

温度和盐度对菲律宾蛤仔稚贝生长及发育的影响*

林笔水 吴天明 黄炳章

(国家海洋局第三海洋研究所)

提 要

本文叙述了,在室内控制条件下,温度和盐度对菲律宾蛤仔稚贝生长及发育的影响。蛤仔稚贝生长的适宜水温为15—30°C,其中以25°C为最好。在此温度范围内,稚贝生长迅速,成活率高达80%以上。稚贝对10°C以下的低温有强的忍耐性,也能忍耐35°C的高温,其死亡的临界温度在40°C左右。稚贝生长的适宜盐度为14.0—33.5‰,最适盐度是20.5‰左右。在此盐度范围内,稚贝发育整齐,成活率高达85%以上。生长的盐度下限和上限分别为7.5‰和40.0‰左右。幼虫变态的适宜盐度在20.5—33.5‰之间,在此盐度范围内,幼虫成活率为65%以上。盐度在27‰时幼体的成活率最高,达到92.5%。幼虫变态的盐度下限为7.5‰左右,而上限则在于40.0—46.5‰之间。

菲律宾蛤仔 *Ruditapes philippinarum* (以下简称为蛤仔)栖息于河口、内湾及沿岸海滩,它是内湾和浅海增、养殖的主要双壳类之一,因而引起水产科技人员的重视。

国外,倉茂和松本(1957)^[15]、山本喜一郎(1952)^[6]、池末 弥(1956)(1957)^[12,13]、田村正(1973)^[8]、吉田 裕(1964)^[10]、相良(1981)^[14]和 Loosanoff & Davis (1963)^[17] 等对蛤仔的胚胎、幼虫、稚贝和成贝同温度和盐度的关系做过一些研究和报导。但国内,对蛤仔的有关生态方面的研究甚少。近年来,为了发展水产增养殖事业,也开展了一些蛤仔与环境因子的生态实验^(1~8)。由于稚贝附着后,不易观察,所以大多实验侧重于幼虫的浮游期,而对稚贝与环境因子之间的生态实验报导甚少。

幼虫的变态和变态后的稚贝,是生物体从浮游生活转为底栖生活的转变阶段,这是蛤仔生活史上的重要一环,也是关系到苗种能否顺利育成的关键。温度和盐度与此有着密切的关系。为此,我们在室内控制条件下,进行盐度对蛤仔幼虫变态和温、盐度对稚贝生长发育影响的研究,其目的是为人工育苗和大面积半人工育苗提供资料。

* 韦信敏、许章程和黄翔玲等同志提供饵料生物;何道顺同志参加部份实验工作,特此致谢。

(1) 厦门大学海洋系海洋生物专业。 杂色蛤仔土池人工育苗海洋生物研究(油印本)

(2) 周荣胜等,1981。 菲律宾蛤仔土池人工育苗的研究(油印本)

(3) 陈其焕等,1981。 温度和盐度对蛤仔幼体生存和生长的影响(待发表)

材料与方 法

1. 材料:

亲贝为取自福建长乐县江田养殖场和晋江县东石贝类场的二龄贝。采用室内人工催产^[2]获得精、卵。受精卵在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 恒温室里,用自然海水(盐度 27.0—29.0‰)培养到壳顶后期(平均壳长为 179μ)和稚贝(平均壳长 $387\text{—}393\mu$)做为实验材料。

2. 实验方法:

(1) 条件 盐度试验组用水是用经砂滤的自然海水、井水和卤水调配(用液体比重计测比重,再经海洋学常用表换算)成 3.5、7.5、14.0、20.5、27.0、33.5、40.0、46.5 和 53.0‰ 等 9 个不同梯度的盐度;温度试验组用水的比重统一配制成 1.015。

上述培养用水都经 30W 紫外线消毒 20—30 分钟。然后加进青霉素 G 50000 单位/升和硫酸链霉素 100 毫克/升(温度试验组只用硫酸链霉素 150 毫克/升)。

