辽东湾北部近海大型水母数量分布和温度盐度特征*

王 彬 董 婧① 王文波 李玉龙 李轶平 刘修泽 付 杰

(辽宁省海洋水产科学研究院 辽宁省海洋生物资源与生态学重点实验室 大连 116023)

提要 通过2009—2011年5月下旬—7月下旬辽东湾北部近海10m等深线内的大型水母调查数据，分析了辽东湾北部近海近三年中大型水母资源状况，并探讨了辽东湾大型水母的生态类型。结果显示：辽东湾北部近海大型水母种类主要有海蜇(*Rhopilema esculentum*)、沙蜇(*Nemopilema nomurai*)、白色霞水母(*Cyanea nozakii*)、海月水母(*Aurelia* sp.1)，海蜇和沙蜇是优势种。海蜇幼水母阶段主要集中分布在 5m 等深线以内的近岸河口水域，随着个体增大有略向深水或密度较小的水域扩散的趋势，仍主要分布在 5m 等深线两侧水域，属于高温低盐种类。6 月份调查海区中发现大量的沙蜇幼水母，随着沙蜇个体增大，7 月份调查海区中沙蜇数量大幅度减少。辽东湾海月水母在南部海域出现较多，2010、2011 年在北部近海部分海域出现。白色霞水母近几年来辽东湾出现较少，栖息在盐度较高的水域。辽东湾各种大型水母中，沙蜇的生长速度最快。辽东湾海蜇幼水母、沙蜇幼水母的海区出现时间要晚于黄、东海。

关键词 辽东湾，大型水母，海蜇，沙蜇，白色霞水母，海月水母，温度，盐度

中图分类号 Q178.1; Q958.885.3

近些年来，全球性的渔业衰退过程恰好伴随水母类资源量的剧增，水母不仅摄食浮游动物，而且摄食鱼卵和仔稚鱼，对海洋食物网带来巨大的影响(马喜平等，1998)，在西北太平洋地区，大型水母暴发已经对渔业生产和海洋生态系统带来巨大的影响(Kawahara *et al*, 2006; Uye *et al*, 2004; 仲霞铭等，2004; 程家骅等，2005; 董婧等，2005)，大型水母的暴发机理的研究迫在眉睫。

辽东湾位于渤海北部，是我国传统意义上的重要渔场，中国对虾、毛虾、海蜇、小黄鱼、口虾蛄等经济种类是辽东湾的重要经济渔获物。近些年来随着辽东湾渔业资源的衰退，海区中能形成规模渔汛的只有海蜇等少数资源。海蜇作为经济性大型水母种类，多年来一直在辽东湾渔民的经济收入中占据最重要的地位。沙蜇是辽东湾另一主要的大型水母种类，属于大型灾害性水母，经济价值较低，但由于其产量巨大，也是辽东湾渔民的捕捞对象。大型灾害性水母暴发对海洋生态系统造成破坏，严重影响海洋渔业资源和渔业生产作业，部分种类已经成为渔民捕捞加工的对象。在辽东湾，部分渔民捕捞沙蜇并进行加工生产；在福建沿海部分地区，霞水母作为捕捞对象已进行渔业加工生产(卢振彬等, 2003)。

因此，了解各年不同阶段大型水母的资源状况，对渔业生产和灾害预警预报具有重要意义。大型水母的自然生态研究，国内许多学者从种群数量分布及暴发原因探讨(仲霞铭等，2004；程家骅等，2004)，海区渔业资源特征(严利平等，2004；丁峰元等，2005)，群体生长与浮游生物关系(李惠玉等，2007；王彬等，2010)，及生态习性(程家骅等, 2005；丁峰元等, 2007)等方面进行了探讨，并且在大型水母的暴发机理上

* 国家重点基础研究发展计划(973)项目，2011CB403601 号；海洋公益性行业科研专项，200905019-4 号；公益性行业(农业)科研专项, 200903005 号。王 彬，助理研究员, E-mail: wb81321@yahoo.com.cn

① 通讯作者：董 婧，研究员, E-mail: dj660228@tom.com

收稿日期: 2011-12-31，收修改稿日期: 2012-02-28

对大型水母的生活史、繁殖生物学(丁耕芜等, 1981; Dong *et al*, 2006; 刘春洋等, 2009)、环境受控实验及形态学研究(鲁男等, 1995; 董婧等, 2006; Dong *et al*, 2008; 孙明等, 2010)等方面已有较多的研究。渤海大型水母自然生态及海区分布特征的描述较少，辽东湾北部近海一直是海蜇的自然生长区，由于近些年来海蜇资源减少，近些年来休渔期开始后在辽东湾北部近海进行海蜇增殖放流(Dong *et al*, 2009), 2009 和 2010 年的 6 月 1—7 日均在辽东湾北部近海进行了海蜇放流, 2011 年未进行海蜇增殖放流。本文基于每年 5 月下旬—7 月下旬，对辽东湾北部近海 10m 等深线内的大型水母资源进行了全面的动态监测，通过大型水母不同阶段海区的分布特征，以期了解辽东湾大型水母的生态习性，以期为合理利用辽东湾大型水母资源提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　数据来源

本文分析了 2009—2011 年每年 5 月下旬—7 月下旬在渤海辽东湾北部近海进行的大型水母调查数据。调查船采用功率为 88.2kW 的锚流网渔船，并根据海区中大型水母不同生长阶段的个体大小不同选择不同规格网目的锚流网：密眼网(60m×8m，网目 1cm)、青皮网(60m×7m，网目 3cm)、海蜇网(60m×8m，网目 10cm)。

1.2　站位设置

辽东湾北部近海 10m 等深线以内的海区设站 18 个，见图 1。其中 1#—11#站位为 5m 等深线附近及以内站位, 12#—18#为 5—10m 等深线内站位。

1.3　分析方法

海区中大型水母的渔获量用渔获密度[ind/(net·h)]表示，即每小时每网大型水母的渔获数量。同期利用

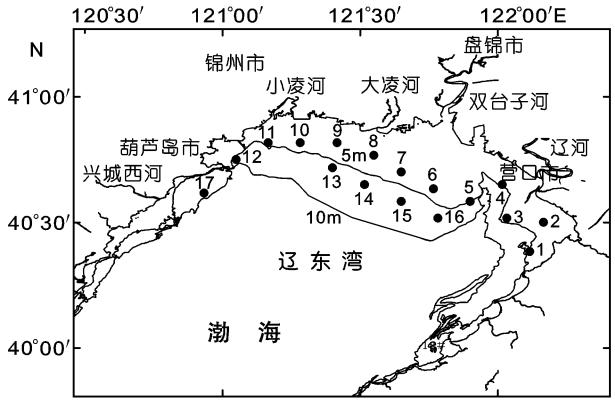

图 1　渤海辽东湾的调查站位图

Fig.1　Sampling stations of Liaodong Bay, Bohai Sea

YSI-30 型盐度、电导、温度测量仪和 AAQ1183 多参数水质监测仪测定调查海区中表层海水温度和盐度。

2　结果与分析

2.1　大型水母栖息水域的温度、盐度特征

辽东湾北部近海有双台子河、大凌河、小凌河、辽河等众多河流汇入，水深在 1—10m 之间。夏季受到北部众多河流和水深较浅的影响，海水温度随着海区深度增加逐渐降低，盐度随着海区深度增加逐渐增大，往往在不同河口区形成高温低盐区，见图 2、图 3。

