

多子小瓜虫的形态、生活史及其防治方法和一新种的描述*

倪达书 李連祥

(中国科学院水生生物研究所)

一、緒 言

小瓜虫是一种身体比较大,肉眼能見的原生动物,寄生在各种淡水魚的上皮組織和鰓絲組織中,剝取寄主的上皮細胞和紅血球为生。同时,由于它在組織中不停的活动和钻营的結果,上皮組織引起病态的浮肿,形成白色突出的小点,故有“白点”病之称。

这种病,目前我国淡水养魚事业中已成为主要的危险病害之一。它的爆发流行,往往使成千成万的魚种在几天之内死亡;用作春季产卵孵化的亲鯉,由于它的侵袭,以致不能完成鯉魚苗的生产計劃。金魚和热带魚的飼养者对小瓜虫的威胁体会更深,多年很費心力培育的优良品种,常常在寒冬到初春期間起染此病,十九不治^[1]。

欧美各国的水族館和幼魚养殖场也经常碰到这种病的流行,而且到目前为止,还没有找到直接能杀死小瓜虫而不伤魚体的葯物 Pearson^[20]、Davis^[8]、Duijn^[10]。

国内外已有很多人做过关于小瓜虫的形态、分类和生活史的研究,但还没有得到一致完善的結論,例如成虫胞口的构造,小核在成虫期有没有的問題,在寄主組織中是否分裂繁殖的問題,分类位置問題,幼虫的形态以及防治問題等等还是各持己見,沒有定論。因此,进行比較深入的研究,闡明和解决这些問題,在理論上,同时在生产实践上都有其重大意义。

此外,我們还注意到日人四灶安正(Sikama)^[23]研究 44 种海魚寄生的小瓜虫与淡水魚寄生的在形态和繁殖方面都有很大的区别,不能混为一种,故特命名为咸水小瓜虫(新种) *Ichthyophthirius marinus* sp. nov. 与多子小瓜虫区别。

二、研究簡史

最早发现小瓜虫的記載,我們认为应当首推我国北宋 960—1126 时代大文学家苏轼^[2]。他在“物类相感志”中有“魚瘦而生白点者名虱,用枫树投水中則愈”句。有人认为是魚虱(Argulus)的最早記錄。按照文句本身而論,这种見解是无可非議的,但就目前已知的各种魚虱中,还没有发现有白色点状的魚虱种类,这是可疑之一;其次,魚虱身体較大,头胸扁平,形状很象臭虫而非点状,体色一般都与寄主的体色相近,形成不易为人們发觉的“保护色”而非白色,因此,我們相信,苏轼所謂的“虱”很可能是指小瓜虫而非真正的魚

* 1960 年 3 月 10 日收到。

虱;第三,苏轼写这句话的重点在“白点”二字,“点”一般很小,这与小瓜虫的大小颇符合,同时又易与寄生在人体的白虱联系起来,故以虱名之,是比较说得通的。小瓜虫在国外也有鱼虱(fish louse)之称,这不是中外所见略同吗!苏轼不是养鱼实践家,因此,也不大可能亲自进行鱼病治疗,故可以肯定他记录“用枫树投水中则愈”是劳动人民的治疗经验。从此也可以推断,小瓜虫病在1100年前已相当流行了。

八百多年以后, Hilgendorf & Paulicki 氏^[13]也发现小瓜虫,但他们的描述同样是很不完全的。

Fouquet^[11]在巴黎学院的鱼池里观察了每年有规律地出现的小瓜虫病将十年,最后他发表了研究的结果,详细地描述了成虫和当时所能看到的生活史,并命名为多子小瓜虫(*Ichthyophthirius multifiliis*)。

Kerbert^[15]在荷兰阿姆斯特坦水族馆里鱼体上所发现的白点病,定名为 *Chromphagus parasiticus*, 日后证明就是 Fouquet 描述的多子小瓜虫。

此后,有很多学者对小瓜虫进行了研究,现仅择其较著者简述如下:

Bütschli 氏^[7]根据 Lieberkühn 氏所绘小瓜虫的管形胞口位于身体前端的特点,特将其更名为 *Holophrya multifiliis*, 以后的学者虽没有同意他这样的更改,但其所绘精美的小瓜虫图和胞口的构造与位置图,以及分类系统,一直为20世纪40年代以前的原生动物学家和编辑原生动物学教科书的作者 Doflein^[9]、Kahl^[14]、Wenyon^[26]复制和采用,甚至到现在还有人采用(Kudo^[16]),故其影响是非常深远的。

