

# 北太平洋狭鳕资源声学评估调查研究

唐启升 王为祥 陈毓桢 李富国 金显仕 赵宪勇 陈聚法 戴芳群

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

**提 要** 1993年夏季使用“北斗”号渔业调查船对北太平洋的狭鳕进行资源声学评估和渔场环境调查, 调查覆盖面积达76万平方公里。调查结果表明: 夏季白令海阿留申海盆区50—200 m为冷水团占据, 水温为1.3—4.9℃。狭鳕成鱼主要分布于海盆区东南部及公海区, 主要栖息在175—225 m层。在公海区东北部与陆架之间, 首次发现大量狭鳕当年生幼鱼, 主要栖息在80—100 m层。成鱼和幼鱼均有明显昼夜垂直移动。海盆区狭鳕平均叉长52.6 cm, 平均体重1095 g, 个体较往年偏大, 公海区狭鳕资源评估结果为5.2万吨, 预计1995年公海狭鳕资源将逐渐恢复。夏季鄂霍次克海公海区50—150 m为较强冷水团占据, 水温为-1.2—0.2℃。狭鳕密集分布区在北纬55°以北的500 m等深线以浅海区, 主要分布水层在冷水团下方的150—300 m处。该海区狭鳕平均叉长38.3 cm, 平均体重358.7 g, 优势年龄组成为5—6龄, 资源状况良好。

**关键词** 北太平洋, 狭鳕, 分布, 资源, 声学评估, 环境

狭鳕(*Theragra chalcogramma* Pallas)广泛分布于北太平洋, 是世界海洋资源最为丰富的经济生物种类之一, 1990年渔业产量为579万吨, 为我国远洋大型拖网渔船的主要捕捞对象。1988年以来, 随着白令海公海和鄂霍次克公海狭鳕渔业国际化, 捕捞与管理、沿岸国与捕鱼国的矛盾激化, 狭鳕资源和渔业问题成为引人注目的区域性问题的。

根据农业部下达的科研任务, 黄海水产研究所使用“北斗”号渔业调查船, 于1993年6月10日至8月24日首次对白令海阿留申海盆区和鄂霍次克公海狭鳕进行声学/中层拖网资源评估和环境调查, 有效声学调查航程为10365海里, 资源评估覆盖面积达76万平方公里。本文报导了这次调查的主要研究结果, 它包括上述调查海区的理化环境、狭鳕分布、垂直移动、生物学特性、资源状况及声学资源评估的有关问题。

## 1 材料和方法

### 1.1 理化因子观测

理、化环境调查与狭鳕资源声学评估调查同步进行。主要观测要素为水温、盐度和溶解氧等。5 m层水温由EA2P00型水温计走航式连续观测, 其它要素的观测均系在狭鳕资源声学评估航线上, 按断面设调查站定点进行。水温从SWM-B型颠倒温度计观测。盐度和溶解氧系以

南森型颠倒采水器分层采样后,使用 HD-3型电导盐度计和 RSS-5100型测氧仪测定。水温、盐度的观测水层为表层、25、50、100、150、200、300、500 m。溶解氧的观测水层为表层、50、100、200、300、500 m。

## 1.2 中层拖网取样及生物学分析

“北斗”号调查船采用单船变水层尾拖式拖网进行渔业资源采样。中层拖网为四片式,网口 162目×400厘米,拉直周长648 m,网口高度38—40 m,网板扩张间距121—123 m,网具阻力12吨。根据鱼群分布密度,拖网时间为1—3小时,拖速3.5—3.7节。拖网过程中,使用有线式网位仪(SIMRAD ET-100, FR-500)和无线式网位仪(SCANMAR 4001,4004,4016)监测网具的所在水层和网口高度。

对中层拖网的全部渔获物进行分鱼种定量分析和常规鱼类生物学测定。雌性性腺成熟度和摄食等级分别采用1—6期和0—4级标准。年龄鉴定采用耳石,取其横断面,以灼烧法处理后在立体显微镜下观察其年轮。

## 1.3 资源量评估

“北斗”号装备的声学探鱼—积分系统为 SIMRAD EK400/38千赫科研探鱼仪+SIMRAD QD 回声积分仪+IBM PC 计算机。调查中,令回声积分仪—计算机每5海里打印输出一次鱼群映像积分值(称 M 值或  $S_A$  值),即相对资源量指标,设置的积分水层分别为5—100 m、100—150 m、150—175 m、175—200 m、200—225 m、225—250 m、250—300 m、300—581 m 以及海底以上0.5—10 m层。调查航速为8—11节。调查开始及航次结束前,使用直径60 mm 铜球作为标准反射体[Foote 等,1983]对回声—积分系统分别进行声学校正和系统电学测量,结果无显著差异,仪器常数  $C_1$  值为1.77。

由于本次调查未能进入美国12海里管辖区内(特别是资源密度较高的阿留申群岛近岸区)以及在鄂霍次克海遇到的意外情况,难以正确评估整个调查海区狭鳕资源数量,故仅对白令海公海和鄂霍次克公海北部部分海区狭鳕资源数量进行评估。资源数量计算式为:

$$N = C \cdot M \cdot A$$

式中,  $A$  为资源所占据的面积;  $C$  为转换系数。  $C$  可表达为:

$$C = C_1 \cdot C_F$$

$$C_F = 1/(4\pi \cdot 10^{0.1TS})$$

式中,  $C_1$  为仪器常数;  $C_F$  为狭鳕的声学特性;  $TS$  为鱼体目标强度。Foote 和 Traynor[1988]对狭鳕目标强度的研究结果为:

$$TS = 20 \log l - 66.0 \text{ dB}$$

调查中,通过对6个水层计3289个单体鱼映像的实际测量,得到一个新的目标强度( $TS$ )与鱼体长度( $l$ ,叉长,厘米)关系式:

$$TS = 20 \log l - 68.6 \text{ dB}$$

为便于与国外同类调查结果进行比较,分别采用了方区法和断面法计算资源量。

方区法:按 $1^\circ N \times 2^\circ E$ (或  $W$ )大小,将阿留申公海区划分为18个方区,其资源数量( $N$ )计算式为:

$$N = \sum_{i=1}^E \sum_{j=1}^6 C_{ij} \cdot M_{ij} \cdot A_{ij}$$

断面法:将公海区按调查航线共分7条间距相近(约44海里)的断面,其资源量计算式为:

$$N = \sum_{i=1}^7 C_i \cdot M_i \cdot A_i$$

## 2 结果

### 2.1 阿留申海盆区

#### 2.1.1 理化环境特征

白令海调查海区各水层水温的水平分布呈南高北低、东高西低之势,公海区为冷水所占据。表层水温分布范围为5.4—9.6℃(图1),200—500 m层水温水平梯度较小,分布范围为3—4℃。从水温的垂直分布看:表层至25 m层,由于水交换强烈而垂直等温。25 m至50 m层降温幅度较大,温差一般在3—4℃,跃层强度在0.14℃/m左右。50—200 m层基本为冷水团所占据,冷水团中心约在150 m层,水温为1.3—4.9℃。200—300 m之间为一逆温水层,但水温升幅小,水深增加100 m,温度升高0.3℃左右。300 m以深水温又开始下降,至500 m温度降幅在0.1—0.2℃之间(图2)。

