

〈寄稿〉

オホーツク海におけるマイワシの分布と回遊

黒田一紀^{1†}Distribution and migration of the Japanese sardine
in the Sea of Okhotsk

Kazunori KURODA

日本マイワシの分布縁辺域であるオホーツク海における1930年代と1980年代豊漁期の分布が、回遊と関連して検証された。北海道オホーツク海沿岸の漁獲は、1930年代に7–10月、1980年代には6–11月にあった。1980年代の魚群の80%以上が6–7月に出現した後、国後水道付近へ回遊した。本種は宗谷海峡と国後水道から移入すると推定され、6–7月に国後水道付近で初期漁場を形成した。8–9月には、オホーツク海沖合域を北方へ広域回遊し、次第にサハリン南東沖漁場に集まった。宗谷暖流が弱化した、東サハリン海流が南進する10月になると、南方向へ回遊し、11月までに海峡から移出するようだ。よって、本種の太平洋と対馬暖流の両系群が、両海峡と通じて移出入することは明らかである。本種とサンマは異なる特性を有するけれども、オホーツク海の手回遊パターンや移出入機構は類似している。

Northern marginal distribution of the Japanese sardine *Sardinops melanostictus* (Schlegel, 1846) in the Sea of Okhotsk has been reviewed in relation to migrations based on data in the 1930s and 1980s when the stock was abundant. Major results were as follows. 1) Sardine along the Okhotsk Sea coast of Hokkaido was caught during July to October in the 1930s with a peak in 1937, and during June to November in the 1980s with a peak in 1989. Over 80% of fish shoals in the Soya Warm Current occurred from June to July, and afterwards migrated to form the fishing grounds near the Kunashiri Strait. 2) The sardine was thought to immigrate to the Sea of Okhotsk from the Soya Strait and Kunashiri Strait and formed early fishing grounds near the Kunashiri Strait from June to July. 3) From August to September the sardine widely migrated northwards in the offing of the Sea of Okhotsk and approached the fishing grounds off southeastern Sakhalin. 4) In October, when the Soya Warm Current becomes weak and the East Sakhalin Current flows southwards, the sardine might migrate southwards and emigrate from the Soya and Kunashiri Straits until November. 5) It is clear that the Pacific and Tsushima Warm Current subpopulations of the sardine immigrate or emigrate mainly through the Soya or Kunashiri Straits, although the sardine mainly immigrated from the Soya Strait during 1986 to 1990, then gathered at a fishing ground near the Kunashiri Strait, and migrated widely to southeastern Sakhalin. 6) Comparing with the Pacific saury migrating to the Sea of Okhotsk, it was supposed that the mechanisms of immigration and emigration, and the migratory patterns of the sardine resemble those of the Pacific saury although these two species have different properties from each other.

Key words: sardine, distribution, migration, the Sea of Okhotsk

はじめに

オホーツク海は、東シナ海・日本海とともに西部北太平洋の縁辺海の1つであり、北緯44–63度の亜寒帯域に位置し、ユーラシア大陸と千島列島、北海道およびサハリン（樺太）に囲まれる広大な面積（1,583×10⁶ km²）と比較的浅い平均深度（777 m）をもつ海域である。そして、サハリンの

南北に位置する宗谷海峡と間宮海峡を通じて日本海と、千島列島の各水道を通じて太平洋と連絡している（Fig. 1）。主な海流系としては、冬季季節風期である10–4月に発達してサハリン東岸を南下する東カラフト海流（寒流）、および夏季季節風期である5–9月に発達して北海道沿岸を南東に流れる宗谷暖流が知られ、後者は日本海を北上した対

2013年12月2日受付、2014年6月25日受理

¹ 元水産庁東海区水産研究所

Formerly, Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Fisheries Agency

† kuroda121625@ivy.ocn.ne.jp

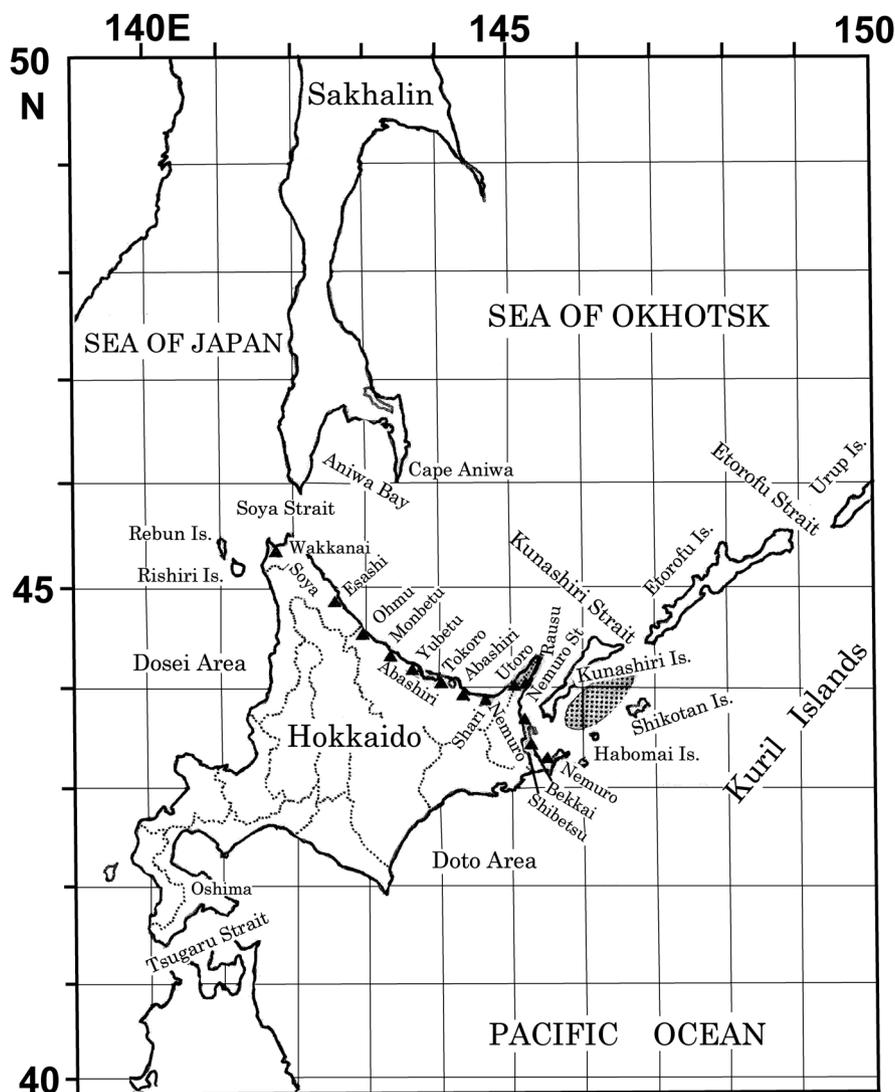


Figure 1. Areal map around the Sea of Okhotsk surrounded by Sakhalin, Hokkaido and Kuril Islands. In Hokkaido, both local district (Shicho) names and the names of main fishing ports in the Soya, Abashiri and Nemuro Shicho are described. The dotted area shows “Nemuro Triangle Area.”