(2) 方法 用吸管吸出预先培养的幼虫或稚贝置于计数框中,在解剖镜下计数。培养的密度为,盐度对幼虫变态影响试验组为每毫升一个幼虫;盐度对稚贝生长影响试验组每毫升为 0.1 个稚贝(平均壳长 387μ);温度对稚贝生长影响试验组为每毫升 0.4 个稚贝(平均壳长 393μ)。用角毛藻和三角褐指藻作为稚贝或幼虫的饵料,盐度组的投饵密度为上述两种藻类各 5 万细胞/毫升,温度组的投饵密度则为盐度组的一半。

盐度组的培养容器加盖玻璃片,以防水份蒸发而改变盐度,然后置于 $26 \pm 1^\circ\text{C}$ 恒温室中培养,光照强度为 3200 勒克斯,每天光照 8 小时。温度组分别置于预先调节成 2、5、10、15、20、25、30、35 和 40°C 的培养箱中;照度约为 1400 勒克斯、每天光照 8 小时。试验开始后每二天换一次新鲜海水。换水时,用孔径约 100μ 的筛绢过滤稚贝(或幼虫),然后把它们放进事先准备好的相同温度和盐度的新鲜海水中,并投放数量相同的饵料,定期随机取出 5—10% 的个体测量其壳长和壳高,并观察生长发育情况。盐度对幼虫变态影响的试验进行了 16 天,其它两组分别进行了 25 天和 29 天。

上述试验至少重复一次,每次试验有并行的二个样品,其中一个供检查测量用,另一个留待试验结束时计算其成活率。

结 果

(一) 温度对蛤仔稚贝生长发育的影响

蛤仔在上述 9 个温度梯度组中,除了 40°C 组稚贝在 11.5 小时内绝大部份死亡外,其余的生长发育情况如图 1、2、3 所示。从图中表明:①稚贝在水温 $2\text{—}10^\circ\text{C}$ 的水中,几乎不生长或生长极为缓慢,试验结束时,未发现发育到双水管期的稚贝,但其成活率却很高(80%以上)。②在 35°C 的水中,稚贝不仅生长慢发育差,而且成活率也很低(40%左右)。③在 $15\text{—}30^\circ\text{C}$ 水中,稚贝生长迅速,平均每天以 17 微米以上的速度增长,成活率在 80%以上;其发育情况,除 30°C 稍差些,其余直到试验结束时,都有 35% 以上的稚贝

