

駿河湾奥部の漂砂について

齋 藤 晃*

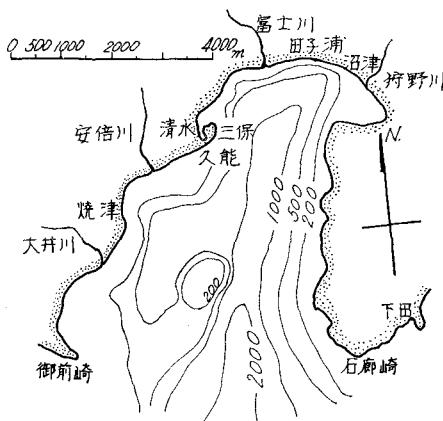
要 旨 駿河湾奥部の海岸における底質の季節変動および長期変動と、海浜の断面変動をとりまとめた。河川からの流送砂礫量の減少、港湾工事の進行に伴って、本海岸は新しい平衡状態に移行しているようである。なお、本海岸の特徴は底質粒径と前浜勾配の大きなことで、そのため汀線底質の中央粒径と前浜勾配の関係は、他の細粒の底質からなる海岸の場合と著しく異なる。安倍川流送砂礫は三保半島へ移動し、富士川よりの流送砂礫は沼津方面へ移動していることが知られた。海況の穏やかな期間には、海浜の前浜に大粒径の砂礫が打上げられて大きな砂堆を作り、海の荒れた期間にはその砂堆が消失して浜はなだらかな断面形となっていた。ただし、浜の浸食・堆積の変動と汀線底質の粒度変動との間にはあまり明確な関係が認められなかった。

1. ま え が き

駿河湾奥部の海岸には安倍川・富士川・狩野川などの有効な急流河川が流入し、多量の粒径の大きな砂礫が供給されている。さらに、駿河湾には西南日本海溝が湾奥まで侵入しており、富山湾・相模湾などとともに非常に深い湾であり、海底勾配も急である。駿河湾奥部の海岸での前浜勾配はほとんどの場所で $1/4 \sim 1/7$ 程度であり、深さ 1000 m までの平均海底勾配も $1/10$ くらいである。したがって、各河川から供給された砂礫のうち小粒径のものは碎波帯の沖側へと失われてしまい、残った粒径の大きなものが転動の形式で浜ぞいのごく幅の狭い範囲を移動することになる。なお、駿河湾の海底斜面には多数の海底谷が刻まれており、その谷頭は岸線近くまで接近している。これらの海底谷は本海岸の漂砂収支に大きな影響を与えているものと考えられる。また、本海岸には駿河湾の地形上の特徴から、漂砂現象の主たる原動力である外洋からのうねりが常にほぼ一様の方向から海岸に入射することになる。したがって、本海岸の漂砂移動方向は年間を通じてあまり変化せず、一定であると考えられる。さらに、本海岸は流入河川から供給される砂礫量の減少、港湾工事の進行などにもよって、新しい平衡状態に移行している。

本報告においては、駿河湾奥部の海岸のうち安倍川河口から三保半島先端の真崎までと、富士川河口から沼津

までの各海岸を対象として 1968 年から行なってきた調査の結果について述べる。調査内容は海岸の断面測量と底質の試料採取である。なお、図—1 に駿河湾の略図を示しておく。



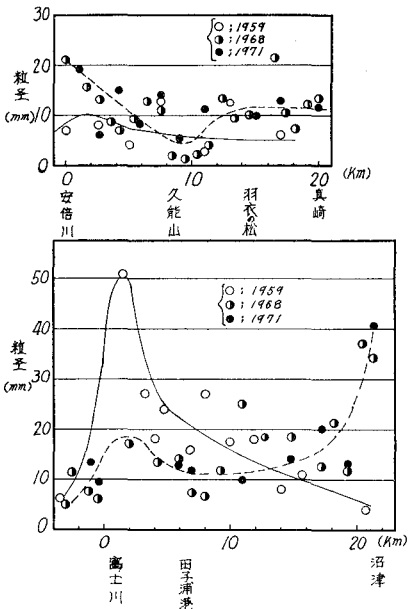
図—1 駿河湾の地図

2. 海岸砂礫粒径の長期変化

図—2 は、安倍川河口から三保半島先端にいたる海岸と富士川河口から沼津にいたる海岸における、砂礫粒径の長期変化を示したものである。図—2 で、縦軸は粒径を mm で示し、横軸はそれぞれ安倍川河口右岸と富士川河口右岸からの距離を表わしている。図示の砂礫粒径は前浜 2 点、後浜 1 点の底質の中央粒径を平均したものである。図中の白丸は市川他の調査による 1959 年の粒径であり、著者の行なった調査結果のうち 1968 年 12 月のものを白黒の丸で、1971 年 11 月のものを黒丸で示してある。

