

中国对虾食物消化排空时间的研究

陈马康 钟俊生 杨爱辉 俞 渊

(上海水产大学水产养殖系, 200090)

沈晓民

(东海水产研究所, 上海 200090)

提 要 本文采用软 X 射线照影技术, 研究中国对虾(*Penaeus chinensis*)在不同时间、水温以及其个体大小的情况下, 对钡剂饲料消化排空的规律。结果表明, 对钡剂饲料的消化排空时间(y), 随着体长(x)的增长而延长: $y=2.634+0.413x$ ($r=0.81, n=29$); 随着水温(x)上升或下降, 食物排空时间(y)减少或增加: $y=148.41x^{-0.05}$ ($r=0.70, n=38$); 体长 l 与其胃中食物 X 光映像面积(s)之间呈幂指数函数关系, $S=0.07968l^{2.6233}$ ($r=0.77, n=18$)。这些规律为探索中国对虾一次摄食量和日摄食节律, 正确制定成虾养殖中合理投饲量和投饲次数提供了一定的科学依据。

关键词 中国对虾, 消化排空, 钡剂饲料, 映像面积

近年来, 在世界养虾热潮的推动下, 我国对虾养殖事业蓬勃发展, 取得了非凡的成就。然而饲料成本却十分昂贵, 主要原因是价格较高, 或投饵后损失颇大, 造成饲料浪费, 并败坏水质。包仲廉、徐尔栋等在如何合理投饲等方面做了大量工作。本试验旨在进一步探索对虾摄食、消化排空机理, 为合理投饲、降低对虾养殖成本提供一定的科学依据。

1 材料与方方法

1.1 试验用虾

对虾取自东海水产研究所试验场。体长 5.0~12.0cm, 体重 1.6~22.0g。1989~1990 年实验用虾 42 尾, 对照实验虾 50 尾。

1.2 驯养

将对虾移放到水质良好, 3‰~5‰ 的海水水族箱内, 经 2~3d 驯养后投给配合饲料。要求水族箱水体不断过滤环流, 氧气充足(大于 4mg/l), 氨氮小于 0.50mg/l, pH8.0 左右。

1.3 拍摄 X 光片方法

本试验采用含有 20%~25% 钡剂的饲料(鱼粉 55%, α -淀粉 20%, BaSO₄ 20%~25%, 粘结剂 0.6%, 简称钡剂饲料), 结合软 X 射线照影技术进行研究。试验前, 使对虾建立起对该饲料的食欲要求。试验时, 选择一定体长组, 在相似条件或不同自然水温条件下, 先适当停饲(6~12h), 使消化道内容物全部排空。而后投给一定量钡剂饲料, 经 30min 左右摄食后, 吸去多余饲料, 开始拍第 1 张 X 光片, 以后隔 4h 左右拍片 1 张, 临近排空前后各拍片 1 张。

1.4 主要设备

本试验所用软 X 光机为湘西探伤仪器厂生产的 RXF-60 型机, 波长 $0.1 \sim 0.5 \text{ \AA}$, 最大电流 20 mA , 最大电压 60 kV 。实验拍片参数电压 $46 \sim 48 \text{ kV}$, 电流 $12 \sim 14 \text{ mA}$, 曝光时间 $1 \sim 2 \text{ s}$ 。

排空时间 = 粪便最后排空时刻 - 虾吃饱食物的时刻。

2 结 果

2.1 不同体长个体食物消化排空时间

大小不同的对虾, 胃容量大小也不一, 一般随体长增长而增加, 其食物消化排空时间也呈相同趋势, 小虾摄食量小, 排空快, 大虾摄食量大, 排空较慢^[1,3]。在水温 $26.5 \sim 29.0^\circ\text{C}$ 条件下, 体长 $7.0 \sim 12.0 \text{ cm}$ 对虾的不同个体之消化排空时间为 $6 \sim 7.75 \text{ h}$ (表 1)。由于受取样条件限制, 体长组间距不大, 故其平均排空时间的差异不太明显, 尤其在体长 $7.0 \sim 8.0 \text{ cm}$ 和 $8.1 \sim 9.1 \text{ cm}$ 之间时差较小。

表 1 不同体长个体食物排空时间

Table 1 The digesting and emptying time of food (at $26.5 \sim 29^\circ\text{C}$) in the different body length

