

牡蛎离体鳃组织耗氧量的初步研究*

关云凌 李永凡

(中国水产科学院南海水产研究所, 广州)

摘要 在深圳湾牡蛎养殖场, 以瓦勃氏呼吸仪对牡蛎离体鳃组织进行了耗氧量的测定。结果表明: 其耗氧量随海水温度的变化而变化, 当水温在 17—30℃ 范围内时, 耗氧量与水温高低呈正相关关系; 耗氧量与生长年龄呈负相关关系, 且在不同的生殖时期有明显的差异。分析认为, 这种差异并不基于环境条件的改变而是由牡蛎本身生理过程的改变所致。

牡蛎养殖, 在我国有很长的历史。有关牡蛎个体生理及其代谢活动与环境的关系, 不少学者已进行了研究。他们认为, 个体耗氧量与温度、盐度、溶解氧、pH、种类等均有关。还认为, 在适宜的温度范围内, 温度上升, 耗氧量也随之呈直线增加; 超出这个范围, 耗氧量就下降。在我国, 利用牡蛎离体鳃组织研究牡蛎呼吸代谢及其与环境的关系, 尤其结合我国南方高温环境特点进行研究, 至今未见报道。作者于 1982 年 11 月—1983 年 10 月在深圳湾牡蛎养殖现场就地取样, 对牡蛎离体鳃组织的呼吸状况, 进行了周年观测。本文为试验结果的初步报告。

一、材料与方 法

1. 材料 珠江口一带的牡蛎 (*Crassostrea rivularis*), 就其软体部的颜色而言, 明显地分为二种, 本试验选用 2—3 龄的白肉牡蛎个体。用网笼分装, 吊养在海区筏排上, 至少一个月后取样。

2. 耗氧量的测定 以瓦勃氏呼吸仪测定。按 W.W. 恩布赖特等^[1]和河川 清三^[2]介绍的方法组织处理及测定。以用滤纸经两次过滤的当天海水为组织悬浮液。在 25℃ 下, 恒温 15min 后, 每隔 10min 读数一次, 连续读数半小时。

3. 试样处理 选用正常个体 6—12 个。活体自海上取回即开壳, 于每个个体上, 剪取鳃组织约 100mg, 鳃组织自离体到读数开始, 不超过 40min。测定完毕, 用滤纸吸干附在鳃组织上的水分, 在感量为 0.01g 的扭力天秤上精确称重, 然后用比重瓶, 根据鳃组织的排水重, 换算组织体积。

每月取样一次。取样前二三天, 每天测定记录海水温度、盐度、溶解氧含量。

4. 计算 分别计算鳃组织体积和耗氧量。鳃组织体积按下式计算:

$$V_E = \frac{[c - (a - b)]}{d} = \frac{D}{d}$$

* 贾鸿年教授对本文提出宝贵意见, 又得到沙井乡蚝业大队同志的支持和协助, 谨此志谢。

收稿日期: 1984 年 4 月 8 日。

式中, c = 比重瓶重 + 排水前水重; a = 比重瓶重 + 排水后水重 + 鳃组织重; d = 试验时的海水密度; E = 样品体积。

耗氧量以下式计算:

$$O_2 = (h \times k \div b) \times 100 \times 2[\mu l / (100mg \text{ 鲜重} \cdot h)]$$

式中, h = 液柱高; k = 反应瓶常数; b = 样品重。

二、结果与讨论

1. 耗氧量的季节变化 试验期间对海水温度进行调查的结果(表1)表明: 水温的季节性变化是每年7—8月份最高(30.0—32.6℃), 1—2月份最低(17.0—17.4℃)。经过对牡蛎一周年耗氧量的测定, 看出耗氧量随水温的改变有明显地季节变化(表2), 8月份后, 逐渐下降, 到1—2月出现最低值, 平均耗氧 26.30—27.07 $\mu l / (100mg \text{ 鲜重} \cdot h)$; 2月份以后, 随着水温升高, 耗氧量逐渐增加, 8月份平均高达 33.90 $\mu l / (100mg \text{ 鲜重} \cdot h)$ 。每年5, 6, 7三个月, 为牡蛎生殖前期和生殖高峰期, 其呼吸耗氧状况将于后面阐述。

表1 取样时养殖场海水温度和盐度

Tab. 1 Temperature and salinity of sea water at the Oyster Farm during sampling

取样日期	年 月	1982.11	12	1983.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	日	6	6	8	1	7	6	6	9	7	21	15	18
海水温度(℃)		25.0	22.0	17.4	17.0	17.6	19.7	25.8	28.4	32.6	30.0	29.0	28.0
海水盐度(‰)		26.30	28.14	31.16	28.36	17.66	16.80	12.66	11.01	5.00	19.22	10.27 ¹⁾	19.61

1) 1983年9号台风造成珠江流域大量降雨, 因而盐度下降。

表2 牡蛎离体鳃组织耗氧量的季节变化 [$O_2 \mu l / (100mg \text{ 鲜重} \cdot h)$]

