

若干种枝角类卵鞍表面亚显微结构的比较研究

堵南山 李逸平

(华东师范大学生物学系, 上海 200062)

提 要

以扫描电镜对发头裸腹蚤、蚤状蚤、隆线蚤指名亚种以及隆线蚤东湖一亚种的卵鞍分别进行了比较研究,发现卵鞍表面的亚显微结构有明显的差异,但亚种之间差异较小。隆线蚤指名亚种与隆线蚤东湖一亚种二者的卵鞍在光学显微镜下看不出有什么差异,然而亚显微结构却互不相同。这就为东湖一新亚种的确定提供了一项可靠的依据,同时也进一步证实卵鞍的超微结构确可作为枝角类分类的表征。

关键词 枝角类,卵鞍,超微结构,人工诱导,扫描电镜观察

卵鞍是一部分枝角类在两性生殖中所形成的独特结构。过去, Storch (1925)、Banta (1926)、Berg (1936)、Mellors (1975) 等对蚤属中几个种的卵鞍曾先后作过一些描述^[2,6,9,10]。近年来电镜的应用,使得卵鞍的研究进入一个新的阶段^[1]。但是卵鞍的采集并不那么容易,同时在实验室内人工诱导形成也有一定困难,因此对卵鞍超微结构的研究仍然只限于蚤属少数几种而已。本实验则对隶属于二个科的三个种和一个亚种的卵鞍分别进行了扫描电镜的观察,并对其表面的亚显微结构作了比较研究,目的在于为枝角类的鉴定,特别是对难以区分的近亲种、亚种的鉴定,提供可靠的分类依据。

材 料 与 方 法

发头裸腹蚤 (*Moina irrasa*) 1988年3月采自上海市嘉定县一池塘中;在实验室内纯化培养,通过数代孤雌生殖,取其种群中一个母蚤置于 $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的黑暗条件下,并控制饵料数量,使蚤的种群密度达到 691000—1472000 个/L,以诱导产生雄蚤而行两性生殖。大部分母蚤不久就形成卵鞍;死亡后,便可在培养缸底获得大量卵鞍。

蚤状蚤 (*Daphnia pulex*) 在 1988年4月从上海市金山县一池塘中采得。经过一段时间的室内培养,母蚤产生卵鞍。等这些母蚤死去,采取缸底卵鞍。1989年4月又在同一池塘中采得背负卵鞍的母蚤,在室内培养后,获得第二批卵鞍。

隆线蚤指名亚种 *Daphnia (Ctenodaphnia) carinata carinata* (King) 在 1988年

4 月至 6 月从上海市华东师范大学校河中陆续采获,置于 $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 恒温下培养,一次性加入丰富的饵料,随后不再追加,使蚤的种群密度达 1900 个/L 左右,以诱导产生雄蚤而行两性生殖。待母蚤产生卵鞍死去后,再在缸底收集卵鞍。同时还从校河底部淤泥中搜检自然产生的同种卵鞍。

隆线蚤东湖一亚种 *Daphnia (Ctenodaphnia) carinata* spp. 在 1982 年采自武汉东湖,其中有些母蚤背负完整的卵鞍,内含冬卵。同时标本内还有不少游离的卵鞍,即用来作为材料。

将上述各种卵鞍分别用蒸馏水反复冲洗,再用酒精梯度脱水,以醋酸异戊酯置换酒精,在 Hitachi HCP-2 临界点干燥仪上作临界点干燥,用 Eiko IB. 3 离子溅射仪喷金,最后在 Hitachi S-450 扫描电镜下观察和照相。

