

文章编号:1000-0615(2009)05-0784-06

长江口及南黄海水域春季生物摄食生态的稳定同位素研究

李忠义, 左涛, 戴芳群, 金显仕, 庄志猛

(中国水产科学研究院黄海水产研究所农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室, 山东 青岛 266071)

摘要:根据长江口及毗邻南黄海水域多种生物的碳稳定同位素比值, 计算其摄食生态类型, 结果表明, 一些生物的摄食生态类型计算结果存在时空与计算方法差异, 其原因是生物的食性存在季度或年际上的时间变化, 并会随栖息环境的变化而相应发生改变; 统一稳定同位素法与胃含物分析法计算生物摄食生态的判断类型后, 2种方法计算的结果基本一致, 24种共有生物有21种生物的判断结果一致, 推断稳定同位素法计算生物摄食生态类型可行。

关键词:摄食生态; 稳定同位素; 长江口; 南黄海

中图分类号:Q 958.8; Q 142.6

文献标识码:A

鱼类的摄食活动是受众多环境因素和生物因素影响的复杂生理行为, 在各种摄食条件影响下形成特定并不断变化的摄食生态类型以适应其生活习性和栖息环境。鱼类摄食生态类型的研究有助于全面了解其生理生态特征, 更好地保护和利用好生物资源^[1]。

在水生生态系统中, 位于水体不同水层的生物, 特别是无脊椎动物, 其营养源与能量不同, 碳稳定同位素比值相应也不同。Davenport 等^[2]研究发现浮游种类比底栖种类的碳稳定同位素比值要轻许多。Pinnegar 等^[3]也证实碳稳定同位素比值较大的生物基本与底栖食物网有关, 碳稳定同位素比值较轻的生物则与浮游食物网有关, 且随水域不同而表现不同程度的差异。Hobson 等^[4]及 Chandra 等^[5]研究发现碳稳定同位素也能反映水体底栖环境与水体间的耦合, 生活在底栖环境与上层水体之间的生物, 其碳稳定同位素比值介于浮游种类和底栖种类之间。碳稳定同位素比值在水体中的分布特征实现了其在摄食生态学分析中的应用, 通过碳稳定同位素计算基线浮游生物与基线底层无脊椎生物两类饵料的贡献比可判断生物的摄食生态类型^[6-7]。本文采用稳定同位素技术研究长江口及南黄海水域主要生物资源的摄

食生态类型。长江口及其邻近水域受长江径流的影响, 其物源存在季节性变化。碳稳定同位素能探明生物的最终物源, 采用碳稳定同位素研究长江口生物的摄食生态类型, 可从物源研究长江径流, 人类活动甚至气候变化对长江口及其邻近水域食物网结构的影响。

1 材料与方法

1.1 样品采集及预处理

调查时间为2005年4月-5月, 调查船为“北斗”号, 调查水域为长江口及毗邻南黄海海域(30.5°~33.5°N, 122°~125°E), 水深在20~100 m(图1), 长江口及南黄海水域间界线参考徐宾铎等^[8]研究。生物样品为定点底拖网调查随机所获(每种至少5尾, 5尾以下的全取), -20℃冷冻保存。基线浮游动物样品采自标准中型和大型浮游动物网垂直底到表拖网样中, 粒径大于900 μm的生物个体。现场采集的浮游动物样转移到过滤海水中, 并置于4℃中培养箱内24 h, 进行胃排空消除胃含物的干扰, 然后-20℃冷冻保存。除浮游动物外, 本研究共分析了36种生物资源, 其中长江口为31种, 包括19种鱼、8种甲壳类, 4种头足类; 南黄海24种生物包括14种鱼、8

收稿日期:2008-10-21 修回日期:2009-01-09

资助项目:国家重点基础研究发展计划(2006CB400600);国家自然科学基金重大项目(30490233);国家自然科学基金面上项目(30570293, 40606037);黄海水产科学研究所博士生启动基金(61200603);中央级公益性基础调查项目(2007-gy-01)

