

遠州海岸中央部の海浜変形と漂砂

服部昌太郎*・鈴木隆介**・佐藤敏夫***

1. 緒 言

海岸への主要な土砂供給源であった河川の流送土砂が、ダム建設や河道改修などによって激減し、このため海岸侵食が進行した例が、数多く認められる。このような海岸の侵食対策を検討する場合、河川よりの流送土砂量の減少によって、海岸形状がどのように変化してゆくかを、適確に把握する必要がある。新潟海岸をはじめとする多くの海岸で、このような海岸侵食の防止対策を検討するため現地調査が行われた。そして、これらの現地調査結果より、漂砂移動と海浜変形の実態が徐々に解明されつつある。

本報は、最大の土砂供給源である天竜川の河口両翼に広がる遠州海岸中央部（河口西側：中田島、浜松海岸、河口東側：竜洋、磐田・福田海岸）の海浜変形について行った現地調査結果と、既往の調査資料とに基づいて、汀線に平行方向の漂砂移動について考察を行ったものである。現地調査では、流体測定用カメラによる海浜流系の観測を試み、興味ある結果を得たので、観測結果を合せて報告する。

2. 遠州海岸の概要（図—1）

天竜川河口部の左右両翼に連なる遠州海岸は、西端の

伊良湖岬から東端の御前崎まで延長 115 km で、ほぼ東西にのび、また天竜川河口の尖角を頂点とする2つの大きな弧状海岸線よりなる、単調な海岸である。以下に、調査地域の地形ならびに海浜堆積物の供給源について、西部から東部への順に概述する。

（1）地形の概要

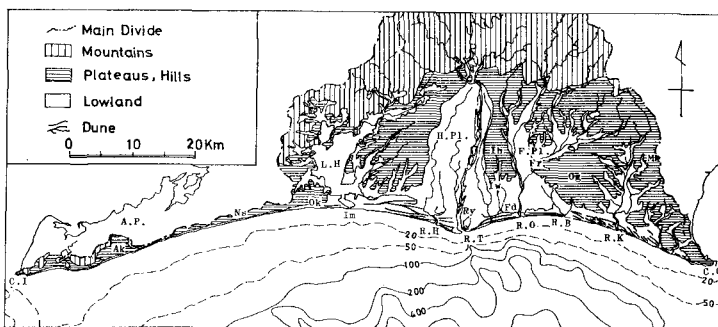
伊良湖岬から浜名湖今切口に至る区域では、丘陵または台地が、海崖をもって海にせまっている。この丘陵・台地の主分水界は、遠州海岸側に著しく偏在しており、海岸側には流路延長 0.5~4 km 程度の小河川があるにすぎない。遠州灘に面する海崖の高度は東に向かって漸増し、東端の天伯原南縁では 70 m 程度となっている。海崖と汀線との間には、西七根以東の地区を除いては、いわゆる海岸低地は発達しておらず、幅 70 m 以下の海浜が発達しているにすぎない。海崖の侵食速度は年平均 0.6~1.0 m で、この海崖侵食によって伊良湖岬より今切口に至る遠州海岸西部に、渥美累層（砂層、礫層、泥層の互層）に由来する風化した砂礫が供給されている。

今切口より弁財天川河口付近までの遠州海岸中央部（本調査区域）は、天竜川河口を頂点に、海側に凸な海岸線を持っている。この区域の海岸背後には、浜松・袋井平野や三方原、磐田原の洪積台地がある。これら背後の

地域より、芳川、天竜川、太田川、弁財天川が遠州灘に注いでいる。この中で最大の河川規模をもつ天竜川は、延長 213.7 km、流域面積 5 093.7 km²、河口部付近での河川勾配は 1/1 000~1/500 の急流河川で、河口まで粗大な礫を運搬している。天竜川以外の河川は、いずれも流域面積が小さく、勾配の緩い流れで、下流部での河床堆積物はいずれも砂ないしシルトといった細粒物質で、礫をほとんど含んでいない。したがって、遠州海岸へ多量でかつ粗大な砂礫を供給する河川は、天竜川のみと考えてよい。

弁財天川から御前崎に至る区域

は、内陸に小笠丘陵と牧之原台地があり、菊川、新野川、箴川、中西川が遠州灘に流出している。これらの河川は、いずれも流域面積が小さく、河口には主として砂を流出



C.I.: 伊良湖岬, Ak: 赤羽根, A.P.: 渥美半島, Ns: 西七根, Ok: 大倉戸, Im: 今切口, L.H.: 浜名湖, H.Pl.: 浜松平野, Ih: 磐田原, Fd: 福田, Fr: 袋井, R.H.: 芳川, R.T.: 天竜川, R.O.: 太田川, R.B.: 弁財天川, R.K.: 菊川, C.O.: 御前崎