2.2　大型水母的海区分布与数量组成

通过 2009—2011 年三年的调查数据分析，辽东湾北部近海大型水母种类主要有海蜇、沙蜇、白色霞水母、海月水母。其中优势种类为海蜇和沙蜇。

2.2.1　5 月下旬及 6 月中旬　　5 月下旬，未调查到大型水母。6 月中旬，主要进行的各个河口近海站位的调查，调查海区中只发现沙蜇和海蜇的幼水母，未发现其它大型水母的分布。2009、2010 年在双台子河河口近海发现海蜇数量较多，2011 年未发现海蜇，三年海区平均渔获密度分别为 1.6ind/(net·h)、4.2 ind/(net·h)和 0。海区中沙蜇数量明显高于海蜇, 2009—2011 年三年的平均渔获密度分别为 41.9、28.9、85ind/(net·h)，2011 年在双台子河口渔获密度高达 533ind/(net·h)，见图 4。

2.2.2　6 月下旬　　6 月下旬，调查到大型水母种类有海蜇、沙蜇、白色霞水母和海月水母，渔获种类以沙蜇和海蜇为主。海蜇主要分布在 5m 等深线以内的近岸河口水域, 5—10m 等深线内数量较少，三年平均渔获密度分别为 48.8、34、0.2ind/(net·h)，2009 年在双台子河口渔获密度高达 213ind/(net·h), 2010 年辽河口渔获密度高达 293ind/(net·h)，2011 年海蜇数量较少。沙蜇近海分布较广，三年平均渔获密度分别为 16、131、7.6ind/(net·h)，集中分布区出现在双台子河口近海，2010 年在双台子河口近海渔获密度高达 667 ind/(net·h)。白色霞水母 2009 年在辽东湾东北部沿岸出现，渔获密度 1.2ind/(net·h), 2010 和 2011 年均未出现。海月水母在调查海区数量较少, 2009 年仅在南部近海出现，渔获密度仅为 5ind/(net·h)，2010 年则在辽东湾南部近海大量出现，渔获密度高达 533ind/(net·h)，2011 年在辽东湾西北部锦州湾出现，见图 5。

2.2.3　7 月上旬　　7 月上旬，大型水母渔获种类以海蜇为主，沙蜇数量明显减少，海月水母和白色霞水

母数量较少。三年海区海蜇平均渔获密度分别为 49、29、6.2ind/(net·h)，海蜇仍然集中分布在 5m 等深线以内的近岸河口水域，5—10m 等深线内海蜇数量较少。2009 年大凌河至双台子河口附近较多，最高渔获密度可达 300ind/(net·h)，2010 年主要分布在双台子河口至辽河口一带，2011 年数量较少，主要分布在双台子河口；此时沙蜇较多站位仍有分布，但数量较少，三年海区中平均渔获密度分别为 5、2、5.9ind/(net·h)。

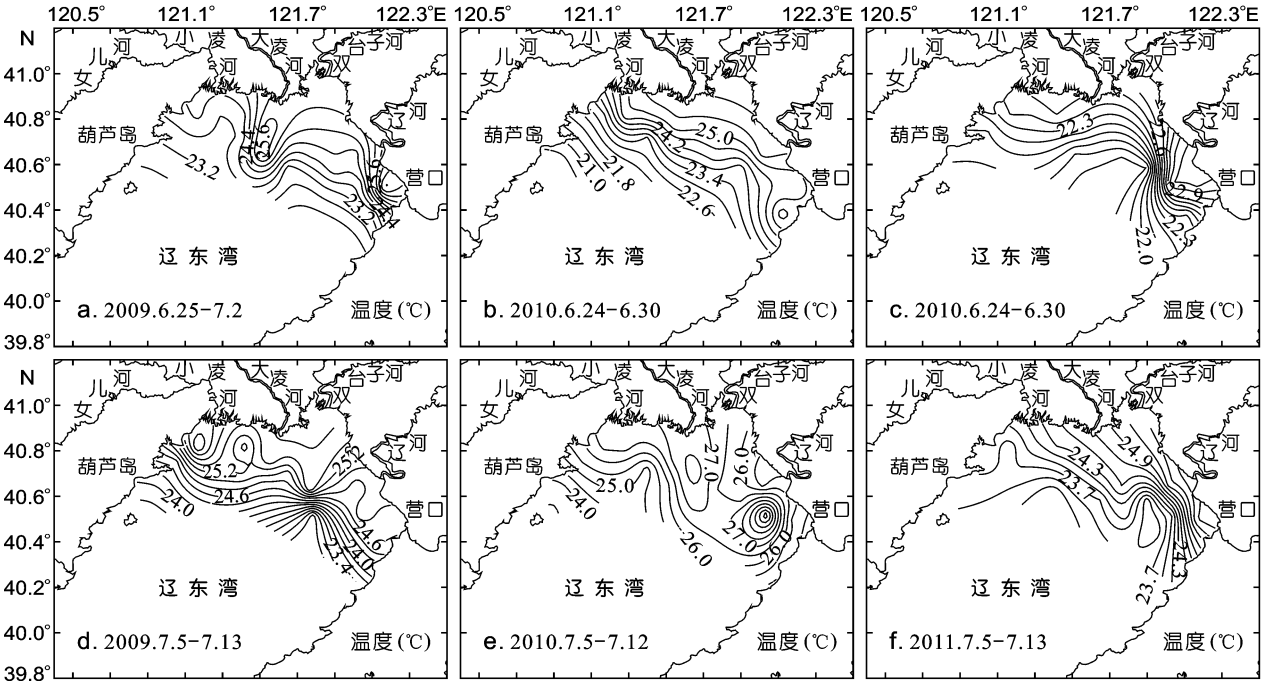

图 2 2009—2011 年 6 月下旬(a—c)和 7 月上旬(d—f)海水表层温度(℃)的平面分布

Fig.2 The horizontal distribution of sea surface temperatures (℃) in late June (a—c) and early July (d—f) from 2009 to 2011

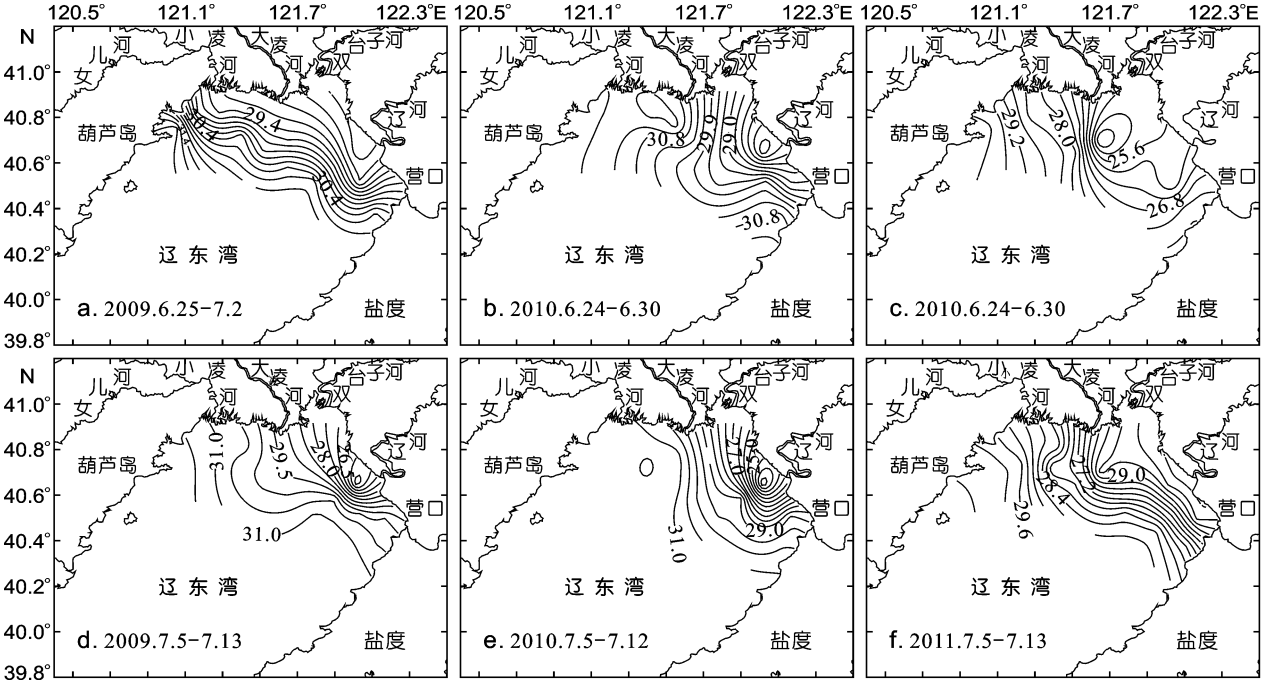

图 3 2009—2011 年 6 月下旬(a—c)和 7 月上旬(d—f)海水表层盐度的平面分布

Fig.3 The horizontal distribution of sea surface salinities in late June (a—c) and early July (d—f) from 2009 to 2011

