

71-24 诺伊齐德勒湖欧飘和欧白鱼 Q955.468
之间的食物资源分配 S963.2908

刘正文

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

摘要 欧飘 *Pelecus cultratus* (L.) 和欧白鱼 *Alburnus alburnus* (L.) 是奥地利诺伊齐德勒湖敞水区的两优势种。本文研究了1994年6月至11月间欧飘和欧白鱼之间的食物资源分配。从6月到9月, 欧飘和欧白鱼主食枝角类蒙古秀体溇 *Diaphanosoma mongolianum* 和透明薄皮溇 *Leptodora kindti*、生态位重叠度高。在10月和11月, 欧飘主食桡足类刺北镖水蚤 *Artodiaptomus spinosus* 和昆虫, 而欧白鱼转移到主食昆虫, 生态位重叠降低, 食物分配明显。

关键词 欧飘, 欧白鱼, 食物资源分配, 生态位重叠, 物种共存

长期以来, 生态学家一直对生态习性相似的动物之间如何分配资源这一问题很感兴趣, 因为对这个问题的探讨有助于揭示物种共存和物种多样性自然调节的机制。食物资源的分配或划分 (food resource partitioning) 可以通过多种途径实现, 如摄食不同食物种类或不同个体大小的食物; 在不同的生境或不同的时间摄食^[1]。然而, 资源利用的重叠是动态的, 受到很多因素的影响, 如动物摄食器官的功能形态, 被其他动物捕食的危险性, 食物的组成和密度等^[2-4]。

在浅水湖泊的敞水区, 生境结构相对单一, 生活在这种环境中的鱼类之间的生态位重叠可能会很多^[4, 5]。奥地利的诺伊齐德勒湖是一富营养型浅水湖泊, 鲤科鱼类欧飘 *Pelecus cultratus* 和欧白鱼 *Alburnus alburnus* 是敞水区的两优势种, 主要捕食浮游动物和湖面栖息的昆虫^[6-7]。

在该研究中, 作者力图揭示欧飘和欧白鱼之间的食物资源分配, 以增加人们对生态习性相似、生活在单一的敞水区的鱼类共存机制的认识。

1 材料和方法

欧飘和欧白鱼标本是利用两条刺网在诺伊齐德勒湖敞水区采集而得。刺网的网目分别为15mm和20mm。采集时间从1994年6月到11月, 每月采集2—3次, 共获得欧飘94尾, 欧白鱼147尾。标本采集后, 迅速向体腔注射4%的福尔马林溶液, 用以阻止对消化管中食物的进一步消化。测得鱼体长和体重后, 取出消化管, 洗出前肠的内含物, 并保存于4%的福尔马林溶液中。然后在室内用解剖镜进行分析。肠道中的食物用干重的百分比表示, 干重是利用食料生物的体长和体重的关系式换算而来的^[8]。

鱼类的生态位宽度用 Levins 指数表示^[9]。

· 奥地利环境、青年与家庭部资助项目。

收稿日期: 1995-06-07; 收到修改稿日期: 1996-04-01。

作者简介: 刘正文, 男, 1963年生, 副研究员。1984年毕业于华中农学院, 1991年获中科院南京地理与湖泊所硕士学位。现主要从事水生生态学的研究工作, 在《动物学报》、《Hydrobiologia》等国内外学术刊物上发表论文十余篇。

$$B = 1 / \sum_{i=1}^n P_i^2$$

生态位重叠用 Schoneer 的 α 指数^[10] 进行评价

$$\alpha = 1 - 0.5 \sum_{i=1}^n |P_{ij} - P_{ik}|$$

其中 n 为食物的种数, P_i 是食物 i 在鱼类肠道中的比例, B 的范围为 $1-n$, P_{ij} 是食物 i 被 j 种鱼利用的比例, P_{ik} 是食物 i 被 k 种鱼利用的比例, α 的变化范围为 $0-1$. 当 $\alpha=0$ 时, 表明两种鱼的生态位完全不同(即没有重叠); $\alpha=1$ 时, 表明两种鱼的生态位完全一样(即完全重叠).

2 结果

诺伊齐德勒湖欧飘和欧白鱼的食谱相似, 主要食物包括浮游动物——蒙古秀体溞 *Daphnosoma mongolianum*、透明薄皮溞 *Leptodora kindtii* 和刺北镖水蚤 *Artodiaptomus spinosus* 和昆虫(主要为双翅目 Diptera). 欧飘偶尔也吞食小鱼. 两种鱼类的食物组成都有明显的季节变化(图 1).

