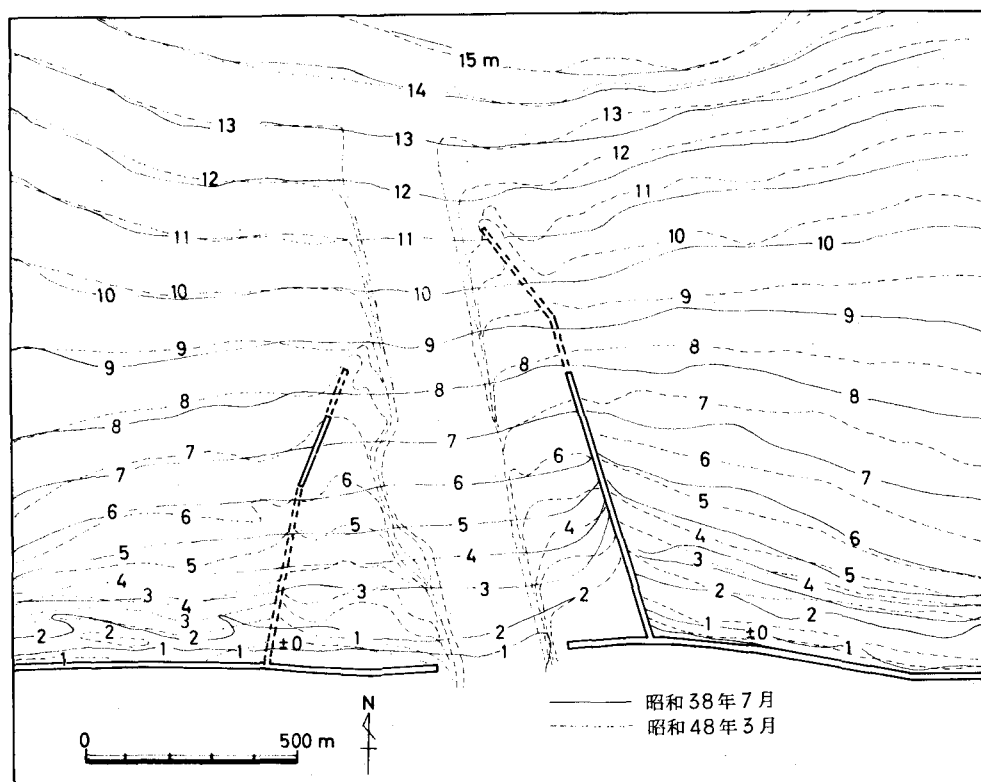


図-13 新湊港（富山新港）等深線比較

漂砂がもともと無いことによるためであろう。

図-14 は、黒部川河口付近の航空写真による汀線変化を示す。この部分は先に述べたように、前浜か

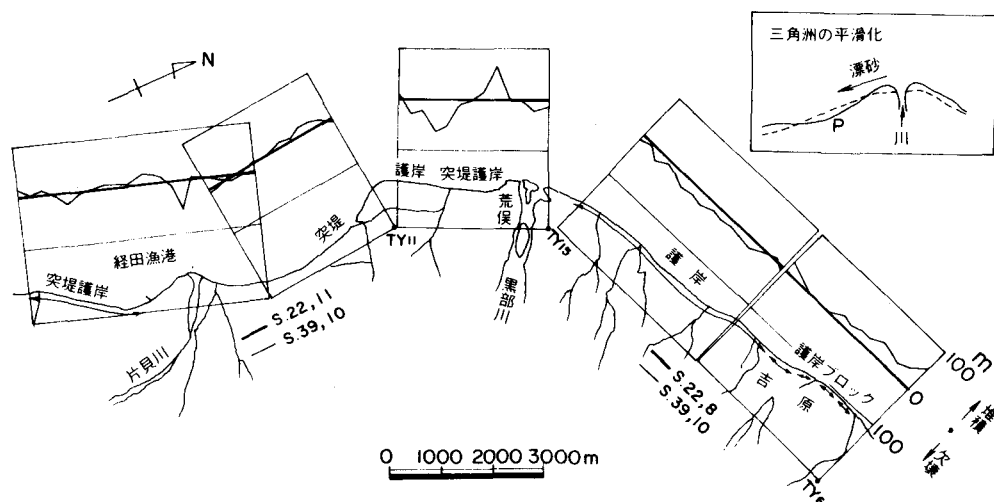


図-14 黒部川河口汀線変化（航空写真による）⁽³⁾

ら $\frac{1}{5}$ の急勾配で深部に達しているの、沖浜勾配のゆるい通常の砂浜海岸と比較すれば、同じ汀線後退量でも深部までの多量の砂礫が消失したことになる。従って、図中の汀線後退は比較的小さいが、欠壊量は相当に大きいものと思われる。この図で注目する点は、黒部川左岸の荒俣付近の堆積である。これは、図の上方に示したような河川排出土砂の減少に基づく河口三角州の平滑化によるものでP点付近が荒俣に相当する。また、片貝川河口三角州の後退、それと経田漁港防波堤の間の汀線の前進などが注目される。

図-15は、湾奥部の図-10にその位置を示した西岩瀬と新湊の海浜断面を示す。両者ともに、汀線から約200m付近に比高1m以下の小さい沿岸砂州が見られる。新湊の方がその規模が大きいのは、この部分には後浜がなく海岸堤防のり面上に汀線があるので、反射波が大きいためであろう。

