

# 北海道周辺海域で標識放流されたスルメイカの移動

坂口健司\*

Migration of tagged Japanese common squid, *Todarodes pacificus*, in waters around Hokkaido

Kenji SAKAGUCHI\*

Release and recapture records of tagged Japanese common squid, *Todarodes pacificus*, in the waters around Hokkaido are investigated. During 1927-2000, a total of 255,033 squid individuals were tagged and released, and 6,605 squids were recaptured. Migratory patterns of the squid were examined in the waters around Hokkaido, based on the results of the tagging experiments and the population structure. *Todarodes pacificus* migrate northeastward in the Sea of Japan and the Pacific Ocean with the warm Tsushima and Kuroshio currents, respectively. Then squid migrate southwestward utilizing the cold waters away from the warm current area at prior to spawning and dying of senescence in the warm currents.

キーワード：スルメイカ, *Todarodes pacificus*, 標識放流, 移動, 回遊, 北海道

まえがき

スルメイカ (*Todarodes pacificus*) は古くから北海道の重要な漁業資源であるため、さまざまな試験研究の対象となってきた。スルメイカの標識放流調査が初めて行われたのは、1927年の北海道立水産試験場の調査とされている<sup>1,2)</sup>。それ以来、スルメイカの標識放流調査は日本周辺海域において非常に多く実施されてきた。その目的は、回遊の解明、系群構造の検討、年齢成長の解析、移動速度や死亡係数の推定など多岐にわたる。標識放流調査の大きな成果の一つは、スルメイカが地域群の集合ではなく、日本周辺海域を広く回遊することを明らかにしたことである<sup>3)</sup>。北海道周辺海域で漁獲対象となるスルメイカは、初夏に日本海と太平洋を北上回遊して来遊し、秋以降、南下回遊して北海道周辺から移出していくことが明らかにされた<sup>3)</sup>。これらの成果は、スルメイカの漁況予測やその精度向上のための基礎的知見として不可欠なものとなっている。

しかし、長年にわたって積み重ねられた重要な調査結

果は、多数さまざまな文献に断片的に記載されてきた。これまでに、調査の概要や文献などの整理は進められてきたが<sup>4,5)</sup>、放流および再捕時の月日や位置などの詳細な情報は十分に整理されていない。このため、スルメイカの移動例の全体像を把握することが困難な状況にある。

また、スルメイカは生まれた時期によって系群に分けられ<sup>3)</sup>、この系群別に回遊模式図<sup>3,6-8)</sup>が描かれてきた。しかし、近年、平衡石の日周輪解析によって発生時期がより正確に推定されたため、これに基づいて系群構造の修正が提案されている<sup>9-11)</sup>。このため、新しい系群別に回遊を整理する必要がある。

本報告では、1927~2000年に北海道立水産試験場が北海道周辺海域で実施してきたスルメイカの標識放流調査の結果を整理した。そして、平衡石の日周輪解析の結果から提案された新たな群構造に対応させて、主な回遊経路を検討した。さらに、スルメイカの移動方向や速度などの移動特性についても検討した。

材料および方法

報文番号 A451 (2009年12月9日受理)

\* 北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experiment Station, Hama, Kushiro, Hokkaido, 085-0024, Japan)

1927年から2000年の74年間に北海道立水産試験場が行ったスルメイカの標識放流調査について、各種報告書<sup>1, 2, 12-71)</sup>から放流時および再捕時の年月日と位置の情報を調べた。この間に標識放流されたスルメイカは合計255,033個体で、そのうち放流と再捕の月日と位置のデータがそろっていた再捕個体数は、日本海で5～11月に放流された3,748個体、津軽海峡を含む太平洋で6～12月に放流された2,857個体、合計6,605個体であった (Table 1, 2)。

位置情報の記述を以下のようなパターンに分け、緯度経度で記載されていない情報を緯度経度に変換した。便宜的に、位置情報の記述パターンによってデータの精度を高、中、低の3段階に区分した。

緯度経度 (例えば、北緯40度30分、東経140度47分) で報告されているものは高精度データとした。地名と方位と距離 (例えば、余市シリパ岬北西沖5海里) のように、理論上、海上の1点を示す記述パターンは、その点の緯度経度に変換し、距離が50海里未満を中精度データ、50海里以上を低精度データとした。地名と距離 (例えば、釧路沖3海里) のように、1点で指定できない記述パターンの場合は、その地名の位置に最も近い海上の緯度経度10分格子の中央点の緯度経度に変換し、その距離が5海里未満のときは中精度データ、5海里以上のときは低精度データとした。地名のみ (例えば、函館沖) で記載されている場合も、その地名の位置に最も近い海上の緯

度経度10分格子の中央点の緯度経度に変換し、中精度データとした。広範囲を示す地名 (例えば、武蔵堆) で記載されている場合は、その地名の中心付近に最も近い海上の緯度経度1度格子の中央点の緯度経度に変換し、低精度データとした。

まず、高精度および中精度の合計5,809個体のデータを用いて、放流月別および再捕月別または旬別に集計し、地図上に放流位置を黒丸で、再捕位置を放流位置から伸ばした直線の末端で示した。作図にはマリンネット北海道の標識・種苗放流情報管理システム (ESRI社製GISソフトArcViewを含む) を用いた。さらに、作成した月別および旬別の図の中で移動方向や位置が似ている主要な移動例を放流月別に一まとめにして図示し、主な再捕月を記載する方法で放流月別の主要な回遊経路を示した。

次に、同じく高精度および中精度のデータを用いて、スルメイカの移動方向を調べた。データを放流海域別に日本海と太平洋に分けて集計し、放流位置を原点としたグラフ上に再捕位置をプロットして示した。

さらに、放流してから再捕されるまでの直線移動距離と経過日数から、1日の平均直線移動距離 (以下、移動速度とする) を推定した。ここでは、より正確に推定するために、高精度データの中でも、回遊経路を陸地に大きくさえぎられない日本海で放流と再捕が行われた735個体のデータのみを用いた。さらに、このうち5～7月に放流され日本海の日本列島寄りを北と東の間の北

Table 1 Number of recaptured *Todarodes pacificus* tagged and released in the Sea of Japan around Hokkaido, 1927-2000, in each month.

Month of release	Month of recapture								Total
	June	July	August	September	October	November	December	January	
May	11	16	13	1					41
June	187	639	307	82	10	6	2	2	1,235
July		349	626	287	73	13	5		1,353
August			189	149	71	10	17	3	439
September				232	362	18	8	3	623
October					39	15	1		55
November							1	1	2
Total	198	1,004	1,135	751	555	62	34	9	3,748

Table 2 Number of recaptured *Todarodes pacificus* tagged and released in the Pacific Ocean around Hokkaido, 1927-2000, in each month.

Month of release	Month of recapture									Total
	July	August	September	October	November	December	January	February	March	
June			2	1	1					4
July	38	79	45	15	4	1	2			184
August		471	232	145	36	15	5			904
September			195	467	64	18	1			745
October				104	79	23		1		207
November					374	243	19	6	2	644
December						163	4		2	169
Total	38	550	474	732	558	463	31	7	4	2,857

