

主成分分析による茨城県海域100m深水温の季節変動要因の解明

武士 和 良

Explanatory factors of Seasonal Changes in Water Temperature at 100 m depth
in the Waters off Ibaraki Prefecture by Principal component analysis

Kazuyoshi TAKESHI

キーワード 主成分分析, クラスタ解析, 100m深水温, 季節変動要因

茨城県海域の海洋構造は親潮, 黒潮及びそこから派生する暖水舌等に支配され, 短期的・長期的に複雑に変動し, イワシ類等の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。このように複雑な海洋構造を把握するため, 沿岸定線海洋観測や定地水温観測を数十年にわたり実施してきた。しかし, 数十年にわたり蓄積された水温情報を有効に活用し, 茨城県海域の水温変動の要因を解明する研究は十分に行われていない現状がある。その理由としては時空間的に変動する水温を解析するための多変量解析の概念が浸透していなかったことが考えられる。本研究では, 多変量解析を導入した解析の第一歩として, 様々な時間スケールの変動の中で, 最も大きな変動である季節変動に焦点を合わせた。一般的に, 水温の季節変動は気温の変動に由来する海面での熱交換量の変化だけではなく, 親潮, 黒潮, 津軽暖流といった海流の変化も要因となる。そこで, 今回は茨城県海域の水温の季節変動パターンやその要因を探り, 季節変動特性に基づいた海域の分類化を行うことを目的とした。

資料及び方法

資料としては, 1957年7月から1997年12月までの那珂湊定地水温のデータと1975年3月から1997年12月までの沿岸定線海洋観測の100m深水温23定点のデータを用い, それぞれのデータの月平均値を計算し, 解析に使用した。解析には統計解析ソフト「SYSTAT Ver 5」を使用し, 標準化ユークリッド平方距離を判別基準とした最短距離法によるクラスタ解析と共分散行列を用いた主成分分析を行った。なお, 主成分分析は沿岸定線海洋観測の100m水温のデータのみを使用した。

結 果

(1) クラスタ解析

図1に分析結果のデンドログラム, 図2にクラスタの地理的分布を示す。

まず, 初めに, 那珂湊定地水温 (MINATO) と沿岸定線海洋観測の定点との間で2つのクラスタに分類され, 次に, 沿岸定線海洋観測の定点の中では, Sta. I

4~5, Sta. K 6・I 3及びその他の定点の3つのクラスタに分類された。

(2) 主成分分析

図版1に第1~3主成分の振幅の水平分布, 図3に第1~3主成分スコアの季節変動を示す。

第1主成分の寄与率は91.3%, 第2主成分は4.4%, 第3主成分は2.0%であった。第1及び第2主成分で沿岸定線の季節変動を95.7%説明できる結果となった。

第1主成分の振幅の水平分布は, 沿岸から沖合まで全定点で正の値を示していた。これは全体で水温が上昇・下降することを示している。また, 陸域に近いほど振幅が大きく, 沖合に向かうほど小さくなっていった。第1主成分スコアの季節変動は, 3月に最小, 12月に最大であり, 1年間に1回の周期を伴う変動であった。

第2主成分の振幅の水平分布は, Sta. I 2とSta. A 8を結んだ線の沿岸側と沖合側で正の値, 負の値と逆の値をもつシーソー関係であった。また, Sta. I 2とSta. A 8を結んだ線に平行に等値線が分布し, 沿岸側では沿岸 (Sta. A 3) に近いほど, 沖合側では沖合 (Sta. I 5) ほど値は大きかった。第2主成分スコアの季節変動は, 3月と9月に最小, 6月と12月に最大であり, 1年間に2回の半年周期を伴う変動であった。

第3主成分の振幅の水平分布は, 円状に等値線が分布しており, 円の中心部で正の値, 外縁部で負の値を持つシーソー関係であった。また, 第3主成分スコアの季節変動は, 1年間に4回の周期を持ち, 短期的に変動していた。