6. 宮崎海岸⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾

図-16は宮崎海岸の海図による。水深-20m以浅の等深線は海岸とほぼ平行であるが、水深-30m線は南端の青島で沖に張り出ている。この海浜への漂砂源は大淀川（流域面積2233km²、下流部河床勾配 $\frac{1}{1800}$ ）、一ツ瀬川（756km²、 $\frac{1}{300}$ ）、小丸川（461km²、 $\frac{1}{800}$ ）その他の小河川である。図-17は、前浜に沿う平均粒径の分布で、大淀川河口に一つの極大があり、それから離れるにつれて粒径が小さくなっている。すなわち、大淀川河口からの排出

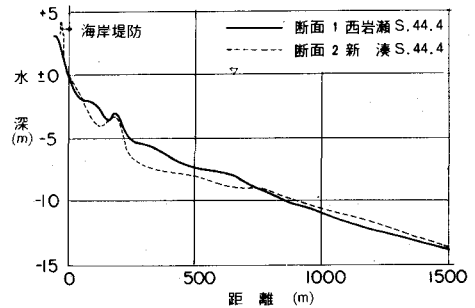


図-15 富山湾奥部の海底断面

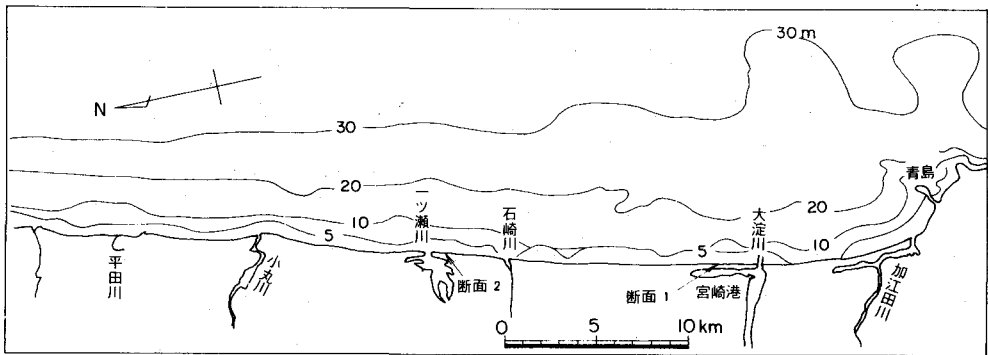


図-16 宮崎海岸

土砂は、南は青島、北は石崎川近くまでの漂砂源となっていることが推察される。

この海岸への波は台風による波が卓越することは云うまでもないが、本海岸の東側を北上する台風や冬期低気圧によっては北寄りの波となる。沖波は水深-20m付近で $H\frac{1}{3}$ が8m位と推定されている。

