

菲律宾蛤仔和栉孔扇贝的呼吸与排泄研究

王 芳 董双林 李德尚

(青岛海洋大学水产学院, 266003)

摘 要 对菲律宾蛤仔和栉孔扇贝的呼吸与排泄进行了实验研究。结果表明:温度和贝体重对两种贝类的耗氧率和氨排泄率都有明显的影响,且两者间存在着交互作用。菲律宾蛤仔的耗氧率(Q_{O_2} , mg/g/h)和氨排泄率(Q_N , μ g/g/h)与温度(T , $^{\circ}$ C)和湿重(W , g)存在下列关系: $Q_{O_2} = 0.307W^{-0.738}1.004^T$, $Q_N = 7.841W^{-0.910}0.990^T$;栉孔扇贝的耗氧率和氨排泄率与温度、湿重存在下列关系: $Q_{O_2} = 0.040W^{-0.349}1.079^T$, $Q_N = 57.401W^{-0.561}0.992^T$ 。

关键词 菲律宾蛤仔,栉孔扇贝,呼吸,排泄,湿重,温度

菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)和栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)是我国北方海区常见的经济贝类和重要养殖对象,近几年,在虾池中混养也初见规模。关于贝类的呼吸研究国内外已有一些报道[魏利平等 1989,郝亚威等 1993,濂川进 1995],但有关菲律宾蛤仔的呼吸及该两种贝类的排泄还没见报道。本文着重报道了温度和体重对两种贝类的呼吸和排泄的影响,以期了解它们的呼吸排泄规律,为研究其与对虾混养的适宜性提供生态学依据。

1 材料和方法

栉孔扇贝于 1995 年 7~10 月采自青岛海洋大学太平角养殖实验基地。菲律宾蛤仔购于青岛市农贸市场。两种贝采回后,去除其表面附着物,放水族箱内用过滤海水暂养 24 h,以备实验用。

实验用的海水用脱脂棉过滤后贮存备用。

耗氧率实验中,菲律宾蛤仔的规格见表 1 和表 3,栉孔扇贝的规格见表 5 和表 7。实验容器视个体大小不同分别选 1 000 和 3 000 mL 锥形瓶及 2 500 mL 标本瓶。实验温度:菲律宾蛤仔 20、24、28 和 32 $^{\circ}$ C;栉孔扇贝 20、24 和 28 $^{\circ}$ C。每一规格每一温度设三个平行。每个容器内放一个贝,外加空白对照,装满海水后用塑料薄膜封口。根据水温不同,实验持续 2~2.5 h。温度用 WMZK-01 型控温仪控温,溶氧用碘量法测定。根据始末溶氧变化计算耗氧率(mgO₂/g/h)。

排氨率实验中,温度设置、控温、实验容器、贝的规格和实验设计皆同上。根据水温不同,实验持续 4~5 h,容器开口。氨氮测定用次溴酸钠氧化法。根据始末氨氮浓度的变化计算排氨率(μ g/g/h)。

两种实验结束后,均用解剖刀把贝壳打开,用吸水纸吸去壳内外壁及外套腔内的海水,用 MP120-1 型电子天平称量,精确至 0.001 g。

收稿日期:1996-02-05

2 结果

2.1 温度、体重对菲律宾蛤仔耗氧率和排氨率的影响

菲律宾蛤仔的耗氧率结果见表 1, 变量分析见表 2。表 1 表明, 随体重增加耗氧率有下降趋势。从表 2 可看出, 湿重和湿重与温度的交互作用皆对其耗氧率有显著的影响, 经 F 检验, 相关达极显著水平($P < 0.01$)。表 2 中看不出温度对其耗氧率有显著的影响, 单相关分析结果 $r = -0.72, n = 36$, 经检验达极显著水平, 说明温度也是影响耗氧率的主要因子。温度, 湿重与耗氧率的关系符合下式: $Q_O = 0.307W^{-0.738}1.004^T$, 经 F 检验, 相关达极显著水平($P < 0.01$)。

