

南沙群岛北部海域鳶乌贼(*Sthenoteuthis oualaniensis*)夏季渔业生物学研究*

颜云榕^{1,2} 冯波^{1,2} 卢伙胜^{1,2} 赖金养¹ 杜时强¹

(1. 广东海洋大学水产学院 湛江 524088; 2. 广东海洋大学南海渔业资源监测与评估中心 湛江 524088)

提要 采用自动鱿钓(AJ)和灯光罩网(LAFN)定点采样,对南沙群岛北部海域(12—16°N, 112—116°E)鳶乌贼生长、繁殖、摄食及资源分布等进行研究。结果表明:灯光罩网渔获中鳶乌贼的胴长范围为 65—231mm, 体质量范围为 6—580g; 自动鱿钓鳶乌贼胴长范围为 108—215mm, 体质量范围为 38—400g。自动鱿钓和灯光罩网鳶乌贼雌雄性比分别为 32.0 和 1.4。南沙鳶乌贼雌性个体出现两个性腺发育高峰期, 即 101—120mm 与 161mm 以上胴长组, 4—7 月为繁殖高峰期。鳶乌贼以大眼标灯鱼、尖头燕鲛等中上层鱼类为主, 还摄食同类以及钩腕乌贼属等其它头足类及少数蟹类, 雌雄个体摄食强度随胴长增加而增加。自动鱿钓 CPUE(单位捕捞努力量渔获量)为 1—38pc/(line·h), 平均值为 12pc/(line·h); 而灯光罩网 CPUE 为 15—50kg/net, 平均值为 35.7kg/net。南沙群岛北部海域鳶乌贼具有重要的经济学和营养生态学价值, 灯光罩网是开展南海鳶乌贼渔业资源研究的较佳采样方式。

关键词 南沙群岛海域, 鳶乌贼, 渔业生物学, 自动鱿钓, 灯光罩网

中图分类号 Q958; S917

鳶乌贼(*Sthenoteuthis oualaniensis* Lesson, 1830)隶属枪形目(Teuthoidea)、柔鱼科(Ommastrephidae)、鳶乌贼属(*Sthenoteuthis*), 体表具小型近圆形色素斑, 胴背、头部及触腕中央呈紫褐色, 胴背前方皮下具卵圆形发光组织, 雄性左侧第 4 腕茎化(董正之, 1988)。鳶乌贼为经济种类, 在南海和印度洋西北部海域资源量较大(陈新军等, 2009)。

关于鳶乌贼渔业生物学的研究, Okutani 等(1978)综述日本冲绳岛海域及台湾西南海域鳶乌贼渔场和渔期, Suzuki 等(1986)研究发现夏威夷海域鳶乌贼的生命周期为 1 年, Chesalin 等(2002)对阿拉伯海鳶乌贼生物学及其分布进行了分析, Parry(2006, 2008)分析了东太平洋鳶乌贼食性随生长发育的变化。国内, 陈新军等(2004)对印度洋西北海域鳶乌贼资源密度分布进行初步分析, 陈新军等(2006)研究阿拉伯海北部公海海域鳶乌贼资源密度及其分布, Chen 等(2007)系

统研究了印度洋西北海域鳶乌贼的渔业生物学特性, 邵锋等(2008)研究印度洋西北海域鳶乌贼渔场分布与海面高度的关系, 刘必林等(2009)应用耳石研究印度洋西北海域鳶乌贼的年龄、生长和种群结构, 张鹏等(2010)初步探讨了南海鳶乌贼的资源开发现状及发展前景, 等等。

南海鳶乌贼, 俗称红鱿或南鱿, 近几年成为南海三省区灯光罩网船的主要捕捞对象之一, 每年 2—6 月为渔汛期, 渔船主要集中在中沙群岛和西沙群岛附近 800m 以深海域作业。南海外海鳶乌贼具有较大的开发潜力, 然而关于该种类的基础生物学、南沙群岛附近海域资源分布等至今尚未见报道。本研究通过南沙北部海域鳶乌贼灯光罩网与自动鱿钓的定点调查, 研究其生长规律、繁殖生物学特性、摄食习性和资源分布, 旨在探讨该海域鳶乌贼生物学状况, 丰富鳶乌贼研究资料, 为南海深水海域头足类资源开发

* 农业部南海渔业资源调查, 2008 专项; 广东省自然科学基金项目, S2012040007813 号; 广东省教育厅高校优秀青年创新人才培育项目, LYM09089 号; 广东海洋大学引进人才科研启动项目, 2011 年。颜云榕, 博士, 副教授, E-mail: yanyr@gdou.edu.cn

通讯作者: 卢伙胜, 教授, E-mail: luhs@gdou.edu.cn

收稿日期: 2012-03-15, 收修改稿日期: 2012-05-16

提供基础数据。

1 材料与方 法

1.1 调查海域与调查船

2010年6月29日—7月15日,在南沙北部海域每隔30'平行设立站点,共24个,范围为113°30'—116°30'E,12°30'—15°30'N,样本为灯光罩网(LAFN)及自动鱿钓(AJ)渔获物的随机采样。调查船为具有南沙捕捞许可证的“粤阳西96234”和“粤阳西96230”,两船参数相同,主机功率为257kW,发电机功率368kW,船长33m,型宽6.3m,定员6人,配备2kW水上集鱼灯100盏,灯光罩网网口周长200m,3台钓机均为日本三 明(Sanmei)公司生产(型号SN-H),各配浙江捷盛海洋公司产钓钩60枚(每台钓机左右各30枚),钓钩间隔1m。

1.2 样本采集与分析

起网或起钓后,按照海洋调查规范(GB12763.3-91),在船上立即现场测定其胴长、体质量、纯体质量、性腺质量以及性腺成熟度等生物学数据,体质量和纯体质量精确到10g,性腺质量和饵料质量精确到2g,胴长精确到1mm。性腺成熟度分为6期。将胃从接近口部的食道处剪断,并在船上使用双筒解剖镜(Leica Zoom 2000 Z45V)进行胃含物分析,饵料种类鉴定参考头足类(董正之,1988)及鱼类(成庆泰等,1987;上海水产学院等,1962)分类文献。