図-18は、大淀川河口を中心とする部分の汀線変化を示す。河口導流堤は異型ブロック透過堤で昭和32年より本格的に始まり、39年に河口が現在の位置に固定された。⁽¹⁶⁾ 図に見られるように河口を離れた両側で汀線の後退が著しいが、河口のごく近くでは汀線前進が見られる。これは、河川排出土砂の減少に加えて導流堤による汀線にそう南又は北向きの漂砂の阻止によるものと見られる。青島の近くは著し

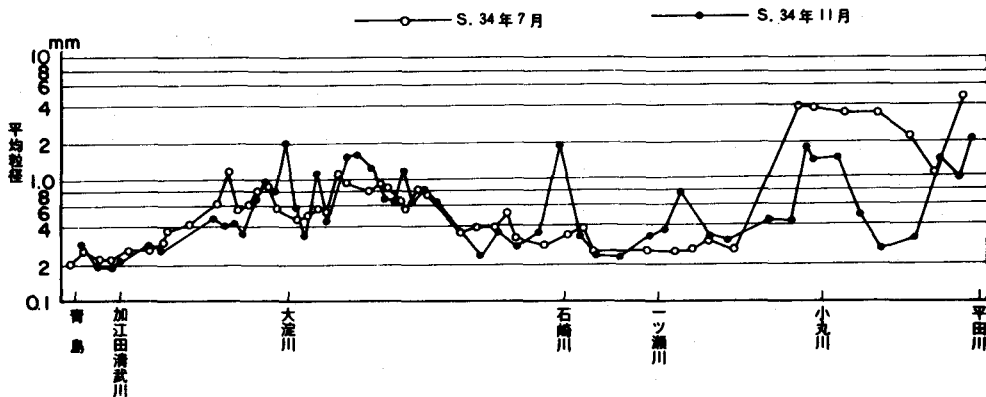


図-17 宮崎海岸の前浜にそう平均粒径⁽¹⁵⁾

く汀線が前進しており、また、この図には示されていないが、石崎川付近からツ瀬川にかけては汀線は殆んど変わらずむしろ堆積性である。これらのことは、導流堤によって一つの弓形海岸が二つの弓形海岸に移行したものと見る事ができる。そして、最近数年における汀線変化は少ないことから見て上述の汀線後退に対しては、二つの弓形海岸への移行という現象も重要な役割を演じていると考えられる。

図-19は、大淀川河口の等深線を示す。46年1月のものは渇水期と見られ、12月のものは出水後である。出水時には、導流堤内が-10m以上にも洗掘され沖には河川排土砂が堆積する。これが渇水期には導流堤内は-6m程に埋めもどされると共に、河口沖の堆積土砂は消失している。これは、云うまでもなく、波によって前浜へ押しもどされると共に、潮流や碎波帯内の沿岸流によって南下あるいは北上するものと考えられる。なお、大出水時には導流堤の南側の砂州を切って河水が流れるが、これは出水後間もなく波によって閉られる。

図-20は図-16に示した位置の海底断面を示す。大淀川河口のものは、汀線から約450m付近に谷部-9m、頂部-5mの大きな沿岸砂州があり、この規模は季節的に変動するが、その位置はほとんど変らない。前浜勾配は $\frac{1}{10}$ 前後、後浜の高さは+5m前後である。一つの瀬河口のものも、ほぼ類似の形状を示すが沿岸砂州は多少小さい。

