

刺参(*Apostichopus japonicus* Selenka)夏眠 习性研究Ⅱ——夏眠致因的探讨*

李馥馨 刘永宏 宋本祥 孙慧玲

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266003)

顾本学 张榭令

(山东省蓬莱市水产技术推广站, 265600)

摘 要 采用人工降温的低温饲养与自然水温的常温饲养相结合的方法探讨刺参夏眠致因及解除方法。降温饲养: 实验期间各年龄群正常摄食每头平均日摄食量亲参0.184克, 1龄0.165克, 2龄0.317克, 2-3龄0.315克, 3龄以上0.412; 消化道形态正常, 小肠组织结构完好无缺; 性腺退化不明显, 肉眼可辨雌雄处于成熟或排放期; 体重呈正增长, 每头平均日增重1龄0.543克, 2龄0.410克, 2-3龄0.875克, 3龄以上0.06克。常温饲养: 各年龄组群随温度升高日摄食量逐渐降低直至停止摄食; 消化道退化显著, 小肠组织结构仅留有表皮、肌肉、内表皮; 性腺退化迅速难以发现, 肉眼难辨雌雄, 处于休止期; 体重呈负增长, 每头日平均增重1龄-0.648克, 2龄-0.753克, 2-3龄-1.227克, 3龄以上-1.818克。水温是刺参夏眠的主要外因, 降温饲养可解除夏眠。

关键词 刺参, 夏眠致因, 水温, 降温饲养

前 言

夏眠是刺参自然生态重要特点之一, 也是相当重要的一个特殊时期。在我国刺参进入夏眠日期随着纬度的增高而推迟, 山东南部沿海在6月中、下旬, 山东北部沿海在7月上、中旬, 辽东半岛沿海(大连地区)在8月中、下旬进入夏眠。结束夏眠的日期各地大致相同, 一般在10月下旬到11月初, 夏眠经历的时间最短2个月最长近4个月。在整个夏眠期内刺参为维持最低代谢要消耗机体自身, 体重明显减轻。前报指出1龄参减重52.8%、2龄减重39.7%、2-3龄参减重45.5%、3龄以上减重30.4%。刺参这一生态习性的存在明显延

收稿日期: 1996-01-23。

* 国家自然科学基金资助项目。

缓了它的生长速度,延长了养殖周期,给人工养殖造成很大的弊端。

目前对刺参夏眠致因的研究报导尚不多,未见详细专题报导。崔相指出,刺参夏眠由内外因促成,内因是长期形成的生物学习性,外因仅从其它动物冬(夏)眠致因三要素:食物、光线、温度来推测,水温是最直接的主要原因^[5],肖树旭等报导,将在 21℃ - 26℃ 水温下已经夏眠的刺参移到 10 - 16℃ 低温水中仅需 15 天就可苏醒,摄食比常温情况下提前半个月^[1],陈宗尧则认为夏眠是刺参性活动后“精疲力尽”,必须经历的休眠养息的时期,是一种生态的适应。我们在 1992 - 1994 年对刺参夏眠习性进行了系统研究,对夏眠致因及解除方法也进行了有益的探讨,结果报告如下。

材 料 与 方 法

实验在蓬莱市大赵家养殖场实验室水泥池(容积 2 米³)内进行,实验用参为潜水员采捕的当地海区的刺参。实验参按个体体重分为 4 个年龄组群,即 1 龄组群(45 - 85 克)、2 龄组群(100 - 160 克)、2 - 3 龄群(161 - 250 克)、3 龄以上组群(255 - 400 克),每组 4 - 6 头。另设的亲参组为排放过一次产卵后亲参,雄、雌各 1 头。

1992 年各年龄组群实验参分别置于 2[#] 水泥池内的 7 个容积 4 万毫升的玻璃钢水槽内,槽外为冰水,进行降温饲育。水温控制在 10 ± 1℃ 范围内,饲育水为通过沙滤的自然海水,每日早、晚各换水一次,每次换 1/2 - 1/3,每周全换水一次并刷洗、消毒各实验槽。每日投饵 2 - 3 次,每次每槽投入人工配合饵料 1 克(干重),视摄食状况适当增减。换水时收集残饵和粪便,在温度 120℃ 的干燥箱内烘至恒重后用感量 0.01 克扭力天秤称重,室内光线控制在 500lux 以内。另外 1[#] 水泥池内以相同方式设自然水温(常温)对照组,除每日早晚二次全量换水外,其它管理同前。

