HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	東部ベーリング海における海況とベニサケ(O. nerka)分布との関係：特に，1973年ブリストル湾系ベニサケの回帰異変に関する一考察
Author(s)	藤井, 武治; 増田, 紀義; 西山, 恒夫; 小林, 源司; 安間, 元
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 25(3), 215-229
Issue Date	1974-12
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23528
Type	bulletin (article)
File Information	25(3)_P215-229.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大水産彙報
25(3), 215–229. 1974.

東部ベーリング海における海況とベニサケ (*O. nerka*) 分布との関係 特に，1973年ブリストル湾系ベニサケの回帰異変に関する一考察*

藤井 武治**, 増田 紀義**, 西山 恒夫***, 小林 源司**, 安間 元**

A Consideration on the Relation Between Oceanographic Conditions and Distribution of Bristol Bay Sockeye Salmon *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) in the Eastern Bering Sea, with Special Reference to its Poor Return in 1973*

Takeji FUJII**, Kiyoshi MASUDA**, Tsuneo NISHIYAMA***, Genji KOBAYASHI** and Gen ANMA**

Abstract

The 1973 inshore run of Bristol Bay sockeye salmon, *O. nerka* was lowest in the history of the statistics of this fish. The results of the survey on the offshore distribution, made by the *T.S. Oshoro Maru*, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, also revealed the poor density of the adult sockeye salmon in the eastern Bering Sea from middle June to early July in 1973.

It is considered that the possible reason of the scarcity of the return is attributed to (1) the effects of unfavorable environmental conditions in marine life stage and (2) reinforced high sea fisheries, in addition to the absolute minority of spawners. This paper aims to take account of some oceanographic conditions as a cause of the poor return of Bristol Bay sockeye salmon in 1973.

Using the data obtained since 1963, the extent of distribution, species and age composition of Bristol Bay salmon are analyzed in relation to the temperature and salinity structures of the eastern Bering Sea.

The obtained results are as follows:

(1) It was observed that the water temperature in the eastern Bering Sea was 1–3°C lower every summer since 1970. Bristol Bay was also colder during that summer season of the same year.

(2) Changes of species composition of salmon were found in offshore areas: the proportion of sockeye salmon became relatively low, whereas that of chum salmon high during these three years. The distribution of chum salmon was high during the same three years. The distribution of chum salmon tended to extend

* 北海道大学水産学部北洋水産研究施設業績第99号
* (Contribution No. 68 from the Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)
** 北海道大学水産学部練習船おしょろ丸
** (Training Ship "Oshoro Maru", Faculty of Fisheries, Hokkaido University)
*** 北海道大学水産学部北洋水産研究施設漁業部門
*** (Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries Hokkaido University)

more southernly in recent years than in many previous years. Therefore, both sockeye and chum salmon are distributed evenly in the southern part of the eastern Bering Sea, where formerly sockeye salmon prevailed.

(3) Concerning the ocean age, the once predominant 2-year-old group has gradually given place, since 1971, to the now predominant 3-year-old group. In 1973, the 5_3 age group occupied only 14% of the total age composition of Bristol Bay sockeye salmon in offshore areas.

(4) Judging from oceanographic structures, the water temperature of the sea area where descending juveniles migrate was unusually cold in 1971. It is supposed that such conditions might affect upon the growth and survival rates of the juveniles during their migration along the northern part of the Alaska Peninsula.

(5) Recent oceanographic conditions which may bring changes in the distribution, species and age composition of Bristol Bay sockeye salmon in the offshore areas of the Bering Sea should be definitely studied.

緒　　言

1973年度ブリストル湾系ベニサケ (*O. nerka*) [以下ブ系ベニという] の当初来游量は 500～600万尾と推定されていたが，既に盛漁期を終えた7月末の集計は推定量の半数以下である 230万尾に止った(最終集計 240万尾[1])。この来游量は近年の最高来游量 (1965年：5970万尾) の4％強，最近 10年間平均 (2116万尾) の僅か 11％強である。

このブ系ベニ来游量の大減少は，ブリストル湾沿岸漁民は勿論，日米間の漁業問題として大波紋を投げた。当時，アラスカ州漁業狩猟局はブ系ベニの大不漁の原因として

1. 1970～'71 および '71～'72 年の2冬におけるアラスカ地方の異常寒冷と

2. 日本の沖合サケマス漁業で，母船式漁業は全漁獲中 5～35％ のベニサケの漁獲を得ていること，

などをあげている (ALASKA EMPIRE, 1973-7-30)。

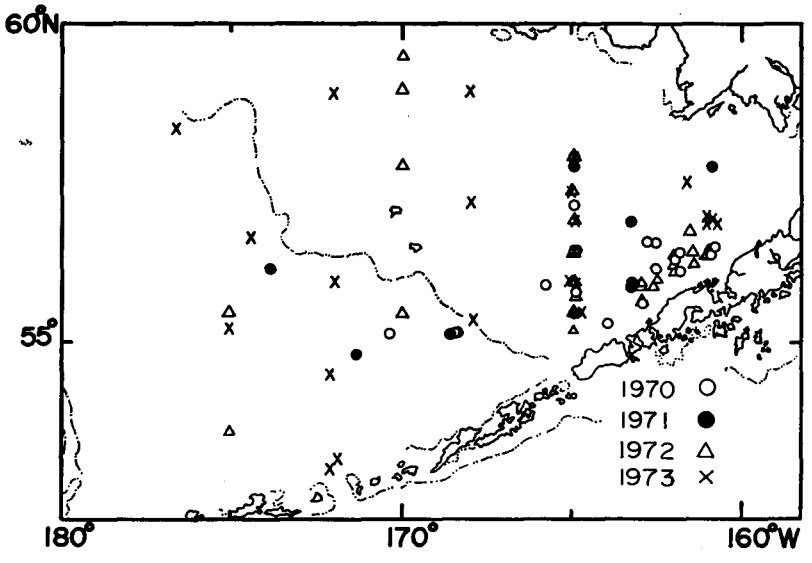

Fig. 1. Locations of the gillnet set operated by the Oshoro Maru in summers of 1970～1973.