安倍川下流における砂利採取があまり盛んでなかった 1959 年の粒径分布は、安倍川河口付近で 10 mm 程度であり、三保半島に向かってばらつきはあるがやや小さくなり、6 mm 程度にまでなると報告されている¹⁾。砂利採取が盛んになった影響は 1968 年と 1971 年の粒径分布に認められる。白黒の丸と黒丸の分布はほぼ似ており、ともに安倍川河口付近で粒径が 20 mm と大きくなっており、久能山海岸に向かって減少の傾向があり河口から 10 km 地点では 2 mm 前後となっている。12 km 地点に達すると、粒径は 10 mm 前後と急に大きくなり、そのまま三保半島の先端にいたっている。粒径分布の傾向は図中に点

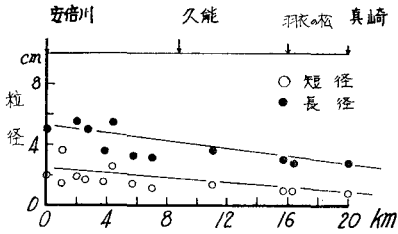
* 正会員 工修 東海大学助教授 海洋学部



図—2 砂礫粒径の長期変化
(上) 安倍川海岸, (下) 富士川海岸

線で記入してあるが、これは市川他³⁾の結果(白丸)とも河口付近を除くと良く合うようである。したがって、安倍川に接続する海岸の砂礫は1959年から1968年までの間に、河口部近辺で粒径が2倍程度大きくなった他はあまり変化していないようである。

先に著者は安倍川より流出する蛇紋岩礫を追跡し、その結果を発表しているが²⁾、ここにその結果を図—3に示しておく。図—3は蛇紋岩礫の大きさが安倍川河口からの距離によってどう変化するかを示したものである。



図—3 蛇紋岩の大きさの分布

図—3の縦軸は粒径 (cm) で、横軸は河口からの距離 (km) である。同図より、蛇紋岩礫の大きさは河口から三保半島先端の真崎に向かって長径・短径ともに小さくなっていることが知られる。さらに、蛇紋岩礫の出現度が河口で最大で、真崎に向かって少なくなっている事実とから、安倍川流送砂礫は海岸ぞいに三保半島先端にまで移動していることが推定される。したがって、図—2で安倍川河口から10 km地点付近で2 mm程度にまで減少した粒径が12 km付近で10 mm前後にまで増大するのは、この区間の海岸がほぼ直線状で波浪条件にあまり差のないことから、次のように考えられる。すなわち、

安倍川からの砂礫に久能山から流出した細粒土砂が混入して中央粒径が小さくなる。さらにその混合物が三保方面へ移動する間に、細粒分が失われてしまい再び中央粒径が大きくなっていく。

図—2の下段は富士川から沼津にいたる海岸での粒径の長期変化を示している。市川他による1959年の粒径は富士川河口で50 mmと大きく、東側に向かって減少して沼津付近では6 mm前後となっていた³⁾。しかし、田子浦港の防波堤が完成し東向きの漂砂の流れがとめられ、さらに富士川下流での砂利採取が盛んになるにつれて、海岸砂礫の粒径が大きく変動しはじめた。すなわち、同図に白黒の丸および黒丸で記入した1968年と1971年の値は、ともに河口部で20 mm程度となり田子浦港に向かって減少し10 mm前後になる。その東側では逆に増大しはじめ、沼津付近では40 mmにもなっている。

図—2で浜の浸食・堆積と粒度変化の関係をみてみると次のようになる。まず、やや浸食性の富士川河口付近とかなり浸食されている田子浦港のすぐ東側の各地区で、粒径が小となっている。同じ浸食性の地区でも沼津付近と、やや浸食性の安倍川河口付近では逆に粒径が増大している。また、堆積の傾向にある地区でも、田子浦港のすぐ西側では粒径が小となり、三保半島先端では粒径が大となっている。

