

湖泊放流二龄河蟹的食性

金 刚^{1,2}

谢 平¹ 李钟杰¹

(1. 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072; 2 深圳职业技术学院生物应用工程系, 深圳 518055)

摘要: 在保安湖一围栏区(3.3hm^2)周年采样, 共获得可供食性分析用的二龄河蟹362只(壳宽1.99—6.24cm)。胃含物分析表明, 河蟹为杂食性, 兼具肉食性倾向, 以底层群落为食, 食谱极为复杂, 包括水生大型植物、藻类(47个属)、原生动物、轮虫、节肢动物、环节动物、软体动物、鱼类和颗粒碎屑, 各大类食物的出现频率分别为87.3%、82%、0.3%、0.6%、48.2%、28.2%、0.3%、28.7%、88.7%。而不可分辨物在食物团中较为常见, 出现频率达46.1%。植物性饵料(大型植物+藻类)出现频率为87.7%, 动物性饵料出现频率89.8%; 食物团完全由动物性饵料组成的占5.8%, 完全由大型植物组成的占5.3%, 完全由藻类组成的占0.3%。T检验表明二龄雌、雄蟹在食性方面不存在显著差异。细胞计数表明, 胃含物中大型植物在数量上比藻类多2个数量级。作者最后讨论了在河蟹食性分析中的一些难点问题。

关键词: 河蟹; 食性; 湖泊

中图分类号:S968.25 文献标识码:A 文章编号:1000-3207(2003)02-0140-007

中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis* Milne Edwards), 简称河蟹, 为杂食性甲壳动物, 胃含物中有植物、小杂鱼、虾类、贝类、水生昆虫和蠕虫^[1]。在动物性食物中, 河蟹最喜食软体动物, 尤其球蚬(*Sphaerium*)与豌豆蚬(*Pisidium*)等小型蚌类^[2]。对选食性及消化率的初步研究表明河蟹更喜食动物性饵料^[3]。在美国旧金山湾对河蟹胃含物的分析表明, 尽管河蟹为杂食性, 但是主要摄食水生植物^[4]。安徽女山湖围栏河蟹的食物组成与此相似, 主要是沉水植物^[5]。究竟放流河蟹在草型湖泊中的食性及其季节变化有何规律, 目前还不十分清楚, 很有必要开展深入研究。

1 材料与方法

1.1 研究地点 保安湖($114^{\circ}43' \text{E}$, $30^{\circ}15' \text{N}$)位于湖北省大冶市境内, 属梁子湖水系的一个浅水草型湖泊, 面积 39.3km^2 , 水深1.5—2.5m。河蟹采样水域为保安湖一围栏湖汊。该围栏湖汊面积 3.3hm^2 , 平均水深1.6m, 透明度1.2m, pH 7.5—8.5, 常年水生植物繁茂, 主要种类有聚草、金鱼藻、苦草和菹草。

1998—2000年每年1—3月放扣蟹约1万只($150-300 \text{ ind. kg}^{-1}$), 每年9—11月为成蟹生产性捕捞期。

1.2 样品采集与处理 1998—2000年3—10月用定置网具(包括迷魂阵和地笼)采集河蟹样品。每月第1—7d的清晨5:00左右从网具中收集河蟹, 并立即用5%的福尔马林溶液固定(4月、5月、6月的样品为活体观察)。在室内取出固定过的河蟹样品, 用游标卡尺测量壳宽, 并记录性别。解剖样本取出蟹胃, 把胃含物放入盛有5%的福尔马林溶液的指形管中。用镊子捣散胃含物后, 再用滴管吸取少许胃含物溶液制片。将玻片放于显微镜下进行观察(放大160倍和320倍), 记录各类食物出现的次数。大型水生植物鉴定到种, 藻类鉴定到属, 动物性食物鉴定到门、纲或目。

2000年3—10月每月选取20只(雌雄各10只)河蟹胃含物在显微镜下用视野法遍数大型水生植物和藻类的细胞数量, 以明了这两大类食物对河蟹营养贡献的相对比重。

1.3 数据处理 通过食物的出现次数计算其出现频率。出现频率= (含有该类食物的胃个数/含食物

收稿日期: 2001-12-20; 修订日期: 2002-07-05

基金项目: 973课题“长江流域生物多样性变化、可持续利用与区域生态安全”子专题“生物多样性与水生态系统的恢复机制”(专题编号: G2000046802)资助

作者简介: 金 刚(1965—), 男, 湖北省当阳市人; 博士, 副研究员; 主要从事渔业生态学研究。承蒙刘建康院士修改全文, 刘伙泉、崔奕波、王冀、谢志才、许巧倩和裴之华等在野外采样和胃含物鉴定中给予帮助, 作者在此表示衷心感谢。

