

19 黄海北部近岸水域 海蜇放流增殖的实验研究*

陈介康 鲁 男 刘春洋 蒋 双 吕雪梅

(辽宁省海洋水产研究所, 大连 116023)

李生志 刘锡山

(辽宁海洋渔业开发中心, 大连 116013)

【摘要】1984~1986 年, 每年 6~7 月在大连市黑石礁湾放流海蜇碟状幼体, 8 月末至 10 月中旬, 根据面积法对海蜇成体数量监测的结果, 推断回捕率可达 1.2%~2.5%。1988~1993 年, 在大洋河口附近水域进行了扩大规模的放流试验, 每年 5~6 月, 放流碟状幼体。以主要产区 (39°40' N 以北、123°15' ~ 123°50' E) 8 月的实际捕捞量计算, 比放流前的 1987 年有明显增加。结果表明, 海蜇放流增殖总体经济效益显著; 但实验中也出现了因回捕率偏低, 经济效益不显著甚至亏损问题, 对其原因进行了讨论。

关键词: 海蜇 放流增殖 实验研究 黄海北部

钵水母纲 Scyphomedusae、根口水母目 Rhizostomeae 中的大型种类, 作为人类的食物具有商业性开发价值, 统称食用水母。世界根口水母类共有 80 多种^[1,2], 具有开发利用价值的可能有 20 种左右^{**}。但由于各国或各地区人民的食物结构和饮食习惯不同, 以及加工烹制技术的差异, 迄今只有远东海域的 5~7 种食用水母资源被不同程度地开发利用^[3~9]。中国是开发食用水母资源最早的国家, 在 1700 多年前已有腌渍水母为食的记载 (吴宝铃, 1955)^[9]。本世纪 50 年代初, 已形成相当规模的水母渔业, 直到 70 年代初。全国食用水母类年捕捞量一般为 20~40 万 t (鲜品, 下同), 最高达 70 万 t。主要有海蜇 *Rhopilema esculenta* Kishinouye、黄斑海蜇 *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen)、沙蜇

* 辽宁省水产局下达与资助项目。先后参加工作的主要人员还有辽宁省海洋水产所丁耕芜、谭克非、郭平、王文波、赵英明、李忠堂、辽宁海洋渔业开发中心杜怀光、王锡红、宋辛、丹东市水产局佟万金、郑宝太、东港市水产局马兴国、大连市水产局刘恩模、崔俊、庄河市水产局韩茂银、吕纯忠等同志

1994 年 7 月 7 日收到

** 陈介康, 食用水母资源的开发利用 (未发表)

Stomatolophus meleagis L. Agassiz、叶腕水母 *Lobonema smithi* Mayer 和拟叶腕水母 *Lobonemoides gracilis* Light 等 5 种^[7,8],其中以海蜇的资源量为最丰富和经济价值最高。但是,自 70 年代中期以来,由于对幼蜇的严重损害^[10]和渔场附着条件被破坏^[11]等原因,一些主要传统海蜇渔场严重衰落,甚至失去了捕捞价值。鉴此,在揭示了海蜇生活史^[12]的基础上,自 80 年代初以来,曾有浙江海洋水产所、山东海洋水产所、山东荣成水产所、天津塘沽水产局、河北唐山水产局、辽宁营口增殖站、辽宁海洋水产所等单位开展过海蜇放流增殖试验。以浙江海洋水产所的试验研究比较系统,他们于 1986~1989 年在杭州湾和象山港放流海蜇碟状幼体(伞径 4~8 mm)共 1.25 亿个,估计回捕率为 0.1%~0.88%^①,1992 和 1993 年,在温州近海放流碟状幼体 860 万个和 8000 万个,1992 年的回捕率为 0.56%^②。

我们于 1980~1983 年进行了人工培育海蜇幼体的研究和一些增殖海蜇资源的实验,对海蜇的人工繁殖与培养技术、放流幼体的规格、以及放流时间和海域的选择等提供了初步意见^[13]。