馬暖流が宗谷海峡を通過した続流である。また冬季には流水が発達するため、世界で最も南に位置する流水海域としても有名である(渡辺, 1965; Petelin, 1966)。“オホーツク”の語源は、シベリアの少数民族であるツングース族の言語で、「川」を意味する(山路ほか, 1985)。

宗谷暖流が南東に流れる北海道オホーツク海沿岸域では、暖流系水族であるマサバ・あぶらざめ類・まぐろ類などとともにマイワシ *Sardinopus melanostictus* (Schlegel, 1846) が1930年代に出現分布し、分布の末端域としてニシンと重複分布することが報告されている(金森, 1938a)。1980年代の豊漁期になると、マイワシが北海道オホーツク海沿岸域に再び出現し(黒田・北片, 1985; 山口, 1988)、さらにオホーツク海沖合域における広範な分布がロシア漁船によって発見され、1982年から始まったまき

網漁の操業結果が報告された(水産庁研究部, 1980–1993; Zhigalin and Belayev, 1999)。

オホーツク海は、マイワシの分布縁辺域にもかかわらず、北海道立網走水産試験場が1930年代から毎年、網走支庁におけるマイワシの漁獲分布を調査していた。しかしながら、豊漁期のオホーツク海で多産するマイワシの詳細な分布と移動・回遊については、未解明の課題とされてきた(山口, 1988)。

本論文では、1930年代豊漁期と1980年代豊漁期における北海道オホーツク海沿岸域のマイワシの出現分布に関する資料や既往の知見を整理するとともに、1980年代のオホーツク海沖合域における日本とソ連(現在ロシア)の分布資料を組合わせて解析し、未解明であったオホーツク海における本種の分布と移動回遊に関して考察する。

材料と方法

北海道の漁獲統計は、名称や発信方法を変えたが、以下に詳述されている。

- ・北海道漁業現勢（昭和32年，冊子）；北海道水産現勢（昭和33年～平成2年，冊子）；北海道水産現勢（平成3～7年，北海道庁ホームページ）

経年の来遊状況については、以下の報告を参照した。

- ・北海道網走水産試験場事業報告（昭和53年～平成7年度）
 - ・北海道稚内水産試験場事業報告（昭和52・55～60年度）
- ソ連（ロシア）の資料として、オホーツク海沖合域におけるまき網漁業の経年の経過を記述した次の資料を参照した。
- ・日ソ漁業に関する科学技術協力によるサンマ・サバ・マイワシ協同研究会議経過報告書，No. 13（1980）～No. 23（1993），水産庁研究部。

マイワシの体長については、日本の報告では被鱗体長（BL），ロシアの報告では尾叉体長（FL）が使用されているので、原文のまま記述した。成体の被鱗体長は、尾叉体長よりも約1 cm短いとして両者を比較することができる。

分布という単語は抽象的であり、ここでは2つの意味で使用している。1つは漁獲分布を意味し、本文では主に漁獲データに依拠した漁獲量分布について議論する。しかし、受動的な定置網と能動的なまき網漁の間には、かなりの量的な差異があると推定される。もう1つは出現分布で、漁獲に拠らない個体の出現をも含む分布の意味で、漁獲分布よりも広い分布範囲をもつ。

海域名の「根室三角水域」とは、狭義には千島列島南部の国後島と歯舞諸島・色丹島との間にある三角状の公海を指すが、ここでは国後島と歯舞諸島・色丹島との間の水域とする広義の意味で使用する（Fig. 1）。

結果

1. 1930年代豊漁期の北海道オホーツク海沿岸域におけるマイワシの分布

1935年夏秋季に、北海道オホーツク海沿岸域における約18 cm BL以上の大羽マイワシの出現が目立ちはじめたこと、加えていわし粕やいわし油の価格が高騰したため、網走を中心とする漁業が勃興し、二艘曳旋網船（11ヶ統）が操業して13トンの好漁を示した（金森，1938a）。続く1936年の漁獲は40トン、1937年には59トンとさらに好漁となったため、北海道水産試験場はいわし流網の導入を目的として、「オホーツク海における鱈漁場調査」を昭和12-14年度に実施し、大羽マイワシに関する調査結果を総括した（金森，1938ab）。

1) オホーツク海のマイワシは10-15海里幅の宗谷暖流内に分布し、その沖合の中層冷水上昇域およびさらに沖合のオホーツク海水には出現しない（金森，1938a）。

2) マイワシ魚群は7月初旬-10月下旬に来遊する。初漁は7月上旬に14℃以上暖水の宗谷海峡からの流入時に始まり、8月下旬の21℃位で盛漁を呈し、14℃位に降温する10月下旬に終漁する。魚群は宗谷海峡から日本海へ戻り回遊する（金森，1938b）。

3) 漁場は等温層の深い、鉛直的水温差の小さい海域に形成され、漁場水温14-21℃，比重25.00-25.50，水色4-6，透明度11-18 mである（金森，1938a）。

石垣ほか（1959）は、1936年の北海道オホーツク海沿岸（枝幸と網走）における体長組成経過図を掲載した。これによると、枝幸では6月の魚体モード：19.0-19.5 cm BL（範囲：17.5-22.0 cm，以下同じ）から小型化して、8月にはモード：17.5-18.0 cm BL（16.5-20.0 cm）となる傾向的変化を示した。別に、9月には両地点ともに4・5歳魚と推定される大型群（モード：20.5-21.0 cm BL，18.0-23.5 cm）の出現があった。一方網走では、8-9月にモード18 cm台の魚体は、以後小型化して10月には17.0-17.5 cm BLモード（16.0-20.5 cm）となった。さらに、8月にはモード：15.5-16.0 cm BL（14.5-16.5 cm）の1歳魚と推定される魚群が特異的に出現した。概して、来遊魚群の主体は17.0-19.5 cm BLの大中羽群であり、出現以降魚体の小型化傾向がみられ、時に小型魚群（16.5 cm以下）や大型高齢魚群（20 cm以上）が出現した。

1938年の宗谷暖流は幅5海里以内と弱く、かつ低温・低塩分だったので、漁場となる等温層が浅くなり、不漁となった（金森，1939a）。続く1939年も道西日本海と同様に、前年よりさらに低温化したため大不漁となり、旋網・流網・刺網の着業船はなく、定置網に稀に羅網する程度になった。魚体は7月下旬に大型で肥満しており、かつ抱卵していたが、8月には小型化した（金森，1939bc）。

2. 1980年代豊漁期におけるマイワシの分布

1) オホーツク海北海道沿岸（宗谷・網走および根室支庁）一般に、日本海の対馬暖流を回遊するマイワシの魚群は、6月上旬頃に宗谷海峡に達し、その年最も早く来遊する先行魚群は宗谷湾（稚内）や宗谷暖流に乗って北海道オホーツク海沿岸域に来遊する。当初は沿岸域に分布し、7月まで主に定置網（小定置・夏定置など）に入網する。8-9月になると、より沖合へ分布域を拡大する傾向があり、さらにより大きな網目の鮭定置網への入れ替えのために漁獲量は減少する。10月の魚群は再び沿岸に寄ってきて底建網に入網し、11月末頃まで漁獲される（山口，1988）。

