

明石海峡周辺の砂堆地形と流況に関する諸問題

八島邦夫：海洋研究室

Some problems on the Sand Banks and Currents around the Akashi Strait

Kunio Yashima : Marine Research Laboratory

1. はじめに

広くて停滞性が強い灘（湾）と狭くて潮流が速い海峡（瀬戸）が交互に配置する瀬戸内海の海底地形や底質分布は流況と密接な関係を有している。

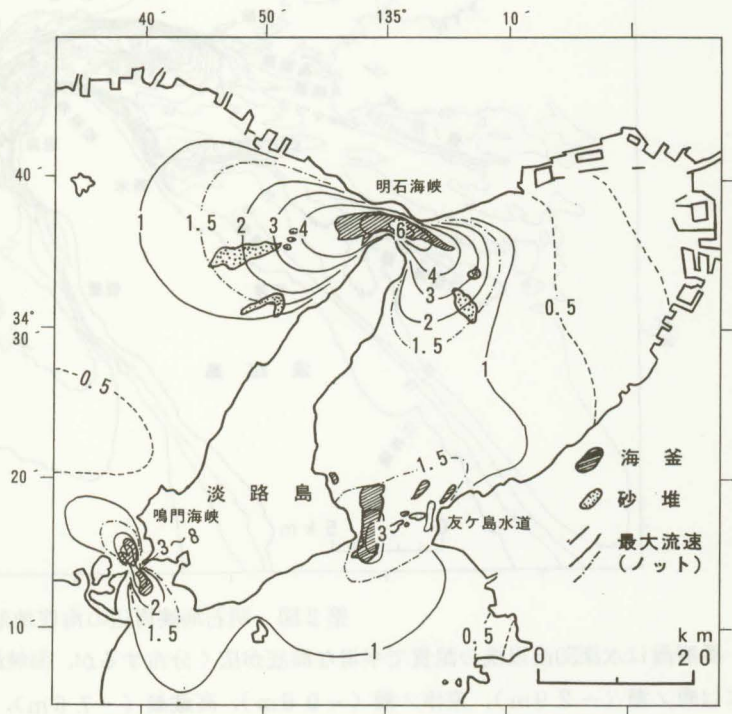
第1図は大阪湾周辺の海釜・砂堆地形と潮流の最大流速分布（八島，1989）を示したものである。この図から、これらの地形は流速と密接な関係を持ち、海峡周辺に分布していることが分かる。

3つの海峡のうち明石海峡は海峡に沿って細長く横たわる海釜と海峡の両出口に発達する砂堆地形で特色づけられる。海釜地形については別の機会に報告（八島，1991, 1992ほか）するが、海峡両出口の砂堆地形は海峡周辺の好漁場としての特性を支える基礎となっていると思われる、とくに西口の鹿ノ瀬は瀬戸内海屈指の底引き漁場であり、イカナゴの産卵・生育地となっている。加えて瀬戸内海の主要航路に近く、最浅水深は3m未満と浅いうえに海底表面にはサンドウェーブが発達して水深は絶えず変化し、航海上の難所ともなっている。

これらの砂堆地形の形成機構やサンドウェーブの発生・変化機構等は流況と密接な関係を持ち、その解明は水産資源保護や航海安全確保の観点から極めて重要であるが、その詳細はよく分かっていない。

