

不同生长期皱纹盘鲍对水温适应能力的比较

张明, 王志松, 高绪生

(辽宁省海洋水产科学研究院, 辽宁省应用海洋生物技术开放实验室, 辽宁 大连 116023)

摘要:将皱纹盘鲍依壳长分为4个组群, 分别为4月龄组、1龄组、2龄组和3龄以上组。比较研究环境水温对皱纹盘鲍(*Haliotis discus hannai* Ino)生长的影响以及不同发育阶段个体间的生长差异, 结果表明, 温度对皱纹盘鲍的生长影响显著, 不同发育期的皱纹盘鲍对水温变化的适应能力不同。成鲍期生长适宜水温为10~22℃, 水温高于26℃或者低于0℃出现死亡; 壳长10~25 mm的1龄鲍生长适宜水温为15~22℃, 当水温升至26℃或者降至4℃时摄食量剧减, 生长停滞; 低于4℃则出现死亡; 壳长3~6 mm的4月龄鲍15℃以上开始生长, 22℃生长最快。幼鲍阶段对水温变化的适应能力比成鲍弱, 个体越小适应能力越弱。温度变化幅度加大时, 鲍对水温的适应能力减弱。

关键词:皱纹盘鲍; 生长率; 成活率; 温度

中图分类号: S968.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8737-(2005)06-0720-06

皱纹盘鲍(*Haliotis discus hannai* Ino)自然分布于中国江苏以北沿海水域以及日本、韩国等北部海域。其肉质细嫩, 味道鲜美, 是海珍品中重要的增殖种类。近年来其增殖海域已由辽宁、山东沿海逐步扩大至浙江、福建沿海。皱纹盘鲍属冷温性种类, 对高温的适应能力较差, 引入南方后在度夏期间常出现死亡等问题。因而, 研究水温等环境因子对其生长发育的影响, 对于选择海区、扩大养殖水域具有重要意义。

关于水温对皱纹盘鲍生长影响的研究, 国内外曾有过一些研究报道。酒井诚^[1]报道, 皱纹盘鲍在水温10.9~20.3℃时生长随水温的升高而加快, 水温低于7℃则停止摄食与生长; 聂宗庆等^[2-3]认为, 皱纹盘鲍成体在水温8~24℃阶段有两个摄食高峰期, 水温低于3℃才停止摄食; 高绪生等^[4-5]则指出, 皱纹盘鲍稚鲍在高于26℃或者低于10℃后其摄食量减少50%以上。但比较全面地研究水温对其各个生长发育阶段影响的报告, 迄今尚未见报道。本研究比较了环境水温对皱纹盘鲍不同发育阶段生长的影响, 旨在为该种类的人工养殖提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料

皱纹盘鲍依壳长分为4个组群, 其中, 4月龄组

壳长3~6 mm, 1龄组10~25 mm, 2龄组30~45 mm, 3龄以上组68~80 mm。在发育生物学上, 上述个体应分属于食性转换前的稚鲍期(以摄食底栖硅藻为主)、食性转换后的幼鲍期(以摄食大型海藻的幼苗为主)、成鲍前期和成鲍后期(均以摄食大型海藻为主)4个不同的发育阶段; 生产中则分别相当于种苗培育前期、中间育成期、养殖前期、养殖后期4个培育阶段。其中, 前3组为人工培育的个体, 后1组为采捕自大连沿海并经过2周人工饲养的野生个体。

实验容器为直径25 cm、容量10 L的玻璃水槽, 每个水槽中放置4月龄鲍10个、1龄鲍10个、2龄鲍10个、3龄以上鲍2个。其中, 4月龄个体附着在面积15 cm×15 cm、表面附有底栖硅藻饵料的透明PVC波纹板上, 波纹板平吊于水槽的中上层; 其余3组共附着于2片面积20 cm×15 cm的黑色PVC波纹板上, 板斜放于水槽底部。

1.2 实验设计分组

实验先后共进行3次。

1.2.1 实验一 不同水温下鲍的生长对比 其目的是比较不同水温下皱纹盘鲍的生长差异, 以及不同年龄群之间的生长差异。实验共分为7组, 设定的水温依次为: 4℃、8℃、12℃、自然水温(14~16℃)、18℃、22℃、26℃。每组平行2个水槽。生

