

温度和饵料丰度对海蜇水母体生长的影响*

鲁男 蒋双 陈介康

(辽宁省海洋水产研究所, 大连 116023)

提要 于1989年3月,以伞弧20mm的幼海蜇为材料,在盐度20和投喂卤虫无节幼体条件下,研究温度和饵料丰度对其生长的影响,并于1994年8月做了补充实验。结果表明,幼蜇生长的最适水温为24℃,存活的上限和下限温度分别为34℃和8℃。在24℃中,幼蜇平均日生长率(Y ; %)与投饵频次(X ; 次/d)的关系式为 $Y = 12.89 - 4.06/X$ 。投饵频次以4—5次/d最佳,投饵间隔时间超过76h则呈负生长。

关键词 海蜇 水母体 生长 温度 饵料丰度

海蜇是我国沿海的重要水产资源,由于其水母体生长快,世代周期短,且区域性强,已成为近岸渔业的增殖对象。关于海蜇水母体生长与温度的关系,对伞径2—20mm碟状体已有一些报道(洪惠馨等,1978;陈介康等,1983,1984;黄鸣夏等,1987)。海蜇水母体生长与投饵频次的关系,经验为2—3次/d(陈介康,1985;王永顺等,1991)。本文较系统地报告了伞弧20—50mm海蜇水母体生长的最适温度和最适投饵频次以及它们的上、下限临界值,为研究海蜇资源变动及增殖提供基础资料。

1 材料与方 法

实验于1989年3月进行,1994年8月作了补充实验。海蜇(*Rhopilema esculenta* Kishinouye)水母体伞弧长20mm左右,是由人工繁殖的媳状体经诱导横裂生殖产生的碟状体,在实验室20℃下培育而成。实验用水由取自大连黑石礁的砂滤海水与去离子水配制而成,盐度 20 ± 1 。

温度实验设6组,分别为16,20,24,28,32℃和变温组(在16—24℃范围内昼夜变化:06:00—08:00,由16℃升至24℃;08:00—18:00,恒温24℃;18:00—20:00,由24℃降至16℃;20:00—06:00,恒温16℃)。用7151-DM型控温仪控制水温,误差 ± 1 ℃。水母体存活的上限和下限温度,以伞弧长50mm的水母体为材料,投喂2次/d,用逐步逼近法测定,以伞部收缩频次降低至正常值下限(120次/min)的二分之一以下并出现死亡现象为标准。

饵料丰度实验在每一温度组中,依投饵频次不同设四级相对饵料丰度组,每次充分投喂,即0.25次/d(A),0.5次/d(B),1次/d(C)和2次/d(D);并在20℃和24℃两组中

* 国家自然科学基金资助项目,3880639号。鲁男,男,出生于1964年4月,助理研究员。

收稿日期:1991年12月14日,接受日期:1993年3月9日。

增设 4 次/d(E), 5 次/d(F) 和 6 次/d(G) 三级饵料丰度组。共计 30 组。每组标本 20 个,均置于 15L 玻璃水槽中。

投饵时间: A, B 和 C 组的为 08:00; D 组的为 08:00 和 20:00; E 组的为 06:00, 12:00, 18:00 和 24:00; F 组的为 06:00, 11:00, 16:00, 20:00 和 24:00; G 组的为 06:00, 09:00, 13:00, 17:00, 20:00 和 24:00。

饵料是人工孵化的卤虫 (*Artemia*) 无节幼体。A, B, C 和 D 组每日换水两次, 分别在 09:00 和 21:00; E, F 和 G 组每次投饵 1h 后换水。每日充气 3 次, 分别在 06:00—08:00, 13:00—15:00 和 21:00—23:00。实验光强度约 1 000lx (上午 10:00)。实验进行 9d。

2 实验结果

2.1 温度对海蜇水母体生长的影响结果(表 1) 以平均日生长率为衡量标准, 在 A 和 B 级中, 各温度组呈负生长(即萎缩现象)或生长极缓慢, 表明水母体呈饥饿状态, 温度影响不显示出规律性。在 C 和 D 级中, 不同温度下水母体的生长均呈规律性变化: 24℃时生长最快, 平均日生长率分别是 6.55% 和 10.00%; 温度高于或低于 24℃时, 平均日生长率随温度的升高或降低而递减, 16—28℃为适温范围。

表 1 海蜇水母体在不同温度、饵料丰度下的平均日生长率(%)¹⁾

Tab. 1 The average daily growth rate of Jellyfish (*Rhopilema esculenta*) in different temperatures and food abundance

