



类生物量锥体

杨纪明

(中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071)

摘要: 对北海鱼类营养级和生物量进行了综合分析, 北海鱼类群落中, 浮游生物食性、底栖生物食性和游泳生物食性鱼类的平均营养级分别为 3.5, 3.9 和 4.5, 依次递增, 而它们的生物量之比为 1: 0.8: 0.4, 依次递减, 由此发现了一种与生物量锥体相似而又不同的现象, 即捕食者与捕食者之间横向的营养级与生物量的负相关关系, 作者称之为类生物量锥体。北海的生物量锥体其底部与顶部营养级之比为 1: 4, 生物量之比为 1 333: 1; 类生物量锥体其底部与顶部营养级之比为 3.5: 4.5, 生物量之比只有 2.36: 1, 由此看出类生物量锥体相似于生物量锥体, 但又不同于 Odum 提出的被食者与捕食者之间的纵向关系的生物量锥体, 其生物量的变化幅度较生物量锥体为小。类生物量锥体的意义在于可以从鱼类生态类群营养级的高低来推测其生物量的状况。

关键词: 北海; 类生物量锥体; 营养级; 鱼类生物量

中图分类号: Q 178.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2007)10-0001-03

Odum^[1] 在半个世纪前提出了生物量锥体(亦称生物量金字塔)现象, 揭示了生态系统中营养级与生物量的负相关关系。这是一项重要贡献, 已被生态学家公认, 并在教科书中普遍引用。但他所指出的是被食者与捕食者之间的纵向关系。而对于捕食者与捕食者之间的横向关系, 迄今未见报道。

20 多年前, 作者在英国洛斯托夫特渔业研究所(Fisheries Laboratory, Lowestoft)研究了北海鱼类的营养级^[2]和生物量^[3], 并分别对研究结果作了报道。回国后, 作者曾把上述两项研究资料进行综合分析, 得出了一个非常有意义的结果, 那就是类生物量锥体(亦称类生物量金字塔)现象。这一结果曾于 1983 年 3 月在厦门召开的中国海洋湖沼生态学讨论会上宣读过。由于当时作者承担的渤海和黄河口海上调查任务繁忙, 未能对它及时整理发表。

类生物量锥体, 与生物量锥体相似而又不同, 它所揭示的是捕食者与捕食者之间横向的营养级与生物量负相关关系。类生物量锥体的生态意义在于, 可以从鱼类生态类群营养级的高低来推测其生物量的状况。

1 资料和方法

本文所用的资料引自作者 20 多年前所作的北海

鱼类营养级试标^[2]和生物量估计^[3]。其鱼类营养级的研究方法是 Hynes^[4] 的给分法; 鱼类生物量的研究方法是实际种群分析(VPA)^[5]和底层鱼类调查相结合的方法。调查所用的格朗顿底拖网(Granton trawl)网目为 140 mm, 囊网网目为 19 mm。

2 结果

北海鱼类营养级研究, 包含了 3 个生态类群的鱼类: (1) 浮游生物食性鱼类(浮游生物捕食者), 包括 8 种鱼, 营养级为 3.5, 生物量为 3 924 600 t; (2) 底栖生物食性鱼类(底栖生物捕食者), 包括 16 种鱼, 营养级为 3.9, 生物量为 3 174 400 t; (3) 游泳生物食性鱼类(游泳生物捕食者), 包括 13 种鱼, 营养级为 4.5, 生物量为 1 661 800 t(表 1)。

所研究的 3 个生态类群的鱼类, 合计为 37 种。它们都是北海的重要经济鱼类。它们的生物量(8 760 800 t)占北海鱼类总生物量(9 735 200 t)的 89%^[3]。