1993 年采用各年龄组群海参移至水泥池内,以玻璃钢水槽置冰水放入池内降温饲育,水温控制在 15 ± 1℃ 范围内,饵料 8 月 1 日前为海泥,8 月 1 日后采用海泥 + 鱼粉,每日早晚各投饵 1 次,适量。每日换水 2 次每次 1/3 左右,换水时搜集粪便,滤去水分后用感量 0.01 克的扭力天秤称重。其它管理同 92 年度,同样在 1[#] 池设自然水温(常温)对照组。由于本年度各年龄组群的划分是在按照个体体重的基础上又参照个体肤色的差异,因此在混合饲育的状况下,仍能准确区分各年龄组群个体。

1992 年实验从 6 月 10 日至 8 月 20 日,历时 70 天;1993 年实验从 6 月 29 日至 8 月 30 日,历时 62 天。实验过程中,每隔 20 天各年龄组群刺参称重一次;1993 年在 8 月 10 日称重时各年龄组群取样二头进行解剖观察。实验结束时所有实验参进行解剖观察内容包括体重、躯体重、肠长、肠重,性腺发育状况及重量等。肠和性腺取样进行组织切片,采用波恩氏液固定,石蜡包埋,苏木精染色、伊红复染、切片厚度 7 - 8 微米。

结 果 与 讨 论

(一)水温与摄食量

1992 年度进行了不同年龄组群的 10 ± 1℃ 低温条件下的摄食量试验并且与常温对照组对比,其结果见表 1。1993 年度由于实验参置于水泥池内混合饲育残饵难以全部收回故进

行了低温条件下排粪量试验,并且与常温对照组加以对比,其结果见图 1。崔相的研究表明,刺参消化道内含物的排泄速度在实验开始的 4—16 小时内,其排泄速度和自然状态下的排泄(摄食)速度相近似,其排泄速度理应是其摄食速度^[6]。本实验二次投饵的时间间隔在 16 小时以内,因此可以将每日排粪速度视为每日摄食速度,排粪量的变化视为摄食量的变化。

由表 1 可以明显看出,在高水温期采用低温饲育方法,水温在 $10 \pm 1^\circ\text{C}$ 的条件下各年龄组群能够正常摄食,在温度比较恒定的条件下,每头刺参的日摄食量无明显差异,一直维持在一定水平上,而且年龄小其日摄食量也相应减少,3 龄以上组群、2—3 龄组群、2 龄组群、1 龄组群及亲参组日摄食量(干重)分别为 0.412 克、0.315 克、0.317 克、0.165 克、0.184 克。在自然水温(常温)的条件下,随着温度的升高各年龄组群的摄食量相应减少直至停止摄食进入夏眠状态,而且随着年龄的增大其停止摄食进入夏眠的水温也逐渐低下,1 龄组 24.10°C 、2 龄组 22.9°C 、3 龄以上组为 21.8°C 。同时,由表 1 中还可以看出,已排放一次性产物后的亲参不论是在降温条件下或者是在自然水温条件下饲育都能继续摄食,但是摄食量明显减少,在降温条件下其日摄食量没有急剧变化,仅为体重与其相似的 3 龄组群以上个体的 40% 左右,比 1 龄组群稍强。在自然水温(常温)条件下随着温度升高而明显降低,直至停止摄食,停止摄食时的水温要比体重与其相似的 3 龄以上组群要高,3 龄以上组群停止摄食水温为 21.8°C ,而亲参停止摄食时的水温为 22.9°C ,造成这一现象的原因目前尚不清楚,有待进一步探讨。

表 1 1992 年不同水温条件下的摄食量(克/日/头)

Table 1 Feeding quantity of sea cucumber in different water temperatures in 1992(g/day/ind.)

