

渤海对虾洄游和分布的研究*

山东省海洋水产研究所

(执笔人: 刘永昌)

摘要 本文根据渤海对虾标志放流与重捕资料、渤海大面水文调查资料、渔场统计资料以及幼虾相对数量试捕资料,对渤海对虾的洄游、分布和中心渔场的位置进行了研究。根据上述资料分析表明:每年6、7月份,幼对虾在渤海各海湾及河口水深10米以内的咸淡水交汇处生活;8月上旬至9月下旬由“低盐高温”区(盐度为22-28‰,水温为26-28°C)游向渤海中部东侧或辽东湾中部的“高盐低温”区(盐度为30-31‰,水温为20-23°C)索饵;9月下旬之后,因季风影响浅水区水温下降,原冷水团所在的深水区反而成为相对的高温区,对虾集中于“相对高温区”中。中心渔场位置及其稳定程度取决于底层水温、盐度分布及它们的稳定状况。渤海对虾具有趋向于底层水温20°C和盐度30.5‰的习性。

主题词 对虾、渤海、洄游、分布

对虾 (*Penaeus orientalis* Kishinouye) 是我国北方的重要渔业资源。渤海是对虾交尾、产卵、索饵、生长的主要场所。每年九、十月份是渤海秋汛捕虾的主要季节。其产量为全国对虾产量的80%。因此,研究渤海对虾各生活阶段的洄游、分布与集群规律,是我国对虾渔业研究的重要课题。本文根据1965至1979年渤海对虾标志放流和重捕资料、渤海幼对虾相对数量调查资料、渤海大面水温调查资料和山东、辽宁、河北秋汛机帆船捕虾的电讯记录统计资料,进行了分析与研究,以冀为生产单位合理利用资源安排生产提供依据和参考。

材料和方法

用作标志放流的对虾,是机动底曳网渔船的渔获物。捕获的活对虾,先放入帆布桶或木桶暂养。选择其中体质强健者进行标志放流。对于交尾前的成虾,用漆包线或不锈钢丝穿过第一腹节背部的前缘处系结标志牌,然后放流入海。对于交尾后的对虾,用漆包线或不锈钢丝在第六腹节的后方尾节的前方系结标志牌。不同年份标志放流分别采用绿、红、粉红、朱红等不同颜色的长条形塑料牌(15×5×0.5毫米),加上用来系结的长度为100—120毫米直径为0.2—0.5毫米的漆包线或不锈钢丝,其总重量约为160至250毫克。

为了了解对虾的分布状况,采用按旬、按渔区进行渔获统计的办法来详细了解其活动情况。1965—1979年,划分为小区(10'×10')进行统计。机帆船的电讯资料的覆盖面积

* 参加标志放流工作的主要有鲁寿渔405、406号,昌专渔政3号,山东所渔政3号;山水所5、6号,荣成、长岛、海阳、昌邑、掖县的渔政船。张树德、宋同太同志协助整理了资料,谨此致谢。

占渤海总量的60%以上,因此可以基本反映出整个渤海对虾分布的变动状况。

研究结果

(一) 标志对虾的重捕率和洄游速度

1. 重捕率

1965年至1979年的十五年间,标志放流曾进行过28次,放流的活对虾共67,476尾,先后重捕回收的是2,871尾,重捕率为4.3%,历年的放流和重捕数如表1。

表1 1965—1979年渤海对虾标志放流和重捕情况

Table 1 The numbers of tagging and recapture prawn in Bo Hai Sea, 1965—1979

项目 Term	年份 Years	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	合计 Total
放流数(尾) Tagging number (ind.)		8030	5517	3217	2439	1689	2460	5661	9830	1187	4320	5530	6220	5760	4700	5916	67476
重捕数(尾) Recapture number(ind.)		56	574	283	20	42	33	307	569	234	61	245	146	134	80	137	2871
重捕率(%) Recapture rate		1.8	10.4	8.8	0.8	2.4	1.4	5.4	5.8	2.0	1.4	4.4	2.3	2.3	0.7	2.3	4.3

2. 洄游速度

对虾洄游的速度,取决于对虾的本身条件即个体大小,游泳能力,运动方式和洄游性质及海况等。据重捕资料估计,幼对虾由近岸浅水向深水区索饵洄游阶段的洄游速度是3.334公里/日;交尾前索饵洄游阶段的洄游速度为5.186公里/日;交尾后越冬洄游开始

表2 标志对虾洄游速度

Table 2 The migration velocity estimated of tagged prawn

项目 Term	标志时间 Tagging time	标志地点 Tagging location	重捕时间 Recapture time	重捕地点 Recapture location	重捕尾数 Recapture number	速度 (km/day)	
						最低和最高 速度 Min—Max	平均 Average
索饵 Feeding	8月上旬— 9月中旬 beginning of Aug. to mid- dle of Sept.	莱州湾 Laizhou Gulf	8月下旬— 9月下旬 from end of Aug. to end of Sept.	渤海中部 middle of Bo Hai	190	1.11—11.1	3.33
交尾前 Before mate	10月上旬 first ten days of Nov.	渤海中部 middle of Bo Hai	10月中旬 middle ten days of Oct.	渤海中部 middle of Bo Hai	30	1.67—19.5	5.19
交尾后越冬 Overwinter after mate	11月上旬 first ten days of Nov.	渤海中部 middle of Bo Hai	11月中、下旬 middle and last ten days of Nov.	渤海海峡 Bo Hai Strait	20	5.37—20.0	9.26
烟威—石岛 Fishing ground in Yanwei— Shidao	11月中、下旬 middle and last ten days of Nov.	渤海海峡 Bo Hai Strait	12月上、中旬 first and med- dle ten days of Dec.	石岛渔场 fishing ground in Shidao	15	7.59— 15.74	11.85

