

# 江豚胎儿形态发生及生殖规律的研究

姜新发

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

## 提 要

在胚胎发育早期, 江豚上颌生有短须: 左侧 1—3 根, 右侧 2—3 根。具有半月形外耳廓。雄性胎儿阴茎露于体外。脐带较短。胎儿运动器官(胸鳍、尾鳍和尾柄)发育较快。随着胚胎的发育, 外耳廓消失, 阴茎藏于体腔。江豚胚胎发育过程中的这些形态学变化, 再现了鲸类祖先在陆上生活的历史, 同时也反映了鲸类在二次入水过程中所形成的对水环境的适应。此外, 通过对收集的 17 头江豚胎儿资料进行统计, 结果表明长江江豚胎儿的生长速度约为  $9.08\text{cm}/\text{月}$  ( $0.303\text{cm}/\text{d}$ ), 妊娠期为 9.4 个月, 交配季节为 6—8 月份, 分娩为 3—5 月份。

**关键词** 胎儿, 形态发生, 生殖规律, 江豚

关于鲸类的起源问题迄今尚不明确, 但许多解剖学、生物化学和遗传学的研究结果表明, 鲸类与有蹄类动物具有较近的亲缘关系, 化石记载关于鲸类的起源可追溯到大约五千万年以前, 现存鲸类的演化均经历了由水生到陆生, 然后再回到水生的过程<sup>[1,2]</sup>。

除 Pilleri & Gahr 曾对恒河豚 (*Platanista gangetica*) 和拉河豚 (*Pontoporia blainvillei*) 的胚胎发育作过简单描述外<sup>[3,4]</sup>, 将鲸类演化过程与胚胎发育联系起来的报道尚不多见。本文基于江豚胚胎发育过程中的某些形态学变化, 阐明了鲸类祖先曾经在陆上生活的历史及二次入水过程中其在身体形态结构和生长发育上形成的对水体生活的适应。

鲸类动物妊娠期, 通常采用 Laws 回归模型来计算<sup>[5,6]</sup>。本文依据该方法对江豚一些生殖规律进行了初步推断。

## 1 材料和方法

1978—1990 年从长江中零星收到的 17 头江豚 (*Neophocaena phocaenoides*) 胎儿标本, 均经 10% 福尔马林固定。对标本外形进行仔细观察和描述, 然后测量和称重(参照 Norris 关于小型鲸类的标准测量方法<sup>[7]</sup>), 再对江豚胎儿外形测量值作统计分析。根据 17 头胎儿标本的死亡时间和体长推断出长江江豚的妊娠期、交配和分娩季节。

本文承刘仁俊研究员指导, 谨以致谢。

修改稿 1994 年 11 月 28 日收到。

## 2 结果

### 2.1 形态描述

随着胚胎的发育, 江豚胎儿的外形也在不断变化。体长 9.5cm 的胎儿, 背部呈灰白色, 腹部为乳白色, 皮肤半透明状, 可见皮下血管, 胎儿吻端略尖, 上颌左右两侧分别生有两根短须, 眼闭合, 耳廓外突呈半月形, 背鳍上无粒状小齿 (Tubercle), 尾鳍无缺刻 (Notch), 后缘呈弧形; 体长 20—30cm 时, 胎儿背部淡黄色, 上颌生有短须: 左侧 3 根, 右侧 2 根, 眼微张, 耳廓退化成一孔状, 背鳍上着生有 1—3 排粒状小齿, 尾鳍两侧抱握于腹面; 体长达 30—40cm 的江豚胎儿, 其体色已与成体相似, 呈浅黑色, 上颌左侧生有 1—3 根短须, 右侧 2 或 3 根, 尾鳍开始出现缺刻; 40—50cm 长的胎儿, 尾柄弯向腹面; 胎儿体长达 50—60cm 时, 其颈部略向腹面弯曲; 体长 60—70cm 江豚胎儿, 其外形已基本发育完全, 临近分娩, 雄性外露的阴茎藏于体腔。除一头体长 73.5cm 胎儿外, 有三头为刚产后不久的幼豚, 尚可见残留的脐带根部, 它们体长分别为 71.0、79.5 和 83.8cm。此外, 这些江豚胎儿脐带均具有两条动脉血管和两条静脉血管, 脐带长 14.5—22.0cm。