駿河湾奥部の海岸で1968年から年3回行なった断面測量と底質調査の結果から、堆積や浸食の傾向が認められた場合(125例)を選び、汀線(いわゆる基準点)の中央粒径、 d_{50} と淘汰度を表わす標準偏差、 σ_ϕ がどう変化したかを求めてみると表—1のようになった。表—1の各数値はほとんど1/4に近く、堆積や浸食にともなう粒度がどう変化するかをこの結果から明らかにすることはできない。

表—1 堆積・浸食による d_{50} と σ_ϕ の変化

		堆 積	浸 食
d_{50}	増 大	26%	30%
	減 少	21%	24%
σ_ϕ	増 大	20%	24%
	減 少	26%	30%

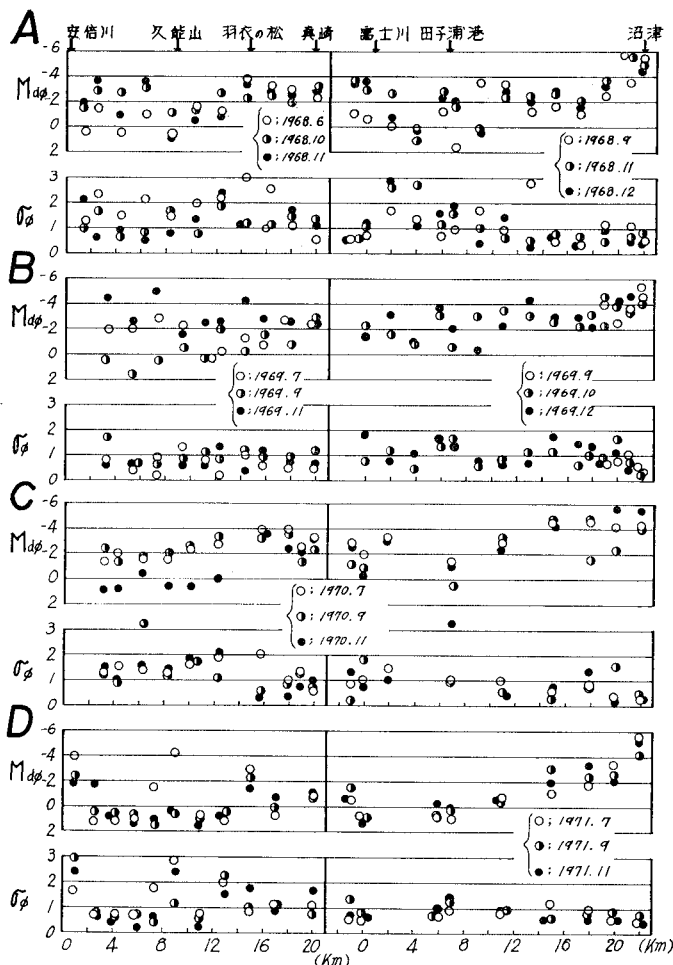
3. 海岸砂礫粒度の季節変化

図—4は中央粒径、 Ma_ϕ と標準偏差、 σ_ϕ を縦軸とし、安倍川と富士川の河口からの距離を横軸として、各測線における汀線(いわゆる基準帯)の底質の Ma_ϕ と σ_ϕ の分布と季節変化を表わしたものである。

なお、ここで

$$Ma_\phi = -\log_2 d_{50}$$

$$\sigma_\phi = \frac{1}{2}(\sigma_{84} - \phi_{16})$$



図—4 中央粒径と標準偏差の分布と季節変化
(A) 1968 年, (B) 1969 年, (C) 1970 年, (D) 1971 年

$$\phi_{84} = -\log_2 d_{84}, \quad \phi_{16} = -\log_2 d_{16}$$

であり, d_{84} , d_{50} , d_{16} はそれぞれ試料の 84%, 50%, 16% が保持されるふるいの目の mm で表わしたものである。

安倍川に接続する海岸では, 中央粒径が安倍川河口から久能山海岸に向かって減少し, 久能山海岸から三保半島の先端の真崎に向かって逆に増大していく傾向にある。標準偏差についてみると, 安倍川河口から久能山海岸に向かって減少し砂礫の淘汰が進んでいくことを示している。久能山から流出する砂礫が混入すると, 標準偏差が大きくなり淘汰が悪くなっている。さらに三保半島に向かって砂礫が進むにつれて, 標準偏差は小となり淘汰がよくなる。これは, 砂礫が久能山海岸から三保半島の基部に移動するまでの間に, 砂礫中の細粒分が汀線から失われることを意味する。

