

曼氏无针乌贼 *Sepiella maindroni* de Rochebrune 繁殖习性的初步观察*

浙江省动物研究室

張 炯 卢偉成**

曼氏无针乌贼在我国沿海分布很广，是我国产量最高的一种头足类，在浙江舟山一带，形成了一种重要渔业。关于它的生物学习性，特别是关于它的繁殖习性，过去国内还报道不多，了解这种习性，在制定繁殖保护措施时，甚为必要，因此我们在参加浙江省水产资源调查工作期间，曾在乌贼的主要产卵渔场，舟山中街山列岛的青滨，进行了这种乌贼的饲养及繁殖习性的观察，1963年和1964年复赴青滨，对于这种乌贼的交配产卵及受精等方面作了进一步的试验观察，现将初步观察结果，作此报道，可以在生产上提供一些参考资料，同时在生物学理论上似乎有一定意义。

关于头足类繁殖生物学的研究，国内外有不少文献叙述报道。李嘉泳 (1961)^[1] 对于金乌贼 (*Sepia esculenta*) 的生殖、洄游和发育作了研究 (仅见摘要)。魏臻邦 (1964)^[2] 对金乌贼的生活习性也进行了研究。李复雪 (1962)^[3] 对于曼氏无针乌贼 (*Sepiella maindroni*) 作了繁殖生物学的研究 (仅见摘要)。朱元鼎 (1959)^[4] 在“中国主要海洋渔业生物学基础资料”一文中亦曾简略地记述了乌贼的繁殖习性。滨部基次 (1961) 对于太平洋斯氏柔鱼 (*Ommastrephes sloani Pacificus*) 的交配、产卵、胚胎发育与幼仔形态、习性作了系统的研究。Drew, G.A. (1911)^[5]、Megowan, John A. (1954)^[6] 和 Arnold, John M. (1962)^[7] 等对于枪乌贼 (*Loligo*) 的生殖行为，均有不少研究。本文着重对曼氏无针乌贼的繁殖习性几个方面作进一步的探讨。

一、材料与方 法

试验观察工作大部分在室内饲养条件下进行的。所用乌贼系取自青滨海区的乌贼拖网、乌贼笼及罾网所捕获的个体，雌雄均有，胴长7.1—11.5厘米。饲养容器是用能容12担水的陶质大水缸及70×45×55立方厘米的玻璃水族缸。每天更换新鲜海水一部分或全部，并用虹吸管输送海水和空气。海水温度19—25℃；盐度23.95—33.12‰。经常喂饲一些长约1厘米的活小鱼、小虾。饲养五天至一个月。同时，亦在岸边海水洼中饲养乌贼，观察生殖行为及产卵数量。为证实所产卵子卵膜黑色的原因，进行了雌体墨囊导管扎结手术。为证实纳精

* 此项工作是在导师董聿茂教授指导下进行的；当时参加浙江省海洋水产资源调查的浙江医科大学林秀玉同志、浙江省水产厅黄建勋同志及杭州大学生物系三年級部分同学，在1960年参加过部分工作，1964年本室陈毓山同志亦参加过本项工作。本室翁登化同志在饲养乌贼方面出力不少，谨致谢忱。

** 1963年参加本项工作，1964年调至浙江医科大学。

囊的作用，进行了雌体纳精囊切除手术。手术后的个体饲养于 $80 \times 65 \times 65$ 立方厘米的网箱里，网箱置于海边宽约 1.5 米，长约 4 米的石隙积水中，石隙在涨潮时与外界相通。为了解产卵过程及发生受精的部位，还作了控制产卵时间、人工授精等试验。