雄性江豚胎儿其肛门前方 0.8—1.2cm 处有一孔状器官<sup>[8]</sup>, 不与体腔相通, 关于这种特殊器官的报道还见于抹香鲸 (*Physeter catodon*) 和白鲸 (*Delphinapterus leucas*), 另外, 一头体长 36.5cm 的雄性白暨豚胎儿, 其肛门前方 0.5cm 处也发现有这样的特殊器官。这种器官的作用尚不清楚, 一些观点认为它可能为乳腺退化后的痕迹器官, 另有观点认为它与雌雄个体间化学通讯有关<sup>[9]</sup>。

表 1 长江江豚胎幼标本资料

Tab. 1 The specimens of foetuses and juveniles of the finless porpoise in the Yangtze River

| 体长 (cm)<br>Body length | 体重 (g)<br>Body weight | 性 别<br>Sex | 死亡时间<br>Date of death | 胚 龄<br>(months)<br>Foetal age | 怀孕时间<br>Estimated date<br>of conception | 备 注<br>Appendix |
|------------------------|-----------------------|------------|-----------------------|-------------------------------|---|-----------------|
| 9.5                    | 20                    | F          | 1984.11.19            | 2.7                           | 1984.08.29                              |                 |
| 22.0                   | 180                   | F          | 1985.10.26            | 4.1                           | 1985.06.23                              |                 |
| 23.4                   | 205                   | M          | 1984.11.25            | 4.3                           | 1984.07.16                              |                 |
| 24.0                   | 180                   | F          | 1984.11.21            | 4.3                           | 1984.07.12                              |                 |
| 32.0                   | 525                   | M          | 1984.11.28            | 5.2                           | 1984.06.22                              |                 |
| 39.5                   | 940                   | F          | 1984.02.27            | 6.0                           | 1983.08.27                              |                 |
| 42.0                   | 1000                  | F          | 1979.01.16            | 6.3                           | 1978.07.07                              |                 |
| 45.0                   | 1220                  | M          | 1981.01.21            | 6.7                           | 1980.06.30                              |                 |
| 47.0                   |                       | F          | 1979.01.16            | 6.9                           | 1978.06.19                              |                 |
| 52.6                   | 1750                  | F          | 1979.03.07            | 7.5                           | 1978.07.22                              |                 |
| 54.0                   | 1900                  | F          | 1979.03.16            | 7.6                           | 1978.07.29                              |                 |
| 62.0                   | 2400                  | M          | 1979.03.07            | 8.5                           | 1978.06.22                              |                 |
| 68.3                   | 5500                  | F          | 1980.05.08            | 9.2                           | 1979.08.02                              |                 |
| 71.0                   | 5100                  | M          | 1990.05.03            | 9.5                           | 1989.07.19                              | 幼儿 (postnatal)  |
| 73.5                   |                       | M          | 1980.03.18            | 9.8                           | 1979.05.24                              |                 |
| 79.5                   | 5750                  | M          | 1990.05.22            | 10.5                          | 1989.07.07                              | 幼儿 (postnatal)  |
| 83.8                   | 10600                 | M          | 1985.05.25            | 10.9                          | 1984.06.28                              | 幼儿 (postnatal)  |

2.2 形态测量

如图 1 所示,对 10 头江豚胎儿外形进行测量,测量值见表 2。

表 2 江豚胎儿身体各部位测量 (cm)

