

西藏拉果错卤虫的繁殖特征与成体形态特征^{*}

周可新^{1,2} 许木启¹ 印象初^{2**}

1. 中国科学院动物研究所, 北京 100080

2. 河北大学生命科学学院, 河北 保定 071002

摘要 在标准培养条件下研究了西藏拉果错卤虫的繁殖特征和成体形态特征。发现西藏拉果错卤虫与山西解池卤虫及美国大盐湖卤虫在性成熟时间上有较大不同, 表现为最早抱对时间和最早产 F₁ 代时间均出现较晚, 且两者间隔时间较长, 这是对该地区寒冷气候条件的适应。描述了拉果错卤虫雌雄成体的形态特征, 其中雄性成体选取了 12 个特征, 雌性成体选取了 13 个特征, 并与世界上几个主要两性生殖卤虫种的成体形态特征做了比较, 结果显示西藏拉果错卤虫的雌雄成体属于较大的类型, 但并不像其卵和无节幼体那样显著大于其它品系。聚类分析的结果表明拉果错卤虫的雄性成体和雌性成体均与山西解池卤虫距离最近, 与伊朗乌尔米湖卤虫距离最远 [动物学报 50 (3): 364 - 369, 2004]。

关键词 西藏拉果错卤虫 繁殖特征 形态特征

Reproductive and adult morphological characters of *Artemia* from Lagkor Co, Tibet of China^{*}

ZHOU Ke-Xin^{1,2}, XU Mu-Qi¹, YIN Xiang-Chu^{2**}

1. Institute of Zoology, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China

2. College of Life Sciences, Hebei University, Baoding 071002, Hebei, China

Abstract Reproductive and adult morphological characters of *Artemia* from Lagkor Co, Tibet were investigated under standardized culture conditions. We found a later time of pairing and reproduction of *Artemia* from Lagkor Co, Tibet, and the interval between them was longer than that of *Artemia* from Xiechi, Shanxi and from Great Salt Lake, America. These might be adaptations to the low temperature of that area. A detailed morphological study was performed with adult males and females. Measures of 12 parameters for males and 13 parameters for females were taken from individuals. The results showed that the adult body of *Artemia* from Lagkor Co, Tibet belonged to large types, as compared with some major *Artemia* species, though the difference was not significant. Hierarchical cluster analysis showed that both adult males and females of *Artemia* from Lagkor Co, Tibet had the shortest distance with *Artemia* from Xiechi, Shanxi and the longest distance with *Artemia* from Urmia Lake, Iran [Acta Zoologica Sinica 50 (3): 364 - 369, 2004].

Key words *Artemia*, Lagkor Co of Tibet, Reproductive character, Morphological character

蔡亚能 (1988) 在命名中华卤虫 *Artemia sinica* Cai 时, 发现中华卤虫与旧金山卤虫 *Artemia franciscana* Kellogg 在雄性抱握器及雌性卵囊的形态特征上有所不同。Mura et al. (1989a, b) 研究了雄性卤虫抱握器的形态特征, 认为可以根据抱握器上瘤状突起 (Frontal knob) 形状的不同将世界

上的两性生殖卤虫分为两种类型, 即半球形的新大陆有性生殖群和半锥形的旧大陆有性生殖群。杨光等 (1995) 研究了我国孤雌生殖和两性生殖各三个品系的卤虫, 发现各盐湖卤虫的尾叉在形态、长短、两尾叉间距离及刚毛数目上存在差异。Triantaphyllidis et al. (1997) 用数值分类的方法研究

2003-09-05 收稿, 2004-03-20 接受

^{*} 国家自然科学基金面上项目 (39970138)、中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KSCX2-SW-102), 中国科学院知识创新工程领域前沿项目 (No. KSCX3-IOZ-02) 资助 [This research was funded by the grants from the National Natural Science Foundation of China (No. 39970138), the Knowledge Innovation (No. KSCX2-SW-102) of the Chinese Academy of Sciences, and the Innovation Program of the Chinese Academy of Sciences (No. KSCX3-IOZ-02)]