体长 (cm)	7.8~8.0	8.1~9.1	9.2~10.2	11.3~12.3
平均排空时间 (h)	6.00	6.15	7.00	7.75
试验次数	3	14	5	2

将 29 尾对虾体长和食物消化排空时间进行回归分析, 结果表明两者呈线性关系 (图 1)。

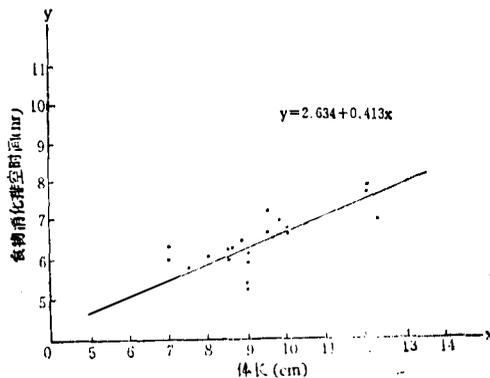


图 1 中国对虾体长和食物消化排空时间的相关性

Fig. 1 The regressive relationship between the body length and the digesting and emptying time of the food for *P. chinensis*

2.2 水温与食物消化排空的关系

随着水温的自然上升或下降, 对虾的摄食量也呈相应增加或减少^[1,3]。本试验采用 3 种方法来研究水温与食物消化排空时间的关系。

试验 (1) 选择体长 $9.0 \sim 9.5 \text{ cm}$ 的对虾, 在不同的水温条件下, 观察其食物排空时间。结果表明, 水温的升高能加快对虾对食物消化速度, 排空时间大为缩短 (表 2)。

表 2 不同水温条件下的消化排空时间

Table 2 The digesting and emptying time of food in different water temperatures

试验次数	体长(cm)	水温(°C)	摄食量(g)	排空时间(h)
2		22.3		8.13
2	9.0~9.5	25.0		6.25
4		27.5	0.03~0.04	5.92
2		28.5		5.28

试验(2)把体长 7.0~12.0cm, 均长 9.3cm 的对虾按水温划分成不同区段, 以查明不同对虾组的食物排空时间与水温之间关系。试验结果表明随着水温上升, 食物排空时间缩短, 两者呈相反趋势(表 3)。进行回归分析的结果为幂函数关系(图 2):

$$y=148.41x^{-0.95} \quad (r=0.70, n=38)$$

表 3 不同水温区段条件下的平均排空时间

Table 3 The mean digesting and emptying time of the food in different water temperature zones

水温区段(°C)	平均排空时间(h)	试验次数
22.0—24.5	8.8	6
25.0—27.5	6.9	19
28.0—30.5	6.2	13

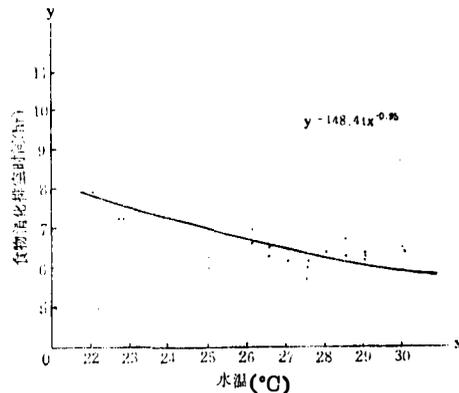


图 2 中国对虾消化排空时间和水温的关系

Fig. 2 The relationship between the digesting and emptying time of food and water temperatures for *P. chinensis*

表 4 软 X 射线组与对照组的排空时间比较

Table 4 The comparison of the digesting and emptying time of food between the soft X-ray group and control group

软 X 光组			对照组(肉眼观察)	
温度(°C)	平均排空时间(h)	试验次数	平均排空时间(h)	试验次数
26.5—27.5	6.22	12	6.13	7
27.8—28.8	5.79	5	5.99	20
29.0—30.0	6.19	4	6.29	7

试验(3)采用肉眼跟踪观察法,全过程记录每尾虾对钡剂饲料的排空时间,以排出最后粪便时刻作为食物消化排空时间(表4)。从表4的结果可以看出,在相同水温条件下,体长相似组的排空时间十分接近,说明采用软X射线照影技术的记录方法是可行的。