通讯作者:金显仕, E-mail: jin@ysfri.ac.cn

种甲壳类和 2 种头足类。

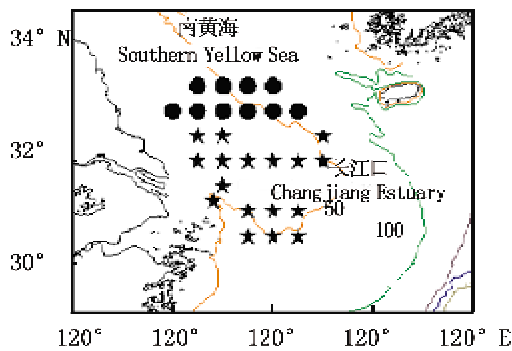


图 1 样站位图

Fig.1 Sampling station

1.2 稳定同位素分析

分析样制备 生物样品实验室化冻、蒸馏水洗涤后,有选择性取样:鱼取背部白肌肉、虾取腹部肌肉、蟹取壳内步足处肌肉、浮游生物则先用 1 mol/L HCl 酸化处理,排除体表碳水化合物的干扰,再用蒸馏水洗涤至中性。上述样品分别置于冷冻干燥机(Toffon LYD-2)中 -80°C 冻干,用石英研钵磨成粉状。

碳稳定同位素比值的测定 稳定同位素质谱仪为菲尼根 Flash EA1112 元素分析仪与菲尼根 DELTA plus XP 稳定同位素质谱仪相连而成。测试前先进行仪器的校正,测试过程中为了保证测试结果的准确性,每测试 5 个样品后加测 1 个标准样,同时进行 2~3 次复测。碳稳定同位素值以相对于国际标准的 PDB 报道,碳稳定同位素比值结果用 δ 值形式表示^[9]

$$\delta^{13}\text{C}/\delta^{12}\text{C} = [(R_{\text{sample}} - R_{\text{standard}})/R_{\text{standard}}] \times 10^3$$

式中, $R = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$, δ 值越小表示样品重同位素(${}^{13}\text{C}$)含量越低, δ 值越大表示样品重同位素(${}^{13}\text{C}$)含量越高。 $\delta^{13}\text{C}$ 值的分析精度为 $\pm 0.5 \times 10^{-3}$ 。

1.3 摄食生态类型分析

稳定同位素比值法将生物的摄食生态类型通常分为三大类,即浮游生物食性、混合生物食性和底层生物食性。通过计算底栖饵料对生物的贡献比例来判断生物的摄食生态类型,计算公式:

$$\text{底层饵料的贡献比}(B_p) = (\delta^{13}\text{C}_c - \delta^{13}\text{C}_p) / (\delta^{13}\text{C}_b - \delta^{13}\text{C}_p)$$

式中, $\delta^{13}\text{C}_c$ 、 $\delta^{13}\text{C}_p$ 和 $\delta^{13}\text{C}_b$ 分别代表所研究生物、生态系统基线浮游饵料和基线底层饵料依营养富集度调整后的碳同位素比值或其平均值。本研究

中,基线浮游饵料为粒径 $>900 \mu\text{m}$ 的浮游生物;参考程济生等^[10]的研究,基线底层饵料选取戴氏赤虾、葛氏长臂虾、中华管鞭虾和口虾蛄等无脊椎动物。本文计算公式中的碳营养富集度为 0.6‰,取值于在室内控制饲养下鳃与其饵料间碳稳定同位素的差值^[11]。

摄食生态类型的判断标准: $B_p < 25\%$,该生物为浮游生物食性, <0 的为完全意义上的浮游生物, $25\% < B_p < 75\%$ 的为混合生物食性, $B_p > 75\%$ 的为底层生物食性, $>100\%$ 则为完全意义上的底层生物食性^[6-7]。

2 结果

长江口与南黄海海域基线浮游饵料的碳稳定同位素比值分别为 -20.67 和 -21.75 ,基线底栖饵料的碳稳定同位素比值分别为 -17.24 和 -17.77 (表 1)。长江口生物的碳稳定同位素比值介于 $-21.12 \sim -16.46$,南黄海海域生物的碳稳定同位素比值介于 $-21.97 \sim -19.46$ 。

由表 1 两海域各生物的 B_p 值可知,长江口中 20 种鱼类有 8 种是浮游生物食性,7 种混合生物食性,5 种底栖生物食性。完全意义浮游生物食性的有七星底灯鱼、黄鲫、银鲳和虹鲃, B_p 均小于 0;近似完全意义的浮游生物食性有赤鼻棱鳀、鳀和颌齿鱼, B_p 介于 $0\% \sim 5\%$;完全意义上的底栖生物食性有奇鳎和前肛鳎, B_p 均高于 100% ;11 种无脊椎动物有 2 种为完全意义上的浮游生物食性,5 种为混合生物食性,4 种为底栖生物食性,其中双喙耳乌贼、太平洋褶柔鱼为完全意义上的浮游生物食性, B_p 均小于 0;细螯虾为近似完全意义的浮游生物食性,其 B_p 为 3%,口虾蛄为完全意义的底栖生物食性, B_p 高于 100% 。

