海洋構造変動パターン解析技術開発試験事業

高橋 進吾・佐藤 晋一・大川 光則・黄金崎栄一・小向 貴志

はじめに

青森県海域の海洋構造は、親潮、黒潮及び対馬(津軽)暖流等に支配され、短期・長期的に複雑に 変動し、イワシ・サバ類、スルメイカ等浮魚類の漁場形成や沿岸域の生産力に大きな影響を及ぼして いる。本事業では、超音波式流向流速計(以下「ADCP」という。)を用いて海流データを迅速かつ組 織的に収集・解析するための技術開発、及びADCPデータと調査船による海洋観測データ、衛星情報等 をあわせて青森県沿岸・沖合域の高精度な海況の把握と漁場・海況予測に資するための技術開発を行 うことを目的とする。

本年度は、ADCPの系統誤差を除去するための技術開発を行うとともに、ADCPデータと水温分布等 を比較しデータの信頼性(精度)や問題点、また海況との関係について検討する。

材料と方法

参加機関(青森県水産試験場以外)

(太平洋) 岩手県水産技術センター・宮城県水産研究開発センター・茨城県水産試験場 東北区水産研究所(指導機関)

(日本海) 京都府立海洋センター・秋田県水産振興センター・日本海区水産研究所(指導機関)

開発検討委員会(作業部会)

事業推進上の問題点の摘出と対策、成果の取りまとめと活用方法等、事業の円滑な推進に必要な事 項について総合的な検討を行うため、各海域の担当水産研究所が1~2回分担し召集・開催する。

太平洋海域については、必要に応じて解析技術開発の専門的事項に関する具体的作業を行う作業部 会を開催することとしている。

調杳内容

調査項目

調査項目は、従来の一般海洋観測(漁況海況予報事業に準ずる)とADCPによる流向流速観測を行っ た。「開運丸」のADCPは日本無線社製(3層式)とRDインストルメンツ社製(多層式)で、CTDは シーバード社製である。「東奥丸」のADCPは日本無線社製(3層式)で、CTDはニールブラウン社製 である。「青鵬丸」のADCPは古野電気社製(3層式)である。

CTDの観測深度は沿岸域の浅海部を 表1 各調査船の流向流速測定システム 除き、0~1.000mである。

なお、調査船に装備しているシステ ムは表1のとおりである。

調査船	ドップラー流速計(ADCP)	航法装置
東奥丸(140トン)	JRCJLN-615	JRCJLR-4200
青鵬丸(56トン)	FURUNOCI-30	FURUNOGP-70
開運丸(208トン)	RD-9HP075P	FURUNOGP-500
	JRCJLN-615	JRCJLR-6000MKH

JRC:日本無線、FURUNO:古野電気、RD:RDインストルメンツ

2 流向流速データ収録環境設定

2-1 3 層式ADCP

ADCPの観測深度は、図1(観測点図)に示す太平洋定線、日本海定線、及び図2に示す津軽海峡の東口定線では基本的に10、50、100mの3層を、図2に示す津軽海峡西口定線では10、50、90mの3層に設定し測流を行った。

「開運丸」及び「東奥丸」の場合は1分平均で測定し1分間隔で、「青鵬丸」の場合は2分平均で測定し2分間隔でデータをFDに収録した。

2-2 多層式ADCP

開運丸に搭載された多層式ADCPでは、測定層厚8mで最大80層(水深約650m)までの設定で約3 分間隔で測流し、データをMOに収録した。

3層式及び多層式ADCPても対地・対水(航法)モードは自動切替に設定したが、太平洋定線及び 日本海定線はごく鉛管を除き、ほとんどが対水(航法)モードで、津軽海峡定線は対地モードでデー タを収集した。



図1 青森県海洋観測定線図



図2 津軽海峡流量調査定線図

流向流速データ収録状況

平成10年4月から平成11年3月までの流向流速データの収録状況を表2及び表3に示した。

日本海定線観測では、7月及び1月を除く全ての月に海洋観測を行い、2月及び3月に初期設定不 良によりデータ収録ができなかった他は、データの収録ができた。

津軽海峡流量調査の西口定線では、2月に初期設定不良によりデータ収録ができなかった他は6月、 8月の2回、東口定線では、11月に測流を行い、データの収録ができた。

太平洋定線観測では、6月・9月・12月・3月に海洋観測を行い、4回とも流向流速データの収録 ができた。なお、多層式ADCPによる収録は機器接続不良等のため3月のみの収録であった。