考 察

(1) クラスタ解析による海域の分類

那珂湊定地水温 (MINATO) と沿岸定線海洋観測の定点との間で2つのクラスタに分類された理由としては, 那珂湊定地水温は表面に近い水深1mのデータにあるのに対して, 沿岸定線海洋観測の定点は水深100mのデータであり, この両者の観測水深の違いによると考えられる。さらに, 沿岸定線海洋観測の定点の中で, 3つのクラスタに分類された理由としては, 黒潮続流の変

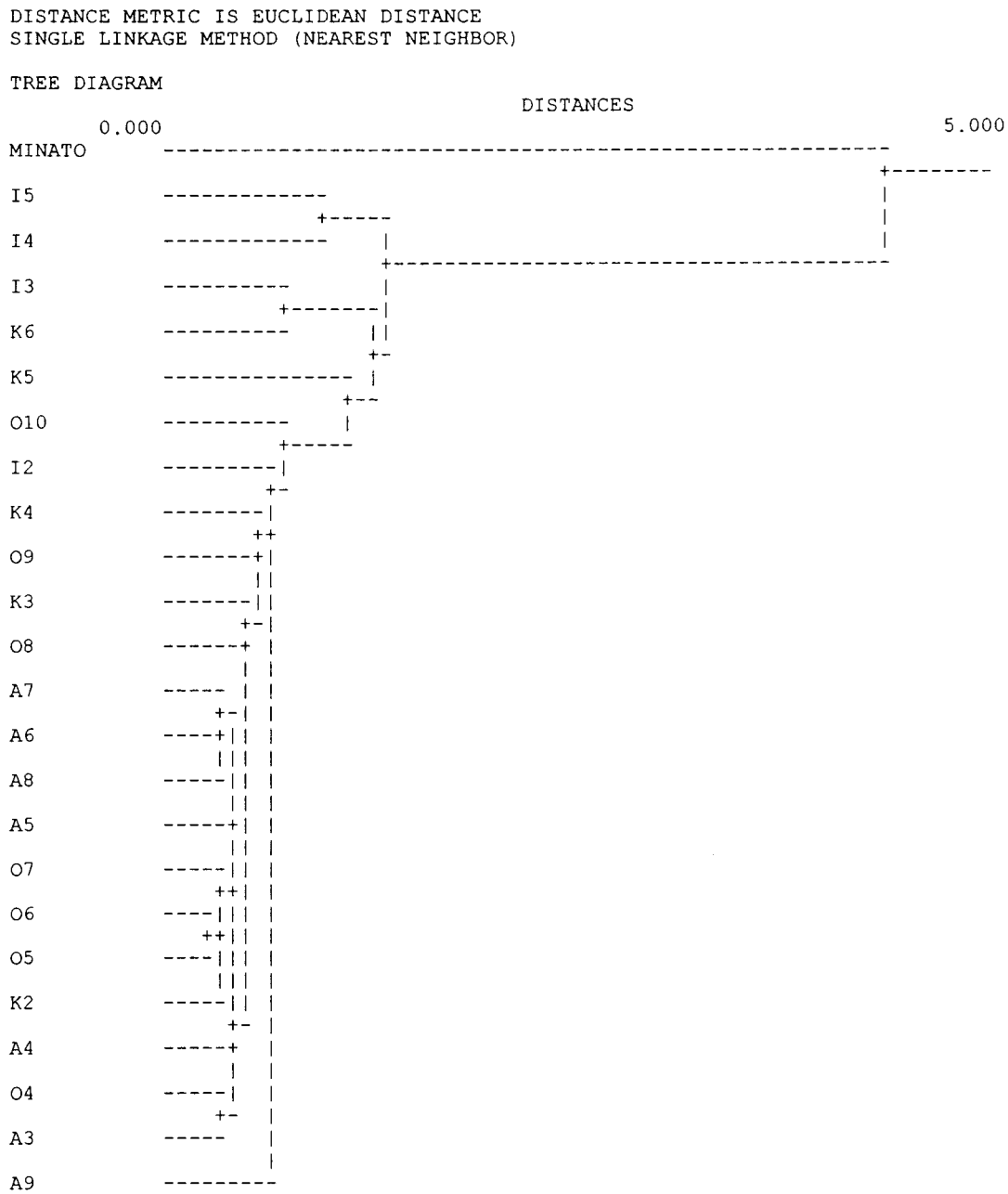


図1 デンドログラム

動の影響を受ける度合いにより分類されたと考えられる。図4に黒潮統流が北偏したとき(1997年9月)、図5に黒潮統流が南偏したとき(1998年10月)の海洋観測結果を示す。100m深水温及び100m深水温年平均偏差は両者では大きく違い、黒潮統流の南北移動により沖合域の定点、特に鹿島・犬吠埼定線は水温が大きく変動し、黒潮統流の変動に伴う影響を直接的に受けていることがわかる。このような事象により Sta. I 4~5と Sta. K 6・Sta. I 3はその他の定点から独立したクラスターとして分類されたと考えられる。また、武士(1998)が沿岸

定線の定点水温の季節変動並びに那珂湊定地水温及び水温年平均偏差との相関から沖合域の定点、特に鹿島・犬吠埼定線は他の海域と違う特徴を持つと報告している内容とも合致した。

(2) 各主成分の要因

第1主成分については、海域全体で水温が上昇・下降すること、陸域に近いほど振幅が大きいこと及び1年に1回の周期があることの3点から気温の変動であると考えられ、海面での熱交換による季節変動を示している。

