

文章编号:1005-8737(2000)04-0073-05

栉孔扇贝对环境变化适应性研究—盐度、pH 对存活、呼吸、摄食及消化的影响

袁有宪, 陈聚法, 陈碧娟, 曲克明, 过 锋, 李秋芬, 崔 毅

(中国水产科学研究院 增养殖环境质量优化与污染控制重点实验室, 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071)

摘 要:取体长分别为 3 和 5 cm 的栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)置室内水泥池流水暂养 1 周后, 进行盐度和 pH 变化对其存活、呼吸、摄食及消化影响的实验。结果表明, 栉孔扇贝 96 h 的半致死盐度为 25。在不同盐度的海水中暴露 24 h 的实验结果为, 栉孔扇贝随盐度的降低, 出现耗氧率升高, 随后逐渐下降, 到盐度 15 时不再耗氧而死亡; 滤水率和淀粉酶活性随盐度降低而降低, 盐度为 15 时完全不滤水, 淀粉酶完全失去活性。小个体栉孔扇贝耐低盐能力较大个体的略大些。pH 降至 7.8 以下时开始对栉孔扇贝的存活产生影响, 降至 7.6 时, 48 h 后死亡率为 35% 左右; 7.2 时达 50%; 降至 7.0 时扇贝不能存活。大个体栉孔扇贝对海水 pH 变化略敏感于小个体。

关键词:栉孔扇贝; 盐度; pH; 死亡率; 耗氧率; 滤水率; 淀粉酶活性

中图分类号:S968.31

文献标识码:A

1997 年 8 月前后, 山东辽宁沿海养殖的栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)发生大面积死亡, 依次从南向北延伸, 死亡程度基本与地理纬度顺序一致。同一养殖区, 浅水区重于深水区, 岸边重于海中, 流慢区重于流急区。除渤海海峡的山东长岛、辽宁长山诸岛附近和大连附近死亡较轻外, 其它养殖区死亡率在 60%~80%。1998 年 8 月前后, 再次发生大面积死亡, 发生时间较 1997 年提前, 程度加剧, 范围继续扩大, 除山东长岛北部岛屿附近少有死亡外, 多数海域的死亡率在 80% 以上, 甚至绝产。为探讨死亡原因, 袁有宪^[1]等已研究了温度对其生理功能的影响, 认为栉孔扇贝的适宜极限高温为 27℃, 温度过高可能是引发大面积死亡的原因。而盐度和 pH 是仅次于温度易于变化的海水环境因素。因此, 研究

海水盐度和 pH 变化对栉孔扇贝生存的影响也是非常必要的, 特别是对河口区、城市周边水域更为重要, 以为贝类的环境适应性研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

扇贝于 1998 年 10 月购自山东省长岛县砣矶岛, 规格为体长 3 和 5 cm 左右。在本所小麦岛实验基地室内水泥池中流水暂养 1 周后, 取样进行实验。海水取自麦岛沿海, 盐度 30~31, pH 8.0~8.1。

1.2 实验方法

1.2.1 盐度对存活率影响 参照文献[1]的实验方法, 用盐度为 30 的天然海水和去氯自来水配制成盐度为 5、10、15、20、25 的海水, 实验温度控制在 $(25 \pm 0.5)^\circ\text{C}$, 测定栉孔扇贝死亡率。

1.2.2 盐度对耗氧率、滤水率和淀粉酶活性影响

参照文献[1]的实验方法, 用盐度为 30 的天然海水和去氯自来水配制成盐度为 15、20、25、30 的海水, 实验温度控制在 $(25 \pm 0.5)^\circ\text{C}$, 实验开始 24 h 后测

收稿日期:1999-08-25

基金项目:农业部重点科研资助项目(渔 85-95-11-01); 国家“九五”攻关专题资助项目(96-922-02-01); 山东省自然科学基金资助项目(Q99D13)

