

我が国周辺水域の海洋環境

我が国周辺水域の海流

我が国周辺水域の環境指標

日本周辺の表面水温

1. 表面水温分布・偏差図

2001年1月から2003年7月まで日本近海の表面水温の分布の状況を各月の18年平均からの差(偏差)を3ヶ月ごとにあらわしたものです。

2. 海域毎の水温・偏差(18年分)

日本近海の特徴的な親潮域(OY)・黒潮続流域(KE)・黒潮域(KR)・東シナ海(EC)・対馬暖流域(TW)の5海域を取り出し、1985年から2003年までの間の水温とその各月からの差(偏差)をあらわしたものです。2001年1月から2003年7月まで日本近海の表面水温の分布の状況を各月の18年平均からの差を3ヶ月ごとにあらわしたものです。縦軸に月を横軸に年を示しています。

3. 海域毎の3年の水温時系列

日本近海の特徴的な5海域を取り出し、1985年から2003年までの間の水温とその各月からの差(偏差)の時系列をあらわしたものです。また偏差については移動平均を掛け長期的な変動がどのようになっているかを示しました。

海洋環境と資源変動の関連

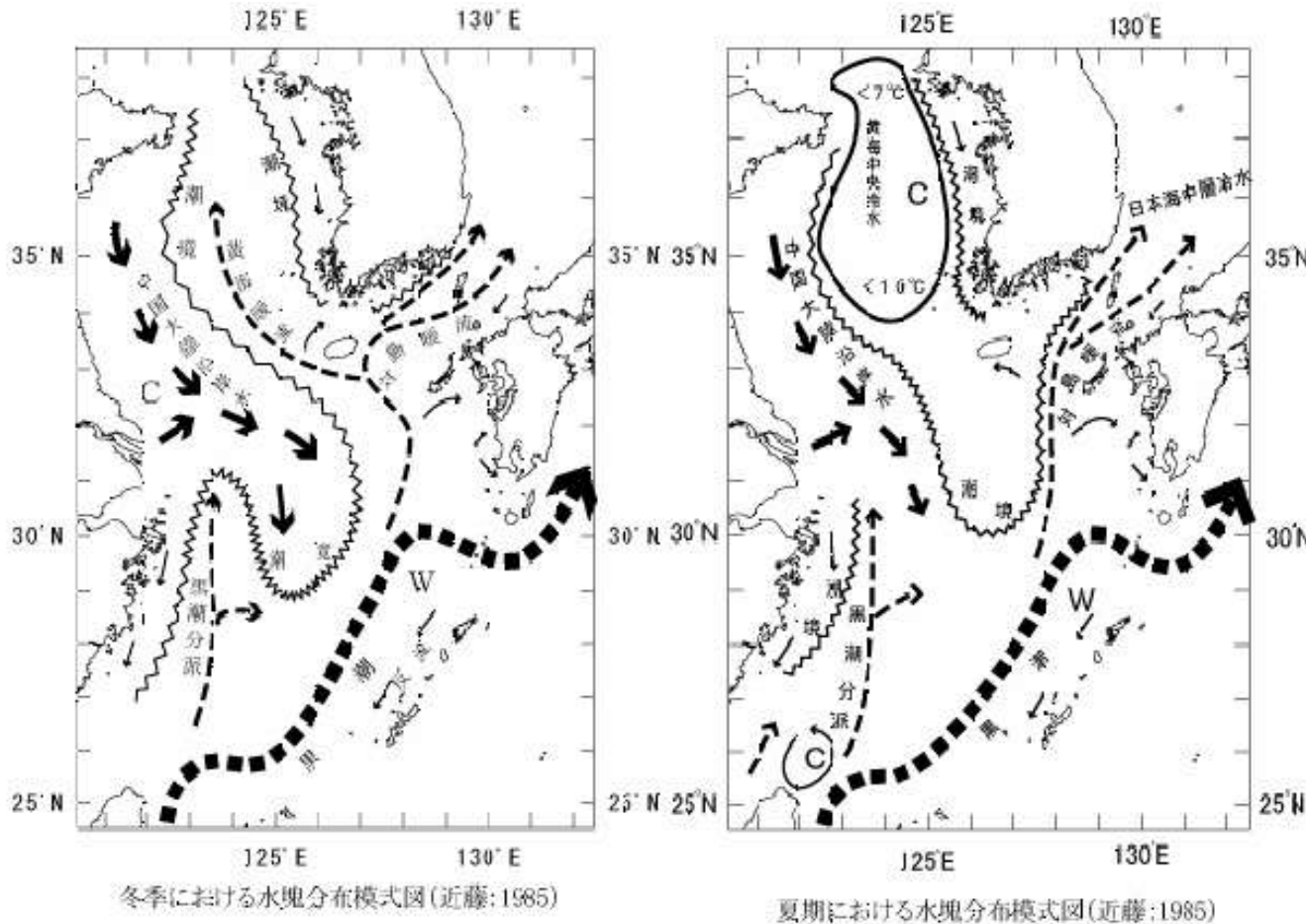
- ・瀬戸内海東部海域におけるカタクチシラスの分布と海況との関係
- ・地球規模の環境変動と資源変動

※本資料は、ウェブサイト「わが国周辺の水産資源の評価」の「関連リンク・パンフレット等」にあります「1985～2003年の我が国周辺水域の海洋環境(2004年)」にてウェブページ(HTML)として提供してありました内容をA4サイズのPDFに再構成したものです。ページサイズの制限などにより元の資料をそのまま再現できていない部分もございますが、ご容赦願います。

我が国周辺水域の環境指標



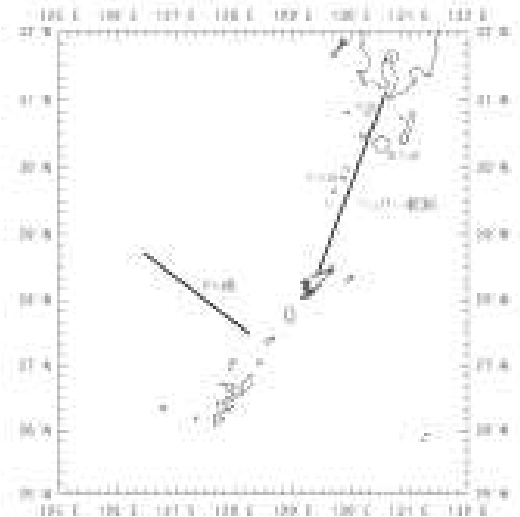
東シナ海の海洋構造



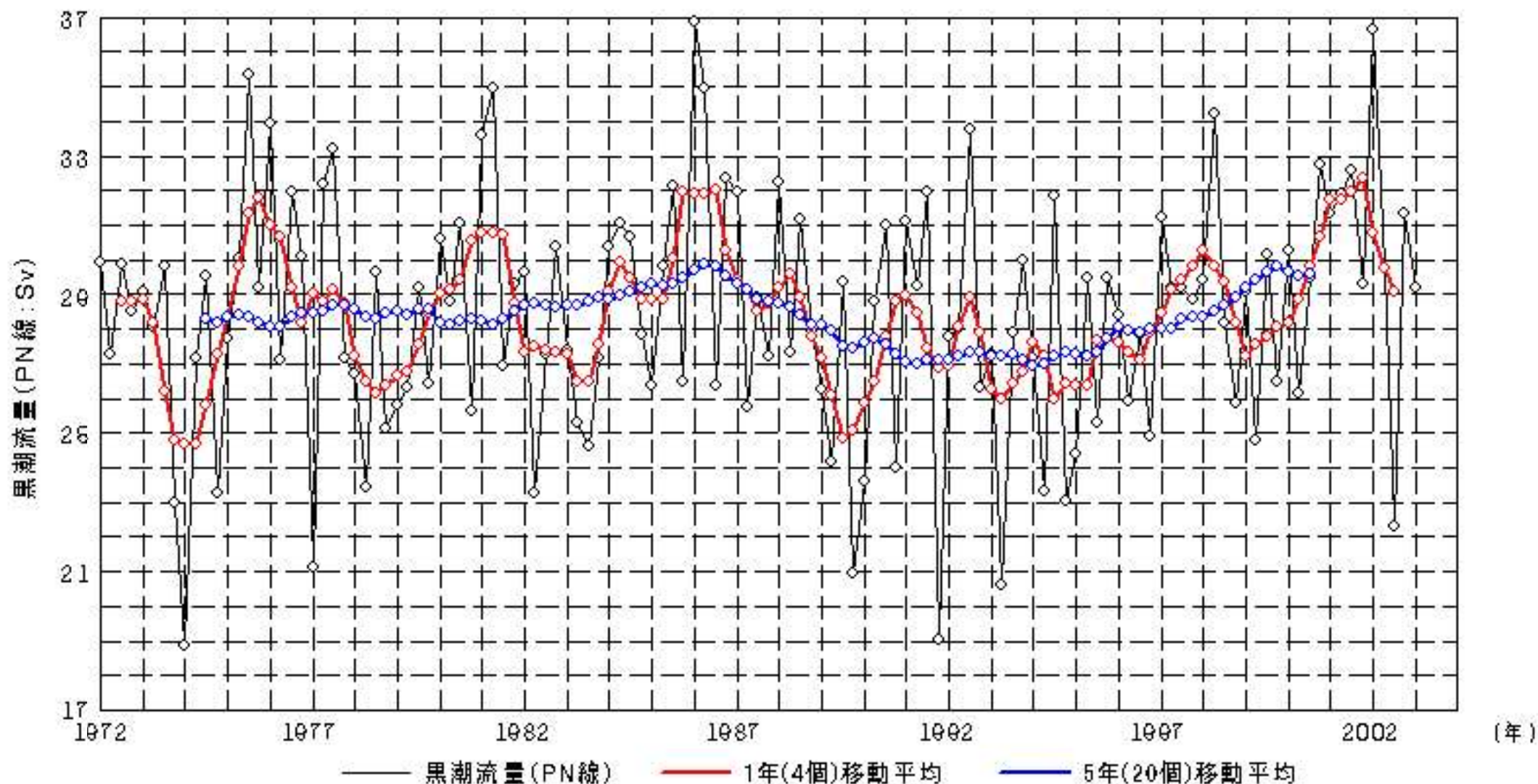
東シナ海の海洋構造は沖合いを流れる黒潮・中国大陸から流出してくる河川水・黄海で冬季強く冷却されることにより発生する冷水があります。主に黒潮の流量(下図のPN線)・流れの位置(下図のフェリー航路上の位置)をモニタしています。

東シナ海の黒潮

黒潮は台湾の東側から東シナ海に入り、陸棚縁辺に沿って流れ九州西部海域で向きを変え、奄美大島～鹿児島の間を抜け太平洋に流出している。九州西部において黒潮の一部は北に流れ対馬暖流の源になっている

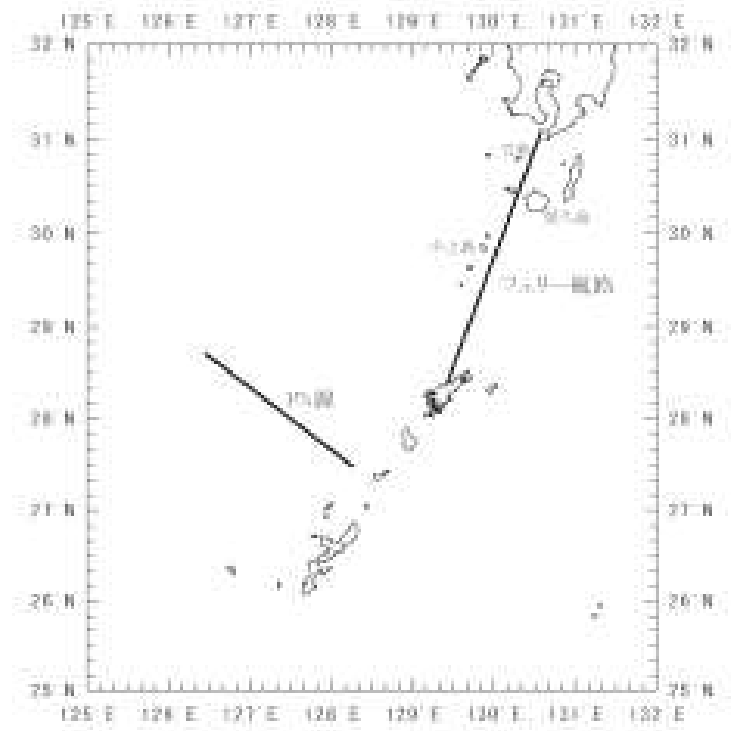
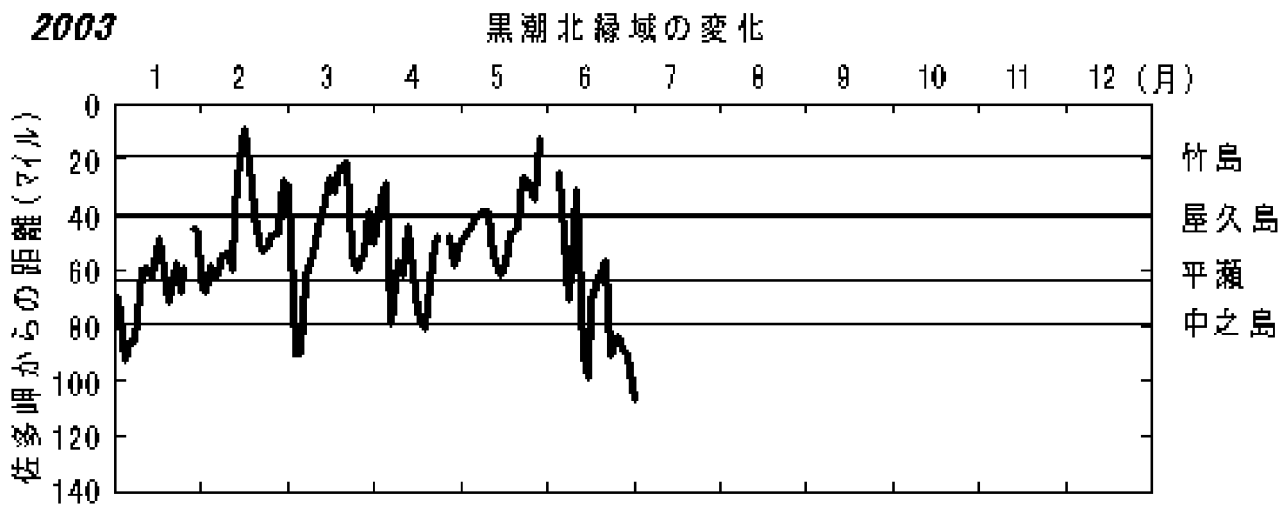
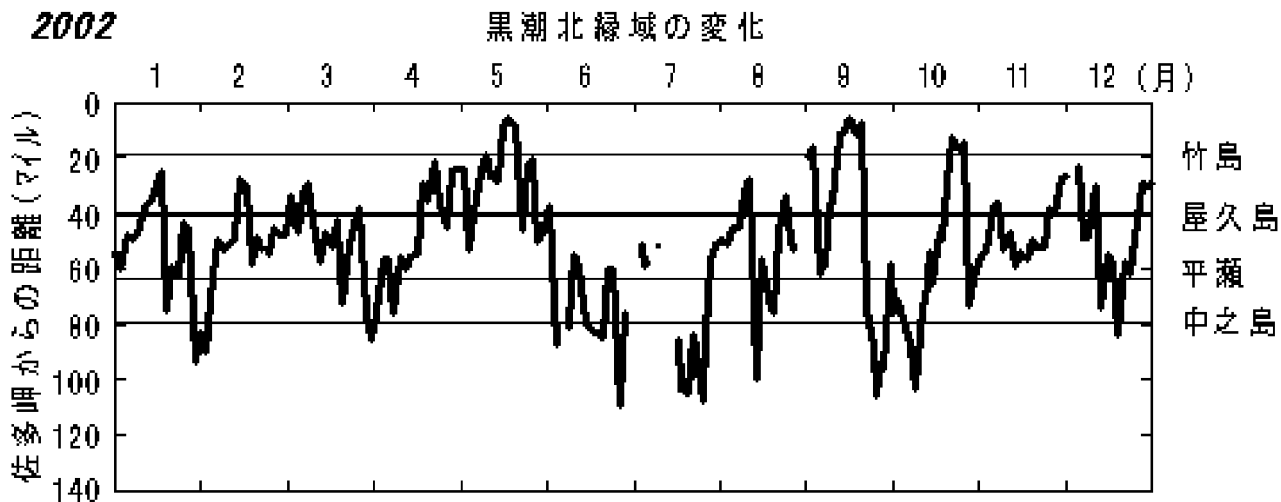


東シナ海の家況指標①沖繩北西方黒潮流量



沖縄北西方における黒潮の流量変動(資料:長崎海洋気象台)

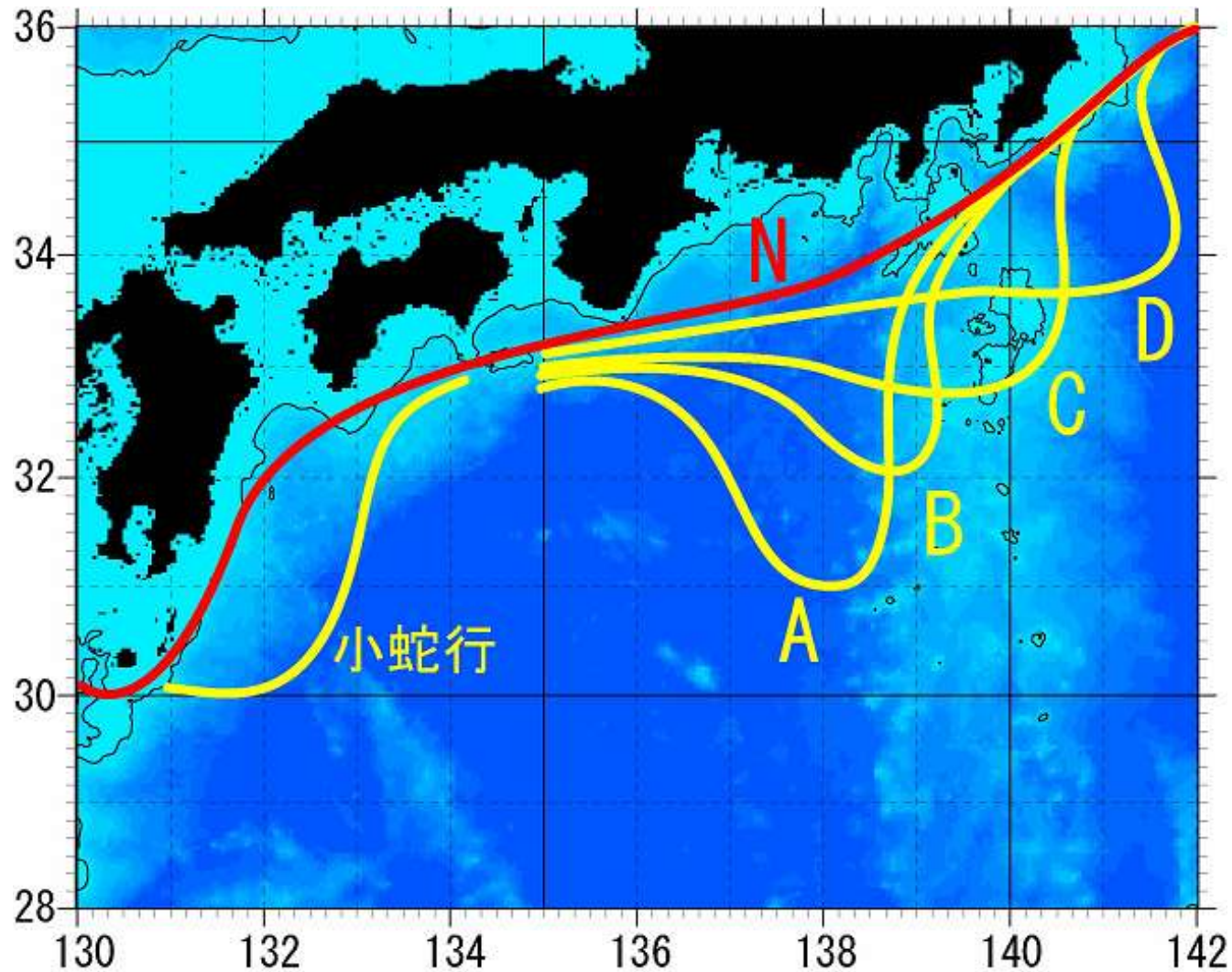
東シナ海の海況指標①鹿児島黒潮北縁位置



鹿児島～奄美大島間のフェリーから得た表面水温などから決定した黒潮の北縁位置

資料: 鹿児島県水産試験場

日本南岸海域(中央ブロック)を特徴づける海洋構造



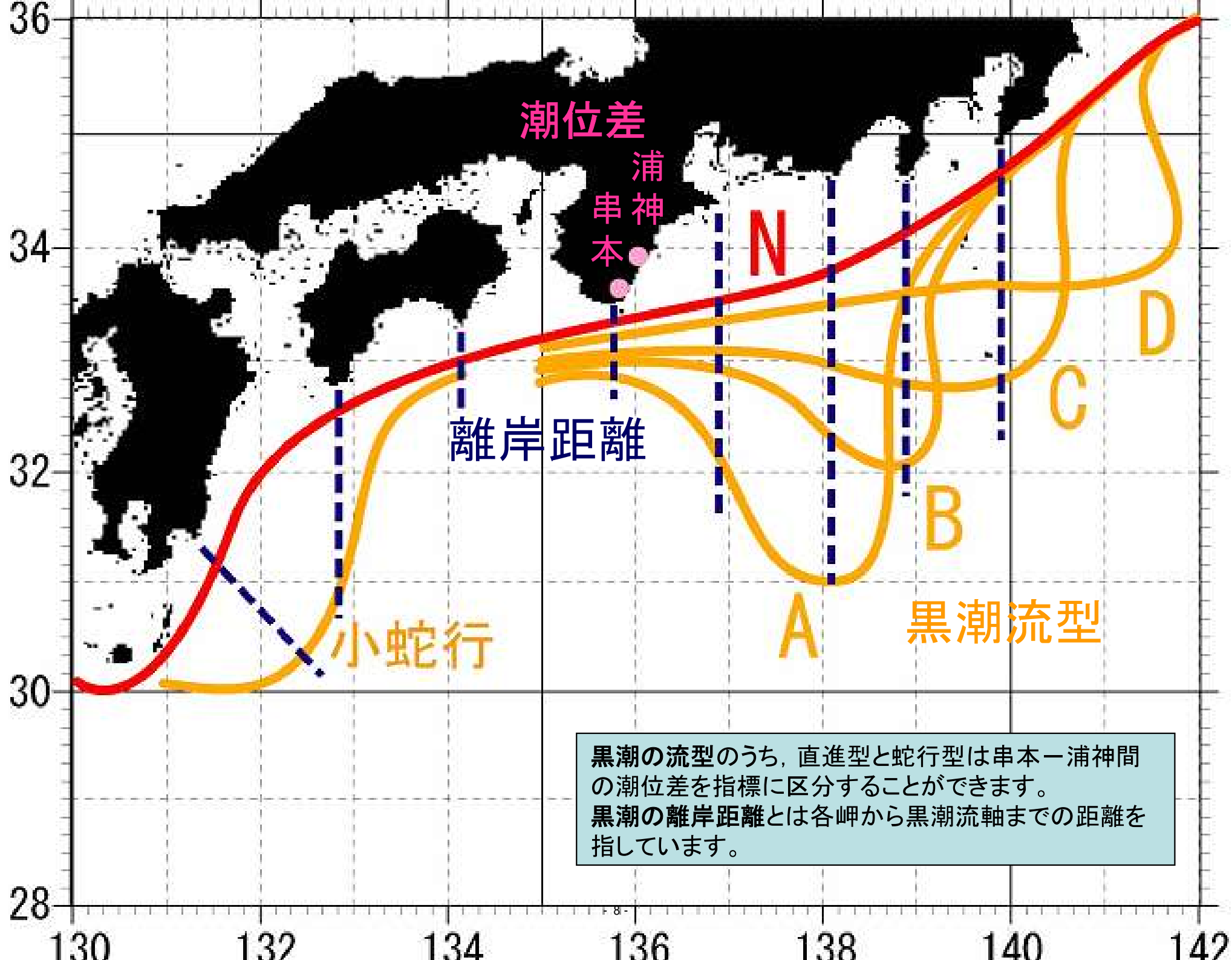
日本南岸海域(中央ブロック)には本州南岸に沿って黒潮が流れています。黒潮の流路・流量は変動が大きく、岸近くをまっすぐ流れる場合もあれば、はるか南の方に下がり流れることもあります。岸近くを流れるときに沿岸に黒潮の暖かい水が流れ込み、高温になったり異常潮位を起こす一方、シラスなどを沿岸に運んでくれることもあります。このように、この海域は漁模様も黒潮の動向に左右されることが多く、黒潮がどのように流れているかが大きな関心事となっています。

黒潮の流型

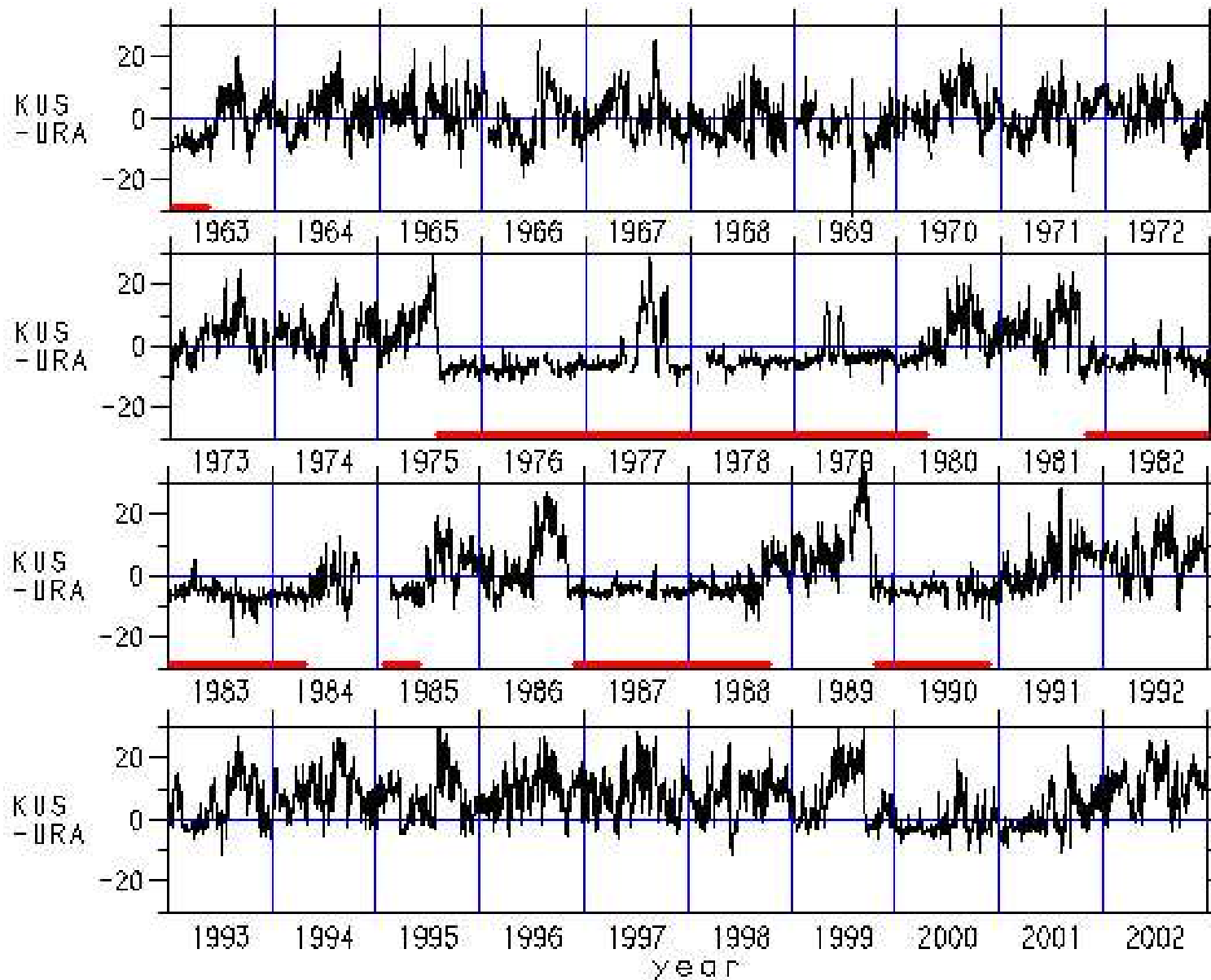
紀伊半島沖から房総半島沖にかけての黒潮の流路は大きく分けて5種類に分類されます。この間をほぼ直進して流れるN型。最も南まで下がり伊豆諸島海域の西を北上するA型(大蛇行)。A型より小さい蛇行のB型。伊豆諸島海域をまたいで蛇行するC型。伊豆諸島海域の東に蛇行があるD型があります。

黒潮小蛇行

九州南東沖で黒潮が離岸することがあります。このふくらみが東に移動することが認められます。これが黒潮小蛇行の形成とその東進現象です。



黒潮が大蛇行していた期間



黒潮の大蛇行(A型)の様子は、紀伊半島南部に位置する2箇所の検潮所(串本と浦神)の潮位に差があるかどうかを調べればよいことがわかっています。図にはその潮位差が年毎にどのように変化したかを示しました。赤線は黒潮が大蛇行(A型)していたことを示しています。

「潮位データによる黒潮のモニタリング(黒潮の流路情報)」より抜粋
(東京大学海洋研究所提供, <http://cer.ori.u-tokyo.ac.jp/tides/>)

黒潮の流型変化の様子

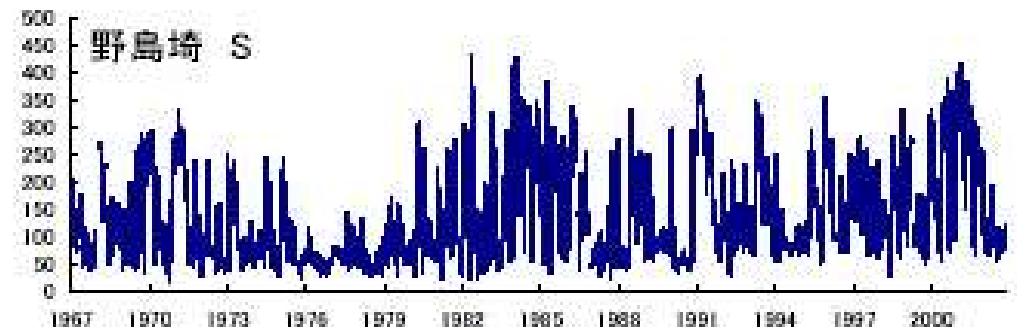
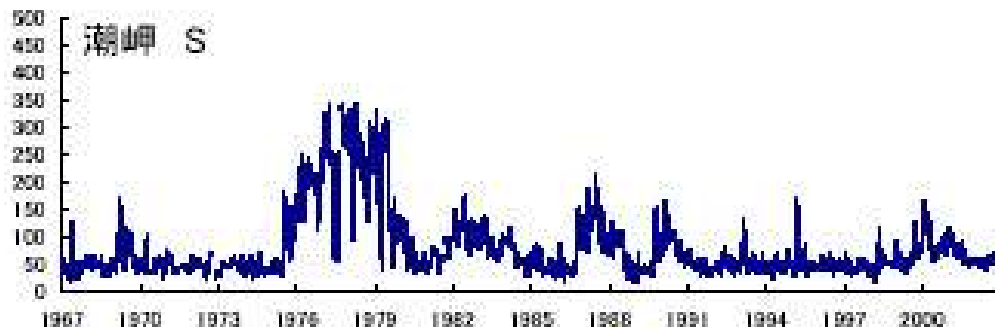
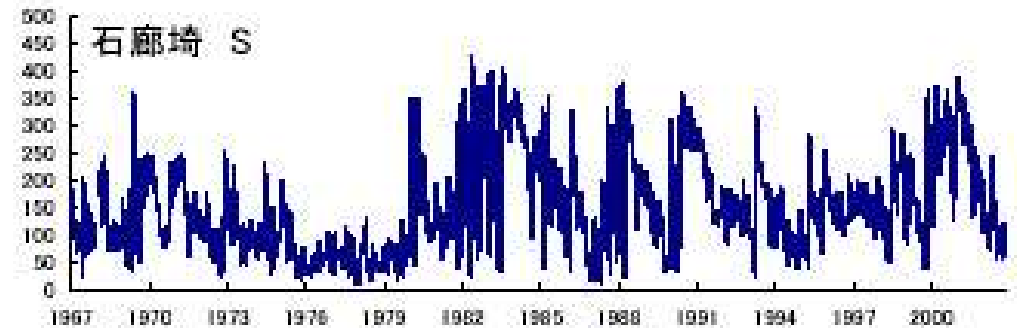
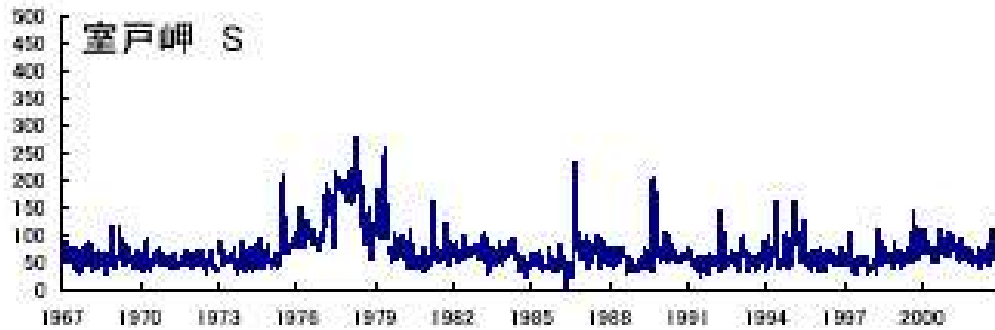
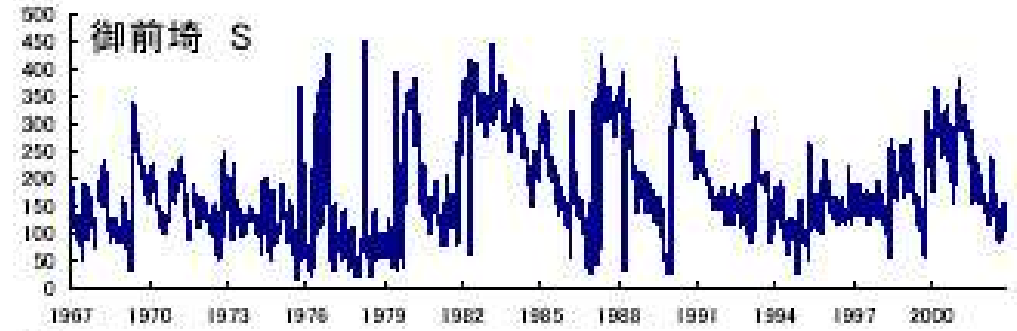
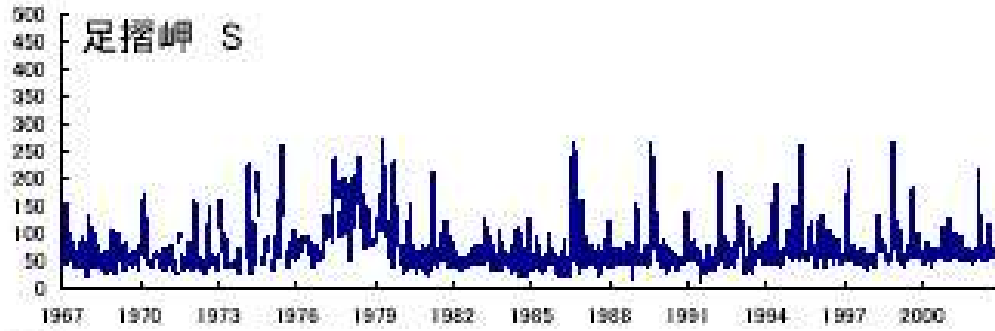
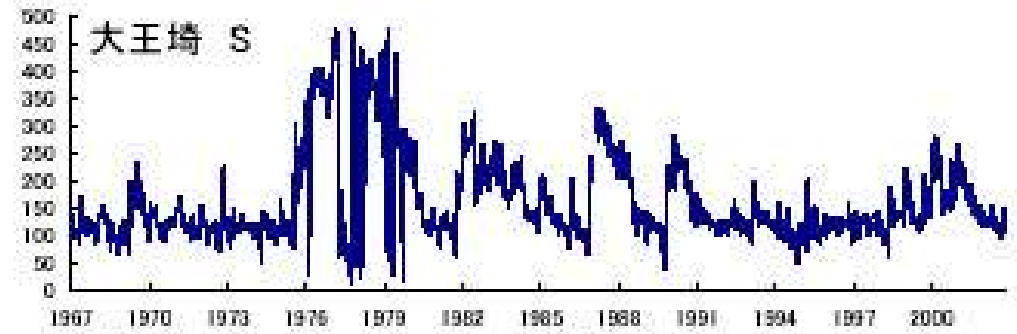
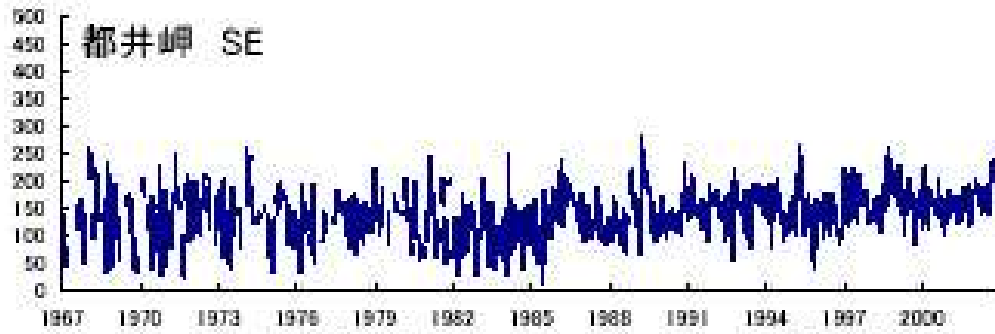
西暦(年号)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月													
1965(昭40)	D	C	N	N	N	N	N	N	N	N	B	B	B	C	D	C	D	D	N	N	N	D	N	N	
1966	N	N	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	D	D	B	N	D	N	N	N	N	N	N	B	B
1967	D	D	C	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B	B	B	N	B	B	N	N	N	N	N	N
1968	N	C	C	C	C	C	C	C	C	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1969	D	N	N	N	N	N	D	D	B	B	B	B	C	C	B	B	C	C	B	B	C	C	D	C	
1970(昭45)	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B	C	D	D
1971	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	N	N	N	N	N	B	B	D	C	N	N	N	N	N
1972	N	N	N	N	N	N	D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B	C	C
1973	N	B	N	N	N	N	C	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1974	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1975(昭50)	N	N	D	D	D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	A	B	B	B	B	B	B	B	A	A	
1976	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1977	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1978	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1979	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
1980(昭55)	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D	C	C	C	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B
1981	B	B	B	B	B	N	N	N	N	N	B	D	D	N	N	N	N	D	D	B	B	C	B	C	
1982	C	C	C	C	C	B	B	B	B	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C
1983	C	B	B	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	B	C	C	C	B	B	B
1984	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	N	N	C	C	C	C	C	C
1985(昭60)	C	C	B	B	C	C	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	D	N	N	N	C	C	C	D	
1986	N	N	N	N	CD	WC	C	C	C	C	N	N	N	C	C	N	N	N	C	N	N	N	A	A	A
1987	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1988	C	B	B	B	C	B	B	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	N	N	C	C	C	C	CD	
1989(平1)	B	C	C	C	C	DW	C	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	DN	B	A	A	A	A	
1990(平2)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	AC	C	C	C	C	CD	CD	
1991	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	CD	C	C	C	C	C	C	D	NN	N	N	N	N	N	N
1992	C	DC	N	N	N	N	N	BD	C	DN	N	N	N	N	D	N	N	N	N	NC	C	N	N	N	N
1993	N	N	N	N	N	B	B	BC	C	C	C	C	C	C	C	C	N	B	C	D	N	N	N	N	N
1994	B	C	D	N	N	N	C	C	NN	N	N	N	N	N	B	BN	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1995(平7)	NN	N	N	N	N	N	B	B	B	C	C	C	D	D	NN	N	N	N	N	N	N	N	BC	C	CD
1996	C	D	D	D	W	D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B	C	D	N
1997	N	D	D	D	C	C	C	CW	D	ND	N	D	C	CNC	D	W	N	C	D	N	N	N	B	C	
1998	D	C	N	N	D	N	NW	N	N	N	NB	B	B	C	C	C	C	N	N	BC	C	C	C	C	C
1999	CW	W	WB	C	C	C	C	C	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	BN	B	B	B	B	C	C
2000(平12)	C	C	CW	W	W	WB	B	BC	CW	WB	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	CW	CW	CB	B	
2001	C	C	C	C	C	C	C	C	W	B	C	C	C	C	C	WB	BC	10	C	CD	DW	WD	DN	C	
2002	N	N	N	N	N	N	N	NB	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2003	N	N	N	N	N	N	B	NW	WN	B	BC	D	N	ND	N	N									