收稿日期: 2007-06-23; 修回日期: 2007-07-26

作者简介: 杨纪明(1931), 男, 江苏无锡人, 研究员, 美国纽约科学院院士, 研究方向为渔业资源与海洋生态

表 1 北海鱼类的营养级和生物量
Tab. 1 Trophic levels and biomasses of fish in the North Sea

类群	种名	营养级	生物量(t)
浮游生物食性鱼类	黍鲱(<i>Sprattus sprattus</i>)	3. 3	755 300
	海玉筋鱼(<i>A mmodytes marinus</i>)	3. 3	1 180 700
	挪威鳕(<i>Trisopterus esmarkii</i>)	3. 4	591 600
	大西洋鲱(<i>Clupea harengus</i>)	3. 5	250 600
	竹荚鱼(<i>Trachurus trachurus</i>)	3. 5	223 200
	鲭(<i>Scomber scombrus</i>)	3. 5	637 600
	尖头富玉筋鱼(<i>Hyperoplus lauceolatus</i>)	3. 5	131 400
	小鳕鳕(<i>Micromesistius poutassou</i>)	3. 7	154 200
		3. 5(平均)	3 924 600(合计)
底栖生物食性鱼类	美首蝶(<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>)	3. 7	31 400
	蝶(<i>Pleuronectes platessa</i>)	3. 7	530 200
	鲷(<i>Solea solea</i>)	3. 7	51 400
	小头油蝶(<i>Microstomus kitt</i>)	3. 7	178 700
	川蝶(<i>Platichthys flesus</i>)	3. 8	8 000
	泥蝶(<i>Limanda limanda</i>)	3. 7	744 200
	真鲂鲱(<i>Eutrigla gurnardus</i>)	3. 8	639 200
	拟庸蝶(<i>Hippoglossoides platessoides</i>)	4. 0	227 200
	黑线鳕(<i>Melanogrammus aeglefinus</i>)	3. 9	243 400
	斑鳍鲂鲱(<i>Trigla lucerna</i>)	4. 0	20 200
	狼鲷(<i>Anarhichas lupus</i>)	4. 0	22 900
	辐鲛(<i>Raja radiata</i>)	4. 1	453 100
	细长臂鳕(<i>Trisopterus minutus</i>)	4. 0	14 100
	条长臂鳕(<i>Trisopterus luscus</i>)	4. 2	1 900
	红体绿鳍鱼(<i>Aspitrigla cuculus</i>)	4. 1	1 900
	鳐(<i>Raja clavata</i>)	4. 0	6 600
		3. 9(平均)	3 174 400(合计)
游泳生物食性鱼类	青鳕(<i>Pollachius pollachius</i>)	4. 4	11 900
	大西洋鳕(<i>Gadus morhua</i>)	4. 4	386 800
	牙鳕(<i>Merlangius merlangius</i>)	4. 3	355 600
	庸鳕(<i>Hippoglossus hippoglossus</i>)	4. 4	6 200
	白斑角鲨(<i>Squalus acanthias</i>)	4. 4	113 100
	灰鳕(<i>Raja batis</i>)	4. 6	4 300
	绿青鳕(<i>Pollachius virens</i>)	4. 5	595 300
	帆丽鲷(<i>Leipidorhombus whiffiagonis</i>)	4. 5	52 800
	无须鳕(<i>Merluccius merluccius</i>)	4. 6	7 600
	大菱鲆(<i>Scophthalmus maximus</i>)	4. 6	20 000
	菱鲆(<i>Scophthalmus rhombus</i>)	4. 7	6 000
	鲆鳕(<i>Molva molva</i>)	4. 8	34 400
	鮫鰈(<i>Luphius piscatorius</i>)	4. 8	67 800
		4. 5(平均)	1 661 800(合计)

由表 1 看出,在北海鱼类群落中,浮游生物食性、底栖生物食性和游泳生物食性鱼类的平均营养级分别为 3. 5、3. 9 和 4. 5, 依次递增, 而它们的生物量之比为 1: 0. 8: 0. 4, 依次递减, 呈现出一种与生物量锥体^[1](图 1)相似而又不同的捕食者与捕食者之间横向的营养级与生物量的负相关关系, 称之为类生物量锥体(图 2)。

