

# 拟穴青蟹(*Scylla paramamosain*)血卵涡鞭虫病的流行病学分析\*

刘 顺 戴瑜来 周素明 郑晓叶 王国良

(宁波大学 应用海洋生物技术教育部重点实验室 宁波 315211)

**摘要** 为解析拟穴青蟹(*Scylla paramamosain*)血卵涡鞭虫病的流行病学特征,于 2012 年 4—11 月采用跟踪监测和实地调查的方法,结合病原分离鉴定及病蟹的病理学观察,统计分析了浙江省温州地区养殖拟穴青蟹血卵涡鞭虫病的流行情况。结果表明,患病拟穴青蟹的肝胰腺、肌肉、鳃等组织病理显示有大量血卵涡鞭虫侵染,并能用 PCR 方法快速检出。温州地区养殖拟穴青蟹血卵涡鞭虫病在每年 5—11 月均有发生,7—9 月为集中发病时间,死亡高峰出现于 8—9 月之间,年份间(2010—2012)与发病率无相关性,而不同月份对病害的发生有极显著影响( $P < 0.01$ )。不同发育阶段以脱壳期的发病率相对较高,发病蟹的规格主要以 50g 以下的幼蟹和 250g 以上的成蟹为主。拟穴青蟹血卵涡鞭虫病的发生与水温( $r = 0.756$ )和盐度( $r = 0.631$ )变化关系较密切,夏、秋季节受梅雨、台风影响而引起水温和盐度的剧烈变化可能是暴发血卵涡鞭虫病的诱发因素。

**关键词** 拟穴青蟹; 血卵涡鞭虫; 流行病学

中图分类号 S945 doi: 10.11693/hyh20140100031

血卵涡鞭虫是一种呈世界范围分布的能够感染多种海水甲壳动物的寄生性原虫(许文军等, 2007a; Hamish, 2012)。主要引起甲壳动物肌肉、血淋巴、肝胰腺等液化病变症状,可在不同规格阶段、不同季节暴发流行(Shields, 1994)。Chatton 等(1931)首次报道法国绿蟹(*Carcinus maenas*)感染血卵涡鞭虫病,此后陆续在美国、加拿大、澳大利亚、法国等地区的蓝蟹(*Callinectes sapidus*) (Newman *et al*, 1975)、白氏雪蟹(*Chionoecetes bairdi*) (Meyers *et al*, 1987)、蛛雪蟹(*Chionoecetes opilio*) (Taylor *et al*, 1995)、挪威龙虾(*Nephrops norvegicus*) (Field *et al*, 1998)、*Necora puber* (Wilhelm *et al*, 1996)、远海梭子蟹(*Portunus pelagicus*) (Shields, 1992)、北方黄道蟹(*Cancer borealis*) (MacLean *et al*, 1978)、斑点虾(*Pandalus platyceros*) (Johnson, 1986)等重要经济物种中发现该

病。国内许文军等(2007b, 2007c, 2010)已对锯缘青蟹(*Scylla serrata*)、三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)、脊尾白虾(*Exopalaemon carinicauda*)感染该病的情况进行相关研究,因其发病率高、流行范围广、危害严重,已引起业界的广泛关注。近年来浙江地区拟穴青蟹血卵涡鞭虫病频发,严重制约青蟹养殖业持续健康发展。国外关于血卵涡鞭虫病的病原生活史(Appleton *et al*, 1998; Li *et al*, 2011a)、发病规律(Field *et al*, 1992; Shields *et al*, 2005)、传播、扩散方式等流行病学相关研究已有较详细的报道(Meyers *et al*, 1996; Li *et al*, 2011b),而国内有关血卵涡鞭虫病的流行病学研究尚未见报道。为了解血卵涡鞭虫病发病原因、流行规律及危害情况,作者于 2012 年 4—11 月对温州地区养殖拟穴青蟹血卵涡鞭虫病的流行情况进行了研究,以期对病害的预防和控制提供数据参

\* 教育部长江学者与创新团队项目, IRT0734 号; 浙江省海水养殖重点科技创新团队项目, 2010R50025-08 号; 宁波市海洋蟹类产业科技创新团队项目, 2011B81003 号; 宁波市水产病害防控与安全科技创新团队项目, 2013B82012 号。刘顺, 硕士研究生, E-mail: liushunbu@163.com