Neresheimer 氏^[19]很详细地研究了小瓜虫的生活史和大小核的变化,并发现小核在胞囊内,经减数分裂后重新溶合的自体受精(Autogamy),以及成虫在寄主组织中分裂繁殖的现象。

Hass 氏^[12]对小瓜虫的细胞学作了很详细的研究,除否定了小核有自体受精和成虫在寄主组织中分裂繁殖现象之外,还指出小瓜虫的纤毛幼虫(Ciliospore)的原始胞口的结构与凹口虫(*Ophryoglena*)属的胞口十分相似。

MacLennan 氏^[17]详细研究了小瓜虫的神经系统(neuromotor system)和细胞质粒的起源和作用^[18],并支持 Hass 氏成虫不能在寄主组织中分裂繁殖的论点。他对纤毛幼虫的神经系统和原始胞口的结构有更进一步的阐明,对小瓜虫的生长、成熟和胞口形成,作了详细的测定。

最近陈启鏊^[4]也进行过形态和生活史的研究。

三、研究方法

1. 材料收集和保存:将患小瓜虫的病鱼放在清水缸中,让其自由游泳,成熟了的小瓜虫便会脱离鱼体,游泳或沉落在缸底。当小瓜虫还在运动时,用干净的吸管吸出放置在需要的地方,如:培养、观察或绘图。如果虫子多,可保存起来,以供将来的需要。由于目的要求不同,其保存亦有各种不同的方法。1)涂片法:剪取或刮取患小瓜虫病的组织进行涂片,用萧亭氏液(Schaudinn's solution)固定;2)病害标本可将虫子和寄主组织一块放入5%的福尔马林中固定;3)为了知道虫子在寄主组织中侵袭情况或了解虫子某种详细结构,那么,必需进行组织切片的准备工作,这就是将患病的组织剪取一段投入葡翁氏液

(Bouin's fluid) 固定, 經 3—5 小时后, 除去多余的葡翁氏液, 再用 50% 酒精洗濯几次, 然后放入 70% 的酒精中保存; 4) 活体保存, 这一点亦很重要, 因为它是保证研究材料的随时供应。方法是: 利用患有小瓜虫的病魚直接和健康魚一道飼养。

2. 实验室的研究方法

1) 培养孵化法: 用干净的吸管吸取一个已经成熟的小瓜虫, 放入事先备好的凹玻片上。在片子的一端写上编号和日期后, 放在潤湿的培养小室中。这种方法适用于观察胞囊形成和生活史的研究。

2) 固定标本的染色: 萧亭氏液固定的塗片, 用 50% 的酒精加 1—2 滴碘酒, 使成淡茶色, 洗去过多的固定剂, 然后保存在 70% 的酒精中。染色时事先水化, 然后放入 4% 的铁明矾 (Iron-alum) 媒染 30—60 分钟, 經 2 次蒸馏水洗去多余的铁明矾, 再用 0.5% 的海氏苏木精 (Heidenhain's iron haematoxylin) 染色 30—60 分钟。小瓜虫的退色可用 4% 的磷酸 (phosphotungstic acid), 同样用 2% 的铁明矾退色也得到满意的结果。对于小瓜虫的纤毛系统 (ciliary system) 可用 Klein's 氏硝酸银方法。采用这种方法对于小瓜虫的幼虫 (Ciliospore) 获得比较好的效果。

3) 甘油酒精透明法: 倪达书氏发现将已固定在 5% 的福尔馬林的小瓜虫, 取出保存在 10% 的甘油酒精 (70% 酒精 90cc + 純甘油 10cc) 中。观察时吸出若干放在載玻片上, 盖上盖玻片, 让酒精逐步挥发, 甘油逐步变浓。一般經 24 小时虫体就透明了。值得特别指出的, 这种简便方法对观察小瓜虫的纤毛系统、胞口、大核的构造都很清晰。更重要的优点是: 虫体在显微镜下可以輕微的翻动, 这样便于观察整个虫体构造的可能性。