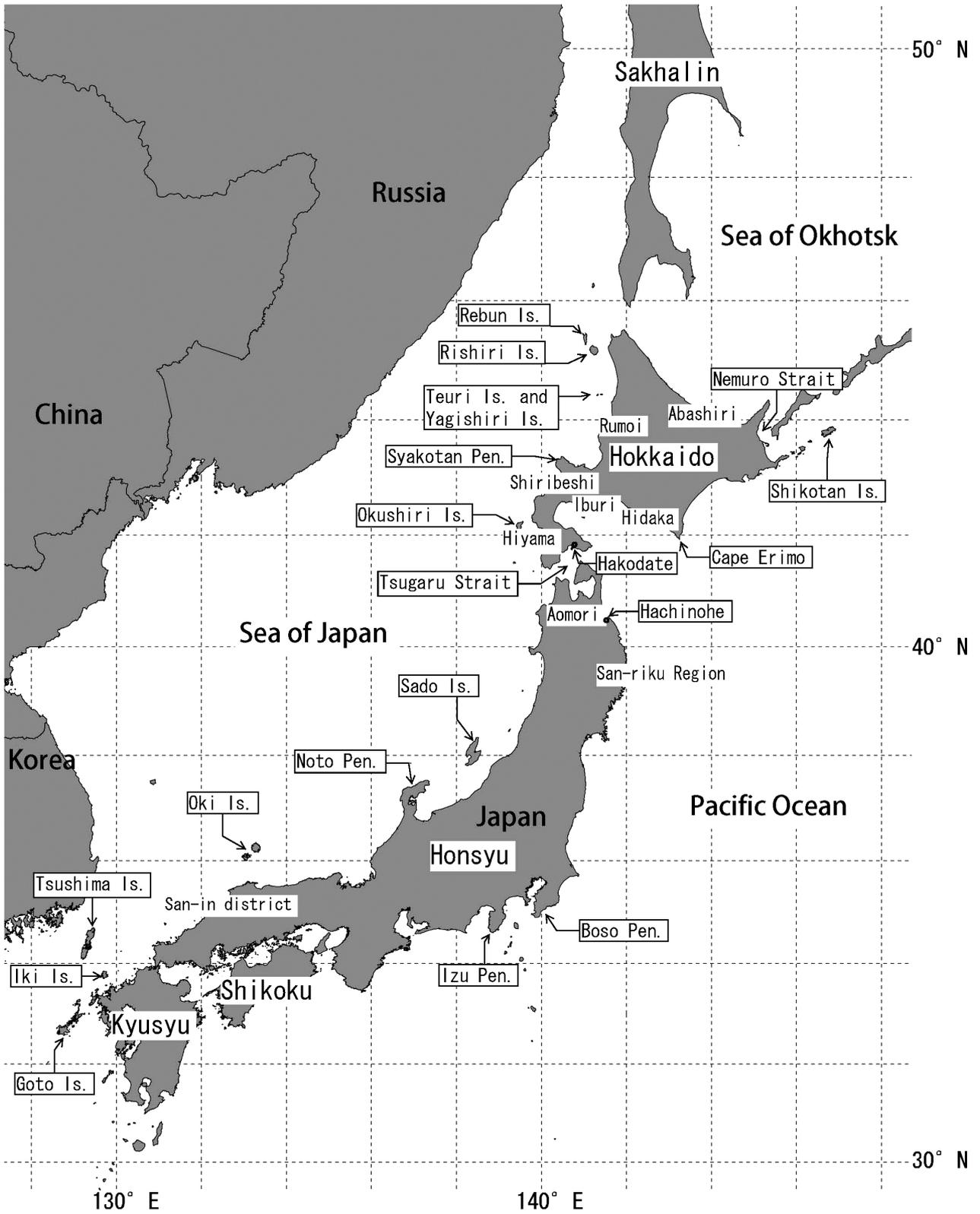


Fig.1 Map of the study area around Japan.

東方向に移動したデータを北上回遊とし、8～9月に放流され日本海を南から西の間の南西方向に移動したデータを南下回遊として便宜的に区別した。ただし、移動速度が突出して速く算出されるデータは、誤った情報が含まれている可能性が高いと判断し、解析から除外した。

## 結果

### 1. 放流月別の再捕状況

本研究で扱ったスルメイカの標識放流調査における放流および再捕海域をFig.1に、放流月別の主要な回遊経路をFig.2に示した。また、Fig.2を作成する元になった放流月別および再捕月別または旬別の放流位置と再捕位置の図は、末尾にAppend. 1～8として示した。

#### 5月放流

5月に奥尻島南部沿岸と岩内沿岸で放流された個体は、6～8月に積丹半島周辺や武蔵堆周辺など北海道西部日本海（以下、道西日本海とする）の沿岸で再捕されたほか、9月にサハリン西部日本海の沿岸で再捕された（Fig.2-a）。津軽海峡西口で放流された個体は、6～8月に津軽海峡内で再捕されたほか、8月には三陸沿岸でも再捕された。

#### 6月放流

6月に津軽海峡の南西沖から積丹半島周辺までの日本海沿岸で放流された個体は、6月に津軽海峡西口、津軽海峡内、檜山から後志沿岸などで再捕された（Fig. 2-b）。7～8月には道西日本海の沿岸から沖合、津軽海峡周辺、青森県太平洋沿岸、三陸沿岸で再捕され、一部は放流位置よりも南の大和堆周辺、佐渡島から山陰地方までの日本海南部沿岸などでも再捕された。9～10月には道西日本海沖合、三陸沿岸、北海道東部オホーツク海（以下、道東オホーツク海とする）の沿岸でも再捕されたが、大和堆周辺など北緯40度付近の日本海中央部と、さらにその南の日本海南部沿岸で再捕されたものが多かった。12月～翌年1月には山陰地方沿岸などで再捕された。

北海道東部太平洋（以下、道東太平洋とする）の沿岸で放流された個体は、9～11月に津軽海峡東口で再捕された。

少ない移動例としては、津軽海峡西口と後志沿岸で放流された個体が、それぞれ9月と10月に根室海峡で再捕され、奥尻島北西沖で放流された個体が、8月下旬に日高沿岸で再捕された（Append. 2）。また、津軽海峡西口周辺で放流された個体が、放流後約半年の12月～翌年1月に放流位置周辺で再捕された。

#### 7月放流

7月に津軽海峡の西沖から積丹半島周辺までの日本海沿岸で放流された個体は、7～8月には、主に放流位置の北東の道西日本海沿岸、武蔵堆周辺、津軽海峡周辺などで再捕され、一部は放流位置よりも南の大和堆周辺でも再捕された（Fig. 2-c）。9月には利尻・礼文島周辺、武蔵堆周辺から大和堆周辺にかけての日本海沖合や山陰地方沿岸で多く再捕された。10～11月には北緯40度以南の日本海南部沖合から山陰地方沿岸など放流位置よりも南での再捕が多かった。

留萌沿岸で放流された個体は、7～10月に天売・焼尻島周辺、武蔵堆周辺、利尻・礼文島周辺、道西日本海沖合などで再捕された。

積丹半島西方沖合から武蔵堆周辺で放流された個体は、8～10月には大和堆周辺など北緯40度付近の日本海中央部で多く再捕され、9～11月には北緯40度以南の日本海南部沖合から山陰地方沿岸などで多く再捕された。

利尻島周辺で放流された個体は、7～9月には利尻・礼文島周辺や武蔵堆周辺など放流位置周辺で再捕されるものが多かったほか、9～10月には網走沿岸などのオホーツク海でも少数再捕された。

サハリン西部沖合で放流された個体は、11～12月には対馬周辺で再捕された。

沿海州沖合で放流された個体は、8月には放流位置周辺、大和堆周辺など北緯40度付近の日本海中央部などで多く再捕された。9～10月には北緯40度付近の日本海中央部と朝鮮半島東部沿岸などで多く再捕され、10月には対馬周辺などで再捕された。

襟裳岬南東および東方沖合で放流された個体は、8月には主に道東太平洋沿岸で再捕され、9～10月には日高沿岸、青森県太平洋沿岸、津軽海峡東口で再捕された。比較的長距離の移動例としては、10月に房総半島周辺で、翌年1月に壱岐周辺でも再捕された。

日高沿岸で放流された個体は、8～10月に津軽海峡周辺で多く再捕された。

津軽海峡内から東口で放流された個体は、放流位置周辺で再捕されるものが多かったが、それ以外では8～9月に三陸沿岸で比較的多く再捕された。

珍しい移動例としては、津軽海峡内で放流された個体が、11月に伊豆半島周辺で再捕され、礼文島北方沖合で放流された個体が、8月にサハリン西部沖合の放流位置より北で再捕された（Append. 3）。また、積丹半島周辺から武蔵堆へ移動するパターンとして、沖合を北上する移動例と、留萌沿岸などの沿岸域を經由して北上する移動例の2通りがみられた。