・本州南岸における黒潮の流型 (A, B, C, D, N型)を旬毎に分類し, A型を赤色, B型をピンク色, C型を黄色, D型を緑色, N型を水色, その他を白色に色分けして示しました。

・A型とN型は継続性があること, B, C, D型は短期的に変化していることなどがわかります。

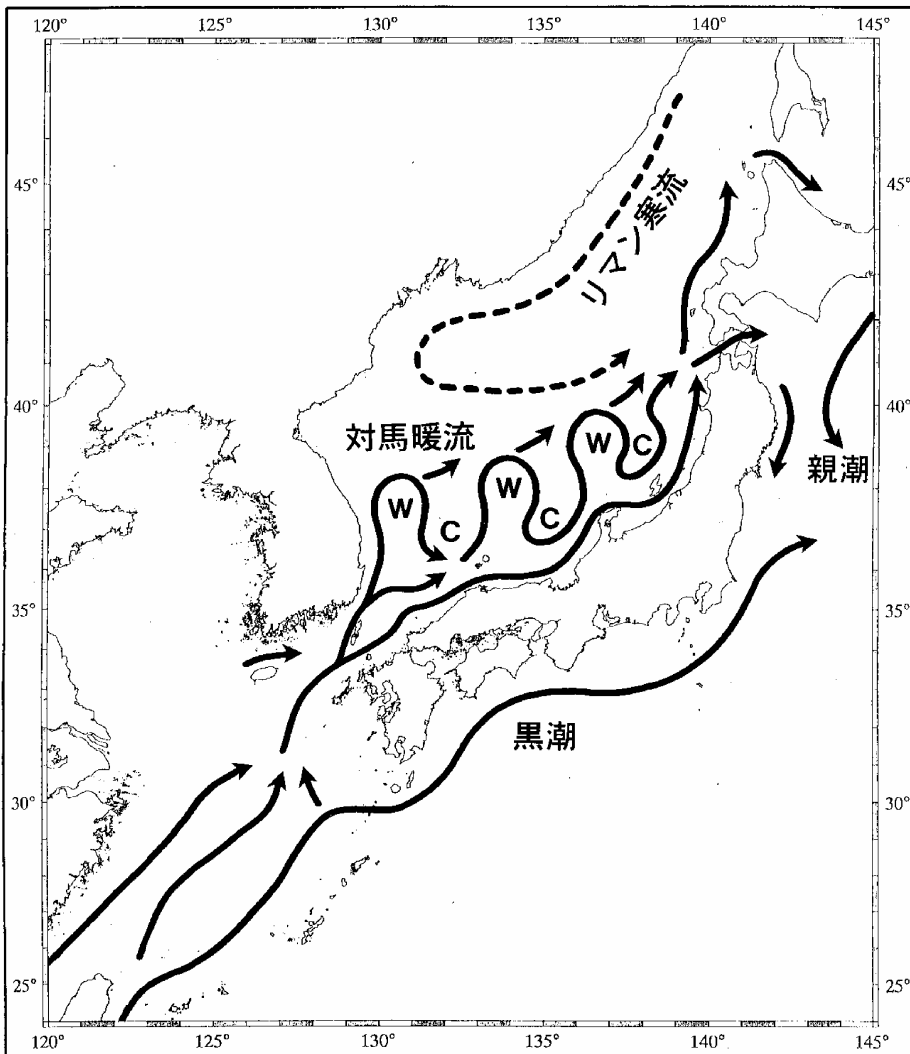
海洋速報(海上保安庁海洋情報課)および一都三県漁海況速報を基に, 静岡県水産試験場が作成した表を一部改訂した。

日本南岸海域における黒潮の離岸距離の時間変動



各岬から特定の方角へ向けて測った黒潮流軸までの距離の時間変化で、例えば都井岬SEならば、都井岬から南東に何km離れたところに黒潮流軸があるかを示しています。

日本海の海況を特徴づける海洋構造



1) 対馬暖流: 対馬東水道に由来する沿岸分枝(第1分枝)の流路は安定しているのに対し, 対馬西水道由来の沖合分枝(第2分枝)及び東朝鮮海流(第3分枝)の流路の変動は大きい. 沖合分枝及び東朝鮮暖流の流路については, 100m深水温分布のフロント域を追跡することで把握可能である.

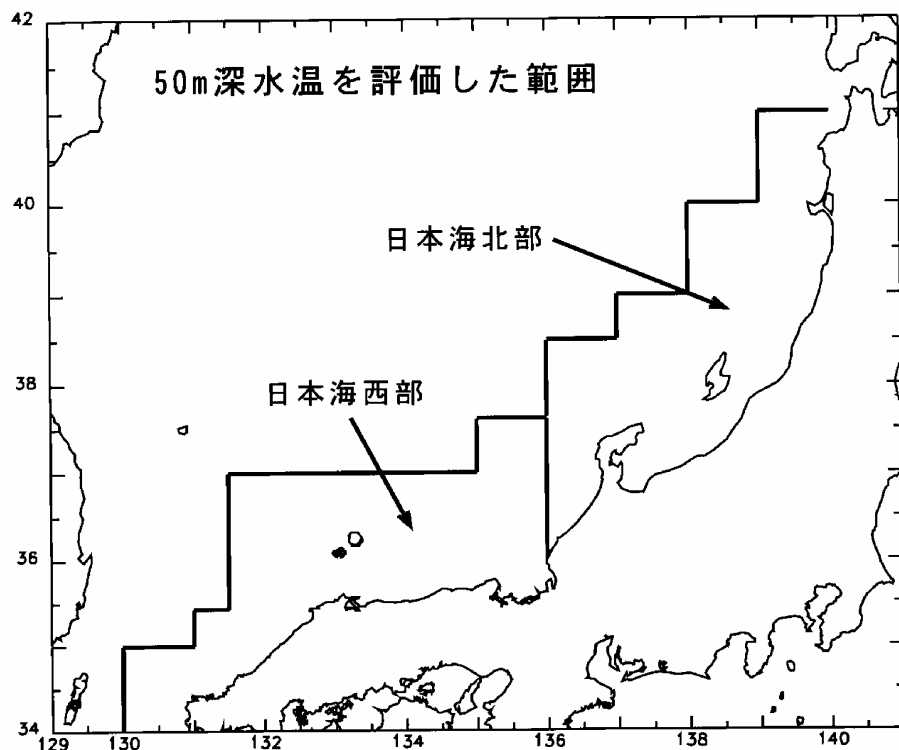
2) 冷水域: 100m深水温分布に基づいて, 周辺海域よりも水温が低い海域を「冷水域」と見なしている. 島根沖, 山陰・若狭沖, 佐渡沖, 入道埼沖でみられることが多い.

3) 暖水域: 200m深水温分布に基づいて, 周辺海域よりも水温が高く, 等温線が閉じている海域を「暖水域」と見なしている. 隠岐諸島東方で発生し, 東～北東へ移動するパターンが一般的. ただし, 同一海域に数ヶ月以上留まることも多い.

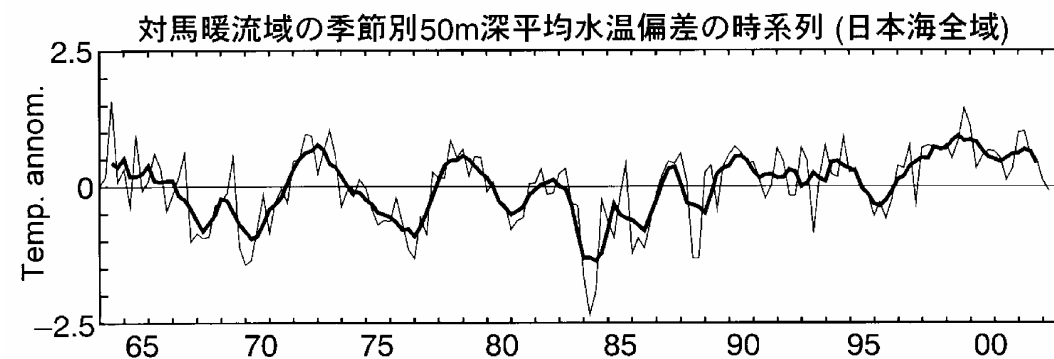
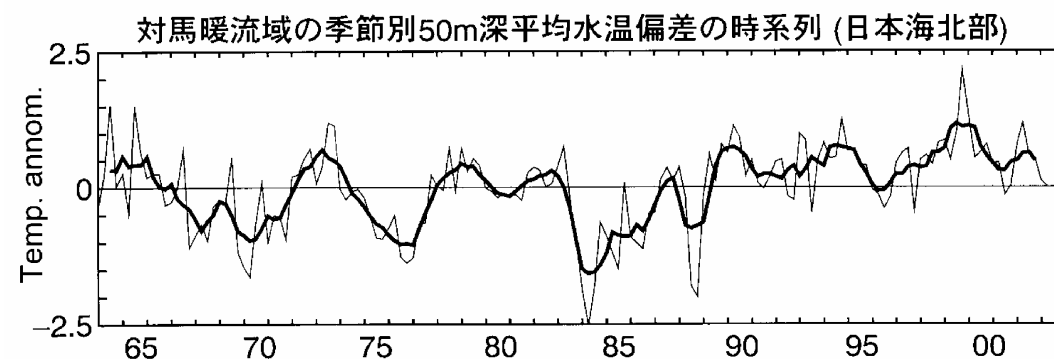
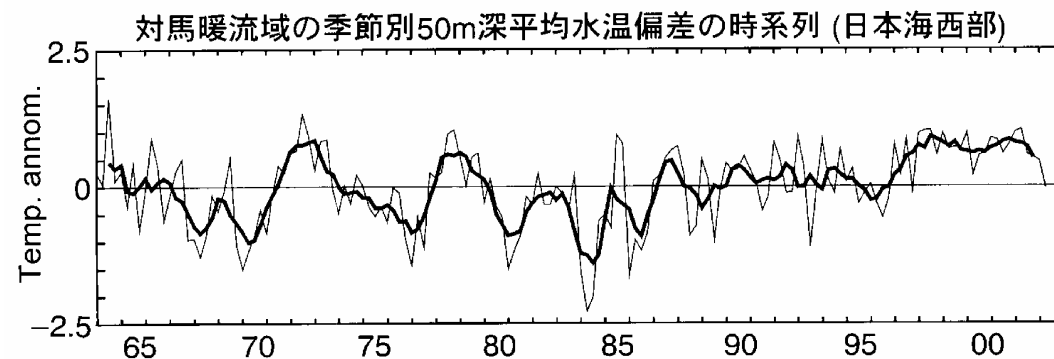
対馬暖流とは

対馬暖流は, 奄美大島北西海域で黒潮から派生した流れのほか, 台湾北東海域で陸棚上を北上する流れ(黒潮分派)や台湾海峡を通過する流れ(台湾暖流)が東シナ海中部で合流し, 形成される. 対馬海峡を通過した対馬暖流は3つの分枝流(沿岸分枝・沖合分枝・東朝鮮暖流)に分かれることが多いが, 北上とともに合流・分岐を経ながら津軽海峡・宗谷海峡を経て太平洋・オホーツク海へ流出する. 対馬暖流が時計回りに流れる海域で暖水域(W)が, 反時計回りに流れる海域で冷水域(C)が出現するが多い.

海況日本海指標①50m深平均水温偏差

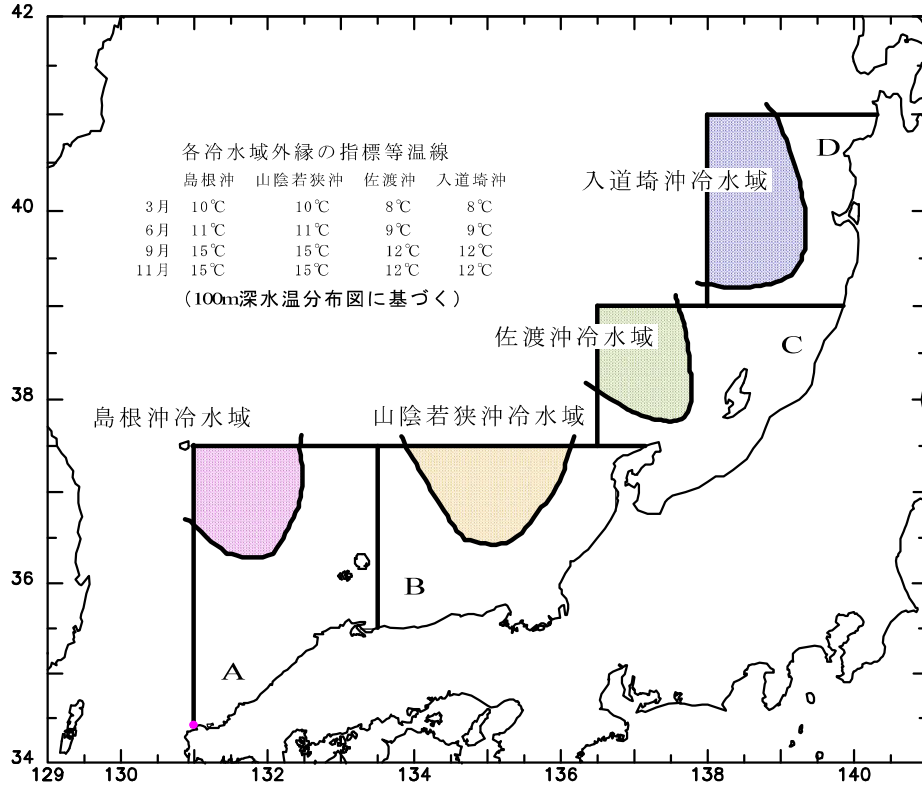


対馬暖流域における50m深の平均水温偏差
(その季節の平年値からのずれ)の時系列.
太線は5季節の移動平均水温を示す



海況日本海指標②主要4冷水域の面積占有率

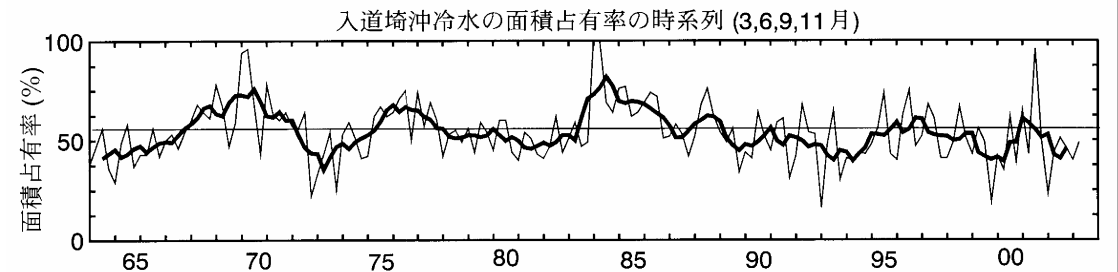
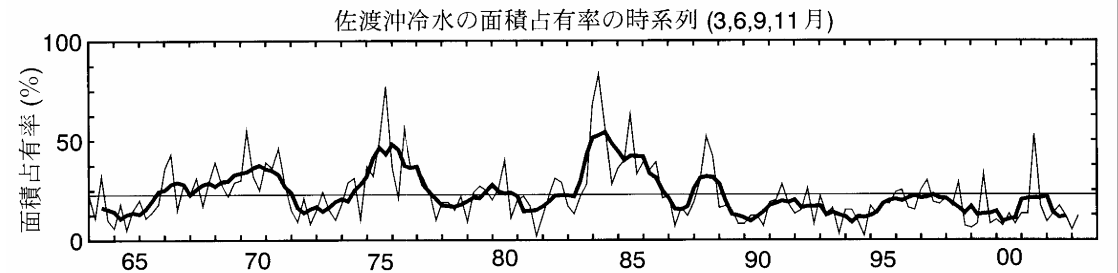
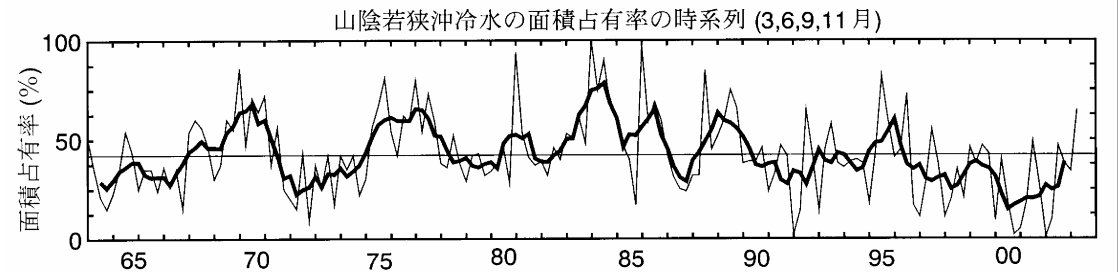
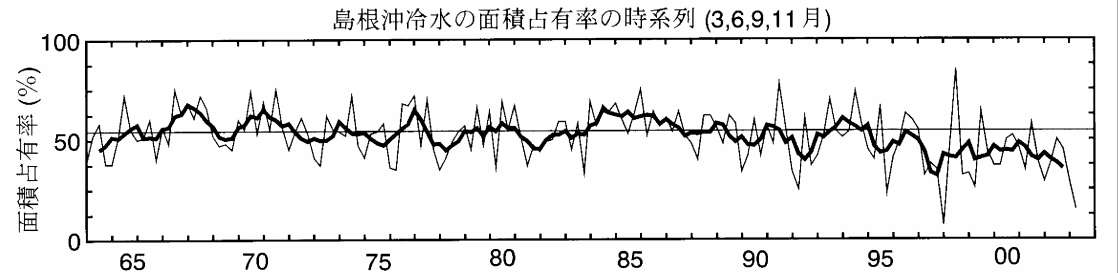
各冷水域の占有率を求めた規定水域



3, 6, 9, 11月の100m深水温分布図に基づく, 日本海の代表的な4つの冷水域の各冷水域の面積占有率。太線は5個の移動平均を示す。

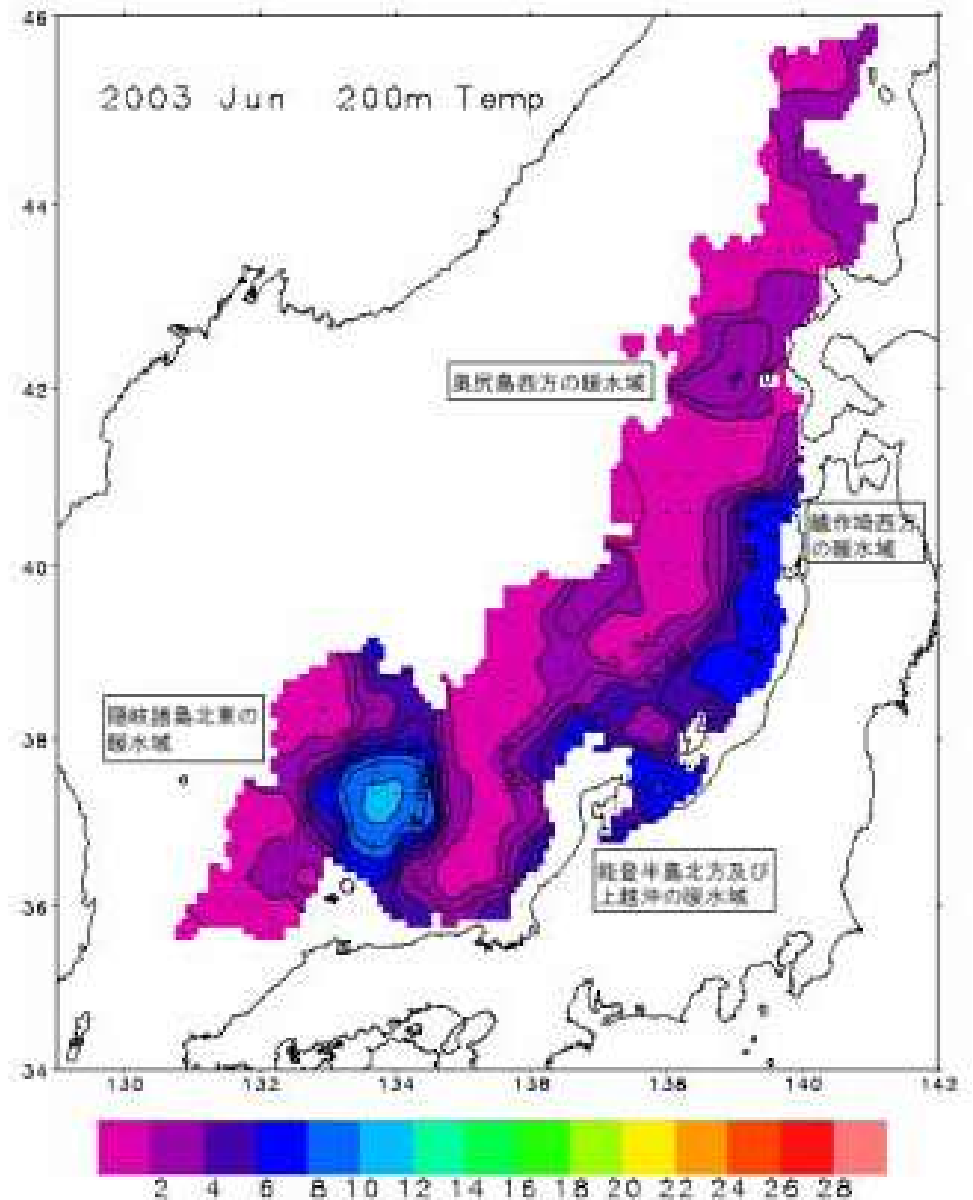
面積占有率.

太線と海岸線に囲まれた規定水域(A~D)の中で, 各冷水域が占める面積の割合(%)。

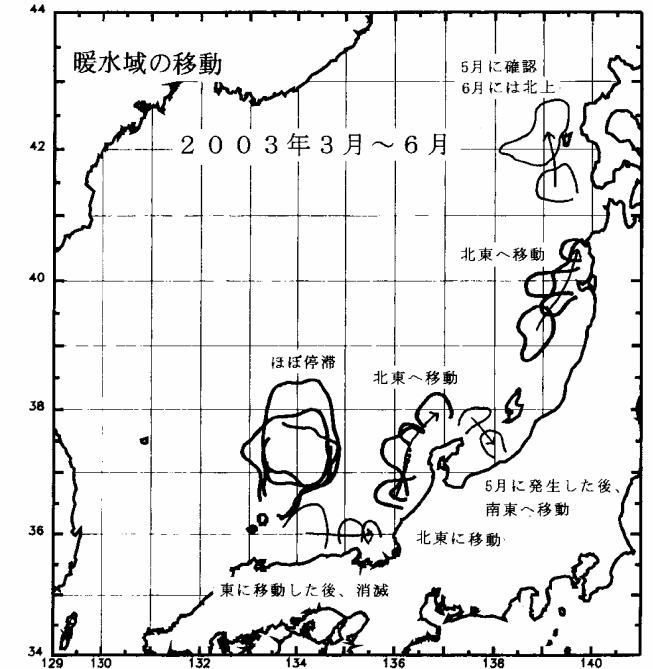
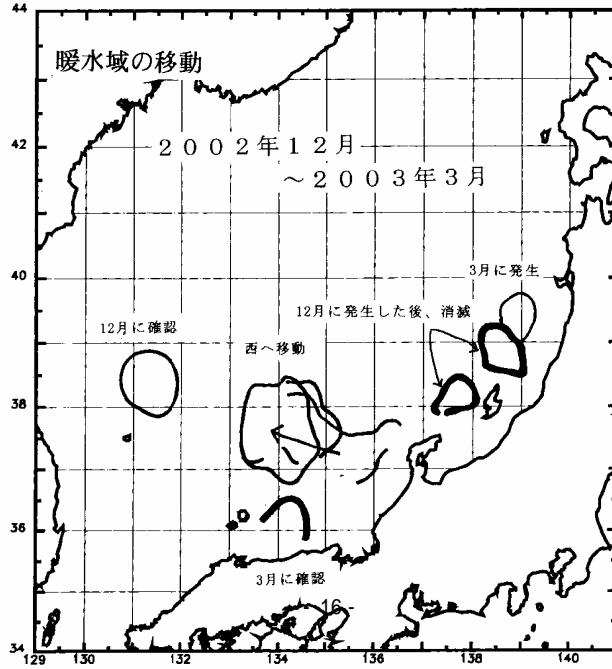
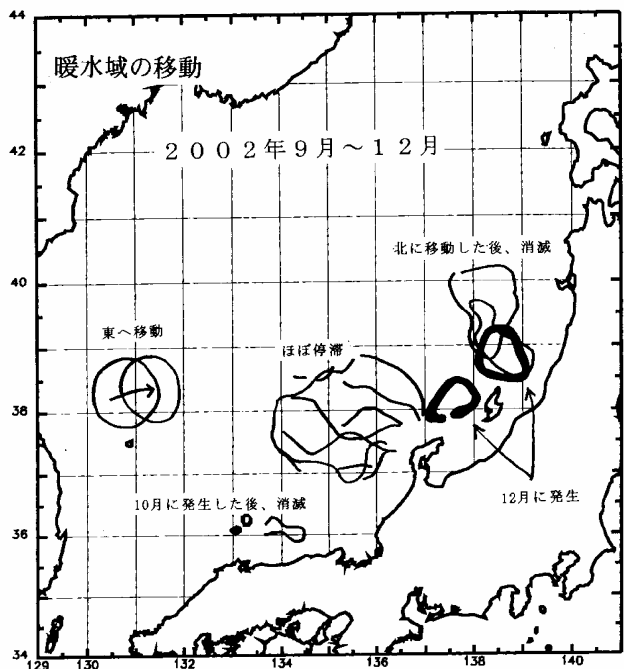
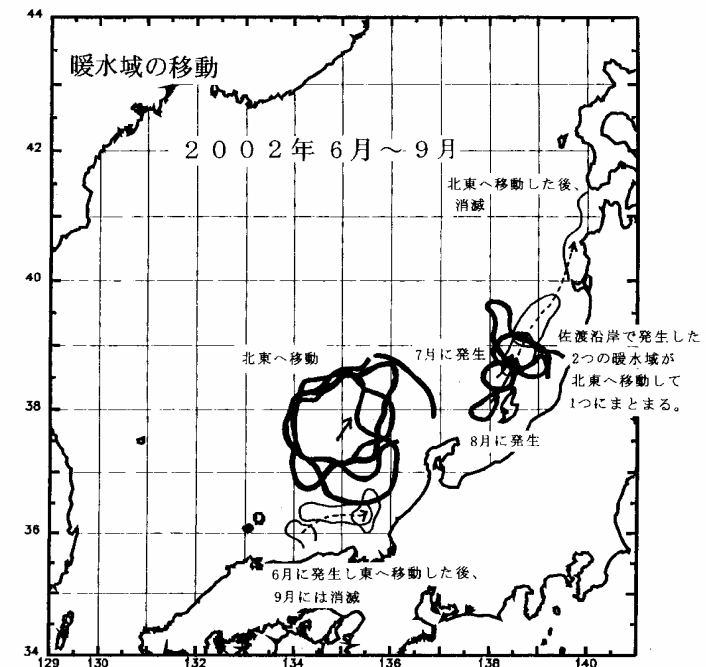
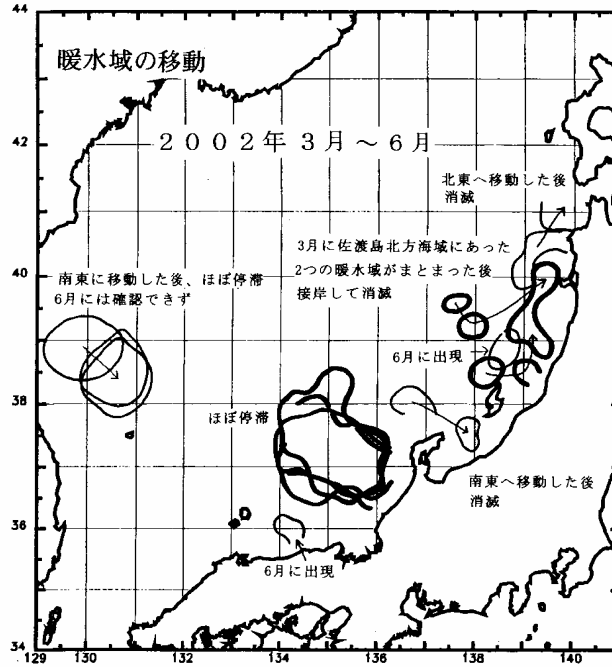
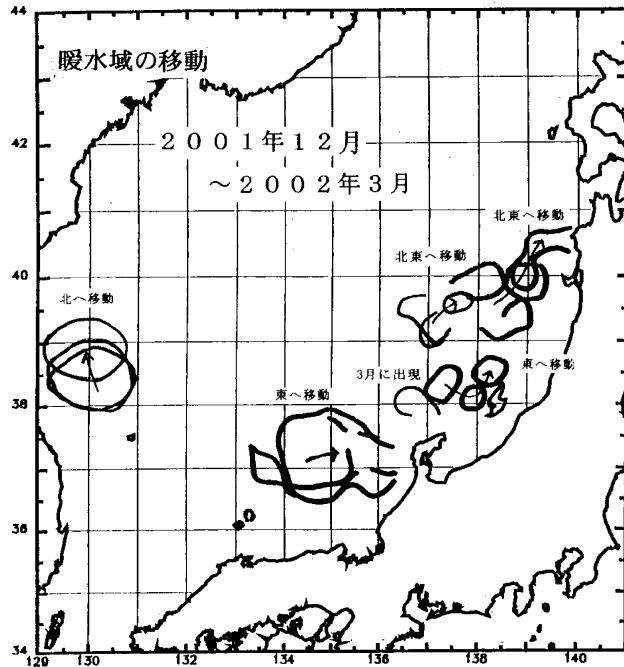


海況日本海指標③暖水域の移動

現在のところ、暖水域の分布・移動を的確に評価できる指標を持ち合わせていない。このため、毎月の200m深水温分布から暖水域と見なすことができるものを抜き出して(右図)、それらの分布を追跡することにより、暖水域の移動を調べている。



2001年12月～2003年6月の暖水域の移動



混合域の水塊配置

TEMPERATURE AT 100m DATE: 1999/0901 - 1999/0930 by TNFRI

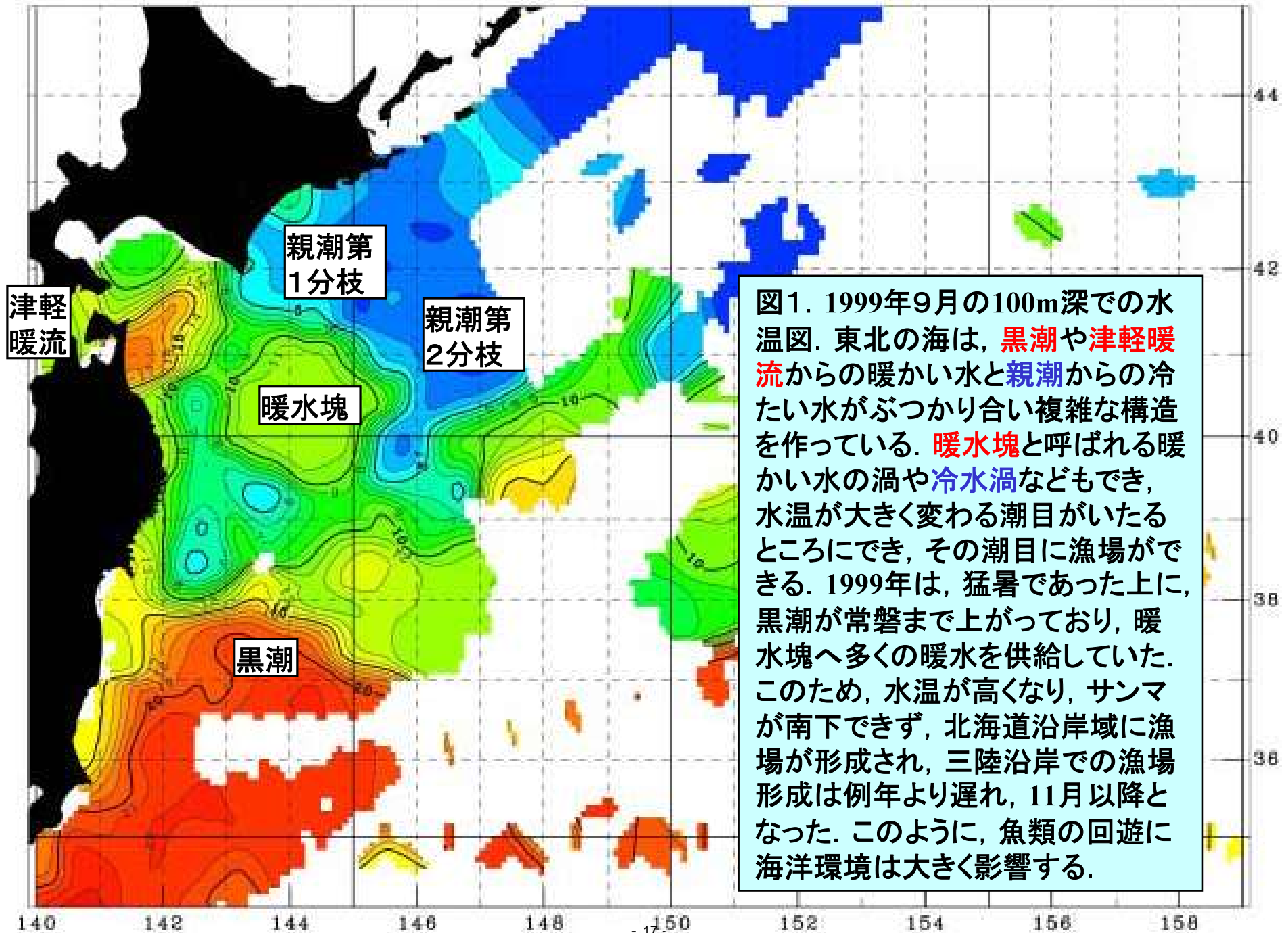


図1. 1999年9月の100m深での水温図. 東北の海は、黒潮や津軽暖流からの暖かい水と親潮からの冷たい水がぶつかり合い複雑な構造を作っている。暖水塊と呼ばれる暖かい水の渦や冷水渦などもでき、水温が大きく変わる潮目がいたるところにでき、その潮目に漁場ができる。1999年は、猛暑であった上に、黒潮が常磐まで上がっており、暖水塊へ多くの暖水を供給していた。このため、水温が高くなり、サンマが南下できず、北海道沿岸域に漁場が形成され、三陸沿岸での漁場形成は例年より遅れ、11月以降となった。このように、魚類の回遊に海洋環境は大きく影響する。