饵料丰度	温 度 (°C)					
	16	20	24	28	32	变 温
A	-1.8	-0.18	-0.81	-0.12	-2.13	0.66
B	0.04	2.18	0.56	2.04	0.07	1.70
C	5.01	6.23	6.55	3.68	2.63	4.34
D	7.25	7.34	10.00	9.70	5.21	6.71
E	—	9.14	13.11	—	—	—
F	—	9.74	13.92	—	—	—
G	—	9.72	13.95	—	—	—

1) 平均日生长率 = $\frac{\text{最终平均伞弧长} - \text{最初平均伞弧长}}{(\text{最终平均伞弧长} + \text{最初平均伞弧长}) \times \frac{1}{2}} \div \text{天数} \times 100\%$ 。

水温上升至 34℃, 水母体经 24h 伞部收缩频次减少至 50 次/min (正常值 120—180 次/min), 经 48h 全部死亡。当水温由 16℃降至 8℃, 水母体经 24h 伞部收缩频次减少至 30 次/min 左右, 经 48h 死亡率达 45%。可以认为, 海蜇水母体存活的上限和下限温度是 34℃和 8℃。

2.2 相对饵料丰度对海蜇水母体生长的影响结果 在 6 个不同温度组中均显示出类似的结果, 即随投饵频次增加, 海蜇水母体平均日生长率增大(表 1)。在 24℃时, 水母体平均日生长率与相对饵料丰度呈非直线相关(图 1), 可用方程表示:

$$Y = a + b/X \quad (1)$$

式中, Y 为水母体平均日生长率(%); X 为投饵频次(次/d)。计算得 $a = 12.89$, $b = -$

4.06。代入式(1)得:

$$Y = 12.89 - 4.06/X \quad (2)$$

检验得相关系数 $r = 0.916 > r_{\alpha} = 0.875 (\alpha = 0.01, n - 2 = 5)$, 故相关显著。式(2)是一条渐近值曲线, 可得出, 在 24°C 时, 水母体平均日生长率 Y 最大理论值为 12.89% 。当投饵频次 X 为 0.315 次/d 时, 即投饵间隔时间达 76h , 则水母体停止生长 ($Y = 0$); 投饵间隔时间超过 76h 时, 水母体出现负生长(萎缩现象)。

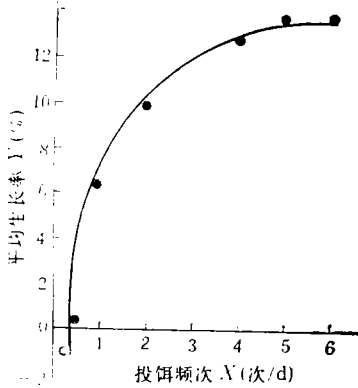


图1 24°C 时,相对饵料丰度与平均日生长率关系

Fig. 1 Relationship between relation food abundance and average daily growth rate at 24°C

将F级和G级每个水母体平均日生长率比较, 统计检验 $F = 1.307 < F_{\alpha} = 1.53 (\alpha = 0.05)$, 差异不显著, 即5次/d和6次/d两组的水母体生长差异不明显。说明当投饵频次达5次/d以上时, 即使再增加投饵频次, 水母体平均日生长率亦不显著增大。

3 讨论与结论

3.1 海蜇水母体生长的最适温度和存活的上、下限温度 海蜇水母体生长的适温, 洪惠馨等(1978)记述伞径5—20mm 碟状体为 $14-20^{\circ}\text{C}$ 。黄鸣夏等(1987)在浙江用伞径2—3mm 碟状体培养观察的结果, 最适