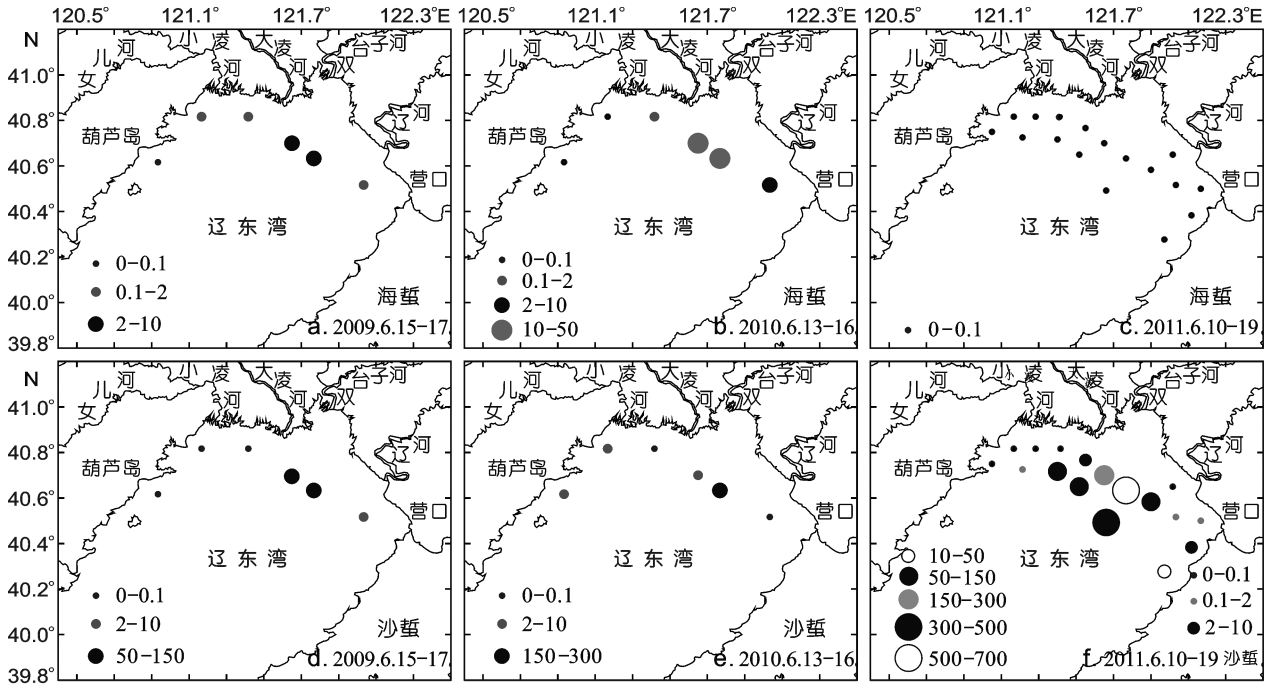

图 4　2009—2011 年 6 月中旬大型水母渔获密度[ind/(net·h)]的平面分布

Fig.4　The horizontal distribution of the catch densities [ind/(net·h)] of giant jellyfish in mid June from 2009 to 2011

a—c: 海蜇; d—f: 沙蜇

白色霞水母 2009 年在辽东湾西北部零星出现，三年中海区平均渔获密度分别为 0.05ind/(net·h)、0、0。海月水母 2010 年在辽东湾南部和北部两个站位出现，渔获密度分别为 15、10ind/(net·h); 2011 年在辽东湾西北部部分站位出现，海区平均渔获密度 11.2ind/(net·h)，最高渔获密度可达 153ind/(net·h)，见图 6。

2.2.4　7 月中下旬　　7 月中下旬，大型水母调查站位主要以近岸 5m 等深线内站位为主。调查到海蜇的数量占绝对优势，沙蜇和海月水母数量较少，白色霞水母几乎不出现了。三年海蜇海区平均渔获密度分别为 26、25、50ind/(net·h); 5m 等深线内海区海蜇的数量比 7 月上旬分布的略显均匀，调查到的少数 5—10m 等深线内站位的海蜇数量略有增加；沙蜇的平均渔获密度分别为 4、0.5、2.4ind/(net·h)。仅 2009 年在辽东湾西北部发现白色霞水母，海区平均渔获密度仅为 0.2ind/(net·h)。2009—2010 年未见海月水母，2011 年海月水母的平均渔获密度为 2.7ind/(net·h)，主要出现在辽东湾西北部的站位，见图 7。

2.3　大型水母的渔获密度及海区的温度盐度变化

辽东湾近岸海水温度从 5 月下旬—7 月下旬逐步上升，不同年份同期海水的平均温度有一定的差异；受到近岸降雨及河流的影响，不同年份盐度也有一定差异，2011 年海水平均盐度明显低于 2009 和 2010 年。

如图 8 所示，海蜇在增殖放流年份 2009 和 2010 年，随着调查海区水温的升高，海蜇从 6 月下旬—7 月上旬渔获密度达到高峰，此时表层海水的平均温度为 24—26.2℃，平均盐度为 30.1—30.4。在未增殖放流的 2011 年，海区中 6 月下旬发现海蜇幼水母，此时海蜇数量很少，表层海水平均温度为 22.4℃，平均盐度为 27.9; 在 7 月下旬海蜇数量达到高峰，此时表层海水平均温度为 25.9℃，平均盐度为 27.9。每年从 7 月下旬开始，由于海蜇开捕，海蜇数量大幅减少，短期内数量降至极低，很难捕到。

沙蜇每年 5 月下旬调查海区中均未出现，不同年份从 6 月上中旬—6 月下旬出现沙蜇渔获密度的高峰，此时表层海水的平均温度为 20.6—23.7℃，平均盐度为 27.2—30.4。7 月份调查海区中沙蜇数量逐渐减少。白色霞水母近几年在辽东湾偶有出现，数量偏低。海月水母 2010 年在辽东湾南部近海大量出现，2010、2011 年在辽东湾北部近海部分站位出现。调查海区海月水母一般在 6 月下旬—7 月上旬渔获密度较高，出现较高渔获密度年份的表层海水平均温度为 22.4—24.2℃，平均盐度为 27.1—30.4。