混合域の循環像

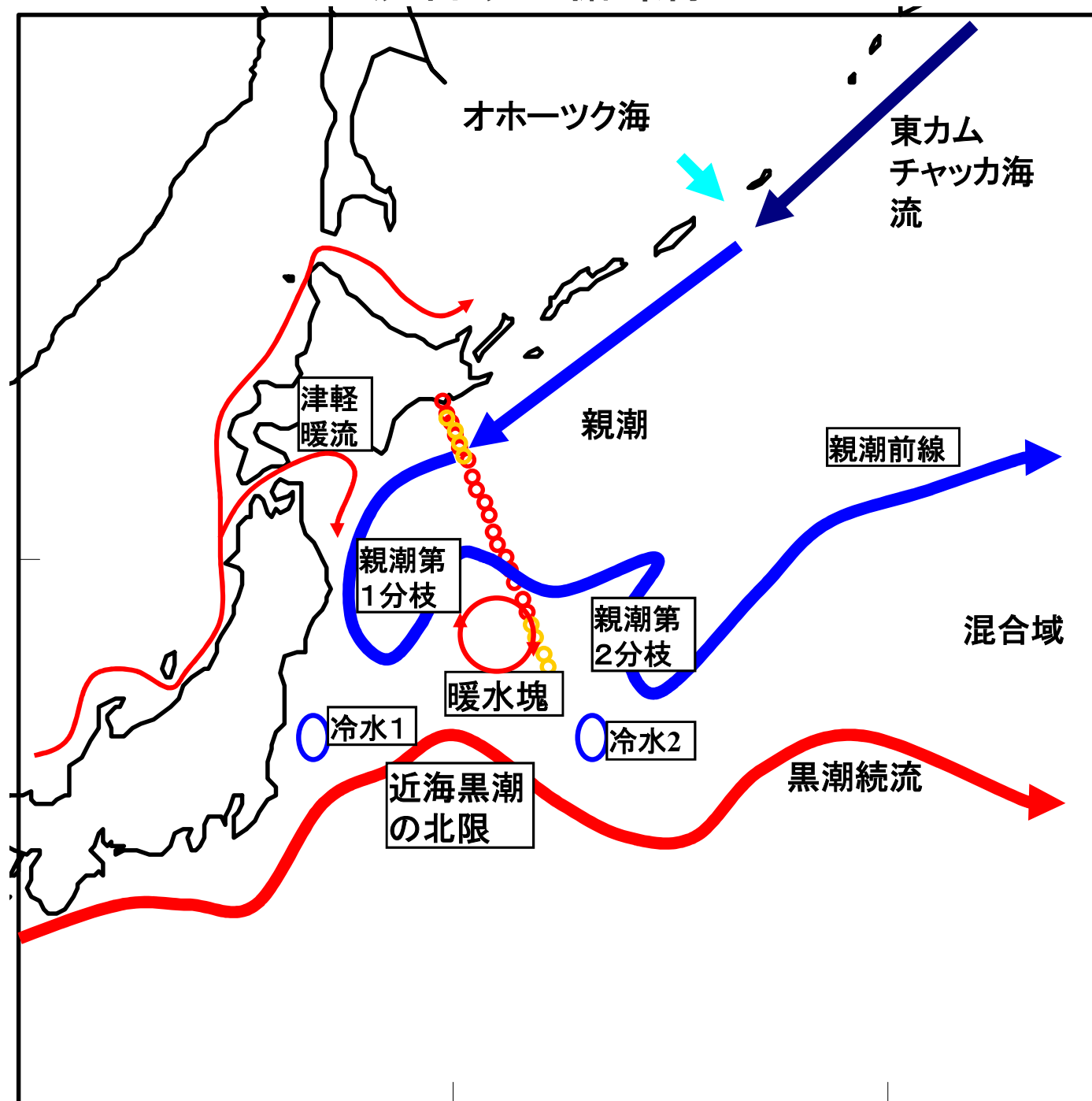


図2. 東北区水産研究所では混合域における各種水塊の勢力や位置などを示すインデックスを作成し、漁海況予報の作成資料として使用しています。

- 親潮第1分枝
- 親潮第2分枝
- 親潮第1分枝出現域における親潮水
- 親潮第2分枝出現域における親潮水
- 沖合親潮前線
- 津軽暖流
- 暖水塊
- 近海黒潮の北限
- 東北沿岸底層水温

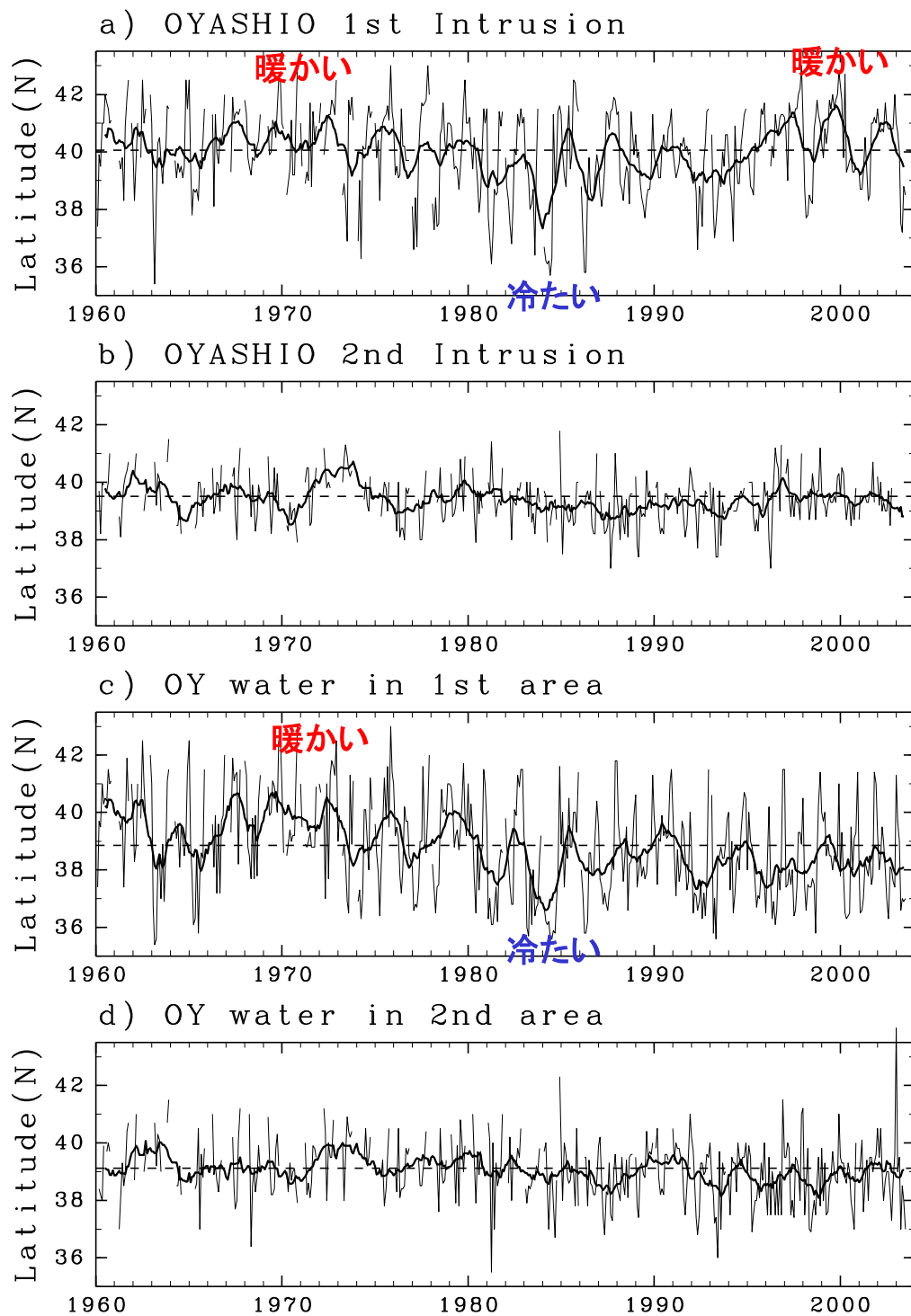
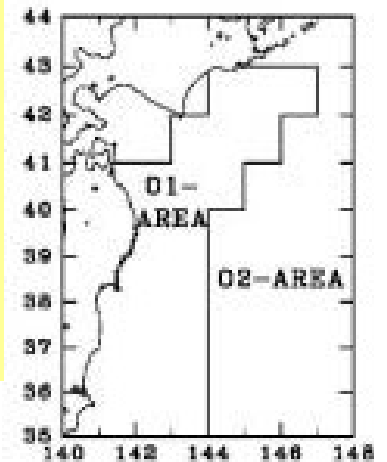


図3. 親潮水の南限緯度の経年変動

a)親潮第1分枝先端緯度,
 b)親潮第2分枝先端緯度,
 c)親潮第1分枝出現水域における100m深5°Cの先端緯度,
 d)親潮第2分枝出現水域における100m深5°Cの先端緯度.
 細い実線:各月における先端緯度, 太い実線:13ヶ月移動平均, 破線:1960年~2002年の平均緯度.

道東近海や襟裳岬近海から続いている100m5°C等温線で囲まれている海域を親潮域と定義しています。この親潮域の枝状の南への張り出しのうち、岸から1番目のものを親潮第1分枝、2番目のものを親潮第2分枝と呼びます。図3のa)親潮第1分枝先端緯度は、第1分枝の先端部(南端部)の緯度をあらわしています。同様にb)親潮第2分枝先端緯度は、第2分枝の先端部(南端部)の緯度をあらわしています。

これら第1および第2分枝が出現する海域を統計的に調べ、第1分枝出現域、第2分枝出現域を右下図のように定義しました。図3のc)親潮第1分枝出現水域における100m深5°Cの先端緯度は、第1分枝出現水域で観測された100m水温が5°C以下の水の最南端緯度を示しています。d)親潮第2分枝出現水域における100m深5°Cの先端緯度も同様に、第2分枝出現水域で観測された100m水温が5°C以下の水の最南端緯度を示しています。



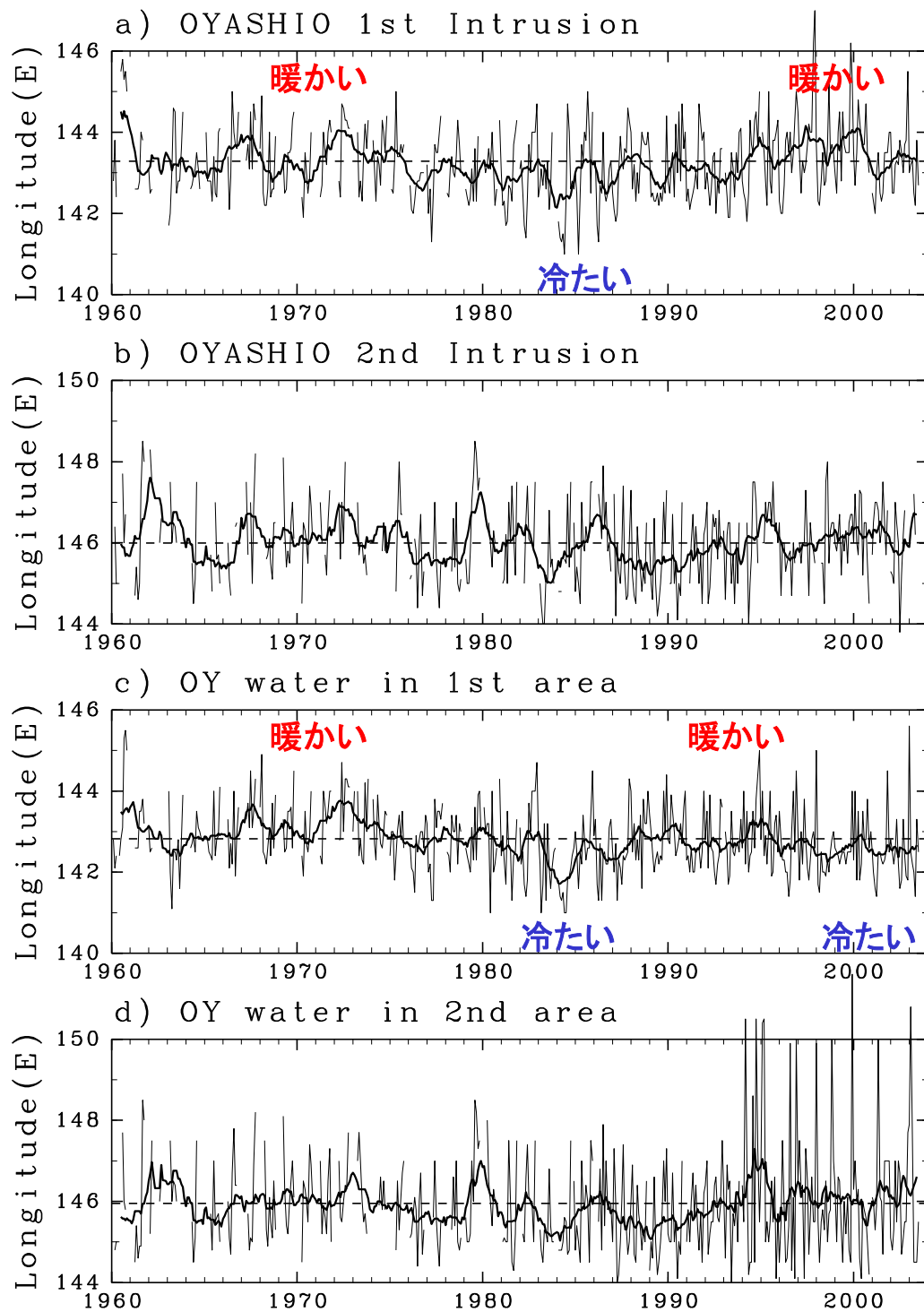
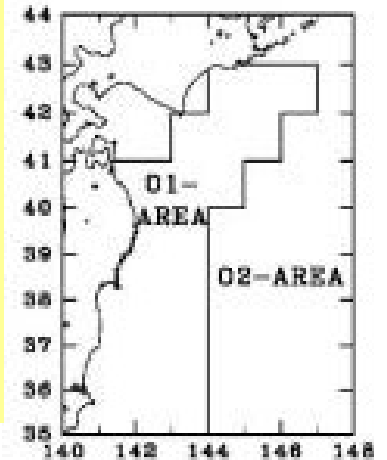


図4. 親潮水の南限位置の経度の経年変動

a)親潮第1分枝先端位置の経度,
 b)親潮第2分枝先端位置の経度,
 c)親潮第1分枝出現水域における100m深5°Cの先端経度,
 d)親潮第2分枝出現水域における100m深5°Cの先端経度.
 細い実線:各月における先端緯度, 太い実線:13ヶ月移動平均, 破線:1960年~2002年の平均緯度.

道東近海や襟裳岬近海から続いている100m5°C等温線で囲まれている海域を親潮域と定義しています。この親潮域の枝状の南への張り出しのうち、岸から1番目のものを親潮第1分枝、2番目のものを親潮第2分枝と呼びます。図4のa)親潮第1分枝先端位置の経度は、第1分枝の先端部(南端部)での経度をあらわしています。同様にb)親潮第2分枝先端位置の経度は、第2分枝の先端部(南端部)での経度をあらわしています。

第1および第2分枝が出現する海域を統計的に調べ、第1分枝出現域、第2分枝出現域を右下図のように定義しました。図4のc)親潮第1分枝出現水域における100m深5°Cの先端経度は、第1分枝出現水域で観測された100m水温が5°C以下の水の最南端位置の経度を示しています。d)親潮第2分枝出現水域における100m深5°Cの先端経度も同様に、第2分枝出現水域で観測された100m水温が5°C以下の水の最南端位置の経度を示しています。



親潮第1分枝の先端位置は、冷水性魚類(マイワシ, ニシン, スケトウダラ, マダラ, イカナゴ等)と暖水性魚類(ブリ, カタクチイワシ, マアジ, スルメイカ等)の生残指標等との対応があることが示されています(児玉;1992, 児玉ら;1995).

また, 三陸沿岸部の内湾における逆潮現象の発生と関連がある(伊藤ら;2000)等, 内湾域の生態系にも影響を与えていると考えられています.

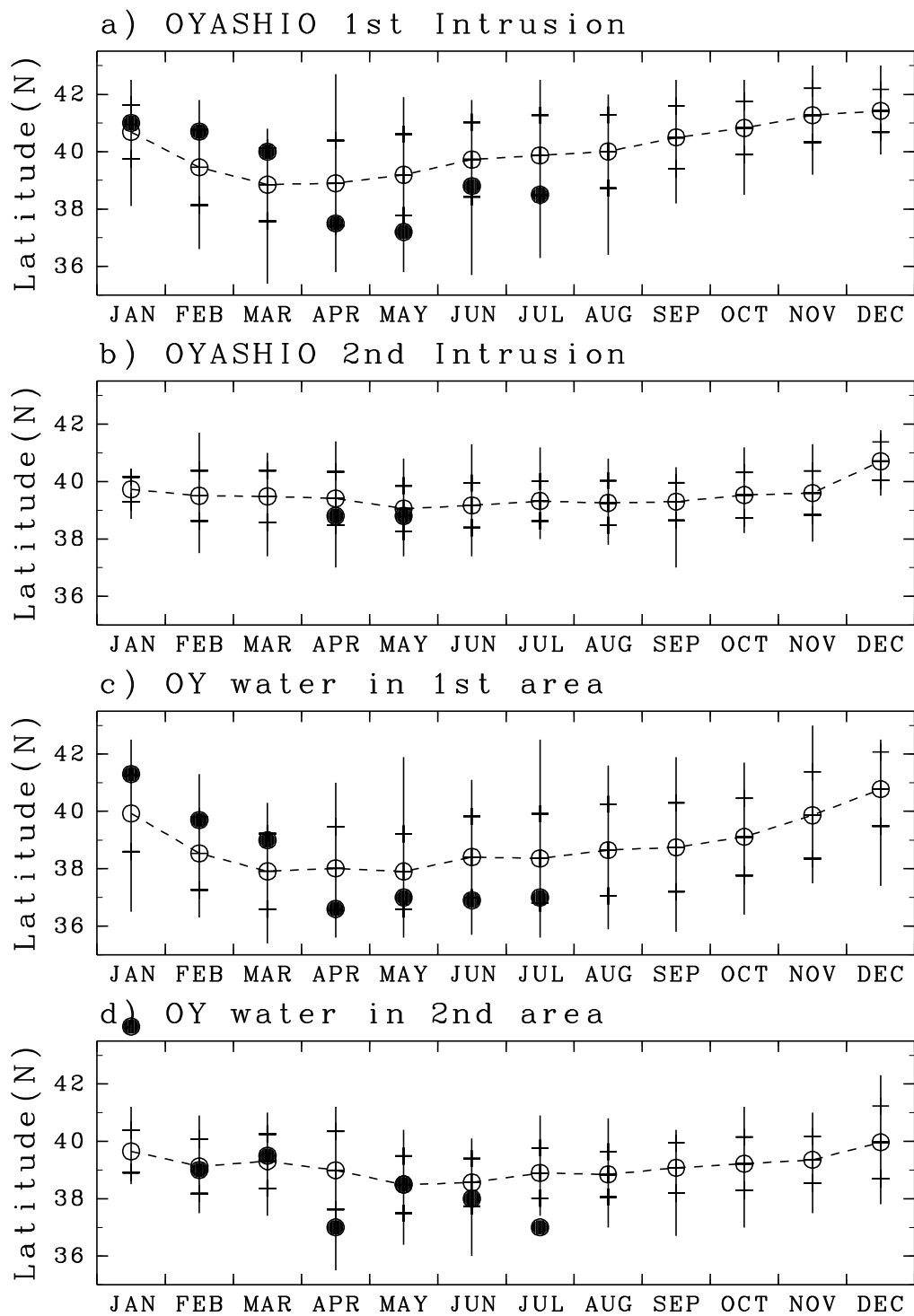
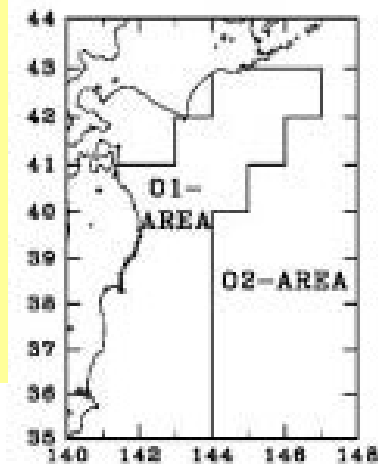


図5. 親潮水の南限緯度の季節変動

a)親潮第1分枝先端緯度,
 b)親潮第2分枝先端緯度,
 c)親潮第1分枝出現水域における100m深5°Cの先端緯度,
 d)親潮第2分枝出現水域における100m深5°Cの先端緯度。
 白丸:1960年~2002年の平均緯度, 縦棒:出現範囲, 横棒:
 標準偏差の範囲, 黒丸:2003年の緯度, を示しています。

道東近海や襟裳岬近海から続いている100m5°C等温線で
 囲まれている海域を親潮域と定義しています。
 この親潮域の枝状の南への張り出しのうち、岸から1番目
 のものを親潮第1分枝、2番目のものを親潮第2分枝と呼びま
 す。
 図5のa)親潮第1分枝先端緯度は、第1分枝の先端部(南端
 部)の緯度をあらわしています。同様にb)親潮第2分枝先端
 緯度は、第2分枝の先端部(南端部)の緯度をあらわしてい
 ます。

これら第1および第2分枝が出現する
 海域を統計的に調べ、第1分枝出現
 域、第2分枝出現域を右下図のよう
 に定義しました。図5のc)親潮第1分枝
 出現水域における100m深5°Cの先端
 緯度は、第1分枝出現水域で観測さ
 れた100m水温が5°C以下の水の最南
 端緯度を示しています。d)親潮第2分
 枝出現水域における100m深5°Cの先
 端緯度も同様に、第2分枝出現水域
 で観測された100m水温が5°C以下の
 水の最南端緯度を示しています。



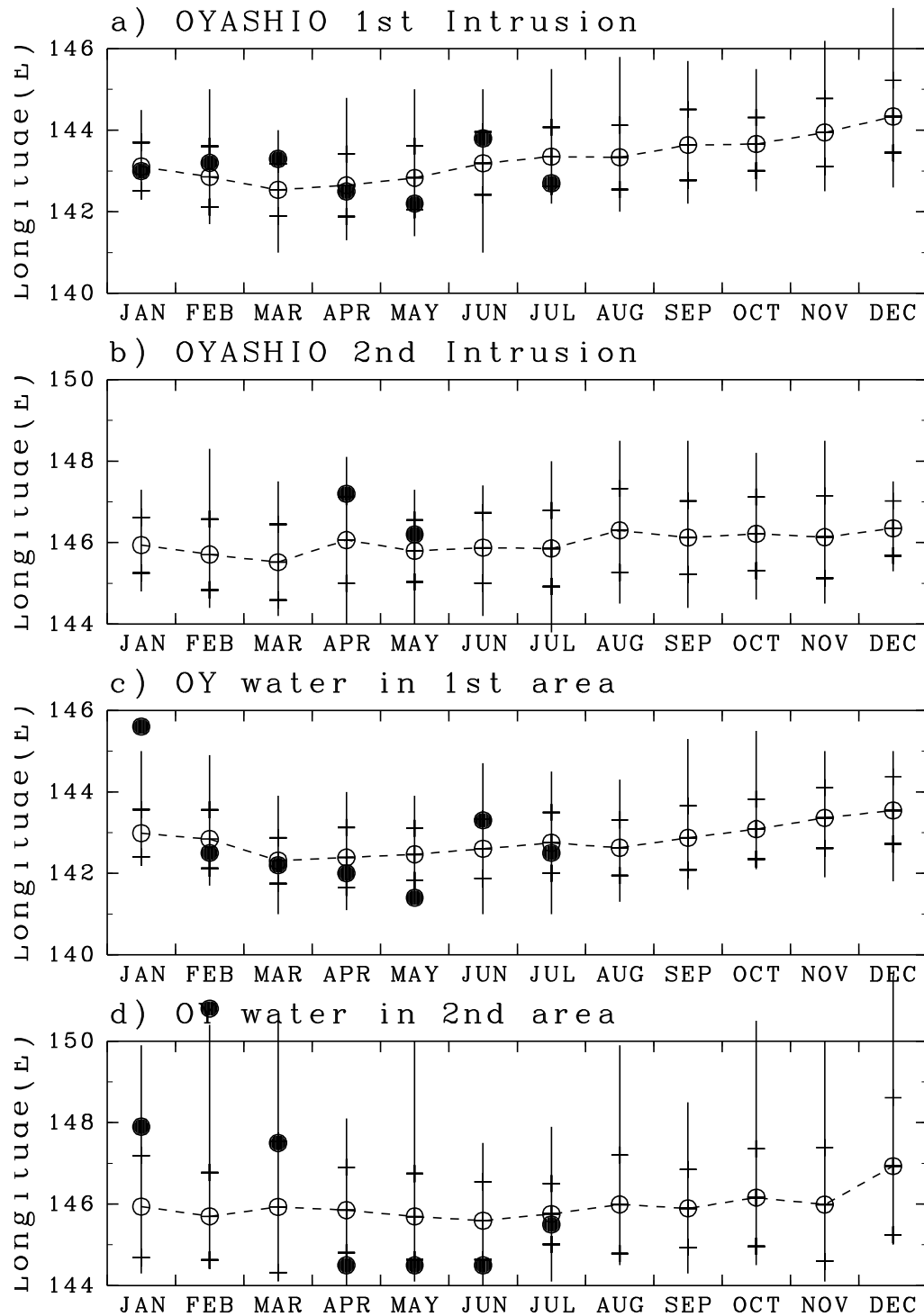
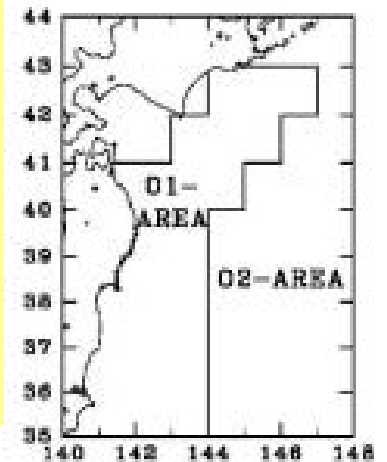


図6. 親潮水の南限位置の経度の季節変動

a)親潮第1分枝先端位置の経度,
 b)親潮第2分枝先端位置の経度,
 c)親潮第1分枝出現水域における100m深5°Cの先端経度,
 d)親潮第2分枝出現水域における100m深5°Cの先端経度.
 白丸:1960年~2002年の平均経度, 縦棒:出現範囲, 横棒:
 標準偏差の範囲, 黒丸:2003年の経度, を示しています.

道東近海や襟裳岬近海から続いている1000m5°C等温線で
 囲まれている海域を親潮域と定義しています。
 この親潮域の枝状の南への張り出しのうち、岸から1番目の
 ものを親潮第1分枝、2番目のものを親潮第2分枝と呼びま
 す。
 図6のa)親潮第1分枝先端位置の経度は、第1分枝の先端
 部(南端部)での経度をあらわしています。同様にb)親潮第2
 分枝先端位置の経度は、第2分枝の先端部(南端部)での経
 度をあらわしています。

第1および第2分枝が出現する海域
 を統計的に調べ、第1分枝出現域、
 第2分枝出現域を右下図のように定
 義しました。図6のc)親潮第1分枝出
 現水域における100m深5°Cの先端経
 度は、第1分枝出現水域で観測され
 た100m水温が5°C以下の水の最南端
 位置の経度を示しています。d)親潮
 第2分枝出現水域における100m深
 5°Cの先端経度も同様に、第2分枝出
 現水域で観測された100m水温が5°C
 以下の水の最南端位置の経度を示し
 ています。



サンマの回遊と親潮前線の関係

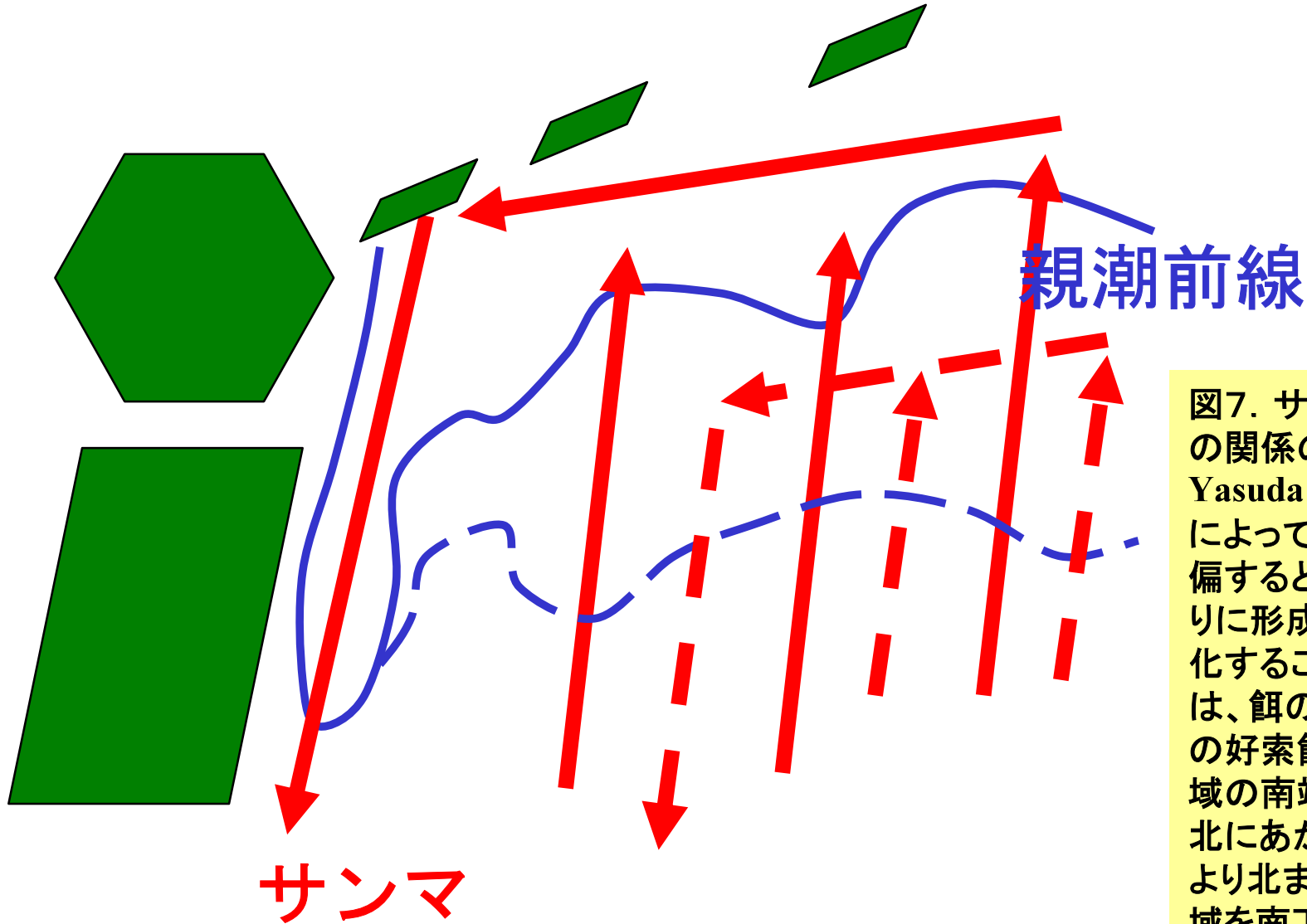


図7. サンマの回遊と親潮前線
の関係の概念図。
Yasuda and Watanabe (1994)
によって、沖合の親潮前線が北
偏するとサンマの漁場が沿岸寄
りに形成され、南偏すると沖合
化することが示されました。こ
れは、餌の豊富な親潮域がサン
マの好索餌場になっており、親
潮域の南端にあたる親潮前線が
北にあがると索餌回遊のため
により北までサンマが北上し沿
岸域を南下し、親潮前線が南に
下がるとあまり北上せずに索餌
ができるために沿岸に寄らずに
南下するためだと解釈できます。
このように海洋構造によって、
魚の回遊経路が大きく変化しま
す。

沖合親潮前線の北偏 (南偏)
=>サンマ沿岸化 (沖合化)

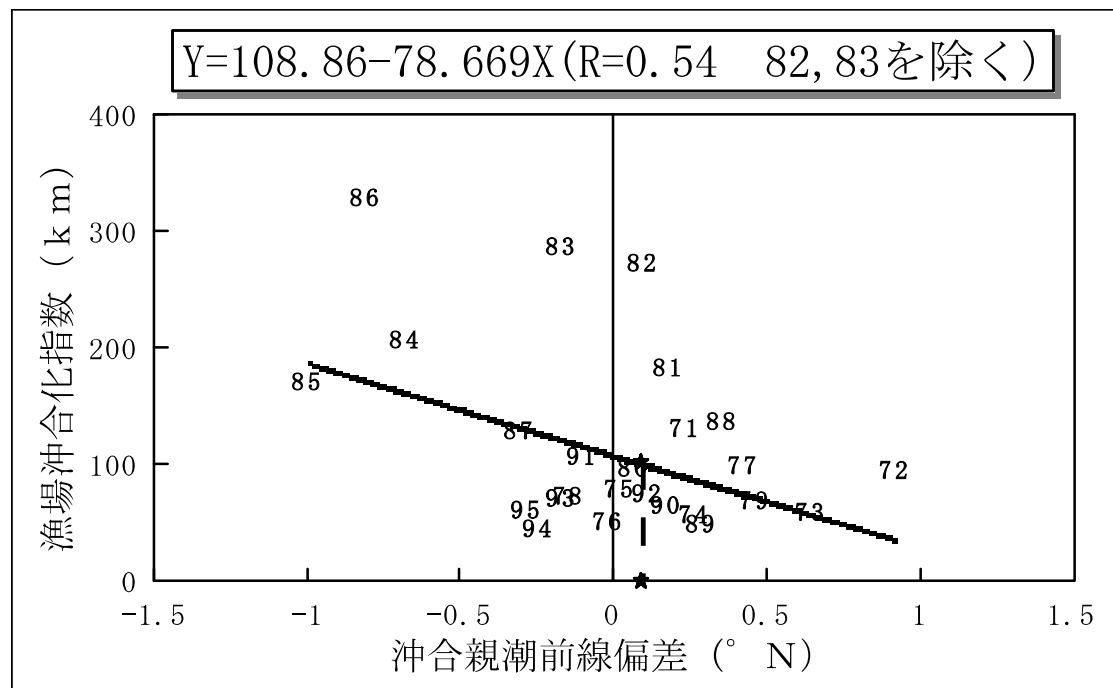


図8. 8月沖合 (146-155° E) 親潮前線の南北変動と漁場平均距岸距離の関係

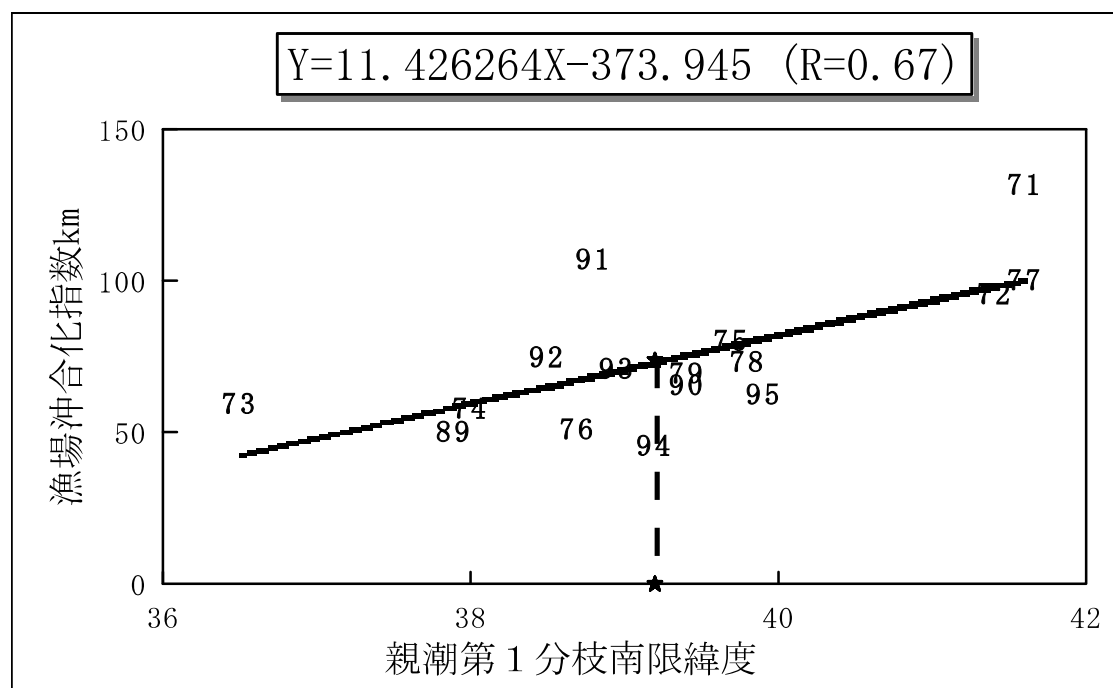


図9. 漁場沿岸モード期 (沖合親潮前線北偏期) の親潮第1分枝南限緯度と漁場平均距岸距離との関係

沖合親潮前線の南北偏(°N)

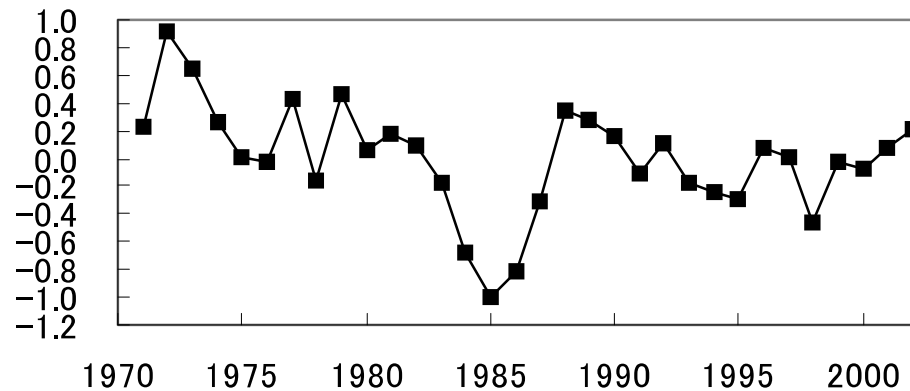


図10. 8月沖合親潮前線(100m深6°C)の南北偏差の経年変動. 100m 6°C等温線を146-155°Eの間で経度30'毎に読み取り, その平年値を算出する. その平年値からの各年の緯度偏差を平均したものが沖合親潮前線の南北偏になる.