①宗谷・網走・根室支庁における漁獲変動と漁期

宗谷支庁におけるマイワシは、主に定置網と流網によって漁獲される。1975年の初漁（5トン）は9月の稚内で、翌1976年9月も同じ宗谷湾で漁獲があった（2トン）。1977年（9-11月）の漁獲量は93トンと急増し、翌1978年には100トンを超え、1984年まで300トンを維持した。この間、初漁は7月から5月へと漸次早まり、終漁は10-11

月と遅くなった。1985-1986年の漁獲は微増した後、1987年には1,000トンを超え、1988年に極大(1,865トン)に達した。1989年以降の漁獲は急減して、1992年まで200-500トン水準を保ったが、1993年以降に激減して皆無となった。この間の初漁期は5月でそれ以前とほぼ同様であったが、主な出現月は8-11月の間で変化し、漁獲極大月は8月と早まった。魚群は1975-1979年には稚内(宗谷湾)を中心に分布し、来遊量の増加した1980年以降にはオホーツク海沿岸の枝幸が漁獲の中心となり、特に1985年以降は宗谷支庁の漁獲量の80%を占め、1987-1988年の極大年を中心に90%を超えた。しかし、1983年だけは稚内に加えて礼文島が主体となった(Table 1)。

網走支庁におけるマイワシの漁獲量は1977年から計上され、1978-1980年の10-20トンから1981-1982年の600-800トンへと急増し、さらに1983年には1,000トンを超えた後1992年までの間、1987-1989年(7,600-9,781トン)を極大とする高水準期を形成した。1993年以降の漁獲は6トン以下と急減した(Table 1)。

漁期は概して5-12月にあり、経年変動が大きかった。当初、1978-1980年の漁期は6・7月を極大とする6-8月における2ヶ月間から、来遊量の増加した1981-1992年の極大月は同じ6・7月を示しつつ、漁期は5-7ヶ月へと拡大傾向となり、特に漁獲の極大年である1989年には6月を極大として、8ヶ月間(5-12月)に拡大した。漁期の平均月別漁獲割合は、前半(6・7月)に80%強を占め、中間(8・9月)に2.6%、後半(10・11月)に12%であった。前半のピークは盛漁期の1987-1990年にみられ、特に6月の漁獲割合(56%)は7月(32%)より多かった(Table 2)。その他の年(1984・1985・1991・1992年)は6・7月の割合がほぼ同じの1986年を除いて、7月の割合(59%)が6月(25%)より多かった。概していえば、月別漁獲割合は6・7月に極大を示した後、漁期後半の漁獲は前半の約1/7に減少した(Table 2)。漁獲量の急減した1993年以降の漁期はやや遅れ傾向を示して短縮し、かつ極大月は不明瞭となった(Table 1)。

漁期前半の魚群は雄武から知床半島のウトロまでの沿岸に分布し、分布の中心は雄武~湧別と常呂~斜里に分かれた。6月の主体は前者にあり、かつ、魚群は沿岸域を北西から南東方向に宗谷暖流に乗って回遊し(山口, 1988)、7月の分布域も6月と同様であった。一方、漁期後半の分布範囲はほぼ雄武~常呂に縮小し、分布の中心は紋別~湧別にあり、11月の分布はやや北上傾向を示した(Table 1)。

根室支庁における漁獲量は、対馬暖流系群の来遊する宗谷・網走支庁と異なる変動傾向を示し、1982年の極大年を中心に高水準期(1980-1985年)を形成した(Table 1)。漁期は8・9月を主としたが、初漁期は1976-1979年の6・7月から極大期の5・6月へと早期化の傾向を示した。また、主漁期は増加~高水準期(-1985年)の8-9月中心から、

1986年以降の減少期には7月へと早まった。減少期の来遊が遅くなるという一般則とは異なる上述の結果の原因は、減少期の分布範囲が1984年までの根室中心から別海・標津・羅臼へと北へ移動する傾向を示し、1992年以降の根室における漁獲割合が著しく減少したためであり、日本海系宗谷暖流群の7月の来遊が示唆された(Table 1)。

②網走支庁における魚体の特徴および年齢組成

魚体の肥満度は8.0-14.5の範囲にあり、6・7月-10・11月に増加し、宗谷暖流域の年毎の餌条件によって異なる。また、成熟状況を示す生殖腺熟度指数(GSI)の平均値は雄0.1-0.5、雌0.4-0.9であり、概して未熟であった(山口, 1988)。網走水産試験場の調査によると、年齢別の平均体長(BL)は2歳魚17.5 cm、3歳魚18.3 cm、4歳魚19.6 cm、5歳魚20.0 cm、6歳魚20.6 cmであった。

1987-1990年には18-19 cm BL台の魚体が主であったが、年によって16 cm BL以下の0・1歳魚群や20 cm BL以上の高年齢魚群が稀に出現した。このような多年齢構成群の出現は1930年代にもみられた。また、漁期当初に来遊する魚体が6-7月に小型化する傾向が観察され、体長による回遊の遊泳速度の相異によると考えられた(山口, 1988)。

山口・山岸(1990)によると、1987-1992年の年齢組成(Fig. 2)は、1987-1988年の主群は3歳魚で、4>2>5歳魚の順に多かった。1989年も依然として3歳魚が主体であったが、2歳魚の減少が顕著にみられ、その年齢群が3歳魚となった1990年には3歳魚が減少したため4歳魚が主体となり、来遊魚群の高齢化が顕著となった。この高齢化現象は1991年にさらに進行して5歳魚主体に4>6>3歳魚の順となり、1992年には一層顕在化した(Fig. 2)。以上をまとめると、対馬暖流系群の1986年級群が卓越年級であったこと、および1987年級群以降の加入が連続して不良であったため資源の高齢化現象が発生したことが明らかになった。

2) オホーツク海沖合域における分布・漁場形成と宗谷暖流群(対馬暖流系群)および千島列島南部の根室三角水域からの魚群(太平洋系群)との関連性(Figs. 3, 4)

マイワシの1984-1991年における分布情報(水産庁研究部, 1980-1993)から、オホーツク海における分布と漁場形成を抜粋要約した(参考資料)。その内容に対する両系群の寄与に関わる著者の解析を以下に記述した。

1984年: 漁期当初(6-7月)の網走支庁における日本海からの回遊と推測される魚群(以後、宗谷暖流群と呼ぶ)の漁獲量は年間の80%に達したため、報告書にある7月の国後島~エトロフ島沿岸域の魚群分布に同群が添加した可能性がある。この7-8月の魚群は8月に沖合へ移動回遊して、10月のオホーツク海沖合域における漁場形成に連動したと推定される。

1985年: 9月のアニワ湾近海における漁場形成は、15°C以上となる8-9月に宗谷暖流群が沖合移動すること(田中ほか, 1987)、および宗谷支庁の8月における漁獲も前年

Table 1. Catch, fishing period and regional occurrence of the sardine in the coastal Hokkaido and offshore area of the Sea of Okhotsk.