各年ごとにうねりや風浪の条件が異なるため, 中央粒径や標準偏差の季節変動はかなり複雑になっている。ただし 1970 年 11 月の調査以降, 中央粒径が大幅に減少したのと標準偏差が著しく大きくなり淘汰度が悪くなった

ことが注目される。この原因と, この傾向が今後とも続くのかどうかは現在のところ明らかでない。この変動を除けば, 安倍川河口から真崎にいたる海岸では, 全体として台風期以後に中央粒径の分布が一様化し, 標準偏差が小となる傾向が認められる。これは, 同海岸が大きく凸弧を画くため入射する風浪の大きさが各地点で異なるが, 台風によるうねりは良く屈折して回り込み, 海岸各地に強大な波エネルギーがほぼ一様に作用するためと考えられる。

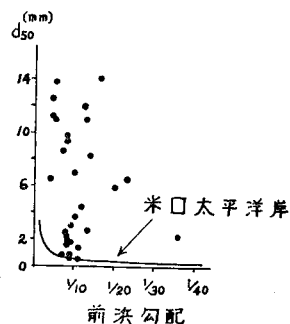
富士川から沼津にいたる海岸では, 各年を通して中央粒径が富士川河口から田子浦港に向かって減少し, 次に沼津に向かっては逆に増大する傾向にある。標準偏差は富士川河口から沼津に向かってほぼ単調に減少し, 河口から遠いほど淘汰の良くなることが認められる。1968 年から 1971 年までの調査結果を比較すると, 中央粒径・標準偏差ともに季節変動の幅がやや減少していく傾向が認められる。さらに, 中央粒径は沼津付近を除くと年々減少しており, 標準偏差も全般的に減少の傾向を示し, 砂礫の淘汰度が年々よくなることが知られる。

4. 前浜勾配と砂礫粒径

比較的細粒の砂からなる海岸においては, 汀線 (いわゆる基準点) における砂礫の中央粒径と前浜勾配との間に密接な関係のあることが知られている⁴⁾。しかし駿河

湾奥部の海岸のように, 中央粒径と前浜勾配がきわめて大きい海岸では, 両者の関係はかなり異なったものとなっている。

図—5 は縦軸に汀線における砂礫の中央粒径 (mm) をとり, 横軸に前浜勾配をとって, 三保海岸における実測値をいくつか記入したものである⁵⁾。図には比較のために Bascom が米



図—5 中央粒径と前浜勾配

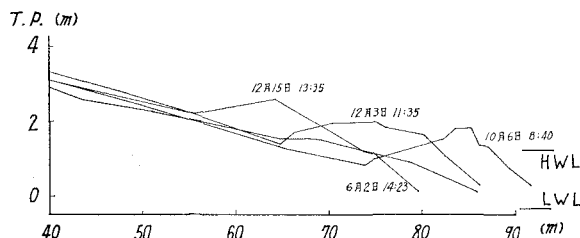
国太平洋岸で求めた曲線を記入してあるが, わずかに本海岸の結果の下限を与えるにすぎない。

5. 短期間における断面変化

比較的短期間内における海浜の断面変化を, 三保の羽

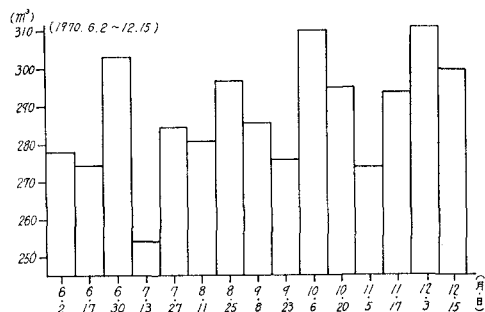
衣の松海岸測線の1970年6月2日から同年12月15日までの測定記録の例について示す。断面測定は上記の期間中にほぼ2週間に1回ずつ行なった。