図6に東北区水産研究所混合域海洋環境部(旧海洋環

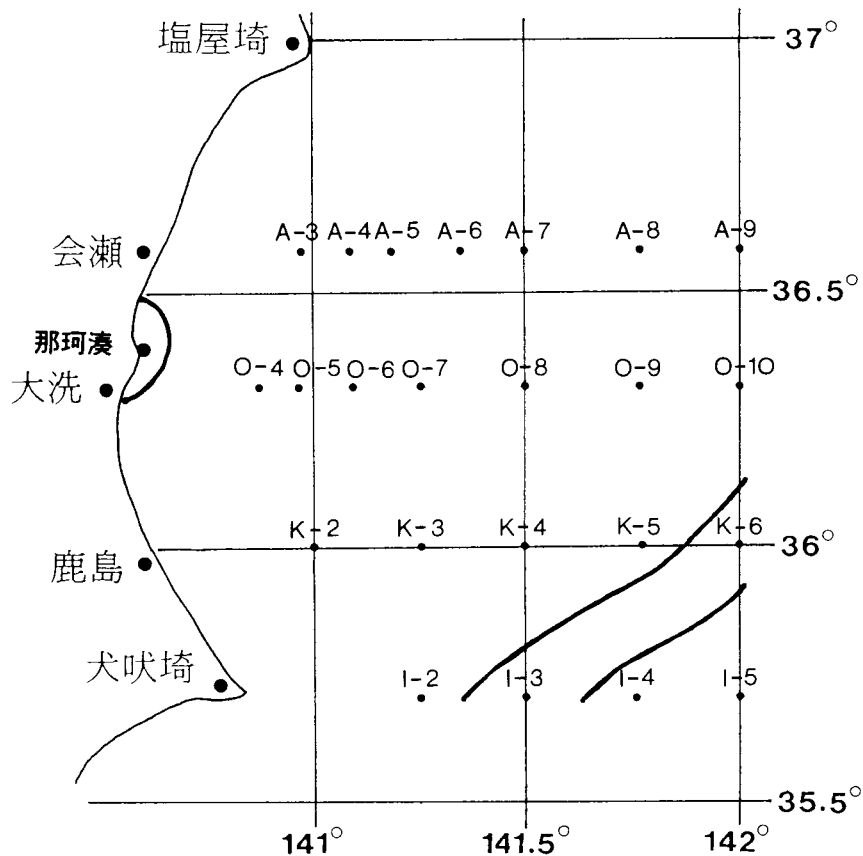


図2 那珂湊定地水温及び沿岸定線海洋観測の定点の位置並びにクラスターの地理的分布

境部)が発行した東北海区漁場海況概報から読み取った146°E以西の200m深14℃を指標(Kawai, 1969)とする黒潮の北限緯度の月平均値(1960~1993年)と海上保安庁水路部が発行した海洋速報に記載されている犬吠埼東南方向の黒潮統流の流軸中心部までの距離の月平均値(1964~1998年)を示す。黒潮統流の北限は3月と8月に最小, 6~7月と11月に最大であり, 1年間に2回の半年周期であった。黒潮統流の流軸中心部までの距離も3月と9月に最小, 6月と11月に最大であり, 概ね1年間に2回の半年周期であった。北限緯度及び離岸距離と第2主成分スコアの変動は類似しており, 第2主成分の要因は黒潮の変動であると推測された。また, 黒潮統流の影響を強く受ける海域であるI5に近いほど振幅の値が大きかったことはこの推測を裏付ける。第3主成分については不明であり, 今後の研究の課題である。

以上のことから, 沿岸定線の定点の季節変動の91%は気温の影響により変動し, 約5%は黒潮統流の変動の影響を受けていることが考えられる。また, クラスタ解析でSta. I4~5とSta. K6・Sta. I3はその他の定点から独立したクラスターとして分類されたが, これ

らの海域は第1主成分の振幅が小さく, 黒潮統流の変動の影響である第2主成分の振幅が大きい海域である。このような特徴を持つため, クラスタ解析においても違う分類をされたものと考えられる。

要約

- (1) 那珂湊定地水温と沿岸定線海洋観測の100m深水温データの月平均値を用い, クラスタ解析による海域の分類化, 主成分分析による季節変動の要因を検討した。
- (2) 海域は那珂湊定地水温と沿岸定線海洋観測の定点で大別され, さらに, 沿岸定線海洋観測の定点の中でSta. I4~5, Sta. K6・Sta. I3及びその他の定点の3つのクラスターに分類された。
- (3) 沿岸定線海洋観測の定点は黒潮統流の変動の影響を受ける度合いにより3つのクラスターに分類されたと推測された。
- (4) 沿岸定線海洋観測の100m深水温データの主成分分析の結果は第1主成分の寄与率は91.3%, 第2主成分は4.4%, 第3主成分は2.0%であった。

