

日本海深海底付近の平均流

福島繁樹：海洋研究室

Mean Currents near the Deep Sea Floor in the Sea of Japan.

Shigeki FUKUSHIMA : Ocean Research Laboratory.

1 はじめに

1993年4月にロシアは、旧ソ連・ロシアによる放射性廃棄物の海洋投棄に関する白書を公表した。これを受け、当部では、1994年以降、日本海における平常時の人工放射性核種の立体分布及びその動態を把握するため、定期的に海水及び海底土の放射能調査や深層流の測定を行っている。

今回、「日本海の深海底付近における海水流動に関する研究」の一環として、観測データからベクトル平均流速や流れの安定度等を算出したので紹介する。

2 日本海の地形と固有水

日本海は、対馬海峡、津軽海峡、宗谷海峡及び間宮海峡の四つの浅い海峡で周囲の海と繋がっている太平洋の縁海（平均水深、約1,350m、最深で3,796m）である。中央部には大和堆があり、その南側に隠岐海脚がある。深海底は、北部一帯に日本海盆が拡がり南東部に大和海盆、南西部に対馬海盆がある。

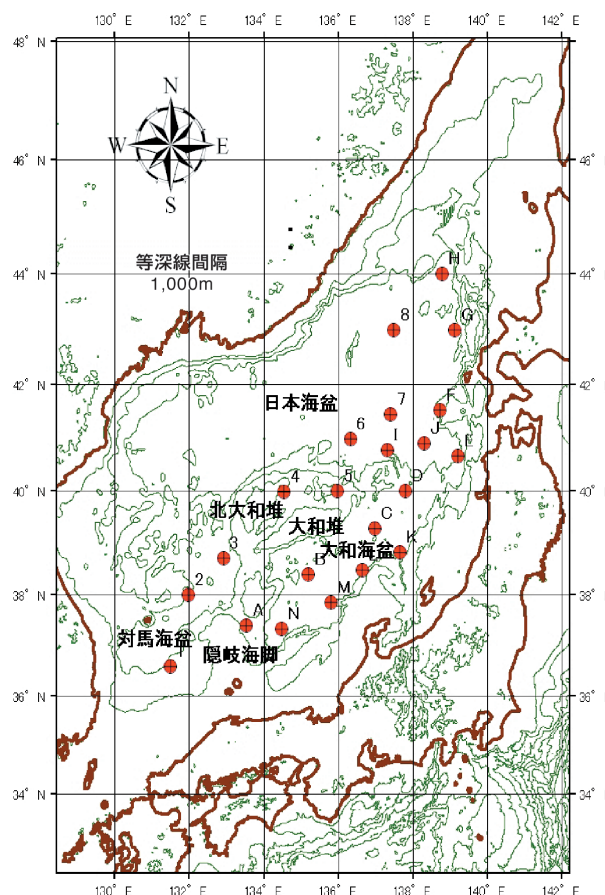
日本海の表層水は、海流によって外洋水と交換するが、約400m以深には日本海で独自に生成された固有水が溜まっている。この固有水は、さらにその性質（水温、塩分及び溶存酸素の違い）から約400mから1,300mまでを上部固有水、約1,300mから2,600mまでを深層水、2,600m以深を底層水と区分されている。（金他，2002）

3 観測

3.1 概要

深海底付近の流れは、海底からの立ち上げによる係留系に接続された流速計により連続観測された。これらの係留系は、当部所属測量船により毎年2測点ずつ7～10月に設置され、翌年5～9月に揚収されている。

測点は、第1図に示すように日本海の広範囲にわたり、その総数は、1994年から2005年までに観測さ



第1図 日本海深層流観測の測点図
Fig. 1 Location map of deep-sea current observations in the Sea of Japan.

第1表 日本海深層流観測一覧
Table 1 List of deep current observations in the Sea of Japan.

