

世界重要养殖品种——南美白对虾生物学简介

张伟权

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

收稿日期: 1989年11月8日

编者按: 南美白对虾是当今世界上公认的、最有养殖前途的优良虾种之一, 1988年7月, 本文作者首次从美国引入我国。目前这批虾种正在中国科学院海洋研究所接受繁殖研究和越冬保种试验, 此项试验已经取得了实质性的突破。为了帮助大家熟悉这一虾种的生物学特点, 本刊特邀请作者撰文, 以飨读者。

南美白对虾 (*Penaeus vannamei*), 又称白肢虾 (Whiteleg shrimp)、或者白对虾 (White shrimp)、过去国内曾译为凡纳对虾, 是对虾属中仅有的属于开放性纳精囊类型 (Open the lycam) 的种类之一, 也是迄今世界上公认的少数优良养殖品种之一。该种原产于美洲太平洋沿岸水域。本世纪七十年代初厄瓜多尔 (Ecuador) 正式养殖, 并一举成功。其特点是生长快、抗环境变化能力强、对饵料的要求低、肉味鲜美和加工出肉率高, 因此是目前国际水产品市场和世界虾类养殖业者深受欢迎的争夺对象。目前该种的养殖热潮已经在世界各地掀起, 养殖规模迅速扩大, 不少地区的养殖已经取代了其它土著种。1988年仅厄瓜多尔一地的养殖面积即达 120 000 多公顷 (1 800 000 亩), 年产量 40 000-50 000t, 总产值高达 4×10^8 多美元。业已跻身世界三大高产养殖虾种之列²⁾。

I. 南美白对虾的学名、分类地位 and 分布

南美白对虾 (见图 1), 学名 *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* Boone, 1931。分类上隶属于节肢动物门 (Arthropoda)、甲壳纲 (Crustacea)、十足目 (Decapoda)、游泳亚目 (Natantia)、对虾科 (Penaeidae)、对虾属 (*Penaeus*)、*Litopen-*

aeus 亚属。

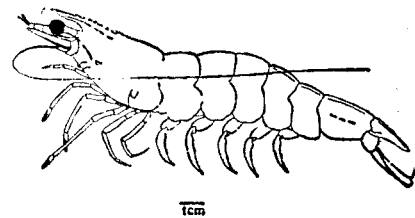


图 1 南美白对虾 (*Penaeus vannamei* Boone, 1931)

本种为热带性种类, 主要分布于美洲西部太平洋沿岸热带水域, 从墨西哥湾至秘鲁中部沿岸都有其踪迹, 但以厄瓜多尔附近的海域比较集中。该地爱丝米拉塔 (Esmeraldas) 沿岸周年都有怀卵雌虾分布。

II. 外形特征及性区别

本种外形与中国对虾和墨吉对虾 (*P. me-*

- 1) 全世界已知属于开放性纳精囊类型的对虾有 5 种, 它们是南美白对虾 (*P. vannamei*)、蓝对虾 (*P. stylirostris*)、西方对虾 (*P. occidentalis*)、白对虾 (*P. setiferus*) 和史氏白对虾 (*P. schmitti*)。都属 *Litopenaeus* 亚属。其中南美白对虾, 蓝对虾和西方对虾为美洲太平洋沿岸分布种、后两者为美洲大西洋沿岸分布种。
- 2) 1988 年, 世界养殖对虾的总产量估计为 600, 000t 左右, 其中产量最高的依次为中国对虾 (*P. chinensis*)、斑节对虾 (*P. monodon*) 和南美白对虾。

rguiensis) 酷似。成体最大体长可达 23cm, 甲壳较薄, 正常体色为青蓝色, 全身不具斑纹, 步足常呈白垩状, 故有白肢虾之称。

南美白对虾额角尖端的长度不超出第 1 触角柄的第 2 节, 其齿式为 5—9/2—4; 头胸甲较短, 与腹部的比例约为 1:3; 额角侧沟短, 到胃上刺下方即消失; 头胸甲具肝刺及触角刺, 但不具尖刺及鳃甲刺; 肝脊明显; 第 1 触角具双鞭, 内鞭较外鞭纤细, 长度大致相等, 但皆短小(约为第 1 触角柄长度的 1/3); 第 1—3 对步足的上肢十分发达, 第 4—5 对步足无上肢, 第 5 步足具维形外肢; 腹部第 4—6 节具背脊; 尾节具中央沟, 但不具缘侧刺。

本种雌虾不具纳精囊。已经成熟的个体原纳精囊位置处(第 4—5 对步足间)的外骨骼呈倒“Q”状; 雄虾第 1 腹肢的内枝特化为交接器, 后者略呈卷筒状, 其表面布有不同形状和大小的沟缝和突起。

