

白令海阿留申海盆区夏季理化环境特征 及其与狭鳕分布和移动的关系

陈聚法 唐启升 王为祥 陈毓桢
李富国 金显仕 赵宪勇 戴芳群

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

摘 要 1993年6~8月,“北斗”号渔业资源调查船在白令海阿留申海盆区进行了狭鳕资源声学调查及渔场环境调查。应用本航次调查资料,本文阐述了调查海区温度、盐度及溶解氧分布特征,并分析了狭鳕分布和移动与理化环境的关系。结果表明:(1)阿留申海盆区为大面积低温水所覆盖,水温在10℃以下。温盐水平分布特征为公海区低温高盐,调查区的其余水域则为高温低盐。溶解氧水平分布比较均匀,表层溶氧含量在10mg/L左右;(2)温跃层位于25米和50米之间,一强冷水团控制着100米到200米左右的水层,其水温在3℃以下。盐度随深度增加而增加,溶解氧随深度的增加而降低;(3)狭鳕当年生幼鱼主要分布在海盆水系和东大陆架水系的混合区内,100米层幼鱼密集区水温在3~5℃,盐度在32.9~33.1,溶解氧在8~9mg/L;(4)夏季狭鳕成鱼主要在冷水团范围以内垂直移动,200米层成鱼密集区水温为3~4℃,盐度为33.2~33.6,溶解氧为6~8mg/L。

关键词 阿留申海盆, 海洋环境, 生态分布, 狭鳕

白令海地处太平洋最北端,狭鳕(*Theragra chalcogramma*)资源极为丰富。我国从1985年开始开发利用这一渔业资源,经济效益显著。“北斗”号渔业资源调查船于1993年夏季在阿留申海盆区进行了狭鳕资源声学评估和渔场环境调查,应用声学方法对北太平洋渔业资源进行调查,在我国尚属首次。

1 调查方法

环境因子观测与狭鳕资源声学调查同步进行,主要观测因子有水温、盐度和溶解氧。应用南森型采水器分层采集水样,温盐采样层次为0、25、50、100、150、200、250、300和500米,溶解氧采样层次为0、50、100、200、300和500米。调查区域和水文站分布见图1,调查日期为6月28日至8月2日。

收稿日期:1995-07-28。

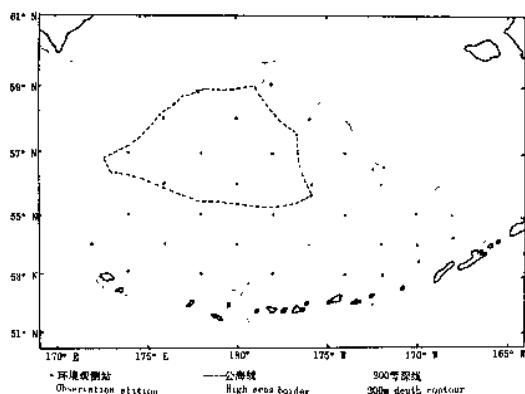


图1 调查区域和站位分布(1993.6.28-8.2)