的胃总数) $\times 100\%$ 。用 t 检验(t test) 判断各月份各胃含物成分的出现次数是否存在性别差异。

2 结果

实验期间在保安湖共获得二龄河蟹 530 只, 其中 362 只胃里有食物, 用于食性分析(表 1)。河蟹食物团主要由水生维管束植物、藻类、节肢动物、环节动物和鱼类组成, 各大类的出现次数分别为 316、297、174、102、104 次, 出现频率分别为 87.3%、82%、48.2%、28.2%、28.7%; 食物团中还观察到原生动物、轮虫和软体动物, 出现次数很少, 分别为 1、2、1 次, 出现频率分别为 0.3%、0.6%、0.3%; 而颗粒碎屑和不可分辨物在食物团中较为常见, 出现次数分别为 321 和 167 次, 频率相应为 88.7% 和 46.1%(表 2)。不可分辨物多为动物组织, 但无法鉴定。在 362 个蟹胃中, 植物性饵料(大型植物+藻类) 出现 317 次, 出现频率为 87.7%, 动物性饵料出现 325 次, 出现频率 89.8%; 食物团完全由动物性饵料组成的占 5.8%, 完全由大型植物组成的占 5.3%。由于草型湖泊中植物资源量远多于动物资源量, 而蟹胃中动、植物两大类饵料出现频率几乎相当, 表明河蟹有捕食动物性饵料的倾向, 而非完全机会主义摄食者; 尚未发现纯粹由颗粒碎屑组成的食物团; 在大多数胃中藻类与大型植物同时出现; 仅在 4 月发现一只没有双螯的雄蟹胃里充满丝状藻类——水绵, 胃含物完全由藻类组成的仅此一次, 提示在某些特殊条件下河蟹能够主动摄食大型藻类。在少数胃中仅有节肢动物和藻类构成食物团, 可能是湖泊节肢动物(如虾) 体表常有藻类着生所致。

在水生维管束植物中, 常见的种类是聚草、金鱼藻和苦草, 出现次数分别为 283、260、111 次, 频率分别为 78.2%、71.8%、30.7%, 其他种类包括菹草、轮叶黑藻、黄丝草、菱等, 出现次数较少, 未一一给出。在藻类中共鉴定出 5 门 47 属, 有蓝藻门(8 属)、绿藻门(16 属)、裸藻门(4 属)、硅藻门(17 属)、黄藻门(2 属), 各门的出现次数分别为 142、293、97、297、27 次, 出现频率相应为 39.2%、80.9%、26.8%、82.0%、7.5%。在藻类的 47 个属中, 出现频率在 50% 以上的有刚毛藻属、鼓藻属、角星鼓藻属、鞘藻属、异极藻属、舟形藻属、桥弯藻属、卵形藻属等(表 2)。因动物性饵料在食物团中形态变化太大, 难于鉴定至较低的分类阶元, 所以只给出门、纲或目(表 2)。

另外, 在 6 月还发现 2 只河蟹(雌雄各 1 只) 的食物团各有一条活的线虫, 疑为寄生者, 故未列入表 2。

表 1 各月二龄河蟹胃样本数(不包括空胃)

Tab. 1 Number of the gastric mills of the Chinese mitten crab analyzed from Mar. to Oct.

| | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | Total |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|
| Female | 23 | 26 | 21 | 18 | 18 | 23 | 25 | 25 | 179 |
| Male | 22 | 24 | 22 | 24 | 20 | 24 | 22 | 25 | 183 |
| Total | 45 | 50 | 43 | 42 | 38 | 47 | 47 | 50 | 362 |

因各月各食物类别的出现次数在雌雄河蟹没有显著差异(t test, $p > 0.01$), 故在计算各月食物组成的出现频率时未按性别分别计算, 而只给出一个总的频率(图 1)。由图 1 可知大型植物、藻类和颗粒碎屑的出现频率在各月份均保持在较高水平($\geq 76\%$), 节肢动物的出现频率在 5—7 月较高($\geq 71.1\%$), 其余月份稍低; 鱼类和寡毛类的出现频率有较类似的变动趋势, 即均在 6 月达到峰值, 分别为 45.2% 和 47.6%; 其他动物仅在 5、6 月观察到, 且出现频率非常低。

在大型水生植物中, 聚草各月的出现频率变动在 67.4%—82.2% 之间, 金鱼藻出现频率的变动趋势与聚草相似, 但变幅稍大些, 在 50.0%—83.0% 之间, 这可能与金鱼藻群落的稳定性较差有关。因为金鱼藻的根系极不发达, 风浪常影响其群落的规模及地点。苦草的出现频率较前两者低, 在 20.0%—44.7% 之间, 乃湖泊中苦草资源本身较少所致。其他几种植物在 3、4 月出现频率较高, 分别为 53.3%、50.0%。

