



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Alaskan Streamとベニ鮭漁場
Author(s)	大谷, 清隆; OHTANI, Kiyotaka
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 16(4), 209-240
Issue Date	1966-03
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/23262">https://hdl.handle.net/2115/23262</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	16(4)_P209-240.pdf



# Alaskan Stream とベニ鮭漁場

大谷清隆

## The Alaskan Stream and the Sockeye Salmon Fishing Ground

Kiyotaka OHTANI\*

### Abstract

On the basis of data on the temperature and catch of sockeye salmon obtained by the Japanese mothership fishery, descriptions and considerations have been given to the extension of the Alaskan Stream and also the sockeye salmon fishing ground during the fishing season for the seven years (1958-1964).

The extension of the Alaskan Stream which is defined by the feature of minimum temperature distribution in the dichothermal layer, has shown three tongue-like branches at the western portion of the stream (Fig. 20). Discontinuous zones are composed of these branches and the Subarctic Current water on the southern side, of the Western Subarctic Gyre water on the western side, and of the Bering Sea water on the northern side. The shape of the branches is varied due to wind and other factors at every period and in every year, therefore the oceanic conditions are extremely complicated.

A profitable fishing ground for commercial fisheries means an area which can produce a larger number of catches of fish by a unit of effort. Such an area, showing the distribution of catch per unit effort, is found along the discontinuous zone or the inside of the zone as well, that is, drainage of the Alaskan Stream.

High values of catch per tan were found at  $A_1$  and  $A_2$  in May and June, in the region of Amchitka pass in June, 1960 and 1961, at  $A_2$  and  $A_3$  in July and in no area in August.

### 1 はじめに

漁業者にとって好漁場とは単位の努力量によって経済的に成り立つのに充分大きな漁獲の得られる場所を意味している。北洋のサケ・マス漁業のように、操業日数と総漁獲量とが規制されている半管理漁業にとってはこの好漁場を的確に選定することは定められた期間中に漁獲目標を達成し経済効果を大にする意味で最も重要な問題である。しかし漁場構成に関する要因は複雑で多岐にわたっていて、未知な事柄が多いため好漁場の予測選定に関して今日迄明確な解答は得られていない。同様に漁場構成に関与する一要因である物理的環境条件とサケマス漁場との関連についてはその現象すら明確には把握されていない。

著者は漁場構成の主体であるサケ・マス自身の多くの要因は知り得ないが、側面的要因である物理・化学的環境を代表する水塊（水系）とベニ鮭漁場との対応について整理考察を試み、一応の結果を得たのでここに報告し他の諸要因に対する問題の提起としたい。

資料の提供を頂いた北海道区水産研究所北野清光技官ならびに米盛保技官の御好意にお礼を申し上げます。

\* 北海道大学水産学部海洋学気象学講座

げます。ならびに本研究を行なうに際して、終始御指導御鞭撻下さった小藤英登助教授にお礼を申し上げます。なお資料の整理に当って漁獲統計資料の整理に関し当教室四年目の学生諸君の手をわずらわした。

2 サケ・マスの漁獲量と海洋条件との二三の対応例

北海道大学水産学部練習船おしよろ丸が北洋練習航海に際して行なってきたサケ・マス流し網の試験操業および海洋調査に著者が乗船、参加した数度の航海において、漁獲量の変動と海洋条件の相違とに対応性のある例が二三見られている。これらは断片的な現象ではあるが、サケ・マスの行動が海洋条件の影響を比較的小さな時空間において受けていることを示唆するものであろう。

Fig. 1 にこれらの試験操業と海洋観測の行われた地点を示した。

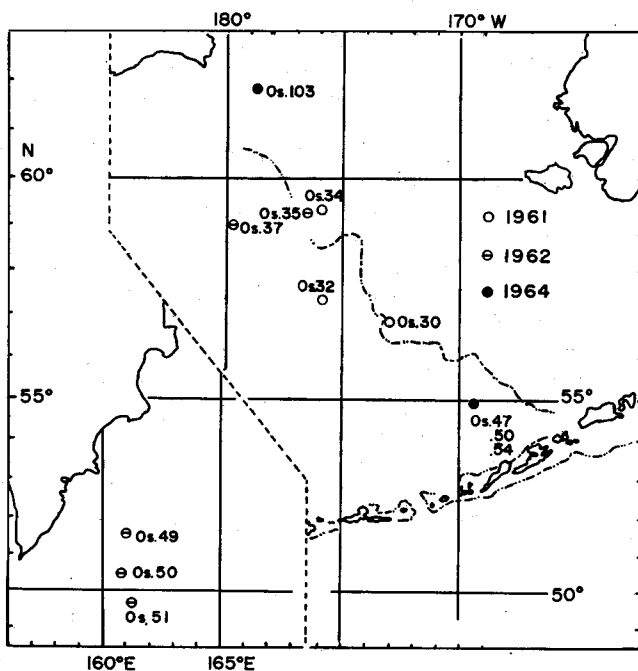


Fig. 1. The region and the location of oceanographic and fishing stations used in Fig. 2-5

1) 試験操業に際しては通常投網の直前または直後に海洋観測を行い、操業地点の海洋条件を知っている。Fig. 1 の 左下側の三地点の T-S 曲線を Fig. 2-a に示し、b に反当り漁獲尾数を示した。この海域は Western Subarctic Gyre といわれる海流系に属している (Dodimead, Favorite & Hirano 1963)。一般に亜寒帯水域の特徴として水温構造上に中冷水を有している。この中冷層の極小水温値は冬期間の表面水温に近似し、冬期間に冷却と風によって対流混合してある一定の深さまで等温になり、夏期に入り表面近くが加熱を受け水温が上昇するためこのような水温構造を示すものである (宇田 1935)。したがって近接した二地点の中冷層の極小水温値に大きな差異が見られることは冬期間に受けた冷却の条件が異なっていたことを意味している。

Os. 49 では海水が融解した低い塩分の水が表面近くにあつて、下層との密度差が大きいために加熱期に入っても熱は下方に伝達されず表面近くだけが高温になっている。

Os. 50 では Os. 49 と同じように 30 m 深と 50 m 深との間に大きな密度差が見られる。しかし

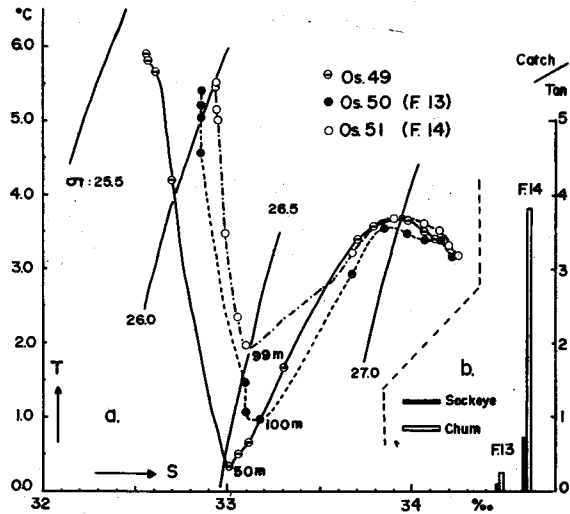


Fig. 2. Comparison of salmon catch per unit effort with temperature-salinity curves (training ship "Oshoro maru" June 23-24, 1962)

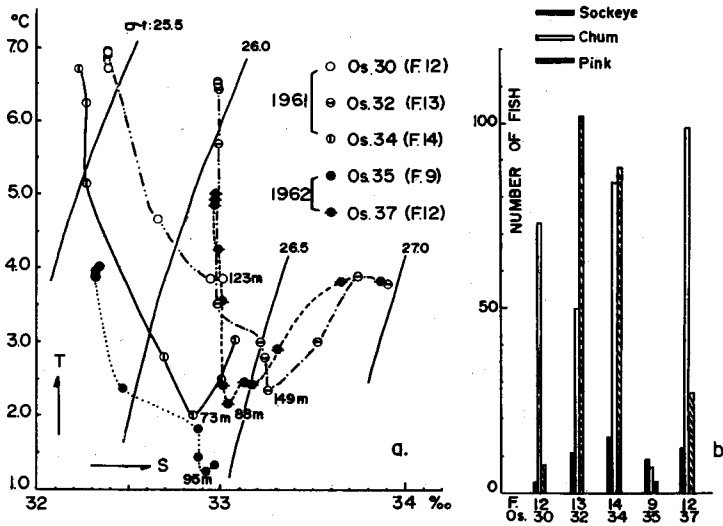


Fig. 3. Comparison of salmon catch with temperature-salinity curves ("Oshoro maru" July 4-6, 1961. June 12-13, 1962)

水温極小値は 100 m 深にあり、50 m 深と 75 m 深の塩分はほぼ等しいのに反し 30 m 深と 50 m 深の塩分差は大きい。これは加熱期に入ったのち Os. 49 に見られるような表面近くの水が伸展して来たことを意味している。

Os. 51 では表面近くは Os. 50 にやや似ているがその極小水温値は前二点に比較して高温であり、極端な pycnocline も見られず表面と中冷層との塩分差も小さい。このように近接した二点である

Os. 50 と Os. 51 は近似した T-S 曲線を示しているが表層の水の性質からみて、全く同一の水系であるとは言い難い。

Os. 50 (F 13) と Os. 51 (F 14) において 1962 年 6 月 23 日と 24 日にそれぞれ試験操業を行なった。

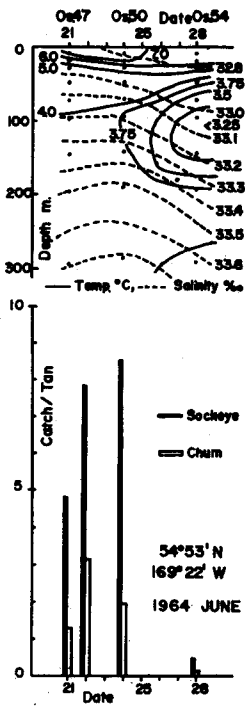


Fig. 4. Comparison of salmon catch per unit effort with variations of temperature and salinity ("Oshoromaru" June 21-28, 1964)

Fig. 15-d に示されているようにベニ鮭は両点とも反当り漁獲尾数は小さい。しかしシロ鮭についてみると F 13 では 0.3 尾/反であるのに F 14 では 3.8 尾/反と 10 倍以上の値である。両測点の間には Fig. 14-d に示されるように不連続域が存在することが推定されるが、水系の相違がこのように漁獲の差異に影響を与えているのであろうか。

2) 同様な例は Bering 海東側の陸棚沿いの地点に於いても見られている。Fig. 3-a に各測点の T-S 曲線を示し、b に各操業地点でのサケ・マスの漁獲尾数を示した。使用された流し網は各地点ほぼ同数で目合別反数もほぼ同様である。Os. 30, 34 及び 35 はいずれも陸棚上の水系に属し、表層は低塩分であって海底近くには Bering 海系の水が潜入している。Os. 32 と Os. 37 は Bering 海の反時計回りの流れに属して、中層部には Bering 海に流入した Alaskan Stream の名残が見られる。

1961 年の各操業地点において、ベニ鮭は 7 月上旬であることと回游径路より北側であったためか三点とも漁獲は少なかった。シロ鮭は F 12 F 14 とにやや多く見られるが三点ともほぼ同程度である。マスは F 12 に比較して F 13 と F 14 とともに 10 倍以上の漁獲が見られる。F 13 と F 14 とは明らかに違った水系の中にあり、むしろ F 12 と F 14 は近似している。この両地点で漁獲されたマスは同一系統群であるかどうかはわからないが、水系の相違に対応する漁獲量の差は見られない。この場合回游時期によるマス自身の生態学的要因によってこのような現象を示すのではないだろうか。

1962 年 6 月 12 日と 13 日に前述の Os. 34 に近い 2 地点で同様な調査が行われた。1961 年の場合より約 20 日間早いため両地点の表面近くの水温は低くなっている。Os. 37 (F 12) は Os. 32 (F 13) と同じ水系に属し、典型的な Bering 海水塊の T-S 曲線を示している。漁獲尾数は前年の F 13 に比べてベニ・シロとも同じ程度でありマスが約 3 分の 1 であった。陸棚上の Os. 35 (F 9) では各魚種とも 10 尾以下で Os. 37 (F 12) の漁獲数の 1 割強にしか相当しない。1961 年の Os. 34 と比較すると T-S 曲線は全体に水温が低く示されているが、水塊としては全く同一のものと考えて良い。しかし漁獲尾数には大きな差が見られる。1961 年に見られた現象を考慮すると、Os. 35 (F 9) と Os. 37 (F 12) に見られる漁獲尾数の差は両点間の水温の差、または Os. 35 の低い水温が生理学的要因としてサケ・マスに影響を与えているのであろうか。

3) 1964 年 6 月 21 日から 28 日の 8 日間に同一地点で 4 回の試験操業と 3 回の海洋観測を行っている。その結果を Fig. 4 の上の図に水温と塩分の経日変化、下の図に反当り漁獲尾数として示した。21 日と 24 日の観測の結果は図に示されるように海況に大きな変化は見られなく、操業地点は近くの間氷海峡から流入した Alaskan Stream 系水の中にある。しかし 28 日の観測によると 3.09°C の中冷水が見られ等塩分線は深くなっている。これは 25 日から 27 日にかけて、南又は南西の風力 5 以上

の風が吹き続いたため、西側の Bering 海系水がこの地点に吹き寄せられた結果と思われる。

反当りの漁獲尾数を見るとベニ鮭は 21 日, 22 日, 24 日と増大しているのが 28 日には 0.5 尾/反と激減している。シロ鮭もベニ鮭に比較して値は小さいが 28 日の値は前三日の反当り尾数の 10 分の 1 にも達しない。このような漁獲尾数の急激な減少はある魚群の通過による現象であろうか。または水塊の交替に伴って、あるところを境界として魚群の密度分布が変わるために見られる現象であるのだろうか。

4) 同じ 1964 年の航海においてシロ鮭の分布調査のため Anaduirskii 湾付近で数回の試験操業を行った。この海域は冬期間の冷却が激しく、海底に至るまで結氷温度となり海水が生成される。その結果海水の下には高塩分で低温な水がつけられ下層に沈積される。加熱期に入るとこの海水は融解するが低塩分であるため下層の低温で高塩分な水との間に密度差を生じ、これら上下の水は容易に混合しない。それに加えて表層は加熱されるために水温が上昇し密度差はますます大きくなり夏期に最大となる。したがってこの海域では夏期に表層の水温は 9~10°C 前後に上昇するが下層には 0°C 以下の水温が見られる。

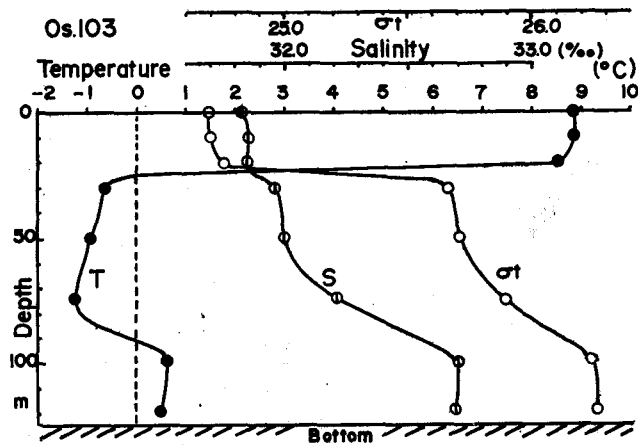


Fig. 5. Temperature, salinity and  $\sigma_t$  structure at Os. 103 ("Oshoro maru") Aug. 3, 1964)

Fig. 5 に Os. 103 の水温、塩分ならびに密度 ( $\sigma_t$ ) の垂直分布を示した。この地点では 20 m 深と 30 m 深との間に顕著な thermocline と pycnocline が見られ、やや小さい halocline も見られる。そしてその下には  $-1.0^\circ\text{C}$  以下のきわめて寒冷な水がある。海底近くの 100 m 以深では水温はプラスになっているがこの水は両側の Bering 海の高塩分な水が沈潜し侵入しているものであろう。