親潮第1分枝南限緯度(°N)

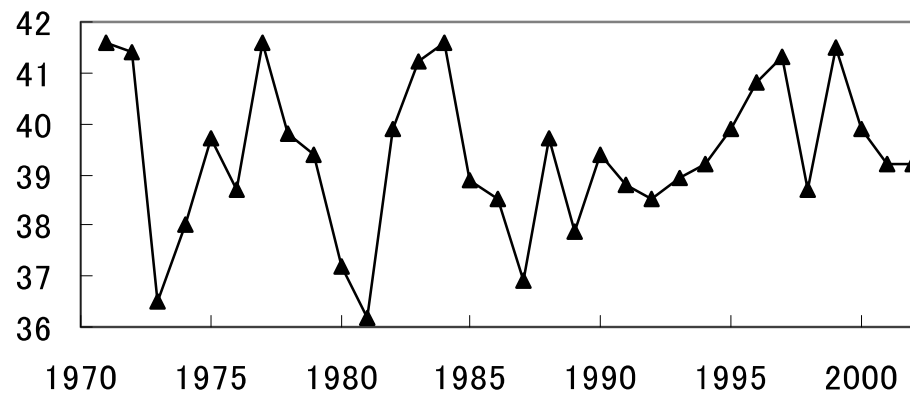


図11. 8月親潮第1分枝(143°E以西100m深6°C)の経年変動

漁場沖合化指数(km)

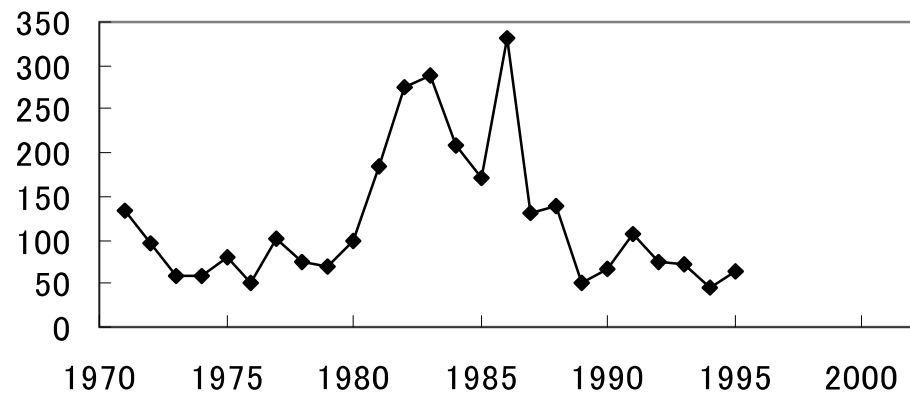


図12. 1971~1995年における漁場の平均距岸距離の経年変動

津軽暖流の下北半島東方への張り出し

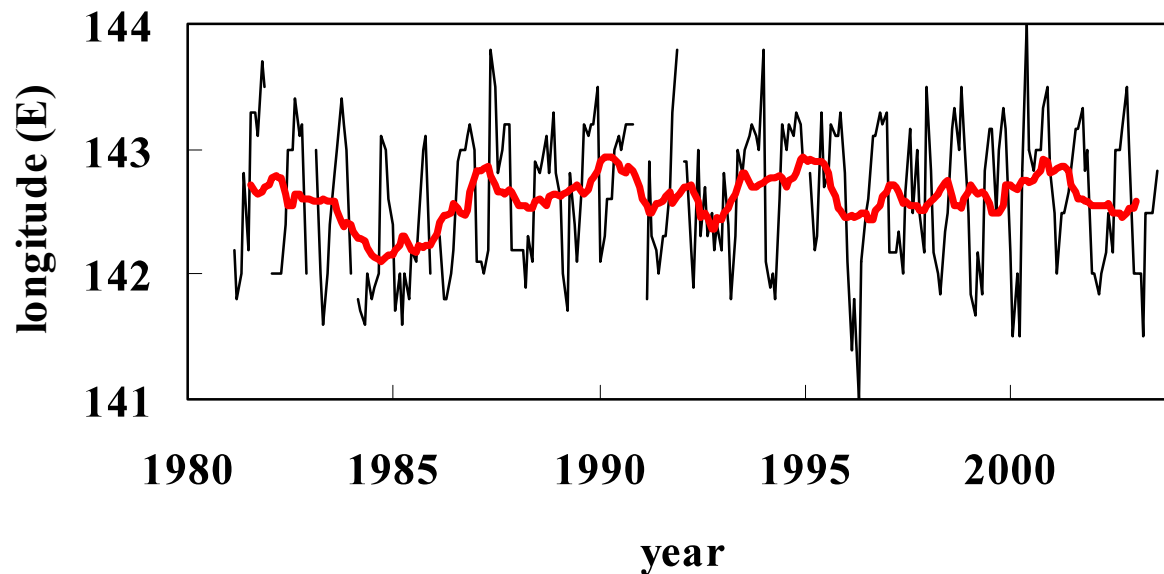
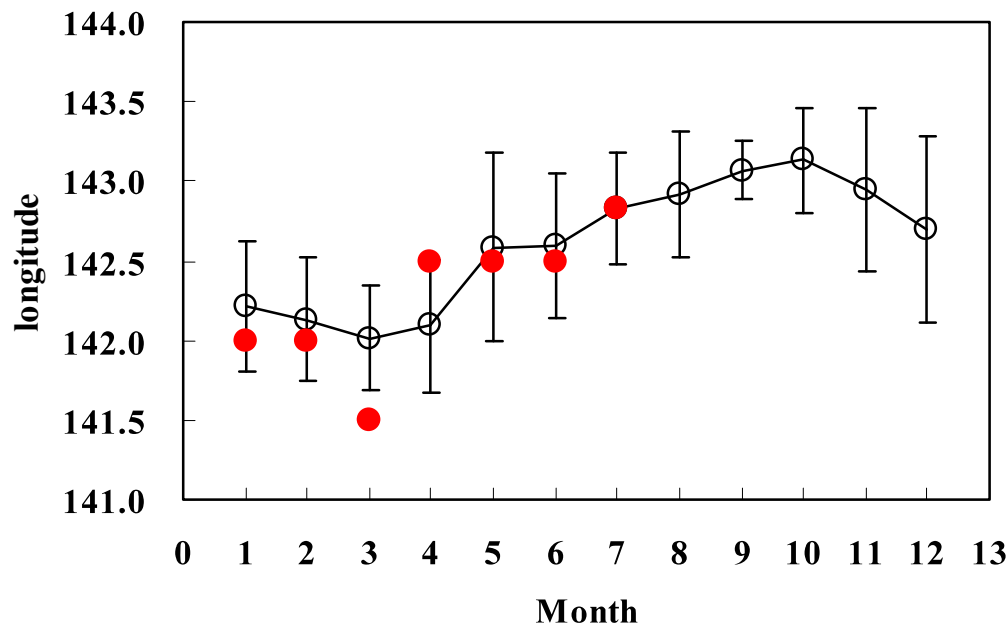


図13. 津軽暖流の下北半島東方への張り出しの経年変動. 1981年からの時系列. 細い実線は各月における経度, 太い実線(赤)は13ヶ月移動平均を示す.

津軽暖流は日本海沿岸を流れる対馬暖流が津軽海峡を越えて、太平洋岸に流れ出たものです。津軽暖流は太平洋に流れ出た後、東北沿岸域を南下し、東北沿岸域に暖水をもたらします。津軽暖流の暖水と親潮系の冷水の間には、明瞭な潮境が形成され、スルメイカ、マイワシなどの好漁場が形成されます。



津軽暖流の張り出しはスケソウダラの加入量変動と関係があることが示されています(洲崎ら;2003). またその他の浮魚類, 頭足類, 海産哺乳類などの回遊や, 底魚類の生残・加入・分布等にも関連があると考えられます. さらに, 日本海からの加入にも関係があります.

図14. 津軽暖流の下北半島東方への張り出しの季節変動. 白丸は各月の平年値(1981~2002年)を, 赤丸は本年の経度を, 縦棒は標準偏差の範囲を示す.

津軽暖流の季節変動の特徴は、渦の形成です。太平洋に流れ津軽暖流は、冬季にはそのまま東北沿岸域を南下しますが、夏秋季には津軽海峡の東側で渦を形成し、襟裳岬付近まで張り出します。

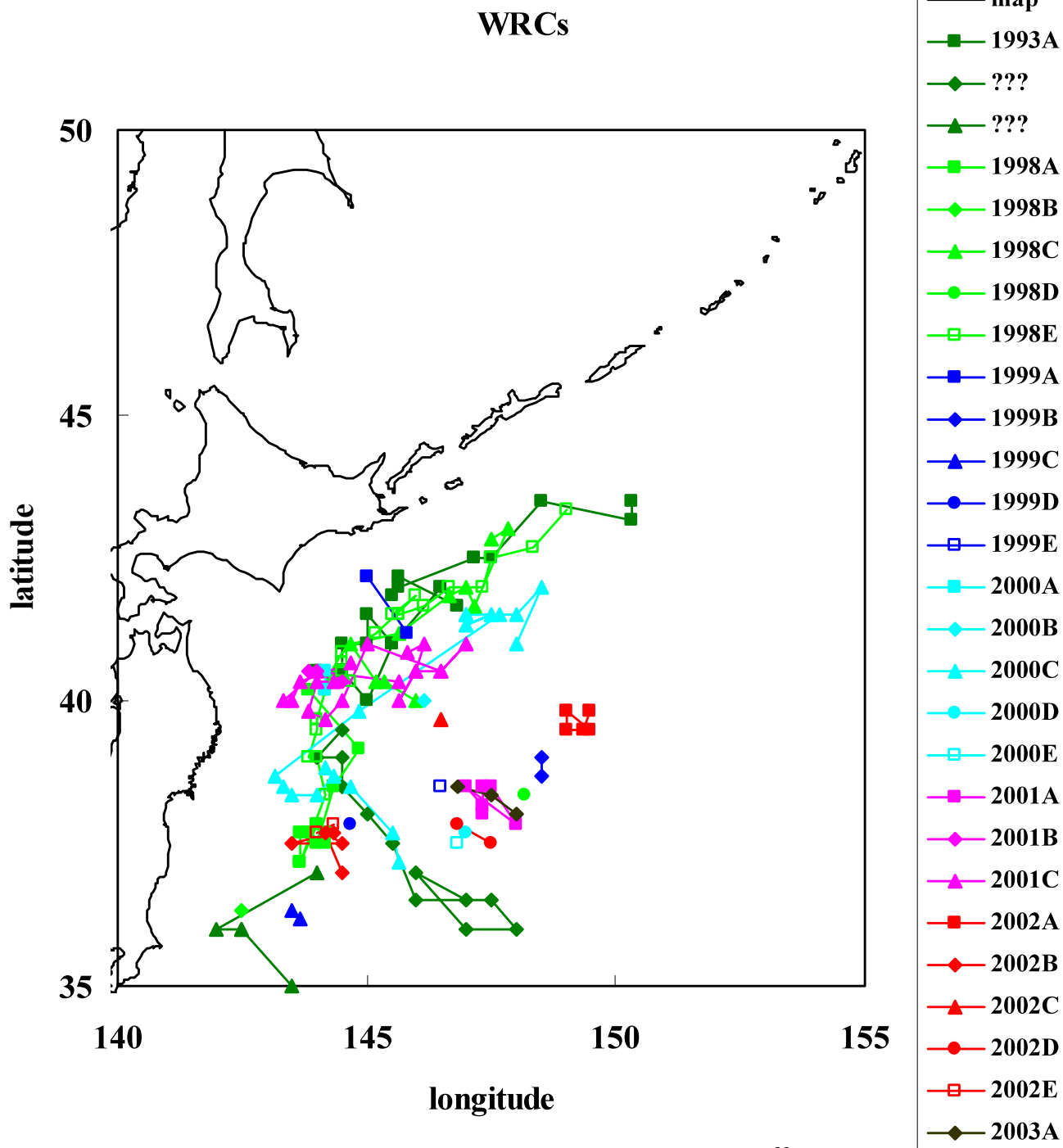


図15. 1998年以降の暖水塊の動き(東北海区).

暖水塊は周囲に比べて相対的に水温の高い海域のうち、水温構造や流れの構造から時計回りの循環を伴うものとして定義されます。基本的には200m等温線から判別しています。

最初に存在が確認された年をもとに暖水塊の名前をつけてあります。アルファベットは確認された順番を示しています。暖水塊は、西に移動し、日本海溝付近まで達すると海溝沿いに北に移動し、北海道沿岸から後クリル-カムチャッカ海溝沿いに北東方向に移動します。

暖水塊はサンマ等の回遊や資源変動と密接な関係があると考えられています(渡辺ら:2000, 岩橋・磯田;1999)。その他カツオ、カタクチイワシ等の浮魚類および海産哺乳類の回遊等とも関係があると考えられています。

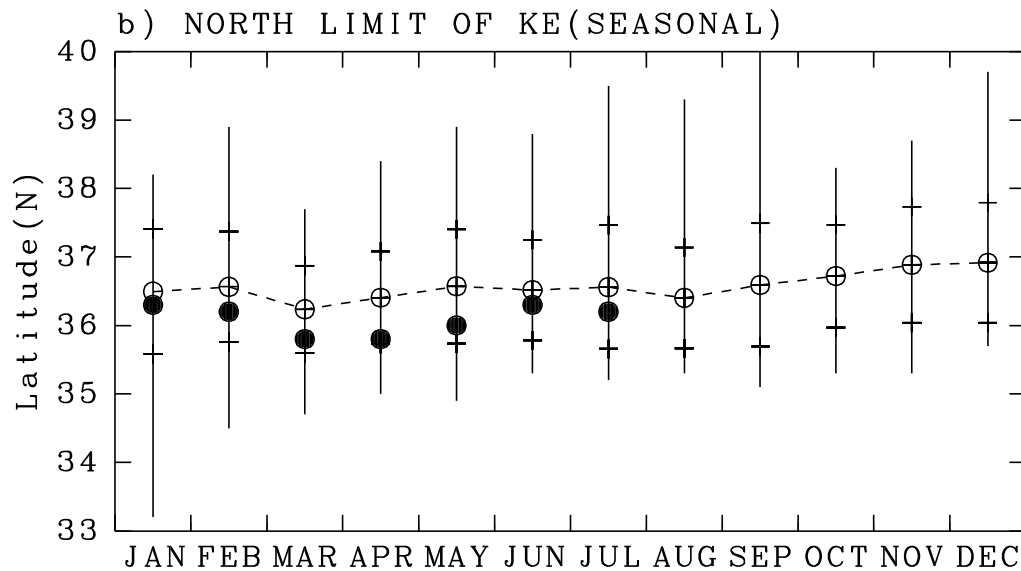
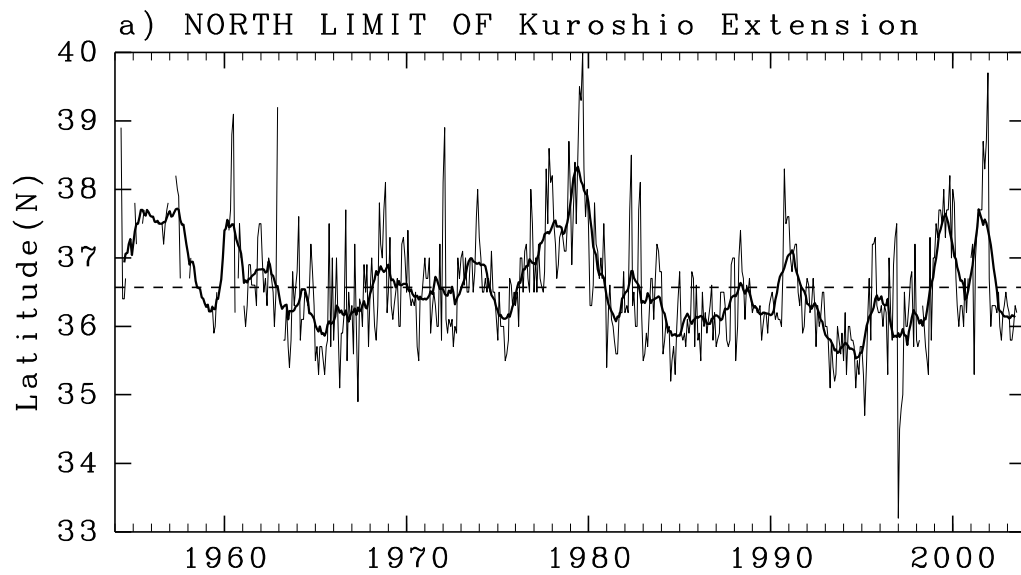
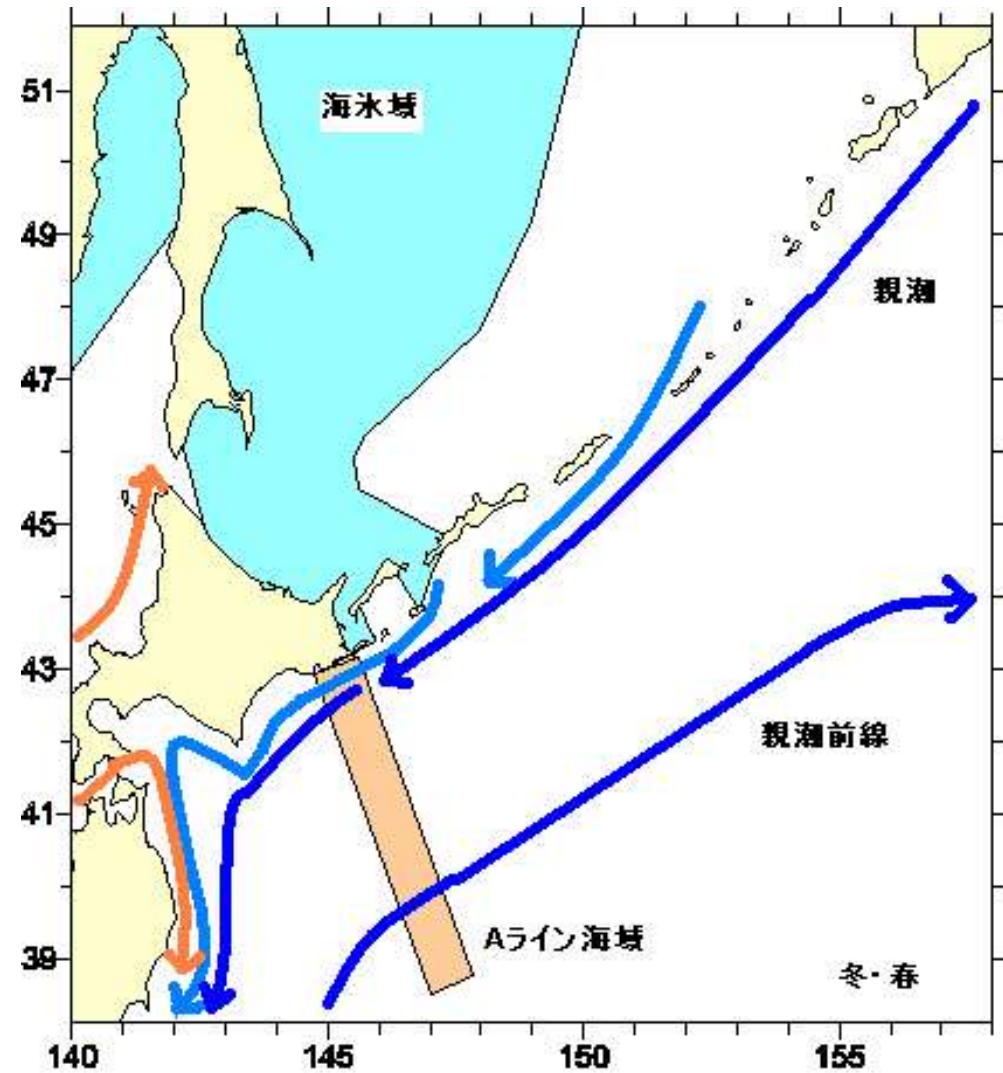
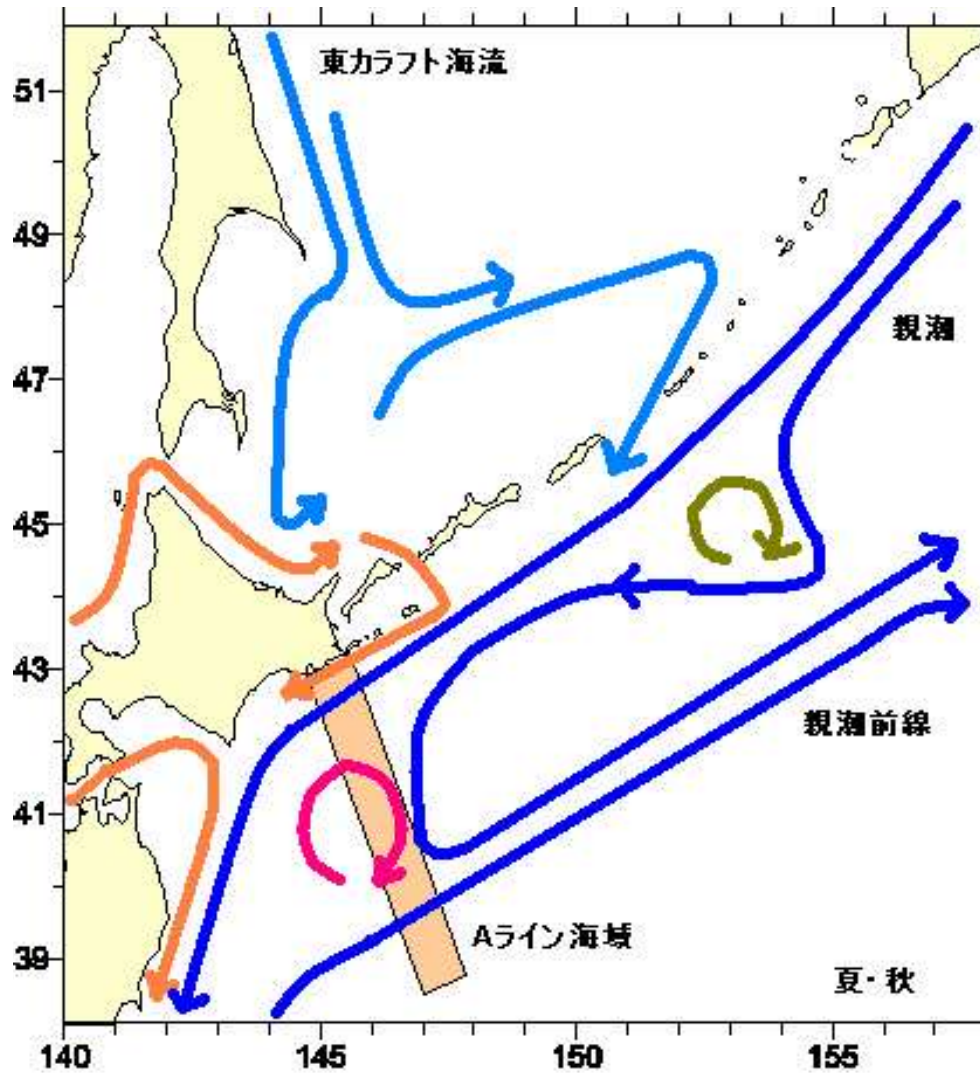


図16. 近海黒潮北限緯度(東北海区)
 a)1954年からの時系列. 細い実線:各月における黒潮北限緯度, 太い実線:13ヶ月移動平均, 破線:1954年~2002年の平均緯度.
 b)季節変動. 白丸:各月の平年緯度, 縦棒:出現範囲, 横棒:標準偏差の範囲, 黒丸:2003年の先端緯度.
 黒潮続流の位置は200m14°C等温線で判断し, 146° E以西における黒潮続流の最北端緯度を近海黒潮の北限緯度として定義しています.

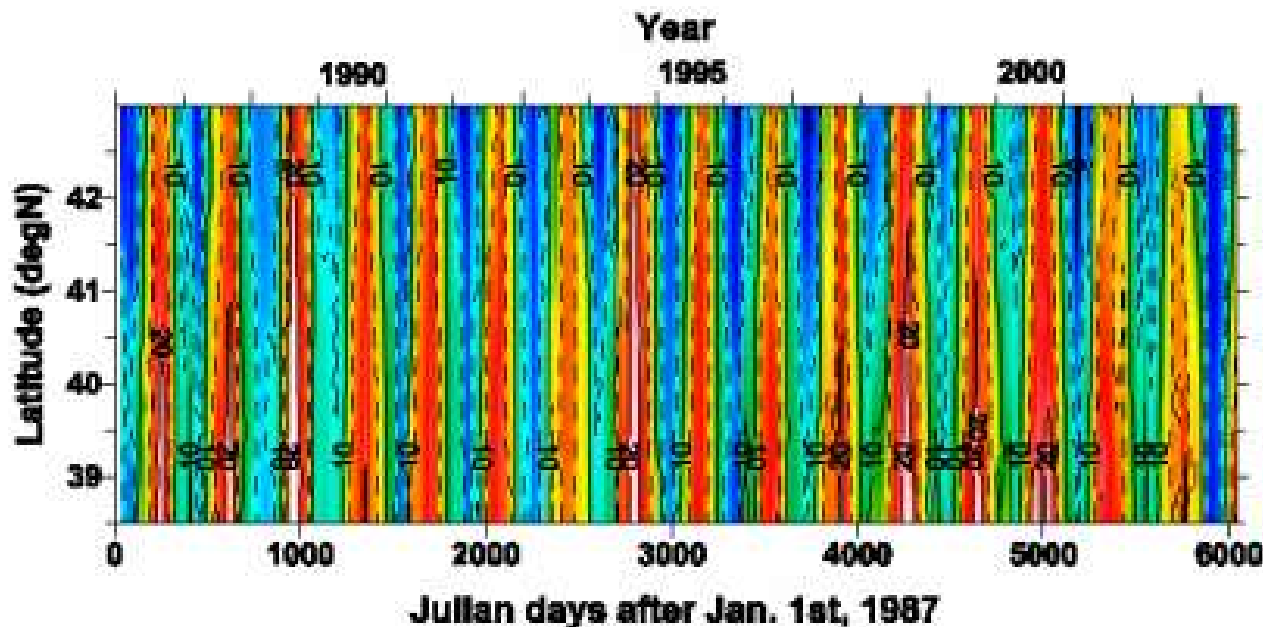
近海黒潮の北限緯度は, 黒潮再循環の強さと密接な関係があるため, 黒潮域に産卵するマイワシ, サンマ等の稚仔魚の生残等との関係が深いと推察されます.

北海道周辺の海洋構造

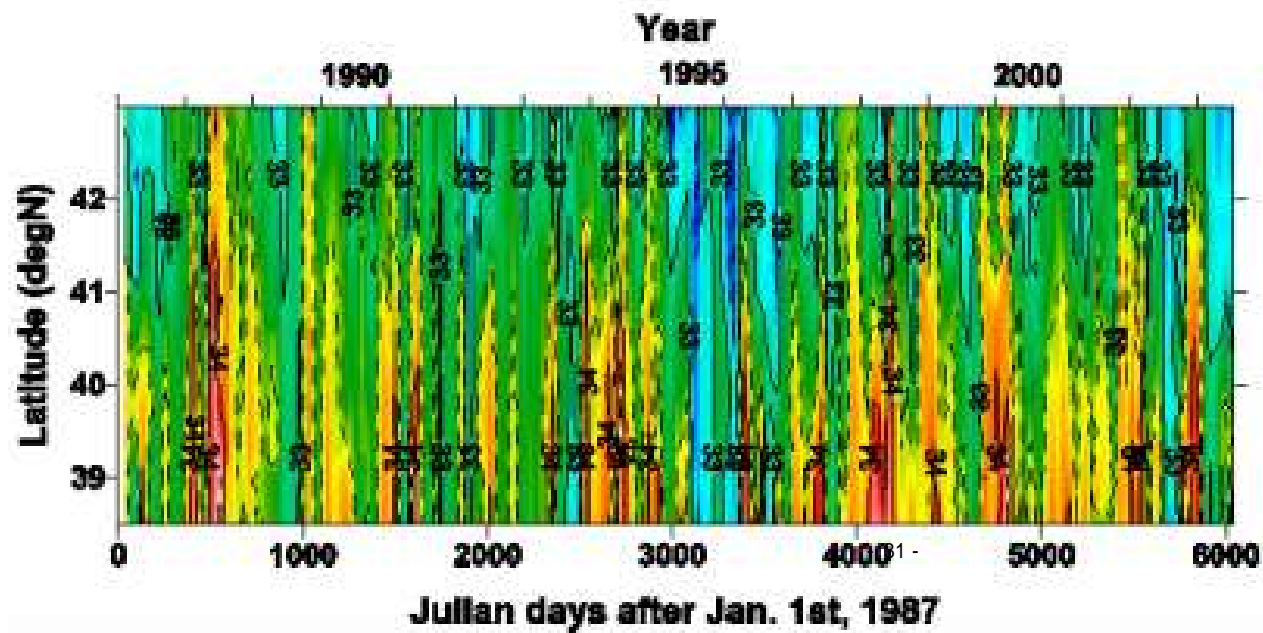


この海域では親潮が強かったか弱かったのか、岸よりであったのかそうでなかったのか、またオホーツクの海氷の状況がどのようなものであったかが、この海域の生産性に影響します。そこで、親潮の構造のモニタリングのために、厚岸沖のAラインを、またオホーツクの海氷の状況をモニタリングしています。

厚岸沖A-lineにおける水温塩分の変化



Aライン海域の表面水温(上)と表面水の塩分(下)の時系列(1987~2003年)



A-lineを観測を始めた1987年からの表面の水温・塩分の時間変化。横軸が年、縦軸は定線の緯度で上は北海道のすぐ近く、下は沖合いを表している。色合いは水温では青いほど温度が低く、赤くなるにつれて温度が高くなることを意味している。また、塩分では青いほど塩分が低く、赤くなるにつれて塩分が高いことを示している。

年により温度・塩分が大きく異なっていることがわかる。

オホーツク氷の様子

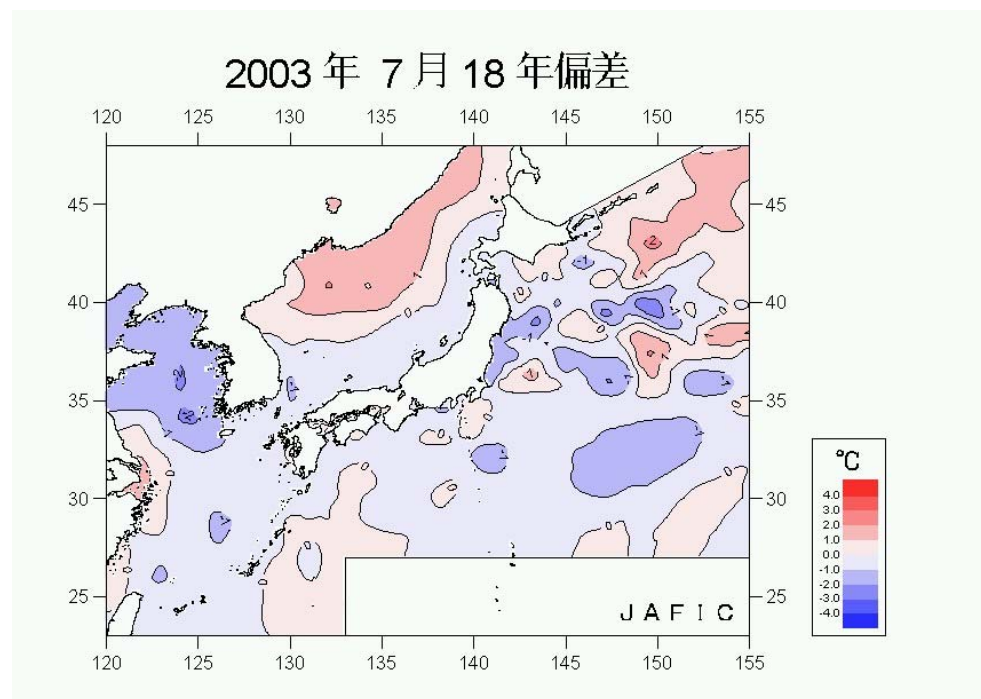
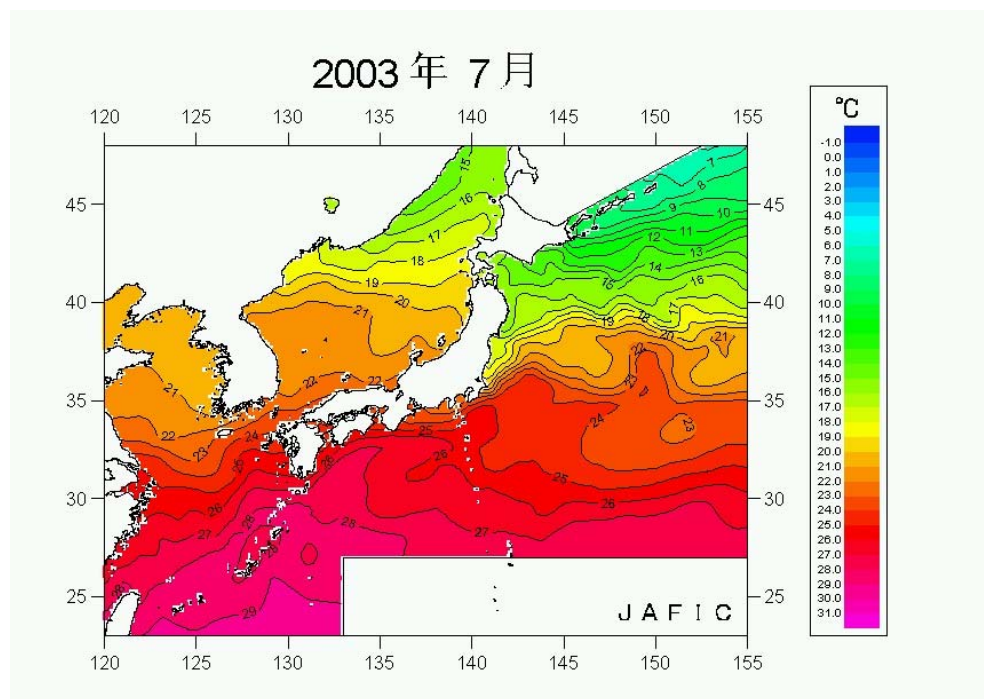


？海上保安庁が週1回出しているオホーツクの海氷の被覆度から出したその冬の最大海氷面積と海氷面積の積算値です。この量はオホーツクにおける春の生産量に関連していると考えられています

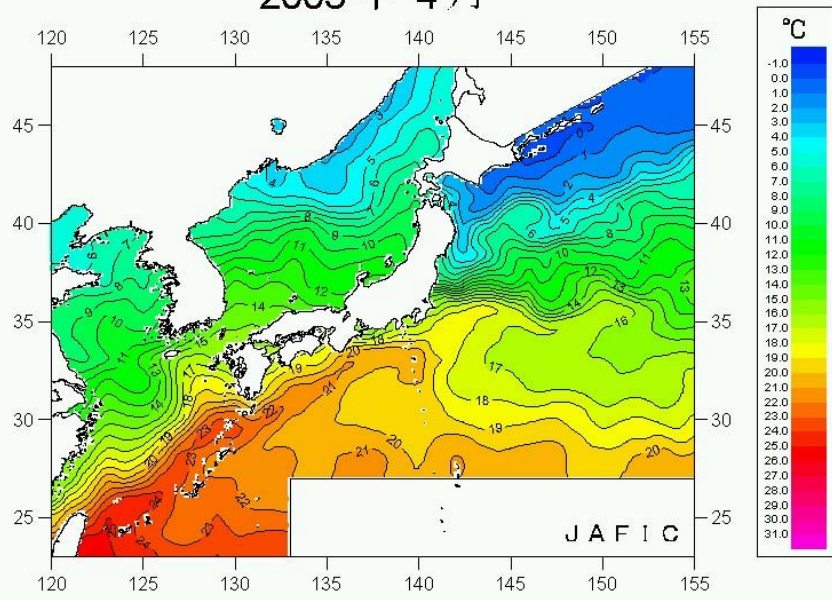
日本周辺の表面水温

1. 表面水温分布・偏差図

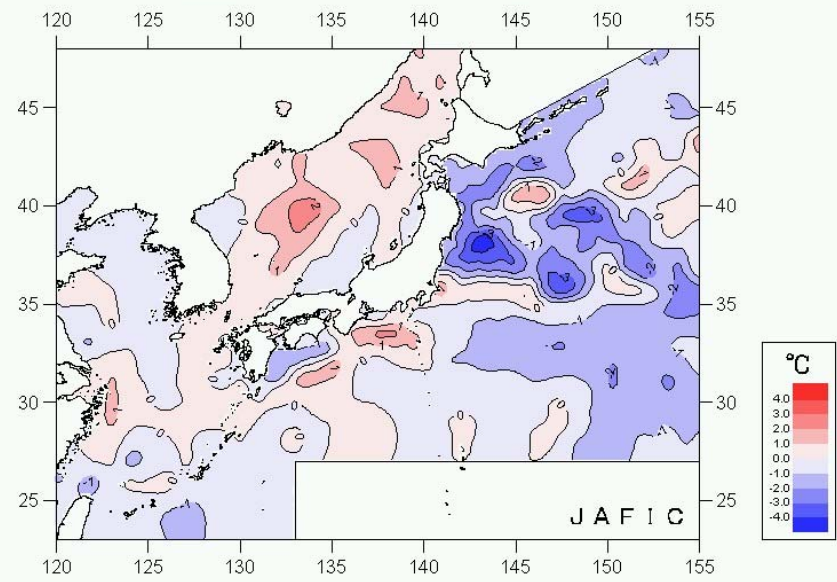
2001年1月から2003年7月まで日本近海の表面水温の分布の状況を各月の18年平均からの差(偏差)を3ヶ月ごとにあらわしたものです。