二、试验与观察

(一) 交配

1. 求偶表现 曼氏无针乌贼雌雄异形，除雄体左侧腹腕茎化外，一般雄体稍大于雌体，雄体背面白色的斑点及侧鳍基部白色的条纹亦比雌体明显，因此雌雄容易区别。这种乌贼具有较高等复杂的性行为。雌雄在一起饲养，一雌一雄，自配成对。雄体经常紧随雌体游泳，雌游亦游，雌停亦停，雄体并且不断的变换体色，背部白色的斑点扩大，使整个背部呈现灰白色，侧鳍基部及各腕侧面的白色条纹亦加宽，体色十分鲜明。雄体有时紧靠雌体，采取与雌体平行的位置游泳，头部向雌体倾斜，各腕充分舒展，并伸得异常长，几乎等于胴部的长度（而平时只及胴长的 $1/2$ ），并不断用腕伸到雌体胴部的腹面，似有“求偶”行为表示（图 1.1）。而雌体往往急速游泳以求摆脱雄体的纠缠。但雌体有时亦把头部向雄体倾斜，伸展了各腕，做出与雄体相似的姿态作为应答。这样持续数分钟或更长一些时间后，就进行交配。雄乌贼有剧烈争夺配偶的现象。雌雄同养于缸中，雄体只接近一个雌体，而在雄多于雌的情况下，“对偶”情况就不能保持，常发生争夺斗争。当雄乌贼接近了一雌体后，它就在这雌体周围保护，如果另一雄体接近该雌体时，则原来的雄体的体色立即变得非常鲜明，并伸长它的四对腕去遮拦，有时甚至向这一雄体进攻，而这个雄体亦作相应的动作，企图与雌体接近。较大的雄体争偶一般容易获胜，当两个雄体大小相似时，斗争则非常剧烈。观察到这样一种情况：当甲雄先接近了雌体，它在其四周护卫，不让乙雄接近。有一次甲雄刚离开雌体，乙雄则立即向这雌体靠近，并反过来赶走甲雄，而且很快与这个雌体交配。在一雄多雌的情况下，雄体亦只接近其中一个雌体，当与这雌体交配后，过了一些时候，就放弃了原来的雌体而与另外雌体接近，并反过来赶走原来的配偶。

2. 交配行为 乌贼交配时，雄体从雌体的头端方向游向雌体，用腕在雌体的背面迅速抱住它的胴部，这时雌体亦将各腕张开，雄体立即移抱于雌体头部，此时雌雄头部互相对接，两体成一直线状，有时雌体位置稍低（图 1.2, 4）。但更多的情况是雄体绕到雌体前面直接抱住雌体头部，而雌体这时亦将腕张开准备交配（图 1.3）。交配时，雄体的第一对腕从背面，第二、第三对从侧面抓住雌体头部；右侧第四腕抓住雌体的腹面；左侧第四腕（交接腕，基部茎化）的基部斜伸至右方，并盖住雌体的口部，雄体同时把漏斗伸入自己左侧第四腕的基部。雌体这时各腕向后方转曲，任雄体拥抱（图 1.4—6）。经过 10—20 秒钟后，可见雄体更紧地抱住雌体头部使雌雄两体更为靠拢，这时雄体的外套膜剧烈收缩 2、3 次，交接腕更加压紧雌体口部，雄体在这时排出精荚（spermatophore），并通过漏斗，由交接腕递送至雌体口部附近。此后雌体挣脱，随即完成了交配动作。整个过程历时半分钟至一分钟。交配时雌雄对握方式很少改变。在交配过程中，四对腕均参加活动，而触腕却始终未见从触腕囊中伸出。乌贼交配后，雌雄更为接近，雄体保卫雌体更为严密。这种乌贼的交配活动是非常频繁的。在 20 分钟内，雄体企图交配多达 5 次（其中 2 次成功）；在 24 小时内，交配达 24 次之多。白天和夜晚（只要有微光）都能进行交配。在交配过程中，雌体较为被动，时常逃

避，有时雄体已经抱住了雌体，而常被雌体所挣脱。几乎所有交配活动均以雌体挣脱而告终。雌体正在产卵时，雄体也会突然抱住雌体进行交配。

3. 精团的附着 精荚自雄体排出输送到雌体口部附近之后，即射出精团。精团的一端富有粘着性，遇到物体后即牢牢粘住。交配后检查雌体，精团粘附在雌体左侧第二腕、第三腕的基部的吸盘上、口球腹面和口膜 (buccal membrane) 腹叶上，常以口膜腹叶处为最多，一般有数十个，其他部位则没有附着 (图1.7)。初附着的精团，为白色之线状物，长约2—3毫米，外被有薄膜，但其游离端不封闭，能不断放出活跃的精子。随着精子的放散而精团逐渐缩小，并发生糊化，以致各精团之间的界限不清了，颜色也从白色变为黄色或黄褐