試験操業を行う場合、投網時に魚探記録をとっている。Os. 103 (F 21) の場合、周波数 28 KC の魚探によって得られた記録によると 20 m 以浅には船底等の影響によるうすい影の中に、点点とした濃い映像が記録され、それ以深 100 m 深までは全く映像は記録されない。しかし 100 m 以深の水温がプラスの層に相当する深度には、やや不鮮明ではあるがちぎれ雲のような映像が記録された(記録は事後処理の失敗のため写真として示し得なかった)。この地点では約 700 尾の鮭が漁獲されたがその 95% は体長 45~50 cm ぐらいの小型なシロ鮭であった。鮭の魚探記録については同航海中に冷凍したベニ鮭を船底につるし、その映像を試験操業中に得た映像と比較し、同時に魚探に記録された映像の数と漁獲尾数とがほぼ対応していること等によって、得られた映像がサケ・マスによるものであることを認めている。100 m 以深に記録された映像は著者が海底におろした手釣りによって、スケ

ソウダラを一尾釣り上げているのでスケソウダラによるものと思われる。

サケ・マスは Alaska 湾では日中 40 m~50 m 深に多く見られ、夜間でも 20 m 深付近に多く見られる (INPFC 1961)。Bering 海の中でも夜間になお 30~36 m 深にサケ・マスの存在していることが確かめられている (INPFC 1963)。おしよ丸の魚探記録によっても 20 m 以深に全く映像の見られない記録は Anaduirskii 湾以外の他のサケ・マスの漁獲された操業地点では見られない現象である。魚探記録に映像が現われなかったことをサケ・マスの不在とみなすならば、マイナスの水温が生理学的要因としてサケ・マスの垂直分布を規制しているのではないだろうか。

以上に述べた例は断片的な現象の記録であって、これらの例からなんらの結論も導き得ない。しかしこのような海洋条件の相違がサケ・マスに対し生理学的、生態学的要因としてなんらかの影響を及ぼしていることを示唆するものであろう。

#### 4 資料について

##### 1) 水温記録

本著に用いた資料のほとんどは、日本のサケ・マス流し網船団の母船ならびに先行独航船の観測資料によっている。これらの水温記録は転倒温度計または B.T. によって表面から 100 m 乃至 200 m 深まで観測されている。しかしその測定値は器差補正をしていないものもあるらしいので信頼限界は

Table 1. Sources of the data on the temperature

year	Mother Ship	Research Vessel
1958	Meisei-maru Kizan-maru Shinano-maru Kyokko-maru Kyoho-maru Jinyo-maru Chiyo-maru Einin-maru Koyo-maru Nichian-maru Shoei-maru Miyajima-maru Kyokuzan-maru	Oshoro-maru Hokusei-maru
1959	Nichian-maru Einin-maru Kyokuzan-maru Chiyo-maru Itsukushima-maru Shoei-maru Kashima-maru Kizan-maru Miyajima-maru Kyokko-maru Shinano-maru Koyo-maru Kyoho-maru Jinyo-maru Etorofu-maru	Oshoro-maru Hokusei-maru
1960	Koyo-maru Shoei-maru Kizan-maru Kyoho-maru Jinyo-maru Kyokuzan-maru Ohtsu-maru Chiyo-maru Kashima-maru Miyajima-maru Einin-maru	Oshoro-maru Wakashio-maru Etsuzan-maru
1961	Jinyo-maru Kyoho-maru Shinano-maru Kizan-maru Meisei-maru Miyajima-maru Meiyo-maru Kashima-maru	Oshoro-maru Hokusei-maru
1962	Kyokuzan-maru Kizan-maru Jinyo-maru Shinano-maru Meisei-maru Kyoho-maru Chiyo-maru Ohtsu-maru Miyajima-maru	Oshoro-maru Hokusei-maru
1963	Takashima-maru Kizan-maru Shinano-maru Meisei-maru Jinyo-maru Kyokuzan-maru Meiyo-maru Miyajima-maru	Oshoro-maru
1964	Meisei-maru Jinyo-maru Shinano-maru Chiyo-maru Kizan-maru Kyoho-maru Miyajima-maru Meiyo-maru	Oshoro-maru Hokko-maru Etsuzan-maru Wakashio-maru

±0.2°C 程度と思われる。これらの資料の他に政府調査船および北大水産学部練習船おしよる丸ならびに北星丸による海洋観測資料を用いた。Table 1 に水温を観測した船名を示した。

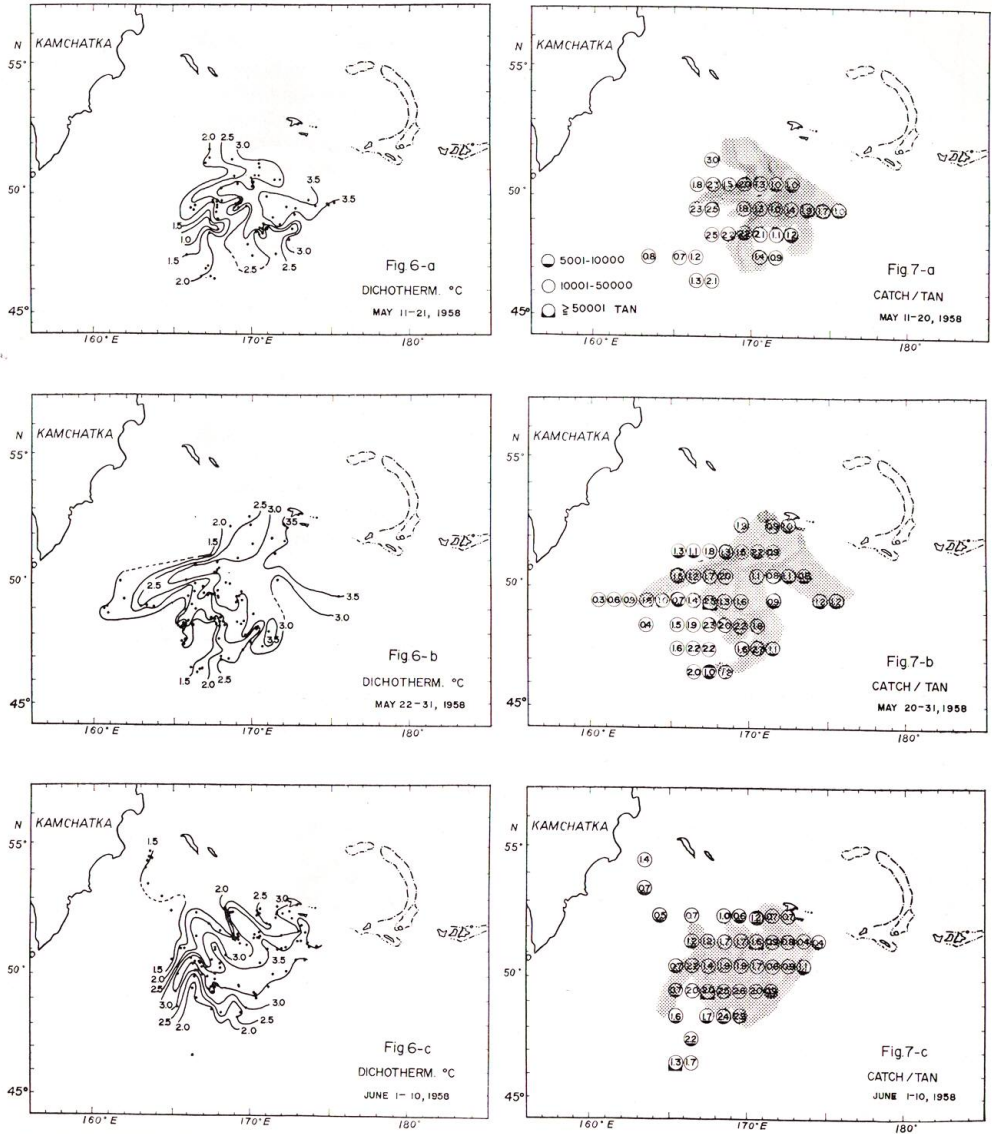


Fig. 6 a-i. Minimum temperature distribution in the dichothermal layer for ten days in 1958. Black dots represent observation points.

Fig. 7 a-i. Sockeye salmon abundance for ten days in 1958. Numbers in the circles indicate catch per unit effort (catch per tan). Black parts attached to the circles indicate numbers of net (tan). Shaded area shows the extension of the Alaskan Stream



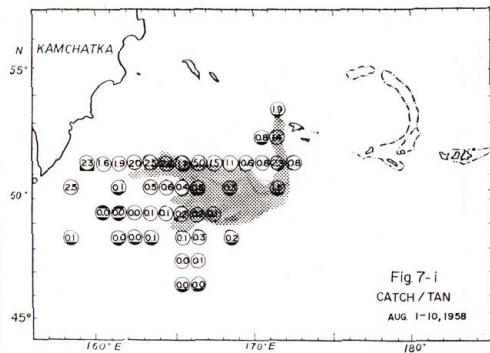
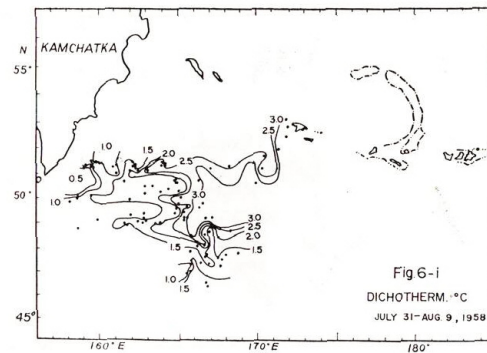
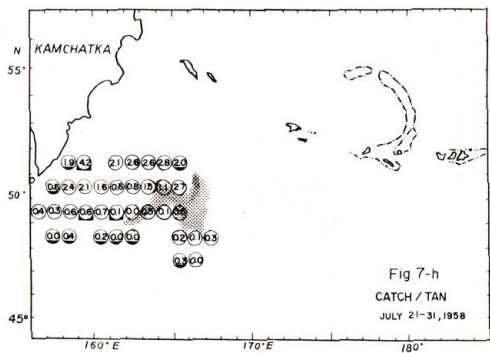
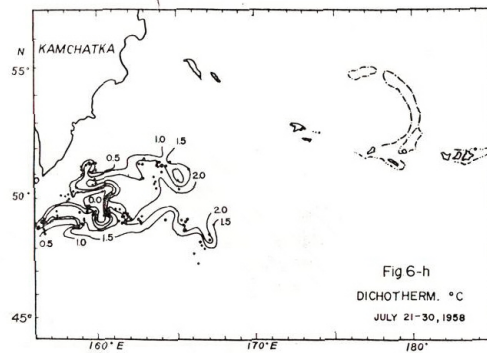
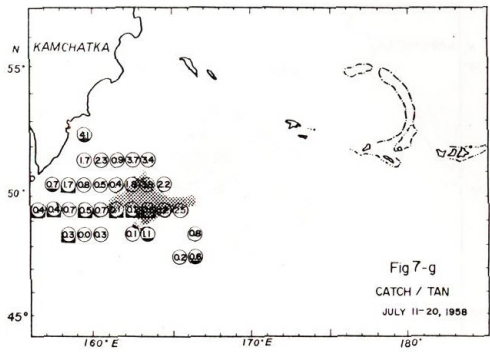
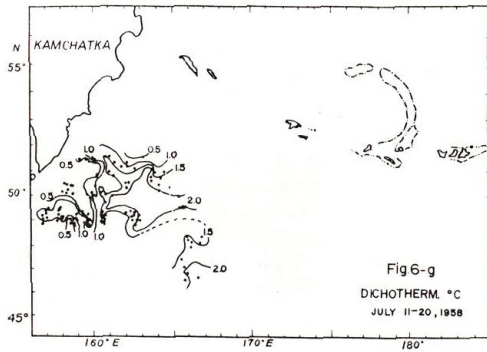


Fig. 6-g~i,

Fig. 7-g~i

心とは限らない。したがって記録上は緯度、経度とも1度毎の表示となっているが実際には以上のような理由で、緯度で $\pm 1^\circ$ 、経度で $\pm 1.5^\circ$ 程度の範囲内で船団が操業している場合の位置を代表していると考えねばならない。1963年と1964年の先行独航船の操業記録については船団操業の場合と違ってこのような拡がりはないものと思われる。

4 Alaskan Stream の拡がり

Alaskan Stream の流域は中冷層水温の分布図によって定められることを著者は先に報告した(1965)。但し Subarctic Current との境界については Subarctic Current の中冷水がこの海域東側

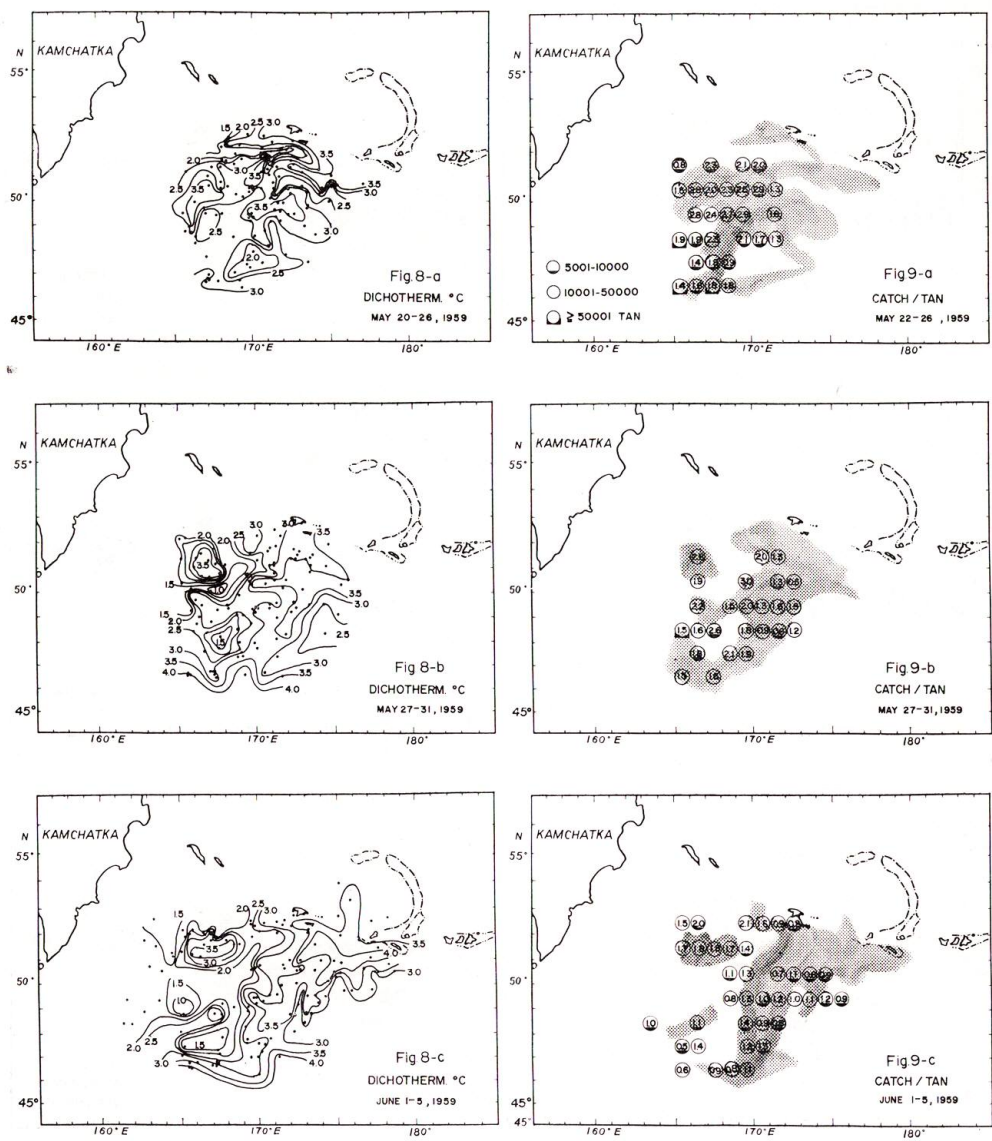


Fig. 8 a-i Minimum temperature distribution in the dichothermal layer for five days in 1959. Same explanation in Fig. 6