日期 Date	降温组 Low temperature group						常温组 Normal temperature group					
	温度($^\circ\text{C}$) Temperature	1 龄 1-yr-old	2 龄 2-yr-old	2—3 龄 2-3-yr-old	>3 龄 >3-yr-old	亲参* Parents	温度($^\circ\text{C}$) Temperature	1 龄 1-yr-old	2 龄 2-yr-old	2—3 龄 2-3-yr-old	>3 龄 >3-yr-old	亲参* Parents
6/15	10.5	0.20	0.27	0.27	0.28	—	16.4	0.12	0.13	0.14	0.25	—
6/23	9.9	0.16	0.34	0.34	0.44	—	17.9	0.13	0.12	0.11	0.26	—
6/29	10.0	0.19	0.23	0.31	0.59	0.23	19.0	0.14	0.12	0.09	0.09	0.13
7/05	10.4	0.16	0.22	0.22	0.25	0.19	20.4	0.05	0.05	0.04	0.07	0.17
7/11	10.3	0.24	0.36	0.36	0.50	0.10	21.8	0.05	0.03	0.02	0.02	0.07
7/17	10.0	0.13	0.31	0.31	0.43	0.13	21.8	0.04	0.02	0.01	0.01	0.07
7/23	10.4	0.16	0.37	0.37	0.52	0.31	22.9	0.01	0.01	—	—	0.01
7/29	11.0	0.17	0.39	0.38	0.40	0.13	24.1	0.01	—	—	—	—
8/05	11.0	0.12	0.34	0.33	0.43	0.17	24.4	—	—	—	—	—
8/11	10.0	0.12	0.27	0.27	0.29	0.12	23.0	—	—	—	—	—

*: 亲参为排放过一次产物后的雌雄亲参 Parents refer to individuals that had already spawned once

图 1 中所示 93 年度日排粪量也显示出与 92 年度实验结果相似的同一规律。降温饲育条件下,其排粪(摄食)速度能够一直维持在一定水平上,自然水温饲育条件下随着水温的升高,排粪(摄食)速度逐渐降低直至停食。停止摄食的水温从图 1 所示为 22.8°C ,比 92 年度实验结果要低,实际上 22.80°C 以后仍有极少量粪便排出,主要受实验条件的限制难以收回,因而出现差异。另外,实验前期的排粪量明显高于后期,这主要由于实验过程中更换饵料成分所致。