阶段的洄游速度为 9.26 公里/日；途经烟威渔场和石岛渔场的洄游速度是 11.853 公里/日。详见表 2。

由于重捕的机遇可能出入很大，有的标志虾可能在到达时立即被捕，有的可能到达一段时间之后被捕。对于对虾在整个渤海中运动和停留的地点和时间不够了解的情况下，以上的估计速度只能是近似的，而且计算的洄游速度比真实的洄游速度总是偏慢。

(二) 标志对虾的分布及洄游

渤、黄海对虾是同一个种群⁽¹⁾，但是因亲虾在不同海区产卵，使不同海区出生的仔、幼虾明显地表现出短时期(6—8月份)的地理群特征。这点已得到各湾幼虾分布区域的调查资料及其生物学测定资料的证明。9月份以后，渤海各湾的虾群处于混游混栖阶段，地理群特征消失。此时，渤海湾、莱州湾的主群同滦河口的分群及辽东湾的支群混栖于渤海中部水域；渤海湾、莱州湾、滦河口的分群或支群同辽东湾的主群混栖于辽东湾中部及湾口区域；莱州湾的分群或支群及渤海湾的分群提早游出海峡，于烟台、威海的外海形成渔场(图 1)。12月至翌年 2月，又与在黄海出生的对虾在越冬途中和越冬场混合；3月份北上洄游时，并未发现有各自返回原出生地的现象。如莱州湾出生的对虾，春汛时也有到乳山口、胶州湾和海州湾及海洋岛(鸭绿江口)等水域产卵的；相反，乳山口出生的对虾，也有进入渤海产卵的⁽²⁾。文内提到某一湾或某一海区虾群，系指对虾出生的地方或洄游到某一海区，其数量较多，栖息时间较长，而又能形成中心渔场的虾群而言，这样称谓仅出于叙述上的方便，它只是反映地理群系的概念，而无种群的含义。

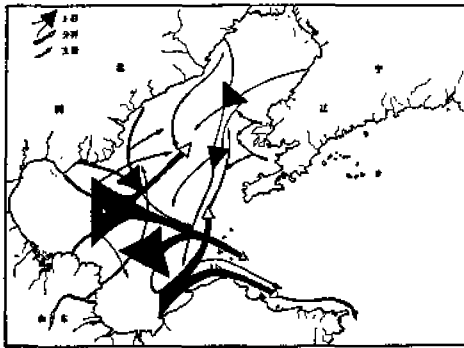


图 1 渤海秋汛对虾洄游分布模式图
Fig. 1 The pattern of migration and distribution of Bo Hai prawn in Autumn fishing season

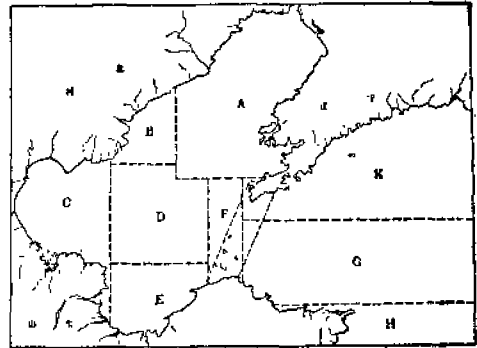


图 2 渤、黄海对虾渔场渔区图
Fig. 2 The fishing ground of prawn and subarea of Bo Hai and Yellow Sea

渤海是一个半封闭型的内海，按渔业界的习惯，把渤海划分为辽东湾、滦河口、渤海湾、渤海中部、莱州湾和渤海海峡六个部分(分别见图 2 中 A、B、C、D、E、F)。现将渤海各部分对虾标志放流和重捕结果，以及渔场变动资料分述如下。

(1) 此处所指不包括朝鲜西海岸群。据多年标志放流和重捕资料，中国对虾和朝鲜西海岸对虾，似属两个群系。

1. 辽东湾虾群的洄游与分布(图3)

辽东湾面积较大(27,729平方公里),水较深,平均水深为16.9米,最深处为39米。

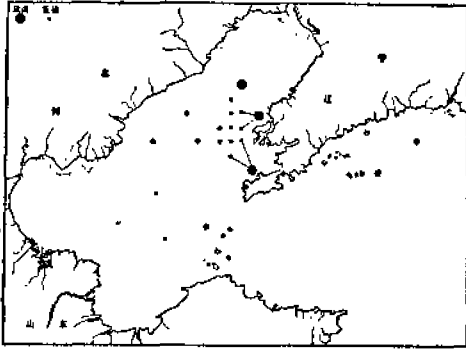


图3 历年9月辽东湾对虾标志放流于9、10月重捕分布

Fig. 3 The distribution of recaptured prawn tagged in Sept. for years in the Liaodong Gulf in Sept.-Oct.