1.3 数据分析与统计检验

用胴长与体质量方程反映鸢乌贼胴长 ML 与质量 W (体质量、纯体质量)的关系,用饱满指数(repletion index, RI , %)和空胃率(vacuity index: VI , %)评估鸢乌贼各胴长组的摄食强度,用性成熟指数(gonad somatic index, GSI , %)判断鸢乌贼的繁殖生物学特征,并与饱满指数、空胃率等相对比研究其食性随繁殖阶段的变化,公式如下:

$$W = aML^b \quad (1)$$

$$RI = \text{饵料质量/纯体质量} \times 100 \quad (2)$$

$$VI = \text{空胃数/实胃数} \times 100 \quad (3)$$

$$GSI = \text{卵巢质量/纯体质量} \times 100 \quad (4)$$

南沙北部海域各站点水深从南海渔场图中直接读取。统计分析MS-Excel 2003,分胴长组对雌雄鸢乌贼摄食强度进行双样本异方差 t 检验;应用SPSS 17.0软件,将雌雄鸢乌贼胴长分别分为12和7个组,应用非参数秩检验[Kruskal-Wallis test- H ($d.f.$, N)]分析各胴长组饱满指数差异显著性。

2 结果

2.1 鸢乌贼调查基本情况

夏季在南沙北部海域的调查中,如表1所示,鸢乌贼分布海域水深为2000—4350m,共采集样本1383尾,主要是灯光罩网所捕获(1284尾),自动鱿钓机采样成功的共有4个站点,总渔获尾数为99尾。

灯光罩网渔获中鸢乌贼的胴长范围为65—231mm,体质量范围为6—580g;自动鱿钓中的鸢乌贼胴长范围为108—215mm,体质量范围为38—400g。相同站点中,自动鱿钓比灯光罩网捕获的鸢乌贼较大,且雌性比例高。自动鱿钓的鸢乌贼平均空胃率高于灯光罩网。

2.2 鸢乌贼胴长与体质量关系

在研究鸢乌贼的胴长与质量关系时,合并两种捕捞方式样本,通过Microsoft Excel 乘幂回归分别获得南沙群岛北部海域鸢乌贼雌性、雄性及汇总胴长与体质量及纯体质量的散点及趋势线图(图1、图2)。两图中,雌性个体($ML_{\max\text{♀}}=235\text{mm}$, $ML_{\text{♀平均}}=133\text{mm}$, $W_{\max\text{♀}}=580\text{g}$, $W_{\text{♀平均}}=107.7\text{g}$)显著大于雄性个体($ML_{\max\text{♂}}=155\text{mm}$, $ML_{\text{♂平均}}=122\text{mm}$, $W_{\max\text{♂}}=216.2\text{g}$, $W_{\text{♂平均}}=78.8\text{g}$)。

经回归,南沙群岛北部海域鸢乌贼各胴长与质量具有极相关的指数关系,符合指数关系式,结果如下:

$$\text{雌雄汇总胴长与体质量的关系: } W = 5.062 \times 10^{-6} ML^{3.4276} \quad (R^2 = 0.9541)$$

$$\text{雌雄汇总胴长与纯体质量的关系: } W_g = 2.250 \times 10^{-6} ML^{3.5596} \quad (R^2 = 0.9451)$$

$$\text{雄性鸢乌贼: 胴长与体质量关系: } W_{\text{♂}} = 2.278 \times 10^{-6} ML_{\text{♂}}^{3.6014} \quad (R^2 = 0.9422)$$

$$\text{胴长与纯重关系: } W_{g\text{♂}} = 5.186 \times 10^{-7} ML_{\text{♂}}^{3.8732} \quad (R^2 = 0.9448)$$

$$\text{雌性鸢乌贼: 胴长与体质量关系: } W_{\text{♀}} = 4.986 \times 10^{-6} ML_{\text{♀}}^{3.4271} \quad (R^2 = 0.9610)$$

$$\text{胴长与纯重关系: } W_{g\text{♀}} = 3.1750 \times 10^{-6} ML_{\text{♀}}^{3.4831} \quad (R^2 = 0.9509)$$

2.3 性腺发育随胴长的变化

南沙群岛北部海域鸢乌贼雌雄个体性腺发育有差异,反映其在全年中多次繁殖。从形态上也有明显区别,鸢乌贼小型个体(120mm以下)胴背无卵圆形光斑,胴部较硬,而中型个体(150mm以上)则出现较明显光斑,且胴部较柔软。图3、4中,雌性个体出现两个性腺发育高峰期,即101—120mm与161mm以上胴长组, GSI 分别在111—120mm、191—200mm组达

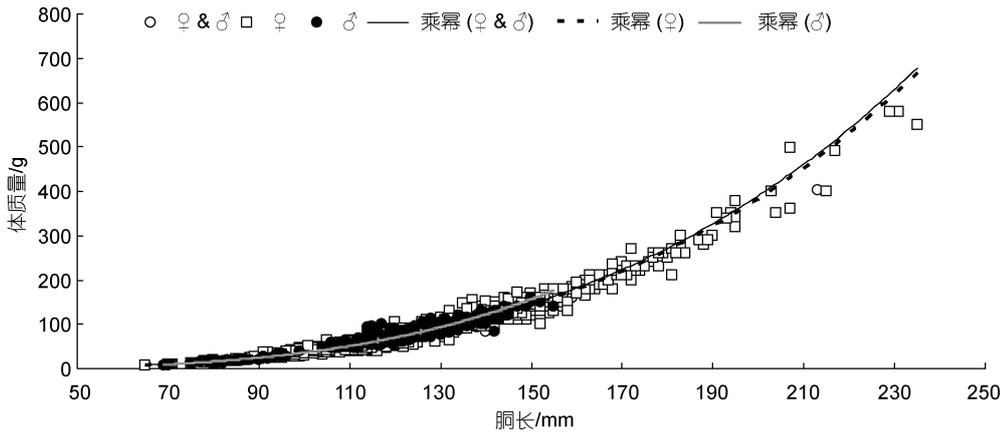


图1 南沙群岛北部海域鸢乌贼胴长与体质量回归

Fig.1 Correlation between mantle length and body weight of *S. oualaniensis* in northern sea areas around Nansha Islands