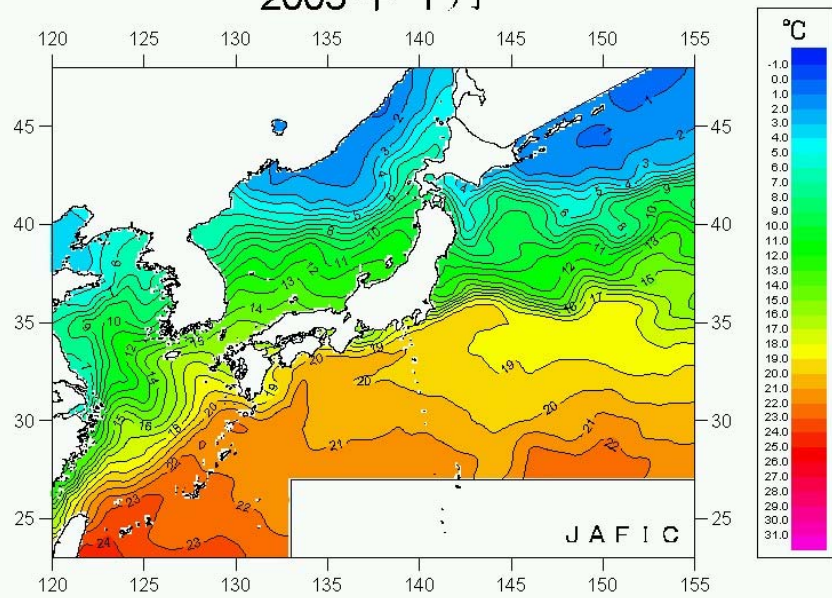
2003年 4月



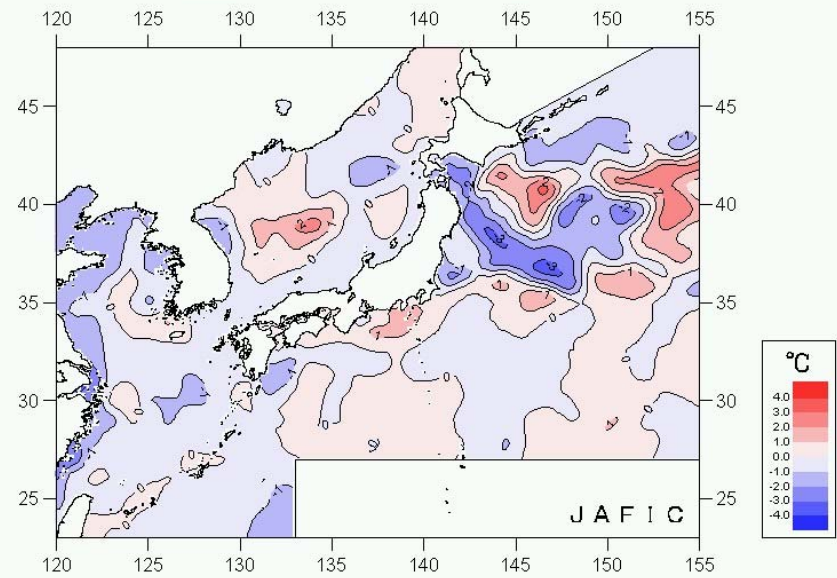
2003年 4月 18年偏差



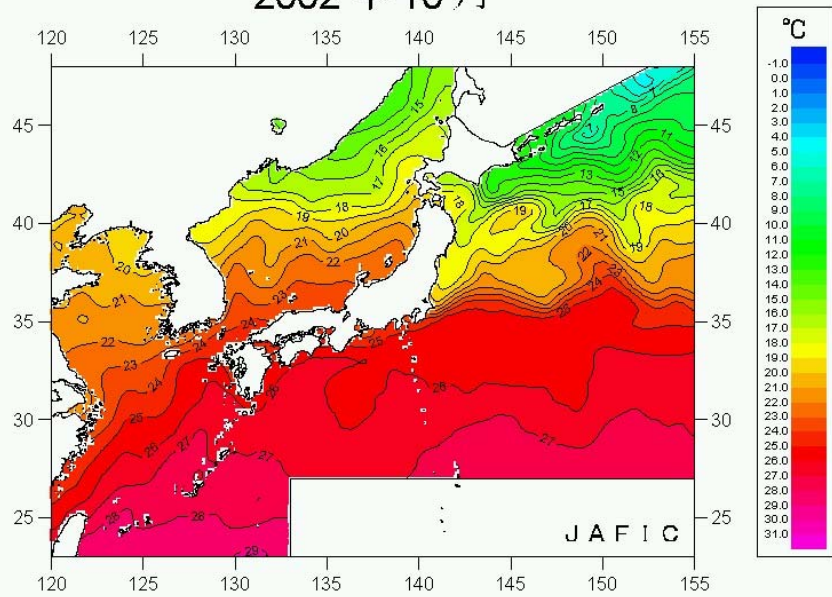
2003年 1月



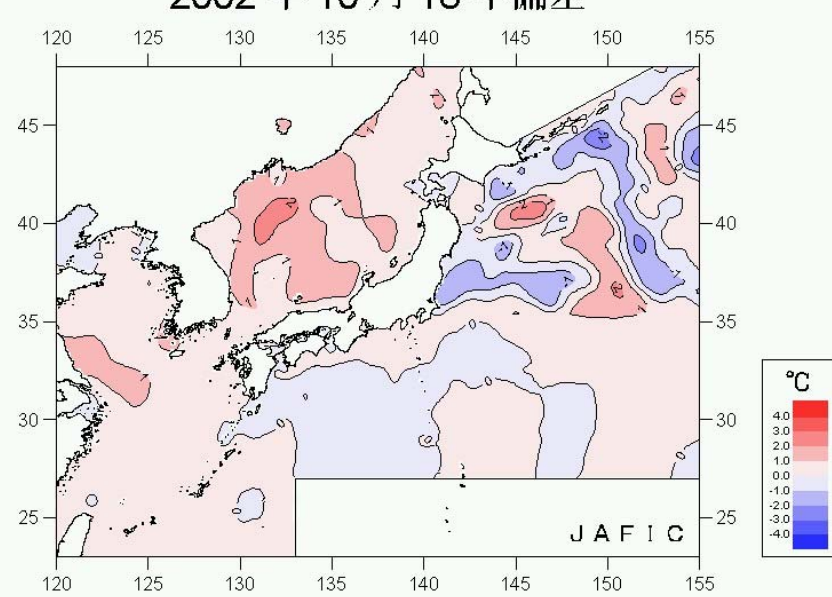
2003年 1月 18年偏差



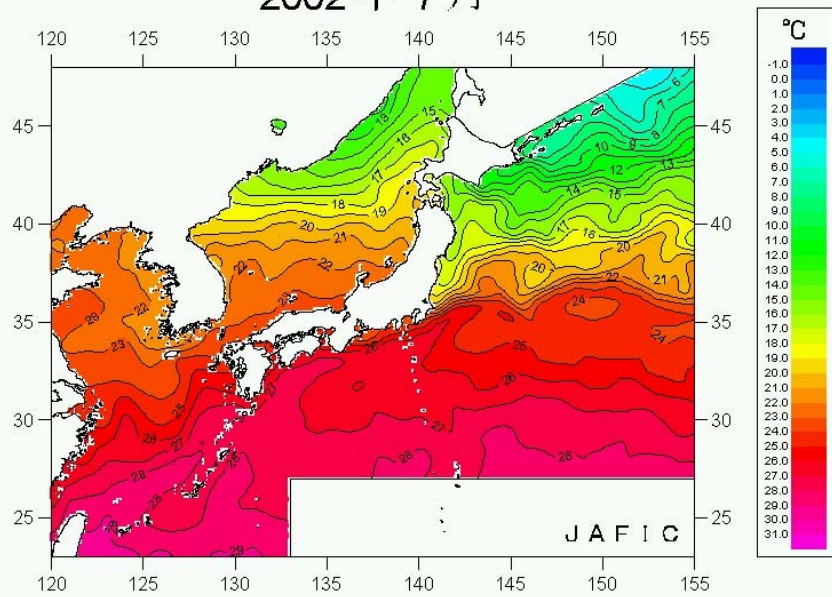
2002年10月



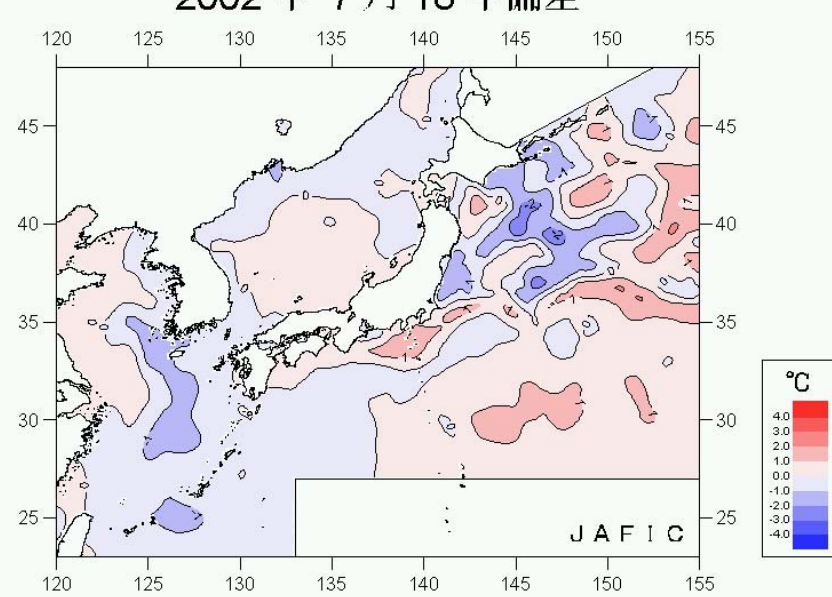
2002年10月18年偏差



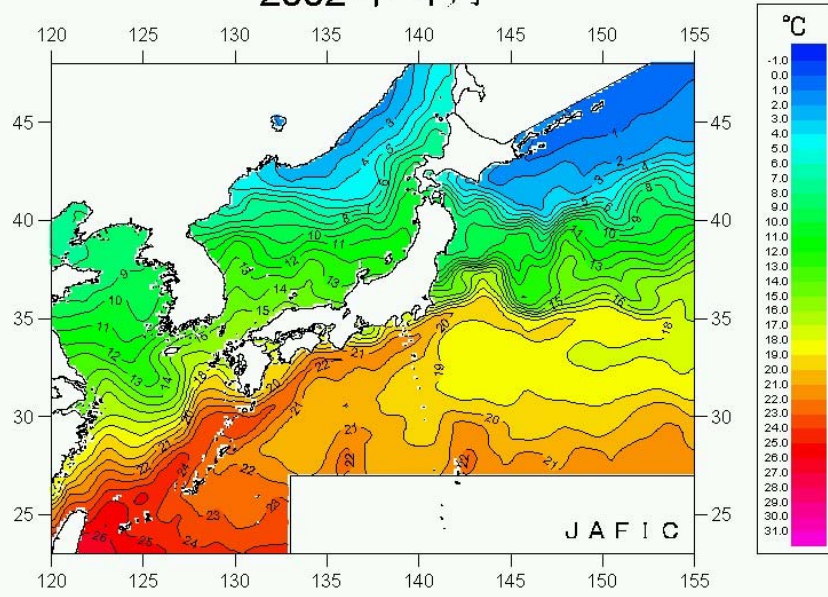
2002年7月



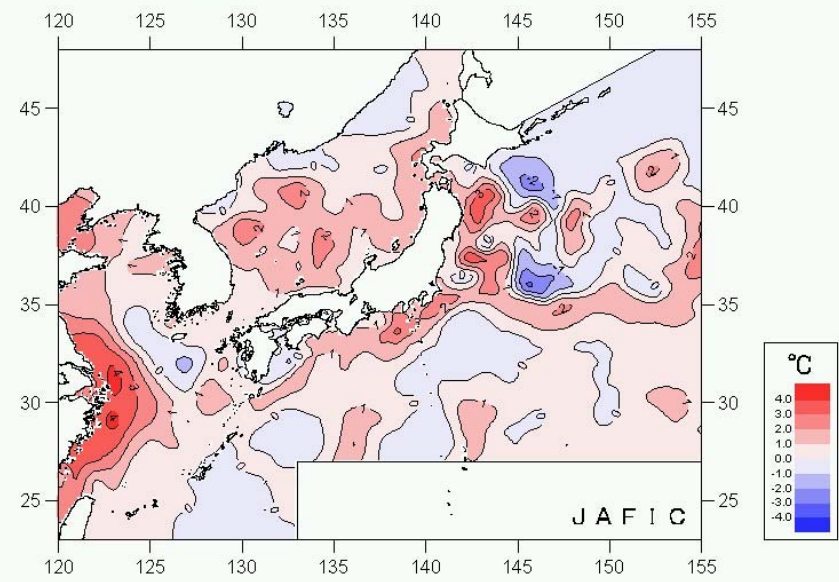
2002年7月18年偏差



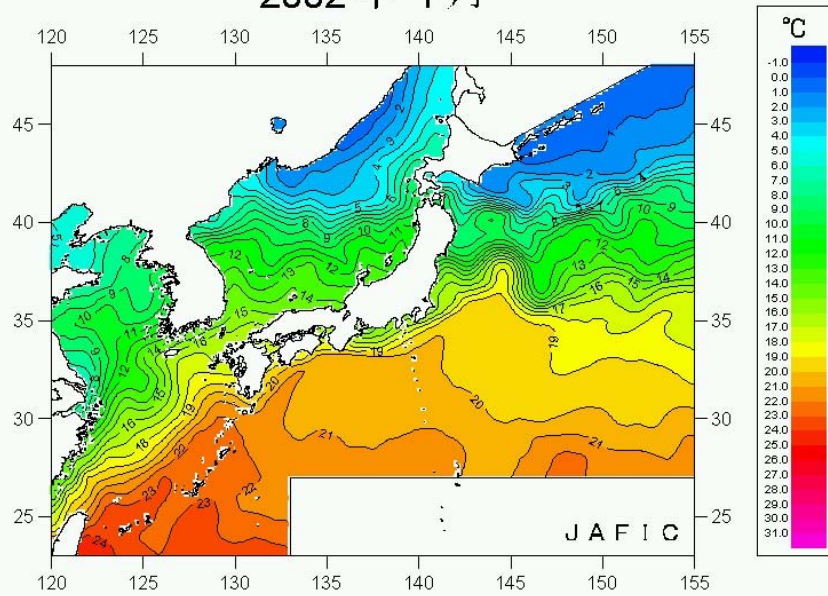
2002年 4月



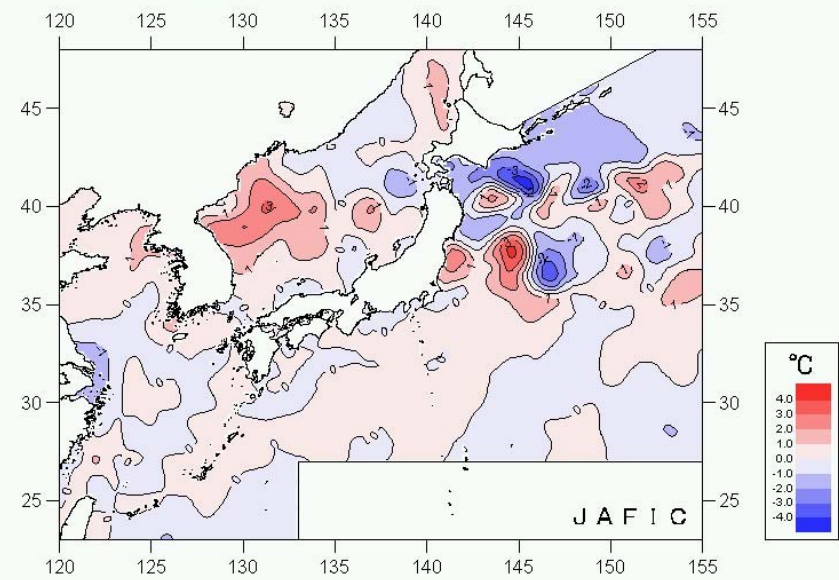
2002年 4月 18年偏差



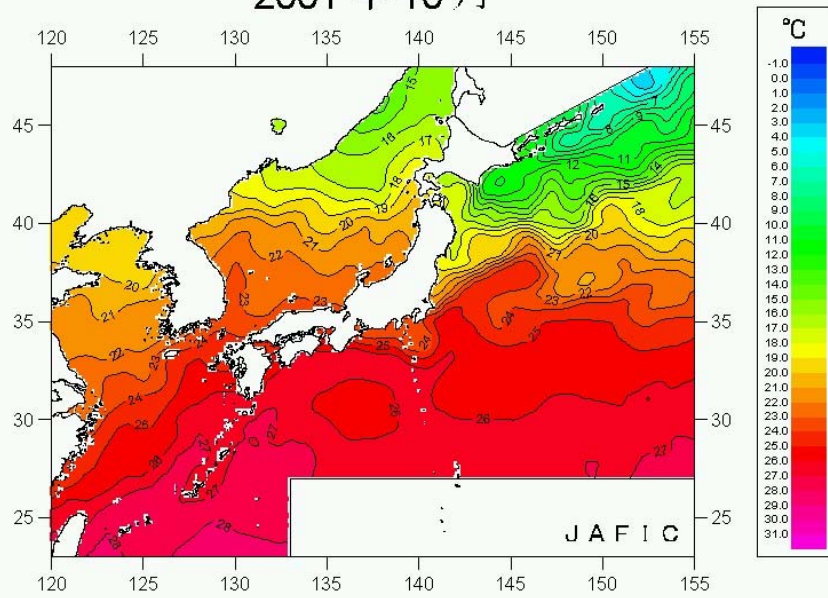
2002年 1月



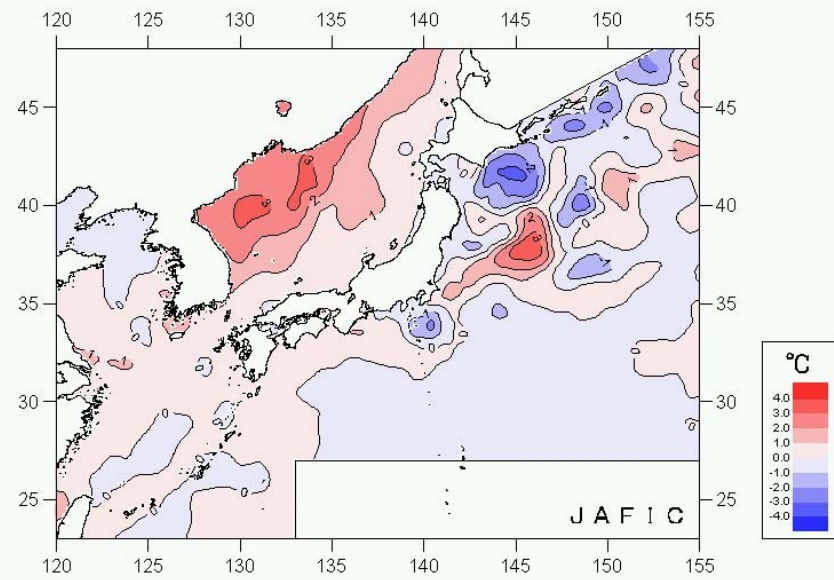
2002年 1月 18年偏差



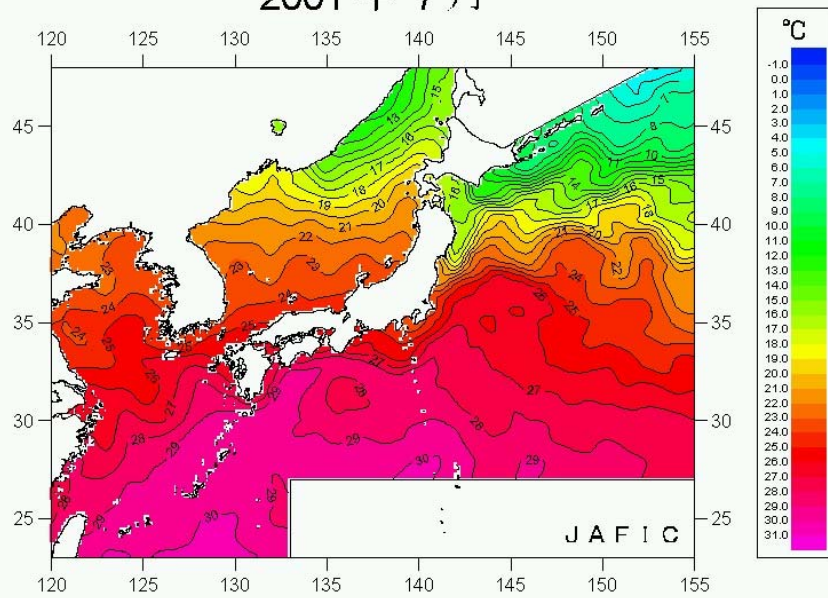
2001年10月



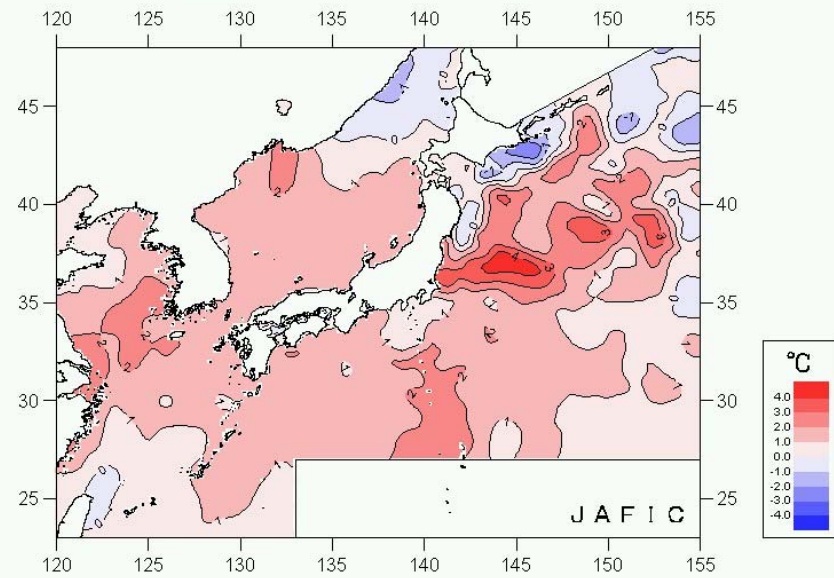
2001年10月18年偏差



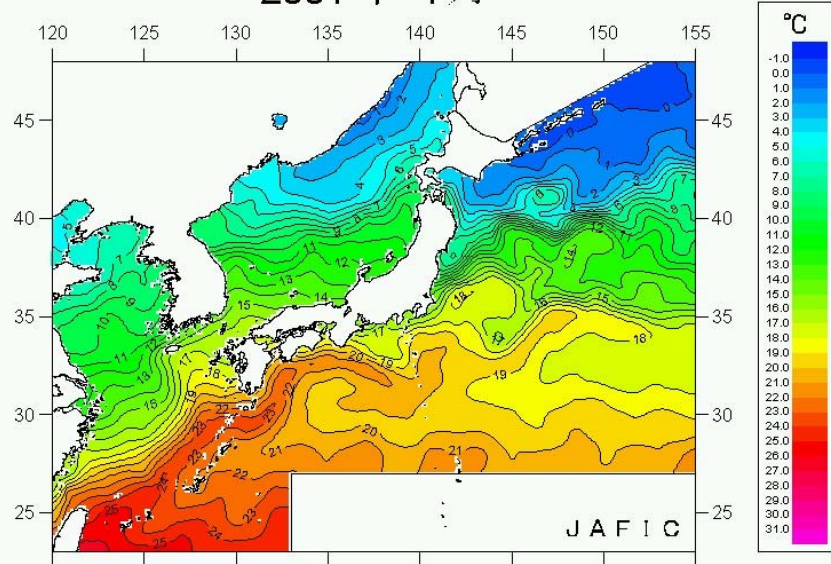
2001年7月



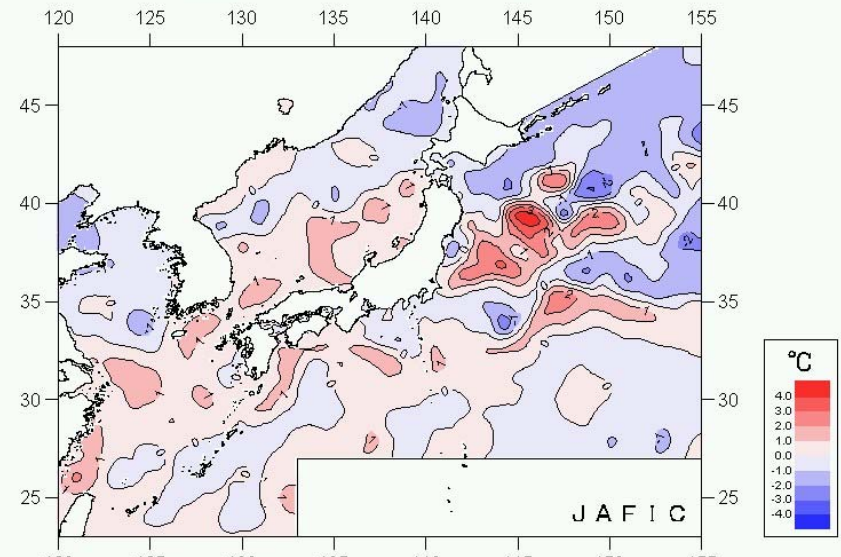
2001年7月18年偏差



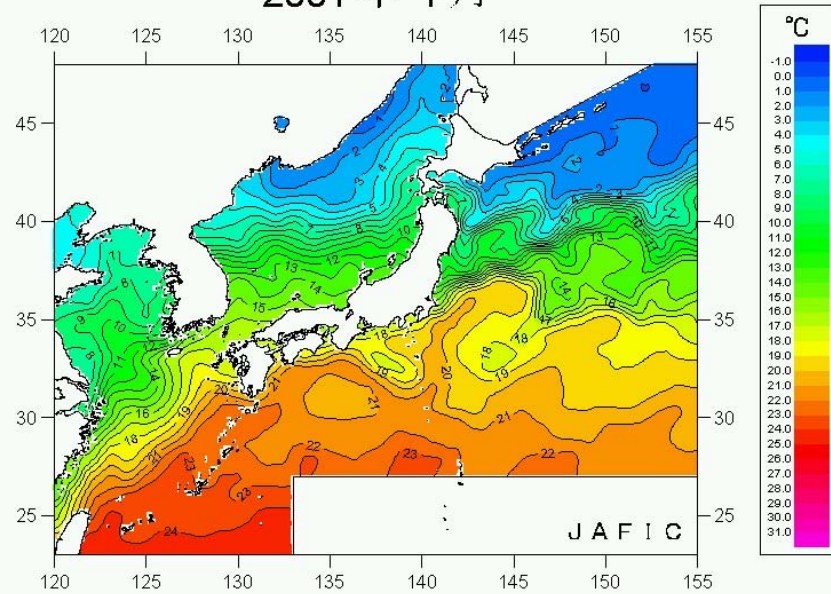
2001年4月



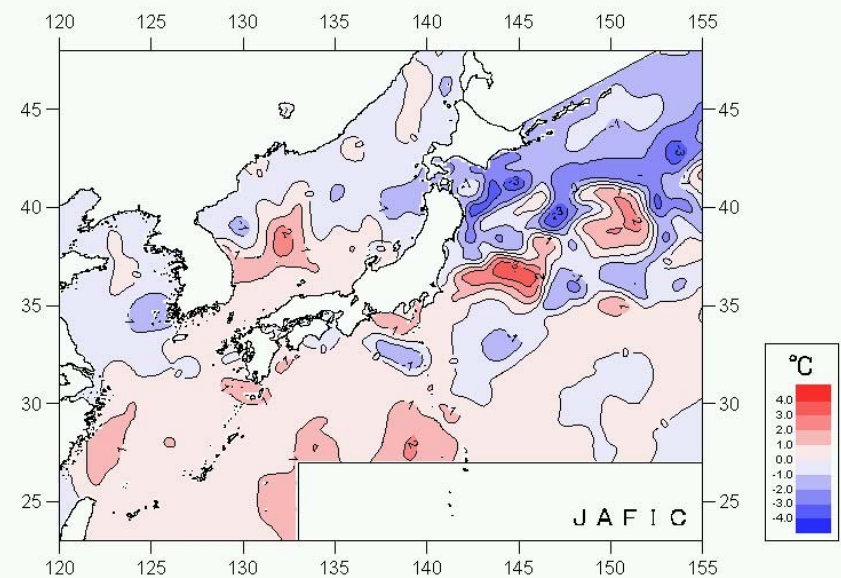
2001年4月18年偏差



2001年1月



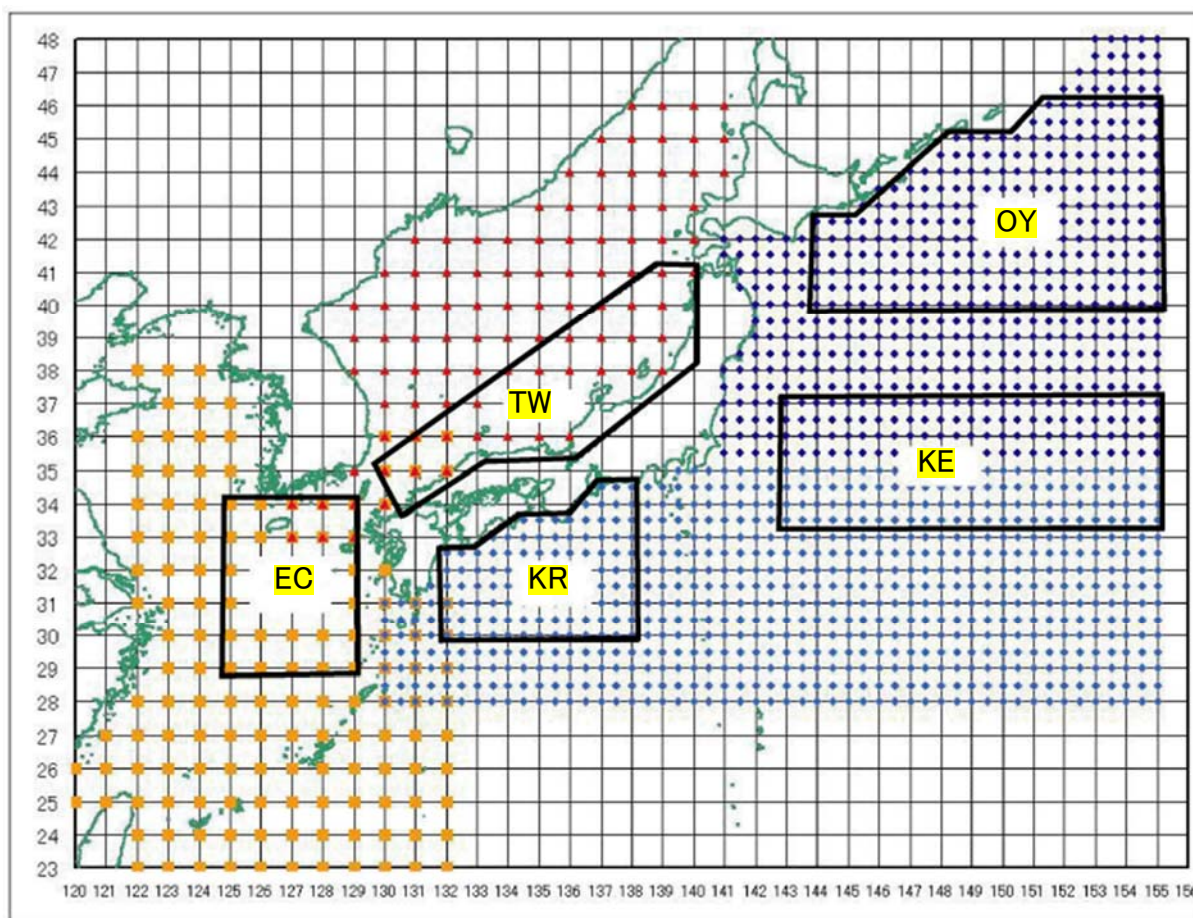
2001年1月18年偏差



2. 海域毎の水温・偏差(18年分)

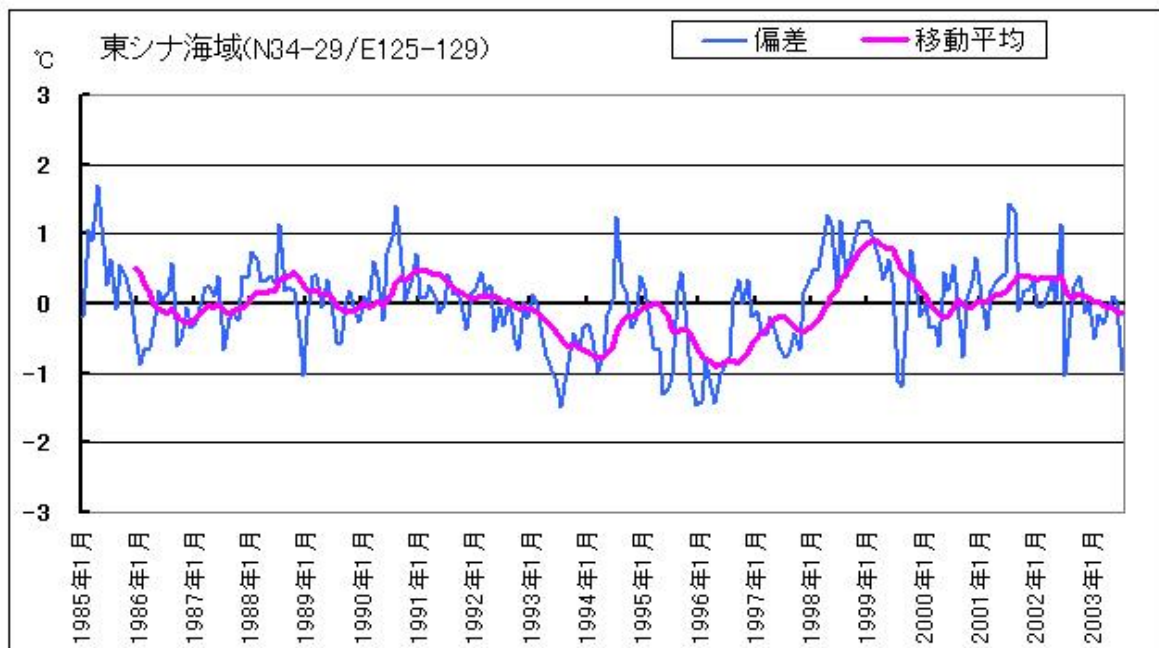
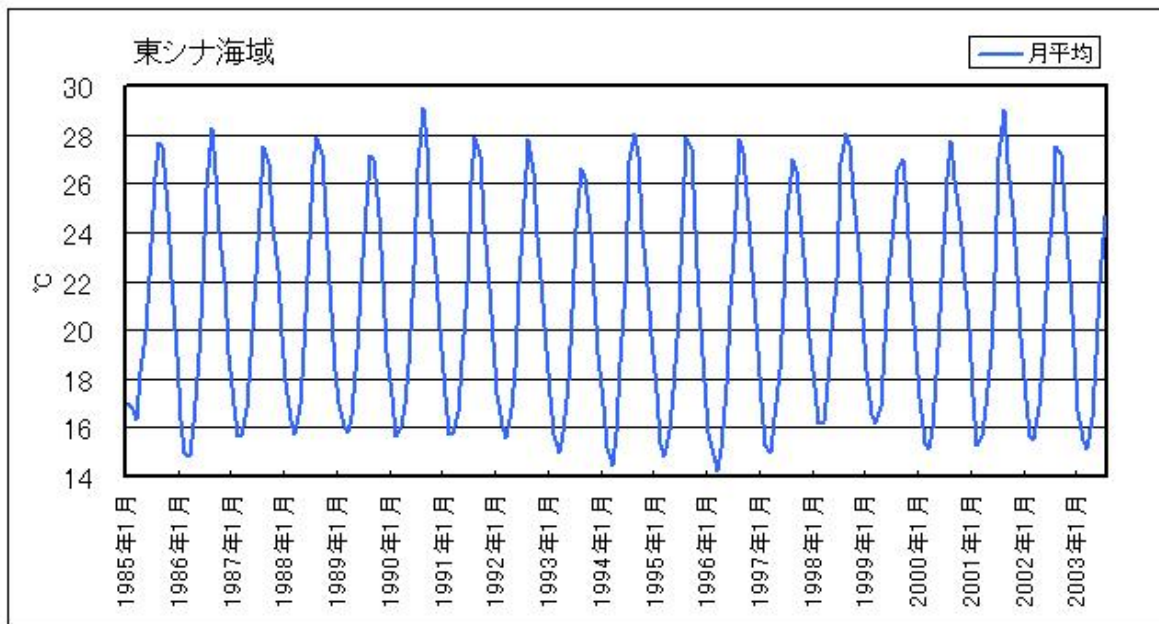
日本近海の特徴的な親潮域(OY)・黒潮続流域(KE)・黒潮域(KR)・東シナ海(EC)・対馬暖流域(TW)の5海域を取り出し、1985年から2003年までの間の水温とその各月からの差(偏差)をあらわしたものです。2001年1月から2003年7月まで日本近海の表面水温の分布の状況を各月の18年平均からの差を3ヶ月ごとにあらわしたものです。縦軸に月を横軸に年を示しています。

日本近海の特徴的な5海域を取り出し、1985年から2003年までの間の水温とその各月からの差(偏差)の時系列をあらわしたものです。また偏差については移動平均を掛け長期的な変動がどのようにになっているかを示しました。