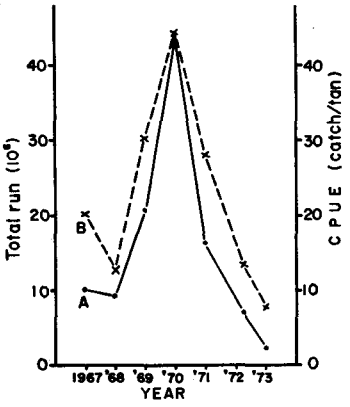

Fig. 2. Total run (number) of (A) and CPUE of Bristol sockeye salmon caught by the Oshore Maru (B).

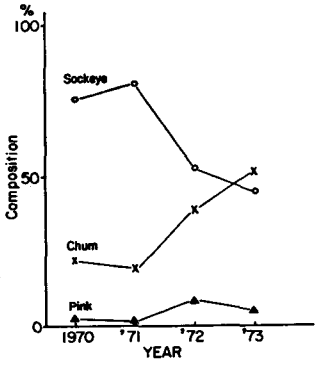

Fig. 3. Percentage composition of catch number of salmon in the eastern Bering Sea by the exploratory fishing of the Oshoro Maru in the summers of 1970～1973.

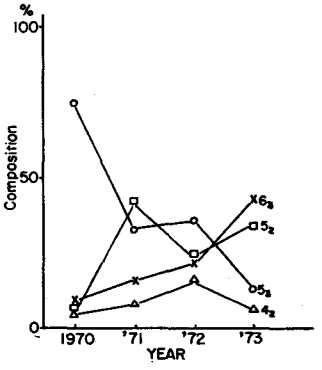

Fig. 4. Percentage composition of age in the western Alaska sockeye salmon caught by the Oshoro Maru in the eastern Bering Sea in the summers of 1970～1973.

1973年A海区のベニサケ漁獲は全漁獲の13％であり[2]，この年の北海道大学水産学部練習船おしょろ丸による東部ベーリング海のサケス調査においても，ブ系ベニの来游量が多かったとは考えられず，また海況の異常が認められた。

本報告は東部ベーリング海における海洋調査およびサケマス流網結果について比較し，ブ系ベニの来游と海況を検討した。

本調査は北太平洋漁業国際委員会の日本側科学調査船として実施され，その一部は水産庁の援助を得て行われた。本航海に参加し，調査に協力された調査員，おしょろ丸乗組員および本学特設専攻科学生各位に深謝し本稿の御校閲を得た本学北洋水産研究施設辻田時美教授に深甚の謝意を表す。

調査項目および方法

1962～'72年の調査資料は既に北大水産学部海調漁試要報[3]に発表している。1973年の調査は従来の調査項目および内容に準じて行われた。調査時期および調査点数は次の通りである。

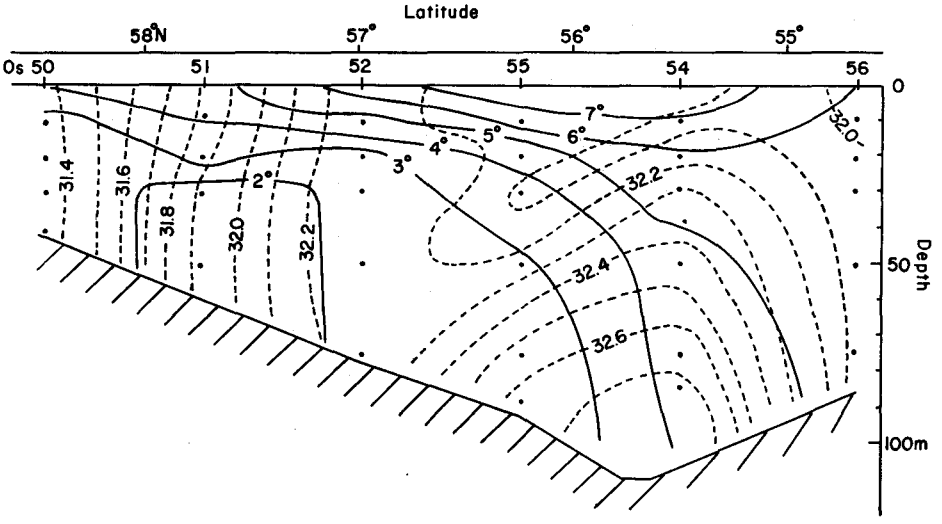

Fig. 5. Vertical section of temperature (°C) and salinity (‰) along long. 165°W in late June 1965.

調査時期　6月13日～7月6日　　海洋観測点　56 点　　流網調査点　22 点

1). 海洋調査

水温および塩分測定を行い，観測層は 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200 および 1500 m の 20 層を標準とし，大陸棚斜面および陸棚上では海底付近に接近した観測層も入れた。

2). 流網調査

図1に 1970～'73 年の流網調査点を示した。使用流網はテグス網地で，網目 48～157 mm の 13 種類である。各調査点で 120～135 反を使用し，日没前に投網を終了し，翌朝日出後から揚網を開始した。

3). 生物調査

各反当り魚種別漁獲尾数を計測し，無作為抽出法により各調査点で網目別，魚種別 30 尾以上について，体長，体重および生殖巣重量を測定し，年令査定を行った。

結　　果

1). ブ系ベニの総来游量と CPUE

図2は 1967～'73 年のブ系ベニの総来游量と東部ベーリング海におけるおしょろ丸流網調査で網目 121 および 130 mm 流網の平均反当尾数で得た最高値との間係を示した。おしょろ丸の平均反当尾数の最高値はその年のブ系ベニ総来游量と高い相関があり，1972 および '73 年のブ系ベニ来游量の減少が沖合の反当尾数からも裏付けられている。

2). 1970～1973 年の漁獲組成

a). 魚種組成

図3は各年の流網総漁獲の魚種組成を示した。季節的にみるとベーリング海南東部水域では6月中旬から7月上旬頃の組成ではベニサケが卓越し，シロサケ(*O. keta*)，カラフトマス(*O.*

