

文章编号: 1674-5566(2018)01-0073-06

DOI:10.12024/jsou.20170201961

## 瘤背石磺产卵规律与天文潮汐关系

刘 杰<sup>1</sup>, 黄金田<sup>2</sup>

(1. 南京农业大学 动物科技学院, 江苏 南京 210000; 2. 盐城工学院 海生学院, 江苏 盐城 224002)

**摘 要:** 为了开展瘤背石磺人工增殖技术以满足日益增长的市场需求, 弄清瘤背石磺的产卵规律是至关重要的。该实验比较三年来瘤背石磺产卵规律趋势, 以及潮汐潮高与产卵周期关系, 从 2013 年至 2015 年, 在每年的 7 月到 9 月间连续购进同地区的野生瘤背石磺, 选取同等规格的瘤背石磺暂养后记录每批瘤背石磺产卵情况, 并与潮汐规律以及潮位高度相比较。结果显示: 按农历计算, 瘤背石磺在每个月的小潮(初七、二十三)前后集中大量产卵, 维持 6~7 d, 在大潮(初一、十五)来临之前一至两天结束产卵, 趁大潮时的潮水运动将已出膜的幼体带入海洋。在海水中经过 15 d 左右的发育, 待瘤背石磺发育至大面盘幼虫时期再随下一次大潮回到滩涂。根据结果可以得出以下结论: (1) 瘤背石磺的产卵规律与天文潮汐相关, 呈现出伴随着小潮出现一次产卵高峰, 并且会在开始产卵后的两至三天内出现峰值; (2) 理论上说, 从小潮到下一个小潮为 14 d 19 h 55 min, 实际上, 由于潮汐的迟滞性等原因, 瘤背石磺的产卵周期为 14 d 21 h 20 min。

**关键词:** 瘤背石磺; 产卵规律; 天文潮汐; 潮汐运动

**中图分类号:** S 968.31 **文献标志码:** A

瘤背石磺 (*Onchidium struma*) 属软体动物门 (Mollusca), 腹足纲 (Gastropoda), 肺螺亚纲 (Pulmonata), 柄眼目 (Stylommatophora), 石磺科 (Onchidiidae)<sup>[1]</sup>。主要分布于江、浙、沪沿海潮间带高潮区, 是介于陆地和海洋的过渡带生物, 被认为是一种进化的贝类, 但由于近年来人为肆意滥捕、环境污染和潮间带大量被围垦, 野生瘤背石磺的自然资源量正在急剧下降, 因此展开瘤背石磺人工增殖, 以满足市场需求已成为迫切需要<sup>[2]</sup>。

国外并未见有关瘤背石磺的研究报道, 但对其他种类的繁殖生理和习性做了较多工作<sup>[3-10]</sup>。自 20 世纪 80 年代以来, 国内主要有沈和定等<sup>[11]</sup>、黄金田<sup>[12]</sup>、王金庆等<sup>[13]</sup>对石磺类的外部形态<sup>[1,12]</sup>、生殖行为<sup>[2,13]</sup>、生态习性<sup>[14-15]</sup>、胚胎发育<sup>[16]</sup>、性腺发育<sup>[1]</sup>等方面进行了较多的研究, 但是由于瘤背石磺在面盘幼虫时期之后的发育机制还没有完全研究清楚, 所以到目前为止都无法在室内培育出瘤背石磺幼体, 这也制约了瘤背石

磺增殖业的发展<sup>[17]</sup>。

本实验着重对瘤背石磺的产卵规律进行了研究, 以期对瘤背石磺的人工增殖技术提供基础资料。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验动物

瘤背石磺为采集于江苏省盐城市射阳县沿海滩涂高潮带的同一批体质健壮、规格相似、性腺成熟、活力旺盛的个体, 每只初始质量为 15~25 g。使用浓度为  $1 \times 10^{-4}$  mg/L 的强氯精消毒 (其主要作用是利用高价氯氧化消毒), 然后用清水清洗 3~4 次, 以除去野生瘤背石磺体表的污物, 将处理完的瘤背石磺放置于用海泥铺设、瓦片搭建模拟自然环境的饲养箱内暂养驯化 24 h 备用, 期间不喂食。