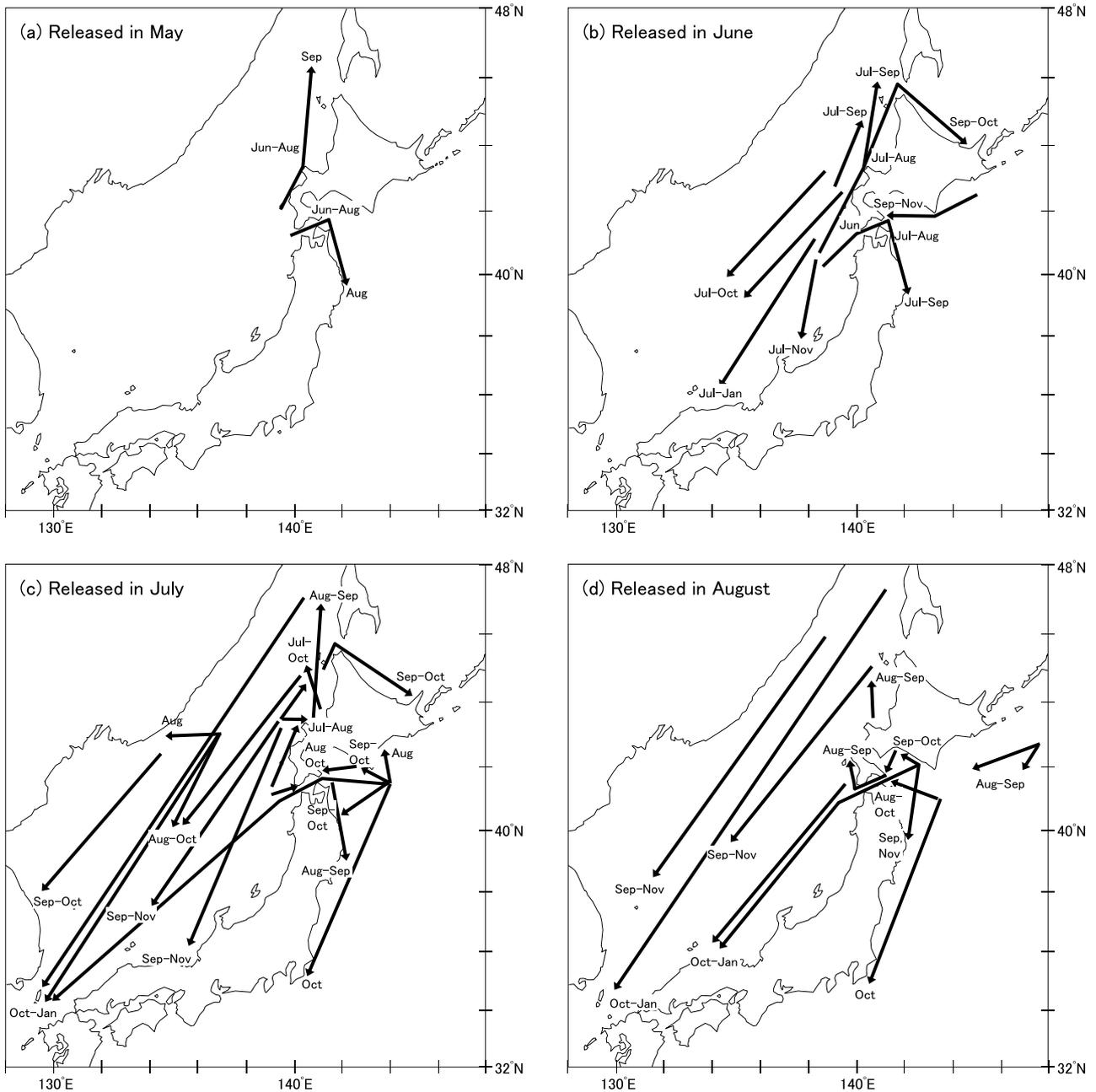


Fig.2 Map showing the migratory pattern of the *Todarodes pacificus* tagged and released in the waters around Hokkaido in (a)May, (b)June, (c)July, (d)August, (e)September, (f)October, (g)November and (h)December.

8月放流

8月に津軽海峡周辺で放流された個体は、放流位置周辺で再捕されるものが多かったほか、8～9月に檜山沿岸と奥尻島周辺などで再捕された (Fig. 2-d)。

積丹半島周辺で放流された個体は、8～9月に放流位置周辺や武蔵堆周辺で再捕された。

武蔵堆周辺で放流された個体は、9～11月に北緯40度付近の日本海中央部で多く再捕された。

サハリンと北海道の西部沖合から沿海州沿岸までの海域で放流された個体は、9月には大和堆周辺など北緯40

度付近の日本海中央部で多く再捕された。10～11月には日本海中央部のほか対馬周辺での再捕が多く、12月～翌年1月には対馬周辺や五島列島周辺で再捕されるものが多かった。

襟裳岬南方沖合で放流された個体は、8月に津軽海峡東口で、9～10月に主に津軽海峡周辺で再捕されたほか、10月には房総半島周辺でも再捕された。

日高沿岸で放流された個体は、9～10月に胆振沿岸から津軽海峡周辺の海域と三陸沿岸などで再捕された。その後の12月～翌年1月には津軽海峡周辺や隠岐周辺で再捕

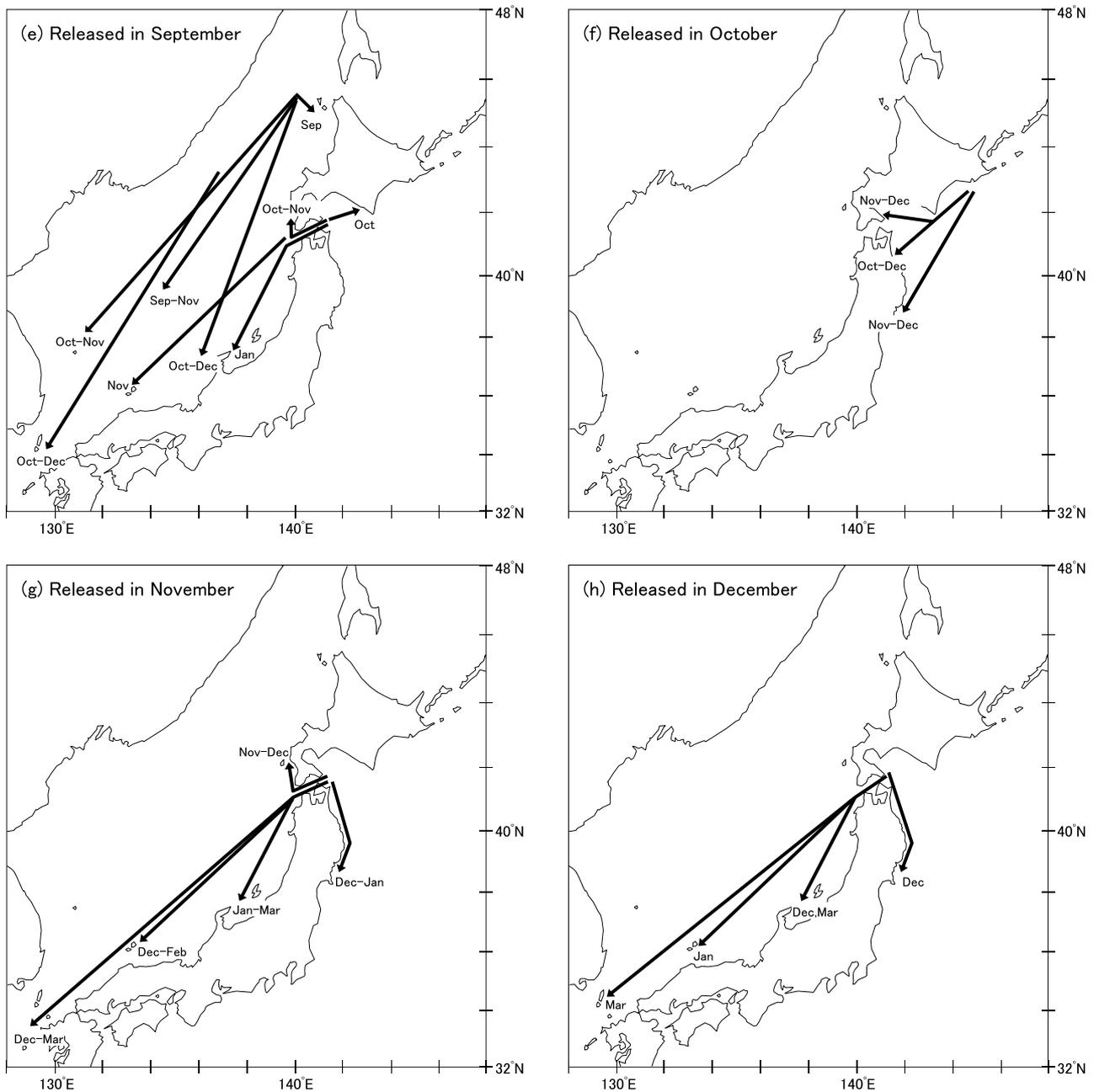


Fig.2 continued.