^{**} 通讯作者 (Corresponding author). E-mail: yxch@sdau.edu.cn, zhoukexin1@yahoo.com.cn

© 2004 动物学报 Acta Zoologica Sinica

了 11 个两性生殖卤虫种群，将它们分为旧金山卤虫群、突尼斯卤虫群、乌尔米卤虫群和东旧大陆卤虫群。

西藏拉果错位于阿里高原南部，湖面海拔 4 470 m，水化学类型属于弱度碳酸盐亚型，湖水含盐量为 5.5% - 6.5%，湖区属于高原亚寒带干旱区（刘俊英等，1998）。刘俊英等（1998）发现拉果错卤虫的卵和成体均呈紫红色，认为这种颜色能有效防止紫外线对胚胎活力和卤虫发育的危害；并认为该品系卤虫个体较大，每克含卵量较小，与国内外已知卤虫品系相比，属于大型卤虫。刘俊英等（1999）还研究了拉果错卤虫的营养成分，认为其营养价值较尕海、小柴旦湖、艾比湖、巴里坤湖、解池、塘沽、莺歌海等品系为高，属于优质的卤虫品系。Abatzopoulos et al.（1998）将西藏拉果错的卤虫品系订为一个新种，命名为西藏卤虫 *Artemia tibetiana* Abatzopoulos, Zhang et Sorgeloos. 印象初等（2001）对 *Artemia tibetiana* 是否存在提出了疑问。周可新等（2003）用数值分类的方法对来自我国山西、内蒙古以及青藏高原共 15 个两性生殖卤虫品系的卵、无节幼体进行了研究。通过卵和无节幼体的聚类分析，青藏高原卤虫品系和其他品系得到很好的分离。发现随着分布区海拔的升高，中国各卤虫品系的卵和无节幼体有增大的趋势。

卤虫是一种重要的经济动物，但有关其分类上的一些问题却一直存在争议。尤其是我国的两个种——*Artemia sinica* 和 *Artemia tibetiana*，前者被认为可能与 *Artemia urmiana* 同物异名，后者的提出则有诸多不妥之处，如 Abatzopoulos et al.（1998）将西藏拉果错卤虫品系订立新种缺乏形态描述，尤其是未能证明该品系与其它卤虫种间存在生殖隔离。本文记述了拉果错卤虫的繁殖特征，描述了拉果错卤虫在标准培养条件下雌雄成体的形态学特征，并与世界上几个主要的两性生殖卤虫种做了比较。

1 材料与方法

1.1 材料

西藏拉果错（LGC）、山西运城解池（*A. sinica*, XC）及美国大盐湖（*A. franciscana*, GSL）卤虫品系的休眠卵。研究结果与伊朗乌尔米湖品系（*A. urmiana*, URM）、突尼斯斯法克斯品系（*A. tunisiana*, SFA）做了比较。

1.2 方法

1.2.1 孵化及培养条件 参照 Triantaphyllidis et al.（1997）的方法。卤虫卵的孵化及卤虫的培养均在光照培养箱中进行，光照强度为 1 000 Lux，12 h 光照，12 h 黑暗。温度保持在 25 ± 1。孵化液为人工海水，盐度为 30‰，孵化 30 h 后，将孵出的无节幼体转移至 500 ml 烧杯中继续培养，培养液的盐度为 50‰，每个烧杯中放 200 只卤虫的无节幼体，培养密度为 0.5 只/ml，从第 8 d 起，培养密度降为 0.25 只/ml。每个品系设 3 个重复。记录各卤虫品系的最早抱对时间和最早产 F₁ 代时间。饵料为酵母和杜氏藻（*Dunaliella* sp.），投喂量参照 Triantaphyllidis et al.（1995）。不同时期饵料的投喂量见表 1。