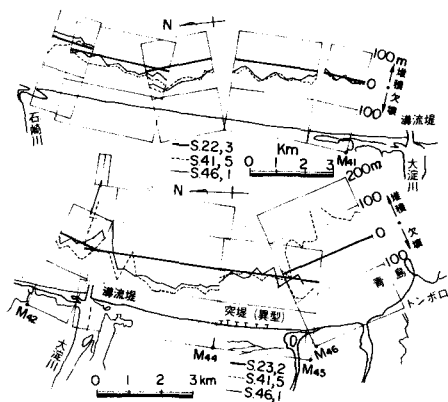


図-18 大淀川河口付近海岸汀線変化(航空写真による)⁽³⁾

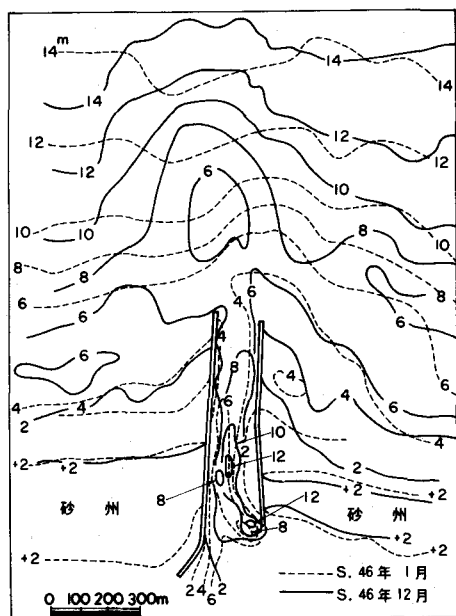


図-19 大淀川河口（宮崎港）
等深線比較

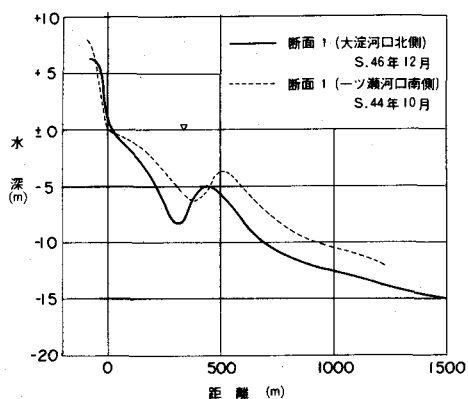


図-20 宮崎海岸断面図

7. 新潟海岸⁽⁷⁾⁽¹⁷⁾

新潟海岸については、これまでと異って範囲を広くとって考察する。図-21は、田中・小笹等による昭和20～22年と40～43年との航空写真による汀線の変化を示す。⁽⁷⁾ 図中で大規模は1 km以上にわたって