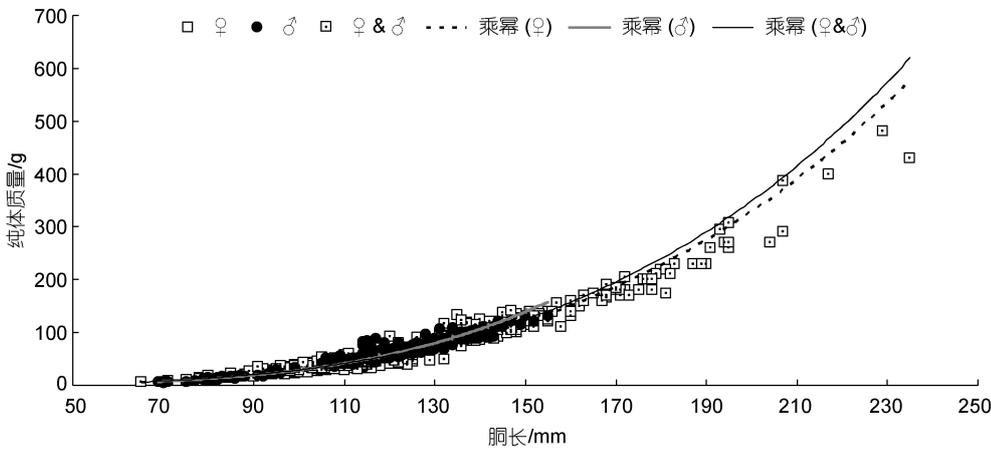


图2 南沙群岛北部海域鸢乌贼胴长与纯体质量回归

Fig.2 Correlation between mantle length and gutted weight of *S. oualaniensis* in northern sea areas around Nansha Islands

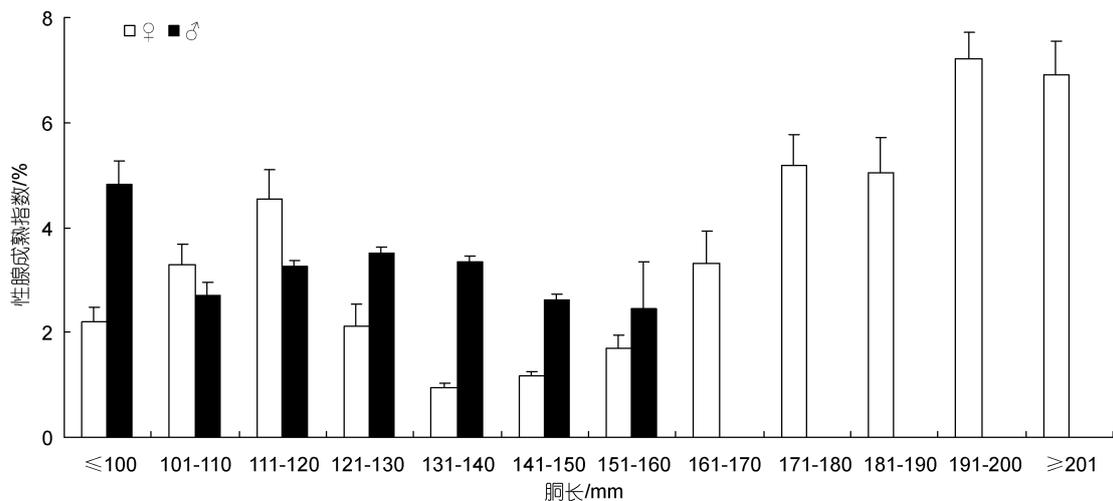


图3 南沙群岛北部海域鸢乌贼夏季性腺成熟指数随胴长变化

Fig.3 Correlation between mantle length and gonad somatic index of *S. oualaniensis* in northern sea areas around Nansha Islands in summer

最高值(4.54、7.23), 而雌性 V 期在 101—110mm、161mm 以上组则分别达到 25.2%、61.5%的比例。雌性鸢乌贼中, 平均卵巢质量与平均精英质量随胴长增加呈显著上升趋势。

2.4 摄食习性及随个体生长发育的变化

成组数据 *t* 检验结果表明, 雌雄鸢乌贼摄食强度差异不显著($P=0.784, df=7$)。由图 5、图 6 可见, 研究海域夏季饵料较为丰富, 鸢乌贼摄食强度较大, 雌雄个体中饱满度为 4 期的分别为 57.4%和 55.7%, 饱满度为 3 期的分别为 25.1%和 30.5%, 而空胃率仅分别为 5.0%和 1.3%。雄性个体在 151—160mm 组仅有 2 尾, 饱满度分别为 2、3 期各 1 尾, 各占 50%。

通过现场解剖及在体视显微镜下胃含物观

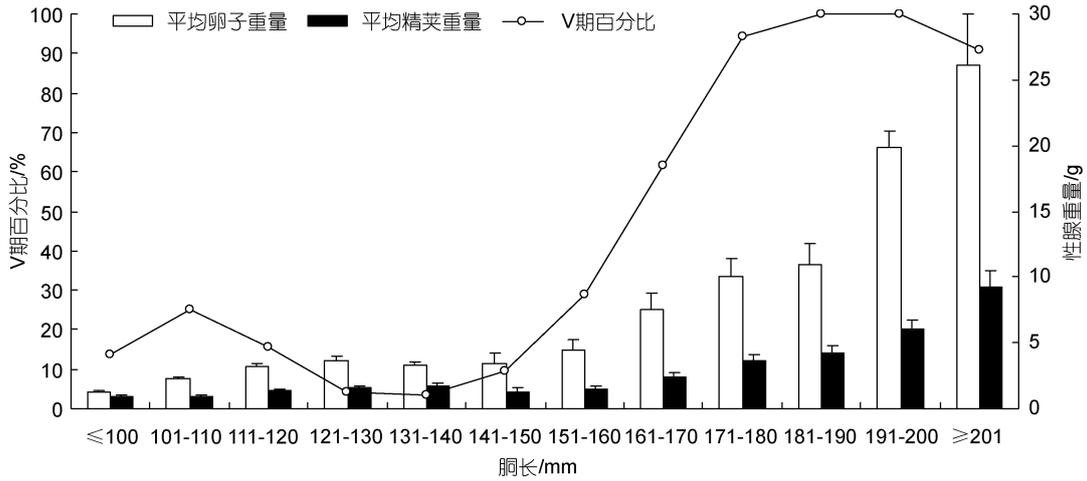


图 4 南沙群岛北部海域雌性鸢乌贼夏季繁殖特性随胴长变化

Fig.4 Correlation between mantle length and reproduction characteristics of female *S. oualaniensis* at period V in northern sea areas around Nansha Islands in summer