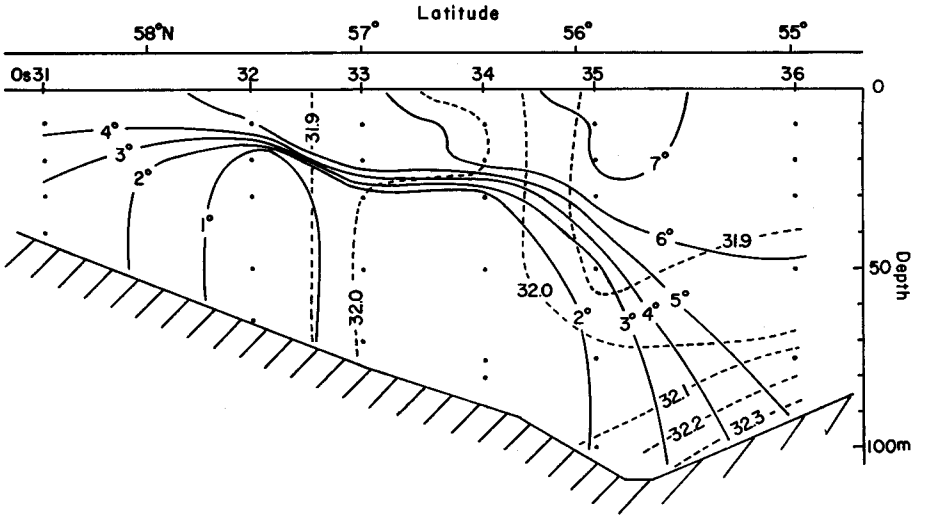

Fig. 6. Vertical section of temperature (°C) and salinity (‰) along long. 165°W in late June 1969.

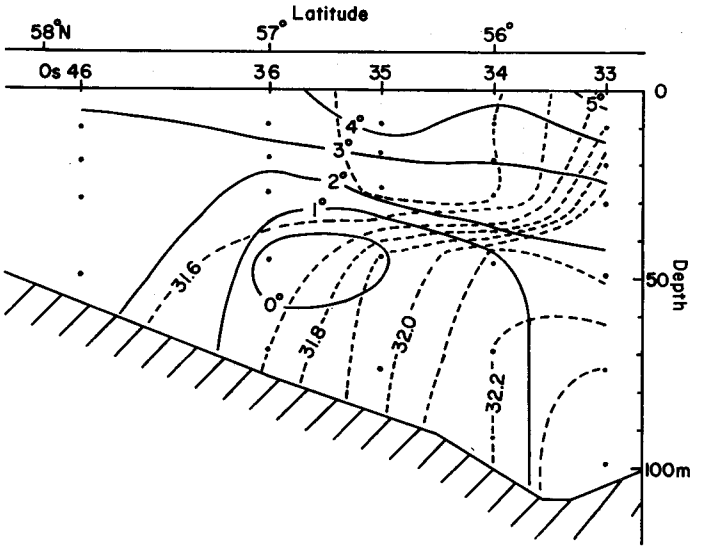

Fig. 7. Vertical section of temperature (°C) and salinity (‰) along long. 165°W in late June 1971.

gorbuscha) およびマスノスケ (*O. tschawytscha*), がみられる。ベニサケの割合は 1970 年および '71 年には 75 および 80 % であるが, '72 および '73 年には 52 および 45% と急激に減少した。他方シロサケはベニサケに反し '72 年から漸増の傾向がみられる。これは後述する海況の中でシロサケの多い分布水域が拡大したことも一因と考えられるが, ベニサケ来游量の

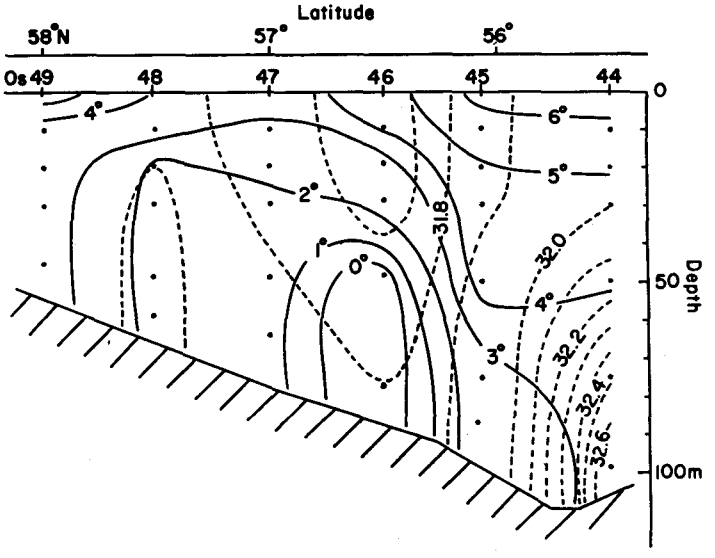

Fig. 8. Vertical section of temperature (°C) and salinity (‰) along long. 165°W in late June 1973.