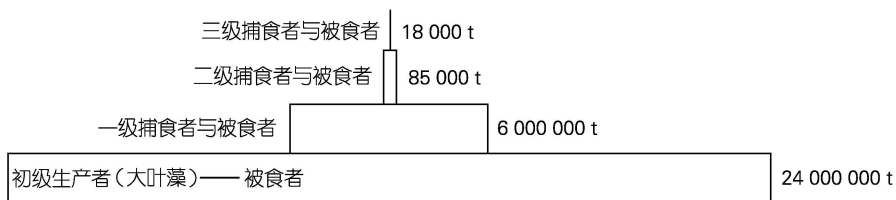


图 1 北海生物量锥体(仿 Odum^[1])

Fig. 1 Pyramid of biomass in the North Sea (From Odum, 1953)



图 2 北海鱼类群落类生物量锥体

Fig. 2 Quasi-pyramid of biomass of fish community in the North Sea

3 讨论

在北海以大叶藻 (*Zostera*) 生产者为基底和一级、二级、三级捕食者与被捕食者构成的生物量锥体, 是被食者与捕食者之间的纵向关系的锥体, 其底部与顶部营养级之比为 1: 4, 生物量比为 1 333: 1^[1] (图 1)。而本研究的类生物量锥体, 是捕食者与捕食者之间横向关系的锥体, 其底部与顶部营养级之比仅为 3. 5: 4. 5, 生物量比只有 2. 36: 1 (图 2)。因而

可知, 在由浮游生物食性、底栖生物食性和游泳生物食性鱼类等 3 个生态类群所组成的北海类生物量锥体中, 营养级低的生态类群其生物量高, 营养级高的生态类群其生物量低, 也呈现出营养级与生物量的负相关关系。这种规律和生物量锥体相似, 但类生物量锥体的变化幅度较生物量锥体为小。

参考文献:

- [1] Odum E P. Fundamentals of Ecology [M]. London: W. B. Saunders company, 1953.
- [2] Yang J M. A tentative analysis of the trophic levels of North Sea fish [J]. *Mar Ecol Prog Ser*, 1982, 7: 247- 252.
- [3] Yang J M. An estimate of the fish biomass in the North Sea [J]. *J Cons Int Explor Mer*, 1982, 40: 161- 172.
- [4] Hynes H B N. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of method used in studies of the food of fishes [J]. *J Anim Ecol*, 1950, 19: 36- 58.
- [5] Pope J G. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis [J]. *Res Bull Int Commn NW Atlant Fish*, 1972, 9: 65- 74.

Quasi pyramid of biomass

YANG J rming

(Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Received: Jun. , 23, 2007

Key words: the North Sea; quasi pyramid of biomass; trophic levels; fish biomass

Abstract: The comprehensive analysis based on the data of trophic levels and biomasses of fish in the North Sea showed that, the mean trophic levels from planktophagic (3. 5) to benthophagic (3. 9) and nektophagic (4. 5) increase progressively, and their ratios of biomasses—1: 0. 8: 0. 4 decrease progressively, which demonstrate an obvious pyramid of fish community in the North Sea named quasi pyramid of biomass, being similar to and different from the pyramid of biomass advanced by Odum. The ratio of trophic levels between base and top of biomass pyramid is 1: 4, and that of their biomasses is 1 333: 1. The ratio of trophic levels between the base and the top of quasi pyramid of biomass is 3. 5: 4. 5, and that of their biomasses is 2. 36: 1, showing different from the former. The pyramid of biomass revealed the vertical relation between prey and predator, but the quasi pyramid of biomass brings to light the horizontal relation between predator and predator. The biological significance for quasi pyramid of biomass is to infer the biomasses of each ecological group in fish community from their trophic levels.

(本文编辑: 刘珊珊)