南黄海海域中 14 种鱼类有 3 种为浮游生物食性,7 种为混合生物食性,4 种为底栖生物食性。其中六线鱼的幼鱼为完全意义上的浮游生物食性, B_p 为 0%;黑鳃梅童为近似完全意义的浮游生物食性, B_p 为 3%;红狼牙鰕虎鱼、黄姑鱼和鲻为完全意义上的底栖生物食性, B_p 均大于 100% 。10 种无脊椎动物有 2 种为浮游生物食性,3 种为混合生物食性,5 种为底栖生物食性。其中细螯虾为完全意义上的浮游生物食性, B_p 低于 0;戴氏赤虾和中华管鞭虾为完全意义上的底栖生物食性, B_p 均大于 100% 。

表 1 长江口与南黄海生物的碳稳定同位素 ($\delta^{13}\text{C}$)、底栖饵料贡献比 (Bp)
 Tab. 1 Carbon stable isotope signature ($\delta^{13}\text{C}$), benthos proportion (Bp) for different species in
 Changjiang Estuary and Southern Yellow Sea areas

海域 sea area	长江口 Changjiang Estuary		南黄海 Southern Yellow Sea	
	$\delta^{13}\text{C}$	Bp	$\delta^{13}\text{C}$	Bp
>900 μm 浮游生物 (>900 μm plankton)	-20.07		-21.75	
赤鼻棱鳀 <i>Thryssa hammalensis</i>	-19.94	0.05	-20.3	0.34
红狼牙鰕虎鱼 <i>Odontamblyopus rubicundus</i>	-17.41	0.91	-17.46	1.01
黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	-20.84	-0.25	-19.56	0.52
六丝矛尾鰕虎鱼 <i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	-17.87	0.75	-19.22	0.6
龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i>	-19.18	0.31	-18.58	0.75
虹鲷 <i>Erisphex pottii</i>	-20.21	-0.04	-20.79	0.23
鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	-19.98	0.04	-19.31	0.57
小带鱼 <i>Eupleurogrammus muticus</i>	-19.32	0.27	-20.00	0.41
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	-18.14	0.66	-17.53	0.99
银鲳 <i>Pampus argenteus</i>	-20.47	-0.12	-20.46	0.3
戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>	-17.4	0.91	-17.2	1.07
葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	-17.84	0.77	-18.13	0.85
中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>	-17.24	0.97	-17.18	1.07
脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>	-18.59	0.51	-18.74	0.71
口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	-16.46	1.23	-18.56	0.75
双斑蟳 <i>Charybdis bimaculata</i>	-18.37	0.58	-18.33	0.8
双喙耳乌贼 <i>Sepiola birostrat</i>	-21.12	-0.34	-21.16	0.14
太平洋褶柔鱼 <i>Todarodes pacificus</i>	-20.33	-0.08	-19.8	0.46
细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	-20.01	0.03	-21.97	-0.1
鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	-18.3	0.61	-18.53	0.76
黑鳃梅童 <i>Collichthys niveatus</i>			-21.62	0.03
黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i>			-17.45	1.01
六线鱼 <i>Agrammus agrammus</i>			-21.75	0.00
鲚 <i>Müichthys miiuy</i>			-16.91	1.14
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	-19.72	0.13		
长蛇鲻 <i>Saurida elongata</i>	-17.73	0.8		
颚齿鱼 <i>Champsodon capensis</i>	-19.97	0.05		
凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	-19.26	0.28		
七星底灯鱼 <i>Benthosema pterotum</i>	-21.02	-0.31		
奇鲷 <i>Ariosoma anagoides</i>	-16.92	1.08		
前肛鲷 <i>Dysomma anguillare</i>	-16.74	1.14		
细长天竺鲷 <i>Apogon lineatus</i>	-18.51	0.54		
中华栉孔鰕虎鱼 <i>Ctenotrypauchen chinensis</i>	-17.47	0.89		
火枪乌贼 <i>Loligo beka</i>	-19.04	0.36		
日本枪乌贼 <i>Loligo japonica</i>	-19.08	0.34		

其中两海域所选基线底层饵料种类摄食生态类型的稳定同位素计算结果与程济生等^[10]的胃含物分析法研究结果完全一致。

对比长江口与南黄海两海域 20 种共有生物 (表 2), 其中有 10 种生物的摄食生态类型是一致的。除六丝矛尾鰕虎鱼和口虾蛄外, 南黄海海域生物其底栖饵料的贡献比例普遍大于长江口中的生物, 这可能与长江口的位置有关。长江源源不断地向河口输送大量的营养物质, 造就了长江口