四、小瓜虫成虫的形态

成虫的形态及显微构造——小瓜虫身体较大, 为肉眼能看得見的纤毛虫之一。寄生在魚的上皮組織 (epithelium) 中, 呈白色突出的小点子, 所以养魚人就叫它是白点病。脱离魚体組織的小瓜虫, 能在水中自由游泳, 一般为椭圆形, 停下旋轉时, 則多为球形。游泳的成虫一般体长在 350—500 μ 之間, 寬在 300—400 μ 之間。作者先后遇到最大的个体可达 700—800 μ ; 游泳时长达 700—1000 μ 。固定标本不管成虫大小如何, 一般均为长球形或球形。常較活体为小, 这是因为固定收縮所致。

活的成虫在显微镜下观察, 其胞质 (cytoplasm) 略呈淡黄色, 有时因吞食的食物不同而呈暗灰色或青灰色。当虫体在盖玻片下慢慢轉动时, 可以在任何边缘处, 看到一簇比較整齐的纤毛繼而出現袋形的胞咽 (图版 II 图 13; 图版 III 图 23)。胞口 (cytostome) 的表面观不象过去学者 Bütschli^[7] 氏、Wenyon^[24] 氏和 Kudo^[16] 氏等所认为的“圓管形”。正确地說: 胞口表面观, 很象人的“右外耳”。它的左唇 (left peristomal lip) 常向內凹陷 (图版 I 图 1, 3), 这在幼虫时期特別清楚 (图版 I 图 4), 詳情以下再討論。胞口的位置也不是在虫体的頂端或較尖的一端^[24]; 正确地說: 它是位于接近前端的腹面。由于虫体具有高度的柔軟性和长期钻营和滚动于寄主表皮細胞下的习惯, 游动时身体前端不一定指向前方。因此, 胞口也可能在后下方出現。

一个馬蹄形或香腸状的大核 (macronucleus) 在活体观察时也很显而易见。它比細胞质均匀, 細密和透明, 沒有一定的位置, 常随胞质的轉动而轉动。經固定和苏木精染色后, 染

色粒凝成大小不一的紫色顆粒。

关于小核(micronucleus),过去学者(Bütschli^[7]、Wenyon^[26])都沒有在成虫中发现,认为已与大核溶合。作者这次在很多个較小(78×74—372×372 微米)的成虫标本中看到了小核。它很象一般纤毛虫的小核结构,紧靠在大核旁边(图版Ⅲ图 20、21)。由于它有很明显的透明核膜(nuclear membrane),尚易与大核的染色粒区别。因此,我们认为小瓜虫成虫的小核是独立存在的,不过,随着虫体的长大,小核逐渐与大核靠攏,最后与大核重迭而不易分辨而已,但絕不是与大核溶合。下表是各个不同大小的小瓜虫的大小核之间的关系。

小瓜虫大小核的关系及其长和寬之比

小核重迭在大核上		小核与大核相貼者		小核将与大核相貼者		小核未靠近大核者	
大核长×大核寬(微米)	小核长×小核寬(微米)	大核长×大核寬(微米)	小核长×小核寬(微米)	大核长×大核寬(微米)	小核长×小核寬(微米)	大核长×大核寬(微米)	小核长×小核寬(微米)
193.4×178.5	89.2×29.7	78.2×71.4	37.4×13.6	59.5×56.1	23.8×13.6	54.4×51.0	13.6×13.6
394.4×364.5	141.3×52.0	193.8×183.6	85.0×34.0	64.6×54.4	18.8×13.6	51.0×47.6	11.9×11.9
—	—	195.5×181.9	74.8×32.3	68.0×51.0	23.8×15.3	34.0×20.4	11.9×10.2
—	—	252.9×238.0	96.7×37.2	83.3×73.1	34.0×17.0	57.8×54.4	18.7×15.3
—	—	372.0×372.0	141.3×26.8	68.9×68.9	23.3×25.5	78.2×69.7	23.8×20.4

用 10% 甘油酒精透明的小瓜虫,可以明显地区別外質(ectoplasm)和內質(endoplasm)。外質顆粒細密、均匀,其厚度約为 7 微米左右;內質中除小的顆粒外,还有很多大的食物泡,其最大的直径达 8.5 微米。根据 MacLennan^[18]的分析,这些食物泡內主要是寄主皮肤細胞的內含物,如高尔基体、粒綫体、胞核、胞膜等。此外还有星芒状的粗綫体,其长短不等,零乱分布在內質中(图版 I 图 1),經海氏苏木精染色,就看不見,其本质、机制是什么?現在还不清楚。在外質中还可以看到体积不大(5.1—17.0 微米)数目很多的伸縮泡(contractile vacuole)稀疏地散布着。这在活体观察时,由于它不停地、有規則地涨大和縮小,更易看見(图版 I 图 1)。