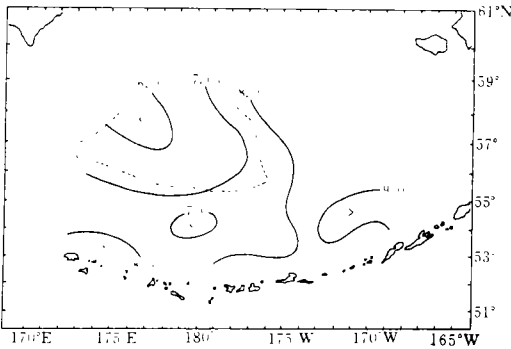


图1 阿留申海盆区表层水温(TC)分布  
(1993.6.28—8.02)

Fig.1 Temperature (TC) contour at 0 m depth in the Aleutian Basin  
(June 28—August 2, 1993)

白令公海区由于远离大陆和岛屿,表层由大于33的高盐水所覆盖。公海以东,荷兰港以北及阿图岛以北海域,因夏季溶雪及降水形成的径流入海,盐度普遍偏低。表层盐度分布范围为32.5—33.2(图3)。100 m层以深,盐度值增高,除阿留申群岛及东部陆架近岸水域盐度较低(33.2左右)外,大部分海盆区盐度均在33.4—34.0之间。盐度的垂直分布趋势为随深度增加

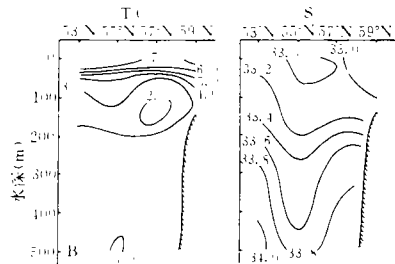
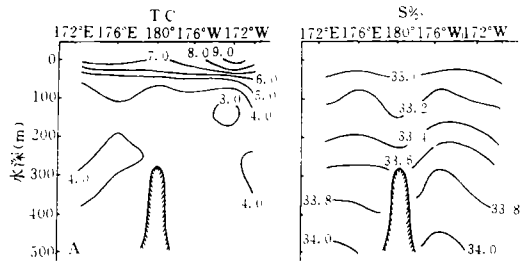


图2 阿留申海盆区54°N(A)和178°W(B)断面水温(TC)、盐度(S‰)垂直分布

Fig.2 Vertical distributions of temperature (TC) and salinity (S‰) at sections of 54°N(A) and 178°W(B) in the Aleutian Basin (June 28—August 2, 1993)

而较均匀地递增,基本无明显的跃层。

表层海水溶解氧(DO)含量较高,全部呈饱和状态(大部分海区饱和度为105—110%),水平分布较均匀,白令海东北部陆架及阿留申群岛东部沿岸水域 DO 含量高于海盆区中部,分布范围为9.8—10.6 mg/L。DO 含量随深度增加而下降(图4),300—500 m 层 DO 含量约为6—2mg/L。由于受风浪影响,上层海水交换强烈,DO 与温、盐度关系不明显。从100 m 层开始,DO 与温、盐度基本呈负相关。

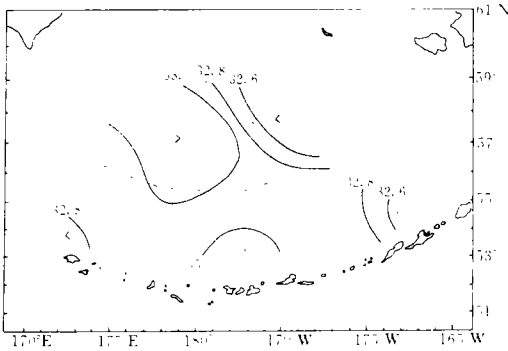


图3 阿留申海盆区表层盐度分布  
(1993. 6. 28—8. 02)

Fig. 3 Salinity contour at 0 m depth  
in the Aleutian Basin (June 28—August 2, 1993)

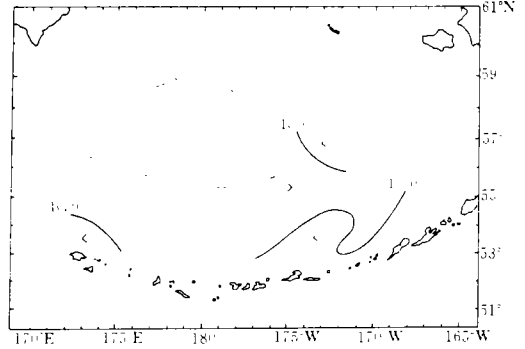


图4 阿留申海盆区表层溶解氧(DO mg/L)分布  
(1993. 6. 28—8. 02)

Fig. 4 DO(mg/L) contour at 0 m depth in the  
Aleutian Basin (June 28—August 2, 1993)

### 2.1.2 分布和垂直移动

狭鳕幼鱼主要分布于阿留申海盆区北部和东部,距200 m 等深线平均100海里左右(图5),密集中心位于北纬57°30′、西经175°,最高声学积分值(M 值)达498,M 值超过100的海区达3万平方公里。另一幼鱼密集分布区位于西经168°以东的波哥斯洛夫岛(Bogoslof)附近,M 值100左右。海盆区东北部狭鳕幼鱼叉长范围为29—47 mm,平均叉长40.2 mm,平均体重0.43 g。波哥斯洛夫岛附近海域幼鱼个体明显偏小,叉长范围为11—17 mm,平均叉长13.8 mm,平均体重0.03 g。