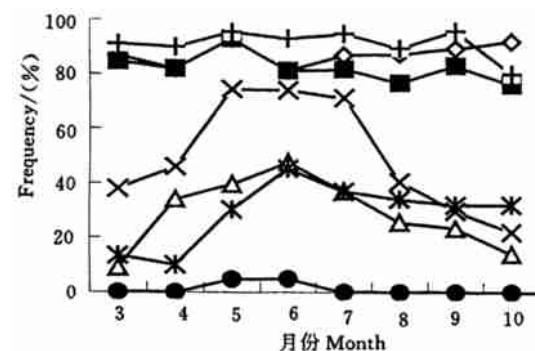


图 1 河蟹胃含物中各食物出现频率的月变化

Fig. 1 The occurrence frequency of food items in the gastric mills of Chinese mitten crab

◇: 大型植物, + : 碎屑, ■: 藻类, * : 鱼类,
×: 节肢动物, △: 寡毛类, ●: 其他动物

在藻类的 5 个门中, 绿藻门和硅藻门的出现频率最大, 且变动趋势非常一致, 前者是 75.6%—93.0%, 后者 76.0%—93.0%。出现频率最低的是黄藻门, 为 0%—20.0%, 6—8 月都为 0。蓝藻门在

表 2 二龄河蟹胃含物组成出现次数及累计频率
Tab. 2 Food items in the gastric mills of the 2 year old Chinese mitten crab

| 胃含物组成 Food items | 总出现次数 Occurrence | 累计频率% Frequency | 胃含物组成 Food items | 总出现次数 Occurrence | 累计频率% Frequency |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|
| 高等植物 | 316 | 87.3 | 裸藻 <i>Euglena</i> | 71 | 19.6 |
| 苦草 <i>Valisneria spiralis</i> | 111 | 30.7 | 扁裸藻 <i>Phacus</i> | 84 | 23.2 |
| 聚草 <i>Myriophyllum spicatum</i> | 283 | 78.2 | 囊裸藻 <i>Trachelomonas</i> | 51 | 14.1 |
| 金鱼藻 <i>Ceratophyllum demersum</i> | 260 | 71.8 | 柄裸藻 <i>Colacium</i> | 44 | 12.2 |
| 其他 Other | 64 | 17.7 | 硅藻门 Bacillariophyta | 297 | 82.0 |
| 藻类 | 297 | 82.0 | 异极藻 <i>Gomphonema</i> | 228 | 63.0 |
| 蓝藻门 Cyanophyta | 142 | 39.2 | 曲壳藻 <i>Achnanthes</i> | 58 | 16.0 |
| 平列藻 <i>Merismopedia</i> | 53 | 14.6 | 舟形藻 <i>Naiacula</i> | 214 | 59.1 |
| 胶球藻 <i>Coelosphaerium</i> | 21 | 5.8 | 布纹藻 <i>Gyrosigma</i> | 57 | 15.8 |
| 颤藻 <i>Oscillatoria</i> | 44 | 12.2 | 桥弯藻 <i>Cymbella</i> | 284 | 78.5 |
| 胶鞘藻 <i>Phormidium</i> | 52 | 14.4 | 菱形藻 <i>Nitzschia</i> | 50 | 13.8 |
| 蓝纤维藻 <i>Dactylococcus</i> | 25 | 6.9 | 脆杆藻 <i>Fragilaria</i> | 16 | 4.4 |
| 螺旋藻 <i>Spirulina</i> | 59 | 16.3 | 星杆藻 <i>Asterionella</i> | 16 | 4.4 |
| 鱼腥藻 <i>Anabaena</i> | 20 | 5.5 | 直链藻 <i>Melosira</i> | 98 | 27.1 |
| 色球藻 <i>Chroococcus</i> | 16 | 4.4 | 双菱藻 <i>Surirella</i> | 35 | 9.7 |
| 绿藻门 Chlorophyta | 293 | 80.9 | 小环藻 <i>Cyclotella</i> | 100 | 27.6 |
| 水绵 <i>Spirogyra</i> | 177 | 48.9 | 针杆藻 <i>Synechra</i> | 42 | 11.6 |
| 刚毛藻 <i>Cladophora</i> | 198 | 54.7 | 羽纹藻 <i>Pinnularia</i> | 28 | 7.7 |
| 小球藻 <i>Chlorella</i> | 87 | 24.0 | 短缝藻 <i>Eunotia</i> | 7 | 1.9 |
| 丝藻 <i>Ulothrix</i> | 38 | 10.5 | 窗纹藻 <i>Epithemia</i> | 86 | 23.8 |
| 鼓藻 <i>Cosmarium</i> | 277 | 76.5 | 卵形藻 <i>Coccocystis</i> | 233 | 64.4 |
| 角丝鼓藻 <i>Deshmidium</i> | 28 | 7.7 | 等片藻 <i>Diatoma</i> | 94 | 26.0 |
| 角星鼓藻 <i>Staurastrum</i> | 224 | 61.9 | 黄藻门 Xanthophyta | 27 | 7.5 |
| 四棘鼓藻 <i>Arthrodessnum</i> | 74 | 20.4 | 黄丝藻 <i>Tribonema</i> | 25 | 6.9 |
| 十字藻 <i>Crucigenia</i> | 37 | 10.2 | 黄管藻 <i>Ophiocytium</i> | 9 | 2.5 |
| 鞘藻 <i>Oedogonium</i> | 274 | 75.7 | 原生动物 Protozoa | 1 | 0.3 |
| 转板藻 <i>Mougeotia</i> | 43 | 11.9 | 轮虫 Rotifera | 2 | 0.6 |
| 空星藻 <i>Coelastrum</i> | 13 | 3.6 | 软体动物 Mollusca(螺类) | 1 | 0.3 |
| 盘星藻 <i>Pediastrum</i> | 19 | 5.2 | 节肢动物 Anthropoda | 174 | 48.1 |
| 新月藻 <i>Cladostrium</i> | 104 | 28.7 | 环节动物 寡毛类 Oligochaeta | 102 | 28.2 |
| 栅藻 <i>Scenedesmus</i> | 61 | 16.9 | 鱼类 Fish | 104 | 28.7 |
| 棒状鼓藻 <i>Gonataxylon</i> | 14 | 3.9 | 颗粒碎屑 Detritus | 321 | 88.7 |
| 裸藻门 Euglenophyta | 97 | 26.8 | 不可分辨物 | 167 | 46.1 |