絶対数の減少も反映したものであろう。カラフトマスは低位にあって，大きな変化はみられない。マスノスケは極めて少なく図中で割愛した。

b). ベニサケの年令組成

図4は流網漁獲標本によるベニサケの年令組成を示した。ブ系ベニは 5_3, 4_2, 5_2 および 6_3 年魚の割合が多く，5_3 あるいは 4_2 年魚が卓越する年は来游量の多い傾向がみられる。1965～'68 年は沖合で 5_3 および 6_3 年魚が隔年に優勢群を形成していたが，'68 年は 4_2 年魚が優勢群であった。

5_3 年魚の割合は 1970 年に 76 % であったが，1971 年以来，5_3 年魚の割合は 40% 以下となり，'73 年には 14% である。一方 6_3 年魚は '70 年に 8%，その後漸増して，'73 年には 43% である。4_2 年魚は従来から卓越群を形成した年もおしょろ丸結果では顕著に現れなかった。これは網目の選択性か，時空間的な問題によるものであろう。他方 5_2 年魚は '71 年以来 25～42% である。1973 年には海洋生活 3 年目魚 (6_3, 5_2) で 77 % を占め，海洋生活 2 年目魚 (5_3, 4_2) は僅かに 20% である。これは必らずしもブ系ベニの来游量中海洋生活 3 年魚の絶対数の増加を意味するものでなく，総来游量の激減からむしろ従来優勢群であった海洋生活 2 年目魚，特に 5_3 年魚の激減を意味するものと考えられる。

3). 最近のブリストル湾沖合の海況

図5, 6, 7 および 8 は 1965, '69, '71 および '73 年 6 月下旬，ブリストル湾口，165°W における水温および塩分の鉛直断面である。1965 年は 1962～'67 年の 20 m および底層の平均水温平面分布 (図 9 および 10) に以た年であり，1969 年はブリストル湾高水温年である。1971 および '73 年はベニサケの年令組成および魚種組成に変化がみられた年である。

1971 および '73 年の 165°W における水温分布は 1965 および '69 年に較べて 1～3°C 低温であり，底層で大陸棚上を南東方に延びる低水温域が南方に偏している。また塩分ではアラスカンストリーム系の混合水である塩分 32.0‰ 以上の水域が湾内南側に偏し，その断面からブリスト

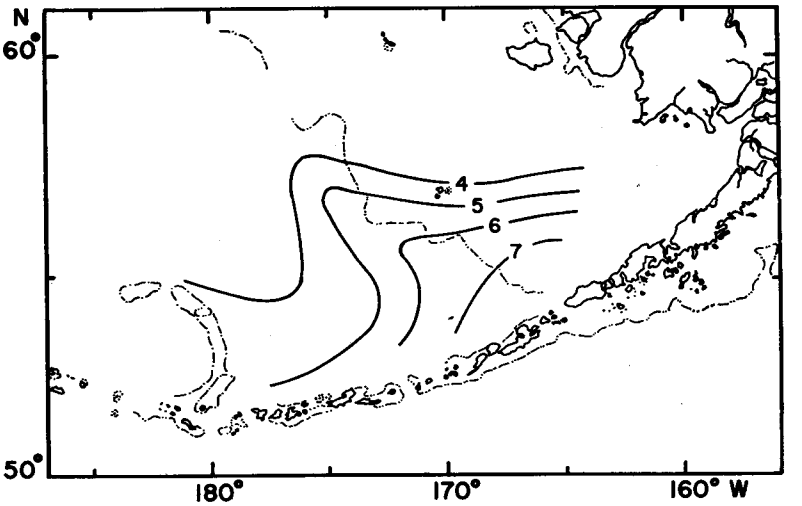

Fig. 9. Distribution of mean temperature (°C) in a 20-meter layer of the south eastern Bering Sea in the summers of 1962～1967.

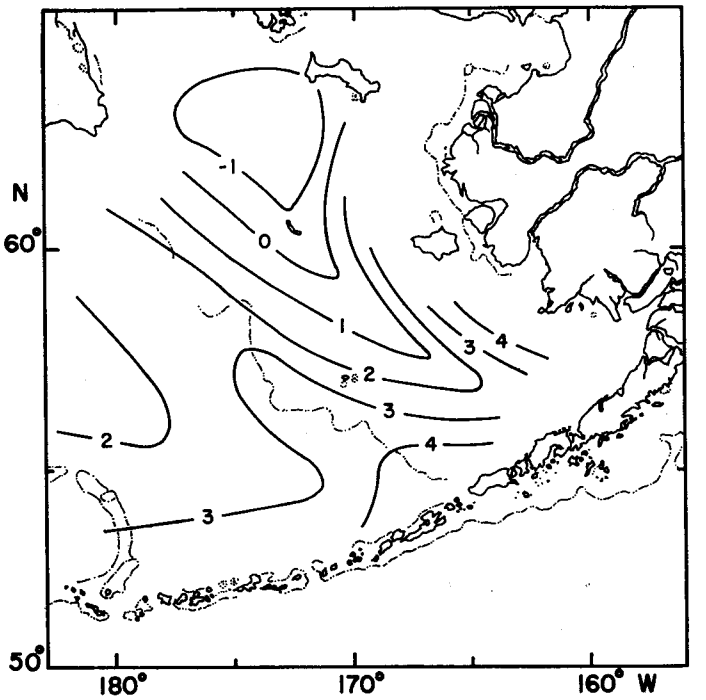

Fig. 10. Distribution of mean temperature (°C) at the sea bottom of the continental shelf of the eastern Bering Sea in the summers of 1962～1967.

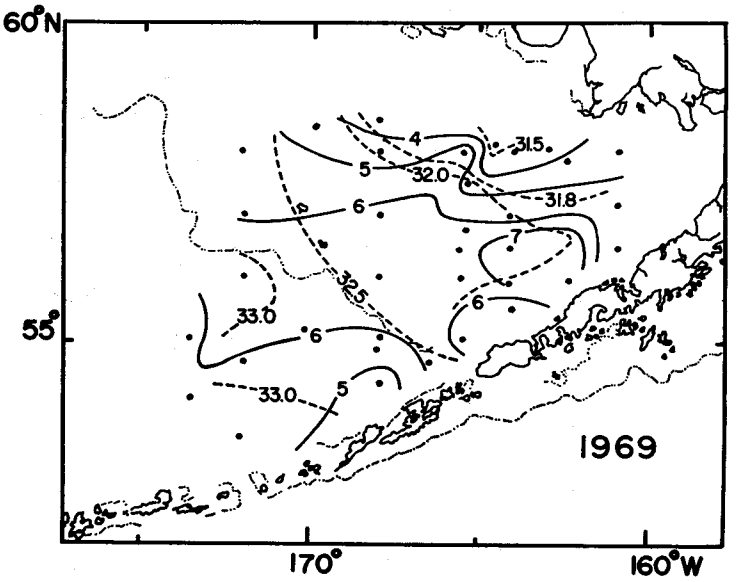

Fig. 11. Distribution of temperature (°C) and salinity (‰) in a 20-meter layer in the eastern Bering Sea in the summer of 1969.