されるものが多かった。

胆振沿岸で放流された個体は、8～11月に津軽海峡周辺で再捕されるものが多かった。

色丹島南東沖合で放流された個体は、8～9月には放流位置の南西の道東太平洋沖合で再捕された。

その他の珍しい移動例としては、色丹島南東沖合で放流された個体が、翌年1月に山陰地方沿岸で再捕された (Append. 4)。また、沿海州沖合で放流された個体が、9月に檜山沿岸でも再捕された。

#### 9月放流

9月に北海道西部沖合で放流された個体は、9月には礼文島周辺や放流位置の南西の道西日本海沖合で再捕されるものが多かったが、9～12月には北緯40度付近の日本海中央部、朝鮮半島東部沖合、能登半島周辺から対馬周辺までの日本海南部沿岸など、徐々に再捕される位置が南東方向にシフトしていった (Fig. 2-e)。

津軽海峡周辺で放流された個体は、9月には放流位置周辺で再捕されるものが多く、10～11月には檜山沿岸と日高沿岸で再捕されるものが多かったほか、隠岐周辺でも再捕された。翌年1月には能登半島周辺でも再捕された。

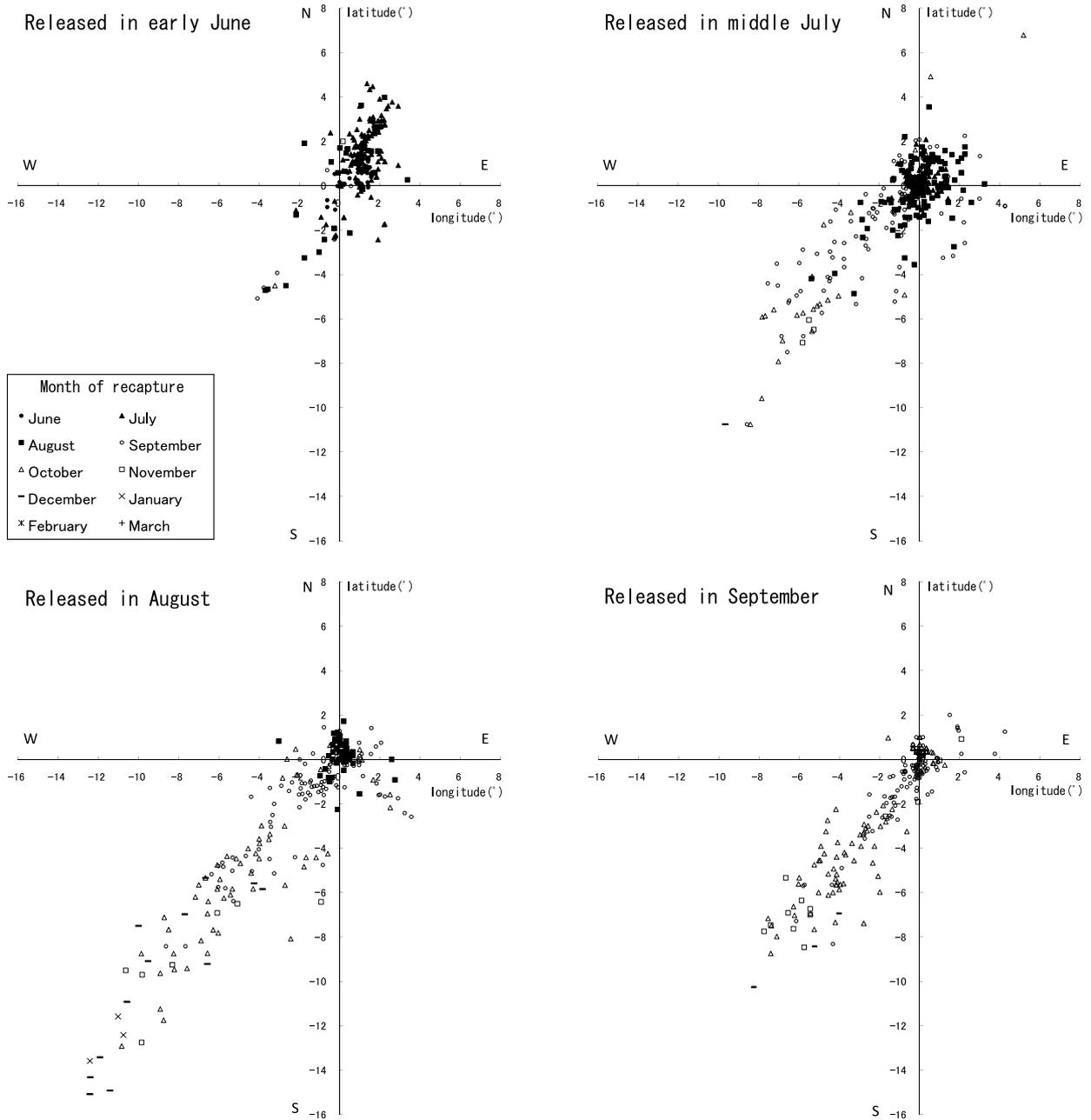


Fig.3 Positions of the recapture point of tagged *Todarodes pacificus* from the release positions in the Sea of Japan off Hokkaido in each month. The origins indicate the release point.

その他の移動例として、留萌沿岸で放流された個体が、9月に積丹半島周辺で、10月に天売・焼尻島周辺で、12月に能登半島周辺で再捕された (Append. 5)。

#### 10月放流

10月に道東太平洋沿岸で放流された個体は、10~12月に胆振沿岸、津軽海峡周辺、八戸沿岸、三陸沿岸で再捕された (Fig. 2-f)。

津軽海峡周辺、檜山沿岸、奥尻島周辺で放流された個

体は、10~12月に放流位置周辺で再捕されるものがあった (Append. 6)。

#### 11月放流

11月に津軽海峡周辺で放流された個体は、11月には放流位置周辺のほか、檜山沿岸などで再捕された (Fig. 2-g)。12月には放流位置周辺と檜山沿岸のほか、三陸沿岸、隠岐周辺、対馬周辺などでも少数再捕された。翌年1~3月には三陸沿岸、佐渡島周辺から対馬周辺の日本海南部

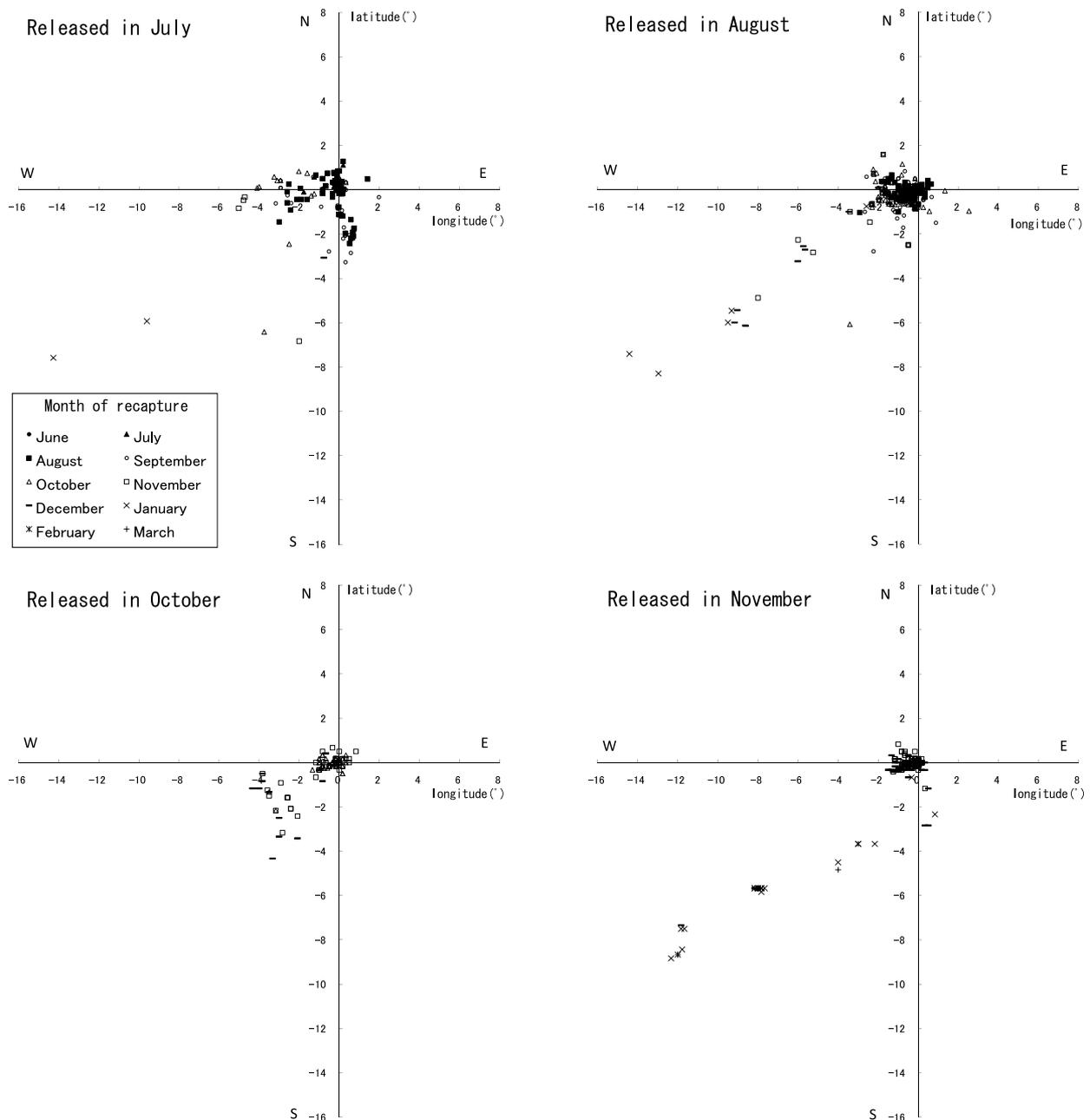


Fig.4 Positions of the recapture point of tagged *Todarodes pacificus* from the release positions in the Pacific Ocean off Hokkaido in each month. The origins indicate the release point.