図—6 は測定された浜断面形のいくつかの例である。



図—6 海岸断面形

縦軸は T.P. からの高さ、横軸はほぼ後浜の最後端にあたる位置に設置した基本杭からの距離を示している。図に示した4例の断面形は、ほぼ全測定断面形の上限と下限を与える。なお、図には断面変化のもっとも著しい範囲のみを示してあり、この部分から陸側ではあまり目立った地形変化が認められない。次に、図—7 は海岸土量の変化を示したもので、測線の基本杭から海側の部分について単位幅を考え、さらにそのうちで T.P.0 の面上の部分の体積をもって土量としてある。図の縦軸は土量、横軸は測定した月日を示している。



図—7 海岸土量の変化

6月2日の最初の測定では、浜断面がなだらかであった。6月から8月にかけて波はかなり穏やかで、運輸省第五港湾建設局清水港工事事務所の観測によれば、最大波高が1m未満の日がほとんどだった。浜断面は全体として堆積の傾向を示し、前浜には粒径の大きな砂礫が多量に打上げられて砂礫堆が発生した。7月13日の測定時には著しく断面が減少しているが、これは前浜部に発達した砂礫堆がやせ、後浜部の海側も平均50cmほど低下したためで、高波の作用のほかに風により後浜部の細粒分が飛ばされたものと考えられる。この後浜部の浸食された箇所は、7月27日の測定時にはほとんど回復していた。8月になると前浜部の砂礫堆がますます発達し、前浜勾配は次第に急になっていった。9月には、相次ぐ台風の発生により、最大波高が2.5mをこす日も多くなった。そ

のため、前浜に発達した砂礫堆は完全に消失し、前浜と後浜の海側部分は一様に微細な砂で薄く被覆され、海岸断面は減少していった。台風の後では、最大波高が1.0m以下の日が多くなり、浜は再び堆積の傾向を示しはじめた。前浜には砂礫の堆積部が発達し、段が2~3段も見られることもあった。10月末に最大波高2.0m程度の荒れた日が続き、11月5日の測定では前浜の砂礫堆がやせて陸側へ5mほど後退していた。その後、最大波高0.5m程度の日が続き、11月17日の測定では前浜の砂礫堆が大きくなり、さらに汀線から30mくらい陸側まで砂礫が打上げられていた。さらに12月15日にかけては、汀線の位置は不変であったが前浜の砂礫堆は後退しながらやせる傾向を示した。

本調査の結果から、砂礫粒径が大きく浜勾配も急な海岸には浸食の形態が二通りあることが知られる。すなわち、一つは前浜に発達した大粒径の砂礫からなる堆が消失し、汀線も後退するものであり、もう一つは上記の砂礫堆がやせて陸側へ後退するもので、後浜の微粒砂分が風により飛ばされる場合もある。なお、堆積の場合は前浜に砂礫堆が発達し、汀線も沖側へ張り出すことが多い。海の荒れた日に、微粒砂が後浜まで打込んでも、その波によって前浜の砂礫堆が消失してしまうと、結果としては断面が減少していた。

6. あとがき

大粒径の砂礫からなる急勾配の駿河湾奥部の海岸で汀線調査を行なった。その結果、(1) 浜の砂礫粒度はかなりの季節変化を繰返しつつ新しい平衡状態へ移行していること、(2) 前浜勾配と汀線砂礫の中央粒径との関係は砂浜海岸におけるこれまでの結果と著しく異なる、(3) 前浜に生じる大粒径の砂礫からなる堆の消長が浜断面の増減に大きく影響することなどが知られた。

最後に、この研究を進めるにあたり終始御指導を賜った速水頌一郎教授および宇野木早苗教授に厚く謝意を表すると共に、研究に協力された多数の東海大学海洋学部学生諸氏にも感謝します。なお本研究は文部省科学研究費の交付を受けて行なったものであることを付記する。

参考文献

- 1) 市川武・落合治美・富田一男・室伏久治：駿河湾田子浦海岸の波と漂砂，第8回海岸工学講演会講演集，pp. 161~167，昭36年。
- 2) 速水頌一郎・宇野木早苗・斎藤晃：駿河湾奥部の河川に起源をもつ砂礫の移動，第5回災害科学総合シンポジウム講演論文集，pp. 49~50，昭43年。
- 3) 文献1)と同じ
- 4) Boscom, W. N.: The Relationship between Sand Size and Beach—Face Slope, Trans. of A. G. U., Vol. 32, No. 6, pp. 866~874, 1951.
- 5) 速水頌一郎・宇野木早苗・斎藤晃：駿河湾奥部の海岸砂礫の变化，第6回災害科学総合シンポジウム講演論文集，pp. 171~172，昭44年。