收稿日期: 2004-12-09; 修订日期: 2005-02-28。

作者简介: 张明(1966-), 男, 副研究员, 从事海水增养殖技术研究。E-mail: sunmiao-zhang@163.com

长对比时间 30 d。

1.2.2 实验二 研究皱纹盘鲍对高、低水温的耐受力以及不同年龄群之间的差异。在实验一的基础上采取阶梯式升、降温的方法进行。设平行 2 个水槽,设定水温依次为:22℃、24℃、26℃、28℃和 4℃、2℃、0℃共 7 个梯度,每个梯度恒温 5 d。由一个温度梯度升或降至次一梯度时变温速度 $\leq 0.2^\circ\text{C}/\text{h}$ 。

1.2.3 实验三 皱纹盘鲍在不同水温变化幅度下对低温的耐受力及大小个体间的差异。实验设 2 组,水温由 12℃连续递降至 0℃,其中的一组温度变化较为平缓,降温速度 $\leq 0.2^\circ\text{C}/\text{h}$;另一组则比较急剧,降温速度 1~2℃/h。当水温降至 8℃和 4℃时,各恒温 48 h 进行比较观察。

1.3 试验方法

1.3.1 水温的调控 高于自然水温的各组用水浴加热控温。每组平行 2 个水槽共置于同一水浴槽中,用控温仪和电加热器调控水温,温差控制在 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 。日换水 2 次,每次换全量的 60%~70%。低于自然水温的各组分别置于冰箱的不同冷藏室内,通过调节各冷藏室的温度来控制水温,温差控制在 $\pm 0.4^\circ\text{C}$ 。日全量换水 1 次。

1.3.2 生长差异比较指标 以各组每个年龄群的体重日增长率为主要指标来比较不同水温下、不同年龄群之间鲍的生长差异。同时,辅以鲍的活动频度、吸附力和对刺激的敏感性等变化为辅助指标,综合探讨不同水温下鲍的生长差异以及不同大小个体对低温适应能力的差异。

因 4 月龄群及 1 龄群鲍的体重较小,为减少称量误差,本实验采取实验前后分别称量各组每个年龄群鲍的总重($\sum W$),再按其个体数(n)分别求出初始平均体重(W_1)和终末平均体重(W_2)的方法。

$$W_1 = \sum W_1 / n; W_2 = \sum W_2 / n$$

每一试验水温下同年龄群鲍的体重日增长率(W)计算式为:

$$W = (W_2 - W_1) / (W_1 \cdot D) \times 100\%$$

式中: W_1 表示初始平均体重(g), W_2 表示终末平均体重(g), D 表示试验天数(d)。

1.4 数理统计

采用 SPSS10.0 统计软件进行数据分析,当单因素方差分析达显著后($P < 0.05$),进行 Duncan's 多重比较检验组间差异。

2 结果与分析

2.1 水温对各龄鲍生长的影响

实验期间对不同水温下不同年龄群鲍的体重增长测量结果和各年龄群间的比较结果见表 1 和图 1。对其活力变化的观察结果为:12~22℃的 4 组及组内各年龄群之间鲍的活动频度、吸附力和对刺激的敏感性差异不明显;26℃组和 8℃组鲍的活动频度明显减少,其中,8℃组 4 月龄群的鲍活动减少最为显著;4℃组,4 月龄鲍吸附力下降,呈半麻痹乃至麻痹状态,30 d 内小个体死亡率 50%,其余 3 个年龄群的个体虽活动不活跃,但无一死亡。

结果表明,水温对皱纹盘鲍的体重增长影响明显,18~22℃其生长最快;高于 22℃,生长随水温的升高而减缓,至 26℃生长停滞;低于 18℃,生长随水温的降低而减缓,低于 12℃则急剧减少,低于 8℃生长趋向停滞;至 4℃,鲍活动不活跃,小个体鲍则可因低温而死亡。此外,水温对不同大小的鲍生长的影响不同,成鲍在 8℃以上生长,1 龄鲍在 12℃、4 月龄鲍 15℃生长才较为明显。幼龄鲍的生长适温范围比成鲍明显偏窄。

2.2 不同生长期的个体对水温耐受力的差异

实验二结果显示,水温 22℃时鲍移动活跃,索饵旺盛,大小个体间活力差异不明显;24℃,4 月龄鲍和 1 龄鲍的活动未见明显异常,2 龄和 3 龄以上的成鲍活动减少;至 26℃,所有的鲍活动均明显减少,吸附力下降,触手伸出并且对刺激有反应,未出现麻痹脱落和死亡个体;至 28℃,鲍的吸附力几乎完全丧失,触手不再伸出,呈麻痹状态,并出现不同程度的死亡。水温为 4℃时鲍的活动均不活跃,其中,4 月龄鲍部分个体丧失吸附力,麻痹脱落,但尚有触觉,5 d 内死亡率 20%。至 2℃,4 月龄鲍的全部麻痹脱落,5 d 内死亡率 50%;1 龄鲍少量麻痹,余者吸附力下降,但触手伸出并有触觉;2、3 龄成鲍虽无麻痹但基本不活动。至 0℃,4 月龄鲍全部死亡;1 龄鲍 5 d 内死亡率 30%,其余麻痹;2、3 龄成鲍吸附力显著减弱或者呈半麻痹状态,但 5 d 内无死亡(表 2)。