Fig.1 The survey grid and stations June 28 - August 2, 1993

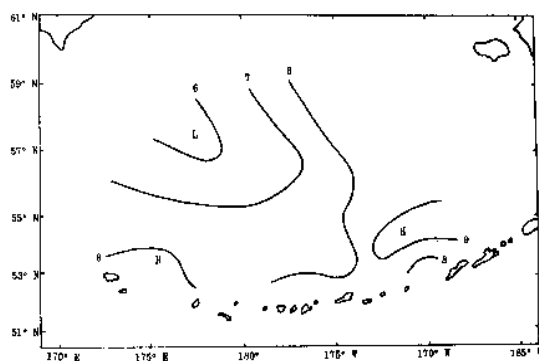


图2 阿留申海盆区表层水温分布

Fig.2 Distribution of surface temperature (°C) in the Aleutian Basin

2 结果与分析

2.1 阿留申海盆区温盐特征

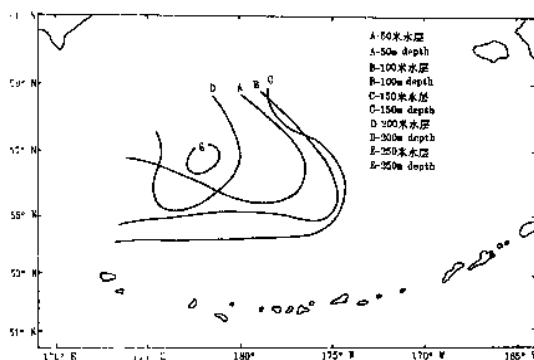


图3 不同水层3℃等温线的位置

A-50m B-100m C-150m D-200m E-250m

Fig.3 Locations of 3°C isotherm at different depths in the Aleutian Basin

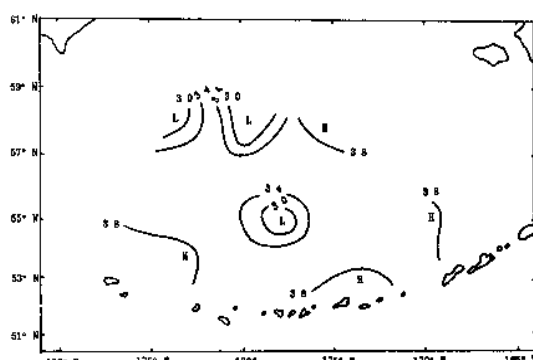


图4 阿留申海盆区500米层水温分布

Fig.4 Distribution of temperature (°C) at 500m depth in the Aleutian Basin

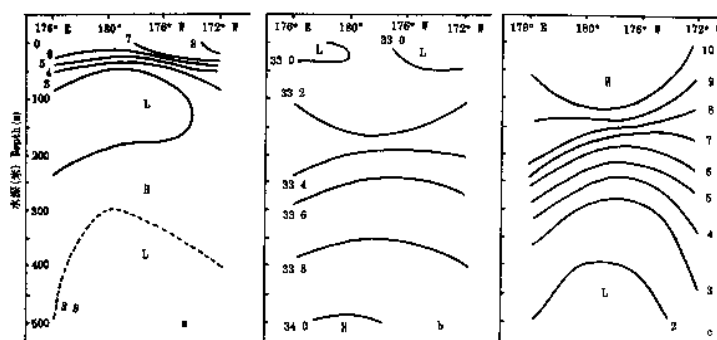
2.1.1 温度分布 表层水温分布趋势为南高北低和东高西低(图2), 整个公海区为低于7℃的冷水所占据, 冷水舌从这一区域向东南方向伸展。调查区的东南部也存在一高温水舌, 由东向西伸展, 这一水舌的形成, 除与该区南临岛屿、东靠陆架浅水区使其增温较快外,

还与该区调查日期偏晚有关(调查期间该区正值增温季节)。表层水温分布范围为 5.4°C – 9.6°C , 平均为 7.6°C 。由于上层海水的混合作用, 50 米以上水层水温分布趋势与表层大致相同。50 米至 250 米层, 一个重要的水文特征是存在一冷水团。如果以 3°C 等温线作为其边界, 则冷水团从 50 米层开始出现, 由此向下势力逐渐增强。冷水团的中心位于 150 米左右, 观测到的最低温度为 1.27°C , 冷水团覆盖水域的面积在 150 米层也达到最大。从 150 米层向下, 随着深度的增加冷水团强度逐渐减弱, 250 米层仅在公海区存在一小的低温闭合中心(图 3)。300 米至 500 米层, 温度水平分布非常均匀, 极差在 1.30°C 以下(表 1)。300 米层, 调查区中部水温低于其它海域。500 米层水温分布趋势跟表层较为一致(图 4)。