7月份分布在海盆区的当年生狭鳕幼鱼垂直移动现象十分明显。日间(当地时间08—14时)幼鱼主要在80—120 m 层,16时后鱼群逐渐向上移动,晚20时鱼群上升至20—60 m 层,午夜(22—02时)鱼群密集在海表层至10 m 层。位于高纬度的白令海区夏季3—4时已出现晨光,鱼群迅速下潜至60—90 m 层并逐渐稳定在100 m 层上下。不论鱼群分布在哪一水层,幼鱼具有集群分布的习性,鱼群厚度一般为10—20 m。

狭鳕成鱼在阿留申海盆区分布面较广,分布面积约占整个调查海区的四分之三,但鱼群密度较低,最高密集区位于海盆区东南部阿木科塔岛(Amukta)北侧,M 值200以上(图6)。此外,狭鳕相对分布密集区为:北纬55°以南、180°以东阿留申群岛北侧和公海区中部。若按资源密度计:北纬55°以南狭鳕资源量占海盆区的70%;180°以东狭鳕资源量占海盆区的89%。M 值50以上的相对密集区在阿木科塔岛北部为2000平方海里;海盆区东端为2000平方海里;鲍威尔斯海岭东侧约1000平方海里;公海区中部一带约600平方海里。

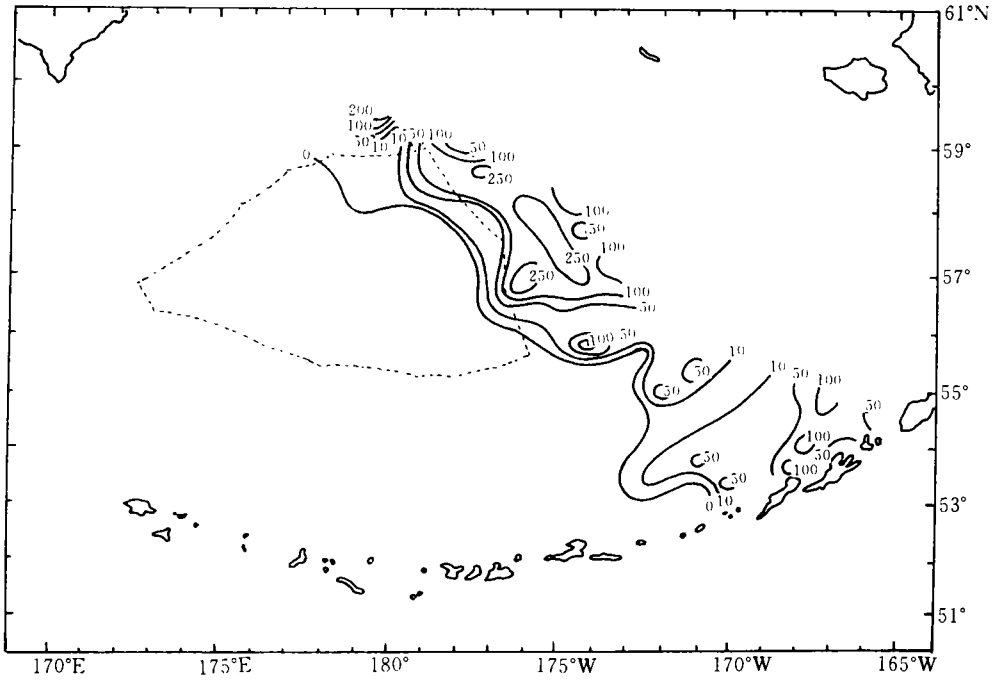


图5 阿留申海盆区狭鳕幼鱼分布及其相对密度 ( $S_A$  值, 1993. 6. 28—8. 02)

Fig. 5 Distribution and relative density ( $S_A$  value) of the juvenile walleye pollock in the Aleutian Basin (June 28—August 2, 1993)

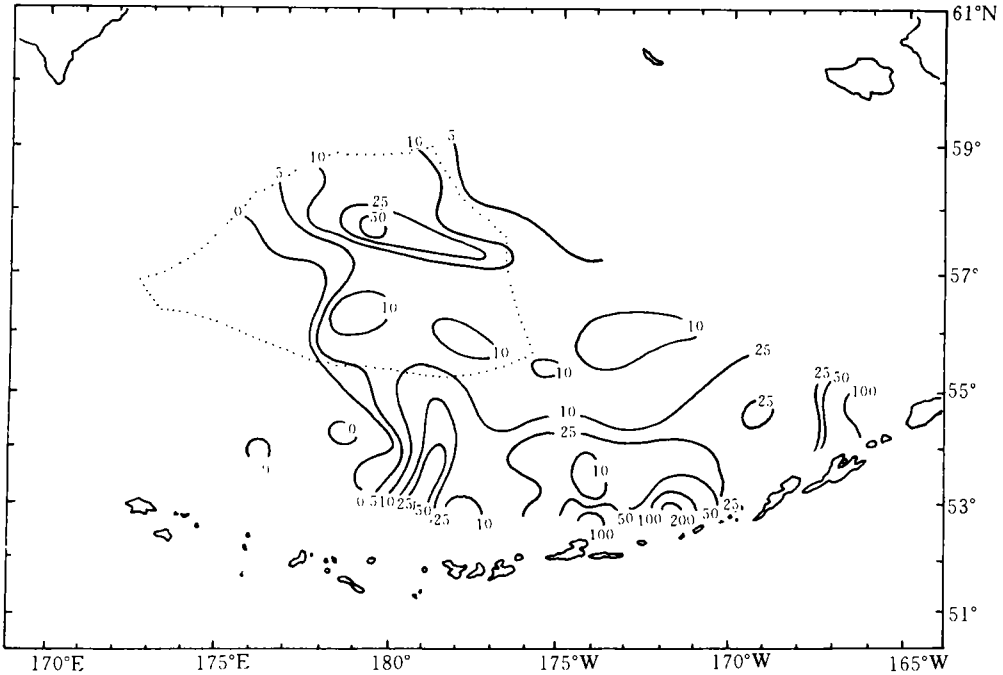


图6 阿留申海盆区狭鳕资源分布及其相对密度 ( $S_A$  值, 1993. 6. 28—8. 02)

Fig. 6 Distribution and relative density ( $S_A$  value) of walleye pollock in the Aleutian Basin (June 28—August 2, 1993)

