

駿河湾深海係留系を使った石花海海盆における流動変動の観測

黒山 順二*¹ 畠山 清*² 高尾 宏一*³
筒井 浩之*¹ 豊田 孝義*¹ 中島 敏光*¹

駿河湾深海係留系を設計・製作して海洋深層水の取水予定海域である石花海海盆に設置し、平成11年11月から平成12年2月まで約3カ月間にわたって係留観測を実施した。表層から深層にわたる多層深度で得られた流向・流速の時系列データ解析から、半日および1日周期の潮汐変動の他にも数日～10日程度の周期的な変動が存在し、数百メートル程度の深部にまで変動が及ぶことが明らかになった。また、係留観測期間の全平均を取って流速の鉛直分布を調べると、約250m以浅の表層では南西向き強い流れが支配的であったが、それより深い中・深層には北向きの逆流が存在したことが分かった。

キーワード：駿河湾，石花海海盆，係留系，流動変動，潮汐，海洋深層水

Observation of Current Variations in Senoumi Basin Using a Mooring System for Deep-sea of Suruga Bay

Junji KUROYAMA*⁴ Kiyoshi HATAKEYAMA*⁵ Koichi TAKAO*⁶
Hirouki TSUTSUI*⁴ Takayoshi TOYOTA*⁴ Toshimitsu NAKASHIMA*⁴

We were designed and made a mooring system for deep-sea of Suruga Bay, installed it in Senoumi Basin, and carried out observations using this system for about 3 months from November 1999 to February 2000. We analyzed data obtained on a time line on flow direction and velocity, and water temperature and salinity in a wide range of depths from the surface to deep layers. The results indicated that strong tidal variations occurred in the periods of about 12 and 24 hours, while other variations occurred in the periods in the order several to ten days even in the depths down to several hundred meters. On average over the entire period of observation, a strong current toward the southwest was predominant on the surface layer of the depths up to about 250m, while a counter current toward the north existed in the middle and deep layers.

Key Words : Suruga Bay, Senoumi Basin, Mooring System, Current Variations, Tide, Deep Ocean Water

* 1 海洋科学技術センター海洋生態・環境研究部

* 2 海洋科学技術センター海洋観測研究部

* 3 日本海洋事業株式会社

* 4 Marine Ecosystems Research Department, Japan Marine Science and Technology Center

* 5 Ocean Research Department, Japan Marine Science and Technology Center

* 6 Nippon Marine Enterprises Ltd.

1. はじめに

駿河湾は本州太平洋側沿岸に位置し、非常に深く急峻な海底地形を持つ開放性の湾域である。また、当湾の沖合には世界最大級の高潮である黒潮が存在し、伊豆小笠原海嶺を横切って西から東に流れている。駿河湾のように開放性が高く急峻な海底地形を持つ湾の場合、湾外の変動が湾内奥部に侵入して海中深くまで伝播し、深層でも流動変動が大きく強い流れや濁りなどが見られることが指摘されている。このような深層にまで及ぶ流動変動を調べるためには、係留系を使った観測が必要である。

静岡県では“駿河湾深層水”の有効利用事業を推進しており、焼津市沖の石花海(せのうみ)海盆における深度380m程度の外洋系水(黒潮系水)および深度680m程度の亜寒帯中層水(旧親潮潜流)を取水する予定である。我々は当事業計画の効率的な推進に資するため、駿河湾深層水の取水予定海域である石花海海盆における流動変動の特性および変動因子を解明することを目的として、表層から深層にわたる多層深度の流向・流速、水温、塩分を時系列計測できる駿河湾深海係留系を設計・製作し、平成11年11月8日から平成12年2月1日までの約3カ月間、石花海海盆(水深870m地点)において係留観測を実施した。本稿では、駿河湾深海係留系の構成を説明するとともに、それを使った係留観測による石花海海盆の流動変動特性について報告する。

2. 駿河湾の海域特性

駿河湾は、伊豆半島の突端の石廊崎(いろうさき)と御前崎(おまえさき)とを結ぶ線より北の海域を指し、湾口56km、奥行65kmの大きな開放性の湾である¹⁾。さらに、湾口部における最大水深が2,500m程度もあり、駿河湾は富山湾および相模湾と並び、湾奥近くまで水深1,000mを超す日本一深い湾である。また、沖合には世界有数の高潮である黒潮が伊豆小笠原海嶺を横切って西から東に流れている。このような地形的特性によって、外洋の潮汐変動や黒潮変動などが容易に湾内に侵入するとともに、湾奥の深層にまで変動が伝播すると言われている²⁾。

駿河湾の海底地形は、図1に示すとおり、湾中央部を南北に走る海溝である駿河トラフ(駿河湾舟状海盆、駿河湾中央水道)によって東部と西部の様相が大きく異なる。湾東部は大陸棚の発達が悪く、なだらかな単調な地形の大陸斜面から成っている。それに対して、湾西部は大陸棚の発達が良く、駿河トラフの西側に沿って浅瀬の石花海堆と、さらにその西方に広がる石花海海盆が存在し、起伏に富んでいる。石花海堆は北堆と南堆とに分かれ、北堆の最浅部は水深32m、南堆の最浅部は水深71mである。石花海海盆は最深部で水深が920mあり、石花海堆のすぐ北に存在する谷によって駿河トラフに通じている。この東西に走る石花海海底谷は、安倍川と大井川から石花海海盆に流れ込んだ物質が駿河トラフへ移動する通り道となっている³⁾。