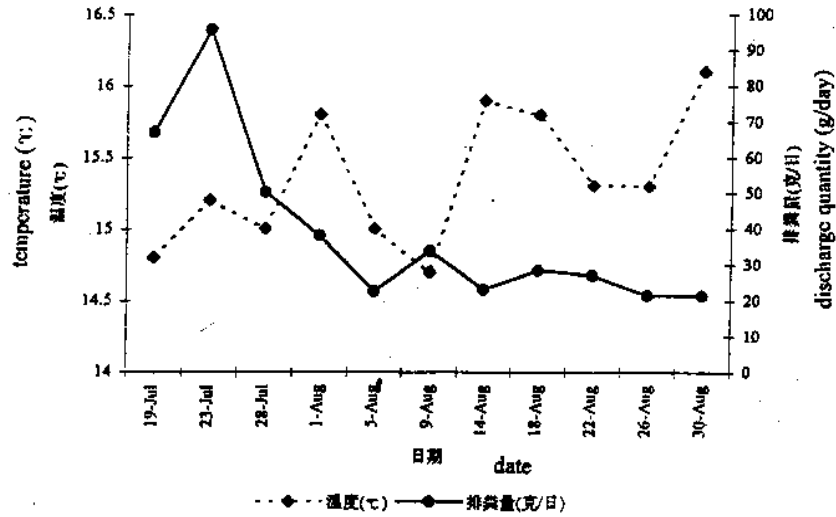


图 1a 降温状态下日排粪量

Fig.1a Daily discharge quantity under low temperature

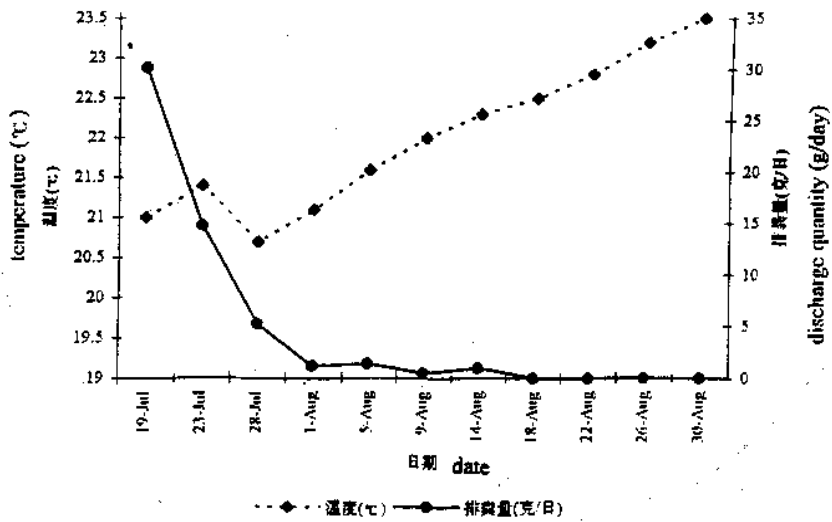


图 1b 常温状态下日排粪量

Fig.1b Daily discharge quantity under normal temperature

(二) 水温与内部器官变化关系

1992 至 1993 年实验结束时,降温与常温对照所用各年龄组群的刺参解剖观测结果见表 2。由于饲育水温不同,造成摄食量及摄食速度不同,而摄食量、摄食速度的不同,又导致其肠的外部形态和内部结构的明显差异。由表 2 中可以看出,低温饲育各年龄组群除了 3 龄以上组群外,其肠的平均长度是常温饲育各年龄组群的 2-3 倍,而且肠壁膨松柔软,韧性

强、肠直径较粗,一般 4-5 毫米,肠内含有饵料和粪便,每头刺参的平均肠重随着年龄增大而增加,由 4.5 克增至 7.5 克。自然水温饲育下肠内无饵料或粪便,肠退化成一条长与体长相似,半透明状细线,直径最粗处也仅 0.5 毫米左右,脆弱易断。不同水温饲育肠的组织结构也不相同(图 2),比较二组切片可以明显看出,在低温饲育条件下小肠的组织结构完好无缺,包含了刺参正常小肠的全部结构即表皮、外结缔组织、肌肉层、内结缔组织、内表皮;在自然水温(常温)饲育条件下小肠的组织结构除表皮、肌肉层、内表皮外其余结构如结缔组织大部分已消失。

表 2 各年龄组不同水温解剖观察记录表(1992~1993 年)

Table 2 Physical data of different age groups under low and normal temperature

组龄 Age groups	体重(g) Body weight(g)		肠体重(g) Wall weight(g)		肠长(cm) Intestines length(cm)		肠重(g) Intestines wt(g)		性腺重(g) Gonad wt(g)	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1 龄组 1 year	72.7	30.7	40.7	20.7	28.7	9.3	4.5	-	-	-
2 龄组 2 years	138.3	61.0	77.5	37.1	20.1	10.6	4.8	-	1.7	-
2-3 龄组 2-3 year	165.8	103.8	94.2	71.3	37.2	15.0	7.0	-	8.8	-
>3 龄组 >3 years	295.0	180.0	170.0	119.3	30.5	20.8	7.5	-	12.3	-

(1): 低温组 Low temperature group

(2): 常温组 Normal temperature group

另外,不同水温条件下饲育其性腺的外部形态和内部构造差异同样显著,同时其性反应也不尽相同。低温饲育性腺退化迟缓或不明显,排放过一次产物的亲参,在饲育一个多月后仍能继续排放性产物,如 1992 年 7 月 25、28 日夜 2 头亲参排精,至 8 月中、下旬实验结束时多数个体性腺分枝仍然多而粗,肉眼易辨雌雄、雌生性腺深桔红色半透明状颗粒清晰可见,雄性性腺呈乳白色或浅土黄色。由表 2 可以看出,每头刺参的性腺重量也随着年龄的增大而增加,2 龄组群每头平均 1.7 克,2-3 龄组群 8.8 克,3 龄以上组群 12.3 克,同时,性腺指数达 15% 以上的个体占 2-3 龄组群以上个体总数的 37.5%。组织切片(图 3)显示性腺处于成熟期或排放期。雌性可见大小几乎相同的卵母细胞填充于卵巢,多数为多角形具有一个大而无色的细胞核,少数为核不明显的成熟卵,尚见排卵后的空腔。雄性精巢内填充大量精子,可见排精后出现的空腔,生殖上皮仍有一定厚度,由许多精母细胞组成。自然水温饲育下性腺退化显著,仅在实验前期水温 22℃ 以内出现过排精现象,以后不再发生。实验结束时性腺难以发现或仅有极少量无色透明状细短分枝,难以称量,肉眼难辨雌雄。组织切片显示,雄性生殖上皮沿管壁分布,为 1-3 层精原细胞、精母细胞组成,生殖上皮无皱褶。雌性生殖由卵母细胞组成上皮沿管壁分布多为一层,无皱褶。