Year	Soya Shicho			Abashiri Shicho		
	Catch	Month	Occurrence (%)	Catch	Month	Occurrence (%)
1975	5	9	WA (100)	—	—	—
1976	2	9	WA (101)	—	—	—
1977	93	9–11 (10)	WA (89), RE (10)	0+	9	SH (100)
1978	103	7–8 (8)	WA (83), ES (17)	20	7–8 (7)	OK (100)
1979	324	6–10 (9)	WA (67), ES (29), RE (3)	27	6–7 (7)	SH (100)
1980	209	6–10 (7)	ES (70), RE (25), WA (5)	10	6–7 (6)	SH (100)
1981	102	6–11 (10)	ES (83), RE (12), WA (3), TO (2)	754	5–11 (7)	YU (44), OK (39), TO (11), MO (4), SH (2)
1982	355	5–11 (9)	ES (54), WA (36), RE (9), RI (1)	668	5–11 (10)	YU (59), OK (28), MO (7), SH (5), SA (1)
1983	230	5–8 (7)	WA (56), RE (42), RI (3)	3,296	5–12 (6)	YU (30), MO (25), TO (24), OK (14), SH (4), SA (2)
1984	378	5–12 (10)	ES (68), WA (22), RE (10), RI (0+)	1,621	5–12 (7)	YU (38), SH (30), TO (22), MO (8), SA/OK (1)
1985	812	5–11 (11)	ES (86), WA (10), RE (3), TO (1)	5,600	5–11 (7)	OK (26), TO/OH (23), YU (22), SH (5)
1986	462	6–11 (10)	ES (93), RE (6), WA (1)	6,920	6–12 (7)	OH (36), TO (30), YU (16), SH (13), OK (3), SA (2)
1987	1,470	5–11 (8)	ES (93), WA (4), RE (2), RI (1)	7,594	6–12 (6)	OH (35), SH (25), TO (17), OK (12), YU (10), SA (1)
1988	1,765	6–11 (8)	ES (99), RE (1), WA (0+)	7,619	6–11 (6)	OH (34), SH/OK (19), TO (16), YU (11), SA (1)
1989	189	5–12 (11)	ES (86), RE (13), WA (1)	9,781	5–12 (6)	OK (34), OH (24), SH (17), TO (13), YU (10), SA (1)
1990	513	5–12 (8)	ES (97), RE (2), WA (1)	3,309	5–11 (6)	OH (32), SH (25), OK (23), TO (15), YU (3), SA (1)
1991	416	5–11 (8)	ES (99), RE/WA (0+)	908	5–12 (7)	TO (34), OK (30), SH (26), OH (2), SA (1)
1992	367	6–11 (8)	ES (99), WA (1)	1,296	6–12 (7)	TO (31), OK (29), OH (14), YU (12), SH (8), SA (5)
1993	2	7–10 (8)	ES (50), WA (50)	5	6–7, 9–11 (7)	SA (50), YU (25), SH (25)
1994	0+	6–10 (—)	ES (50), WA (50)	0+	5–8 (—)	TO (50), SH (40), SA (10)
1995	31	6–11 (7)	WA (80), ES (20)	3	6–9 (6)	YU (60), TO (30), SH (6), SA/OK (3)

Year	Nemuro Shicho			Offshore area	
	Catch	Month	Occurrence (%)	Catch	Month
1975	—	—	—	—	—
1976	10,119	7–10 (9)	NE (100)	—	—
1977	22,507	7–11 (8)	NE (101), SI (0+)	—	8, 9
1978	15,809	6–12 (9)	NE (100), RA (0+)	—	7, 8
1979	28,325	6–11 (9)	NE (100), RA (0+)	—	—
1980	34,254	6–12 (9)	NE (100), RA (0+)	—	—
1981	30,706	7–11 (9)	NE (100), RA (0+)	—	8, 9
1982	47,410	5–11 (9)	NE (100), RA (0+)	ca. 15,000	6–8
1983	38,635	6–12 (8)	NE (100), RA (0+)	—	9
1984	36,703	6–1 (9)	NE (100), RA (0+)	—	10
1985	39,713	6–12 (8)	NE (100), BE/RA (0+)	ca. 40,000	9, 10
1986	27,319	6–11 (7)	NE (100), BE/SI/RA (0+)	138,001	6, 7, 9, 10
1987	23,308	7–12 (8)	NE (100), BE/RA (0+)	111,252	6, 7, 9
1988	28,786	6–12 (7)	NE (99), BE (1), SI/RA (0+)	93,600	7–9, 10
1989	21,557	6–12 (7)	NE (99), SI (1), BE/RA (0+)	399,485	7–9, 11
1990	12,103	5–11 (7)	NE (100), BE/SI/RA (0+)	23,843+α	6–8, 10
1991	7,941	6–12 (7)	NE (99), BE/SI/RA (1+)	138,000	7–10
1992	45	6–12 (12)	NE (56), SI (43), RA (0+)	—	—
1993	15	6–11 (6)	SI (64), BE (21), RA/NE (0+)	—	—
1994	7	6–8, 10 (6)	NE/SI (43), RA (14), BE (0+)	—	—
1995	0+	6–11 (—)	NE (70), SI/RA (15)	—	—

—: no catch 0+: catch (0.5 ton>); Catch unit is by ton.; Month means fishing period, and numerals in parentheses show main month.

Data in 1957–1990 were obtained from “Hokkaidou suisann gennsei” published by Hokkaido Prefecture.

Data in 1991–1995 were obtained by website of (URL).

Soya Shicho local name-WA: Wakkanai; ES: Esashi; RE: Rebun; TO: Toyotomi; RI: Rishiri.

Abashiri Shicho local name-OH: Ohmu; OK: Okoppe; MO: Monbetu; YU: Yubetu; SA: Saroma; To: Tokoro; AB: Abashiri; SH: Shari.

Nemuro Shicho local name-NE: Nemuro; SI: Shibetsu; RA: Rausu; BE: Bekkai.

Catch data by purse-seines in the offshore area of the Sea of Okhotsk are by the annual reports of Japan–Soviet Fisheries Conference (1980–1993).

Table 2. Monthly catches (%) to the annual catch of the sardine in the Abashiri Shicho during 1983 to 1992.

	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1983	0.0	54.6	12.0	3.4	0.2	5.0	24.6	—
1984	0.0	39.1	43.9	0.4	0.2	9.7	6.6	0.0
1985	0.0	25.2	49.6	0.4	0.0	10.5	14.1	—
1986	0.0	46.7	49.7	0.3	0.0	2.1	0.5	—
1987	—	43.7	39.9	0.1	0.1	5.4	10.2	—
1988	—	58.1	36.7	0.7	0.1	3.1	1.1	—
1989	0.8	58.5	30.7	0.3	0.0	4.8	4.4	—
1990	3.9	63.0	20.4	0.9	0.4	10.2	0.8	—
1991	0.0	18.4	73.8	3.6	0.4	3.3	0.4	0.0
1992	—	15.6	67.0	10.1	4.1	0.5	2.6	0.0
AV.	0.5	42.3	42.4	2.0	0.6	5.5	6.5	0.0

0.0 shows the occurrence below 0.1%. Minus (—) means no catch.