表 1 各时期的饵料投喂量

Table 1 Feeding schedule of each period

培养时间 (d) Culture time (days)	杜氏藻 (10 ⁶ 个细胞 / 200 个卤虫) <i>Dunaliella</i> sp. (10 ⁶ cells/ 200 <i>Artemia</i>)	酵母 (10 ⁶ 个细胞 / 200 个卤虫) Yeast (10 ⁶ cells / 200 <i>Artemia</i>)
1	7.51	67.63
2, 3, 4	8.91	80.19
5, 6	13.5	121.5
7	17.82	160.38
8	37.80	340.20
9	61.20	550.80
10, 11	72.00	648.00
12, 13	90.00	810.00
14, 15	108.00	972.00
16, 17	126.00	1 134.00
18, 19	153.00	1 377.00
20 d 及以后 (20 days and thereafter)	180.00	1 620.00

1.2.2 表征性状的测量 培养 35 d 后，将各卤虫品系的成体从培养液中随机取出，用氯仿麻醉后在显微镜下用测微尺测量，每个品系的雌雄成体各测量约 30 只。其中雄性成体选取 12 个表征性状，分别为全长、腹长、3 - 8 腹节长、第 8 腹节长、第 3 腹节宽、尾叉长、头宽、第一触角长、复眼间距、复眼直径、左尾叉刚毛数、右尾叉刚毛数；雌性成体选取 13 个表征性状，为雄性的 12 个性状加上卵囊宽。测量后的卤虫成体放入 5% 的福尔马林溶液中保存。

1.2.3 数据分析 对最早抱对时间、最早产 F_1 代时间及两者间隔的时间, 做卡方检验。对西藏拉果错、山西解池及美国大盐湖等三卤虫品系的雌雄成体生物学特征的测量结果, 用柯尔莫哥洛夫——斯米诺夫检验的方法检验各表征性状的测量值是否呈正态分布, 用 Levene 法检验方差的齐次性, 若检验结果为方差齐性, 则用单因素方差分析 (One-Way ANOVA) 中的 Tukey's B 法比较平均值; 若方差为非齐性, 则用 Games & Howell 的方法比较平均值。

对各卤虫品系雌雄性成体生物学特征的测量结果做聚类分析。选择最近邻法 (Nearest neighbor) 为聚类方法, 即首先合并最近和最相似的两项, 用两类间最近点间的距离代表两类间的距离。选择欧几米得距离的平方 (Squared Euclidean distance) 作为距离的测度, 即两项之间的距离是每个变量值之差的平方和。把数值标准化到 Z 分数, 即标准化后变量均值为 0, 标准差为 1。系统将每一个值减去正被标准化的变量或观测量的均值, 再除以其标准差。如果标准差为 0, 则将所有值置为 0。

以上数据分析所用软件包为 SPSS10.0。

2 结果

2.1 最早抱对时间和最早产 F_1 代时间

各卤虫品系的最早抱对时间、最早产 F_1 代时间及两者间隔时间见表 2。从表 2 中可看出, 山西运城解池品系的抱对时间出现的较早, 平均为孵出后的第 12.67 d。它的产 F_1 代时间也出现的较早, 平均为孵出后的第 18.67 d。最早抱对时间和最早产 F_1 代时间之间的间隔平均为 6 d。美国大盐湖品系的最早抱对时间和最早产 F_1 代时间平均比解池品系晚 2 d, 最早抱对时间和最早产 F_1 代时间之间的间隔与山西解池品系一样, 平均为 6 d。而西藏拉果错品系的最早抱对时间则出现的较晚, 平均为孵出后的第 17.33 d, 最早产 F_1 代时间也较晚, 平均为孵出后的第 27 d, 平均间隔为 9.67 d。