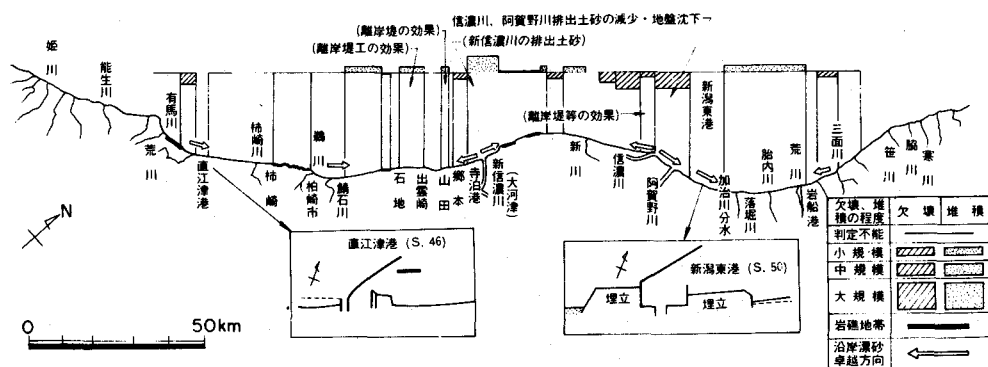


図-21 新潟海岸の汀線変化（昭和22～25年と
昭和40～45年の航空写真の比較）⁽⁷⁾

100 m 以上の変化のある場合、中規模は2～3 kmにわたって50 m～100 mの変化の場合、小規模は30～50 mの変化が明らかな場合である。

まず、三面川の北は小河川の河口部に小さいポケットビーチが見られる崖の多い海岸である。三面川

から信濃川までの間は弓形の砂浜海岸である。漂砂の卓越方向はこの弓形の両端から中央に向う。このため、河川排出土砂の減少に伴い両端では汀線が後退しているが、中央では両側からの漂砂が続いていたので汀線は前進している。図-22は岩船港の汀線変化である。図中のA、BおよびCの部分の汀線変化は北防波堤によるそれぞれ南向きの沿岸漂砂の阻止による堆積、トンボロ現象による堆積およびトンボロ現象と南向きの沿岸漂砂の阻止の両者による欠壊として説明できる。新潟東港の防波堤が現在水深-20m付近まで延長されているが、その東側海岸で目立つ欠壊を示していないのは、図-21に示すように港の東端に埋立地が建設されて防波堤へのトンボロ現象による漂砂の廻りこみを阻止していることと、港の東側一帯がもと北からの漂砂供給のある堆積性の海岸であることによる。図-23は、阿賀野川河口の汀線後退が極めて大きかったことを示すが現在はほぼ安定しつつある。