図—1 遠州灘沿岸の地形学図

* 正会員 工博 中央大学教授 理工学部
 ** 理博 中央大学教授 理工学部
 *** 正会員 中央大学講師 理工学部

しているにすぎない。弁財天川から新野川までの間には、幅 2 km 以下の海岸平野が連続的に発達している。この海岸平野には、北西—南東方向にのび、海岸線に斜交する多数の砂丘列が認められる。

(2) 海浜幅

図-2 は、山内¹²⁾の調査結果から遠州海岸の海浜幅を、図示したものである。この図より、海岸背後に平地をもつ区域の海浜幅は、大倉戸～弁財天川間で 100 m 以上、また天竜川河口両岸で 150～220 m となっている。一方、海崖の発達している西七根以西では 40～60 m 程度、また菊川以東では 70～80 m と海浜幅は狭い。

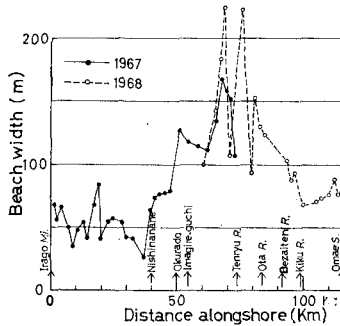


図-2 遠州海岸全域の海浜幅 (山内による)

(3) 海底地形

遠州灘沿岸の海底形状は、図-1 の海岸線と平行する等深線に見られるように、比較的遠浅な海底地形である。海岸線に近い浅海域には、外洋に面する砂海浜の特徴である沿岸砂州が 2～3 段存在している。浜名湖から

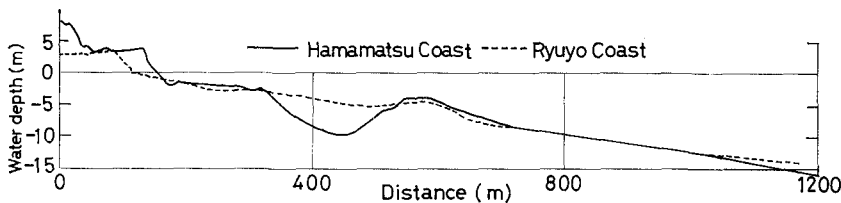


図-3 浜松、竜洋海岸の海底形状の例

東方の菊川に至る区域の沿岸砂州については、茂木⁹⁾の詳細な研究がある。この区域では 2 段の沿岸砂州、特に天竜川河口付近では 3 段の砂州が、海岸線にほぼ平行に発達している。図-3 は、浜松、竜洋両海岸の海底形状を示したものである。

(4) 海浜堆積物の供給源

遠州海岸沿岸の地形上の特徴から、この海岸の海浜堆積物の大部分は、天竜川から供給されており、これに渥美半島と御前崎付近の海崖から供給されるものが加わり、小河川から供給される砂礫は僅少である。

3. 現地調査の内容

遠州海岸海浜地形の年間の変動サイクルを、気象・海象条件より次のように考える。すなわち、1～3 月の厳しい波浪条件下に形成された海浜地形は、海象条件が比

較的穏やかである 5・6 月にかけて堆積性の海浜へ移行する。この時期にも、冬・春期を通して作られた侵食性の海浜形状は、後浜付近にその痕跡を留めている。夏期は、海象条件は穏やかであるが、台風が襲来し、台風時の強大な波エネルギーによって、海浜形状は大幅に変化する。そして、秋期に向うにつれて、海浜は再び堆積性のものとなる。

以上のような年間での海浜変形が認められることから、現地調査を 5 月 31 日～6 月 3 日、8 月 3 日～10 日、11 月 21 日～12 月 3 日の 3 回にわたって行った。

現地調査は、汀線と平行方向の漂砂移動と海浜変形について調査することを主たる目的としたことから、図-4 に示す地域について、以下のような調査を行った。

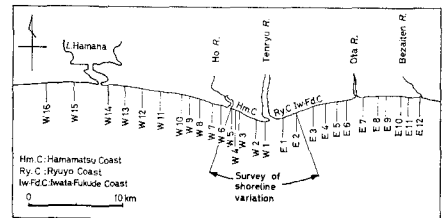


図-4 調査地域と測点の位置

1) 浜松海岸より磐田・福川海岸に至る約 7 km の区間の汀線測量と海浜横断測量。

2) 新居町大倉戸から弁財天川河口まで延長 41 km の海岸線に沿って、間隔 1～2 km ごとの前浜と後浜の海浜堆積物と、天竜川河口より 20 km 上流までの河床堆積物調査。