卡方检验的结果表明, 西藏拉果错卤虫品系与山西解池卤虫品系在最早产 F_1 代时间上有显著差异, 其余两两间的差异均不显著。

2.2 各卤虫品系雄性成体的形态特征

各卤虫品系雄性成体表征性状的测量结果见表 3。但从表 3 可看出, 两者在雄性成体体长上的差

异并不是很大, 拉果错品系平均体长仅比解池品系长 0.76 mm, 不到 10%。

拉果错卤虫的平均腹长/全长为 49.06%, 腹长约为全长的一半。而解池卤虫为 52.26%, 美国大盐湖卤虫为 45.38%, 伊朗乌尔米卤虫为 57.72%, 突尼斯斯法克斯卤虫为 52.60%。可见, 拉果错卤虫属于腹长/全长较小的品系。

表 2 各卤虫品系的最早抱对时间、最早产 F_1 代时间及其间隔时间 (平均值 \pm 标准差)

Table 2 The earliest time of pairing and reproduction of each *Artemia* populations and the interval among them (Mean \pm SD)

	最早抱对时间 (d) Earliest time of pairing (days)	最早产 F_1 代时间 (d) Earliest time of reproduction (days)	间隔时间 (d) Interval among them (days)
XC	12.67 \pm 1.15	18.67 \pm 0.58	6.00 \pm 1.00
LGC	17.33 \pm 1.15	27.00 \pm 2.00	9.67 \pm 1.15
GSL	14.67 \pm 0.58	20.67 \pm 1.15	6.00 \pm 1.00

XC: 山西解池卤虫。LGC: 西藏拉果错卤虫。GSL: 美国大盐湖卤虫。

XC: *Artemia* from Xiechi, Shanxi. LGC: *Artemia* from Lagkor Co, Tibet. GSL: *Artemia* from Great Salt Lake, USA.

聚类分析的结果见表 4。由表 4 可见, 拉果错品系与山西解池品系距离最近, 距离为 10.312; 与伊朗乌尔米湖品系距离最远, 为 23.641。与其它两个品系间的距离在 10 - 20 之间。

2.3 各卤虫品系雌性成体的形态特征

各卤虫品系雌性成体表征性状的测量结果见表 5。由表 5 可看出, 拉果错卤虫雌性成体的全长比雄性成体要长一些, 平均长约 1.63 mm。与雄性成体一样, 拉果错卤虫雌性成体平均体长比伊朗乌尔米湖卤虫的短。

拉果错卤虫雌性成体平均腹长/全长为 53.20%, 腹长超过全长的一半。而解池卤虫为 56.01%, 美国大盐湖卤虫为 50.81%, 伊朗乌尔米卤虫为 60.49%, 突尼斯斯法克斯卤虫为 53.96%。与其它卤虫品系相比, 拉果错卤虫属于腹长/全长较小的品系。

聚类分析的结果见表 6。由表 6 可见, 和雄性成体一样, 拉果错品系的雌性成体也是与山西解池品系距离最近, 为 8.940; 与伊朗乌尔米湖品系距离最远, 为 54.143。与其它两个品系间的距离不远, 均不到 10。

表 3 各卤虫品系雄性成体生物学特征测量结果 (平均值 \pm 标准差, 毫米)Table 3 Mean values of the biological characters of adult males of each *Artemia* populations (Mean \pm SD, mm)