通讯作者: 王国良, 教授, E-mail: wangguoliang@nbu.edu.cn

收稿日期: 2013-10-23, 收修改稿日期: 2013-12-29

考和科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品来源

参照 Shields 等(2005)的方法,对温州瑞安阁巷养殖区的 5 个监测池塘,自 2012 年 4 月起分批采集拟穴青蟹样本,4—6 月和 9—11 月每月采集一次,6—9 月每半月采集一次。具有典型病症的拟穴青蟹依发病程度每次采集数量在 0—300 只范围,用于病原体检测、组织病理观察和发病率与环境因子相关性分析,正常青蟹采自同一养殖区。

### 1.2 病原体检测

用消毒注射器从蟹的血窦中抽取少量血淋巴,取约 15 $\mu$ L 于载玻片上,用等量美兰染色后于光镜下观察。并参照施慧等(2008)的方法,进行血卵涡鞭虫的 PCR 检测。同时进行白斑综合征病毒检测和细菌学分析。

### 1.3 组织样品制备及观察

分别取患病青蟹与正常青蟹肝胰腺、心肌、步足肌、鳃等组织,10%海水福尔马林固定,常规石蜡包埋切片(厚度 4—6 $\mu$ m),H&E 染色,Olympus 显微镜下观察并拍照保存。

### 1.4 环境因子检测

由瑞安市水产技术推广站检疫与环境检测实验室,定期对 5 个监测池塘的水质进行检测分析。温度、pH、盐度等按常规方法现场检测,溶解氧、亚硝酸盐、氨氮等采集水样后固定并带回实验室,按 GB 3097-1997 海水水质标准方法测定(中华人民共和国环境保护局,1997)。

日平均气温、平均气压、降雨量等数据由瑞安市气象局提供。

### 1.5 流行病学数据采集

根据温州市拟穴青蟹养殖的面积、分布等整体情况,分别对温州地区的瑞安、龙湾、乐清、苍南四个青蟹养殖主产区在 2010—2012 年期间,疑似拟穴青蟹血卵涡鞭虫病进行实地咨询、养殖日记收集和问卷调查,主要内容有池塘养殖面积、发病面积、发病症状、发病时间、病蟹规格和经济损失等。共计调查养殖场 36 个,池塘 78 口,面积 192.1 公顷;发放问卷(拟穴青蟹养殖病害发生情况调查表)36 份,收回 36 份,收集养殖日记 66 本,受访人数 82 人次。对各类采集数据进行统计分析。

## 1.6 数据统计

运用 SPSS13.0 软件对相关数据进行方差分析和相关性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 拟穴青蟹血卵涡鞭虫病的症状及组织病理观察

患病青蟹往往活力差,蟹体瘦弱,体色暗淡,体表发红,步足关节膜发白、模糊,关节失去弹性,应激反应强,易断肢,断肢处有白色液体流出。解剖病蟹发现其体腔充满乳白色液体,血淋巴由原先清蓝色转变为混浊,乳白色、黄色或橙色,不易凝固,肝胰腺弥散,肌肉液化,鳃往往呈黑褐色(图 1)。



图 1 拟穴青蟹血卵涡鞭虫病症状

Fig.1 The symptoms of *S. paramamosain* infected with *Hematodinium* sp.

光学显微镜下观察比较正常青蟹组织及患血卵涡鞭虫病青蟹组织发现,患病青蟹肝脏海绵组织缺失或压迫性坏死,小动脉扩张,肝小管上皮边缘弯曲变形、界限模糊并消失,小管内腔水肿增大,细胞核固缩或溶解,管腔间隙充满大量血卵涡鞭虫(图 2a, 图 2b);步足肌肌纤维排列疏松、间隔增大,往往纤维断裂、溶解,横纹消失,呈均质样变性或坏死,可见血卵涡鞭虫(图 2c, 图 2d);鳃上皮组织变性、坏死,鳃腔扩大,充满血卵涡鞭虫(图 2e, 图 2f)。

### 2.2 血卵涡鞭虫的形态及其检测

病蟹血淋巴经美兰染色后,光镜观察显示正常血细胞数目稀少,呈现大量血卵涡鞭虫。虫体多为卵圆形,细胞核单核或多核,单核时呈马蹄形,大小在 5—7 $\mu$ m,有些虫体具有长度不等的鞭毛(图 3)。