小瓜虫的纤毛排列,并非杂乱无章,而是既复杂又有規則的结构。可以分成体纤毛系統和口纤毛系統两部分来講: 1)体纤毛系統:在身体的前端,胞口的前面 15—20 μ 处有一前区(anterior field)或称前极(anterior pole)。从这极放射出許多纤毛紋(ciliary line)到身体四周,最后又归集于后区(posterior field)(图版 I 图 5)。每一纤毛紋串联着排列整齐、大小相等的基粒(basal granules)。每一基粒向外发出一根柔軟的纤毛,向內生出一根短(5.1 μ)的基絲(basal fiber)。基絲一般只达內質与外質的交界处。纤毛紋沿着身体表面作弧形的环繞,在前极周围比較紧密、整齐而清楚,向后到后极区时則較稀疏和模糊。纤毛紋多数为整条的,但也可以見到有分枝和不到后极而中断的情况。体纤毛系統在分裂繁殖幼体时仅数量上逐漸減少而并不經過吸收溶化(de-differentiation)的过程,重新形成。我們完全同意 MacLennan 的見解,体纤毛系統沒有特化(specialization),故仍能保持作为幼体纤毛系統的基础。 2)口纤毛系統:从前极至胞口有一根沒有基粒的腹縫綫(ventral suture line)通向胞口左方(图版 I 图 1、3、4、8、9)一直延伸到胞口的后端。从这腹縫綫的前段发出分布在身体腹面的纤毛紋,后段生出围口纤毛紋。围口纤毛紋排列紧密,作“6”字形向胞口內部旋入(反时針方向),而終于胞咽(cytopharynx)。围口纤毛紋不同于体

纤毛紋的主要特点,在于有辐射的纤綫与每行围口纤毛紋的基粒联接,織成整齐密致的网布状結構。在成长体大的个体上,由于围口纤毛紋排列更形紧密,以及活动时外界压力的压縮,“6”字形向内旋入的形式,不是很仔細地分析观察,往往会看不見。这就是为什么过去学者(Fouquet、Bütschli、MacLennan、Kudo 等)都认为小瓜虫的胞口是圓管状的原因。胞口区的纤毛与体纤毛等长,胞口內纤毛按螺旋形排列一直通达胞咽底部。由于口纤毛系統在胞口处插入,其左右两侧的体纤毛紋在胞口的后方留下一块“V”形的无纤毛区(图版 I 图 1、3、4)。在 10% 甘油酒精制备的标本,在胞口周围見到一束束起于基粒,伸入內質比較粗长的根絲(rhizoplast),其长度达 $17-20\mu$ 左右。我們推断它的作用为支持和巩固胞咽的(图版 II 图 13、图版 III 图 23)。

小瓜虫生活时具有高度的柔軟性,在寄主組織中可以作任何方向的穿移,尤其是年輕的比成虫活动更活跃。由于纤毛有力的划动,常使体形褶皺和扭曲,但一旦找到适当的地方,活动緩慢时,身体就变成扁圓形或扁卵形。胞口部分則与体部迥然不同,它显得很坚实,不变形,当其紧压寄主的上皮細胞时,有力的鞭动口纤毛,就不断地括下寄主的細胞,吞入口中。刚离开寄主的小瓜虫游泳很活泼,身体呈橢圓形,借纤毛的波动起伏,以滾动或螺旋方式前进,其速度忽急忽緩,有时停下作原点轉动。离开寄主在水中游泳的时间是不太长的,一般在 3—6 小时就靜止下来,分泌出一层透明胶膜将身体封閉起来形成孢囊(cyst)。

外界环境对小瓜虫不利时,虫体游动迟緩,身体內部由灰白色变成淡黃色,伸縮胞每分鐘收縮的次數減少,这时內質中出現很多黑褐色的块状物,由小到大,彼此接連起来,最后形成一团顏色較深的物質,肉眼观察为小白点,位于身体的一端。时间再长一点,虫体停止轉动,身体膨胀成球形,伸縮胞机能消失,不久破裂死亡。在这种情况下刚出現时,如果将其換入新水中,那么,虫体又能逐漸轉变为正常状态。