3) 地上式立体カメラによる海浜流系の観測 (浜松海岸)。

上記調査内容の 1) は、調査海岸の現況把握とともに、1 年間における海浜変形の挙動、すなわち短期間内での漂砂の移動方向を知るためのものである。2) は、海浜堆積物の変異系列より、汀線と平行方向の漂砂の卓越方向を推定するためのものである。このような調査は従来より数多くなされており^{4)・9)}、漂砂移動調査方法として有力な手法であると考えられている。本調査では、礫の岩種別構成、最大級礫の見掛け体積と扁平率、海浜砂の粒径と磁性鉱物組成について検討を行った。

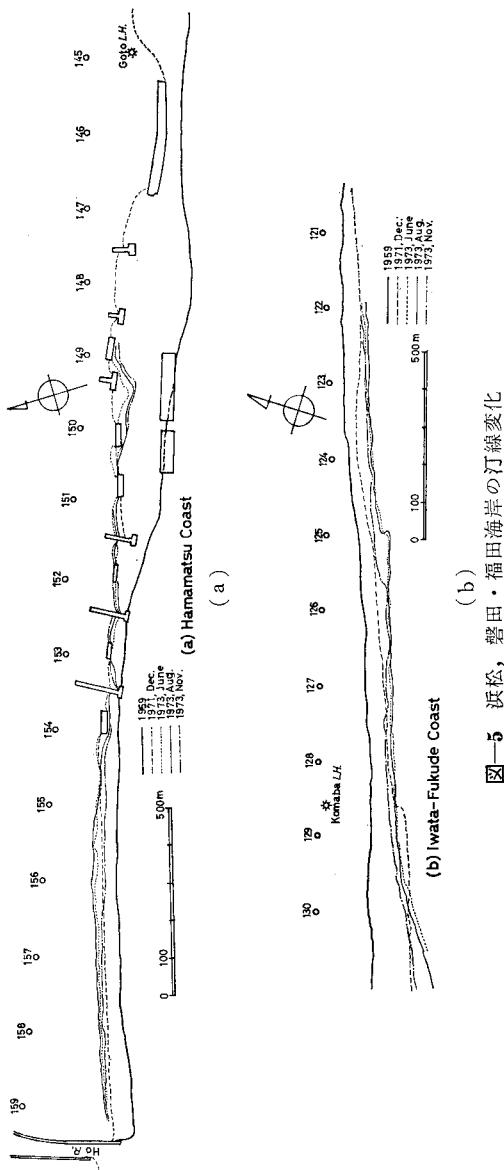
現地調査結果とともに、調査海岸の長期的変動過程を検討するため、建設省で行った昭和 44～47 年の航空写真測量、昭和 38～48 年の汀線および海浜横断測量などの、既往の調査結果、および河口偏寄などの地形・地質調査結果を使用した。

4. 調査結果

昭和48年中に遠州海岸に影響をもたらした台風は、7月26～30日にかけて西日本を襲った台風6号のみであった。8月に行った現地調査は、台風6号の消滅直後であることから、台風6号による荒天時に形成された海浜形状をとらえることができた。

(1) 汀線変動調査

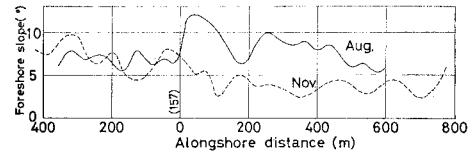
図—5は、天竜川河口両翼に連なる浜松および磐田・福田両海岸の汀線測量結果である。この図中には、航空写真測量結果より推定される、昭和34年と46年の汀線位置が同時に示されている。浜松海岸は図—5(a)に示すように、各種の侵食防止工が施工されている海浜であ



図—5 浜松、磐田・福田海岸の汀線変化

る。これに対して、図—5(b)の磐田・福田海岸は、海岸護岸が汀線後方にある、自然海浜に近い海岸である。

図—6は、汀線測量と同時にやった、前浜勾配の測定*結果例である。浜松および磐田・福田海岸の前浜には、15～30m ピッチ、後浜には20～40m ピッチでカスプが存在している。図—6は、前浜部における小形カスプの影響を除去したもので、この図より50～150m ピッチで大形カスプが存在していることが認められる。

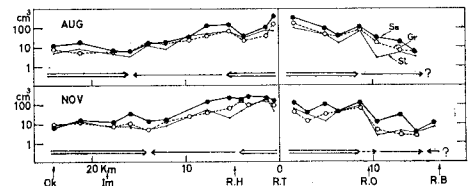


図—6 前浜勾配変化の例 (浜松海岸)