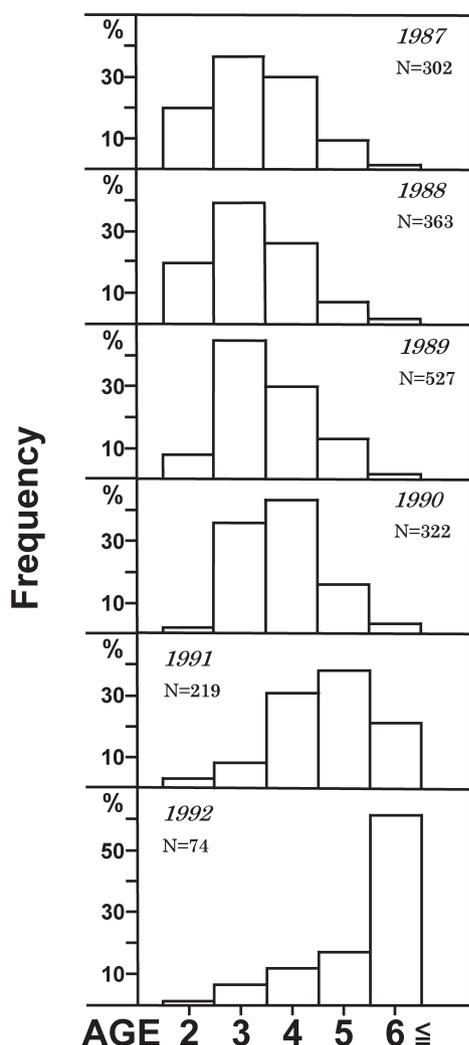


Figure 2. Year-to-year variations of sardine age compositions in the Abashiri Shicho during 1987 to 1992 (after Torizawa, 1992).

までより多かつたことから、宗谷暖流群が移動した可能性が高い。10月のオホーツク海沖合域と国後水道近海の魚群は、10–11月の南部域における流網調査(田中ほか, 1987)による体長組成と類似していることから、9月のアニワ湾の魚群が拡大分布したものと推定される。10月の国後水道近海の魚群は太平洋へ南下回遊中と推測された。また、宗谷支庁の10–11月における漁獲が年間の最大、かつ前年までより多いことから、宗谷海峡を日本海へ移出する回遊群の存在とも推定される。

1986年：6–7月の国後水道近海の魚群は、根室三角水域への魚群の集合が8月のため連続性を欠くこと、魚体が千島南部域の魚群よりやや大きいこと、および早い来遊時期であることから、宗谷暖流群と推定され、ロシアの記述と一致した。9月のサハリン東南岸の魚群は、8月のデータを欠くが、7月の国後水道近海群からの移動群であることを否定できない上、7–8月の宗谷支庁における漁獲が多く、かつ宗谷海峡からサハリン南東岸に回遊した可能性も高いので、両海域からの移動と推定した。また、網走支庁の10–11月と宗谷支庁の10月における多獲は、沖合から南下接岸した日本海へ向かう回遊群の存在を示唆している。

1987年：6月末–7月の国後水道近海の魚群は、千島南部域の魚体より約1 cm大きいこと、根室三角水域からの魚群移動と連続性がないこと、および早期の来遊であることから、前年同様にロシアの記述と一致する宗谷暖流群と推定された。9月のサハリン東南岸の大羽群は、7月の国後水道近海分布の大羽群が成長した体長組成と類似していること、および8月の宗谷支庁における漁獲量が多いことから、前年同様に国後水道近海の魚群、および宗谷海峡から直接回遊した魚群の両方の可能性が考えられる。

1988年：前2年と同様に、6月の国後島北部の魚群は、宗谷暖流群との体長組成の類似、早い来遊時期および千島南部域の魚体より約1 cm大きいことから、宗谷暖流群と

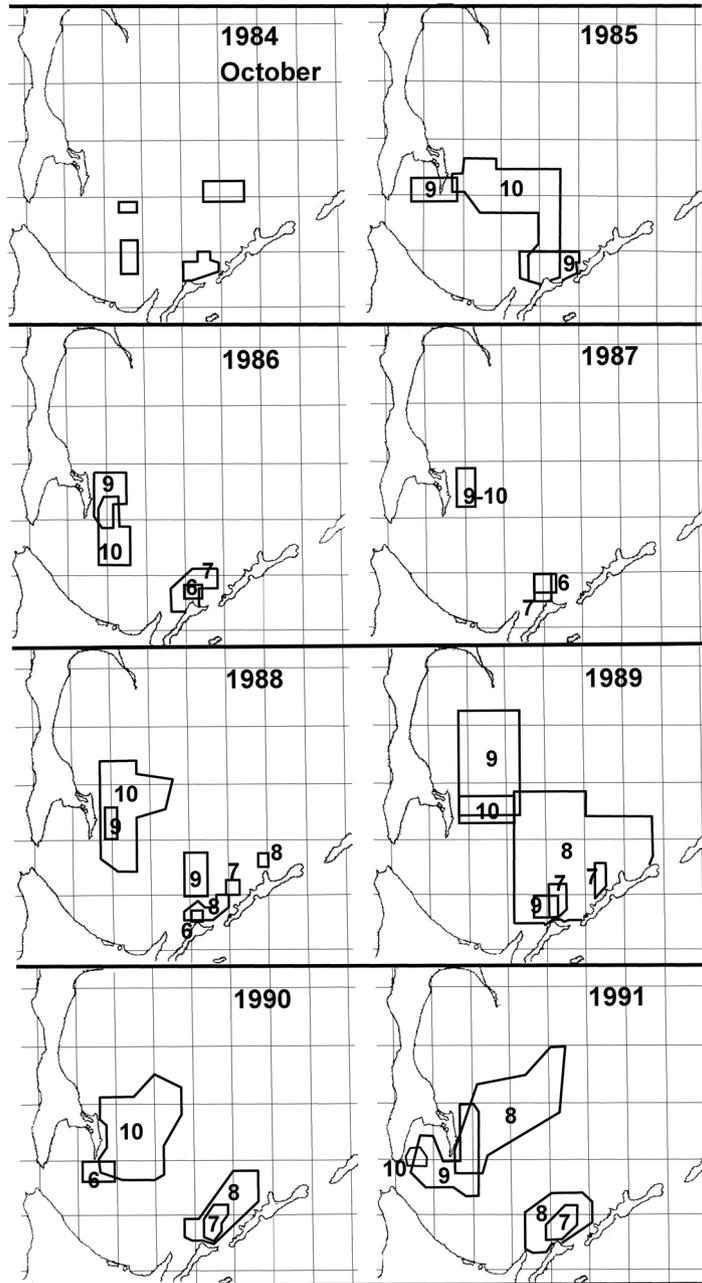


Figure 3. Annual variations of sardine fishing grounds in the Sea of Okhotsk during 1984 to 1991 (Revised summary from Belayev and Zhigalin, 1996). Number in the figure indicates month.