五、小瓜虫的生活周期

1. 孢囊的形成和幼虫的发育:前面已經提到,离开寄主組織的小瓜虫在水中游泳一段時間后,停下来在原地轉动,不久,身体分泌一种无色透明具有弹性的孢囊。它的形状一般为圓形或卵形,有时出現很不規則的形状。在天然水体中,孢囊是沉沒在水底或附着在水草及其他植物碎片上。它的大小一般与虫体的大小成正比例。通常长 $329-980$ 微米,寬 $267-722$ 微米,最小的直径仅 75 微米左右也曾看到。孢囊形成后,虫体在內不停地轉动,同时,馬蹄形或香腸状的大核慢慢地縮短变成圓形。小核从紧靠大核的形式下脫离开来变成很容易看到的构造。胞口开始有消失的傾向,但不象 MacLennan^[17]、陈启鑒^[3]等所說的那样,在孢囊形成后就消失。因为我們在第一次分裂的前半个身体上,还看到很清楚的口纤毛紋(图版 II 图 12)。孢囊形成 2—3 小时后,身体中部开始出現分裂沟。这是小瓜虫二分裂的开始。由第一次分裂到 16 或 32 个細胞期,在一般正常情况下,是同时均等分裂,并且往往形成二个集团。集团在初期并不很明显,但随着分裂次數的增加,集团的界限就愈显明(图版 IV 图 27)。由于外界环境条件的影响,特别是温度的高低,分裂可能出現不均等的現象,同时分裂的速度也有先后之別。例如 1957 年 11 月 25 日上午 8 时 30 分完成二分裂(图版 II 图 10),11 时 25 分四胞分裂,其中一快一慢(图版 II 图 11),12 时时快的一方两胞分裂完成,而慢的一方还未割裂(11a);12 时 30 分快的已进行四胞分裂,而

慢的一方才完成二胞期(11b)。12 时 50 分快的完成四胞期了,而慢的一方才开始四胞分裂(11c)。这样继续下去,总是一方快而一方慢(11d—11j)。正常的孢囊一般经过 9—10 次的分裂后就不再分裂(图版Ⅳ图 24、27、29、30)。这时的幼虫呈圆球形,有一个显著的伸缩泡。在水温 15—20℃ 时,从孢囊开始形成幼虫至破囊而出,一般须经 23—25 小时,水温 3—7.5℃ 时孢囊经 160 小时后才能孵化。一个孢囊产生的幼虫数目,随原来亲体的大小而有不同,一般在 300—500 个之间,多的达到 1,000 个以上。幼虫形成后并不马上破囊而出,需要经过 5—8 小时的静息后才活动起来寻找出口。我们曾注意观察过孢囊壁上并没有一定的出口。成熟的幼虫一方面可能分泌出一种溶化孢囊的酶,使其衰弱,失去弹性,同时又利用其前方尖顶或钻孔器(perforatorium)穿破孢囊而出。由于小瓜虫有不等二分分裂,又因速度有快慢之分,因此,孵化时并不是所有幼虫都同时出囊。往往有些幼虫孵化了,而孢囊内还有正在分裂的四胞体或八胞体,除这种情况外,孢囊内也有不能孵化的幼虫。

在形成孢囊的过程中,马蹄形的大核逐渐缩短,变成圆形或卵形。小核从紧靠大核的情况下脱离出来移到内质的外缘,同时,其直径也比静止期长大,接着开始间接分裂(indirect division)(图版Ⅲ图 15、19)。详情参考 Buschkiel^[6]、Neresheimer^[13] 和 Hass^[12] 的报告。大核除正常二分分裂外,作者也看到出芽(buding)的方式(图版Ⅲ图 18)。

孢囊的形成: 正常的孢囊是圆形或椭圆形,有时亦有其他形状。分裂后产生的子代不管数目多少,一般是分成左右两个半球(图版Ⅳ图 27)。在一个孢囊内分裂到四胞或八胞期时,又分泌出一层内孢膜(endocystical mambrane),将左右两个集团包起来,但有时也有不分或分成三个集团以上的(图版Ⅳ图 30、33)。值得提出的是,小瓜虫在外界环境不宜,特别在低温时,并不立即形成孢囊,而有进行分裂的现象,有的中途死亡,有的分裂到一定数目时中途再产生孢囊或不形成孢囊。后者分裂增殖的子代是分散的,而且还可以在水中游泳(图版Ⅳ图 28)。此外,我们同意 Schäperclaus^[22] 的见解,即用人工从鱼体上取下没有十分成熟的小瓜虫,也能进行分裂繁殖,但往往不形成孢囊。许巴科夫(Ильина-Ков^[28])认为小瓜虫的孢囊要浮到水面上来后,幼虫才从孢囊内出来。关于这点,作者亦进行了观察,但并没有发现这种现象。相反,孢囊紧贴在水草或玻璃器皿上面,要用一股水反复冲击才能使它悬浮于水中。另外,作者在凹玻片上检查,几乎所有孢囊都是粘着在玻片上的。