它是渤海对虾产卵场之一,但其产卵场范围较渤海湾和莱州湾小,资源量约占三湾对虾资源量的17.5%^[2]。辽东湾主要河流有辽河、双台子河、绕阳河、大凌河、小凌河、远河及六股河等。辽河是流入辽东湾最大的河流,主流流向辽东湾的东北部,主河口附近水质肥沃,营养丰富,主流入海后为海洋浮游生物提供了营养基础,使该水域的饵料生物量丰富。所以这个海区是幼对虾分布量较高的水域。双台子河及大凌河和小凌河在辽东湾北入海,此处亦是幼对虾分布量较高的水域。辽东湾东南部的复州湾、普兰店湾和金州湾也有对虾产卵,但幼对虾的数量较少。

(1) 6、7月间,出生在辽东湾最北部的幼对虾,结束溯河洄游阶段后,大部份在十米等深线以内的咸淡水交汇区生活。8月上旬逐渐由近岸浅水区向深水区游动⁽¹⁾。

(2) 8月上旬至9月上旬,对虾主群主要分布在10—20米等深线水域内索饵,9月中旬主群继续向南和西南方向与海岸平行游动,主群先头部份到达辽东湾中部时,受冷水(20°C以下水温)阻挡,于冷水的北部和西部停止前进而在原地游动,而后面的继续游来,故在西部和北部一带聚集从而形成渔场。

(3) 由于滦河口近岸向东或东北方向游动的部分虾群(分群),此时还有一定数量陆续进入辽东湾西部同来自辽东湾北部沿低温20°C等温线北来的虾群混游混栖,在上述渔区里相继形成中心渔场。9月下旬辽东湾中部冷水已向东北方向收缩,辽东湾中部的相水温相对升高。此时虾群便向中部扩散。

(4) 某些年的10月份在辽东湾东南部的对虾,也由东游来聚集,从而在辽东湾中部形成良好而稳定的渔场。其渔获量的大小及稳定程度,除与辽东湾对虾资源量有直接关系外,同时与来自渤海湾、莱州湾和滦河口的补充量(分群或支群)亦有着密切关系^[4]。

(5) 尽管有的年份,如1967、1972、1978、1979年的9、10月份,在渤海中部的北部和渤海海峡重捕到在辽东湾标志放流的对虾,但重捕数量较少;1977年10月上旬在辽东湾东南部标志放流的对虾,主要是向北、西北和西南方向洄游,也就是说主要是游向20—23°C的水域,从未在渤海海峡以东海区被发现或重捕;1979年10月上旬在辽东半岛东海岸标志了一批对虾,则多数于是在海洋岛渔场(见图2中Ⅴ)的西南部被重捕。从而可以认为,海洋岛渔场西南部对虾渔场的形成,其虾群的来源与渤海内的虾群无关,而与海洋岛西北部的对虾关系密切⁽²⁾。

(1) 辽宁省海洋水产研究所,1973。对虾生活习惯及洄游规律。营口水产科技,(13): 8—7。

2. 滦河口虾群的洄游与分布(图4)

滦河口海区面积约为6989.5平方公里。平均水深约16.30米,最深处为27米,注入这个海区的河流自北向南依次为石河、汤河、代河、洋河、敏河、马河、滦河、清河、庄河和沂河等。其中以滦河为最大,年径流量有时比辽河、海河还大些。由于河口比较开阔,水质较为肥沃,是对虾繁殖、生长的良好场所。

每年6、7月幼对虾在滦河口海区的西部的浅水河口区溯河及索饵。9月上旬有一分群向东或略偏北方向洄游至辽东湾西部时受到辽东湾中部冷水的阻挡,而在辽东湾海区西侧边缘一带水温为20—23°C的海区逗留。后面的虾群继续游来,而形成中心渔场。另外,9月20日前后渤海中部冷水消失,原密集在滦河口海区北部的虾群,毫无阻挡地游向渤海中部海区一带索饵,与来自渤海湾、莱州湾和辽东湾先已到达渤海中部渔场的虾群混栖并形成渔场。这是渤海秋汛对虾的重点渔场。

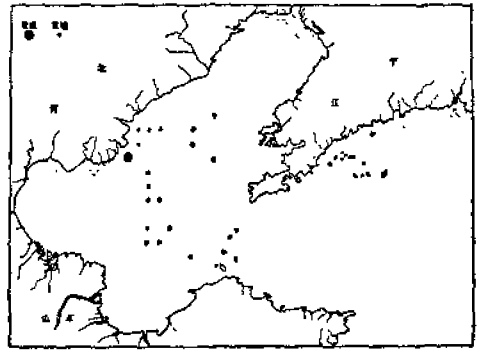


图4 历年8月滦河口对虾标志放流于9、10月重捕分布

Fig. 4 The distribution of recaptured prawn tagged in Aug. for years in the mouth of Luan River in Sept.-Oct.