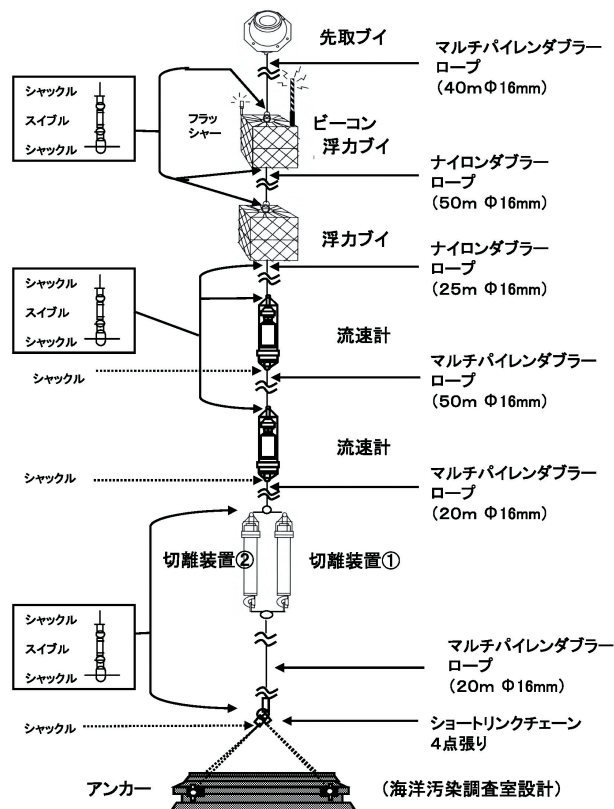
測点	位置	水深m	測流深度m	観測期間	解析期間
1	36-35.3N 131-30.4E	2,000	1,950 1,900	自:1996.9.5 至:1997.6.13	自:1996.9.7 至:1997.6.12
2	38-00.2N 131-59.8E	1,680	1,630 1,480	自:1996.9.6 至:1997.6.14	自:1996.9.7 至:1997.6.12
3	38-43.4N 132-56.3E	2,860	2,810 2,660	自:1994.9.2 至:1995.6.7	自:1994.9.3 至:1995.4.12
4	39-59.8N 134-34.0E	1,270	1,220 1,170	自:1994.9.3 至:1995.6.8	自:1994.9.4 至:1995.4.12
5	40-00.2N 135-59.8E	1,340	1,290 1,240	自:1995.9.9 至:1996.6.14	自:1995.9.10 至:1996.4.18
6	40-59.0N 136-20.6E	3,390	3,340 3,290	自:1995.9.16 至:1996.6.15	自:1995.9.17 至:1996.4.20
7	41-26.7N 137-25.7E	3,650	3,600 3,550	自:1997.9.12 至:1998.5.9	自:1997.9.14 至:1998.5.8
8	43-00.3N 137-30.8E	3,680	3,630 3,580	自:1997.9.13 至:1998.5.9	自:1997.9.14 至:1998.5.8
A	37-24.3N 133-33.2E	1,356	1,306 1,256	自:1998.7.24 至:1999.5.10	自:1998.7.25 至:1999.5.9
B	38-24.2N 135-13.1E	3,010	2,960 2,910	自:1998.7.24 至:1999.5.11	自:1998.7.25 至:1999.5.9
C	39-17.3N 136-59.9E	2,750	2,700 2,650	自:1999.9.1 至:2000.5.27	自:1999.9.2 至:2000.5.26
D	40-00.2N 137-49.8E	2,700	2,650 2,600	自:1999.9.2 至:2000.5.27	自:1999.9.3 至:2000.5.26
E	40-40.3N 139-14.7E	2,780	2,730 2,680	自:2000.8.19 至:2001.7.1	自:2000.8.20 至:2001.6.30
F	41-32.1N 138-44.7E	2,660	2,610 2,560	自:2000.8.19 至:2001.7.1	自:2000.8.20 至:2001.6.30
G	43-00.0N 139-09.5E	3,570	3,520	自:2001.8.27 至:2002.6.12	自:2001.8.28 至:2002.4.12
H	44-00.8N 138-49.3E	3,300	3,250 3,200	自:2001.8.27 至:2002.6.12	自:2001.8.28 至:2002.6.11
I	40-46.6N 137-20.6E	3,137	3,087	自:2002.9.9 至:2003.5.11	自:2002.9.10 至:2003.5.10
J	40-55.0N 138-20.0E	3,422	3,372 3,322	自:2002.9.9 至:2003.5.11	自:2002.9.10 至:2003.5.10
K	38-49.8N 137-40.4E	2,204	2,154 2,104	自:2003.7.6 至:2004.9.2	自:2003.7.7 至:2004.9.1
L	38-29.6N 136-40.3E	2,589	2,539 2,489	自:2003.7.6 至:2004.8.27	自:2003.7.7 至:2004.8.26
M	37-50.8N 135-50.0E	2,682	2,632 2,582	自:2004.10.15 至:2005.6.11	自:2004.10.16 至:2005.6.10
N	37-20.0N 134-30.2E	2,674	2,624 2,574	自:2004.10.15 至:2005.6.12	自:2004.10.16 至:2005.6.11