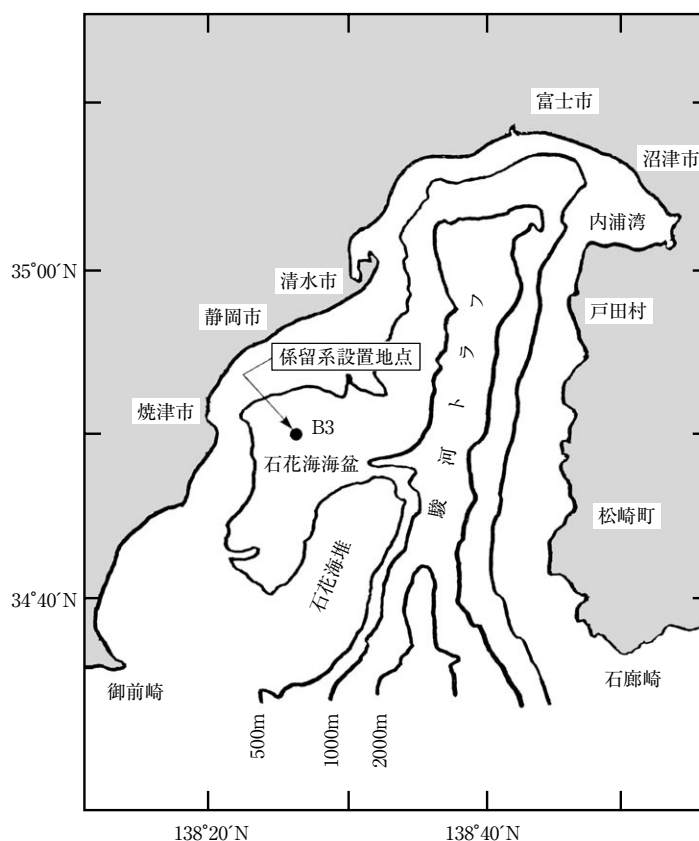


図1 駿河湾の海底地形および係留系設置地点

Fig. 1 Bottom topography of Suruga Bay and the setting point of a mooring system.

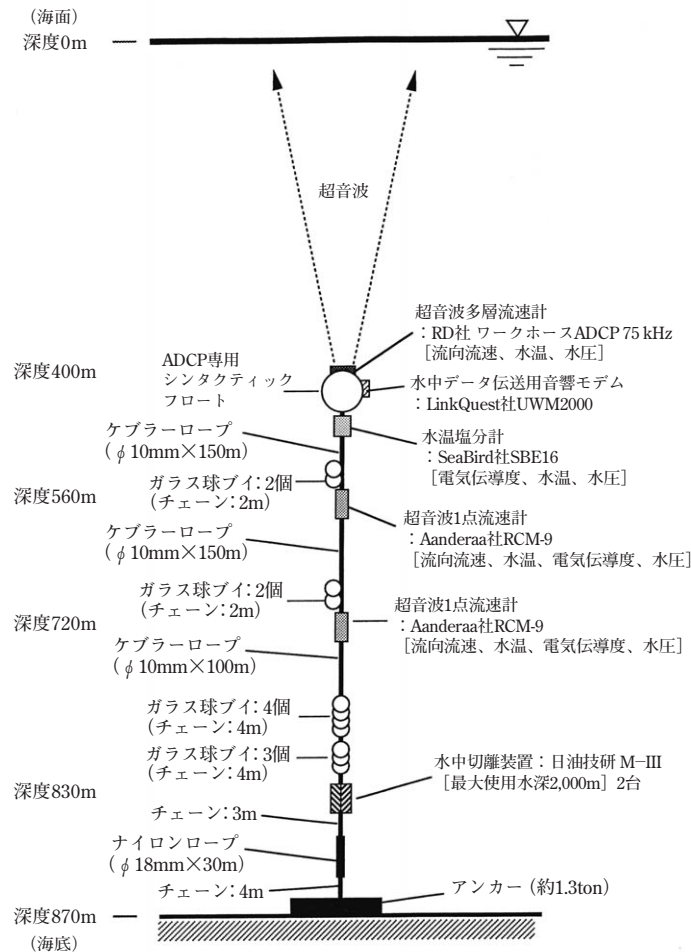


図2 駿河湾深海係留系の構成概念図

Fig. 2 Constructional schema of a mooring system for deep-sea of Suruga Bay.

駿河湾の海洋構造は水塊区分によると、沿岸水、外洋系水(黒潮系水)、亜寒帯中層水(旧親潮潜流)、太平洋深層水(両極起源)による多層構造となっている⁴⁾。湾内の表層では河川水および黒潮の変動の影響を受け、また当湾は非常に深いために外洋の中・深層水が容易に湾内全域に流入して、湾内の中・深層では外洋の大循環の変動の影響などを大きく受けると言われている。このような中・深層にまで及ぶ流動変動を調べるためには、係留系を使った長期観測が必要である。駿河湾における係留観測例は過去にいくつか存在するが^{5)~9)}、数カ月以上の長期間にわたる観測例は数少ない。そのため、特に中・深層における流動変動の特性および変動因子の解明はまだ十分とは言えない。

3. 駿河湾深海係留系の構成および係留観測の方法

3.1. 駿河湾深海係留系の構成

図2に駿河湾深海係留系の構成概念図を示す。既に図1中に示したように、係留系を設置した石花海盆海域は特定の漁場にはなっていないものの、湾内の近くには石花海堆など好漁場が多く漁船の通行頻度が多いと予想される。そこで、漁船の通過などに伴う係留系のトラブル