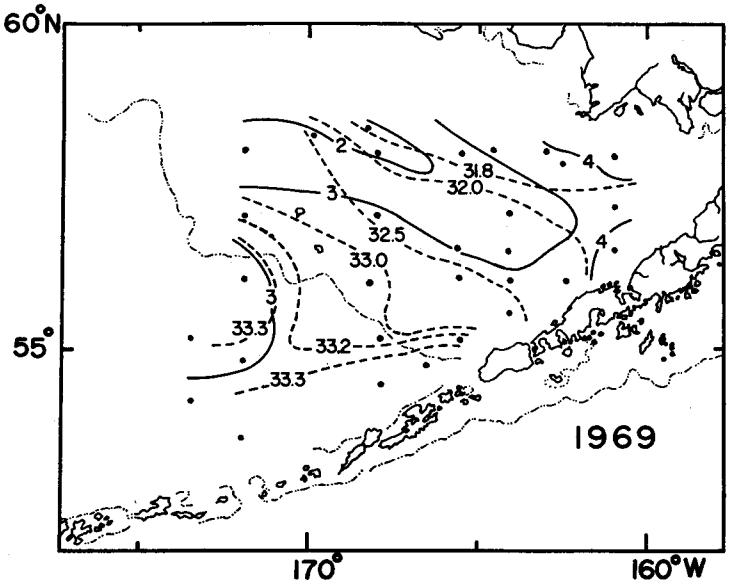

Fig. 12. Distribution of temperature (°C) and salinity (‰) in dichothermal layer in the basin and at the sea bottom of the continental shelf of the eastern Bering Sea in the summer of 1969.

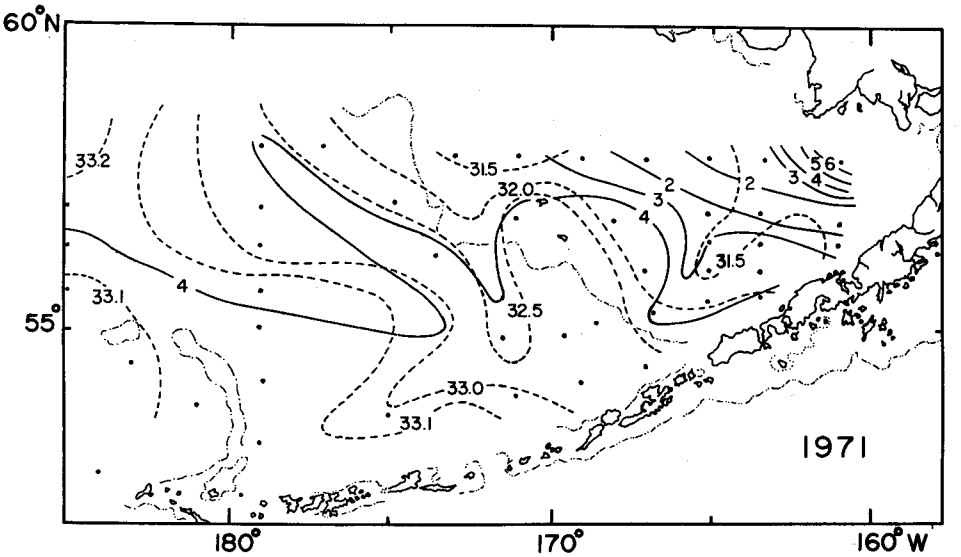

Fig. 13. Distribution of temperature (°C) and salinity (‰) in a 20-meter layer in the eastern Bering Sea in summer of 1971.

ル湾内への流入水域が広いとは考えられない。

図9および10は1962～'67年の20 m層，および海盆部で中冷水層，大陸棚上底層の平均水温，図11，12は1969年，図13，14および15，16は1971および'73年の東部ベーリング海におけるそれぞれ20 m層，および海盆部で中冷水層，大陸棚上で底層の水温および塩分平面図を示した。

1969年夏のブリストル湾沖合における海況は温暖型であるが，1971および'73年の水温は1962～'67年の平均水温分布に較べて1～3°C低下しており，同湾沖合の水温分布は湾口（165°W）の南北断面から推定することができる。

図17は1963～'73年夏期のブリストル湾沖合における底水温＋1°Cおよび－1°Cの張り出しを経度的に示した。1963～'69年までの夏期にはブリストル湾（ウニマック島サリチェフ岬とクスコクイム川を結ぶ線の東部水域）内に1°C以下の低水温域の残留がみられない。特に1967および'69年は同湾沖合まで1°C以下の水塊は見られず温暖であった。しかし1970年以降湾内底層に1°C以下の低水温域の残留がみられ，1971年からは同湾沖合に－1°C以下の低水温域がみられ，1964～'66年に較べ2°C以上低温となり，ブリストル湾およびその沖では1970年以降，寒冷化の現象がみられる。

考　　察

1972年以来，ブリストル湾沿岸のベニサケ来游量は激減し，その沖合におけるサケマス属の魚種組成およびベニサケの年令組成が従来の組成と異なった。また1971年以来，ブリストル湾沖合における夏期の海況に寒冷化がみられている。