れた22測点である。

各測点の名称、位置（緯度、経度）、水深、測流深度、観測期間及び解析期間を第1表に示す。

3.2 観測方法

観測に使用された係留系は、第2図のとおり上から作業用の先取ブイ、ビーコンやフラッシャー付きの浮力ブイ（2連）、アーンデラ流速計（底上50m, 100m）、切離装置及びブールを組み込んだアン



第2図 係留系の構成
Fig. 2 Structure of Mooring system.

カーが、ダブロープにより接続された全長200mを超える長大なものである。この係留系は、海洋汚染調査室により設計されたもので、各所に工夫が凝らされている。

投入、揚収作業は、測量船の後部甲板に設置されたギャロスを利用し、作業用のロープを巧みに操って行われている。

4 解析

アーンデラ流速計で観測された毎時の流向、流速データを北方成分及び東方成分に分け、それぞれの値を放物線の移動平均法により平滑し、各層のベクトル平均流、安定度及び最大流速を算出した。

第3.1図～第3.6図は、底上50mと底上100mのベクトル平均流、安定度及び最大流速である。

この安定度は、次に示す日本海洋データセンターの計算法2)により算出した。

$$\text{安定度} = \text{ベクトル平均流速} / \text{スカラー平均流速} \times 100 (\%)$$

これは、流れの偏り具合を示す指標で100%の場合、流向はいつも一定方向であり（安定状態）、0%の場合、流向が全く定まらない状態を表している。

第4図は、日本海の海底地形鯨瞰図上にプロットされた底上50mのベクトル平均流である。観測時期や観測深度は、様々であるが、大まかな流れの特徴を捉えるには十分だと考え一図にプロットしてみた。海底の起伏と流況との関係を見るため、400m、1300m及び2600mの等深線が記載された海底地形鯨瞰図を基図として使用した。

5 結果

観測海域が、大きく3つの海域に区分できることから、それぞれの海域毎に解析結果を示す。

5.1 日本海盆

- ・最も強い平均流は、東縁部の海底斜面近くで北流を中心に北北西から北北東方向へ4~5 cm/sの流れがあり、その安定度は、80~90%と流向がほぼ安定した流れである。
- ・北大和堆の西斜面の近くでは、海底斜面を右に見て流去する約2 cm/sの平均流がある。
- ・海盆の平坦部では、安定度が30~40%と流向が不安定である。
- ・全観測データ中の最大流速値は、2001年1月中旬に測点Eの底上100mで観測された北北東流の29.9 cm/sである。