Tab. 2 Seasonal variation of oxygen consumption of the gill tissue separated from the oysters' bodies

日 期	1982.11	12	1983.1	2	3	4	8	9	10
测定个数	6	12	9	9	12	9	7	9	6
变化范围	28.35 36.42	23.58 37.52	23.69 30.42	23.37 30.95	23.53 33.54	21.79 31.94	27.48 35.49	29.05 38.01	27.14 33.99
平均	31.14	29.21	26.30	27.07	27.17	28.74	33.90	33.23	32.54

根据测定结果, 得到了牡蛎耗氧量 $y [O_2 \mu l / (100mg \text{ 鲜重} \cdot h)]$ 与海水温度 $x (^\circ C)$ 之间的回归方程:

$$y = 17.58 + 0.54x \quad (1)$$

回归的剩余标准离差 $S = 0.36$, 相关系数 $r = 0.99$ 。回归方程和相关系数表明, 生活在深圳湾的牡蛎, 当海水温度在 17—30℃ 的范围内时, 耗氧量随水温升高呈直线增加, 见图1。图1中的两条虚线, 表示平行于(1)式回归直线的二条直线:

$$y' = 17.58 - 2S + 0.54x, \text{ 即 } y' = 16.86 + 0.54x \quad (2)$$

$$y'' = 17.58 + 2S + 0.54x, \text{ 即 } y'' = 18.30 + 0.54x \quad (3)$$

它们给出回归直线(1)的预测区间,因而在 $17-30^{\circ}\text{C}$ 中的某一温度 x_0 ,耗氧量 y 的均值为 $17.58 + 0.54x_0$, y 的值落在 $17.58 + 0.54x_0 \pm 2S$ 范围内的概率为 95.4%,亦即有 95.4% 的 y 值落在直线(2),(3)之间。此现象与东怜^[6]以整体牡蛎为材料所做的试验结果相一致。耗氧量呈直线增加的温度范围,因种类不同而有区别。生活在日本女川湾的真牡蛎 (*Crassostrea gigas*),虽然夏季海水温度最高为 25°C 左右,在生殖前,还有相当数量的个体,当水温上升到 32°C 时,耗氧量仍呈直线增加^[4]。本试验结果说明,生活在深圳湾的牡蛎,耗氧量呈直线增加的温度范围的上限提高了。这个现象,一方面可能是由于种类不同;另一方面也可能是由于我国南方纬度低、水温偏高(滩涂一带夏季可高达 $34-35^{\circ}\text{C}$,有些地方高至 40°C ^[21])而长期适应的结果。鉴于以上原因,推测生活在深圳湾的牡蛎,耗氧量呈直线增加的温度上限可能比 30°C 还要高,故对于回归直线(1)的最大使用范围有待进一步研究。

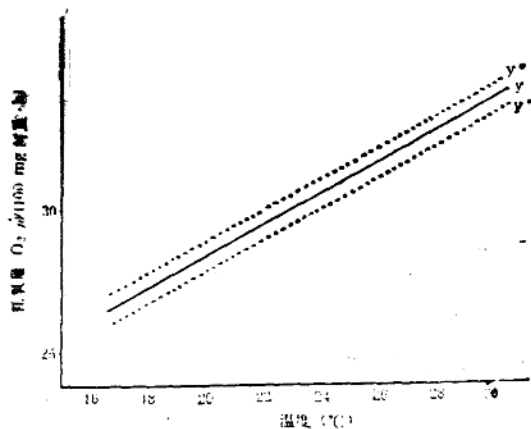


图1 牡蛎离体鳃组织的耗氧量与水温的关系

Fig. 1 The relationship between oxygen consumption of the oysters' gill tissue separated from their bodies and sea-water temperature

2. 耗氧量与年龄 为了解不同年龄的牡蛎耗氧状况及其生理活性,选用同一养殖条件下,按贝壳生长线区分为1—5龄的个体,同时进行耗氧量的测定。测定结果(表3)表明:生长时间越长,重量越大的个体,其鳃组织的耗氧量越少;反之越大。这点与东怜^[5]的试验结果相似,即壳长小、发育阶段低的个体比壳大而发育成熟的单位重量的耗氧量要大。根据测定值,得出牡蛎耗氧量 y 与年龄 x (1—5龄)之间的回归方程:

$$y = 44.92 - 5.47x \quad (4)$$

回归剩余标准离差 $S = 3.45$, 相关系数 $r = -0.94$, 回归直线(4)的预测区间,由下述两直线决定:

$$y' = 44.92 - 2S - 5.47x, \text{ 即 } y' = 38.02 - 5.47x \quad (5)$$

$$y'' = 44.92 + 2S - 5.47x, \text{ 即 } y'' = 53.82 - 5.47x \quad (6)$$

从以上计算结果看出:单位重量的耗氧量与年龄(或体重)的关系为负相关,组织在

生物体外的呼吸量或耗氧量,是代谢活动的一个基本参数^[3],因此本试验以离体鳃组织所测得耗氧量的多少,能够反映该生物代谢活动的高低,从而说明,幼龄牡蛎比大龄牡蛎代谢旺盛,生理活性高。据调查¹⁾,深圳湾发生牡蛎死亡,总是先从大个体开始而小个体稍后死亡,此现象可能与大个体生理活性低有关。