これらの現象は明らかにベ系ベニの生息環境に異変を来たしたことを示唆するものと考えられ，次の考察を行なった。

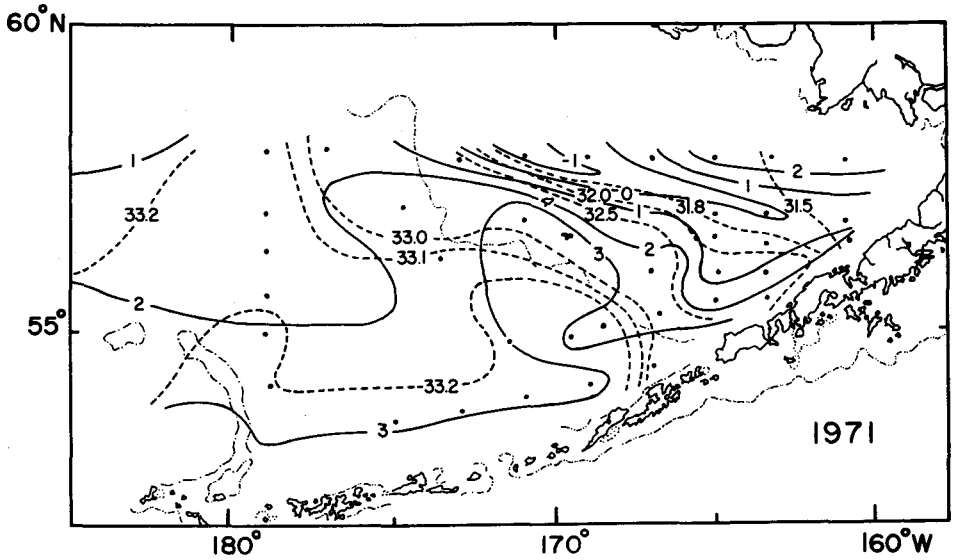

Fig. 14. Distribution of temperature (°C) and salinity (‰) in a dichothermal layer in the basin and at the sea bottom of the continental shelf of the eastern Bering Sea in the summer of 1971.

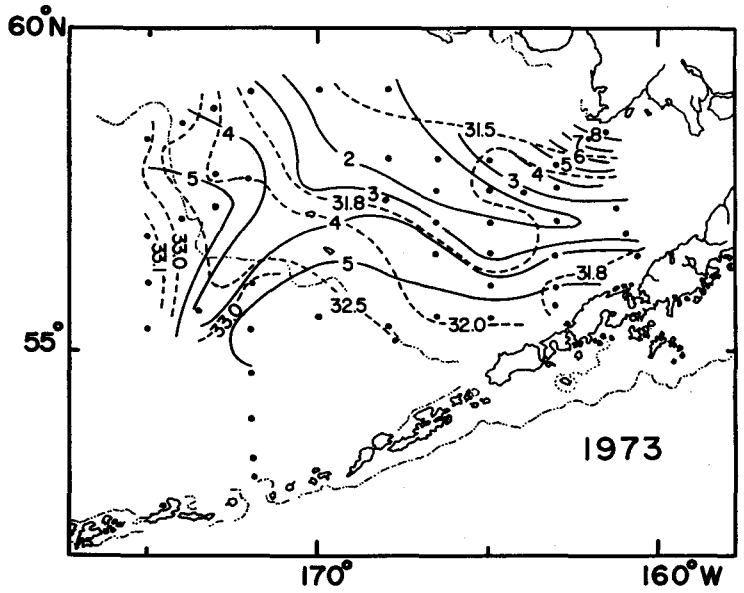

Fig. 15. Distribution of temperature (°C) and salinity (‰) in a 20-meter layer in the eastern Bering Sea in the summer of 1973.

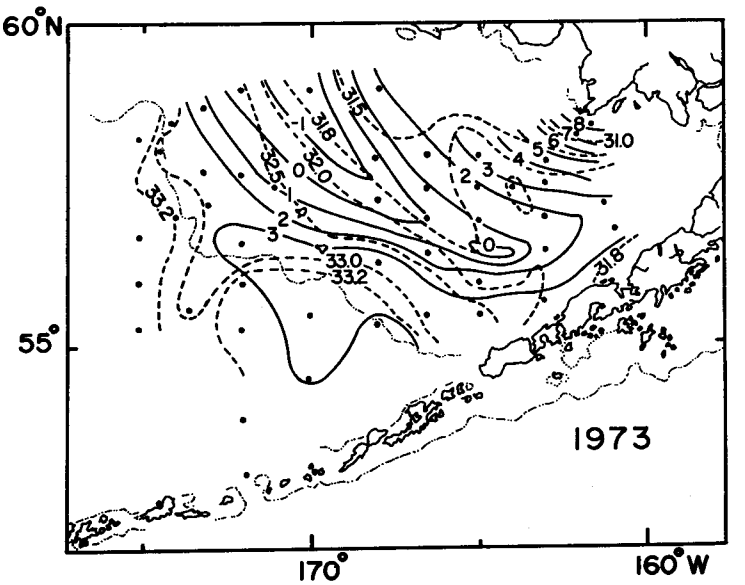

Fig. 16. Distribution of temperature (°C) and salinity (‰) in a dichothermal layer in the basin and at the sea bottom of the continental shelf of the eastern Bering Sea in the summer of 1973.

1). 降海幼魚と海況

図18は1969年6～8月，アラスカ，オーク湾生物学研究所調査船コマンダー号とおしょろ丸の共同調査によるベニサケ降海幼魚の分布と6月下旬における20 m層の水温および塩分分布を示した。湾奥部からアラスカ半島北岸にベニサケ幼魚の分布がみられる。ポートモーラー沖で摂餌条件から一時滞留することが考えられている[4]が，環境的にアラスカ半島北岸では極めて沿岸に接近した水域で，湾内を東進するアラスカンストリーム系混合水（32.0‰以上の塩分水）内には幼魚の分布はみられない。この水域は沖合東進流の反流域として南西流が考えられ，アラスカ河川水の影響を多分に持った低塩分水（32.0‰以下）であり，夏期には陸岸からの輻射熱で沖合東進流より高温である。この水域はベニサケ降海幼魚の初期における生育域と考えられる。