表 1 阿留申海盆区水温分布状况

Table 1 The horizontal distribution situation of water temperature in the Aleutian Basin of Bering Sea

水 层(米) Depths (m)	分 布 范 围($^{\circ}\text{C}$) Range of temperature ($^{\circ}\text{C}$)	极 差($^{\circ}\text{C}$) $T_{\max} - T_{\min}$ ($^{\circ}\text{C}$)	平 均 值($^{\circ}\text{C}$) Mean value($^{\circ}\text{C}$)
0	5.4 – 9.6	4.20	7.60
25	5.71 – 8.38	2.60	7.01
50	1.98 – 6.74	4.76	4.18
100	1.40 – 5.22	3.82	3.22
150	1.27 – 4.94	3.67	2.99
200	2.20 – 4.68	2.48	3.55
250	2.73 – 4.51	1.78	3.93
300	3.73 – 4.32	0.59	3.90
500	2.61 – 3.91	1.30	3.64

图 5 56°N 断面水温(a, $^{\circ}\text{C}$)、盐度(b, ‰)和溶解氧(c, mg/L)垂直分布Fig.5 The vertical distribution of temperature (a, $^{\circ}\text{C}$), salinity (b, ‰) and DO (c, mg/L) at section of 56°N

温度垂直分布具有如下特征(图 5)。表层至 25 米左右近乎垂直等温, 这一水层称为上匀和层; 温跃层位于 25 米和 50 米之间, 其强度在 $0.10 \sim 0.15^{\circ}\text{C}/\text{m}$; 50 米至 200 米左右为冷水团控制区, 其中心位于 150 米附近; 200 米至 300 米之间为一逆温水层, 但随深度增加温度递增非常缓慢, 300 米层与 200 米层温度差值仅为 0.3°C 左右, 只有极个别测站其差值

超过 1.0°C ; 300 米至 500 米层, 水温随深度增加而降低, 但降幅很小, 500 米层水温仅比 300 米层低 0.3°C 左右。简而言之, 调查海区表层至 500 米层自上而下可划分为上层暖水(0~50 米)、中层冷水(50~200 米)、次中层相对高温水(200~400 米)和下层低温水(400~500 米)。

2.1.2 盐度分布 影响盐度变化的因素很多, 就夏季白令海调查海区而言, 主要的影响因子有下面几个: 降水、径流、海流、海面蒸发和海水混合, 它们决定和支配着该海区盐度的分布和变化。表层盐度分布见图 6, 其分布趋势为东低西高。由于公海区远离大陆和岛屿, 沿岸低盐水难以扩展至此, 因此被高于 33 的高盐水所覆盖。调查海区的其余部分, 因临近岛屿或大陆架, 岛屿溶雪和降水形成的径流注入上述海区, 再加上低盐水的侵入, 使海水得以冲淡, 盐度普遍偏低。表层盐度分布范围为 32.49~33.15, 平均值为 32.89。

调查海区东部与 200 米等深线近于平行的带状水域, 等盐线密集, 盐度梯度明显, 可认为是海盆高盐水系与东大陆架低盐水系的混合区^[1]。对照其它层次的水温分布状况, 可以看出水系的这种分布型式可持续到 150 米左右的水层。不过, 随着深度增加, 公海高盐水舌逐渐西缩。200 米层, 调查区东部低盐水侵入海盆区并被高盐水分隔成两个低盐闭合中心(图 7)。250 米和 300 米层, 盐度分布跟 200 米层大致相同; 500 米层, 其分布趋势跟表层相似。事实上, 盐度水平分布非常均匀, 各水层盐度极差均在 0.8 以下, 100 米层仅为 0.47(表 2)。另外, 500 米层平均盐度比表层高 1.0 左右。

盐度垂直分布不像水温那样复杂, 其总的分布趋势是随深度增加而增加(图 5)。当深度增加 100 米时, 盐度一般升高 0.2 左右, 只有部分测站 250 米层盐度比 150 米层高 0.4 左右。