3. 渤海湾虾群的洄游与分布(图5)

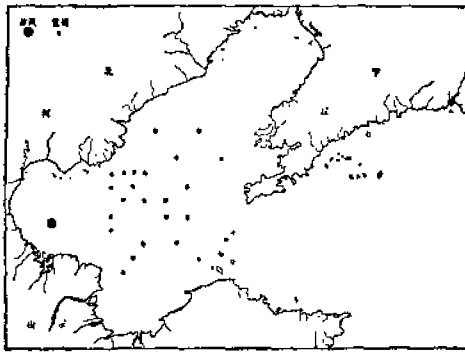


图5 历年8月渤海湾对虾标志放流于9、10月重捕分布

Fig. 5 The distribution of recaptured prawn tagged in Aug. for years in Bo Hai Gulf in Sept.-Oct.

流入渤海湾海区的河流有徒河、蓟运河、海河、捷地减河、四女寺河、马峡河、徒骇河等,以海河为最大。海河接纳北运河、永定河、子牙河、南运河等水系,在天津合流从渤海湾西北部入海。海河流域面积较广,沿海水网地区、洼地水泊多^[2]。渤海湾面积约14,316平方公里,平均水深11.82米,最深处26米,它是对虾最大的产卵场,每年提供的对虾资源量最多,占渤海总资源量的42.5%^[2]。每年6、7月份,幼虾在河口溯河和在5米水深以内觅食。7月底体长达8—10厘米时,开始逐渐向深水洄游^[1],8月上旬先头部份到达水深10—15米等深线的广阔水域。一般在9月上旬因受渤海中部“冷水”的阻挡,主群在渤海湾东部和渤海中部西侧停留时间较长。此后,随着冷水消失及虾群逐渐适应,虾群分群由渤海中部西侧向东部和南部移动。9月中、下旬主群到达渤海中部的地区。渤海湾东南部的虾群则于7月下旬或8月初向东移动到渤海中部西南侧的索饵场,与来自莱州

(1) 邓景耀,1980. 渤海湾对虾卵子、幼体数量分布及其与外界环境的关系。海洋水产研究,(1):17—25。

湾北部的虾群混栖于渤海中部的西南侧一带。但据 1966、1967 和 1972 年 9、10 月在滦河口海区和辽东湾海区西南部重捕到渤海湾标志放流的对虾资料分析,渤海湾的对虾于 9、10 月索饵期间,具有洄游活跃,分布广泛的特点。

4. 莱州湾虾群的洄游与分布(图 6)

莱州湾面积约 9549 平方公里,平均水深 11.23 米,最深处为 18 米,是渤海中一个仅次于渤海湾的对虾产卵场。每年提供的对虾资源量占渤海的 40%^[2]。产卵场和幼对虾分布区,主要位于该湾的西部沿岸的黄河口至小清河口一带,湾的东部的潍河口、胶河口和芙蓉岛一带也有亲虾产卵,但卵和幼虾数量比西部少得多⁽¹⁾。莱州湾 6、7 月后幼虾在河里溯河和河口的咸淡水交汇区的浅水处生活^[4]。每年 8 月初对虾体长达到 8—10 厘米时,虾群即由近岸浅水向深水洄游。八月上旬可扩展至 8—14 米水深处,首批外游虾群离岸最远的可达水深 20 米处,较渤海湾、滦河口出生的对虾先到达渤海中部东侧渔场^[4]。1973—1979 年的 8、9 月,莱州湾有一分群或支群提早游出渤海海峡推进到烟台—威海沿岸渔场见图 2 中 G、甚至到达成山头(见图 2 中 H)近海⁽¹⁾。但某些年份如 1967、1972、1978、1979 年的 9、10 月在滦河口的东部、辽东湾的西南部、渤海海峡和烟威渔场西部等海区都重捕到一定数量的在莱州湾海区西南部和东北部标志放流的对虾(图 6、7)。所以莱州湾的对虾同样具有洄游活跃、分布广的特点。

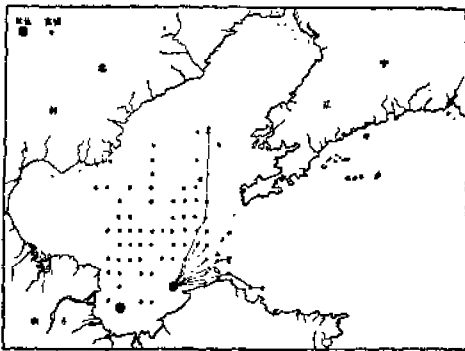


图 6 莱州湾历来 8 月标志放流的对虾于 9、10 月重捕的分布

Fig. 6 The distribution of recaptured prawn tagged in Aug. for years in Laizhou Gulf in Sept.-Oct.