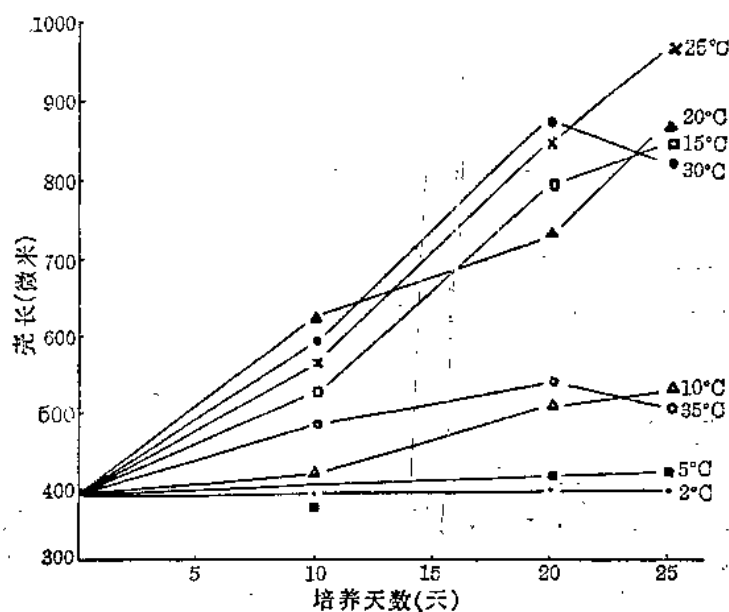


图1 温度同蛤仔稚贝生长的关系

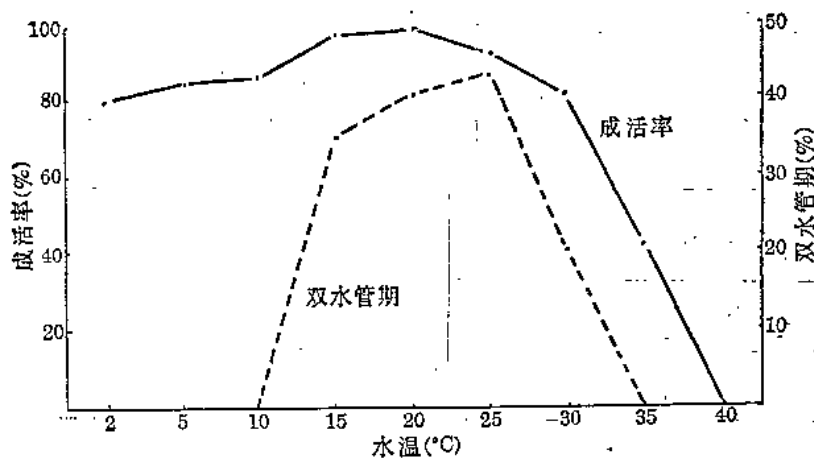


图2 温度同蛤仔稚贝成活率及发育至双水管期的关系

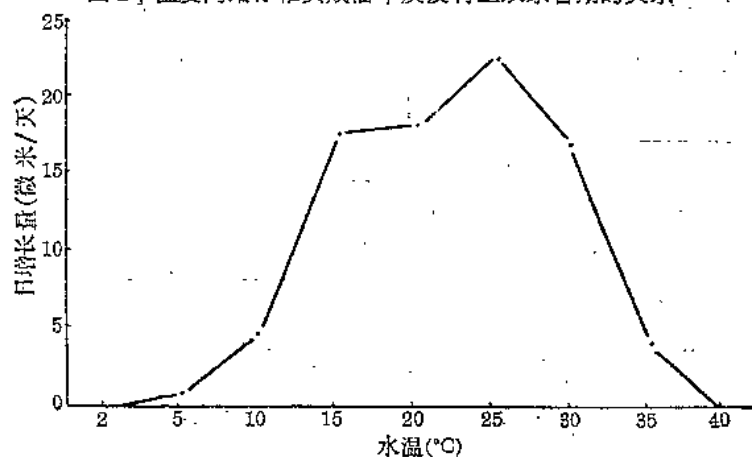


图3 蛤仔稚贝在各温度组中的平均日增长量

发育至双水管期,其中以 25°C 组为最好。在 30°C 水中,稚贝在开始培养的 20 天内,增长速度略快于 25°C 组,后因大个体稚贝的死亡,而使其壳长平均数下降。④稚贝的平均日增长量呈规律性变化,以 25°C 组为最好,平均日增长量为 22.7 微米,水温在 25°C 以下的各组,稚贝的日增长量随着温度的升高而增加;水温高于 25°C 的各组,稚贝的日增量随水温的升高而下降。

由此可见,蛤仔稚贝生长的适宜水温是 15—30°C,以 25°C 为最好,稚贝对 35°C 的高温和 10°C 以下的低温有着很好的忍耐性,其死亡的临界温度在 40°C 左右。

(二) 盐度对幼虫变态的影响

要探索稚贝在不同盐度中的生长情况,首先要了解蛤仔幼虫变态与盐度的关系。我们把壳顶后期幼虫分别置于 3.5—53.0‰ 的 9 个盐度梯度的水中培养,其结果如表 1 所示。由表 1 可看出,①幼虫在 20.5—33.5‰ 三个盐度组中,经 7 天培养,除了 33.5‰ 组仅有半数以上变态外,其余完全变态成稚贝;经 11 天培养,在 33.5‰ 组中仍有少数未变态的幼虫,可见这组幼虫发育较为缓慢;经 16 天培养后,三个组的成活率皆在 65% 以上,其中以 27.0‰ 组为最高(达 92.5%)。②在 7.5、14.0 和 40.0‰ 盐度组中,幼虫生长发育较缓慢,经 7 天培养仅有 10% 左右的幼虫变态,在 7.5‰ 组中经 16 天培养仅有已变态的稚贝存活