再生産量を論議する場合，勿論親魚数量は主要な条件である（1968年ブ系ベニ溯上量は5.2百万尾で低位）が降海幼魚が出逢う初期の海洋条件は特に重要条件であろう。1973年の回帰群中5_3および4_2年魚は1968および'69年の発生群で，'71年の降海群である。これらがブリストル湾で海洋生活期に入った降海期は極めて寒冷で生育域が狭少な環境におかれている。ベニザケの海洋生活の初期，特に1年目の成長速度は海洋における生残率と深い関連があり，高水温は成長率が高い[5]とされていることから，ブ系ベニの優勢年魚である'73年における5_3および4_2年魚の降海期は寒冷な極めて悪条件下にあって，海洋生活期中の生残率低下および成長の遅れなど発育成長に大きな影響を受けているものと考えられる。

2). 魚種組成

従来，東部ベーリングにおいては魚種組成と海況との間には明確な関係がみられている[6][7]。すなわち海盆部水域では大陸棚斜面域に沿って北上するアラスカンストリーム系混合水が57°N付近で分枝して西進する水域およびその以南水域，また大陸部水域ではブリストル湾内へ東進する混合水域にベニサケの卓越がみられ，これらの北側水域ではシロサケの割合が優勢である。

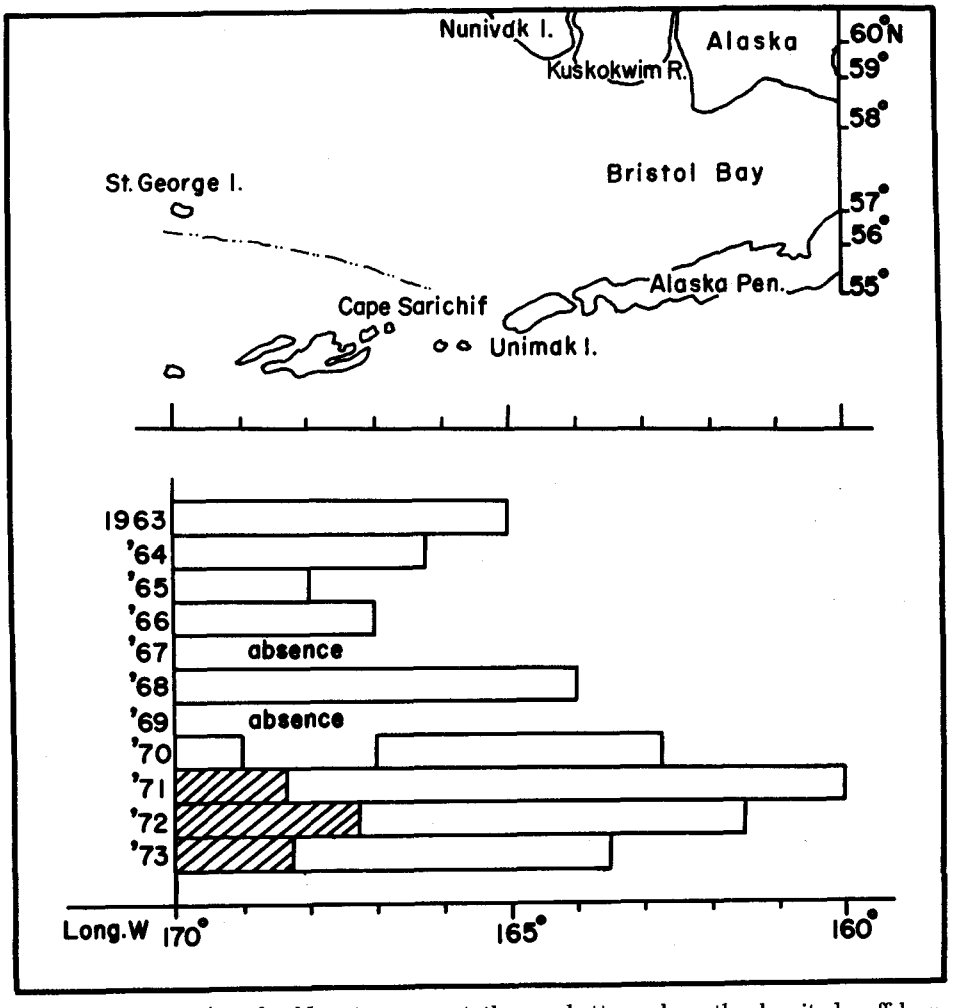

Fig. 17. Remainder of cold water mass at the sea bottom along the longitude offshore Bristol Bay in the summers of 1963～1973.
▭ ····+1°C ▨ ····−1°C

1972 および '73 年のブリストル湾沖合における魚種組成は従来卓越種としてみられたベニサケは減少し，これに反しシロサケの割合が増加した。これはシロサケの多い分布水域が拡大していることも一因と考えられる。さらに 1973 年ベニサケの最高漁獲を得たブリストル湾内 F. 14 (56.0° N, 165.0° W) の CPUE はシロサケ (10.16尾/反) がベニサケ (7.88尾/反) より高い値を示し，従来のようなベニサケの卓越した割合が得られなかった。これはブリストル湾を含む西部アラスカにおけるシロサケ回帰群の増加の可能性と，少なくともブ系ベニ回帰群の減少を示唆するものである。

このような魚種組成は5月下旬から6月中旬，アッツ島南西海域でみられる一般に海洋生活環境を寒冷水域に持つアジア系サケマス回帰群の魚種組成[5] と類似している。

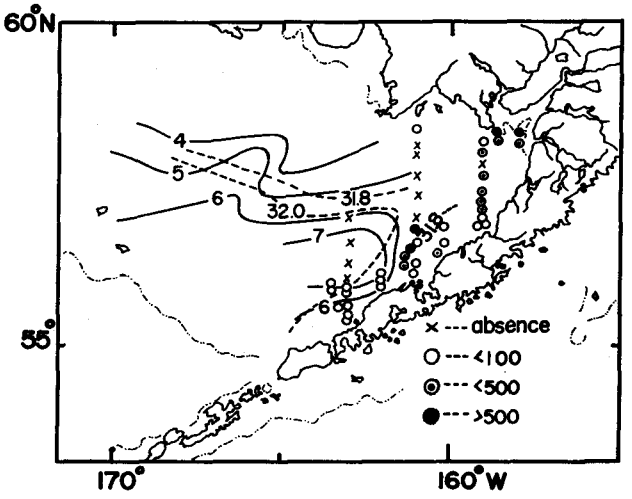

Fig. 18. Relation between the distribution of juvenile sockeye salmon and sea conditions in Bristol Bay in the summer of 1969.