温度在 $15-20^{\circ}\text{C}$ 。陈介康等(1983)在大连的实验结果, 诱导横裂生殖产生碟状体的适温在 $18-27^{\circ}\text{C}$, 最适为 22°C ; 并认为培养水母体的水温以 $18-22^{\circ}\text{C}$ 为宜(陈介康, 1985)。本实验显示, 在所设温度梯度条件下, 最适生长温度 24°C , 高于或低于 24°C 则生长速度递减, $16-28^{\circ}\text{C}$ 为适温范围。这一结果, 比已报告的海蜇水母体生长适温偏高。把李培军等(1988)测定的辽东湾海蜇生长数据与该海区水温资料结合分析(表2), 6月30日—7月10日, 平均水温为 23.9°C , $Y = 10.64\%$; 7月11日—8月25日, 平均水温为 26.5°C , $Y = 4.48\%$; 8月26日—9月10日, 平均水温为 22.3°C , $Y = 1.51\%$; 9月11—15日, 平均水温 19.8°C , $Y = -1.34$ 。说明本文结果与辽东湾海蜇生长的最适水温一致。至于8月25日以后水母生长缓慢, 以及9月11日之后呈负生长, 主要是由于海蜇于8月末达性成熟, 9月上旬系生殖盛期所致。此时水母体的能量主要用于生殖, 并逐渐临近衰老期, 类似于海月水母 (*Aurelia aurita*) 在产卵末期因衰弱而伞体缩小的报道 (Spangenberg, 1965)。

海月水母在不同海区出现时的水温有很大差异, 其碟状体在海区出现盛期的水温, 在瑞典为 $3-13^{\circ}\text{C}$ (Hernorth et al., 1983, 1985), 在德国基尔湾为 $2-16^{\circ}\text{C}$ (Möller, 1979), 在日本敦贺附近为 $10-20^{\circ}\text{C}$ (安田徹, 1968, 1969, 1979); 培养海月水母碟状体的适温, 安田徹(1988)在福井的实验为 $18-23^{\circ}\text{C}$ 。显示在高纬度海区温度较低, 低纬度海区温度较高, 可以理解为是水母长期对相对的低温或高温环境适应的结果。但已报告的海蜇水母体生长适温的差异却是相对高纬度地区(大连)较高, 低纬度地区(浙江)较低。这是否表明海蜇水母体的生长除受温度绝对值变化的影响外, 也与积温有关, 有待进一步研究。

表 2 辽东湾水温和海蜇水母体生长 (1982)

Tab. 2 The relationship between temperature in Liaodong bay and growth of Jellyfish (*Rhospilema esculenta*)

日期(月·日)	06.30	07.10	07.20	07.30	08.20	08.25	09.5	09.10	09.15
伞弧长	2.2	7.2	16.1	27.6	58.3	60.8	69.1	75.4	70.5
平均水温(°C)	23.9	24.6	26.0	27.8	25.7	22.2	22.3	19.8	
平均日生长率(%)	10.64	7.64	5.26	3.40	0.84	1.28	1.51—1.34		

海蜇水母体生存的上、下限温度, 黄鸣夏等(1987)报告, 碟状体在 30°C 经 24h 死亡 30%, 48h 死亡 70%; 在 0—2°C 时休克, 但在 24h 内将水温回升至 5°C 以上则能重新恢复活力。陈介康等(1984)报告, 碟状体在水温下降至 15°C 以下时活动力和摄食力显著减弱, 水温长期保持在 10°C 左右时逐渐死亡, 经 15d 死亡 50%, 30d 死亡 80%。本文报告海蜇水母体存活的上、不限温度为 34°C 和 8°C, 下限值高于黄鸣夏等的报告而与陈介康等的观察近似。海月水母存活的极限水温, 在北欧为 0.5—30°C (Thiel, 1937); 加拿大为 -1.4—29.4°C, 在美国佛罗里达为 7.8—36.4°C (Mayer, 1900), 在日本为 0—35°C (安田徽, 1988)。表明同种水母在不同海区存活温度范围有差异是正常的。

本实验在适温范围内的变温培养组海蜇水母体的生长速度, 低于变温范围的恒温组。这与某些鱼类周期性变温有利于生物体对能量的合理利用, 从而促进生长的报道(桂远明等, 1986)不同。这可能与海蜇水母型寿命太短(4个月左右), 其能量转换机理与鱼类不同有关。

3.2 海蜇水母体生长的最适饵料丰度 人工培养海蜇水母体所用的饵料均为卤虫无节幼体, 以投饵频次表示饵料丰度, 目前的经验是 2—3 次/d (陈介康, 1985; 王永顺等, 1991)。本实验结果表明, 投饵频次以 4—5 次/d 生长最快; 6 次/d 较 5 次/d 生长不显著; 少于 0.315 次/d (即投饵间隔时间 76h) 呈负生长。Faraser (1969)¹ 报告, 海月水母对鳕 (*Gadus soida*) 仔鱼肉的消化速度仅需 30min, 而对 30mm 贻贝 (*Mytilus edulis*) (去壳软体整体) 的消化却需 24h。安田徽(1988)报告, 海月水母对轮虫的消化速度为 2—3h。由于水母类对不同饵料的消化速度有很大差异, 以投饵频次表示饵料丰度必须以投喂同种饵料为前提条件。本文提供的饵料丰度对海蜇生长影响数据, 仅适合在投喂卤虫无节幼体的条件下使用。