表 1 盐度对蛤仔幼体变态的影响

培养天数 生长和发育 组别 (‰)	二 天		七 天		十 一 天		十 六 天		成活率 (%)
	发育期	幼虫壳长 (微米)	发育期	幼虫体长 (微米)	发育期	幼虫体长 (微米)	发育期	幼虫体长 (微米)	
3.5	壳后	191	死 亡						0
7.5	壳后	191	壳后90% 稚贝10%	199	稚 贝 (数个)	234	稚 贝	234	5.0
14.0	壳后	188	壳后90% 稚贝10%	221	壳后(少数) 稚贝(大部份)	256	稚 贝	367	85.5
20.5	壳后	189	稚 贝	222	稚 贝	287	稚 贝	378	65.0
27.0	壳后	196	稚 贝	235	稚 贝	283	稚 贝	367	92.5
33.5	壳后	204	壳后40% 稚贝60%	231	壳后(少数) 稚贝(多数)	222	稚 贝	238	71.0
40.0	壳后	198	壳后90% 稚贝10%	182	壳后(少数) 稚贝(多数)	223	稚 贝	242	71.0
46.5	壳后	202	个别壳后 存 活		死 亡				0
53.0	壳后	200	死 亡						0

水温 26°C ± 1

实验开始时幼体平均壳长 × 壳高为 179 × 160 (微米)

(5%), 其他未能变态的幼虫全部死亡。③在 3.5、46.5 和 53.0% 三个组中, 幼虫都在变态前死亡。

从上述的结果可看出, 幼虫变态的适宜盐度范围是 20.5—33.5‰, 其中以 27.0‰ 左右的盐度为最适宜。幼虫变态的盐度下限为 7.5‰ 左右, 而上限在 40.0—46.5‰ 之间。

(三) 盐度对稚贝生长发育的影响

幼虫在自然海水中培养到平均壳长 387 微米的稚贝, 再分别置于上述的 9 个盐度组中培养, 在 3.5、46.5 和 53.0‰ 盐度组中, 稚贝长到壳长 400—500 微米时全部死亡; 在 40.0‰ 盐度中, 二次的培养结果有些不同, 一次是培养 2—3 天, 平均壳长为 534 微米时死亡; 另一次培养 29 天还存活 37.4% 左右, 但稚贝平均壳长仍停留在 510 微米左右, 二次的成活率虽有差别, 但其平均壳长均在 500 多微米。可见, 此盐度是不适宜稚贝生长发育的。稚贝在盐度 7.5—33.5‰ 中的生长发育如图 4、5、6 所示。其结果表明: ①稚贝在 7.5‰ 盐度中仅能存活 26 天; ②在 20.5‰ 盐度中, 稚贝生长迅速, 发育整齐而且成活率高。稚贝平均每天增长 32.4 微米, 经近一个月培养, 平均壳长超过 1.3 毫米, 最大者竟在 1.9 毫米以上。成活率达 85%, 其中有 95% 个体发育成双水管期; ③稚贝在盐度 14.0‰ 中的二次试验结果, 其生长速度虽稍有差别, 但仍然居第二位, 每天以 29.5 微米的速度增长, 试验结束时, 平均壳长为 1.2 毫米左右, 但个体大小相差较大, 大者超过 1.8 毫米, 小者仅有 0.5 毫米。成活率虽有 90%, 但仅有 75% 的稚贝发育成双水管期; ④稚贝在 27.0—33.5‰ 盐度中, 个体大小较为一致, 但生长发育极缓慢, 每天仅以 5—8 微米的速度增长, 经近一个月培养, 稚贝平均壳长仅为 0.6 毫米左右, 而且未出现双水管期; ⑤稚贝在盐度 7.5—33.5‰ 各组中的日增长量, 是以盐度 20.5‰ 组为最高。盐度在 20.5‰ 以上的各盐度组, 其日增长量是随着盐度的升高而下降, 盐度在 20.5‰ 以下的各组的日增长量随着盐度的提高而提高。