1984~1986 年在大连黑石礁湾、1988~1993 年在大洋河口附近海域进行了海蜇放流增殖实验。实验结果表明,以人工放流手段增殖海蜇资源是有效的,但有 2 年出现了回捕率显著偏低、经济效益差的问题。

本文报告了海蜇放流增殖实验的结果,并对所出现的回捕率显著偏低的可能原因进行了讨论。

1 在无海蜇分布区的放流实验

海蜇自然种群多生活于河口附近及沿岸低盐水域,其水母型对盐度的适应范围为 8~35,最适为 14~20^[14,15]。大连市黑石礁湾位于 121°29'~121°40'E、38°49'~38°53'N(图 1),水深 0~40 m,盐度 29~33,其盐度值属海蜇的生存范围而非最适范围,历来几乎无海蜇出现而只有沙蜇分布。为探讨人工放流的海蜇碟状幼体生长至成体的成活率和可能获得的回捕率,我们于 1984~1986 年,每年 6~7 月,在湾内离岸约 2 km 处,放流伞径 5~15 mm 的碟状幼体 $20 \times 10^4 \sim 50 \times 10^4$ 个,并按保守原则设定海蜇的有效分布区,约为 33 km²(图 1),以便监测放流效果。根据海蜇在弱光和轻浪下多浮游于水域近表层的生态习性^[7,14],在 8 月末至 10 月中旬海蜇性成熟期间,于黎明或傍晚,驾驶小艇在其分布区内缓慢航行,观察计效海蜇数量,并尽可能用手操网捕捞。拟定航行中的观察宽度为 4 m,以航行的实际距离换算出所监测水域的面积。据此估算出湾内海蜇的相对密度分别为 155 个/km²、189 个/km²和 113 个/km²,推算回捕率分别为 2.56%、1.24%、1.76%(表 1)。

* 王永顺等。杭州湾海蜇资源管理方案(未发表)

①王永顺等。象山港和杭州湾海蜇放流增殖试验报告(未发表)。该文称伞径 4~8 mm 个体为稚蜇,本文将伞径 20 mm 以下个体称碟状幼体

②据《中国海洋报》1993 年 4 月 23 日报道

表 1 1984~1986 年大连市黑石礁湾海蜇放流数量和监测结果

Table 1. The quantity of releasing ephyrae and the monitored results of *Rhopilema esculenta* in Heishijiao Bay (Dalian) from 1984--1986

年份 (Year)	放流日期 (月/日)	碟状幼体数量 (个)	伞径 (mm)	监测日期 (月/日)	监测面积 (km ²)	成体数量 (个)	伞径 (mm)	相对密度 (个/km ²)	回捕率 (%)
1984	5/19~22	200300	5~10	9/1~10/11	0.36	56	150~350	155	2.56
1985	6/12~7/12	503400	5~15	8/22~10/19	0.43	82	150~350	189	1.24
1986	5/28~7/21	213000	5~10	8/26~10/10	0.43	49	150~350	113	1.76

