

温度对海洋底栖端足类日本大螯蜚 (*Grandidierella japonica*) 存活、生长和发育的影响*

闫启仑, 陈红星, 韩明辅, 闫吉成, 贾树林

(国家海洋环境监测中心, 大连 116023)

Q959.2235

摘要: 日本大螯蜚 (*Grandidierella japonica*) 生长发育的适温范围为20~26℃, 不同发育期耐受温度范围不同, 刚孵化幼体温度下限为11℃, 上限为32℃, 以后随着幼体发育, 其对低温的适应力逐渐增强。雄性个体对极限温度的忍耐力低于雌性, 在耐受温度范围内, 幼体的生长发育随着温度的提高而加快。研究结果表明, 日本大螯蜚实验室培养温度宜选择在20~26℃, 用其进行的沉积物急性和慢性毒性生物检验的实验温度均宜选择在20℃。

关键词: 端足类; 日本大螯蜚; 温度; 存活; 生长和发育

Effects of temperature on survival, growth and development of amphipod *Grandidierella japonica*

YAN Qi-Lun, CHEN Hong-Xing, HAN Ming-Fu, YAN Ji-Cheng, JIA Shu-Lin (National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023, China)

Abstract: The experiments on effects of temperature on survival, growth and development of marine amphipod *Grandidierella japonica* were conducted for 31 days using immature amphipods (approximately 10 days old) under a set of constant temperatures. The results show that the optimum temperature for *G. japonica* was 20~26℃. The tolerant temperature range dropped as the larvae grew. The low tolerant temperature was 11℃ for the larvae hatching within 3 weeks and the bigger ones became more tolerant to lower temperature (<11℃). The high tolerant temperature was 32℃ for the 3-week larvae and it dropped at 29℃ for the bigger ones. Female amphipods were more tolerant both to lower and higher temperature than the male. The growing rate of the larvae increased steadily with the temperature rise within the tolerant temperature range. The results suggested that 20~26℃ were optimum for *G. japonica* cultured in the laboratory and 20℃ was optimum for experiment testing the short-and long-term sediment toxicity using the amphipod *G. japonica*.

Key words: amphipod; *Grandidierella japonica*; temperature; survival; growth and development

文章编号: 1000-0933(1999)04-0495-04 中图分类号: Q178.1 文献标识码: A

海洋底栖端足类日本大螯蜚 (*Grandidierella japonica*) 栖息于潮间带软泥和泥沙底质^[1], 最先发现于日本^[2], 在我国渤海、黄海和东海均有分布, 周年都有出现^[3]。海洋底栖端足类是进行海洋沉积物毒性检验的理想受试生物^[4~5], 已有研究结果表明, 日本大螯蜚对沾污沉积物的急性和慢性毒性都具有良好的敏感性, 是开展沉积物质量评价, 进行沉积物毒性检验的良好受试生物^[6~8]。开展有关日本大螯蜚实验生物学研究将为在实验室长期培养该种生物, 进而用其对沉积物毒性进行生物检验奠定基础。

1 材料与方法

1.1 实验材料

基金项目: 国家海洋局青年海洋科学基金项目 (No. 94-54) 和“九五”国家科技攻关项目 (No. 96-922-01-02) 资助

收稿日期: 1997-01-01; 修订日期: 1998-01-12

实验于1996年4~5月间进行,实验幼体系驯养于实验室内的日本大螯蜚成体所孵化的,1996年1月在大连市小平岛潮间带采集日本大螯蜚成体2400只,迅速带回实验室,室温驯养,驯养用沉积物采自大连市龙王塘,经孔径为0.5mm 不锈钢筛过滤。3月29日该批成体开始不断产出第一批幼体,4月12日筛出孵化的幼体,挑选活泼健康个体580只,开始实验。实验幼体平均体长1.6mm,平均体重0.04mg,实验容器为1000ml 烧杯。实验用沉积物亦采自大连市龙王塘,经孔径为0.5mm 不锈钢筛过滤。每只烧杯杯底铺2cm 厚过滤沉积物,上面加实验用海水700ml 左右。

1.2 实验条件

实验分为7个温度实验组,各组温度分别为11~14℃(前10d 为11±1℃,10~22d 为13±2℃,22~31d 为14±1℃)、17℃、20℃、23℃、26℃、29℃和32℃(±1℃)。每个实验组设4个平行样a、b、c 和d,每个平行样放入20只日本大螯蜚幼体。实验共进行31d。实验期间充气,自然光照,隔天换水1次;海水盐度为20左右;换水后投喂3ml 密度为 6×10^5 个/ml 的青岛大扁藻(*Platymonas helgolandica* var. *tsingtaoensis*)。实验开始时为防止过剧温差对幼体造成损伤,以驯养水温20(±1)℃为基础,以每2h 改变3℃的速率渐次升(降温)。