从患血卵涡鞭虫病样本的血淋巴、肝胰腺、肌肉中提取总 DNA 后经血卵涡鞭虫 PCR 检测,1.5%琼脂糖凝胶电泳结果显示三个组织均为阳性(图 4),即患病蟹的血淋巴、肝胰腺、肌肉都有血卵涡鞭虫的寄生。样品中未能检出白斑综合症病毒,约有 70%样品可

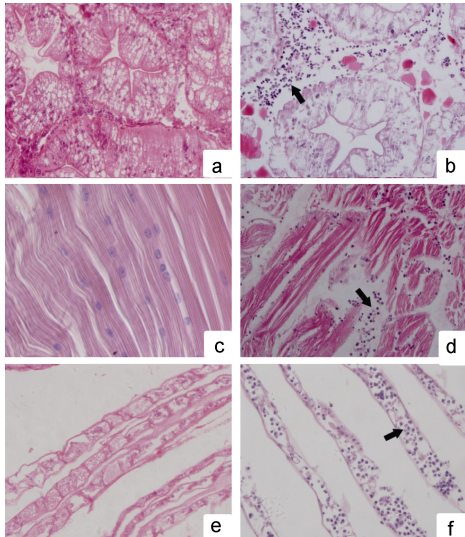


图 2 拟穴青蟹血卵涡鞭虫病的组织病理(400 ×)

Fig.2 Histopathological changes in the organs of *S. paramamosain* infected with *Hematodinium* sp. H&E (400 ×)

a. 正常青蟹肝胰腺; b. 患病青蟹肝胰腺中管腔间隙充满大量寄生虫体; c. 正常青蟹步足肌; d. 患病青蟹步足肌, 显示肌纤维断裂, 横纹消失, 充满大量寄生虫体; e. 正常青蟹鳃; f. 患病青蟹鳃腔充满大量寄生虫体

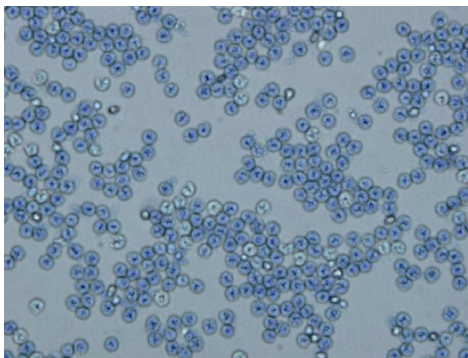


图 3 光学显微镜下拟穴青蟹血淋巴中的血卵涡鞭虫

Fig.3 *Hematodinium* sp. from the hemolymph of *S. paramamosain*

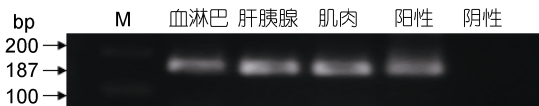


图 4 患病青蟹血淋巴、肝胰腺、肌肉组织 PCR 检测

Fig.4 The PCR detection of the *Hematodinium* sp. in hemolymph, hepatopancreas and muscle of the disease crab

分离到细菌, 但多少不一且不成优势, 鉴定显示比较混杂。

### 2.3 拟穴青蟹血卵涡鞭虫病的流行病学特征

#### 2.3.1 时空分布 对温州瑞安阁巷5个监测池塘进

行跟踪检测, 以血卵涡鞭虫病发生的发病初期、死亡高峰期、发病末期三个时段, 统计分析每月各发病时段的概率(图5)。结果显示, 拟穴青蟹血卵涡鞭虫病的发病初期主要集中在7月份, 40%的概率; 死亡高峰期则在7月底至9月中旬之间, 概率均为33.33%; 而发病末期则在9月下旬后, 概率为46.66%。这与现场走访调查时青蟹养殖户所提供的资料基本吻合。

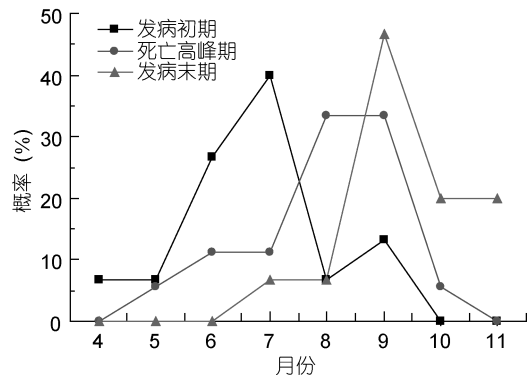


图 5 拟穴青蟹每月各发病时段的概率趋势图

Fig.5 The probability trends of *S. paramamosain* infected with *Hematodinium* sp. in each month