表2 日本海におけるデータ収録状況

日本	と 海				調	査	П	数							調査船
定翁	泉 名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計	
沿岸	二11線	1	1			1		1	1			1		6	東奥丸
沖合-	-6線			1			1			1			1	4	東奥丸
津軽海	峡西口			1		1								2	青鵬丸
津軽海	峡西口			[[[1		1	東奥丸
津軽海	峡東口								1)*					1	開運丸

〇印:3層式ADCPデータ収録月(FD) *印:多層式ADCPデータ収録月(MO)

表3 太平洋におけるデータ収録状況

日	本	海				調	査	旦	数							調査船
定	線	名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計	
太平	Z洋E)線			1										1	東奥丸
太平	Z洋D)線						1			1			1*	3	開運丸

○印:3層式ADCPデータ収録月(FD)∗印:多層式ADCPデータ収録月(MO)

収録した流向流速データの処理

1 3 層式ADCP

1-1 ファイルの合成

青鵬丸に搭載された古野電気社製及び東奥丸、開運丸に搭載された日本無線社製のADCPは100個 (レコード)のデータを1ファイルに収録するため、1航海分のデータは十数ファイルになるが、解析 の都合上、これを合成して1ファイルとした。

1-2 真測流速変換

ADCPは、音波のドップラー効果を利用した計器で、海底を感知できる場合とできない場合とでは基準面(不動面)が異なる。前者は対地モードと呼ばれ海底を基準としているため、比較的問題は少なかった。しかし、後者は対水モードと呼ばれ指定した水深層を基準面とするため、指定した水深層の流れに対する相対的な流れを観測するにすぎない。

これらの問題点を解消するため、真測流速算出プログラムにより流向流速データと同時に収録して いる位置データ (GPS)、時刻データ等を用いて生データを真の流向流速に推測できるデータに変換処 理した。この変換後のデータを真測流測 (拡張子CID) とし、一方、生データは実測流速 (拡張子DAT) とした。 真測流速算出プログラムの環境設定は、対水データの場合は基本的に30データ(約30分)による移動平均法とした。また、対地データは海流演算せずに出力する設定とした。

1-3 流向流速のベクトル表示

真測流速形式とした流向流速データは海流データ解析プログラムにより、航跡及び各観測層の流向 流速ベクトルとして表示した。

ベクトル図を作成にするにあたっての条件設定は次のとおりとした。

1-3-1 転送・プロット周期

データ収録間隔(転送周期)は1分間又は2分間とした。特に太平洋海域や日本海沖合海域では、 データ数が多くなるため、作図ソフトの制約上転送周期は「2」(分間)とした。

さらに、プロット周期の統一性及び図の見やすさを考慮して4分間隔のデータ表示とした。

1-3-2 異常な流向流速データの削除

流速が大きすぎて明らかに異常と考えられるデータは表示させないこととした(流速4ノット以上 は削除した)。

データの収録に失敗すると一つ前のデータを記録する設定になっており、これが連なると異常デー タの連続(連れ潮)となるので、できるだけこれを表示しないようデータを確認後、削除した。

対水モードと対地モードの切替時には異常値が発生する場合があるので、前後のデータを確認して 異常と思われる場合は削除した。

停船(観測)時を含む停船前や観測が終了し発進した直後の加減速を生じる場合は異常データとなる傾向があるため、船速が10ノットを下回る場合の流向流速は表示しないこととした。

1-3-3 異常な位置データの削除

上記手順に従って作成したベクトル図には時折船が瞬時のうちに南緯西経域まで往復したようなデー タが含まれる。これはADCPのデータ保管用インターフェイスが停止するアクシデントによるもので、 停止の1~2分後には自動的に再起動するものの、復帰後の最初のデータの内容が異常なものとなっ て現れるためである。

異常データの確認は海流データ解析プログラムにより行い、削除は生データにもどって、テキスト データ編集ソフト(エディターソフト)で行った。そして、異常データを削除したデータファイルは 真速流速変換からやり直した。