结 果

对上述枝角类三个种和一个亚种共 82 只卵鞍分别测量其长、宽度(表 1),并在扫描电镜下研究了其表面结构。

表 1 枝角类三个种和一个亚种卵鞍的测量

Tab. 1 Summary of ephippia measurements (mm) for three species and a subspecies

种 类 Species	项目与范围 Item & Range		平均值与标准差 Mean \pm Standard error		测量的卵鞍数(个) Number of ephippia measured
	长 Length	宽 Width	长 Length	宽 Width	
发头裸腹蚤 <i>M. irrasa</i>	0.494—0.682	0.353—0.479	0.590 ± 0.040	0.413 ± 0.035	23
蚤状蚤 <i>D. pulex</i>	0.729—0.893	0.470—0.564	0.821 ± 0.038	0.502 ± 0.026	30
隆线蚤指名亚种 <i>D. carinata carinata</i>	0.893—1.081	0.376—0.470	0.969 ± 0.048	0.436 ± 0.026	18
隆线蚤东湖一亚种 <i>D. carinata</i> spp.	0.987—1.175	0.423—0.541	1.110 ± 0.068	0.484 ± 0.045	11

发头裸腹蚤的卵鞍

长卵形,略似珠蚌壳,前宽后窄。背缘较直,腹缘弧圆,平均长 $0.590 \pm 0.040\text{mm}$,宽 $0.413 \pm 0.035\text{mm}$,长与宽之比为 1.43。内储冬卵 2 枚,两冬卵的长轴几乎均与卵鞍背缘平行。背缘光滑无刺。卵鞍表面全部满布近似圆球形的小突起,突起直径约 $21.60\mu\text{m}$,顶部有一些凹凸的皱纹(图版 I:1,2)。

蚤状蚤的卵鞍

近乎直角三角形,前缘与背缘都较平直,相互夹成一近似直角。腹缘弯曲;后端较狭。平均长 $0.821 \pm 0.038\text{mm}$,宽 $0.502 \pm 0.026\text{mm}$,长与宽之比为 1.64。卵鞍左右侧表面有两个肾脏形隆起,各隆起内储一枚冬卵;冬卵的长轴垂直于卵鞍背缘。背缘密生细刺;近背缘的左右侧还有多数棘突。卵鞍表面全部布满小凹陷,凹陷长约 $3.33\mu\text{m}$,宽约 $1.33\mu\text{m}$, (图版 I:3—7)。

隆线蚤指名亚种的卵鞍

豆荚形,较狭长,平均长 $0.969 \pm 0.048\text{mm}$,宽 $0.436 \pm 0.026\text{mm}$,长与宽之比为 2.22。内储冬卵 2 枚;冬卵长轴与卵鞍背缘夹成一锐角。背缘前端具一根长刺,沿缘列生二行栉刺,栉刺列一直顺延到长刺上。每个栉刺长约 $14.26\mu\text{m}$,前后两刺基部的间距约为 $23.76\mu\text{m}$ 。卵鞍表面大部分布满小凹陷,每个凹陷平均大小约为 $3.64 \times 1.82\mu\text{m}$ 。但近背缘处的表面却无凹陷而有鳞纹结构,鳞纹最大长度约 $9.92\mu\text{m}$ (图版 1:8—10)。

隆线蚤东湖一亚种的卵鞍

形状与隆线蚤指名亚种的相同,平均长 $1.110 \pm 0.068\text{mm}$,宽 $0.484 \pm 0.045\text{mm}$ 。冬卵的长轴与卵鞍背缘也夹成一锐角。除背缘的二列栉刺外,近背缘的左右侧面还有许多细小的刚毛。每个栉刺长约 $43.44\mu\text{m}$,前后两刺基部的间距约为 $26.95\mu\text{m}$ 。卵鞍表面全部密布多边形鳞纹,鳞纹大小因部位不同而异,近背缘处较小,最大长度约 $8.58\mu\text{m}$,近腹缘处较大,最大长度约 $12.00\mu\text{m}$ 。至于冬卵所据部位的表面由于向外隆起而鳞纹也就略呈穹形,鳞纹最大长度约 $11.25\mu\text{m}$ (图版 1:11—13)。