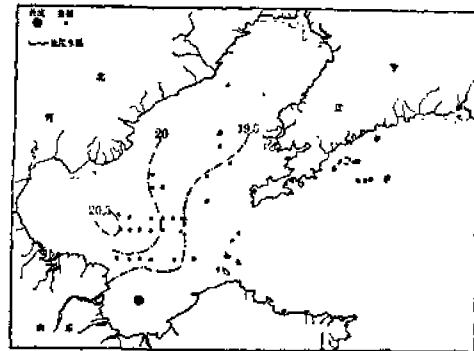


图 7 1976 年 9 月底层水温等值线和重捕对虾的分布

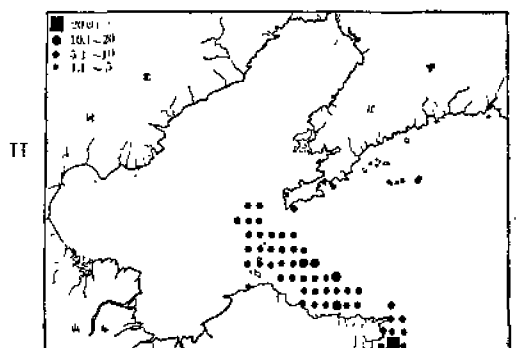
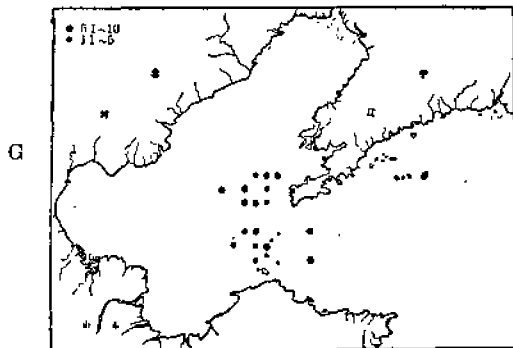
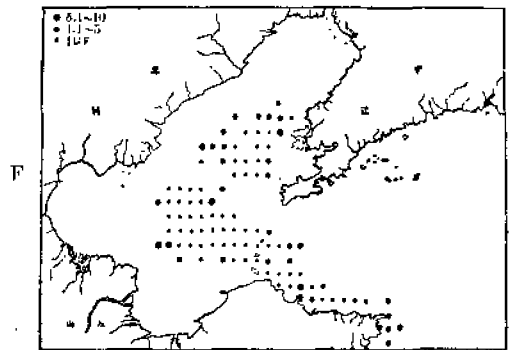
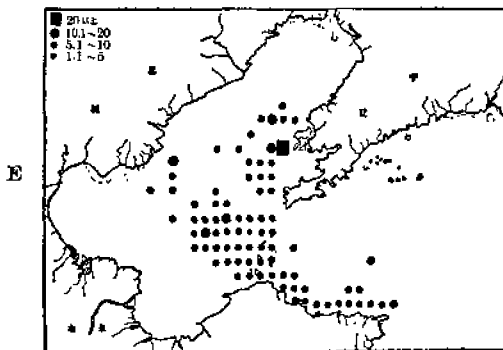
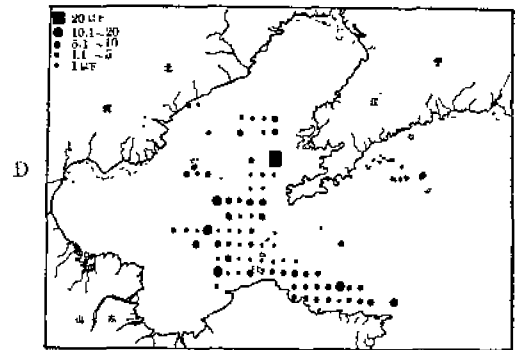
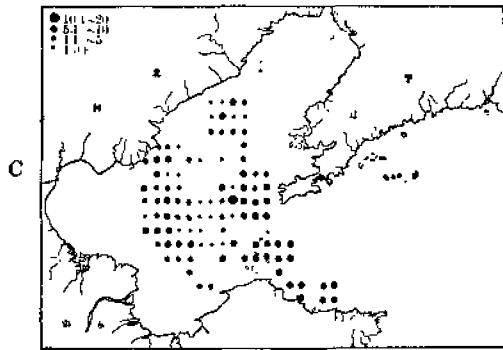
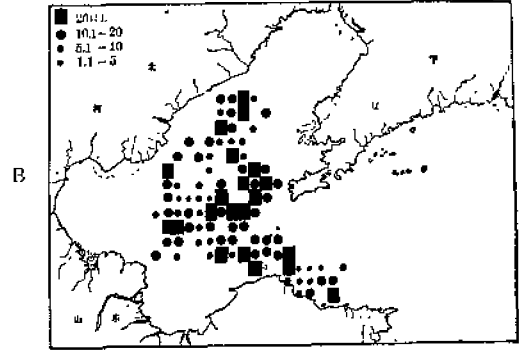
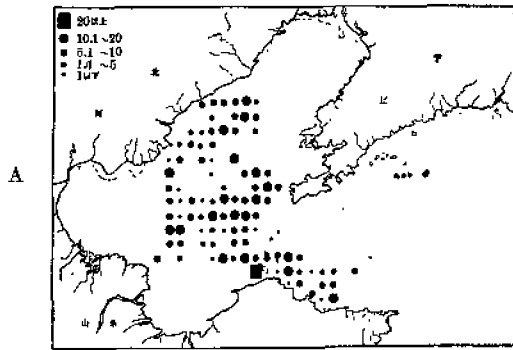
Fig. 7 The recapture distribution of tagged prawn and bottom isothermal line in Sept. 1976.