依据 2010—2012 年间的调查统计数据, 温州地区养殖拟穴青蟹各月的发病情况变化较大, 发病率最高可达 100%。为使发病率数据接近正态分布, 因此对发病率作反正弦转换(根据统计《拟穴青蟹养殖病害发生情况调查表》中的数据, 发病率 = 拟穴青蟹养殖监测地区的发病面积 / 养殖监测总面积)。

转换值  $x = \sin^{-1} \sqrt{p}$ , ( $p$  为发病率)

根据转换值再作方差分析, 了解拟穴青蟹发病与年月的关系(表 1)。

由表 1 可知, 不同的月份( $P < 0.01$ )对温州地区养殖拟穴青蟹的发病率有极显著影响, 而不同的年份( $P > 0.05$ )对拟穴青蟹的发病率无显著影响。进一步的多重比较表明, 发病率最高的是 9 月份, 其次是 6—8 月份, 这与上述发病时段的概率趋势基本一致。

#### 2.3.2 发病与龄期和规格的关系 拟穴青蟹发病

表 1 拟穴青蟹血卵涡鞭虫病发病率的方差分析  
Tab.1 Variance analysis of *S. paramamosain* infected with *Hematodinium* sp. in different time

变异来源	型平方和 SS	自由度 df	均方 MS	F 值	P 值
月份	5148.679	11	468.062	4.361	0.002**
年份	18.071	2	9.035	0.084	0.920

与龄期的关系见表 2。由表 2 可知, 拟穴青蟹在幼年期和成年期发病的概率相近, 分别为 0.476 和 0.524。表明拟穴青蟹血卵涡鞭虫病在整个生长周期内均会发生。统计拟穴青蟹在放苗半个月、脱壳期和繁殖时期中的发病概率, 结果均较相近, 脱壳期发病率略高于其它时期(图 6)。拟穴青蟹发病与规格的关系见图 7, 规格在小于 50g 和 250g 以上的青蟹, 血卵涡鞭虫病发病率较高。

表 2 拟穴青蟹血卵涡鞭虫病发病龄期

Tab.2 The probability of *S. paramamosain* in different life stages due to *Hematodinium* sp. infection

病蟹龄期	数目	概率
幼期	10	0.476
成蟹	11	0.524
总计	21	1

注: 数目为调查发病的池塘数

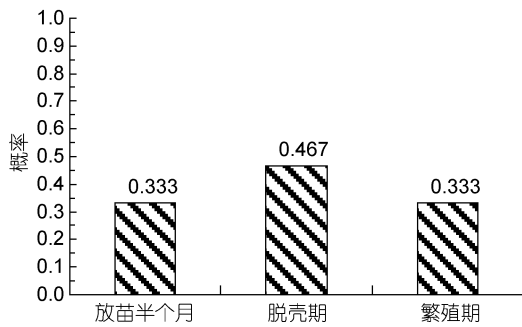


图 6 特殊时期发病概率

Fig.6 Probability of outbreak in the special life stages

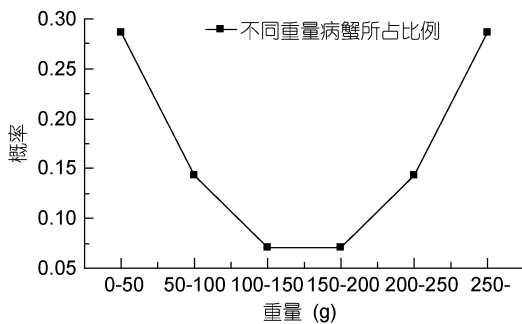


图 7 拟穴青蟹规格与血卵涡鞭虫病发病率的关系

Fig.7 Correlation between size of *S. paramamosain* and morbidity of *Hematodinium* sp.