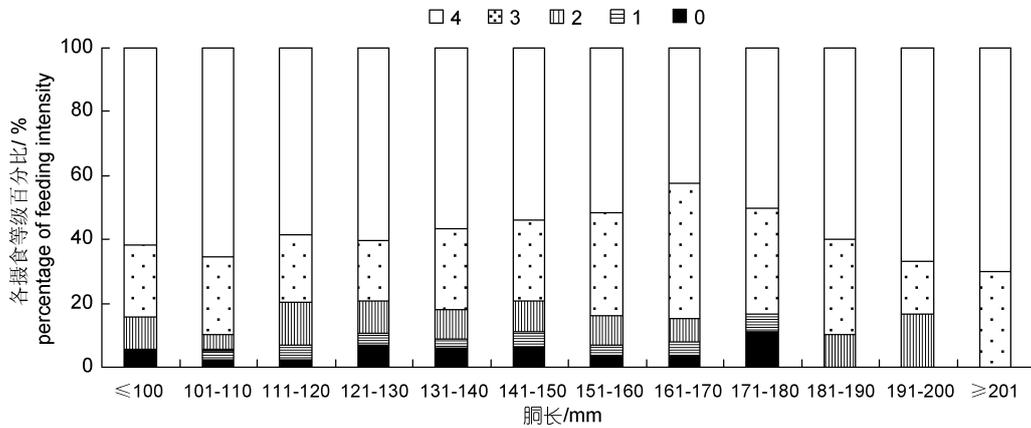


图 5 南沙群岛北部海域雌性鸢乌贼摄食强度比例随胴长变化

Fig.5 Correlation between mantle length and feeding intensity percentage of female *S. oualaniensis* in northern sea areas around Nansha Islands

察, 发现鸢乌贼摄食鱼类、头足类和甲壳类, 且有同类相食现象。鸢乌贼为肉食性种类, 颚齿发达, 胃中的食物均为块状, 只能从动物残肢及未消化的鱼类耳石进行比对, 其食物以中上层鱼类为主, 主要包括大眼标灯鱼 (*Symbolophorus boops*)、尖头燕鲷 (*Hirundichthys oxycephalus*)、颌圆鲹 (*Decapterus macarellus*) 和史氏红谐鱼 (*Emmelichthys struhsakeri*) 等种类; 鸢乌贼还摄食同类以

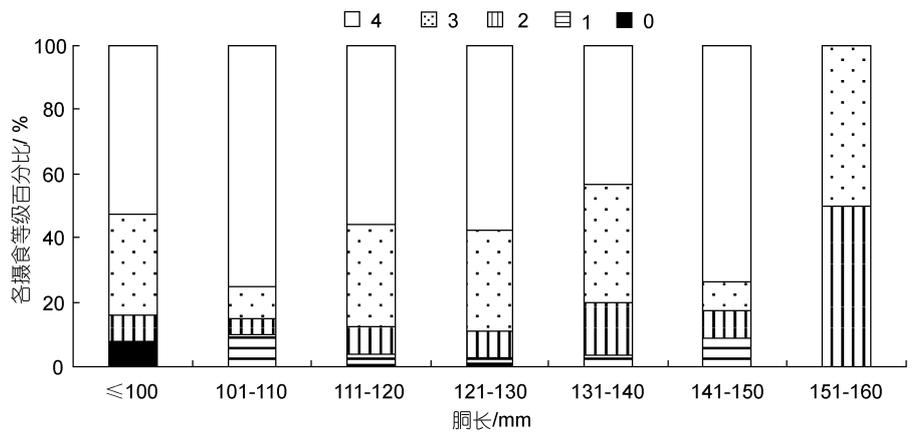


图 6 南沙群岛北部海域雄性鸢乌贼摄食强度比例随胴长变化

Fig.6 Correlation between mantle length and feeding intensity percentage of male *S. oualaniensis* in northern sea areas around Nansha Islands

及钩腕乌贼等其它头足类, 还摄食少量蟹类。在船上现场解剖的 81 个非空胃含物中, 标灯鱼属出现 22 次, 其它鱼类出现 78 次, 同时摄食鱼类和头足类的有 23 次, 蟹类出现 6 次。

研究海域雌雄鸢乌贼摄食强度随胴长增加呈现总体上升的趋势(图 7), 相同胴长组中, 雄性个体的平均及最大摄食饵料质量大于雌性个体, 但雄性除 100mm 以下胴长组外 RI (饱满指数)低于雌性, 其原因是 RI 以饵料质量占纯体质量的比例计算而得, 由于雄性除 100mm 以下胴长组平均纯体质量(17.0g)小于雌性(23.3g), 其余多数胴长组均大于雌性。雌雄鸢乌贼各胴长组摄食强度统计值分别为 Kruskal-Wallis 检验 $-H_{(11,413)} = 19.884 (P=0.047 < 0.05)$ 、 $H_{(6,225)} = 3.333 (P=0.766 > 0.05)$, 数据表明雌性个体各胴长组间摄食强度差异显著, 而雄性各胴长组间差异不显著。

2.5 鸢乌贼渔获组成及 CPUE 的空间变化

本研究同时采用了两种不同的作业方式进行对比, 灯光罩网具有较低的选择性, 而自动鱿钓则选择性较强。表 2 中, 灯光罩网捕获鸢乌贼的胴长、体质量范围较大, 而自动鱿钓的平均胴长和平均体质量值则较高, 差异最突出的是两种捕捞方式的雌雄比, 灯光罩网较接近鸢乌贼资源的实际情况为 1.4,

而自动鱿钓对雄性小个体的钓获率较低, 雌雄比达 32, 为灯光罩网的 22.7 倍。

由图 8、图 9 可见, 灯光罩网渔获范围大, 各胴长组均有样本, 110mm 以下胴长和 50g 以下体质量所占比例分别为 18.9%、19.2%, 明显高于自动鱿钓的 1.0%和 3.0%; 而自动鱿钓渔获范围则相对集中, 在 131—180mm 各胴长组及 81—230g 各体质量组所占比例均高于灯光罩网。