表 1 菲律宾蛤仔的耗氧率

Table 1 The oxygen consumption rates of *Ruditapes philippinarum*

壳高(mm) × 壳长(mm)	平均湿重(g)	温度(°C)	平均耗氧率(mgO ₂ /g/h)
(15~20) × (24~25)	1.58 ± 0.052 7	20	0.273 ± 0.085 1
(21~25) × (32~35)	4.51 ± 0.315	20	0.095 3 ± 0.033 1
(30~31) × (41~46)	9.44 ± 0.447	20	0.053 7 ± 0.004 04
(15~16) × (21~23)	1.44 ± 0.290	24	0.277 ± 0.050 3
(21~24) × (29~35)	4.47 ± 0.605	24	0.140 ± 0.026 5
(28~29) × (40~42)	11.7 ± 1.63	24	0.052 7 ± 0.020 2
(16~18) × (20~24)	2.19 ± 0.087 1	28	0.126 ± 0.033 3
23 × (30~37)	4.74 ± 0.100	28	0.117 ± 0.005 77
(25~33) × (38~41)	9.74 ± 1.26	28	0.143 ± 0.015 3
(18~21) × (22~26)	2.51 ± 0.242	32	0.183 ± 0.015 3
(23~25) × (35~36)	4.54 ± 0.400	32	0.150 ± 0.010 0
(27~31) × (41~42)	9.76 ± 0.134	32	0.034 7 ± 0.003 06

表 2 菲律宾蛤仔耗氧率的变量分析结果

Table 2 The results of ANOVA of oxygen consumption rates of *Ruditapes philippinarum*

变差来源	SS	df	MS	F	P
总的(T)	0.229	35			
湿重(A)	0.126	2	0.063 2	55.2	< 0.01
温度(B)	0.005 96	3	0.001 99	1.73	> 0.05
A × B	0.069 4	6	0.011 6	10.1	< 0.01
抽样误差	0.027 5	24	0.001 15		

表 3 菲律宾蛤仔的排氨率

Table 3 The ammonia excretion rates of *Ruditapes philippinarum*

壳高(mm) × 壳长(mm)	平均湿重(g)	温度(°C)	平均排氨率(μg/g/h)
(12~17) × (20~25)	2.06 ± 0.126	20	8.82 ± 0.080 0
(23~24) × (30~36)	4.79 ± 0.170	20	3.36 ± 0.464
(28~30) × (40~41)	9.63 ± 0.472	20	0.507 ± 0.208
(18~19) × (20~22)	2.12 ± 0.072 3	24	1.33 ± 0.291
(21~24) × (31~35)	5.38 ± 0.273	24	0.943 ± 0.035 1
(30~31) × (41~43)	9.27 ± 0.336	24	0.603 ± 0.102
(18~20) × (21~30)	2.22 ± 0.135	28	3.06 ± 0.201
(21~24) × (35~36)	5.04 ± 0.381	28	1.93 ± 0.732
(24~32) × (43~47)	10.4 ± 0.842	28	0.253 ± 0.116
(13~18) × 22	2.64 ± 0.213	32	1.07 ± 0.083 3
(24~25) × (31~35)	5.70 ± 0.173	32	1.89 ± 0.151
(29~32) × (40~44)	10.8 ± 1.01	32	2.53 ± 0.417

表4 菲律宾蛤仔排泄的变量分析结果

Table 4 The results of ANOVA of excretion rates of *Ruditapes philippinarum*

变差来源	SS	df	MS	F	P
总(T)	179	35			
湿重(A)	40.9	2	20.4	220	<0.01
温度(B)	54.0	3	18.0	194	<0.01
A×B	82.2	6	13.7	148	<0.01
抽样误差	2.22	24	0.092 6		

表3是菲律宾蛤仔的排氮率,表4是变量分析结果。从表4中可以看出,温度、湿重及温度与湿重的交互作用均对菲律宾蛤仔的排氮率有显著的影响,经F检验,相关均达极显著水平。温度、湿重与排氮率的关系符合下式: $Q_N = 7.841W^{-0.910}0.990^T$,经F检验,相关达极显著水平。