Tab. 2 Measurements of body sections of *Neophocaena phocaenoides* foetuses

| 编号<br>No.                         | 8401 | 8521 | 8408 | 8403 | 7906 | 8410 | 8101 |      | 7911 | 8001 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 性别<br>Sex                         | F    | F    | F    | F    | F    | M    | M    | M    | M    | M    |
| 体长<br>Body length                 | 9.5  | 22.0 | 24.0 | 39.5 | 42.0 | 32.0 | 45.0 | 49.0 | 62.0 | 73.5 |
| 吻-嘴角<br>Snout to angle of mouth   | 0.7  | 1.5  | 2.0  | 2.6  | 3.5  | 2.4  | 2.9  | 3.5  | 4.0  | 4.0  |
| 吻-鼻<br>Snout to blowhole          | 1.2  | 4.0  | 4.0  | 7.0  | 7.0  | 5.8  | 6.5  | 7.0  | 9.0  | 6.9  |
| 吻-眼<br>Snout to eye               | 1.3  | 2.6  | 3.2  | 4.7  | 5.0  | 4.2  | 4.6  | 5.8  | 6.5  | 7.0  |
| 鼻-左眼<br>Blowhole to left eye      | 1.3  | 3.2  | 3.2  | 5.0  | 5.0  | 4.0  | 5.5  | 6.0  | 7.0  | 6.8  |
| 鼻-右眼<br>Blowhole to right eye     | 1.3  | 3.2  | 3.3  | 5.2  | 4.8  | 4.0  | 5.5  | 5.5  | 6.5  | 6.8  |
| 吻-胸鳍<br>Snout to flipper          | 2.4  | 5.2  | 6.0  | 8.7  | 8.5  | 7.5  | 9.2  | 10.8 | 11.0 | 15.4 |
| 胸鳍-脐<br>Flipper to umbilicus      | 2.0  | 5.5  | 4.5  | 4.8  | 9.0  | 6.2  | 9.3  | 9.5  | 9.0  | 16.6 |
| 脐-肛门<br>Umbilicus to anus         | 2.1  | 3.9  | 5.3  | 7.1  | 7.0  | 6.8  | 10.0 | 8.7  | 8.5  | 17.0 |
| 肛门-缺刻<br>Anus to notch            | 3.0  | 6.9  | 7.6  | 17.4 | 15.5 | 10.5 | 13.0 | 17.0 | 30.3 | 19.0 |
| 胸鳍长<br>Flipper length             | 1.9  | 4.0  | 4.4  | 7.5  | 8.8  | 6.0  | 8.1  | 10.0 | 11.0 | 16.1 |
| 胸鳍宽<br>Flipper width              | 0.7  | 1.5  | 1.5  | 2.8  | 2.9  | 2.2  | 3.2  | 3.4  | 4.3  | 5.8  |
| 尾鳍长<br>Fluke length               | 1.0  | 2.5  | 3.0  | 4.6  | 6.2  | 4.4  | 7.3  | 8.0  | 9.5  | 7.6  |
| 尾鳍宽<br>Fluke width                | 1.2  | 5.0  | 4.8  | 10.0 | 9.8  | 6.8  | 11.0 | 14.0 | 13.5 | 18.2 |
| 腋围<br>Girth at axilla             | 6.2  | 13.2 | 13.0 | 24.5 | 24.7 | 19.5 | 26.0 | 27.2 | 33.4 | 36.0 |
| 最大体围<br>Maximum girth             | 7.0  | 15.2 | 16.0 | 25.0 | 25.2 | 21.5 | 27.5 | 28.8 | 35.0 | 39.0 |
| 尾柄围<br>Girth midway anus to notch | 1.0  | 3.6  | 3.6  | 6.2  | 7.5  | 5.8  | 7.5  | 8.0  | 9.0  | 11.0 |

表 2 中 10 头江豚胎儿标本,体长范围为 9.5—73.5cm,将所测身体各部位长度与体长作双对数分割,结果见表 3。

由表 3 可看出,在胚胎时期,江豚的运动器官(胸鳍、尾鳍和尾柄)发育较快,其 B 值均大于 1.0000,即这些部位的增长速度大于体长的增长。

2.3 江豚生殖规律的推断

由表 1 中 17 头江豚胎儿的体长和死亡时间,可计算出江豚胎儿的生长速度为 9.08 cm/月,根据 Laws 回归模型  $L = a(T_g - T_o)$ , (式中 L 代表鲸类的体长, a 代表鲸类胎儿的生长速度,  $T_g$  为鲸类妊娠时间,  $T_o$  为常数,同时指出,  $100 < T_g < 400d$  时,

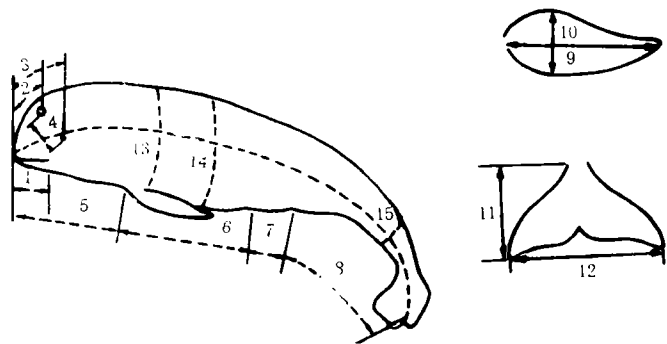


图1 江豚胎儿测量部位图解

Fig. 1 Schematic representations of body sections measured in the foetus of the finless porpoise, *Neophocaena phocaenoides*

1.吻-嘴角; 2.吻-鼻; 3.吻-眼; 4.鼻-眼; 5.吻-胸鳍; 6.胸鳍-脐; 7.脐-肛门; 8.肛门-缺刻; 9.胸鳍长; 10.胸鳍宽; 11.尾鳍长; 12.尾鳍宽; 13.腋围; 14.最大体围; 15.尾柄围。  
1. snout to angle of mouth; 2. snout to blowhole; 3. snout to eye; 4. blowhole to eye; 5. snout to flipper; 6. flipper to umbilicus; 7. umbilicus to anus; 8. anus to notch; 9. flipper length; 10. flipper width; 11. fluke length; 12. fluke width; 13. girth at axilla; 14. maximum girth; 15. girth midway anus to fluke notch.