夏季狭鳕成鱼分布水层较广,从近表层20—30 m处至水深400 m处均可发现鱼群,但是,100—250 m层鱼群分布数量较多,约占整个分布水层的76%。狭鳕成鱼的昼夜垂直移动比较规律:晨光始至日出前(约06时前后)鱼群主要分布于100—150 m层;日出后(约08时)鱼群逐渐下潜;午时鱼群潜至220—280 m,之后又逐渐上移;从16时至日落(约20时)鱼群主要分布在160—240 m层;入夜后鱼群上浮,分布水层较浅,主要在120—180 m层,鱼群亦较分散(图7)。调查期间,狭鳕强烈摄食,主食桡足类和磷虾,2—4级胃饱满度约占50%,平均1.5级。另据声学映像分析,狭鳕垂直移动与饵料生物的移动规律颇为一致。故认为这一行动规律与夏季狭鳕摄食习性有关。

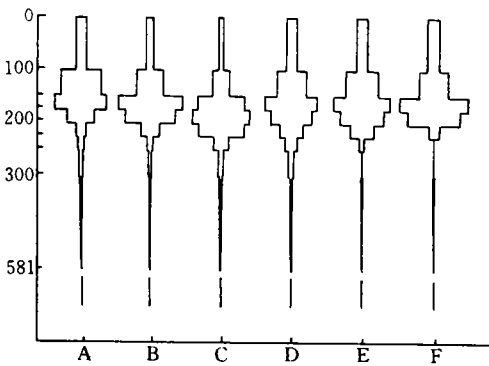


图7 阿留申海盆区狭鳕垂直分布

(时间:A—0400—0600,B—0600—0800,  
C—0800—1600,D—1600—1800,  
E—1800—2000,F—2000—0400)

Fig. 7 Vertical distribution of walleye pollock in the Aleutian Basin (Time: A—0400—0600, B—0600—0800, C—0800—1600, D—1600—1800, E—1800—2000, F—2000—0400)

2.1.3 生物学特性

海盆区北部和南部狭鳕的叉长组成相近,叉长分布范围分别为410—620 mm和460—590 mm,平均叉长527.0和528.5 mm;波哥斯洛夫海区狭鳕个体略小,叉长分布范围410—620 mm,平均叉长520.5 mm;乌尼马克(Unimark)近岸海区狭鳕个体最小,叉长组成与上述三个海区狭鳕的叉长组成差异显著,平均叉长仅476.9 mm(图8)。调查海区狭鳕的叉长(FL, mm)与体重(W, g)之间呈幂函数关系,其关系式为:

$$W = 2.567 \cdot 10^{-6} \cdot FL^{3.1662}$$

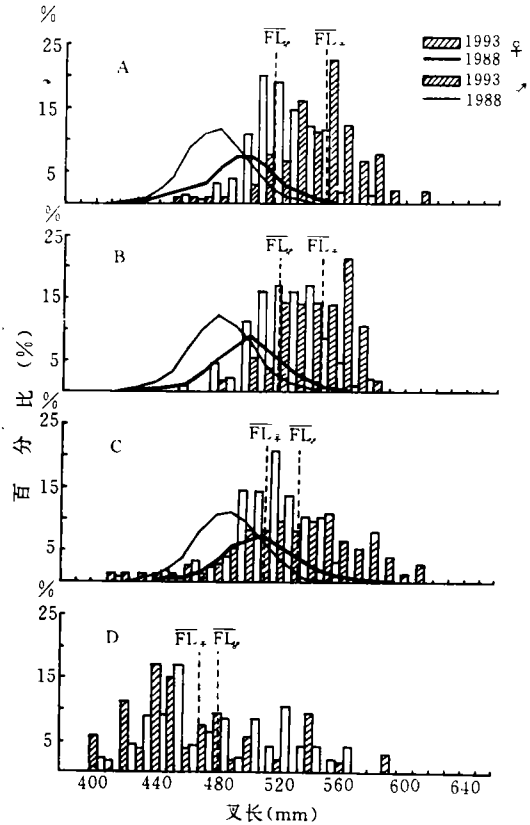


图8 白令海各海区狭鳕叉长分布 (1993. 6. 28—8. 02)。

A—北部海盆区; B—南部海盆区; C—波哥斯洛夫海区; D—乌尼马克海区。

Fig. 8 Fork length distribution of walleye pollock in different parts of the Bering Sea (June 28—August 2, 1993). A—Northern part of the Aleutian Basin; B—Southern part of the Aleutian Basin; C—Bogoslof area; D—Unimark area

白令海海盆区狭鳕群体的年龄组成为4—20龄,优势年龄组为11—15龄。其中,11龄鱼(1982年世代)和15、14龄鱼(1977、1978年世代)所占比例较高(均各超过10%)。白令海东部的乌尼马克近岸区狭鳕的年龄组成偏低(2—18龄),优势年龄组为3—4龄(1989、1988年世代),3—4龄鱼约占群体组成的50%(图9)。

阿留申海盆区雄性狭鳕所占比例大于雌性,雄性狭鳕所占比例为65%左右,雌性狭鳕约为35%,但是乌尼马克近陆架区雌性狭鳕所占比例大于雄性,雌、雄性比例为53:47。调查期间,海盆区狭鳕的性腺成熟度主要为Ⅱ期,约占80%以上,个别个体正待产卵(V期),平均GSI(‰)为28。近陆架的乌尼马克海区雌性狭鳕的性腺成熟度,83.0%为产卵后不久的Ⅵ—Ⅱ期,Ⅱ期性腺占13.2%,另有3.8%的雌性个体尚待产卵(N),平均GSI(‰)为12(表1)。可见,调查海区的狭鳕存在着不同的产卵群。北部海盆区、南部海盆区及波哥斯洛夫岛海区的狭鳕主要产卵期约为2—4月,其中波哥斯洛夫岛附近海区狭鳕的产卵期略早。乌尼马克海区狭鳕的产卵期较迟,主要产卵期当在4—6月。

2.1.4 资源评估

使用 Foote 和 Traynor[1988]目标强度研究结果,白令海公海区狭鳕资源数量评估为4703万尾,生物量为5.2万吨。两种评估方法的结果没有实质差异(表2,3)。该调查结果与1988年夏季日本远洋渔业研究所使用同样资源量评估方法(和TS值)评估结果比较[Anon, 1990],1993年夏季阿留申海盆区狭鳕资源量约为1988年同期的1/6。