を避けるため、また表層における激しい流動変動による係留系の傾斜や振動ノイズなどを極力避けるため、図2に示すとおり、係留系のトップを海面から400m程度まで深く海中に沈める中層ブイ方式とした。表1に、駿河湾深海係留系の構成部品リストを示す。表中には、寸法、水中重量(あるいは浮力)、空中重量の他に、静的な張力も記載している。計算上の静的最大張力は、水中切離装置の少し上部に存在し450kg程度である。

トップブイにはADCP専用シンタクティックフロート(45インチ・ボールブイ)を使用し、その中に超音波多層流速計(RD社ワークホースADCP75kHz)1台を上向きに取り付け、トップブイが海面下400m程度の深度に保たれるように係留した。この超音波多層流速計(ADCP)の計測項目は流向・流速、水温、および水圧で、30分間隔で鉛直60層の流向・流速を計測するようにパラメータ設定を行った。なお、トップブイには水中データ伝送用音響モデム(LinkQuest社UWM2000)1台を取り付けた(写真1参照)。この音響モデムは本来2台で対になっており、この1台はケーブルによって超音波多層流速計(ADCP)内部メモリに接続されており、蓄えられた取得データを船上から降ろしたもう1台の音響モデムに水中データ伝送することができる。

表 1 駿河湾深海係留系の構成部品リスト
Table 1 List of composition of the mooring system.

	深度[m] (直立時)	高さ [m]	水中重量[kg] (= - 浮力)	張力[kg] (静止時)	空中重量[kg] (備考)
超音波多層流速計 (RDワークホース ADCP75kH)	405.2	2	24	0	75
ADCP専用シタケティック・フロート(45インチ・ボールパイ)		—	-351	-327	445
ADCP専用フレーム		—	80	-247	100
データ伝送用水中音響モデム (UWM2000)		0.3	2.6	-244.4	4.8
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-243.6	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-242.8	1
スィベル (2ton)		0.2	1.7	-241.1	2
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-240.3	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-239.5	1
水温塩分計 (SBE16)	407.8	0.8	1.1	-238.4	5
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-237.6	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-236.8	1
スィベル (2ton)		0.2	1.7	-235.1	2
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-234.3	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-233.5	1
φ10mmケブラーロープ		150	3.3	-230.2	12.4
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-229.4	1
ガラス球パイ (BENTHOS17インチパイ)	559.3	—	-25.4	-254.8	17.7
ガラス球パイ (BENTHOS17インチパイ)		—	-25.4	-280.2	17.7
φ9mmチェーン & φ4mmチェーン		2	3.4	-276.8	4
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-276	1
スィベル (2ton)		0.2	1.7	-274.3	2
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-273.5	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-272.7	1
φ12mmケブラーロープ		1.5	0.03	-272.7	0.1
超音波1点流速計 (RCM-9)	563.3	0.5	12	-260.7	17
φ12mmケブラーロープ		1.5	0.03	-260.6	0.1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-259.8	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-259	1
スィベル (2ton)		0.2	1.7	-257.3	2
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-256.5	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-255.7	1
φ10mmケブラーロープ		150	3.3	-252.4	12.4
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-251.6	1
ガラス球パイ (BENTHOS17インチパイ)	715.9	—	-25.4	-277	17.7
ガラス球パイ (BENTHOS17インチパイ)		—	-25.4	-302.4	17.7
φ9mmチェーン & φ4mmチェーン		2	3.4	-299	4
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-298.2	1
スィベル (2ton)		0.2	1.7	-296.5	2
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-295.7	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-294.9	1
φ12mmケブラーロープ		1.5	0.03	-294.9	0.1
超音波1点流速計 (RCM-9)	719.9	0.5	12	-282.9	17
φ12mmケブラーロープ		1.5	0.03	-282.9	0.1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-282.1	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-281.3	1
スィベル (2ton)		0.2	1.7	-279.6	2
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-278.8	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-278	1
φ10mmケブラーロープ		100	2.2	-275.8	8.3
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-275	1
ガラス球パイ (BENTHOS17インチパイ)	822.6	—	-25.4	-300.4	17.7
ガラス球パイ (BENTHOS17インチパイ)		—	-25.4	-325.8	17.7
ガラス球パイ (BENTHOS17インチパイ)		—	-25.4	-351.2	17.7
ガラス球パイ (BENTHOS17インチパイ)		—	-25.4	-376.6	17.7
φ9mmチェーン & φ4mmチェーン		4	6.8	-369.8	8
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-369	1
ガラス球パイ (BENTHOS17インチパイ)	826.7	—	-25.4	-394.4	17.7
ガラス球パイ (BENTHOS17インチパイ)		—	-25.4	-419.8	17.7
ガラス球パイ (BENTHOS17インチパイ)		—	-25.4	-445.2	17.7
φ9mmチェーン & φ4mmチェーン		4	6.8	-438.4	8
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-437.6	1
スィベル (2ton)		0.2	1.7	-435.9	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-435.1	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-434.3	1
水中切離装置 (M-III) 並列	831.2	0.8	19.5	-414.8	28
水中切離装置 (M-III) 並列	831.2	—	19.5	-395.3	28
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-394.5	1
φ12mmチェーン		3	5.1	-389.4	6
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-388.6	1
φ18mmナイロンダブラーロープ		30	1.5	-387.1	6
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-386.3	1
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-385.5	1
φ12mmチェーン		4	6.8	-378.7	8
シャックル (5/8inch)		0.1	0.8	-377.9	1
アンカー (約1.3ton レール)	870	0.5	1105	727.12	1300
合計			727.12		2339

(係留系設置点：水深870m)



写真1 陸上試験：係留系に取り付ける前に、陸上において超音波多層流速計(ADCP)および音響モデムの作動試験をしている様子。

Photo 1 Test of equipment at land.