(三)水温与活动

通过实验期间的昼夜连续观察发现,降温饲育条件下各年龄组群活动频繁,同时昼夜活动频度无明显差异,一天之内的任何时刻都可以看到刺参沿实验槽(池)底的四周及周壁进行缓慢的爬行,整个实验期间的活动频度无明显变化。常温饲育条件下,不同水温范围内各年龄组群的活动出现明显的差异。水温 15-17℃ 各年龄组群包括已排放过性产物的亲参活动仍较活跃,但昼间活动频度有所下降,夜间活动尤其是 17:00-21:00 时间内频繁。17-19℃ 3 龄以上组群活动明显减弱,尤其昼间多在槽(池)底抱堆不动,其他各年龄组群活动



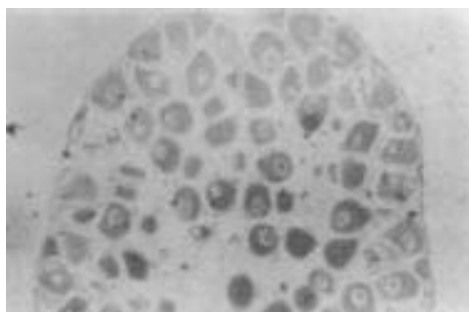
图 2 降温组(肠)

Fig.2 Low temperature group(intestines)



图 2 常温组(肠)

Fig.2 Normal temperature group(intestines)



降温组(雌)

Low temperature group(female)



常温组(雌)

Normal temperature group(female)



图 3 降温组(雄)

Fig.3 Low temperature group(male)



图 3 常温组(雄)

Fig.3 Normal temperature group(male)

尚正常。水温 21℃ 以上 3 龄以上组群昼间潜入池(槽)排水孔或池(槽)底周角处静卧不动,夜间尚可见个别个体偶尔有缓慢爬行,其他各年龄组群活动明显减弱,尤其昼间活动频度明显下降,夜间尚有部分个体活动较频繁,1 龄组群尤为明显。由上述可知,既使是在停止摄食状态下,各年龄组群的个体仍有活动,这意味着刺参的活动可分为二类,一类为捕食而活动,另一类是非捕食活动,夏眠期间捕食活动停止,但非捕食活动仍有进行。

(四)水温与成长

刺参在不同水温条件下饲养,其摄食状态、摄食量及消化道结构不同,因而造成其成长出现二种迥然不同的结果(如表 3 所示)。由表中明显看出实验期间降温饲养各年龄组群均

表 3 各年龄组群不同水温下的生长(1993 年度)

Table 3 The growth of sea cucumbers cultivated in different temperature in 1993

年龄 Age	项目 Item	日期 Date	6 月 30 日 Jun30	7 月 20 日 Jul20	8 月 10 日 Aug10	总平均日增重(g) $\Delta\bar{w}$ (g)
1 龄组群 1 year	(1)	平均体重(g) $\bar{w}$ (g)	71.6	93.3	93.3	—
		日增重(g) Δw (g)	—	1.085	0	0.543
	(2)	平均体重(g) $\bar{w}$ (g)	63.5	42.5	35.0	—
		日增重(g) Δw (g)	—	-1.05	-0.375	-0.648
2 龄组群 2 year	(1)	平均体重(g) $\bar{w}$ (g)	129.3	143.0	145.7	—
		日增重(g) Δw (g)	—	0.685	0.135	0.41
	(2)	平均体重(g) $\bar{w}$ (g)	115.0	88.12	81.87	—
		日增重(g) Δw (g)	—	-1.344	-0.313	-0.753
2-3 龄组群 2-3 year	(1)	平均体重(g) $\bar{w}$ (g)	178.3	208.3	213.3	—
		日增重(g) Δw (g)	—	1.5	0.25	0.875
	(2)	平均体重(g) $\bar{w}$ (g)	195.0	155.0	141.0	—
		日增重(g) Δw (g)	—	-0.2	-0.7	-1.227
>3 龄组群 >3 year	(1)	平均体重(g) $\bar{w}$ (g)	292.5	300.0	295.0	—
		日增重(g) Δw (g)	—	0.375	-0.25	0.063
	(2)	平均体重(g) $\bar{w}$ (g)	345.0	272.0	265.0	—
		日增重(g) Δw (g)	—	-3.625	-0.375	-1.818