若使用本次调查实测的TS值结果,公海区狭鳕资源数量为8558万尾,生物量为9.4万吨。

表1 白令海阿留申海盆区狭鳕雌、雄性及雌性性腺成熟度 (1993. 6. 28—8. 02)

Table 1 Sex ratio and female maturity of walleye pollock in the Aleutian Basin of the Bering Sea (June 28—August 2, 1993)

海区	雌雄性比(%)		雌性性腺成熟度(期,%)					性腺成熟度系数(%) GSI*
	♀	♂	Ⅰ	Ⅱ—Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ—Ⅱ	
北部海盆区	38.6	63.4	96.3	2.8			0.9	29.8
南部海盆区	34.8	65.2	93.0	1.7				25.3
波哥斯洛夫岛	33.0	67.0	81.8	12.1				6.1
乌尼马克岛	53.0	47.0	13.2		3.8			83.0

\* GSI=性腺重/净体重×1000; GSI=Gonad weight/Net body weight×1000

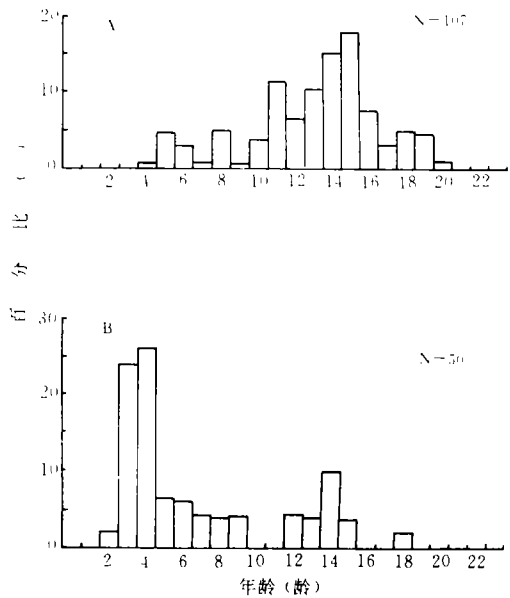


图9 白令海海盆区(A)和乌尼马克近岸区(B)狭鳕群体组成(1993. 6. 28—8. 02)  
Fig. 9 Age composition of walleye pollock in the Aleutian Basin (A) and the coastal waters of Unimak (B) (June 28—August 2, 1993)

表2 白令海公海区狭鳕资源方区法评估结果及计算参数\* (1993. 6. 28—7. 10)

Table 2 Abundance estimation of walleye pollock in the international water of the Bering Sea by means of subarea method and relevant parameters (June 28—July 10, 1993)

方区号		1	2	3	4	5	6	合计
		172°E—	174°E—	176°E—	178°E—	180°—	178°W—	
B 59°N	M			4.5	10.8	13.7		
	L			52.61	52.61	52.61		
	W			1095	1095	1095		
	A			2455	3386	3108		8949
	N			1.26	4.19	4.88		10.33
	B			1.385	4.585	5.339		11.309
C 58°N	M		0.1	3.2	22.0	9.5	15.2	
	L		52.61	52.61	53.30	52.61	51.42	
	W		1095	1095	1162	1095	1064	
	A		2581	3869	3869	3869	2300	16488
	N		0.03	1.42	9.49	4.21	4.19	19.34
	B		0.033	1.552	11.038	4.609	4.460	21.692
D 57°N	M	0	0	0	11.7	5.6	6.2	
	L				53.08	52.61	52.61	
	W				1130	1095	1095	
	A	1558	3474	3974	3974	3974	3312	20266
	N	0	0	0	5.23	2.55	2.35	10.13
	B	0	0	0	5.905	2.790	2.575	11.270
E 56°N	M			2.0	6.6	9.8	6.4	
	L			52.61	52.61	52.61	51.64	
	W			1095	1095	1066	1025	
	A			1266	2466	2881	2436	9049
	N			0.29	1.86	3.23	1.85	7.23
	B			0.318	2.041	3.446	1.898	7.703
合计								
	A	1558	6055	11564	13695	13832	8048	54752
	N	0	0.03	2.97	20.77	14.87	8.39	47.03
	B	0	0.033	3.255	23.569	16.184	8.993	51.974

\* M 为积分值, L 为平均叉长(cm), W 为平均体重(g), A 为方区面积 (n. mile<sup>2</sup>),N 为资源数量(10<sup>6</sup>尾), B 为资源量(10<sup>3</sup>T)。

表3 白令海公海狭鳕资源断面法评估结果(1993. 6. 28—7. 10)

Table 3 Abundance estimation of walleye pollock in the international waters of the Bering Sea by means of the transect method (June 28—July 10, 1993)

断面号	S <sub>A</sub> -m <sup>2</sup> /n. mile <sup>2</sup>			断面长度 (n. mile)	断面宽度 (n. mile)	叉长 (cm)	体重 (g)	资源数量 (10 <sup>6</sup> )	资源量 (10 <sup>3</sup> T)
	范围	平均	标准差						
1	1—8	4.3	2.5	90	42	53.3	1162	1.38	1.603
1a	7—13	10.1	1.9	40	22	53.3	1162	0.99	1.151
2	0—14	6.7	4.7	120	44	53.3	1162	3.94	4.583
3	1—66	20.1	18.4	140	44	53.3	1162	13.81	16.039
4	2—33	10.1	6.9	95	44	53.1	1130	9.74	11.006
5	2—30	8.8	6.4	205	44	51.4	1064	9.52	10.128
6	2—24	8.1	4.9	135	44	51.5	1045	5.75	6.003
7	3—14	6.3	3.6	60	44	51.6	1025	1.98	2.028
小计				37880(n. mile <sup>2</sup> )				47.11	52.541



## 2.2 鄂霍次克海公海

### 2.2.1 理化环境特征

表层水温分布较均匀,分布范围为 $11.9\text{--}13.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。0—50 m 之间存在较强温跃层,跃层强度一般为 $0.25\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 。50—150 m 为强冷水团占据,冷水团中心约在100 m 层,水温为 $-1.2\text{--}0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。150 m 以下冷水团范围逐渐缩小,500 m 层水温升至 $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上(图10—11)。