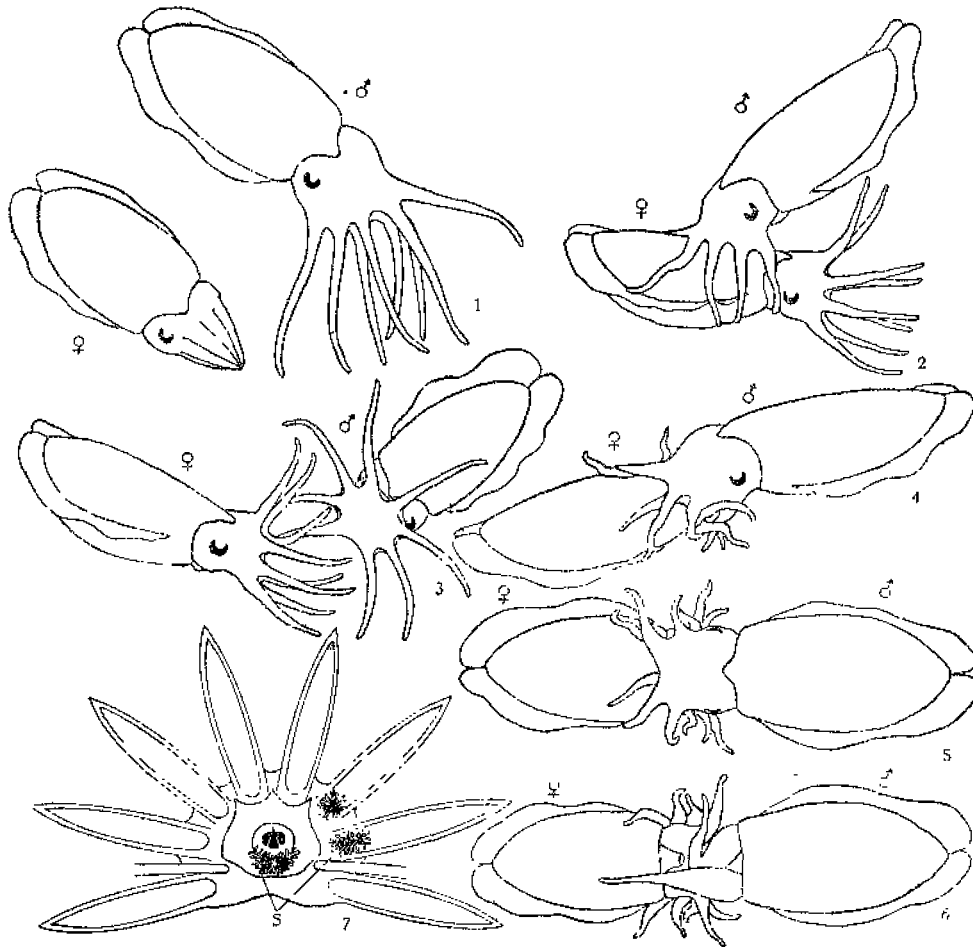


图1 曼氏无针乌贼的交配姿势 (1—6) 和精团在雌体上附着部位 (7)

1. 雄体伸展了各腕，头部向雌体倾斜表示“求偶”。
2. 雄体从雌体的背面用腕拥抱雌体，雌体亦张开了腕准备接受交配。
3. 雄体从雌体前端方向游向雌体，张开了腕准备拥抱雌体，雌体亦张开了腕准备接受交配。
4. 交配姿势的侧面观。
5. 交配姿势的背面观。
6. 交配姿势的腹面观，可见雄体的左侧第四腕（交接腕）的基部斜伸至右方并盖住雌体的口部；同时雌体把漏斗伸到交接腕的基部。
7. 雌体口部正面观。可见精团 (♂) 粘附于口球腹面，口膜腹叶及左侧第二、第三腕基部的吸盘上。

色。4—5天后，精子即放散完毕，精团亦随之消失。因此，可以根据精团的形状色泽来推测其交配活动的久暂。因乌贼交配活动是十分频繁的，所以新旧精团常重叠在一起。本种乌贼精团的附着位置，与其他乌贼颇为相似（滨部基次1961^[6]、魏臻邦1964^[1]、Mcgowan 1954^[7]）。但本种乌贼把精团附于雌体左侧第二、三腕基部的情况，在其他乌贼中尚未见到。也未见到如 *Loligo* 将精团附着在雌体外套腔中的情况（Mcgowan 1954^[7]）。这可能与雄体交接腕茎化的情况及交配的姿势有关。这种乌贼交配后精荚鞘大多为雌体所吞食，解剖雌体，经常可见胃中充满了精荚鞘。在雌体口膜腹叶有一对纳精囊（spermatheca），形似复囊状腺，分别开口于口膜腹叶的外缘。囊内充满精子。精子在囊内并不活动，如将精子取出并接触海水后，即开始活泼运动。纳精囊对于受精有重要作用。精子进入纳精囊，可能由于纳精囊分泌某些能吸引精子进入的物质的结果。在产卵渔场所捕获的雌体，它们的纳精囊内毫无例外地充满精子，这表明，到达产卵场的乌贼都已交配过了。