以上是出生在各湾的对虾,随着个体的增长和环境条件的变化,于八月上旬开始由近岸浅水区向深水处索饵洄游的一般规律和特殊规律。下面着重介绍各湾虾群进入深水区即到达渤海中部、渤海海峡区后的洄游分布情况。

5. 渤海中部索饵虾群的洄游与分布

渤海中部海域面积约 14,817 平方公里,平均水深 22.82 米,最深处 29 米。是各湾

(1) 韩光祖、刘永昌,1978。烟威秋汛早期对虾渔场形成原因与预报方法的初步研究。山东水产学会刊,(2):3—10。



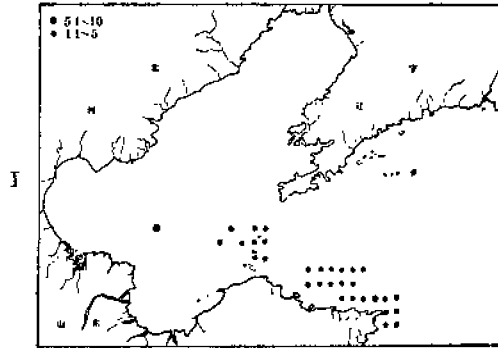


图8 底曳网对虾渔获量分布

- A. 1973年9月上旬; B. 1973年9月中旬; C. 1973年9月下旬;
 D. 1973年10月上旬; E. 1973年10月中旬; F. 1973年10月下旬;
 G. 1973年11月上旬; H. 1973年11月中旬; I. 1973年11月下旬

Fig. 8 The distribution of prawn catches from bottom trawler

- A. First ten days of Sept. 1973; B. Middle ten days of Sept. 1973; C. Last ten days of Sept. 1973;
 D. First ten days of Oct. 1973; E. Middle ten days of Oct. 1973; F. Last ten days of Oct. 1973;
 G. First ten days of Nov. 1973; H. Middle ten days of Nov. 1973; I. Last ten days of Nov. 1973.

虾群混游混栖的主要场所。因此是机动渔船秋汛捕虾的重点区域。每年9、10月,各湾标志放流的对虾在此区域被重捕的数量最多(来自辽东湾的较少)。从重捕的点聚图和实际中心渔场的位置看,对虾主要分布在整个渤海中部海区,尤其是在北纬 $38^{\circ}30'$ 附近水深26—28米的東西海沟(即火船道)最为密集。如1965、1966年的分布情况就是如此。不过有些年份,中心渔场和重捕分布有向北或西北移动的情况,如1967—1972年;也有些年份如1973—1979年的9、10月,汇集于渤海中部的虾群,有提前(交尾以前)游出渤海海峡而进入烟台—威海近海甚至向东游到成山头一带索饵,在那里交尾并形成渔场(图8, A—F)。

6. 渤海海峡索饵虾群的洄游与分布

渤海海峡海区的面积约为5,860平方公里,水深28.38米,最深处为78米。通常莱州湾首批东游虾群,多经海峡南部进入烟威渔场。莱州湾对虾东游,往往受黄河主河道位置南北摆动及黄河低盐水舌势力强弱的支配和近岸底层水温高低的制约^[4]。若8月黄河低盐水舌势力强,其水舌前峰达龙口,三山岛外海,底层水温等值线在 24°C 以下(最好是 $21-23^{\circ}\text{C}$)并呈东西分布形式,则莱州湾西部的东游对虾可直抵渤海海峡的最南部,而后进入烟威渔场(图9)。但有的年份如1978、1979年,虽8月调查资料证明黄河低盐水舌前峰势力亦较强,但只因龙口外海的底层水温等值线为 $25-27^{\circ}\text{C}$ 所控制(底层水温与莱州湾西部同),虽有一股虾群借助大潮流的力量冲出海峡进入烟威渔场,但大部份东游虾群在龙口,桑岛近海即调头北上,沿渤海海峡最南部西侧和莱州湾东北部穿过 26°C 、 25°C 、 24°C 东西走向的等温线向 $20-21^{\circ}\text{C}$ 的低温区边缘一带的渤海中部的东南部、辽东湾的南和西南部海区游去^[4]。

9月中、下旬汇集在渤海中部的对虾,在渤海海峡冷水势力较弱,即 20°C 等值线偏东并呈东—西,或东南—西北分布时,则对虾可继续东游,横穿海峡中部,进入烟威渔场的西

部。由于渤海海峡北部(老铁山水道)底层水温等值线的分布形式,往往受到北黄海低温(10°C)的影响,一般为南—北分布和近似南北分布,水温最低为 $14\text{--}18^{\circ}\text{C}$ 。尽管有的虾群到达渤海海峡北部及渤海中部的东南海区的 20°C 等温线附近,一般不再继续东游,而调头向北或西北方,即滦河口东南、渤海中部和渤海海峡北部洄游。但是在有的年份的 9、10 月,即使渤海中部及海峡南部一带的海水底层水温等值线呈东—西分布,东游的虾群也不全游出海峡,而有较多的对虾在海峡一带向西和西北方返回。尽管游出海峡的虾群,一般到达烟威渔场西部,然后调头返回到渤海内的现象也时有发生。有经验的船长,向东追捕继续游出海峡的虾群时,追到渤海海峡以东时,常常调转船头西行,重返捕过的海区而捕到了较前更大的网头。这是因为渤海内的后继虾群继续东来,早批外游虾群又调头返回与之汇合的缘故(图 9)。另外继续东游的虾群到达成山头海区,一般不再继续向东洄游,而是折向南方扩散,在成山头北、东和南面海区索饵,直至交尾结束后于 10 月底或 11 月上旬进入石岛近海。这现象的出现主要是受成山头外海低温水团阻挡的缘故(图 8, G-I)。