幼虫(Ciliospore)的形态: 孢囊内最初成熟的幼虫为圆球形,经一定时间(5—8 小时)后,才开始活动,身体逐渐延长,前后端的区别也明显,前端尖而后端钝圆,最前方有一个锥形的钻孔器(图版Ⅰ图 6—9)。幼虫在囊内不停的穿逐游动,有时向着某一点作旋转式的转动,一直到钻破囊壁而出(图版Ⅱ图 14)。刚从孢囊内钻出来的幼虫,身体为圆筒形,但不久就变成扁鞋底形,从侧面观,中部向内收缩凹陷(图版Ⅰ图 6)。一个大的伸缩泡,位于身体的前半部。大核圆形或卵圆形,多数在身体的后方。身体内部特别是后端有许多大小不等的 Volutin 颗粒。在高倍显微镜或油镜下观察,身体前方腹面有一个“6”字形的原始胞口,这时还没有与内部相通。在胞口的右边,有 3—4 行半环状的纤毛纹从左前边的腹缝线发出,慢慢地向体内旋入,同时由辐射纤线将内外环联结起来(图版Ⅰ图 8、9)。在“6”字的缺口处有一个卵形的反光体(reflecting body)或称李氏体(body of

Liebkühn), 其位置和形状均有一定, 但它究竟有什么作用? 现在还不清楚, 可能与将来形成胞咽有关。李氏体不被美蓝染色, 用海氏苏木精则边缘染得很深, 中央呈淡蓝色。体纤毛的排列与成虫相似, 都是从腹缝线发出, 散布到全身。此外在身体后端有一根粗长的尾毛(图版 I, 图 6、7、8、9)。这一构造过去研究小瓜虫的学者都没有看到和记载过。尾毛的长度约为体纤毛的三倍。由于它有这样一根尾毛和“6”字形的胞口, 以及一个卵形的反光体, 便很清楚地看到它与凹口虫(*Ophryoglena*)属的关系了。尾毛在活体由于游动很快, 不易看到, 但用福尔马林固定, 10% 甘油酒精透明的标本则很容易看到, 可是, 用葡翁氏或萧亭氏液固定和染色后则不易看见。这可能是过去学者没有发现的缘故。经染色的标本, 大核为卵形, 蓝色, 核内有大小不等的块状染色质。小核圆形, 深蓝色, 位置不恒定。细胞质呈网状, 除细小颗粒外, 还有较粗的 Volutin 颗粒。染色的标本长 26—42 微米, 宽 14—30 微米, 最大的达 69×65 微米; 伸缩泡直径 7.5—30 微米。10% 甘油酒精标本长 40.8—66.3 微米, 宽 24.7—34 微米; 大核长 13.6—17 微米, 宽 8.5—11.9 微米; 幼虫的体纤毛长 6.8—8.5 微米; 尾毛长 17—18 微米; 反光体长 3.4 微米, 宽 1.7 微米。

从孢囊内孵化出来的幼虫是非常活跃的, 在培养缸内可以生存 36—48 小时或更长一点的时间。有时因水质和温度不适合, 24 小时内就死亡。

幼虫至成虫的转变: 刚从孢囊出来的小瓜虫幼虫生活力及穿透力最强。如这时碰到体弱的鱼类寄主, 就能很快钻进寄主的上皮层或鳃丝。由于它不停地穿移活动, 刺激了寄主周围的上皮细胞的增殖, 结果寄主用一层逐渐增厚的皮肤将幼虫包裹, 因此所谓“白泡”(bladder), 实际上是鱼的皮肤受了小瓜虫的刺激而引起的病理变化, 而不是一般所认为的小瓜虫本身。幼虫到成虫是要经过一些变化的: 首先, 幼虫期只有原始的胞口区, 胞口还未建立。随着虫体发育长大, 在反光体右方向内凹陷, 形成一个囊袋形的胞咽, 同时, 反光体则逐渐消失。由于钻孔器已完成其历史任务, 也就萎缩而消失。因此, 显得口的位置好象向前移动了, 但决不到顶端。随着虫体长大, 纤毛纹不仅数量增多, 而且还出现分枝。幼虫时期大核与小核极为明显, 随着发育长大, 椭圆形的大核逐渐延长成香肠状或马蹄形。关于小核的出现和消失问题, 曾经许多学者一致认为: 随着幼虫长大, 小核逐渐靠近大核, 最后与大核融合, 故在成虫期不见小核。每当繁殖分裂时, 小核又从大核中分化出来。我们这次观察, 发现小瓜虫的直径长达 372 微米时, 其小核还能够识别(图版 III 图 16、20、21、22、23)。