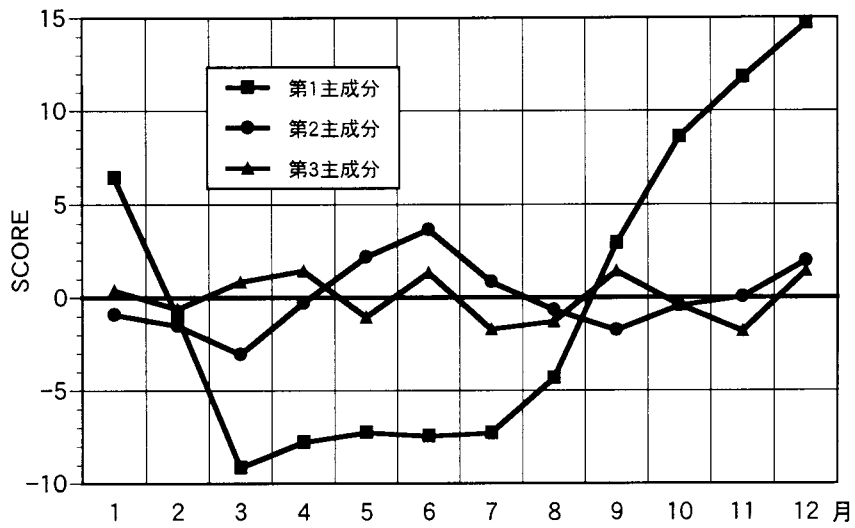


図3 第1～3主成分スコアの季節変動

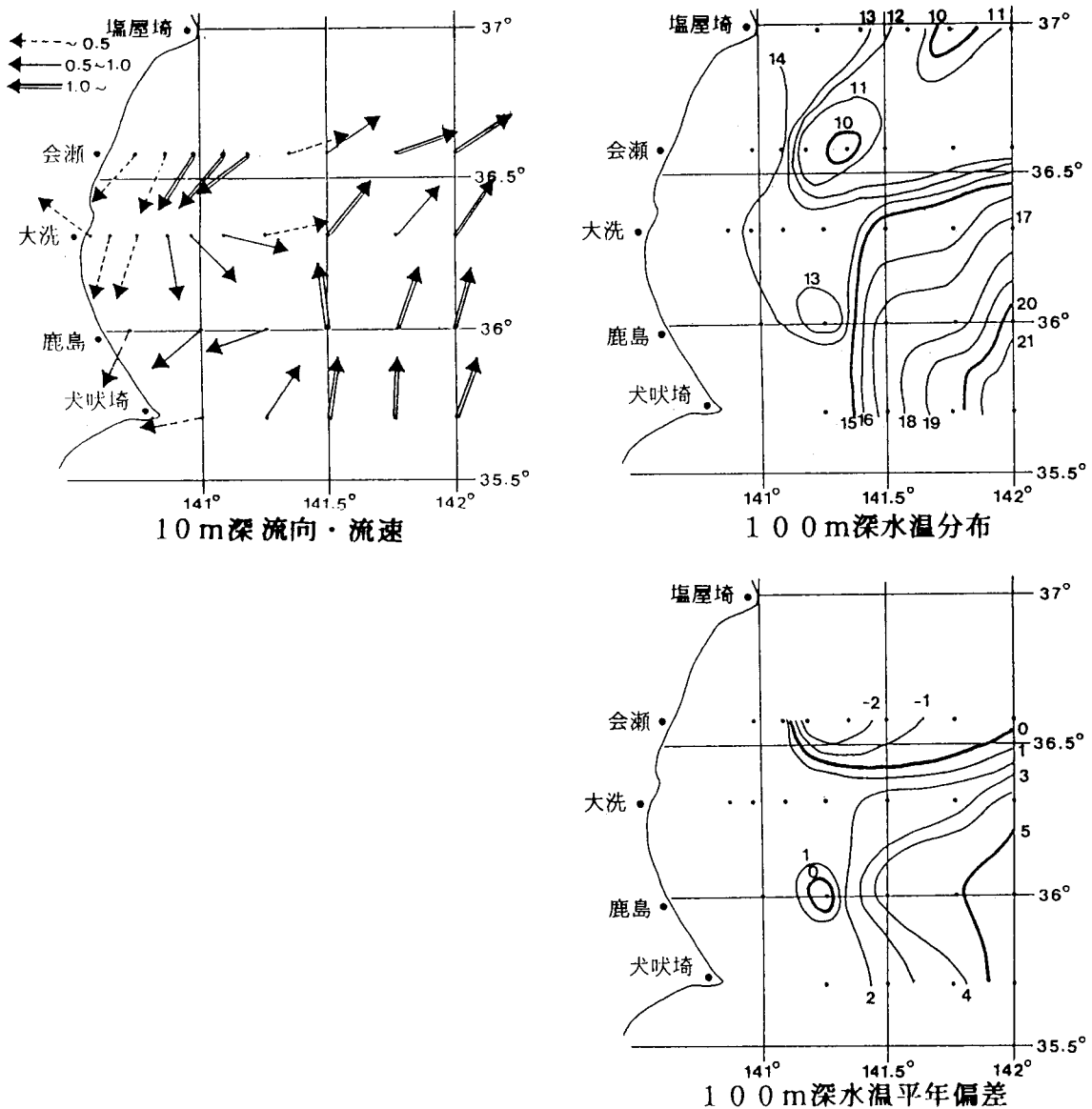


図4 1997年9月の海洋観測結果

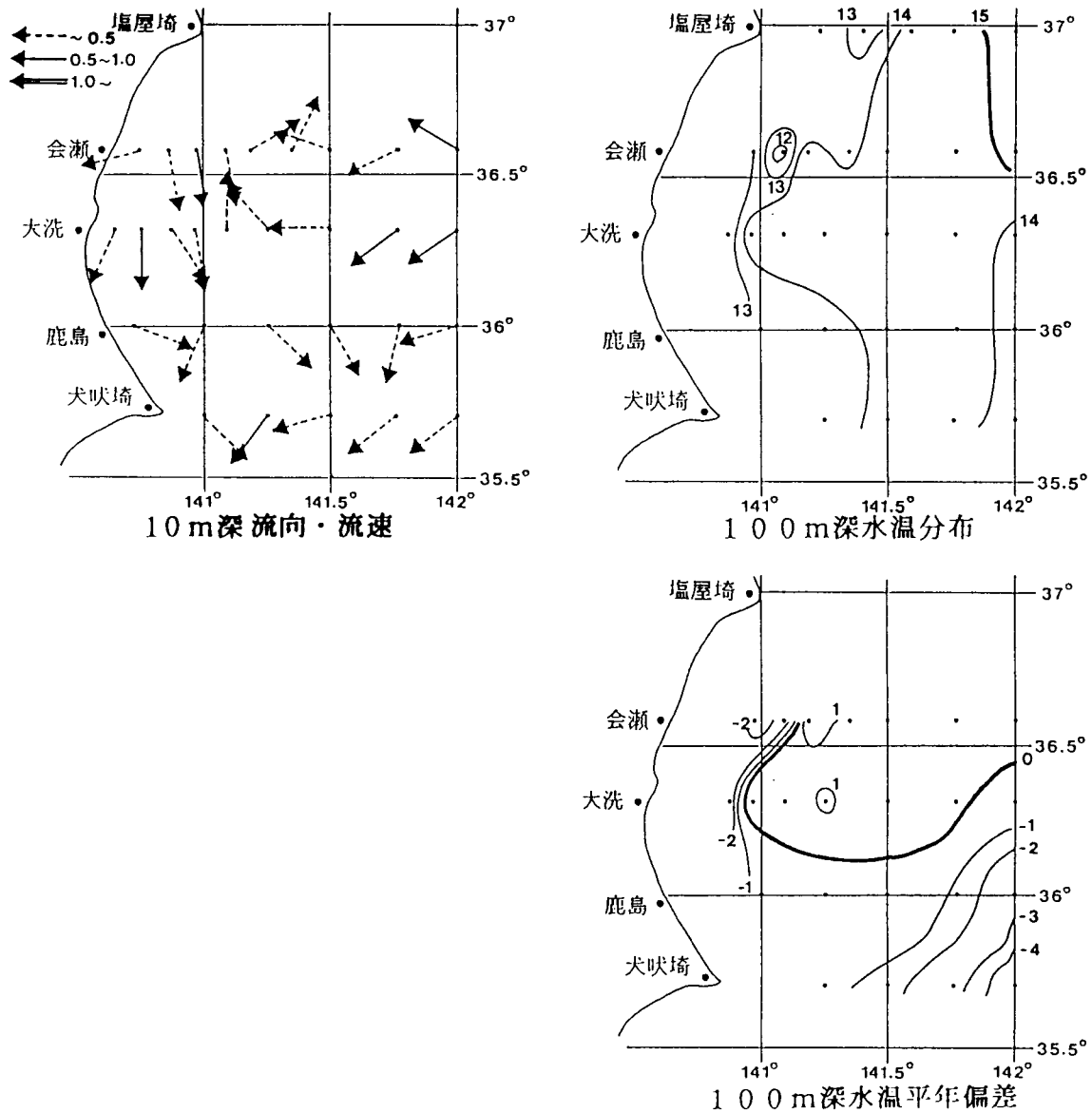


図5 1998年10月の海洋観測結果

- (5) 第1主成分の要因は気温の変動，第2主成分の要因は黒潮統流の変動であると推測された。

謝 辞

東北ブロック内水産研究機関が統一した手法で解析を行うこの研究の発足にご尽力を頂いた中央水産研究所友定彰博士（元東北区水産研究所），この研究の推進にご努力頂いた奥田邦明博士，稲掛伝三博士（現遠洋水産研究所），加藤修博士，清水勇吾氏をはじめとする東北区水産研究所混合域海洋環境部の皆様に感謝いたします。伊藤進一博士，横内克巳博士（現西海区水産研究所）の両名には勉強会での講師や様々なご助言及びご指導を頂き，深く感謝いたします。なお，伊藤進一博士からは黒

潮統流の北限緯度のデータ，千葉県水産試験場の平林正光氏からは黒潮離岸距離のデータを快く提供して頂いた。ここに記して厚くお礼申し上げます。

文 献

- 伊藤進一・横内克巳・佐藤晋一・高杉知・永木利幸・吉田哲也・武士和良（1999）東北海区沿岸定線100m水温及び定地水温の季節変動特性。第7回オキアミ資源研究会議及び平成10年度第1回分析検討会議報告書，164-179
- 海上保安庁（1964-1998）海洋速報
- KAWAI, H. (1969) Statistical estimation of isotherms indicative of the Kuroshio axis. Deep-Sea Res.,

