

蒙古鲌食性转变的稳定性同位素研究

李斌¹, 王志坚¹, 金丽¹, 叶凤芬¹, 陈大庆², 张耀光^{1*}

(1. 西南大学生命科学学院, 淡水鱼类资源与生殖发育教育部重点实验室,
水产科学重庆市市级重点实验室, 重庆 400715;
2. 中国水产科学研究院长江水产研究所, 湖北 荆州 434000)

摘要: 采用稳定性同位素分析并结合胃肠内容物鉴定, 探讨了小江水域渠马镇至黄石镇段蒙古鲌食物组成。结果显示, 体长 <200 mm 的小个体蒙古鲌 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值分别为 $(-24.50\% \pm 1.15\%)$ 、 $(12.17\% \pm 1.54\%)$, 食性类型为杂食性偏肉食性, 营养级为 2.9; 体长 >200 mm 的大个体蒙古鲌 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值分别为 $(-23.87\% \pm 1.12\%)$ 、 $(13.54\% \pm 1.12\%)$, 食性类型为肉食性, 营养级为 3.3; 大个体蒙古鲌 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值极显著大于小个体蒙古鲌 ($P < 0.01$), 表明蒙古鲌在生长发育过程中发生了食性转变, 但部分大个体蒙古鲌和小个体蒙古鲌由于食物来源相同而出现了同位素值重叠现象。

关键词: 蒙古鲌; 食性转换; 稳定性同位素; 小江

中图分类号: S 917; Q 178.1

文献标志码: A

鱼类生长成熟过程中, 随着个体生长, 其对食物资源的利用也将发生明显的改变。在个体发育不同阶段, 生态位的改变通常非常明显, 随着个体体积增大, 栖息环境和食物组成将发生转换^[1-2]。研究发现, 多种鱼类在生长发育不同阶段都存在食性转变的现象^[3-4]。研究鱼类食性转变的传统方法主要是胃肠内容物分析, 该方法虽能获得鱼类“瞬时”食物信息, 但容易忽视已被鱼类所吸收食物的重要性以及难以正确鉴定被消化的食物种类。所以, 胃肠内容物分析并不能全面地反映鱼类在食物网中的营养级位置及其食物来源^[5]。

近年来, 稳定性同位素方法已经广泛应用于研究不同环境条件下动物的食性类型。消费者碳稳定同位素组成能够反映其食物的来源, 而氮稳定同位素组成反映的是其在食物网中的营养级位置^[6]。稳定同位素组成反映的是生物一定时间(数月数年)内摄取并且吸收的食物同位素组成^[7]。该方法不仅可以量化不同食物源对消费者的贡献比例, 而且能够分析消费者食性转变规

律。目前, 稳定同位素已经成功用于鱼类种群摄食策略^[8-9]及其食性转变规律的研究^[10-12]。

小江位于三峡库区腹地, 是库区北岸的一级支流。随着三峡大坝蓄水成功, 大面积静水区域的形成也为喜静水型鱼类提供了优越的生存环境。蒙古鲌(*Erythroulter mongolicus mongolicus*)是小江主要经济鱼类之一, 在水生生态系统中“扮演”着重要的角色。蒙古鲌个体发育不同阶段食性的转变将会对水生生态系统产生重要影响。本研究应用稳定同位素技术并结合胃肠内容物分析方法探讨小江蒙古鲌食性转变规律, 以为小江渔业资源管理及其鱼类资源增殖放流提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 样品采集及预处理

2010年7月8日, 从渔民手中购买, 捕自小江渠马镇—黄石镇江段(图1)的蒙古鲌29尾, 体长大小不等。渔民所用的捕捞工具有刺网、地笼、电鱼机和拖网等。鲜活状态下测量其

收稿日期:2011-03-21 修回日期:2011-06-09

资助项目:公益性行业(农业)科研专项经费资助(200903048-08);中央高校基本科研业务费专项资金项目资助(XDJK2009C196)