2.4　大型水母伞弧长及海水温度变化

表 1 列举了不同阶段大型水母的平均伞弧长范围和表层海水平均温度范围。

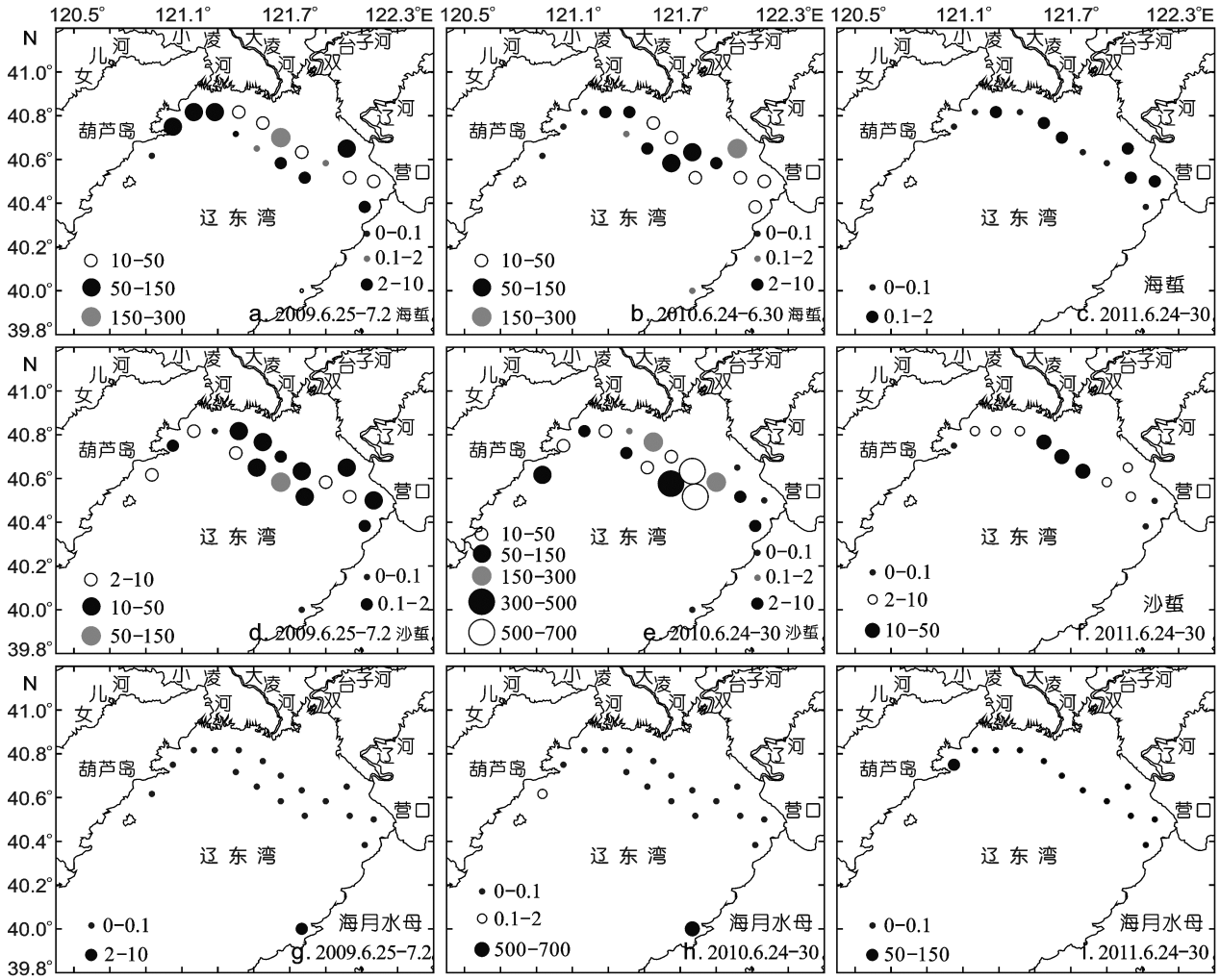

图 5 2009—2011 年 6 月下旬大型水母渔获密度[ind/(net·h)]的平面分布

Fig.5 The horizontal distribution of the catch densities[ind/(net·h)] of giant jellyfish in late June from 2009 to 2011

a—c: 海蜇; d—f: 沙蜇; g—i: 海月水母

从表 1 中可以看出, 5 月下旬—7 月中下旬, 各种大型水母的伞弧长随着海水温度的升高而逐渐增加。5 月下旬, 各种大型水母均未调查到。6 月中旬, 海蜇增殖放流的 2009 和 2010 年平均伞弧长介于 4—6.2cm 之间, 处于幼水母阶段, 而未进行增殖放流的 2011 年未调查到海蜇。沙蜇此时也为幼水母阶段, 伞弧长一般介于 3—20cm 之间, 平均伞弧长 6—12cm, 沙蜇个体大小大于同期海蜇的个体大小。

6 月下旬, 海蜇仍处于幼水母阶段, 2009 和 2010 年海蜇的平均伞弧长 11.3—11.4cm, 2011 年海蜇的平均伞弧长 5cm。沙蜇的平均伞弧长 18—27cm, 白色霞水母和海月水母也处于幼水母阶段, 平均伞弧长 5—10cm。沙蜇出现高峰较晚的 2010 年, 小个体沙蜇伞弧长 5—20cm, 占沙蜇总量的 80%, 沙蜇的平均伞弧长偏低, 但海区中同时也有 50cm 左右的大个体沙蜇, 占沙蜇总量的 10%。海蜇也在部分年份出现大小相差较大的现象, 小个体一般较多, 大个体较少。

7 月上旬, 2009 和 2010 年海蜇平均伞弧长 23.6—27cm, 2011 年海蜇个体偏小, 伞弧长平均仅为 8.1cm; 各年沙蜇的平均伞弧长 33—50cm, 个体最大的沙蜇可达 1m。白色霞水母和海月水母平均伞弧长分别为 15—20cm 和 10—15cm。

7 月中下旬, 2009 和 2010 年海蜇的平均伞弧长增大到 24.8—29.1cm, 最大个体可以达到 60cm; 2011 年 7 月中下旬海蜇调查中, 调查到的海蜇伞弧长分为两个群体, 较大个体的海蜇用海蜇网可以捕到, 平均伞弧长为 25.9cm; 较小个体的海蜇必须用青皮网才能捕到, 数量很多, 平均伞弧长 7cm。综合 2011 年 7 月