3—5月出现频率较高, 分别为 57.8%、58.0%、71.2%, 其他月份较低。裸藻门的出现频率变动在 14.0%—44.7% 之间。

蓝藻门中各月均出现的有颤藻、胶鞘藻和螺旋藻, 但出现频率普遍偏低。在绿藻门 16 个属各月的

出现频率中, 鼓藻和鞘藻的值都很高, 分别为 55.3%—88.4%、66.7%—88.4%。另外, 水绵、刚毛藻、角星鼓藻在有些月份都超过 50.0%。

虽然裸藻门 4 个属各月均出现, 但出现频率最高也只有 44.7%。在硅藻 17 个属中桥弯藻在各月

都表现出较高的出现频率, 变动在 72.0%—93.0% 之间。此外, 异极藻、舟形藻和卵形藻在多数月份超过 50%。黄藻门两个属的出现频率都较低, 在 0%—17.8% 之间。

各类食物在 3—10 月间各月出现频率的变化表明, 河蟹的食物组成是随时间而变化的。这可能与环境中饵料生物群落的种类和生物量具有月份或季节波动有关, 而非河蟹规格变化所致(表 3)。一般只有当 r^2 的值超过 0.5 时, 两组数据之间才具有统计学上的相关。显然, 表 3 中的 r 在平方后均小于 0.5。

表 3 二龄河蟹规格与各大类食物出现频率之间的相关系数(r)

Tab. 3 Correlation Coefficients between crab size (carapace width) and percent occurrence frequency of major dietary categories in the gastric mills

| | 大型植物 | 藻类 | 寡毛类 | 节肢动物 | 鱼类 | 其他动物 | 颗粒碎屑 |
|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 雌 | 0.41 | -0.56 | -0.11 | -0.36 | -0.64 | -0.51 | -0.31 |
| 雄 | 0.49 | -0.53 | -0.21 | -0.45 | 0.54 | -0.48 | -0.33 |

单从出现频率的高低还不能客观地评价某一食物对河蟹食量贡献程度的大小。因本文旨在研究河蟹的食谱。故未考虑食量。但是, 由于植物性种类具有河蟹难消化的细胞壁(少数藻类除外), 因此, 计数细胞数量可以在较大程度上反映大型水生植物与着生藻类两者之间的数量关系。表 4—5 分别给出了雌雄河蟹各月大型植物和藻类的细胞数量。虽然这里所得的细胞数量受到胃含物总量的影响而不能反映河蟹摄食量中大型植物和藻类的绝对数量, 但依然可以看出一点趋势: 9 月份两者数量均达到最大。细胞数量的标准差很大, 说明有些样本的细胞数量很多, 而有些很少。表 6 是各月大型植物和藻类细胞数量的比值, 同样可以看出相似的变化趋势: 8 月份最大, 4 月份最低。表 4—6 说明, 尽管藻类的种类极为多样, 且出现频率与大型植物类似, 但其数量远少于后者。从食量贡献方面讲, 大型植物超过藻类两个数量级。

表 4 雌蟹壳宽(cw)及胃含物中高等植物与藻类细胞数量月变化(mean \pm se.)

