

城ヶ島沖浮魚礁ブイにおける流向流速の観測特性

樋田 史郎

Character of sea current observation by the buoy offing of Jyogashima in Sagami-bay

Shiro TOIDA*

緒言

定置網漁業に大きな被害をもたらす急潮は、相模湾を反時計回りに伝播することが多く、城ヶ島沖浮魚礁ブイ（以降浮魚礁ブイと呼ぶ）における観測によって予測されるようになった¹⁾。この浮魚礁ブイの観測値をキーとした予測的中率は高いといわれている²⁾。しかし、2001年1月23日から1月24日にかけて大規模な急潮が発生したが、浮魚礁ブイによる観測では、これに先立つ大きな流速の変化はみられなかった³⁾。2001年1月23日に実施された調査船「さがみ」によるADCP観測によれば、浮魚礁ブイの近傍で流れの構造が著しく変化していることが見いだされ**、流れに関しては従来の予測パターンに合致しない例であった。一方、浮魚礁ブイの観測結果が実際の流速と合致しているか否かについては、十分な検討がなされていない。

浮魚礁ブイは、水深740mの海域に1本の繫留索で繫止されており、浮体は自由に回転する。浮体の回転角によって、浮魚礁ブイの観測結果が浮体の構造に起因して実際の流れを反映しない可能性が予察された。本報では、浮体の構造に起因すると考えられる流れの観測値の変化を明らかにすることを目的として、浮魚礁ブイの蓄積された観測結果のデータベース解析を中心に浮魚礁ブイの観測特性について論じる。

方法

浮魚礁ブイで観測された流向、流速、及び「浮体方位」をデータベース化した。浮体方位は、浮魚礁ブイのテレメータシステムにおける一つの記録項目であり、浮体の回転角を流速センサーの設置位置が向く方位によって表現されたものである。データベース化に際しては、10分単位の観測結果を1レコードとし、暦日単位の1日毎にグループ化した。データの収録範囲は、1995年4月3日（浮魚礁ブイの設置当初）から2002年12月16日までとした。いくつかの抽出条件に基づいてレコードを抽出し、浮体方位と流向の関係及び流速別の観測特性を検討した。いずれの抽出条件においても、流向に対する浮体

方位の相対的な角度（以降、「振れ角」と呼ぶ）を演算し基準とした。

2002年3月19日に実施したブイのメンテナンスの際に、可搬型電磁式流速計（ACM210-D：アレック電子）による観測を行ない、振れ角による流速の測定値の変化について検討した。観測は図1に示したとおり、30°、0°、-45°、-90°の振れ角となる位置で実施した。測定は10:22に開始し、それぞれ約1分間行なった。観測値は、4～14個得られ、それぞれ平均を求めた。流速計の観測水深は、ブイの流速センサーと同一とした。その際は、作業船（メンテナンスの際に用船された小型漁船）のブイにおける係止点が、ブイの潮流センサーの位置に対して偏っていた。このため、作業船が流れの抵抗となりブイの振れ角を決定し、その時の振れ角はおよそ-60°であり、観測中は大きな変動がなかった。可搬型流速計による観測位置は、ブイの流速センサーの位置を基準とせず、目視観測に基づくその場の流向とのなす角を基準として振れ角を評価した。

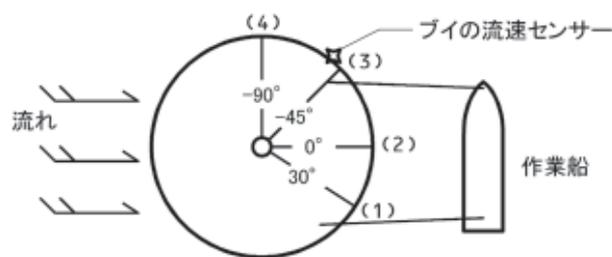


図1 可搬型電磁式流速計による観測
(1)～(4)の箇所可搬型電磁式流速計による観測を行った。

結果及び考察

浮体方位と流向の関係

図2に振れ角に対する、観測レコード数の頻度分布を示した。浮体方位は流れの下流側に偏っており、その傾向は明白であった。最頻値は-30°以上-20°未満の階級であった。つまり、浮体は流向に対して20～30°程度の