注: 设定的海蜇有效分布区面积为 33km²

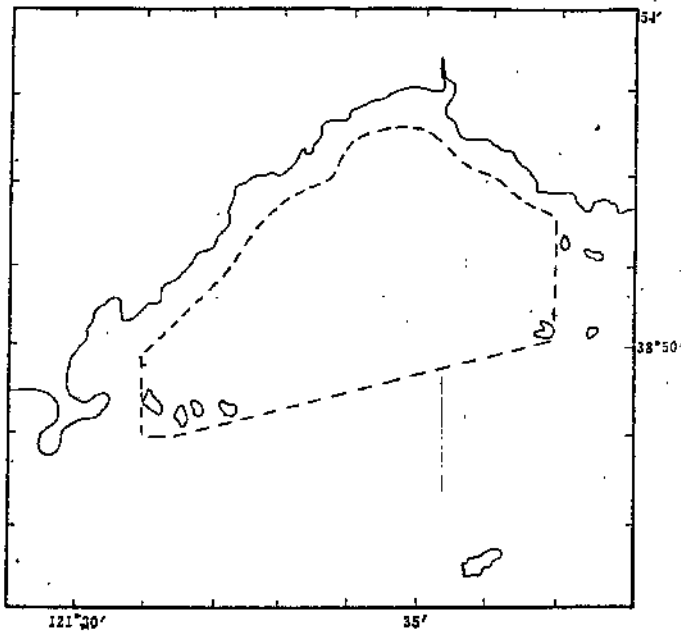


图 1 大连市黑石礁湾简图(虚线范围系设定的海蜇有效分布区)

Fig. 1. The sketch map of Heishijiao Bay, Dalian

(the area in dotted line is supposed effective distribution area)

从上述实验结果可以认为, 人工培育的伞径 5~15 mm 的海蜇碟状幼体, 放流到自然海域经 3 个月生长, 虽个体偏小, 但可达性成熟; 成体海蜇的回捕率, 有可能达到 1.2%~2.5%。

2 在已衰落的海蜇渔场的放流实验

黄海北部辽宁沿岸, 东起鸭绿江口西至碧流河口附近水域都曾有过海蜇分布, 但主要产区是大洋河口附近水域(图 2)。该海域的海蜇年渔获量, 60 年代通常为 20000 t 左右,

1973年曾高达32600 t,之后显著下降。1976~1982年,年捕捞量仅为2000~3000 t,1983年以后失去生产价值(图3)。该海蜇渔场衰败的主要原因可能是由于沿岸小型底层作业渔具的捕捞强度激增以及强化浅海贝类采捕,造成海蜇附着阶段螅状幼体的大量死亡和螅状幼体赖以附着生存的渔场条件遭到严重破坏所致^[11]。

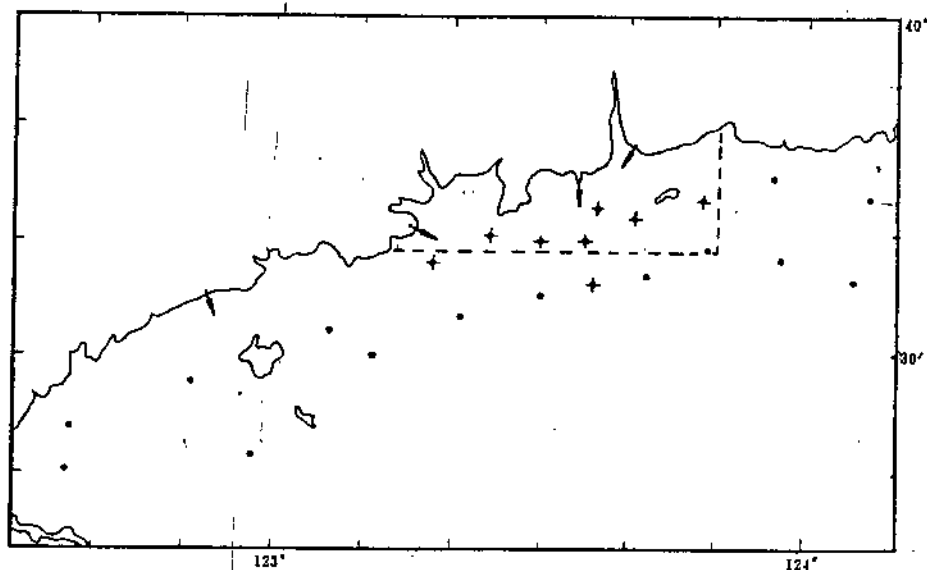


图2 黄海北部辽宁沿岸水域

(虚线范围示大洋河口附近海蜇主要产区;圆点示幼蜇定点调查站位。

其中十字符号示捕获幼蜇频次较高的站位;箭头示放流碟状幼体的位置

Fig. 2. The sketch map of coast waters of northern Yellow Sea in Liaoning Province