#### 1.2 实验设计与饲养管理

在瘤背石磺活动的高峰期, 根据潮汐运动的特性, 在不同时间段 (初一至初三、初三至初七、

收稿日期: 2016-11-17 修回日期: 2017-02-16

基金项目: 国家自然科学基金面上基金 (31470130)

作者简介: 刘 杰 (1994—), 男, 硕士研究生, 研究方向为动物营养与饲料。E-mail: 1490560255@qq.com

通信作者: 黄金田, E-mail: hjt@ycit.cn

初七至十一、十一至十五)采集江苏省盐城市射阳县沿海滩涂高潮带地区的瘤背石磺进行养殖。从暂养的瘤背石磺中挑选规格一致,健康活泼的瘤背石磺作为亲本放入养殖箱中,在箱中预先铺设一层海泥,不宜过湿,以没有积水为佳。每个箱中放入 55 只瘤背石磺,试验期间箱内气温控制为 24~26℃、保持箱内湿度 88%~90%,每天 1 次(17:00)用海泥与螺旋藻粉(5:1)拌饲投喂于固定位置的玻璃食台,次日早上取出食台统计吃食情况并清理食台与箱中粪便。早晚观察是否有产卵痕迹,用解剖刀刮取卵,用盐度为 15 的海水清洗瘤背石磺卵。称重之后放入盐度为 15 的海水中孵化。

每批瘤背石磺产卵后将活力不好的亲本剔去,留下健康活泼、吃食正常的瘤背石磺继续养殖观察。每隔一个实验时间段在相同地点再购进一批瘤背石磺,暂养驯化之后放入养殖箱中养殖。观察不同时间段瘤背石磺的体外特征并解剖,称重并记录各个时间段的日产卵量与总产卵量。

### 1.3 数据处理与分析

所得实验数据输入 Excel 2007 进行初步处理,并制图进行直观分析数据趋势。

## 2 结果

### 2.1 瘤背石磺产卵量与潮高的关系

由图 1 可知,时区 -0800 (东 8 区),潮高基准面在平均海平面下 138 cm。潮位高度代表潮水可以淹没的地区,潮间带分为:高潮区,中潮区,低潮区。瘤背石磺生活在潮间带高潮区,即它位于潮间带的最上部,上界为大潮高潮线,下界是小潮高潮线<sup>[18-21]</sup>。它被海水淹没的时间很短,只有在大潮时才被海水淹没。由图 1 潮位高度的趋势图很容易看出,一个月内分别有两个大潮两个小潮,潮位最高点与最低点分别对应应在月圆与上下弦月附近。

图 1 中的潮位最低点与潮位最高点并不完全与潮汐时间对应,海潮的大潮一般在朔日和望日之后一天半左右,即农历的初二、初三和十七、十八左右。

瘤背石磺的产卵规律见图 2,在一个月內,伴随小潮瘤背石磺出现两次产卵高峰,且瘤背石磺的产卵呈现出明显的阶段性,在农历初七与二十

三左右开始出现产卵,并在随后的两至三天內达到峰值,最后在农历每月初一、十五前一至两天內迅速衰减。

由图 3 可知,潮高与瘤背石磺的产卵规律呈现出一定的关联性,圆形折线表示瘤背石磺的产卵质量,方形折线表示潮位高度。由两条曲线的趋势来看,在瘤背石磺产卵量上升时,潮位高度下降,在瘤背石磺产卵量下降时,潮位高度又逐渐上升。

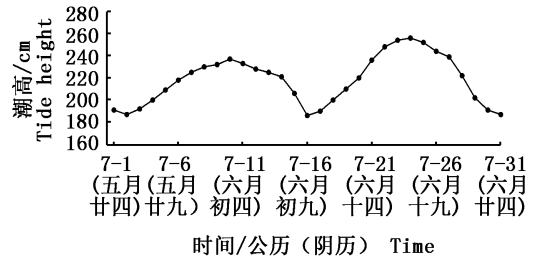


图 1 2013 年 7 月份潮位高度与日期的关系

Fig. 1 The relationship between tide height and date in July, 2013

潮高基准面在平均海平面下 138cm(盐城射阳港)