南美白对虾雌雄个体不论成熟与否, 其大触须皆呈抛物线状(中国对虾性成熟雄虾的大触须近基部处有明显的折曲), 因此不能依此作为判定性别的根据。

III. 生活环境及习性

本种自然栖息区为泥质海底, 水深 0—72 m, 水温 25—32℃, 盐度 28—34, pH 值 8.0±0.3。成虾多生活于离岸较近的沿岸水域, 幼虾则喜欢在饵料生物丰富的河口地区觅食生长。南美白对虾白天一般都静伏池底, 入暮后则活动频繁。本种对虾蜕皮都在晚上(上半夜), 两次蜕皮的时间间隔为 20d 左右。实验室条件下很少见到个体间有互残现象发生。

IV. 对水环境变化的适应能力

南美白对虾对环境突然变化的适应能力很强, 可以较长时间离水而不死。作者在美国的观察表明: 体长 2—7cm 的幼虾, 在湿毛巾包裹下(气温 27℃, 室内相对湿度 80% 以上, 24h 后的存活率为 100%。上述体长组的个体还能容

忍不同梯度的盐度突变, 其允许范围为 2—78。南美白对虾对高温的忍受极限可达 43.5℃(渐变幅度), 但对低温的适应能力稍差。水温低于 18℃ 时, 其摄食活动即受影响, 9℃ 以下时侧倒。本种对抗低氧和耐饥饿能力也很突出, 其最低溶氧阈值为 1.2×10^{-6} , 并且可以在完全停食的情况下存活 30d 左右。

V. 食性及摄食量

南美白对虾属杂食性种, 对动物性饵料的需求并不十分严格。只要饵料成分中蛋白质的比率占 20% 以上, 对虾即可正常生长。表 1 列出了此种对蛋白质的要求量。

表 1 不同养殖虾种对饵料蛋白质含量的需要

虾 种	所需饵料中蛋白质所占的比率 (%)
美洲白对虾	20~25
蓝对虾	30~35
斑节对虾	35~40
中国对虾	40~45
日本对虾	50~60

据 A. L. Lawrence 等报告(1988), 黄豆粉是饲育本种对虾的适口性饵料成份, 其用量可高达 53—75%, 报告指出, 在用黄豆粉含量为 53% 与 68% 的比率饲养白对虾时, 其体重增加的速率要比含量只有 30% 的更好。

美洲白对虾对饵料的固化效率较高, 正常生长情况下, 投饵量只占其体重的 5% (湿重); 但是繁殖期间, 特别是卵巢发育中、后期, 摄食量会明显增大, 通常为正常生长时期的 3—5 倍。

美洲白对虾养殖中可以充分利用植物性原料来代替价格比较昂贵的动物性原料, 从而大幅度节省饵料开支。不同养殖对虾对饵料中蛋白质需要见表 1。

VI. 繁殖期与繁殖特点

本种对虾的繁殖期较长, 怀卵亲虾在主要分布区周年可见, 但不同分布区的亲体其繁殖

时期的先后并不完全一致。例如厄瓜多尔北部沿海的繁殖高峰一般在 4—9 月。每年 3 月开始, 虾苗便在沿岸一带大量出现, 延续时间可长达 8 个月左右, 分布范围有时可延展到南部的圣·帕勃罗湾(San Pablo), 这一时期是当地虾苗捕捞的黄金季节, 而南方的秘鲁(Peru)中部一带沿海, 繁殖高峰一般在 12 月—翌年 4 月。

南美白对虾属于开放性纳精囊类型, 其繁殖特点与闭锁性纳精囊类型(closed the lycum)者有很大差别。开放型的繁殖顺序是: 蜕皮(雌体)→成熟→交配(受精)→产卵→孵化; 而闭锁型(例如中国对虾)为: 蜕皮(雌体)→交配→成熟→产卵(受精)→孵化。

VII. 交配

南美白对虾交配都在日落时分。通常发生在雌虾产卵前几个小时或者十几个小时(多数在产卵前 2h 内)。交配前的成熟雌虾并不需要蜕皮。交配过程中先出现求偶行为(雄虾靠近并追逐雌虾, 然后居于雌体下方作同步游泳), 继而雄虾转身向上(两性个体腹面相对, 头尾一致, 但偶尔也见到头尾颠倒的), 将雌虾抱住, 释放精荚, 并将它粘贴到雌体第 3—5 对步足间的位置上。如果交配不成, 雄虾会立即转身, 并重复上述动作。