（二）产卵

1. 产卵场所的选择 乌贼对于产卵场所是有所选择的。在自然情况下，乌贼在海水澄清的岛屿附近水流较缓处，自低潮带至20—30米深的海底产卵。卵子一般附着在海底的海藻、柳珊瑚等杆状物体上，并以石隙中之柳珊瑚及马尾藻等海藻基部为多，大潮低潮时，有时会露出水面。在人工饲养条件下，亦只在柳珊瑚、海藻或小竹条上附卵，而决不附着于石块、贝壳或缸壁等平滑的物体上。乌贼常喜将卵附着在已有卵附着的物体上或直接附于卵群上，因此常集成大群，状似一串串黑色的葡萄。乌贼在产卵前，先对已附着的卵群不断地喷水，并用腕抚摸，约经4、5分钟后，就开始产卵。如果把已有卵附着的物体拿去，再放入相同而无卵群附着的物体，则正在产卵的个体就停止产卵，若放入有卵群的物体后，则又继续产卵。似乎已附着的卵群是引起其产卵行为的刺激物。我们常用这种办法来控制它的产卵时间。但当它急于产卵时，则会把卵附于没有卵附着的物体上。这种乌贼白天和明亮的晚上均能产卵，但在中午强光直射时则常伏于水底不产卵。在完全黑暗时也不产卵，并不安地乱游乱撞，有时会窜出缸外。

2. 产卵的姿态 乌贼卵是逐个产出，逐个附着的。当它产卵时，兴奋地在附卵物体四周游泳，接着头部下俯，并将各腕合拢而垂向腹面，漏斗伸入第四对腕之间，外套膜剧烈收缩，不久，头部恢复原状，并用各腕捧了卵子游至附卵物体，用漏斗向附卵物喷水一次，然后非常迅速地把卵系缚于附卵物上。此时的卵子，已被上了黑色的卵膜。在整个产卵过程中，触腕始终缩在触腕囊内，未参加任何动作。附卵完毕后即离开附卵物，在水体中间或缸底静止约半分钟后，又开始垂腕产卵，如此反复进行，产一卵需时一分钟至一分半钟。正在产卵的个体，经常将它的主要游泳器官——漏斗伸入腕间输送卵子，暂时停止了射水活动，仅靠侧鳍的波动平衡其体，因此这时动物体呈静止状态，往往会下沉到水底。这就可以理解在自然情况下它所以要选潮缓水静的海区作为产卵场的原因了。正在产卵的雌体，对于雄体的“求偶”行为，似乎不再理会。如无雄体作伴，雌体产卵亦照常进行。

3. 卵膜的形成 乌贼卵子外面包有多层的卵膜（三级卵膜），呈黑色或黑褐色，各有一柄附于物体上。初产出的卵子很柔软，尖端略透明，卵膜的长径（不连柄）为15毫米，短径为9毫米（以后迅速缩小，8天后仅为7×5毫米，至孵化时又膨大至9×6.5毫米）。这种卵膜是由雌体缠卵腺及输卵管腺等所分泌的粘液所形成的。但这些粘液如何包在卵子外面形成

这样精致的卵膜呢？如在产卵过程的不同阶段里惊扰雌体，强迫使它游泳，从而使已排入腕间的组成卵膜的“材料”放出，根据这些“材料”的形态就可推知其卵膜形成的过程。当它腕垂向腹面，漏斗伸入腹腕之间3—4秒钟后，用小竹棒拨动雌体胸部，被迫从腕里放出一些不成形的、但已染成黑色的粘液；如经6—8秒钟后惊扰雌体，则被迫从腕里放出的是内部没有卵子的空卵膜，卵膜的后端（在腕里时近口部的一端）尚未封口，状如一个小口袋，同时亦从漏斗排出卵子，而卵外被有少量粘液；经15—20秒钟后惊扰雌体，则从腕里被迫放出的，是卵子已进入卵膜内的完整的卵了。这时的卵，在卵膜的一端有一不分叉的富有粘性的柄。从上述观察，可知产卵和卵膜形成过程的大概：首先各腕合拢下垂，其内形成一腔，作为形成卵膜的楷模，然后漏斗从第四腕之间伸入该腔，将已掺有墨汁的缠卵腺及输卵管分泌物通过漏斗注入其中而形成卵膜；最后才自输卵管中排出卵子，通过卵膜后面的开口而进入卵膜内，经腕的挤压将卵膜上的开口封闭。这样，一个完整的已被有黑色卵膜的卵形成了。卵膜上的柄，是缠卵腺等的分泌物进入各腕所形成的腔中时，有一部分流入了腕前端所形成的一条狭缝中，因而成了卵膜上的柄状突起。当乌贼系缚卵子时，它的第二、三对腕把此柄分成两叉，迅速地旋绕于附卵物上，并在物体的另一面相接触而互相粘合，接触海水后，即凝缩而牢固地固着在物体上了（图2.1—5）。