2 多層式ADCP

2-1 流向流速のベクトル表示

収録されるデータは、RAWデータ(生データ)、PROCESSデータ(収録設定により平均化される データ)及びNAVIGATIONデータ(船の位置データ)の3種類があるが、流向流速のベクトル表示 には、PROCESSデータを使用し、解析ソフト(SEA社製MapEagle,Multiplot)により作成した。

収録されるデータは約50個(レコード)のデータを1ファイルに収録(約3分間隔で収録するので約150分)するため、1航海分のデータ数は30~50ファイルにおよぶ。作画する時は、その選択したファイルの範囲で表示されるため、合成の必要はない。

ベクトル図を作成するにあたっての条件設定は次のとおりとした。

2-1-1 データの移動平均

そのままのデータでは流向のばらつきが大きい場合が多いので、10データ(約30分)による移動平 均を行った。(プロット周期の設定後に平均処理を行うと平均時間が倍となるので必ず最初に平均処理 を行う必要がある。)

2-1-2 プロット周期

データ収録間隔は約3分間隔であるが、太平洋海域ではデータ数が多くなるため、図の見やすさを 考慮して2~4個のデータを読み飛ばして表示した。

2-1-3 異常データの削除

流速が大きすぎて明らかに異常と考えられるデータは表示させないこととした(流速4ノット以上 は削除した)。

流向流速調査結果

1 日本海

平成10年4月から翌年3月まで日本海で行った流況調査の結果(水温分布との重ね合わせ図)を図 6~13に示した。また、十三線及び艫作崎線における水温鉛直分布を図14~21に示した。

これらの水温分布等とADCPで測定した流況との比較を行い、流向流速データの信頼性(精度)や海 況の特徴等について検討した。

- (4月)水温分布等から予想される流れと比較的対応している。
- (5月)水温分布等から予想される流れと比較的対応している。
- (6月) 艫作崎線の10・50m層における東経138度~138度40分の流れが南下流となっており、水温 分布等から予想される流れと異なっているが、その他は比較的対応している。
- (8月)水温分布等から予想される流れと比較的対応している。
- (9月) 十三線の東経139度付近に南下流がみられ水温分布等から予想される流れと多少異なっている。
- (10月)水温分布等から予想される流れと比較的対応している。
- (11月)水温分布等から予想される流れと比較的対応している。
- (12月) 十三線の各3層における東経139度以西の流れが南下流となっており、水温分布等から予想 される流れと異なっているが、その他は比較的対応している。

今年度は全般的に比較的安定した対水データの収録ができたものと考えられる。また、データ解析 においても10ノット未満の流れを削除し船の巡航速度のみのデータを使用したことにより、ある程度 異常データを削除できたことが考えられる。

1-1 海況の特徴等

今年度の艫作崎線及び十三線における100m5℃等温線の岸からの位置で対馬暖流の流幅をみると (図3)、4~6月は艫作崎線に比べ十三線での暖流幅がかなり広かった(平均比かなり広め)が、8 ~9月になるとほぼ同程度の暖流幅となった。10月には一旦十三線での暖流幅が広く(平均比やや広 め)なったものの11~12月には両線での暖流幅の差が小さくなった。2~3月になると冷水外縁位置 は、やや沖合化し、2月は十三線の暖流幅がやや広かったものの、3月には両線での暖流幅の差が小 さくなった。



左図:1998年度、右図:平年値(1964~1997年平均値))

一方、艫作崎西方における対馬暖流北上流量 の月別変化(図4)をみると、5月は平年に比 べかなり多めだったが、6月にはやや少なめに なり、その他の月は平年並みで推移した。

2 太平洋

平成10年6月・9月・12月・3月に太平洋で 行った流況調査の結果及び水温水平分布を図22 ~27、及び図29~31に示した。

これらの水温分布等とADCPで測定した流況 との比較を行い、流向流速データの信頼性(精 度)や海況の特徴等について検討した。



月別変化(Sv=10⁶m³/s)

- (6月)水温分布等から予想される流れと比較的対応している。
- (9月) 鮫角線の東経144~145度にかけての南東方向への流れが水温分布等から予想される流れと異なるが、その他は比較的対応している。
- (12月) 尻屋線における流れがやや不安定だが、その他は比較的対応している。
- (3月) RD社製多層式とJRC社製3層式で比較すると尻屋線での東経142度30分と143度30分付近の 流れが多層式では南西方向であるが、3層式では弱い西方向への流れとなっており、異なる が、その他は両ADCPともほぼ同じ流況を表しており、水温分布等から予想される流れと比 較的対応している。