ここではこれらの地形や流況に関し、水路部の既存資料を整理して、その概要を報告するとともに、今後の課題について述べる。

用いた資料は5万分の1の沿岸の海の基本図と音波探査記録を初めとする調査原記録（昭和47年度～



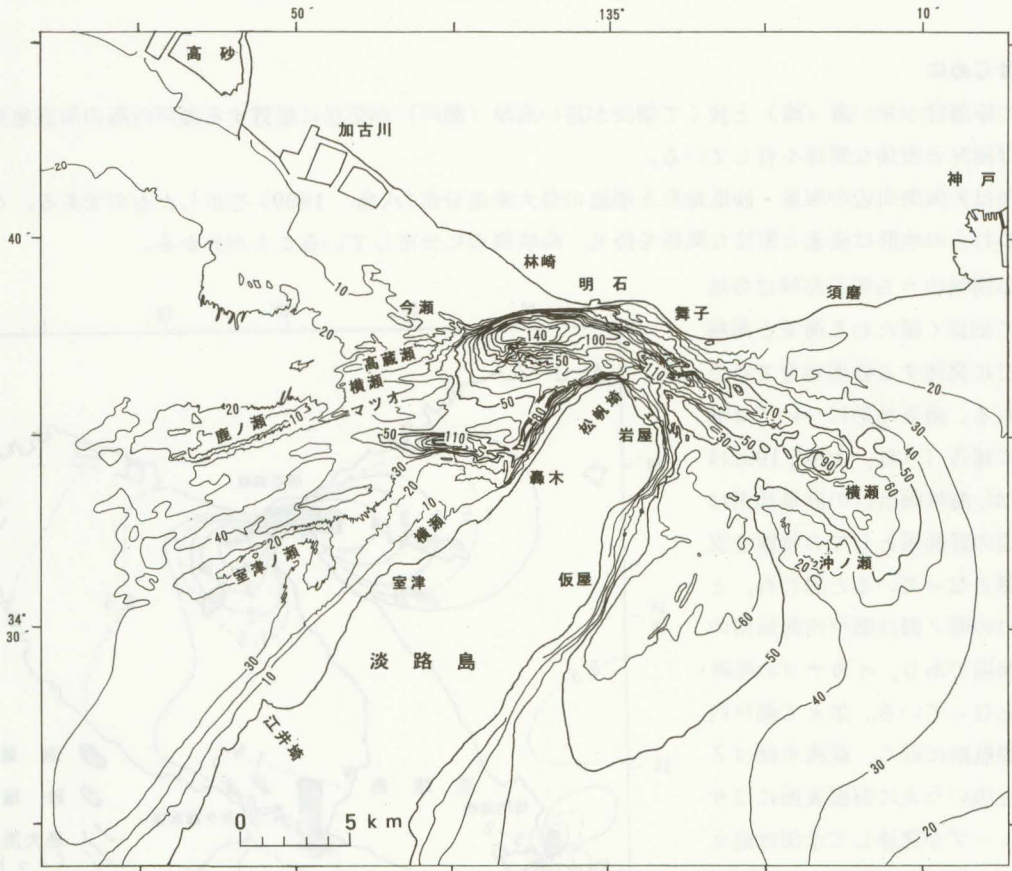
第1図 大阪湾周辺の海釜・砂堆地形と最大流速分布

50年度調査)及び主として第五管区海上保安本部水路部が実施した当海域の潮流・潮汐観測データである。

なお、海底地形図(沿岸の海の基本図)の等深線描画の基となった水深測量の測線間隔は500m(但し、検測線は1,500m)で、音波探査は磁歪振動式音波探査機(ソノプローブ;3.0kHz)で行われた。

2. 海峡周辺の海底地形と流況の概要(第2図)

明石海峡には幅約1km、水深約100mで海峡部を走り抜ける細長い海釜地形が発達する。大阪湾は水深60m以浅の泥質で平坦な海底が広く分布するが、海峡最狭部の南東方、約12kmの海峡東口には沖ノ瀬(-23m)、横瀬(-55m)などの砂堆地形が発達する。



第2図 明石海峡周辺の海底地形

播磨灘は水深50m以浅の泥質で平坦な海底が広く分布するが、海峡最狭部の南西方、約18~20kmの海峡西口には鹿ノ瀬(-2.9m)、室津ノ瀬(-9.6m)、高蔵瀬(-7.6m)、横瀬(-10.0m)、マツオ(-7.8m)を初めとする砂堆地形が発達し、明石海峡海釜の西側はい上がり斜面、鹿ノ瀬及びその北方、室津ノ瀬付近にはサンドウェーブが広範囲に発達する。

明石海峡周辺の潮流は春秋小潮期の一時期を除き、一日2回の東流と西流を繰り返す。流速は東流、西流のいずれにおいても海峡最狭部付近で最強となり、最大流速はそれぞれ、5.6ノット、7.1ノットに達し、西流の方が強い。海峡部を離れると流速は減少するが、播磨灘側の方が遠方まで流速を維持している(海上保安庁水路部, 1976・1987, 第五管区海上保安本部水路部, 1988ほか)。

また、海岸線の変化に対応して須磨沖、岩屋沖、松帆崎西側など各所に地形性の反流が生じている（第五管区海上保安本部，1976・1990ほか）。

底質の分布は潮流の流速分布と良い対応を示し、海峡最狭部で岩盤が露出し、外側へ向かって礫、砂、泥の順に規則的に分布するが、播磨灘側では遠方まで砂が分布する。

3. 砂堆地形と流況に関する諸問題

(1) 大阪湾の砂堆地形：沖ノ瀬の形成過程（第3図，第4図a，b）

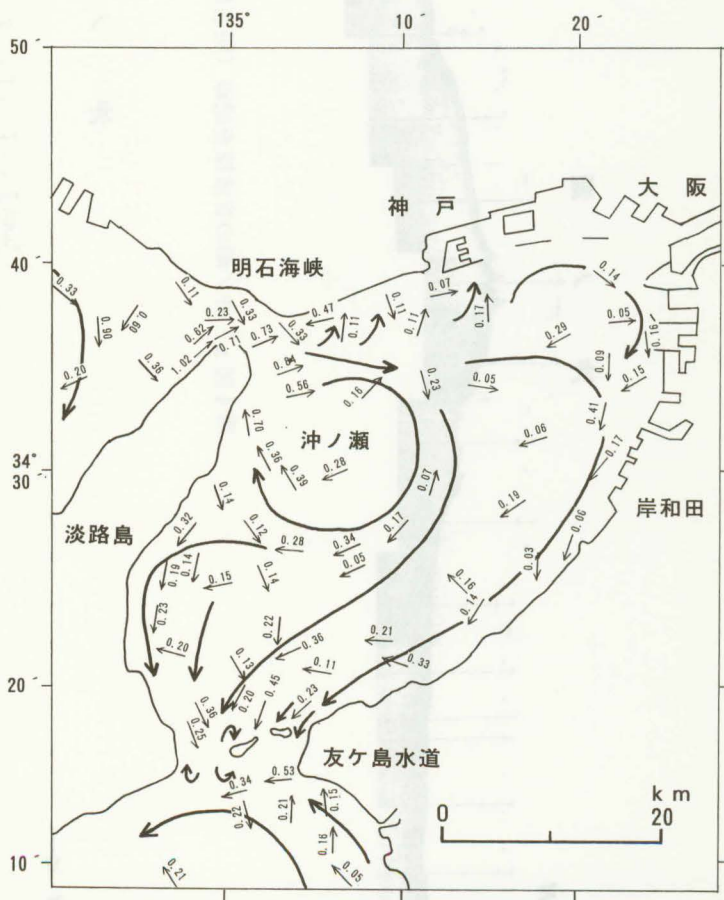
第4図a，bは沖ノ瀬の北東-南西方向の音波探査記録で、前者は明石海峡寄り、後者は大阪寄りの断面である。両者とも砂堆の高まりの直下では海底面下の情報は得られないが、図aでは瀬の両側斜面部分にはほぼ水平な黒色の顕著な反射面が、図bでは淡路側（南西方向）の斜面下部に黒色の顕著な反射面と斜面に平行なスロープを描く多数の層理がみられる。この黒色の顕著な反射面は大阪湾でかなり広範囲に追跡することができるが、沖ノ瀬はこの水平な地形面（反射面）の上に砂が堆積した地形であることを示している。