2.2 温度、体重对栉孔扇贝耗氧率和排氮率的影响

栉孔扇贝耗氧率、排氮率的实验结果见表5和表7,表6和表8是其变量分析结果。

表5 栉孔扇贝的耗氧率

Table 5 The oxygen consumption rates of *Chlamys farreri*

壳高(mm)×壳长(mm)	平均湿重(g)	温度(℃)	平均耗氧率(mgO ₂ /g/h)
(19~28)×(20~24)	1.94±0.747	20	0.115±0.037 0
(42~45)×(39~41)	9.36±0.734	20	0.068 7±0.009 00
(62~65)×(54~58)	21.5±1.97	20	0.064 0±0.007 00
(73~75)×(67~70)	36.7±0.976	20	0.042 7±0.007 00
(19~27)×(12~24)	1.46±0.671	24	0.257±0.057 0
(45~51)×(38~45)	9.91±1.34	24	0.142±0.050 0
(58~60)×(51~56)	20.5±2.88	24	0.123±0.023 0
(71~76)×(65~72)	39.5±6.10	24	0.083±0.024 0
(22~27)×(18~23)	1.46±0.819	28	0.287±0.083 0
(46~48)×(40~46)	10.4±0.292	28	0.207±0.025 0
(58~60)×(51~56)	18.7±3.23	28	0.103±0.024 0
(71~76)×(65~72)	39.5±6.10	28	0.069 0±0.049 0

表6 栉孔扇贝耗氧率的变量分析结果

Table 6 The results of ANOVA of oxygen consumption rates of *Chlamys farreri*

变差来源	SS	df	MS	F	P
总的(T)	0.239	35			
湿重(A)	0.117	3	0.039 1	24.8	<0.01
温度(B)	0.054 0	2	0.027 0	17.1	<0.01
A×B	0.029 6	6	0.004 93	3.13	<0.01
抽样误差	0.037 9	24	0.001 58		

从表6可以看出,温度、湿重及温度与湿重的交互作用均对栉孔扇贝的耗氧率有极显著的影响,它们之间的关系式为 $Q_0 = 0.040W^{-0.349}1.079^T$,经F检验,相关达极显著水平。

表 7 栉孔扇贝的排氨率

Table 7 The ammonia excretion rates of *Chlamys farreri*

壳高(mm) × 壳长(mm)	平均湿重(g)	温度(°C)	平均排氨率($\mu\text{g/g/h}$)
(21 ~ 33) × (19 ~ 27)	1.70 ± 0.797	20	11.4 ± 5.01
(41 ~ 50) × (39 ~ 42)	9.65 ± 1.41	20	5.83 ± 0.460
(66 ~ 68) × 60	30.5 ± 3.62	20	1.24 ± 0.215
(73 ~ 77) × (70 ~ 71)	41.2 ± 1.36	20	0.814 ± 0.199
(24 ~ 29) × (20 ~ 25)	1.52 ± 0.380	24	4.01 ± 1.83
(45 ~ 60) × (39 ~ 55)	10.8 ± 4.91	24	2.49 ± 1.26
(60 ~ 71) × (56 ~ 65)	26.0 ± 6.58	24	1.61 ± 0.326
(72 ~ 78) × (65 ~ 72)	42.3 ± 3.39	24	0.740 ± 0.582
(24 ~ 31) × (20 ~ 28)	1.65 ± 0.541	28	3.36 ± 2.33
(43 ~ 60) × (43 ~ 55)	10.9 ± 0.657	28	1.57 ± 0.142
(64 ~ 65) × (58 ~ 60)	31.6 ± 0.156	28	1.26 ± 0.118
(72 ~ 79) × (66 ~ 71)	42.3 ± 3.09	28	0.659 ± 0.206

表 8 栉孔扇贝排泄的变量分析结果

Table 8 The results of ANOVA of excretion rates of *Chlamys farreri*

变差来源	SS	df	MS	F	P
总的(T)	391	35			
温度(B)	67.3	2	33.7	11.1	<0.01
湿重(A)	167	3	55.5	18.3	<0.01
A × B	84.0	6	14.0	4.62	<0.01
抽样误差	72.7	24	3.03		