以恢复该渔场的海蜇资源为目的,我们先后在东港市黄土坎增殖站和菩萨庙增殖站、庄河市黑岛增殖站和大郑增殖站,利用其现有对虾育苗设施,于秋季(8~10月)培育螅状幼体,采取土池冰下越冬(10~3月)和中间暂养(3~5月),培育出供放流用的碟状幼体。全部繁殖与培育过程均在自然温度下进行。

1988~1993年,每年5~6月,在大洋河口附近水域放流海蜇的碟状幼体。除1988年系采取螅状幼体在海区越冬,放流碟状幼体的伞径为3~4 mm外,其余各年均采取螅状幼体土池越冬和中间暂养,放流碟状幼体的伞径一般为5~10 mm。各年的放流数量依次为 460×10^4 、 110×10^5 、 386×10^5 、 722×10^5 、 1710×10^5 、 173×10^5 个(表2)。

关于对资源增殖效果的监测,采取如下三种方式。

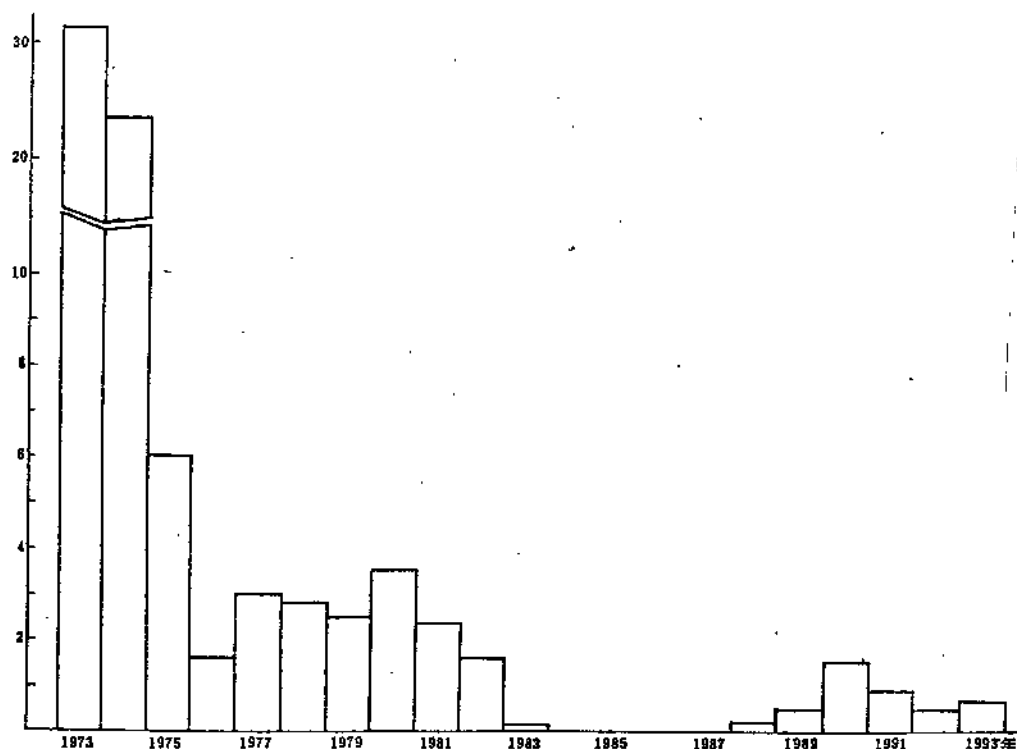


图 3 1973~1993 年黄海北部辽宁沿岸水域海蜇的捕捞量

Fig. 3. The annual total output of edible medusa *Rhopilema esculenta* in northern Yellow Sea in Liaoning Province from 1973~1993