生态多样性高, 生物资源丰富的独特生态系统。这从鳀的食物组成看出, 鳀是东黄海生物资源量最大的生物, 在整个海洋生态系统中起着承上启下的重要作用^[15], 其中以中华哲水蚤、太平洋磷虾等浮游动物为主要捕食对象, 也捕食十足类幼体、端足类幼体及大眼幼体等底栖类饵料幼体^[16]。因长江口饵料丰富, 其区域内鳀的食物组成基本上以浮游饵料为主。

表 2 生物摄食类型的对比
 Tab. 2 The comparison of feeding habits of species with different methods

种类 species	海域 sea area		引用文献(cited references)
	长江口 Changjiang Estuary	南黄海 Southern Yellow Sea	
鳀 <i>E. japonicus</i>	浮游 pelagic	混合 mixed	(1) 游泳 nektonic ^[12] (2) 浮游 pelagic ^[1,13]
太平洋褶柔鱼 <i>T. pacificus</i>	完全浮游 completely pelagic	混合 mixed	游泳 nektonic ^[10]
虹鲷 <i>E. potii</i>	完全浮游 completely pelagic	浮游 pelagic	(1) 底栖 benthonic ^[1,13] (2) 浮游 pelagic ^[1]
戴氏赤虾 <i>M. dalei</i>	底栖 benthonic	完全底栖 completely benthonic	底栖、浮游 benthonic pelagic ^[10]
细长天竺鲷 <i>A. lineatus</i>	混合 mixed		底栖 benthonic ^[12-13]
龙头鱼 <i>H. nehereus</i>	混合 mixed	混合 mixed	(1) 游泳 nektonic ^[1,12-13] (1) 游泳 nektonic ^[1]
小带鱼 <i>E. muticus</i>	混合 mixed	混合 mixed	(2) 浮游 pelagic ^[1] (3) 底栖、游泳 benthonic, pelagic ^[13]
银鲱 <i>P. argenteus</i>	完全浮游 completely pelagic	混合 mixed	浮游 pelagic ^[13]
葛氏长臂虾 <i>P. granieri</i>	底栖 benthonic	底栖 benthonic	(1) 底栖、游泳 benthonic, nektonic ^[1] (2) 底栖、浮游 benthonic, pelagic ^[10]
小黄鱼 <i>L. polyactis</i>	混合 mixed	底栖 benthonic	混合 mixed ^[1,13]
脊腹褐虾 <i>C. affinis</i>	混合 mixed	混合 mixed	底栖 benthonic ^[1,10]
双斑鲷 <i>C. bimaculata</i>	混合 mixed	底栖 benthonic	底栖 benthonic ^[1,10]
星康吉鳗 <i>C. myriaster</i>	混合 mixed	底栖 benthonic	底栖、游泳 benthonic nektonic ^[10,14]
六丝矛尾鰕虎鱼 <i>A. hexanema</i>	底栖 benthonic	混合 mixed	底栖 benthonic ^[13]
黄鲫 <i>S. taty</i>	完全浮游 completely pelagic	混合 mixed	(1) 游泳 nektonic ^[12] (2) 浮游 pelagic ^[1]
赤鼻棱鲷 <i>T. kammalensis</i>	浮游 pelagic	混合 mixed	(1) 游泳 nektonic ^[12] (2) 浮游 pelagic ^[1,13]
口虾蛄 <i>O. oratoria</i>	完全底栖 completely benthonic	混合 mixed	底栖、浮游 benthonic, pelagic ^[10]
奇鲮 <i>A. anagoides</i>	完全底栖 completely benthonic		底栖 benthonic ^[14]
长蛇鲻 <i>S. elongata</i>	底栖 benthonic		(1) 游泳 nektonic ^[12] (2) 底栖 benthonic ^[13]
前肛鲻 <i>D. anguillare</i>	完全底栖 completely		底栖 benthonic ^[14]
白姑鱼 <i>A. argentatus</i>	浮游 pelagic		底栖、游泳 benthonic, nektonic ^[12,13]
鲷 <i>M. miuy</i>		底栖 benthonic	(1) 底栖、游泳 benthonic, nektonic ^[1,13] (2) 底栖 benthonic ^[1]
黄姑鱼 <i>N. albiflora</i>		底栖 benthonic	底栖、游泳 benthonic, nektonic ^[12-13]
凤鲆 <i>C. mystus</i>	混合 mixed		(1) 浮游 nektonic ^[12] (2) 浮游 pelagic ^[13]