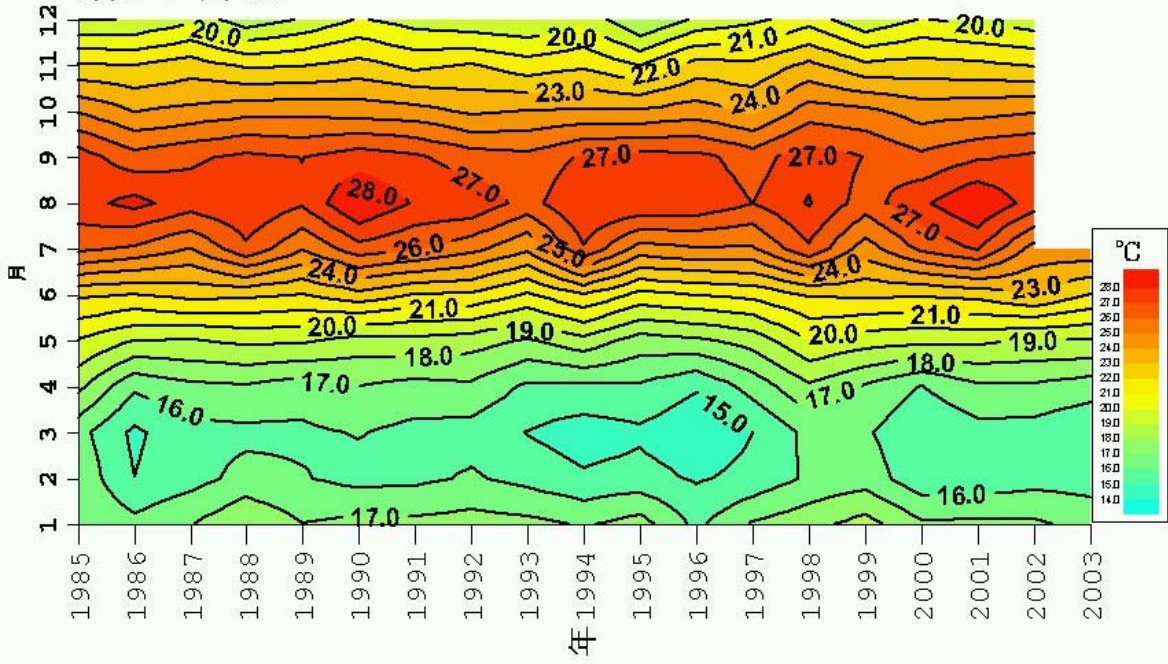


マップ中の海域記号(EC,TW,KR,KE,OY)をクリックすると各海域のグラフへジャンプします。

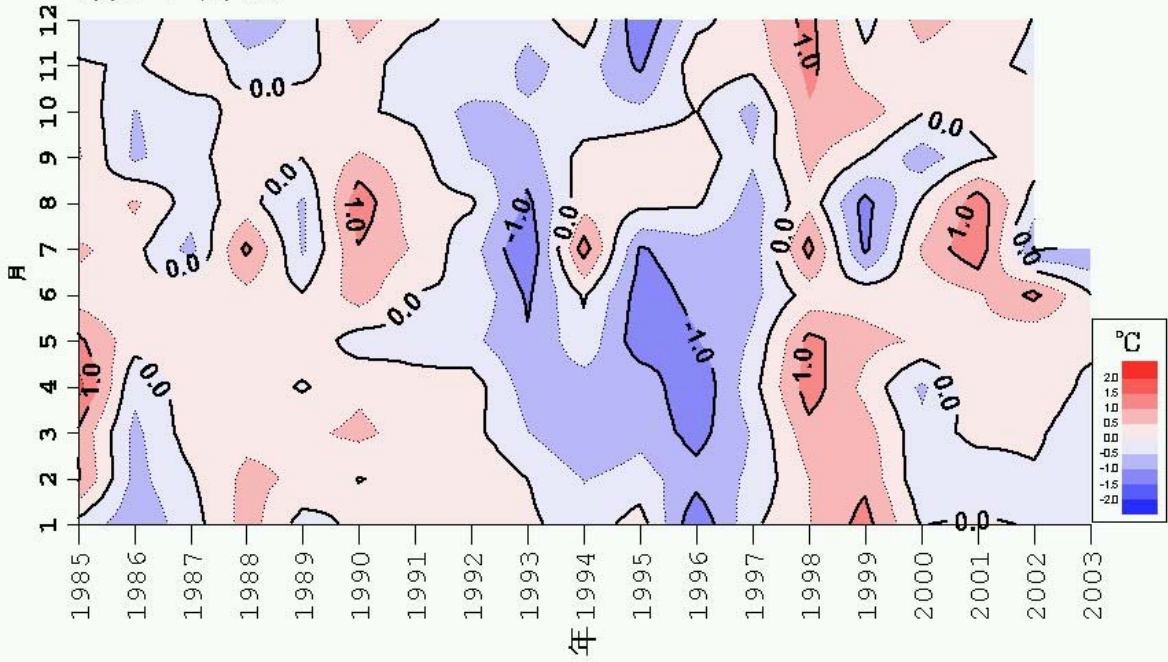
東シナ海



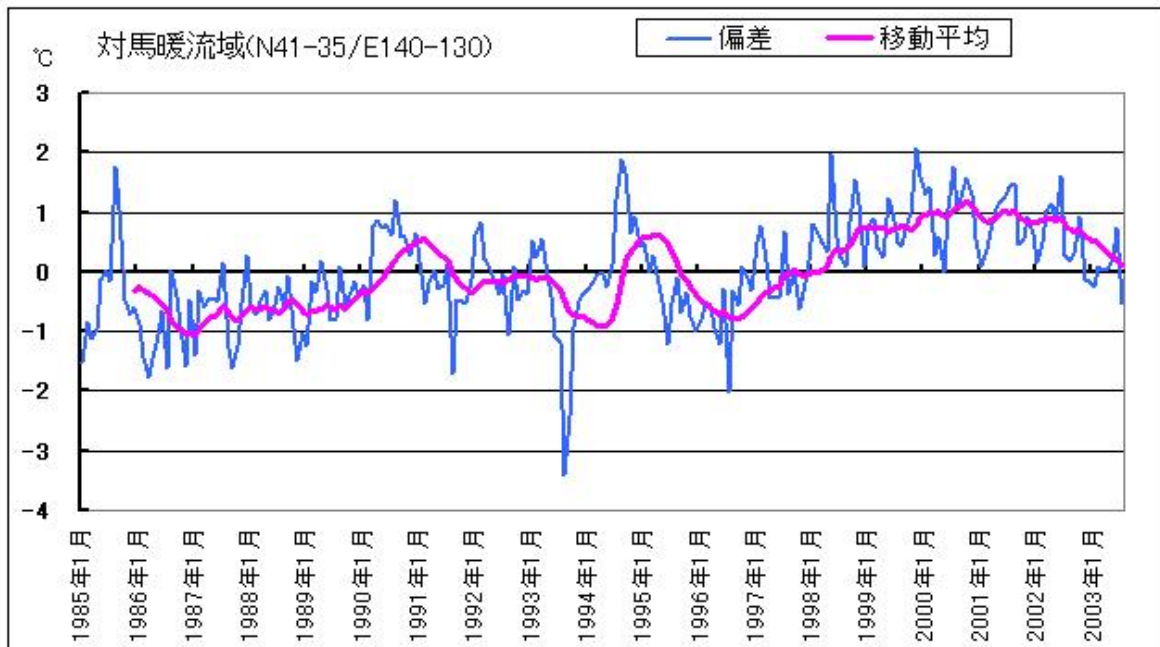
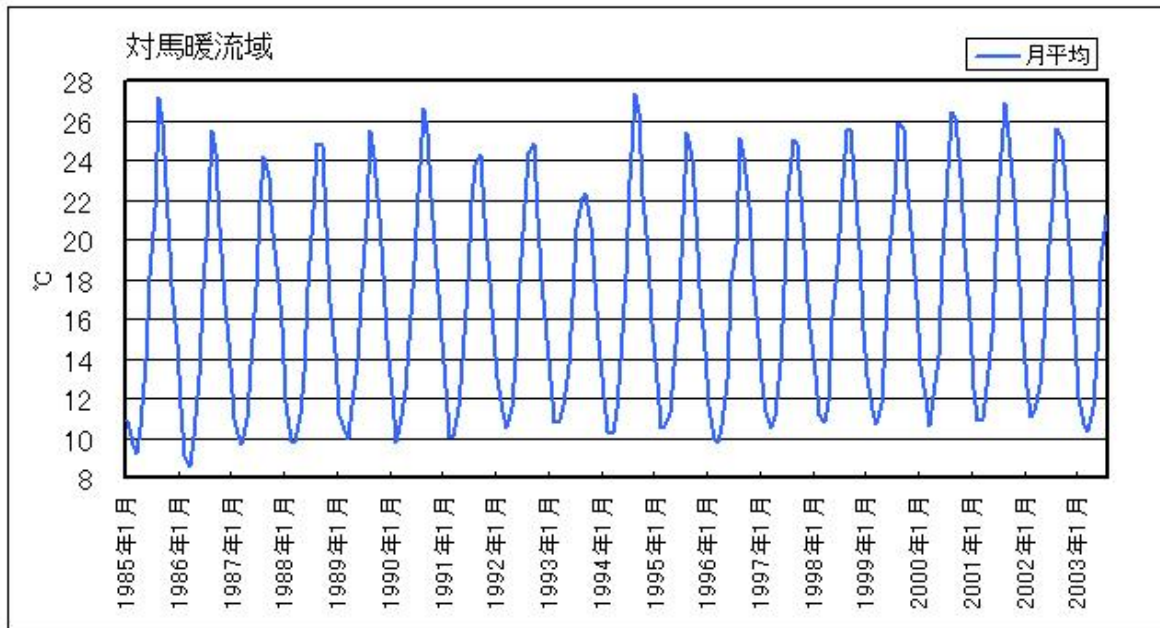
東シナ海域



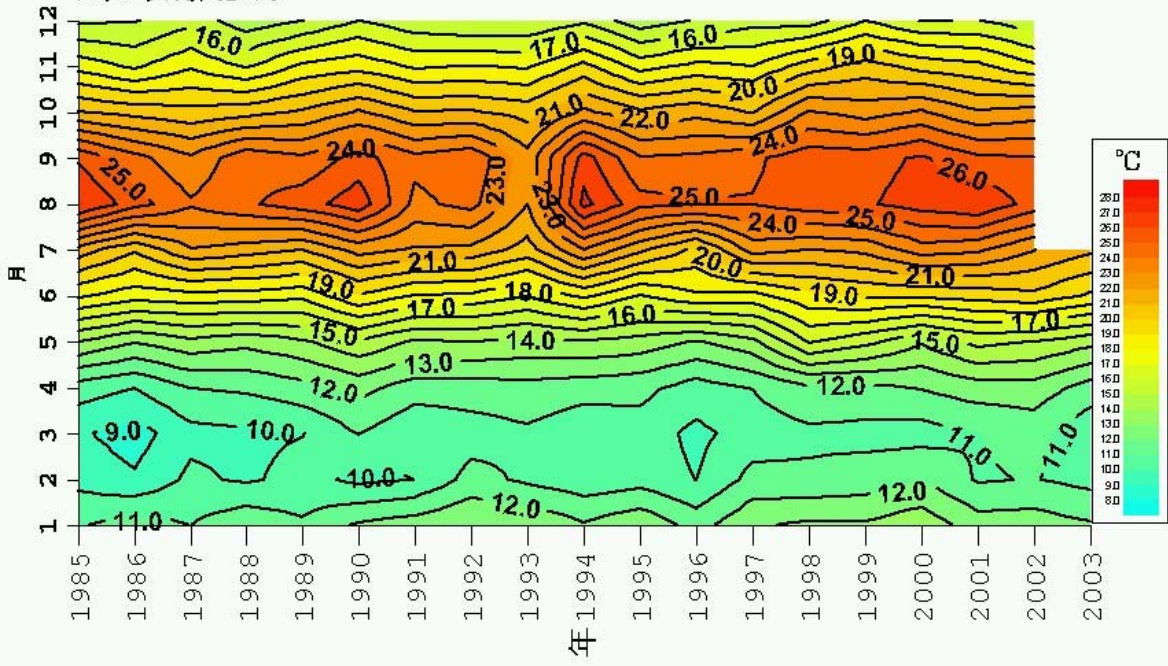
東シナ海域



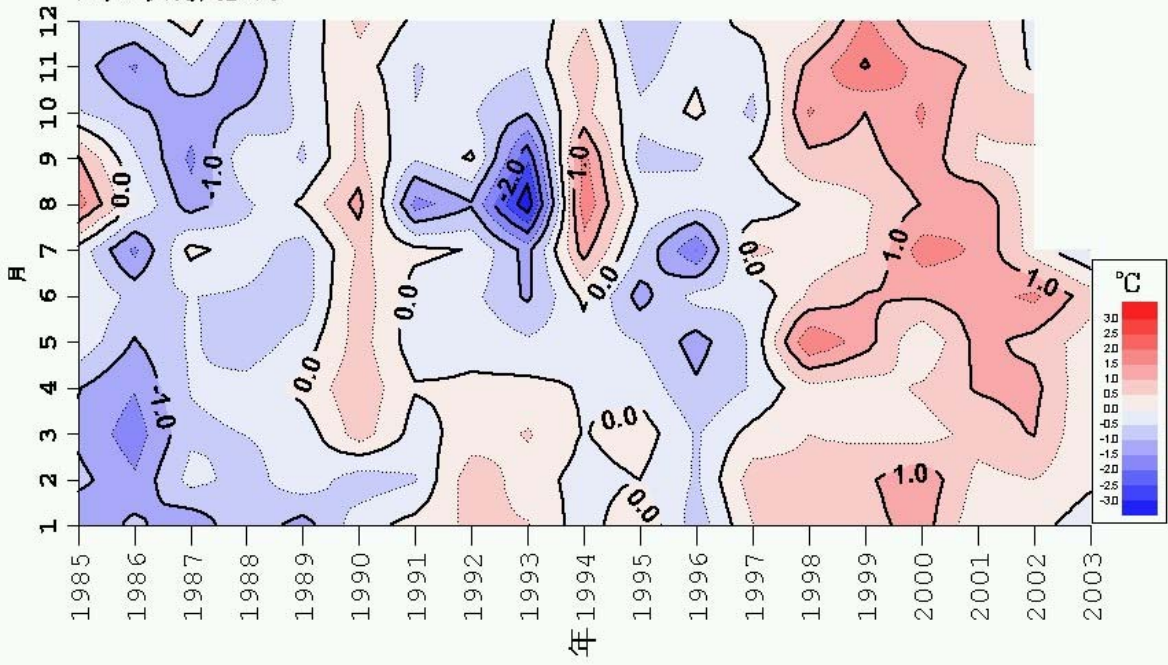
対馬暖流



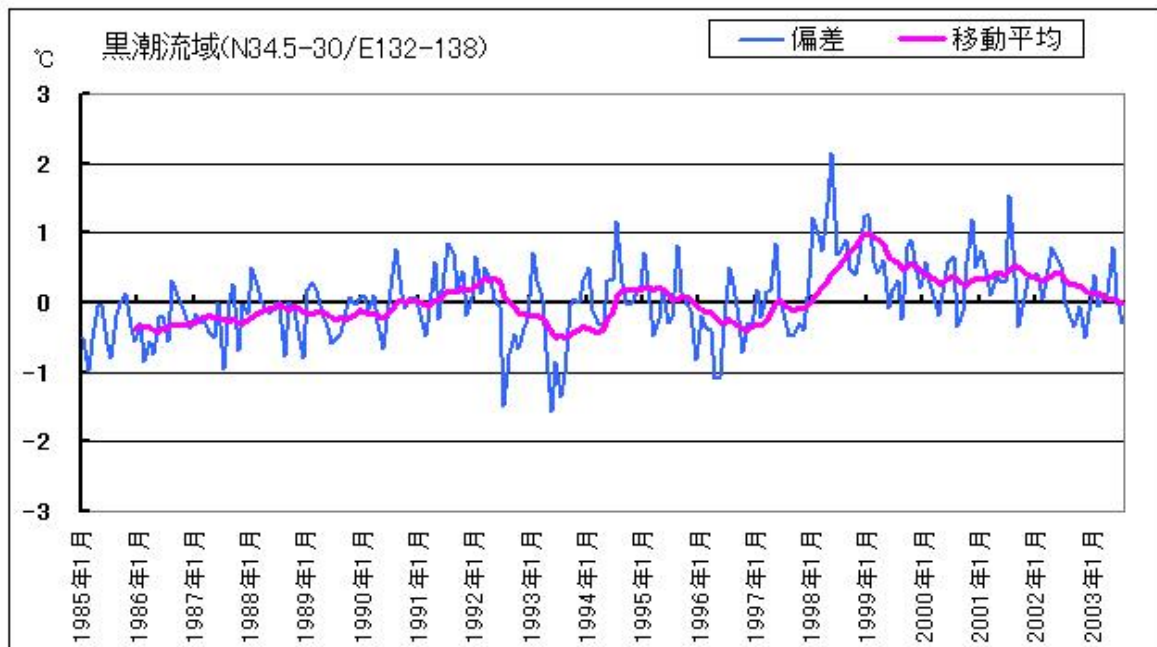
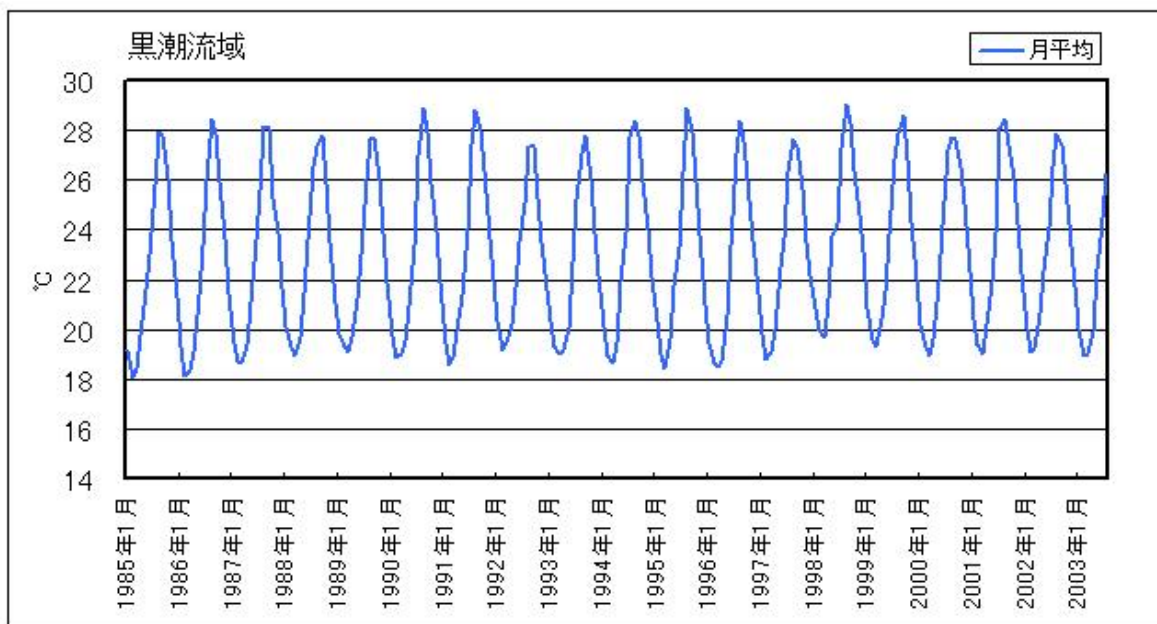
対馬暖流域

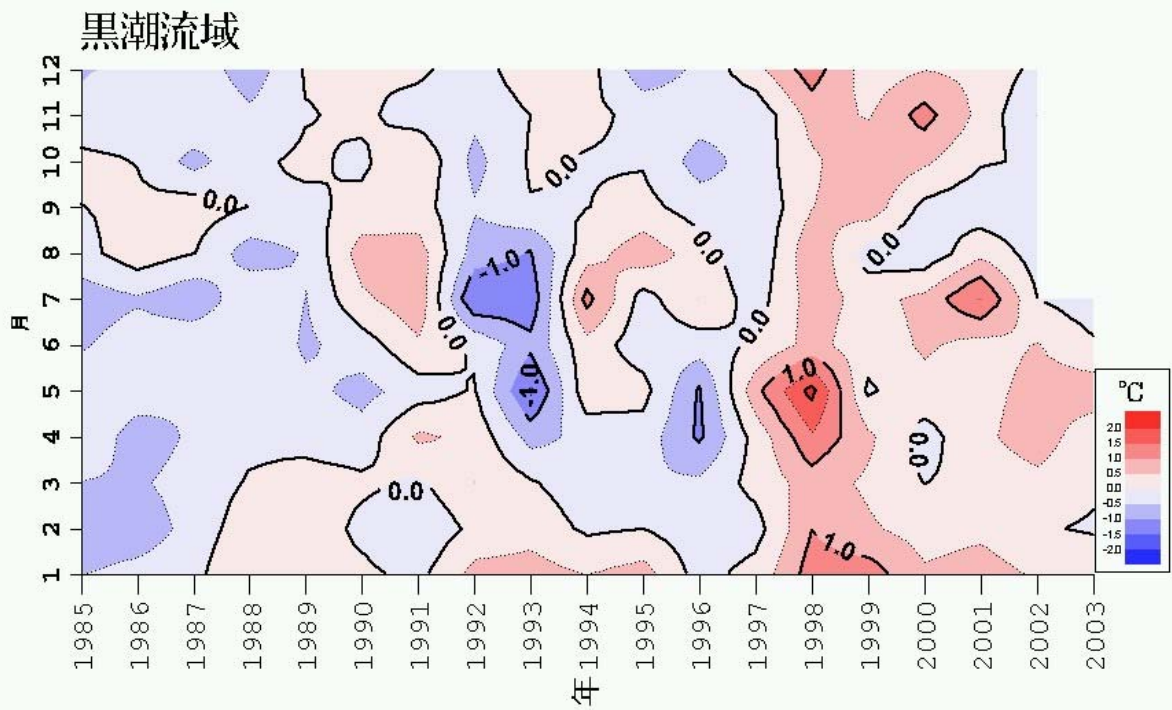
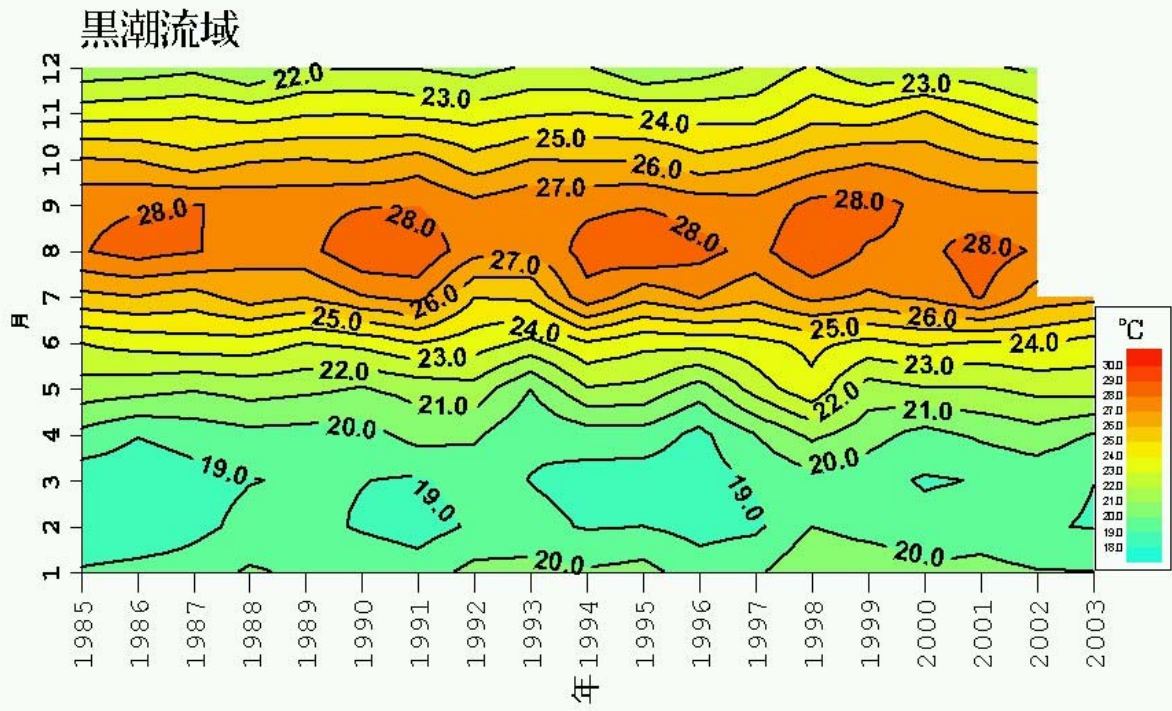


対馬暖流域

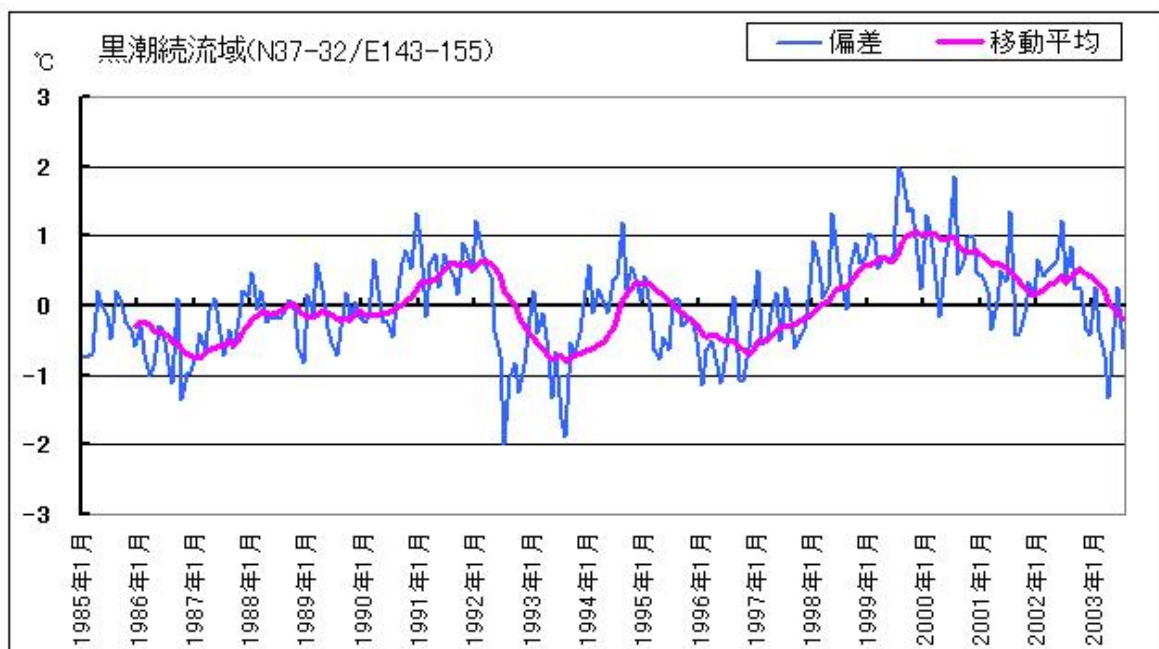
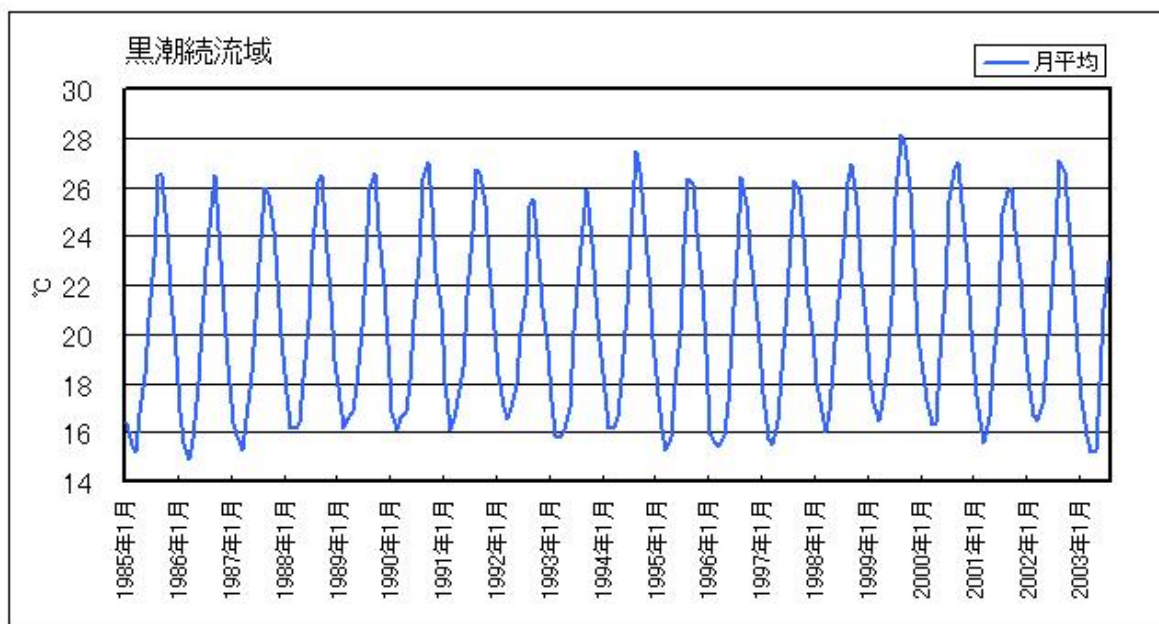


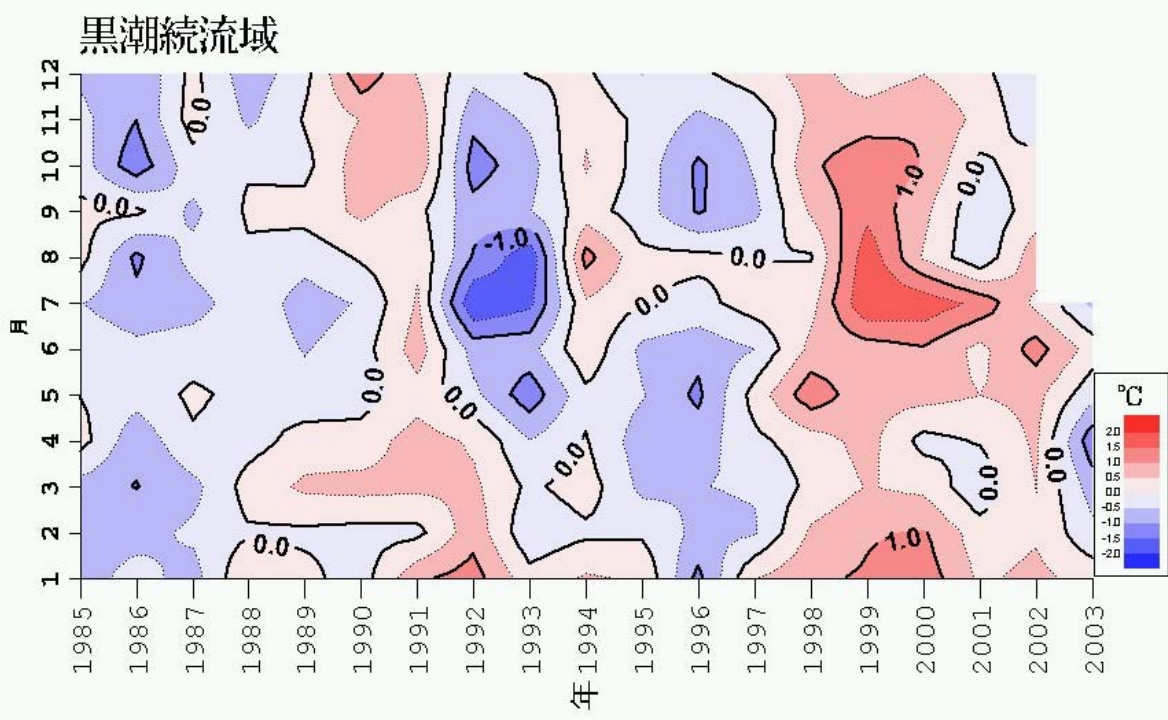
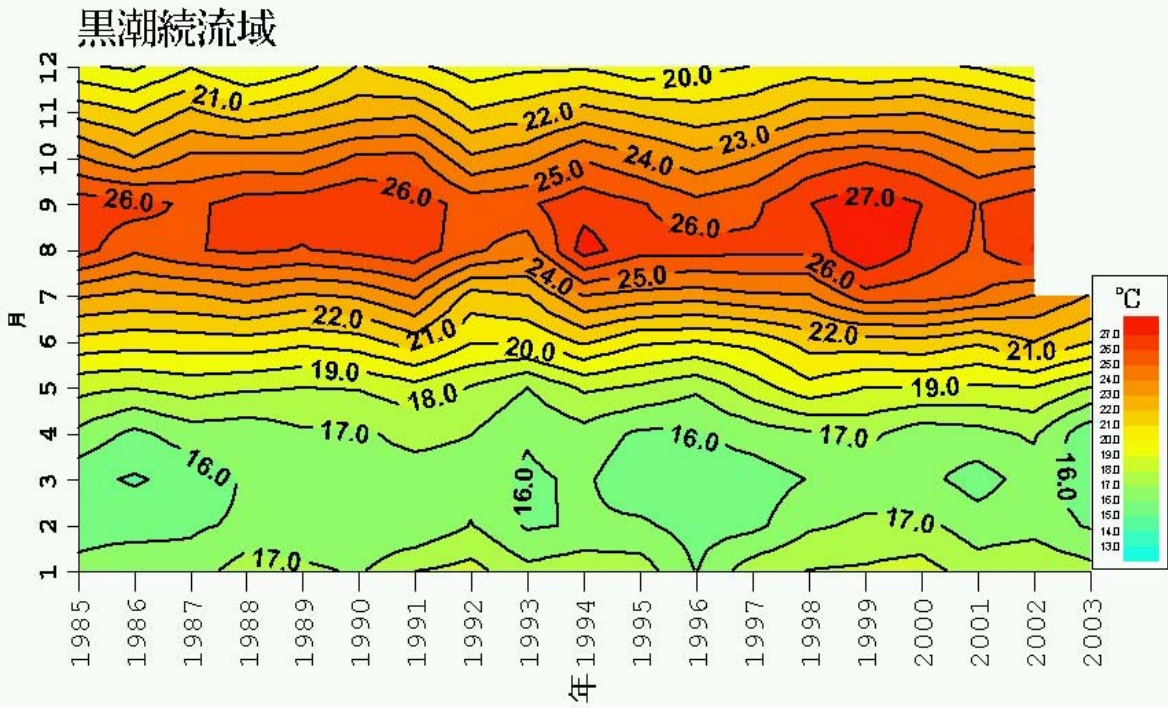
黒潮流域



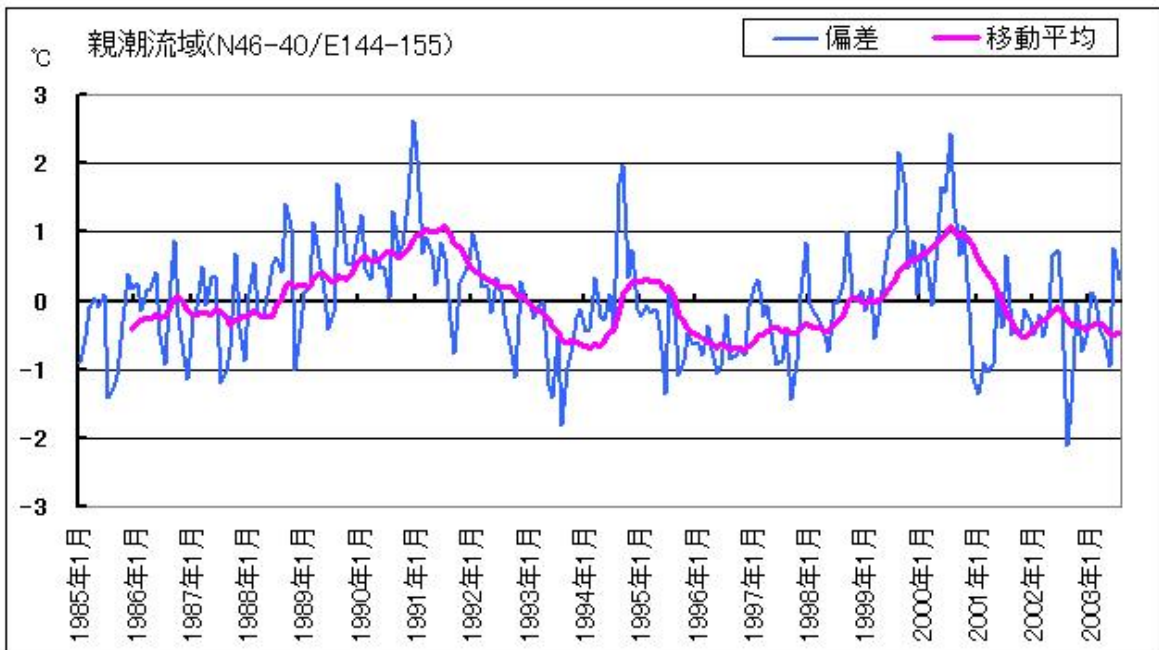
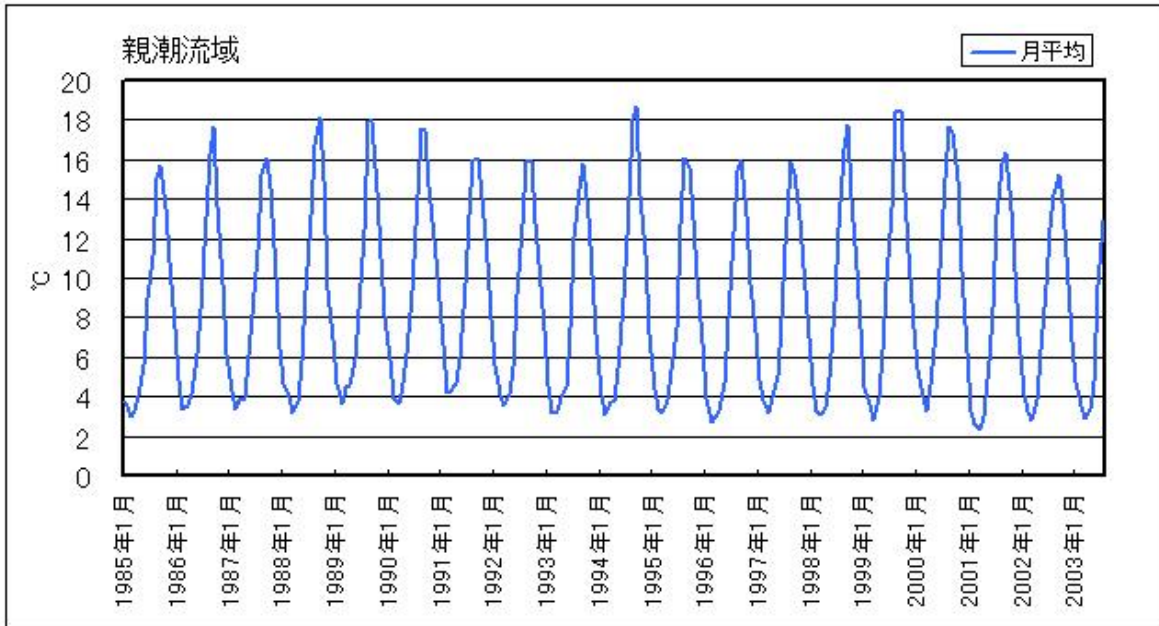