Tab. 4 Monthly changes of female size and the cell number of macrophytes and algae in the gastric mills

| | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. |
|--------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| cw | 2.01 \pm 0.09 | 2.56 \pm 0.11 | 3.29 \pm 0.10 | 3.81 \pm 0.10 | 4.52 \pm 0.11 | 5.28 \pm 0.18 | 5.53 \pm 0.22 | 5.85 \pm 0.25 |
| Plants | 77050 \pm 12724 | 90100 \pm 19442 | 109900 \pm 28129 | 163400 \pm 79081 | 177200 \pm 89107 | 166000 \pm 84614 | 185600 \pm 94956 | 107400 \pm 24635 |
| Algae | 639 \pm 208 | 767 \pm 196 | 891 \pm 277 | 1074 \pm 432 | 905 \pm 270 | 757 \pm 211 | 1091 \pm 524 | 759 \pm 222 |

表 5 雄蟹壳宽(cw)及胃含物中高等植物与藻类细胞数量月变化(mean \pm se.)

Tab. 5 Monthly changes in male size and the standing cell number of macrophytes and algae in the gastric mills

| | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. |
|--------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| cw | 1.99 \pm 0.08 | 2.55 \pm 0.12 | 3.31 \pm 0.11 | 3.90 \pm 0.10 | 4.54 \pm 0.17 | 5.30 \pm 0.19 | 5.97 \pm 0.31 | 6.24 \pm 0.36 |
| Plants | 80100 \pm 11648 | 89400 \pm 18864 | 118700 \pm 31728 | 152800 \pm 68747 | 180600 \pm 91782 | 179300 \pm 93778 | 184500 \pm 88765 | 112900 \pm 26407 |
| Algae | 641 \pm 218 | 745 \pm 201 | 913 \pm 248 | 949 \pm 246 | 966 \pm 230 | 854 \pm 249 | 1105 \pm 376 | 758 \pm 204 |

表 6 河蟹胃含物中高等植物与藻类细胞数量的比值月变化

Tab. 6 Monthly changes in the ratio of cell number of macrophytes to algae in the gastric mills

| | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Female | 121:1 | 118:1 | 123:1 | 152:1 | 196:1 | 219:1 | 170:1 | 142:1 |
| Male | 125:1 | 120:1 | 130:1 | 161:1 | 187:1 | 210:1 | 167:1 | 149:1 |

3 讨论

3.1 胃含物形态辨析

由于河蟹在摄食时, 先用螯足上的一对钳指撕碎食物后, 再送入胃中由胃磨进一步研碎食物, 因

此, 胃含物的形态发生了巨大变化, 已无法用肉眼和放大镜鉴定, 而须用显微镜观察。高等植物的碎片一般仅有数百个细胞, 丝状藻类常常被截断, 只剩 4—8 个细胞, 单细胞的藻类也受到较大的磨损, 如新月藻常常从中间折断, 硅藻的壳呈断裂状。动物

性食物的形态变化更为严重, 不可能观察到完整的后生动物。鱼鳞被消化得支离破碎, 在一百多个有鱼的胃中, 仅 10 个胃里存在完整的鳞片; 窃毛类只能从其特征性的刚毛来断定, 其他结构变得模糊不清; 节肢动物仅剩下残缺不全的节肢。这样, 在食物鉴定时很难细化到较低的分类阶元。

3.2 关于着生藻类及其在河蟹营养中的作用

保安湖沉水植物上常见的着生藻类计 84 种, 隶属于 6 门 64 属, 其中蓝藻门 11 属 13 种, 绿藻门 27 属 36 种, 硅藻门 15 属 23 种, 还有裸藻门、金藻门、隐藻门的一些种类^[6]。在河蟹胃含物中只发现 5 门 47 属, 这可能是人的采样与河蟹的摄食之间还是有一定差异的。河蟹因在底栖爬行, 其饵料空间显然局限在水体下层。进入食物团的着生藻类属数较少是可以想像的。还有一个原因, 前者^[6]研究的是完整的植物标本, 而本文观察的是经过一定程度消化的胃含物样本。因此导致本文的属数较前者少 10 多属。本文与前者出入较大的是前者有金藻门、隐藻门, 而没有黄藻门, 本文观察到黄藻门, 而没有金藻门、隐藻门。这可能与草-藻关系较复杂有关。前文发现聚草和金鱼藻上根本不着生金藻门, 隐藻门亦不着生在金鱼藻上, 而着生到聚草上的密度也很低, 金藻门和隐藻门在苦草上都有少量着生。而本次研究水域大型水生植物的优势种是聚草和金鱼藻, 苦草生物量较低, 反映在河蟹食物团组成中出现很多的大型水生植物是聚草和金鱼藻, 苦草较少。相应地, 苦草上的着生藻类在胃含物中出现频率也较少。