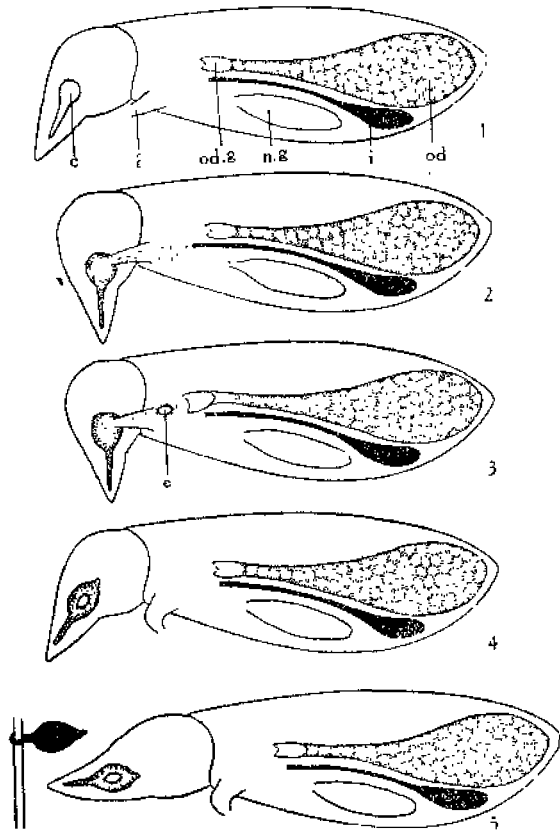


图2 曼氏无针乌贼的产卵及卵膜形成过程

1. 乌贼开始把腕垂向腹面并合拢在一起，中间形成一腔（c），作为形成卵膜的楷模。
 2. 乌贼的漏斗从第四腕之间伸入该腔，缠卵腺及墨囊的分泌物通过漏斗注入腔内，形成一端开口的黑色的卵膜外壁。
 3. 输卵管腺的分泌物和卵子亦经漏斗通过卵膜后端的开口排入卵膜。
 4. 卵子已进入卵膜，卵膜的后端已封闭，此时一个包有黑色卵膜的卵已形成了。
 5. 乌贼用腕捧了卵，准备系缚到附卵物体上。
- c. 各腕所含成的腔；e. 卵子；f. 漏斗；i. 墨囊；n.g. 缠卵腺；od. 输卵管；od.g. 输卵管腺。

分泌物通过漏斗注入其中而形成卵膜；最后才自输卵管中排出卵子，通过卵膜后面的开口而进入卵膜内，经腕的挤压将卵膜上的开口封闭。这样，一个完整的已被有黑色卵膜的卵形成了。卵膜上的柄，是缠卵腺等的分泌物进入各腕所形成的腔中时，有一部分流入了腕前端所形成的一条狭缝中，因而成了卵膜上的柄状突起。当乌贼系缚卵子时，它的第二、三对腕把此柄分成两叉，迅速地旋绕于附卵物上，并在物体的另一面相接触而互相粘合，接触海水后，即凝缩而牢固地固着在物体上了（图2.1—5）。

为了证实卵膜黑色的原因，我们将雌体的墨囊导管扎结，结果产出的卵子的卵膜均为白色，而对照组则仍为黑色，证明卵膜的黑色是雌体产卵时自己分泌墨汁染成的。当地群众所说雌乌贼先产白卵，而后雄乌贼喷墨染黑的说法是不确实的。

4. 产卵的数量 这种乌贼的产卵是分批进行的。在室内饲养条件下，如表1的60-1号雌体饲养后第十二天产3卵，第十四天产275卵。60-2号雌体饲养后第五天产4卵，第十四天产156卵，第十七天产14卵，第二十天，二十一天各产5卵，第二十二天又产3卵。产卵期拉得很长，最长可达20余天。产卵量为171—1014个，平均为426个。产卵一般有一个高峰，在高峰时的产卵量可达所产全部卵子的80%