角度をもって回転させられ、方向が決定付られている。浮体方位が流向により決定されるということは、浮体の流速計が設置されている側に何らかの流体的な抵抗があり、それが海水の流れを受けて風見鶏のように浮体の方位が回転するものと考えられた。なお、振れ角の左右の分布は異なっていたが、クエリー式の記述上の都合から、本報では以降振れ角を絶対値で扱った。

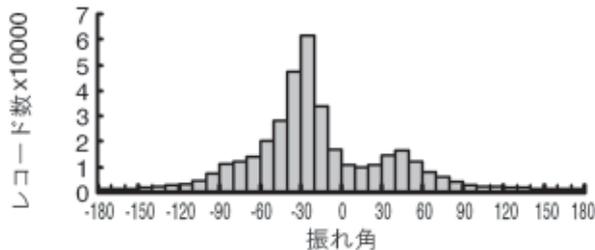


図2 振れ角に対する全レコードの頻度分布

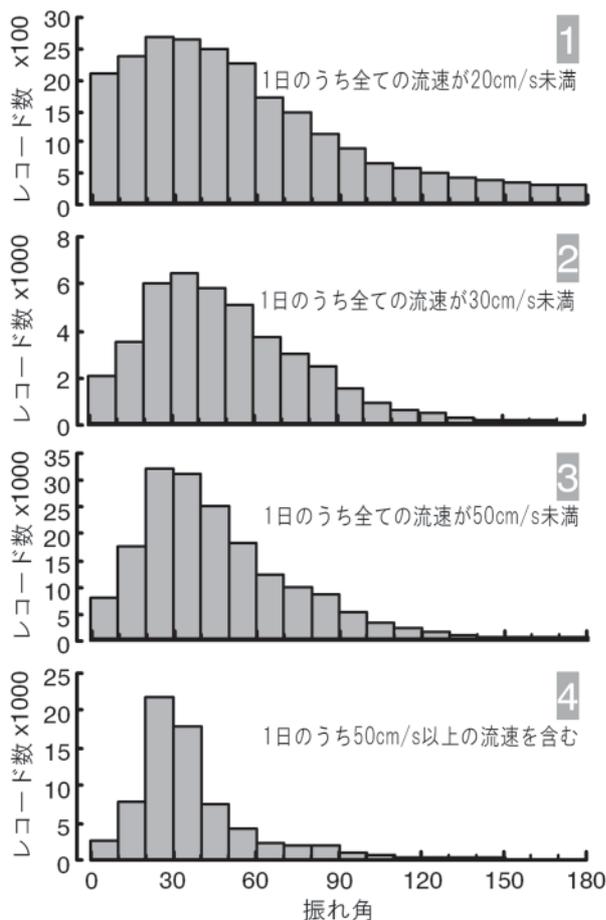


図3 各流速範囲ごとの振れ角の頻度分布

- 1 1日のうち全ての流速が20cm/s未満の群
- 2 1日のうち全ての流速が30cm/s未満の群
- 3 1日のうち全ての流速が50cm/s未満の群
- 4 1日のうちに50cm/s以上の流速を含む群

流速別の観測特性(1)

日別にデータをグループ化し、その日に含まれるレコードについて4種類の流速範囲を設定し抽出した。各流速範囲ごとの、振れ角別頻度分布を図3に示した。

1日のうちの全ての流速が20cm/s未満である日は162日あり、そのレコード数は合計23,322件であった(図3-1)。1日のうちの全ての流速が30cm/s未満である日は299日あり、そのレコード数は合計42,975件であった(図3-2)。同様に、1日のうちの全ての流速が50cm/s未満である日は1,238日あり、そのレコード数は合計178,255件であった(図3-3)。1日のうちに50cm/s以上の流速を含む日は495日あり、そのレコード数は71,203件であった(図3-4)。このレコード群と上記の3種類のレコード群の間には重複がない集合となっていた。

20cm/s未満のみの日、30cm/s未満のみの日、50cm/s未満のみの日、及び50cm/sを含む日について、各群における全レコードに対する20~40°の階級の頻度は、それぞれ22.85%、28.94%、35.30%、及び55.67%を占めていた。これらの頻度分布を見ると、流れが速い日ほど、振れ角が20~40°であるレコードの全レコードに占める割合が高くなっていった。

流速別の観測特性(2)