2.2 阿留申海盆区溶解氧分布

各站表层海水溶解氧含量比较接近, 其值为 $9.76 \sim 10.56\text{mg/L}$ 。表层溶解氧分布趋势, 公海区及其周围海域氧含量较高, 其余海域氧含量相对较低(图 8)。

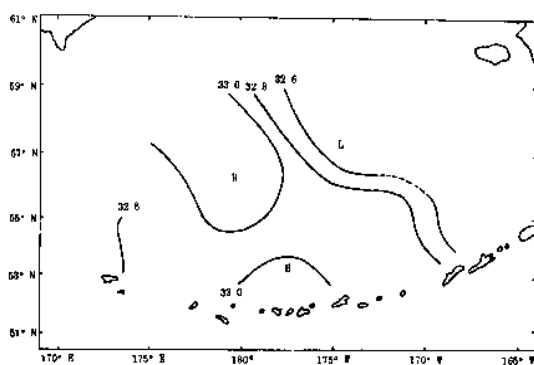


图 6 阿留申海盆区表层盐度分布

Fig.6 Distribution of surface salinity in the Aleutian Basin

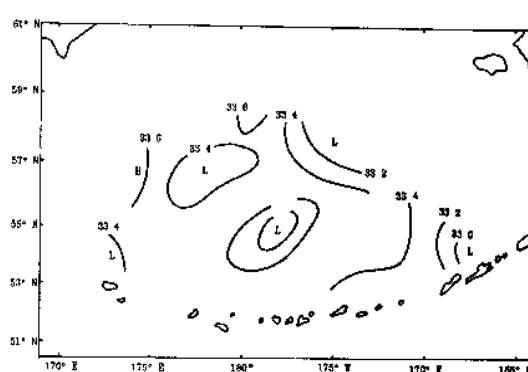


图 7 阿留申海盆区 200 米层盐度分布

Fig.7 Distribution of salinity at the 200m depth in the Aleutian Basin

表 2 阿留申海盆区盐度分布状况

Table 2 The horizontal distribution situation of salinity in the Aleutian Basin

水 层(米) Depths (m)	分 布 范 围 Range of salinity	极 差 Smax - Smin	平 均 值 Mean value
0	32.49 - 33.15	0.66	32.89
25	32.43 - 33.11	0.68	32.86
50	32.59 - 33.22	0.63	33.01
100	32.82 - 33.29	0.47	33.14
150	32.89 - 33.38	0.49	33.20
200	32.97 - 33.66	0.68	33.39
250	33.12 - 33.82	0.70	33.54
300	33.18 - 33.91	0.73	33.66
500	33.61 - 34.12	0.51	33.94

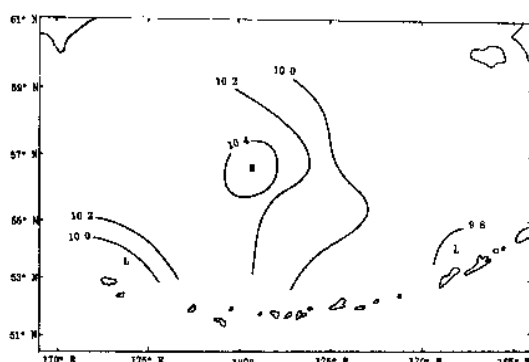


图 8 阿留申海盆区表层溶解氧分布

Fig.8 Distribution of dissolved oxygen at the surface in the Aleutian Basin (mg/L)

对照表层水温分布,可以发现,溶解氧含量主要受水温控制,溶解氧与水温呈负相关,水温越高,溶解氧含量越低,反之亦然。50 米和 100 米层,溶解氧分布趋势跟表层大体一致;200 米和 300 米层,溶解氧分布比其它层次复杂一些,公海水域高氧区与低氧区交替出现,200 米等深线外侧水域为高氧水所控制;500 米层,溶解氧分布趋势跟表层完全相反,公海区溶解氧含量低于其它水域。500 米层溶解氧分布范围为 1.42~2.57mg/L,均值为 1.97mg/L(表 3)。