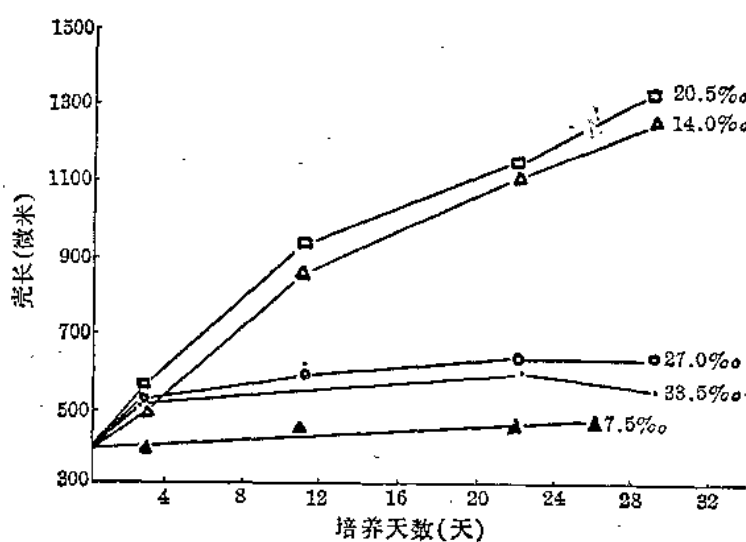


图4 盐度对蛤仔稚贝生长的影响

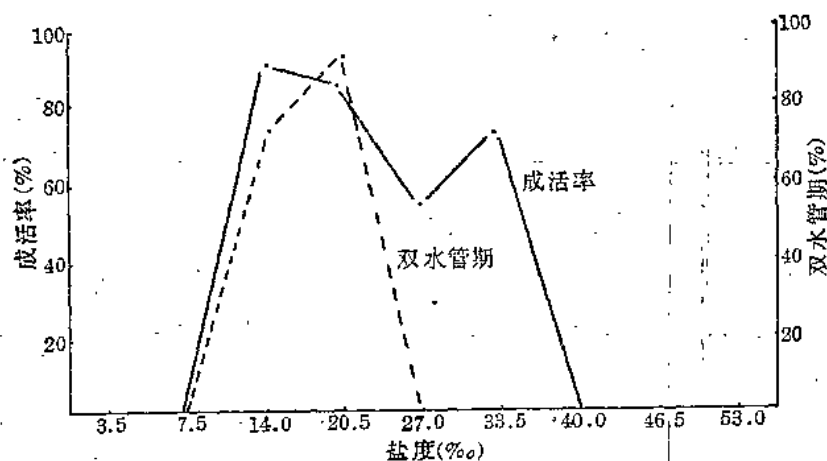


图5 盐度同蛤仔稚贝成活率及发育至双水管期的关系

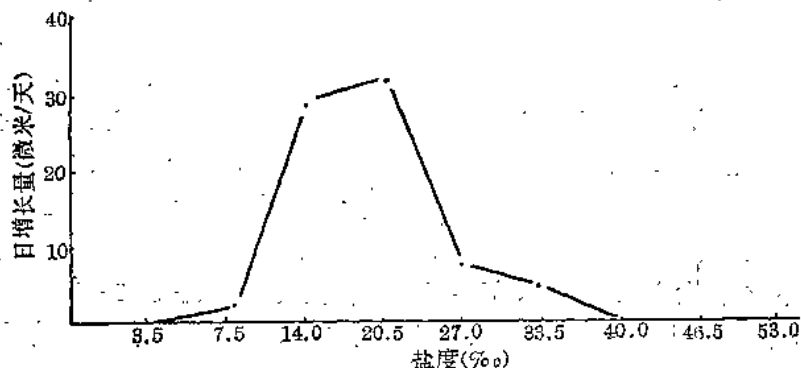


图6 盐度同蛤仔稚贝平均日增长量的关系

上述结果表明,稚贝的适宜盐度为 14.0—33.5‰,最适盐度为 20.5‰,盐度下限和上限分别为 7.5‰和 40.0‰左右。

讨 论

1. 温度与蛤仔稚贝生长发育的关系

实验结果说明了,蛤仔稚贝的适宜水温是15—30℃,在此温度范围内,生长迅速,发育整齐,成活率高。这与蛤仔在自然海区中生长的最适水温为 18—30℃基本一致^[1,4]。蛤仔稚贝的适温范围要比其浮游期幼虫的适温范围(22—32℃)^[4]来得广,说明蛤仔的适温范围是随个体的生长发育而不断扩大。

蛤仔不仅适温范围广,而且对高、低温的忍耐性也强。试验结果表明,蛤仔稚贝在 35℃条件下经 25 天还有 40%的存活,其死亡临界水温为 40℃左右,这与吉田 裕(1953)^[11]认为蛤仔稚贝致死临界温度是 37.5—40℃之间较为一致。蛤仔对高温的忍耐力也因产地和季节的不同而异,据倉茂(1941)^[15]报导,朝鲜产的蛤仔在 44℃、42℃、40℃