2.3 胃饱满度、摄食量与饱食量

对虾胃呈长囊形,分为贲门胃和幽门胃两部分。当对虾摄食钡剂饲料之后30min左右拍摄X光片,其食物映像呈规则长囊形。它的面积与食物量的估计值之间存在着一定的相关性。因此,其面积大小也可以表示食物量的一个相应值。我们用这种面积值来表示对虾胃饱满度情况(表5)。

表5 食物软X光片映像面积和胃饱满度个体数量分布
Table 5 The distribution of the image area of radiograph for stomachs and the stomach plumpness in 1989

时间 (月)	水温 (°C)	体长 (mm)	面积值(mm ²)						
			0~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70
10	17—22.9	100—120		1		4	5		1
8—9	25—29	70—99	1	8	7	1			
相应摄取食物量估计值			0.01	0.02	0.02~0.03	0.03~0.04	0.04~0.05		

表5中表明摄食量与其个体大小有关。其中以编号1989-10-27(体长11.6cm)对虾,摄取0.07g钡剂饲料,胃食物映像达到69.5mm²,是本试验最大值。通常,从映像饱满度来看,体长10.0~12.0cm个体,其面积处于41~50mm²;体长7.0~9.9cm个体,其面积处于21~30mm²。

对其中的胃映像面积在20mm²以上的个体进行回归分析,结果表明面积(S)与体长(L)之间呈幂函数关系

$$S=0.07968L^{2.6238} \quad (r=0.77)$$

3 讨论

3.1 利用软X射线测定中国对虾食物消化排空时间尚属首次

与有胃鱼类一样,对虾有明显而膨大的胃,是贮存和消化食物的主要部位;肠直而较短,是食物消化吸收及排泄的部位。摄食钡剂饲料之后,胃部迅速扩大,所拍X光片的映像清晰度较差,反差也不强。这是由于食物尚处在未被消化或稍微被消化状态,钡剂颗粒仍然均匀散布于食物团之中,穿过钡剂饲料的剩余射线少,使X光片映像模糊。但此时,已有部分处于半消化状态的食物进入肠道,所以肠道内容物映像清晰度较好,反差较强,其映像往往是断续的(图3a,b)。随着消化过程的进行,首先是胃映像消失,表明胃中已没有食物,随后肠道映像逐步消失。最后映像消失的时间,就是食物消化排空时间(图3c,d,e)。

3.2 影响食物消化排空时间的因素

因素很多,诸如体长、水温、饲料种类等。本试验就体长和水温两个因子进行了试验。虽然体长组的间距不大,仍然可以看出随体长增大而出现食物排空时间延长的趋势。水温是影响食物消化排空的重要因子。水温升高促进代谢水平提高,食物消化排空时间缩短,反之则