Tidal datum-138 cm under the mean sea level, Sheyang port of Yancheng

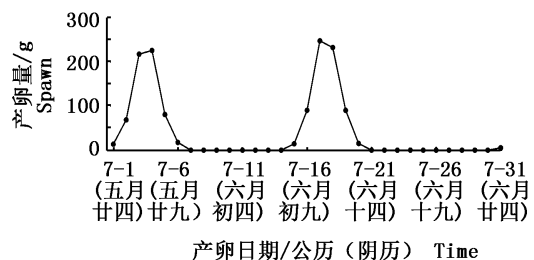


图 2 瘤背石磺产卵情况(2013.7)

Fig. 2 The situation of *Onchidium struma*'s spawn(2013.7)

### 2.2 瘤背石磺的产卵规律

图 4 至 6 中的折线图分别表示了从 2013 年 6 月 15 日到 2015 年 8 月 26 日实验期间的瘤背石磺产卵情况与趋势,图 7 表示 3 年来瘤背石磺产卵量的平均值所形成的趋势图,由此可以看出瘤背石磺的产卵趋势均遵从:自小潮后开始产卵,并在随后的两到三天迅速达到峰值,在大潮到来前一至两天又迅速衰减。可能由于不同的环境因素如盐度、湿度、温度、光照等,也可能由于瘤背石磺亲本自身健康与适应能力原因,所记录的瘤背石磺产卵量的数值不尽相同。但就其

三年来表现的趋势而言,其是具备一致性的。

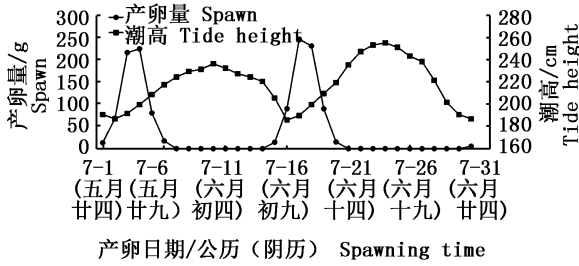


图 3 潮高与产卵规律的关系 (2013. 7)  
Fig. 3 The relationship between tide height and spawning habit (2013. 7)

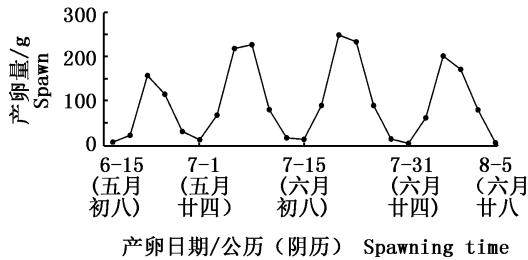


图 4 2013 年产卵趋势  
Fig. 4 The *Onchidium struma*'s spawning trend of 2013

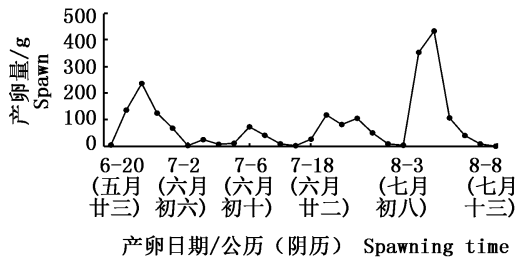


图 5 2014 年产卵趋势  
Fig. 5 The *Onchidium struma*'s spawning trend of 2014

潮汐的时间可以通过公式计算出来,理论上说,从小潮到下一个小潮为 14 d 19 h 55 min。实际上,由于潮汐的迟滞性等原因,对比产卵时间,发现瘤背石磺的产卵周期为 14 d 21 h 20 min,约为半个月。

潮汐运动对瘤背石磺产卵行为的影响是毋庸置疑的。潮汐运动不仅为瘤背石磺提供赖以生存的湿地环境,还从海洋带来丰富的食物,包括各种藻类。瘤背石磺的产卵周期约为半个月,按农历来计算,每月的初七、二十三前后(小潮)是瘤背石磺的产卵期。卵经数天孵化出膜后随

大潮进入海洋发育至大面盘幼虫时期,并在下一次大潮时随海水再回到高潮区。在实验室的环境下,在六月底至八月底期间一直存在交配行为,并在初七与二十三左右出现产卵现象,两天之内迅速达到产卵高峰期,在大潮(初一、十五)前的两天内迅速衰减,产卵期间也一直存在交配现象。每月出现两次产卵高峰。