推定される。8月の宗谷支庁の漁獲は経年の極大を示したことから、9月のサハリン東南岸の魚群は宗谷海峡からの回遊群と推定される。10月のサハリン南東沖の漁場の拡大は、沖合域からの魚群の移動が推定され、宗谷海峡へ向かう戻り回遊群の移動経路を具現している。

1989年：前3年と同様に、7月の国後水道近海（中旬）とエトロフ島沖（下旬）の魚群は、網走支庁の漁獲極大年であること、6-7月の漁獲割合（89%）が多いことから、宗谷暖流群と推定される。7月の魚群は8月下旬までオ

ホーク海沖合域へ移動回遊した後、9月にサハリン東岸沖で集群して大漁場を形成し、南下した漁場で10月まで漁が持続した。また、10-11月の網走支庁の紋別～雄武の漁獲が多いことから、宗谷海峡への戻り回遊群（17-25 cm FL、モード：19 cm）の存在が示唆される。ただし、9月のサハリン東岸沖については、前年までみられた宗谷支庁における8-9月の漁獲が少ないことから、宗谷海峡からの移入群の可能性は低い。

1990年：6月末のアニワ岬近海の魚群は、体長組成の類

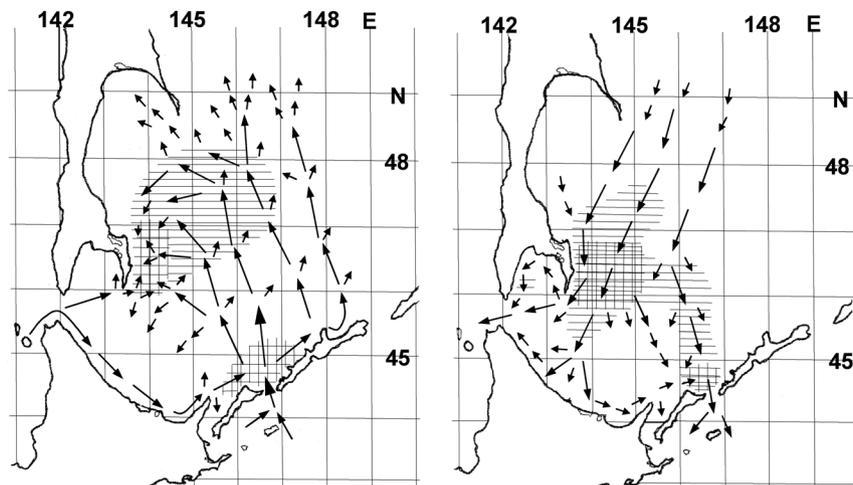


Figure 4. Schematic migration routes of the sardine in the Sea of Okhotsk. Left: Northward migration during June to September. Area with latticework lines near the Kunashiri Strait shows a main ground during June to July and area with parallel lines show fishing grounds during August to September, in addition to main grounds illustrated by latticework lines. Right: Southward migration during October to November. Area with parallel lines show fishing grounds from September to October, in addition to main grounds illustrated by latticework lines.

似から、宗谷暖流群の一部が回遊したと推定される。7-8月の国後水道近海の魚群は、それ以前に根室三角水域に漁場がないため、宗谷暖流群と推定される。10月のサハリン南東岸漁場は、国後水道近海からの移動魚群によって形成されたが、オホーツク海沖合域からの南下回遊中に当り不安定な漁況であった。10月に網走支庁の月別漁獲割合が大きかった(67%)ことは、太平洋と日本海への南下回遊群の一部が沿岸に滞留したことによると考えられる。

1991年:7月の国後水道近海の魚群は、根室三角水域との連続性からみて、国後水道からの太平洋系群の移入群であると推定され、同時に6-7月の知床半島ウトロの漁獲が多いことから宗谷暖流群の移入も推定された。8月のオホーツク海沖合~サハリン南東岸域における魚群は、前年同様に国後水道近海からの移動群と推定される。9-10月の漁場移動は日本海へ向う魚群の回遊経路を示唆する。

考察

オホーツク海は、マイワシの索餌群が来遊する分布北限の末端域にあたる。そこへの来遊量は資源の高水準期に顕著に増加するが、定量的な資料がないため来遊の詳細は不明であった。1980年代豊漁期の来遊魚群量は、ロシアのまき網漁が対象とするオホーツク海沖合域の魚群密度が相対的に高かったこと、および北海道オホーツク海沿岸の定置網による漁獲も1930年代より多かったことから推して、かなり魚群が多かったと考えられる。特に、対馬暖流系群の来遊する津軽海峡(渡島支庁)および続流の宗谷暖流に乗って同系群が来遊する北海道オホーツク海沿岸域(宗谷・網走支庁)は、系群の経年変動に伴ってその漁獲量が

増減する海域であるといえる。さらに移動回遊した宗谷暖流群は、根室三角水域から国後水道を通って移入した太平洋系群とともに国後水道近海の漁場形成に寄与した後、オホーツク海沖合域へ移動回遊するので、オホーツク海は来遊する両系群の混合する海域であることが明らかになった(Figs. 3, 4)。しかし、オホーツク海生態系の中でマイワシが果している役割については、既往知見からは明らかでなく、新たな調査が必要である。

魚群の移入および初期の漁場形成

金森(1938a)と山口(1988)は、宗谷暖流群が北海道オホーツク海沿岸に分布することを報告した。またBelayev and Zhigalin(1996)は、太平洋系群が根室三角水域から択捉水道・国後水道・根室海峡を通る移入回遊路を図示し、来遊魚群が国後水道近海に集群して漁場形成し、オホーツク海沖合域へ移動する回遊路を推定した。

国後水道からの太平洋系群の移入時期は7-9月(1981-1985年)であった。一方、宗谷海峡からの対馬暖流系群の移入月は6月下旬-7月上旬(1930年代)であったが、1980年代には6・7月をピークとして、早い年には5月と早まり、1930年代より早期化傾向を示した。よって、両海域の移入時期は年によって差異のあることが明らかになった。両移入群は主に大中羽群であったが、宗谷暖流群の体長は同時期の根室三角水域の魚群より約1 cm大きい場合が多かった。

宗谷暖流群、特に先行魚群は宗谷暖流に乗って北海道オホーツク海沿岸を素早く回遊して知床半島沖から国後島沖~択捉島(国後水道近海)に達することが想定された(Fig. 4)。これは、網走支庁における漁期前半(6・7月)の漁

獲が後半(10・11月)より平均7倍多いこと、および8月以降の漁獲の激減が、被食減耗と海域外への逸散によるものと推定されることから支持される。

初期(6・7月)の漁場は、国後水道近海を中心に、その後択捉島域に分布拡大して形成されることが多かった(Fig. 4)。この来遊群は、根室三角水域からの移入群(太平洋系群)と日本海系宗谷暖流群であり、出現分布の連続性、漁場形成時期および体長組成など漁況的に両群の区別が可能である。前者の群は主に1970年代後半-1985年にみられ、1984年と1986-1990年に後者の群が主体となり、1991年には両系群の寄与が想定できた。かくして、年による移入系群の寄与度が異なることが示唆された。

オホーツク海へのマイワシの移入回遊に関わる海洋環境として、対馬暖流系群では日本海の対馬暖流の続流である宗谷暖流の、そして太平洋系群では黒潮系北上暖水の年々の消長に依存することが報告された(山口, 1988; Belayev and Zhigalin, 1996)。

魚群の移動回遊

最高水温期の8-9月には、水温上昇に伴う移入魚群は南部沖合域へ広く分散する傾向を示した。特に8月にまき網操業がなかったことは、8月の魚群が広く分散するため小群が多く、漁場形成に至らなかったことを示唆している。

アニワ岬近海の漁場は9月(1985-1988年)に形成され、1990年のみ6月末の早い時期に生じた(Fig. 3)。この魚群の源は、6-7月に形成された国後水道近海漁場から、8-9月の水温上昇に伴って北上回遊した魚群がオホーツク海沖合域を広く分散し、9-10月に集群したものと推定される。この例は、国後水道近海漁場が宗谷暖流群によって形成された1986-1990年に顕著であった。一方、1985-1988年8-9月の宗谷暖流群は宗谷海峡付近で魚群密度が大きくなったので、漁期初めのように宗谷暖流に向かわず、サハリン近海へ移動して漁場形成に寄与したことが想定された。この際も、系群間の混合が生ずる可能性が高い。