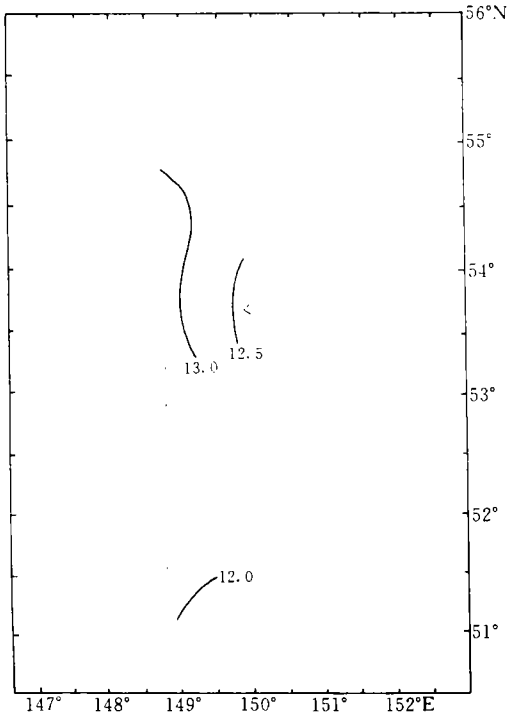


图10 鄂霍次克公海区表层水温( $T^{\circ}\text{C}$ )分布  
(1993. 8. 07—8. 15)

Fig. 10 Temperature ( $T^{\circ}\text{C}$ ) contour at 0 m depth in the high seas of the Sea of Okhotsk (August 7—15, 1993)

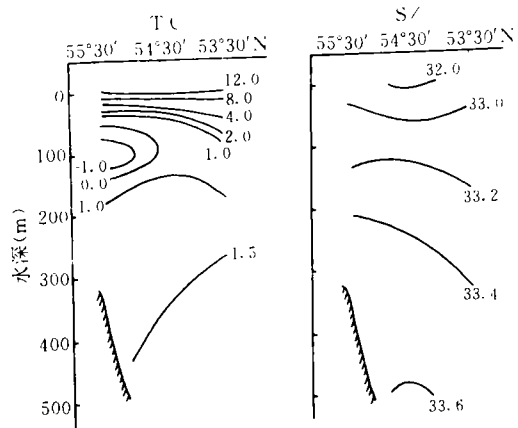


图11 鄂霍次克公海区 $149^{\circ}30'\text{E}$ 断面水温( $T^{\circ}\text{C}$ )、盐度( $S_{\text{‰}}$ )垂直分布(1993. 8. 07—8. 15)  
Fig. 11 Vertical distribution of temperature ( $T^{\circ}\text{C}$ ) and salinity ( $S_{\text{‰}}$ ) at section of  $149^{\circ}30'\text{E}$  in the high seas of the Sea of Okhotsk (August 7—15, 1993)

盐度的水平分布趋势为东高西低,但分布比较均匀,表层盐度为 $32.75\text{--}32.95$ 。盐度的垂直分布为随深度增加均匀递增,无明显跃层(图12)。

表层 DO 的水平分布趋势与水温、盐度略同,分布范围为 $8.9\text{--}9.4\text{ mg/L}$ ,全部呈过饱和状态。0—50 m 层,DO 含量随深度增加而升高,升幅在 $2\text{ mg/L}$ 之内。与此相反,50 m 层以深 DO 含量随深度增加而下降,降幅在 $2\text{--}4\text{ mg/L}$ ,无跃层存在。DO 的垂直分布情况与温跃层有关。

### 2.2.2 分布和垂直移动

公海区从北至南均有狭鳕成鱼分布(图13)。其密集群(M 值100以上)集中于北纬 $55^{\circ}$ 以北、500 m 等深线以浅水域。M 值500—1000的高密集群位于公海区最北端(北纬 $55^{\circ}45'$ ;东经 $149^{\circ}40'$ 附近)。狭鳕幼鱼分布于北纬 $55^{\circ}$ 以北的公海区西北部,资源密度相对较低,M 值一般为5—

10,分布区南部零界线恰与500 m 等深线吻合。公海区北部可能为鄂霍次克海北部狭鳕产卵场的一部分。

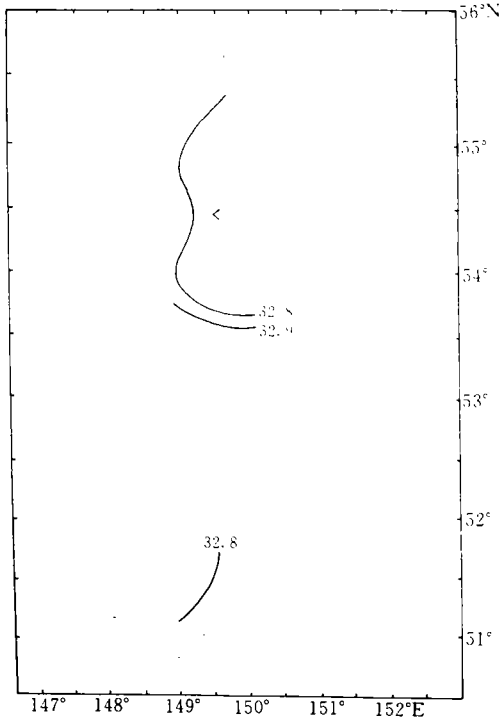


图12 鄂霍次克公海区表层盐度(S‰)分布  
(1993. 8. 07—8. 15)

Fig. 12 Salinity (S‰) contour at 0 m depth in the high seas of the Sea of Okhotsk (August 7—15, 1993)

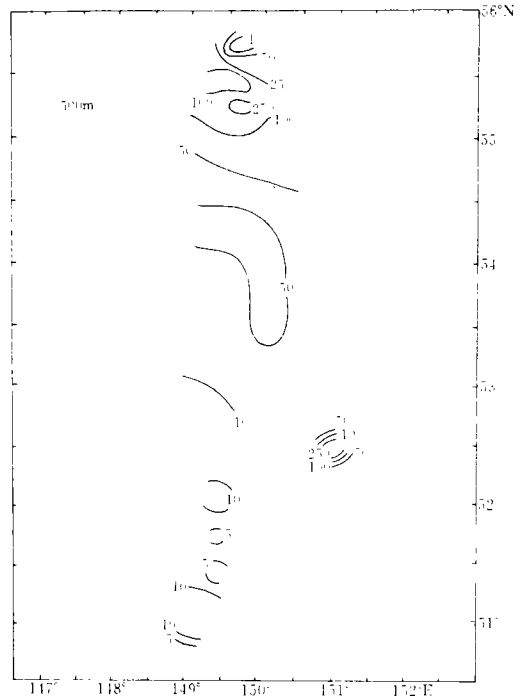


图13 鄂霍次克公海区狭鳕分布及其相对密度  
( $S_A$  值, 1993. 8. 06—8. 16)