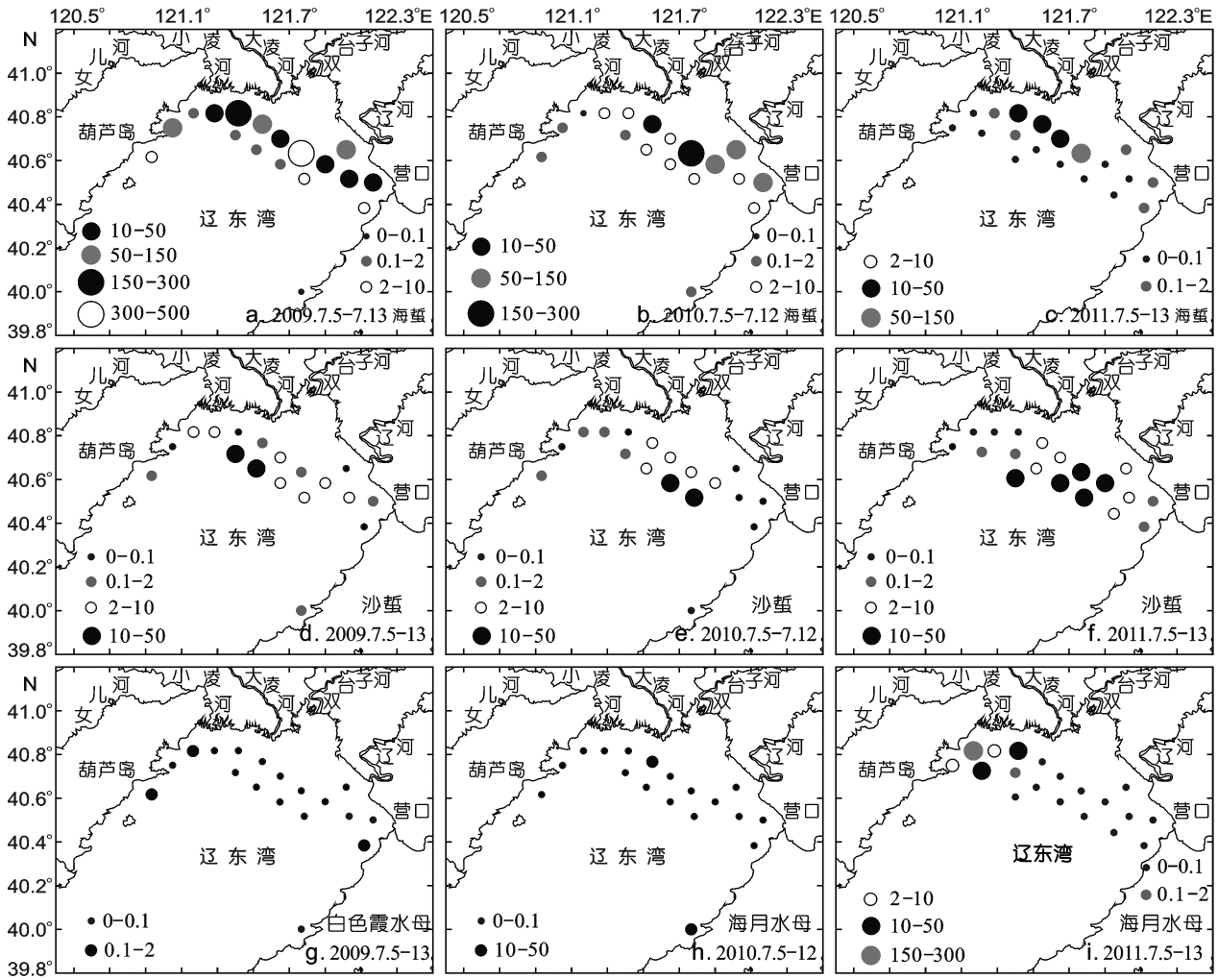

图 6　2009—2011 年 7 月上旬大型水母渔获密度[ind/(net·h)]的平面分布

Fig.6　The horizontal distribution of the catch densities [ind/(net·h)] of giant jellyfish in early July from 2009 to 2011

a—c: 海蜇; d—f: 沙蜇; g: 白色霞水母; h—i: 海月水母

中下旬，海蜇的平均伞弧长为 18cm 左右。此阶段沙蜇近海数量极少，各年捕到的沙蜇平均伞弧长在 50—65cm 之间，最大个体超过 1m。海月水母平均伞弧长在 15—20cm 之间。2009 年发现的白色霞水母伞弧长在 20cm 左右。

3　讨论与结论

3.1　辽东湾大型水母栖息的水域环境和生态类型分析

表 2 列出了 2009—2011 年辽东湾北部近海大型水母栖息的海水表层温度、盐度范围。

黄鸣夏等(1987)报道海蜇的初生碟状体到稚蜇阶段的适应盐度为 8.89—33.68，而碟状体、小海蜇生活在河流的入海口附近。通过本文的研究，辽东湾海蜇幼水母阶段主要集中分布在辽东湾北部 5m 等深线以内近岸河口区，从幼水母到成蜇，随着海蜇个体增大，海蜇有略向深水或者密度较小的水域扩散的趋势，但仍然主要分布在 5m 等深线两侧水域。三年来出现海蜇较密集区的海水表层温度范围 22—27℃，海水表层盐度范围 22.1—31.1，体现出海蜇高温低盐的生态属性。

6 月份辽东湾北部近海发现大量的沙蜇幼水母，集中分布区出现在双台子河口近海，随着沙蜇个体增大，7 月份调查海区中沙蜇数量大幅度减少。调查海区形成沙蜇较密集区的时间段均出现在 6 月份幼水母阶段，三年来出现沙蜇较密集区的海水表层温度范围 19.6—24.4℃，海水表层盐度范围 24.7—31.6。

辽东湾 2004 年白色霞水母大暴发，2005 年以后的数量较少，从 2009—2011 年的调查来看，仅 2009 年 6 月下旬—7 月上旬在辽东湾东北部和西北部的 1#、11#、17#发现白色霞水母，且渔获密度较低，

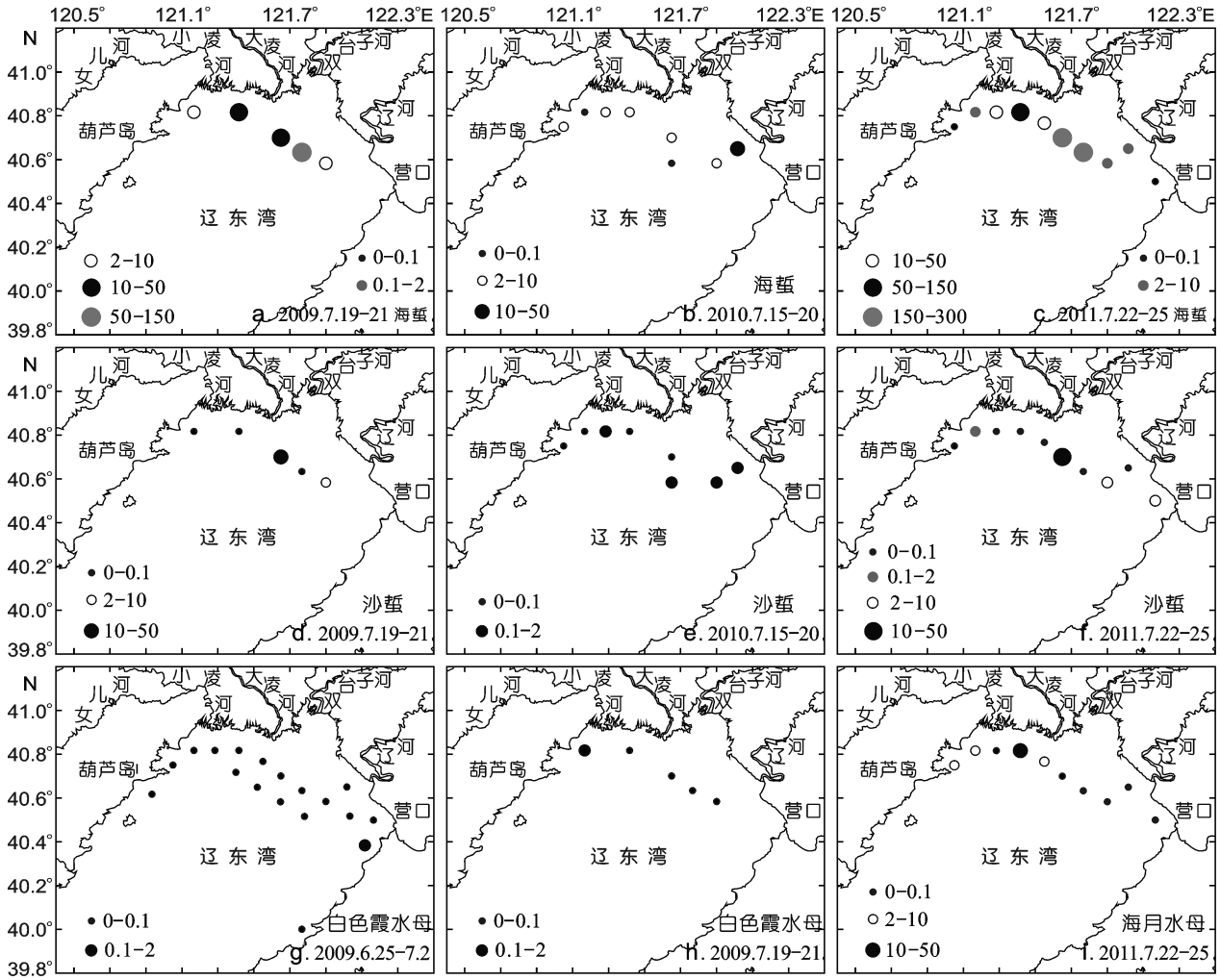

图 7 2009—2011 年 7 月中下旬大型水母渔获密度[ind/(net·h)]的平面分布

Fig.7 The horizontal distribution of the catch densities [ind/(net·h)] of giant jellyfish in mid to late July from 2009 to 2011