溶解氧垂直分布总趋势是随水深的增加而降低(图 5),表层至 100 米层,溶解氧递减非常缓慢,100 米层溶

解氧均值仅比表层低 1.3mg/L 左右;100 米至 300 米层,溶解氧的递减速率为 0.03mg/L/m;400 米至 500 米之间,水中溶解氧含量几乎不随深度变化,其值在 2.0mg/L 左右。

2.3 狭鳕分布和移动与理化环境的关系

2.3.1 狭鳕分布区环境状况 当年生狭鳕幼鱼主要分布在表层至 120 米之间,狭鳕成鱼的分布水层则在 150—250 米。由表 4 可见,狭鳕幼鱼分布区温度、盐度和溶解氧的分布范围分别为 2~9℃、32.5~33.5 和 8~10mg/L;狭鳕成鱼分布区温度在 2~4℃、盐度在 33.0~33.8、溶解氧在 6~8mg/L。另外,100 米层,幼鱼密集区水温在 3~5℃、盐度在 32.9~33.1、溶解氧在 8~9mg/L。200 米层狭鳕成鱼密集区水温在 3~4℃、盐度在 33.2~33.6、溶解氧在 6~8mg/L。

2.3.2 狭鳕幼鱼密集区与水系的关系 由图 9 可见,夏季当年生狭鳕幼鱼主要分布在海盆高盐水系和东大陆架低盐水系的混合区内,此处海水辐合度较大、营养盐类丰富、浮游生物大量繁殖。由于这些有利的地理和饵料条件,使得该区域成为当年生狭鳕幼鱼良好的栖息

场所^[2]。

表 3 阿留申海盆区溶解氧分布状况

Table 3 The horizontal distribution situation of dissolved oxygen in the Aleutian Basin

水 层(米)	分 布 范 围(mg/L)	极 差 (mg/L)	均 值 (mg/L)
Depths (m)	Range of DO (mg/L)	DOmax - DOmin (mg/L)	Mean value (mg/L)
0	9.76 - 10.56	0.80	10.13
50	7.29 - 10.50	3.21	9.46
100	6.54 - 10.32	3.78	8.84
200	4.92 - 8.85	3.93	7.31
300	2.55 - 5.74	3.19	4.08
500	1.42 - 2.57	1.15	1.97

表 4 狭鳕分布区环境状况

Table 4 The environmental situation of the distribution areas of walley pollock

生命阶段	层次(米)	水温(℃)	盐度(‰)	溶解氧(mg/L)
Life stage	Depths(m)	T(℃)	S	DO (mg/L)
当年生幼鱼 Juveniles	0	7 - 9	32.5 - 33.0	10 or so
	50	3 - 6	32.6 - 33.0	8 - 10
	100	2 - 5	32.9 - 33.1	8 - 9
成 鱼 Adult fish	150	2 - 4	33.0 - 33.2	/
	200	3 - 4	33.0 - 33.6	/
	250	3 - 4	33.2 - 33.8	6 - 8

2.3.3 狭鳕幼鱼垂直移动与温跃层的关系 7 月份,调查海区温度跃层位于 25~50 米之间。对照白天不同时刻狭鳕幼鱼的分布水层,可以发现,白天狭鳕幼鱼主要分布水层(60~120 米),位于温跃层之下,换句话说,白天幼鱼一般不穿过温跃层而进入上匀和层内活动。然而夜间大部分时间幼鱼分布在表层和 20 米之间。这说明,温跃层对狭鳕幼鱼的垂直移动没有构成大的影响。夜间幼鱼上浮的原因,很可能与索饵有关。