## 2.4 拟穴青蟹血卵涡鞭虫病发生与环境因子间的关系

### 2.4.1 发病与气象因子

运用 SPSS 软件对气象数据与发病率作相关性分析, 结果见表 3 所示。月平均气温及月降水量对拟穴青蟹发病率的影响均有高度

显著的线性关系, 月平均气压与月平均风速则无显著影响。考虑到月平均气温和降水量对拟穴青蟹发病率的非线性效应, 把月平均气温、月降水量分成 5 个等级(表 4), 进一步对这些气象因子对发病率的影响进行方差分析(表 5), 结果显示月平均气温及月降水量对发病率的影响显著。

表 3 拟穴青蟹发病率与气象因子的相关系数

Tab.3 Correlation between morbidity of *S. paramamosain* and meteorological factors

气象因子	平均值	标准差	N	相关系数
月平均气温	18.1833	7.90188	12	0.783**
月平均气压	10095.83	75.36437	12	-0.486
月降水量	141.7167	123.26525	12	0.781**
月平均风速	51.5275	4.44791	12	0.391
月发病率	0.075639	0.1014647	12	

\*表示相关显著( $P < 0.05$ ), \*\*表示相关极显著( $P < 0.01$ )

表 4 各气象因子的等级

Tab.4 The grades of meteorological factors

等级	1	2	3	4	5
月平均气温 (°C)	<8	8.1—15	15.1—20	20.1—25	>25
月降水量 (mm)	<60	60.1—100	100.1—150	150.1—200	>200

表 5 气象因子对发病率影响的方差分析

Tab.5 Variance analysis of the effects of meteorological factors on the crab disease due to *Hematodinium* sp. infection

变异来源	自由度	均方	F 值	P 值
月平均气温 (°C)	4	206.671	4.731*	0.036
月降水量 (mm)	4	208.767	4.914*	0.033

\*表示相关显著( $P < 0.05$ )

### 2.4.2 发病与养殖水体环境因子

对温州瑞安阁巷养殖区监测点 5 个池塘水体环境因子分析结果显示, 该地区不同时期的 pH、DO、盐度的变化都有极显著差异( $P < 0.01$ ), 而不同池塘之间的 pH、DO、盐度则都无显著差异( $P > 0.05$ ); 不同时期  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NO}_2^-$  含量变化无显著差异( $P > 0.05$ ), 不同池塘的  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NO}_2^-$  含量变化也无显著差异( $P > 0.05$ )(表 6)。

拟穴青蟹血卵涡鞭虫病发生与瑞安阁巷养殖水体理化因子的检测结果显示, 水温、盐度的变化趋势与发病率的变化趋势相近, 水温( $r = 0.756$ )、盐度( $r = 0.631$ )的变化与拟穴青蟹血卵涡鞭虫病的发生具有相

关性(图 8, 图 9)。而 DO、pH、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、透明度等各项指标与发病率的变化趋势没有明显相关性。

表 6 环境因子方差分析

Tab.6 Analysis of variance for the environmental factors

因子	均值	F 值(时期)	P 值(时期)	F 值(池塘)	P 值(池塘)
pH	8.10	14.319*	0.000	0.943	0.452
DO	4.64	4.571**	0.001	1.540	0.214
$\text{NH}_4^+$	0.0456	1.666	0.145	1.535	0.216
$\text{NO}_2^-$	0.0698	1.851	0.104	0.596	0.668
盐度	16.8	61.774*	0.000	0.662	0.623

\*\*表示差异极显著( $P < 0.01$ ); \*表示差异显著( $P < 0.05$ )