作者简介:袁有宪(1954-), 男, 中国水产科学研究院黄海水产研究所研究员。E-mail: yuanyx@public.qd.sd.cn

定耗氧率、滤水率和淀粉酶活性。

1.2.3 pH 对栉孔扇贝存活影响 参照文献[1]的方法,进行 pH 影响实验。实验开始前用盐酸调节海水起始 pH,控制温度在 $(25 \pm 0.5)^\circ\text{C}$,24 h 后测量 pH 变化,记录死亡个数并取出死贝,再调 pH 至初始值,实验至 48 h 结束,测量 pH,记录死亡个数。

2 结果

2.1 盐度对栉孔扇贝存活的影响

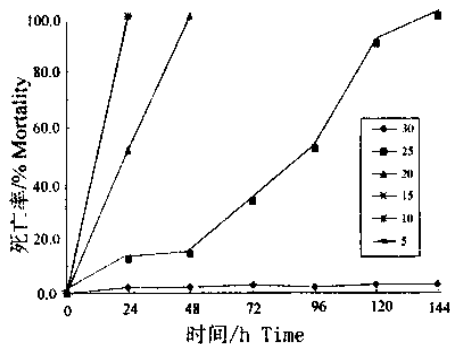


图 1 不同盐度壳长 5 cm 的栉孔扇贝死亡率

Fig.1 Mortality of scallop at different salinity (shell length 5 cm)

图 1、2 分别为盐度对壳长 5 和 3 cm 栉孔扇贝存活影响的实验结果。结果表明,盐度 30 时,实验开始至结束,死亡率基本未发生变化,个别死亡是由于实验布置时受损所致;盐度 25 时,死亡率随时间的延长而升高,到第 6 天全部死亡;盐度 20 时,实验开始 24 h 后死亡率已达 50%;第 2 天后全部死亡;盐度 5、10、15 时,24 h 以内全部死亡(3 条曲线重合)。实验还表明,个体不同的栉孔扇贝耐低盐趋势几乎完全相同,小个体的耐低盐能力略大些。

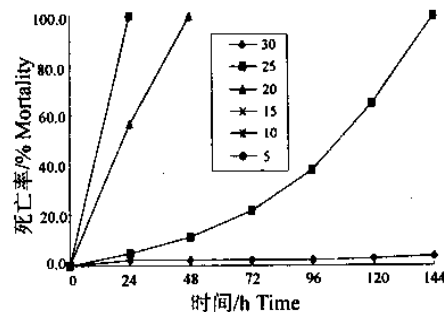


图 2 不同盐度壳长 3 cm 的栉孔扇贝死亡率

Fig.2 Mortality of scallop at different salinity (shell length 3 cm)

2.2 盐度对耗氧率、滤水率和淀粉酶活性的影响

图 3~5 分别是盐度变化 24 h 后对栉孔扇贝耗氧率、滤水率和体内淀粉酶活性影响的实验结果。结果表明,随盐度的降低,大个体栉孔扇贝在盐度 25 时出现耗氧高峰,随后逐渐下降,到盐度 15 时不再耗氧而死亡;小个体的扇贝随盐度的降低耗氧率亦在降低,但降低的速度较个体大的缓慢,并且未出

现高峰现象。随盐度的降低其滤水率迅速降低,盐度为 25 时的滤水率仅为盐度 30 的 1/3 左右,盐度为 20 时几乎不滤水,盐度为 15 时完全不滤水;个体大的较个体小的受影响更为明显。随盐度的降低体内淀粉酶活性逐渐降低,盐度在 25 以下时迅速降低,盐度为 15 时淀粉酶失去活性。个体大的较个体小的受盐度的影响略大。