2.3.4 狭鳕成鱼垂直移动与冷水团的关系 7 月份,白天狭鳕成鱼密集在 175~225 米水层,即冷水团中心以下至底部这一深度范围。夜间狭鳕成鱼垂直移动也比较明显,但其幅度比幼鱼小得多,分布水层为 120~180 米。由此可见,狭鳕成鱼主要在冷水团范围以内垂直移动。夜间狭鳕成鱼不上浮到上匀和层内活动的原因有下面几个:①温跃层妨碍其垂直移动;②冷水团内部有足够的饵料可食无需到上层寻觅;③其它原因。

2.3.5 溶解氧对狭鳕分布水层的影响 一般来说,当水中氧含量高于 5mg/L 时,鱼类生活不会受到影响。但是,当溶解氧过低时,不仅鱼类生长发育受到影响,而且其存活也将受到威胁^[3]。在白令海调查海区的大部分海域,300 米层以下水中氧含量低于 5mg/L,狭鳕在此罕有分布,这表明溶解氧是影响狭鳕分布和移动的因子之一。由于氧含量过低,即使在白天狭鳕也很少下沉到 350 米以下。当然溶解氧不是影响狭鳕分布的唯一因子,其他的环境因子,比如压力、水温和饵料状况,也对狭鳕的栖息水层有着重要的影响。

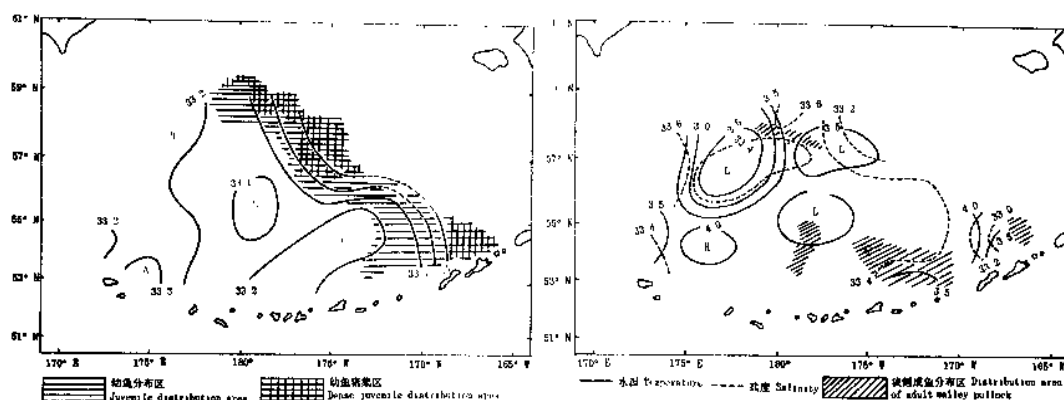


图9 当年生狭鳕幼鱼分布区与100米层盐度的关系

Fig.9 Relationship between the distribution area of juvenile walleye pollock and salinity at 100m depth

图10 狭鳕成鱼分布区与200米温、盐度的关系

Fig.10 Relationship between the distribution area of adult walleye pollock and the temperature and salinity at 200m depth

3 小结和讨论

3.1 夏季阿留申海盆区为大面积低温水所覆盖,调查海区表层至500米温度变化在 $1.3\sim 9.6^{\circ}\text{C}$,盐度变化在 $32.4\sim 34.1$,溶解氧变化在 $1.42\sim 10.60\text{mg/L}$ 。温跃层位于25~50米之间,冷水团位于50~250米之间。盐度随深度增加而增加,溶解氧随深度增加而降低。

3.2 当年生狭鳕幼鱼主要分布在海盆水系和东大陆架水系的混合区内,其垂直移动十分明显,夜间它们可穿越温跃层而进入上匀和层甚至表层活动。狭鳕成鱼主要在冷水团范围以内垂直移动,它们很少下沉到350米以下,部分原因是由于那儿的溶氧过低。