(1) 同第 15 页脚注(3)

和 37.5°C 中的平均存活时间为 0.6、1.5、5.3 和 10.4 小时; 日本有明海产的蛤仔在 38°C 中存活了 5 小时 30 分, 在 40°C 的水中只存活了 65 分钟^[12]。吉田 裕 (1964)^[10] 就日本下关市产的蛤仔稚贝对高温的抵抗力进行试验, 其结果表明在 35°C 时, 夏季平均存活时间为 20 小时 28 分, 而在冬季仅存活 17 小时 28 分。

蛤仔对低温的忍耐力更强, 据仓茂 (1941)^[15] 报导, 蛤仔在 -2°C 时, 3—4 小时内不致引起死亡。我们在试验中也曾观察到类似的现象。从图 2 也可看到, 蛤仔稚贝在 $10-2^{\circ}\text{C}$ 时能很好存活, 试验结束时, 成活率均在 80% 以上。尽管如此, 但其生长发育受到很大影响, 如生长缓慢, 发育停滞。因而, 在蛤仔适宜的温度范围内, 其育苗工作应考虑提前或及时进行, 这样幼虫的孵化率和变态率较高。

2. 盐度与蛤苗培育的关系

蛤仔虽有较广的适盐度性, 但其不同的育苗场和养成场的生产成绩并不一致, 原因是它们所在海区的理化环境因子不同, 其中盐度的差异是比较突出的因子之一。在自然海区中, 由于海水比重的骤然变化造成蛤仔的损失, 不论是苗区或养殖区均发生过^[4]。试验结果表明, 幼虫变态成稚贝的适宜盐度为 20.5—33.5‰, 其中以 27.0‰ 为最佳, 这与陈其焕等 (1981)^[4] 的实验结果是相吻合的。由图 4、5、6 表明, 稚贝生长发育的适宜盐度范围为 14.0—33.5‰, 其中以 20.5‰ 为最好。由此可见, 蛤仔幼虫和稚贝的生长发育的适宜盐度和最适盐度范围, 是随着蛤仔的生长发育而不断扩大, 而且有逐渐地向着较低的盐度的适应趋势。山本 (1952)^[6] 也曾观察到蛤仔受精和初期发育的适宜盐度范围比其成贝来得窄的现象。低盐度对蛤仔幼虫变态不利, 在 14.0‰ 盐度中, 幼虫变态的时间拖长了 10 多天, 而且生长也慢, 从壳顶后期培养到完全变态的 16 天中, 平均日增长量仅为 11.75 微米, 但幼虫一旦完成变态后, 由于器官构造的进一步发育和完善, 低盐度就显得有利于稚贝的生长发育, 稚贝经 29 天培育, 从平均壳长 387 微米猛增到 1243 微米, 平均增长速度为 29.52 微米/天, 其增长速度比变态前快一倍多, 比稚贝在 27.0‰ 盐度组中的平均日生长 8.3 微米快二倍半。显然这与蛤仔成贝长期生活在河口或有淡水流入的内湾有很大的关系。试验结果还表明, 蛤仔稚贝适宜盐度范围为 14.0—33.5‰, 这与邱清华 (1959)^[4] 报导的小蛤适盐范围为 9.36—34.16‰ 差别不大, 但与日本产的蛤仔稚贝培育海水的适宜比重下限为 1.015、最适比重约在 1.018 以上^[10] 有较大差别, 这可能是由于所处的地理位置的不同和亲贝所处的盐度差别所致。

蛤仔稚贝对高盐度的忍耐力是相当强的, 稚贝在海水盐度 33.5‰ 培育近一个月还有 80% 的存活, 这与日本产的蛤仔稚贝在海水比重 1.030 左右也能得到相当长的存活时间^[10] 是一致的。

根据蛤仔各不同发育阶段所要求的适宜和最适盐度的不一致性, 及其随着生长发育而逐渐地偏向低盐的特点, 蛤仔育苗场应选择在有淡水来源的地方, 在蛤仔苗种培育过程中, 还需及时地调节好适宜的海水盐度, 以满足蛤仔各发育期的适盐范围, 才能培育出更好的苗种。