利用尾/钓线·小时[pc/(line·h)]和千克/网(kg/net)分别统计自动鱿钓和灯光罩网的 CPUE(单位捕捞努力量渔获量), 应用 Surfer 9.0 软件制作 CPUE 分布图。除少数站点由于风浪或机械原因没有下网, 灯光罩网的渔获密度比较均匀分布, 反映调查海域鸢乌贼分布广泛, 且资源密度比较均匀。

3 讨论

3.1 鸢乌贼采样方式及不同海域对比

鸢乌贼主要分布在印度洋及太平洋的热带和亚热带海域, 其渔业生物学研究主要集中在印度洋西北海域(包括阿拉伯海)、东太平洋夏威夷群岛海域及南海的越南与菲律宾沿海, 主要的采样方式为钓具(包括自动鱿钓、竿钓和手钓), 而本研究为南海南沙北部

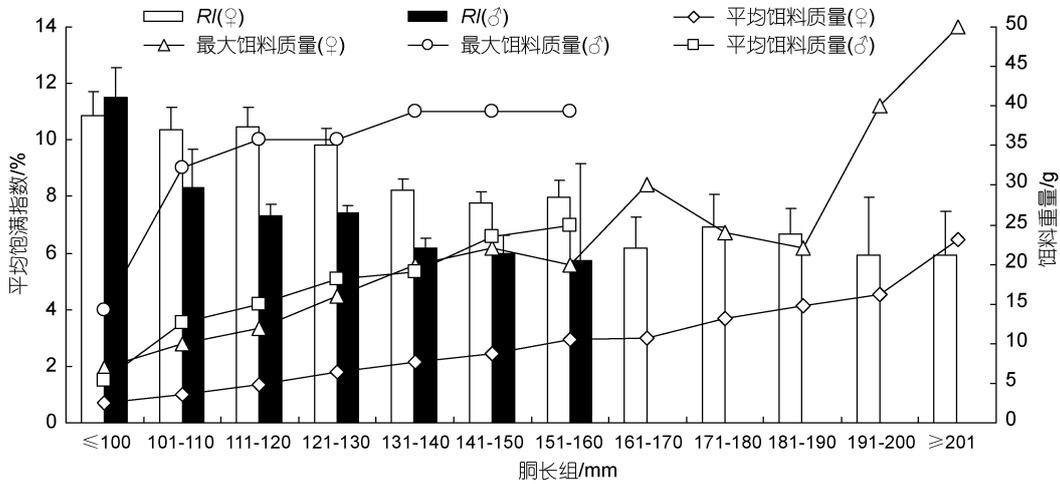


图 7 南沙群岛北部海域鸢乌贼摄食强度随胴长变化

Fig.7 Correlation between mantle length and feeding intensity of male *S. oualaniensis* in northern sea areas around Nansha Islands

表 2 南沙群岛北部海域鸢乌贼自动鱿钓与灯光罩网渔获数据对比

Tab.2 Comparison between auto jigging and falling net sampling of the *S. oualaniensis* in northern Nansha Islands

	胴长范围(mm)	平均胴长(mm)	优势胴长(mm) 及比例(%)	体质量范围(g)	平均体质量 (g)	优势体质量(g) 及比例(%)	雌雄比
自动鱿钓	108—215	139 ± 2	111—160 (91.9)	38—400	112 ± 5	51—140 (82.8)	96 3
灯光罩网	65—235	127 ± 1	101—150 (80.7)	7—580	95 ± 2	40—140 (77.5)	671 473

