

学 位 論 文 題 名

北海道南東沖における北太平洋亜寒帯循環の
西岸境界流としての親潮に関する研究

学位論文内容の要旨

日本近海の重要な漁場である道東沖～三陸沖の親潮域についての研究は、黒潮の研究に比べると数少ない。本研究では親潮の流速計による直接測流の結果の解析を中心に据えている。

北太平洋における低気圧性の亜寒帯循環は初期の風成循環モデルの中でも示され、北岸境界流としてアラスカン・ストリーム、西岸境界流としてカムチャツカ海流、親潮が考えられてきた。しかし、これらの各海流間には水塊特性の不連続性が存在していることから、亜寒帯循環を理解するためには各水塊がその特有の性質を持つに至る過程と、その水塊を運ぶものとしての流れの特性を明らかにする必要がある。これまでの研究により、アラスカン・ストリームやカムチャツカ海流は、その水塊形成過程や流れの特性が徐々に明らかにされてきたが、親潮に関しては、その水塊形成過程についての研究がほとんどで、その流れの特性や変動についてはほとんど解明されてこなかった。このことは、黒潮域と異なり、親潮域の密度場が水温よりも塩分に支配されているため、総観的な観測による水温場の変動から流れとしての親潮を議論することが困難であったことによると思われる。このことはさらに、“親潮”という術語の不鮮明さ、すなわち、“親潮”が“流れ”を指すのか、“水塊”を指すのかいまだに判然としないことにそのまま繋がっているように思われる。そこで、本研究では流れとしての親潮の特性を明らかにするため、北海道襟裳岬南東沖における親潮域に2系の係留系を設置し、親潮の流れ (ER-0; $41^{\circ}30'N$, $143^{\circ}30'E$, ER-1; $41^{\circ}30'N$, $143^{\circ}50'E$) とクリル-カムチャツカ海溝陸側斜面の流れ (ER-2; $41^{\circ}30'N$, $144^{\circ}30'E$) を1985年9月から1995年3月までの数年間にわたって測流した。この長期測流記録と函館海洋气象台による $41^{\circ}30'N$ に沿うCTD断面観測のデータを用いて、親潮の流れの時間平均的特性とその季節変動、及び海溝斜面上の十数日周期の流速変動について調べ、以下の主な結論を得た。

1. 親潮の流れの時間平均的特性

(a) ER-0 および ER-1 で得られた1985年9月から1994年3月までの上層 (500m 以浅) におけるおよそ6年間の測流記録は、その観測期間における平均流の運動エネルギーと渦運動エネルギーの比から概ね2つのグループ [A], [B] に分けることができる。

グループ [A] の流れは観測期間である 10 ヶ月～1 年間にわたって南西から南南西の流れが卓越し、その平均流の大きさは水深 500m で $13 \sim 15 \text{ cm s}^{-1}$ であった。これらの流れは高い平均流の運動エネルギー ($\overline{KE}$)、低い渦運動エネルギー (KE') によって、 $KE'/\overline{KE} < 1$ で特徴づけられる (ER1-8609, ER1-U-91, ER1-U-93)。グループ [B] の流れは低い $\overline{KE}$ 、高い KE' によって $KE'/\overline{KE} > 1$ であり、平均流に対し流速変動場が卓越していた (ER1-8509, ER0-8801, ER1-U-92)。渦運動エネルギーの周波数解析から、この流速変動場は主に 16～120 日周期の低周波領域の流速変動によるものであることが示唆される。

(b) 観測期間における平均流の運動エネルギーと渦運動エネルギーの比が $KE'/\overline{KE} > 1$ となる主要因は、渦運動エネルギーの周波数特性と 100m 深水温水平分布図から、黒潮系暖水塊が係留点付近に (少なくとも暖水塊の中心から 2° 以内に) 移流してくることによる低周波の変動によるものである。逆に黒潮系暖水塊による低周波変動の影響がなければ、襟裳岬南東沖における親潮域の流れは 1 ヶ月～1 年の時間スケールにおいて $KE'/\overline{KE} < 1$ である。

(c) ER-1 の係留位置が亜寒帯循環を特徴づける傾圧構造の中に当たること、親潮水系と親潮中層水が鉛直的に重なっている部分に当たることを考慮すると、1 ヶ月よりも長い時間スケールにおける $KE'/\overline{KE} < 1$ である南西～南南西の流れこそが親潮の流れの典型的な特性であると言える。

(d) クリル-カムチャツカ海溝陸側斜面上 (ER-2) の流れは比較的鉛直方向にコヒーレントである。上層 (1000m) の流速計の位置は親潮の傾圧構造の東端にあたっていることから、その流れは親潮の水平密度勾配の変化に影響されると考えられる。一方、下層 (3000m) の流れの約 10 ヶ月の観測期間における平均流は、90 年、91 年、93 年で等深線に沿う南西方向に $2.2 \sim 2.9 \text{ cm s}^{-1}$ であった。これは Hallock and Terague (1996) が提唱している北西太平洋海盆の深層循環像における北海道南東沖の等深線に沿う南下流を支持する結果となっている。