在河蟹胃含物中藻类出现率如此之高、且类群繁杂, 共有 5 门 46 属(种)。这些藻类显然是处于着生状态时被河蟹摄食的。因为食物团中的藻类有的是真性着生藻类, 有的在生活史的某一特殊阶段具有着生行为^[6]。附植藻类是河蟹摄食水生植物时被带入胃中的, 而附泥藻类有可能是河蟹在摄食底泥有机碎屑时进入胃里。但不能排除二龄河蟹也有主动摄食藻类的可能。因为室内观察表明, 当年早期幼蟹主动摄食环棱螺贝壳上的着生藻类(作者未发表资料)。本文对肠含物观察表明河蟹能够消化绝大多数的藻类, 甚至有胶被的蓝藻。

在蟹类胃含物中, 藻类是常常出现的。如肉食性的 *Portunus pelagicus*^[7], 杂食性的 benthic red crab *Pleuroncodes planipes* (Decapoda, Anomura, Galatheidae)^[8], 植食性的 *Grapsus albolineatus*^[9], 等。尤其值得一提的是在太平洋生活的 *Pleuroncodes planipes* 在

3 月份食物团中一些硅藻(*Nitzschia*, *Melosira* 和 *Cocconeis*) 数量相当多, 相对重要性指数为 74%; 而到 9 月份 *Cyclotella*, *Nitzschia* 和 *Melosira* 重要性指数为 42%^[8]。而这些藻类在河蟹食物团中数量也较多, 这提示虽然湖泊与海洋的生态环境差异很大, 但蟹类的摄食机制可能是类似的。在冬天的香港水域 *G. albolineatus* 选食生物量少的丝状藻类, 而不取食数量多的叶状藻类, 尽管后者的营养含量比前者多, 表明在决定 *G. albolineatus* 的摄食偏好时藻类的形态是头等重要的, 其次才是营养含量和可消化性^[9]。在自然水域肉食性的 Dungeness crab *Cancer magister* 在幼蟹阶段能够消化丝状的和着生的藻类, 而且在实验室条件下, 投喂丝状藻类(*Melosira* sp. 和 *Grammatophora* sp.) 与投喂螺(*Mytilus* sp.) 相比, 幼蟹的蜕壳间期延长了 20%—25%, 但壳的增长幅度没有显著差异^[10], 表明藻类对蟹类的营养意义不可低估。

3.3 周丛原生动物及软体动物在胃含物中出现率低的原因

沈韫芬^[11]在东湖 3 种沉水植物(聚草、金鱼藻和黄丝草)上观察到 175 种周丛原生动物, 其中真周丛原生动物(包括动鞭纲、纤毛纲、吸管亚纲的大部分、旋唇亚纲的一部分以及缘毛亚纲 Peritricha) 共计 110 种, 占 62.9%; 伪周丛原生动物(包括根足纲、辐射纲、纤毛纲全毛亚纲中的裸口目、毛口目、膜口目、吸管亚纲的一小部分旋唇亚纲的大部分) 共计 65 种占 37.1%。3 种水草上原生动物数量周年变动有共同的趋势, 即在低温的冬季出现数量高峰, 优势种类是钟形钟虫, 占周丛原生动物总数的 80%—90%。保安湖黄丝草和聚草上栖息着大量的浮游动物固着种类, 如原生动物的喇叭虫、尖尾虫等。而在本研究中原生动物仅观察到 1 次, 这并不表明原生动物在保安湖放流河蟹食物组成中不重要。作者认为, 低的出现频率并不能表明这个原生动物是偶然进入胃里的, 因原生动物缺乏坚硬的且可在蟹胃中停留较长时间的壳体或器官, 故难被观察到。既然河蟹能够在摄食大型水生植物时利用周丛藻类, 那么同理, 河蟹在摄食大型水生植物时把周丛原生动物一并吞进是合乎逻辑的。河蟹有意避开而不摄食生长有周丛原生动物的水生植物的可能性几乎是不存在的。在保安湖的黄丝草和聚草上亦发现固着生活的轮虫——懒轮虫数量也很大。而在本文中轮虫仅出现 2 次, 这也可能是轮虫易被河蟹消化而难于观察到所致。