5.2 対馬海盆

- ・海底斜面を右に見て流去する約1 cm/sの弱い平均流がある。流れの安定度は、低い。

5.3 大和海盆

- ・0.5~1.5 cm/sの反時計廻りの弱い平均流がある。流れの安定度は、低い。

6 まとめと今後の課題

日本海の深海底には、海底斜面を右に見て流去する平均流が存在する。一般的に、海底斜面の近くでは流速が強く、平坦面では弱い。流速が最も強い海

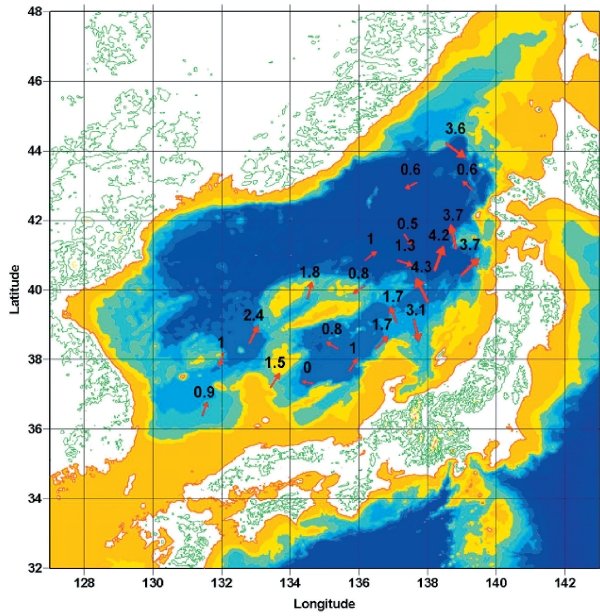
域は、日本海盆の東縁部で、平均流速は、北流で4~5 cm/s、最大流速は、北北東流の約30 cm/sであった。また、対馬海盆や大和海盆では、流速0.5~1.5 cm/sの反時計回りの平均流があった。

これらの解析結果は、永野（2000）が示した平均流とほぼ一致するが、日本近海では今回の成果の方が観測点の数が多くことから、より詳細なものとなっている。

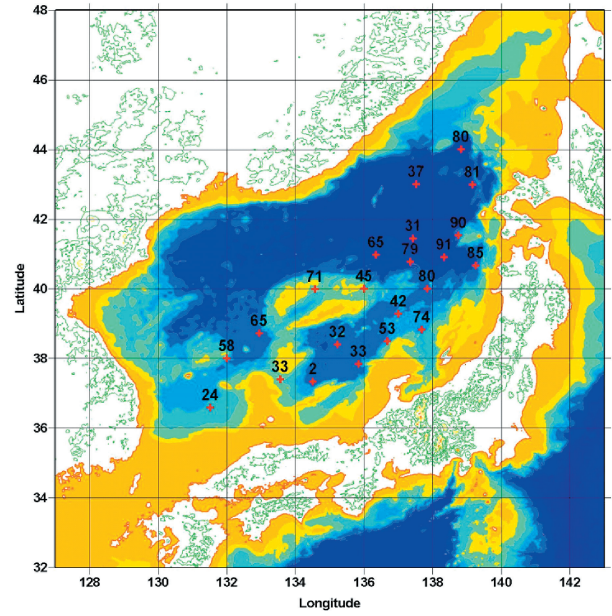
今後の課題は、各測点の観測データの時系列をとってみると季節変動の存在がある程度見込まれることから、これらに着目し解析を進めていくことである。

参 考 文 献

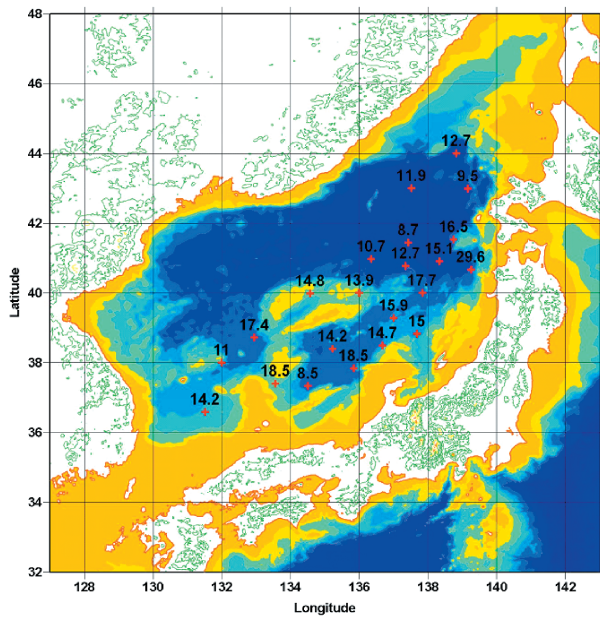
- 金慶烈, 金坵, 姜東鎮, Yuri Nikolaevich Volkov, 尹宗煥, 竹松正樹: CREAMSで見た変化する東海/日本海, 海の研究, 11, 3, 419-429, (2002)
- 日本海洋データセンター: 日本近海海流統計図, JP 011-91-1, (1991)
- 永野善太郎: 日本海深層の流動構造に関する研究, 九州大学総合理工学府大気海洋環境システム学専攻博士論文, 100pp, (2000)
- Takematsu, M., Z. Nagano, A.G. Ostrovskii, K. Kim and Y. Volkov: Direct Measurements of Deep Currents in the Northern Japan Sea, *Journal of Oceanography*, 55, 207-216, (1999)
- 千手智晴: 水産環境の科学, 小さな大洋-日本海の不思議-, 成山堂書店, 65-86, (2002)