a—c: 海蜇; d—f: 沙蜇; g: 2009 年 6 月下旬白色霞水母; h: 白色霞水母; i: 海月水母

2010、2011 年的调查中则未发现。从 2005 年以来历年出现白色霞水母的站位的温度和盐度来看，出现站位的海水表层温度范围 21.2—26.8℃，海水表层盐度范围 29.4—32.9，属于辽东湾较高盐度的区域。2004 年辽东湾白色霞水母暴发区的海水表层盐度甚至高达 33—35 (Dong *et al*, 2008)。程家骅等(2005)报道霞水母在东海主要分布在台湾暖流伸向东海北部的暖水高盐水域，辽东湾白色霞水母的海区分布特征也印证了霞水母高盐的生态属性。

调查海区中海月水母的出现频率较低，据本调查研究的结果，海月水母栖息分布水域的海水表层盐度为 27.5—32.1，较密集区的海水表层盐度范围 29.5—32.1，属于辽东湾偏高盐水域。

3.2 辽东湾大型水母生长速度的推断及不同海区间大型水母出现时间比对

根据辽东湾北部近海多年的大型水母调查记录，不同年份 6 月上旬—6 月下旬，各种大型水母的幼水母均已出现。由伞弧长的变化情况来看，沙蜇从 6 月中旬—7 月中下旬个体增大约 40—50cm，生长速度较快，海蜇同期个体增大约 20—30cm，白色霞水母和海月水母近些年来海区调查记录较少，从目前海区调查到的生长情况看，要明显慢于沙蜇。沙蜇的生长速度快于海蜇、白色霞水母和海月水母。

张芳(2008)[1)]报道黄、东海交界处 2007 年 5 月初发现沙蜇幼水母，伞弧长为 5—10cm， 6 月末黄海南部沙蜇伞弧长为 6—40cm；李建生等(2009)报道东海

1) 张 芳, 2008. 黄东海胶质浮游动物水母类研究. 青岛: 中国科学院海洋研究所博士学位论文, 1—83

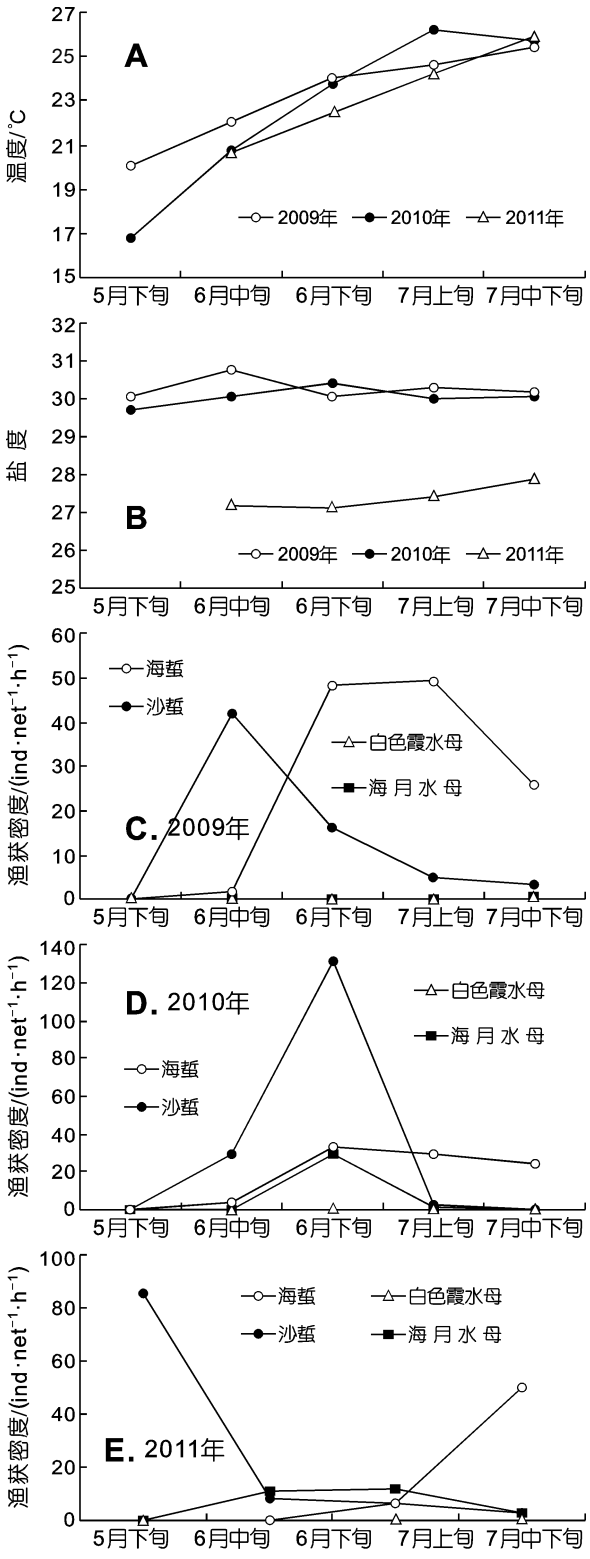

图 8　2009—2011 年 5 月下旬—7 月中下旬辽东湾北部近海大型水母的渔获密度[ind/(net·h)]及海水表层温度(℃)、盐度变化

Fig.8　Dynamic changes of the catch densities [ind/(net·h)] of giant jellyfish, the sea surface temperature (℃) and salinity in inshore waters in the northern Liaodong Bay from late May to mid to late July from 2009 to 2011

北部 2008 年 6 月中旬沙蜇伞弧长 10—51cm, 平均伞弧长 27.81cm; 程家骅等(2005)报道东海区 2004 年 6 月份沙蜇平均伞弧长可达 60cm。辽东湾最早的沙蜇发现记录是在 6 月上旬, 伞弧长范围在 2—10cm 之间(王彬等, 2010)。根据本文的调查研究, 6 月中旬辽东湾沙蜇的平均伞弧长在 6—12cm 之间, 可见辽东湾沙蜇的发生时间要晚于黄、东海。

杭州湾 5 月下旬—6 月初调查到海蜇幼水母(黄鸣夏等, 1985), 浙南近海在停止海蜇放流后的年份, 5 月初—5 月下旬调查到海蜇幼水母(王永顺等, 1997), 福建沿海不同河口 2 月下旬—4 月下旬出现海蜇幼水母(戴泉水等, 2004), 辽东湾最早调查到海蜇的幼水母的时间是在 6 月上、中旬(王彬等, 2010; 姜连新等, 2007)和 6 月下旬(李培军等, 1988, 1990), 2011 年辽东湾 6 月下旬调查到海蜇幼水母。海蜇幼水母发生后经历缓慢生长期、快速生长期和衰老期, 从上面的记载来看, 海蜇幼水母的海区出现时间随着纬度的增高而推迟, 并且印证了卢振彬等(1999)报道的我国辽东湾、杭州湾、浙南、闽江口海蜇四大群体, 海蜇伞径的快速增长期和伞径最大值的出现期, 随着纬度的增高而推迟的现象。

姜连新等(2007)记录到 6 月上、中旬辽东湾沿岸调查到白色霞水母幼水母, 福建到浙江沿海一带 3—4 月份出现霞水母的幼水母(卢振彬等, 2003; 周永东等, 2004; 程家骅等, 2005), 江苏沿岸则是在 5 月底—6 月初出现霞水母的幼水母(仲霞铭等, 2004), 辽东湾霞水母幼水母海区中调查到的时间也要晚于东海, 与黄海较为接近。