分布出現の北限

1930年代豊漁期のサハリン東岸域では、北緯52度付近までの出現分布が図示されたが(石垣ほか, 1959)、その情報源は不明である。一方1980年代豊漁期には、ロシアのまき網操業が開始された結果、漁場形成のあった年月の操業海域および移動回遊の模式図が示され、オホーツク海沖合域における分布が明らかになった(Belayev and Zhigalin, 1996)。経年の漁場形成図(Fig. 3)によると、漁場の北限は1989年9月の48°20'N付近にあった。別に、Kenya(私信)は同年7-8月の飛行機調査によって、マイワシ大羽群(17 cm FL以上)がサハリン東岸沖北緯50度付近まで出現分布することを視認した。

魚群の移出

分布の北限まで分散した魚群は秋冷の訪れとともにオホーツク海沖合域からの南下移動回遊を始める。10月中旬に

は、宗谷暖流が衰退しはじめ、東カラフト海流がサハリン東岸を発達しつつ南下する。この低温低塩分水は南進して11月中旬頃には北海道沿岸の紋別～網走付近に接岸するため、宗谷暖流は表層から消失して、中層に残存するのみとなる(渡辺, 1959; Watanabe, 1963; 山路ほか, 1985)。この南進によって南北に形成される冷水壁の水温は10°C位で、暖流系水族の分布に致命的な影響を与え、南下回遊を促進すると考えられる。

金森(1938a)は、北海道オホーツク海沿岸への来遊魚群が10月中旬-11月初めに宗谷海峡を通り、オホーツク海から日本海へ戻り回遊すると報告した。南下移動して沿岸域に集合した魚群は、次第に冷水壁に分断され、国後水道と宗谷海峡へと戻り回遊することは十分考えられる(Fig. 4)。

本報の結果は移入する両海域、国後水道と宗谷海峡は同時に移出経路であることを実証している。Belayev and Zhigalin(1996)は太平洋へ移出する経路として国後水道と根室海峡を想定図示し、かつ黒田・北片(1985)も根室海峡を示唆した。初期の宗谷暖流系群の一部が根室海峡を通過して根室三角水域～道東海域へ南下移出する可能性については、1976-1991年の根室支庁における漁獲の主体が太平洋岸に面する根室支庁内の根室市だけであったことから、この年代には根室海峡を南下移出した可能性はほぼ否定される。しかし、1992年以降には、根室支庁における漁獲量の急減に伴う根室市の占める漁獲割合の減少、および逆にその北に位置する別海・標津・羅臼における漁獲割合の増加(Table 1)が生じたことから、宗谷暖流群の南下移出が示唆された。したがって、国後水道が主な南下回遊路で、一部根室海峡を通ることも推定された。

オホーツク海へ回遊するサンマとの比較

オホーツク海のサンマは、10-11月の漁期に主に棒受網、一部流網によって漁獲され、魚体は中小型(20-29 cm 肉体長)が主体で、大型(29 cm 以上)は比較的少なく、11月には日本海系のジャミサンマ(20 cm 以下)が出現する(小林, 2000)。

魚群の移入海域と時期は、千島南部水域から主に国後水道を通過して7月下旬-8月中旬に、一方日本海からは、6-7月に宗谷海峡を通過して移入する(小林ほか, 1970; 北片ほか, 1981; 小林, 2000)。中小型主体の太平洋移入群は、日本海サンマよりも未成熟な索餌群である(山口・本間, 1992)のに対して、日本海移入群は大型主体で、一部の中型を含めて成熟の進んだ産卵(後)群である(小林ほか, 1970)。したがって、仔稚魚の来遊も付随する(北片ほか, 1981)。両系群の来遊量は、太平洋移入群が日本海移入群よりも極めて多いとされている(小林, 2000)。国後水道から移入する海洋条件は、年々の黒潮系北上暖水の強弱によるとされ、強勢年にはオホーツク海へ移入するサンマが増えて豊漁になることが知られている(小林, 2000)。

北片ほか(1981)と小林(2000)は9-10月の国後水道

と宗谷海峡をサンマの移出経路として指摘した。小林ほか(1970)は10-11月頃に宗谷海峡から移出した中型サンマが主に日本海の沖合を通り、九州北西域へ南下回遊すると報告し、また小林(2000)は、同時期に北海道沿岸域や根室海峡に集群した南下移動群が死滅する可能性を指摘した。

マイワシと同じ暖水性小型浮魚であるサンマは主に太平洋から移入するのに対し、マイワシは太平洋と日本海の両方から移入する。オホーツク海における滞留期間はサンマがマイワシより短く、サンマの魚体は太平洋から移入する中小型の索餌群であるのに対して、マイワシは日本海から移入する産卵後の大中羽の索餌群が主体である。概して言えば、両種は移入前の魚体の特徴に差異はあるが、移入の機構や海域内の移動回遊は類似しているといえる。

謝辞

本論文を作成するに当たり、適切な校閲をいただいた、東京大学大学院農学生命科学研究科の山川 卓准教授、および有益な知見とご助言をいただいた、漁業情報センター道東出張所の小林 喬所長に深甚の謝意を表します。