黒潮続流域

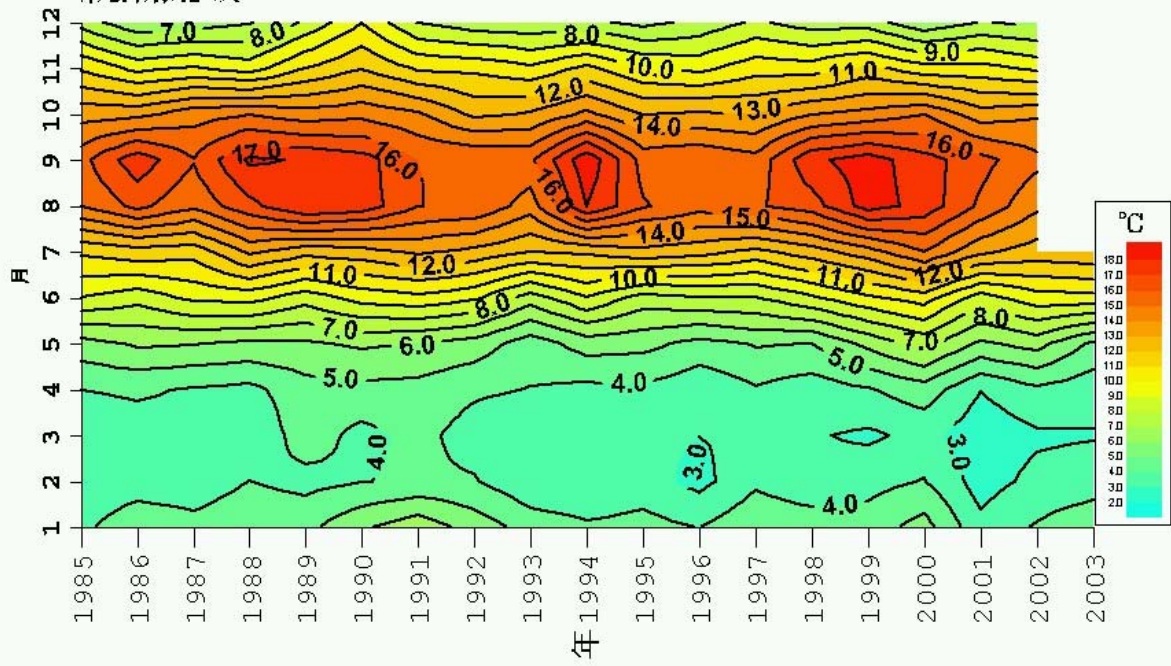




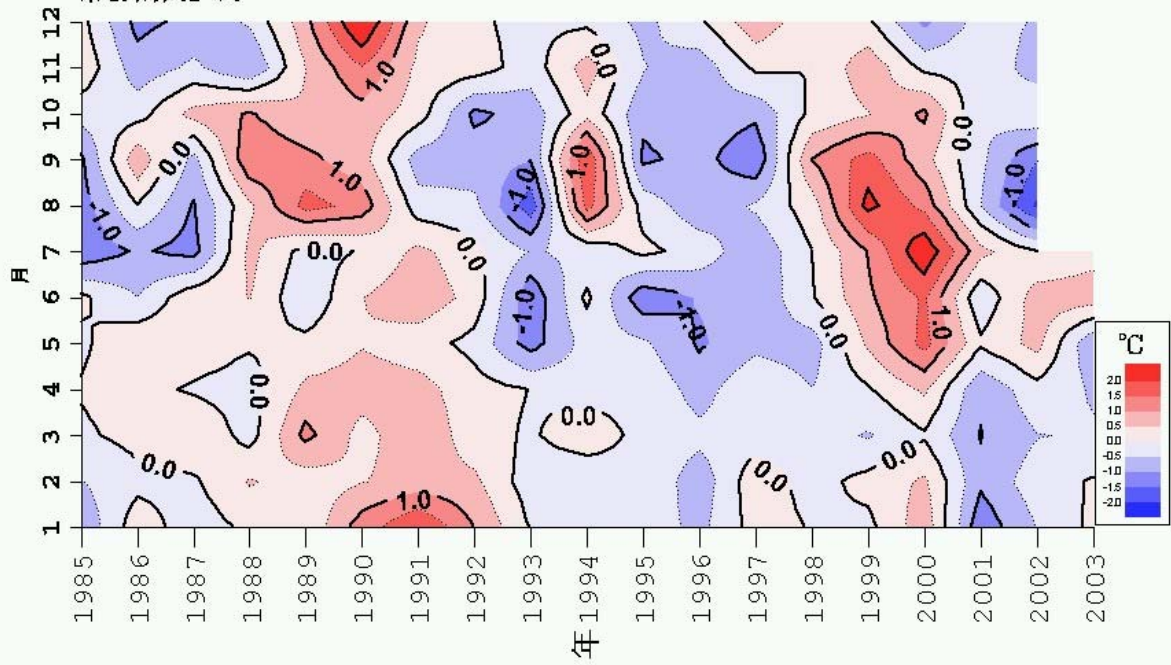
親潮流域



親潮流域

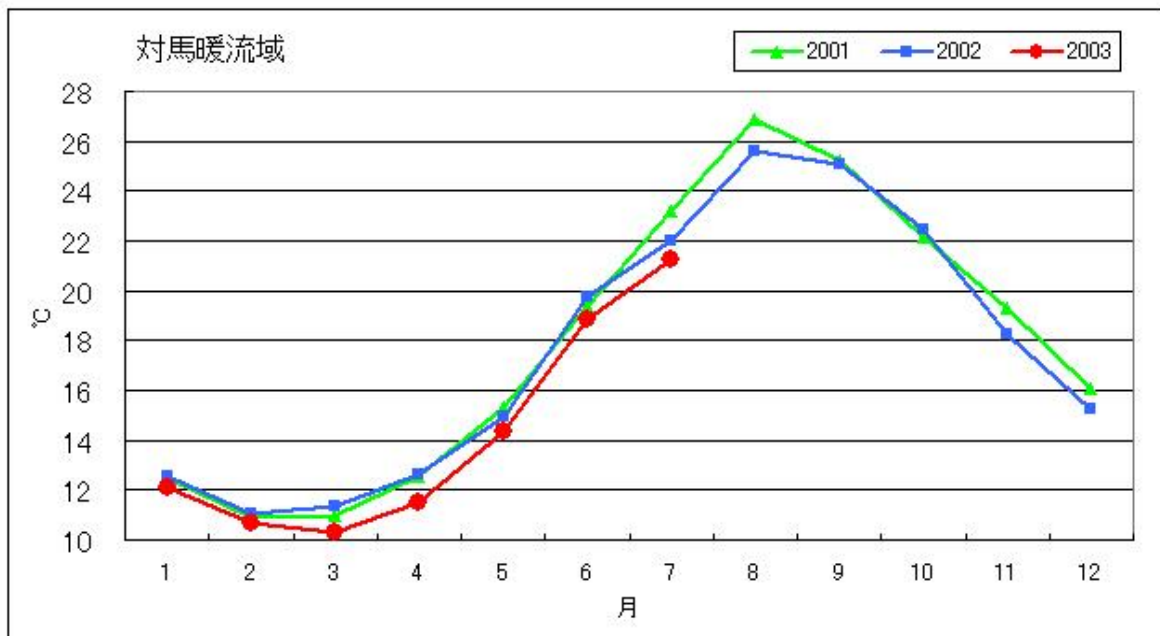
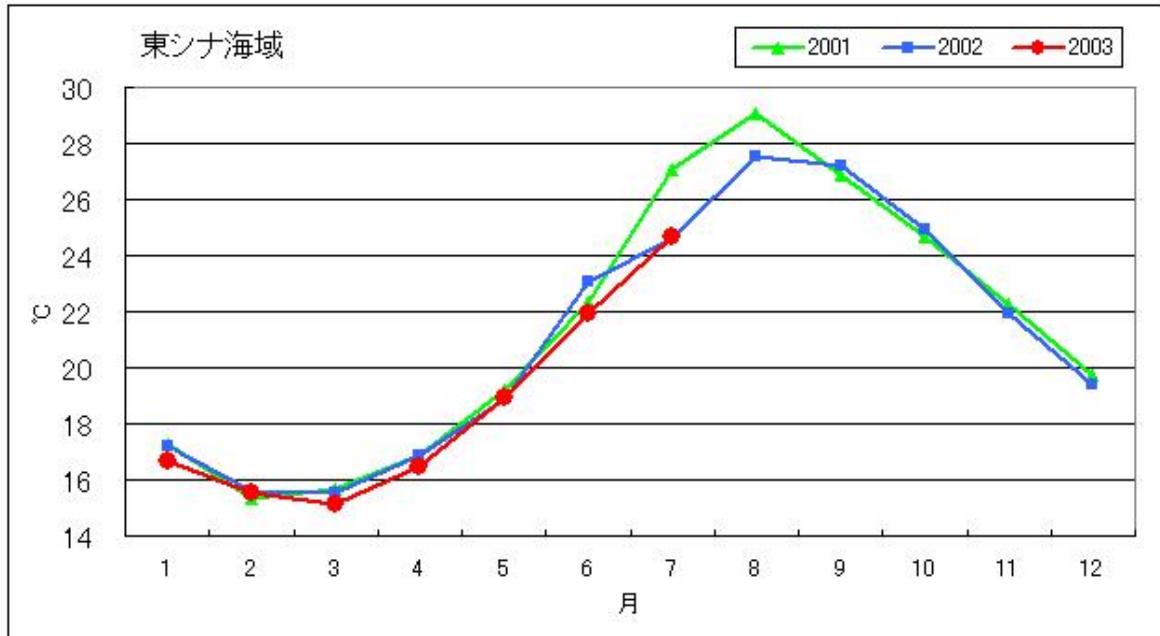


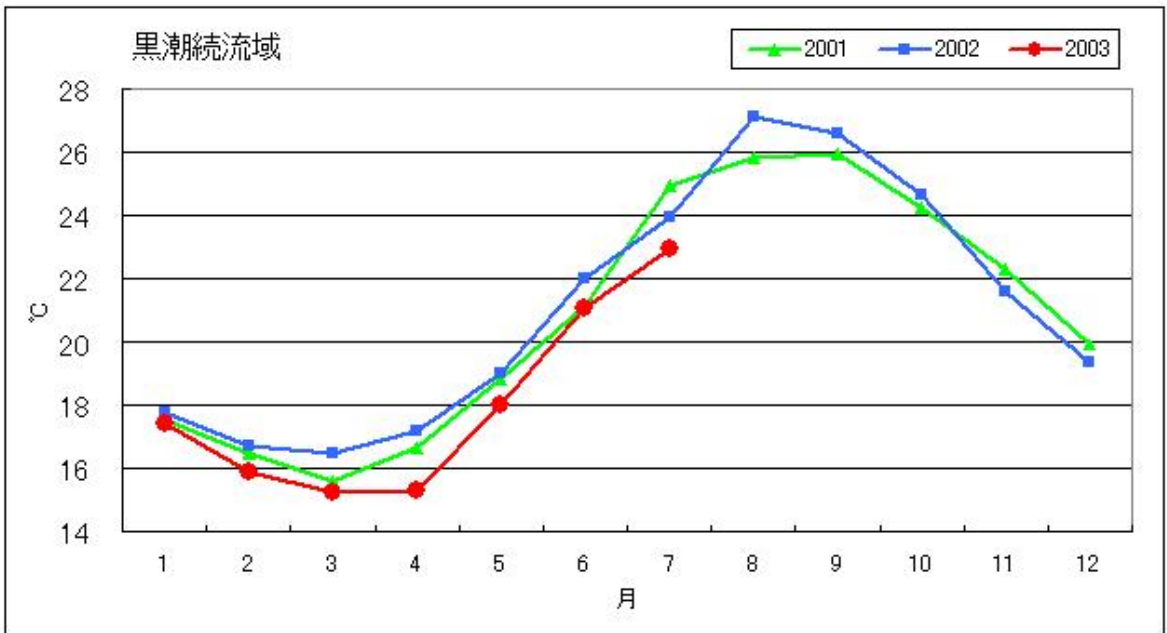
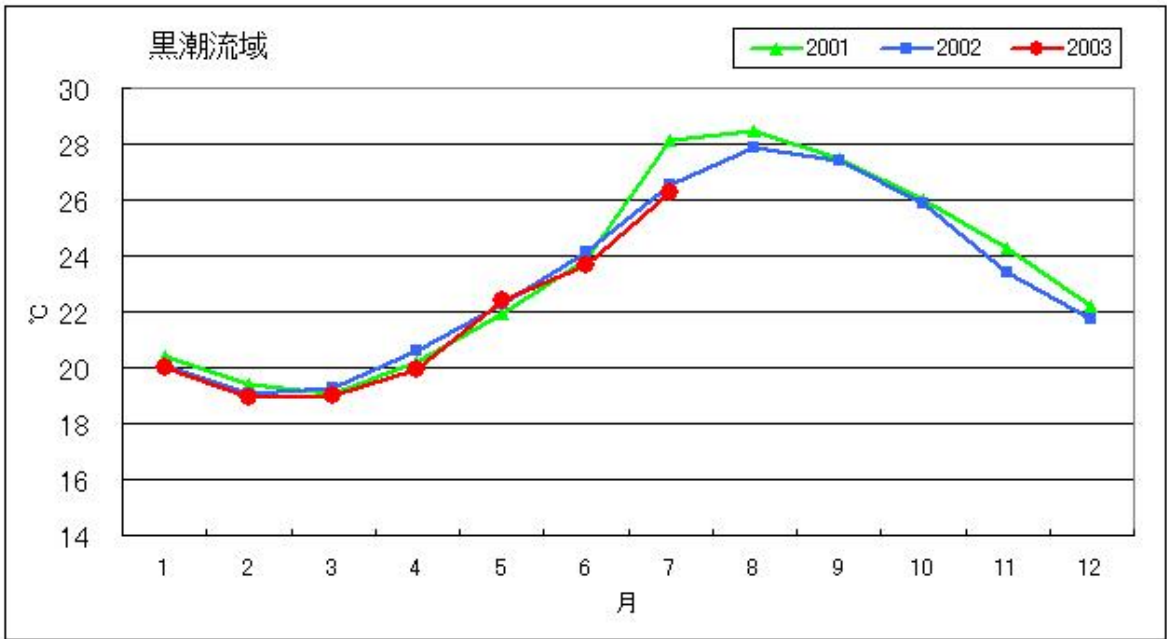
親潮流域

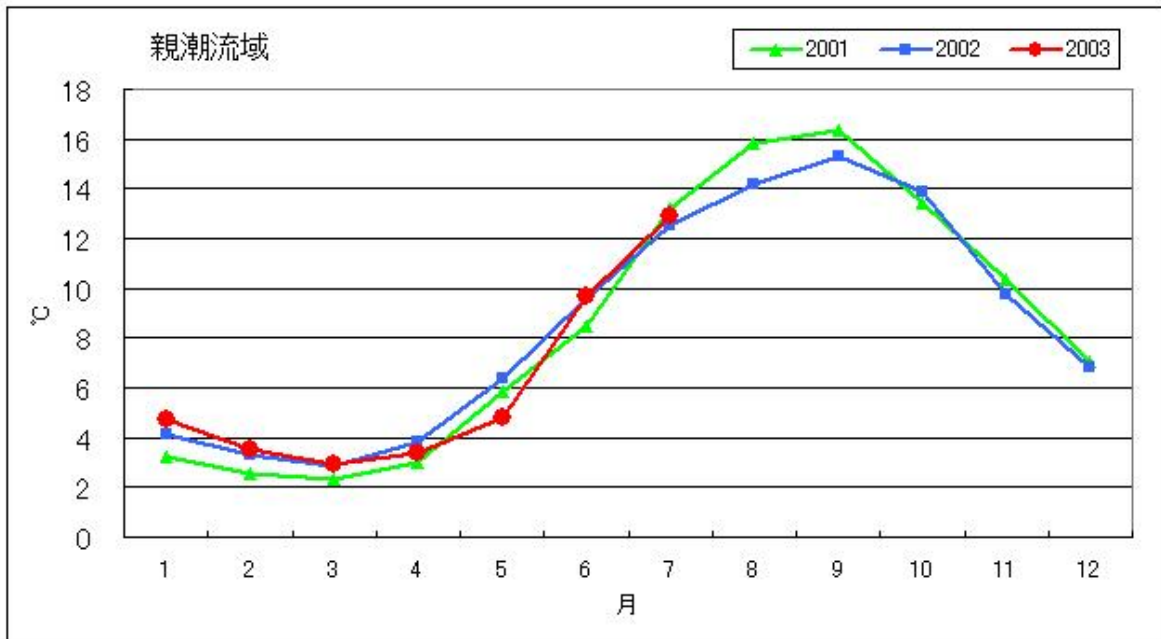


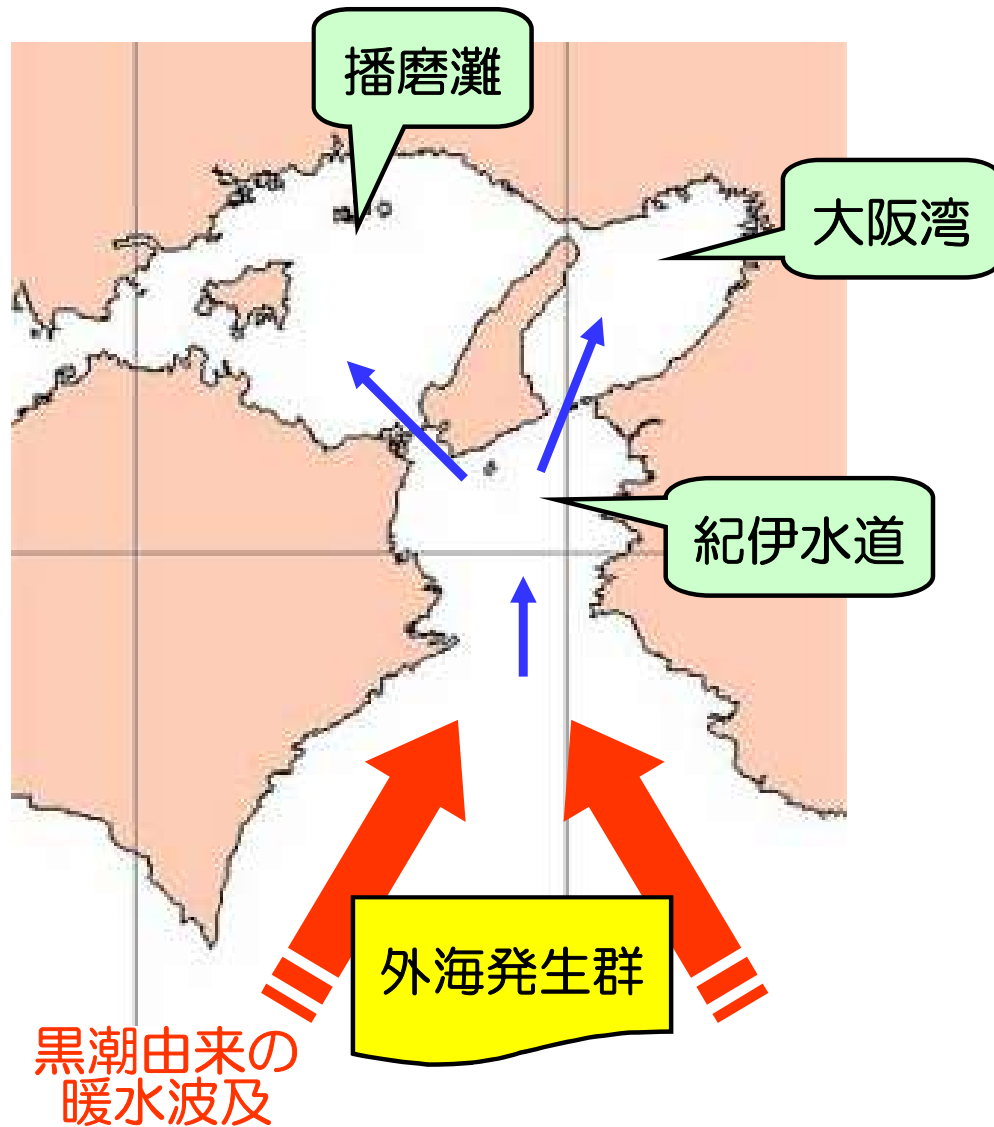
3. 海域毎の3年の水温時系列

日本近海の特徴的な5海域を取り出し、1985年から2003年までの間の水温とその各月からの差(偏差)の時系列をあらわしたものです。また偏差については移動平均を掛け長期的な変動がどのようにになっているかを示しました。



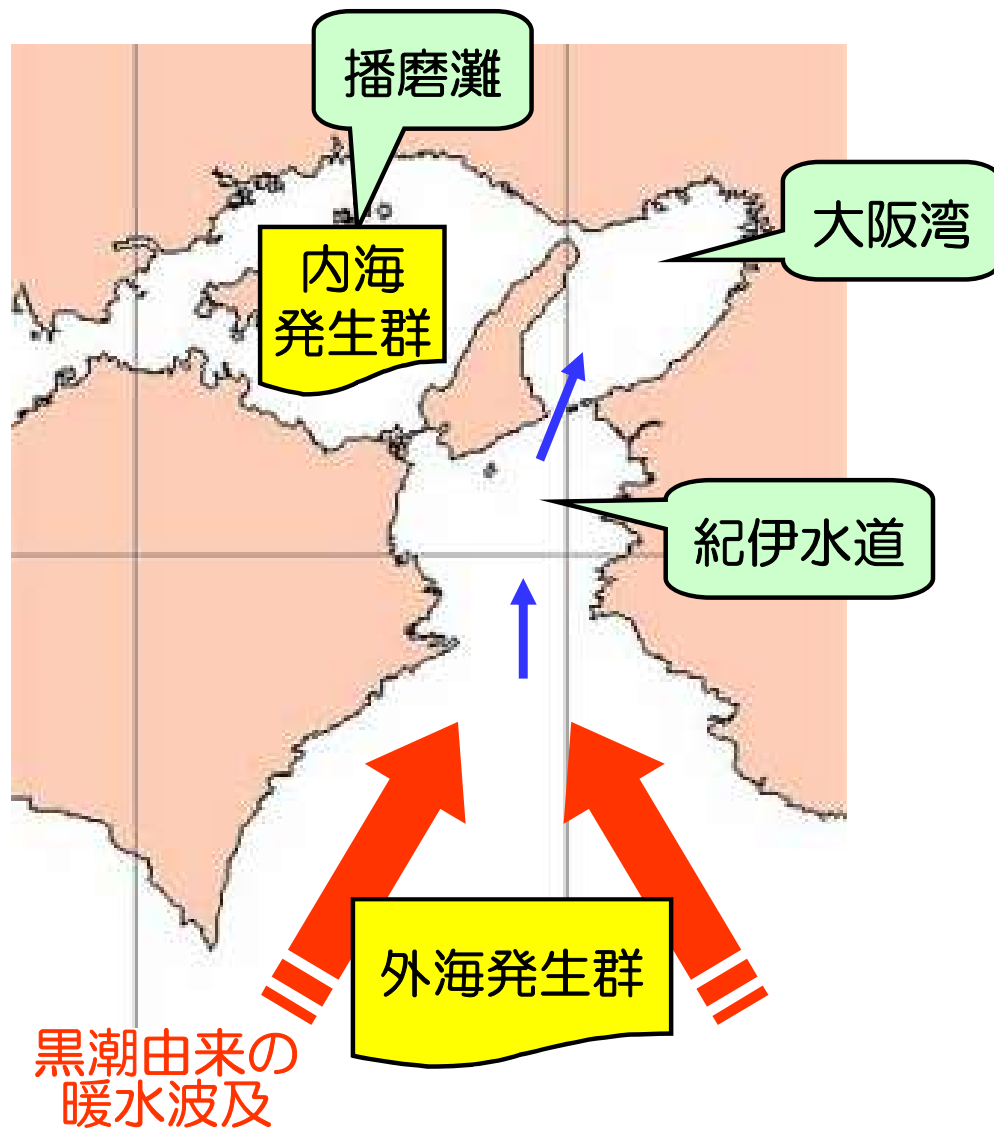






瀬戸内海東部海域における春シラスの来遊量は、主に外海発生群の加入に依存しています。したがって、外海域での産卵量に加えて、黒潮由来の暖水波及の規模・パターンが漁場への来遊量を決定する重要な要因となっているものと考えられます。

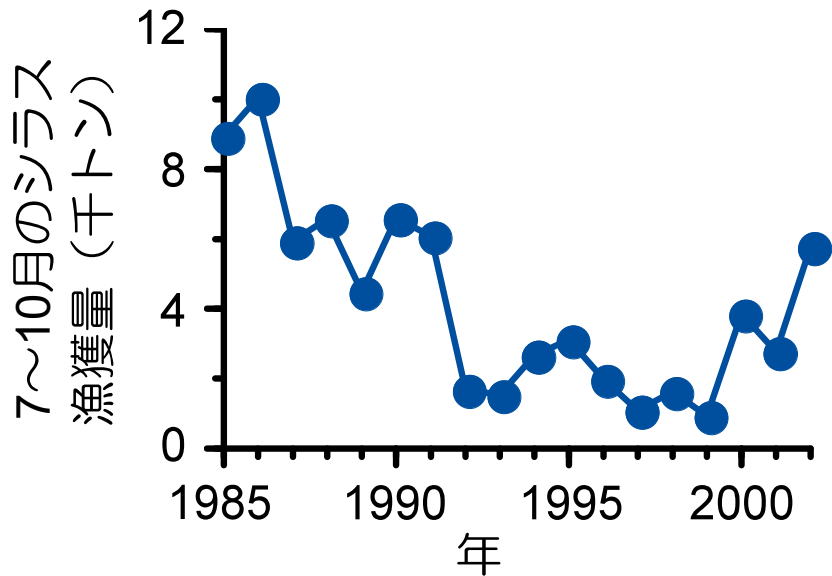
瀬戸内海東部海域におけるカタクチシラス春季発生群
(春シラス)の分布と海況との関係



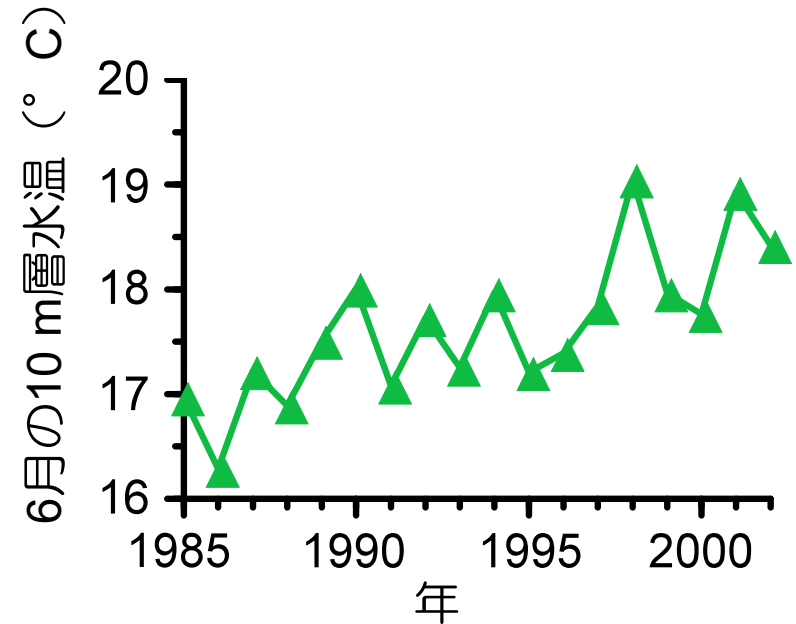
紀伊水道部における夏シラスの来遊量は、春シラスと同様、主に外海発生群の加入に依存していることから、黒潮由来の暖水波及の規模・パターンが来遊量を決定する重要な要因となっているものと考えられます。

一方、内海発生群が中心となる播磨灘の夏シラスについては、水温や餌料環境が来遊量に影響を及ぼしているであろうことが示唆されています。

瀬戸内海東部海域におけるカタクチシラス夏季発生群
(夏シラス) の分布と海況との関係



播磨灘における7~10月のシラス漁獲量の経年変化。1992年以降、低水準で推移してきましたが、ここ数年は回復傾向にあるようです。



播磨灘における6月の10 m深での水温の経年変化。値は播磨灘で行われている浅海定線調査の全定点で得られたデータの平均値を示しています。

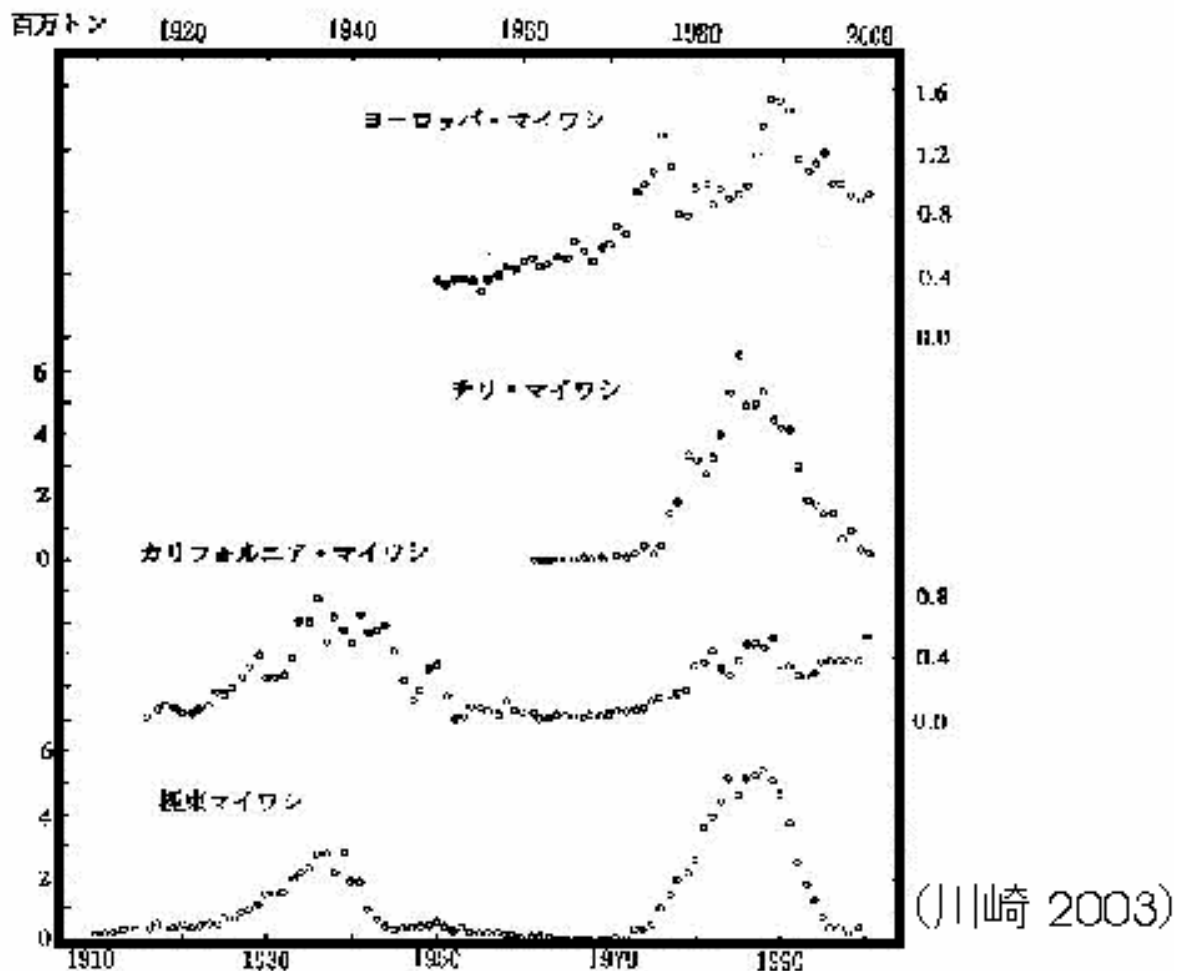


播磨灘における7~10月のシラス漁獲量と6月の10 m深水温との間には、負の相関関係（水温が低いほど漁獲量が多い）がみられるようです。ただし、ここ2年間については、このような関係から外れており、水温以外の要因（例えば、6月のカタクチイワシ産卵量、餌料環境など）がシラス漁獲量の決定に大きく寄与していることが示唆されます。

世界中のマイワシが同じような資源変動をしているのはなぜでしょう

下の図は、1910年～2000年までの世界各地のマイワシ漁獲量の経年変化を示しています（川崎 2003）。上から、ヨーロッパ周辺、南米チリ沖、北米のカリフォルニア沖、日本周辺の各海域での漁獲量の変化です。遠く離れた海域にもかかわらず、同じような時期に資源が増大し、また減少しているのがわかります。

これは、地球規模の環境変動が世界各地に生息しているマイワシに影響を及ぼしているためと考えられています。



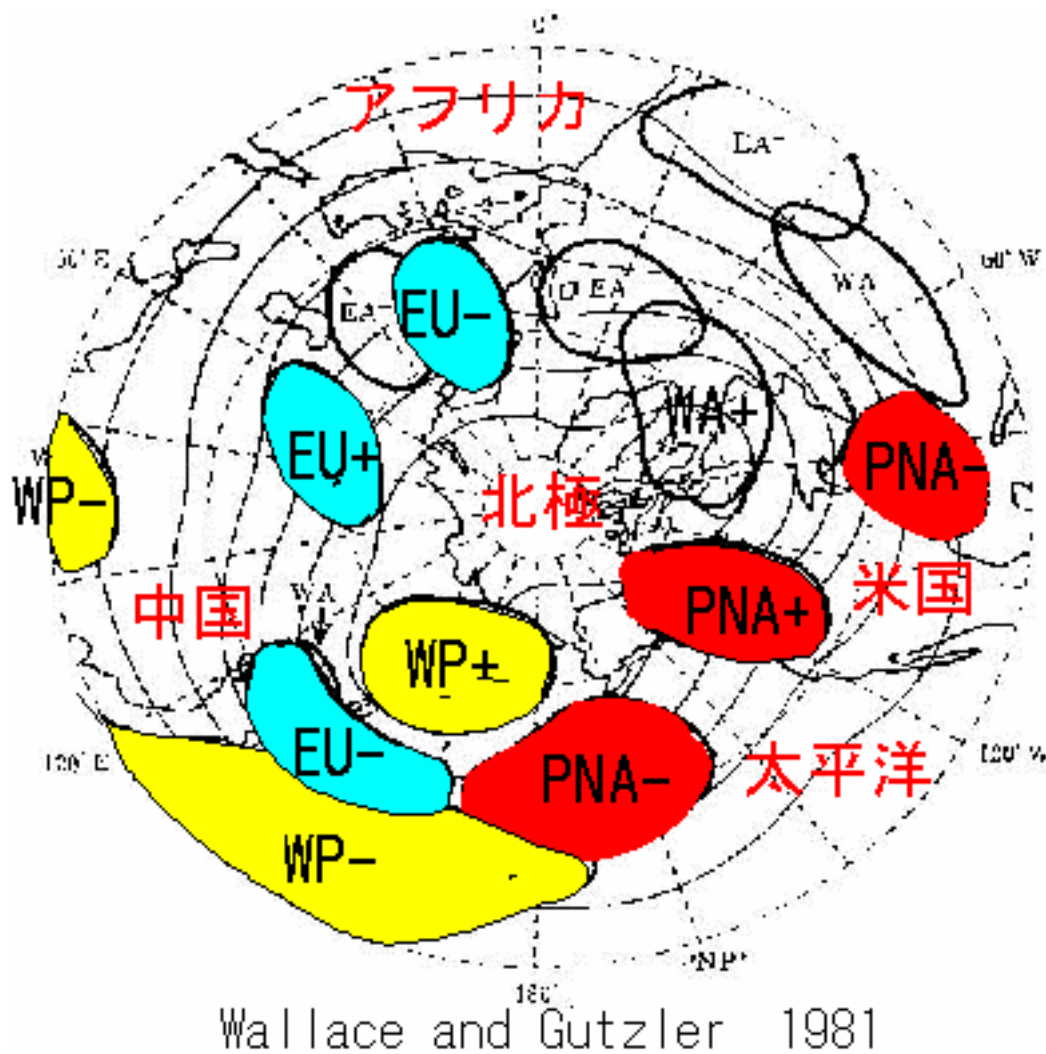
遠く離れた所と連動しておこる気候変動 テレコネクション

遠く離れた場所で生活しているマイワシが、同じような環境変動で資源量が変動しているとしたら、遠く離れた場所で、同じような環境変動をしている仕組みがあると考えられます。それがテレコネクションと呼ばれる現象です。