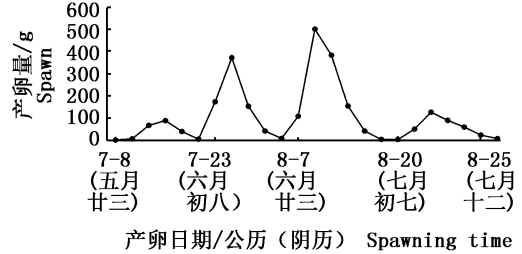


图 6 2015 年产卵趋势  
Fig. 6 The *Onchidium struma*'s spawning trend of 2015

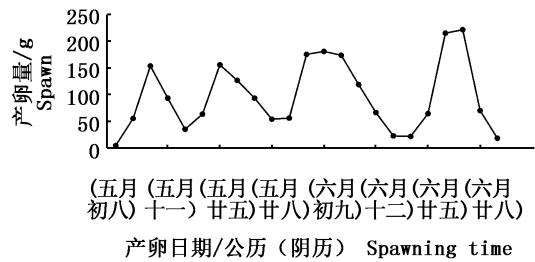


图 7 瘤背石磺平均产卵量  
Fig. 7 The average of *Onchidium struma*'s spawn

### 3 讨论

#### 3.1 潮汐运动与生物行为间的关系

潮汐运动对生物的生长发育或多或少起着影响,除本文所述瘤背石磺的产卵外,20 世纪 70 年代,美国心理学家发现人的情绪在月圆之夜变得极不稳定,杀人事件与其他暴力事件出现明显的高峰。对此该心理学家认为:如月球引力使海水有涨有落一样,因为人体中水分占体积的 60% ~ 80%,由于月球引力的变化,就像对海水的潮汐影响一样,也会给人体带来周期性的影响,并且在人们的行动中表现出来。基于此,他提出了“生物学的潮汐作用”学说,该学说认为,月球对人体所产生的引力对那些能保持自身平衡的人来说影响不大,但对于那些对月球引力敏感的人来说,由于月亮的引力作用,他们会变得

情绪极不稳定,甚至有些人无法控制自己的行为。不仅如此,日本东京的一对教授夫妇经过统计发现:孕妇在满月和新月前后分娩出现高峰<sup>[22]</sup>。

不但如此,在自然界中,众多动物的活动也呈现出与月球运动同步的周期性生理反应,例如:栖息海边的牡蛎在涨潮时张开贝壳,而人工饲养的牡蛎也是如此。在遥远的南海,珊瑚在满月柔光的沐浴下,会不约而同地纷纷产卵。总之,在满月和新月时,各种动物的性行为、攻击性、代谢活动均有所提高。

与本文瘤背石磺相似的例子还有:台湾东风螺孵化期为7~8 d;翡翠贻贝发育至幼体约7 d;山东沿海脉红螺孵化期约20(15+5) d;日本无针乌贼约为22(15+7) d;南美白对虾从卵发育至幼体也需要约20(15+5) d;就连鸡的孵化期也约为21(15+6) d。如此种种,举不胜举,像瘤背石磺这样的物种,其孵化期暗合小潮规律,还有一些物种的孵化期暗合大潮规律,如:鹅蛋的孵化期为30 d。不论是小潮还是大潮,都离不开潮汐规律,而潮汐离不开海洋。不妨大胆猜测:正是由于物种起源于海洋,所以这些进化的贝类也好,还生活在海洋中的生物也好,亦或者离开海洋的家禽也好,在经过亿万年的进化之后,依稀还保留着一些关于海洋、关于潮汐的痕迹。

生命起源一直是人类不断研究的课题,从已有的研究成果看,普遍认为生命起源于海洋<sup>[23]</sup>。人类借助各种科学技术手段,对海洋的认知看似已经取得了很大进步,但事实上,对大部分海底只是一知半解。海洋生命体留下的秘密,依然远大于所能够理解的<sup>[24]</sup>。从海洋到陆地,从单细胞生物进化成原始海洋生物再到陆生动物,从胞吞胞饮到鳃呼吸再到肺呼吸,好像海洋的影响无处不在,潮汐对海洋的作用不言而喻。如此种种,岂是巧合?不妨提出这样的假说:潮汐作用对生物的进化起到促进作用。留待日后验证。