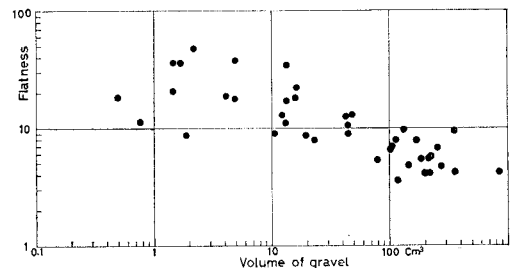
(2) 海浜堆積物調査

調査海岸全域での礫の岩質構成は、砂岩礫が全海浜礫の60～80%を占め、ついで粘板岩礫と花崗岩礫が30%程度であり、その他の礫種は僅少である。この岩質構成は、後浜も前浜も天竜川河床礫のそれと、どの季節でもほぼ同じであるから、当海岸の海浜礫の大部分は、天竜川より供給されたものと考えられる。

礫調査は、海浜に散在する礫のうち、大きいものから順に10個を礫種別に計測した。このうち、砂岩(Ss)、粘板岩(Sl)、花崗岩(Gr)の最大級礫の見掛け体積(長径×中径×短径)変化を、図—7に示す。なお、天竜川河口より5～10km地点での河床最大級礫の見掛け体積は、 $10^3 \sim 10^4 \text{ cm}^3$ 程度であった。最大級礫の体積と扁平率との間には、図—8に示すような良好な相関が認められる。



図—7 最大級礫の体積変化と漂砂の推定卓越方向



図—8 最大級礫(砂岩)の体積と扁平率との関係

*) 前浜勾配の測定は、クリノメータによって行った。

図-9 と 10 は、海浜堆積物の細粒部分の変異系列に関する調査結果の例である。図-9 は、前浜表層部 10 cm 以浅から採取した砂の、中央粒径の変化を示したものである。図-10 は、磁性鉱物組成の変異系列を、前浜の

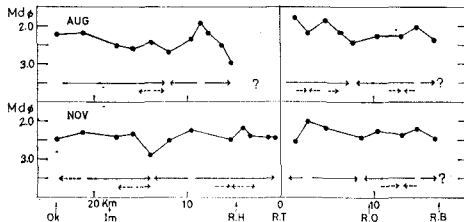


図-9 前浜砂の中央粒径 ($Md\phi$) と漂砂の推定卓越方向

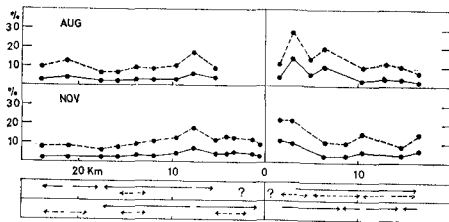


図-10 前浜砂の磁性鉱物構成比の変化と漂砂の推定卓越方向 (実線: 強磁性鉱物, 破線: 弱磁性鉱物)

のについて示した。これは、磁性によって重鉱物構成比を調べるために行ったもので、三田村式自動電磁分離器を用いて、強磁性鉱物 (比重 5~4)、弱磁性鉱物 (比重 4~3)、および非磁性鉱物 (比重 3~2) とに分類した。

5. 調査結果の考察

(1) 海浜変形

天竜川河口右岸の浜松海岸五島灯台付近に、海岸護岸が災害復旧のため、昭和 36 年に築造された。しかし、この護岸は昭和 36 年末に倒壊し、この残骸の影響によって海岸が急速に侵食され始めた。この海岸侵食防止のため、浜松海岸には、人工ブロックによる突堤などが施工され、昭和 47 年には離岸堤も施工されている。

図-5 (a) の汀線調査結果にも見られるように、台風 6 号の影響による汀線の後退が認められるが、11 月では汀線は再び前進している。特に汀線の前進量は、芳川河口部より No. 154 地点に向うに従って増大している。しかし、海浜構造物で保護されている海浜区域では、汀線変動は顕著ではない。この区域の汀線で、離岸堤背後のトンボロは成長し、干潮時には離岸堤背後にまでトンボロ先端が達していることが認められた。浜松海岸の汀線調査より、漂砂の卓越方向は東向であることが認められる。

一方、磐田・福田海岸の汀線は、図-5 (b) に見られるように、台風 6 号の襲来後も前進している。この海岸

区域に入射する波向が WSW~S の場合には、屈折図より東向の入射波エネルギー成分が存在することが認められる。したがって、この方向よりの入射波が卓越する時期では、漂砂の卓越方向は東向である。11 月の汀線は、8 月での汀線より若干後退している。このことは、No. 125 地点前面での、汀線突出部の変化によっても明らかである。遠州海岸、特に天竜川河口付近での、9・10 月の海風の卓越風向は SE~ESE であり、この時期における沿岸漂砂の卓越方向は西向となり、汀線が後退したものと考える。