讨 论

枝角类的生殖有两种不同的方式,平时行孤雌生殖,种群内几乎全是母蚤;但环境条件一旦恶化,便出现雄蚤,两性生殖代替孤雌生殖。两性生殖时,母蚤所产的卵称为冬卵或休眠卵^[1,6,10]。一部分种类的冬卵外围独特的结构,形成卵鞍。卵鞍的构造比较复杂^[1],作者对其超微结构已进行了研究^[2],发现卵鞍可分数层,各层结构不同。同时发现卵鞍的结构十分恒定,无论天然形成,还是人工诱导形成,结构都完全一样。通过这次研究,又进一步发现枝角类的卵鞍在扫描电镜下有明显的种间和亚种间的差异:发头裸腹蚤卵鞍的背缘光滑,表面全部满布圆球形小突起。而蚤状蚤与隆线蚤指名亚种二者卵鞍的背缘却都不光滑,具有细刺或栉刺;表面均有凹陷。不过这两种卵鞍相互也明显不同:蚤状蚤卵鞍背缘密生细刺,近背缘的左右侧还有多数棘突,表面全部密布小凹陷;而隆线蚤指名亚种卵鞍背缘有两列大的栉刺,表面大部分虽也有小凹陷,但靠近背缘处却无凹陷而有鳞纹。

隆线蚤东湖一亚种是武汉东湖枝角类的优势种之一^[3-5]。早年蒋燮治(1965)曾鉴定为隆线蚤驼背亚种 (*Daphnia carinata gibba*)^[5],1979 年蒋燮治和堵南山发现它与原始描述存在一定差异,认为可提订成一新亚种^[6]。近年来黄祥飞等(1981,1984)对其生物学进行了不少深入的研究,也认为这一亚种与指名亚种明显不同^[3,4]。这次研究发现东湖一亚种与指名亚种二者卵鞍在光镜下确实伯仲难分,形态相同,背缘前端都有一根长刺,背缘及长刺上均具二列栉刺,刺尖斜向后方。卵鞍的长与宽之比也基本相同,指名亚种为 2.22,东湖一亚种为 2.29。但在扫描电镜下发现二者却存在比较明显的差异,指名亚种卵鞍背缘仅有二列栉刺,东湖一亚种卵鞍背缘除二列栉刺外,近背缘的左右侧面还有许多小刚毛。此外,前者卵鞍表面大部分有凹陷,近背缘处则无凹陷而有鳞纹;后者卵鞍表面却全无凹陷而密布鳞纹。看来亚种间卵鞍的差异似比种间的小。至于东湖一亚种是否可确立为一新亚种,甚至一新种,还应作进一步的精详研究。

通过这次研究,进一步证实了枝角类卵鞍的超微结构存在着明显的种间和亚种间的

差异,这些差异究竟具有何种生物学意义,迄今虽难阐释,但无疑可作为分类学上的精确表征,用来鉴别枝角类不同的种和亚种,特别是目前难以鉴别的种和亚种。

参 考 文 献

- [1] 堵南山, 1987. 甲壳动物学(上册), 21—136 页。科学出版社。
- [2] 堵南山, 李逸平, 1990. 隆线蚤卵鞍的超微结构。动物学报, **36**(4): 341—344。
- [3] 黄祥飞、胡春英, 1981. 武汉东湖透明蚤和隆线蚤—亚种体长——体重回归方程式。水生生物学集刊, **7**(3): 387—395。
- [4] 黄祥飞, 1984. 温度对透明蚤和隆线蚤—亚种发育及生长的影响。水生生物学集刊, **8**(2): 207—224。
- [5] 蒋雯治, 1965. 武昌东湖枝角类种类组成与数量变动的观察。水生生物学集刊, **5**(2): 220—237。
- [6] 蒋雯治、堵南山, 1979. 中国动物志: 淡水枝角类。24—35 页以及 101—162 页。科学出版社。
- [7] Benzie, J. A. H., 1986. *Daphnia occidentalis*, new species (Cladocera: Daphniidae) from western Australia: new evidence on the evolution of the north American *D. ambigua*-*D. middendorffiana* group. *J. Crustacean Biol.*, **6**(2): 232—245.
- [8] Fryer, G. and David, G. F., 1981. 2-egged ephippia in the *Chydorid* cladocera. *Freshwater Biol.*, **11**(4): 391—394.
- [9] Mellors, W. K., 1975. Selective predation of ephippial *Daphnia* and the resistance of ephippial eggs to digestion. *Ecol.*, **56**: 974—980.
- [10] Stross, R. G. and Hill, J. C., 1965. Diapause induction in *Daphnia* requires two stimuli. *Sci.*, **150**: 1462—1464.