海峡東口周辺の潮流は海峡部の東流・西流の変化に応じてその流向や流速を変化させるが、沖ノ瀬周辺海域では恒流成分が強く、潮時による転流がみられないこともある（第五管区海上保安本部，1988）。そして大潮期には潮時を問わず、一日中時計回りの流れとなっている。

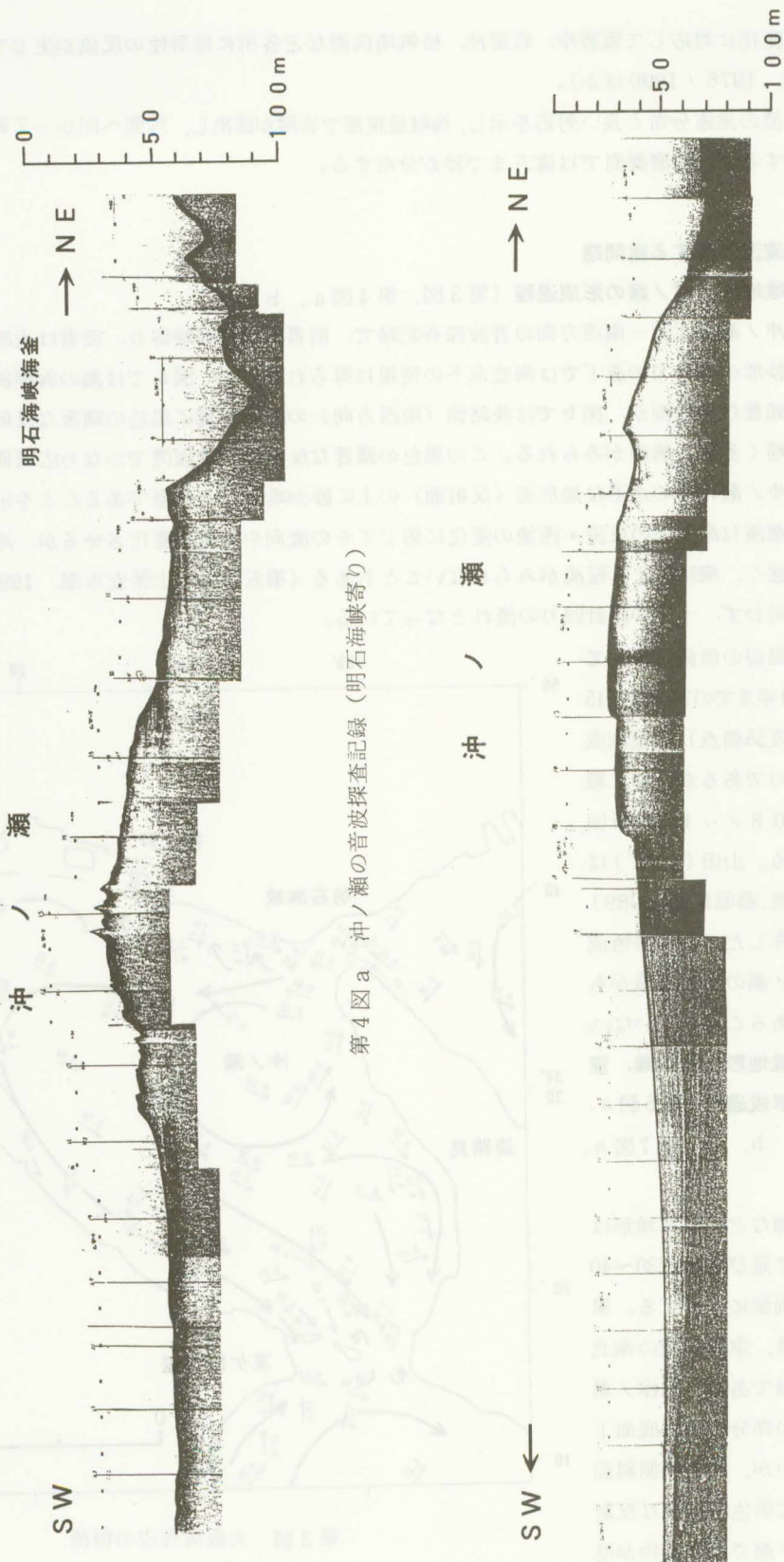
第3図は大阪湾周辺の恒流について五管水路部が昭和61年までの74測点（15昼夜19測点，一昼夜55測点）の観測成果よりまとめたものであるが、沖ノ瀬の周囲には0.2～0.8ノットの時計回りの恒流が存在する。山田（1972）はこの環流を淡路環流、藤原ほか（1989）は沖ノ瀬環流と呼称したが、この恒流（環流）により沖ノ瀬の砂の堆積がもたらされたものであることは疑いない。

(2) 播磨灘の砂堆地形：鹿ノ瀬，室津ノ瀬などの形成過程（第5図a，b，第6図a，b，c，第7図a，b）

鹿ノ瀬，室津ノ瀬などの砂堆地形は海峡から南西方向に延びる水深30～40mの水路状地形の両側に分布する。第5図a，bは鹿ノ瀬，室津ノ瀬の南北方向の音波探査記録である。室津ノ瀬では高まりの直下の部分では海底面下の情報は得られないが、瀬の両側斜面付近にはほぼ水平な黒色の顕著な反射面がみられる。鹿ノ瀬では堆積物が厚