皆さんは、[エル・ニーニョ現象](#)という言葉が新聞やテレビのニュース等でお聞きになったことがあるでしょう。エル・ニーニョ現象が発生すると、日本は暖冬・冷夏になりやすいことはよく知られています。これもテレコネクションの1例です。

テレコネクションとは、遠く離れた所の気候変動が他の場所の気候変動と同期しておこることをいいます。「テレ」はテレビの「テレ」と同じ意味の言葉で「遠い」という意味があります。コネクションは「コネがある」と使われるように「結びつき」を意味します。

下の図の赤い部分は一番有名なテレコネクションで [PNA](#) (太平洋・北米) パターンと呼ばれています。エル・ニーニョ現象と連動し、アリューシャン低気圧や北米の気候が変動します。エル・ニーニョ現象が発生すると、PNA+とPNA-の地域の気圧場がシーソーのように逆の変化を示します。PNA+の場所の気圧が平年より高くなるとPNA-の場所の気圧は逆に平年より低くなります。黄色の部分は [WP](#) (西太平洋) パターンです。日本周辺を広く覆っている変動パターンであるのがわかります。



革命的な変化：レジーム・シフト

レジーム・シフトとは革命が起こったときのように体制が急激に変化することをいいます。気候変動には、別名「気候ジャンプ」と呼ばれるような、気候が急激に変化する時があります。ある気候の状態から別の気候の状態への急激な遷移を「気候レジーム・シフト」と呼びます。

下の図は、近年で最も大きかった気候レジーム・シフトが生じた 1976/77 年を境に、その後の 11 年間(1977-88 年)の海面水温から、その前の 5 年間(1971-76 年)の海面水温を引いた温度偏差の水平分布です (Yasunaka and Hanawa 2002)。

太平洋の赤道域やインド洋、大西洋の海面水温は、76/77年を境に上昇し、逆に北太平洋の中緯度帯や北東大西洋では冷たくなっています。

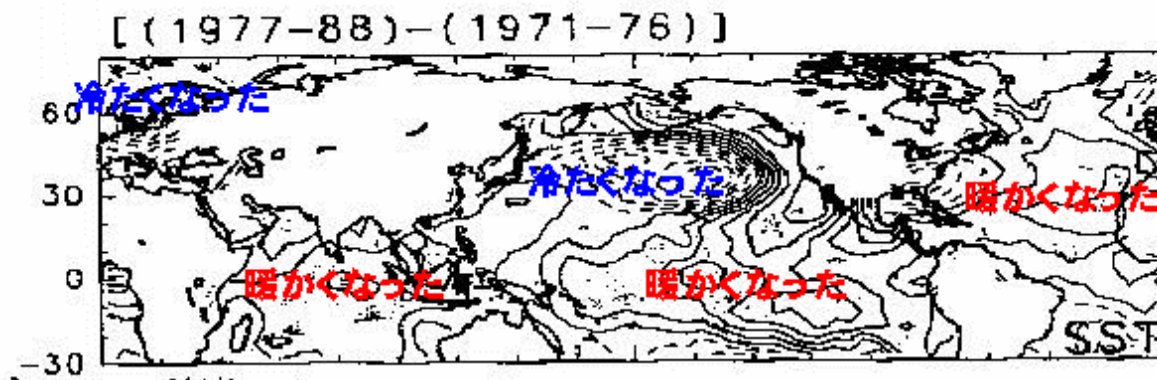


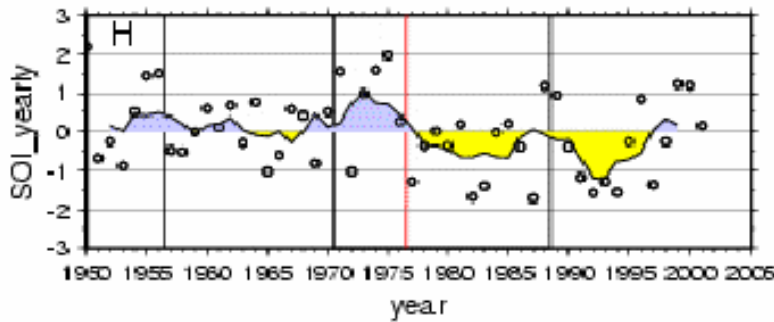
図 1976/77年のレジーム・シフト前後のレジーム間の海面水温差。破線は負、実線が正偏差。
(Yasunaka and Hanawa 2002)

地域ごとに異なる気候変動

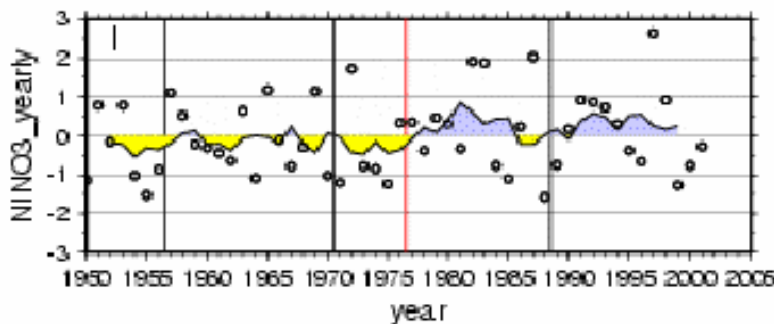
レジーム・シフトに伴う水温変化は、太平洋の温帯域と熱帯域では、逆の変動を示していました。気候変動は、ある地域（海域）毎で異なる変動を示したり、同じような変化を示したりします。いくつかの場所での気候変動を見てみましょう。

[エル・ニーニョ現象](#)は異常気象の代表格として有名な気候変動です。この指標として [SOI](#)（豪州ダーウィンとタヒチ島の気圧差）や赤道域の海面水温が使われます。SOI が負偏差（マイナス値）だとエル・ニーニョ現象、正偏差（プラス値）だとラ・ニーニャ現象が発生していることになります。

下の図で朱線（1976/77年）を境に、その前はSOIが正偏差の時代でラ・ニーニャ現象が発生しやすく、赤道域の水温は低くなっています。朱線のあとはSOIが負偏差になり、エル・ニーニョ現象が多発し、赤道域の海面水温は高くなっています（図中の は各年の値、実線は5年間の移動平均値）。

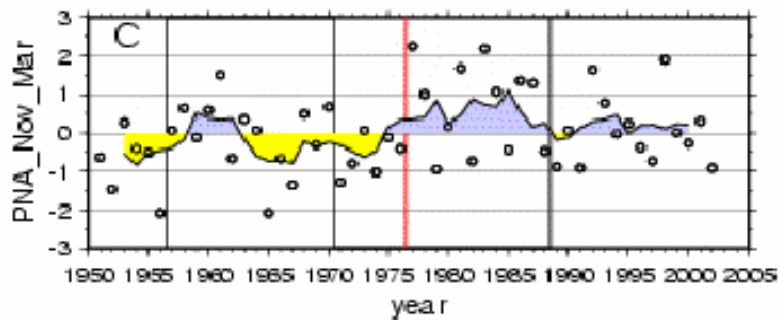


SOI (タヒチと
ダーウィンの
気圧差)

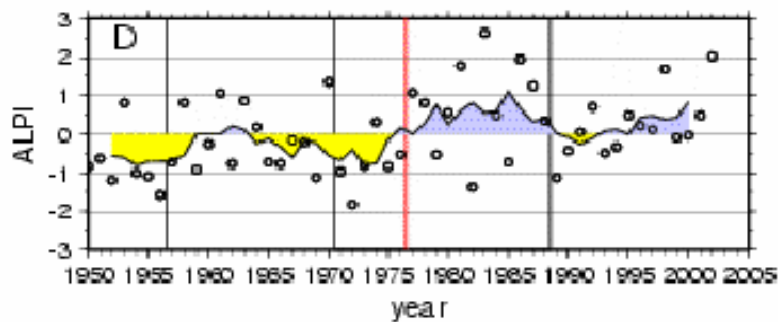


赤道太平洋の
海面水温

下の図は、テレコネクションのところでも述べた [PNA](#) (北太平洋と北米に変動の中心がある) とアリューシャン低気圧の強さ ([ALPI](#)) の時系列です。PNA はエル・ニーニョ現象やアリューシャン低気圧の強弱と連動して変動することは前にも述べましたが、上の図と下の図を比べるとその関連性がよくわかります。下の図の両指標とも、'76/77 年 (朱線) を境にそれ以前は平年より小さく、それ以後は大きい指数になっており、'76/77 年以降はアリューシャン低気圧が強い時代であることを示しています。上の図と下の図から、'76/77 年を境にエル・ニーニョ現象が発生しやすくなり、アリューシャン低気圧が強まっている時代に変ったということがわかります。

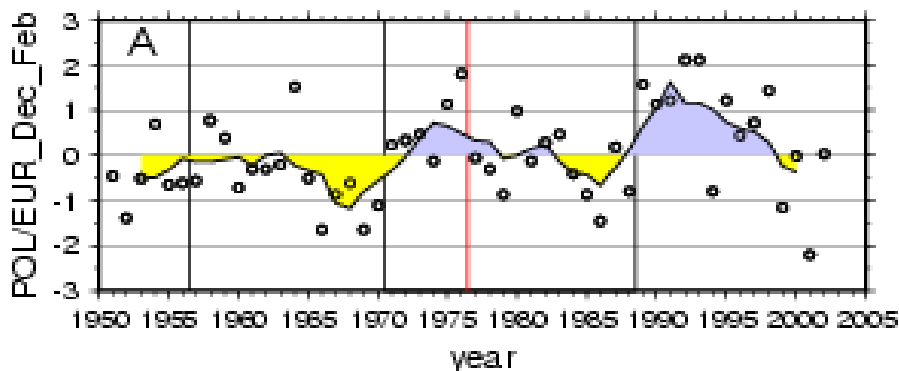


PNA



アリューシャン
低気圧の指標。
(低気圧部の
面積の大きさ)

下の図は、北極とユーラシア大陸に中心を持つ変動パターンの指標 ([POL](#)) です。極渦の強さと連動しています。これには、20年位の周期的変化が見られ、1970以前は負偏差、1990年以降は正偏差となっている傾向も見られます。上の4つの指標は、熱帯起源の変動でしたが、下の図は極域の変動であり、両者は異なった変動をしていることがわかります。



気候変動はなぜ起こるの？

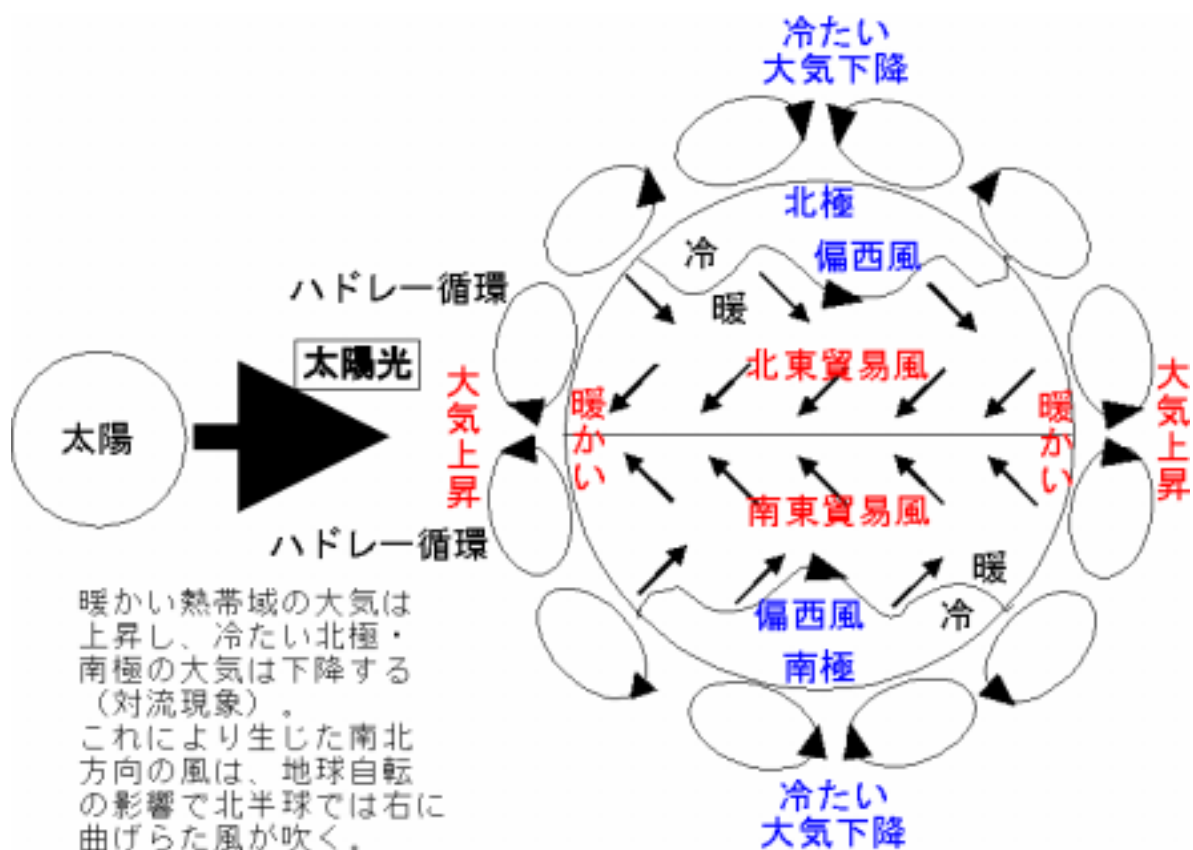
エル・ニーニョ現象やレジーム・シフトなど、気候変動はなぜ起こるのでし

ようか。

気候変動が起こる原因は、太陽活動の変化、偏西風の変化、海洋変動、雪氷面積、火山活動、二酸化炭素等温室効果、森林破壊と砂漠化などが考えられています。

太陽からの光（熱）は熱帯域を強く暖めますが、極域はあまり暖めません。赤道上ではほぼ真上から太陽光を受けますが、極域では真横から受けるので、単位面積あたりに受ける光の量が異なるためです。

冷たい空気と暖かい空気があると対流等が生じ、互いに同じ温度になろうとして混ざり合おうとします。赤道付近で暖められた空気は上昇し、極方向に向かい、中緯度域で下降します。このため、熱帯から温帯の上空では極方向、地上付近では赤道方向の風が吹きます。このような対流による空気の循環を[ハドレー循環](#)といいます。



大気と海洋は互いに影響し合います

海は大気や陸に比べて、暖まりにくく、冷やされにくい性質を持っています。冬や極域で気温が下がっても、海の温度はそれほど下がらず、大気を暖めてくれます。また、夏や熱帯域では、気温が上昇しても海の温度はそれほど上がらず、大気を冷やしてくれます。海があるから穏やかな地球の気候が保たれています。

大気と海洋は相互に影響し合いますが、このことを大気海洋相互作用といいます。大気と海洋の温度差や蒸発・降雨で熱が交換されますし、風の循環は海の水を動かし、海洋の循環（海流）を作り出します。作り出された海洋の循環は、熱を熱帯から温帯に運び、寒帯から温帯へ冷たい水を運ぶことで、熱帯と寒帯の気温差を小さくする働きをしています。

有名なエル・ニーニョ現象も、大気と海洋の相互作用の一例です。

各海域の気候変動が、大気と海洋の相互作用を変化させ、魚の住む海も変化することにより、魚の資源も変動すると考えられています。

気候変動は、まぐろ類にはどのように関係しているの？

下の図は、クロマグロの0才魚の加入量（漁場にはじめて入ってくる魚の量）と海面水温変動との関係を示しています。加入量が大きいときに、海面水温が高かった海域を黄色から赤色、水温が低かった海域を青色から紫色で示してあります。

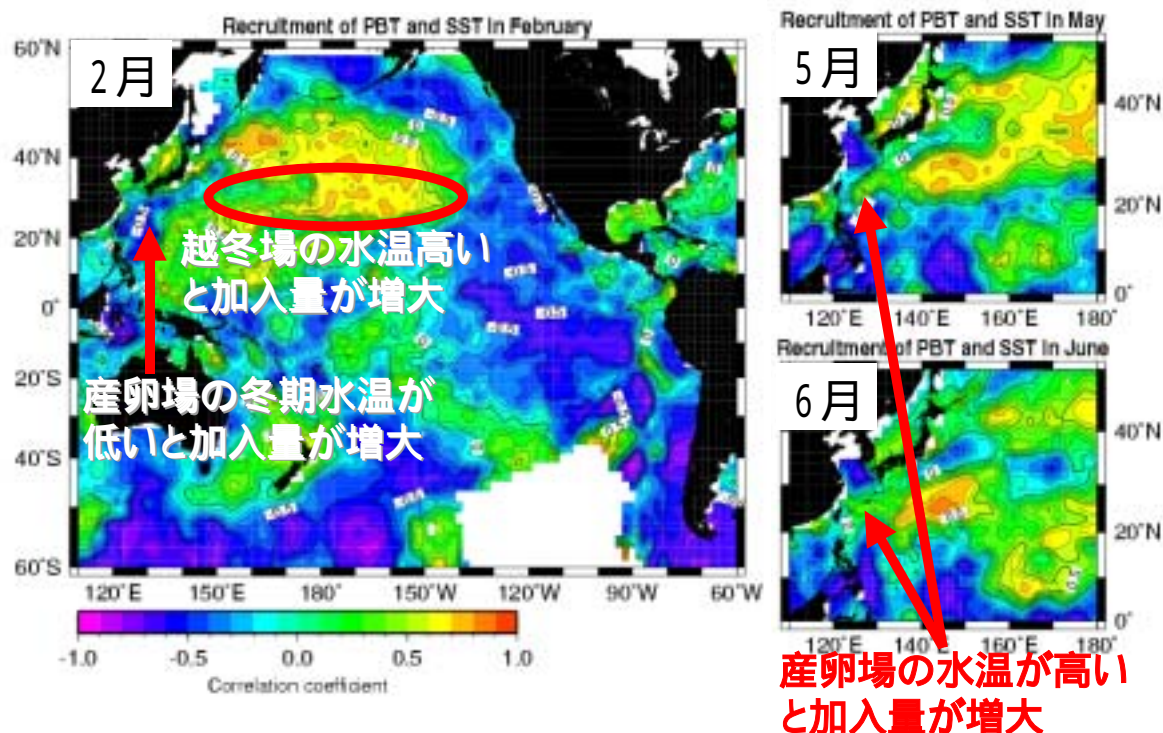
左の図は2月の水温との関係、右の図は産卵期の5月と6月の水温との関係を示しています。2月の図を見ると、北太平洋中緯度中央部が赤くなっており、東部赤道域が青色になっています。つまり、加入量が大きくなる時は、北太平洋中央部が暖かく、東部赤道域が冷たいときであることがわかります。

北太平洋中緯度中央部と東部赤道域が逆の関係にあるのは、レジーム・シフトやテレコネクションのところで示したエル・ニーニョ現象とPNAパターンの関係で、ラ・ニーニャ現象の時には、アリューシャン低気圧が弱まり、北太平洋中緯度中央部の水温が高くなることを示しています（エル・ニーニョ現象の時には逆に低温の関係になります）。

クロマグロは、太平洋を大回遊します。冬の間は黒潮続流の南側で越冬し、春の産卵期には親魚は沖縄周辺で産卵し、夏から秋にかけて北上して親潮の近くまで北上し、晩秋に黒潮続流域へ移動します。左下の図は、越冬する海域が

2月には高温である程、加入量が大きくなることを示しています。一方、産卵場となる沖縄周辺は2月には低温となる方が加入量は大きいですが、産卵期には産卵場の水温は暖かい程、加入が良くなることを示しています

クロマグロ0才魚加入量と海面水温

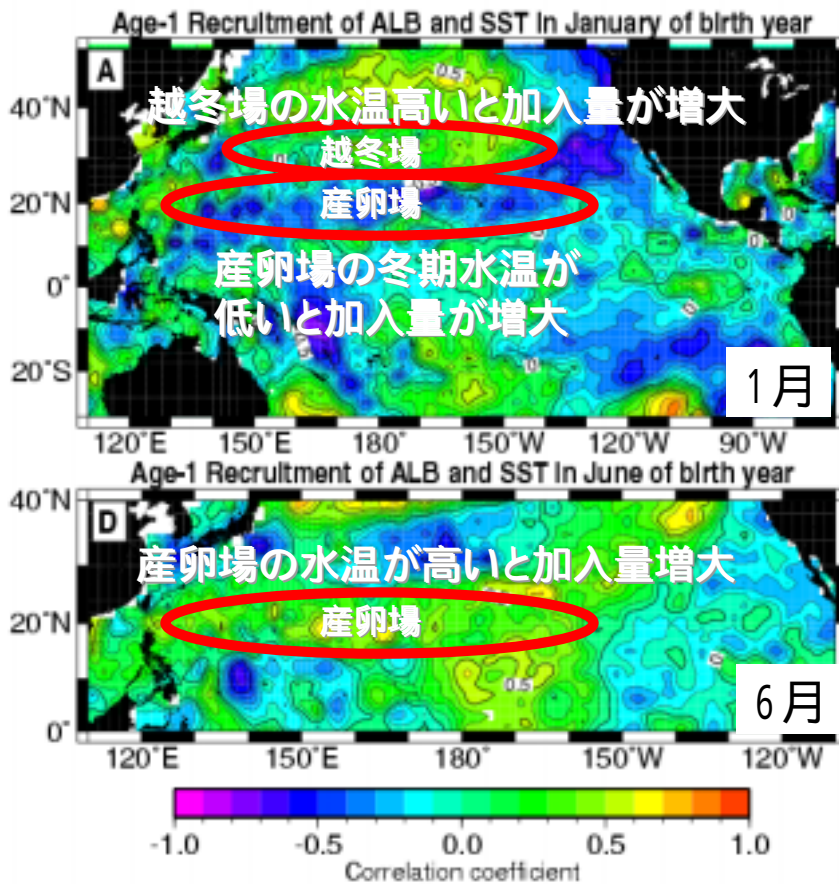


ビンナガは1才魚になると漁獲され初めます。文和が1才魚の加入量と海面水温との関係はどうでしょうか。

北太平洋のビンナガはクロマグロと同じような回遊をしますが、産卵場は北緯20度付近の北太平洋亜熱帯域で、東西方向に細長く広がった海域です。

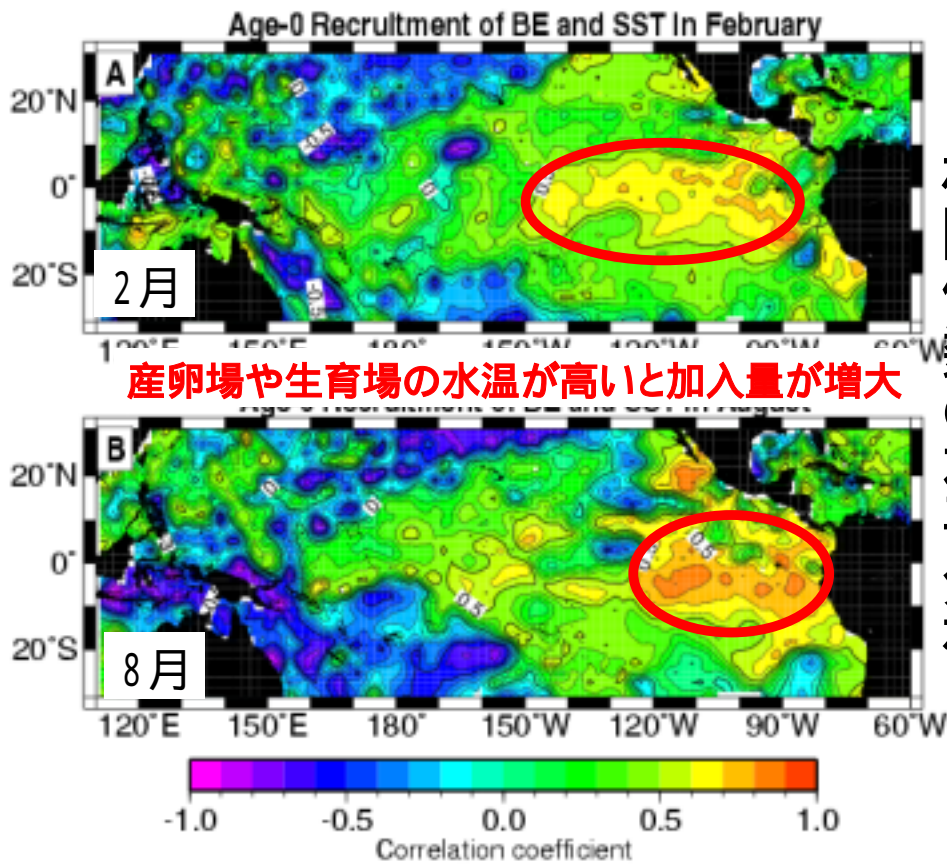
ビンナガ加入量と海面水温との関係は、クロマグロの関係とよく似ています。すなわち、冬季には東部赤道域が低温（ラ・ニーニャ現象）で、太平洋中緯度中央部が高温の時に加入量が大きく、越冬場が高温の時に加入量が大きいと考えられます。また、産卵場となる北緯20度付近の海域は、冬季には低温となり、産卵期には高温となる時に加入量が大きくなることも似ています。

ビンナガ1才魚加入量と海面水温との相関係数の水平分布



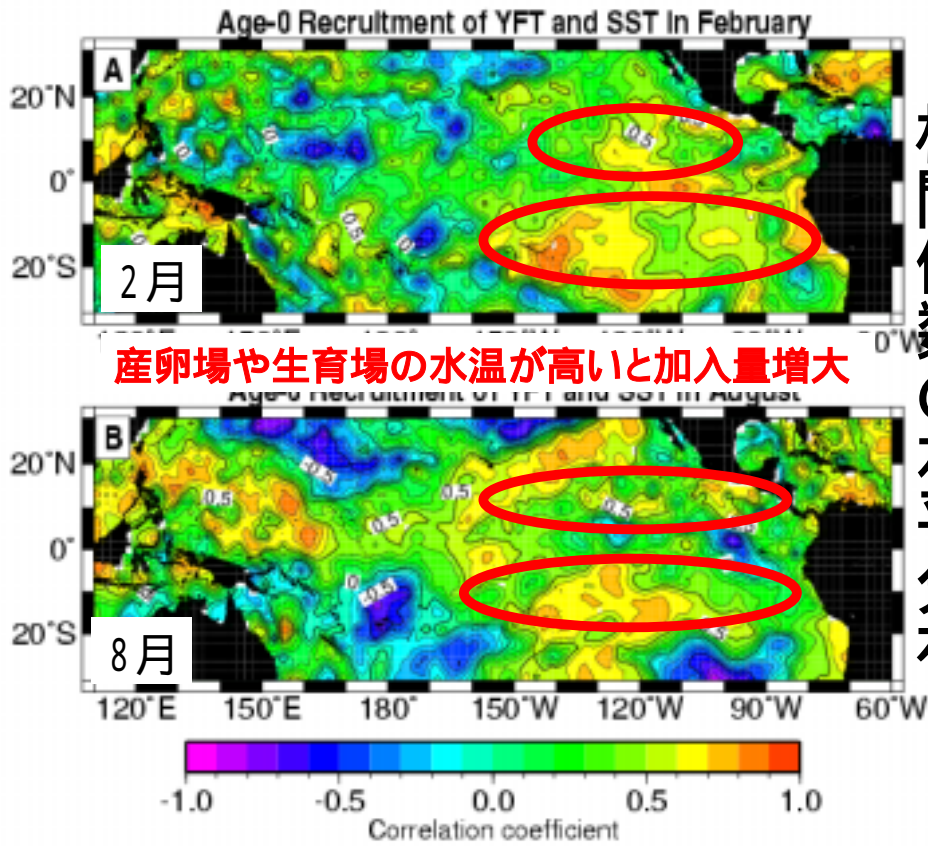
メバチとキハダは熱帯に住むマグロです。メバチの方がより高温を好み、赤道にも分布しますが、キハダは赤道には分布せず、赤道を少しはずれたの南北域に生息します。また、熱帯域は、温帯域のような大きな季節変化はありませんが、温度の高い海域で産卵する傾向があります。

東部太平洋のメバチ0才魚加入量と海面水温の関係を見ると、メバチが産卵場や生息場にしている東部太平洋赤道域の水温が高い時に、加入量が大きくなる傾向があります。

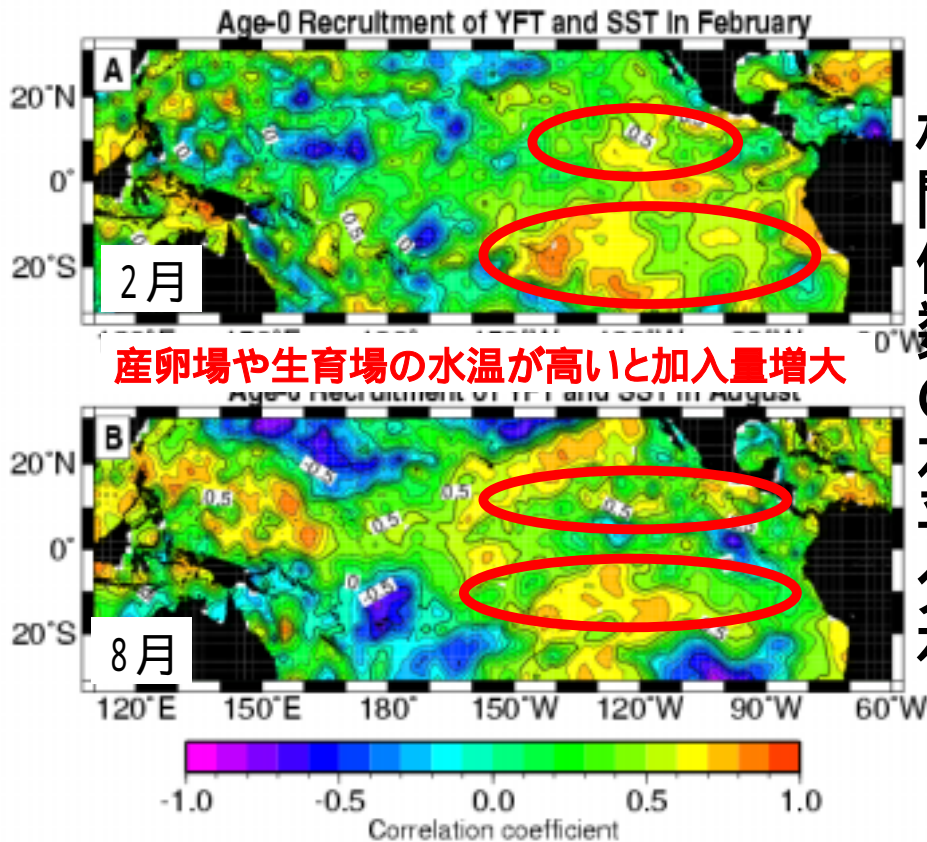


東部太平洋メバチ0才魚
加入量と海面水温との
相関係数の水平分布

キハダも同様に、赤道を少しはずれた南北域に相関の高い海域が現れ、産卵場や生息場の温度が高い時に加入量が大きくなる傾向があります。



東部太平洋キハダ0才魚
加入量と海面水温との
相関係数の水平分布



東部太平洋キハダ0才魚
加入量と海面水温との
相関係数の水平分布

このように、すべてのまぐろ類に、産卵場となる海域の水温が高いときに加入量が高くなる（子供が増える）傾向が見られます。

また、温帯域に生息するマグロ（クロマグロ・ビンナガ）は、越冬場の水温が高い時に加入量が高いこと、産卵場となる海域では、冬に低温、産卵期に高温となる時に加入量が高くなる傾向があります。

冬に低温であることは、海洋表層の混合層が発達し、下層からの栄養塩が豊富になり、春になって餌となる生物の量が多くなり、生き残りが良くなる可能性があります。

また、産卵期に高温であることは、仔稚魚の成長を早め、食べられてしまう魚が少ない可能性があります。

越冬期に高温であることは、親となる魚の成熟状態に関係している可能性があります。

気候変動に応じたまぐろ類の変動がなぜおきるのかは、まだ仮説の段階ですが、これらの仮説を証明するため、産卵場や生育場の環境を調べるための調査・研究が進められています。

気候変動指数

気候変動を表す指数は、非常に多くあります。その中でも、日本周辺に影響を及ぼす可能性のある気候変動の指数に関する情報を下の表に示します。

インデックス名	海域名	開始年	どのようなものか	どのように使えるか	作成機関	備考
AO	北極～北部北太平洋	1950	北極を中心とする海面気圧変動。北半球20°N以北の海面気圧偏差のEOF第1モード。極渦、シベリア強気圧/アリューシャン低気圧と関係。	極渦が弱いときに乾期が日本に南下する。日本周辺の気温変動に影響を与えるので、海面水温や魚の変動にも影響する可能性がある。	NOAA	http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/all_index.html
ALPI	北部北太平洋	1900	北太平洋の12月から3月における100.5kPa以下の海面気圧の面積。正の値が大きくなる(低気圧の面積が大きい)ほどアリューシャン低気圧が強いことを示す。	アリューシャン低気圧の変動は日本周辺の変動をもたらす。北西太平洋に生息する魚類変動に関連する可能性が大きい。	カナダのPacific Biological Station	http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/samfpd/climate/clm_index_alpi.htm
NPI	北部北太平洋	1899	160E～140W、30N～65Nの平均海面気圧。アリューシャン低気圧の強弱。	アリューシャン低気圧の変動は日本周辺の変動をもたらす。北西太平洋に生息する魚類変動に関連する可能性が大きい。	NCAR	http://www.cgd.ucar.edu/jhurrell/np.html#monthly
PNA	中北部北太平洋	1948	500hPa面の高度変化の中で最も大きな変動パターンの一つ。ENSOと連動しアリューシャン低気圧の強弱を示す。	同上	ワシントン大学	http://tao.atmos.washington.edu/data_sets/pna/
PNA	中北部北太平洋	1950	同上	同上	NOAA	http://www.cpc.noaa.gov/data/teledoc/pna.html
WP	西部北太平洋	1950	カムチャッカと日本南方海域に中心を持つ変動。	熱帯・亜熱帯・ベーリング海に生息する魚に影響する可能性がある。	同上	http://www.cpc.noaa.gov/data/teledoc/np.html
NP	北部北太平洋	1950	日本周辺とアラスカに中心を持つ。ジェット気流の南偏と連動している。	日本周辺に生息する魚に影響する可能性がある。	同上	http://www.cpc.noaa.gov/data/teledoc/np.html
POL	北極・日本周辺	1950	北極と日本～中国に変動の中心がある。北極振動や極渦と連動している。	日本周辺に生息する魚に影響する可能性がある。	同上	http://www.cpc.noaa.gov/data/teledoc/poleur.html
TNH	熱帯太平洋/アラスカ湾/中国	1950	エル・ニーニョと連動したテレコネクション指数の一つ。	中国にも変動の中心があるので冬季季節風などを通じ、日本周辺の魚に影響がある可能性がある。	同上	http://www.cpc.noaa.gov/data/teledoc/tnh.html
EP	東部北太平洋	1950	ハワイ周辺とアラスカに中心を持つ。ジェット気流の変動に起因している。	カルフォルニア沖マイワシなどに影響する可能性がある。	同上	http://www.cpc.noaa.gov/data/teledoc/ep.html
PT	東部北太平洋/北部北大西洋	1950	5月から8月に見られる変動。アラスカ湾～ラブラドル海にかけて変動の中心をもつ。	直接日本周辺には影響しないと思われる。	同上	http://www.cpc.noaa.gov/data/teledoc/pt.html
EA	東部北大西洋	1950	9月から4月に見られる変動。NAOと類似している。	直接日本周辺には影響しないと思われる。	同上	http://www.cpc.noaa.gov/data/teledoc/ea.html
NAO	中北部北大西洋	1821	500hPa面の変動パターン。大西洋では最も大きいテレコネクション指数。	大西洋の変動場なので直接日本周辺には影響しない。	NCAR	http://www.cgd.ucar.edu/jhurrell/nao.html
同上	同上	1950	同上	同上	NOAA	http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/all_index.html
MOI	北西太平洋	1957	イルクーツクと根室の気圧差。	日本周辺に生息する魚に影響する可能性がある。	渡邊朝生氏(中央水研)	
SOI	熱帯太平洋	1951	ENSO(エル・ニーニョ/南方振動)の代表的指標。タヒチとダーウインの気圧差。	テレコネクションを通じ、多くの海域に影響を及ぼしている変動。	NOAA	ftp://ftp.ncep.noaa.gov/pub/cpc/wd52dg/data/indices/soi
PDO	北太平洋	1900	北緯20度以北の北太平洋の海面水温偏差。	大洋規模での海面水温変動が現れている。10年、20年、50年周期変動があるとされている。	ワシントン大学	ftp://ftp.atmos.washington.edu/mantua/pnw_impacts/INDICES/PDO.latest
NINO海域 SST	熱帯太平洋	1950	エル・ニーニョ監視海域の海面水温偏差。	テレコネクションを通じ、多くの海域に影響を及ぼしている変動。	NOAA	ftp://ftp.ncep.noaa.gov/pub/cpc/wd52dg/data/indices/ssstoi_indices
月平均海面水温解析値	全球	1946	全球の月平均海面水温。緯経度2度毎の格子点データ。	全魚種の生息域の海面水温変動を捉えることができる。	気象庁	CD-ROM

気候変動に関する文献

気候変動に関する代表的な論文のリストを示します。

Barnston, A. G. and R.E. Livezey (1987): Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 1083-1126.

Bell, G.D. and J.E. Janowiak (1995): Atmospheric Circulation Associated with the Midwest Floods of 1993. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **76**, 681-695.

Mo, K.C. and Livezey (1986): Tropical-extratropical geopotential height teleconnections during the Northern Hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, **114**, 2488-2515.

Trenberth, K.E. (1997): The definition of El Nino. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **78**, 2771-2777.

Wallace, J. M., and D. S. Gutzler (1981): Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere Winter. *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 784-812.

Yasunaka, S. and K. Hanawa (2002): Regime shifts found in the Northern Hemisphere SST field. *J. Meteor. Soc. Japan*, **80**(1), 119-135.