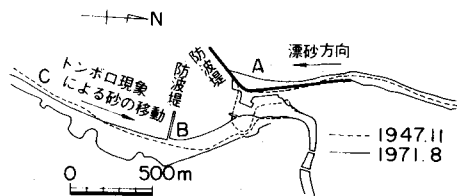


図-22 岩船港の汀線変化
(航空写真による)⁽¹⁹⁾

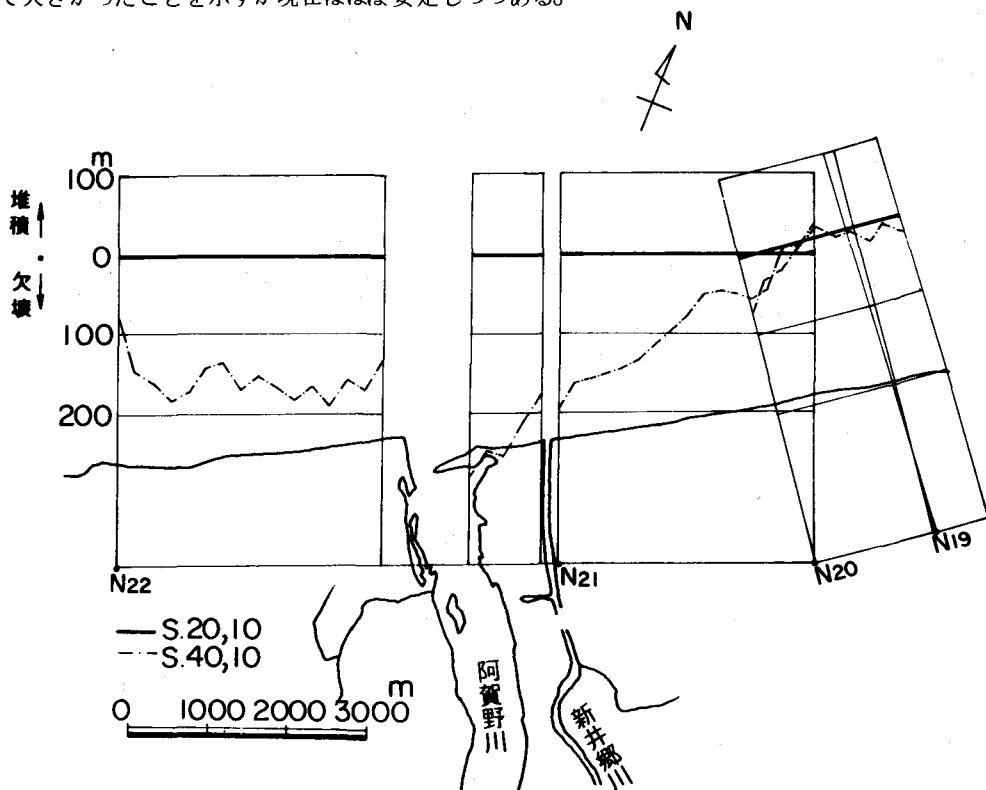


図-23 阿賀野川河口汀線変化(航空写真による)⁽⁷⁾

つぎに、図-21において信濃川河口から新川の西側約10kmの部分の間も一つの弓形海岸と見ることができる。図-24は信濃川河口西海岸の汀線変化を示す。戦後すぐ河口近くから突堤、離岸堤、護岸の建設によって海浜固定が行われて来たので、この比較期間では河口近くの汀線後退は阿賀野川と比較して小さいが、工事の遅れた西よりの部分の後退が目立つ。しかし、図-21に示したように新川付近では堆

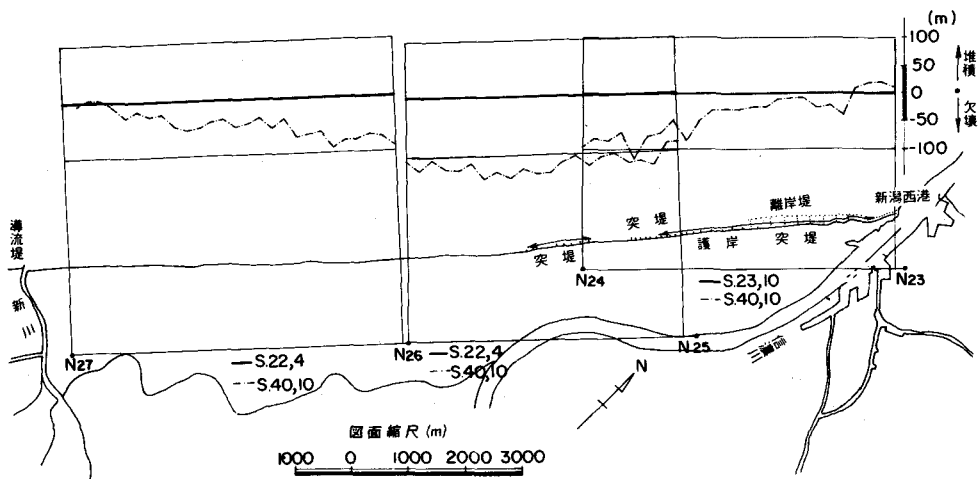


図-24 信濃川河口西海岸汀線変化(航空写真による)⁽⁷⁾

積性であった。すなわち、欠陥砂の一部はこの付近への漂砂供給源となっていたことは確かである。この新川の西側の突出部付近は弓形海岸の特徴として欠陥を示している。

さらに、新信濃川から有馬川の間も一つの弓形海岸で両端では中央へ向う沿岸漂砂がある。しかし、佐渡ヶ島の遮蔽のため海岸全体としては北上する漂砂が卓越している。石地付近から郷本付近にかけては岩崖の小さい突出とそれらの間に小さい砂浜が存在しており離岸堤などによって漂砂を捕捉している。図-25は新信濃川河口の汀線変化である。河口三角洲の生長は著しくそれから両側海岸へ沿岸漂砂を供給している。

図-26は海岸断面で、阿賀野川河口のものは、汀線から600 mの所に谷部水深-9 m、頂部水深-6 mの大きい沿岸砂州がある。加治川河口のものはそれより小さい。この沖側砂州の規模は場所的時期的に変化するけれどもその海岸線からの距離は一年を通じて殆んど変らない。

8. ま と め

以上取上げた砂浜海岸は、日本沿岸全体から見ればほんの一部にすぎない。従って、これから日本沿岸漂砂の特性を総括することはできないけれども、上述のことから一般的な特性の一端をまとめると次のようである。