1.3 数据的分析和处理

实验指标为日本大螯蜚的存活率、体长和体重日增长率以及性成熟率。存活率以实验结束时存活幼体数占实验开始时幼体总数的百分率表示,性成熟率以实验结束时可鉴别雌雄性别幼体数占实验结束时幼体总数的百分率表示^[9],日增长率计算公式如下: $A_1 \cdot (1+a)^b = A_2$

式中a:日增长率,b:实验天数, A_1 :实验开始体长或体重, A_2 :实验结束体长或体重。

体长用解剖显微镜中目微尺测量,体重用分析天平称重。实验进行至第10、22、31天分别筛出各对照组a 和b、c、d 平行样中所有生物,分别计算存活率、日增长率和性成熟率。前10d 各对照组数据取a 和b 个平行样的平均值。

2 结果

2.1 温度对日本大螯蜚存活的影响

为避免因温差过剧引起的幼体死亡,实验幼体孵化和驯养温度均控制在20℃,实验开始时,以每2h 改变3℃的速率渐次升(降)温,达到各实验组设置温度。高温32℃下,日本大螯蜚10d 存活率仅为35%,第28天幼体全部死亡(图1)。29℃组,前10d 存活率虽然较高,达到90%,但随后存活率持续下降,到第31天仅为20%,而26℃组31d 存活率仍为80%。据此,初步认为32℃是孵化不久的日本大螯蜚幼体存活的上限,29℃对日本大螯蜚幼体存活率的影响也较大。在另一方面,11~14℃组,前10d 日本大螯蜚存活率为65%,显著低于17~29℃各实验组(>90%),但是,该组幼体31d 存活率保持在50%,尽管该对照组温度后期略有升高,达到14℃,该结果仍表明随着日本大螯蜚幼体的发育,其对低温的适应力增强,适温范围趋向下降。

在20~26℃各温度组,日本大螯蜚幼体在整个实验期间均保持了较高的存活率(>80%),20℃温度组前10d 存活率达到100%,20和23℃温度组31d 存活率达到90%。本实验结果初步表明,20~26℃是日本大螯蜚生存的适宜温度。

2.2 温度对日本大螯蜚生长的影响

2.2.1 体长 在11~14℃至26℃各温度组中,日本大螯蜚幼体增长速度表现出较为一致的随温度提高而加快的趋势(表1),其中,11~14℃至20℃各温度组速度变化尤为明显,20~26℃各温度组变化较小。前10d、前22d 和前31d 体长日增长率分别为2.3%~6.5%、1.7%~3.9%和2.4%~3.5%。而29和32℃温度组增长速度与26℃温度组相比则有所下降,表现出了过度高温对幼体生长发育的不利影响。

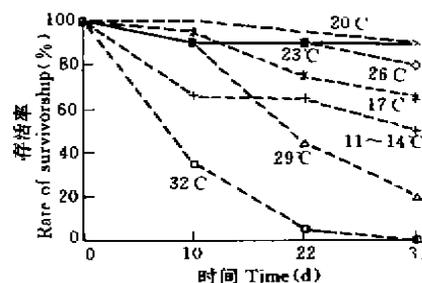


图1 不同温度下日本大螯蜚日存活率

Fig. 1 Daily survival rate for amphipod *Grandidierella japonica* reared under different constant temperatures + 11~14℃; + 17℃; ... 20℃; × 23℃; ◇ 26℃; △ 29℃; □ 32℃

11~14和17℃温度组前10d和10~22d的体长日增长率为2.3%、3.7%和1.2、2.0%,低于20~26℃温度组的同期日增长率,但是,它们在22~31d的日增长率却显著提高,达到4.1%和3.9%,超过了20~26℃温度组的同期日增长率(1.9%~3.0%)。随着幼体的生长,其对低温的适应能力大大加强。另一方面,29℃温度组幼体的前10d、10~22d和22~31d的日增长率则分别为5.4%、1.9%和0.3%,生长速度随着时间的推移急剧下降,持续高温愈来愈明显地限制了其生长,表明29℃温度对日本大螯蜚生长的影响也较大。

2.2.2 体重 温度对日本大螯蜚幼体体重增长的影响与对体长的影响趋势基本一致(表2)。日本大螯蜚由于体重较轻,故对其称量的数据可能存在一定系统误差。尽管如此,表2中的结果仍基本反映出了温度对日本大螯蜚幼体体重增长的影响趋势。