表3 江豚胎儿身体各部位长与体长间的关系

Tab. 3 Relationship between the lengths of body sections and body lengths of *Neophocaena phocaenoides* fetuses

| 身体部位<br>Body section | 体长 (cm)<br>Body length | N<br>number of<br>specimens | LnA<br>Y-intercept | B<br>slope | R<br>correlation<br>coefficient |
|----------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|------------|---------------------------------|
| 吻-嘴角                 | 9.5—73.5               | 10                          | -2.2686            | 0.8896     | 0.9785                          |
| 吻-鼻                  | 9.5—73.5               | 10                          | -1.5889            | 0.9132     | 0.9392                          |
| 吻-眼                  | 9.5—73.5               | 10                          | -1.5743            | 0.8394     | 0.9897                          |
| 鼻-左眼                 | 9.5—73.5               | 10                          | -1.5199            | 0.8375     | 0.9883                          |
| 鼻-右眼                 | 9.5—73.5               | 10                          | -1.4362            | 0.8103     | 0.9856                          |
| 吻-胸鳍                 | 9.5—73.5               | 10                          | -1.0000            | 0.8549     | 0.9917                          |
| 胸鳍-脐                 | 9.5—73.5               | 10                          | -1.3318            | 0.9092     | 0.9339                          |
| 鳍-肛门                 | 9.5—73.5               | 10                          | -1.3280            | 0.9096     | 0.9588                          |
| 肛门-缺刻                | 9.5—73.5               | 10                          | -1.2782            | 1.0569     | 0.9582                          |
| 胸鳍长                  | 9.5—73.5               | 10                          | -1.7170            | 1.0200     | 0.9932                          |
| 胸鳍宽                  | 9.5—73.5               | 10                          | -2.7405            | 1.0232     | 0.9955                          |
| 尾鳍长                  | 9.5—73.5               | 10                          | -2.4972            | 1.1307     | 0.9738                          |
| 尾鳍宽                  | 9.5—73.5               | 10                          | -2.6014            | 1.3067     | 0.9875                          |
| 腋围                   | 9.5—73.5               | 10                          | -0.1923            | 0.8986     | 0.9943                          |
| 最大体围                 | 9.5—73.5               | 10                          | 0.0974             | 0.8410     | 0.9979                          |
| 尾柄围                  | 9.5—73.5               | 10                          | -2.4026            | 1.1506     | 0.9837                          |

表中R均达极显著水平。

$T_0 = 0.18T_g$ <sup>[5]</sup>, 可得出江豚胎儿体长 (cm) 与妊娠时间 (月) 间的关系式为:  $L = 9.08 (T_g - 1.69)$  另据报道, 长江江豚出生时体长为 68.3—73.5cm<sup>[10]</sup>, 若江豚出生时的平均体长为 70cm, 则长江江豚的妊娠期约为 9.4 个月。由该式推算出江豚胎儿的胎龄和交