(1) 日本海側は冬期に、太平洋側は秋の台風期および春先や晩秋の日本東岸を北上する低気

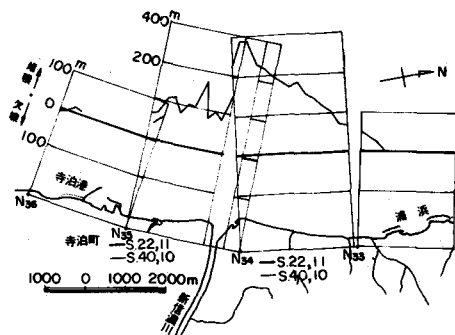


図-25 新信濃川河口の汀線変化(航空写真による)⁽⁷⁾

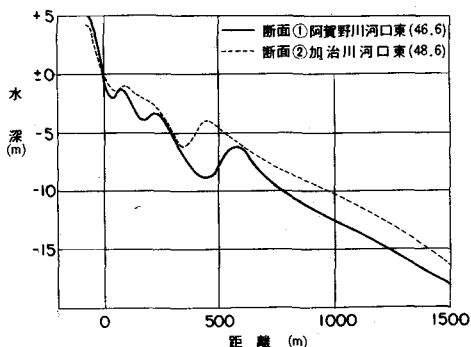


図-26 新潟海岸断面図

圧期に漂砂移動が顕著である。

(2) 戦後、汀線後退が最も顕著に起ったのは大河川の河口三角州に相当する部分である。これは云うまでもなく、河川排出土砂の減少によるが、河口から離れるほど一般に欠襲は少なく、むしろ堆積している所もある。それは、河川排出土砂が減少しても三角州自体から沿岸漂砂が供給され続けたからである。その結果として三角州は衰退し海岸線は円弧状から直線状の方向へ移行した。

(3) 河口近くを三角州が突出されたまゝの状態では堤防や導流堤などで固定すると、汀線後退は河口から相当離れた所で顕著になり、汀線は一そう弓形状になる。

(4) しかしながら、河川排出土砂は依然として付近海岸に対する重要な漂砂源となっており、減少した河川排出土砂と後退した汀線が釣合った形で安定しつつある。

(5) 弓形状の砂浜海岸においては、一般には両端から中央へ向う漂砂が卓越している場合が多い。

(6) 富山湾奥海岸で見られるように、沖側の等深線が沖向きに凸形に張り出している所では、汀線近くでは等深線が凹形に後退している。

(7) 上述した各海岸について海浜断面を示したが、それらは、利用できた深浅図のうち特に沿岸砂州が発達した時期で発達している部分を示した。これらを見ると、当然、波高の大きい所ほど沿岸砂州の規模が大きく後浜の高さも高い。また、河口突出部に近いほど沿岸砂州の規模が大きい。さらに、最も沖側の沿岸砂州は場所的、季節的にその規模は変化するが、海岸からの距離は一年を通じてほとんど変わらない。

(8) 海浜に沿う底質粒径は、そこに漂砂を供給している河川の河口近くの河床勾配と密接な関係がある。そうして、河口三角州付近では河口に近いほど底質粒径が大きい。

(9) 一つの海岸において沿岸漂砂の方向は季節的、あるいは時間的に変化する場合が多い。従って、弓形状の海岸の中央付近に長い突堤や導流堤を建設すると、両側2つの弓形状の海岸線に分れ易い。

(10) 砂浜海岸に防波堤を沖に向かって建設して行くと、沿岸漂砂の阻止やトンボロ現象による海浜や海底に地形変化が起る。この場合、沿岸漂砂が一方に卓越していない所では新湊港のようにその変化は小さい。

(11) 防波堤を汀線から直角に延長した後折り曲げて延長すると、その折り曲げた方向の海岸には必ずと言ってよい程トンボロ現象による汀線後退が起る。しかし、その折り曲げた方向に新潟東港のように埋立地を建設するとこの汀線後退を相当程度まで防ぐことができる。