对于许多钵水母种类而言, 水温的变化是促使其横裂生殖的诱因(Arai, 1997), 陈介康等(1984)对海蜇横裂生殖的季节规律研究表明, 海蜇在野外状态下当自然海区温度升高到 13—15℃时其开始横裂生殖。沙蜇在实验室内水温从 13℃升高到 23℃诱其发生横裂生殖(Kawahara *et al*, 2006), 因此不同海区海水温度变化的差异很可能导致海区中大型水母的发生时间不同。表 3 列举了历史资料记载的中国海域部分大型水母幼水母的出现记录, 更直观地比对了各个大型水母不同海区中的出现时间。

3.3　近年来辽东湾大型水母资源状况的分析

辽东湾 2005—2010 年进行了海蜇放流, 2005—2010 年辽东湾海蜇均形成规模渔汛, 最高年产 9.1 万 t (姜连新等, 2007)。2011 年辽东湾未进行海蜇放流,

表 1 辽东湾不同时间段大型水母平均伞弧长和平均海水表层水温(℃)

Tab.1 The mean sea surface temperatures (℃) and mean umbrella arc lengths of giant jellyfish in Liaodong Bay in different time quantum

时间	平均表层水温(℃)	伞弧长(cm)				
		海蜇(2009, 2010)	海蜇(2011)	沙蜇	白色霞水母	海月水母
5 月下旬	16.8—20	—	—	—	—	—
6 月中旬	20.6—22	4—6.2	—	6—12	—	—
6 月下旬	22.4—24	11.3—11.4	5	18—27	5—10	5—10
7 月上旬	24.2—26.2	23.6—27	8.1	33—50	15—20	10—15
7 月中下旬	25.4—25.9	24.8—29.1	18	50—65	20	15—20

注: 表中数据为 2009—2011 年各年数据的平均值范围。白色霞水母和海月水母出现个体较少, 且上网后易碎, 所测伞弧长为估测值

表 2 2009—2011 年辽东湾大型水母栖息的海水表层温度(℃)和盐度范围

Tab.2 The range of sea surface water temperatures (℃) and salinities in the inhabitation area of giant jellyfish in Liaodong Bay from 2009 to 2011

种类	海水表温(℃)	海水表盐	较密集区表温(℃)	较密集区表盐
海蜇(*R. esculentum*)	20.5—27.9	22.1—32.1	22—27	22.1—31.1
沙蜇(*N. nomurai*)	17.7—27.8	24.3—31.9	19.6—24.4	24.7—31.6
海月水母(*Aurelia* sp.1)	20.4—27.3	27.5—32.1	20.5—23.6	29.5—32.1
白色霞水母(*C. nozakii*)	21.2—26.8	29.4—32.9	—	—

注: 以渔获密度高于 100ind/(net·h)的区域为较密集区, 且白色霞水母由于近三年出现较少, 引用 2005—2011 年的调查数据。2004 年辽东湾白色霞水母暴发区海水表层盐度为 33—35 (Dong *et al*, 2008)

表 3 中国沿海部分大型水母幼水母出现记录

Tab.3 The occurrence of larval medusa stages of giant jellyfish in the coastal China sea

种类	时间	海区	伞弧长(cm)	文献
沙蜇(*N. nomurai*)	2008 年 6 月中旬	东海北部	10—51	李建生等, 2009
	2007 年 5 月初	黄、东海交界处	5—10	张芳, 2008[1)]
	2007 年 6 月末	黄海南部	6—40	张芳, 2008[1)]
	2006 年 6 月上旬	辽东湾北部近海	2—10	王彬等, 2010
海蜇(*R. esculentum*)	1993 年 5 月初	福建闽江口	1.8—3.5	卢振彬等, 1999
	2 月下旬—4 月下旬	福建沿海	幼水母	戴泉水等, 2004
	1995 年 5 月初	浙江南部近海	2—3	王永顺等, 1997
	1996 年 5 月下旬	浙江南部近海	2.1—5.3	王永顺等, 1997
	5 月下旬—6 月初	杭州湾	2—5	黄鸣夏等, 1985
	1982 年 6 月下旬	辽东湾北部近海	1—2.2	李培军等, 1988
	1989 年 6 月下旬	辽东湾北部近海	4	李培军等, 1990
	2005 年 6 月上、中旬	辽东湾北部近海	1.1—1.6	姜连新等, 2007
	2006 年 6 月上旬	辽东湾北部近海	2—3	王彬等, 2010
霞水母(*Cyanea* sp.)	1994 年 4 月初	福建东山岛海域	1.4—4.5	卢振彬等, 2003
	3—4 月	杭州湾及长江口沿岸岛屿附近	2—15	周永东等, 2004
	2004 年 4 月	浙江中北部沿近海高盐水域	15—20	程家骅等, 2005
	5 月底—6 月初	江苏沿岸	水珠大小	仲霞铭等, 2004
	2005 年 6 月上、中旬	辽东湾北部近海	幼水母	姜连新等, 2007

海蜇的产量仅 1000t 左右。2011 年从 6 月上、中旬—7 月上、中旬, 辽东湾低温寡照天气较多, 海区水温比往年同期低 0.5—2℃, 这对高温低盐种的海蜇的发生和生长较为不利。历史上记载 80 年代辽东湾北部近海 6 月下旬出现海蜇幼水母的集中分布区(李培军等, 1990), 2011 年 6 月下旬仅少数站位零星出现海蜇

幼水母，7 月上、中旬仅在双台子河口出现海蜇幼水母的集中分布区，甚至海蜇开捕前 7 月下旬双台子河至大凌河口一带仍有较多的海蜇幼水母分布，同时海区中其它调查站位海蜇数量较少。因此推测 2011 年辽东湾海蜇产量较低的原因，除了未进行增殖放流和各种原因导致的海区中海蜇螅状体的栖息数量可能较少的因素以外，水温偏低导致的海蜇发生较晚及生长速度慢也是影响因素之一。

沙蜇在黄、东海暴发期间对海区中浮游动物的潜在消耗是非常大的，甚至是毁灭性的(张芳，2008)[1)]。沙蜇作为辽东湾大型水母的优势种类之一(王彬等，2010)，近些年来在辽东湾多次大量出现，大量出现期间同样会对辽东湾浮游动物产生较大的潜在消耗，对辽东湾的渔业生态系统造成影响。在辽东湾渔业资源日趋减少的情况下，辽东湾部分渔民将沙蜇作为食用水母来进行捕捞生产，虽然经济价值低，但产量巨大，捕捞期较长，辽东湾沙蜇生产船仍然具有可观的经济效益。因此辽东湾沙蜇的暴发对辽东湾生态系统和渔业资源结构带来负面影响的同时，在某种程度上也形成了低值渔业资源。

海月水母一般在辽东湾南部海域出现较多，根据辽东湾南部的海洋环境监测调查数据，往往在大连、瓦房店等南部海域海月水母有较多的分布，2010、2011 年在辽东湾西北部近海部分站位出现了海月水母。由于该水母在辽东湾北部近海数量相对较少，并且毒性较低，个体较小，对辽东湾北部近海生态系统和渔业生产的影响较小。

2004 年辽东湾白色霞水母暴发，对辽东湾渔业生产造成巨大影响。2005—2011 年辽东湾北部海区中白色霞水母的数量较少，在辽东湾北部近海偶有出现，对海洋生态系统和渔业生产的影响较小。

大型水母的暴发和栖息分布，受到温度、盐度、海流、饵料、敌害生物等多种因素的共同影响。由于受到调查时间段及调查区域的限制，辽东湾大型水母的生态习性研究还需要进一步的调查和实验。