図-11 は、長期間の汀線変遷を地形図より、調べたものである。この図より、天竜川河口位置の変化によって、河口左右両岸地域の汀線は後退し、芳川付近の浜松

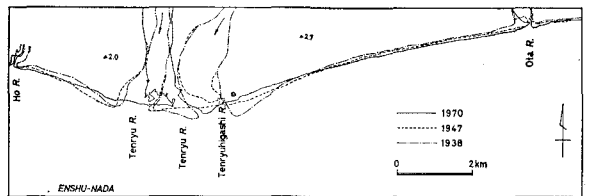


図-11 天竜川河口付近の汀線変遷図 (五万分の一地形図による)

海岸と磐田・福田海岸は汀線が前進していることが認められる。天竜川よりの土砂供給が減少し、天竜川河口が現在の位置となると浜松海岸の汀線は全般的に後退し、磐田・福田海岸は前進していることが、図-5 より認められる。以上の事柄より、現在でのこの区域の漂砂の卓越移動方向は、東向であるといえる。

汀線調査区域の汀線前面には、汀線と平行な沿岸砂州が発達している。この沿岸砂州の長さは、図-6 の前浜勾配の変動に対応しており、前浜には砂州開口部では汀線が海側に凹となるような、大形のカスプが発達している。汀線に平行な砂州は、入射波が比較的大きく、沿岸方向の流れが卓越する地点に発達するといわれている¹⁰⁾。建設省で行った海底横断測量結果でも、碎波帯内での地形変動は非常に活発であることが認められる。

(2) 海浜堆積物

海浜礫は、その供給源から遠ざかるほど、体積が減少する。調査地域での海浜最大級礫の体積変化は、前浜、後浜とも季節を問わず、また全礫種について、図-7 に示すような変化を示している。図-7 に見られるように、1) 体積変化がほとんどない区域 (たとえば、11 月; W 方向 1~4 km, E 方向 1~8.5 km の区間)、2) 急激に礫体積が変化する区域 (11 月: E 8.5~10.5 km, および 3) 体積が漸変する区域 (11 月: W 4~14 km, E 10.5~15 km) の、3 種類の礫体積に関する変異傾向が認められる。このような礫体積の変異傾向は、以下のようなことを意味すると考える。

礫の大きさがほとんど変化しない区域では、漂砂移動速度が大きく、礫がほとんど摩耗されない。したがって、漂砂移動を生ぜしめる流体力は大きく、その方向は顕著な卓越方向を有する。そして、礫の選択輸送がほとんど生じない。逆に、礫体積が急激に减小する区域では、漂砂移動の原因となる流体力の方向が変化し、礫の選択輸送が起こるとともに、礫の摩耗が大きくなる。したがって、このような区域での漂砂移動の見かけの速度は小さい。礫体積が漸変する区域では、前記の2つの場合の中間的な傾向をもつものとする。以上の考えに基づき、漂砂の卓越方向と漂砂の移動速度の大きさを、大きいものの順に白矢印、実線矢印および破線矢印で表わし、変異系列図の下方に示してある。

このような考え方によると、天竜川河口を境に東西に強い漂砂移動が存在し、西方では W 12 地点、東方では E 10 地点付近で、卓越方向がそれぞれ逆な漂砂移動と会合することが、図-7 より推定される。

図-12 は、山内¹¹⁾が遠州海岸全域にわたって調査した最大級礫の変異系列の中で、砂岩に対するものを示したものである。図-7 と 12 は、良く一致した傾向を示

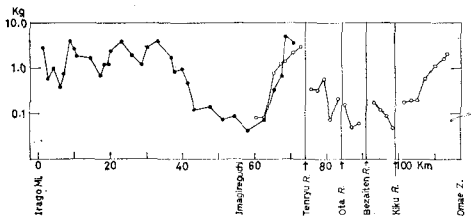


図-12 遠州海岸全域（前浜）の最大級礫（砂岩）の重量変化（山内による）、●：1965・12～1966・3 の計測値、○：1967・3 の計測値

している。また、図-12 より漂砂の会合部は、今切口の東方（W 13 付近）、太田川河口東方（E 9 付近）、および菊川河口付近の3カ所にあることが認められる。

海浜砂の粒径も礫の場合と同様に、供給源から遠ざかるほど减小する。しかし、礫にくらべて弱い流体力によって砂は移動されるので、砂の中央粒径の変異系列は、短期間の漂砂方向を反映した傾向を示すと考えられている。図-9 は、 ϕ スケールで表わした前浜砂の中央粒径の変化を示したもので、天竜川河口東岸では E 5 地点に変異系列の谷があり、また変異系列のピークは6月より8・11月にかけて E 8 より E 10 への移動している。また、西岸では、変異系列のピークは米津浜付近（W 8～10）にあり、また谷は W 15～12 にある。変異系列のピークと谷の位置は、季節的に若干移動するが、同様な傾向は後浜砂の場合にも認められる。