引用文献

- Belayev, V. A. and A. Yu. Zhigalin (1996) Epipelagic Far Eastern sardine of the Okhotsk Sea. PICES Scientific Report, **6**, 304-311.
- 石垣富夫・加賀吉栄・北野 裕・佐野 蘊(1959)昭和30年度沿岸重要資源協同研究経過報告。北海道水産研究所, 余市, 186 pp.
- 金森政治(1938a)昭和12年「オコック」海鯧漁撈試験総括(其一)。事業旬報, **397**, 1-4, 北海道水産試験場。
- 金森政治(1938b)昭和12年「オコック」海鯧漁撈試験総括(其三)。事業旬報, **399**, 9-15, 北海道水産試験場。
- 金森政治(1939a)昭和13年度「オコック」海鯧漁場調査総括(其一)。事業旬報, **434**, 1-8, 北海道水産試験場。
- 金森政治(1939b)オコック海鯧漁場調査経過(第一報7月27日至8月6日)。事業旬報, **432**, 131-133, 北海道水産試験場。
- 金森政治(1939c)オコック海鯧漁場調査経過(第二報8月10日至8月20日)。事業旬報, **433**, 137-138, 北海道水産試験場。
- 北片正章・和田時夫・高 幸子(1981)オホーツク海におけるサンマの回遊に関する研究。オホーツク海に関する総合研究報告書, 科学技術庁研究調整局, 154-156。
- 小林 喬(2000)オホーツク海域へのサンマの回遊と漁況変化。釧路水試だより, **82**, 17-20。
- 小林 喬・若生 充・内藤政治(1970)サンマの生活に関する研究(III)。北海道日本海海域に來遊する春生れ系統群の産卵期の集合特性。北海道水産試験場報告, **12**, 13-24。
- 黒田一紀・北片正章(1985)オホーツク海マイワシについて—暖流性浮魚類及び海洋生物の分布と沿岸への出現機構に関する研究—。昭和58年度農林水産省流動・国内留学研修(研究)結果報告書, 121-124。
- Petelin, V. P. (1966) OKHOTSK SEA. In The encyclopedia of oceanography, ed. R. W. Fairbridge, Reinhold Publishing Company, New York, Vol. 1, pp. 644-651.
- 水産庁研究部(1980-1993)日ソ漁業に関する科学技術協力によるサンマ・サバ・マイワシ協同研究会議経過報告書, No. 13-23。
- 田中富重・山岸義博・森 泰雄・石野健吾・山口幹人・依田 孝・佐々木 昭(1987)沿岸重要資源調査, マイワシ。昭和60年度網走水産試験場事業報告, 68-71。
- 鳥澤 雅(1992)マイワシ。平成4年度網走水産試験場事業報告書, 104-109。
- 渡辺貫太郎(1959)オホーツク海北海道沖における流水の到来とそれに前駆する海況の変動。天気, **6**(6), 14-19。
- Watanabe, K. (1963) On the reinforcement of the East Sakhalin Current preceding to the sea ice season off the coast of Hokkaido—Study on sea ice in the Okhotsk Sea. Oceanographical Magazine, **14**, 117-130。
- 渡辺貫太郎(1965)オホーツク海の水気。海の気象, **11**, 26-44。
- 山口幹人(1988)北海道オホーツク北海道沿岸域の定置網で漁獲された浮魚類について。水産海洋研究会報, **52**, 94-96。
- 山口幹人・山岸吉弘(1990)1990年春季にオホーツク沿岸域におけるマイワシの漁業と生態。水産海洋研究, **54**, 458-457。
- 山口幹人・本間隆之(1992)寄生虫の寄生状況からみたサンマのオホーツク海への来遊経路推定の試み。北海道水産試験場研究報告, **39**, 39-44。
- 山路晴彦・中村敬三・青田昌秋・大槻知寛(1985)「日本全国沿岸海洋誌, オホーツク海沿岸域 I:地質, II:物理」。東海大学出版会, 東京, 1-22。
- Zhigalin, A. Yu. and V. A. Belayev (1999) Distribution of the Far East sardine and Russian fishery in the Pacific waters and Okhotsk Sea during 1974-1993. 水産海洋研究, **63**, 215-220。

(参考資料) 1984-1992年のオホーツク海におけるマイワシの漁場形成に関する要約(水産庁研究部(1985-1993)から抜粋)。

1984年: 根室三角水域における魚群の出現は例年より早く、一部の魚群は7月に国後水道を通過してオホーツク海国後島〜エトロフ島沿岸域に移入した。8月の操業はないが、エトロフ島ルベツ湾にも散発的に出現分布し、魚群はオホーツク海沖合域へも回遊した。魚体: 14-24 cm FL (モード: 18.0-19.5 cm)。9月は操業なし。10月の沖合域に漁場が形成され、南下回遊群が国後水道近海に分布した。

1985年: 8月上中旬の歯舞島南水域で漁場形成した魚群は、下旬に根室三角水域に例年より約20日遅れて移動分布し、一部は国後水道近海に出現した。9月の国後水道近海の漁場は拡大して、別にサハリニアニワ岬近海にも漁場が形成された。10月になると、サハリン南部近海〜オホーツク海沖合域〜国後水道近海に漁場が連続的に形成された。魚体: 18 cm FL以上(平均: 21-22 cm)。

1986年: 6月下旬に宗谷暖流群が国後島近海に例年より1-1.5ヶ月早く来遊し、漁場が形成された。魚体: 16-24 cm FL (モード: 18-22 cm)。7月には引続き拡大した同漁場で操業があった。魚体: 17-26 cm FL (モード: 19-20 cm)。8月は漁場形成なし。9月に形成されたサハリン南東岸漁場は、10月にやや南下して中旬から26日まで沖合域で持続したが、下旬の強風による水温低下のため、魚群(17-24 cm FL)は南下移動した。

1987年: 6月28日、国後水道近海における宗谷暖流群を対象に操業を開始した。魚体は17-24 cm FL (モード: 19-21 cm)で、千島南部域の魚体よりもモードで約1 cm大きかった。7月も同海域で、やや小型化した魚群(14-24 cm

FL, モード：18-20cm) による漁場が形成された。8月の操業はなし。9月18日, サハリン南東岸に漁場形成があり, 大羽マイワシ (17-26cm FL, モード：20-22cm) を対象に, 10月も同海域で操業された。

1988年：6月上旬には宗谷暖流群が早く来遊し, 22-25日まで国後島北部海域で操業があった。魚体は17-24cm FL (モード：19-21cm) で, 千島南部域の魚体よりもモードで約1cm大きかった。7月にはエトロフ島西部沖で漁場が形成された。魚体：14-24cm FL (モード：18-20cm)。8月の国後水道近海に漁場が形成され, エトロフ島プロストル湾においても魚群が出現した (操業なし)。9月中旬に, オホーツク海沖合域とサハリン南東部沖に漁場が形成され, 悪天候下で操業があった。魚体：16-26cm FL (モード：18-22cm)。小型魚 (14-16cm FL) の来遊もみられた。10月にはサハリン南東岸をアニワ湾～宗谷海峡へ南下する魚群を対象に操業し, 29日に水温低下のため終漁した。魚体：16-25cm FL (モード：18.5-23.0cm)。

1989年：7月中旬国後水道近海に, 下旬にはエトロフ島中部沖にも漁場が形成された。8月中旬の国後水道近海から下旬のオホーツク海沖合域へ分布を拡大し, 小規模な漁場が広範に形成された。魚体：18-24cm FL。漁船団は, 9月上旬に国後水道近海で操業後, 中下旬にはサハリン東岸の高密な漁場に移動し, 大羽マイワシ (18-25cm FL) を多

獲した。10月 (20日) まで同漁場からやや南下した漁場で操業し, 努力量当り最大の漁獲があった。魚体組成は9月と同様。その後, 漁船団は日本海へ移動し操業した。

1990年：6月末の3日間, サハリンアニワ岬近海で小規模の操業があった。魚体：主に18-23cm FL。7月末に国後水道近海に漁場が形成され, 8月にはさらに拡大した。魚体：18-23cm FL。9月は操業なし。10月にサハリン東岸域で操業があったが, 魚群の動きが早く, 漁況は不安定であった。

1991年：7月に根室三角水域と国後島水道近海で漁場が形成された。魚体：大羽 (18-25cm FL, モード：20-22cm)。8月には7月の漁場が拡大し, 中旬以降26日までサハリン東岸沖～オホーツク海沖合域に形成された広範な漁場で操業があったが, 小規模の魚群が多く不安定な漁況だった。魚体は7月と同様。9月15日以降, サハリン南東岸～アニワ湾水域で漁場が形成されたが, 漁況は不安定であった。下旬には水温低下のため, 魚群はアニワ湾へ南下移動後好漁となり, 引続き10月も4日間の操業があった。魚体：大羽18-25cm FL主体の3・4・5歳魚で0・1年魚の漁獲は皆無であった。

1992年：日本海と太平洋の北上回遊は鈍化し, オホーツク海の漁場形成はなかった。