	LGC ($n=32$)	XC ($n=30$)	GSL ($n=30$)	URM ($n=30$)	SFA ($n=30$)
A	11.17 ^a \pm 0.47	10.41 ^b \pm 0.70	9.19 ^c \pm 0.58	12.37 \pm 0.62	8.86 \pm 0.59
B	5.48 ^a \pm 0.36	5.44 ^a \pm 0.42	4.17 ^b \pm 0.35	7.14 \pm 0.46	4.66 \pm 0.36
C	4.59 ^a \pm 0.30	4.58 ^a \pm 0.37	3.44 ^b \pm 0.32	6.22 \pm 0.44	4.00 \pm 0.32
D	1.23a \pm 0.10	1.35 ^b \pm 0.11	1.01 ^c \pm 0.12	1.86 \pm 0.14	1.29 \pm 0.14
E	0.53 ^a \pm 0.03	0.48 ^b \pm 0.04	0.55 ^c \pm 0.04	0.51 \pm 0.03	0.47 \pm 0.04
F	0.38 ^a \pm 0.04	0.35 ^b \pm 0.04	0.19 ^c \pm 0.04	0.18 \pm 0.03	0.39 \pm 0.06
G	0.92 ^a \pm 0.04	0.83 ^b \pm 0.05	0.86 ^c \pm 0.04	0.97 \pm 0.05	0.86 \pm 0.05
H	1.64 ^a \pm 0.10	1.39 ^b \pm 0.07	1.23 ^c \pm 0.08	1.56 \pm 0.14	1.25 \pm 0.11
I	2.01 ^a \pm 0.09	1.82 ^b \pm 0.10	1.85 ^b \pm 0.11	2.14 \pm 0.14	1.73 \pm 0.12
J	0.42 ^a \pm 0.03	0.35 ^b \pm 0.02	0.39 ^c \pm 0.02	0.45 \pm 0.05	0.37 \pm 0.03
K	11.03 ^a \pm 1.66	13.00 ^b \pm 2.35	10.77 ^a \pm 2.82	2.67 \pm 1.56	8.53 \pm 1.63
L	10.94 ^a \pm 1.85	13.50 ^b \pm 2.53	10.73 ^a \pm 2.69	2.87 \pm 1.48	8.33 \pm 1.73

LGC: 西藏拉果错卤虫。XC: 山西解池卤虫。GSL: 美国大盐湖卤虫。URM: 伊朗乌尔米湖卤虫。SFA: 突尼斯斯法克斯卤虫。

A: 全长。B: 腹长。C: 3-8 腹节长。D: 第 8 腹节长。E: 第 3 腹节宽。F: 尾叉长。G: 头宽。H: 第 1 触角长。I: 复眼间距。J: 复眼直径。K: 左尾叉刚毛数。L: 右尾叉刚毛数。n: 样本量。伊朗乌尔米湖及突尼斯斯法克斯卤虫品系的测量结果引自 Triantaphyllidis et al. (1997), 不同上标的平均值差异显著 ($\alpha=0.05$)。

LGC: *Artemia* from Lagkor Co, Tibet. XC: *Artemia* from Xiechi, Shanxi. GSL: *Artemia* from Great Salt Lake, USA. URM: *Artemia* from Urmia Lake, Iran. SFA: *Artemia* from Sfax, Tunisia.

A: Total length. B: Abdominal length. C: Length from the third abdominal segment to the end of the abdomen. D: Length of the eighth abdominal segment. E: Width of third abdominal segment. F: Length of furca. G: Width of head. H: Length of first antenna. I: Distance between eyes. J: Diameter of compound eye. K: Number of setae on the left branch of the furca. L: Number of setae on the right branch of the furca. Data of *Artemia* populations of Urmia Lake, Iran and Sfax, Tunisia were derived from Triantaphyllidis et al. (1997). Means with different superscripts differ significantly ($\alpha=0.05$) n: Sample size.

表 4 各卤虫品系雄性成体生物学特征的相似性矩阵

Table 4 Proximity matrix for the biological characters of adult males of each *Artemia* populations

	XC	LGC	GSL	URM	SFA
XC		10.312	9.556	43.120	11.702
LGC	10.312		15.933	23.641	19.261
GSL	9.556	15.933		46.696	11.122
URM	43.120	23.641	46.696		48.656
SFA	11.702	19.261	11.122	48.656	

字母缩写含义同表 3。

The abbreviated letters bear the same meaning as those in the Table 3.