図-7 と 9 とを比較すると、最大級礫の体積と海浜砂の中央粒径の変異系列は、必ずしも一対一の対応を示さないにもかかわらず、変異系列のピークと谷の位置は、

ほぼ一致していることは興味深い。図-9 にも、図-7 の場合と同様に、調査結果より推定される漂砂の卓越方向とその移動速度を、矢印で示してある。

磁性鉱物組成の変異系列は、前浜でも後浜でも、海浜砂の中央粒径のものとかなり類似しており、変異系列のピークと谷の位置は、図-9 と同じ地点にある。比重の大きい重鉱物の分布は中央粒径の分布と対応し、重鉱物が粒径の大きい場所ほど多量に存在することは、漂砂移動に関係する海浜流の特性を反映していると考えられる。

以上の海浜堆積物調査に合せて、河口偏寄による漂砂の卓越方向の推定も行った。この結果、昭和 21 年と 45 年とでは、河口偏寄より推定される漂砂の卓越方向は、最大級礫の変異系列から推定される傾向と一致し、海浜砂の中央粒径と磁性鉱物から推定される傾向とは一致しないことが判明した。

6. 調査地域での漂砂移動

浜名湖今切口より弁財天川河口に至る遠州海岸の調査結果をまとめると、図-13 のようである。これによると、汀線に平行方向の漂砂の卓越方向とその移動速度は、前浜と後浜とで異なる。また、漂砂移動に対する季節的な変動は、局所的には認められるが、長期間にわたる漂砂移動を検討する上では、顕著な影響はないと考えられる。

図-14 は、今回の調査結果（図-13）と既往の調査結果とを総合して、調査地域の海浜における漂砂のサイクルを推定し、これを図化したものである。

後浜付近に存在する礫が移動するためには、非常に大きな営力が必要とされる。したがって、後浜の礫の変異系列より推定される漂砂の情報は、暴浪時の最盛期の海象条件下の波浪によるものであり、また後浜砂の変異系列は、暴浪期の減衰期の情報をもたらすものと考えられる。

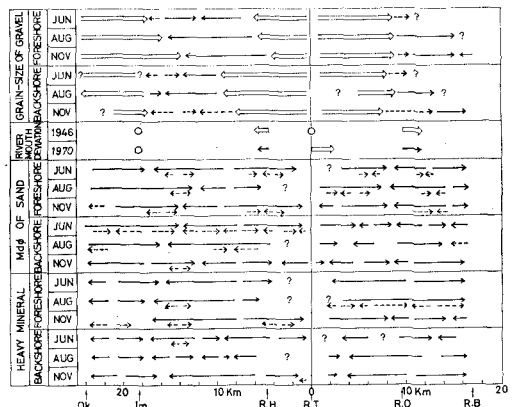


図-13 各指標からみた季節別、前浜後浜別の漂砂の卓越方向と移動速度

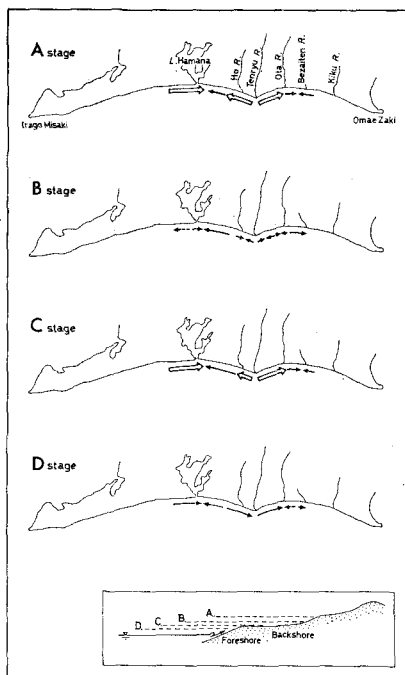


図-14 漂砂サイクルのモデル

一方、前浜での礫の変異系列は高波下の、また砂の変異系列は平穏な海象下での漂砂に関する情報をもたらすものと考えられる。このような海象条件下での海浜堆積物に作用する営力は、暴浪時にくらべて小さいが、その継続時間は長く、発生頻度も多い。

以上のような、海象条件と海浜堆積物の堆積位置とその移動の卓越方向と速度(量)とを関連させて、図-14のような漂砂のサイクルモデルを考えた。図-14のAは暴浪時の最盛期、Bはその減衰期の漂砂の卓越方向とその移動量を示したもので、一つの暴浪襲来に対して必ず対になって生ずるものである。図-14のCは高波下、またDは平穏な海象下での漂砂を示している。