通讯作者:张耀光, E-mail: zhangyg@swu.edu.cn

体长、体质量和口裂大小,同时取其背部肌肉(白肌)用于同位素分析,然后解剖取出消化道,经测量长度后编号保存在10%的甲醛中用于食性分析。

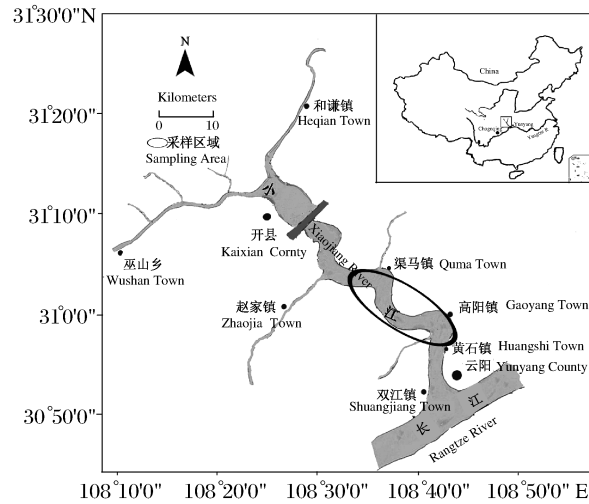


图1 小江水域蒙古鲃采样区域示意图

Fig. 1 The sample distribution map of *Erythroutler mongolicus mongolicus* in Xiaojiang River

在渠马镇至黄石镇之间采集江水,先通过浮游动物网过滤后将水样经预烧的玻璃纤维滤膜(GF/C whatman)过滤获得含有颗粒有机物样品(particulate organic matter, POM),滤膜用锡箔纸包裹,存放于封口袋中。固着藻类是从沿岸的石头、船体上刮取,挑出易区分的杂质,过滤到(GF/C whatman)滤膜上,处理方法同POM,同时在该区域使用手抄网采集日本沼虾(*Macrobrachium*

mipponensis),徒手采集软体动物铜锈环棱螺(*Bellamya aeruginosa*)和背角无齿蚌(*Anodonta woodiana*)。徒手采集消落带优势植物喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)。所有样品通过移动冰箱运回实验室于-20℃低温保存备用。用于碳稳定性同位素分析的滤膜用1 mol/L的盐酸处理,然后用蒸馏水冲洗。全部样品在60℃下烘干至恒重,用研钵研磨成均一粉末,放入干燥器保存待测。

1.2 同位素分析

所有样品的稳定性同位素比值均在西南大学地理科学学院地球化学与同位素实验室测定,稳定同位素质谱仪为菲尼根 Flash EA112 元素分析仪与菲尼根 DELTA plus XP 稳定同位素质谱仪相连而成。稳定C、N同位素的自然丰度表示为

$$\delta X = \left(\left[\frac{R_{\text{样品}}}{R_{\text{标准}}} \right] - 1 \right) \times 1000$$

式中, X 是 ^{13}C 或 ^{15}N , R 是 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 或 $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ 。 $\delta^{13}\text{C}$ 值是相对于国际PDB标准, $\delta^{15}\text{N}$ 值是相对于空气氮气的丰度。分析精度 $\delta^{13}\text{C} < 0.20\text{‰}$, $\delta^{15}\text{N} < 0.30\text{‰}$ 。