表1 不同水温下不同大小皱纹盘鲍的体重日增长率和成活率

Tab.1 Daily body weight increase of different sizes of *Haliotis discus hannai* Iino at different water temperatures

$\bar{X} \pm SD$					
水温/℃ Temperature	组别 Group	初始体重/g Initial body weight	终末体重/g Final body weight	体重日增长率/% Daily body weight increase	成活率/% Survival rate
4	4月龄	$0.85 \times 10^{-3} \pm 0.01 \times 10^{-3}$	—		50
	1龄	1.50 ± 0.05	1.43 ± 0.02	0.16 ± 0.06	100
	2龄	10.74 ± 0.12	10.51 ± 0.05	-0.07 ± 0.02	100
	3龄	58.06 ± 0.30	58.19 ± 0.18	0.01 ± 0.03	100
8	4月龄	$0.83 \times 10^{-3} \pm 0.01 \times 10^{-3}$	$0.84 \times 10^{-3} \pm 0.01 \times 10^{-3}$	0.04 ± 0.00^a	100
	1龄	1.72 ± 0.06	1.82 ± 0.07	0.19 ± 0.02^a	100
	2龄	10.04 ± 0.30	10.60 ± 0.40	0.19 ± 0.03^c	100
	3龄	60.33 ± 0.81	62.19 ± 0.58	0.10 ± 0.01^b	100
12	4月龄	$0.85 \times 10^{-3} \pm 0.03 \times 10^{-3}$	$0.87 \times 10^{-3} \pm 0.04 \times 10^{-3}$	0.08 ± 0.05^a	100
	1龄	1.13 ± 0.07	1.33 ± 0.07	0.59 ± 0.04^b	100
	2龄	10.89 ± 0.30	12.43 ± 0.57	0.47 ± 0.07^b	100
	3龄	58.01 ± 0.34	61.20 ± 0.63	0.18 ± 0.02^a	100
15	4月龄	$0.80 \times 10^{-3} \pm 0.03 \times 10^{-3}$	$0.95 \times 10^{-3} \pm 0.03 \times 10^{-3}$	0.63 ± 0.02^b	100
	1龄	1.13 ± 0.07	1.63 ± 0.07	1.48 ± 0.09^d	100
	2龄	10.53 ± 0.24	13.37 ± 0.44	0.90 ± 0.04^c	100
	3龄	52.04 ± 0.76	56.44 ± 0.30	0.28 ± 0.03^a	100
18	4月龄	$0.81 \times 10^{-3} \pm 0.01 \times 10^{-3}$	$1.26 \times 10^{-3} \pm 0.03 \times 10^{-3}$	1.85 ± 0.03^c	100
	1龄	1.13 ± 0.07	1.74 ± 0.09	1.79 ± 0.05^c	100
	2龄	10.67 ± 0.13	14.13 ± 0.25	1.08 ± 0.02^b	100
	3龄	47.97 ± 0.40	54.13 ± 0.07	0.43 ± 0.03^a	100
22	4月龄	$0.88 \times 10^{-3} \pm 0.03 \times 10^{-3}$	$1.48 \times 10^{-3} \pm 0.03 \times 10^{-3}$	2.27 ± 0.07^e	100
	1龄	1.02 ± 0.08	1.62 ± 0.11	1.97 ± 0.06^c	100
	2龄	10.83 ± 0.13	14.11 ± 0.27	1.01 ± 0.03^b	100
	3龄	60.13 ± 0.46	66.00 ± 1.05	0.33 ± 0.03^a	100
26	4月龄	$0.85 \times 10^{-3} \pm 0.00 \times 10^{-3}$	$0.87 \times 10^{-3} \pm 0.03 \times 10^{-3}$	0.08 ± 0.11^b	100
	1龄	1.22 ± 0.05	1.23 ± 0.06	0.04 ± 0.02^{ab}	100
	2龄	10.64 ± 0.08	10.33 ± 0.04	-0.10 ± 0.01^a	100
	3龄	62.04 ± 0.30	60.23 ± 0.35	-0.10 ± 0.00^a	100

注:1)实验周期30 d。2)同一温度下各组体重日增长率标有不同字母的表示差异显著($P < 0.05$)。Note:1)Experiment period 30 d. 2) Body weight increase values at same temperature with different superscripts mean significantly different ($P < 0.05$).