Fig. 13 Distribution and relative density ( $S_A$  value) of walleye pollock in the high seas of the Sea of Okhotsk (August 6—16, 1993)

鄂霍次克公海区自表层至400 m 层均发现有狭鳕分布,但狭鳕的主要分布水层为150—300 m。夏季该海区狭鳕虽也具有垂直移动的习性,但不如白令海狭鳕明显。通常,日间鱼群相对集中分布在较深水层,如08—16时主要分布于150—300 m 层,100 m 以浅几乎无狭鳕分布。夜间鱼群分散,主要分布于100—300 m 层。日出后又逐渐向中层集中。鄂霍次克海狭鳕的这种垂直分布特性可能与该海区100 m 层存在强冷水团有关。

### 2.2.3 生物学特性

鄂霍次克公海区狭鳕个体较小,叉长分布范围为270—500 mm,平均叉长382.5 mm。体重范围为100—800 g,平均体重358.7 g。雌性狭鳕的长度与体重分布均大于雄性狭鳕(图14)。

公海区狭鳕的平均年龄组成为3—14龄,主要年龄组为4—7龄,占84%。其中,1988、1987年生5、6龄鱼约占资源数量的60%,10龄以上的高龄鱼仅占5%,表明群体结构状况良好。

公海区雄性狭鳕的比例略大于雌性,雌、雄比例为48:52。雌性狭鳕的性成熟度主要为Ⅰ期(约占98.9%),个别个体性腺发育至Ⅲ期。性腺成熟系数(GSI)平均为16.8。4龄鱼以上的狭鳕为5—6月产卵后的恢复期,3龄以下的低龄鱼为未产卵的发育期。

调查海区狭鳕的摄食强度不高,空胃率占16%,摄食等级为1级和2级者分别占46%和21%。表明调查期间狭鳕尚未进入较强摄食期。

## 2.2.4 资源评估

表4为部分海区资源评估结果,表明鄂霍次克公海狭鳕资源密度较高,每平方海里的现存资源量为5.4吨,约为白令公海狭鳕资源密度的6倍以上。

表4 鄂霍次克海公海北部狭鳕资源量评估及使用参数<sup>\*</sup> (1993.8.06—16)

Table 4 Abundance estimation of walleye pollock in the northern part of the high seas of the Sea of Okhotsk and relevant parameters (August 6—16, 1993)

方区号	1 55°43'—55°30'N	2 55°30'—55°00'N	3 55°00'—54°30'N
N	65.3	97.8	49.7
L	38.25	38.25	38.25
W	358.7	358.7	358.7
A	220	843	1212
N	3.11	17.87	13.05
B	1.117	6.409	4.682

\* M 为积分值, L 为平均叉长(cm), W 为平均体重(g), A 为方区面积(n. mile<sup>2</sup>),

N 为资源量(10<sup>6</sup>尾), B 为资源量(10<sup>3</sup>T)。

## 3 小结与讨论

夏季白令海阿留申海盆区的狭鳕主要分布于海盆区的东南部及公海区,鄂霍次克海公海的狭鳕主要分布于公海北部、500 m 等深线以浅的海区。无论是阿留申海盆区还是鄂霍次克海公海狭鳕分布均位于低温、高盐度的中层水域。一般成鱼分布于冷水团之下150—250 m 层,水温在阿留申海盆区为3℃左右,在鄂霍次克海为1℃左右;而幼鱼则分布于冷水团之上100 m 层,水温分别为3—5℃和0℃左右。成鱼和幼鱼在夏季均有昼夜垂直移动现象,这一行动规律与索饵有关。

夏季狭鳕正值索饵期,摄食强度较高,阿留申海盆区群体的主要长度组为50—57 cm,平均52.6 cm,鄂霍次克海公海群体为34—44 cm,平均38.3 cm,均属产卵后的索饵群体。

生物学特性资料表明,阿留申海盆区存在不同的狭鳕产卵群体,如公海区和波哥斯洛夫岛附近的群体以11—15龄为主,产卵期早,约2—4月,近陆架区的乌尼马克岛附近的产卵群体

以3—9龄为主,产卵较晚,约为4—6月。另外,本次调查继日本、美国、俄罗斯等国家多年调查之

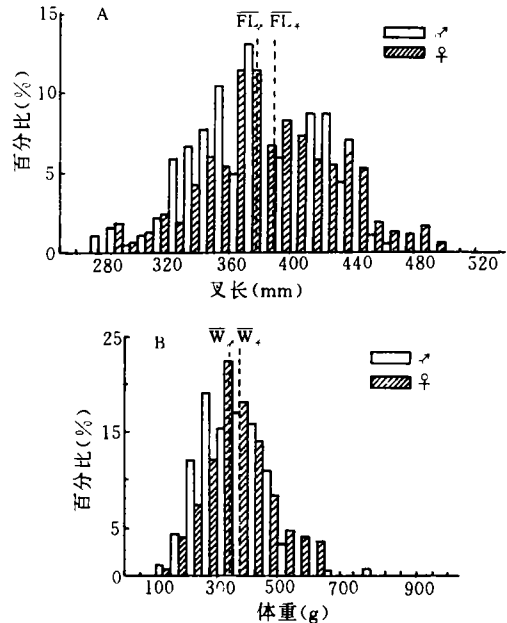


图14 鄂霍次克海北部狭鳕叉长(A)、体重(B)分布(1993.8.06—16)

Fig. 14 Fork length (A) and body weight (B) distribution of walleye pollock in the northern part of the high seas of the Sea of Okhotsk (August 6—16, 1993)

后[NRIFSF, 1994; Haryu, 1980; Mulligan 等, 1989; Bulatov, 1989], 使用声学/拖网资源评估方法首次在阿留申海盆区东北部及南部发现大量当年生狭鳕, 这一事实进一步证实了白令海公海东部及邻近海区是白令海狭鳕产卵场之一。