1.3 统计分析

使用 Statistica 6.0 和 Excel 对相关数据进行了处理和分析。

2 结果

2.1 食物组成

29尾蒙古鲃消化道食物分析结果如图2所示,其中空消化道尾数为5,占总数的17.24%。其余24尾蒙古鲃消化道主要食物种类组成及其

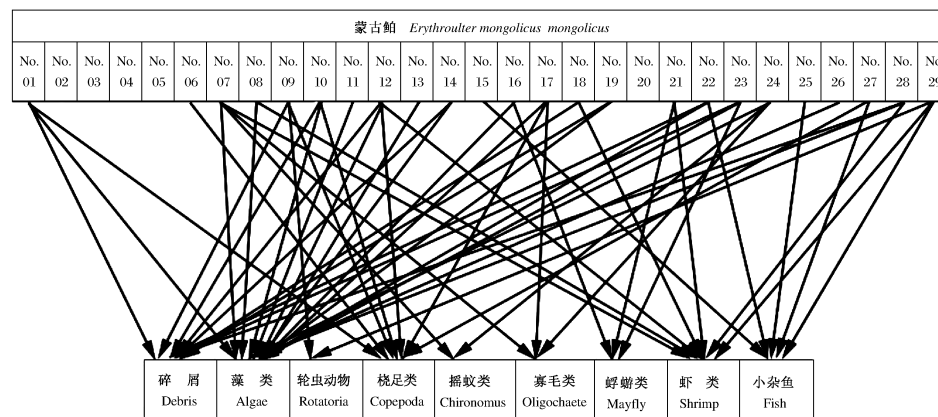


图2 不同体长段蒙古鲃肠食物组成

“01~14”表示体长<200 mm,“15~29”表示体长>200 mm。

Fig. 2 The gut contents food composition of *E. mongolicus mongolicus* with increasing fish standard length

“01-14” means standard length <200 mm, “15-29” means standard length >200 mm.

出现率:小杂鱼 20.8%,甲壳类(虾)16.7%,桡足类 33.3%,藻类 70.8%,轮虫 8.3%,蚯蚓 8.3%,摇蚊幼虫 8.3%,蜉蝣类 12.5% 及植物碎屑 54.1% 等。体长 < 200 mm(图 2 中编号 01 ~ 14) 的蒙古鲈食物主要由桡足类、植物碎屑、藻类和虾类等组成;而体长 > 200 mm(图 2 中编号 15 ~ 29) 的蒙古鲈食物主要由小杂鱼、桡足类、藻类及植物碎屑等组成。

2.2 同位素组成

29 尾蒙古鲈 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 平均值分别为 $(-24.05\text{‰} \pm 0.16\text{‰})$ 和 $(12.88\text{‰} \pm 0.27\text{‰})$ 均高于水中颗粒有机物(POM)和水生植物喜旱莲子草

的 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 的平均值[分别为 $(-24.54\text{‰} \pm 0.79\text{‰})$ 、 $(3.99\text{‰} \pm 2.02\text{‰})$ 和 $(-28.88\text{‰} \pm 0.47\text{‰})$ 、 $(5.02\text{‰} \pm 3.92\text{‰})$],固着藻类 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值为 $(-23.33\text{‰} \pm 0.61\text{‰})$ 略高于蒙古鲈,而 $\delta^{15}\text{N}$ 值为 $(4.64\text{‰} \pm 0.75\text{‰})$ 低于蒙古鲈;初级消费者铜锈环棱螺和日本沼虾 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值分别为 $(-23.51\text{‰} \pm 1.37\text{‰})$ 和 $(-23.21\text{‰} \pm 1.19\text{‰})$ 均高于蒙古鲈,而 $\delta^{15}\text{N}$ 平均值[分别是 $(8.39\text{‰} \pm 0.48\text{‰})$ 和 $(12.16\text{‰} \pm 0.44\text{‰})$]低于蒙古鲈,背角无齿蚌的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 -27.18‰ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值为 9.18‰ 值均低于蒙古鲈(图 3)。