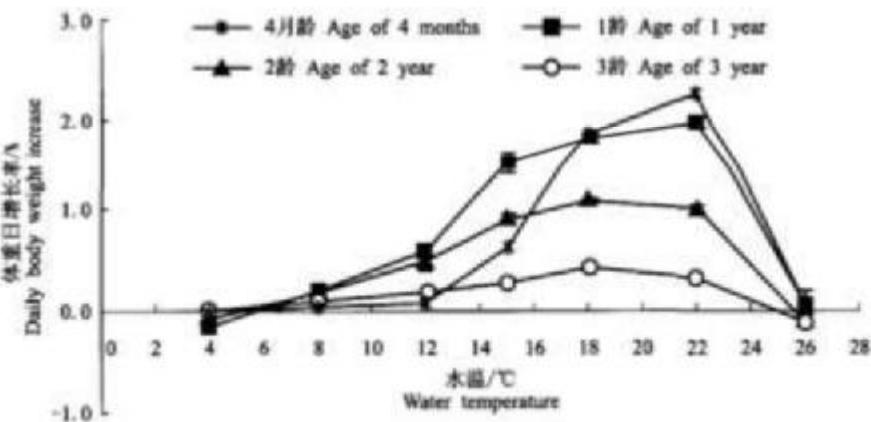


图 1 不同大小的皱纹盘鲍在不同水温下的生长比较
Fig.1 Growth comparison for different size of *Haliotis discus hannai* Ino in different water temperature

表 2 皱纹盘鲍对水温耐受能力的差异比较
Tab.2 Comparison of heat and cold endurance in different sized *Haliotis discus hannai* Ino groups

水温/℃ Water temperature	鲍龄 Age of abalone			
	4 月龄 4 months	1 龄 1 year	2 龄 2 years	3 龄 3 years
0	全部死亡 Totally dead	死亡 30%, 麻痹 70% Mortality 30%, paralysis 70%	吸附力极弱, 死亡 0 Mortality 0, extremely weak adsorbability	吸附力极弱, 死亡 0 Mortality 0, extremely weak adsorbability
2	死亡 50%, 麻痹 50% Mortality 50%, paralysis 50%	死亡 0, 麻痹 30% Mortality 0, paralysis 30%	不活动 Without movement	不活动 Without movement
4	死亡 20%, 麻痹 30% Mortality 20%, paralysis 30%	不活动 Without movement	活动减少 Movement weakened	活动减少 Movement weakened
22	活动正常 Normal movement	活动正常 Normal movement	活动正常 Normal movement	活动正常 Normal movement
24	活动正常 Normal movement	活动正常 Normal movement	活动减少 Movement weakened	活动减少 Movement weakened
26	活动减少 Movement weakened	活动减少 Movement weakened	不活动 Without movement	不活动 Without movement
28	死亡 80%, 麻痹 20% Mortality 80%, paralysis 20%	死亡 50%, 麻痹 50% Mortality 50%, paralysis 50%	死亡 40%, 麻痹 60% Mortality 40%, paralysis 60%	死亡 50%, 麻痹 50% Mortality 50%, paralysis 50%

注:完全失去吸附能力但触之尚有反应者记为麻痹;触之无反应且不能恢复者记为死亡。
Note:Paralysis means losing adsorbability completely but having reaction after a touch.
Decesse means without reaction for a touch and beyond retrieve.

综合上述结果,可以认为,中国的皱纹盘鲍适温范围应在4~26℃,超过26℃则活力下降、生长停滞,至28℃大量死亡;水温低至4℃,小个体出现麻痹或死亡;0℃时幼龄鲍大量死亡,成鲍虽5d内无死亡但活力明显下降。

2.3 对水温变化幅度的适应能力差异

在实验三中,当水温由12℃降至8℃,温度变化平缓组鲍的活动频度及吸附力未见明显变化;而温度变化急剧组鲍的活动频度明显减少,4月龄鲍的吸附力变弱,其余鲍变化不明显。由8℃降至