写真4 係留系設置作業(3)：係留系の投入を開始し、最初にトップブイを投入している様子。

Photo 4 Setting work of the mooring system (3).



写真2 係留系設置作業(1)：船上(後部甲板)で係留系の投入開始を待っている様子。

Photo 2 Setting work of the mooring system (1).



写真5 係留系設置作業(4)：係留系の最後にアンカー(重り)を投入している様子。

Photo 5 Setting work of the mooring system (4).

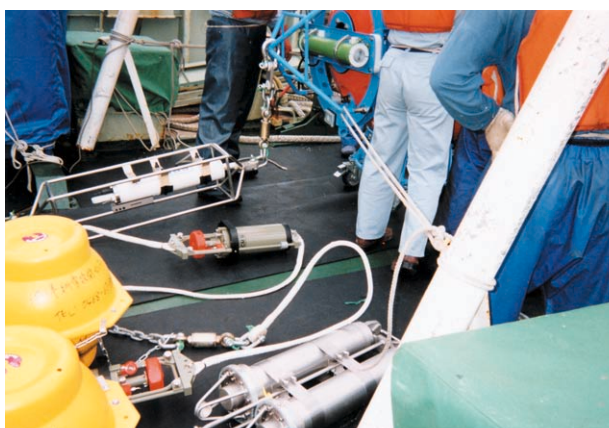


写真3 係留系設置作業(2)：船上(後部甲板)で係留系に取り付けられた計測機器等の様子。

Photo 3 Setting work of the mooring system (2).

これによって、係留系を回収しなくても、船上から係留機器の取得データを吸い出すことができる。係留系による観測の場合、係留機器が故障などで作動していない恐れ、

あるいは不慮の事故などで係留系が大事な取得データとともに流出してしまう恐れがある。しかしながら、この水中データ伝送用音響モデムの利用によって、船上から係留機器の作動確認をしたり、係留期間の途中でそれまでの取得データをすべて吸い出して、上記の係留観測における危険性を回避することが可能となる。

トップブイのすぐ下には、係留用水温塩分計(SeaBird社SBE16)1台を取り付けた。この係留用水温塩分計の計測項目は電気伝導度、水温、および水圧であり、30分間隔で計測するようにパラメータ設定を行った。また、深度560mおよび720m程度の箇所に、超音波1点流速計(Aanderaa社RCM-9)を各1台、計2台を取り付けた。この超音波1点流速計計測機器の計測項目は流向・流速、水温、電気伝導度、および水圧で、30分間隔で計測するよ



写真 6 係留系回収作業(1)：切離コマンドを送ったのち係留系が海面に浮上してきた様子。

Photo 6 Withdrawing work of the mooring system (1).



写真 7 係留系回収作業(2)：係留系を船上へ回収するため船を近づけている様子。

Photo 7 Withdrawing work of the mooring system (2).

うにパラメータ設定を行った。

深度830m程度の箇所には、水中切離装置(日油技研工業 M-Ⅲ)2台を並列に接続した。係留系の回収の際に水中切離装置がうまく作動しないトラブルが少なくないと言われている。しかしながら、この並列接続の方法によれば、片方の水中切離装置が仮に作動しない場合でも他方の水中切離装置を作動させることによって、2台の水中切離装置と共にそこから上部の係留系を回収することができる。

以上の計測機器等を基本的には軽量で伸び率の低いケブラーロープ(φ10mm)で繋ぎ、途中にチェーンを使ってガラス球ブイを取り付けた。ただし、係留系の最下端におけるアンカー(約1.3tonの鉄製レールを利用して作った重り)と水中切離装置との間の部分には、アンカー投入時のショックを緩和するためにナイロンロープ(φ18mm)を使用した¹⁰⁾。なお、ガラス球ブイ(Benthos社17インチブイ)は合計11個を取り付け、もし351kgの浮力を持つトップブイが切り離されても以下の部分をガラス球ブイだけでも回収できる浮力を有するようにした。その内の7個は水中切離装置の直上に取り付けて浮力を特に大きくし、係留系投



写真 8 係留系回収作業(3)：最初にガラス球ブイを船上(後部甲板)へ回収している様子。

Photo 8 Withdrawing work of the mooring system (3).



写真 9 係留系回収作業(4)：最後にトップブイを船上(後部甲板)へ回収している様子。

Photo 9 Withdrawing work of the mooring system (4).

入の際の着底時における水中切離装置のオーバーシューティングを出来るだけ軽減して水中切離装置にロープが絡んだりするトラブルを回避できるように工夫した。

3.2. 係留観測の方法

既に図1に示したとおり、駿河湾深海係留系を石花海海盆のB3測点(34°50.0'N, 138°26.0'E, 水深870m)に設置して、平成11年11月8日から平成12年2月1日まで約3カ月にわたる係留観測を実施した。前述のとおり、駿河湾深海係留