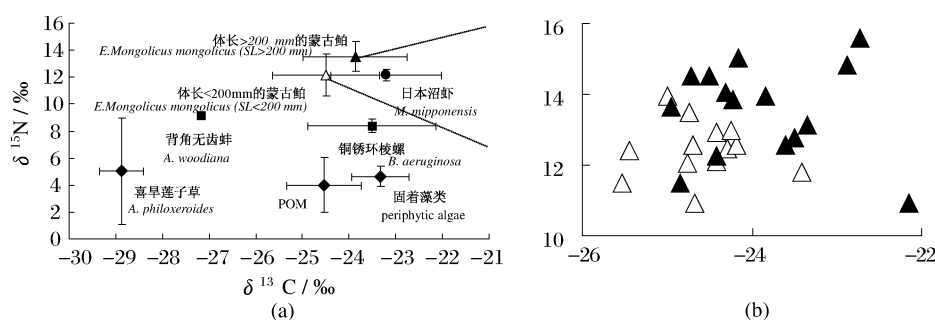


图 3 小江蒙古鲈与虾、双壳类、螺以及初级生产者的碳、氮稳定性同位素比率
平均数 \pm 标准误, SL: 体长。

Fig. 3 Stable isotopes composition of two sizes classes *E. mongolicus mongolicus*, shrimps, mussels, snails, and primary producer

Means \pm SE, SL: standard length.

蒙古鲈体长 161 ~ 339 mm, 体质量范围 46.4 ~ 474.5 g, 蒙古鲈体长与体质量之间呈现指数关系(图 4, $W = 0.00016L^{2.94}$, $R^2 = 0.860$), 体长与口裂之间相关性见图 5 ($y = 0.729 + 0.009x$, $R^2 = 0.779$), 体长 < 200 mm 的小个体蒙古鲈口裂极

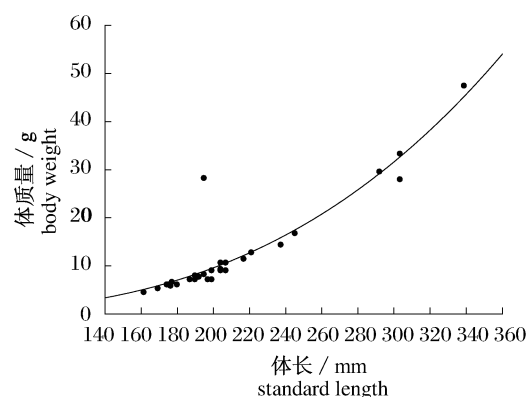


图 4 蒙古鲈体重与体长相关线图 ($n = 29$)

Fig. 4 Changes in *E. mongolicus mongolicus* weight with increasing fish standard length ($n = 29$)

显著小于体长 > 200 mm 的大个体蒙古鲈 ($P < 0.01$)。蒙古鲈的 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值(图 6) 均随着体长的增加而增加 ($R^2 < 0.5$)。对 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 的相关关系分析发现: 大个体蒙古鲈(体长 > 200

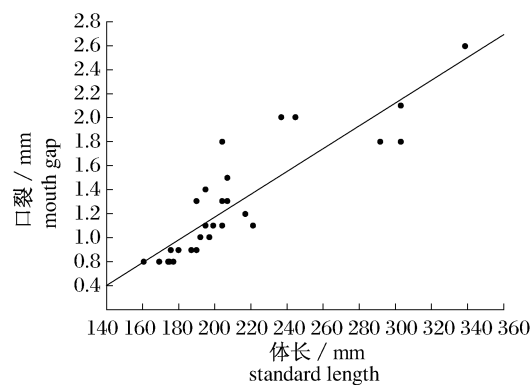


图 5 蒙古鲈体长与口裂关系图 ($n = 29$)

Fig. 5 Changes in *E. mongolicus mongolicus* mouth gap with increasing fish standard length ($n = 29$)

mm, $n = 15$) 的 $\delta^{15}\text{N}$ 和 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值分别是 $(13.54\text{‰} \pm 1.12\text{‰})$ 和 $(-23.87\text{‰} \pm 1.12\text{‰})$, 小个体蒙古鲌(体长 < 200 mm, $n = 14$) 的 $\delta^{15}\text{N}$ 和 $\delta^{13}\text{C}$