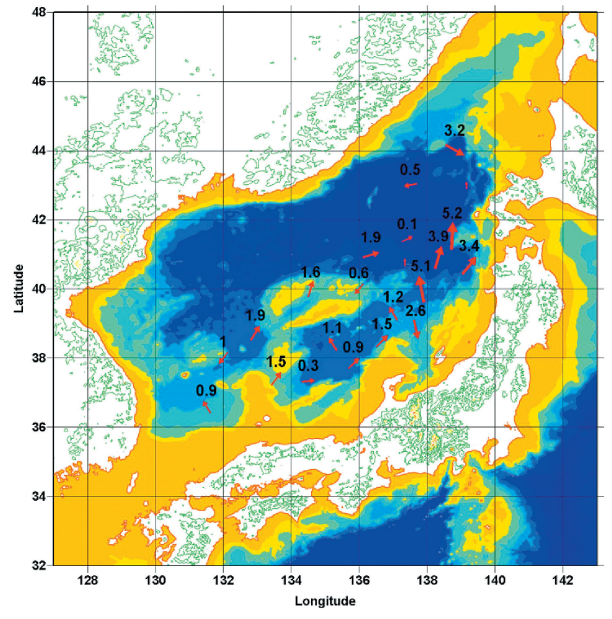
第3.1図 ベクトル平均流 (底上50m) 単位: cm/s
 Fig. 3.1 Vector mean currents at the layer of 50m above sea bed.



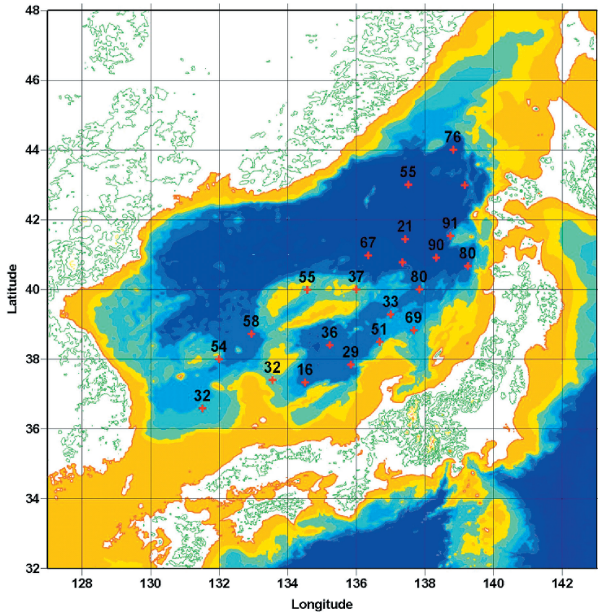
第3.2図 安定度 (底上50m) 単位: %
 Fig. 3.2 Stability at the layer of 50m above sea bed.



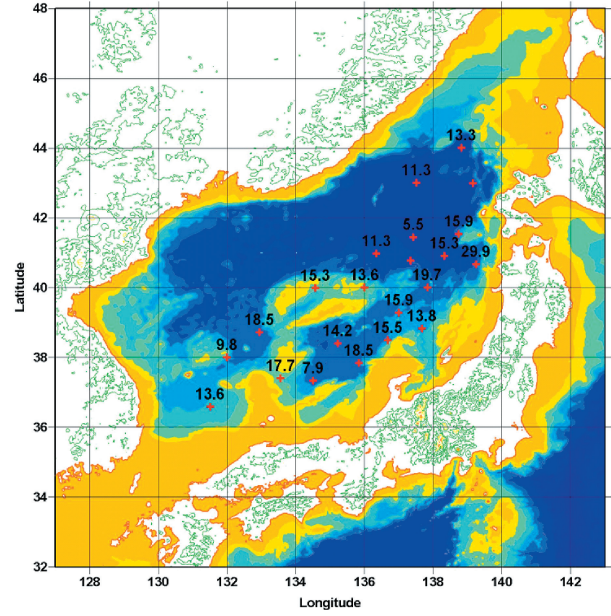
第3.3図 最大流速 (底上50m) 単位: cm/s
 Fig. 3.3 Maximum velocity at the layer of 50m above sea bed.