3 讨论

有关中国两性生殖卤虫的分类地位问题在世界上一直存在争议。侯林等 (1997a) 分析了中华卤

虫 *Artemia sinica* 的同工酶基因表达情况, 并与其他五类两性生殖卤虫进行了比较, 认为中华卤虫 *Artemia sinica* 与伊朗的乌尔米湖卤虫 *Artemia urmiana* Günther, 1900 亲缘关系较近, 并由后者进化而来。而青藏高原卤虫品系存在的位置是非常重要的, 正处于乌尔米湖卤虫 *Artemia urmiana* 向中华卤虫 *Artemia sinica* 传播的主要通道上。因此, 对青藏高原卤虫品系的研究, 对阐明中国两性生殖卤虫与乌尔米湖卤虫 *Artemia urmiana* 的亲缘关系以及研究古老两性生殖卤虫品系的传播、扩散和 *Artemia sinica* 的形成具有重要意义。本研究通过聚类分析表明, 西藏拉果错品系与中华卤虫的距离最近, 这表明二者有着较近的亲缘关系。但中华卤虫与乌尔米湖卤虫的距离最远, 此结果与侯林等 (1997a) 通过同工酶基因研究所得的结果不一致。

表 5 各卤虫品系雌性成体生物学特征测量结果 (平均值 ±标准差)

Table 5 Mean values of the biological characters of adult females of each *Artemia* populations (X ±SD)

	LGC (n = 32)	XC (n = 30)	GSL (n = 30)	URM (n = 30)	SFA (n = 31)
A	12.80 ^a ±0.79	11.98 ^b ±0.72	11.18 ^c ±0.45	16.35 ±0.87	10.99 ±0.87
B	6.81 ^a ±0.49	6.71 ^b ±0.42	5.68 ^c ±0.34	9.89 ±0.79	5.93 ±0.52
C	5.09 ^a ±0.38	5.25 ^a ±0.38	4.40 ^b ±0.30	8.14 ±0.74	4.67 ±0.41
D	1.35 ^a ±0.10	1.54 ^b ±0.12	1.19 ^c ±0.09	2.26 ±0.27	1.44 ±0.17
E	0.70 ^a ±0.05	0.65 ^b ±0.04	0.72 ^a ±0.06	0.70 ±0.05	0.60 ±0.05
F	0.39 ^a ±0.06	0.35 ^b ±0.05	0.21 ^c ±0.03	0.18 ±0.03	0.36 ±0.07
G	0.94 ^a ±0.05	0.89 ^b ±0.05	0.94 ^a ±0.05	1.05 ±0.05	0.94 ±0.08
H	1.28 ^a ±0.10	0.97 ^b ±0.06	0.77 ^c ±0.06	1.19 ±0.11	0.91 ±0.07
I	1.73 ^a ±0.13	1.63 ^b ±0.10	1.57 ^b ±0.09	2.07 ±0.09	1.62 ±0.12
J	0.31 ^a ±0.02	0.26 ^b ±0.02	0.30 ^a ±0.02	0.34 ±0.02	0.30 ±0.02
K	9.81 ^a ±1.93	11.47 ^b ±1.66	9.97 ^a ±2.06	2.10 ±1.47	6.84 ±1.92
L	10.00 ^a ±1.68	11.43 ^b ±2.11	9.80 ^a ±1.75	2.10 ±1.81	6.84 ±1.83
M	2.09 ^a ±0.14	1.94 ^b ±0.18	1.96 ^b ±0.13	2.18 ±0.26	1.73 ±0.23

字母缩写含义同表 3。不同上标的平均值差异显著 (= 0.05)。伊朗乌尔米湖及突尼斯斯法克斯卤虫品系的测量结果引自 Triantaphyllidis et al. (1997)。

The abbreviated letters bear the same meaning as those in the Table 3. Means with different superscripts differ significantly (= 0.05)。Data of *Artemia* populations of Urmia Lake, Iran and Sfax, Tunisia were derived from Triantaphyllidis et al. (1997)。

表 6 各卤虫品系雌性成体生物学特征的相似性矩阵

Table 6 Proximity matrix for the biological characters of females of each *Artemia* populations

	XC	LGC	GSL	URM	SFA
XC		8.940	12.390	36.418	14.766
LGC	8.940		9.787	54.143	9.034
GSL	12.390	9.787		51.011	12.602
URM	36.418	54.143	51.011		50.908
SFA	14.766	9.034	12.602	50.908	

字母缩写含义同表 3。

The abbreviated letters bear the same meaning as those in the Table 3.