Fig. 9 a-i Sockeye salmon abundance for five days in 1959. Same explanation in Fig. 7

では 150 m 深にあり、その成因も他水系に見られる中冷水と違っている (Koto & Fujii 1958) ために明瞭でない場合がある。特にこの南側にある West Wind Drift が Subarctic Current を分断するように北上した場合、または Alaskan Stream が南下した場合に、両水塊が直接接触し Alaskan Stream の流域はこの方法では判然としなくなる。また漁期期間中、同一海域を一樣に観測されることはまれで、魚群の移動に伴って船団が移動するため Alaskan Stream の拡がりの時間的、空間的

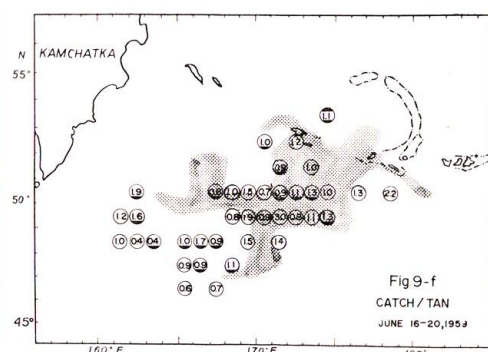
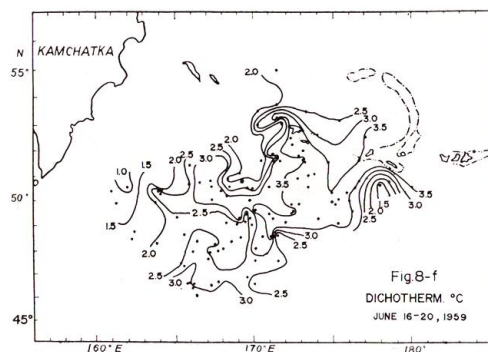
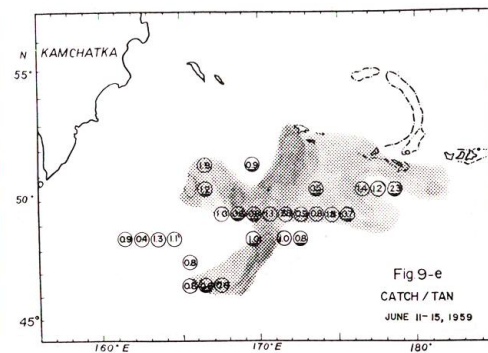
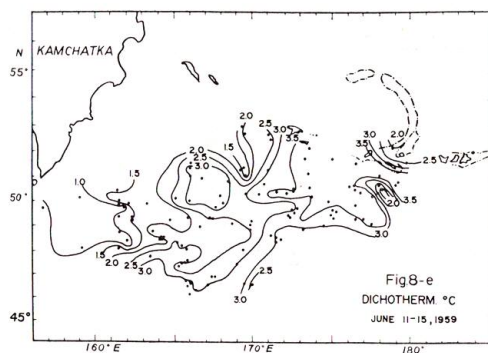
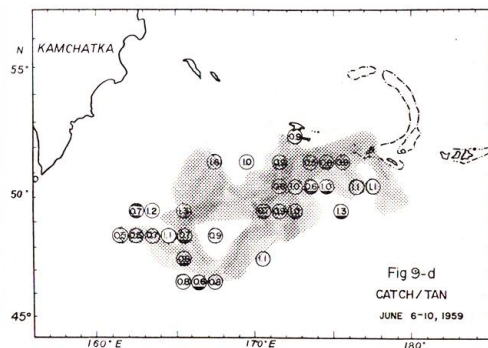
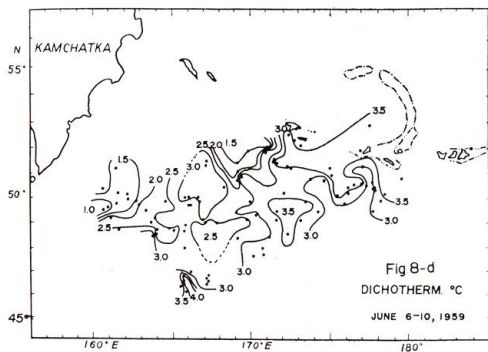


Fig. 8-d~f,

Fig. 9-d~f,

変動は詳しくは知り得なかった。したがって海況変動に及ぼす諸要因の影響については本著の主旨でもないため全く考慮しなかった。このような不完全な部分を内包してはいるが、ここでは水温記録のみが海況解析に利用し得る資料であるので、各年について旬または半月毎に観測値をそのまま同一時における値と仮定して解析を行った。

#### 1) 1958年の海況(5月11日~8月10日)

1958年の旬別中冷層水温分布図を Fig. 6-a~i に示した。5月中旬には Alaskan Stream と Western Subarctic Gyre との境界はほぼ 167°E 線に沿って見られ、1.5°C と 2.5°C との等温

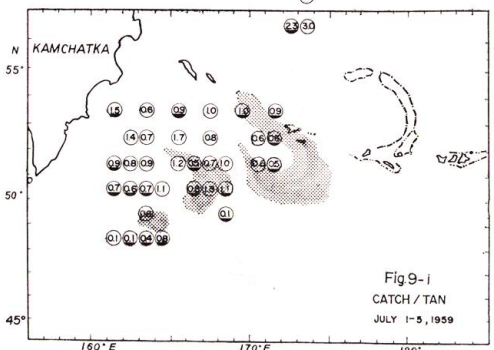
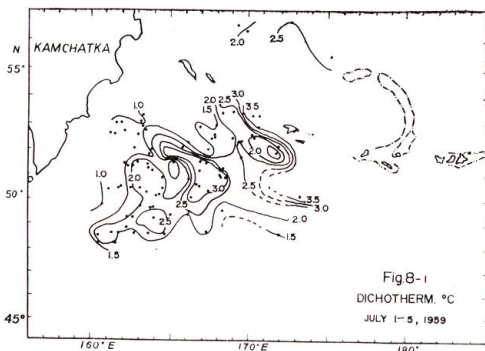
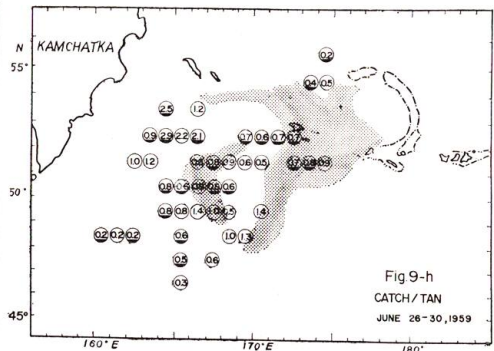
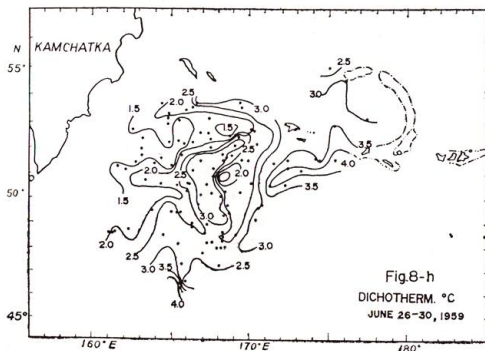
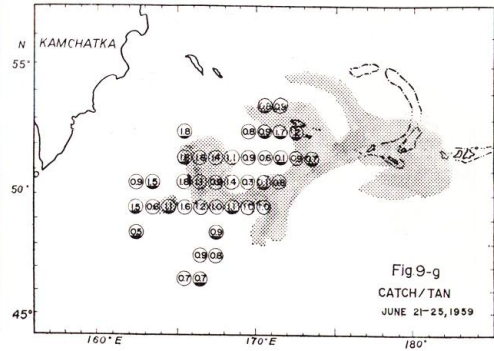
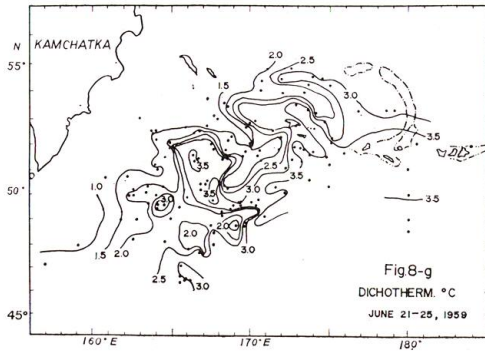


Fig. 8-g~i

Fig. 9-g~i

線の密な部分に相当している。170°E 付近にはやや南方に伸びる Alaskan Stream の分枝が見られその東側には Subarctic Current の 2.5°C 以下の低温な部分が見られる。5 月下旬には 50°N に沿って伸びる舌状分枝が見られその先端は 162°E に達している。170°E に沿って南に伸びている分枝は Western Subarctic Gyre との間に明瞭な境界を見せているが南側と東側の境界は不明である。6 月上旬には全体的に西方に拡がり、50°N に沿う分枝は依然認められるが観測値がないので 165°E 以西の形状はわからない。6 月中旬には比較的広い範囲に測点があるので Alaskan Stream の西端部の形状が明示されている。5 月下旬に 50°N に沿って西方に伸びていた分枝は分断され 48°N,

163°E に孤立暖水塊として存在している。1.5°C と 2.0°C の等温線は 50°N に沿って西方に伸び、多少変質をうけた Alaskan Stream 系水が西の方に広がっているものと思われる。6 月下旬には 50°N, 165°E 付近から西方に張り出した分枝は南西に伸び、170°E に沿っては南北より低温な水が張り出していて、全体に西方にかたよって樋のような形になっている。

7 月上旬に入ると船団はマスを漁獲目標としたためか 165°E 以西の海域に集中している。そのため Alaskan Stream の主流域外に測点が集中しているが 165°E に沿って境界のあることがうかがわれる。Komandorskie 群島南西には 2.5°C 以上の範囲が見られる。これは Attu 島西側沖合から Komandorskie 群島南沖合を西に伸びる Alaskan Stream の分枝の西端部と思われる。Kamchatka 半島東南岸に沿って見られる 0.5~1.0°C の等温線に示される不連続域は Kamchatka 半島東岸を南下する沿岸水との間につくられるものであろう。7 月中旬には全く小範囲に船団は集中しているが、50°N に沿って 2.0°C の等温線が 161°E まで達していることは、変質を受けながらも Alaskan Stream の影響がこの付近にまで及ぶものと思われる。7 月下旬にも 50°N に沿う張り出しは認められ、1.0°C 以下の寒冷な沿岸水との間に顕著な不連続域を形成している。48°N に沿って東に伸びる 1.5°C の等温線は、6 月下旬には 165°E 付近に見られたのが、ここでは 168°E に達していて、8 月上旬には 169°E まで達している。8 月上旬には北側の分枝を除いて大部分の流域は 165°E 以東にある。

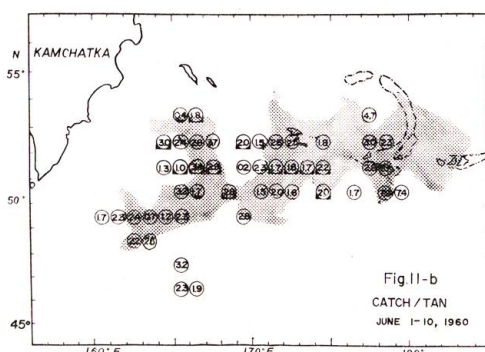
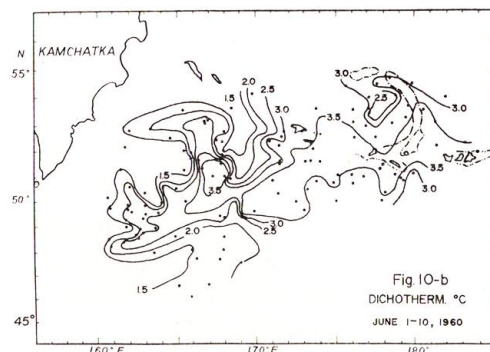
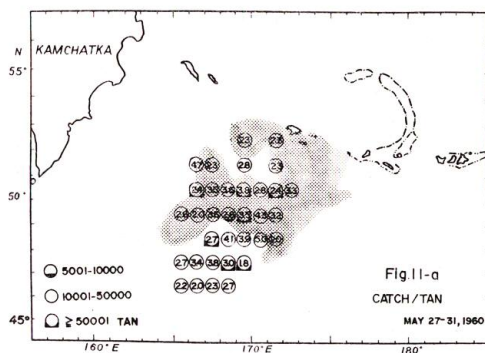
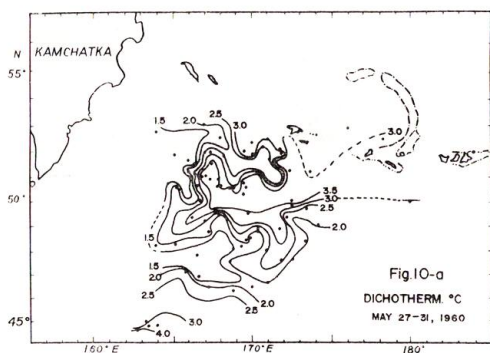


Fig. 10 a-g Minimum temperature distribution in the dichothermal layer for ten days in 1960. Same explanation in Fig. 6

Fig. 11 a-g Sockeye salmon abundance for ten days in 1960. Same explanation in Fig. 7

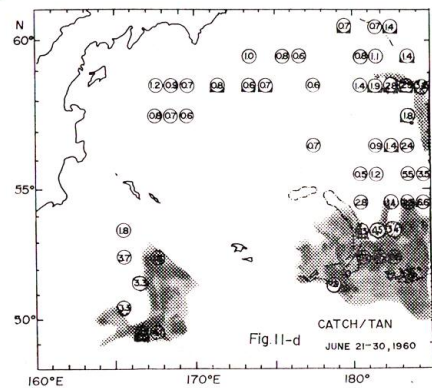
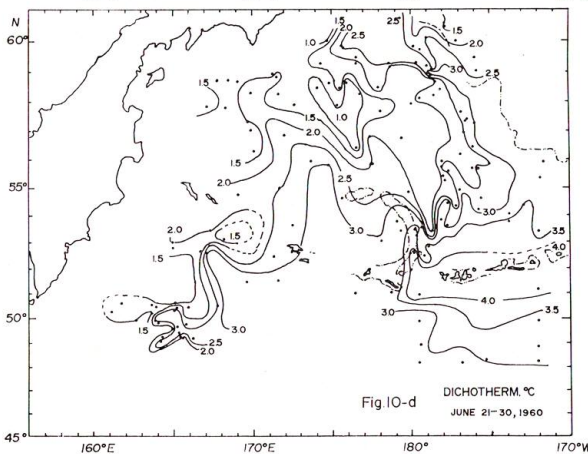
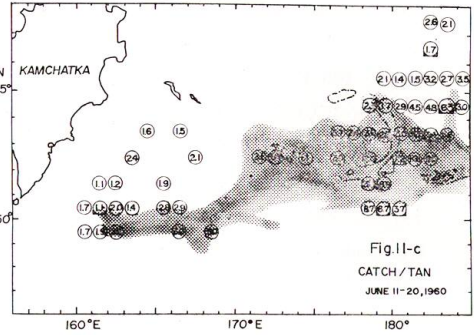
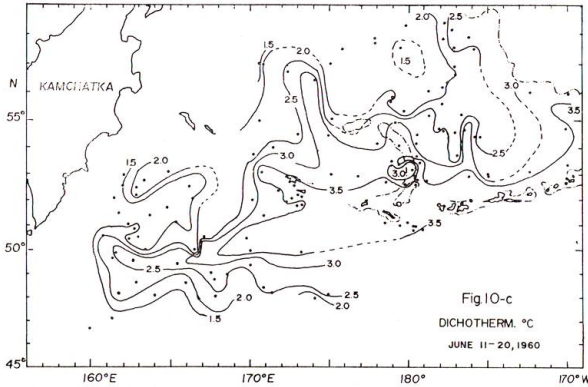