以上。高峰后, 虽还有卵子陆续产出, 但为数甚少(表 1)。烏賊在大量产卵后, 积聚在輸卵管中的成熟卵已基本排空, 而卵巢内还含有很多大小不等的未成熟的卵子。以后虽有卵子陆续成熟脱离卵巢进入輸卵管, 但数量很少(表 2)。此时烏賊身体已十分消瘦, 且比重減輕, 經常起浮于水表层, 不易下沉。这时如惊扰烏賊, 則它必須努力噴水, 才得暂时下沉, 但不久又上浮至水表层。在飼养条件下, 虽然保証食料供給(在产卵期間仍然积极摄食的)及水质的新鮮, 但烏賊在产卵高峰 10 天之内都陆续死亡, 用网箱在海中飼养的也是如此(表 1、2)。看来此种烏賊虽属多次产卵类型, 但大量产卵的过程似乎只有一次(可連續 10 余天)。从大量产卵后不久即告死亡的事实看来, 似乎寿命也只是一年。

表 1 烏賊在人工飼养条件下的产卵情况

飼 养 天 数	产 卵 数 (个)													
	60-1	60-2	60-3	60-4	**	*	**		**	*	*	*	*	*
1			257											
2				285	100									
3			70	31	50		13			422	188	75	443	
4			41	25						58		117	55	
5		1	2	12							535	死亡	61	
6			34	12						死亡			15	
7			9		100							175	死亡	
8			死亡									3		
9				死亡			33					死亡		
10														
11						123								
12	8									98				
13							6							
14	275	156					41	57						
15							48	372						
16	死亡							67						
17		14				死亡								
18								33						
19					20			死亡						
20		5						150	159					
21		5			死亡			424	3					
22		3						118						
23		死亡						127	死亡					
24														
25														
26														
27														
28								1						
29								1						
30								死亡						

*用网箱在海中飼养

**产卵時間受人控制

表2 在人工饲养条件下产卵乌贼的胴长、饲养天数、产卵数与残剩卵量统计表

实验编号	胴长 (厘米)	饲养天数 (天)	产卵数 (个)	残剩卵量		备注
				卵巢卵(克)*	输卵管卵 (个)	
60-1		16	283		13	室内水缸饲养
60-2	8.0	23	187	374(个)	13	室内水缸饲养
60-3	9.0	2	413	630(个)	8	室内水缸饲养
60-4	13.0	9	361	375(个)	2	室内水缸饲养
63-1	7.1	22	270	1.4	0	室内水缸饲养
63-2	7.5	17	171	1.2	0	网箱海中饲养
64-1	10.3	30	1014	3.0	122	室内水缸饲养
64-2	9.5	19	429	2.0	74	室内水缸饲养
64-3	7.2	23	260	1.1	3	室内水缸饲养
64-4	10.0	6	480	4.6	21	网箱海中饲养
64-5	11.5	9	901	7.5	9	网箱海中饲养
64-6	8.5	5	192	3.7	5	网箱海中饲养
64-7	8.5	7	574	5.0	16	网箱海中饲养

* 平均每克为128个卵球

(三) 受精

关于头足类的受精作用，一般认为是通过交配，雄体以交接腕输送精荚至雌体内，进行体内受精。有些教科书则认为乌贼类是在雌体产卵后，雄体再将精荚产出置于卵堆上，精荚放出精子进行受精。李嘉泳(1961)^[1]认为 *S. esculenta* 是在漏斗口外或外套腔内受精。张璽、齐钟彦(1961)^[4]认为乌贼受精作用是在外套腔的水中进行的。滨部基次(1961)^[9]认为 *O. sloani pacificus* 是在雌体口膜处受精的。本种乌贼在何处受精，尚未见有报道。纳精囊在十腕类软体动物中，是普遍存在的，但关于它的作用，也未见有论述。为了证实它的受精作用发生的部位和纳精囊在受精过程中的作用，曾作了下列一些观察与实验。

1. 受精部位的探索

(1) 乌贼卵子是个个分批产出的，则卵子是否也是个个受精呢？为了解这个问题，我们在同一雌体同一次产卵过程中，利用附卵物体取出或放入的办法，控制其产卵时间，即每隔一定时间（一小时或若干小时）产出一定数量的卵子，并在相同的条件下培养，经过22小时后，同时剥开卵膜检查各组卵子的发育情况，发现各组卵子的发育阶段各有不同：早产出的卵子细胞分裂得多，迟产出的分裂得少（表3）。这证明乌贼卵子是个个产出、个个受精是无疑的。这亦即证明了，它的受精作用是在卵子排出后的过程中进行的。