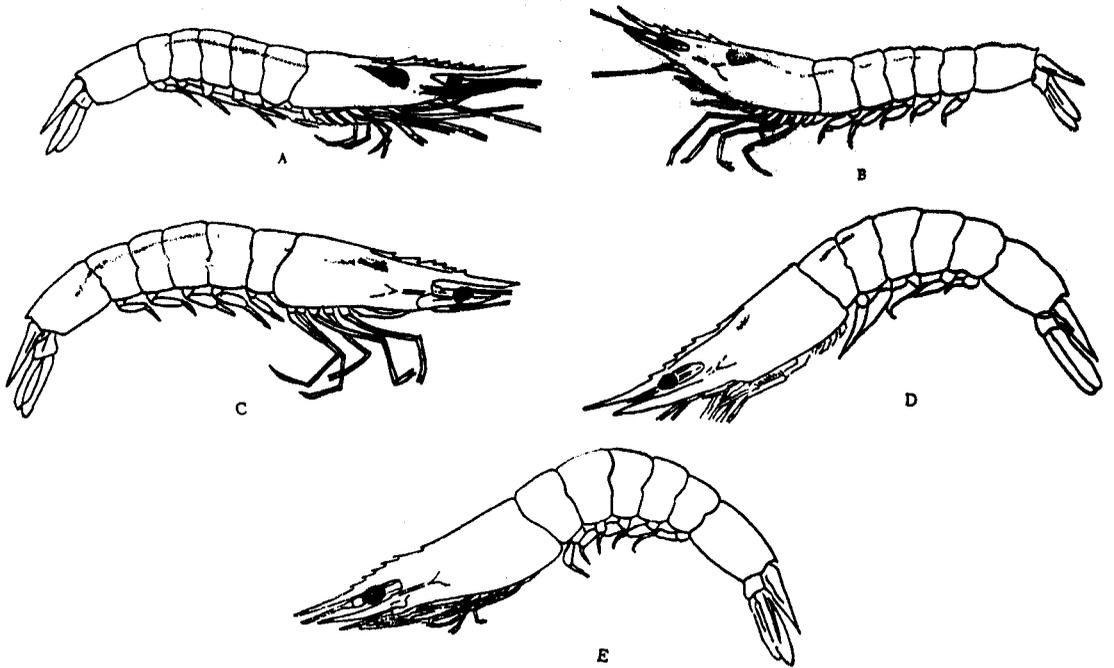


图3 中国对虾食物消化排空过程

Fig. 3 The food digesting and emptying process of *P. chinensis*

a. 饱食时刻(40min); b. 1h30min, c. 4h15min, d. 7h15min, e. 排空(9h)

延长,两者呈幂函数关系。采用人工升温进行不同水温同步试验时,升温的速度要相当缓慢,否则加温刺激会导致对虾蜕壳,互相残食造成死亡,使试验失败。主含植物性饲料的钡剂饲料也曾用于试验,但因对虾对它没有食欲要求,试验未获成功。

3.3 摄食节律

对虾与凶猛鱼一样,具有较大胃部,2次摄食间歇时间长,摄食节律明显。狗鱼有41.4%的个体隔2天摄食一次,鲢、鳙有季节和昼夜摄食节律。包仲廉等报导对虾(体长8.0~14.0cm)每次饱食后要经过4~6h间歇后呈现空胃或饥饿状况。徐尔栋等推导7cm对虾胃容量为0.09g,日投饲10次;8~9cm为0.14~0.19g,日投饲8次;10cm为0.26g,日投饲5次等。本试验利用X光拍片读片技术进一步阐明了对虾食物消化排空的机理。表2、表3可知,体长7.0~12.0cm个体在水温25~28°C条件下,食物消化排空时间在6h左右,而23°C左右时,食物消化排空时间增加到8~9h。此结果与包仲廉、徐尔栋等人基本一致。这里,我们所指食物消化排空时间是指整个消化道的内容物排空时间,胃的排空时间相应地在26~28°C条件下,只需5h左右,在17~22°C条件下则需6h以上。因此,我们认为中国对虾的摄食间歇时间应以胃排空后进入下一次摄食的时间间隔较为合适。

3.4 饱食量

本试验中只有1尾(11.6cm)达到饱食状态,胃映像面积达69.5mm²,该虾摄取0.07g钡剂饲料,若吸水后增重1倍即0.14g。这个数值只有摄食均值0.33g/次(体长11.0cm,胃容量为0.35g)的1/2还不到^[5,8]。我们试验中多数个体没有达到这种状态。一般体长7.0~9.9cm个体摄取0.02~0.03g钡剂饲料,胃映像面积达20mm²以上;10.0~12.0cm个体摄取

0.03~0.04g 钡剂饲料,胃映像面积达30mm²以上者,我们认为基本上处于饱食程度。

由于摄食时间长达30~40min,甚至60min,此时拍摄X光片显示肠道已有内容物存在。这个时候取得的胃容量作为饱食量,其数值偏小,因为忽略了已进入肠道的那部分几乎被消化掉的食物量,因此推导饱食量的时间等问题还值得作进一步探讨。

参 考 文 献

- [1] 包仲康等,1983.应用配合饲料养殖对虾及合理投饵的研究.水产科学,(4):21—26.
 [2] 纪成林等,1982.海水鱼虾养殖,81—110.农业出版社(京).
 [3] 李思发等,1980.鲢、鳙、草鱼摄食节律和日摄食率的初步研究.水产学报,14(3):275—283.
 [4] 尾崎久雄(吴尚忠译),1988.鱼类消化生理(上册),87~68.上海科学技术出版社.
 [5] 张乃禹等,1983.中国对虾摄食量、生长率的初步观察.海洋与湖沼,4(5):432—484.
 [6] 勃鲁茨基, E. B.等(毛福俊译),1965.天然水域鱼类营养研究指南,182—180.科学出版社(京).
 [7] 柯林加, P.(曾炳光等译),1982.海水鱼虾养殖,81—110.农业出版社(京).
 [8] 徐尔栋等,1989.中国对虾胃容量的研究.海洋与湖沼, 20(8),288—291.
 [9] Jobling, M. et al., 1975. Some effects of temperature, meal size and body weight on gastric evaluation in the dab *Limanda limanda*(L.). *J. Fish. Biol.*, (1977)10:291—298.
 [10] Bradley, M. W. et al., 1987. X-radiographic obstructions of food passage through digestive tracts of lemon sharks. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 116:763—767.
 [11] Jargenser, E. H. and M. Jobling, 1989. Patterns of food intake in arctic char, *Salvelinus alpinus*. *Monitore^d by Radiography Aquaculture*, 61:155—160.