Fig. 10-c~d,

Fig. 11-c~d

全期間を通して見ると、1958年のサケ・マス漁期中の Alaskan Stream の西端部の流域は  $48^{\circ}\text{N}$  以北、 $52^{\circ}\text{N}$  以南、 $165^{\circ}\text{E}$  以東にあり、これより西方に伸びる二つの分枝と南に張り出す一つ分枝が認められた。また Alaskan Stream の南側に認められる  $1.5^{\circ}\text{C}$  以下の中冷水は時期とともに東方に張り出している。これは Bering 海北西部又は Okhotsk 海の寒冷な水の流出の増加に伴うものであろうか。

2) 1959年の海況 (5月22日~7月5日)

1959年は比較的観測値が多かったので半旬毎に中冷水温分布図を描いて Fig. 8-a~i に示した。1959年は全期間を通して、例年見られる  $50^{\circ}\text{N}$  に沿う分枝は顕著でなく  $51^{\circ}\text{N}$ ,  $167^{\circ}\text{E}$  に中心をもつ孤立暖水塊が見られた。6月中旬以降には Attu 島南西部に顕著な冷水の張り出しが見られ、漁期初めの5月下旬から6月中旬までは、Alaskan Stream は Subarctic Current を分断するように  $170^{\circ}\text{E}$  付近で南下して West Wind Drift の水と接触している。全般的に流域は南に偏り南西部の境界は判然としない。北側の冷水の南下等にもより全体的に流域は  $170^{\circ}\text{E}$  以東に見られるが、一方 Attu 島と Kiska 島との海峡を通過して北西に伸びる分枝が見られる。例年に比較して 1959年は流域の西への張り出しが小さいが、経度  $180^{\circ}$  において計算された Alaskan Stream の西方への流量、流速が例年の2分の1から3分の1にしか相当しないことによるのであろうか (大谷 1965)。

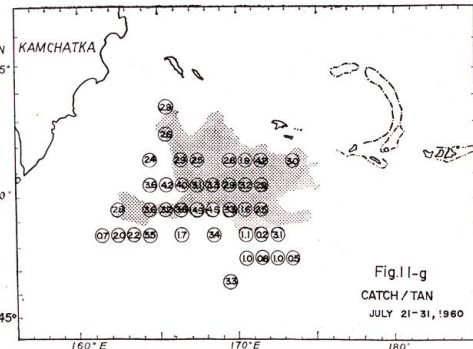
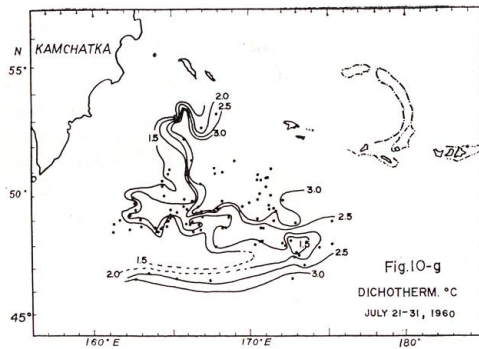
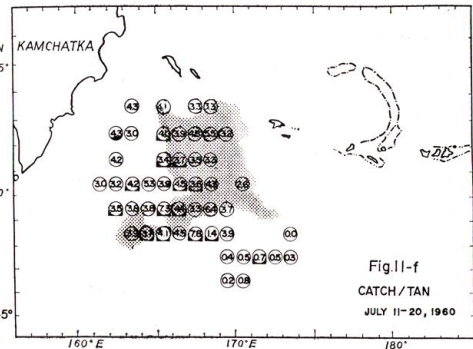
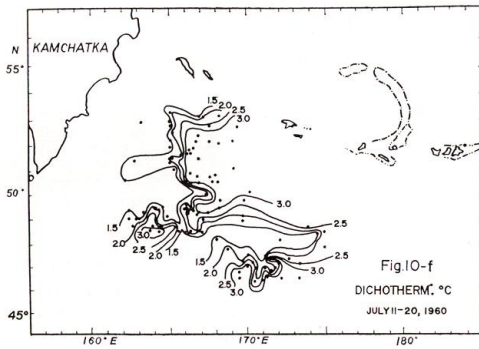
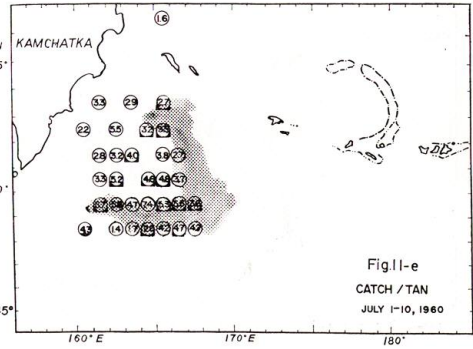
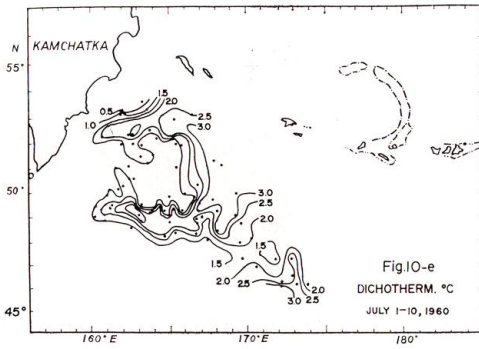


Fig. 10-e~g

Fig. 11-e~g

3) 1960年の海況 (5月27日~7月31日)

旬別の中冷層水温分布図を Fig. 10-a~g に示した。5月下旬には 50°N にそってやや細く Alaskan Stream の流域が見られ、この南北には東方に伸びる冷水の張り出しが見られる。171°E にそって伸びる分枝も例年通り認められる。6月上旬には Attu 島西側の冷水の南下に伴って流域は細長く伸び、50°N に沿う分枝は南下しているが 162°E に達し、一方 167°E に沿って Komandorskie 群島沖合に伸びる Alaskan Stream の分枝が見られる。これら二つの分枝は 169°E 付近で南北の冷水により分断されそうな形状を呈している。

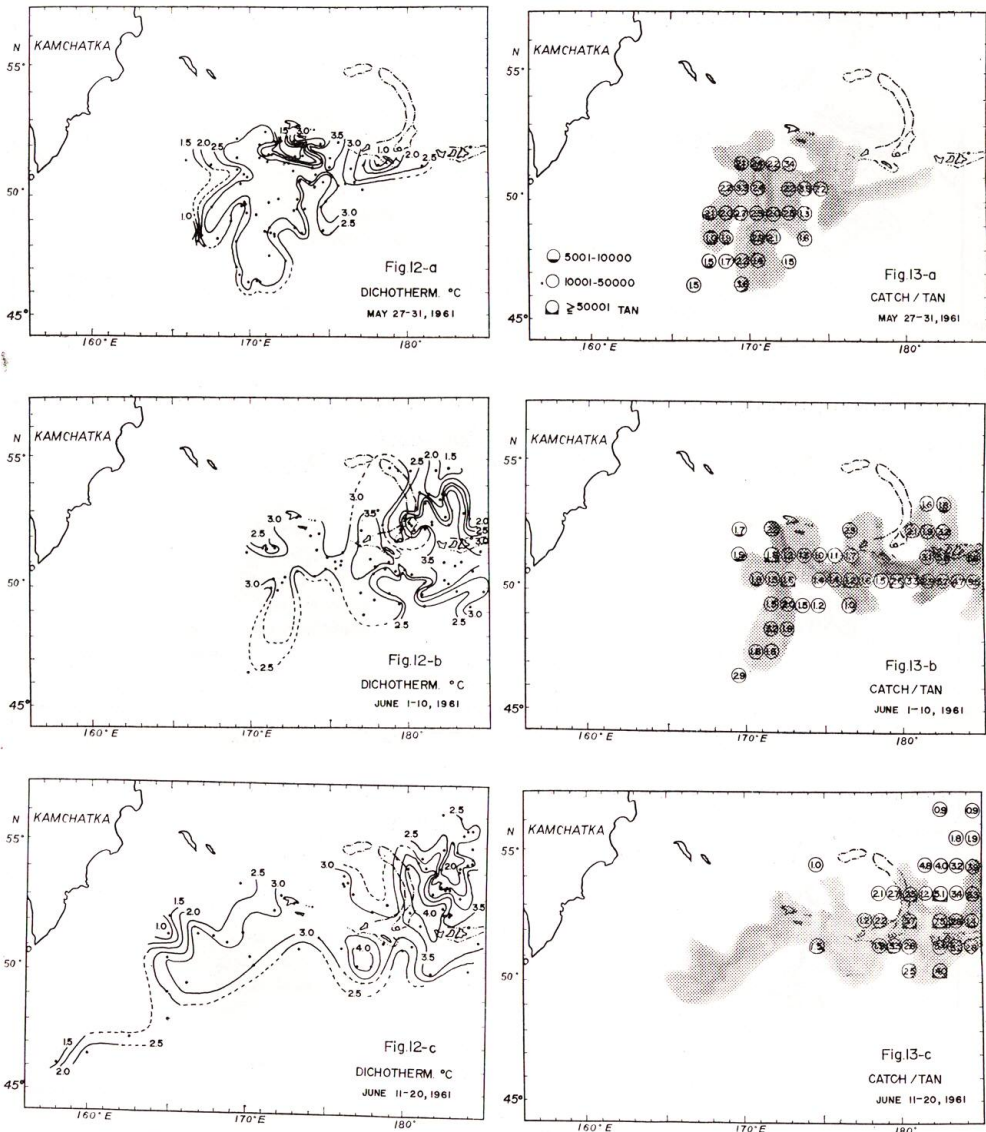


Fig. 12 a-f Minimum temperature distribution in the dichothermal layer for ten days in 1961. Same explanation in Fig. 6

Fig. 13 a-f Sockeye salmon abundance for 1961. Same explanation in Fig. 7

Bowers Bank の西側には 2.5°C 以下の冷水があり、Amchitka Pass には南側から 3.0°C 以下の冷水が張り出している。6 月中、下旬には多くの船団は西部漁場から Amchitka Pass 付近に移動しているため Attu 島付近の海況は不明である。Bering 海南東部には列島及び大陸棚に沿って、近く海峡から流入した Alaskan Stream の拡がり認められ、この拡がりの北及び西側には Bering 海の中冷水があって両水系の間に不連続域が形成されている。

7 月上旬に入ると船団は再び Kamchatka 半島南東沖合に移動し 165°E 付近を中心に操業してい

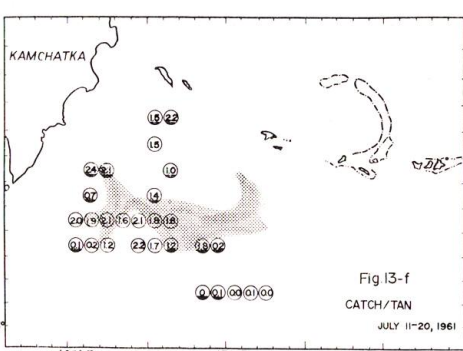
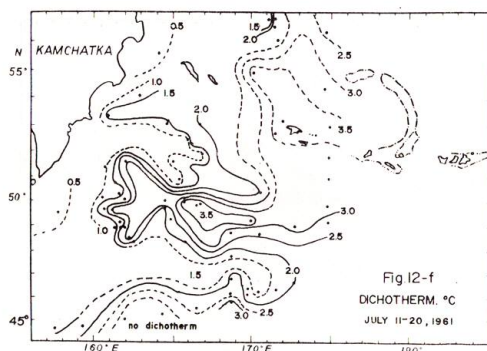
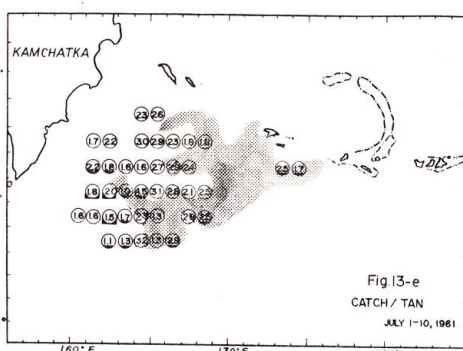
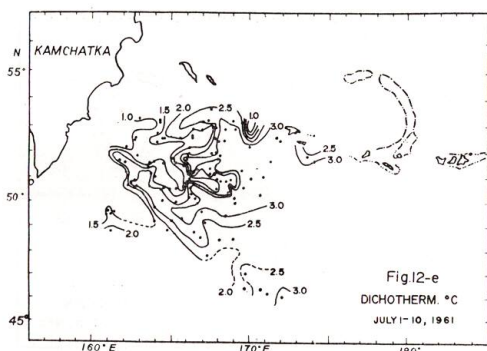
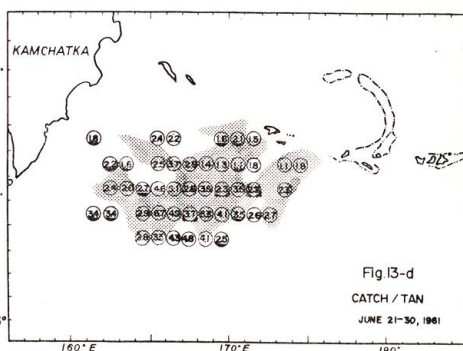
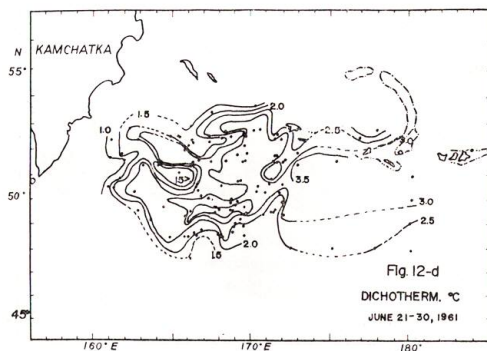


Fig. 12-d~f

Fig. 13-d~f

る。Alaskan Stream はほぼ  $166^{\circ}\text{E}$  に沿って南北に拡がり、 $49^{\circ}\text{N}$  に沿って  $161^{\circ}\text{E}$  に達する分枝と  $53^{\circ}\text{N}$  に沿って西方に伸びるやや変質を受けた分枝とが見られる。7 月中旬にはこの南側の分枝は  $166^{\circ}\text{E}$  で分断され孤立水塊となり、Alaskan Stream の拡がりほぼ  $49^{\circ}\text{N}$  以北、 $166^{\circ}\text{E}$  以東、 $53^{\circ}\text{N}$  以南の海域に限られている。 $170^{\circ}\text{E}$  付近には  $47^{\circ}\text{N}$  に沿って West Wind Drift 系の暖水が見られ、両水系の間には Subarctic Current の冷水が  $48^{\circ}\text{N}$  に沿って東方に伸びている。この形状は7月下旬も同様に示されている。