3.3 由图10可见,狭鳕成鱼分布与等温、等盐线的分布趋势的关系似乎不明显,对于这种现象可作如下解释。200米层,调查海区温盐度分布相当均匀,温度变化在 $2.20\sim 4.68^{\circ}\text{C}$ 、盐度变化在 $32.97\sim 33.66$,所有测站的温、盐度值均未超出狭鳕的适宜范围。如果仅考虑温盐要素的影响,整个调查海区应为狭鳕良好的栖息场所,但狭鳕的分布也受到其他因素(比如饵料状况)的制约,在适温、适盐海区出现狭鳕分布的密集区、稀疏区甚至无分布区都不足为怪。

参 考 文 献

- [1] 李凤岐等,1989。用模糊集合观点讨论水团的某些概念。青岛海洋大学学报,19(I-Ⅱ):210-219。
- [2] 张瑞安等,1989。黄海西部春季海洋锋及其与渔业的关系。青岛海洋大学学报,19(I-Ⅱ):199-203。
- [3] 唐逸民,1980。水产海洋学基础,17-19。农业出版社。
- [4] 唐启升等,1994。白令海阿留申海盆区狭鳕当年生幼鱼数量分布的调查。中国水产科学,1(1):37-47。
- [5] 马绍赛,1989。黄东海越冬鳕鱼的分布与水文的关系。水产学报,13(3):201-206。
- [6] 朱德山等,1990。黄东海鳕鱼及其它经济鱼类声学评估的调查研究。海洋水产研究,11:1-142。
- [7] 邱道立等,1986。渤海增殖环境水文特征。海洋水产研究,7:120-133。

THE CHARACTERISTICS OF PHYSICOCHEMICAL ENVIRONMENT AND THEIR RELATIONSHIPS TO THE DISTRIBUTION AND MIGRATION OF WALLEY POLLOCK *THELAGRA CHALCOGRAMMA* IN THE ALEUTIAN BASIN OF BERING SEA IN THE SUMMER

Chen Jufa Tang Qisheng Wang Weixiang Chen Yuzhen

Li Fuguo Jin Xianshi Zhao Xianyong Dai Fangqun

(Yellow Sea Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

ABSTRACT During June to August, 1993, the acoustic survey for walley pollock and the investigation of environment inhabited by them in the Aleutian Basin of Bering Sea were carried out by R/V BEI DOU. Based on the data obtained from this survey, the distributions of temperature, salinity and dissolved oxygen in surveyed area are described in this paper, which also analyses the relationships between the distribution and migration of walley pollock and physico-chemical environment. The results show that: (1) The Aleutian Basin waters were dominated by the extensive water of lower temperature, the temperature was below 10°C. The horizontal distributions of temperature and salinity were that the temperature and salinity in the High Seas area was lower and higher than those in the remaining part of surveyed area respectively. The horizontal distribution of dissolved oxygen (DO) was relatively homogeneous. At the surface the content of DO was about 10 mg/L. (2) The thermocline was observed. The water column between 100m and 200m in depth was dominated by a strong cold water - mass and its temperature was below 3°C. The salinity and dissolved oxygen increased and decreased with increasing depth respectively. (3) The main distribution areas of age zero walley pollock were situated in the mixing zone between the Sea Basin Water - system and the Eastern Continental Shelf Water - system. In the high schooling areas of age zero walley pollock, the temperature, salinity and dissolved oxygen at the depth of 100m were 3 - 5°C, 32.9 - 33.1 and 8 - 9mg/L respectively. (4) In summer the vertical migration of adult walley pollock was generally within the cold water - mass limits. In the high schooling areas of adult fish, the temperature, salinity and dissolved oxygen at the depth of 200m were 3 - 4°C, 33.2 - 33.6 and 6 - 8 mg/L respectively.

KEYWORDS Aleutian Basin, Marine environment, Ecological distribution, Walley pollock