

刺参(*Apostichopus japonicus* Selenka)夏眠习性研究 I —— 夏眠生态特点的研究

刘永宏 李馥馨 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)

张榭令 顾本学

(山东省蓬莱市水产技术推广站, 265600)

摘 要 刺参全体重(W)与躯体重(W_1)为线性函数关系, 其回归曲线为 $W_1 = 0.537900 + 3.7001(r = 0.9874)$ 。采用海区调查和室内实验相结合方法, 研究了刺参夏眠特点。不同年龄组群的夏眠临界水温各异, 1龄为 24.1°C , 2龄为 22.9°C , 2~3龄 21.8°C , 3龄以上 21.8°C ; 体重25克以内的个体77.8%消化道无明显退化, 尚能继续摄食, 不夏眠; 消化道退化是在摄食强度降低的前提下发生的; 肠退化成一条长度与体长近似, 直径不足1毫米的细线; 夏眠期间各龄的个体仍有活动, 越小活动越频繁; 夏眠期间各龄减重明显, 1龄、2龄、2~3龄与3龄以上的失重率分别为52.8%、39.7%、45.5%、30.4%。

关键词 刺参, 夏眠, 生态特点

夏眠是刺参重要的生态特点, 生活史中的重要一环, 至今为止对刺参夏眠的研究报道尚不多。德久(1915)报道石州县七尾湾的青刺参夏眠开始和终止的水温均为 20°C , 而北海道、宫城、爱知、德岛、鹿儿岛诸县水温 $19\sim 22^{\circ}\text{C}$ 开始夏眠, $18\sim 23^{\circ}\text{C}$ 终止^[4]。崔相、大岛(1961)指出, 青刺参与红刺参对高温的反应不同, 两者的夏眠状态有异^[5]。崔相(1963)报告了刺参夏眠期间消化道结构变化, 指出夏眠临界温度为 24.5°C ^[6]。隋锡林(1990)称夏眠时的海水温度为 $20\sim 24^{\circ}\text{C}$, 这往往与栖息场的环境有关^[3]。我们于1992~1994年对刺参夏眠期间生态特点、成因、及解除方法等进行了系统研究, 取得明显结果。本文就刺参夏眠期间的生态特点的几个方面报告如下。

收稿日期: 1995-05-06。

材 料 与 方 法

(一)自然海区的生态调查

试验在蓬莱市大季家镇大赵家养殖场进行。

1992、1993年3~10月期间每月在大赵家养殖场所属刺参自然分布区(水深2~10米)潜水调查一次,每次由潜水员于不同水深采样共30个,采样面积为1米²,将所发现的刺参全部捕获。现场观测海底水温、体重、躯体重、肠长、肠重、性腺发育状况及重量等。

(二)室内生态试验

1992、1993连续二年在容积2米³的水泥池内进行,实验用参在大赵家养殖场所属海区采捕,按个体体重分为四个年龄组群^[2,6]1龄组群(45~85克)、2龄组群(100~160克)、2~3龄组群(161~250克)、3龄以上组群(255~400克),每组群4~6头。

1992年各年龄组群实验参分别置于水泥池内水浴的6个容积4万毫升的玻璃缸水槽内。饲养水为通过沙滤的自然海水,每日早晚换水各一次(全量),换水时收集残存饲料、粪便,在温度120℃的干燥箱内烘至恒重,用感量0.01克扭力天秤称重。换水后投饲,每槽投人工配合饲料1~2克(干重),视摄食状况适当增减。每隔20天称试验槽刺参体重一次。试验从6月10日开始,8月20日结束,历时70天。

1993年将四个年龄组群实验用参置于水泥池内混合饲养。由于本年度是按照体重和肤色区分不同年龄组群的,因此混合饲养的状况下各年龄组群的个体仍容易区别。8月1日前投海泥为饲料,8月1日后改投海泥+鱼粉。每日换水时收集粪便,滤去水分后称重,其他管理同前。试验从6月29日开始,8月30日结束,历时62天。