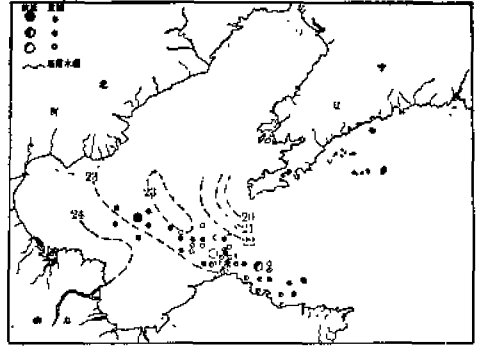


图 9 1973 年 9 月底层水温等值线和重捕对虾的分布

Fig. 9 The recapture distribution of tagged prawn and bottom isothermal line in Sept. 1973.

(三) 海况条件变化同对虾的洄游、分布及渔场变动的关系

1. “冷水”的影响

据调查,8、9 月份在渤海有三个冷水团,其位置分别在辽东湾海区中部,渤海中部的西北海区,渤海海峡中北部。

8 月初,渤海湾、滦河口、辽东湾、莱州湾的对虾由近岸的“高温低盐(底层水温为 $25\text{--}28^{\circ}\text{C}$, 盐度为 $26\text{--}29\text{‰}$)浅水水域,向渤海中部及辽东湾中部的“低温高盐”(底层水温为 $20\text{--}23^{\circ}\text{C}$, 盐度为 $30\text{--}31\text{‰}$)的深水水域作索饵洄游。9 月,对虾的洄游分布明显地受上述三个冷水团的影响。渤海中部冷水团势力强而稳定的年份(冷水中心底层水温为 $16\text{--}18^{\circ}\text{C}$),渤海、莱州和滦河口三湾的虾群分别分布在冷水团的西部、南部和北部,并在那里形成中心渔场;辽东湾北部的虾群则和滦河口向东和东北洄游的部分虾群都被辽东湾中部海区的冷水团所阻挡,而在冷水团的北缘和西缘(底层水温为 $20\text{--}23^{\circ}\text{C}$)停留。如果辽东湾虾群和滦河口的东游虾群数量很多,那末就会在辽东湾和滦河口两个海区交界处形成渔场、如果两湾的资源量不很丰富,那末在这个海区温、盐适宜的水域中会有虾群分布但不能形成有价值的渔场;渤海海峡的冷水团西侧,在底层水温 20°C 的海区附近,也有虾群分布和渔场的形成,虾群的主要来源是莱州湾和渤海湾。

如果某些年份上述三个冷水团的势力都较弱,在渤海中部没有出现水温低于 20°C 的中央冷水团,这个海区的底层水温在 $20\text{--}23^{\circ}\text{C}$ 左右,辽东湾中部为 $20\text{--}22^{\circ}\text{C}$,渤海海峡的

东北海区为 20—21°C。在这种情况下,9 月份整个渤海对虾中心渔场的分布就会出现不同于一般年份的特殊情况。滦河口、渤海湾、莱州湾首批外游虾群至渤海中部混合形成一个分布广阔的渔场,并逐渐由西向东或东南方向移动,穿过渤海海峡进入烟威渔场,形成东西狭长的渔场(图 8, A—C)。

由于渤海三个冷水团的消长时间和强弱程度不同,虾群的洄游与分布以及中心渔场的形成位置及持续时间也有所不同。

2. 高温区同10月份渔场变动和重捕分布的关系

总的说来,虾群在渤海洄游期间(索饵、交尾及开始越冬期间)对海水底层水温的反应是,在底温 22°C 以上时,趋向于“低温”区,而当底层水温下降到 20°C 以下时,则又趋向于“高温”区。

综上所述,可以看出,渤海对虾的中心渔场位置同底层的冷水团、暖水团的位置或底层水温等值线的分布密切相关(图 7, 9)。因此,详细占有底层水温资料是预报对虾洄游路线、洄游速度和中心渔场位置的基础。但是还必须进行动态的分析研究,才能作出比较符合客观实际的预报。

讨论与结论

1. 由于地理位置的原因和自然环境及海洋学特点,渤海对虾的基本洄游规律:8 月份各湾幼对虾由近岸浅水的“高温低盐”水域,陆续向较深的(高盐低温)水域扩散;9 月份渤海湾和莱州湾虾群的洄游与分布及中心渔场,则与渤海中部冷水团的位置、势力强弱和稳定程度有关。冷水势力强的年份,虾群趋向冷水团边缘,并在水温等值线曲率大的海域较密集。辽东湾的虾群,直接受辽东湾中部“冷水”的约束。滦河口由于地理位置特殊,其虾群受辽东湾中部冷水团和渤海中央冷水团的共同影响,一般虾群分为二个方向向外游动:(1)向东随辽东湾中部冷水团边缘推进。(2)向南或东南随渤海中部冷水团的边缘推进;10 月份,洄游到渤海中部、辽东湾中部和渤海海峡的虾群都分别受到其原冷水团演变的相对高温区的影响。此时的虾群不是趋向高温水边缘,而是游动于高温水之中。