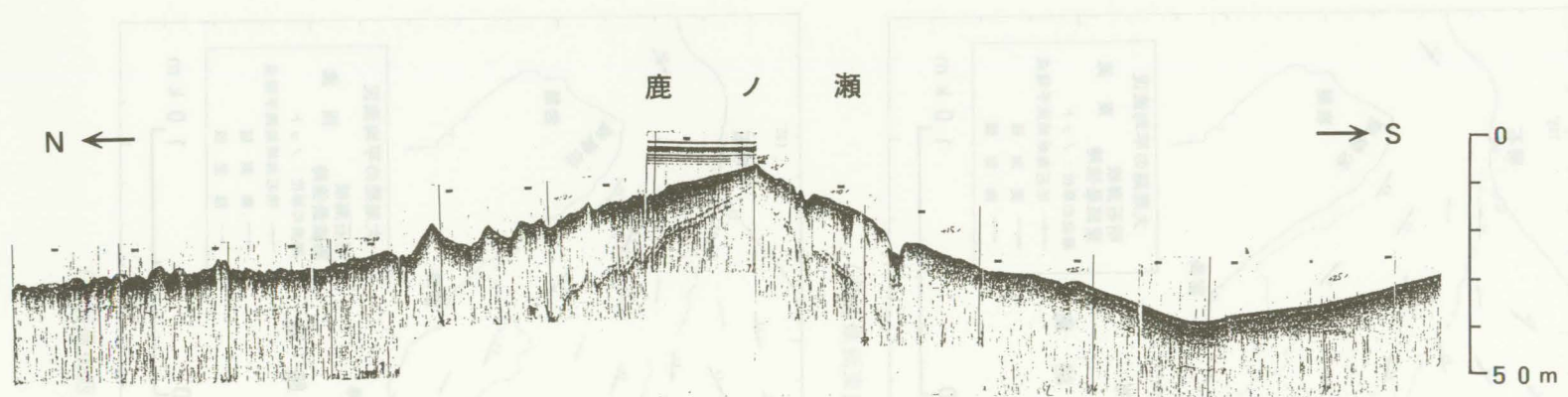


第3図 大阪湾周辺の恒流

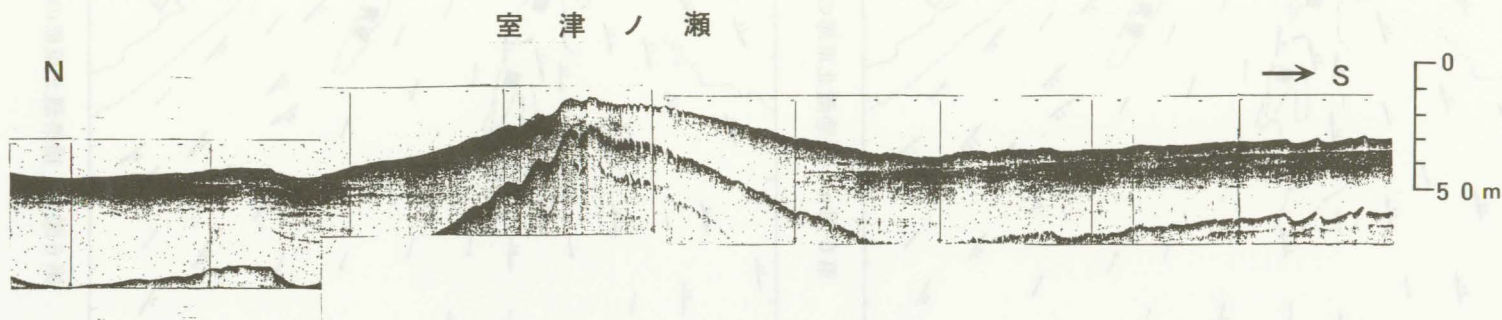


第4図 a 沖ノ瀬の音波探査記録 (明石海峡寄り)

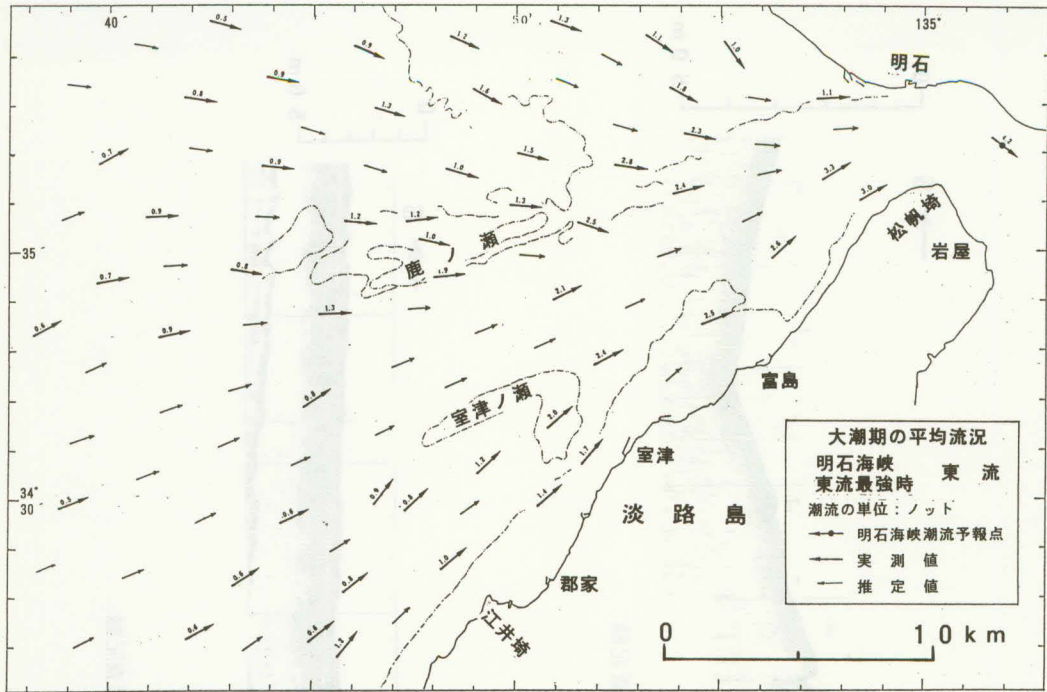
第4図 b 沖ノ瀬の音波探査記録 (大阪寄り)