试验期间每昼夜连续观察各组群刺参活动、摄食状况及其规律,试验结束时称个体重,解剖测量躯体重、肠长、肠重及性腺状况等。93年度在试验进行中,于8月10日各组群随机取样2头,称体重,并解剖观测上述各项指标一次。

结 果 与 讨 论

(一)刺参体重与躯体重关系

刺参体重与躯体重之间关系如图1所示,呈线性函数关系,其回归曲线为:

$$W_1(\text{躯体重}) = 0.5379W(\text{体重}) + 3.7001(r = 0.9874)。$$

(二)夏眠与水温

将全年各月份自然海区调查所采捕的所有海参按个体体重划分四个年龄组群,1龄组群5~85克,2龄组群86~160克,2~3龄组群161~250克,3龄以上组群251克以上。各年龄组群刺参年度出现频率见图2。各年龄组群刺参肠重、肠长年度变化如表1、2所示。1992年度实验槽内各年龄组群刺参摄食量与水温关系见图3。

研究表明,在同一环境条件、同一海区内不同年龄组群的刺参进入夏眠的时间不同,其夏眠临界水温也不同。由图2可以明显看出夏眠期间(高水温期)各年龄组群刺参在海底滩面、岩礁上的发现率有显著差异,7月份以后3龄组群以上个体不再出现,进入夏眠状态;2~3龄组群由7月份的33%逐渐下降,9月份不再出现;2龄组群在夏眠期间出现频率相对

稳定;1 龄组群在这期间急剧上升,由 7 月份的 42% 猛增至 8、9 月份的 77~79%。

从表 1 可以发现,在高水温期内各年龄组群消化道内无饲料个体出现频率也不同,2-3 龄组群 7 月份为 25%,8 月份已达 100%,1 龄组群 9 月份达 70% 以上。这意味着在 8、9 月份高水温期 2 龄组群以上个体虽然在海底滩面上仍然发现,但由于它们已不能进食,实际上已进入夏眠状态。上述表明 3 龄组群以上在 7 月份,2 龄、2-3 龄组群在 8 月份,1 龄组群在 9 月份进入夏眠。这种不同组群进入夏眠时间的不同是与海底水温有直接关系,反映出不同年龄组群刺参进入夏眠期的临界水温互异。这一结论也从室内实验刺参摄食量与水温关系中充分体现出来。