表3 不同年龄牡蛎的壳长及鳃组织的鲜重、耗氧量 [$O_2 \mu l / (100mg \text{鲜重} \cdot h)$]*)

Tab. 3 Fresh weight, oxygen consumption of gill tissue and shell length in different age group of the oysters

项目 年龄	测定个数	平均重量 (g)	平均壳长 (cm)	耗 氧 量	
				变化范围	平 均 值
1	5	6.17	6.50	34.35—43.76	38.56
2	6	16.24	10.80	30.82—42.11	35.91
3	11	33.76	14.20	24.54—31.18	28.74
4	6	50.12	18.60	19.24—27.25	22.30
5	6	62.26	24.90	15.48—20.65	17.44

*) 试验在 25℃ 下测定。

3. 耗氧量与生殖的关系 在珠江口一带,每年 6—7 月上旬,为牡蛎第一次生殖高峰期。排放精子和卵子的前期、高峰期和末期(视生殖细胞的成熟状况和生殖腺丰满程度而定),其鳃组织耗氧量的变化情况见表 4。

表4 牡蛎不同生殖状态下鳃组织的耗氧量 [$O_2 \mu l / (100mg \text{鲜重} \cdot h)$]*)

Tab. 4 Oxygen consumption of gill tissue in different reproductive periods of the oysters

生 殖	取样时间 (月)	水 温 (℃)	测定个数	耗 氧 量	
				变化范围	平均值
前期	5	25.8	6	25.55—31.29	28.44
高峰期	6	28.4	6	36.81—44.05	40.68
	7	32.6	6	35.81—46.58	40.21
末期	6	28.4	5	26.17—39.90	33.53
	7	32.6	6	26.00—39.42	34.36

*) 试验在 25℃ 下测定。

4, 5 两月份取样时的水温分别为 19.7℃ 和 25.8℃, 5 月份比 4 月份现场水温升高 6.1℃, 但耗氧量 5 月份的同 4 月份相比变化却不大; 6 月份取样时的水温比 5 月份的仅高 2.6℃, 但耗氧量却平均增高 12.24 $O_2 \mu l / (100mg \text{鲜重} \cdot h)$ 。明显地看到耗氧量急速上

1) 南海水产研究所, 1981, 深圳湾“死蚝”调查小结。

升的现象。这时,牡蛎正处在生殖高峰期。今井丈夫^[4]记载了森 胜義等在女川湾以真牡蛎为材料的试验结果也是生殖前期生理活性较低。我们的实验结果再次证实了这种现象。再比较7月份和6月份取样时的水温,7月份水温升高了4.2℃,但前后二次所测的耗氧量差异却不明显。这是因为7月上旬牡蛎仍处在生殖高峰期。此外,于生殖高峰期的同时,对排放完毕和排放末期的耗氧量,作了二次观测比较,结果,耗氧量都有下降的现象。

在生殖高峰期间,海水的盐度、溶解氧(6.5mg以上/L),均属正常的变化范围,因而耗氧量的这种高低变化,并不基于环境条件的改变。而是决定于牡蛎本身的生理变化。在生殖期间,牡蛎大多数组织的呼吸商(RQ)由1.0变为0.7或以下^[4]。因此,能量来源主要是脂肪。由于脂肪作为呼吸基质而不断的被氧化,所以总的代谢水平升高了。

广东省地处热带、亚热带,夏季有些地方由于高温造成牡蛎死亡,对幼龄牡蛎的影响尤甚。因此,有关广东省牡蛎正常代谢的温度范围、能够耐受最高温度的能力以及对温度与其他环境因素共同影响的反应等,还须作进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 大连水产学院主编,1979. 贝类养殖学. 农业出版社,75—101页。
- [2] 恩布赖特, W.W.等, 1957. 检压技术. 姚侃等译, 1961. 科学出版社, 1—61 页。
- [3] 及川信等, 1983. 组织呼吸量压力测定法的探讨. 日本水产学会誌 49(1): 23—26。
- [4] 今井丈夫, 1971. 浅海完全养殖. 浅海養殖の進歩. 大進印刷株式会社, 109—140 页。
- [5] 东铃, 1965. 琵琶湖産主要貝類の呼吸について. *VENUS* 23(4): 229—237。
- [6] 东铃, 1966. 琵琶湖産主要貝類の呼吸について(補遺). 日本水産学会誌 32(5): 406—409。
- [7] 河合 清三, 1959. アコヤガイの物質代謝に関する研究 III. 组织呼吸について. 日本水産学会誌 22(10): 626—630。