COMPARATIVE STUDIES ON THE ULTRA STRUCTURES OF EPHIPPIA OF THREE SPECIES AND A SUBSPECIES OF CLADOCERA (CRUSTACEA)

Du Nanshan and Li Yiping

(Department of Biology, East China Normal University, Shanghai 200062)

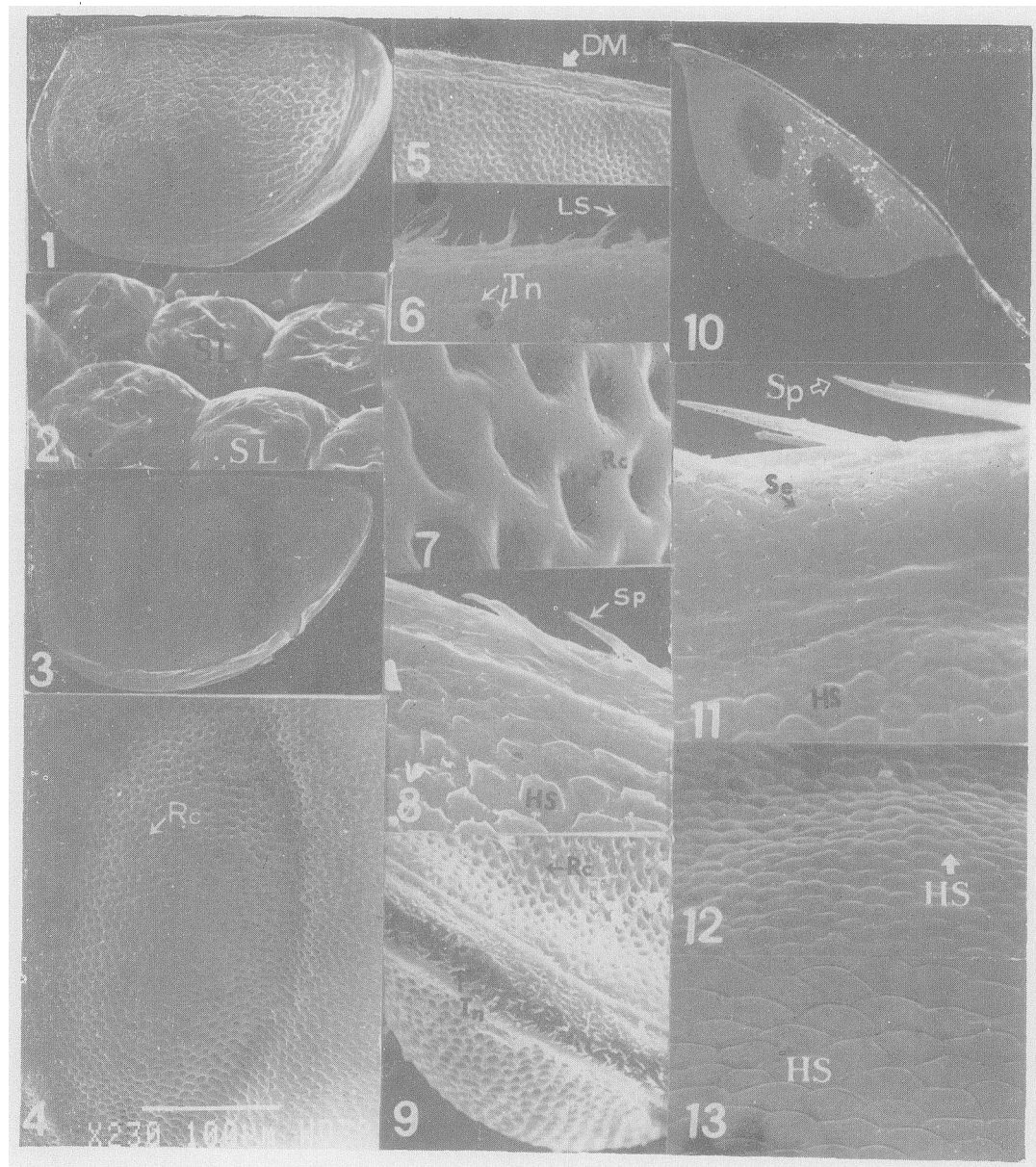
Abstract

The ultrastructure of the ephippia of *Moina irrasa*, *Daphnia pulex*, *Daphnia* (*Ctenodaphnia*) *carinata carinata* (King), and *Daphnia*(*Ctenodaphnia*) *carinata ssp.* were studied by scanning electron microscopy.