幼虫感染情况: 作者将孵化出来的幼虫, 经不同的时间进行感染。刚孵化出来的幼虫感染率较高, 随着时间的延长或水温的升高而逐渐减弱。水温在 15—20℃ 感染率最大, 孵化 24 小时内感染率较高, 26 小时后感染率就较差, 到目前为止, 在水温 26—30℃, 孵化后 28 小时的幼虫还没有感染成功。鱼体感染纤毛幼虫之后, 3—4 天看不出什么现象, 5—7 天后, 肉眼可见鱼的体表好似披了一层轻纱, 尾鳍呈乳白色, 以后肉眼可以见到小白点了。这时若用显微镜检查, 可以见到有些虫体在寄主组织中进行分裂或出芽式的分裂(图版 IV 图 32)。

关于小瓜虫在寄主组织中, 是否进行分裂增殖问题: 以往许多学者对此问题有不同的意见。Stiles^[24] 和 Neresheimer^[19] 根据在同一“白泡”内常出现两个或多个个体现象, 认为小瓜虫可能在寄主组织中进行分裂繁殖。但是后来 Hass^[12] 和 MacLennan^[17] 认为在同一

“白泡”内出现多个体现象,不是分裂繁殖,而是由于小瓜虫能在组织中穿移很大距离而聚集在一起的結果。作者以小金魚为材料进行感染小瓜虫試驗,特別在尾鳍上进行連續观察,认为上述两种现象在同一魚体上都能出现。例如:1958年2月28日晚8时在金魚胸鳍a、b、c、d、e、f六处均为单一的个体。3月1日上午8时观察a、b泡内出现了两个比較小的个体,当日晚9时观察,a、b泡内各出现4个个体,在c泡内出现2个个体,d泡内开始有分裂现象。3月2日晚a泡内有6个之多,c泡内有4个,d泡内2个,b泡内5个,而e、f則始終为1个,沒有增多(图版IV图32)。又如1959年3月13日晚10时,观察金魚尾鳍一白泡内为单一的小瓜虫,3月14日上午7时30分分裂为一大一小的二个个体,到下午1时40分出现两小一大三个个体。此外,作者曾刮取金魚体表的小瓜虫在显微镜下观察,也曾見到正在分裂的个体。必須指出:我們看到在組織内进行分裂也多半是不均等的,往往一个大一个小,很象出芽生殖。

判断小瓜虫在組織内进行分裂,不仅是見到在同一白泡内經過一定的時間之后出现2个以上的个体,同时也仔細观察是否因另一个体钻到一个白泡内的事实,我們曾不止一次地观察到,凡經穿移的个体,它遺留着显而易見的通道痕迹,而上述两个例子中都沒有通道痕迹存在。其次,大家都知道,小瓜虫的青壯年(指脱离寄主后不能形成孢囊而繁殖的个体)和成虫都是沒有重新感染的能力,因此,只有幼虫才能钻进去的可能,而在被同一批幼虫感染的魚体上,其生长速度基本上是相差不多,大小区别是不大的,前期未钻进去的幼虫,在48小时以后再感染上去的能力更加微小(因我們还没有获得孵化48小时后的幼虫感染成功的結果),因此,一个白泡内最初观察是一个个体,5—12小时后出现相等或大小不等的两个个体,除了由分裂或出芽分裂之外,不可能有別的。第三,在組織内的分裂或出芽分裂的次数并不是无止境的,一般进行3—4次之后就不再进行了,所以,一个白泡内最多看到的是7—8个个体。从寄主組織中刮下的小瓜虫,在較冷(5—8℃)的水温条件下,我們常看到不少个体不形成孢囊而分裂成7—8个个体,然后再形成孢囊而分裂或不能形成孢囊而死亡。后一种情形的性质似与在組織中出芽分裂3—4次不再繼續的有限分裂相同,其秘奥何在?还值得进一步研究。