今年度は日本海と同様、全般的に比較的安定した対水データの収録ができたものと考えられる。

2-1 海況の特徴等

津軽暖流の深さを尻屋崎線における7℃等温線の 最深度でみると(図5)、6月はやや浅めだったもの の、9月及び3月は平年並みとなった。12月は1997 年からのデータしかないので平年との比較はできな いが、昨年と比べると約50m浅くなっていた。

また、津軽暖流の張り出し位置を尻屋崎線における100m5℃以上塩分33.7psu以上の東端でみると、 6月はやや西偏していたが、その他の月は平年並み であった。



3 津軽海峡(流量調査)

平成10年6・8月は青鵬丸により西口定線を、11月は開運丸により東口定線を調査し、いずれも対 地データを収録することができた。西口定線における流況の結果については図28に示したが、これま で同様に比較的良好なデータが得られていた。11月の多層式の結果など詳細については本事業報告書 の「津軽海峡の流量調査」で報告する。

考 察

データ収録については、特段大きな問題はなくデータを収録することができた。

対地データはこれまで同様に比較的信頼できるデータ収録ができ、問題ないものと考えられる。

また、対水データについては今年度は全般的に比較的安定したデータ収録ができたものと思われる が、局所的には多少誤差等もあるので、今後系統誤差の補正処理方法を確立し、より精度の高いデー 夕解析を行っていく必要がある。

なお、今後は精度の高いデータ処理技術の開発とともに、引き続き海況情報の整理や漁況等との関係についても考察していきたいと考えている。

参考資料

1)漁業情報サービスセンター(1992)平成4年度海況情報迅速化システム開発試験事業報告書

2)漁業情報サービスセンター(1993)平成5年度海況情報迅速化システム開発試験事業報告書

3)漁業情報サービスセンター(1994)平成6年度海況情報迅速化システム開発試験事業報告書

4)漁業情報サービスセンター(1995)平成7年度海況情報迅速化システム開発試験事業報告書

5)漁業情報サービスセンター(1996)平成8年度海況情報迅速化システム開発試験事業報告書

6) 松原 久・木村 大(1993):海況情報収集迅速化システム開発試験、青森県水産試験事業報告

- 7) 松原 久・尾坂 康(1994):海況情報収集迅速化システム開発試験、青森県水産試験事業報告
- 8) 松原 久・尾坂 康(1995):海況情報収集迅速化システム開発試験、青森県水産試験事業報告
- 9) 佐藤 晋一・川村 俊一・大川 光則(1996):海況情報収集迅速化システム開発試験、青森県水 産試験事業報告

- 10) 高橋 進吾・佐藤 晋一・大川光 則・黄金崎栄一(1997):海洋構造変動パターン解析技術開 発試験事業、青森県水産試験場事業報告書
- 11) 佐藤 晋一(1997): 青森県舮作崎西方における対馬暖流の地衡流量について、青森県水産試験 場事業報告
- 12) 平成10年度漁海況予報関係事業結果報告書(新漁業管理制度推進情報提供事業)、青森県水産試験場(平成11年6月)
- 13) シンポジウム「海況情報としてのADCPデータの有効利用のために」(1998)、日本海ブロック試験研究集録 第38号、日本海区水産研究所(平成10年3月)





図10 日本海9月の流況 (最高流速は10m層の1.5ノット)



図11 日本海10月の流況 (最高流速は10m層の1.7ノット)



図12 日本海11月の流況 (最高流速は10m層の1.7ノット)



⊈13 日本海12月の流況 (最高流速は10・15m層の1.8ノット)





-200-



図22 太平洋6月の流況(JRC社製3層式) (最高流速は10m層の1.8ノット)



```
図23 太平洋6月の水温分布図
```







図25 太平洋9月の水温分布図



図28 8回の横断で観測された津軽暖流の流向流速 左図は6月(青鵬丸)、右図は8月(青鵬丸)の観測結果 上から10m層、50m層、90m層の流向流速のベクトル図を示す 各層とも左から第1横断、第2横断……第8横断を示す



図18 太平洋3月の流況(JRC社製3層式) (最高流速は3層ともに1.3ノット)







図20 太平洋3月の水温分布図