从表 8 得知,温度、湿重及温度与湿重的交互作用均对栉孔扇贝的排氨率有极显著的影响,它们之间的关系式为 $Q_N = 57.401W^{-0.561}0.992^T$, 经 F 检验,相关达极显著水平 ($P < 0.01$), 该方程解释了排氨率的 86%。

3 讨论

3.1 体重和温度与耗氧率和排氨率间的关系

象其它动物一样,菲律宾蛤仔和栉孔扇贝也表现出随体重增加而单位体重耗氧率下降、随温度升高而单位体重耗氧率上升的趋势。贝类排氨率与体重和温度的关系的研究报导并不多,从已有的报导[Bayne 和 Newell 1983]看,这些关系是较复杂的。从本研究的结果看,随体重增加这两种贝类单位体重排氨率下降,随温度的提高单位体重排氨率也下降。

图 1 和图 2 是这两种贝类的 O/N(耗氧率的氧原子数与排氨率的氮原子数的比值)与体重和温度的关系。象其它动物一样,贝类以体内的碳水化合物、脂肪和蛋白质为供能物质(这里称为代谢底物)。生物体的代谢底物不同,其代谢产物也会发生变化,如 O/N 的变化。O/N 受温度、湿重的影响很大,究竟氧氮比为多少时代谢的供能物质为蛋白质或脂肪、碳水化合物,这在目前还未得到定论[Bayne 和 Widdows 1978, Bayne 和 Newell 1983]。

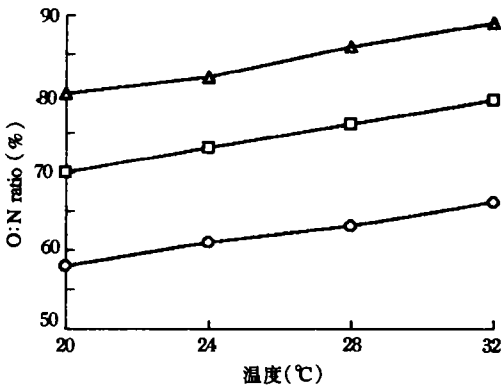


图1 菲律宾蛤仔的 O/N 与温度和湿重的关系
Fig.1 The relationships among the temperature and wet weight and O/N of *Ruditapes philippinarum*

- 第一规格 $W_{\text{湿}} = 1.58 \pm 0.0527 \text{ g}$
- 第二规格 $W_{\text{湿}} = 4.51 \pm 0.315 \text{ g}$
- △—第三规格 $W_{\text{湿}} = 9.44 \pm 0.447 \text{ g}$

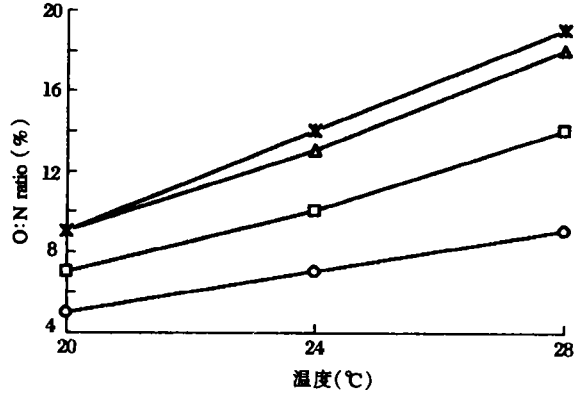


图2 栉孔扇贝的 O/N 与温度和湿重的关系
Fig.2 The relationships among the temperature and wet weight and O/N of *Chlamys farreri*

- 第一规格 $W_{\text{湿}} = 1.65 \pm 0.450 \text{ g}$
- 第二规格 $W_{\text{湿}} = 10.8 \pm 0.291 \text{ g}$
- △—第三规格 $W_{\text{湿}} = 31.6 \pm 0.162 \text{ g}$
- *—第四规格 $W_{\text{湿}} = 41.3 \pm 1.36 \text{ g}$