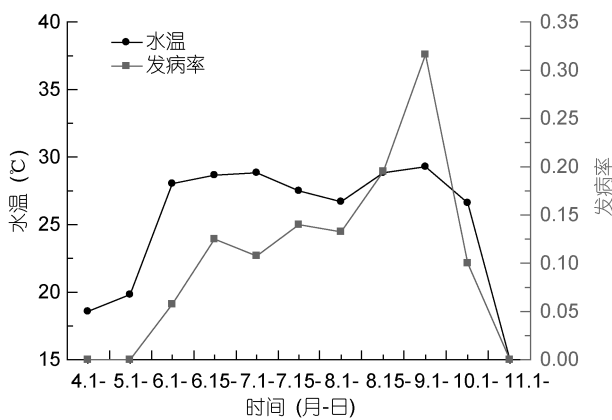


图 8 水温与发病率的关系

Fig.8 Correlation between the water temperature and morbidity

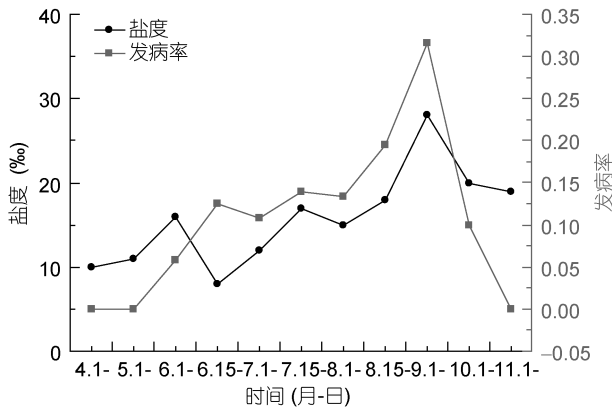


图 9 盐度与发病率的关系

Fig.9 Correlation between the salinity and morbidity

### 3 讨论

拟穴青蟹血卵涡鞭虫病的病症特点是活力差, 体色暗淡, 步足关节失去弹性, 易断肢, 血淋巴由正常的清澈显微蓝转变为淡黄色或乳浊色, 呈不能凝固的变性液体, 肝胰腺模糊呈弥散状, 有些病蟹鳃呈

土黄色或深褐色, 与已报道的青蟹黄水病较相似(丁小丰等, 2011)。但不同的是拟穴青蟹血卵涡鞭虫病的肝胰腺、肌肉、鳃等组织病理显示有大量血卵涡鞭虫侵染, 采用特异性引物的 PCR 方法能检出血卵涡鞭虫, 与许文军等(2007b)、施慧等(2008)的研究结果相同。然而有报道认为青蟹黄水病是由环境影响造成(韩新全, 2005), 作者结合流行病学研究结果, 认为拟穴青蟹养殖中环境因子变化是引起病害的诱发因素, 血卵涡鞭虫可能是主要的继发性感染病原体, 与 Taylor 等(1995)的报道相似。

温州地区拟穴青蟹血卵涡鞭虫病发病期为每年的 5—11 月, 高峰期 9 月份, 而 6—7 月也有一定程度的发病率。统计数据表明, 年份间与发病率无相关性, 但不同月份对病害的发生有极显著影响。每年 9 月份及 6—7 月份正值台风多发季节和梅雨季节, 该段时期水温较高、昼夜温差大, 受梅雨与台风影响出现降雨多、降水量大, 极易造成养殖水体环境突变, 引起拟穴青蟹较强烈的应激反应, 容易遭受病原体的侵染而发生病害。气象因子与发病率的相关性分析, 也表明月平均气温及月降水量对发病率有影响显著, 水体理化因子检测分析显示水温、盐度的变化与拟穴青蟹血卵涡鞭虫病的发生具有显著相关性, 与 Eaton 等(1991)、Meyers 等(1990)发现白氏雪蟹血卵涡鞭虫病的流行高峰期在夏、秋季水温较高时期的报道相似。Messick 等(2000)报道低水温和低盐度能抑制蓝蟹血淋巴中血卵涡鞭虫的增殖, 在水温低于 15°C 时兰蟹感染率明显降低, 在盐度低于 11 的大西洋海湾未发现感染蟹。Kirk 等(2013)也发现盐度的变化与蓝蟹感染血卵涡鞭虫病密切相关。温州地区拟穴青蟹血卵涡鞭虫病发生时期, 水温均高于 20°C, 盐度在 17—29 之间, 即处于血卵涡鞭虫适宜感染和增殖的条件。如遇气候影响, 养殖池塘昼夜水温或水体盐度骤然变化, 拟穴青蟹受应激反应免疫防御能力下降, 可引起血卵涡鞭虫病的发生和暴发流行。因此, 养殖渔民应加强防病意识, 注重调控水质, 预防病害发生。

本研究还进行了拟穴青蟹血卵涡鞭虫病与各个生长期之间的关系分析。在放苗期、脱壳期、繁殖时期各阶段发病情况有所差异但不显著, 其中脱壳期感染发病率较高, Shields 等(2000)对蓝蟹血卵涡鞭虫病研究也发现蓝蟹在脱壳期感染率更高, Stentiford 等(2001)对挪威龙虾血卵涡鞭虫病的研究也得到类似结论。这可能与甲壳类在脱壳期对外界环境影响敏感易产生应激反应而免疫功能低下有关。Messick 等(2000)