2. 滦河口的虾群较渤海湾和莱州湾虾群略晚游至渤海中部(九月下旬),其原因有二:(1)滦河口近岸底形复杂,并有东北至西南走向的三条沟洼地,此处底层海水温度变化缓慢,适应对虾生活的环境条件能保持较长日期。(2)渤海中央的冷水团在一般年份比较稳定,堵住滦河口东南部虾群南游的通道,并因“冷水”是向西北方向逐渐收缩,直到 9 月下旬以后才消失,以致虾群到达渤海中部的时间较晚。

3. 辽东湾的对虾,主群在 9、10 月份基本在湾内的广阔水域洄游,进入渤海中部水域数量极少,这同下列条件有关:(1)辽东湾水域广阔,平均水深较深,饵料较丰富,环境条件适宜,并受辽东湾中部冷水团和高温水团以及海峡强冷水的约束。(2)辽东湾从其北端至渤海中部的距离比渤海湾、莱州湾远得多,如果虾群在 8 月 10 日开始以同等速度分别向渤海中部洄游,辽东湾的虾群,最早一批估计也要在 10 月中旬才能到达。(3)从各湾盐度比较可知,辽河入海的径流较弱不存在自辽河口至渤海中部的低盐水舌。虽然冬、春季偏

北风有利于沿岸水向外扩展,但此时正值辽河枯水季节、径流量非常小,因此这一时期也没有伸向渤海中部的低盐水舌;在夏、秋季节辽河径流量较大,但此时又值偏南风很盛,沿岸水向外扩展的力量因南风而减弱^[1]。所以这一时期亦没有出现明显的伸向渤海中部的低盐水舌,因此分布在辽东湾北端的幼对虾在9、10月份不具备到达渤海中部渔场的条件,从而使这一虾群具有明显的独立性。(4)由于辽东半岛突入海中,从渤海海峡沿辽东湾东侧至其北端,海岸线犬牙交错,海底沟壑相间,地形陡峻,该区海流流速较强^[8],同时9、10月该湾东侧底层水温等值线水平梯度较大,受其渤海海峡冷水团阻挡,形成渔场。有时在烟威渔场西北部出现的对虾可能是由海洋岛渔场的西南部游来的。

4. 据历年的对虾标志放流和重捕资料的计算,对秋汛渤海对虾各个生活阶段的昼夜洄游的速度已有初步了解,这对于秋汛捕虾生产的各种渔船追逐虾群、掌握中心渔场、调整网具、改变渔法、变更拖网速度,从而达到提高产量的目的,都有一定参考价值

参 考 文 献

- [1] 刘爱菊、卢铭,1980。渤海潮汐数值计算。海洋研究,(4):21—31。
 [2] 刘传楨、严隽箕、崔维青,1981。渤海秋汛对虾数量预报的研究。水产学报,5(1):65—73。
 [3] 中国科学院中国自然地理编委会,1979。中国自然地理(海洋地理),5—14。科学出版社。
 [4] 刘永昌,1982。秋汛莱州湾对虾洄游分布规律的初步研究。海洋渔业,(5):195—199。

STUDIES ON MIGRATION AND DISTRIBUTION OF PENAEUS PRAWN IN BOHAI SEA

Marine Fisheries Research Institute of Shandong Province

(Actually Written by Liu Yongchang)

ABSTRACT The base-line data of the tagging-and-recapture prawns, the statistics from fishing grounds, the relative amounts of catching young prawns experimentally in the three bays of the Bohai Sea (Bohai, Laizhou and Liaodong) and hydrologic investigation in large areas were used to analyze the penaeus prawn's regular migration and distribution in the three bays and other fishing grounds as well as the forming of the central fishing grounds. The results are as follows:

1. According to the data of the tagging-and-recapture prawns in the autumn fishing, the prawns migratory speed and recapture rate in each life is ascertained.

2. According to the annual change of the prawn shoal density in the distributive maps charted by the telegraphic records in the autumn fishing, it seemed that the prawn fishing grounds losely related to the cold water masses in September, and to deeper and relatively high temperature areas in October.

3. Early in Autumn to the end of September of the young prawns in the three bays and the Laihe Estuarine migrated from the shallow waters of low salinity and high temperature (salinity 22—28‰ and bottom temperature 26—28°C) to the

central-eastern Bohai Sea and central Liaodong Bay of high salinity and low temperature (salinity 30—31‰ and bottom temperature 20—23°C). It revealed that the site and stability of the central fishing ground and the density of the prawn shoals had a close relation to the distributive form of the isotherm (longitude or latitude) with bottom temperature 20°C and bottom salinity 30.5‰.

4. The investigation data of the relative amounts of the young prawns in the bays during the past fifteen years showed that the prawn abundance in the Laizhou Bay and the Bohai Bay kept a higher level from 1972 to 1981, except 1976. That could be regarded as the basis of forming the fishing grounds in the sea of Yantai-Weihai from the last ten days of August to the first and second ten days of September, and in the Liaodong Bay from the last ten days of September to the first ten days of October.

KEY WORDS *Penaeus orientalis*, Bo Hai Sea, Migration, Distribution