雄虾也可以追逐卵巢并未成熟的雌虾, 但是只有成熟者才能接受交配行为。

新鲜的精荚在海水内具有较强的粘性, 因此交配过程中很容易将它们粘贴在雌虾身上。但养殖条件下自然交配成功的机率仍然很低, 原因尚不清楚。

VIII. 怀卵量和产卵

南美白对虾成熟卵巢的颜色为红色, 但产

出的卵粒为豆绿色。头胸部卵巢的分叶呈簇状分布, 仅头叶大而呈弯指状, 其后叶自心脏位置的前方出发, 紧贴胃壁, 向前侧方向(眼区)延伸; 腹部的卵巢一般较小, 宽带状, 充分成熟时也不会向身体两侧下垂。体长 14cm 左右的对虾, 其怀卵量一般只有 100,000—150,000 粒。

本种对虾与其它对虾一样, 卵巢产空后可再次成熟。每两次产卵间隔的时间为 2—3d (繁殖初期仅 50h 左右), 产卵次数高者可达十几次, 但连续 3—4 次产卵后要伴随 1 次蜕皮。

亲虾产卵都在 21:00 至黎明 3:00 之间。每次从产卵开始到卵巢排空为止的时间仅需 1—2min。

南美白对虾雄性精荚也可以反复形成, 但成熟期较长, 据作者等的观察, 从前 1 枚精荚排出到后 1 枚精荚完全成熟一般需要 20d, 但摘除单侧眼柄后精荚的发育速度会明显加快。

黑暗(501x 以内)和低温(20℃以下)能有效地抑制卵巢的发育, 特别是卵巢的发育正处于第 III 期以前的更是如此。

未经交配的雌虾, 只要卵巢已经成熟, 也可以正常产卵, 但所产卵粒不能孵化。

IX. 早期发育

南美白对虾受精卵的直径约 0.28mm。在水温 28—31℃, 盐度 29 条件下, 从受精开始到孵化为止只需 12h。刚经孵出的幼虫称第 I 期无节幼虫, 经 6 次蜕皮后成为第 I 溞状幼虫。溞状幼虫蜕皮 3 次后进入糠虾期, 再经 3 次蜕皮而变态成为仔虾。上述变态过程需要经历 12 次蜕皮, 历时约 12d。

不同发育阶段幼虫的形态学特征可以通过下表得到检索。

表 2 南美白对虾各阶段幼虫检索表

A. 身体不分节, 仅具三对附肢, 无口器和消化道, 不摄食, 体长不超过 0.5mm, 仅具单眼
B ₁ . 尾棘 1 对, 1~3 对附肢的刺毛均非羽状, 体长 0.33mm 左右——无节幼虫 I 期 (N ₁)
B ₂ . 尾棘 1 对, 1~3 对附肢的刺毛羽状, 身体背部具一微小的中背刺, 体长 0.34mm 左右——无节幼虫 II 期 (N ₂)
B ₃ . 尾棘 3 对, 尾部末缘内凹, 体长约 0.35mm——无节幼虫 III 期 (N ₃)

续 表

- B₄. 尾棘 4 对, 体躯明显延长, 腹面肢芽隐现, 身体前缘出现一对额器 (Frontal organs), 体长约 0.36mm——无节幼虫 IV 期 (N₄)
- B₅. 尾棘 6 对, 腹部的肢芽透过表皮清晰可见, 第 3 对附肢基部出现颚基的雏形, 但表面平滑无齿, 体长约 0.38mm——无节幼虫 V 期 (N₅)
- B₆. 尾棘 7 对, 腹部肢芽明显突出, 第 3 对附肢的颚基上出现齿列(大颚雏形), 后肠道隐约可见, 体长约 0.43mm——无节幼虫 VI 期 (N₆)
- AA. 身体分节, 附肢多于 3 对, 具口器和消化道, 幼虫摄食, 具复眼, 体长大于 0.5mm, 有明显的头胸甲
- B₁. 不具腹肢, 生活时体后拖带细长的粪线
- C₁. 头胸甲不具额角和眼上刺, 复眼包在头胸甲内, 不能活动, 体长约 0.78—0.94mm——溞状幼虫 I 期 (Z₁).
- C₂. 头胸甲具额角和眼上刺, 复眼外裸, 能动。
- D₁. 腹部 6 个体节出现, 但皆光滑, 不具中背刺, 无尾肢, 体长约 1.13—1.38mm——溞状幼虫 II 期 (Z₂).
- D₂. 腹部 6 节中的前 5 节背面皆具 1 中背刺, 第 5 腹节另具 1 对体侧刺, 体长 1.88—2.06mm——溞状幼虫 III 期 (Z₃)
- B₂. 具腹肢, 但不能用以游泳, 胸肢发达, 双枝型, 生活时头朝下倒立
- C₁. 第 1 触角的内外枝皆由 1 节组成, 外枝明显大于内枝; 第 2 触角的内枝单节, 外枝扁平, 略长于内枝, 其外末角处无刺棘(仅有刺毛); 腹肢锥形, 馒头状; 具尾棘 6 对和尾节侧棘 1 对; 第 1 触角柄基部平衡囊开始外凸, 上具小刚毛 2 根, 体长 2.65—2.93mm——糠虾幼虫 I 期 (M₁)
- C₂. 第 1 触角内外枝皆单节, 但内枝略短于外枝, 基部平衡囊的位置上具刚毛 3 根; 第 2 触角内枝由 2 节组成, 外枝的侧末角具棘刺 1 根; 腹肢弯指状, 单节; 具尾棘 6 对和尾节侧棘 2 对, 体长 3.13—3.44mm——糠虾幼虫 II 期 (M₂)
- C₃. 第 1 触角内枝 2 节, 外枝单节; 第 2 触角内枝 2 节; 腹肢明显变大, 由 2 节组成; 第 1 触角平衡囊的位置上具 4 根刚毛; 幼虫具尾棘 5 对和尾节侧棘 3 对; 体长 3.68—3.80mm——糠虾幼虫 III 期 (M₃)
- B₃. 腹肢双枝型, 发达; 胸肢的外枝退化, 生活时个体作水平游动; 头胸甲颊刺和眼上刺开始退化; 第 1 触角内枝 3 节, 外枝 2 节, 平衡囊位置上具刚毛 5 根; 具尾棘 5 对和尾节侧棘 3 对, 体长 4.0—4.25mm——仔虾 I 期 (PL₁)