报道蓝蟹血卵涡鞭虫病的发病率与蟹体规格关系密切, 甲壳宽小于 30mm 的幼蟹平均发病率高于大规格蟹, 而疾病流行与性别关系不大, 但本实验结果反映体重小于 50g 的幼蟹和大于 250g 的成蟹发病率均较高, 性别差异不明显, 可能与不同蟹类品种和地域差异有关。

### 参 考 文 献

- 丁小丰, 王国良, 2011. 锯缘青蟹 *Scylla serrata* 黄水病血液病理学分析. 海洋科学, 35(3): 64—66
- 中华人民共和国环境保护局, 1997. GB 3097-1997 海水水质标准. 北京: 中国标准出版社, 15—21
- 许文军, 徐汉祥, Shield J 等, 2007a. 海产甲壳类血卵涡鞭虫病研究进展. 中国水产科学, 14(4): 695—701
- 许文军, 绳秀珍, 徐汉祥等, 2007b. 血卵涡鞭虫在养殖锯缘青蟹中的寄生. 中国海洋大学学报, 37(6): 916—920
- 许文军, 施 慧, 徐汉祥等, 2007c. 养殖梭子蟹血卵涡鞭虫感染的初步研究. 水生生物学报, 31(5): 27—31
- 许文军, 谢建军, 施 慧等, 2010. 池塘养殖脊尾白虾 (*Exopalaemon carinicauda*) 感染血卵涡鞭虫的研究. 海洋与湖沼, 41(3): 396—402
- 施 慧, 许文军, 李鹏飞等, 2008. 应用 PCR 方法检测患“黄水病”锯缘青蟹中的血卵涡鞭虫. 海洋渔业, 30: 74—79
- 韩新全, 2005. 锯缘青蟹黄水病及并发病的综合控制措施. 科学养鱼, (7): 56—56
- Appleton P L, Vickerman K, 1998. In vitro cultivation and developmental cycle in culture of a parasitic dinoflagellate (*Hematodinium* sp.) associated with mortality of the Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) in British waters. Parasitology, 116: 115—130
- Chatton E, Poisson R, 1931. Sur l'existence, dans le sang des crabs, de peridiniens parasites: *Hematodinium perezii* n.g., n.sp. (Syndinidae). CR Seances Soc Biol Paris, 105: 553—557
- Eaton W D, Love D C, Botelho C *et al*, 1991. Preliminary results on the seasonality and life cycle of the parasitic dinoflagellate causing Bitter Crab Disease in Alaskan tanner crabs (*Chionoecetes bairdi*). Invertebr Pathol, 57: 426—434
- Field R H, Chapman C J, Taylor A C *et al*, 1992. Infection of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* by a *Hematodinium*-like species of dinoflagellate on the west coast of Scotland. Diseases of Aquatic Organisms, 13: 1—15
- Field R H, Hills J M, Atkinson R J A *et al*, 1998. Distribution and seasonal prevalence of *Hematodinium* sp. infection of the Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) around the west coast of Scotland. ICES J Mar Sci, 55: 846—858
- Hamish J Small, 2012. Advances in our understanding of the global diversity and distribution of *Hematodinium* spp.—Significant pathogens of commercially exploited crustaceans. Journal of Invertebrate Pathology, 110: 234—246
- Johnson P T, 1986. Parasites of benthic amphipods: dinoflagellates (Duboscquodiniida: Syndinidae). Fish Bull U S, 84: 605—614
- Kirk J, Parmenter-Patrick A, Vigueira C *et al*, 2013. Seasonal prevalence of *Hematodinium* sp. infections of blue crabs in three south Carolina (USA) rivers. Estuaries and Coasts, 36: 174—191
- Li C, Miller T L, Small H J *et al*, 2011a. In vitro culture and developmental cycle of the parasitic dinoflagellate *Hematodinium* sp. from the blue crab *Callinectes sapidus*. Parasitology, 138: 1924—1934
- Li C, Wheeler K N, Shields J D, 2011b. Cannibalism is not an effective route of transmission for *Hematodinium* sp. in the blue crab, *Callinectes sapidus*. Disease of Aquatic Organism, 96: 249—258
- MacLean S A, Ruddell C L, 1978. Three new crustacean hosts for the parasitic dinoflagellate *Hematodinium perezii* (Dinoflagellata: Syndinidae). J Parasitol, 64: 158—160
- Messick G A, Shields J D, 2000. Epizootiology of the parasitic dinoflagellate *Hematodinium* sp. in the American blue crab *Callinectes sapidus*. Dis Aquat Org, 43: 139—152
- Meyers T R, Koeneman T M, Botelho C *et al*, 1987. Bitter Crab Disease: a fatal dinoflagellate infection and marketing problem for Alaskan Tanner crabs *Chionoecetes bairdi*. Dis Aquat Org, 3: 195—216
- Meyers T R, Botelho C, Koeneman T M *et al*, 1990. Distribution of bitter crab dinoflagellate syndrome in southeast Alaskan tanner crabs, *Chionoecetes bairdi*. Dis Aquat Org, 9: 37—43
- Meyers T R, Morado J F, Sparks A K *et al*, 1996. Distribution of bitter crab syndrome in tanner crabs (*Chionoecetes bairdi*, *C. opilio*) from the Gulf of Alaska and the Bering Sea. Diseases of Aquatic Organisms, 26: 221—227
- Newman M W, Johnson C A, 1975. A disease of blue crabs (*Callinectes sapidus*) caused by a parasitic dinoflagellate, *Hematodinium* sp. Parasitology, 63: 554—557
- Shields J D, 1992. Parasites and symbionts of the crab *Portunus pelagicus* from Moreton Bay, eastern Australia. J Crustac Biol, 12: 94—100
- Shields J D, 1994. The parasitic dinoflagellates of marine crustaceans. Annu Rev Fish Dis, 4: 241—271
- Shields J D, Squyars C M, 2000. Mortality and hematology of blue crabs, *Callinectes sapidus*, experimentally infected with the parasitic dinoflagellate *Hematodinium perezii*. Fish Bull, 98: 139—152
- Shields J D, Taylor D M, Sutton S G *et al*, 2005. Epidemiology of bitter crab disease (*Hematodinium* sp.) in snow crabs *Chionoecetes opilio* from Newfoundland, Canada. Dis Aquat Org, 64(3): 253—264
- Stentiford G D, Neil D M, Atkinson R J A, 2001. The relationship of *Hematodinium* infection prevalence in a Scottish