参 考 文 献

- 王永顺、黄鸣夏、孙忠, 1991, 海蜇的人工工厂化育苗, 水产学报, 15(4): 322—327。
 李培军、谭克非、叶昌臣, 1988, 辽东湾海蜇生长研究, 水产学报, 12(3): 243—250。
 陈介康、丁耕芜, 1983, 温度对海蜇横裂生殖的影响, 动物学报, 29(3): 195—206。
 陈介康、丁耕芜、刘春洋, 1984, 海蜇横裂生殖季节规律, 水产学报, 8(1): 55—67。
 陈介康, 1985, 海蜇的培育与利用, 海洋出版社(北京), 29。
 洪惠馨、张士美、王景池, 1978, 海蜇, 科学出版社(北京), 23。
 桂远明、左镇生、鲁男, 1986, 利用变温促进罗非鱼生长实验, 水产科学, 5(1): 5—8。
 黄鸣夏、王永顺、孙忠, 1987, 温度和盐度对海蜇碟状体生长及发育的影响, 浙江水产学院学报, 6(2): 105—110。
 安田徽, 1968, 福井県浦底湾におけるミズケテグの生態 II. エフィウの出現状況, 日本水産学会誌, 34(11): 983—987。
 安田徽, 1969, 福井県浦底湾におけるミズケテグの生態 III. 成長について, 水産増殖, 17(3): 145—154。
 安田徽, 1979, ミズケテグの生態と生活史。産業技術出版社(東京), 1—227。

- 安田徹, 1988 ミズクテゲの研究, 日本水産資源保護協会(東京), 31, 80—85.
- Faraser, J. H., 1969, Experimental feeding of some medusae and Chaetognath, *Jour. Fish. Res. Bd. Canada*, **26**: 1743—1762.
- Hernorth, L. and Gröndahl, F., 1983, On the biology of *Aurelia aurita* (L.) 1. Release and growth of *A. aurita* (L.) ephyrae in the Gullmar Fjord, Western Sweden, 1982—1983, *Ophelia*, **22** (2): 189—199.
- Hernorth, L. and Gröndahl, F., 1985, On the biology of *Aurelia aurita* (L.) 2. Major factors regulating the occurrence of ephyrae and young medusae in the Gullmar Fjord, Western Sweden, *Bull. Mar. Sci.*, **37** (2): 567—576.
- Mayer, A. G., 1990, Some medusae from the Tortugas, Florida, *Bull. Mus. Comp. Zool.*, **37** (2): 13—82.
- Möller, H., 1979, Significance of coelenterates in relation to other plankton organisms, *Meeresforsch.*, **27**: 1—18.
- Spangenberg, D. B., 1965, Cultivation of the life stage of *Aurelia aurita* under controlled conditions, *Jour. Exp. Zool.*, **159**: 303—318.
- Thiel, H., 1937, Beiträge zur Kenntnis der *Aurelia aurita* (L.), *Z. Wiss. Zool.*, **150**: 51—96.

EFFECT OF TEMPERATURE AND FOOD ABUNDANCE ON THE GROWTH OF JELLYFISH (*RHOPILEMA ESCULENTA* KISHINOUE)

Lu Nan, Jiang Shuang, Chen Jiekang

(Liaoning Research Institute of Marine Fisheries, Dalian 116023)

ABSTRACT

The effect of temperature and food abundance on the growth of jellyfish (*Rhopilema esculenta*) of umbrella arc length of 20 mm was studied in Mar. 1989 at salinity of 20 and fed nauplius (*Artemia*). The results were as follows: The optimum growth temperature was 24°C. The favourable temperature was 16—28°C. The temperature upper limit of jellyfish growth was 34°C, the lower limit was 8°C. At 24°C, the relationship between average daily growth rate (Y) and feeding frequency (X) was $Y = 12.89 - 4.06/X$. The theoretical upper limit of average daily growth rate of jellyfish was 12.89. The favourable feeding frequency was 4—5 times \cdot day⁻¹. When the interval between feedings was more than 76 h, the growth of jellyfish stopped and atrophied.

Key words *Rhopilema esculenta* Jellyfish Growth Temperature
Food abundance