表3 乌贼卵子发育情况与产卵至检查时相隔时间对照表 (21—22°C)

产卵至检查时相隔时间 (小时)	1	2	3	4	5	6	8	11	12	14	22
细胞分裂数	—	—	—	—	2	4	8	32	64	胚盘直径 约20细胞	胚盘直径 约40细胞

(2) 从输卵管中取出的卵子单独培养，卵子均不分裂和发育，而以这种卵子人工授精作对照的卵子，受精率为5.4—14.7%。这说明乌贼受精作用不是在输卵管中进行的。

(3) 用竹棒等物去惊扰正在排卵（漏斗伸入腕间6—8秒钟时）的雌体，获得了出漏斗

喷出而尚未进入卵膜的卵子，将这些卵子单独培养，受精率为 0—20%；而同一个体同时产出的被有卵膜的正常卵子（剥去卵膜，在与上述卵子相同的条件下培养）的受精率则为 100%。这说明外套腔或漏斗内，似乎不是其受精的主要场所。前者卵子的受精，也可能是卵子被迫从漏斗排出到达水中的时候与水中的精子（附于雌体腕部和口部的精团是不断地放出活动的精子的）相遇所造成；也有可能有些卵子，因刺激时间稍晚而已进入腕中，与腕及口部的精团释出的精子受精。在乌贼产卵时，卵子由输卵管排出，经漏斗到达腕腔内，进入已成了囊状的卵膜中形成一个包有卵膜的卵，这个过程应该在封闭的条件下进行的。因此卵子在外套腔内或漏斗内的水中受精的可能性是少的。

从以上的一些观察与实验来看，我们认为本种乌贼很大的可能是在卵子被送到腕腔中，经过口膜附近时受精。因为这里有着大量的精团附着，它们不断放出精子；更有一对纳精囊开口在口膜腹叶，亦不断放出精子。当卵子经过这里时，必然有极大的机会与精子相遇而得以受精了。看来滨部基次（1961）对于 *O. sloani pacificus* 在口膜处受精的看法，是可以置信的。这样看来，乌贼类进行所谓“体内受精”的提法似乎不太确切，而“体外受精”似乎更为恰当些。以上仅是初步的观察，还须进行卵子的细胞学检查来进一步证实。

2. 纳精囊的作用

所有洄游至近岸产卵的雌体，纳精囊内均已充满了精子。纳精囊和附于腕部、口部的精团在受精过程中所起的作用是否相同？它在受精过程中的地位如何？我们把一部分雌体割除纳精囊，另一部分雌体不割除作为对照。这些个体均系交配不久，在口部、腕部均附有大量的精团。这两部分个体分别养于两个网箱中，其中均不放入雄体。从次日开始，每天取下产出的

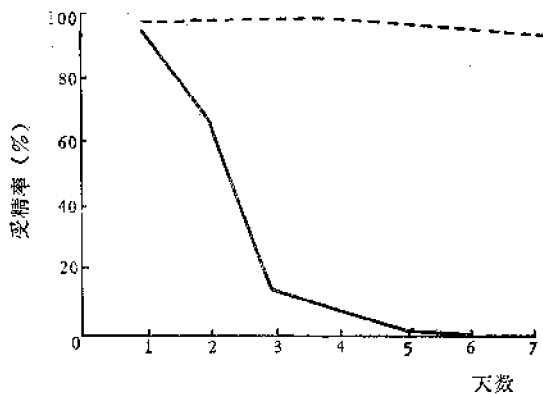


图 3 乌贼在割除纳精囊后对所产卵子受精率的影响

的全部卵子统计其受精率。在开始时，两组受精率很相接近，均在 90% 以上。之后即发生显著变化，手术组的受精率则迅速下降，5—6 天后，产出的卵子全部不受精，而对照组受精率仍保持在 90% 以上（图 3）。手术组起初的受精率较高，无疑是由附于腕部及口部附近的精团所释出的精子受精造成的。以后精子释完，则受精率亦即随着下降直至消失。这证明附于腕及口部附近的精团与口膜腹叶的纳精囊，在产卵过程中，均有精子供给，使卵子受精的作用（曾以精团释出的精子及纳精囊中取出的精子进行人工授精，

均可使卵子受精和发育，二者无异）。附于雌体的精团中的精子，约经 4—5 天即释放完毕，失去了供应精子的能力。而纳精囊却可在整个生殖时期供应精子。因此，在没有雄体经常交配的情况下，纳精囊的作用就显得十分重要了。