The outer surfaces of the ephippia of *M. irrasa*, *D. pulex*, *D. carinata carinata* and *D. carinata ssp.* are distinctly different from one another. The ephippium of *M. irrasa* has an outer surface composed of closely spherical lobes ca. 21.6 μ . In *D. pulex* and *D. carinata carinata*, the ephippial surfaces are covered by recesses; the latter species has scaly structure on its surface near the dorsum. The outer surface of the ephippium of *D. carinata ssp.* in Lake Dong Hu of Wuhan is only covered by polygonal scaly structure and has no recesses. The ephippia in the four species and subspecies differ greatly in shape and ultrastructure of the dorsal margin. In *M. irrasa*, the dorsal margin of the ephippium is void of any surface ornamentation. In *D. pulex*, it has a lot of leptospines and thorns. The dorsal margin of the ephippium of *D. carinata ssp.*, has many seta, besides two rows of small spines observed in *D. carinata carinata*.

It is clear that the surface characteristics of the ephippia are species-specific and subspecies-specific. The uniquely structured outer surface of the ephippium of *D. carinata ssp.* provides a morphological proof for the validity of this taxon as a true subspecies.

Key words Cladocera, Ephippium, ultra structure, Artificial inducing, SEM observation



1—2 发头裸腹蚤 (1.卵鞍整体 $\times 130$, 2.卵鞍表面局部放大 $\times 1500$); 3—7 蚤状蚤 (3.卵鞍整体 $\times 90$, 4.卵鞍表面一个肾脏形隆起 $\times 230$, 5.背缘 $\times 300$, 6.背缘和近背缘表面 $\times 2000$, 7.表面小凹陷放大 $\times 3000$); 8—10 隆线蚤指名亚种 (8.背缘和近背缘表面 $\times 1500$, 9.腹缘和近腹缘左右侧 $\times 550$, 10.卵鞍整体 $\times 75$); 11—13 隆线蚤东湖一亚种 (11.背缘和近背缘表面 $\times 1500$, 12.冬卵所在部位的卵鞍表面 $\times 1000$, 13.近腹缘表面 $\times 1500$)

SL. 圆球状小突起 Rc. 凹陷 DM. 背缘 LS. 细刺 Tn. 棘突 Sp. 栉刺 HS. 鳞纹 Se. 刚毛

1—2. *M. irrasa* (1. An external view of the ephippium. $\times 130$ 2. The spherical lobes on the outer surface. $\times 1500$); 3—7. *D. pulex* (3. An external view of the ephippium. $\times 90$ 4. The surface sculpture of the ephippium. $\times 230$ 5. The dorsal margin. $\times 300$ 6. The lepto-spines and thorns on the dorsal margin. $\times 2000$ 7. Part of the ephippium, showing the recess. $\times 3000$); 8—10. *D. carinata carinata* (King). (8. The spines on the dorsal margin and dorsal surface of the ephippium. $\times 1500$, 9. Outer surface near ventral margin, and the thorns on the ventral margin. $\times 550$, 10. An external view of the ephippium. $\times 75$); 11—13. *D. carinata ssp.* (11. The spines and the fine setae on the dorsal margin, and dorsal surface of the ephippium. $\times 1500$, 12. The part of the external surface of the ephippial cavity with two resting eggs. $\times 1000$, 13. The external surface near ventral margin. $\times 1500$)

SL.——Spherical lobes Rc.——Recess DM.——Dorsal margin LS.——Lepto-spine Tn.——Thorn Sp.——Spine HS.——Hexagonal scaly structure Se.——Setae