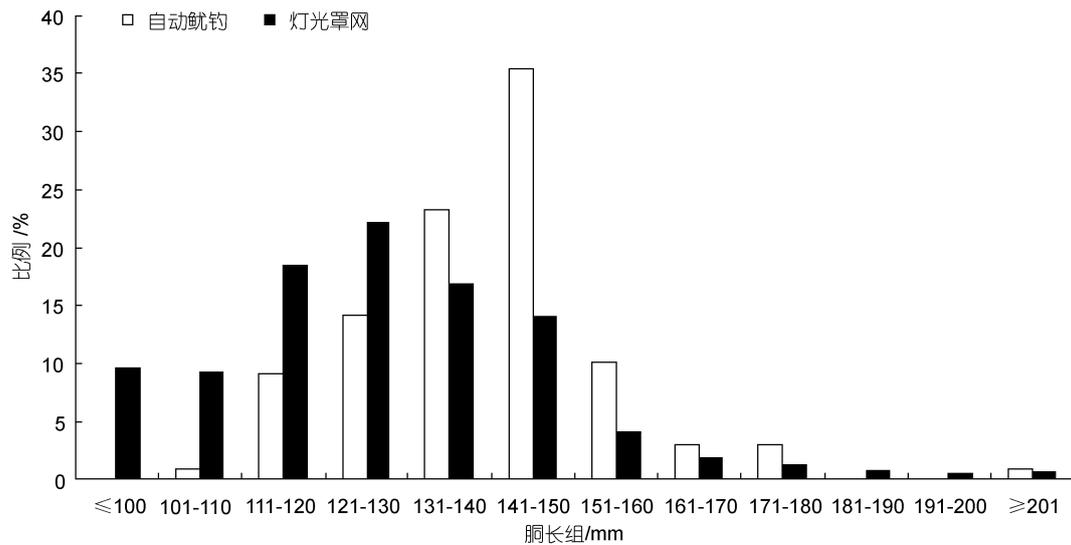


图 8 南沙群岛北部海域鸢乌贼胴长分布

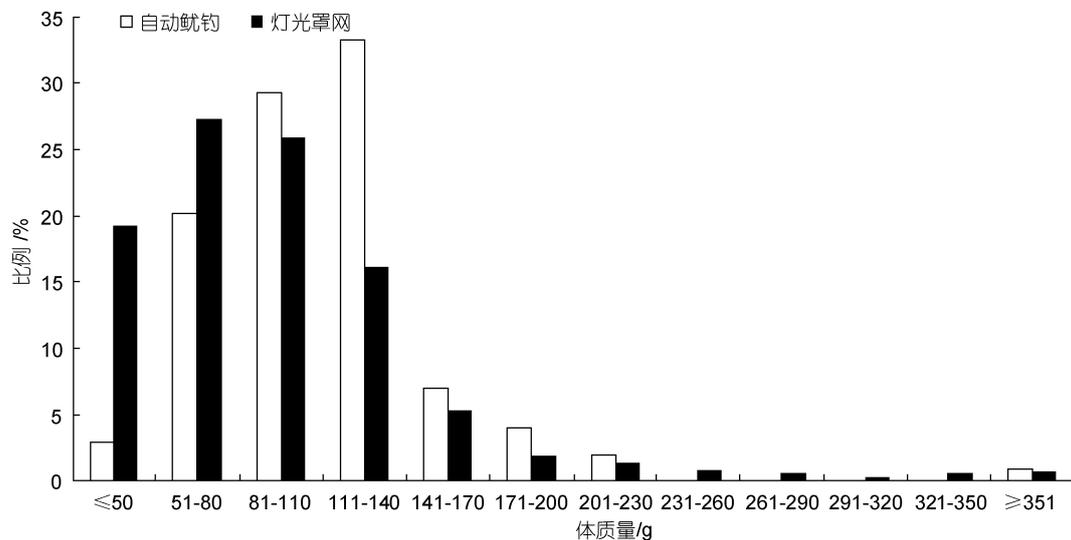
Fig.8 Size composition of *S. oualaniensis* in northern sea areas around Nansha Islands

图 9 南沙群岛北部海域鸢乌贼体质量分布

Fig.9 Body weight composition of *S. oualaniensis* in northern sea areas around Nansha Islands

海域且综合运用了自动鱿钓及灯光罩网联合调查。对比相关研究结果(表 3), 由于海洋环境及生物资源的海域、年际及月份差异, 各海域鸢乌贼呈现胴长、质量及其关系式的差异, 而钓具的总体雌雄比明显较高, 分析原因主要是不同大小钓钩均具有较强的选择性, 而灯光罩网网囊网目较小, 选择性差, 可较真实反映鸢乌贼资源渔业生物学特性, 因此, 在条件具备时推荐采用灯光罩网进行鸢乌贼资源调查研究。

鸢乌贼为一年生种类, 雌性寿命长于雄性 (Takagi *et al.*, 2002)。Yatsu(2000)根据耳石分别回归出雌雄胴长与日龄的计算式: $ML_{\text{♀}} = 9.9511X^{0.634}$ 、 $ML_{\text{♂}} =$

$29.900X^{0.3494}$ (X 为日龄), 据此式反推可估算出本研究中雌雄鸢乌贼的最大日龄分别为 146d 和 111d, 而平均日龄分别为 58d 和 56d。表 3 中, 南海鸢乌贼最大胴长值接近, 为 250mm 左右, 而东太平洋夏威夷群岛海域钓获的最大个体胴长为 324mm, 体质量为 2600g, 印度洋西北海域钓获个体较大, 最大鸢乌贼胴长为 612mm, 体质量则达 8300g。

3.2 鸢乌贼性腺发育及其繁殖特性

本研究发现, 南沙鸢乌贼雌性个体出现两个性腺发育高峰期, 即 101—120mm(小型个体, 胴部较硬, 胴背无卵圆形光斑)与 161mm 以上(中型个体, 胴部

表 3 不同海域鸢乌贼研究结果对比
Tab.3 Comparison of investigation and research of *S. oualaniensis* in different sea areas

研究海域	时间(年.月)	采样方式	数量(pc.)	胴长范围(mm)	平均胴长(mm)
南海南沙北部海域	2010.07	灯光罩网	1284	65—235(♀), 69—155(♂)	131±25(♀), 122±14(♂)
南海南沙北部海域	2010.07	自动鱿钓	99	108—215(♀), 119—123(♂)	141±16(♀), 121±2(♂)
南海菲律宾西部沿海 (Siriraksophon <i>et al.</i> , 1999a)	1998.04—05	自动鱿钓	2592	90—250(♀), 115—167(♂)	147
南海越东南部沿海 (Siriraksophon <i>et al.</i> , 1999b)	1999.04—05	自动鱿钓	1439	90—240(♀), 111—147(♂)	147
阿拉伯海 (Mohamed <i>et al.</i> , 2006)	2006.05	手钓	15	220—268	—
太平洋夏威夷海域 (Parry, 2006, 2008)	1996—2001	杆钓	280	—324(♀), 71—210(♂)	198±40(♀), 155±15(♂)
印度洋西北海域 (Chen <i>et al.</i> , 2007)	2003—2005	自动鱿钓	2992	106—612(♀), 106—462(♂)	352(♀), 299(♂)
研究海域	体质量范围(g)	平均体质量(g)	胴长体质量关系式	雌雄比	日龄(d)
南海南沙北部海域	7—580(♀), 7—160(♂)	107±74(♀), 79±26(♂)	$W_{♀}=4.540 \times 10^{-6} ML^{3.4480}$ $W_{♂}=2.497 \times 10^{-6} ML^{3.5772}$	1.4	95—146(♀)*, 135—111(♂)*
南海南沙北部海域	38—400(♀), 61—74(♂)	114±47(♀), 66±7(♂)	$W_{♀}=7.284 \times 10^{-6} ML^{3.3392}$ $W_{♂}=5.654 \times 10^{-5} ML^{2.9118}$	32.0	—
南海菲律宾西部沿海 (Siriraksophon <i>et al.</i> , 1999a)	—	170	$W_{♀}=6.241 \times 10^{-5} ML^{2.9209}$ $W_{♂}=1.262 \times 10^{-6} ML^{3.2331}$	4.3	95—275(♀), 135—259(♂)
南海越东南部沿海 (Siriraksophon <i>et al.</i> , 1999b)	—	170	$W_{♀}=1.11 \times 10^{-5} ML^{3.26}$ $W_{♂}=1.0 \times 10^{-5} ML^{3.21}$	3.1	—
阿拉伯海 (Mohamed <i>et al.</i> , 2006)	406—811	—	$W=2.76 \times 10^{-2} ML^{3.1056}$	全雌	—
太平洋夏威夷海域 (Parry, 2006, 2008)	—2600(♀) —420(♂)	—	$W=5.0 \times 10^{-4} ML^{2.549}$	6.4	—
印度洋西北海域 (Chen <i>et al.</i> , 2007)	35—8300(♀), 50—2390(♂)	1654(♀) 891(♂)	$W_{♀}=40.64348 ML^{2.9115}$ $W_{♂}=45.78507 ML^{2.5842}$	30.5	88—363