平均值分别是 $(12.17\text{‰} \pm 1.54\text{‰})$ 和 $(-24.50\text{‰} \pm 1.15\text{‰})$ ($P < 0.01$), 前者显著高于后者。

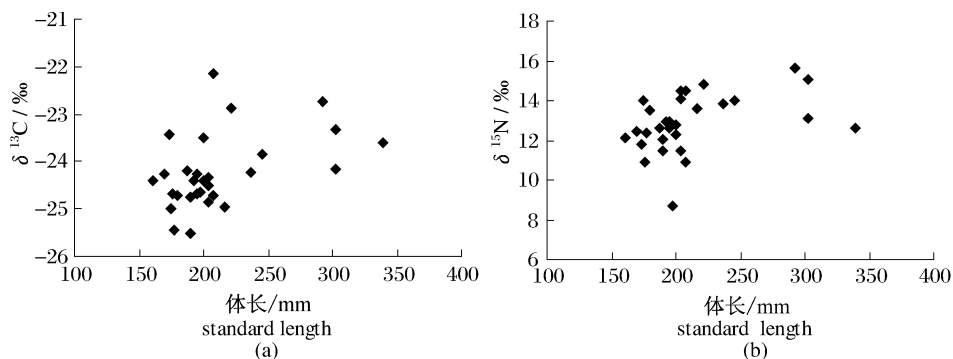


图6 蒙古鲌体长与肌肉组成 $\delta^{13}\text{C}$ (a), $\delta^{15}\text{N}$ (b) 的关系图

Fig. 6 Changes in *E. mongolicus mongolicus* muscle $\delta^{13}\text{C}$ (a), $\delta^{15}\text{N}$ (b) with increasing fish standard length

3 讨论

3.1 蒙古鲌食性转变——来自形态学的证据

尽管消化道食物组成分析仅能够反映鱼类“瞬时”食物组成,但这一信息对于分析蒙古鲌某一时间段所摄入食物种类及营养物质的来源是非常重要的^[13]。通过研究发现蒙古鲌不同体长段(200 mm 为临界点)食物组成存在明显差异(图2),与丁瑞华^[14]研究结果一致。本研究发现,体长 < 200 mm 的蒙古鲌食性以杂食偏肉食性为主,体长 > 200 mm 的个体以肉食性为主,与丁瑞华^[14]提出的蒙古鲌属于肉食性鱼类的结论相比,根据蒙古鲌个体发育不同体长段划分其食性类型更为准确;同时这一结果也表明蒙古鲌随着个体生长食物组成发生了转化。

通常情况下鱼类口裂的大小和位置与食性密切相关。如鲇 (*Silurus asotus*)、鳊 (*Siniperca chuatsi*)、鳊 (*Elopichthys bambusa*) 等凶猛性鱼类具有较大的口裂^[15]。蒙古鲌为上位口,主要摄食栖息在水面和水层中间的食物^[16]。鱼类口的大小能解释种群内部食物的大部分变异^[17],研究发现蒙古鲌口裂与其体长增加成正相关关系(图5),且大个体蒙古鲌口裂极显著大于小个体蒙古鲌,说明蒙古鲌在生长发育过程中口裂的增大与其食性由杂食偏肉食性向肉食性转变是相适应的^[18]。

3.2 蒙古鲌食性转变——来自同位素的证据

通过对小江渠马至黄石段蒙古鲌肌肉 $\delta^{13}\text{C}$

和 $\delta^{15}\text{N}$ 值分析发现大个体蒙古鲌(体长 > 200 mm)与小个体蒙古鲌(体长 < 200 mm)的稳定性同位素组成存在显著的差异($P < 0.01$)。