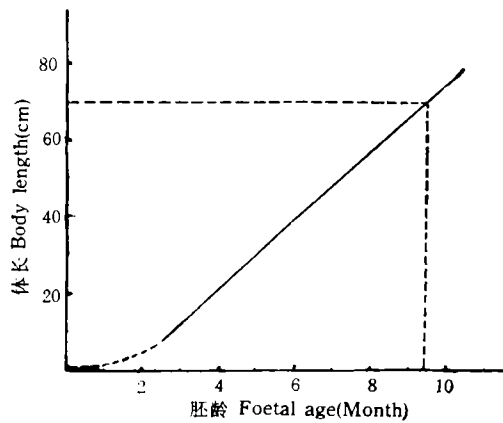


图 2 长江江豚胎儿的生长曲线

Fig. 2 Foetal growth curve for the finless porpoise in the Yangtze River

配时间,从表 1 可以看出,长江中江豚的交配季节为 6—8 月份,因而,分娩时间为 3—5 月份。

### 3 讨论

- 3.1** 在胚胎发育早期,江豚胎儿上颌两侧生有短须,可见半月形耳廓,雄性胎儿阴茎露出体外,这些形态学特征与现存绝大多数陆生哺乳动物非常相似,根据 Haeckel 的生物发生律:生物个体发育要重演它的系统发展,因此江豚胎儿的这些形态学特征再现了其祖先在陆上生活的历史,从胚胎学角度说明鲸类的水中生活是次生的。
- 3.2** 随着胚胎的发育,江豚胎儿外耳廓消失,雄性胎儿阴茎藏于体腔,可能是鲸类动物为克服水中运动阻力形成的对水中生活的一种适应。
- 3.3** 江豚在胚胎发育过程中,运动器官(胸鳍、尾鳍和尾柄)发育较快,这对保证其出生后能独立活动具有十分重要的意义。
- 3.4** 文中依据江豚胎儿体长与妊娠时间的关系,推算出长江江豚交配季节为 6—8 月份,妊娠期 9.4 个月,胎儿生长速度为 9.08cm/month (0.303cm/d),陈佩薰等认为长江江豚胎儿出生时体长为 68.3—73.5cm。而据 Kasuya 报道,日本沿海江豚的交配季节为 4—5 月份,妊娠期 11 个月,胎儿生长速度为 0.279cm/d,出生时体长为 77.5—83.0cm<sup>[11,12]</sup>,因此长江江豚与日本沿海江豚在胚胎发育和生殖规律上存在着明显差异。

### 参 考 文 献

- [1] 张先锋. 江豚的年龄鉴定、生长和生殖的研究. 水生生物学报,1992,16(4): 289—298.
- [2] Harrison R J, Bryden M. Whales, dolphins and porpoises. London: Mercurst press. 1990.
- [3] Pilleri G, Gahr M. On the embryology of *Platanista gangetica*. 1. body proportion, external characteristics and radiological investigations. *Investigations on Cetacea*, 1976, 7: 45—64.
- [4] Laws R M. The foetal growth rates of whales with special reference to the fin whale, *Balaenoptera physalus* Linn. *Discovery Rep.* 1959, 29: 281—307.
- [5] Perrin W F, Coe J M, Zweifel J R. Growth and reproduction of the spotted porpoise, *Stenella attenuata*, in the offshore eastern tropical Pacific. *Fishery Bulletin*, 1976, 74(2): 229—269.
- [6] Pilleri G, Gahr M. On the embryology of the La Plata dolphin, *Pontoporia blainvillei*. *Investigations on Cetacea*, 1976, 7: 65—74.

- igations on Cetacea, 1976, 7:65—90.
- [7] Norris K S. Standardized methods for measuring and recording data on the smaller cetaceans. *J. Mammalogy*, 1961, 42(4): 471—476.
- [8] Nishiwaki M and Kureha K. Strange organ in the anal region of the finless porpoise. *Sci. Rep. Whales Res. Inst. Tokyo*, 1975, 27: 139—140.
- [9] Winn H E, Olla B L. Behavior of marine mammals (vol.3: cetaceans). New York and London: Plenum press, 1979.
- [10] Chen Peixun, Liu Renjun and Harrison R J. Reproduction and reproductive organs in *Neophocaena phocaenoides* from the Yangtze River. *Aquatic Mammals*, 1982, 9(1):9—16.
- [11] Kasuya T. The population of finless porpoise in the Inland Sea of Japan. *Sci. Rep. Whales Res. Inst. Tokyo*, 1979, 31: 1—44.
- [12] Kasuya T, et al. Perinatal growth of *Delphinoides*: information from aquarium reared bottle-nose dolphin and finless porpoise. *Sci. Rep. Whales Res. Inst. Tokyo*, 1986, 37:85—97.

## STUDY ON THE MORPHOGENESIS OF FOETUS AND REPRODUCTIVE REGULARITY OF THE FINLESS PORPOISE, *NEOPHOCAENA PHOCAENOIDES*

Jiang Xinfa

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

### Abstract

At the early development of the embryo, short bristles were observed on each side of upper jaw in *Neophocaena phocaenoides*. The number of the bristles varied from 1—3 on the left and 2—3 on the right. Semicircle ear outline was visible. The penis of male foetus was exposed out of body. The swimming organs (flipper, fluke and midway anus to fluke notch) developed prominently. As embryo developed, external ear outline of foetus disappeared and the penis of male foetus concealed in the penial pouch. These morphological changes in the course of the embryo development indicated that cetacean ancestor might have lived on land and that cetacean adapted to water environment when coming into water secondly. In addition, statistical analysis on 17 foetuses and juveniles showed that: the growth rate of foetus was 9.08cm/month (0.303cm/day) in *Neophocaena phocaenoides*, the gestation period may be about 9.4 months in *Neophocaena phocaenoides* in the Yangtze River, and mating may take place from June to August, parturition time from March to May each year.

**Key words** Foetus, morphogenesis, Reproductive regularity, *Neophocaena phocaenoides*