从图1和图2中可以看出,随温度提高或贝规格的增大,它们的 O/N 也增加。说明呼吸时消耗的能量蛋白质提供的越少,脂肪或糖提供的越多,即代谢底物中蛋白质的比例减少。董双林等[1994]在研究日本沼虾时和濑川进[1995]在研究鲍鱼时发现,在适宜生长的温度范围内虾、鲍也存在此类现象。这也许表明,在适温范围内随规格增大,温度提高,饥饿时呼吸底物中蛋白质比例变小是水生动物界的一般规律。

3.2 两种贝类呼吸、排泄特性比较

从图1和图2中可以看出,菲律宾蛤仔的 O/N 比栉孔扇贝高,表明在本实验条件下,栉孔扇贝消耗蛋白质的比例较大。这是否与它们组织内贮存物质的生化成份和消化生理特性有关,尚需进一步研究。

本实验中栉孔扇贝的温度系数(Q_{10} 值)(取不同规格的平均值)为 6.32,菲律宾蛤仔的温度系数为 2.93,前者是后者的 2.15 倍。菲律宾蛤仔分布于中、低潮区,栉孔扇贝分布于低潮线以下,菲律宾蛤仔生活的环境温度变化较栉孔扇贝的大,它对温度变化有较强的适应能力,温度变化对其影响较小(Q_{10} 值较小)。Davies[1967]在研究环境对代谢率的影响时发现,高潮区分布的 *Patella vulgata* 和低潮区分布的 *Patella aspersa* 对水温变化的适应能力也有类似规律。

海水池塘的日温差变化较大,就温度的适应性和呼吸排泄特性而言,菲律宾蛤仔是更好的养殖种类。

国家自然科学基金资助项目,编号:39570567、39430150。

参 考 文 献

- 郝亚威,杨小龙,毛兴华.1993.海湾扇贝呼吸的研究.黄渤海海洋,11(1):37~43.
- 董双林,堵南山,赖 伟.1994.日本沼虾生理生态学研究 I.温度和体重对其代谢的影响.海洋与湖沼,25(3):233~237.
- 魏利平,蒋祖惠,孙振兴.1989.栉孔扇贝呼吸与异常呼吸的初步研究.海洋与湖沼,20(3):209~216.
- 濑川进.1995.クロアワビの酸素消費量およびアンモニア態窒素排泄量に及ぼす水温の影響に関する予報的研究.水产増殖,43(2):219~224.
- Bayne B L, Newell R C. 1983. Physiological energetics of marine molluscs. *The Mollusca, Physiology*, 4(1):407~515.
- Bayne B L, Widdows J. 1978. The physiological ecology of two population of *Mytilus edulis*. *L. Oecologia*, 32:97~111.
- Davies P S. 1967. Physiological ecology of *patella* effect of environmental acclimation on metabolic rate. *J Mar Biol Assoc U. K.*, 2(47):61~74.

STUDIES ON RESPIRATION AND EXCRETION OF *RUDITAPES PHILIPPINARUM* AND *CHLAMYS FARRERI*

WANG Fang, DONG Shuang-Lin, LI De-Shang
(Fisheries College, Ocean University of Qingdao, 266003)

ABSTRACT This paper deals with the respiration and excretion aspects of *Ruditapes philippinarum* and *Chlamys farreri*. The experiment results indicate that these species oxygen consumption and ammonia excretion were affected by the ambient temperature and animals wet body weight, and there was certain interaction between the temperature and wet body weight. The relationships among the temperature, wet body weight, oxygen consumption, and ammonia excretion of *Ruditapes philippinarum* were expressed by the following equations:

$$Q_O = 0.307W^{-0.738}1.004^T, Q_N = 7.841W^{-0.910}0.990^T.$$

The relationships among the temperature, wet body weight, oxygen consumption, and ammonia excretion of *Chlamys farreri* were expressed by the following equations:

$$Q_O = 0.040W^{-0.349}1.079^T, Q_N = 57.401W^{-0.561}0.992^T.$$

KEYWORDS *Ruditapes philippinarum*, *Chlamys farreri*, Respiration, Excretion, Wet body weight, Temperature