(12) また、上述のように防波堤を折り曲げた後、その折り曲げ部分を長く延長したり、汀線から斜めに防波堤を建設すると、その上手側の汀線が後退し海岸線が湾曲する傾向が強い。

日本沿岸には、ここで取り上げた外海に面する比較的延長の長い砂浜海岸の外に、瀬戸内海や東京湾など湾内に面する波高の比較的小さい砂浜、千葉県屏風ヶ浦⁽¹⁸⁾や福島海岸⁽¹⁹⁾のように軟質の岩崖海岸、岬の間のポケットビーチ、リクリエーションのための人工海浜もある。これらについても、それぞれ観測調査が行われているし、漂砂移動に関するミクロな研究調査もなされている。従ってここに述べた日本沿岸の漂砂特性はその一部であることを付記したい。なお、本稿の取りまとめに当っては、同研究所漂砂研究室の田中室長、小笹技官等の御協力を得た。ここに御礼申上げる。

参 考 文 献

- (1) 辰己寿男：高知港口、種崎海岸の浸食防止工事について、第3回海岸工学講演集、昭和31年、pp203～220

- (2) 上森千秋：高知海岸の漂砂浜について，第14回海岸工学講演集，pp 280～285
- (3) 田中則男・小笹博昭：海浜変形調査資料（第2報）港湾技研資料№ 192，昭和49年6月
- (4) 第三港湾建設局・神戸調設：高知海岸漂砂調査報告（昭和43年～47年度），昭和47年2月
- (5) 上森千秋・玉井佐一・亀松睦弘：高知港口付近の漂砂に関する実験的研究
- (6) 井島武士・佐藤昭二・田中則男：鹿島港海岸の漂砂について，第11回海岸工学講演集
- (7) 田中則男・小笹博昭・小笠原昭：海浜変形調査資料（第1報）港湾技術資料№ 162，1963年6月
- (8) Shoji Sato and Isao Irie：Variation of Topography of Sea-bed Caused by the Construction of Breakwaters, Proc. of 12th Conf. on Coastal Eng., Sept. 1970
- (9) 佐藤昭二・田中則男・佐々木克博：鹿島港建設に伴う海底地形変化について，港研報告Vo.13，№ 4 (2) 1974年12月
- (10) 磯崎一郎・太田芳夫：富山湾沿岸波浪の特性（第2報）防災科学技術総合研究報告第28号，1972年12月
- (11) 土屋昭彦・星畑国松・本間勝一・本間久枝：河川からの流出土砂量，防災科学総合研究報告№ 28，昭和47年2月，pp 47～59
- (12) 佐藤昭二・入江功・堀江毅：富山海岸における漂砂源と卓越方向について，第17回海岸工学講演集，昭和45年11月，pp 297～303
- (13) 佐藤昭二・入江功・堀江毅：富山海岸湾奥部の海岸浸食について，第18回海岸工学講演集，昭和46年10月，pp 411～415
- (14) 土屋義人・芝野照夫：下新川海岸の海浜過程について，第20回海岸工学論文集，昭和48年11月，pp 483～488
- (15) 第四港湾局：宮崎海岸について，昭和35年11月
- (16) 吉高益男：大淀河口付近の海底変化について，第18回海岸工学論文集，昭和46年10月，pp 423～429
- (17) 田中則男・沢本正樹：砂浜港周辺における海浜変形港湾技研資料№ 18，1974年3月
- (18) 堀川清司・砂村継夫：千葉県屏風ヶ浦の海岸侵蝕について(3)，第19回海岸工学論文集，昭和47年11月，pp 13～17
- (19) 豊島修・奥田光男・武藤徳一：福島県海岸の侵蝕と海岸特性について，第20回海岸工学論文集，昭和48年11月，pp 507～511