1日のうち全てのレコードが50cm/s未満の群と、1日のうちに50cm/s以上の例のある群とに全レコードを2分し、それぞれの群において10cm/s未満のレコードを抽出した。前者の群を図4-1、後者の群を図4-2に示した。分布の形態は両者とも違いが見られなかった。両者とも振れ角が90°以上の例、つまり浮体方位が流れの上流向きの例は、それぞれ、19.698%及び18.650%であった。このことは、流れが遅い場合にも浮体方位が流向の影響を受けていることを示唆している。上述の図3-4で示した50cm/s以上の例がある日における全データ数に対する振れ角が90°以上のレコードの占める割合は、4.760%と極めて少なく、浮体方位と流向が無関係な例は流れが遅い場合に多くなることが明らかとなった。

流速別の観測特性(3)

1日のうち全てのレコードが50cm/s未満の群と、1日のうちに50cm/s以上のレコードがある群とに2分し、それぞれの群において流速段階別に振れ角の頻度分布を抽出した。前者を図5、後者を図6に示した。また、それぞれの群における10m/s未満の流速段階の図は、それぞれ既に示した図4-1及び図4-2に該当するので参照されたい。

前者の群において、振れ角が20~40°の階級は、10cm/s未満の中で24.3%、10~30cm/sの中で34.3%、30~50cm/sの中で43.8%をそれぞれ占めていた。同様に後者の群において、振れ角が20~40°の階級は、10cm/s未満の中で25.5%、10~30cm/sの中で43.8%、30~50cm/sの中で65.0%、50~80cm/sの中で82.2%、80cm/sの中で91.7%をそれぞれ占めていた。

1日のうちの全測値が50cm/sを超えない日を「流れが遅い日」、1日のうちに50cm/sを超える観測値が含まれ

る日を「流れが速い日」と仮称する。「流れが遅い日」及び「流れが速い日」のいずれにおいても、流れが速い観測例ほど振れ角が20～40°となる率が高くなる傾向が見られた。しかし、両者の群のそれぞれ30～50cm/sの階

級を比較すると、「流れが遅い日」においては43.8%、「流れが速い日」においては65.0%であり、この流速階級では「流れが遅い日」と「流れが速い日」とでは、振れ角の頻度が異なっていた。