三、小 结

1. 曼氏无针乌贼有剧烈争夺配偶的现象，雌雄互配成对，雄体只接近一个雌体，并对这个雌体进行保护，不让其他乌贼接近。

2. 交配活动非常频繁, 一旦夜可达24次。交配时, 雄体通过左侧第四腕(交接腕)将精荚送至雌体口部附近, 精荚射出之精团粘附在雌体的左侧第二腕和第三腕的基部的吸盘上和口球腹面及口膜的腹叶上, 而其他部位均无附着。交配后精荚外鞘大部为雌体所吞食。

3. 本种乌贼卵子是分批、逐个产出, 逐个受精, 并分别以卵柄系缚于其他物体上, 常集成大群。它对于附卵场所是有所选择的, 一般喜把卵附于海藻基部、柳珊瑚等杆状物体上。

4. 卵膜是在合拢的腕间形成的。即在产卵时, 各腕合拢, 中间形成一个空腔, 作为形成卵膜的模模, 缠卵腺和输卵管腺的分泌物先注入其中, 形成有柄的囊状的卵膜, 然后排入卵子于其中而包围卵子。卵膜之黑色是由雌体分泌缠卵腺等的粘液形成卵膜的同时, 自己排出墨汁而染成的。

5. 在室内饲养条件下, 产卵期拉得很长, 产卵一般有一高峰, 在高峰时, 产卵量可达所产全部卵量的80%以上。在产卵高峰之后10天之内所有雌体均陆续死亡。

6. 本种乌贼的受精, 很可能大部是在口膜附近进行的。附着在雌体腕部及口部的精团和口膜腹叶的纳精囊, 在产卵过程中, 均有供给精子使卵子发生受精的作用。而纳精囊在沒有雄体经常交配的情况下, 在整个生殖时期内也能供应精子, 而精团则仅在交配后4—5天内有供应精子的作用。

参 考 文 献

- [1] 李嘉泳, 1961. 金乌贼的生殖、迴游和发育。1959年全国胚胎学学术会论文摘要汇集, 9—11。
- [2] 李复雪, 1962. 曼氏无针乌贼 *Sepiella maindroni* de Rochebrune 繁殖生物学的研究。动物生态及分类区系专业学术讨论会论文摘要汇编, 55。
- [3] 朱元鼎, 1959. 中国主要海洋渔业生物学基础的参考资料。太平洋西部渔业研究委员会第二次全体会论文集, 138—140。
- [4] 张颢、齐钟彦, 1961. 贝类学纲要, 289—357。科学出版社。
- [5] 魏臻邦, 1964. 金乌贼生活习性的初步观察。动物学杂志, 3:132—131。
- [6] 滨部基次, 1961. スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* D 繁殖生态に関する实验的研究。动物学杂志, 70 (11):378—391。
- [7] Arnold, John M., 1962. Mating behavior and social structure in *Loligo Pealii*. *Biol. Bull.*, 123 (1): 53—57.
- [8] Drew, G. A., 1911. Sexual activities of the squid *Loligo Pealii*. *J. Morph.* 22: 327—360.
- [9] Megowan, John A., 1954. Observation on the behavior and spawning of the squid *Loligo opalescens* at La Jolla, California. *Fish. Game.* 40: 47—54.

PRELIMINARY OBSERVATIONS ON THE BREEDING
HABITS OF THE SQUID, SEPIELLA
MAINDRONI DE ROCHEBRUNE

Chekiang Zoological Laboratory, Hangchow

ZHANG JIONG AND LU WEI-CHENG

ABSTRACT

The mating activities of the squid, *Sepiella maindroni*, were observed in the aquariums on Tsing-pan Island, Chou shan, Chekiang, under experimental conditions from May to June 1960 and May to July 1963 and 1964. Every year from April to June, the squids migrate to inshore areas for spawning. The mantle lengths of the male and female specimens under observation range from 7.1 to 11.5 Cm.

Copulation activities occur frequently. Postures of squids in copulation are shown in Fig. 1. From the observations we found that the male passes spermatophores to the female's oral region. The sperm-mass is discharged and attached to the buccal membrane and at the base of the left lateral arms of the female. The outer tunicles of spermatophores are often formed in the female's stomach.

The egg membrane is formed in the arms of the female. At first, the arms curve down and the base of which rounds up to form a cavity into which her funnel extends, then nidamental glands and oviductal gland secrete gelatin into it to form the egg membrane, and finally, the egg passes through the funnel into the membrane. The black pigment of the egg membrane comes from its own ink sac when the egg membrane is being formed. It seems that the fertilization of the squid's eggs takes place near the buccal membrane.