沿岸、五島列島周辺で多く再捕された。

#### 12月放流

12月に津軽海峡東口で放流された個体は、12月～翌年1月には津軽海峡周辺で多く再捕されたほか、能登半島周辺、三陸沿岸、隠岐周辺でも少数再捕された (Fig. 2-h)。2月の再捕データはなかったが、3月には能登半島周辺および対馬周辺で再捕された (Append. 8)。

#### 2. スルメイカの移動方向

スルメイカの移動方向を検討するため、放流位置を原点としたときの再捕位置を、放流月別または旬別でプロットし、日本海と太平洋で放流した代表的な図をそれぞれFig. 3, 4に示した。

日本海で5月～6月中旬に放流された個体は、8月までに放流位置の北東で再捕されるものが多くみられ、その後9～11月の再捕数は少なかったが、放流位置の南西で再捕されるものがいくつかみられた。6月下旬～7月中旬に放流された個体は、7～8月に放流位置周辺やその北東で再捕されるものと、9～11月に南西で再捕され

るものが共に多くみられた。7月下旬～9月に放流された個体は、北東で再捕されるものは少なくなり、9～12月に南西で再捕されるものが多くみられた。10～11月に日本海で放流された個体の再捕数は少なかった。放流位置の南西で再捕される時期は、放流時期が遅くなるにしたがって少しずつ遅れていったが、おおむね放流時期にかかわらず9月以降であった。また、移動距離は、北方向のほとんどが緯度で4度以下であったが、南方向は緯度で16度までみられた。

太平洋で6～7月に放流された個体は、8～11月に放流位置の西で再捕されるものが多かったほか、8～9月に南で、1月に南西でも再捕された。8～9月に放流された個体は10月までは放流位置周辺で再捕されるものが多かったが、11月～翌年1月には南西で再捕された。10月に放流された個体は、10～11月は放流位置周辺、11～12月にその南西で再捕されるものが多くみられた。11～12月に放流された個体は、12月までは放流位置周辺で、翌年1～3月はその南西で再捕されるものが多くみられた。日本海で放流されたものと同じく、放流時期が遅くなるにしたがって放流位置の南西で再捕される時期は少しずつ遅れていったが、1月で再捕時期が重複していた。また、放流時期にかかわらず、放流位置の北で再捕される個体は少なく、移動距離は緯度で2度以下であった。

### 3. スルメイカの移動速度

日本海における北上回遊と南下回遊の移動速度をFig.5に示した。北上回遊時の移動速度は1日に0～26km(約0.0～14.0海里)の範囲にあり、モードは2～4km(約1.1

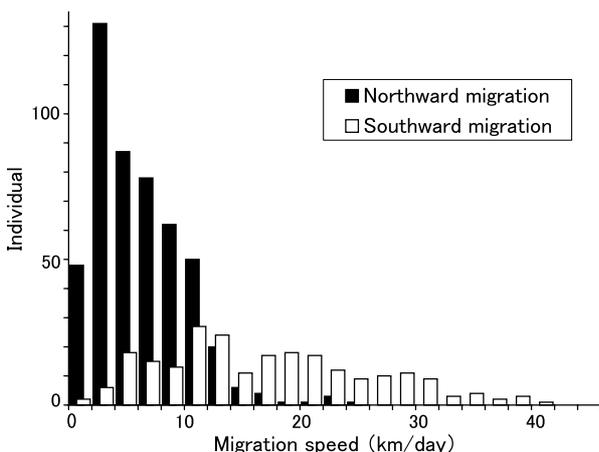


Fig.5 Migration speed of *Todarodes pacificus* released and recaptured in the Sea of Japan. Northward migration: released in the Sea of Japan during May to July and recaptured in the Sea of Japan. Southward migration: released in the Sea of Japan during August to September and recaptured in the Sea of Japan.

～2.2海里)であったが、0～12km(約0.0～6.5海里)が9割以上を占めた。

一方、南下回遊時の移動速度は1日に0～42km(約0.0～22.7海里)の範囲で、個体差が大きかった。モードは10～12km(約5.4～6.5海里)であったが、4～32km(約2.2～17.3海里)が9割以上を占めた。南下回遊時の移動速度は、北上回遊時に比べて速かった。

## 考 察

### 1. 秋季発生系群の回遊

平衡石の日周輪解析から推定された発生時期によって、北海道周辺海域に分布する秋季発生系群<sup>72)</sup>は、5～9月に襟裳岬以西の北海道南部太平洋から津軽海峡周辺の海域(以下、道南海域とする)と道西日本海に分布することが示されている<sup>9-11)</sup>。このことから、これらの時期および海域で標識放流された移動例をもとに、秋季発生系群の主な回遊経路を検討した。

秋季発生系群の北海道周辺での主な回遊パターンは、5～6月頃には津軽海峡西口周辺に来遊し、ここから道西日本海を北上する経路と津軽海峡を東進する経路に分かれる(Fig.6)。7～8月に津軽海峡内に分布し、さらに三陸沿岸や日高沿岸に移動する群もあるが、これらの移動例は比較的少ないため、津軽海峡周辺に滞留する群が多いと考えられる。

一方、道西日本海を北上する群は、7～8月に道西日本海の沿岸から沖合に広く分布する。ただし、積丹半島周辺から武蔵堆周辺へ移動するときには、積丹半島から北へ移動する沖合の経路と、積丹半島から留萌沿岸などを經由する沿岸の経路があることも示唆される。北海道よりも北のサハリン西部日本海でも、7～9月にスルメイカの分布が広く確認されていることから<sup>73-75)</sup>、これらの海域まで北上する群も少なくないと考えられる。また、宗谷海峡を東進し、9～10月に宗谷暖流域であるオホーツク海の北海道沿岸までの移動も若干みられる。しかし、移動例が少ないことと、この海域の分布群の主体は冬季発生系群と考えられていることから<sup>9-11)</sup>、主要な回遊経路とは考えにくい。

当系群の日本海での北上回遊は、対馬暖流による輸送の影響を強く受ける<sup>3)</sup>。北海道周辺での対馬暖流は、津軽海峡を東に流れる津軽暖流と道西日本海沿岸を北へ流れる北上暖流に分かれる<sup>76)</sup>。この北上暖流の西の日本海には、暖流の影響の少ない冷水域が広がる。8～9月頃になると、秋季発生系群はこの対馬暖流の西の海域を南西方向に回遊し、10～12月頃に日本海南西部から東シナ海の対馬暖流域に形成される産卵場<sup>77)</sup>へ戻ると考えられる。

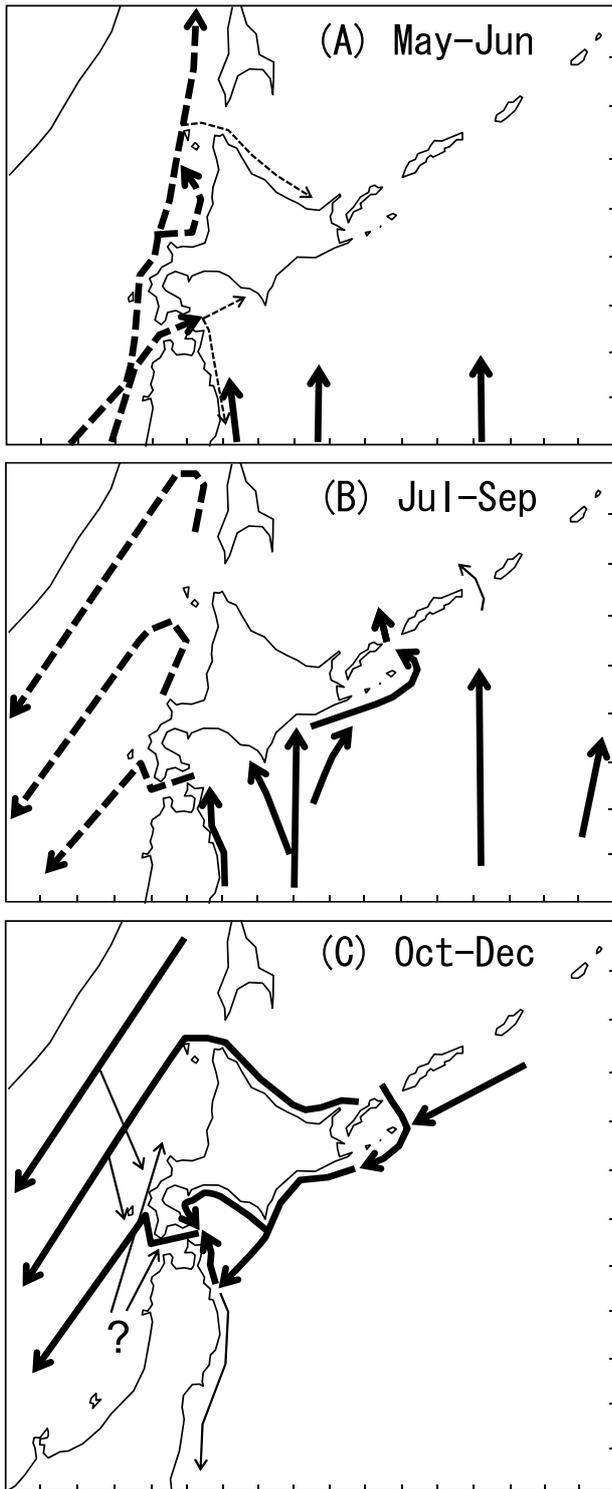


Fig.6 Migratory pattern of the autumn population (dotted line and arrows), and winter population (solid line and arrows) of *Tadarodes pacificus* in the waters around Hokkaido. (A) May to June, (B) July to September, (C) October to December. Narrow lines indicate migration of the small group.