4℃,温度变化平缓组鲍的活动频度减少,4月龄鲍的吸附力变弱,其余鲍未见明显异常;温度变化急剧组4月龄鲍均呈麻痹状态,对刺激反应微弱,48h内死亡60%,1龄鲍的吸附力减弱,部分呈半麻痹状态,但12h后活力又略有恢复,2龄和3龄以上鲍全都伏居不动,12h后又恢复活动,但不活泼。水温由4℃降至0℃,温度变化平缓组4月龄鲍全部死亡,1龄鲍48h内死亡20%,余者对刺激反应迟钝,2龄和3龄以上鲍均伏居不动,对刺激反应迟钝,但无死亡;温度变化急剧组中4月龄鲍全部死亡,1龄鲍48h内死亡80%,余者麻痹,2龄和3龄以上鲍均失去吸附力呈麻痹状态,48h内死亡30%。结果表明,水温的变化幅度不同,鲍对低水温的适应能力差异显著。温度变化平缓,中国的皱纹盘鲍成鲍短时间内可耐受0℃的低水温,但小个体则难以完全适应,会出现不同程度的死亡;温度变化剧烈,鲍对低温的耐受力显著减弱,4℃时成鲍的活力即明显下降,小个体则开始死亡,0℃时成鲍全部麻痹、部分死亡,小个体则几乎全部死亡。

3 讨论

(1)鲍的大小不同,生长要求的水温范围也不相同。与酒井誠^[1]报道的研究结果相比,中国的皱纹盘鲍比日本的皱纹盘鲍生长水温范围宽,特别是对低水温的适应能力更强。笔者认为,之所以会出现上述差异,是因为中国的皱纹盘鲍与日本的皱纹盘鲍应属两个不同的地理种群,两者生存的海域环境条件不同。与日本种群相比,中国种群生存海域的水温年变化幅度大,冬季水温低,长期的生存适应结果有可能导致两者温度习性上出现明显差异。

(2)水温的变化幅度不同,鲍对低温的适应能力明显不同。特别是冬季自然海区受大风或强寒潮影响时,水温变化有时非常剧烈。因此,中国的皱纹盘鲍冬季难以在0℃左右的低水温海区越冬,冬季最低水温达0℃的海区也不应有皱纹盘鲍自然分布。这与罗有声^[6]对辽宁沿海的调查研究结果是相吻合的。考虑到冬季气候变化的偶然性,以及浅水域的水温受气候影响大、变化快,小个体更不耐低温等因素,为确保养殖鲍的越冬安全,冬季水温低于2℃或水深较浅的海域均不宜选作皱纹盘鲍的养殖区,特别是越冬养殖区。

(3)皱纹盘鲍属冷温性贝类,对低水温有一定的抵御能力,但对高温的适应能力较差。实验一与实

验二的结果表明,当水温升至24℃以后中国的皱纹盘鲍行动变得不活泼;26℃即不活动,摄食停止,体重下降;28℃出现死亡。中国南方很多海域夏季的最高水温可能超过26℃,因而在引入该种鲍时应全面调研养殖海区的水环境,特别是夏季的最高水温及历史上最高水温,根据其温度习性选择好养殖海区,避免因夏季高温而导致生长不良或大量死亡等不良后果,造成不必要的损失。

(4)在水温变化比较平缓的条件下,中国的皱纹盘鲍成体虽然可耐受短时间的0℃低温,但是,对0℃低温能否有较长时间的耐受能力,尚需做进一步地探讨。

(5)皱纹盘鲍对水温的适应能力,与其呼吸、摄食、生长及能量收支的变化有关。常亚青等^[7]认为,在同一温度组内,鲍摄食率随体重增加而加大,相对摄食率则反之;对于近似体重的鲍,摄食率、相对摄食率均随温度的升高而加大。在适宜温度下,相对生长率与相对摄食率呈正相关性。这与实验一的结果相一致。有研究表明^[8],温度和体重对鲍的耗氧量有显著的影响,在一定的温度范围内(12~20℃),耗氧量随水温和个体的增大而增加,平均单位体重耗氧量则随个体的增大而减小。当水温升至20℃以上时皱纹盘鲍耗氧量有明显的减少趋势,鲍的代谢速率减缓,20℃左右存在着皱纹盘鲍生物代谢的转折点。这与实验一中平均体重日增长率曲线拐点出现在18~22℃是一致的。还有研究表明^[9-10],鲍的耗氧率随个体增大而下降,小个体耗氧率较高是由于其生长迅速、生理活动较强,基础代谢率高,它必须获得相对多的营养物质转化为自身物质。这与实验一中平均体重日增长率的峰值变化规律相一致。