#### 参考文献:

- [1] 邱立言. 苏沪沿海瘤背石磺的形态和习性[J]. 动物学杂志, 1991, 26(3): 33-36.  
 QIU L Y. Suhu coastal morphology and habit of *Onchidium struma*[J]. Chinese Journal of Zoology, 1991, 26(3): 33-36.
- [2] 王金庆, 成永旭, 吴旭干, 等. 瘤背石磺的生殖系统和性

- 腺发育[J]. 动物学杂志, 2006, 41(1): 19-26.  
 WANG J Q, CHEN Y X, WU X G, et al. Reproductive system and gonadal development of *Onchidium struma*[J]. Chinese Journal of Zoology, 2006, 41(1): 19-26.
- [3] NANAWARE S G, GONJARI G R. Studies on the reproductive physiology of molluscs: 4. Histochemical observations on the mucosubstances of spermatheca of marine slug *Onchidium verruculatum* (Cuv.) [J]. Comparative Physiology and Ecology, 1989, 14(3): 149-154.
- [4] HEALY J M. Electron microscopic observations on the spermatozoa of a marine "pulmonate" slug, *Onchidium damellii* (Gastropoda, Onchiidae) [J]. Journal of Submicroscopic Cytology, 1986, 18(3): 587-594.
- [5] KENNY R, SMITH A. Emergence behaviour of *Onchidium damellii* Semper, 1882 (Gastropoda, Onchiidae) [J]. Journal of the Malacological Society of Australia, 1988, 9(1): 19-20.
- [6] DESHPANDE U D, NAGABHUSHANAM R, HANUMANTE M. Reproductive ecology of the marine pulmonate, *Onchidium verruculatum*[J]. Hydrobiologia, 1980, 71(1/2): 83-85.
- [7] DESHPANDE U D, NAGABHUSHANAM R. Seasonal changes in the biochemical composition of the chiton *Chiton iatricus* (Polyplacophora: Mollusca) and the marine pulmonate *Onchidium verruculatum* (Gastropoda: Mollusca) in relation to their reproductive cycles [J]. Marine Biology, 1983, 72(3): 227-234.
- [8] STRINGER B L. Embryology of the New Zealand Onchiidae and its bearing on the classification of the group [J]. Nature, 1963, 197(4867): 621-622.
- [9] FRETTER V. Studies in the functional morphology and embryology of *Onchidella celtica* (Forbes and Hanley) and their bearing on its relationships [J]. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 1943, 25(4): 685-720.
- [10] BRITTON K M. The Onchiidae (Gastropoda, Pulmonata) of Hong Kong with a worldwide review of the genera [J]. Journal of Molluscan Studies, 1984, 50(3): 179-191.
- [11] 沈和定, 李家乐, 张媛溶. 石磺的生物学特性及其增养殖前景分析[J]. 中国水产, 2004(1): 36-39.  
 SHEN H D, LI J L, ZHANG Y R. Biology characteristics and enhancement foreground of *Onchidium verruculatum* Cuvier [J]. China Fisheries, 2004(1): 36-39.
- [12] 黄金田. 石磺及其物种保护 [J]. 水产养殖, 2005, 26(6): 40-41.  
 HUANG J T. *Onchidium* and species conservation [J]. Journal of Aquaculture, 2005, 26(6): 40-41.
- [13] 王金庆, 成永旭, 吴旭干, 等. 瘤背石磺的形态、习性和生殖行为 [J]. 动物学杂志, 2005, 40(1): 32-40.  
 WANG J Q, CHENG Y X, WU X G, et al. Morphological characteristics, living habitus and reproductive behavior of *Onchidium struma*[J]. Chinese Journal of Zoology, 2005, 40