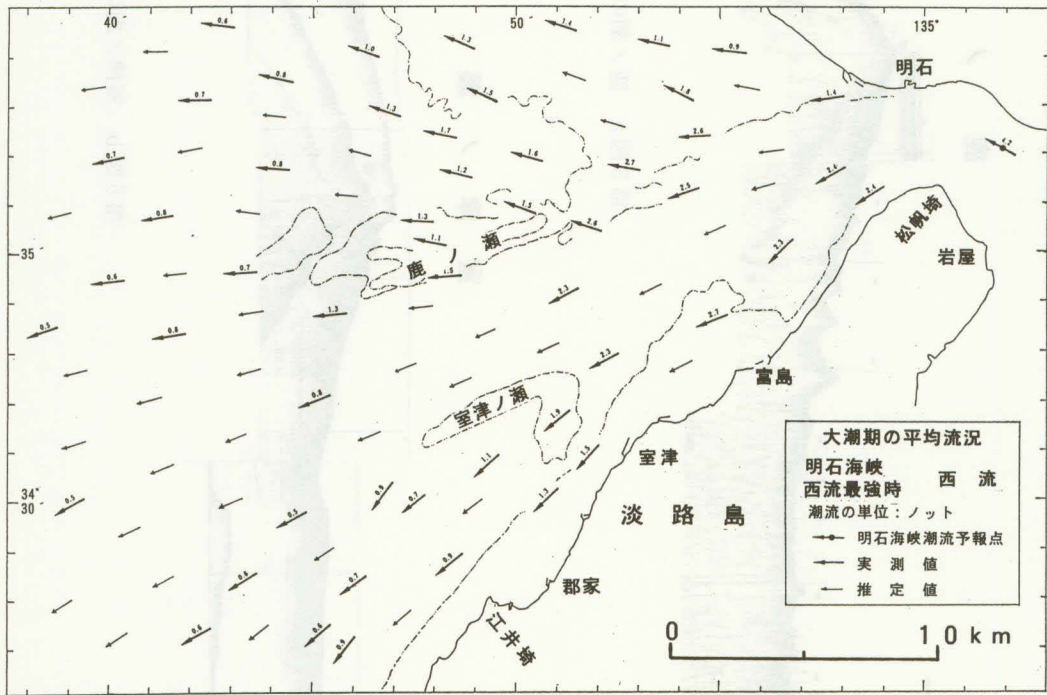
第5図a 鹿ノ瀬の音波探査記録



第5図b 室津ノ瀬の音波探査記録



第6図 a 播磨灘北東部の潮流（明石海峡東流最強時）



第6図 b 播磨灘北東部の潮流（明石海峡西流最強時）

いためか海面下の情報は得られないが、播磨灘では広い範囲に亘って室津ノ瀬でみられた反射面と一連の顕著な反射面が水深約15mから水深約50mの間でみられることから、鹿ノ瀬の下部にもこの面が存在するものと想定される。

以上のことから、播磨灘の砂堆地形は大阪湾の沖ノ瀬同様、水平な地形面（反射面）の上に砂が堆積した地形であることが分かる。

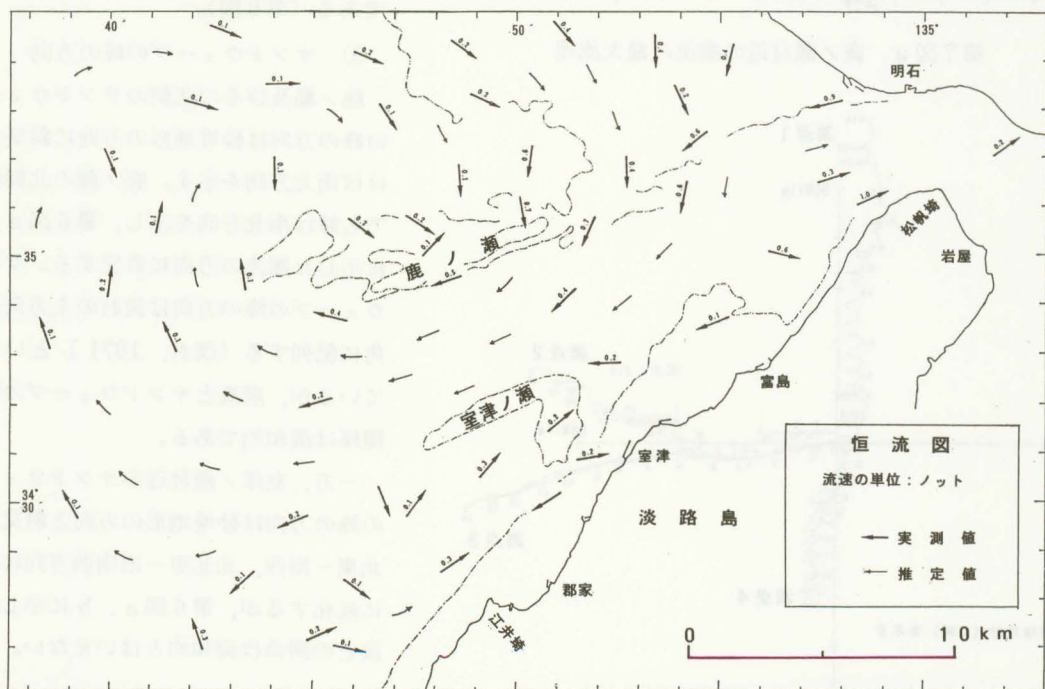
ここでの砂堆地形の形成機構については吉川（1953）は陸上河川における自然堤防と同様の機構を考えたが星野（1971）は主流と反流との境界に形成されたものとした。

第6図は播磨灘北西部の潮流，恒流について五管水路部が昭和56年までの48測点（15昼夜5測点，一昼夜43測点）の観測成果よりまとめたものである（第五管区海上保安本部，1982）。