引起蒙古鲌种内 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 值差异可能原因:(1) 该水域内不同体长段蒙古鲌摄食了不同生境中的饵料,因为在这个水域中沿岸带和敞水区 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 值基线值具有显著的空间变化^[7];(2) 生活在这个区域内不同体长段的蒙古鲌摄食了不同的饵料,不同营养水平的饵料其 $\delta^{15}\text{N}$ 值不同,而不同的 $\delta^{13}\text{C}$ 可能与其食物来源中的 $\delta^{13}\text{C}$ 值不同有关^[19];(3) 由于短期内或长时间内部分不同体长段蒙古鲌摄食了相同的饵料(与胃肠道解剖直接观察结果一致)导致其 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 值重叠的发生(图3-b)。通常高脂肪含量的组织具有相对低的 $\delta^{13}\text{C}$ 值,但本实验同位素样品取自蒙古鲌背侧白肌,其脂肪含量低,去脂与否对 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值富集度影响不大^[20],故未进行脱脂处理。因此,综上所述小江水域中大个体蒙古鲌与小个体蒙古鲌 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值的显著性差异是由于摄食了具有不同 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值的食物所致。

图3显示了研究区域内不同体长段蒙古鲌在食物网中的营养级位置。不同生态系统食物网中稳定性同位素基线值差异较大,因此确定消费者营养级关键在于寻找合适的氮稳定性同位素基线值^[21]。DAVID 等^[22]指出生活周期较长,个体较大的螺类和双壳类 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 值能有效地反映研究区域内沿岸带和敞水区中初级生产者、碎屑及有机物等的同位素特征。因此,这两种生物的

$\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 值作为基线值已经广泛用于评价次级消费者和高营养级生物的营养级位置^[22]。本研究中以背角无齿蚌 $\delta^{15}\text{N}$ 值作为基线值,营养级之间 $\delta^{15}\text{N}$ 值富集度为 3.4‰^[21,23],经分析(体长 >200 mm 和体长 <200 mm)两种个体类型蒙古鲌的营养等级,大个体蒙古鲌营养级高于小个体蒙古鲌分别为 3.3 和 2.9,相差 0.4 个营养级,这说明大个体蒙古更偏向摄食动物性饵料或其食物来源中动物性饵料的比例更大。

3.3 蒙古鲌 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值与体长的关系

处在生长时期的鱼类食性转化相对容易测定。本研究分析了蒙古鲌体长与同位素值的关系(图 6)。不同鱼类生长速度不同,同位素更新速率也不同^[24],因此不同种类的鱼类体长与其肌肉中同位素关系并不一致^[25]。体长为 54 ~ 290 mm 的湖鲚(*Coilia ectenes taihuensis*) $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值与体长之间呈正相关关系($P < 0.01$)^[10];鲮(*Liza haematocheila*)的个体大小与其同位素值之间存在显著的相关关系^[26];河鲢(*Salmo trutta*)的 $\delta^{15}\text{N}$ 与其体长之间没有明显正相关关系^[27]。蒙古鲌成年个体体长范围为 400 ~ 600 mm^[14]。本次采集到的蒙古鲌个体较小,处于快速生长阶段,但实验结果超出了预期。蒙古鲌 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值与体长之间的相关性并不显著($P > 0.05$)。这种结果的出现可能与我们采集到的蒙古鲌样品总量偏少,特别是小个体数量不足有关。根据 JOHNSON 等^[28]的研究推测随着蒙古鲌个体的长大,生长速度变缓甚至停止,脂肪积累量增多,蒙古鲌 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值保持不变或者有所下降。

感谢本实验室研究生江星、刘晓蕾、徐丹丹在样品的采集和处理中,以及西南大学地理科学学院地球化学与同位素实验室杨勋林老师、张月明和冯慧文同学在同位素测定中提供的帮助。

参考文献:

- [1] MITEELBACH G G. Predator-mediated habitat use: some consequences for species interactions [J]. *Environmental Biology of Fishes*, 1986, 16 (1 - 3) : 159 - 169.
- [2] OLSON M H. Ontogenetic niche shifts in largemouth bass: variability and consequences for first-year growth [J]. *Ecology*, 1996, 77 (1) : 179 - 190.
- [3] KEAST A. The piscivore feeding guild of fishes in small freshwater ecosystems [J]. *Environmental Biology of Fishes*, 1985, 12 (2) : 119 - 129.
- [4] OLSON M H, MITTELBAACH G G, OSENBURG W. Competition between predator and prey: resource-based mechanisms and implications for stage-structured dynamics [J]. *Ecology*, 1995, 76 (6) : 1758 - 1771.
- [5] DEB D. Trophic uncertainty vs. parsimony in food web research [J]. *Oikos*, 1997, 78 (1) : 191 - 194.
- [6] DENIRO M J, EPSTEIN S. Influence of the diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1981, 45 (3) : 341 - 351.
- [7] BOOTSMA H A, HECKY R E, HESSLEIN R H, et al. Food partitioning among Lake Malawi nearshore fishes as revealed by stable isotope analysis [J]. *Ecology*, 1996, 77 (4) : 1286 - 1290.
- [8] FRYB. Fish and shrimp migrations in the northern Gulf of Mexico analyzed using stable C, N and S isotope ratios [J]. *Fishery Bulletin*, 1983, 81 : 789 - 801.
- [9] FRANCE R L. Carbon-13 conundrums: limitations and cautions in the use of stable isotope analysis in stream ecotonal research [J]. *Ecology of Freshwater Fish*, 1996, 53 (8) : 1916 - 1919.
- [10] 徐军. 应用碳、氮稳定性同位素探讨淡水湖泊的食物网结构和营养级关系 [D]. 武汉:中国科学院水生生物研究所, 2005.
- [11] BOSLEY K L, WITTING D A, CHAMBERS R C, et al. Estimation turnover rates of carbon and nitrogen in recently metamorphosed winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* with stable isotopes [J]. *Marine Ecology Progress Series*, 2002, 236 : 233 - 240.
- [12] MACAVOY E S, MACKO S A, GAMAN G C. Isotopic turnover in aquatic predators: quantifying the exploitation of migratory prey [J]. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 2001, 58 (5) : 923 - 932.
- [13] LOBRY J, DAVID V, PASQUAUD S, et al. Detritus, fish and man: on diversity and stability of an estuarine ecosystem [J]. *Marine Ecology Progress Series*, doi:10.3354/meps07294.
- [14] 丁瑞华. 四川鱼类志 [M]. 成都:四川科学技术出版社, 1994.
- [15] 殷名称. 鱼类生态学 [M]. 北京:中国农业出版社, 1993.
- [16] WINERMILLER K O. Ecomorphological diversification

- in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions [J]. *Ecological Monographs*, 1991, 61 (4): 342-265.
- [17] WAINWRIGHT P C, OSENBERG C W, MITTELBACH G G. Trophic polymorphism in the pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus* Linnaeus): effect of environment on ontogeny [J]. *Functional Ecology*, 1995, 5(1): 40-55.
- [18] HUGUENY B, POUILLY M. Morphological correlates of diet in an assemblage of West African freshwater fishes [J]. *Journal of Fish Biology*, 1999, 54(6): 1310-1325.
- [19] VANDER ZANDEN M J, CABANA G, RSAMUSSEN J B. Comparing trophic position of freshwater fish calculated using stable nitrogen isotope ratios ($\delta^{15}\text{N}$) and literature dietary data [J]. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 1997, 54(5): 1142-1158.
- [20] MCCUTCHAN J J H, LEWIS V M, KENDALL C, *et al.* Variation in trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen, and sulfur [J]. *Oikos*, 2003, 102(2): 378-390.
- [21] VANDER ZANDEN M J, RASMUSSEN J B. Primary consumer $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ and the trophic position of aquatic consumers [J]. *Ecology*, 1999, 80(4): 1395-1404.
- [22] DAVID M, POST D M. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions [J]. *Ecology*, 2002, 83(3): 703-718.
- [23] DENIRO M J, EPSTEIN S. Mechanism of carbon isotope fractionation associated with lipid synthesis [J]. *Science*, 1997, 197: 261-163.
- [24] PERSSON J, HANSSON L A. Diet shift in fish following competitive release [J]. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 1999, 56(1): 70-78.
- [25] 王建柱. 三峡大坝的修建对库区动物的影响 [D]. 武汉: 中国科学院植物研究所, 2006.
- [26] 全为民. 长江口盐沼湿地食物网的初步研究: 稳定同位素分析 [D]. 上海: 复旦大学, 2007.
- [27] GREY J. Ontogeny and dietary specialization in brown trout (*Salmo trutta* L.) from Loch Ness, Scotland, examined using stable isotopes of carbon and nitrogen [J]. *Ecology of Freshwater Fish*, 2001, 10(3): 168-176.
- [28] JOHNSON B M, MARTINEZ P J, STOCKWELL J D. Tracking trophic interactions in coldwater reservoirs using naturally occurring stable isotopes [J]. *Transactions of the American Fisheries Society*, 2002, 131(1): 1-13.