参　考　文　献

丁耕芜, 陈介康, 1981. 海蜇的生活史. 水产学报, 5(2): 93—102

丁峰元, 程家骅, 2005. 东海区夏、秋季大型水母分布区渔业资源特征分析. 海洋渔业, 27(2): 120—128

丁峰元, 程家骅, 2007. 东海区沙海蜇的动态分布. 中国水产科学, 14(1): 83—89

马喜平, 凡守军, 1998. 水母类在海洋食物网中的作用. 海洋科学, 2: 38—42

王　彬, 董　婧, 刘春洋等, 2010. 夏初辽东湾海蜇放流区大型水母和主要浮游动物. 渔业科学进展, 31(5): 83—90

王永顺, 黄鸣夏, 周永东, 1997. 对浙南海域停止海蜇放流后的幼蜇调查. 海洋水产科技, 53(1): 6—8

卢振彬, 戴泉水, 颜尤明, 2003. 福建东山岛海域霞水母的渔业生物学研究. 应用生态学报, 14(6): 973—976

卢振彬, 戴泉水, 颜尤明等, 1999. 闽江口海蜇生长的研究. 台湾海峡, 13(8): 314—319

仲霞铭, 汤建华, 刘培廷, 2004. 霞水母的暴发与海洋生态之关联性探讨. 现代渔业信息, 19(3): 15—17

刘春洋, 王文波, 董　婧等, 2009. 黄斑海蜇的生活史及几种钵水母类螅状体形态特征的比较. 渔业科学进展, 30(4): 103—107

孙　明, 董　婧, 赵　云等, 2010. 沙蜇与海蜇晚期碟状体的形态学研究. 渔业科学进展, 31(1): 48—53

严利平, 李圣法, 丁峰元, 2004. 东海、黄海大型水母类资源动态及其与渔业关系的初探. 海洋渔业, 26(1): 9—12

李建生, 凌建忠, 程家骅等, 2009. 2008 年夏秋季东海北部沙海蜇资源状况分析. 海洋渔业, 31(4): 444—449

李培军, 刘海映, 王文波, 1990. 1989 年辽东湾海蜇资源的特点和人为因素对渔获量的影响. 水产科学, 9(1): 7—9

李培军, 谭克非, 叶昌臣, 1988. 辽东湾海蜇生长的研究. 水产学报, 12(3): 243—250

李惠玉, 李建生, 丁峰元等, 2007. 东海区沙蜇与浮游动物的分布特征. 生态学杂志, 26(12): 1974—1980

陈介康, 丁耕芜, 1984. 海蜇横裂生殖的季节规律. 水产学报, 8(1): 55—68

周永东, 刘子藩, 薄治礼等, 2004. 东黄海大型水母及其调查监测. 水产科技情报, 31(5): 224—227

姜连新, 叶昌臣, 谭克非等, 2007. 海蜇的研究. 北京: 海洋出版社, 158—200

黄鸣夏, 王永顺, 孙　忠, 1987. 温度和盐度对海蜇碟状体生长及发育的影响. 浙江水产学院学报, 6(2): 105—110

黄鸣夏, 胡　杰, 王永顺等, 1985. 杭州湾海蜇生殖习性的研究. 水产学报, 9(3): 239—246

董　婧, 王　彬, 刘春洋, 2006. 白色霞水母各发育阶段的形态. 水产学报, 30(6): 761—766

董　婧, 刘春洋, 李文泉等, 2005. 白色霞水母的形态与结构. 水产科学, 24(2): 22—23

程家骅, 丁峰元, 李圣法等, 2005. 东海区大型水母数量分布特征及其与温盐度的关系. 生态学报, 25(3): 440—445

程家骅, 李圣法, 丁峰元等, 2004. 东、黄海大型水母暴发现象及其可能成因浅析. 现代渔业信息, 19(5): 10—12

鲁　男, 蒋　双, 陈介康, 1995. 温度和饵料丰度对海蜇水母体生长的影响. 海洋与湖沼, 26(2): 186—190

戴泉水, 卢振彬, 叶孙忠等, 2004. 福建海区海蜇渔业资源状况及其渔业生物学. 福建水产, 2: 1—8

1) 张　芳, 2008. 黄东海胶质浮游动物水母类研究. 青岛: 中国科学院海洋研究所博士学位论文, 1—83

Arai M N, 1997. A Functional Biology of Scyphozoa. Chapman & Hall, London, 1—316

Dong J, Jiang L X, Tan K F *et al*, 2009. Stock enhancement of the edible jellyfish (*Rhopilema esculentum* Kishinouye) in Liaodong Bay, China: a review. Hydrobiologia, 616: 113—118

Dong J, Liu C Y, Wang Y Q *et al*, 2006. Laboratory observation on the life cycle of *Cyanea nozakii* Kishinouye. Acta Zoologica Sinica, 52(2): 389—395

Dong J, Sun M, Wang B *et al*, 2008. Comparison of life cycles and morphology of *Cynea nozakii* and other scyphozoans. Plankton Benthos Res, 3(Suppl.): 118—124

Kawahara M, Uye S, Ohtsu K *et al*, 2006. Unusual population explosion of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* (Scyphozoa. Rhizostomeae) in East Asian waters. Mar Ecol Prog Ser, 307: 161—l73

Uye S, Ueta Y, 2004. Recent increase of jellyfish populations and their nuisance to fisheries in the inland sea of Japan. Bull Jpn Soc Fish Oceanogr, 68: 9—19

THE QUANTITY DISTRIBUTION OF GIANT JELLYFISH AND ITS RELATIONSHIP TO SEAWATER TEMPERATURE AND SALINITY IN INSHORE WATERS OF THE NORTHERN LIAODONG BAY REGION

WANG Bin, DONG Jing, WANG Wen-Bo, LI Yu-Long, LI Yi-Ping, LIU Xiu-Ze, FU Jie

(*Liaoning Ocean and Fisheries Science Research Institute, Key Laboratory of Marine Biological Resources and Ecology, Liaoning Province, Dalian*, 116023)

Abstract The distribution of giant jellyfish and the ecological type were analyzed on the basis of the sampling data obtained during the surveys in inshore waters within 10m isobath of the northern Liaodong Bay, Bohai Sea from late May to late July from 2009 to 2011. There were four main species of giant jellyfish, *Rhopilema esculentum*, *Nemopilema nomurai*, *Cyanea nozakii* and *Aurelia* sp.1. The larval medusae of *R. esculentum* was mainly found within 5m isobath in coastal estuaries of the northern Liaodong Bay, and adult medusae was mainly found in both sides of the waters near 5m isobath. The adult had a slightly tendency to go to deep waters or low jellyfish catch density waters with the individual increasing. The relatively high temperature and low salinity area of coastal estuaries was an optimum environment for the growth of *R. esculentum*. There were a large amount of larval medusae of *N. nomurai* in inshore waters of northern Liaodong Bay in June, and the amount of *N. nomurai* decreased a lot with the individual increasing in the area in July. *Aurelia* sp.1 mainly inhabitated in the southern Liaodong Bay, and was found a few in inshore waters of the northern Liaodong Bay in 2010 and 2011.

C. nozakii inhabitated in high salinity area, and was few found in Liaodong Bay in recent years. Among giant jellyfishes in Liaodong Bay, *N. nomurai* grew more quickly. The occurrence time of the larval medusa of *R. esculentum* and *N. nomurai* in Liaodong Bay was later than in the Yellow Sea and East China Sea.

Key words Liaodong Bay, Giant jellyfish, *Rhopilema esculentum*, *Nemopilema nomurai*, *Cyanea nozakii*, *Aurelia* sp.1, Temperature, Salinity