図a，bは明石海峡の東流・西流最強時における播磨灘北東部の大潮期の平均流況を示したものである。当海域の潮時は明石海峡とほとんど同じで，流向は比較的単調で東流と西流を繰り返す。海峡から延びる水路状地形の部分では北東・南西方向の往復流であるが，鹿ノ瀬より北側では鹿ノ瀬の地形の方向に約45°斜交する方向に向きを変えており，それぞれ，ほぼ東西方向の流れとなる。一方，室津ノ瀬付近の潮流の流向は水路状地形の方向と同じ北東・南西流である。

恒流をみると鹿ノ瀬付近には0.1～0.7ノットの時計回りの環流（第6図c）がみられ，淡路島北西岸には海岸線に沿って北上する0.1～0.3ノットの流れがみられる。

第7図a，bは第五管区海上保安本部水路部が昭和61年に鹿ノ瀬の4測点における30昼夜，15昼夜の観測を実施した成果を中心にとりまとめたものである（第五管区海上保安本部，1987）。図aは年間の最大流速（夏冬の朔望ごろ）を示したもので，鹿ノ瀬付近では各点とも西流が強く，年間最大流速は3ノットを越



第6図c 播磨灘北東部の恒流

えるところもある。図 b は各測点の14日間に亘る毎時の流速ベクトルを加えていったものである。この図は各測点とも一日2回の東・西流を繰り返しながら、ほぼ同一方向に移動し、比較的安定した恒流が存在していることを示している。鹿ノ瀬はこの時計回りの環流のほぼ中心付近に位置していることから、鹿ノ瀬環流（仮称）により、沖ノ瀬同様の過程で砂が堆積しているものようである。

一方、室津ノ瀬は鹿ノ瀬付近を中心とする時計回りの環流と淡路島沿岸ぞいに北上する反対方向の流れの境界に当たっており、関門海峡東口の砂堆地形（佐伯，1932，陽，1965）同様の機構で砂の堆積が起こっているのではなからうか？

(3) サンドウェーブの形成機構

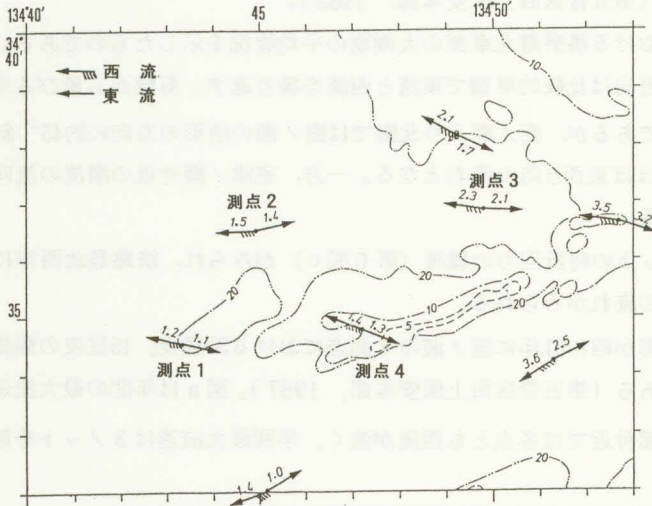
(第8図，第9図)

サンドウェーブの分布域は偏在し、大規模なものは海峡西口の鹿ノ瀬及びその北側海域、室津ノ瀬付近に限られる。サンドウェーブの発達する水深は鹿ノ瀬付近では5~30m、室津ノ瀬付近では10~30mであるが、サンドウェーブの峰の方向は複雑に変化し（第8図）、さらに波高は数10cmから8mまで、波長は20~100mと変化し波型も円頭型・尖頭型、対称型・非対称型、これらの複合型など様々である（第9図）。

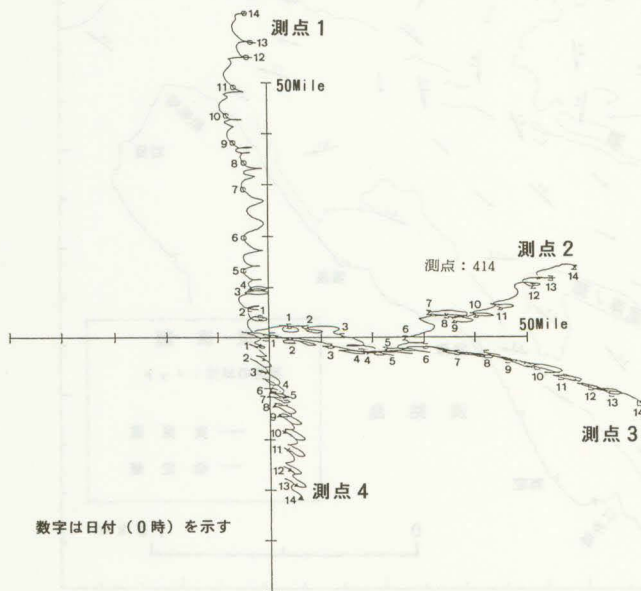
① サンドウェーブの峰の方向

鹿ノ瀬及びその北側のサンドウェーブの峰の方向は砂堆地形の方向に斜交するほぼ南北方向を示す。鹿ノ瀬の北側海域でも峰は南北方向を示し、第6図 a, b に示した潮流の方向に直交する。サンドウェーブの峰の方向は流れの主方向に直角に配列する（茂木，1971）といわれているが、潮流とサンドウェーブの峰の関係は調和的である。