2.3 温度对日本大螯蜚发育的影响

实验结束时,各温度组均有性成熟个体(表3),17~26℃恒温下,性成熟率都在90%以上,11~14℃组性成熟率也达到30%。随着温度的升高,性成熟比例逐渐增大,26℃时达到100%,29℃性成熟率下降,仅高于11~14℃组。17和29℃温度组虽然性成熟比例较高,但是,雌体怀卵率却明显低于20~26℃各温度组(表3)。温度偏高或偏低推迟了日本大螯蜚繁殖的时间,其中,29℃温度组无一雌体怀卵,过高的温度是否能导致不育还有待今后进一步研究。

此外,各实验温度组幼体雌雄百分比组成也不相同(表3)。20~26℃各温度组雌雄比接近1:1,而11~14℃、17℃和29℃温度组的雌雄比例却明显偏高,雌雄比为2:1。这一结果表明雄性对极端温度条件的耐受能力低于雌性,不利温度条件下,雄性死亡率较高。

3 讨论

3.1 日本大螯蜚对极限温度的忍耐力

日本大螯蜚不同发育期所能忍耐的极限温度有所不同。孵化后3周以内幼体存活的温度上限为32℃,温度下限为11℃。以后随着幼体发育,其对低温的适应力逐渐增强。上述结果与作者野外生态调查结果相一致^[10],日本大螯蜚繁殖季节大致在4~10月份之间,而其成体则在整个冬季,包括海水水温

表1 温度对日本大螯蜚体长增长的影响

Table 1 Effects of temperature on body length of amphipod *G. japonica*

温度 Temperature (°C)	11~14	17	20	23	26	29	32
第10天平均体长 ^①	2.0	2.3	2.7	2.8	3.0	2.7	2.9
第22天平均体长 ^②	2.3	2.9	3.5	3.7	3.6	3.4	4.0*
第31天平均体长 ^③	3.3	4.1	4.5	4.4	4.7	3.5	
前10d日增长率 ^④	2.3	3.7	5.4	5.8	6.5	5.4	6.1
前22d日增长率 ^⑤	1.7	2.7	3.6	3.9	3.8	3.5	4.3*
前31d日增长率 ^⑥	2.4	3.1	3.4	3.3	3.5	2.6	
10~22d日增长率 ^⑦	1.2	2.0	2.2	2.3	1.5	1.9	2.7*
22~31d日增长率 ^⑧	4.1	3.9	2.8	1.9	3.0	0.3	

*:由于第22d该组幼体仅幸存1只,故该数据不具代表性。

①:Mean length at 10th day(mm);②:Mean length at 22th day(mm);③:Mean length at 31th day(mm);④:Daily increasing rate before 10 days(%);⑤:Daily increasing rate before 22 days(%);⑥:Daily increasing rate before 31 days(%);⑦:Daily increasing rate among 10 and 22 days(%);⑧:Daily increasing rate among 22 and 31 days

表2 温度对日本大螯蜚体重增长的影响

Table 2 Effects of temperature on body weight of amphipod *G. japonica*

温度 Temperature (°C)	11~14	17	20	23	26	29	32
第10天平均体重 ^①	0.08	0.15	0.37	0.36 [#]	0.36	0.36 [#]	0.32
第22天平均体重 ^②	0.24	0.56	0.93	1.13	0.97	0.84	1.5 [#]
第31天平均体重 ^③	0.65	1.52	2.11	2.25	2.15	0.93 [#]	
前10d日增长率 ^④	7.2	14.1	24.9	34.6	24.6	23.1	
前22d日增长率 ^⑤	8.5	12.7	15.4	16.4	15.6	14.8	17.9*
前31d日增长率 ^⑥	9.4	12.5	13.6	13.9	13.7	9.6	
10~22d日增长率 ^⑦	9.6	11.6	8.0	10.0	8.6	7.3	13.7*
22~31d日增长率 ^⑧	11.7	11.7	9.5	8.0	9.2	1.1	

*:由于第22d该组幼体仅幸存1只,故该数据不具代表性;

#:该原始数据可能存在一定称量误差,现在值为分析调整后值。

①:Mean weight at 10th day(mg);②:Mean weight at 22th day(mg);③:Mean weight at 31th day(mg)

表3 温度对日本大螯蜚发育的影响

Table 3 Effects of temperature on development (31d) of amphipod *G. japonica*

温度 Temperature (°C)	11~14	17	20	23	26	29
性成熟率(%) ^①	30	92	94	94	100	75
雌雄百分比(雌:雄) ^②	67:33	67:33	47:53	59:41	44:56	67:33
雌体怀卵率(%) ^③	50	25	88	100	57	0

①:Rate of sexual maturity;②:Female, Male;③:Ovigerous female

为0℃状态下都能采到。有关温度对日本大螯蜚生长、发育影响研究尚未见报道,日本大螯蜚作为潮间带生物,表明其对短期高温应该具有较强的忍耐力,但是,本研究结果表明在29℃以上持续高温,其不能正常生长发育,此外,日本大螯蜚雄性个体对极限温度,包括低温和高温的忍耐力低于雌性。