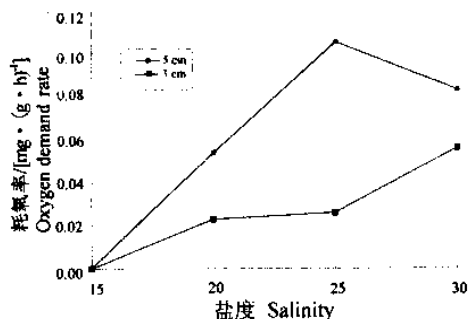


图 3 盐度对栉孔扇贝耗氧率的影响

Fig.3 Effects of salinity on oxygen demand rate of scallop

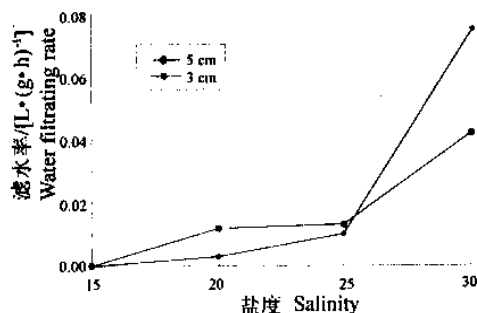


图 4 盐度对栉孔扇贝滤水率的影响

Fig.4 Effects of salinity on water filtering rate of scallop

2.3 盐度 25 时耗氧率、滤水率和淀粉酶活性随时间的变化

实验已证明盐度 25 时对栉孔扇贝的耗氧率、滤水率和淀粉酶活性产生明显的影响。图 6 表明, 盐度 25 时 72 h 时耗氧率最大, 随后降低。而滤水率

的最大值出现在 48 h 和 72 h 之间, 随后明显下降 (图 7)。由图 8 可见, 盐度 25 时栉孔扇贝体内淀粉酶活性迅速下降, 48 h 后不足 24 h 的 1/2, 96 h 降至 24 h 的 1/5 左右, 且不同个体栉孔扇贝的趋势完全一致。