声学资源评估的结果表明, 阿留申海盆区狭鳕资源处于较低水平, 如公海区的现存资源量仅为5.2万吨(或9.4万吨), 为1988年同期的1/6。这一结果与美国和日本1992/3年冬季的调查结果一致[Anon., 1994]。根据本次调查的群体组成以及有关资料分析, 目前海盆区资源水平低下有如下两方面的原因: ①补充量不足。资料表明, 80年代中后期及90年代初期捕获的狭鳕主要是1978及1982、1984年出生的三个强世代的个体, 1985—1988世代均属于弱世代, 尚未完全进入捕捞群体; ②捕捞量过大。如80年代后期在公海过多地捕捞了剩余群体。90年代以来东白令海陆架美国专属经济区内, 在补充量不足的情况下, 加强了资源开发利用, 虽然产量增加了10—20万吨, 但是渔获物中高龄鱼明显增加, 资源剩余量明显减少[Wespestad, 1993]。假如这些问题能够得到有效控制, 预计随着1989年以来出现的较强世代进入捕捞群体, 1995年后白令海公海狭鳕资源将逐渐恢复。

群体组成和声学评估资料均表明, 鄂霍次克海公海狭鳕状况良好, 资源密度处于较高水平, 约为白令海公海的6倍。

本次调查研究得到农业部水产司、中国水产总公司、大连、烟台、青岛、上海、舟山等远洋渔业公司及驻美渔业代表处、中国水产科学研究院的支持和指导, “北斗”号调查船船长吕明和、轮机长刘世进以及全体船员大力协助, 谨此一并致谢。

## 参 考 文 献

- [1] Anon., 1990. Report of acoustic survey of Aleutian pollock conducted in 1988 summer. Paper presented at the International Symposium on Bering Sea Fisheries, April 2-5, 1990. Khaharvsk, U. S. S. R.
- [2] ——, 1994. Bering Sea pollock cooperative survey working group report of a meeting held during January 24-28, 1994 in Tokyo, Japan.
- [3] Bulatov, O., 1989. Some data on mortality of walleye pollock in the early stages of ontogenesis. Proc. Int. Symp. Biol. Mgmt. Walleye Pollock. Nov. 1988, Anchorage, Alaska, USA, p185-198.
- [4] Foote, K. G. *et al.*, 1983. Standard calibration of echosounders and integrators with optimal copper spheres. FiskDir. Skr. HavUnders., 17:335-346.
- [5] Foote, K. G. and J. J. Traynor, 1988. Comparison of walleye pollock target strength estimates determined from in situ measurements and calculation based on swimbladder form. J. Acoust. Soc. Am. 83:9-17.
- [6] Haryu, T., 1980. Larval distribution of walleye pollock in the Bering Sea, with special reference to morphological changes. Bull. Fac. Fish. Hokkaido. Univ. 31:121-136.
- [7] Mulligan, T., K. Bailey and S. Hinckly., 1989. The occurrence of larval and juvenile walleye pollock in the Eastern Bering Sea with implications for stock structure. Proc. Int. Symp. Biol. Mgmt. Walleye Pollock. Nov. 1988, Anchorage, Alaska, USA, p471-490.
- [8] National Research Institute of Far Seas Fisheries(NRIFSF) (Japan), 1994. Preliminary results of larval pollock survey conducted by *Kaiyo maru* in 1993. Document for Bering Sea pollock survey working group. January 1994, Tokyo, Japan.
- [9] Wespestad, V. G., 1993. Walleye Pollock. Stock assessment and fishery evaluation report for the groundfish resources of the Bering Sea/Aleutian Island region as projected for 1993, 1-26, North Pacific Fishery Management Council, Anchorage, USA.

## STOCK ASSESSMENT OF WALLEYE POLLOCK IN THE NORTH PACIFIC OCEAN BY ACOUSTIC SURVEY

Tang Qisheng, Wang Weixiang, Chen Yuzhen, Li Fuguo,

Jin Xianshi, Zhao Xianyong, Chen Jufa and Dai Fangqun

(*Yellow Sea Fisheries Research Institute, Qingdao, 266071*)

**ABSTRACT** An acoustic/midwater trawl survey of the resource of walleye pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) in the Aleutian Basin and the high seas of the Sea of Okhotsk was carried out by the R/V "Bei Dou" during the period of June 10 — August 24, 1993 with a coverage of  $760 \times 10^3 \text{ km}^2$ . The survey results indicate that: (1) during summer, the water from surface to 25 m depth vertically mixed well in the Aleutian Basin with the temperature of 5.4—9.6 °C, salinity of 32.4—33.2, dissolved oxygen of 9.7—10.6 mg/L, while the water layer 50—200 m was occupied by the cold water mass with the temperature of 1.3—4.9 °C. Adult walleye pollock were mainly distributed in the southern part of the Basin and the Bering High Seas at 175—225 m depth water layer. A large concentration of age-0 pollock was first discovered in the waters between the northeastern part of the Bering High Seas and the shelf of the eastern Bering Sea, and inhabited mainly the water layer 80—100 m. The adult and age-0 pollock both showed distinct diurnal vertical migration pattern. The mean fork length of pollock from the Basin was 52.6 cm, and mean body weight 1095 g. There were different spawning stocks in the Aleutian Basin. The pollock from the water around Bogoslof Island were aged at 4—20 years with a dominant age group of 11—15 years. The 1978 and 1977 year classes were relatively strong. However, the pollock from the southeastern part of the Basin were young, and dominated by the age group of 3—4 years. The biomass of pollock in the Bering High Seas was estimated about  $52 \times 10^3 \text{ t}$ . It is predicted that the stock will be gradually recovered after 1995. (2) the water temperature at surface in the high seas of the Sea of Okhotsk ranged from 11.9—13.0 °C, salinity from 32.7—32.9, dissolved oxygen from 8.9—9.5 mg/L, while the water layer 50—150 m was controlled by the relatively strong cold water mass, at the temperature of -1.2—0.2 °C. Pollock inhabited mainly the water below the cold water mass at 150—300 m depth, and the densest concentration was observed in the area north 55°N. The mean fork length in this area was 38.3 cm, mean body weight 358.7 g, and the dominant age group was 5—6 years. The stock was in a good condition.

**KEYWORDS** north Pacific Ocean, walleye pollock, distribution, abundance, acoustic estimation, environment