3.2 日本大螯蜚生长发育的适宜温度

实验表明,20~26℃是日本大螯蜚正常生长发育的适宜温度,这与日本大螯蜚大量繁殖季节的水温情况相吻合。值得提出的是,在本研究设置的最低温度组日本大螯蜚虽然前期生存和生长受到影响,但是其在后期却表现出了正常的生长态势,并能正常发育。美国加利福尼亚的Marion^[6]报道在15~23℃下,实验室培养的日本大螯蜚能够较好的生存。显然,本研究结果很好地支持了上述报道。

3.3 日本大螯蜚实验室培养和用其进行的沉积物毒性检验实验温度建议

目前,实验室培养日本大螯蜚主要目的是用其进行沉积物毒性生物检验。温度对日本大螯蜚的存活与生长发育均有很大影响,因此,在培养和实验过程中必须综合考虑这两方面因素。

日本大螯蜚实验室培养温度宜选择在20~26℃。日本大螯蜚一个世代时间较短,而一般沉积物毒性检验用个体为刚孵化或孵化2周左右个体。所以,根据沉积物毒性检验时间要求,可适当提温或降温,以保证实验生物的有效供给。但是,培养温度不宜高于26℃,对于刚孵化幼体培养温度也不宜低于11℃。无实验要求期间,日本大螯蜚可以在室温状态下培养。

沉积物毒性生物检验实验温度宜选择在20℃。一方面,20℃是日本大螯蜚正常生长发育的适宜温度,而且易于控制;另一方面,大部分沉积物毒性生物检验实验所采用的温度为20℃^[5,7-8,11],可以增强实验数据的可比性,Marion^[6]在用日本大螯蜚对沉积物急性和慢性毒性进行检验研究中,采用了不同大小的幼体和不同的实验温度。10d急性毒性检验选用孵化2周后幼体,培养温度为20℃,但是实验温度为15℃;28d慢性毒性检验选用刚孵化2d幼体,培养和实验温度均为20℃。本实验结果表明,虽然孵化2周后幼体对17℃温度和20℃温度一样,具有较高的存活率,但是17℃温度组幼体的生长速度不如20℃组。而且,其后期发育结果如高雌雄百分比和低雌体怀卵率都暗示了该温度对日本大螯蜚早期的生长发育还是产生了一定潜在的影响,因此,对沉积物毒性检验结果也可能产生一些客观影响。

参考文献:

- [1] Marine biological consultants and southern California coastal water research project. Irvine ranch water district. Upper Newport Bay and stream augmentation program. Final report. Marine Biological Consultants, 1980, Costa Mesa, CA.
- [2] Stephensen K. *Grandidierella japonica* n. sp. A new amphipod with stolidating (?) organs from brackish water in Japan. *Annot. Zool. Japon.* 1938, 17: 179~184.
- [3] 任先秋. 胶州湾底栖钩虾类(甲壳动物、端足目)研究. 甲壳动物学论文集(第三辑). 青岛:青岛海洋大学出版社, 1992. 214~317.
- [4] American Society for Testing and Materials. Standard guide for conducting 10-day static sediment toxicity tests with marine and estuarine amphipods. E1367-90. In: *Annual Book of ASTM Standards, Water and Environmental Technology*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia, PA 1992, Vol. 11. 04.
- [5] Schlekot C E, et al. Testing sediment toxicity in Chesapeake Bay using the amphipod *Leptocheirus plumulosus*: An evaluation. *Environ. Toxicol. Chem.* 1992, 11: 225~236.
- [6] Marion G N, et al. Short-and long-term sediment toxicity test methods with the amphipod *Grandidierella japonica*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 1989, 8: 1191~1200.
- [7] Hong J-S, et al. Acute toxicity of cadmium to eight species of marine amphipod and isopod crustaceans from southern California. *Bull Environ. Contam. Toxicol.*, 1987, 39: 884~888.
- [8] Kohn N P, et al. Acute toxicity of ammonia to four species of marine amphipod. *Mar. Environ. Res.* 1994, 38(1): 1~15.
- [9] Nelson M K, et al. Postembryonic growth and development of *Hyalella azteca* in laboratory culture and contaminated sediments. *Chemosphere*. 1995, 31(4): 3129~3140.
- [10] 闫启仑,等. 辽宁沿岸海洋底栖钩虾类的种类组成与分布. *海洋环境科学*, 1998, 17(1): 26~29.
- [11] Christopher W H, et al. Relative sensitivity of five benthic invertebrate species to reference toxicants and resin-acid contaminated sediments. *Environ. Toxicol. Chem.* 1995, 14(8): 1401~1409.