1998 年, Abatzopoulos 做了西藏拉果错卤虫与中华卤虫及拉果错卤虫与乌尔米卤虫的杂交实验, 正反交实验的结果为 40% - 60% 的配对产生了后代, 而且还可以产生 F₂、F₃ 代, 但仍认为拉果错卤虫与中华卤虫、乌尔米卤虫间存在生殖隔离, 并命名拉果错卤虫为一新种 *Artemia tibetiana* Abatzopoulos, Zhang et Sorgeloos, 1998, 这实在令人费解。因为卤虫杂交实验有很规范的步骤, 通常能正常产生 F₂ 代即说明亲本间不存在生殖隔离 (侯林等, 1997b; Pilla and Beardmore, 1994)。而 Abatzopoulos 的杂交实验中已产生 F₃ 代, 这只能说明拉果错卤虫与其它旧大陆两性生殖卤虫间不存在生

殖隔离, 拉果错卤虫并非新种。这与印象初等 (2001) 的观点是一致的。

由于青藏高原独特的高寒生态环境, 生活在此地区盐湖中的卤虫有着不同于平原盐湖卤虫的特征 (贾沁贤等, 2002; 刘俊英等, 1998, 1999)。如西藏拉果错的两性生殖卤虫平均水合卵径为 337.55 μm, 平均无节幼体体长为 668.96 μm, 均是已报道的世界上包括孤雌生殖卤虫在内的各品系中最大的 (周可新等, 2003)。由于卤虫的形态特征受实验室培养条件的影响较大 (Gilchrist, 1960), 因此只有提供标准的培养条件才能使不同种或品系的形态特征具有可比性。而在标准培养条件下经与世界上几个主要两性生殖卤虫种相比较, 西藏拉果错卤虫的雌雄成体属于较大的类型, 但并不像其卵和无节幼体那样明显大于其它品系。

卤虫是青藏高原盐湖中主要的大型无脊椎动物。从西藏拉果错卤虫品系的繁殖及成体形态特征的研究中, 我们可以总结出其适应栖息地环境的一般特征, 即生活史较长, 雌雄成体的体型较大。

致谢 解池卤虫卵由河北大学张道川副教授采集, 拉果错卤虫卵由中国制盐工程技术研究院于秀玲同志提供, 在此一并致谢。

参考文献 (References)