保安湖软体动物有23种,密度高达 216ind. m^{-2} 。而在本研究中,软体动物在河蟹食物团中仅被观察到1次(一种小螺的碎壳)。这可能与河蟹对软体动物的取食部位有关,河蟹一般只摄食软体动物的肉质,而放弃壳及厣(作者资料)。只有规格较大的河蟹摄食小螺时,有可能偶尔把壳带进胃中。缩短采样操作时间,有可能提高易消化类群的出现频率。关于原生动物、轮虫和软体动物在河蟹食物组成中的实际份额尚需做大量细致的工作才能获得客观的认识。

3.4 关于寡毛类

实验表明,在寡毛类(*Limnodrilus hoffmeisteri*)、伊乐藻(*Elodea nuttalli*)和小麦粒同时存在时,河蟹对3种饵料均摄食,但对寡毛类的摄食量显著大于另两种。在本文中寡毛类的出现频率达28.2%,这个数据可能比实际情况要低。因为仅根据分叉的和(或)具毛节的钩状刚毛来判定河蟹食物团中是否出现寡毛类,但分叉的和(或)具毛节的钩状刚毛并非所有寡毛类都有。这是今后研究过程中需要改进的。寡毛类干物质中蛋白质含量较高,为59%^[12],常为十足目动物利用^[13]。

3.5 关于鱼类

尽管保安湖鱼类有60种之多,而为河蟹利用的种类估计并不多,从鳞片特征推测,小型的栉虎(*Ctenogobius* spp.)占有较大的比例。另外,当年幼鱼(6月份曾2次观察到还未形成年轮的完整鳞片)在春末夏初有一定数量,这可能与它们的运动能力较弱而易被河蟹捕食有关。此外,一些小型鱼类的生活史短^[14],繁殖季节以后出现群体死亡的现象,这无疑加大了河蟹摄食鱼类的机会。对于活动能力更强的肉食性蟹类如*P. pelagicus*是否有能力捕食活的游泳鱼类也是值得怀疑的,因为食物团中多是鱼的腐肉^[15]。但不管怎样,在自然水域生态系统中,蟹类是不会放弃利用鱼类这一优质食物的机会的。

3.6 关于颗粒碎屑

本研究表明颗粒碎屑在河蟹胃含物中的出现频率高达80%以上,且数量常常很多。可能有两个原因,一是河蟹直接摄取,二是其他的食物经口器和胃的碎化而成。

事实上,颗粒碎屑在浅水草型湖泊是非常丰富的。动植物死亡后的尸体、粪便经微生物的分解矿化最后都会变成一部分颗粒碎屑。颗粒碎屑是复杂生物群落的基质,其上缔合的微型生物包括细菌、真菌、藻类、原生动物及后生动物^[16]。因此,河蟹摄食

颗粒碎屑时也一同利用了微型生物群落。尽管颗粒碎屑及其微型生物群落的营养价值尚不清楚,但是河蟹对它们的利用无疑加速了水生态系统的物质循环。

参考文献:

- [1] Chen B, Du N, Ye H. Analysis on the feeding habit of the mitten crab *Eriocheir sinensis* [J]. Fisheries Science & Technology Information, 1989, 16(1): 2—5. [陈炳良、堵南山、叶鸿发, 河蟹的食性分析[J]. 水产科技情报, 1989, 16(1): 2—5]
- [2] Du N. Carcinology [M]. Science Press, Beijing, 1993, 744. [堵南山, 甲壳动物学(下册)[M]. 北京, 科学出版社. 1993, 744]
- [3] Zhu, X., Y. Cui and S. Guang, Food selection and Digestibility of three natural diets for the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1997, 21(1): 94—96. [朱晓鸣、崔奕波、光寿红, 河蟹对三种天然饵料的选食性及消化率[J]. 水生生物学报, 1997, 21(1): 94—96]
- [4] Halat K M, Resh V H. The Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*): Implications for the freshwater habitats of the San Francisco Bay and Delta Ecosystem [R]. Abstract From the sixth international zebra mussel and other aquatic nuisance species conference. 1996, Dearborn, Michigan.
- [5] Zu G. Utilization and protection of submerged plant resources by pearl crab culturing in Nushan Lake [J]. Journal of Lake Sciences, 1999, 11(1): 91—96. [祖国掌, 围栏养蟹利用与女山湖沉水植物资源保护[J]. 湖泊科学, 1999, 11(1): 91—96]
- [6] Liang, Y. & H. Liu, Resources, environment and fishery ecological management of macrophytic lakes [M]. Science Press, Beijing, China. 1995. [梁彦龄, 刘伙泉, 草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理[M]. 北京, 科学出版社. 1995]
- [7] Wu R S S, Shin P K S. Food segregation in three species of portunid crabs [J]. Hydrobiologia, 1998, 362: 107—113
- [8] Auriolles Gamboa D, Perez Flores R. Seasonal and bathymetric changes in feeding habits of the benthic red crab *Pleuroncodes planipes* (Decapoda, Anomura, Galatheidae) off the Pacific coast of Baja California Sur, Mexico [J]. Crustaceana, 1997, 70(3): 272—287
- [9] Kenneth, R. and Williams, G. A. Feeding preferences of the herbivorous crab *Grapsus albolineatus*: the differential influence of algal nutrient content and morphology [J]. Mar. Ecol. Prog. Ser. 1996, 147(1—3): 87—95
- [10] Jensen, G. C. and Asplen, M. K. Omnivory in the diet of juvenile dungeness crab, *Cancer magister* Dana [J]. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1998, 226(2): 175—182
- [11] Shen, Y. Ecological studies on the periphytic protozoa in Lake Dong Hu, Wuhan [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1980, 7(1): 19—40. [沈韫芬, 武汉东湖周丛原生动物生态[J]. 水生生物学集刊, 1980, 7(1): 19—40]
- [12] Hepher, B. Principles of fish nutrition. In M. Shilo & S. Sargis (eds), Fish Culture in Warm Water System: Problems and trends [M]. Boca Raton, Florida, CRC Press, 1989, 121—142
- [13] Collins, P. A. and Paggi, J. C. Feeding ecology of Macrobrachium

- borelli (Nobili) (Decapoda: Palaemonidae) in the flood valley of the River Parana, Argentina [J]. Hydrobiologia, 1998, 362: 21—30
- [14] Zhang, T. and Li, Z. Some observations on the biology of the bitterling Paracheilognathus imberbis in the Niushan Lake (Hubei, China). Acta Hydrobiologica Sinica, 1999, 23(Suppl.): 164—170
- [15] Williams, M. J. Natural food and feeding in the commercial sand crab *Portunus pedagius* Linnaeus, 1766 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) in Moreton Bay, Queensland [J]. J. Exp. Mar. Ecol. 1982, 59: 165—176
- [16] Liu, J K. Advanced hydrobiology [M]. Beijing, Science Press. 1998, 151—175. | 刘建康, 高级水生生物学[M]. 北京, 科学出版社. 1998, 151—175]

FOOD HABITS OF 2 YEAR OLD CHINESE MITTEN CRAB, *ERIOCHEIR SINENSIS*, STOCKED IN LAKE BAO'AN

JIN Gang^{1,2}

XIE Ping¹ and LI Zhong-Jie¹

(1. Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan, 430072; 2 Shenzhen Polytechnic college, Shenzhen, 518055)

Abstract: Gastric mills of 362 specimens of the 2 year old Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*, which contained recognizable food items, in Lake Bao'an were examined. The crab specimens sampled were preserved immediately in 8% formalin and analyzed within 20 days, except specimens in April, May and June which were observed immediately after the crabs were captured. In the laboratory, carapace width (cw) were measured using caliper, and sex recorded. The gastric mills were dissected out, and the food contents of each individual were flushed into a 5 ml plastic tube with 5% formalin and stirred lightly using tweezers to break up and then examined under a binocular microscope at 160× to 600×. All food items were identified to the lowest possible taxonomic level and later sorted into fourteen dietary categories: macrophytes, algae (Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta), arthropods, oligochaetes, fishes, protozoan, rotifer, gastropods, detritus and the unidentified animal tissue. The results showed that the crab is omnivorous, with tendency for carnivory, feeding on members of benthic communities. The food items' percent frequency of occurrence was 87.3% (macrophytes), 82% (algae, including 47 genera), 48.2% (arthropods), 28.2% (oligochaetes), 28.7% (fish), 0.3% (protozoans), 0.6% (rotifers), 0.3% (gastropods) and 88.7% (detritus). Unidentified animal tissues were often observed, with an occurrence frequency of 46.1%. In total, the frequency of occurrence of plants (macrophytes+ algae) is 87.7% and animals 89.8%. However, 5.8% of the gastric mills was filled only by animals, 5.3% by macrophytes and 0.3% by algae. T-test showed there was no significant difference in food habits between sexes ($p > 0.05$). Correlation analysis indicated that there was no ontogenetic diet shift in the 2-year old crab. The ratio of cell number of macrophytes to algae was about 118—219: 1. Finally, some difficult questions in studying food habits of the crab were discussed.

Key words: *Eriocheir sinensis*; Food habit; Lake