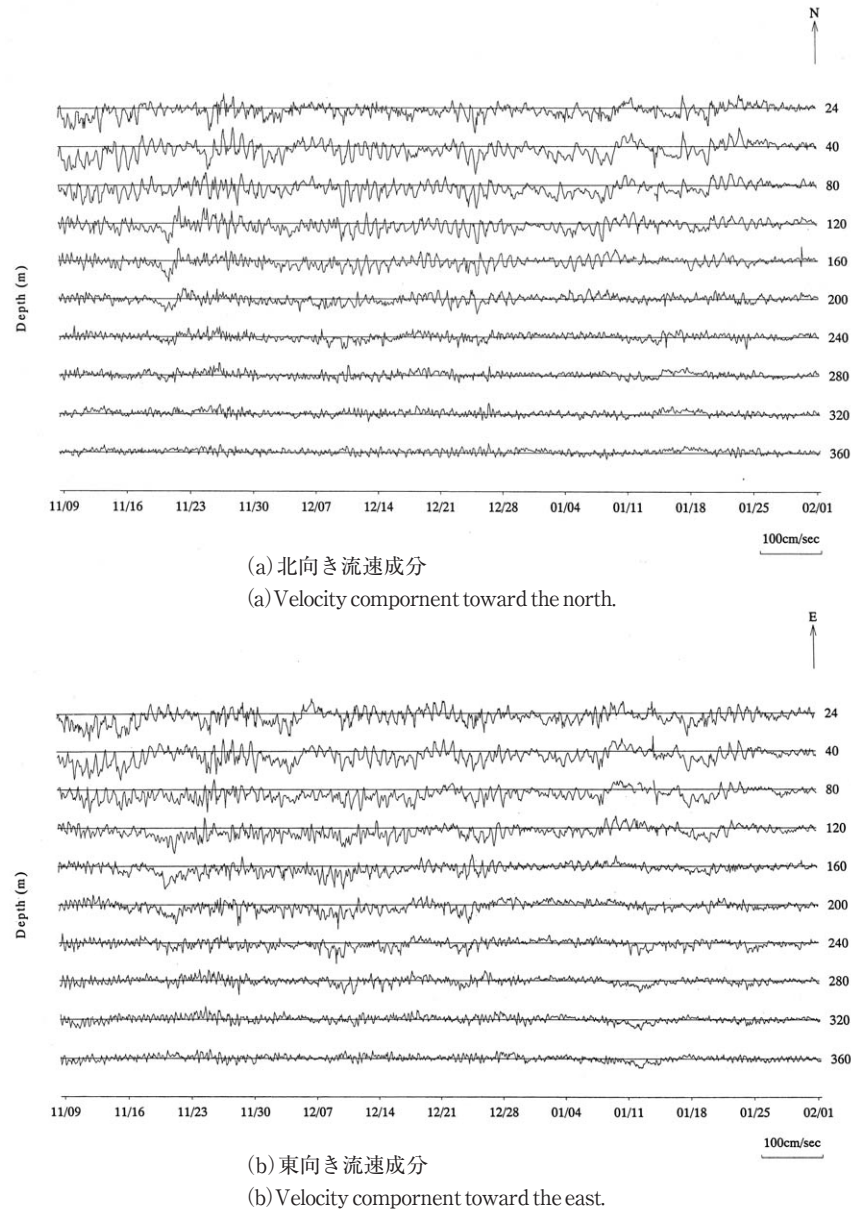


図3 超音波多層流速計(ADCP)による各層流速の時系列(30分間隔生データ)

Fig. 3 Time-series data of velocity on each layer obtained by ADCP (Data at intervals at 30minutes).

系には超音波多層流速計(音響ドップラー流速プロファイラー: ADCP), 超音波1点流速計および係留用水温塩分計などを取り付けてあり, 表層から深層にわたる多層の流向・流速および水温・塩分の時系列データを取得した。

係留系設置は平成11年11月8日14時30分, 係留系回収は平成12年2月1日12時30分であった。係留系の設置および回収作業の際には日本海洋 所属の調査船である第五開洋丸(141トン)を用船し, 係留系の設置および回収作業には船の後部甲板に搭載されたAフレームを使用した。係留系設置の際には, 船を風上に向かって微速前進させながら, トップブイから投入して下流へ流しながら係留系構成部品を順次投入して最後にアンカーを投入した(写真2~5)。その後, 船のDGPSを利用して正確な係留系設置地

点の確認を行った。係留系回収の際には, 設置地点の真上に停船しコマンドを送って水中切離装置を作動させたのち, 浮上してきた係留系を下部から順次甲板上に回収し, 最後にトップブイを回収した(写真6~9)。

なお, 係留系設置直後および回収直前には, 海底に設置中の係留系に取り付けた超音波多層流速計(ADCP)の内部記憶データを船上から音響モデムを使って吸い出す水中データ伝送試験を行い, その有効性を確認するとともに今後の実用化のための課題を洗い出すことができた。

4. 観測結果および考察

超音波多層流速計(ADCP)(深度: 約400m)によって得られた30分間隔生データを使用した場合の各層における

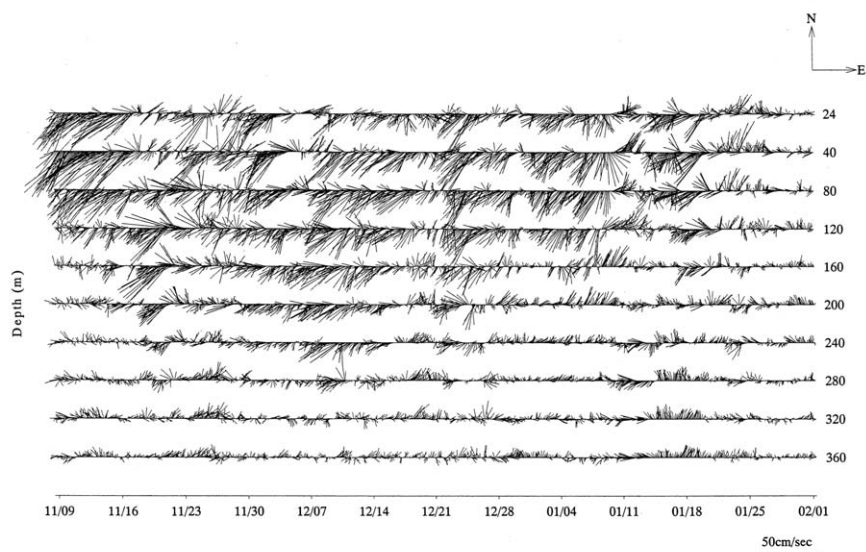


図4 超音波多層流速計(ADCP)による各層流速のスティックダイアグラム(30分間隔生データ)
Fig. 4 Stick diagram of velocity on each layer obtained by ADCP (Data at intervals of 30 minutes).