- Abatzopoulos TJ, Zhang B, Sorgeloos P, 1998. *Artemia tibetiana*: preliminary characterization of a new *Artemia* species found in Tibet (People's Republic of China). *International Journal of Salt Lake Research* 7: 41 - 44.
- Cai YN, 1988. A new species of brine shrimp *Artemia sinica*. *Artemia Newsletter* (10): 40.
- Gilchrist BW, 1960. Growth and form of the brine shrimp *Artemia salina* L. *Proc. Zool. Soc. London* 134: 221 - 235.
- Hou L, Cai HJ, Zou XY, Yang G, 1997a. Expression of isozyme genes and taxonomic status of bisexual *Artemia* from China. *Acta Zool. Sin.* 43 (2): 184 - 191 (In Chinese).
- Hou L, Yang G, Cai HJ, 1997b. The reproduction isolation among 11 bisexual *Artemia* strains from China. *Transactions of Oceanology and Limnology* (1): 48 - 52 (In Chinese).
- Jia QX, Xu N, Zhu J, Xu MQ, Cao H, 2002. Effects of temperature on the development and population growth of brine shrimp *Artemia parthenogenetica* Cahai. *Acta Zool. Sin.* 48 (2): 175 - 182 (In Chinese).
- Liu J Y, Luo J, Zheng MP, 1999. A study of *Artemia* in Lagkor Co., Tibet. : Nutrient. *Journal of Lake Sciences* 11 (3): 283 - 288 (In Chinese).
- Liu J Y, Zheng MP, Luo J, 1998. A study of *Artemia* in Lagkor Co., Tibet. : Biological feature. *Journal of Lake Sciences* 10 (2): 92 - 96 (In Chinese).
- Mura G, Caldo LD, Fanfani A, 1989a. Sibling species of *Artemia*: a light and electron microscopic survey of the frontal knobs. Part . *Journal of Crustacean Biology* 9 (3): 414 - 419.
- Mura G, Caldo LD, Fanfani A, 1989b. Sibling species of *Artemia*: a light and electron microscopic survey of the frontal knobs. Part . *Journal of Crustacean Biology* 9 (3): 420 - 424.
- Pilla EJS, Beardmore JA, 1994. Genetic and morphometric differentiation in Old World bisexual species of *Artemia* (the brine shrimp). *Heredity* 73: 47 - 56.
- Triantaphyllidis GV, Criel GRJ, Abatzopoulos TJ, Sorgeloos P, 1997. International study on *Artemia*. L . Morphological study of *Artemia* with emphasis to Old World strains. . Bisexual populations. *Hydrobiologia* 357: 139 - 153.
- Triantaphyllidis GV, Pouloupoulou K, Abatzopoulos TJ, Pinto Perez CA, Sorgeloos P, 1995. Salinity effects on survival, maturity, growth, biometrics, reproductive and lifespan characteristics of a bisexual and a parthenogenetic population of *Artemia*. *Hydrobiologia* 302: 215 - 227.
- Yang G, Cai HJ, Hou L, 1995. Studies on biological characters of *Artemia* strains from six salt lakes of China. *Transactions of Oceanology and Limnology* (3): 39 - 47 (In Chinese).
- Yin XC, Yin H, Zhou KX, Zhang DC, Shi JP, 2001. Development and utilization of salt algae *Dunaliella salina* and brine shrimp *Artemia* spp. in the plateau salt lake of China. *Journal of Salt Lake Research* 9 (1): 4 - 8 (In Chinese).
- Zhou KX, Xu MQ, Guan YQ, Yin XC, 2003. Numeric taxonomy using cysts and nauplii of bisexual *Artemia* from China. *Journal of Lake Sciences* 15 (2): 153 - 159 (In Chinese).
- 侯林, 蔡含筠, 邹向阳, 杨光, 1997a. 中国两性生殖卤虫同工酶基因的表达及分类地位. *动物学报* 43 (2): 184 - 191.
- 侯林, 杨光, 蔡含筠, 1997b. 中国两性生殖卤虫 11 个品系间的生殖隔离. *海洋湖沼通报* (1): 48 - 52.
- 贾沁贤, 徐宁, 朱江, 许木启, 曹宏, 2002. 温度对青海海盐湖卤虫发育和种群增长的影响. *动物学报* 48 (2): 175 - 182.
- 刘俊英, 郑绵平, 罗健, 1998. 西藏拉果错卤虫. 1. 生物学特征. *湖泊科学* 10 (2): 92 - 96.
- 刘俊英, 罗健, 郑绵平, 1999. 西藏拉果错卤虫. 2. 营养成分. *湖泊科学* 11 (3): 283 - 288.
- 杨光, 蔡含筠, 侯林, 1995. 中国六个盐湖卤虫品系生物学特征的研究. *海洋湖沼通报* (3): 39 - 47.
- 印象初, 印红, 周可新, 张道川, 施鉴屏, 2001. 高原盐湖盐藻和卤虫资源的开发和利用. *盐湖研究* 9 (1): 4 - 8.
- 周可新, 许木启, 管越强, 印象初, 2003. 中国两性生殖卤虫卵及无节幼体的数值分类研究. *湖泊科学* 15 (2): 153 - 159.