- Nephrops norvegicus* population to seasonality, moulting and sex. ICES J Mar Sci, 58: 814—823
- Taylor D M, Khan R A, 1995. Observations on the occurrence of *Hematodinium* sp. (Dinoflagellata: Syndinidae): the causative agent of Bitter Crab Disease in the Newfoundland snow crab (*Chionoecetes opilio*). J Invertebr Pathol, 65: 283—288
- Wilhelm G, Mialhe E, 1996. Dinoflagellate infection associated with the decline of *Necora puber* crab populations in France. Dis Aquat Org, 26: 213—219

## EPIDEMIOLOGY ANALYSIS OF *HEMATODINIUM* sp. DISEASE IN *SCYLLA PARAMAMOSAIN*

LIU Shun, DAI Yu-Lai, ZHOU Su-Ming, ZHENG Xiao-Ye, WANG Guo-Liang

(Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology, Ministry of Education, School of Marine Science, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

**Abstract** This study reports clinical and epidemiological characteristics of *Hematodinium* sp. infection in swimming crab *Scylla paramamosain* populations in Wenzhou, China, between April and November in three years (2010—2012). The infection in the crabs was detected by both species-specific PCR and microscopic examination. Epidemiological data show that the infection occurred between May and November, and the prevalence of infection was higher in summer time and peaked in August. The prevalence was positively correlated with temperature ( $r=0.756$ ) and salinity ( $r=0.631$ ). This trend was similar year to year. In addition, our data show that the infections occurred in all sizes and life stages of the crabs. Juvenile crabs in body weights <50g and adults >250g, and moult-stage crabs were found more susceptible to *Hematodinium* sp. infection. The study suggests risk of *Hematodinium* sp. infection in swimming crab is high in hot months as heavy rain or tropical storm may result in sharp changes in water temperature and salinity, to which preventative measure shall be made.

**Key words** *Scylla paramamosain*; *Hematodinium* sp.; epidemiology