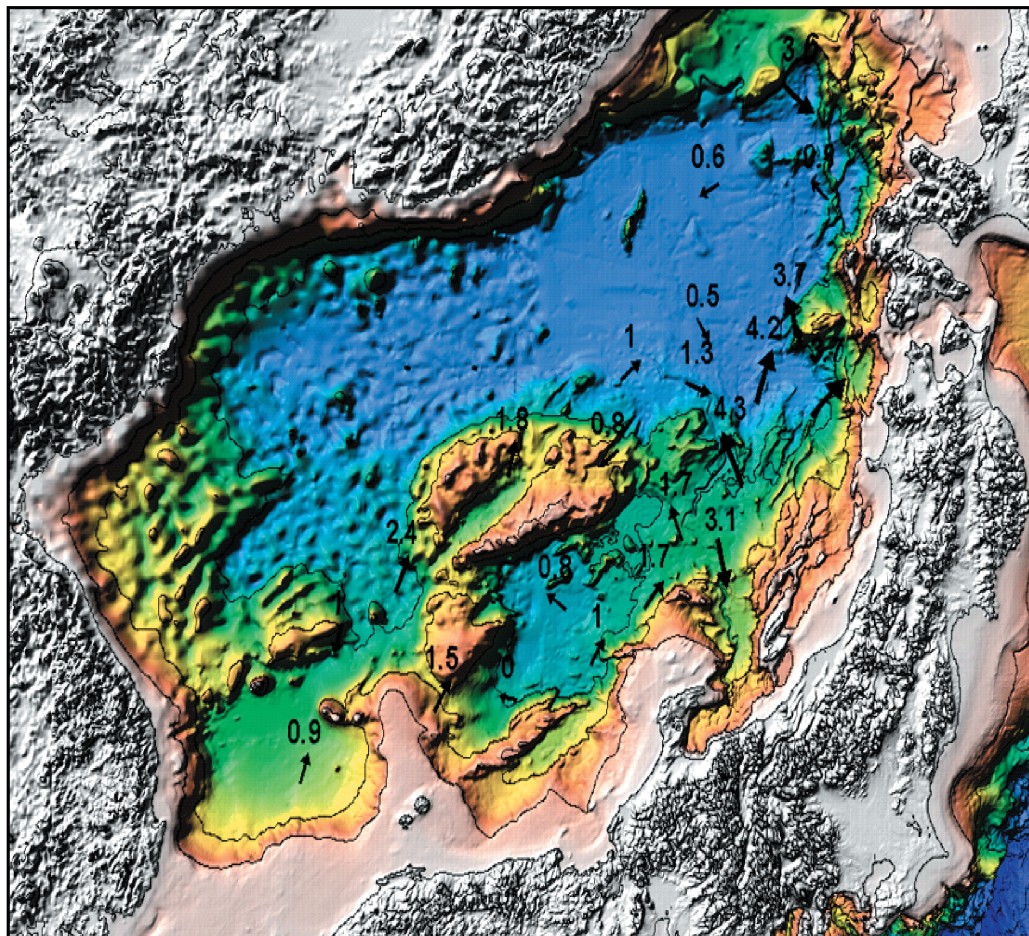
第3.4図 ベクトル平均流 (底上100m) 単位: cm/s
 Fig. 3.4 Vector mean currents at the layer of 100 m above sea bed.



第3.5図 安定度 (底上100m) 単位：％
Fig. 3.5 Stability at the layer of 100m above sea bed.



第3.6図 最大流速 (底上100m) 単位：cm/s
Fig. 3.6 Maximum velocity at the layer of 100m above sea bed.



第4図 日本海の海底地形鯨瞰図上にプロットされたベクトル平均流 (底上50m) 単位：cm/s
Fig. 4 Vector mean currents at the layer of 50m above sea bed plotted on the 3-D bathymetric chart of the Sea of Japan.