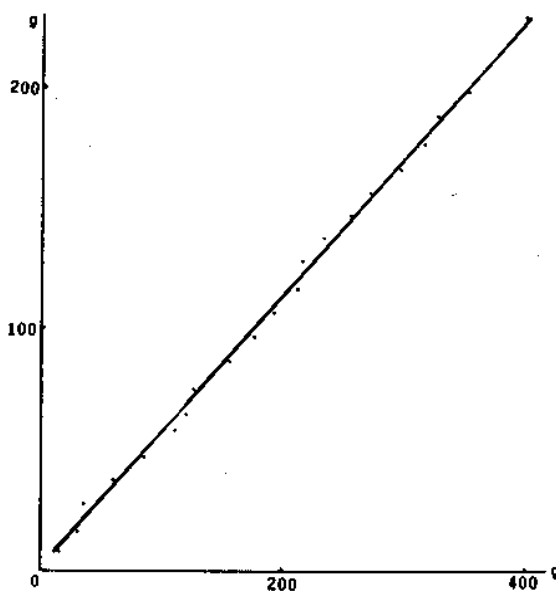


图 1 全体重与体壁重之间的关系

Fig.1 Relationship between total body weight and body wall weight

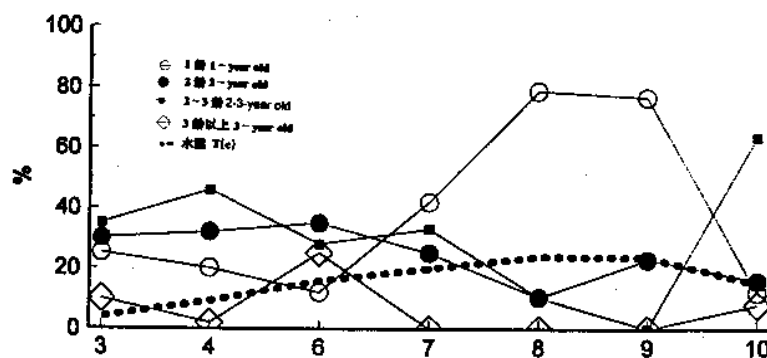


图 2 各年龄组群刺参年度出现频率

Fig.2 Yearly occurring frequency of different age groups

图3中3龄以上组群在水温17~19℃之间摄食量急剧下降,由0.26克/日·头(干品)降至0.088克/日·头,水温升至21.8℃以上时逐渐停止摄食。另外三个组群在水温19~20.4℃之间摄食量明显下降,2~3龄组群由0.09克/日·头降至0.04克/日·头,2龄组群由0.12克/日·头降至0.05克/日·头,1龄组群由0.14克/日·头降至0.05克/日·头,而且分别在水温24.1℃、22.9℃、21.8℃以上时逐渐停止摄食。

表1 各年龄组群平均肠重年度变化

Table 1 yearly changes of a verage alimentary canal weight of different age groups

月 份 Month		3	4	6	7	8	9	10
年龄组 Groups	项目 Item							
1龄组群 5~85g 1 year old group	$\bar{W}(g)$	73.4	63.5	41.6	58.5	30.7	22.9	61.7
	$\bar{W}_0(g)$	21.4	20.5	—	9.1	1.69	0.83	3.7
	Y(%)	29.2	32.5	—	15.6	5.5	3.6	5.9
	K(%)	—	—	—	—	46.7	70	—
2龄组群 86~160g 2 year old group	$\bar{W}(g)$	133	126.1	126.7	115.8	90	128	121.3
	$\bar{W}_0(g)$	34.5	33.7	24.7	14.3	0.12	0.35	5.25
	Y(%)	25.9	26.7	19.5	12.4	0.10	0.30	4.3
	K(%)	—	—	—	—	100	75	—
2~3龄组群 161~250g 2~3 year old group	$\bar{W}(g)$	219	186.5	212.1	202.5	182.5	—	213.4
	$\bar{W}_0(g)$	53.9	47	34.2	13.1	0.12	—	17.1
	Y(%)	24.8	25.2	16.1	6.1	0.07	—	8
	K(%)	—	—	—	25	100	—	—
3龄以上组群 250g more than 3 year old group	$\bar{W}(g)$	270	305	370	—	—	—	280
	$\bar{W}_0(g)$	67.5	75	58.6	—	—	—	25
	Y(%)	25.0	24.6	15.8	—	—	—	8.9
	K(%)	—	—	—	—	—	—	—

注: $\bar{W}$ 平均体重(g)

Average body weight

Y: 摄食强度 $\bar{W}_0/\bar{W} \times 100\%$

Feeding in tensiry

 $\bar{W}_0$ 平均肠重(g)

Average alimentary canal weight

K: 无饵个体频率

Frequency of unfeeding individual

从上述可以认为,3龄以上组群在水温17~19℃范围内正常摄食严重受阻,预示刺参即将进入夏眠,水温升至20℃以上该组群大多数个体潜入石底、礁缝中隐蔽起来,海底滩面已难以发现;水温升至21.8℃完全停止摄食进入夏眠。1龄、2龄、2~3龄组群在水温19~20.4℃范围内正常摄食受阻,摄食量明显下降,水温升至20℃以上时2~3龄组群个体出现消化道无饲料现象,水温升至23~24℃海底滩面上发现的刺参多数消化道无饲料。1龄、2龄、2~3龄组群夏眠临界水温分别为24.1℃、22.9℃、21.8℃。

表 2 各年龄组群平均肠长年度变化

Table 2 yearly changes of average alimentary canal length of different age groups