X. 生长、成熟与寿命

南美白对虾的生长速度较快。在盐度 20—40, 水温 30—32℃, 不投食的情况下, 从虾苗开始到收获为止 180d 内, 平均每尾对虾的体重可达 40g, 体长由 1cm 左右增加到 14cm 以上。

本种在池养条件下卵巢不易成熟。但自然海域内头胸甲长度达到 40mm 左右时, 便有怀卵的个体出现。

一般雌虾成熟需要 12 周月以上。平均寿命至少可以超过 32 个月。

XI. 其 它

南美白对虾与其它虾种用于养殖的比较试验已屡见报导。例如美国德克萨斯农工大学水产养殖推广站的试验结果表明, 采用蛋白质含量只有 25% 的人工配合饵料, 分别饲养南美白对虾和蓝对虾。在放苗密度和管理条件基本相同的条件下(每 m² 放苗 250 尾, 适量施肥、通气

和经过中间暂养), 139d 后, 前者(南美白对虾)的总产量为 5 330kg/每公顷 (折合 355.3kg/亩), 平均体重 10.97g (体长约 11.5cm), 而蓝对虾的总产量只有 1 096kg/公顷 (73kg/亩), 体重也只有 6.5g/尾(体长约 8cm)。两者相比南美白对虾对高密度养殖的适应能力要远较蓝对虾强。

综上所述, 可以得到以下启示, 即南美白对虾作为养殖对象, 无论从投苗密度、存活能力、生长速度、水质和饵料要求以及加工出肉率等各方面都具有明显的优势, 尽管它们在池养条件下卵巢较难成熟, 自然交配率也不高, 但是只要大规模人工繁殖技术方面得以突破, 相信不久的将来, 这一优良品种的养殖, 必将在我国南方各地普遍生根结果。

主要参考资料

- [1] A. L. Lawrence et al. 1987. «饵料黄豆粉含量与养虾营养», 黄豆与制油 15(6): 24—36。
- [2] G. W. Chamberlain et al. 1985. Texas shrimp

- farming manual—An update on current technology. Texas Agriculture Extension Service. Texas, USA. IV. 1—56.
- [3] G. W. Chamberlain, 1988. Stepwise investigation of environmental and nutritional requirement for reproduction of Penaeid shrimp submitted to the graduate college of Texas A&M university. pp. 1—221.
- [4] I. Yano et al., 1988. Mating behaviour in the penaeid shrimp *Penaeus vannamei*. *Mar. Biol.* 97:171—175.
- [5] H. Kitani, 1986. Larval development of the white shrimp *Penaeus vannamei* Boone reared in the laboratory and the statistical observation of its Naupiiar Stages. *Bull. Jap. Soi. Scs. Fish.* 52(7): 1131—1139.
- [6] W. C. Trimble, 1980. Production trials for monoculture and polyculture of white shrimp (*Penaeus vannamei*) or blue shrimp (*P. stylirostris*) with Florida Pompano (*Trachinotus carolinus*) in Alabama. 1978—1979. *Proc. World Maricul. Soc.* 11:44—59.
- [7] L. B. Holthuis, 1980. FAO Species Catalogue I. Shrimps and Prawns of the world. *FAO Fisheries Synopsis* No. 125. vol. 1. 37—50.
- [8] W. A. Bray and A. L. Lawrence, 1988. Captive Reproduction of Penaeid shrimp (in press).