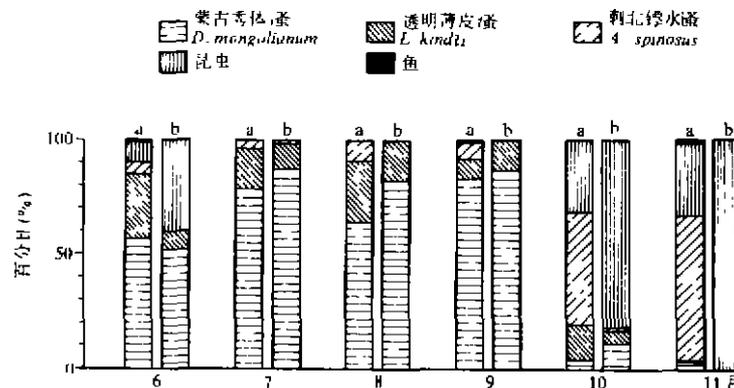


图 1 欧飘(a)和欧白鱼(b)食物的百分比组成(1994年6—11月)

Fig. 1 Food percentage composition of *Peltecus cultratus*(a) and *Alburnus alburnus*(b) (June—Nov., 1994)

在整个调查阶段, 欧飘主食浮游动物. 从6月到9月, 蒙古秀体溞和透明薄皮溞在肠道内含物中占优势. 在10月和11月, 刺北镖水蚤占优势. 昆虫在6月、10和11月份占有一定的比例. 从6到9月, 欧白鱼的食物组成与欧飘的极为相似. 但在10月和11月份差别比较大, 这主要是因为欧白鱼从主食浮游动物转变到主食昆虫. 值得注意的是, 在整个调查阶段, 欧白鱼几乎不捕食刺北镖水蚤. 另外, 除9月份外, 欧飘所捕食的透明薄皮溞都比欧白鱼所捕食的多(图 1). 在6、10和11月份, 欧飘的食物包括了昆虫, 而且刺北镖水蚤的比例也较高, 所以欧飘的生态位宽度比其他月份大. 欧白鱼的生态位宽度变化没有欧飘的大, 而且欧白鱼的生态位宽度也小些. 欧飘和欧白鱼之间的生态位重叠在6至9月较高, α 值大于 0.6. 但在10月和11月, 生态位重叠下降, α 值小于 0.5(图 2).

3 讨论

诺伊齐德勒湖做水区的浮游动物密度和组成有明显的季节变化, 刺北镖水蚤是周年出现

的种类、冬季数量最少。蒙古秀体蚤出现在 3 至 11 月间, 数量高峰在夏季。透明薄皮蚤出现在湖泊的期限比蒙古秀体蚤短, 也是夏季密度较高^[11,12]。湖面昆虫的数量变化较大。

欧飘和欧白鱼的生态位宽度和它们之间的重叠有明显的季节变化。优化摄食理论认为, 随食物丰度的增加, 摄食者更集中地摄食那些利益(能量贡献)较大的食物种类, 这样必然导致生态位宽度的下降^[13]。如果鱼类所喜食的种类不一样, 这种更加专一的摄食会使鱼类之间的生态位重叠降低。如果鱼类喜食的种类一致的话, 生态位重叠就会增加。鱼类对某一食物种类喜好性的高低取决于该鱼类寻找、捕食和消化这一食物的能力。欧

飘和欧白鱼都适应于捕食浮游动物和水面昆虫等食物。Herzig 等人^[6]的研究表明这两种鱼类都喜食大型枝角类。由于夏季食料生物的数量较多, 这两种鱼类的食物都以枝角类(蒙古秀体蚤和透明薄皮蚤)为主, 它们之间的生态位重叠较高。在食物丰度较低的季节(春、秋季), 欧飘食物中刺北镖水蚤和昆虫的比例较高, 生态位宽度较大。然而, 欧白鱼在 10 月和 11 月几乎只捕食昆虫。或许因为欧白鱼摄食逃跑能力较强的种类, 如镖水蚤, 成本(costs)较高, 而捕食栖息于湖面的昆虫更经济。尽管刺北镖水蚤的密度高。相反, 欧飘可能捕食刺北镖水蚤的能力较强, 因而对欧飘来说, 湖面昆虫和水体内刺北镖水蚤的利益(Profitability)相差较小, 这样, 欧飘是捕食湖面昆虫还是刺北镖水蚤主要取决于它们的相对密度。Kotrschal 等人^[14]的研究表明欧飘的视觉和侧线系统发达, 这也许能解释欧飘能捕食较多的身体极为透明的透明薄皮蚤的原因。因此, 欧飘和欧白鱼在捕食不同食料生物种类能力上的差异、食物资源丰度和组成的季节变化是引起这两种鱼类之间资源分配季节变化的主要因素。

不同种类动物在个体大小上存在差异被认为是取得共存的途径之一, 因为个体大小不一所摄食的食物大小也不同, 降低了竞争强度。然而, 欧飘和欧白鱼虽然个体大小不一样, 但它们所捕食的食物在个体上没有差异, 这主要是因为这两种鱼类都远远大于它们的猎物。Schoener^[11]也认为, 当猎物相对捕食者较大时, 通过利用不同大小的食物在捕食者之间进行资源分配, 减小竞争强度的途径才显得很重要。不过, 捕食者捕食时所花的能量成本是与其自身的个体大小成正比的, 所以欧白鱼在捕食逃跑能力差、可见性高的猎物(如秀体蚤和双翅目昆虫)比欧飘有优势(因为欧白鱼比欧飘个体小)。