これら秋季発生系群の回遊には、以前は冬季発生系群と考えられてきたものが多く含まれるため<sup>9,10</sup>、本研究によって新たな秋季発生系群の回遊パターンを示すことができた。

## 2. 冬季発生系群の回遊

平衡石の日周輪解析の結果から、北海道周辺海域に分布する冬季発生系群<sup>78</sup>は、8~10月に道東太平洋と道南海域、10~11月に道西日本海と道東オホーツク海に分布することが示されている<sup>9-11</sup>。このことから、これらの時期および海域で標識放流された移動例をもとに、冬季発生系群の主な回遊経路を検討した。

当系群は対馬暖流と黒潮による輸送の影響を強く受けて、それぞれ日本海と太平洋を北上回遊する<sup>3</sup>。冬季発生系群の中でも太平洋を北上する群については、平衡石の日周輪解析によって群構造に大きな修正がなかったため<sup>9-11</sup>、回遊についてもこれまでの考え<sup>3,6,8</sup>から大きな変更はない (Fig.6)。これらの回遊の考えの根拠として、本研究で集計した調査以外にも、冬季発生系群が太平洋の東北沿岸から沖合までの海域を北上することを示した報告<sup>79-82</sup>、道東太平洋から静岡県伊豆半島周辺、和歌山県紀伊半島周辺、高知県沿岸など太平洋を南へ移動することを示した報告<sup>82-84</sup>、道東太平洋から根室海峡や道東オホーツク海に移動することを示した報告<sup>85,86</sup>、南部千島周辺海域から北海道周辺の広い海域 (オホーツク海、日本海、太平洋の沿岸) を経由したのち、日本海の南部へ移動することを示した報告<sup>84,87,88</sup> などがある。

一方、日本海を北上する冬季発生系群に関しては、以前、冬季発生系群とみなされていた6~9月頃に津軽海峡や道西日本海沿岸に分布する群の多くが、平衡石の日周輪解析の結果、秋季発生系群に修正された<sup>9,11</sup>。したがって、冬季~春季に東シナ海で生まれ、日本海を北上する冬季発生系群の実態は不明となっている。本研究で集積した標識放流調査結果からも、日本海を北上する冬季発生系群の回遊を明らかにすることはできなかった。日本海を北上する冬季発生系群については、サハリン西岸などの日本海北部に分布するという考え<sup>73,74</sup>のほか、9~11月頃に道西日本海沿岸や津軽海峡周辺に分布する群に、秋季発生系群よりも遅れて日本海を北上する冬季発生系群が混在している可能性も指摘されている<sup>9,11</sup>。これらの問題を明らかにしていくためには、今後、日本海を北上する冬季発生系群を採集できる調査を行い、これを対象とした標識放流調査を行う必要がある。

Fig.6に示した冬季発生系群の回遊は、以前は冬季発生系群と考えられてきた日本海の回遊の多くが除かれた点で、新たな回遊パターンになっている。

### 3. スルメイカの移動特性

スルメイカの漁場形成や群の移動をより深く理解するためには、その回遊の方向や速度など、移動の一般特性を明らかにする必要がある。日本海で放流されたスルメイカの再捕位置は、6～7月が主に放流位置の北東、8月が主に放流位置周辺、9～11月が主に放流位置の南西であった (Fig.3)。一方、太平洋で放流されたスルメイカの再捕位置は、8～11月が主に放流位置の西、11月～翌年3月が主に南西であった (Fig.4)。

日本海のスルメイカが6～7月に北東に移動するのは、前述のとおり対馬暖流の影響が大きいと考えられる。道西日本海では、比較的水深の浅い大陸棚域に漁場が形成されるため<sup>89, 90)</sup>、北上回遊するスルメイカは大陸棚域など水深の浅い海域に集群する特性があると考えられる。漁場の一つである積丹半島周辺では、比較的大型の個体がこの漁場に滞留するのに対し、小型個体はさらに北上する回遊傾向が示唆されている<sup>91)</sup>。これらのことから、スルメイカの北上回遊は、一まとまりの大きな群が移動するのでなく、移動しながら漁場ごとに滞留する群と、さらに北上する群に分かれていると考えられる。つまり、体サイズに応じて分散分布するように回遊していることが示唆される。スルメイカは大型個体が小型個体を捕食する共食いが報告されている<sup>92)</sup>。このため、スルメイカが体サイズに応じて分散分布することは、小型個体が大型個体に捕食される機会を減らしている可能性も考えられる。

一方、太平洋のスルメイカの北への移動例は、日本海のものに比べて少なかった。これは、太平洋を北上する群への標識放流例が少ないことと、北海道が陸地としてスルメイカの北上を遮っていることが影響していると考えられる。北上するスルメイカが、道南太平洋から道東太平洋の沿岸に集積されることで、この海域に漁場が形成されると考えられる。これらスルメイカの索餌回遊時に、海流だけでなく自ら北へ向かって泳ぐ特性があるかどうかについては明確ではない。しかし、太平洋では冬季発生系群が黒潮北上暖水よりも北の親潮域である道東太平洋沿岸や、さらにはオホーツク海にまで回遊すること、また日本海では秋季発生系群が最北の間宮海峡付近まで分布すること<sup>74, 93)</sup> などから、スルメイカは自ら北方へ向かって泳ぐ特性を持っている可能性がある。今後、索餌回遊における餌環境の影響なども含めて検討する必要がある。

スルメイカが産卵のための南下回遊を始めるきっかけは、成熟の進行と関係があると考えられている<sup>93, 94)</sup>。スルメイカを北海道周辺から産卵場のある日本海南部から東シナ海<sup>77, 95)</sup> まで輸送するような強い海流がないことか

ら、南下回遊はスルメイカ自らが産卵場へ向かって泳いでいると考えられる。日本海の対馬暖流の西の冷水域を南下するスルメイカは、まるで南西の一定方向へ移動しているようにもみえる (Fig.3)。しかし、スルメイカが何を頼りにして産卵場へ戻るのかについては不明であり、今後の生態学上の興味深い課題である。

太平洋のスルメイカは8～9月以降に、道東太平洋から道南太平洋や三陸沖まで西方向へ移動する。南下回遊の移動方向が南西ではなく西になる原因として考えられることとして、スルメイカが親潮系水などの冷水域を移動する特性を持っていること<sup>86)</sup>、沿岸の大陸棚域に沿って移動する特性を持っていることが考えられる。つまり、スルメイカの南下回遊は、主に方位と冷水域などの海洋構造、さらに大陸棚などの海底地形の影響を受けていると考えられる。ただし、スルメイカの南下回遊には津軽暖流に逆行して津軽海峡を西進する経路もあるため、産卵場に戻るためのメカニズムは現段階では単純に説明できない。

本研究では、過去の膨大な標識放流調査結果から、スルメイカが約1年の生涯の中で、対馬暖流や黒潮という暖流に強く影響されて北東に移動しながら分散分布したのち、暖流域を避けて冷水域を南西に移動し、生活史の最後に再び産卵場のある暖流域に移動することを検証することができた。

本研究で移動速度を調べた日本海のスルメイカは、主に秋季発生系群に属する<sup>9, 11)</sup>。日本海におけるスルメイカ秋季発生系群の主な移動速度は、北上回遊時が1日に0～12km (約0.0～6.5海里)、南下回遊時が1日に4～32km (約2.2～17.3海里) であった。これらの速度は過去の報告<sup>75, 93, 96)</sup> と大きく異なるものではない。しかし、標識放流調査から推定した移動速度の問題点として、直線距離での計算であること、潮流の影響を含むこと、再捕情報を研究者が直接確認できないことなどがある。特に、スルメイカは北上回遊から南下回遊へと方向転換するため<sup>3)</sup>、放流から再捕までの間に方向転換した場合に、移動距離と移動速度が過小評価される。本研究で得られた移動速度も過小評価されているデータが多いと考えられる。したがって、実際の移動速度は、前述の主要な移動速度の範囲の中でも比較的速いものに近いと推察される。