#### 4) 1961 年の海況 (5 月 27 日~7 月 20 日)

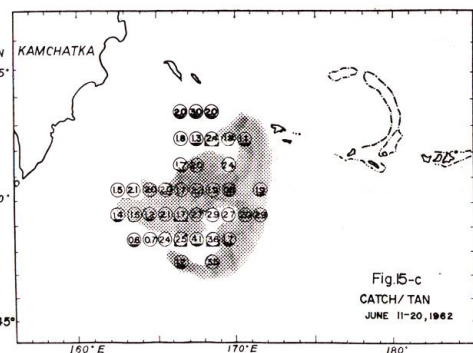
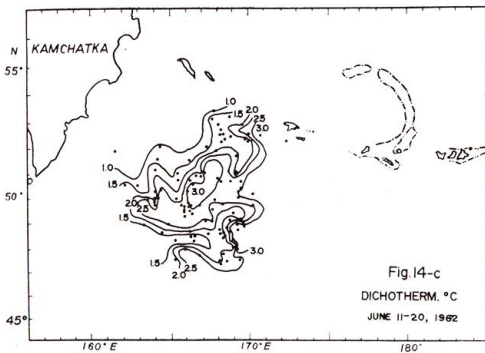
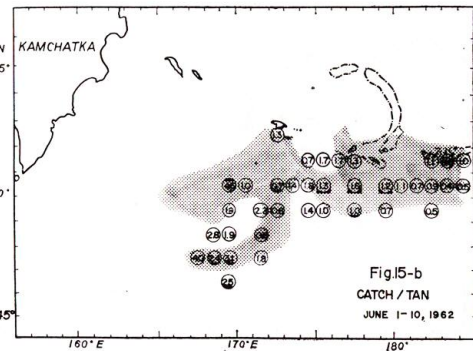
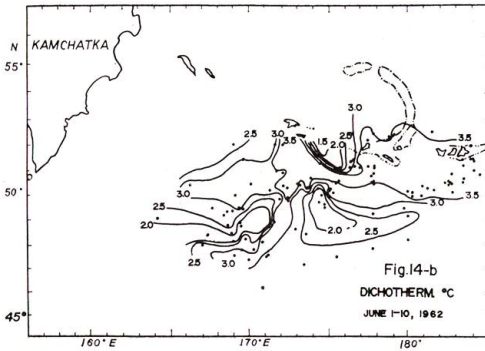
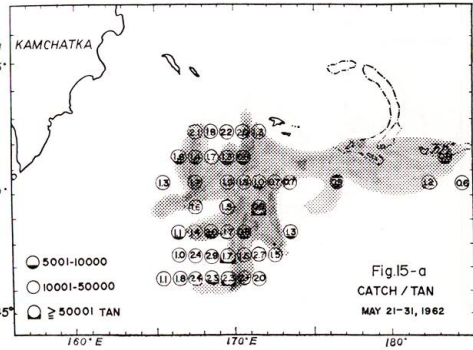
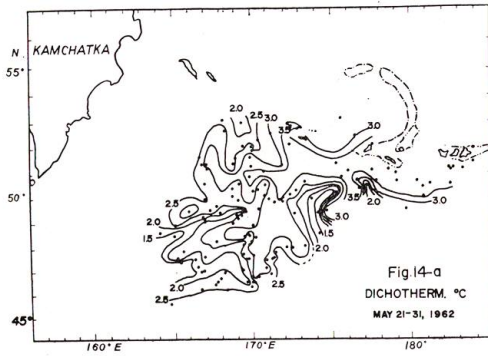


Fig. 14 a-f Minimum temperature distribution in the dichothermal layer for ten days in 1962. Same explanation in Fig. 6

Fig. 15 a-f Sockeye salmon abundance for ten days in 1962. Same explanation in Fig. 7

1961年の旬別中冷層水温分布図を Fig. 12-a~f に示した。5月下旬には Alaskan Stream の拡がりは 170°E 付近で南下して 46°N に達する張り出しとして見られる。Attu 島南側と Bowers Bank 南側にはきわめて低温な冷水が見られ、174°E に沿って北方に張り出している冷水とにはさまれて分断される形状を呈している。6月上旬は 170°E 以東の海域のみで観測されているが前述の冷水は依然として見られる。また Amchitka Pass 付近には南側では 50°N に沿って、Bering 海の

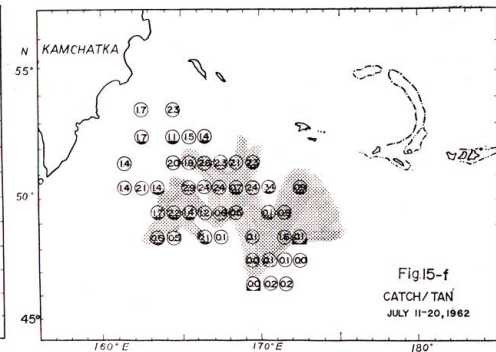
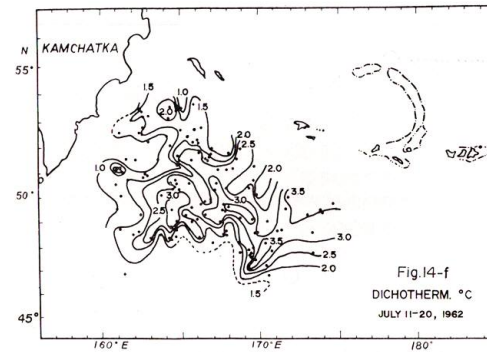
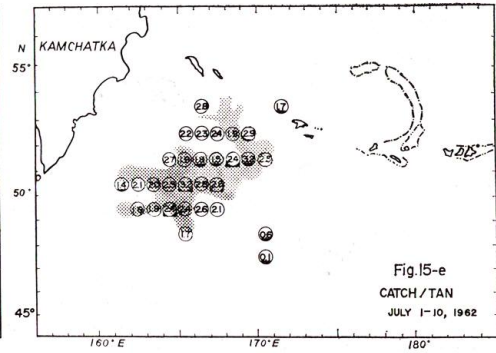
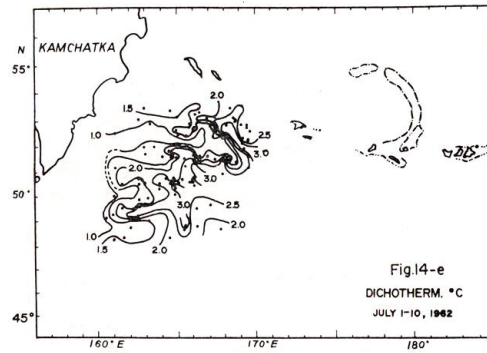
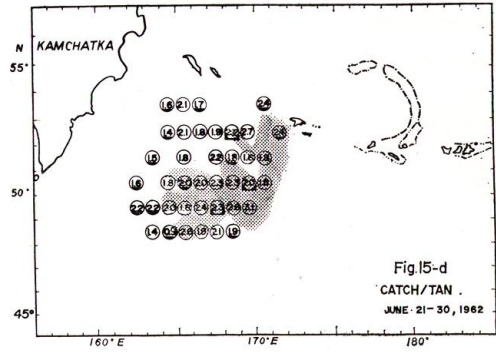
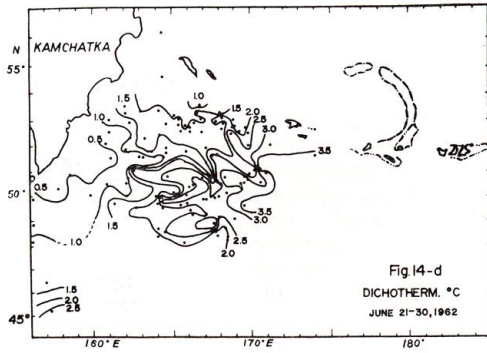


Fig. 14-d~f

Fig. 15-d~f

中では Bowers Bank の東側にそれぞれ顕著な不連続域が見られる。6 月中旬には Bering 海の中の Alaskan Stream の流域はやや北上して見られ、Bowers Bank 西側と Amchita 島南沖合の冷水は近接して Alaskan Stream を分断するような形状を呈している。6 月下旬には船団は再び Attu 島南西漁場で操業している。5 月下旬に見られた Attu 島南側と Alaskan Stream の南側から北方に伸びる冷水の張り出しは 172°E に沿って見られ、170°E 付近で南下していた Alaskan Stream の張り出しは消滅して 50°N に沿って伸びている。これはちょうど 5 月下旬の海況が 50°N, 170°E を中心に時計廻りに回転し、全体に西方へ移動したように見える。

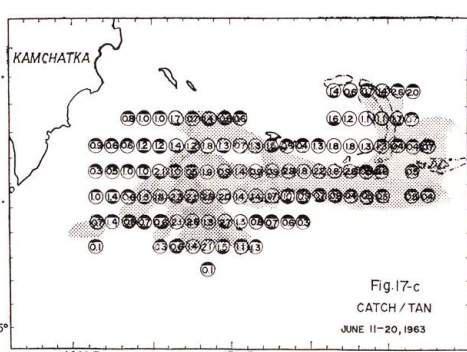
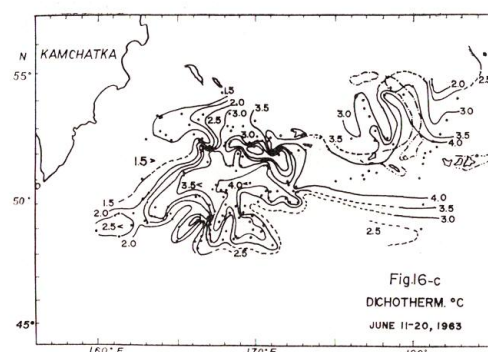
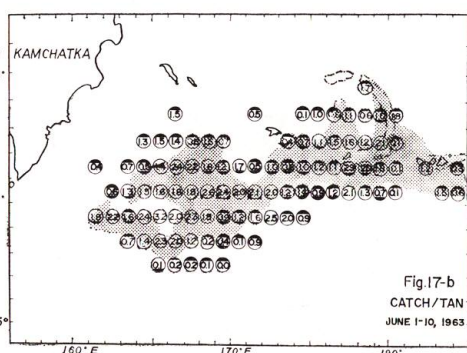
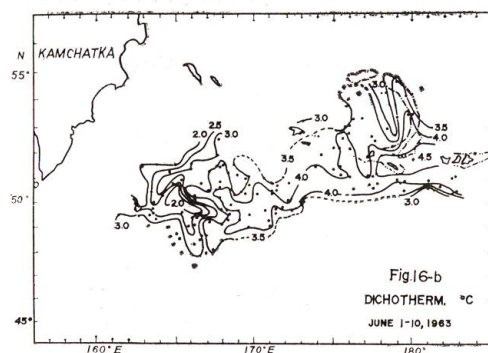
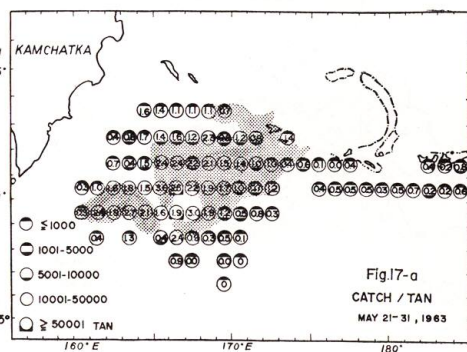
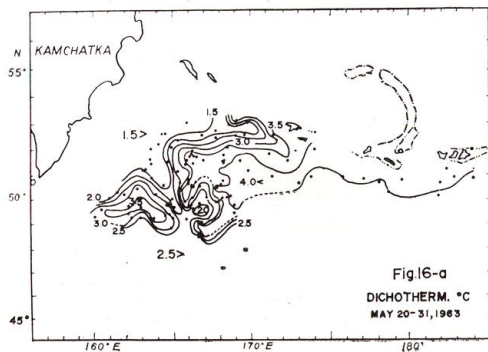


Fig. 16 a-d Minimum temperature distribution in the dichothermal layer for ten days in 1963. Same explanation in Fig. 6

Fig. 17 a-d Sockeye salmon abundance for ten days in 1963. Same explanation in Fig. 7

7月上旬に入ると1960年同期に見られたように、Komandorskie 群島沖合に伸びる分枝と50°Nにほぼ沿った分枝がみられるが全体的にみると166°E以東に主流域がある。7月中旬には測点が少ないので明瞭でないが50°Nに沿う分枝は161°Eに達している。

5) 1962年の海況(5月21日~7月20日)

1962年の旬別中冷層水温分布図をFig. 14-a~fに示した。5月下旬には170°E付近に46°Nに

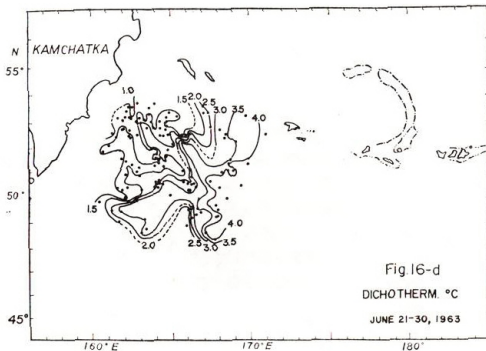


Fig. 16-d

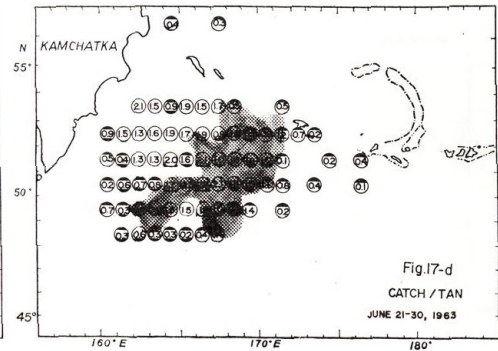


Fig. 17-d

達する張り出しが見られ、1961年同期と全般的に似た形状を示している。6月上旬にはこの分枝はやや東に移動しているが、1959年同期と同様に南側の West Wind Drift と接しているようである。175°E にそって 1961 年同期に見られたように、南北から冷水が侵入して Alaskan Stream を分断するような形を示している。6月中旬には 169°E に沿って南北に不連続域が形成されているが、50°N に沿う比較的明瞭な分枝は 162°E に達している。6月下旬にはこの分枝はやや東に移動し 164°E 付近にその西端が見られる。52°N, 170°E 付近からは Komandorskie 群島南沖合を北西に伸びるやや変質をうけたと思われる分枝が見られる。

7月上旬には 50°N に沿う分枝は再び 161°E に達し、Komandorskie 群島方向に伸びる分枝も範囲を狭めてはいるが前旬同様認められる。この分枝の東側、Attu 島の西側にはやや寒冷な水の張り出しがみられる。7月中旬にはこの寒冷な水の南下が顕著になり、Alaskan Stream の流域は全体に南に下っていて、その南側端は 170°E では 47°N に達している。一方 50°N に沿って西に伸びている分枝も南に移動し、ほぼ 49°N に沿って見られ、その西端は 48°N, 163°E に見られる。

#### 6) 1963 年の海況 (5月20日~6月30日)

1963年の旬別中冷層水温分布図を Fig. 16-a~d に示した。5月上旬には Alaskan Stream の主流域は 165°E に達し、165°E 以西には分断された孤立暖水塊が 50°N に沿って西に伸び 160°E に達している。6月上旬には Kamchatka 半島東沖合の冷水の南東への張り出しに伴って、Alaskan Stream の流域は全体に南下している。6月中旬には 5月下旬に Attu 島西側に見られた冷水の張り出しは分断され、Alaskan Stream の流域内に孤立冷水塊として残っている。168°E 付近には南に伸びる分枝が 48°N に達し、51°N, 166°E 付近から南西に伸びる分枝が見られる。Attu 島西側からは前述の孤立冷水塊の北側に沿って、Komandorskie 群島南沖合に伸びる分枝が見られる。6月下旬には多くの年に見られる Attu 島西側の冷水は消滅し、Alaskan Stream の主流域は 166°E に達して、南北方向に沿った不連続域が形成されている。50°N に沿って西方に伸びている分枝は例年のように見られ、161°E に達している。

#### 7) 1964 年の海況 (5月21日~6月30日)

1964年の旬別中冷層水温分布図を Fig. 18-a~d に示した。5月下旬には例年に比較して Attu 島西側の冷水の張り出しは大きく、Alaskan Stream の流域は極端に南偏し、170°E 以西では流域の大部分が 50°N 以南に見られる。これに伴って流域の南側の不連続域はほぼ 47°N に沿ってみられる。6月上旬に入ると冷水域はやや東寄りに拡がり、前旬 50°N に沿ってみられた Alaskan Stream の分枝は南に押し下げられて 48°N と 49°N にあり、同様に 168°E では流域の南側端は 46°N まで