月 份 Month		3	4	6	7	8	9	10
年龄组 Groups	项目 Item							
1 龄组群 5-85(g) 1 year old group	$\bar{W}(g)$	73.4	63.5	41.6	58.5	30.7	22.9	61.7
	M(cm)	58.2	40.5	-	39.8	22.1	20.1	32.7
	X	79.3	63.8	-	68.0	72.0	87.8	53.0
2 龄组群 86-160(g) 2 year old group	$\bar{W}(g)$	133.0	126.1	126.7	115.8	90.0	128.0	121.3
	M(cm)	81.5	63.0	66.0	56.3	14.0	23.0	41.0
	X	61.3	49.9	48.3	48.6	15.6	18.2	33.8
3 龄组群 161-250(g) 3 year old group	$\bar{W}(g)$	217.9	186.5	212.1	202.5	182.5	-	213.4
	M(cm)	97.6	78.3	75.8	60.5	27.5	-	57.3
	X	44.8	42.0	33.8	30.0	15.0	-	26.9
3 龄以上组群 251(g) more than 3 year old group	$\bar{W}(g)$	270.0	305.0	370.0	-	-	-	280.0
	M(cm)	91.0	97.0	99.0	-	-	-	64.0
	X	33.7	31.8	16.8	-	-	-	22.9

注: $\bar{W}$ 平均体重(克) Average body weight

M: 平均肠长(cm) Average alimentary canal length

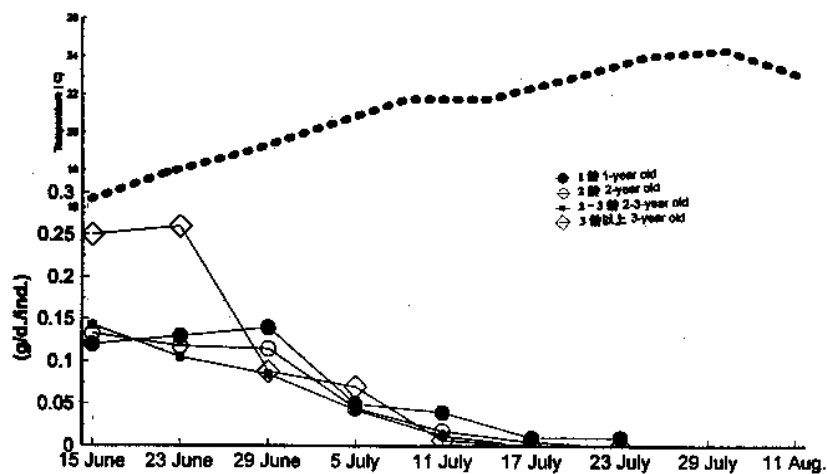
 $X = MW \times 100\%$ 

图 3 实验水槽内刺参日摄食量与水温关系

Fig.3 Daily ingestion as a function of water temperature

刺参夏眠临界水温众说不一, 德久^[4]报道青刺参为 20℃^[4], 崔相^[5]指出刺参夏眠临界水温为 24.5℃^[5]、隋锡林^[3]称夏眠时的海水温度为 20-24℃, 这往往与栖息场的环境有关^[3]。

(三) 夏眠与摄食及消化道退化

由表 1 中看出, 3、4 月份刺参各年龄组群的摄食量、摄食强度处于年度最大值, 而且各

年龄组群间摄食强度变化不大,在32.3~24.6%之间。6月份各年龄组群摄食量、摄食强度均有明显下降,摄食强度维持在15.8~19.5%之间。7月份1、2龄组群摄食强度缓慢下降,分别为15.6%、12.4%,二个组群间差异尚不显著,2~3龄组群摄食强度急剧下降,由16.1%降至6.1%,且与1、2龄组群有显著差异,3龄以上组群不再出现,停止摄食。8月份2龄、2~3龄组群平均肠重为0.12克,该重量相当于该时期内刺参空腹时肠净重,这表示在8月份2龄和2~3龄组群已停止摄食进入夏眠。8月份1龄组群尽管摄食量、摄食强度有急剧减少,平均肠重由9.1克降至1.69克,摄食强度由15.6%降至5.5%,但仍有53.3%的个体尚能摄食。9月份1龄组群已有70%以上个体肠空停止摄食,进入夏眠。仍继续摄食者多属体重25克以下的个体,占整个尚能摄食个体的87.5%,也就是说体重25克以内的刺参在9月份尚有77.8%的个体消化道无明显退化,仍能继续摄食,少数个体消化道饱满,摄食强度达20~23%,接近年度最大值,不出现夏眠现象。