2.1 捕捞量的统计分析

以大洋河口附近水域主要产区 ($39^{\circ}40' N$ 以北、 $123^{\circ}15' \sim 123^{\circ}50' E$; 约 $550 km^2$) 8 月实际捕捞海蜇的产量, 和同时测定的海蜇个体平均重量为根据, 计算出所捕获的海蜇总数量。从而估算该水域所捕个体的相对密度, 1988~1993 年依次为 91 个/ km^2 、 227 个/ km^2 、 682 个/ km^2 、 432 个/ km^2 、 218 个/ km^2 和 281 个/ km^2 , 比放流前 1987 年的 21 个/ km^2 均有明显提高。以放流前 5 年 (1983~1987) 的产量 ($50 t$ 以下) 为基础, 估算出 1988~1993 年的回捕率依次为 0.82% 、 1.02% 、 0.97% 、 0.32% 、 0.07% 和 0.89% (表 2)。

2.2 幼蜇数量定点调查

自鸭绿江口至碧流河口沿 $5 m$ 等深线设 $10 \sim 12$ 个站位, 于 1986 年 7 月中旬、1987 年 7 月中旬和 8 月初、1988 年 7 月中旬和 8 月初、1989~1993 年 7 月末至 8 月初, 进行了

的频次较高和数量较多,占调查中所捕幼蜆数量的80%~90%。虽然即使在主要产区之内,每站次所捕幼蜆的绝对数仍很少(平均0.28~7.28个/站次),但从各年之间的平均数变化可以看出,大体上与前述相对密度和回捕率变化的趋势一致(表2)。

2.3 成体海蜆的试捕

每年的8月末至9月中旬,结合采捕海蜆亲体进行人工育苗的工作,租用当地渔船,使用海蜆锚刺网,依据渔民的经验,在大洋河口附近海蜆的传统渔场,不定点地捕捞海蜆性成熟个体。各年投网次数为5~20次;个体重量一般为10~15 kg,最大个体30 kg;年平均网产海蜆数量为2.4~8.4个。虽然网产海蜆的绝对数较少,代表性不强,但各年之间的平均网产量相比较,其变化趋势也与前述相对密度和回捕率的变化趋势大体上一致(表2)。

表2 1988~1993年大洋河口水域放流海蜆碟状幼体数量及增殖效果
Table 2. The quantity of releasing ophyrae and resource enhancement effects of edible medusae *Rhopilema esculenta* in the estuary of Dayang River from 1988~1993

年 份	放流碟状幼体			增 产 量*				效 果					
	日期 (月/日)	数量 (万个)	伞径 (mm)	重量 (tn)	数量 (万个)	相对密 度(个 /km ²)	回捕 率(%)	日期 (月/日)	站位 (个)	平均分 布(个 /站)	日期 (月/日)	网次 (次)	平均网 捕数 (个/网)
1986	—	—	—	—	—	—	—	7/15~17	7	0	—	—	—
1987	—	—	—	50	1.2	21	0	7/15~17 8/1~4	7	0.14	—	—	—
1988	5/1~6/1	450	3~4	200	5.0	91	0.82	7/18~20 8/1~5	7	0.43	8/25~9/15	20	2.40
1989	5/15~6/1	1100	5~10	500	12.5	227	1.02	8/1~4	7	1.43	8/30~9/14	16	4.94
1990	5/25~6/10	3860	5~10	1550	38.7	682	0.97	7/24~29	7	7.28	8/23~9/6	17	8.41
1991	5/28~6/10	7220	5~10	900	25.0	432	0.32	7/27~30	7	2.57	8/25~9/15	8	3.38
1992	5/4~20	17100	5~10	500	13.2	218	0.07	7/28~8/1 8/13~19	7	1.68	8/25~9/4	6	2.16
1993	4/26~5/22	1730	5~10	700	16.7	281	0.89	8/2~7	7	4.14	8/2~8	5	4.00