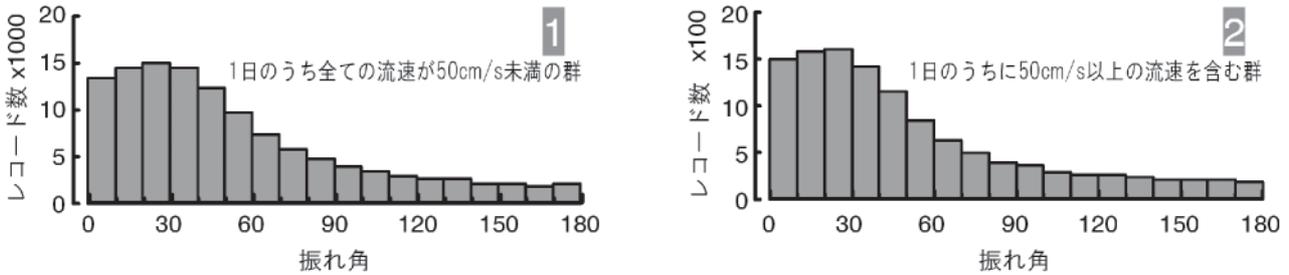


図4 10cm/s未満のレコードの振れ角別頻度分布

- 1 1日のうち全ての流速が50cm/s未満の群
- 2 1日のうちに50cm/s以上の流速を含む群

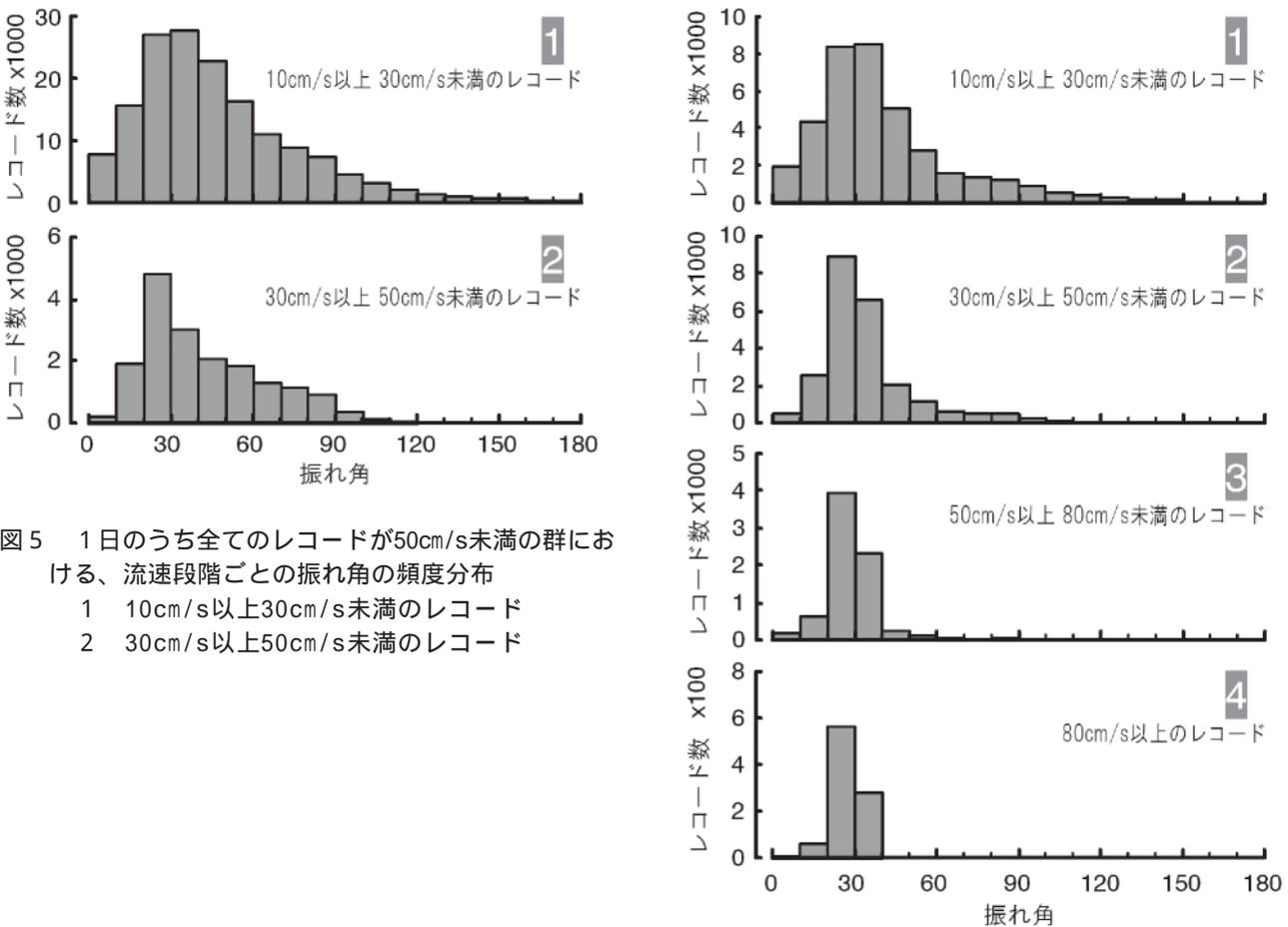


図5 1日のうち全てのレコードが50cm/s未満の群における、流速段階ごとの振れ角の頻度分布

- 1 10cm/s以上30cm/s未満のレコード
- 2 30cm/s以上50cm/s未満のレコード

図6 1日のうちに50cm/s以上のレコードがある群における、流速段階ごとの振れ角の頻度分布

- 1 10cm/s以上30cm/s未満のレコード
- 2 30cm/s以上50cm/s未満のレコード
- 3 50cm/s以上80cm/s未満のレコード
- 4 80cm/s以上のレコード

振れ角の違いによる観測特性

2002年3月19日に実施した可搬型電磁式流速計による観測結果を表1に示した。各振れ角における流速（及びその標準偏差）はそれぞれ、30°において8.6cm/s（3.5cm/s）、0°において4.7cm/s（0.5cm/s）、-45°において13.8cm/s（2.9cm/s）、-90°において30.3cm/s（2.9cm/s）であった。なお、この時の、ブイの観測値は21.1cm/sであった。振れ角が0°の時最も観測値が小さく、可搬式の流速計のセンサーが流れの陰に入っていることが示唆された。振れ角が90°の時は、観測値が最も大きく、目視観測によると、流れの真横で流速が過剰に大きくなっている場所の観測となった。ブイの流速センサーは振れ角が-60°に相当し、その観測値は、振れ角が-90°と-45°におけるそれとの間にあり、この観測と一貫した結果が得られた。