贝类属变温动物,温度是影响贝类呼吸率和代谢的主要因素之一,温度突变往往引起贝类呼吸率的急剧变化,而温度缓慢变化则可使贝类有一个调节或驯化的过程^[7]。这与实验三的结果相吻合。

(6)本实验由于分组多,时间短,考虑到较短的时间内鲍的壳长增长量较小,特别是大个体成鲍以及水温较高和较低的实验组鲍的壳长增长不明显,很容易造成测量上的误差而影响实验结果的准确性,而体重的增长量比壳长增长相对要更明显些,因而本实验只取用体重增长一个指标来进行组间比较研究。鉴于国内外对鲍的生长研究报道也有单独用壳长生长或者体重生长一个指标的,因而可以认为本实验的方法是可行的,结果也是可信的。

参考文献:

- [1] 酒井誠. エゾアワビの生態学的研究[J]. 日本誌, 1962, 28(8): 766-779.
- [2] 葛宗庆, 燕敬平. 皱纹盘鲍成体摄食习性的初步研究[J]. 水产学报, 1985, 9(1): 19-27.
- [3] 葛宗庆. 鲍的增养殖[M]. 北京: 农业出版社, 1989.
- [4] 高绪生, 刘永峰, 刘永霞, 等. 温度对皱纹盘鲍稚鲍摄食与生长的影响[J]. 海洋与湖沼, 1999, 21(1): 20-26.
- [5] 高绪生, 王 琦, 王仁波, 等. 鲍鱼[M]. 沈阳: 辽宁科技出版社, 2000.
- [6] 罗有声. 辽宁鲍鱼资源现状与增殖途径[J]. 水产科学, 1982(1): 39-43.
- [7] 常亚青, 王子臣. 皱纹盘鲍的个体能量收支[J]. 应用生态学报, 1998, 9(5): 511-516.
- [8] 毕远博, 蒋 双, 刘海映, 等. 温度体系对皱纹盘鲍耗氧量和排氨量的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2000, 6(5): 444-446.
- [9] 陈政强, 单剑宇, 陈昌生, 等. 九孔鲍耗氧率和窒息点的初步研究[J]. 水产科技情报, 2001, 28(1): 11-14.
- [10] 王伟定, 于谨兰, 许文军, 等. 温度和培养密度对室内养殖鲍苗生长的影响[J]. 浙江水产学院学报, 1997, 16(3): 183-188.

Comparison on adaptability of abalone *Haliotis discus hannai* Ino to temperatures at different growing stages

ZHANG Ming, WANG Zhi-song, GAO Xu-sheng

(Liaoning Ocean and Fisheries Science Research Institute, Opening Laboratory of Applied Marine Biology of Liaoning Province, Dalian 116023, China)

Abstract: The comprehensive studies on the effects of water temperature acting on different growing periods of abalone (*Haliotis discus hannai* Ino) were seldom reported. In this experiment, four groups of abalone were designed according to their growing stages, which were 4 months old (shell length 3-6 mm), 1 year old (shell length 10-25 mm), 2 years old (shell length 30-45 mm), and 3 years old (shell length 68-80 mm), respectively. In developmental biology, the four groups belonged to four different growing stages, which were early cubhood abalone before food transition (mostly ingest demersal diatom), cubhood abalone after food transition (mostly ingest the seedling of kelp), early adult abalone and late adult abalone (all mostly ingest kelp). The first three groups were artificially cultivated, and the last group was collected from the inshore of Dalian and was artificially fed for two weeks. The experimental container was cylindrical glass with diameter 250 mm and volume 10 L. The experimental water temperature was 0-28 °C. The results showed that water temperature had distinct effects on growth of abalone. The adaptability of abalone to the change of temperature was not the same for different sized individuals. The optimum temperature of adult abalone was 10-22 °C. When the temperature was over 26 °C or below 0 °C, the abalone began to die. The temperature fit for the growth of 1-year-old abalone was 15-22 °C. The feeding rate would be reduced obviously and the growth would stop when the water temperature was 26 °C or 4 °C. For the 4-month-old abalone, the growth started when water temperature reached 15 °C, and the growth rate was the highest at 22 °C. The adaptability to the change of temperature in cubhood abalone was weaker than that in adult abalone, and the smaller the body size, the weaker the adaptability. When the fluctuation of water temperature increased, the adaptability of abalone became weak.

Key words: *Haliotis discus hannai* Ino; growth rate; survival rate; temperature