2. 親潮の季節変動

(a) 暖水塊の接近による流速変動がなければ、ER-1 で得られた親潮の流れの南西から南南西方向の主軸速度成分や、月平均流の運動エネルギーは冬季の 2 月が最も大きく、夏から秋にかけて小さくなる。亜寒帯循環が北太平洋上の風の季節変動によってスピニングアップ、スピニングダウンしていて、それが亜寒帯循環の西岸境界流である親潮の流速変動に現れたと考えれば、このような流れの季節変動は北太平洋上の風の季節変動に対し約 2 ヶ月程遅れていることが分かった。

さらに、 $37.5^\circ\text{N} \sim 42.5^\circ\text{N}$ の緯度帯における月平均のスベルドラップ輸送量の季節変動と ER-1 の主軸速度成分の月平均値の季節変動を比較した結果、南下する親潮に対

応するスベルドラップ輸送量の値が最大となる月は2月であり、ER-1の南西向きの流れの最大月と一致することが分かった。41°30'Nにおいて、東岸から発した非発散順圧惑星ロスビー波が西岸まで達するのに要する時間を見積もると約2ヶ月弱となることから、ER-1で観測された南西流の2月の極大は風応力に対する亜寒帯循環全体の順圧応答として説明できると考えられる。

(b) 41°30'Nに沿う断面における親潮の傾圧地衡流量も各季節毎の平均値(1988年～1996年)は冬季が最も大きく(南向きに約11 Sv)、夏季が最も小さい(約6 Sv)。このような傾圧地衡流量の顕著な季節変化は、冬季において特に143°40'E-144°E間の水平密度勾配が大きくなるためである。この水平密度勾配の変化は143°40'Eの低塩分水の堆積によるものである。

3. クリル-カムチャツカ海溝陸側斜面上の十数日周期の流速変動

ER-2の等深線(220°T)に沿う下層(3000m)の流速変動のスペクトルには、全ての観測期間に共通して十数日周期にピークが認められ、その運動エネルギーはいずれも上層よりも大きい。このような下層においてより大きな振幅を持つ十数日周期の流速変動は、海底勾配と浮力によって海底に捕捉された準地衡流傾圧地形性ロスビー波によってもたらされたと考えられる。

学位論文審査の要旨

主査	教授	岸	道郎
副査	教授	大谷	清隆
副査	助教授	三宅	秀男
副査	助教授	磯田	豊

学位論文題名

北海道南東沖における北太平洋亜寒帯循環の 西岸境界流としての親潮に関する研究

日本近海の重要な漁場である道東沖～三陸沖の親潮域についての研究は、黒潮の研究に比べると数少ない。その上、従来の研究は水温、塩分の観測に基づいた水塊としての親潮の研究に偏って行われてきた。しかし、卵稚仔の輸送や回遊について考察するには親潮の流れそのものの特性を把握していく必要がある。こういった背景に立って本研究では親潮の流速計による直接測流の結果の解析を中心に据えている。北海道襟裳岬南東沖における親潮域に2系の係留系を設置し、およそ6年間にわたって得られたデータの解析結果は以下のように要約される。

1. 1985年9月から1994年3月までの500m以浅におけるおよそ6年間の測流記録は、その観測期間における平均流の運動エネルギーと渦運動エネルギーの比から概ね以下の2つのグループに分けることができる。1つは観測期間である10ヶ月～1年間にわたって南西から南南西の流れが卓越し、その平均流の大きさは水深500mで $13\sim 15\text{ cm s}^{-1}$ のもので親潮そのものであり、もう1つは平均流に対し流速変動場が卓越しているもので、その変動の主要因は、渦運動エネルギーの周波数特性と100m深水温水平分布図から、黒潮系暖水塊が係留点付近に移流してくることによる低周波の変動によるものである。
2. 暖水塊の接近による流速変動がなければ、親潮の流れの南西から南南西方向の主軸速度成分、および月平均流の運動エネルギーは冬季の2月が最も大きく、夏から秋にかけて小さくなる。これは北太平洋上の風の季節変動が亜寒帯循環の西岸境界流である親潮の流速変動に現れたと考えると、このような流れの季節変動は北太平洋上の風の季節変動に対し約2ヶ月程遅れており順圧ロスビー波の伝搬として説明されることが分かった。
3. クリル-カムチャツカ海溝陸側斜面上の流速計のデータには十数日周期の流

速変動が認められ、その運動エネルギーはいずれも下層は上層よりも大きい。このような下層においてより大きな振幅を持つ十数日周期の流速変動は、海底勾配と浮力によって海底に捕捉された準地衡流傾圧地形性ロスビー波によってもたらされたと考えることができる。

以上の結果は、親潮の流れについて従来にはない長時間にわたる流速計の係留結果から得られたものであり、従来の水温や塩分の解析のみから得られていた知見を大きく前進させるものとして高く評価できる。よって審査員一同は本論文が博士（水産学）の学位を授与するのに十分な内容を有するものと判定した。