食物丰度的季节变化常常导致鱼类之间竞争强度的季节变化, 如果说鱼类之间竞争强度是导致它们生态位分离的动力, 那么明显的食物分配或划分很可能只出现在食物贫乏的季节, 而不是食物丰富的季节。而且, 这种阶段性的生态位分离可能就是鱼类共存的原因之一。

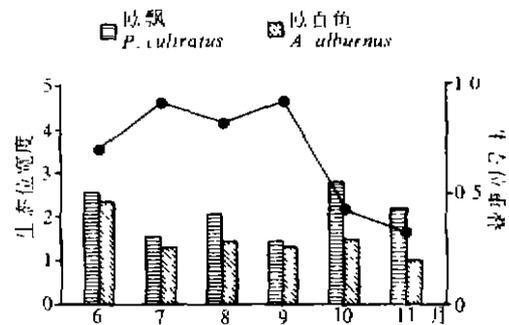


图 2 欧飘和欧白鱼的生态位宽度及其生态位重叠(1994 年 6 至 11 月)
Fig. 2 Niche width of and niche overlap between *Pelecus cultratus* and *Alburnus alburnus*

参 考 文 献

- 1 Schoener T W. Resource partitioning in ecological communities. *Science*. 1974, **185**: 27-39
- 2 Sandercock G A. A study of selected mechanisms for the coexistence of *Daphnionus* spp. in Clarke Lake, Ontario. *Limnol O-*

- Limnol.*, 1967, **12**:97-112
- 3 Werner E E, G G Mittelback and D J Hall. The role of foraging profitability and experience in habitat use by the bluegill sunfishes. *Ecology*, 1981, **62**: 115-125
 - 4 Lammens E H R R, H W de Nie, J Vijverberg, et al. Resource partitioning and niche shifts of bream (*Abramis brama*) and eel (*Anguilla anguilla*) mediated by predation of smelt (*Osmerus eperlanus*) on *Daphnia hyalina*. *Can J Fish Aquat Sci.* 1985, **42**:1342-1351
 - 5 Lammens E H R R. A comparison between the feeding of white bream (*Blicca bjoerkna*) and bream (*Abramis brama*). *Verh Int Verren Limnol*, 1984, **22**:886-890
 - 6 Herzig A and B Auer. The feeding behaviour of *Leptodora kindti* and its impact on the zooplankton community of Neusiedler See (Austria). *Hydrobiologia*, 1990, **198**:107-117
 - 7 Liu Z and A Herzig. Food and feeding behaviour of a planktivorous cyprinid, *Pelecus cultratus* (L.), in a shallow eutrophic lake (Austria). *Hydrobiologia*, 1996, **333**(2):71-77
 - 8 Wais A. Ernährungsbiologie des Brachsen (*Abramis brama*) im Neusiedler See. Diplomarbeit, Univ Wien, 1993. 69
 - 9 Levins R. Evolution in changing environments; some theoretical explorations. Princeton; Princeton University Press, 1968
 - 10 Scheoner T W. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecology*, 1970, **51**:408-418
 - 11 Herzig A. The zooplankton of the open lake. In: H Löffler, ed. Neusiedlersee, the limnology of a shallow lake in Central Europe. The Hague; Dr W Junk Publishers, 1979. 291-335
 - 12 Herzig A, E Miksch, B Auer, et al. Fischbiologische Untersuchungen des Neusiedler Sees. BFB, 1994, Bericht **81**:125
 - 13 Pyke G H. Optimal foraging theory; a critical review. *Ann Rev Ecol Syst*, 1984, **15**:523-575
 - 14 Koltrchal K, R Brandstätter, A Gomahr, et al. Brain and sensory systems. In: Winfield I J and J S Nelson, eds. Cyprinid fishes; systematics, biology and exploitation. London; Chapman & Hall, 1991. 284-331

RESOURCE PARTITIONING BETWEEN CYPRINIDS, *PELECUS CULTRATUS* AND *ALBURNUS ALBURNUS*, IN NEUSIEDLER SEE

Liu Zhengwen

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Abstract

Pelecus cultratus and *Alburnus alburnus* are two dominant cyprinid fishes in the open lake of Neusiedler Sec (Austria). Food resource partitioning between two species was studied through June to November, 1994. From June to September, *Pelecus* and *Alburnus* preferred cladocerans *Diaphanosoma mongolianum* and *Leptodora kindti*, resulting in a high degree of dietary overlap. In October and November, *Pelecus* fed mainly on copepod *Arctodiaptomus spinosus* and insects drifting at the water surface, while *Alburnus* exclusively consumed insects, and the overlap became minimal. The observed changes in the diet of and overlap between these species were caused by seasonal variation in food abundance and composition, combined with the divergence in foraging profitability of the fishes. Niche segregation was profound in lean-food seasons, and this may be a responsible process of the fishes coexistence.

Key Words *Pelecus cultratus*, *Alburnus alburnus*, resource partitioning, niche overlap, species coexistence