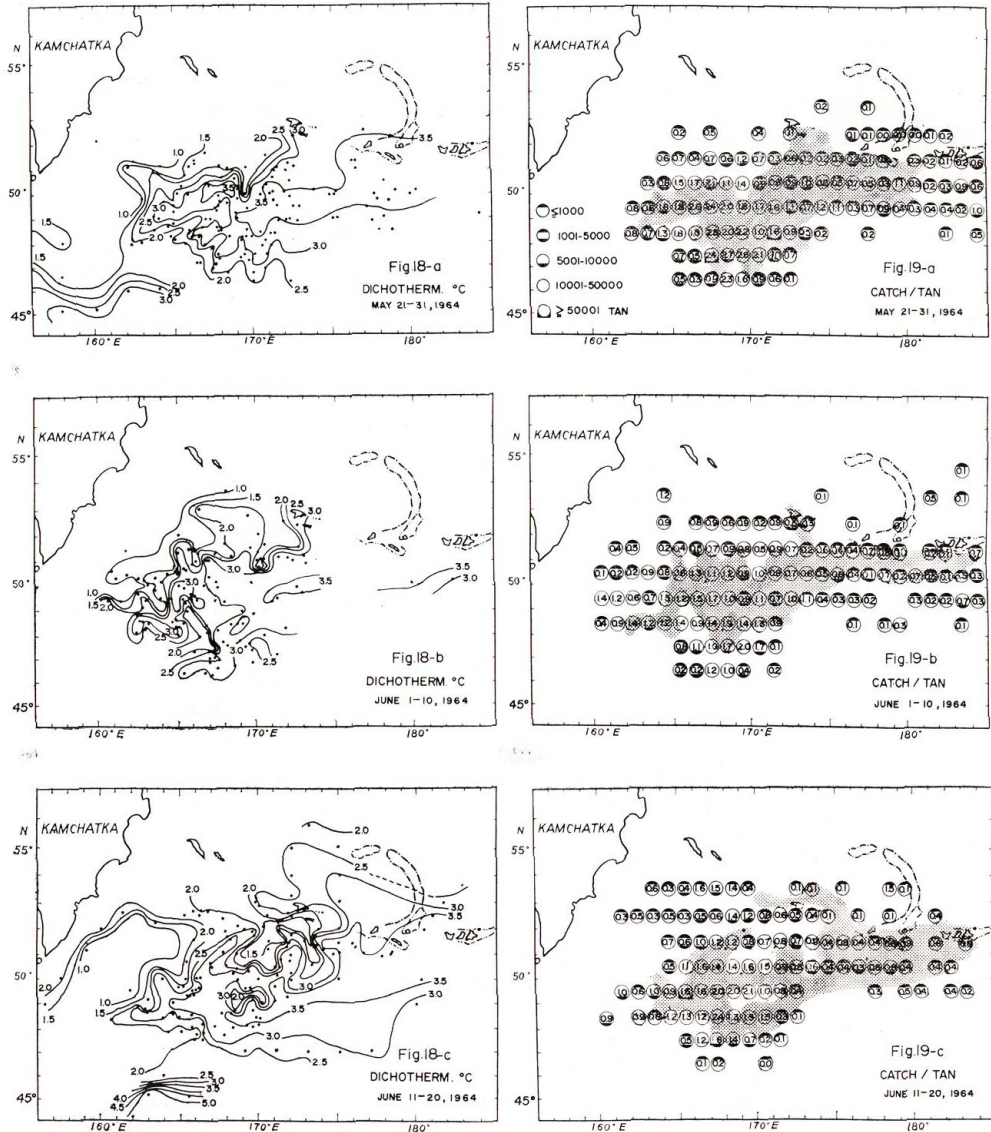


Fig. 18 a-d Minimum temperature distribution in the dichothermal layer for ten days in 1964. Same explanation in Fig. 6

Fig. 19 a-d Sockeye salmon abundance for ten days in 1964. Same explanation in Fig. 6

南下している。6月中旬になると Attu 島南沖合に前述の冷水域は拡がり、Attu 島以西の Alaskan Stream の流域を 50°N 以南におし下げている。しかし反面に、Attu 島以東沖には Alaskan Stream の北上が見られ、また 167°E に沿って Komandorskie 群島南沖合に伸びる分枝も見られる。前旬に 48°N, 167°E 付近に見られた冷水の小さな張り出しは分断され、49°N, 169°E 付近に孤立冷水塊として認められる。45°N, 163°E には 1961 年 7 月中旬 (Fig. 12-f) と同じように West Wind

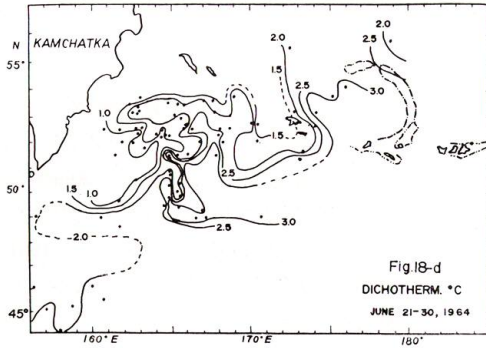


Fig. 18-d

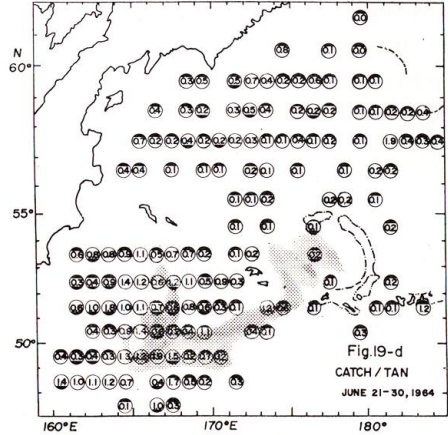


Fig. 19-d

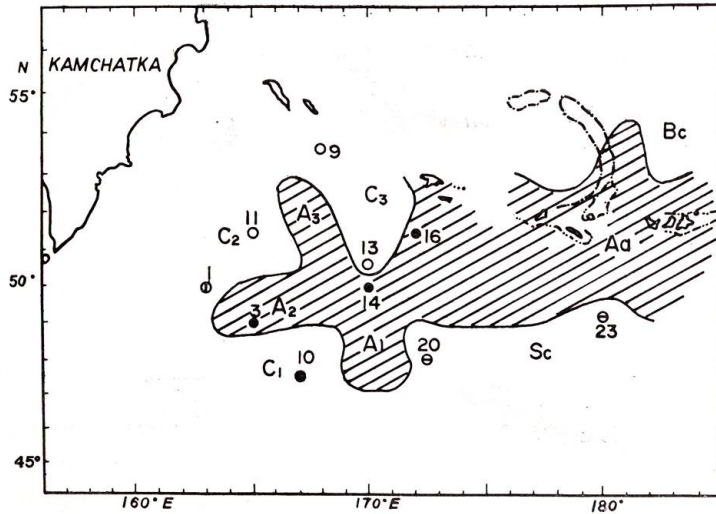


Fig. 20. Schematic representation of the extension of the Alaskan Stream. Circles represent oceanographic stations ("Oshoro maru" 1961, 1962 and 1964)

Drift の温暖な水域が見られる。6 月下旬には Attu 島の西、および南沖の冷水域は広く存在している。一方、167°E に沿って Komandorskie 群島南沖合に伸びる Alaskan Stream の分枝は多少変質しながら 53°N に沿って西に伸び 162°E に達している。

このように Attu 島南沖合に広く冷水域がみられたことは 1964 年の海況の大きな特徴であるが、これに似た形状は 1959 年 6 月中・下旬, 1960 年 6 月上旬, 1962 年 7 月上旬に見られているが、1964 年のように長期間にわたって存在している例はない。

以上、各年の Alaskan Stream の流域の拡がりに主眼をおいて述べて来たが、この海域で Alaskan Stream は三つの水塊に接触しているため、各水塊の状態の変化に伴ってそれらの相互位置はめまぐるしく変化し、極めて複雑な海況を呈する。しかし一般的にみられる Alaskan Stream の形状として模式的に図示すると Fig. 20 のように示される。図の斜線をほどこした部分は Alaskan Stream

の流域を示し、その分枝をそれぞれ  $A_1, A_2, A_3$  とし、冷水域の張り出しにはそれぞれ  $S_c, C_1, C_2, C_3, B_c$  と記号をつけた。図中の円と番号は海洋観測点であり、それぞれの円の中の印は Fig. 21 に示されている印に対応している。

$A_1$  分枝は本章にしばしば用いた「 $170^\circ E$  に沿って南に伸びる分枝」に相当し、 $A_2$  は「 $50^\circ N$  に沿って西へ伸びる分枝」、 $A_3$  は「Komandorskie 群島南沖合に多少変質を受けながら伸びている分枝」にそれぞれ相当している。同様に「Attu 島西南沖に見られる冷水域は」 $C_3$  に相当し、「Amchitka Pass 付近に南北から張り出している冷水」は  $S_c, B_c$  にそれぞれ相当している。これらの記号をつけた水域がどのような水系に属しているのかを知るために代表的な点について、おしよ丸の 1961, 1962, 1964 の各年の観測資料にもとづいて解析すると Fig. 21 の T-S 曲線のように示される。

斜線をほどこした中に見られる 3, 14, 16 の各点はほぼ同様な T-S 曲線を描く。Alaskan Stream は他の三つの水塊と比較して温暖であることは一つの特性であるが、流域西端部に相当するこの海域では冬期間に若干の冷却を受けているため、表層部は対流または風による混合により等塩分となり、加熱期に入って表面近くから水温が上昇していくため、表層底部に中冷水として低温な水が見られる。この中冷水の下には季節的な変化を受けない層にこれより高い水温が見られるが、Alaskan Stream のその水温は  $4.0^\circ C$  前後の値を示すことが一つの特徴として知られている (大谷 1965)。これらの三点は良く Alaskan Stream 水塊の特性を示している。

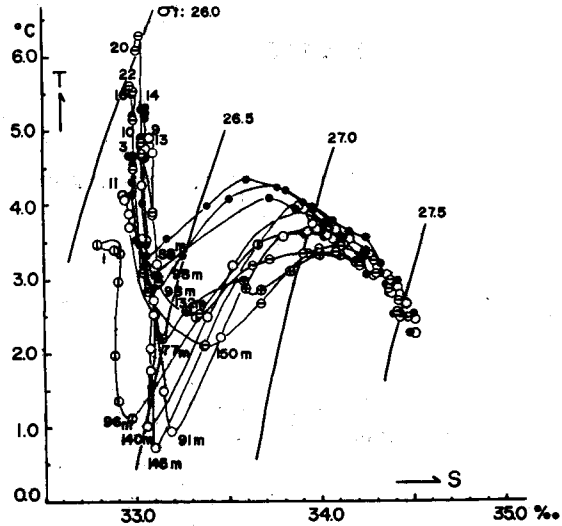


Fig. 21. Temperature-salinity curves of the stations shown in Fig. 20

$S_c$  水系に属して示された 20, 23 の各点の T-S 曲線を見ると、上に述べたと同様な過程によって表層は等塩分になっているが、その中冷水は holocline の中に見られる。したがってこの中冷水は先に述べた過程によってつくられたものではなく、advection による他水系水の流入混合の結果みられるものである (Koto & Fujii 1958)。この中冷水は Alaskan Stream の中温層とほぼ等しい密度面にあり、三陸沖で見られる親潮潜流 (宇田 1935) と同様 Okhotsk 海より流出した寒冷な中層水を起源としていると思われる。そのため中温層は他のいずれの水塊よりも低い値をしめして、このような特徴を示す水塊は Subarctic Current と呼ばれている。

$C_2$  に示される 1 は Kamchatka 半島の沿岸水の影響を受けて表層の塩分は低い。中冷水は対流混合によって生成されたものであるが、その値が低いことは冷却の激しさを示している。同じように 11 は表面近くの塩分は低いが中冷水の塩分は比較的高く、この間に小さな halocline が認められる。これは 2-4) で述べたように海水の影響と思われる。これら 2 点の中層以深では T-S 曲線は全く一致し、中温層水温約  $3.6^\circ C$  で、Alaskan Stream と Subarctic Current の中温層水温の中間の値を示している。このような特徴をもっている水塊は Western Subarctic Gyre と呼ばれている。

$C_3$  に示された 9 と 13 はほとんど同じ T-S 曲線を描いている。表層はほとんど等塩分であるが、中冷水は他に比較して深く、その値もきわめて低く、冬期間の激しい冷却と強い風とのきびしい気象

条件をあらわしている。しかし中温層についてみると  $3.9^{\circ}\text{C}$  程度であって Alaskan Stream の中層水に最も近似している。したがってこれらの水は Bering 海の西側において形成され、夏期にこの海域に張り出して来たものと思われる。

Bc については 2-3) で述べたように Bering 海水塊のものである。

C<sub>1</sub> に示された 10 の T-S 曲線を見ると、表層の等塩分層の底部と中層とに水温極小値がそれぞれある。そして表層の T-S 曲線は比較的 C<sub>2</sub> に見られるものに近似しているが、中層に見られる水温極小な層より深い部分は全く Sc にみられる T-S 曲線に一致している。即ち、表層（この場合約 100 m 以浅）は Western Subarctic Gyre 系の水であって、中層以深は Subarctic Current 系の水であり、この海域は二つの水系の混合海域であることがわかる。但し、中冷層水温分布図では水温の低い方の値を用いているので、表層の Western Subarctic Gyre 系の水の拡がりを示していることになる。

これらの各分枝、または張り出しは各年毎、各旬毎に激しく変動して見られる。Fig. 20 に示される A<sub>2</sub> 分枝は各年常時認められている。しかし A<sub>1</sub> 分枝は 5・6 月には多くの年に認められているが 7 月以降は、Subarctic Current の東への張り出しが明瞭になるとともに消滅するようである。一方 A<sub>3</sub> は各年、6 月中旬以降に認められ、中冷層水温が他の分枝に比較して低温であることから他水系水と混合しながら伸びている分枝と思われる。

#### 5 ベニ鮭の密度分布

ここで用いている密度という言葉は母船式サケ・マス漁業において使用している流し網によって漁獲されるベニ鮭の、単位努力量当りの漁獲量、即ち反当り尾数を意味している。3-2) で述べたように、漁獲資料は緯度経度 1 度毎の区域の位置について記録されているので、各年の旬毎 (1959 年は半旬毎) に、同一区域 ( $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ ) において使用した網数と漁獲されたベニ鮭の尾数を操業回数に関係なく集計して、密度を求め、 $1^{\circ}\times 1^{\circ}$  の区域毎にその値を示した。したがって期間中に 1 回だけ操業した場合の値と、多数回操業の平均値として示される値とがあるが、それらには操業回数の重みづけはしていない。但し図中には使用された網数を円に付けた黒印によって表示してある。1000 反以下のものは先行独航船によって 3 回以下の操業が行われた事を意味し、1001~5000 反のものは先行独航船によって 4 回以上の操業のあったことを示す。但し操業回数は同一区域内で複数隻の先行独航船が同一日に操業する場合がありますので、操業日数とはかならずしも一致しない。5001~10000 反の場合は通常一回の船団操業の行われた場合であり、10001~50000 反の場合、船団操業が 1 乃至数回行われた場合で、50001 反以上は 5 回以上船団操業の行われた場合を示している。船団操業の行われた区域において、先行独航船による操業が行われている場合、その資料は同一に集計してある。

ベニ鮭の年別、旬毎の密度分布を Fig. 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 にそれぞれ、相当する期間の中冷層水温分布図に対応して示してある。