注：*为根据 Yatsu 日龄回归式(Yatsu, 2000)的估算值

柔软，胴背有卵圆形光斑)胴长组，且 V 期在该两组分别达到约 1/4、3/5 的比例，而 171mm 以上胴长组 V 期平均比例则高达 96.3%，大多处于产卵时期。结合 Yatsu(2000)的日龄回归式，推断雌性鸢乌贼 4—7 月为繁殖高峰期。

不同海域的研究结果均表明鸢乌贼在一年中多次产卵。南海水产研究所 1974—1976 年在西、中、南沙群岛海域调查中发现，鸢乌贼产卵群体胴长为 170—230mm，3—6 月产卵群体占优势(西中南沙渔业资源调查组，1976)¹⁾，而本研究则发现有两个不同胴长组的产卵群体；张引(2005)报道夏季是南海鸢乌贼的主要产卵季节，与本研究结果相符。

3.3 鸢乌贼摄食与个体发育的关系

南沙群岛北部海域鸢乌贼食物以大眼标灯鱼、尖头燕鲛、颌圆鲹和史氏红谐鱼等中上层鱼类为主，还摄食同类以及钩腕乌贼等其它头足类及少数蟹类。

Parry(2006)研究发现：东太平洋夏威夷群岛海域鸢乌贼食物以鱼类和头足类为主，甲壳类所占比例极少几乎忽略不计，鱼类主要是以灯笼鱼科(Myctophidae)、高体金眼鲷科(Anoplogasteridae)、锥颌鱼科(Omosodidae)和钻光鱼科(Gonostomatidae)为主，最主要种类为光彩标灯鱼(*Symbolophorus evermanni*)、近壮灯鱼(*Hygophum proximum*)、莱氏壮灯鱼(*H. rheinhardtii*)、双灯灯笼鱼(*Myctophum lychnobium*)和栉棘灯笼鱼(*M. spinosum*)，头足类则主要是武装乌贼科(Enoploteuthidae)、爪乌贼科(Onychoteuthidae)、柔鱼科(Ommastrephidae)和火乌贼科(Pyroteuthidae)，其中，又以萤乌贼属(*Abrialiopsis*)、爪乌贼属(*Onychoteuthis*)、武装乌贼属(*Enoploteuthis*)和鸢乌贼属为主。Chen 等(2007)研究表明，印度洋西北海域鸢乌贼摄食燕鲛属(*Cypselurus*)及其同种。不同研究结果反映鸢乌贼的饵料总体上以鱼类和头足类为主，有同类相食现象，

具体种类和数量则因海域、季节和个体发育不同阶段而有所区别。

RI(饱满指数)以食物质量占纯体质量的比例计算,通常用来衡量摄食强度。本研究中,雌雄个体摄食强度随胴长增加而增加,相同胴长组中,雄性个体的平均及最大摄食饵料质量大于雌性个体,但在计算 *RI* 时则由于雌性多数处于 V 期性腺成熟期,占较大质量比例的卵巢被去除后纯体质量较小, *RI* 反而较大。因此,在分析摄食强度时,分胴长组分别计算雌雄个体平均食物质量及最大食物质量,可以与 *RI* 值进行有效对比。

在调查过程中,在黄鳍金枪鱼、大目金枪鱼、康氏马鲛和箭鱼的胃里均发现有鸢乌贼,由此可以判断,鸢乌贼在大洋食物网中处于承上启下的重要位置,可以通过上行效应影响顶级营养层次生物(top predator),又可以下行控制灯笼鱼科、燕鱼科和鲹科等鱼类以及武装乌贼科、爪乌贼科和柔鱼科等头足类,具有重要的营养生态学研究意义。由于鸢乌贼的食物大多呈碎块状,还需要在传统胃含物的基础上引入碳氮稳定同位素分析,以进一步确定其营养级及食性转换等内容。

3.4 南沙北部海域鸢乌贼渔业资源状况分析

鸢乌贼在调查范围(12—16°N, 112—116°E)中均有分布,灯光罩网各作业点渔获密度接近,但自动鱿钓作业则仅在 4 个点有钓获,其余点则因鸢乌贼资源密度较低、风浪大或流速快等原因没有渔获。自动鱿钓 *CPUE*(单位捕捞努力量渔获量)为 1—38pc/(line·h),平均值为 12pc/(line·h);而灯光罩网 *CPUE* 为 15—50kg/net,平均值为 35.7kg/net,根据灯光罩网趋光范围及渔获量估算资源密度为约 2.4t/km²,可捕量按 60%计算为 1.4t/km²。Ludivina(2000)应用自动鱿钓调查南海菲律宾沿海平均 *CPUE* 为 6pc/(line·h),平均渔获密度为 1.1t/km²,与本研究结果接近。

Chesalin 等(2002)通过手钓对阿拉伯海鸢乌贼资源进行了调查评估,该海域渔业资源密度为 4.5t/km²;张引(2005)通过声学评估南海近海鸢乌贼资源为 150×10⁴t,南海水产研究所通过声学评估南海鸢乌贼中部和南部的生物量分别为 36.7×10⁴t 和 15×10⁴t(贾晓平等,2004),而本课题组通过对南海三省区的渔业

抽样调查统计 2011 年鸢乌贼产量约为 4×10⁴t,近三年一直呈上升的趋势,具有较大的潜力。

由于本研究仅对南沙群岛北部海域夏季鸢乌贼的渔业生物作了初步的调查分析,在将来的调查研究中,还应进一步加强对南海鸢乌贼渔业资源生长、繁殖、摄食及资源分布等渔业生物学特性及季节分布的研究,以期对南海鸢乌贼资源的合理开发和保护提供科学依据。