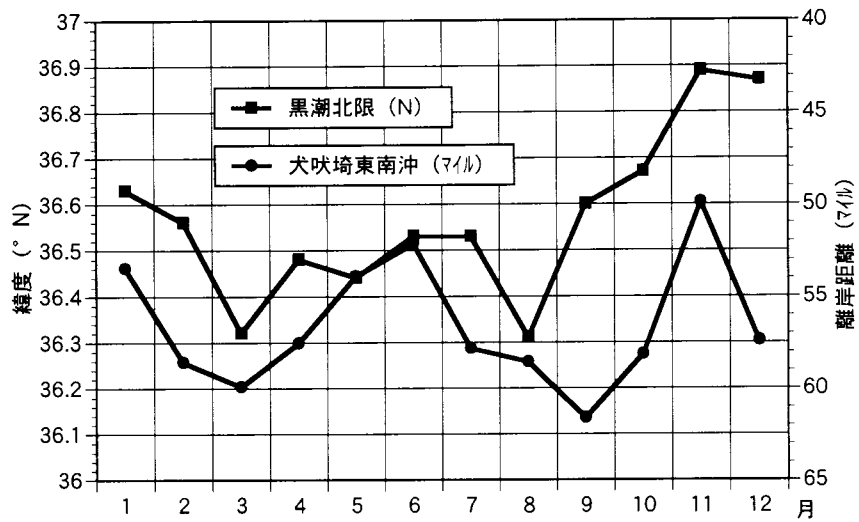


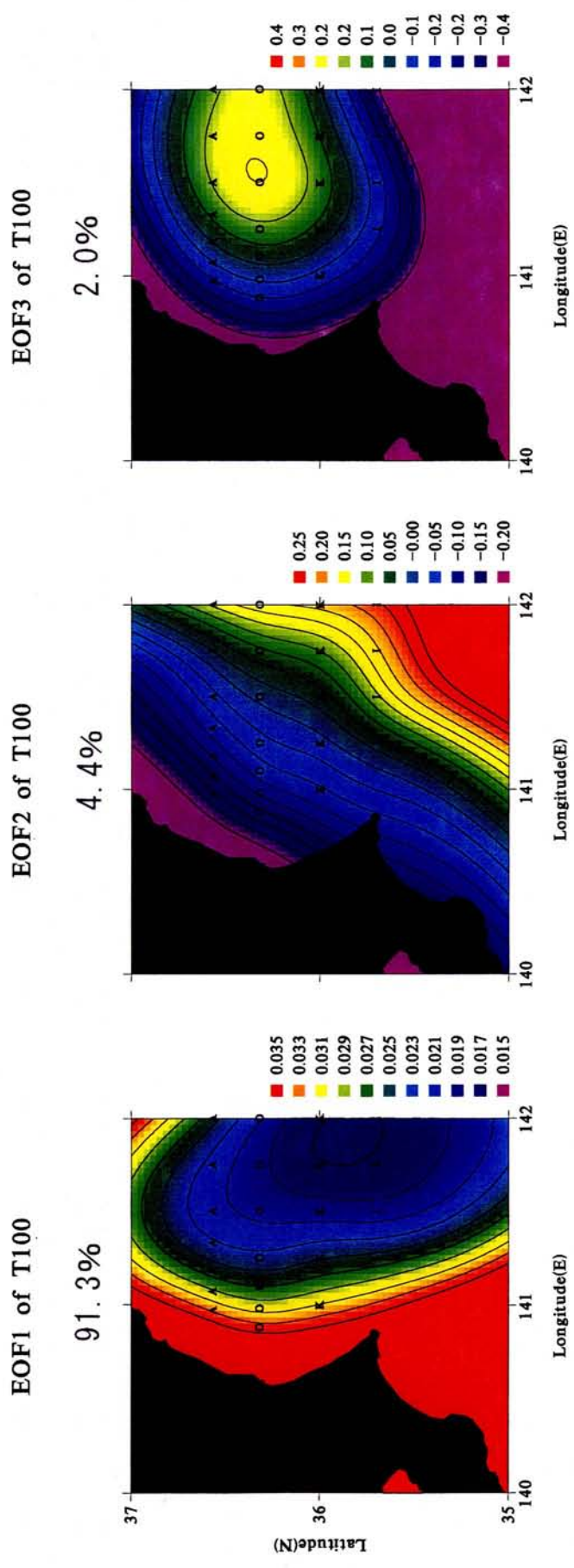
図6 黒潮統流の北限緯度及び犬吠埼東南方向の黒潮統流の離岸距離の月平均値

Suppl. to 16, 109-115.

佐藤晋一 (1999) 青森県沿岸定線100m水温及び定地水温の季節変動特性. 第7回オキアミ資源研究会議及び平成10年度第1回分析検討会議報告書, 139-142
 高杉 知 (1999) 青森県沿岸定線100m水温及び定地水温の季節変動特性. 第7回オキアミ資源研究会議及び平成10年度第1回分析検討会議報告書, 143-149
 武士和良 (1998) 水温データの多目的利用について, 解析結果と今後の展開. 茨城県水産試験場, 平成9年

度第2回漁海況分析検討会議及び平成9年度東北ブロック水産海洋連絡会報, 28 (印刷中)

東北区水産研究所 (1960-1993) 東北海区漁場海況概報
 永木利幸 (1999) 青森県沿岸定線100m水温及び定地水温の季節変動特性. 第7回オキアミ資源研究会議及び平成10年度第1回分析検討会議報告書, 150-152
 吉田哲也 (1999) 青森県沿岸定線100m水温及び定地水温の季節変動特性. 第7回オキアミ資源研究会議及び平成10年度第1回分析検討会議報告書, 153-156



図版1 第1～3主成分の振幅の水平分布