##### 1) 1958 年 (5 月 11 日~8 月 10 日)

1958 年の旬別ベニ鮭密度分布図を Fig. 7-a~i に示した。5 月中旬の船団の操業海域は  $50^{\circ}\text{N}$ ,  $170^{\circ}\text{E}$  を中心とする狭い範囲に限られているが、密度の高いものは  $167^{\circ}\text{E}$  に沿う不連続域に見られ、これより東側の Alaskan Stream の流域内では中程度の値を示している。5 月下旬は前旬同様、A<sub>1</sub> 分枝の西側、 $167^{\circ}\text{E}$  に沿って比較的高い密度分布が見られる。6 月上旬も同様に  $49^{\circ}\text{N}$ ,  $169^{\circ}\text{E}$  付近に比較的高い密度分布が見られる。6 月中旬にはこの比較的高い密度分布は拡がって  $50^{\circ}\text{N}$  以北にも見られる。しかし  $165^{\circ}\text{E}$  以西の Western Subarctic Gyre の中には高い密度は見られない。6 月下旬には Alaskan Stream の流域内または不連続域の全般にわたって密度は高くなり、A<sub>1</sub> 分枝では 3.0 尾/反以上の密度が見られる。7 月上旬には多くの船団はマスを主漁獲目標としたためか、Kamchatka

半島南端沖合に集中して操業しているが、 $164^{\circ}\text{E}$  以西、 $50^{\circ}\text{N}$  以南の密度は低く、 $A_2$ 、 $A_3$  分枝に相当すると思われる暖水の張り出し付近に 5.0 尾/反以上の高い密度が見られる。7 月中旬は前旬同様操業海域はせまく、 $A_2$  分枝が変質しながら伸びていると思われる暖水域の北側に高い密度が見られるが他には高いものが見られない。但し  $52^{\circ}\text{N}$ 、 $159^{\circ}\text{E}$  には 4.1 尾/反の高い密度が見られている。これは遼河直前の魚群であろうか。7 月下旬は前旬と全く同様で  $50^{\circ}\text{N}$  以南には高い密度は全く見られず、 $51^{\circ}\text{N}$  に沿う暖水域に比較的高い密度が見られる。この暖水域の西端で比較的高い日数の操業によって 4.2 尾/反の密度が見られることは注目に値するであろう。8 月上旬には  $51^{\circ}\text{N}$  以北に比較的高い密度が見られるが、これ以南では極端に低く特に  $50^{\circ}\text{N}$  以南では皆無に近い状態である。1958 年は全般的に高い密度は見られず、6 月下旬から 7 月中旬の間に比較的高い密度がみられたが、その範囲は狭かった。船団操業は図に示された海域外では行われていず、先行独航船の操業記録は得られなかった。

### 2) 1959 年 (5 月 22 日~7 月 5 日)

1959 年の半旬別ベニ鮭密度分布図を Fig. 9 a~i に示した。この年は水温記録が比較的多かったので海況解析を 5 日間毎に行ったため、それに対応して密度分布も 5 日間毎に集計して示した。5 月 22 日~26 日には 1958 年同様  $50^{\circ}\text{N}$ 、 $169^{\circ}\text{E}$  付近に比較的高い密度が見られるが全般的に値は低い。5 月 27 日~31 日にもほぼ同様な密度分布を示しているが全体として値は低く、 $50^{\circ}\text{N}$ 、 $169^{\circ}\text{E}$  と孤立暖水塊中に比較的高い値が見られる。6 月 1 日~5 日では密度はほとんど 1.0 尾/反前後となり、わずかに  $169^{\circ}\text{E}$  に沿う不連続域と前述の孤立暖水塊の中に比較的高い値が見られる。6 月 6 日~10 日には全域にわたって 1.0 尾/反以下になり、孤立暖水塊の中のみ 1.6 尾/反の密度が見られる。6 月 11 日~15 日には  $49^{\circ}\text{N}$ 、 $171^{\circ}\text{E}$  と  $50^{\circ}\text{N}$ 、 $178^{\circ}\text{E}$  にやや高い値が見られるが、他の操業区域はほとんど 1.0 尾/反以下である。6 月 16 日~20 日は前述の地点にはやや高い値が見られるが、多くの区域では 1.0 尾/反前後の密度である。6 月 21 日~25 日には前 10 日間に  $49^{\circ}\text{N}$ 、 $171^{\circ}\text{E}$  に見られた比較的高い密度の魚群が西へ移動したためか、 $51^{\circ}\text{N}$ 、 $167^{\circ}\text{E}$  付近の舌状分枝  $A_2$  にやや高い密度が見られる。この分枝は 6 月 26 日~30 日には再び孤立暖水塊として認められるが、密度は低くなり、 $52^{\circ}\text{N}$ 、 $164^{\circ}\text{E}$  付近に比較的高い密度が見られる。7 月以降はこの海域には高い密度はみられず、船団の多くは Olyutorskii 岬と Navarin 岬沖合に移動している。しかし、7 月 6 日から 15 日の間に  $52^{\circ}\text{N}$ 、 $163^{\circ}\text{E}$  の区域で 6 日間の操業によって 4.4 尾/反の 1959 年としては最も高い密度が見られた。1959 年は全般的に高い密度は見られないが、船団の操業地点が Alaskan Stream の流域内又はその近傍に多く見られていることは注目すべきことであろう。

### 3) 1960 年 (5 月 27 日~7 月 31 日)

1960 年の旬別ベニ鮭密度分布図を Fig. 11-a~g に示した。5 月下旬では前 2 年に比較して全般的に高い密度分布を示していて、 $A_1$  及び  $A_2$  分枝の中またはその不連続域に高い密度分布が見られる。6 月上旬には  $A_2$  及び  $A_3$  分枝内に比較的高い密度分布を示しているが、前旬に比較して値は小さい。しかし  $50^{\circ}\text{N}$ 、 $179^{\circ}\text{E}$  に 7.0 尾/反以上の非常に高い密度が見られている。6 月中旬は船団のほとんどは Amchitka Pass 付近と Bering 海南東部に移動して操業している。前旬と同様に  $50^{\circ}\text{N}$ 、 $179^{\circ}\text{E}$  付近には高い密度が見られ、Adak 島北方沖合では Attu 島以西の漁場では見られない高い密度分布を示している。6 月下旬には高い密度を示す区域は少くなり、やや東の方に移動して見られるが、11.3 尾/反の高い密度が見られる。この海域において、船団操業によって知られた最も高い密度は 22.4 尾/反であった。このベニ鮭は日本政府調査船越山丸の調査結果によると 4<sub>2</sub> 年魚が主体であり (INPFC 1961)、この海域で漁獲されるベニ鮭の多くは、淡水生活期と海洋生活期における鱗の成長の割合 (久保・小坂 1959)、あるいは数多くの標識放流の結果 (Hartt 1962) 等によって、Alaska

系 (Bristol 湾系) であることが知られている。

7 月上旬には船団は  $167^{\circ}\text{E}$  以西海域で操業している。Alaskan Stream の西へ伸びる分枝は  $49^{\circ}\text{N}$  に沿う  $A_2$  分枝と  $43^{\circ}\text{N}$  に沿っている  $A_3$  分枝の 2 つが認められる (Fig. 10-e) が、船団の操業区域はこの 2 つの分枝に沿っていて、 $A_2$  分枝の北側の不連続域に沿った操業区域は全般的に高い密度を示している。7 月中旬にはやや東寄りに操業海域は移っているが、 $48^{\circ}\text{N}$  以北ではほとんど全体に高い密度分布を示している。 $48^{\circ}\text{N}$ ,  $171^{\circ}\text{E}$  付近で  $A_2$  分枝は冷水によって分断されているが、その近傍で 7.0 尾/反以上の極めて高い密度分布が見られる。 $165^{\circ}\text{E}$  以西の  $1.5^{\circ}\text{C}$  以下に示されている海域においても、高い密度分布が見られるが、これらは遡河に向う魚群であろうか。

$48^{\circ}\text{N}$  以南の海域にギン鮭を漁獲目標としている船団の操業区域が見られるが、ベニ鮭の密度分布は Alaskan Stream 流域内の 10 分の 1 程度である。7 月下旬には全体に密度は低くなっているが、 $A_2$  分枝沿いには高い密度が見られる。

1960 年は漁期全般を通して密度は高く、その範囲も広く、本著で解析を試みた 7 年間の中で最も高い密度分布を示した。なお、図示された海域外での操業はほとんどなかった。

#### 4) 1961 年 (5 月 27 日~7 月 20 日)

1961 年の旬別ベニ鮭密度分布図を Fig. 13-a~f に示した。5 月下旬には高い密度はみられないが Alaskan Stream の流域内にはほぼ一様な密度分布が見られる。6 月上旬には、1960 年と同様に、Adak 島南沖合に高い密度分布が見られ、中旬には Bering 海の中に入って、Adak 島北沖合に高い密度分布がみられる。

同年に Bristol 湾全域において漁獲されたベニ鮭の年齢組成は 5<sub>2</sub> 年魚が卓越していたことが知られている (松下 1964) のでこれらの魚群は、1960 年にこの海域に高い密度分布を示した魚群と同じ年齢群のベニ鮭と思われる。

6 月下旬にはこれらの魚群が  $175^{\circ}\text{W}$  以東に移動したためか、船団は再び Attu 島西南沖合で操業している。この海域での操業区域はほとんど Alaskan Stream の流域内に限られ、流域の南側に高い密度分布を示している。7 月上旬には前旬に比較して密度は全体に低く、 $A_3$  分枝の西側に比較的高い密度分布を示している。7 月中旬になると  $A_2$  分枝内にやや高い値がみられるが、全体に低い密度分布を示していて、前年同様  $47^{\circ}\text{N}$  以南ではベニ鮭の密度は極めて低い。操業海域は図に示された範囲に限られている。

#### 5) 1962 年 (5 月 21 日~7 月 20 日)

1962 年の旬別ベニ鮭密度分布図を Fig. 15-a~f に示した。5 月下旬は全体に密度は低いが  $A_1$  分枝の南西側にやや高い密度が見られる。6 月上旬には  $A_1$  分枝の西端に比較的高い密度が見られるが全体的に低い密度分布を示していて、1960 年と 1961 年に好漁場が形成された Adak 島南沖合にも高い密度分布は見られない。6 月中旬には 1958 年同期同様、 $170^{\circ}\text{E}$  以西に船団は集中し、比較的高い値は前旬同様  $A_1$  分枝の西側の不連続域付近に見られる。一方 Komandorskie 群島南沖合にやや高い値が見られ、全体的に前旬より高い密度分布を示している。6 月下旬には Alaskan Stream の流域内はほとんど同じ程度の密度分布を示しているが、操業区域は流域内のみみられる。7 月上旬は  $A_2$  分枝と  $A_3$  分枝の付近に集中して操業しているが、比較的高い密度分布が両分枝の付近に見られている。7 月中旬には  $A_2$  分枝と  $A_3$  分枝の付近の密度分布は幾分低いが大差はない。しかし  $49^{\circ}\text{N}$  以南の海域にはほとんど高い密度分布は見られない。この後 7 月 26 日までで操業は打ち切られているが、過去数年同様図中に示された海域でのみ操業されている。

#### 6) 1963 年 (5 月 21 日~6 月 30 日)

1963 年の旬別ベニ鮭密度分布図を Fig. 17-a~d に示した。1962 年までの漁獲統計資料には船団

操業による漁獲資料が示されていて、先行独航船による操業記録を別欄で示していなかったため、船団操業の行われた区域に限って密度分布を知ることができた。しかし 1963 年以降は先行独航船による試験操業結果を知ることができたので、船団操業の資料と併せて用いた。Fig. 17-a~d に示した密度分布図中の、円内の上側または上側と下側に黒印しを付けてあるものは、先行独航船による結果である。船団操業の場合  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  の区域外に拡がって操業していることは明らかであるが、先行独航船の場合は一船による操業であるため、ほぼ  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  の区域内における密度分布と考えてよい。円の中の数字、即ち密度の値が 0 と記されているのはベニ鮭の魚獲が皆無であったことを意味し、0.0 と記されているのは密度が 0.05 未満であることを意味している。

5 月下旬の Fig. 17 a を一見してわかるように、先行独航船のみの操業区域はほとんど船団操業の行われている区域の周辺を囲むように見られ、そのほとんどは船団操業の行われている区域より密度が低い。比較的高い密度は Alaskan Stream の流域内、特に西側の不連続域に沿ってみられる。6 月上旬には  $50^{\circ}\text{N}$ ,  $170^{\circ}\text{E}$  付近に東西に細長くやや高い密度分布が見られ、Kiska 島付近にもやや高い密度が見られるが、1960 年のような高い密度は見られない。A<sub>1</sub> 分枝と A<sub>2</sub> 分枝は前旬と大差ない。6 月中旬には全体的に密度は低くなり、2.0 尾/反以上の密度分布を示すのは A<sub>1</sub> 分枝内と、前旬 Kiska 島付近に見られた魚群であろうか、 $51^{\circ}\text{N}$  に沿って  $173^{\circ}\text{E} \sim 177^{\circ}\text{E}$  の間に見られる。6 月下旬にはこのやや高い密度分布は北に移りその範囲はせまくなっているが、A<sub>2</sub> 分枝に沿って北西に密度分布の嶺が見られる。これ以降は水温記録が多く得られていないので密度分布図も省略した。7 月に入ると、一部の船団は Olyutorskii 岬沖合で操業していて、 $58^{\circ}\text{N}$  以北の  $170^{\circ}\text{E}$  に沿う小範囲で 2.0 尾/反以上の密度が見られる。一方  $164^{\circ}\text{E}$  に沿って  $52^{\circ}\text{N}$  付近にも小範囲に 2.0 尾/反以上の密度がみられる。7 月中旬には前述の小範囲に比較的高い密度が見られるが、2.0 尾/反以上の密度は数区域にしか認められない。この期間に Navarin 岬沖合にもシロ鮭を漁獲目標として船団操業が行われているが、この海域のベニ鮭の密度分布は 0.5 尾/反以下であった。また  $48^{\circ}\text{N}$ ,  $170^{\circ}\text{E}$  付近には例年のようにギン鮭を目標として船団操業が行われているが、 $49^{\circ}\text{N}$  以南のベニ鮭の密度分布は皆無又は 0.1 尾/反以下である。7 月下旬にはほとんどの船団がこのギン鮭を目標として操業しているが、ベニ鮭の密度分布は  $48^{\circ}\text{N}$  以南では皆無であり、 $50^{\circ}\text{N}$  以南の  $170^{\circ}\text{E}$  以東の海域では 0.3 尾/反以下で東寄りに低い密度分布を示している。1963 年は漁期始めは他の年と密度分布に大差はなかったが、漁期が進むにつれ減少し、1962 年同様 Alaskan Stream 西端流域にのみやや高い密度分布が見られた。

#### 7) 1964 年 (5 月 21 日~6 月 30 日)

1964 年の旬別ベニ鮭密度分布図を Fig. 19-a~d に示した。1964 年は前年同様に先行独航船の操業記録が得られている。5 月下旬には前年同期とほぼ同様に 2.0 尾/反以上のやや高い密度分布が  $48^{\circ}\text{N}$ ,  $168^{\circ}\text{E}$  付近に見られるが、前年に比較すると南東寄りであって、Alaskan Stream の流域の南偏に良い対応を示している。6 月上旬には全体に密度分布は低く、2.0 尾/反以上の値はほとんど見られず、1.5 尾/反以上の密度分布は  $47^{\circ}\text{N}$ ,  $169^{\circ}\text{E}$  から細長く北西方向の区域にわずかに見られる。6 月中旬には、 $49^{\circ}\text{N}$ ,  $169^{\circ}\text{E}$  にある孤立冷水塊の西又は北側に 2.0 尾/反以上の密度分布が見られ、1.5 尾/反以上の値はこれをかこんでやや西寄りの区域に見られる。6 月下旬には全体に低い密度分布を示し、1959 年と全く同様な状態がみられる。7 月以降は前年同様水温記録が多く得られていないので、密度分布図も図示しなかったが、7 月上旬には全船団は Olyutorskii 岬及び Navarin 岬沖合のシロ鮭を目標に移動し、 $47^{\circ}\text{N}$  以北の Bering 海全域で操業している。しかしベニ鮭の密度分布はほとんど 0.5 尾/反以下であった。7 月中旬には大部分の船団は再び南下し、 $50^{\circ}\text{N} \sim 47^{\circ}\text{N}$ ,  $170^{\circ}\text{E} \sim 180^{\circ}\text{E}$  の海域でギン鮭を目標として操業しているが、0.1 尾/反以上の密度分布はほとんど