参 考 文 献

- 上海水产学院,中国科学院动物研究所,中国科学院海洋研究所,1962. 南海鱼类志. 北京: 科学出版社, 4—1127
- 成庆泰, 郑葆珊, 1987. 中国鱼类系统检索. 北京: 科学出版社, 1—1439
- 刘必林, 陈新军, 钟俊生, 2009. 采用耳石研究印度洋西北海域鸢乌贼的年龄、生长和种群结构. 大连水产学院学报, 24: 206—212
- 张 引, 2005. Fisheries Acoustic Study on the Purpleback Flying Squid Resource in the South China Sea. 台北: 台湾大学海洋研究所, 1—54
- 张 鹏, 杨 咨, 张旭丰等, 2010. 南海金枪鱼和鸢乌贼资源开发现状及前景. 南方水产, 6: 68—74
- 陈新军, 刘必林, 2009. 常见经济头足类彩色图鉴. 北京: 海洋出版社, 166
- 陈新军, 钱卫国, 2004. 印度洋西北部海域鸢乌贼资源密度分布的初步分析. 上海水产大学学报, 13: 218—223
- 陈新军, 钱卫国, 田思泉, 2006. 阿拉伯海北部公海海域鸢乌贼资源密度及其分布. 海洋科学进展, 24: 360—364
- 邵 锋, 陈新军, 2008. 印度洋西北海域鸢乌贼渔场分布与海面高度的关系. 海洋科学, 32: 88—92
- 贾晓平, 李永振, 李纯厚, 2004. 南海专属经济区和大陆架渔业生态环境与渔业资源. 北京: 科学出版社, 389—391
- 董正之, 1988. 中国动物志 软件动物门 头足纲. 北京: 科学出版社, 78—80
- Chen X J, Liu B L, Tian S Q *et al*, 2007. Fishery biology of purpleback squid, *Sthenoteuthis oualaniensis*, in the northwest Indian Ocean. Fisheries Research, 83: 98—104
- Chesalin M V, Zuyev G V, 2002. Pelagic cephalopods of the Arabian Sea with an emphasis on *Sthenoteuthis oualaniensis*. Bulletin of Marine Science, 71: 209—221
- Ludivina L L, 2000. Catch rate of oceanic squid by jigging method in the South China Sea, area III Western Philippines. Proceedings of the SEAFDEC Seminar on Fishery Resources in the South China Sea, Area III Western Philippines, Bankok, 19—31
- Mohamed K S, Mathew J, Alloycious P S, 2006. Population

1) 西中南沙渔业资源调查组, 1976. 西、南、中沙海域鱼类资源探捕调查初步报告. 广州: 南海水产研究所

- characteristics and some aspects of the biology of oceanic squid *Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson, 1830). Journal of Marine Biological Association of India, 48: 256—259
- Okutani T, Tung I, 1978. Review of biology of commercially important squids in Japanese and adjacent water- . *Symplectoteuthis oualaniensis* (Lesson). Veliger, 21: 87—94
- Parry M, 2006. Feeding behavior of two ommastrephid squids *Ommastrephes bartramii* and *Sthenoteuthis oualaniensis* off Hawaii. Marine Ecology-Progress Series, 318: 229—235
- Parry M, 2008. Trophic variation with length in two ommastrephid squids, *Ommastrephes bartramii* and *Sthenoteuthis oualaniensis*. Marine Biology, 153: 249—256
- Siriraksophon S, Nakamura Y, Pradit S *et al*, 1999a. Ecological Aspects of Oceanic Squid, *Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson) in the South China Sea, Area III, Western Philippines. Proceedings of the SEAFDEC Seminar on Fishery Resources in the South China Sea, Area III: Western Philippines, Bangkok, 101—117
- Siriraksophon S, Sukramongkol N, Nakamura Y, 1999b. Exploration of Oceanic Squid, *Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson) in the South China Sea, Vietnamese Waters. Proceedings of the SEAFDEC Seminar on Fishery Resources in the South China Sea, Bangkok, 181—197
- Suzuki T, Yamamoto S, Ishii K *et al*, 1986. On the flying squid *Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson) in Hawaiian waters. Bulletin of the Faculty of Fisheries Hokkaido University, 37: 111—123
- Takagi K, Kitahara T, Suzuki N *et al*, 2002. The age and growth of *Sthenoteuthis oualaniensis* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in the Pacific Ocean. Bulletin of Marine Science, 71: 1105—1108
- Yatsu A, 2000. Age estimation of four oceanic squids, *Ommastrephes bartramii*, *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis*, and *Illex argentinus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) based on statolith microstructure. Japan Agricultural Research Quarterly, 34: 75—80

FISHERY BIOLOGY OF PURPLEBACK FLYING SQUID *STHENOTEUTHIS OUALANIENSIS* IN NORTHERN SEA AREAS AROUND NANSHA ISLANDS IN SUMMER

YAN Yun-Rong^{1,2}, FENG Bo^{1,2}, LU Huo-Sheng^{1,2}, LAI Jin-Yang¹, DU Shi-Qiang¹

(1. College of Fisheries, Guangdong Ocean University, Zhanjiang, 524088; 2. Center of South China Sea Fisheries Resources Monitoring and Assessment, Guangdong Ocean University, Zhanjiang, 524088)

Abstract Auto jigging (AJ) and light-attraction falling net (LAFN) were used synchronously to investigate the fishery biology of growth, reproduction, feeding habit and distribution of Purpleback flying squid, *Sthenoteuthis oualaniensis* in northern sea areas (12—16°N, 112—116°E) around Nansha Islands. The Purpleback flying squid mantle length (*ML*) from 65 to 231mm and body weight varied from 6 to 580g from the LAFN, while *ML* ranged from 108 to 215mm and body weight extended from 38 to 400g from the AJ. The sex ratio of the above gear samples were 32.0 and 1.4 respectively. There were two peak gonad somatic *ML* groups of 101 to 120mm and above 160mm. The climax spawning time was from April to July. The Purpleback flying squid mainly fed on pelagic fish such as *Symbolophorus boops*, *Hirundichthys oxycephalus*, *Decapterus macarellus* and *Emmelichthys struhsakeri*, and preyed on Ommastrephidae cephalopods and some crustaceans. The feeding intensity increased with the growth of the Purpleback flying squid. The catch per unit effort (*CPUE*) of AJ and LAFN were 1 to 38pc/(line·h) [average 12pc/(line·h)] and 5 to 50kg/net (average 5.7kg/net), respectively. This squid is extremely important in commercial exploitation and marine ecotrophic research in northern sea areas around Nansha Islands. It can be concluded that LAFN is a better survey method in squid investigation.

Key words Nansha Islands sea areas, *Sthenoteuthis oualaniensis*, Fishery biology, Auto jigging, Light attraction falling net