* 捕捞时间主要为8月5~15日,个体平均重量3.6~4.2kg,主要渔场面积550km²

上述三种方式监测的结果表明,与放流增殖实验之前的本底调查相比较,放流后任何一年的海蜆资源量均有显著增加;回捕率一般可达1%左右。但恰恰在放流数量最多的1991年和1992年,出现了回捕率显著偏低(0.32%~0.07%)现象。对产生这一现象的可能原因,下文将作初步分析。

3 讨论与结论

海蜆的放流增殖实验已进行了9年,耗资180多万元。前3年(1984~1986)在大连市黑石礁湾进行的小规模放流实验结果,估计回捕率可达1.2%~2.5%。后6年(1988~1993)在大洋河口附近水域进行的大规模实验结果,一般年份(1988、1989、1990、1993)

的回捕率为1%左右,按实际捕捞期(8月5~15日)的个体平均重量4~4.2 kg计算,资金投入与产出*的比例是1:5~8;按规定捕捞期(8月下旬开捕)预期,个体平均重量以10 kg计,则投入与产出比为1:>10。可见海蜆放流增殖经济效益显著。但是,也有2年的回捕率显著偏低:1991年放流数量 7220×10^4 个,按回捕率1%预期,则应回捕 72×10^4 个,以当年实际捕捞期(8月5~15日)个体均重3.6 kg计算,相当于2600 t;但实际产量仅900 t,回捕率0.32%,投入与产出比为1:2,经济效益不显著。1992年放流量为 17100×10^4 个,按回捕率1%预期,则应回捕 170×10^4 个,以当年实际捕捞期(8月5~15日)个体均重3.8 kg计算,相当于6400 t;但实际产量仅500 t,回捕率0.07%,投入与产出比为1:0.6,经济亏损。关于这两年回捕率显著偏低的原因,由于缺乏系统数据,只能根据零星资料和有关现象进行推断。

依据动物种群数量变动的一般特征,导致大洋河口附近水域幼蜆数量规减的因素,大致涉及人类活动对幼蜆的直接损害、幼蜆的自然死亡和幼蜆水平分布变化三个方面。

3.1 关于人为损害

该沿岸水域人类活动对幼蜆的直接损害,主要有小网目渔具作业、吸蛤泵作业、盐场和养殖场纳水等几种方式。据我们现场观察和了解,每年6~7月期间,仅大洋河口的小鱼网(流刺网)损害幼蜆的数量,保守估计为数十万个;也不乏盐场一个进水口在1 h内损害幼蜆几百个的事例。上述作业活动损害幼蜆是肯定的;本实验的回捕率通常为1%左右,未回捕的99%这个数但,应包括一般强度的人为损害。没有证据表明近几年来该沿岸水域幼蜆被人为损害的方式和强度发生了显著变化,而1993年回捕率又明显上升的事实也为这一认识提供了间接依据,效人为损害因素不应成为1991年和1992年回捕率显著偏低的主要原因。

3.2 关于自然死亡

引起任何一种动物自然死亡的因素是错综复杂的。海蜆自然种群的数量变动,与其附着生活的蜆状幼体阶段的成活率密切相关^[11,12,16]。由于我们放流的是营浮游生活的碟状幼体,放流至回捕只有2~3个月时间,研究在这段时间的自然死亡,我们主要考虑两个方面的影响。其一是生物群落中与幼蜆生存密切相关的饵料生物、竞争动物和捕食性动物数量变化的影响;其二是水环境质量变化(包括人类活动的间接作用)的影响。