3 讨论

对于生物食性类型的判断,此前多数研究是以胃含物分析法为基础,以各种饵料生物在生物食物中的相对重要性指标或出现频率来区分其食性类型,但并没有给出一定的划分标准^[13,17]。大都采用一般多数的原则,即以出现频率百分比组

成的 60% 为标准,即饵料的出现频率百分比组成超过 60% 的即为主要的摄食对象,一般将生物分成浮游生物食性、浮游与底栖生物食性、底栖生物食性、浮游、底栖和游泳生物食性、底栖、游泳生物食性和游泳生物食性等几种。此类食性类型判断方法细致、一目了然,但存在胃含物分析法所带来的诸多麻烦。

将本文长江口与南黄海两海域生物食性类型的稳定同位素分析结果分别与长江口和黄海相应种生物食性类型的胃含物法计算结果进行比较(表2)^[1,13-14],发现两种方法的结果存在一定程度的异同,24种共有生物中有17种生物的摄食类型一致。由于胃含物分析法对生物个体摄食生态类型划分更为细致,它不仅包括浮游生物食性、底栖生物食性和游泳生物食性,且以多种食物类型的名称直接命名摄食这些食物的生物摄食生态类型。如将胃含物分析法的判断类型也简化为3类,即将浮游生物食性和底栖生物食性之外的生物食性都简化为混合生物食性,则文中24种对比生物的摄食生态类型除凤鲚、细长天竺鲷和脊腹褐虾外,其余21种生物的判断结果与稳定同位素法的结果基本一样。

如上所述,生物摄食生态类型不仅存在研究方法和研究海域上差异,还存在时间差异。如张波等^[1]在1985-1986年采用胃含物分析法研究发现黄海鲢为混合生物食性,为底栖与浮游食物的混合,贡献比例分别为55.0%和45.0%,偶食其中一类饵料的概率较小。同样海域,而2000-2001年样品胃含物分析法的结果则为底栖生物食性,底栖饵料的贡献比例为100%。对于小带鱼,同为胃含物分析法结果,不同研究者对不同年份的判断结果也不一样。如张波等^[1]对1985-1986年和2000-2001年黄海小带鱼食性类型的研究结果分别为游泳生物食性和浮游生物食性,而韦晟等^[13]对1985-1986年黄海小带鱼的判断结果则为底栖与游泳生物的混合食性;对于黄海虹鲃食性类型的研究,张波等^[1]等及韦晟等^[13]用胃含物分析法的计算结果同为底栖生物食性,但张波等^[1]对2000-2001年调查取样的胃含物分析法的计算结果却为浮游生物食性。这3种鱼中小带鱼是一年四季均摄食的物种,虹鲃只在越冬期不摄食,鲢则在产卵期和越冬期不摄食。由此可知,生物的食性存在季度或年际上的时间变化,会随栖息环境的变化而相应发生改变。

因水生生物的杂食性和营养塑性普遍存在,使得同种生物在不同时间与空间具有不同食性类型。Jennings等^[18]通过测定鱼类 $\delta^{15}\text{N}$ 发现某些鱼种会在不同的位置摄取不同的食物,这可造成同一种属的个体在不同的位置上会归属不同的营养层次。这些鱼类在摄食上有一定的弹性,现代

的食物网动力学理论认为营养“层次”是动态的,而不是固定的。因此,生物摄食生态类型存在时空差异在水域生态系统中是很正常的现象。也正是时空差异,使得采用传统分析法连续、细化研究生物摄食生态类型显得相对困难。稳定同位素法是从物源上研究生物的摄食生态类型,将生物分成浮游、混合和底栖生物食性。其取样与计算相对容易,对水体耦合、人类活动与气候变化等对食物网结构的影响,及食物网结构变化趋势的研究具有较强优势,对生态系统动力学研究具有重要意义。

参考文献:

- [1] 张波,唐启升.渤、黄、东海高营养层次重要生物资源种类的营养级研究[J].海洋科学进展,2004,22(4):393-404.
- [2] Davenport S R, Bax N J. A trophic study of a marine ecosystem off southeastern Australia using stable isotopes of carbon and nitrogen [J]. Can J Fish Aquat Sci, 2002, 59: 514-530.
- [3] Pinnegar J K, Polunin N V C. Contributions of stable-isotope data to elucidating food webs of Mediterranean rocky littoral fishes [J]. Oecologia, 2000, 122(3):399-409.
- [4] Hobson K A, Ambrose W G J, Renaud P E. Sources of primary production, benthic-pelagic coupling and trophic relationships within the Northeast Water Polynya: Insights from $\delta^{13}\text{C}$ and analysis [J]. Mar Ecol Prog Ser, 1995, 128(1-3):1-10.
- [5] Chandra S, Vander Zanden M J, Heyvaert A C, et al. The effects of cultural eutrophication on the coupling between pelagic primary producers and benthic consumers [J]. Limnol Oceanogr, 2005, 50(5):1368-1376.
- [6] Vander Zanden M J, Vadeboncoeur Y. Fishes as integrators of benthic and pelagic food webs in lakes [J]. Ecology, 2002, 83:2152-2161.
- [7] Graham D S, George A R. Stable isotope analysis of some representative fish and invertebrates of the Newfoundland and Labrador continental shelf food web [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2005, 63:537-549.
- [8] 徐宾铎,金显仕,梁振林.秋季黄海底层鱼类群落结构的变化[J].中国水产科学,2003,10(2):148-154.

- [9] Craig H. Isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for mass spectrometric analysis of carbon dioxide [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1957, 12: 133 - 149.
- [10] 程济生,朱金声. 黄海主要经济无脊椎动物摄食特征及其营养层次的研究[J]. *海洋学报*, 1997, 19(6):102-108.
- [11] 蔡德陵,李红燕,唐启升,等. 黄东海生态系统食物网连续营养谱的建立:来自碳氮稳定同位素方法的结果[J]. *中国科学 C 辑*, 2005, 35(2):123-130.
- [12] 罗秉征,韦 晟,窦硕增. 长江口鱼类食物网与营养结构的研究[J]. *海洋科学集刊*, 1997, 38: 143-153.
- [13] 韦 晟,姜卫民. 黄海鱼类食物网的研究[J]. *海洋与湖沼*, 1992, 23(3):182-192.
- [14] 张 波,唐启升. 东、黄海六种鳗的食性[J]. *水产学报*, 2003, 27(4):307-314.
- [15] 唐启升,苏纪兰. 中国海洋生态系统动力学研究 I. 关键科学问题与研究发展战略[M]. 北京:科学出版社, 2000:252.
- [16] 朱德山, Iversen S A. 黄、东海鳗鱼及其他经济鱼类资源声学评估的调查研究[J]. *海洋水产研究*, 1990, 11:18-41.
- [17] 张其永,林秋眠,林允通,等. 闽南-台湾浅滩渔场鱼类食物网研究[J]. *海洋学报*, 1981, 3(2):275-290.
- [18] Jennings S, Renones O, Morales N B, *et al.* Spatial variation in the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ stable isotope composition of plants, invertebrates and fishes on Mediterranean reefs: Implication for the study of trophic pathway [J]. *Mar Ecol Prog Ser*, 1997, 146(1-3):109-111.

Study on feeding habits of organisms from Changjiang Estuary and adjacent Southern Yellow Sea in spring with stable isotope technology

LI Zhong-yi, ZUO Tao, DAI Fang-qun, JIN Xian-shi, ZHUANG Zhi-meng

(*Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resource, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China*)

Abstract: Stable isotopes have been used in many research areas as natural labels, and are becoming the more appropriate option for the aquatic ecological studies. An organism's stable isotope ratios ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ etc) are an integration of the isotopic signatures of preys that have been assimilated through time, the organism will come into isotopic equilibrium with its diets depending on growth and tissue turnover rates, and the ratios can change with different food, are good labels of organism living conditions. According to the carbon stable isotope ratio of organisms from Changjian Estuary and adjacent Southern Yellow Sea in spring, we calculated their feeding habits. It is found that, (1) the feeding habits of some organisms calculated with stable isotope method or stomach analysis method in Changjians Estuary and Southern Yellow Sea were different, we could speculate that the energy sources of the two areas were different or some organisms could change with the habits, change their food sources with time and areas; (2) if the feeding habit types of stomach isotope analysis method was the same to that of stable isotope technique, only three organisms had different feeding habits in twenty-four common organisms, which showed the table isotope technique could be used to calculate the feeding habit of organism, and it had many advantages in calculating feeding habits of organism in different areas or time.

Key words: feeding habit; stable isotope; Changjiang Estuary; Southern Yellow Sea