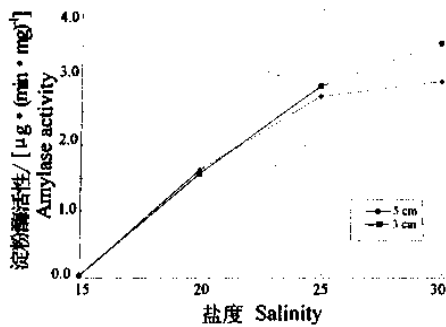


图 5 盐度对栉孔扇贝淀粉酶活性的影响

Fig. 5 Effects of salinity on amylase activity of scallop

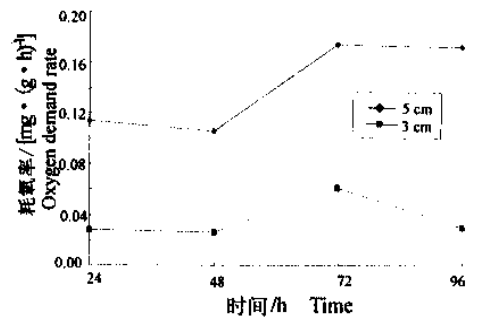


图 6 盐度 25 时栉孔扇贝耗氧率随时间的变化

Fig. 6 Changes in oxygen demand rate of scallop with time at salinity 25

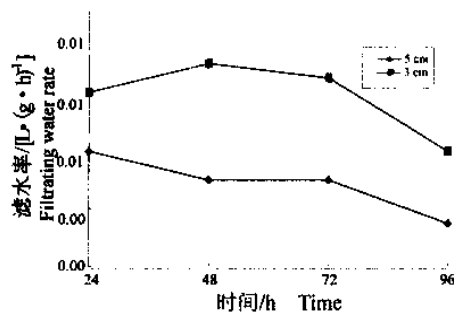


图 7 盐度 25 时栉孔扇贝滤水率随时间的变化

Fig. 7 Changes in water filtrating rate of scallop with time at salinity 25

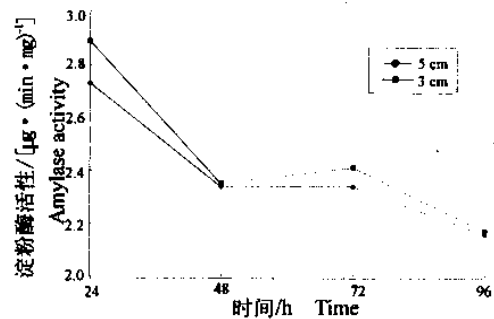


图 8 盐度 25 时栉孔扇贝淀粉酶活性随时间的变化

Fig. 8 Changes in amylase activity of scallop with time at salinity 25

2.4 pH 对栉孔扇贝存活的影响

图 9 和图 10 分别是 pH 变化对壳长 5 和 3 cm 的栉孔扇贝存活影响的实验结果。结果表明, pH 降至 7.8 时已经开始对壳长 3 cm 的栉孔扇贝的存活产生影响; pH 降至 7.6 时, 2 种规格的栉孔扇贝 48 h 后死亡率均已达 35% 左右; pH 为 7.2 时, 48 h 后死亡率达 50%; pH 降至 7.0 时, 扇贝不能存活。实

验结果还表明, 大个体扇贝对海水 pH 变化较小小体的稍微敏感。由于海水本身是一个 pH 缓冲体系, 加上受试贝代谢等因素, 随实验时间延长, 初始调好的 pH 逐渐恢复升高。在初始 pH 7.4 组的实验中, pH 升高程度大些, 相应的死亡率偏低, 可能与实验操作有关, 但不影响整个实验结果的趋势。

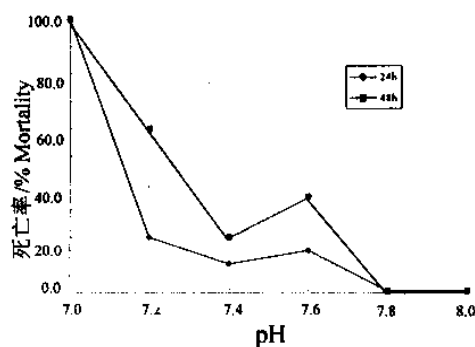


图9 不同pH壳长5 cm的栉孔扇贝死亡率

Fig. 9 Mortality of scallop at different pH (shell length 5 cm)

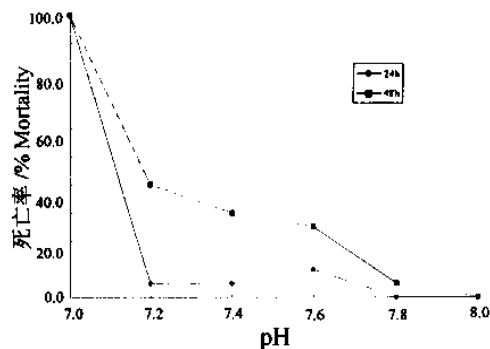


图10 不同pH壳长3 cm的栉孔扇贝死亡率

Fig. 10 Mortality of scallop at different pH (shell length 3 cm)

3 讨论

3.1 关于栉孔扇贝的适宜盐度

早期的文献^[2]只描述了栉孔扇贝主要栖息在低潮线以下,稍深的岩石底或泥沙底,未提及适宜的盐度和pH,只提到分布海域在山东半岛的东楮岛、俚岛以及渤海湾的庙岛群岛。这一带水域盐度和pH一般较稳定,与外海水差别不大,不受径流影响,降雨时的影响也较小。蔡英亚等^[3]给出的适应海水密度为1.005~1.024(按20℃计算盐度为7.27~32.07)。因考虑到在扇贝养殖海域不可能存在高盐度的情况,只可能受降雨和径流的影响而造成低盐度,本次实验只做了低盐度下栉孔扇贝的适应性实验。结果表明,栉孔扇贝对盐度变化非常敏感,耐低盐度的能力很差,96 h半致死盐度为25。盐度25已经对耗氧率、滤水率和淀粉酶活性产生明显的不利影响。结果还说明,个体较小的贝较个体较大的耐低盐能力略强些。栉孔扇贝适宜的盐度应该为25以上,这与蔡英亚等^[3]给出的结果不一致。

本文的结果为分析养殖栉孔扇贝的死亡原因提供了又一种假设,即在丰水期,出现暴雨天气、径流过大、山洪暴发都可能导致扇贝养殖区局部水域盐度降低;即使在没有淡水输入的海域,在风平浪静时,也会导致表面水体盐度降低。所以,丰水期的暴雨天气有可能发生栉孔扇贝大面积死亡。