海蜆以小型浮游生物为食已被确认^[7,14];某些鱼类摄食水母类也有报道^[6,17];沿岸水域的环境质量下降问题,正成为公认的事实^{**}。在这里要讨论的问题是,1988~1993年期间,在放流水域,是否存在因生物群落结构的异常改变或水环境显著恶化,造成了幼蜆在1991年和1992年的6~7月超常规的大量死亡?据现有资料,在该海区,作为海蜆饵料的浮游生物量呈上升趋势而不是下降;捕食性鱼类数量趋于减少而不是增加;沿岸水域环境质量确有下降趋势^{**},但在之后的1993年,当水环境质量下降迹象更加明显时,海蜆的回捕率却比前两年明显提高。由此看来,如果没有其它尚来认识到的自然条件影

* 本文所谓“投入”,是指实验所用全部资金,“产出”是以本底调查为基数计算出的增殖海蜆鲜品产值

** 《现代渔业信息》,1994(1):20~21

响的话,自然死亡因素也不应成为1991年和1992年海蜇回捕率显著偏低的主要原因。

3.3 关于水平分布变化

海蜇是一种浮游动物,自泳能力弱,风浪、潮流和海流等因子的变化对其水平分布有较大影响^[7,9,13,14]。另一方面,海蜇虽为一种身体结构简单的低等动物,但它作为一个物种能生存延续至今,且能在河口及沿岸浅水区形成若干相对稳定的地理群系^[8,14],表明其对海洋环境的变化具有相应的适应能力。水母类普遍存在的垂直移动生态习性^[8,9,14],以及据说在海上风暴到来之前几小时就能游到安全地方*的感觉功能,可能就是长期适应海洋环境变化的反映。可以认为,在一般情况下,海蜇有其一定的生活水域范围;海水运动变化对其水平分布的影响,通常应在一定的地域范围内变动。这可能就是沿海能长期存在若干相对稳定的海蜇地理群系的原因;也是在某一海域进行海蜇人工放流,预期能获得回捕效益的理论根据。

本实验出现了1991和1992年放流数量最多而回捕率显著偏低的现象。根据1992年8月13~19日,自鸭绿江口至碧流河口沿5m等深线和10m等深线共设22个站位试捕调查(图2),以及8~9月在黄海北部海区作业的其它生产船的反馈。表明在该海区(39°00'N以北、122°00'~124°00'E)内,虽然海蜇总资源量不多,但主要分布区仍集中在大洋河口附近10m等深线以内,其它水域仅个别点位有少量海蜇出现。如前所述,如果人为损害和自然死亡两者不是造成放流海区海蜇资源量锐减的主要因素,那么放流的海蜇到哪里去了?是否存在因海流超常变化导致幼蜇群远离其通常生活水域范围的可能性?下列现象也许可供思考。

渤海海峡至莱州湾一带水域,历史上从未形成过高产海蜇(沙蜇除外)渔场^{[7,18]10}但1991年秋季该水域的海蜇数量骤然增多,估计鲜品产量达50000t,相当于 50×10^5 个;1992年又空前丰产,估计鲜品产量375000t,相当于 375×10^5 个^②;1993年产量显著下降。渤海海峡至莱州湾水域海蜇数量的猛增与大洋河口水域海蜇放流量增加而资源量下降现象在时间上的一致性,到底纯属巧合,还是有某些内在联系?作为一个问题加以思考和进一步研究是颇有兴味的。

黄深北部辽宁近岸表层海流的流向是自东北指向西南,并可经渤海海峡进入莱州湾^[19],但对该沿岸水域海流的变化规律缺乏研究。间根的资料显示,曾偶有大量的浮游被囊类出现于黄海北部,作为暖流指标种的梭形纽鳃樽(*Salpa fusiformis*),其分布区在一个月可由海洋岛东北部沿岸水域向西南方向移至渤海海峡附近的老铁山近岸水域^[20]。可以设想,如果1991和1992年的6~7月,黄海北部的沿岸流出现了超常的强劲变化,放流在大洋河口本域的碟状幼体和幼蜇随海流进入渤海并非全无可能。但由于缺乏现场监测数据,指出这种可能性仅仅是为了进一步探讨所出现的事物的本质,而不是作出结论。