STUDY ON DIGESTING AND EMPTYING TIME OF FOOD PASSAGE FOR *PENAEUS CHINENSIS*

Chen Ma-kang, Zhong Jun-sheng, Yang Ai-hui and Yu Yuan

(Department of Aquaculture, SFU, 200090)

Shen Xiao-ming

(East China Sea Fisheries Research Institute, Shanghai 200090)

ABSTRACT This paper studies the digesting and emptying rules of the food (the barium sulfite food) passage for *Penaeus chinensis* in different periods under water temperatures and the body length by means of the technique of the soft X-ray photograph. The results show that the digesting and emptying time of the food passage extended with the increase of the body length. The relationship between the digesting and emptying time (Y , h) and the body length (X , cm) was $Y = 2.6233 + 0.413X$ ($r = 0.81$, $n = 29$). And the relationship between the image areas of radiograph (S , mm²) and the body length (L , cm) was $S = 0.07963L^{2.6233}$ ($r = 0.77$, $n = 38$). The digesting and emptying time of the food passage become long when the water temperature rose, and vice versa. The relationship between the digesting and emptying time (Y , h) and water temperature (X , °C) was $Y = 148.41^{-0.95}$ ($r = 0.70$, $n = 18$). These experimental results might be applied to the exploration of the diet quan-

tity feed each time and the daily feeding rhythm so that the suitable feeding quantity and frequency may be introduced in culture of adult *P. chinensis*

KEYWORDS *Penaeus chinensis*, digesting and emptying, barium sulfite ($BaSO_4$) food, image area of radiograph.

学术活动

上海市水产学会第六次会员代表大会召开

我校王武等 5 位同志当选为理事

乐美龙校长当选为理事长

由本市各有关单位推荐产生的上海市水产学会 111 名会员代表,于 1993 年 12 月 21 日聚会上海水产大学,参加上海市水产学会第六次会员代表大会,参加会议的还有特邀代表 20 名,列席代表 30 名。大会由第五届副理事长乐美龙同志主持,束昭生理事长代表第五届理事会作题为《努力促进上海水产经济和科技的进一步繁荣与发展》工作报告,提交大会审议。报告首先回顾了 4 年来在面向经济,组织学术交流;积极推广先进技术,开展科学普及活动;组织会员参加全市性、全国性科技活动,积极为会员服务;加强自身建设,坚持民主办会等方面的工作及其所取得的成绩。其次,提出了对新一届理事会工作的建议,认为上海水产业正面临重大调整和新的发展,这是学会工作求改革、上台阶的好机遇。要继续坚持为促进和提高上海水产科学技术水平服务,为科学决策和民主决策服务,为发展水产生产、提高经济效益服务,特别是要充分发挥本市水产科技人才集中的优势,为上海水产业的产业结构调整和新产品开发服务,努力开展学术交流、决策咨询和信息交流,促进水产科技进步和人才成长,为振兴上海水产建功立业。要按照社会主义市场经济的要求,转换学会的运行机制,以及进一步加强自身建设,增强水产学会的活力与凝聚力。学会秘书长许苑丛同志作第五届理事会财务工作报告,常务理事顾惠庭同志作关于修改《上海市水产学会章程》的说明,与会代表经过审议一致通过了两个报告与章程修改意见。接着进行第六届理事候选人的选举,产生了 43 名理事人选,我校当选理事的有王武、乐美龙、宋承方、周应祺、俞鲁礼等。在当天下午举行的市水产学会第六届第一次理事会议上,乐美龙校长当选为新一届的理事长。同时产生了副理事长、秘书长及各专业委员会主任人选等。

(上海水产大学科研处 宋承方)