スルメイカの移動速度は標識放流調査以外では推定されていないが、スルメイカの近縁種のアルゼンチンマツイカ (*Illex argentinus*) では、複数の漁場のCPUEの変化から同一群を特定することで、漁場間の移動速度が推定されている<sup>97)</sup>。その結果では、スルメイカの南下回遊に相当する産卵回遊時の1日の移動距離は、23.2～28.9km (約12.5～15.6海里) と報告されている。この値は

本研究における主要な南下移動速度の範囲の中の比較的速い値に一致している。

本研究によって明らかとなった季節発生系群別の回遊パターンやその特性を基礎的知見として、今後、スルメイカの漁況予測の精度を向上させていきたい。

#### 謝 辞

本報告をまとめるにあたり、標識の付いたスルメイカの報告に協力していただいた漁業者、遊漁者、漁業協同組合および水産技術普及指導所の方々に心からお礼申し上げます。本報告は、広島大学大学院生物圏科学研究科教授の長澤和也氏、北海道立中央水産試験場資源管理部長の高柳志朗氏、元北海道立水産孵化場の鷹見達也氏が収集整理した文献にもとづいたものである。ここに記して感謝する。最後に、海上での標識放流調査にご協力いただいた歴代の北海道立各水産試験場試験調査船の乗組員と調査員の方々に感謝申し上げます。

#### 文 献

- 1) 北海道水産試験場：試験罾拾得及標識いか捕獲報告。北水試旬報. 1, 12 (1927)
- 2) 添田潤助, 新谷久男, 大槻俊秋, 西村 実：北海道区資源調査要報第4号 (スルメイカ資源調査 No. 1)。1953, 67p.
- 3) 新谷久男：スルメイカの資源。水産研究叢書. 16, 東京, 日本水産資源保護協会, 1967, 60p.
- 4) Nagasawa, K., Takayanagi, S. and Takami, T. : "Cephalopod tagging and marking in Japan: A review". Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology. edited by Okutani, T., O'Dor, R. K. and Kubodera, T., Tokyo, Tokai University Press, 1993, 313-329.
- 5) 高柳志朗, 鷹見達也：日本周辺海域のスルメイカ標識放流文献目録。平成2年度北海道立函館水産試験場事業報告書. 93-107 (1992)
- 6) Araya, H. : Migration and fishing ground of winter subpopulation of the squid, *Todarodes pacificus* Steenstrup, in the northern waters of Japan. *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, 41, 119-129 (1976)
- 7) Kasahara, S. : Descriptions of offshore squid angling in the Sea of Japan, with special reference to the distribution of common squid (*Todarodes pacificus* Steenstrup); and on the techniques for forecasting fishing conditions. *Bull. Jap. Reg. Fish. Res. Lab.*, 29, 179-199 (1978)
- 8) Okutani, T. : " 12 *Todarodes pacificus* ". Cephalopod life cycles. Volume I Species accounts. edited by Boyle, P. R., 1983, 201-214.
- 9) 坂口健司, 中田 淳：2001年の北海道北部海域におけるスルメイカの日齢と群構造。水産海洋研究. 70 (1), 16-22 (2006)
- 10) 佐藤 充, 坂口健司：2001・2002年に北海道オホーツク海沿岸海域へ来遊したスルメイカの発生時期について。北水試研報. 72, 9-13 (2007)
- 11) 坂口健司, 佐藤 充, 三橋正基, 木所英昭：北海道周辺海域におけるスルメイカの日齢と発生時期。日水誌. 75, 2, 204-212 (2009)
- 12) 北海道水産試験場：探海丸するめいか調査 (総括其一) (昭和三年度)。北水試旬報. 62, 3-8 (1929)
- 13) 北海道水産試験場：探海丸するめいか調査 (総括其二) (昭和四年度)。北水試旬報. 115, 7-10 (1930)
- 14) 北海道水産試験場：第五探海丸するめいか調査 (総括其二) (昭和五年度)。北水試旬報. 121, 7-12 (1931)
- 15) 北海道水産試験場：探海丸するめいか調査 (第六報)。北水試旬報. 147, 3 (1931)
- 16) 北海道水産試験場：探海丸するめいか調査 (総括其一) (昭和五年度)。北水試旬報. 149, 3-8 (1931)
- 17) 北海道水産試験場：探海丸するめいか調査 (総括) (昭和六年度前期)。北水試旬報. 184, 5-10 (1932)
- 18) 北海道立水産試験場：昭和34年度事業成績書。北海道立水産試験場. 9-11 (1959)
- 19) 北海道立中央水産試験場：昭和43年度 (1968年) 事業成績書。北海道立中央水産試験場. 12-16 (1969)
- 20) 北海道立稚内水産試験場：昭和43年度 (1968年) 事業成績書。北海道立稚内水産試験場. 32-34 (1969)
- 21) 北海道立中央水産試験場：昭和44年度 (1969年) 事業成績書。北海道立中央水産試験場. 11-14 (1970)
- 22) 北海道立稚内水産試験場：昭和44年度 (1969年) 事業成績書。北海道立稚内水産試験場. 49-51 (1970)
- 23) 北海道立稚内水産試験場：昭和45年度 (1970年) 事業成績書。北海道立稚内水産試験場. 45-50 (1971)
- 24) 北海道立中央水産試験場：昭和46年度 (1971年) 事業成績書。北海道立中央水産試験場. 4-6 (1972)
- 25) 北海道立稚内水産試験場：昭和46年度 (1971年) 事業成績書。北海道立稚内水産試験場. 57-60 (1972)
- 26) 北海道立中央水産試験場：昭和47年度 (1972年) 事業成績書。北海道立中央水産試験場. 30-34 (1973)
- 27) 北海道立稚内水産試験場：昭和47年度 (1972年) 事業成績書。北海道立稚内水産試験場. 37-48 (1973)
- 28) 北海道立中央水産試験場：昭和48年度 (1973年) 事