* 海青编,1972。富饶的海洋,122。天津人民出版社

①《大连日报》1992年8月15日报道

②该海域海蜇加工品产量,1991年估计为2万t,1992年估计为15万t。但仅少量为三帆品,大量为二帆品,甚至有一帆品。我们以二帆品(加工得率40%)为准换算为鲜品产量,以个体均重10kg计算出数量

综上所述,可以得出结论:以人工放流手段增殖海蜇资源,总体经济效益显著,有时出现回捕率偏低、经济效益不佳的现象,无论是由于水平分布的偶然变化或至今尚未被认识的其它原因,都是少数年份出现的特殊现象。鉴此,应争取由实验性放流向生产性放流转化。

关于与放流增殖效益密切相关的海蜇种苗培育技术、中间暂养技术、海区放流技术、以及工艺设施的改进甚至规范化问题,将另著文报告。

由于已进行的海蜇放流增殖实验,旨在探讨其资源增殖效果,并以恢复已衰落的海蜇渔场原有资源水平为目的,放流数量不多,加之人、财、物力所限,故尚未涉及放流密度、生态容量和这个种在术域生态平衡中的作用等问题。在转入生产性放流增殖时,为获得最佳或良好的经济效益和生态效益,开展这些应用基础理论课题的研究是至为重要的。

参 考 文 献

- 1 Kramp P. L., Synopsis of the medusae of the world, Jour. Mar. Biol. Ass., U. K. 1961, 40, 1~469
- 2 Russell F. S., The medusae of the British Isles, Vol. 2, 1970, 1~284, Cambridge Univ. Press
- 3 Omori M., Zooplankton Fisheries of the world, A review. Mar. Biol. Berl., 1978, 48, 199~205
- 4 Omori M., Edible jellyfish (Scyphomedusae, Rhizostomae) in the far east waters, A brief review of the biology and fishery. Bull. Plankto. Soc. Japan., 1981, 28, 1~11
- 5 Calder D. R., Life history of the cannonball jellyfish, *Stomolophus meleagris*. Biol. Bull. Woods Hole, 1982, 162, 149~162
- 6 安田徹, ミズクラゲの研究. 日本水产资源保护协会, 1988
- 7 洪惠琴, 等. 海蜇. 科学出版社, 1978
- 8 洪惠琴, 等. 我国海洋浮游动物渔业现状和展望. 厦门水产学院学报, 1983(1), 38~46
- 9 吴宝铃, 海蜇. 生物学通报, 1955, (4), 34~40
- 10 王永顺, 黄鸣夏, 陈正国. 张网作业对杭州湾海蜇幼体的损害. 水产科技情报, 1985, (1), 6~7
- 11 刘海映, 等. 辽宁黄海沿岸海蜇资源衰败原因的初步探讨. 水产科学, 1992, 11(10), 26~29
- 12 丁耕尧, 陈介康. 海蜇的生活史. 水产学报, 1981, 5(2), 93~102
- 13 陈介康. 海蜇的培育与利用. 海洋出版社, 1985.
- 14 邓景耀, 赵传缙. 海洋渔业生物学, 农业出版社, 1991, 613~640
- 15 鲁男, 刘春洋, 郭平. 盐度对海蜇各期幼体的影响. 生态学报, 1989, 9(4), 306~309
- 16 刘海映, 等. 辽东海蜇数量变动的初步探讨. 水产科学, 1990, 9(4), 1~5
- 17 达田时美. 东シナ海の浮魚資源. 日本水产资源保护协会, 1965
- 18 赵传缙主编. 中国海洋渔业资源. 浙江科技出版社, 1990, 128~130
- 19 中科院海洋所编. 海洋地理. 科学出版社, 1979
- 20 陈介康. 在黄海北部发现的两种短腿樽. 动物学杂志, 1979(2), 13~16