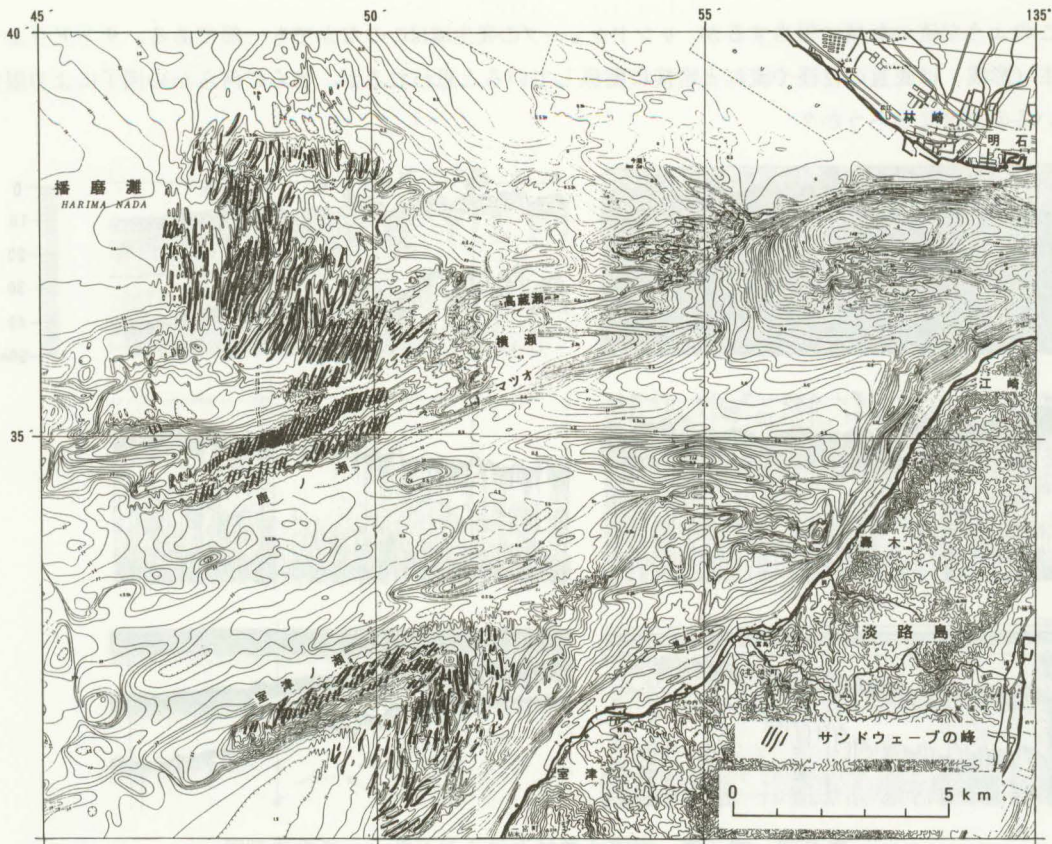
一方、室津ノ瀬付近のサンドウェーブの峰の方向は砂堆地形の方向と斜交する北東-南西、北北東-南南西方向に複雑に変化するが、第6図 a, b に示した潮流との関係は調和的とはいえない。



第7図 a 鹿ノ瀬付近の潮流の最大流速



第7図 b 鹿ノ瀬付近の潮流の進行ベクトル



第8図 鹿ノ瀬、室津ノ瀬付近のサンドウェーブの峰の分布

② サンドウェーブの形態

サンドウェーブの形態は区域により偏りがみられるようである。鹿ノ瀬付近では瀬の最浅部を境に著しい相違があるようであり、北側のものは波高1~3mの非対称尖頭型、南側のものは波高3~7mの非対称円頭型で峰の急斜面の方向はお互いに逆向きになっている。鹿ノ瀬北側の水深20~25mの広い海域のものは最大波高5~7mの非対称尖頭型のようなものである。

室津ノ瀬でも瀬の最浅部の北側と南側では特徴を異にし、北側では円頭型、南側では尖頭型となっているようである。

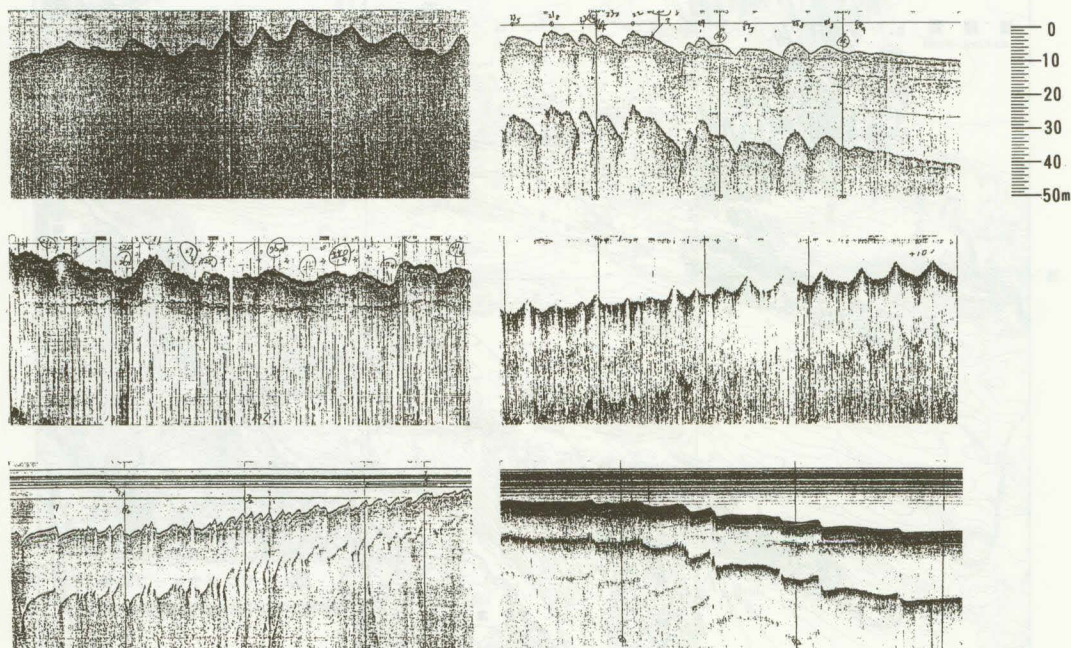
しかし、表面の流れを見る限り、瀬の最浅部を境にこのような差異はみられず、底層では地形的な高まりにより、流れが遮られて、潮流の卓越する方向が異なっているのであろうか？