見られず、ベニ鮭の漁獲は皆無に近い状態であった。7月下旬に Adak 島と Kiska 島の南沖合にそれぞれ 2.0 尾/反以上の密度分布が見られたが、8月上旬にはこれらの区域も 1.0 尾/反程度の密度分布を示すに過ぎなかった。一方同時期に 53°N に沿って 161°E~167°E の区域に 2.0 尾/反以上の密度が見られ、52°E, 165°E 付近では 3.5~4.0 尾/反の比較的高い密度分布が示されていた。そしてこれらの魚群は、おしよる丸が 8月 11日, 12日にそれぞれ 51°08'N, 167°42'E (F 23), 53°01'N, 167°00'E (F 24) の地点で、試験操業を行った際に漁獲されたベニ鮭と同一の魚群と思われる。F 23 では反当り 1.3 尾, F 24 では反当り 1.1 尾の魚獲を得ているが、魚体測定を行った各々 30 尾ずつのベニ鮭は体長 49 cm 前後, 体重 1.5 kg 前後で年令は 4<sub>2</sub> 又は 5<sub>3</sub> 年であり、生殖巣は雌で約 10 g, 雄で 1 g 前後のものであって、これらの魚群は未成熟なベニ鮭魚群であると思われる。

6 ベニ鮭の密度分布と Alaskan Stream との対応

ベニ鮭の分布は広く亜寒帯水域全体にわたって見られる (今田 1959) が商業的には魚群密度がある

程度高いことが必要である。このような高密度を示す範囲は沖合では主として母船式サケ・マス漁業の行われている海域に見られる (松下 1964)。しかしこの海域においても一様に高い密度分布が見られるのではなく、ある期間に特定の海域にのみ高い密度分布が見られるのであって、各年によって、また各時期によって、密度の値と高い密度分布を示す海域は変動している。

前節に示した密度分布図において 1958~1962 年の 5 年間は船団操業による結果のみを示しているが、実際の操業の際は、1963, 1964 の両年同様、先行独航船を用いて魚群探索を行い、その結果比較的高い密度分布の高い区域に船団は移動して操業している。Fig. 17, 19 を一見して理解されるように、船団操業を行っている区域には高い密度分布が見られ、先行独航船のみの操業が行われている区域は低い密度分布である。従って前 5 年の場合も船団操業の行われていない海域は低い密度分布を示している場合が多いと思われる。すでに前節で述べたように、各年、各時期を通して Alaskan Stream の流域内にもみ相対的に高い密度分布が見られ、特に他水塊と接する不連続域に比較的高い密度分布が見られ、いわゆる潮目漁場が形成されている。しかし、この流域内においても各年、各時期によって高い密度分布を示す場所は変化し、また 7 月以降には産卵のために接岸する魚群であろうか、この流域を離れて Western Subarctic Gyre の水域に高い密度分布が見られる。しかし、なおその間の不連続域には高い密度分布が見られている。

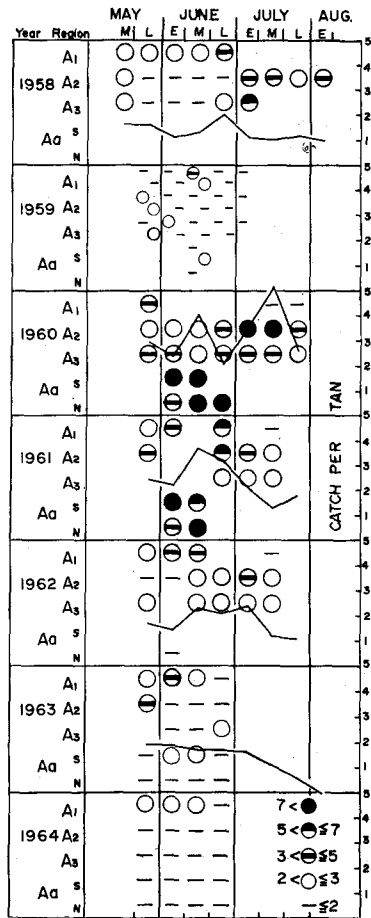


Fig. 22. Profitable fishing ground for every ten days. The circles denote catch per tan. Solid lines denote the mean of catch per tan for every ten days

このように Alaskan Stream の流域内に高い密度分布が示されることは明らかであるが、時期によって高い密度を示す海域は異なっているため、各年毎に高い密度分布の見られた時期と海域をまとめ Fig. 22 に示した。

図中の  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  は Fig. 20 に示した各分枝を意味しているが、この分枝はあまり明確なものではなく、一応 Alaskan Stream の西端流域のそれぞれ、南、西、北西の方向に伸びている張り出し部分という程度の意味である。また  $A_a$  は同様に Amchitka Pass 付近の流域を指して、 $S$  及び  $N$  はそれぞれ Aleutian 列島の南方海域、北方海域を意味している。

漁期始めの5月中、下旬は、 $A_1$ ,  $A_2$  分枝の海域に高い密度分布が見られ、また  $A_1$  分枝の南西部の West Wind Drift 系水と接している付近にも高い密度分布が見られる。6月上旬にもこの高い密度は  $A_1$  分枝内に見られるが、一方  $A_3$  分枝にも高い密度が見うけられる。 $A_1$  分枝に高い密度が見られるのは通常6月中旬までであって、7月に入るとその密度は急激に低下する。 $A_2$  分枝は漁期中はほとんど全期間高い密度を示すことが多いが、6月中、下旬以降に高い密度がみられる。 $A_3$  分枝には漁期始めと漁期後半が密度高く、6月上・中旬頃は比較的密度が低いようである。

ベニ鮭の来游時期はアジア系では Kamchatka 半島の東岸の Kamchatka 河の来游時期が早く、その盛期は6月中・下旬である。一方同じく西岸の Ozernaya 河では7月下旬が盛期であるが一般に、東岸の河川の盛期は西岸の盛期にくらべて約1カ月早くみられる(松下 1964)。このような地方群別来游期の違いは沖合においても当然その出現時期と場所を変えているはずであるが、 $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  の各分枝で高い密度を示す時期に違いがあることはこれらの地方群に対応しているのであろうか。

1960年と1961年には6月に Amchitka Pass 海域に高い密度分布が見られている。6月上旬には  $Aa-S$  海域の中に極めて高い密度を示し、中旬または下旬には Aleutian 列島を越えて Bering 海に入り、 $Aa-N$  海域に極めて高い密度が見られる。これらの極めて高い密度分布は  $Aa-S$  海域では Subarctic Current との不連続域にみられ、Bering 海の中の  $Aa-N$  海域では、冬期間に冷却を受けて Bering 海水塊としての特性を持っている水塊との境界付近に見られ、ここでもいわゆる潮境漁場の形態がうかがわれる。

北太平洋から Bering 海へ Bristol 系のベニ鮭が入る通路としては、巾着網や密度分布、標識放流等の結果から、Amukta Pass が最も主要な通路として知られている。1956年と1958年には Amukta Pass が主要な通路であったが、1957年には Amchitka Pass と Kiska 島西方の海峡が主要な通路となっていて、Bowers Bank 付近に高い密度分布が見られている(Hartt 1962)。1964年には全くこの海域には高い密度分布は見られなかったが、先に 2-3) で知られているように、 $54^{\circ}53'N$ ,  $169^{\circ}22'W$  の地点には 8.5 尾/反の高い密度分布が見られていて、これらの魚群は 42 年魚が主群である(藤井 1965)。1960年に Amchitka Pass を通過したベニ鮭は同じように 42 年魚が主群をなしていたが、同じ年令組成で同じ地方群であるベニ鮭がこのように回游経路を異にするのは、より深い生物学的要因によるものであろうか。

著者はその生物学的要因については知り得ないが、側面的要因である海洋条件にこのような変動に対応する現象があるので記述する。

Alaskan Stream は年によってその流路の位置が北に偏ったり、南に偏ったりして同じ年でも時期または場所によってもその偏りは違っている。しかし中層以深では漁期期間中あまり大きな変化はないものと思われる。先に著者はこの Alaskan Stream の流路の位置の変動を 1956年から1964年の9年間について、 $180^{\circ}$ 線と  $172^{\circ}W$  線に沿う、ほぼ Alaskan Stream を直角に切る断面によって調べた(1965)。それによると、各年の相対位置は  $172^{\circ}W$  では 1956年は最も北に偏り 1959年もやや北寄りであるが、1957年と1960年は南に偏っていて、いずれの年も流路の幅は大差がなかった。 $172^{\circ}W$  線については4年のみの資料であるが、 $180^{\circ}$ 線についてみると、 $172^{\circ}W$  線とは反対に1957年、1960年と北に偏り、1961年は北側の境界は不明であるが、南側の境界から推測すると同様に北に偏っている。一方 1959年は最も南に偏り、1964年も同様南に偏っている。

Bristol 系のベニ鮭が Alaskan Stream に乗って Alaska 湾の方から回游してくるものであるならば、1956 年や 1959 年のように Amukta Pass で Alaskan Stream が大きく Bering 海の中に入っている場合、ベニ鮭はそこから Bering 海に当然運びこまれるであろうし、魚自身が游泳して容易に Bering 海の中に入ることが出来るであろう。しかし 1957 年又は 1960 年のように、Amukta Pass ではその流域が Bering 海の中に多く見られない場合、そして 180° 付近の Amchitka Pass で大きく流域が Bering 海の中にある場合、ベニ鮭はここを通路として Bering 海に入るのではないだろうか、勿論、資源量の大きさ、魚の年齢等も回游経路に関する要因であろうし、この現象も数年の間に見られているにすぎないが、今後の課題として提起するものである。

各月毎にベニ鮭の密度を图中に実線で示した。この値は全海域を総括しているため、他の魚種を主目標としている船団もあって厳密な意味を持たないが、船団規模でベニ鮭を主目標として操業し得る漁期盛期を知ることが出来る。またこの値は母船操業海域に来游したベニ鮭の量のある程度を示すものであろう。

5 月下旬には各年ほぼ同じ程度の密度が見られ A<sub>1</sub> 分枝が主漁場となって、6 月上旬にやや値は下っている。A<sub>a</sub> 海域に Bristol 系のベニ鮭が来游する場合は 6 月中旬にその盛漁期が見られ、値も高い。A<sub>2</sub> 分枝又は A<sub>3</sub> 分枝に主漁場が見られるのは 6 月下旬以降であって、その盛漁期は 7 月上旬から中旬にかけて見られる。

#### あとがき

著者は本著においてベニ鮭漁場の形成に関する物理的的海洋条件について解析を試みたのであるが、海洋条件はあくまで側面であって漁場形成の主体ではなく、主体であるベニ鮭自身の諸要因について著者は多くの知見を有しないため、主体不在のままの現象記述に止まった次第である。この点については識者の方々の御批判と御教示をお願いするものである。

また本著が実際に漁場でベニ鮭の漁業にたずさわっている方々にとって、漁場選定の一助となるならば幸に思うものである。

#### 要 約

- 1) 1958 年から 1964 年の 7 年間の母船式サケ、マス流し網操業記録にもとづいて、ベニ鮭漁場と海況との対応について解析を試みた。その結果、ベニ鮭漁場は Alaskan Stream と密接な対応を示すことが明らかにされた。
- 2) Alaskan Stream は通常 167°E まで達している、これより 3 つの舌状分枝が認められる。一つはほぼ 170°E に沿って南下しているものであるが、7 月以降衰退して、Subarctic Current の東方への張り出しとともに消滅する。50°N に沿って西へ伸びる分枝は、各年、各時期を通してみられ、多くの年に 162°E 付近に達し、全漁期を通じて比較的ベニ鮭の密度は高い。他の分枝は Komandarskie 群島沖合に伸びるものであるが前述の二分枝ほど明確ではない。
- 3) Amchitka Pass 付近に Bristol 湾系のベニ鮭の高い密度分布が見られる年がある。これらは Alaskan Stream と Subarctic Current 及び Bering 海水塊との境界付近で極めて高い密度を示す。
- 4) 総じて商業上魚獲対象とされているベニ鮭は Alaskan Stream の流域内又は他水塊との境界付近にのみ高い密度分布を示している。
- 5) ベニ鮭の好漁場は 5 月下旬には Fig. 20 に示されている A<sub>1</sub> に見られ、6 月中は A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> に見られる。同時期に 3) で述べたように Amchitka Pass 付近にも見られる年がある。7 月に入ると A<sub>2</sub> 及び A<sub>3</sub> に見られるが 8 月以降は見られるべき漁場は形成されない。特に 49°N 以南では極端に低い密度分布を示している。
- 6) 上に述べた現象についてはベニ鮭自身の要因即ち、地方別魚群の生態学的特性、年齢の相違、成

熟の程度、資源量の大小等々の生物学的条件に対応しているものであろうが、これらの諸問題は今後の課題として提起したい。

## 文 献

- Dodimead, A. J., Favorite, F. & Hirano, T. (1963). Review of the oceanography of the subarctic pacific ocean. *INPFC Bull.* (12), 1-82; (13), 1-195.
- 藤井武治 (1965). 1964 年度おしよ丸北洋サケマス漁場調査, 水産海洋研究会報 (7), 24-28
- Hartt, A. C. (1962). Movement of salmon in the north pacific ocean and bering sea as determined by tagging, 1956-58. *INPFC Bull. Rep.* (6), 1-156.
- INPFC (1961a). Progress in 1960 in Canadian research on problems raised by the protocol. *INPFC Ann.* 1960, 26-28.
- (1961b). Report on the research by Japan for the international north pacific fisheries commission during the year 1960. *Ibid.*, 57-62.
- (1963). Ditto, 1961. *INPFC Ann. Rep.* 1961, 56-59.
- 北大水産学部 (1959). 海洋漁業要報 (3), 100~111, 191-205.
- (1960). 同誌 (4), 9-41, 123-135.
- (1961). 同誌 (5), 64-91.
- (1962). 同誌 (6), 29-60, 82-89, 171-186.
- (1963). 同誌 (7), 47-77, 111-116.
- (1964). 同誌 (8), 208-256.
- (1965). 同誌 (9), 231-277, 288-306.
- 今田光夫 (1959). サケマスの沖合に於ける分布領域について, *INPFC Doc.* 309, 32.
- Koto, H. & Fujii, T. (1958). Structure of the waters in the bering sea and the aleutian region. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 9 (3), 149-170.
- 久保達郎・小坂淳 (1959). ウロコの成長形成による 5<sub>a</sub> 年群ベニザケストックの研究. 水産庁 *INPFC Doc.* 326, 28.
- 松下友成 (1964). 北洋におけるサケ・マス資源 II-分布, 回遊一. 水産研究叢書 6 (2), 86-107. 日本水産資源保護協会.
- 大谷清隆 (1965a). 夏期の Alaskan Stream について, 北大水産集報 15 (4), 260-273.
- (1965b). Alaskan Stream の形状と 1964 年の北洋の海況, 水産海洋研究会報 (7), 10-16.
- 宇田道隆 (1985). 東北海区に於ける中冷水の分布, 成因, 運動について. 海と空 15 (2), 445-452.