図-14の漂砂サイクルモデルより、調査海岸での漂砂の卓越方向は東向であり、このことは図-5の汀線変化、図-11の汀線変遷と昭和44~47年の航空写真測量、および茂木¹²⁾の調査結果とも一致する。

7. 海浜流系の観測結果

波浪をその発生の主たる原因とする沿岸付近の流れは、沿岸漂砂移動の機構に重要な役割りを果たすことが、従来より認められていた。最近、radiation stressの概念の導入によって、碎波帯内外での水位変動、沿岸流、および離岸流の発生に関する理論的研究が進められるようになった。これらの理論は、単純な海底地形について行われており、複雑な地形についての研究は少ない¹³⁾。

一方、海浜流系の実態を把握するための現地観測は、わが国においても種々の観測方法によって行われていた。堀川らは¹⁴⁾、気球カメラ・システムとシンクロ・ヘリ・システムを使用し、湘南海岸をはじめ数多くの海岸で観測を行っている。また土屋ら¹⁵⁾は、大湊海岸のピアーを利用して、荒天時の観測を地上カメラを用いて行った。

海浜流系の観測に、立体カメラを使用した例に、前記のシンクロ・ヘリ・システムがある。この方法は、非常に有力な観測手段で、興味ある観測結果をえているが、航空機を利用するため、手軽な観測方法とはいえない。なお、井島らは¹⁶⁾、波浪観測を立体カメラを用いて行っている。

中央大学測量研究室では、最大基線長が200mで、連続撮影用(撮影間隔3~10sec)が可能な流体測定用カメラ(画面145×102mm)を開発した¹⁷⁾。この計測システムを使用することによって、海浜流の流速・流向と同時に、入射波の波向、波高も測定することができる。

海浜流系の観測は、図-5(a)に示すNo.157地点前面の海浜で行った。観測結果は図-15に示され、太実線または太破線で立体カメラによる観測結果(昭和48年8月10日)を、細破線で目視による観測結果(8月8日)

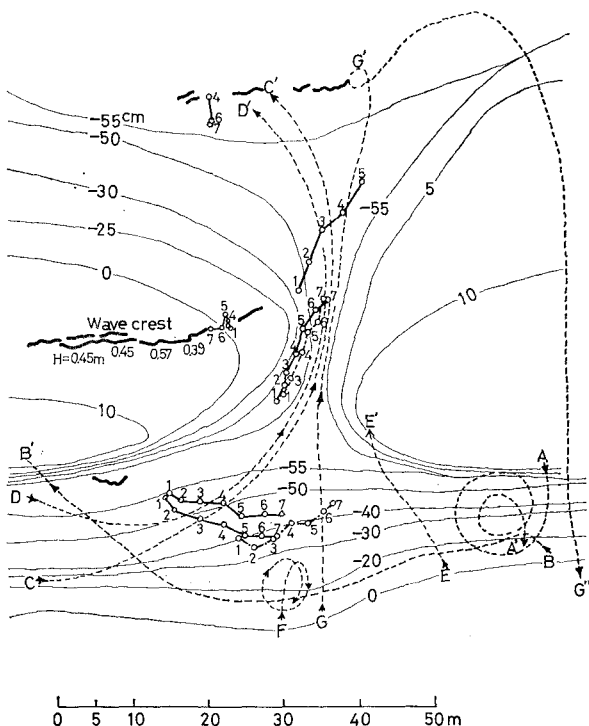


図-15 海浜流系の観測結果(太実線と破線: 8月10日立体カメラ観測, 波向 S, 周期 8 sec, 波高 0.5 m, 細破線: 8月8日目視観測, 波向 SWS, 周期 8 sec, 波高 0.6 m)

を示してある。実測に使用した追跡用フロートは、直径 34 cm のウレタン製ブイに、市販軽量コンクリートブロックを 2 個結びつけたものである。

海浜流の観測地点の海底地形は、図-15 に示すような、汀線に平行に発達した沿岸砂州の切れ目が存在し、離岸流の発生しやすい地形である。このような海底地形の場所は、図-6 の前浜勾配変化より推定される、大形カスプの海側に凹な地形に相当し、既往の航空写真などより推定される離岸流発生地点の間隔も、50~200 m である。

立体カメラの撮影間隔は 10 sec、基線長 40 m で観測を行った。図-15 の観測結果より、沿岸砂州の切目に向かって離岸流が発生し、その流速は 0.3~0.5 m/sec である。この場合の入射波向は S、最終碎波は砂州上で、碎波波高は場所的に若干異なるが、0.45 m 程度である。