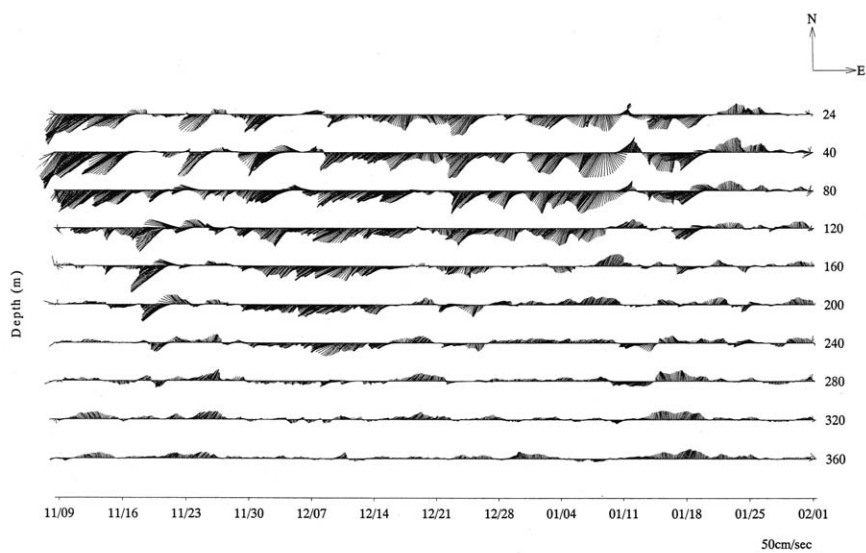


図5 超音波多層流速計(ADCP)による各層流速スティックダイアグラム(1日移動平均データ)
Fig. 5 Stick diagram of velocity on each layer obtained by ADCP (Data in running mean over 1 day).

流況を、図3(a)北向き流速と(b)東向き流速の時系列および図4のスティックダイアグラムに示す。ただし、これらの図の右側に示す各層の深度はADCPの水圧センサーによって深度補正がなされており、計測された鉛直60層の内から10層を選び出して表示したものである。まず図3(a)(b)から、係留系を設置した石花海盆では半日および1日周期の細かい潮汐変動が顕著に見られることが分かる。さらに図4から、深度が24mから240m程度にわたる表層で流動変動が特に激しく、潮汐変動によって流向が細かく変わっていることに気が付く。次に、潮汐変動を除去して変動を調べるために、図4に対して1日移動平均を取った場合の流動スティックダイアグラムが図5である。観測期間の大半において表層では南西向き強い流れが

支配的であることがよく分かる。同じく1日移動平均を取った場合の各層における流況を、絶対流速の等値線の形で示したものが図6である。1日移動平均によって細かい潮汐変動がほぼ除去されているが、250m程度以浅の表層において流速が20cm/sを超えるような強い変動が数日～10日程度の頻度で生じており、長い周期的変動が残っていることが分かる。

2台の超音波1点流速計(深度：約560mおよび約720m)によって得られた30分間隔生データについて、1日移動平均を取った場合の流動スティックダイアグラムが図7および図8ある。両図から、元の30分間隔生データに見られた半日および1日周期の細かい潮汐変動は除去されているようであるが、このような中・深層でも潮汐変動の他にもっと

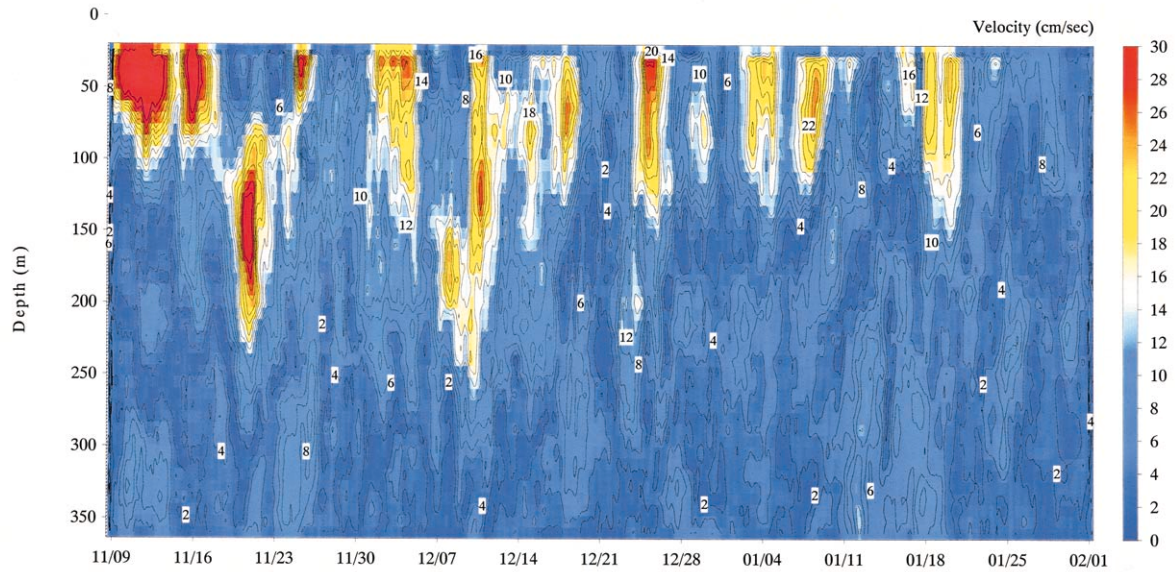


図6 超音波多層流速計(ADCP)による絶対流速の等値線図(1日移動平均データ)

Fig. 6 Contour map of absolute velocity obtained by ADCP (Data in running mean over 1 day).