柳桥茂昭^[7]报道9月上旬在岩礁上采集的刺参体重20克以上的个体大部分消化道退化,体重10克以下的个体消化道尚饱满^[7]。这一报道与本研究的调查结果有所差异,我们认为造成差异的主要原因是调查海区的环境条件不同所致。

10月份以后随着水温的降低各年龄组群逐渐解除夏眠,重新开始摄食,摄食量、摄食强度再次增加。

表2指出,随着摄食量的增与减,各年龄组群平均肠长也相应出现加长或缩短。3月份除3龄以上组群外,其余三组群平均肠长均为年度最大值,1龄、2龄、2~3龄组群分别为58.2厘米、81.5厘米、97.6厘米。4~6月份各年龄组群平均肠长无明显变化。这里需要特别指出的是6月份各年龄组群平均肠长没有出现表1那样摄食量、摄食强度有明显下降的趋势,这表明平均肠长的缩短是在摄食强度降低之后发生的。8、9月份各年龄组群平均肠长为年度最小值,1龄组群20~22厘米,2龄组群14~23厘米,2~3龄组群27.5厘米,而且2龄以上组群其肠已缩短与体长近似的长度。大肠肠腔消失,成为一条直径不足1毫米的细线。10月份以后随着刺参摄食,肠长再度增加。

以上说明,6~9月随着水温升高,各年龄组群摄食量逐渐减少,摄食强度逐渐降低,直至停止摄食进入夏眠;在摄食量减少,摄食强度降低的同时各年龄组群消化道首先出现萎缩、退化。夏眠期间除体重25克以内的个体外,各年龄组群消化道已完全退化,间充组织、结缔组织也已消失,仅残留表皮、筋肉、内表皮及背、腹血管等组织,肠仅为1条长与体长近似的细线,最粗处直径不足1毫米。体重25克以内的个体大部分消化道无明显退化,能继续正常摄食,不出现夏眠现象。

(四)夏眠与刺参活动、体重变化

室内实验的连续观察表明水温在15~17℃各年龄组群刺参活动频繁,尤其在17:00~22:00时间内多在槽(池)底或水表层沿四周爬行。17~19℃时,3龄以上组群活动明显减弱,白天多在槽(池)底的四角曲卷、抱堆不动,夜间部分个体在槽(池)底或壁缓慢爬行,1龄组群个体活动仍较频繁,无明显减弱。21℃以上时3龄以上组群白天基本上缩卷呈球状伏于槽(池)底的四角不动,夜间个别个体偶尔有短距离的移动,其他各组群活动明显减少,尤其白天多数长时间缩卷于槽(池)底四角处,少数附着于槽(池)壁拐角处不动,夜间尚有部分个体活动较频繁,1龄组群尤为明显。

上述情况表明,刺参即使停止摄食处于夏眠状态也并非全部隐蔽不动,有的个体仍能缓慢地爬行,这与自然海区的调查结果相一致。在自然海区8、9月份在海底滩面、礁石上仍能

发现消化道已空,不再进食处于夏眠状态的刺参。

实验槽内各年龄组群刺参体重变化如表 3。夏眠期间消化道、呼吸树等内脏器官退化,停止摄食,部分个体尚活动,要维持生命,提供新陈代谢所需的最低能量必然要消耗其自身,因此体重的减轻是显而易见的。由表 3 可明显看出随着实验时间的延续各年龄组群的个体平均体重呈下降趋势,而且年龄越小失重率越高。在六十余天的时间内 1 龄组群(平均体重 63.5 克)失重率达 52.8%,2 龄组群(115 克)为 39.7%,2-3 龄组群(195 克)45.5%,3 龄以上组群(345 克)30.4%。