(1) 同第 15 页脚注(3)

此外, 蛤仔稚贝生长发育除了受到温度和盐度的影响外, 还受到饵料及其他生态因子的影响, 而且各因子之间既互相联系又互相影响。如温度不仅对蛤仔稚贝有影响, 而且对饵料生物也有影响, 饵料生物的多寡又直接影响着稚贝的生长。所以在蛤仔育苗过程中应予全面考虑。

参 考 文 献

- [1] 山东省水产学校主编, 1980。贝类养殖学, 328—329页。农业出版社。
- [2] 齐秋贞等, 1981。菲律宾蛤仔室内催产研究——阴干、氨海水和性诱导法。水产学报, 5(3): 235—243。
- [3] 何进金等, 1981。菲律宾蛤仔幼虫食料和食性的研究。水产学报, 5(4): 275—284。
- [4] 邱清华, 1959。杂色蛤仔的形态习性和养殖法。动物学杂志, 11: 511—517。
- [5] 聂宗庆, 1965。双壳类幼虫培养研究的进展(续)。国外水产, 4: 9—14。
- [6] 山本喜一郎, 1952。厚岸湖に於けるアサリに関する研究—I 稀釈海水中に於ける受精并に初期發生。日本水産學會誌, 18(5): 191—196。
- [7] 上城义信, 1980。ハマグリ種の育苗生産研究。OCEAN AGE 12(1): 65—70。
- [8] 上城义信, 1980。ハマグリ種の増殖に関する研究—I 稚貝の成長と初期生態について。OCEAN AGE, 12(9): 67—75。
- [9] 田村 正, 1973。浅海増殖学, 244—251页。恒星社厚生閣。
- [10] 吉田 裕, 1964。贝類種苗学, 59—65页。北隆館。
- [11] 吉田 裕, 1959。浅海産有用二枚貝の稚仔の研究。農水講研報, 3(1): 1—106。
- [12] 池未 弥, 1956。アサリの生態的研究——I 沈着期アサリの低比重並びに高温に対する抵抗力。有明海研報, 3: 16—23。
- [13] 池未 弥, 1957。アサリの生態的研究——II 沈着期と初期生長。日本水産學會誌, 22(12): 738—741。
- [14] 相良順一郎, 1981。アサリとハマグリ種の生理生態。海洋と生物, 13: 102—105。
- [15] 倉茂英次郎(遺稿)、松本文夫(編), 1957。アサリの生態研究, 特に環境要素について。水産學集成, 611—655页。東京大學出版會。
- [16] 宮崎一老, 1957。二枚貝の産卵, 發生及び仔介の習性について。水生學集成, 433—443页。東京大學出版會。
- [17] Loosanoff, V. L. & Davis, H. C., 1963. Rearing of Bivalve Mollusks. Advances in marine biology, 1: 20—113。

THE EFFECTS OF TEMPERATURE AND SALINITY ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SPATS OF THE CLAM (*RUDITAPES PHILIPPINARUM*)

Lin Bishui, Wu Tianming and Huang Bingzhang

(Third Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography)

Abstract

The effects of temperature and salinity on the growth and development of the spats of the clam (*Ruditapes philippinarum*) had been investigated. The results obtained show that the suitable development temperature range from 15° to 30°C. In this range of temperature the spats grow rapidly and the survival rate reaches above 80%, and the optimum temperature is 25°C. The spats show strong tolerance to the low

temperature below 10°C and to the high temperature to 35°C . The lethal critical temperature is about 40°C .

The suitable salinity for the growth of spats is about $14.0-33.5\text{‰}$ and 20.5‰ is the optimum. Within this range the spats develop uniformly with a survival rate over 85% . The upper and lower critical salinity for the growth of the spats are about 7.5‰ and 40‰ respectively.

The suitable salinity for metamorphosis of larvae is in the range of $20.5-33.5\text{‰}$. The survival rate of holometamorphosis is above 65% . The maximum rate of holometamorphosis is more than 92.5% in the salinity of 27‰ . The lower and upper limits for the larval metamorphosis are 7.5‰ and $40.0-46.5\text{‰}$ respectively.