3.2 关于栉孔扇贝的适宜pH

关于栉孔扇贝的适宜pH,未见有文献报道,但根据自然栉孔扇贝分布的地理水域的pH推断,其适宜pH范围不会太大。本次实验结果表明,栉孔

扇贝对海水pH非常敏感,pH为7.8以下已经开始对栉孔扇贝的存活产生影响;栉孔扇贝48 h半致死pH为7.2;pH为7.0时,扇贝不能存活。实验结果还表明,大个体的栉孔扇贝对海水pH变化较小个体的稍微敏感。

近岸海水的pH是一个容易受影响的指标,且受影响因素较多,主要因素是淡水输入、工业污染、酸雨和浮游植物代谢。既然栉孔扇贝对海水pH如此敏感,可想而知,酸性工业废水的排入,很容易使养殖区局部水域pH升高;酸雨的pH可达4以下,一旦酸雨降量大,对交换性差的养殖水体改变其pH。因此,工业污染、酸雨、淡水输入都会引起栉孔扇贝的大面积死亡。

特别值得一提的是,酸雨已经成为危害农业、林业和陆生生态的重要因素,对淡水水生生物影响的研究也有报道^[4]。沿海地区酸雨也是较为严重的,东海海域酸雨的平均最低pH为3.61^[5],青岛地区酸雨最低pH为3.86^[6],但酸雨对海洋生态的影响尚未引起人们的注意,这将是今后海洋和渔业环境科学研究的重要课题。

参考文献:

- [1] 袁有亮,曲克明,陈素法,等. 栉孔扇贝对环境变化适应性研究—温度对存活、呼吸、摄食及消化的影响[J]. 中国水产科学, 2000, 7(3): 24-27.
- [2] 张玺,齐鍾彦. 贝类学纲要[M]. 北京: 科学出版社, 1961, 220.
- [3] 蔡英亚,张英,魏若飞. 贝类学概论[M]. 上海: 上海科技出版社, 1995, 97.
- [4] 王德铭,李辛夫,庄德辉,等. 酸雨对水生生物影响的研究[J].

- 生态学报, 9(1):77-83.
- [5] 吴玉霞, 沈志来, 黄美元. 东海海域春季降水的化学特征[J]. 环境科学学报, 1998, 18(4):362-366.
- [6] 刘宝章, 李金龙, 王敏云, 等. 青岛酸雨天气边界层气象特征[J]. 中国环境科学, 1997, 17(2):103-107.

Study on adaptability of scallop *Chlamys farreri* to environment— Effects of salinity and pH on survival, respiration, ingestion and digestion

YUAN You-xian, CHEN Ju-fa, CHEN Bi-juan, QU Ke-ming, GUO Feng, LI Qui-fen, CUI Yi

(Aquacultural Environment Quality Optimization & Pollution Control Key Laboratory,

Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract: Two sizes of scallop (*Chlamys farreri*), body length 3 cm and 5 cm, were cultured in flowing water indoor for a week (water temperature $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$), then began the experiment. The results showed that the 96 h LT_{50} of salinity was 25. The 24h exposure test indicated that as the salinity decreased, the oxygen demand rate raised initially, and then, fell; at salinity less than 15, the scallops had no oxygen demand and died. With the decrease of salinity, the water filtrating rate and amylase activity decreased; also at salinity less than 15, the scallop did not filter water and the amylase activity vanished. The tolerance limit of large scallop was higher than that of small scallop to low salinity. Otherwise, pH influenced survival of scallop as its level below 7.8 that the mortality was about 35% at pH 7.6, and about 50% at 7.2 48 h later. At pH 7.0, all the scallops died. The tolerance limit of large scallop was higher than that of small scallop at low pH. The conclusions are that flood, industrial wastewater and rainstorm, especially acid rain, can cause a sudden decrease in salinity and pH in local culture area, and furthermore, lead to the death of scallop.

Key words: *Chlamys farreri*; salinity; pH; mortality; oxygen demand rate; water filtrating rate; amylase activity