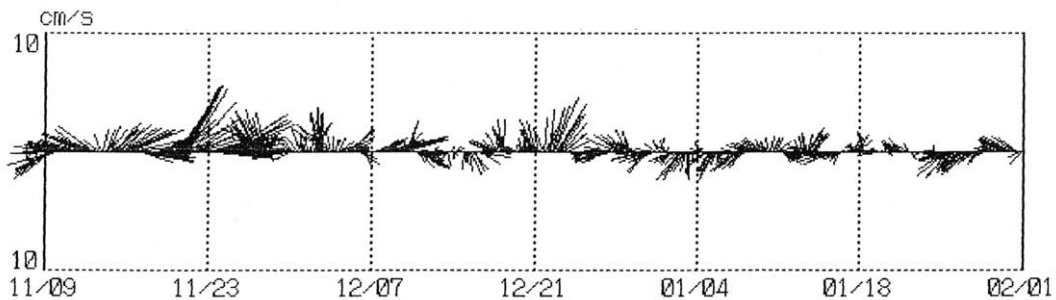


図7 超音波1点流速計(RCM-9)による深度560m層流速のスティックダイアグラム(1日移動平均データ)

Fig. 7 Stick diagram of velocity on layer of depth 560m obtained by RCM-9 (Data in running mean over 1 day).

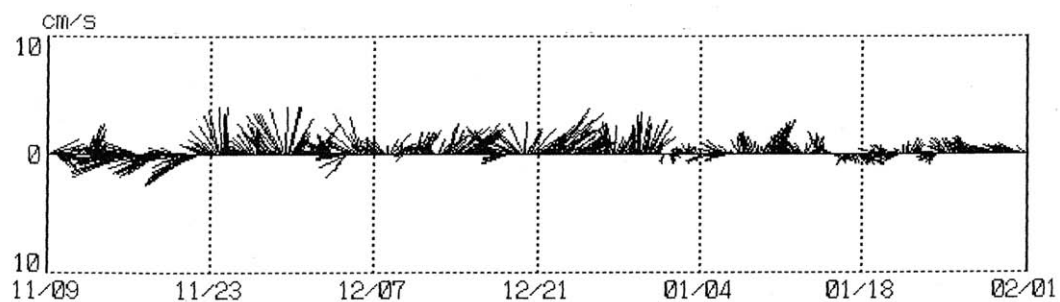


図8 超音波1点流速計(RCM-9)による深度720m層流速のスティックダイアグラム(1日移動平均データ)

Fig. 8 Stick diagram of velocity on layer of depth 720m obtained by RCM-9 (Data in running mean over 1 day).

長周期の流動変動が存在することが分かる。また、両図ともに、観測期間の大半において表層の南西向きの流れと異なり北方に向かう流れが支配的であるように見える。

そこで、平均流速の鉛直分布を調べることにする。上述の超音波多層流速計(ADCP)および2台の超音波1点流速計によって得られた流速の北向き成分および東向き成分を、係留観測の全期間にわたって平均して得られた北向きおよび東向き流速成分の鉛直分布が図9(a)(b)である。(a)の北向き流速成分は250m以浅の表層では負値の南向き流れであ

り、最大値は深度40m付近における6.3cm/sである。一方、250m以深の中・深層では正值の北向き流れとなっており、その最大値は深度340m付近における1.8cm/sである。(b)の東向き流速成分は300m以浅の表層では負値の西向き流れであり、最大値は深度60m付近における8.8cm/sである。一方、300m深から500m深の間には正值の弱い東向き流れが存在する。すなわち、250m程度以浅の表層においては南西向きの強い平均流が支配的であったが、それより深い中・深層には北向きの弱い逆流が存在したことが分かった。