崔相^[5]报道,从 6 月至 10 月上旬 2 龄参无明显减重,3 龄参减重 40%,4 龄参减重 33.7%。室内流水实验平均体重 50 克的 1 龄参失重率为 56-62%(59.1%)^[6]。除 2 龄参外,其余年龄组群的失重率与我们的结果相近似。

表 3 实验槽内刺参各年龄组群体重变化(93 年度)

Table 3 Body weight changes of different age groups in experimental trough

日 期 Date		6 月 29 日	7 月 20 日	8 月 10 日	8 月 30 日
年龄组 Groups	项目 Item				
1 龄组群 (42-82g) 1 year old group	平均体重(g)	63.5	42.5	35.0	-30.0
	失重率%	0	33.1	44.9	52.8
2 龄组群 (100-140g) 2 year old group	平均体重(g)	115	88.1	81.9	69.4
	失重率	0	23.4	28.8	39.7
2-3 龄组群 (170-250g) 2-3 year old group	平均体重(g)	195	155.0	141.0	106.3
	失重率	0	20.5	27.7	45.5
3 龄以上组群 (290-400g) more than 3 year old group	平均体重(g)	345	272.5	267.5	240.0
	失重率	0	21.0	22.5	30.4W

注:失重率%

Weight losing rate

参 考 文 献

- [1] 江静波等, 1984. 无脊椎动物学(修订本). 高等教育出版社。
- [2] 刘永宏等, 1988. 刺参 *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, 7(3):36-40。
- [3] 隋锡林, 1990. 海参增殖. 农业出版社。
- [4] 德久三种, 1915. 七尾湾のナマコについて. 水产研究誌 10(2):75-79。
- [5] 崔相·大岛泰雄, 1961. ナマコにみら水ろ“アオ”と“アカ”の形态および生态的差异について. 日本水产学会誌, 27(2):97-106。
- [6] 崔相, 1963. ナマコの研究. 海文堂。
- [7] 柳桥茂昭·柳沢丰重, 1987. ナマコの种苗生产。“さいほいい” No42 27-29v。

STUDY ON AESTIVATING HABIT OF SEA CUCUMBER *APOSTICHOPUS JAPONICUS* SELENKA I. ECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF AESTIVATION

Liu Yonghong Li Fuxin Song Benxiang Sun Huiling

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

Zhang Xieling Gu Benxue

(Penglai Fishery Technique Extension Center, ShanDong 265600)

ABSTRACT There is a linear relationship between the total body weight(W) and body wall weight(W_1) of Sea Cucumber: $W_1 = 0.5379W + 3.7001$ $r = 0.9874$. We studied the aestivating habit of the sea cucumber by methods of both field investigation and laboratory experiment. The results are as follows: 1). The water temperature for aestivation varied with the ages of sea cucumber and the threshold values for the 1-year-old, 2-year-old, 2-to 3-year-old and more than 3-year-old individuals were 24°C , 22.9°C , 21.8°C and 21.8°C , respectively. 2) There was no obvious degeneration in most individuals (77.8%) whose body weights were less than 25g, they were able to feed and didn't aestivate. The degeneration of the alimentary canal was based on the decrease of the feeding intensity. When degeneration occurred, the alimentary canal degenerated into a stringy gland whose length was almost as the same as the body length and its diameter was less than 1 mm. 3) During the aestivation, movement was observed in all the age groups, the smaller the body size, the more frequently the sea cucumber moved about. The body weight decreased obviously during aestivation, the weight losing rates for the 1-year-old, 2-year-old, 2-to 3-year-old and more than 3-year-old individuals were 52.8%, 39.7%, 45.5% and 30.4%, respectively.

KEYWORDS Sea cucumber, Aestivation, Ecological characteristic