- (1): 32-40.
- [14] 沈和定, 陈汉春, 陈贤龙, 等. 石磺繁殖生物学的实验研究[J]. 水产学报, 2006, 30(6): 753-760.  
SHEN H D, CHEN H C, CHEN X L, et al. Experimental study on the reproductive biology of *Onchidium* sp. [J]. Journal of Fisheries of China, 2006, 30(6): 753-760.
- [15] 黄金田, 沈伯平, 王资生. 瘤背石磺的生态习性观察[J]. 海洋渔业, 2004, 26(2): 103-109.  
HUANG J T, SHEN B P, WANG Z S. The observation on ecological habits of *Onchidium struma*[J]. Marine Fisheries, 2004, 26(2): 103-109.
- [16] 沈和定, 陈贤龙, 陈汉春, 等. 水温对石磺胚胎发育的影响[J]. 水产学报, 2005, 29(6): 776-782.  
SHEN H D, CHEN X L, CHEN H C, et al. Effects of water temperature on embryonic development of *Onchidium* sp. [J]. Journal of Fisheries of China, 2005, 29(6): 776-782.
- [17] 王金庆, 成永旭, 吴旭干. 瘤背石磺的胚胎和幼虫发育[J]. 上海水产大学学报, 2005, 14(2): 108-115.  
WANG J Q, CHENG Y X, WU X G. Embryonic and larval development of *Onchidium struma*[J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2005, 14(2): 108-115.
- [18] 东延民, 王较过. 论海洋潮汐[J]. 中学物理教学参考, 1996(7): 47-49.  
DONG Y M, WANG J G. Discussion of ocean tides [J]. Physics Teaching in Middle School, 1996(7): 47-49.
- [19] 孙子彪. 海洋潮汐的运动规律[J]. 地理教育, 2006(6): 13.
- SUN Z B. Movement law of ocean tides [J]. Education of Geography, 2006(6): 13.
- [20] 陈宗镛, 叶安乐, 左军成. 中国海洋潮汐 40 年来研究进展(英文)[J]. 青岛海洋大学学报, 1995, 25(4): 435-444.  
CHEN Z Y, YE A L, ZUO J C. Advances in ocean tide research over the past 40 years in China [J]. Journal of Ocean University of Qingdao, 1995, 25(4): 435-444.
- [21] 韩海生. 论海洋潮汐动力学成因[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版), 2007, 25(3): 405-407.  
HAN H S. Discussion on the dynamics factors of sea tide [J]. Journal of Jiamusi University (Natural Science Edition), 2007, 25(3): 405-407.
- [22] 吴再丰. 月圆之夜怪事多[J]. 大科技, 2000(3): 23-24.  
WU Z F. The full moon is strange [J]. Super Science, 2000(3): 23-24.
- [23] 赵宗金. 人海关系与现代海洋意识建构[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2011(1): 25-30.  
ZHAO Z J. Human-sea relations and the construction of modern marine awareness [J]. Journal of Ocean University of China (Social Sciences Edition), 2011(1): 25-30.
- [24] 曾江宁. 神秘的海洋生命体[J]. 科学 24 小时, 2013(10): 48-50.  
ZENG J N. Mysterious marine life [J]. Science in 24 Hours, 2013(10): 48-50.

## The relationship between *Onchidium struma*'s spawning regularity and astronomical tides

LIU Jie<sup>1</sup>, HUANG Jintian<sup>2</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210000, Jiangsu, China; 2. College of Marine Science and Technology, Yancheng Institute of Technology, Yancheng 224002, Jiangsu, China)

**Abstract:** In order to develop *Onchidium struma*'s artificial aquaculture technology and meet the growing market demand, it is crucial to know *O. struma*'s spawning law very well. This study investigated the spawning characteristics within three years and comparatively studied the relationship between spawning and astronomical tides. During three years, *O. struma* in the same regions was obtained from July to September from 2013 to 2015, and the spawning was recorded each time. After that, the spawning and tidal height was comparatively analyzed. The results showed that *O. struma* spawned mostly at the neap tide (7<sup>th</sup>, 23<sup>rd</sup>) every month, and this spawning could last 6–7 days by lunar calendar. The spawning stopped at the advent of 1–2 days before the next spring tide, while the tide would take *O. struma* larva hatched into the ocean. After about 15 days' development in the sea, *O. struma* developed into the big veliger and then came back to the beach along with the next tide. It can be concluded that: (1) *O. struma* spawning rules were related to the tide which showed a peak spawn within the neap tide and reached peak 2–3 days after spawn. (2) Theoretically, it takes 14 d 19 h 55 min from one neap to another neap theoretically. However, in fact, *O. struma*'s spawning cycle was 14 d 21 h 20 min because of the tidal hysteresis.

**Key words:** *Onchidium struma*; spawning law; astronomical tide; tidal movement