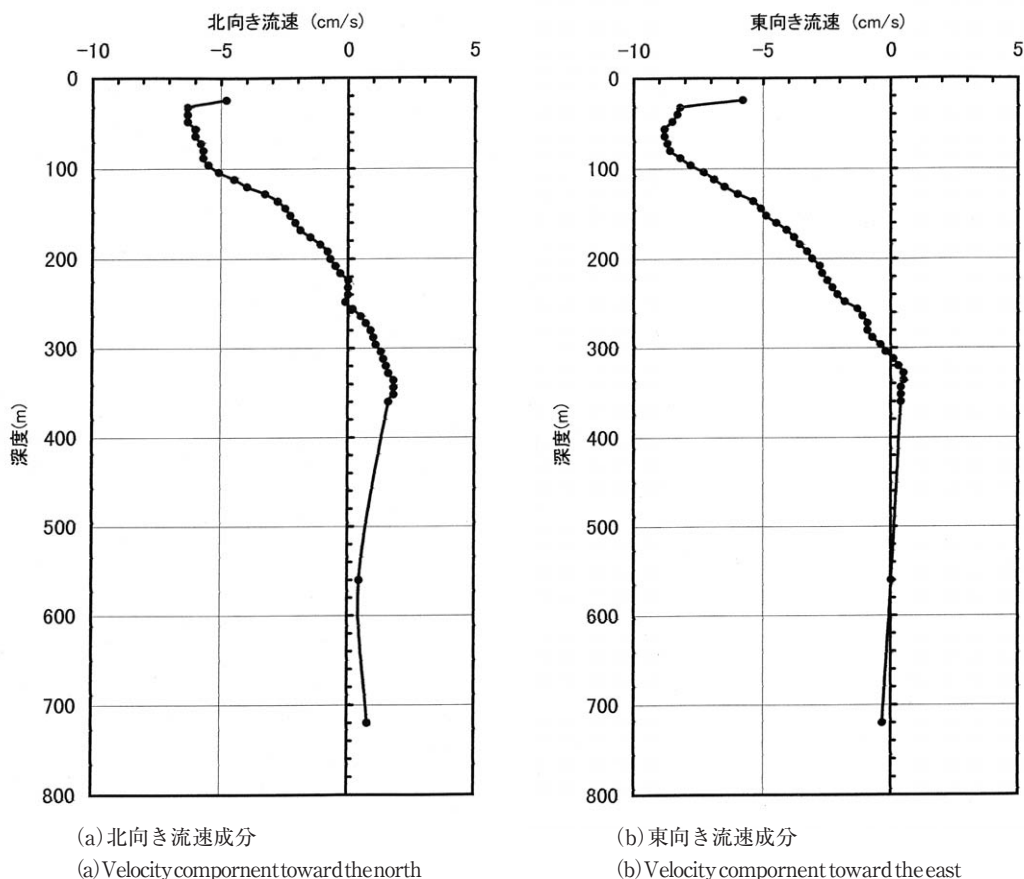


図9 係留観測の全期間にわたる平均流速の鉛直分布

Fig.9 Vertical profiles of mean velocity over the entire period of the mooring observation.

以上の表層および中・深層における流動変動の要因としては、駿河湾の海域特性を考慮すると特に内部波や急潮などの影響が予想され興味深い。なお、本稿では短周期変動成分の除去のために1日移動平均を使用した。移動平均法では短周期変動成分の除去が十分には行えないという研究報告がある^{11), 12)}。これに関しては他の数値フィルターを使用したデータ解析結果と比較検討した上で、特に中・深層における変動の要因を今後慎重に考察していく必要があると思われる。

5. まとめ

駿河湾石花海盆に超音波多層流速計(ADCP)などを取り付け、係留系を設置し、平成11年11月から平成12年2月まで約3カ月間にわたる係留観測を実施した。表層から深層にわたる多層深度で得られた流向・流速および水温・塩分の時系列データ解析から、半日および1日周期の潮汐変動の他にも数日～10日程度の周期的な流動変動が存在し、これらの変動が数百メートル程度の深層まで変動が及ぶことが明らかになった。また、係留観測期間の全平均を取って流速の鉛直分布を調べると、約250m以浅の表層では南西向きの強い流れが支配的であったが、それより深い中・深層には北向きの弱い逆流が存在したことが分かった。

駿河湾における海洋深層水¹³⁾の関連施設への影響について言及すると、深層水取水深度である380mおよび680m程度の深さでは流動の流体力による取水管への影響は特に心配はないと思われる。しかしながら、深層水利用の観点からは、海底近くの流動変動による巻き上げ等で生じる濁りの可能性が懸念される。今後、流動変動特性をさらに詳しく調べるとともに、それらの変動要因を考察していく予定である。

参考文献

- 1) 日本海洋学会沿岸海洋研究部会：日本全国沿岸海洋誌，第11章 駿河湾，東海大学出版会，(1992)
- 2) 東海大学海洋学部：新版・駿河湾の自然，静岡新聞社，(1996)
- 3) 堀田 宏：深海底からみた地球，有隣堂，(1997)
- 4) 中村保昭：伊豆諸島周辺海域における海況変動の総観解析，沿岸海洋研究ノート，19(2)，83-93.(1982)
- 5) Inaba,H.: Circulation Pattern and Current Variations with Respect to Tidal Frequency in the Sea near the Head of Suruga Bay, J. Oceanogr. Soc. Japan, 37, 149-159, (1981)
- 6) 稲葉栄生：駿河湾海況と黒潮流軸位置との関係，沿岸海洋研究ノート，19(2)，94-102.(1982)
- 7) 緑川弘毅・門馬大和・満澤巨彦・堀田 宏：駿河ト

- ラフの海底直上における流れの測定, 海洋科学技術センター試験研究報告, 101-109, (1988)
- 8) 満澤巨彦・熊井隆一・中尾 敦・山口直樹・深澤理郎・深海調査グループ: 駿河トラフにおける底層流の観測, 海洋科学技術センター試験研究報告, 45-49, (1991)
- 9) Matsuyama, M., S. Ohta, T. Hibiya and H. Yamada: Strong Tidal Currents Observed near the Bottom in the Suruga Trough, Central Japan, J. Oceanogr. Soc. Japan, 49, 683-696, (1993)
- 10) 伊藤淳雄・高尾宏一・米山邦雄・安藤健太郎・河野健・黒田芳史: ADCP用中層係留系の設計及び実海域における挙動, 海洋科学技術センター試験研究報告, 32, 27-38, (1995)
- 11) 花輪公雄・三寺史夫: 海洋資料における日平均値の作成について～日平均潮位を扱う際の留意点, 沿岸海洋研究ノート, 23(1), 79-87, (1985)
- 12) 柳 哲雄: 海洋観測データの処理法, 恒星社厚生閣, (1993)
- 13) 黒山順二: 実用化に向け研究開発が進む夢の資源「海洋深層水」, 月刊地球環境, 2000年5月号, 112-115, 日本工業新聞社, (2000)
- (原稿受理: 2000年8月24日)