Table 1. *Dominant age groups of the three different races of sockeye salmon (O. nerka).*

Race	Age	Reference
Asian		1956～1970
Western Kamchatka	5_3 6_3 5_2	1956～1970
Eastern Kamchatka	6_3 5_2 5_3	1956～1970
Bristol Bay	5_3 4_2 5_2	
British Columbia	4_2	Foerster (1968)
Columbia R.	4_2 3_2	〃
Fraser R.	4_2 5_3 5_2	〃
Skeena R.	4_2 5_2 5_3	〃
Nass R.	5_3 4_2	

3). 年令組成

北太平洋におけるベニサケ3系統群の主要回帰年級魚を表1に示した。ベニサケの沖合分布は各系統群間に重複する水域をもちながら，それぞれ個有の生息域がみられる[9]。北米 (B.C) 系はアジア系に較べ魚体成熟が早い傾向を持ち，アジア系は海洋生活期が長く成熟の遅い傾向を有している。

ブリストル湾系はこれら2系統群の中間に位する属性を有し，従来 5_3 および 4_2 年魚が主要な回帰年魚であり，海洋生活期はむしろ北米 (B.C) 系に近い環境条件，すなわちベニサケの生活環境としては温暖型な生活水域に中心を持つ系統群と考えられる。

結　　論

1970年からのブリストル湾沖合の寒冷化は，ベニサケ降海幼魚の海洋生活の初期における成長および生残率に悪影響を与えていることが考えられ，従来の温暖型な環境に適応していた卓越群 (5_3, 4_2 年

魚）が劣勢となり，寒冷な環境に適応性を持つ海洋生活期の長いベニサケおよびシロサケが 1973 年のブ系サケマス回帰群の主群を形成したものと考えられる。

この問題は将来，ブリストル湾沖合に温暖期が到来した時，今回の寒冷期におけるこれらの異常現象がみられた魚種組成およびベニサケ年令組成と比較研究することは，ブ系ベニの生態学的研究および産業上に重要な課題であろう。

要　　約

1973 年度ブ系ベニの来游量は大減少をきたし，ブリストル湾沿岸漁民は勿論，日米間の漁業問題として大波紋を投げた。北海道大学水産学部練習船おしょろ丸は，1673 年夏期，北太平洋漁業委員会の日本側科学調査船として，東部ベーリング海のサケマス調査および海洋調査を行った。その結果，ブ系ベニの来游量は少なく，海況に異変を見たので従来の調査結果と比較して次の結論を得た。

1. 1970年以来，夏期におけるブリストル湾沖合の水温分布は従来に比較して 1～3° C 低下して，寒冷化している。
2. ブリストル湾沖合におけるサケマス回帰群の魚種組成は 1972 年以来，過去の組成と異なり，ベニザケの卓越型がみられず，出現比率が低下し，他方シロサケは増加して，両者の比率は相半する組成となった。
3. ブリストル湾沖合のベニサケ年令組成は，1971 年以来，従来ブ系ベニの優勢年魚としてみられた 5_3 の出現が激減し，他方 6_3 および 5_2 年魚は増加の傾向がみられ，1973 年には，海洋生活 3 年目魚（6_3, 5_2）で 77% を占め，海洋生活 2 年目魚（5_3, 4_2）は僅かに 20% である。
4. 1973 年のブリストル湾沖合ベニサケ年令組成中，5_3 年魚は僅か 14% となった。この年魚の降海期であった 1971 年は前年からブリストル湾の寒冷期であり，同湾内の水温の寒冷化，降海幼魚の分布水域の狭少化はベニサケ幼魚の発育生長に極めて重大な影響を与えたものと考えられる。
5. 1973 年度ブ系ベニの来游量が激減をみたことは，1970 年以来のブリストル湾沖合の海況にみられた，異常な寒冷化がブリストル湾系サケマスの生息環境に異変を与えたことが，大きな一因と考えられ，将来ブリストル湾に温暖期が到来した場合，これら異常現象のみられた魚種組成および年令組成を比較研究することが，ブ系ベニの生態学的研究および産業上の重要な課題である。

文　　献

1) Hartt, A. C., Lord, G. E. and Rogers, D. E. (1973). Monitoring migrations and abundance of salmon at sea. *First draft of FRI portion of U.S. contribution to INPFC Annual Report*-1973. *Fisheries Research Institute, Coll. of Fish., Univ.of Washington,* Seattle: Washington.
2) 水産世界 (1973). 4年ぶりに戻ったさけます漁業の決算. **22**, 36–42.
3) 北大水産学部 (1967–1974). おしょろ丸　北太平洋およびベーリング海調査. 海調漁試要報 **7–17**.
4) 小城春雄 (1973). ブリストル湾におけるベニサケ幼魚 *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) の分布と魚群構造. 北大水産彙報 **24**, 14–41.
5) Selifonov, M. M. (1970). クリル湖のネルカの幼魚の成長の諸問題. ソ連北洋漁業関係文献集 **95**, 59–73.
6) 藤井武治 (1968). Bering 海南東部における水塊分布とベニサケ等の分布回游 (Bristol 湾を含む大陸棚上). 水産海洋研究会報 **13**, 38–46.
7) 藤井武治 (1960). ベーリング海ベニサケ漁場の環境. 同誌. **15**, 96–103.
8) 藤井武治，増田紀義，西山恒夫(1965). サケマス初漁期にアッツ島南西方に発達する漁場の水理条

件ならびに魚群について．北大水産彙報 **16**, 154–163.
9) Margolis, L., Cleaver, F. C. Fukuda, Y. and Godfrey, H. (1966). Sockeye salmon in offshore waters. *Salmon of the North Pacific Ocean, Part 6 INPFC Bull.* **20**, 1–70.