$\Delta\bar{w}$: mean daily increment of body weight

Δw : daily increment of body weight

$\bar{w}$: mean body weight

(1): low temperature

(2): normal temperature

有不同程度的成长,1龄组群平均体重由71.6克增至93.3克,平均日增重0.543克;2龄组群平均体重由129.3克增至145.7克,平均日增重0.410克;2-3龄组平均体重由178.3克增至213.3克,平均日增重0.875克;3龄以上组群平均体重由292.5克增至295克,平均日增重0.063克。自然水温(常温)饲育则恰恰相反,各年龄组群重呈负增长,而且年龄越大其负增长值越大。1龄组群平均体重由63.5克减至35克,平均日增-0.648克;2龄组群由115.0克减至81.87克,平均日增-0.753克;2-3龄组群由195.0克减至141.0克,平均日增-1.227克;3龄以上组群平均体重由345.0克减至265.0克,平均日增-1.818克。

由上所述可以说明,水温是制约刺参成长的关键因素之一,在适宜温度范围内刺参能不断成长,即使在夏眠期高温季节,采取降温饲育,只要降温适度,刺参各年龄组群仍能正常成长。本实验每头参平均日增重0.5克左右。

(五)夏眠与水温

木下报导,日本北海道刺参未发现明显的夏眠现象,于东祥等在周年养殖刺参中观察到寒流来临水温下降刺参复苏从石棚爬出,寒流过后水温回升刺参再度返回石棚的现象^[4]。本研究充分表明由于水温条件不同,导致其内部器官的外部形态及内部组织结构也出现明显差异,从而形成了不同水温条件下刺参的活动、摄食、成长的显著反差,即使是排放过性产物的亲参,在其排放后立即置于低温条件下仍然能活动,摄食,不出现夏眠。因此水温是刺参夏眠的主要外因,在高水温期采取低温处理可使刺参不出现夏眠。

参 考 文 献

- [1] 肖树旭等,1982。刺参室内集约化养殖探讨。海洋渔业,4(4):172-173。
- [2] 隋锡林等,1985。刺参生殖周期的研究。水产学报,9(4):303-310。
- [3] 刘永宏等,1988。*Apostichopus japonicus* 人工种苗放流增殖技术研究——I 放流海区的选择。中国海洋药物,17(3):36-40。
- [4] 于东祥等,1990。池养刺参种苗周年成活率和生长特点的初步观察。海洋水产研究丛刊。(32):110-112。
- [5] 崔相,1963。ナマコの研究。海文堂。
- [6] Jengoux m, et J, Cawrence, 1982. Echinoderm nutrition. Rotterdam, Balkema.

STUDY ON AESTIVATING HABIT OF SEA CUCUMBER (*APOSTICHOPUS JAPONICUS* SELENKA) II . THE FACTORS RELATING TO AESTIVATION

Li Fuxin Liu Yonghong Song Benxing Sun Huiling

(Yellow Sea Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266003)

Gu Benxue Zhang Xieling

(PengLai Fishery Technique Extension Center, ShanDong 265600)

ABSTRACT The factors dealing with the aestivation of sea cucumber were studied by feeding the animals in the conditions of both low and normal temperatures. Experiment results showed

as follows: a. Cultivated under low temperature, the daily individual feeding ration of sea cucumber was 0.184 g for adult, 0.165 g for one-yearling group, 0.317 g for two-yearling group, 0.315g for two-three yearling group, 0.412 g for the three or more than three-yearling group respectively. The form of their digestive tube was normal and tissue construction of small intestine was intact. During mature and spending periods, gonad could be distinguished by naked eye and there was no distinct degeneration. The mean daily increment of body weight was 0.543 g for one-yearling group, 0.410 g for two-yearling group, 0.875 g for 2-3 yearling group and 0.06 g for the group more than three year old respectively. b. Cultivated under normal temperature, the daily feeding ration was gradually decreased with the increasing of water temperature. The digesting tube degenerated significantly and only epidemics and muscle remained on the tissue of small intestine. Gonad degenerated so quickly that it was difficult to distinguish the sex by naked eyes. Increased negatively, the daily individual body increment was -0.648 g for one-yearling group, -0.753 g for two-yearling group and -1.818 g for the group more than three year old respectively.

KEYWORDS *Apostichopus japonicus*, Aestivating habit, Water temperature, Cultivating under low temperature