マラッカ・シンガポール海峡のサンドウェーブを詳細に調査した川村・山田(1970)によると対称円頭型は一般に平坦な地形や流れの緩やかなところで、非対称円頭型は海底の傾斜面に多く、尖頭型は地形が複雑で起伏の多い場合やその周辺に多いという。このようなことは播磨灘でもあてはまるのであろうか。

③ サンドウェーブの発生機構

茂木・加藤(1962)は備讃瀬戸においてサンドウェーブの大きい所は細礫、粗礫などで粗く、小さい所は中砂で細かく、さらに細砂や泥のところではサンドウェーブは存在しないことを報告した。Yanagi(1990)は瀬戸内海ではサンドウェーブは底質の中央粒径値(Mdφ)が0~2の区域で発達し、この区域はM₂分潮流の振幅が50cm/s~70cm/sの海域に符合しているとした。確かに水路部のデータでは海峡西口の播磨

灘はこのような値の海域に相当するが、サンドウェーブの発生域はこのなかでも一部である。サンドウェーブの発生（形成）は底質の粒径や流れと密接に関係していると思われるが、さらに何らかの因子により限定されているのではなからうか？



第9図 鹿ノ瀬、室津ノ瀬付近のサンドウェーブの波型例

④ サンドウェーブの変化

明治以降の鹿ノ瀬などの海図の水深をみると絶えず変化しており、サンドウェーブは変化しているのは間違いない。当海域のサンドウェーブの変化に関しては、(社)日本水産資源保護協会(1987)、本四公団第一建設局(1989)などの測定報告がある。しかし、これらは期間が短いこともあり、移動は一方向に進行しているものなのか、あるいはある期間内のサイクルとしてのものなのかなど結論を出すのは未だ早い状況にある。

(4) 大阪湾北西部と播磨灘北東部の砂堆地形の特性の違い

以上のように海峡両出口には砂堆地形が発達するが、規模や形状、サンドウェーブの発達状況など様相はかなり特徴を異にする。このような違いは何によりもたらされるのであろうか？

基本的には海岸線の形状の相違(東口は約180°に開くが西口は約90°の開きである)や海底地形の相違(20~30mの等深線でみると東口は90°に開くが西口は狭い水路状地形をなす)とこれらと密接な関係を持つ流況の相違に起因しているのではなからうか。現在の海岸線や海底地形の相違は両海域の地形発達史の相違に由来しており、これらの解明は今後の課題である。

4. おわりに

海峡両出口の砂堆地形の形成機構、サンドウェーブの発生、変化機構等の解明は水産資源保護や航海安全確保の観点から重要であるが詳細は不明である。

従来、砂堆やサンドウェーブ地形は地形・地質学の観点から、流況は海洋物理学の観点から別個に調査研究がなされてきた。

これらの地形は流況と密接に関係を持っており、今後は両者の総合的な観点からの調査研究が必要である。

参考文献

- 第五管区海上保安本部：明石海峡航路潮流観測報告書，（1976）
- 第五管区海上保安本部：淡路島北西海域潮流観測報告書，（1982）
- 第五管区海上保安本部：播磨灘・鹿ノ瀬付近海域潮流観測報告書，（1987）
- 第五管区海上保安本部：大阪湾・神戸沖潮流観測報告書，（1988）
- 第五管区海上保安本部：神戸沖流況調査報告書－音波流速計による反流調査－，（1990）
- 第五管区海上保安本部水路部：明石海峡及び付近海域の流況，水路要報，108，p. 20～24，（1988）
- 本四公団第一建設局：昭和63年度明石海峡周辺の瀬の形状変化調査報告書，（1989）
- 藤原建紀・肥後竹彦・高杉由夫：大阪湾の恒流と潮流・渦，海岸工学論文集 36，p. 209～213，（1989）
- 海上保安庁水路部：水道周辺海域の海水流動と交換機構の解明，科学技術庁研究調整局，紀伊水道に関する総合研究報告書，p. 129～162，（1976）
- 海上保安庁水路部：海水の交換，海洋生物資源の生産能力と海洋環境に関する研究（第Ⅱ期）成果報告書，p. 262～271，（1987）
- 川村文三郎・山田紀男：マラッカ海峡の sand wave について，水路要報，89，p. 11～24，（1970）
- 茂木昭夫：汀線と碎波帯，浅海地質学，東海大学出版会編 p. 111～252，（1971）
- 茂木昭夫・加藤俊雄：備讃瀬戸東部の sand wave について，海洋地質，1，1，p. 2～12，（1962）
- 佐伯鎌吉：大瀬戸の潮流調査，水路要報，112，p. 97～107，（1932）
- （社）日本水産資源保護協会：明石海峡周辺の瀬の海底面探査及び深淺測量調査報告書，（1987）
- 山田紀男：大阪湾の潮流と流程図，水路要報，92，p. 23～28，（1972）
- Yanagi T.：Currents and Sediment Transport in the Seto Inland Sea. Japan. Coastal and Estuarine Studies, 38, p. 348～355, (1990)
- 八島邦夫：瀬戸内海の高釜地形（その1）－大阪湾周辺高釜に関する知見と今後の課題－，日本地理学会予稿集，36，p. 186～187，（1989）
- 八島邦夫：瀬戸内海の高釜地形（その3）－明石海峡の高釜の形成過程－，日本地理学会予稿集，39，p. 80～81，（1991）
- 八島邦夫：沿岸の海の基本図資料等からみた瀬戸内海の高釜地形，水路部研究報告，28，投稿中，（1992）
- 陽 清：関門海峡の sand wave について，水路要報，79，p. 7～16，（1965）
- 吉川虎雄：日本周縁の陸棚に関する二、三の考察，御茶ノ水女子大学自然科学報告，4，1，p. 138～150，（1953）

報告者紹介



Kuniyo Yashima

八島 邦夫 平成4年3月現在
本庁水路部企画課海洋研究室長