- 業成績書. 北海道立中央水産試験場. 13-18 (1974)
- 29) 北海道立稚内水産試験場: 昭和48年度 (1973年) 事業成績書. 北海道立稚内水産試験場. 51-58 (1974)
- 30) 北海道立中央水産試験場: 昭和49年度 (1974年) 事業成績書. 北海道立中央水産試験場. 14-20 (1975)
- 31) 北海道立中央水産試験場: 昭和50年度 (1975年) 事業成績書. 北海道立中央水産試験場. 17-25 (1976)
- 32) 北海道立中央水産試験場: 昭和53年度事業成績書. 北海道立中央水産試験場. 21-28 (1979)
- 33) 北海道立中央水産試験場: 昭和56年度事業成績書. 北海道立中央水産試験場. 23-34 (1982)
- 34) 北海道立中央水産試験場: 昭和57年度事業成績書. 北海道立中央水産試験場. 21-33 (1983)
- 35) 北海道立函館水産試験場, 北海道立中央水産試験場, 北海道立稚内水産試験場: 日本海スルメイカ北上・南下群共同調査報告書. 北海道立函館水産試験場, 北海道立中央水産試験場, 北海道立稚内水産試験場, 1984, 331p.
- 36) 北海道立中央水産試験場: 昭和58年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 19-30 (1984)
- 37) 鹿又一良, 夏目雅史: 平成6年度事業報告書. 北海道立函館水産試験場. 42-63 (1995)
- 38) 村上幸一, 渡辺安広, 西村 実, 鈴内孝行, 山岸吉弘, 若生 允: 昭和55年度北海道立函館水産試験場事業報告書. 17-64 (1981)
- 39) 村上幸一, 鈴内孝行, 山岸吉弘, 若生 允, 渡辺安広, 西村 実: 昭和57年度北海道立函館水産試験場事業報告書. 33-119 (1983)
- 40) 村上幸一, 鈴内孝行, 山岸吉弘, 若生 允, 渡辺安広, 西村 実: 昭和58年度北海道立函館水産試験場事業報告書. 31-120 (1984)
- 41) 中田 淳, 長澤和也, 今井義弘: 昭和58年度事業報告書. 北海道立釧路水産試験場. 83-106 (1984)
- 42) 中田 淳, 長澤和也, 今井義弘: 昭和59年度事業報告書. 北海道立釧路水産試験場. 90-105 (1985)
- 43) 中田 淳, 高柳志朗, 中道克夫: 昭和63年度北海道立函館水産試験場事業報告書. 92-134 (1989)
- 44) 中田 淳, 高柳志朗, 中道克夫: 平成元年度北海道立函館水産試験場事業報告書. 57-104 (1991)
- 45) 中田 淳, 高柳志朗, 中道克夫: 平成2年度北海道立函館水産試験場事業報告書. 65-92 (1992)
- 46) 中田 淳, 夏目雅史: 平成3年度事業報告書. 北海道立函館水産試験場. 84-110 (1993)
- 47) 中田 淳, 吉田英雄, 佐々木文雄, 土門和子: 平成4年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 65-73 (1993)
- 48) 中田 淳: 平成5年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 58-63 (1994)
- 49) 中田 淳: 平成6年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 76-88 (1995)
- 50) 中田 淳: 平成7年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 65-76 (1997)
- 51) 西村 実: 昭和37年度のスルメイカ漁況について. 北水試月報. 20 (7), 27-34 (1963)
- 52) 西村 実: 昭和38年のスルメイカ漁況について. 北水試月報. 21 (7), 18-23 (1964)
- 53) 大槻知寛, 渡辺安広, 中道克夫, 北浜仁: 昭和59年度北海道立函館水産試験場事業報告書. 132-236 (1985)
- 54) 坂口健司, 中田 淳: 平成8年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 61-75 (1998)
- 55) 坂口健司, 高柳志朗: 平成9年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 57-65 (1999)
- 56) 坂口健司, 高柳志朗: 平成10年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 64-71 (1999)
- 57) 坂口健司, 高柳志朗: 平成11年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 66-71 (2000)
- 58) 坂口健司, 高柳志朗: 平成12年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 54-61 (2002)
- 59) 添田潤助, 新谷久男: 1949年に於ける「スルメイカ」回遊調査. 北水試月報. 7 (8), 19-31 (1950)
- 60) 添田潤助, 新谷久男: 昭和25年 (1950) に於けるスルメイカの回遊調査. 北水試月報. 8 (9), 15-33 (1951)
- 61) 添田潤助, 新谷久男, 大槻俊秋: 1951年に於けるスルメイカの回遊調査. 北水試月報. 10 (3), 19-35 (1953)
- 62) 高 昭宏, 田村真樹: 昭和61年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 36-42 (1987)
- 63) 高 昭宏, 田村真樹: 昭和62年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 34-40 (1988)
- 64) 鷹見達也, 長澤和也, 佐々木文雄, 土門和子: 昭和63年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 19-40 (1989)
- 65) 鷹見達也, 長澤和也, 佐々木文雄, 土門和子: 平成元年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 25-51 (1990)
- 66) 鷹見達也, 長澤和也, 佐々木文雄, 土門和子: 平成2年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 30-41 (1991)
- 67) 鷹見達也, 吉田英雄, 佐々木文雄, 土門和子: 平成3年度北海道立中央水産試験場事業報告書. 45-68

- (1992)
- 68) 高柳志朗, 福田敏光, 長澤和也, 中道克夫, 渡辺安広, 北浜 仁, 佐藤清志: 昭和62年度北海道立函館水産試験場事業報告書. 196-238 (1988)
- 69) 田村真樹, 高 昭宏, 山下 豊: 津軽海峡西口における北上初期のスルメイカ調査結果. 北水試月報. 38), 147-155 (1981)
- 70) 田中伊織, 夏目雅史: 平成4年度事業報告書. 北海道立函館水産試験場. 57-85 (1994)
- 71) 田中伊織, 夏目雅史: 平成5年度事業報告書. 北海道立函館水産試験場. 48-71 (1995)
- 72) 木所英昭, 後藤常夫, 田 永軍: “平成20年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価”. 平成20年度我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価・T A C種) 第1分冊. 東京, 水産庁増殖推進部, 独立行政法人水産総合研究センター, 2009, 588-620.
- 73) 新谷久男, 加賀吉栄: 北部日本海海域におけるスルメイカの分布と回遊. スルメイカ漁況予測精度向上のための資源変動機構に関する研究. 農林水産技術会議事務局. 144-153 (1972)
- 74) 村田 守, 小野田豊, 田代征秋, 山岸吉弘: 北部日本海沖合域におけるスルメイカの生態学的研究 (1970). 北水研報. 37, 10-31 (1971)
- 75) 笠原昭吾, 伊東祐方: 日本海におけるスルメイカの分布と回遊. スルメイカ漁況予測精度向上のための資源変動機構に関する研究. 農林水産技術会議事務局. 115-143 (1972)
- 76) 田中伊織, 中多章文, 宮園 章: “北海道の海”. 漁業生物図鑑 新 北のさかなたち. 札幌, 北海道新聞社, 2003, 440-445.
- 77) 後藤常夫: 初期生態から見たスルメイカ秋季発生群の再生産構造に関する研究. 北海道大学大学院水産科学研究科博士論文, 2009, 256p.
- 78) 山下紀生, 永澤 亨: “平成20年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価”. 平成20年度我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価・T A C種) 第1分冊. 東京, 水産庁増殖推進部, 独立行政法人水産総合研究センター, 2009, 556-587.
- 79) 赤羽光秋, 久保田清吾: 東北海区沖合における夏季のスルメイカの漁場形成と回遊について. 東北水研報. 3, 47-58 (1972)
- 80) 湧坪敏明, 兜森良則, 久保田昭吾, 橋場敏雄, 山口 閑常: 1984年のスルメイカ太平洋群の特徴について—一群の性状と移動—. イカ釣り漁場開発調査資料X. 青森県水産試験場. 15-24 (1985)
- 81) 阿部繁弘: 1984年夏季における東北海区沖合から岩手県沿岸へのスルメイカの加入について. イカ類資源・漁海況検討会議研究報告 (昭和59年度). 北海道区水産研究所. 45-54 (1985)
- 82) 安井達夫, 久保田清吾, 橋場敏雄, 齊藤重男, 湊 栄一, 松井 勇: 東北・北海道太平洋側海域におけるスルメイカの分布と回遊. スルメイカ漁況予測精度向上のための資源変動機構に関する研究. 農林水産技術会議事務局. 68-94 (1972)
- 83) 貞方 勉: 1981年釧路沖で漁獲されたスルメイカについて. 昭和56年度イカ類資源・漁海況検討会議議事録. 北海道区水産研究所. 20-28 (1982)
- 84) 新谷久男, 村田 守: 北海道東部太平洋域におけるスルメイカの分布と回遊. スルメイカ漁況予測精度向上のための資源変動機構に関する研究. 農林水産技術会議事務局. 95-106 (1972)
- 85) 森 賢, 中村好和: 標識放流から推定したスルメイカ太平洋系群の回遊経路. 北水研報告. 65, 21-43 (2001)
- 86) 中村好和, 森 賢: 1996年の道東・南部千島太平洋並びにオホーツク海でのスルメイカとアカイカの分布と回遊. 北水研報告. 62, 63-82 (1998)
- 87) 村田 守, 新谷久男: 北海道北東海域におけるスルメイカの生態学的研究 (1968). 北水研報告. 36, 1-17 (1970)
- 88) 新谷久男, 川崎正和: 秋における北海道オホーツク海沿岸のスルメイカの移動について. 北水研報. 25, 11-19 (1962)
- 89) 坂口健司: 人工衛星からみえるスルメイカのイカ釣り漁場. 北水試だより. 7, 35-37 (2006)
- 90) 坂口健司: “83. スルメイカ”. 漁業生物図鑑 新 北のさかなたち. 札幌, 北海道新聞社, 2003, 332-337.
- 91) 坂口健司, 木所英昭: 道西日本海における北上期のスルメイカの分布. イカ類資源研究会議報告 (平成15年度). 日本海区水産研究所. 2-7 (2004)
- 92) 木所英昭, 氏 良介: 共食いで捕食されたスルメイカの孵化後の日数の推定. 日水研報告. 49, 123-127 (1999)
- 93) 村田 守, 小野田豊, 田代征秋, 山岸吉弘, 鈴木孝行: 北部日本海沖合域におけるスルメイカの生態学的研究 (1971). 北水研報. 39, 1-25 (1973)
- 94) 中田 淳: 北海道東部太平洋海域におけるスルメイカの南下移動 (1984). 北水試報. 26, 1-9 (1984)
- 95) 森 賢: スルメイカ冬季発生系群の初期生態と資源変動機構に関する研究. 北海道大学大学院水産科学

研究科博士論文, 2008, 172p.

- 96) 笠原昭吾, 結城トミ: 1984年日本海北部沖合放流イカの再捕結果. イカ類資源・漁海況検討会議研究報告(昭和59年度). 北海道区水産研究所. 28-36 (1985)
- 97) Arkhipkin AI.: Age, growth, stock structure and migratory rate of pre-spawning short-finned squid *Illex argentinus* based on statolith ageing investigations. *Fish. Res.* 16, 313-338 (1993)