以上の観測結果より、追跡用フロートの数を増し、立体カメラの基線長を 50~60 m 程度にすることによって、相当広範囲（汀線より 300 m 沖まで）での海浜流の観測を、十分行えることがわかった。

8. 結 論

昭和 48 年度に行った天竜川河口を含む遠州海岸中央部の海浜変形と海浜堆積物調査結果を報告し、これより汀線に平行方向の漂砂について考察を行った。

遠州海岸への漂砂の主要な供給源は、渥美半島の海崖と天竜川および御前崎付近の海崖で、これら供給源よりの漂砂の会合部は、浜名湖今切口の東方と弁財天川付近にある。

天竜川河口を含む遠州海岸中央部の漂砂の卓越方向とその移動速度は、前浜と後浜の海浜上の場所、海浜堆積物の種類（礫、砂、磁性鉱物）と河口偏寄などより検討を行い、図-14 に示すような漂砂サイクルのモデルを得た。この考え方によると、遠州海岸中央部での漂砂の卓越方向は、大局的には東向であるといえる。

本研究で行った漂砂に対するモデルの妥当性については、今後十分検討する必要はあるが、今回および従来の海岸調査結果から考えて、遠州海岸中央部での漂砂移動は、図-14 のモデルで説明しようと考えられる。

流体測定用カメラによる海浜流系の観測方法は、図-15 の観測結果に示すように、海浜流の流向、流速と同時に、入射波の波向、波高も測定することができる有用な手段であることが認められた。

謝 辞：昭和 48 年度に行った遠州海岸の現地調査の機会を与えられた安芸峯一博士（日本経済コンサルタント）に感謝する。本報では、数多くの既往の調査結果を使用した。これらの資料をご提供下された、建設省中部地建浜松工事事務所（佐藤和夫所長）の所員、ならびに群馬大学 山内秀夫助教授に、心より謝意を表する。ま

た、現地調査に当って、静岡県浜松土木事務所と浜松市役所に、種々のご協力をえた。

終りに、本報をまとめるに当って協力下された中央大学理工学部の高橋健一、堀 和彦（現東亜建設工業）、高橋正紀（現前橋市立工業短大）および現地観測と資料整理に協力された多数の学部学生に感謝する。

参 考 文 献

- 1) 山内秀夫：渥美半島南岸における海浜礫の分布傾向について、群馬大学教育学部紀要、第 17 巻、pp. 153~167, 1967.
- 2) 山内秀夫：遠州灘海岸東部における海浜礫の分布傾向について、群馬大学教育学部紀要、第 18 巻、pp. 111~124, 1968.
- 3) 茂木昭夫：日本の海浜型について（沿岸州の地形学的研究第 1 報）、地理学評論、第 36 巻、第 5 号、1963.
- 4) 本間 仁・堀川清司・鮮干 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、pp. 115~122, 1958.
- 5) 荒巻 孚・鈴木隆介：海浜堆積物の分布傾向からみた相模湾の漂砂について、地理学評論、第 35 巻、pp. 17~34, 1962.
- 6) Sunamura, T. and K. Horikawa: A study on the prevailing direction of littoral drift along the Kashiwazaki Coast, Japan, Ann. Rep. Eng. Res. Inst., Univ. of Tokyo, Vol. 30, pp. 21~28, 1971.
- 7) 鴻上雄三・井波宏之・星 藤男：北海道太平洋岸における海岸浸食の特徴、第 17 回海岸工学講演会論文集、pp. 283~288, 1970.
- 8) 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、pp. 300~305, 1967.
- 9) 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、pp. 417~422, 1971.
- 10) 堀川清司：漂砂特論、水工学シリーズ、70-50、土木学会水理委員会、1970.
- 11) 前出 1) と 2).
- 12) 前出 3).
- 13) 堀川清司：海岸工学、海洋工学への序説、東京大学出版会、第 4 章、1973.
- 14) 堀川清司・佐々木民雄・五十嵐元・鬼頭平三：海浜流に関する研究 第 1 報一観測法と湘南海岸における実測例、第 18 回海岸工学講演会論文集、pp. 395~400, 1971.
- 15) Tsuchiya, T. and T. Shibano: Observations of longshore currents and sand drifting in storm conditions at Ogata Coast, Coastal Engineering in Japan, Vol. 16, pp. 93~106, 1973.
- 16) 井島武士・高橋智晴・中村憲一：実体写真観測による碎波帯の波の性質、第 3 回海岸工学講演会講演集、pp. 99~116, 1956.
- 17) 春日屋伸昌・佐藤敏夫：流体測定用ステレオカメラの試作について、土木学会第 28 回年次学術講演会講演概要、IV-145, 1973.