表1 振れ角の違いによる観測特性

	観測時刻	振れ角	平均値	標準偏差
可搬型流速計(観測1)	10:22	30	8.6	3.5
可搬型流速計(観測2)	10:24	0	4.7	0.5
可搬型流速計(観測3)	10:25	-45	13.8	2.9
可搬型流速計(観測4)	10:27	-90	30.3	2.9
浮魚礁ブイ流速計	10:30	-60	21.1	

総合考察

全般に振れ角が20~40°となる観測例が多く、その傾向は流速が大きいほど顕著であった。振れ角が0°に近い場合、流れは浮体の陰にあたり、振れ角が大きい場合の観測値より小さい流速となっていた。振れ角が0°に近い観測例は、流速が小さいほど多く、その傾向は「流れが速い日」においても同様であった。流速が小さい観測例は、実際に流速が小さい場合(a)のほか、振れ角が0°に近いがためにブイの流速センサーが浮体の陰に入り観測値が過小に評価される場合(b)が考えられる。この(b)の現象は「流れが遅い日」と「流れが速い日」の別なく起こる。この現象が「流れが速い日」に発生した場合は、実際には大きい流速にもかかわらず流速の階級が一つ下がる可能性がある。このことは、流速が大きい時に振れ角が20~40°になりやすい傾向の一つの形成要因として、(b)の現象が関与していることを示唆している。そして、流速が大きい時に振れ角が20~40°になりやすい傾向は、「流れが速い日」に振れ角が0°付近で流速が過小評価されることの傍証であることが示唆される。これらのことから、「流れが速い日」に、観測値が過小に評価される可能性が考えられた。

30~50cm/sの階級においては、「流れが遅い日」と「流れが速い日」とでは、振れ角の頻度が異なっていた。岩田他¹⁾が示した急潮注意報の一つの重要な判断基準として、浮魚礁ブイにおける観測値が50cm/sを超えることが挙げられている。50cm/sを超えるか否かは、日々の監視において一つの関心事であるが、その直前の流速階級における観測特性が「流れが遅い日」と「流れが速い日」とで異なることは今後注意が必要であろう。

2001年1月23日から24日にかけて発生した大規模な急潮に際して、城ヶ島沖浮魚礁ブイではそれ以前の観測値と比べ著しく速い流れが観測されなかった(樋田・中田,³⁾)。このことは、実際にはより速い流れが存在したにもかかわらず、本報で示したような浮体の陰の観測となったために、過小な観測値が得られた可能性も考えられる。

浮魚礁ブイにおける流速計は、システムを2重化しない限り、可搬型流速計等による観測により比較検証する必要がある。その作業は、浮魚礁ブイの流速計を持ち帰るのではなく、現地で浮体に設置した状態で実施するのが現実的である。この際には、浮体や調査船・作業船による流れの陰に注意する必要がある。そして、点検の際には、浮魚礁ブイの潮流計、可搬型流速計等及び浮体等の相互間の位置関係、ならびに現場の実際の流れに対するそれらの関係を観測条件として確実に記録しなければならない。それらの観測条件の記録をとみなさない比較検証においては、その観測結果の評価に十分な注意が必要であることを本報は指摘する。

謝辞

浮魚礁ブイを設置し、維持管理に尽力されている水産課漁業調整・資源管理班の皆様、海洋情報部の皆様にお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 岩田静夫・石戸谷博範・渡部勲・松山優治(1998): 定置網の被害の実態と発生要因, 急潮予報について. 水産海洋研究, 62, 385-392.
 - 2) 石戸谷博範(2000): 相模湾における定置網を急潮から守るマニュアル. ていち, 97, 1-23.
 - 3) 樋田史郎・中田尚宏(2002): 2001年1月23日に急潮をひきおこした相模灘における黒潮系暖水流入の特徴, 神水研研報, 7, 109-115.
- 脚注** 樋田史郎(投稿中): 調査船「さがみ」における ADCP観測について. 神水研研報, 8.