Study on diet shift of *Erythroulter mongolicus mongolicus* with stable isotope technology

LI Bin¹, WANG Zhi-jian¹, JIN Li¹, YE Feng-fen¹, CHEN Da-qing², ZHANG Yao-guang^{1*}

(1. Key Laboratory of Freshwater Fish Reproduction and Development, Ministry of Education, Key Laboratory of Aquatic Science of Chongqing, School of Life Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Jingzhou 434000, China)

Abstract: During the process of maturity, a clear change occurred in using food resources with the development of fishes. There is usually an obvious niche shift in different ontogenetic stages, and the living environment and food groups would be converted with the increase of body size. Traditionally the method which is used for food shift is to analyze the contents in stomach and intestines, however, it could not completely show the location of fishes in food web as well as food source. In recent years stable isotopic way has been widely used to research food types of animals in different environments. The stable carbon isotope composition of consumers is able to show where the foods derive from, while the nitrogen isotope composition can show the position of trophic levels in food web. Mongolian culter (*Erythroulter mongolicus mongolicus*), which is one of the main economic fishes in Xiaojiang River after the Three-Gorges Reservoir accumulated water, plays an important role in aquatic ecosystem. The diet shift of Mongolian culter in various ontogenetic stages has a deep impact on the aquatic ecosystem. Therefore, based on the stable isotope analysis, combined with the identification of contents in stomach and intestines, we herein discussed the Mongolian culter food groups from Quma town and Huangshi town along the Xiaojiang River region so as to provide a theoretic basis for the management of Xiaojiang fishery resources and enhancement and releasing. Our results indicate that the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values of small Mongolian culter whose length is less than 200 mm are ($-24.50\text{‰} \pm 1.15\text{‰}$) and ($12.17\text{‰} \pm 1.54\text{‰}$) respectively, they are carnivorously omnivorous with 2.9 of trophic level; those big ones of more than 200 mm in length are ($-23.87\text{‰} \pm 1.12\text{‰}$) and ($13.54\text{‰} \pm 1.12\text{‰}$) respectively, their trophic level is 3.3 and diet type is carnivorous. The fact that the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values of large Mongolian culter are significantly higher than that of small ones ($P < 0.01$), showing that a diet transfer took place during their growth, but there is an overlap of isotope values between large and small Mongolian culter for their sharing the foods from the same source. This study helps to predict the “top-down effect” caused by the enhancement and releasing of fishes and a variety of fisheries resources management activities such as fishery capture in Xiaojiang River region.

Key words: *Erythroulter mongolicus mongolicus*; diet shift; stable isotope; Xiaojiang River

Corresponding author: ZHANG Yao-guang. E-mail: zhangyg@swu.edu.cn