六、小瓜虫的分类

小瓜虫自1876年Fouquet发现以来,曾經很多学者(Stiles^[24]、Bütschli^[7]、Doflein^[9]、Neresheimer^[19]、Buschkiel^[6]、Prowazek^[21]、Wenyon^[26]、Kahl^[14]、MacLennan^[17]、Kudo^[16]、陈启鏐^[3]等等)研究,但对它的胞口构造,都沒有正确的认清,因此,在分类上都錯誤地把它归于Holophryidae科。Hass指出,小瓜虫幼虫的胞口为“6”形,与营寄生生活和自由生活的*Ophryoglena*属很相似。因此,Kahl(1935)在其专著中接受他的見解,将小瓜虫的分类系統改隶于凹口虫科(Ophryoglenidae)。

我們这次对小瓜虫的幼虫和成虫的胞口,都作了較仔細的观察,认为不仅幼虫的胞口与*Ophryoglena*相似,而且成虫的胞口基本上还是保持幼虫的形式。由于环形纤毛紋在成虫时期大量增加,致使胞口左边的缺口变得不很显著,粗看起来好象是一个完整的圓口,如MacLennan^[17]所繪的图1。此外,小瓜虫在幼虫时期具有一根尾毛的特征(从前未发现),更說明了它与*Ophryoglena*有密切的关系。所以我們完全同意Kahl氏的更改。

在世界文献上大家公认的小瓜虫种到目前为止, 仅多子小瓜虫 (*Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet) 一种, 此外, 日人四灶安正 (Sikama^[23]) 在日本爱知县东大农学部附属水产实验所水族馆饲养的 44 种咸水鱼上发现一种小瓜虫, 可惜他没有命名。但根据他的描述和图版表明, 显然与多子小瓜虫不同, 因此, 特命名之为咸水小瓜虫。

咸水小瓜虫, 新种 (*Ichthyophthirius marinus* sp. nov.)

Ichthyophthirius sp. Sikama^[23]

(图版 V 和 VI)

咸水小瓜虫的外形虽与多子小瓜虫很类似, 但其细致结构则正如四灶安正所谓: “有显著的差异”。细胞质浓密粘稠, 所以, 透明度也较低, 体表膜较厚而硬, 身体也较小。根据寄生于病鱼身上的 60 个活体测定结果, 最大的长 452 微米, 宽 360 微米; 最小的长 66 微米, 宽 34 微米。大核位于身体前端, 通常由 4 个 (少数个体有多至 5—8 个) 椭圆形大块, 其长轴由丝状物串联起来呈念珠状。切片标本用海氏苏木精染色后, 大核内部的构造也与多子小瓜虫大核粒线状不同, 而是很多小泡组成, 每个小泡内藏着一个圆形或椭圆形的染色质块, 外形俨然象一块组织。

胞口和胞口附近的形态, 四灶氏说还没有精确的观察, 仅简单的提到胞口在身体的稍前端有比较大的围口区, 胞口经偏斜的胞咽而通入内质 (图版 V 图 3、13)。

咸水小瓜虫的繁殖方法基本上与多子小瓜虫一样, 通过孢囊来达到目的。不过, 孢囊的形成和母体分裂的方法都与多子小瓜虫不同。兹根据四灶氏的原著作简要说明于后:

由鱼体游出的成虫, 经短期游泳之后即徘徊于水底, 或其他物体上, 最初在灰暗色的纤毛外缘, 出现明亮的粘液样物质, 逐渐凝固成无色透明的薄膜。经过一段时间, 薄膜逐渐层积增厚, 到孢囊完成时达 10 层左右。孢囊的切片标本用台氏苏木精 (Delefield haematoxylin) 和伊红 (eosin) 染色后, 可以看到外面的 6 层比里面数层稍厚。孢囊略呈球形, 其外径自 90 至 400 微米不等, 但通常以 200—300 微米为最多 (图版 VI 图 17—25)。母体在孢囊内第一次分裂时, 很快地分成大小差异很大的 2 个细胞, 以后小细胞继续分裂 4 次, 形成 16 个更小的细胞, 很象蛙卵动物极细胞的样子分裂, 其体积约占孢囊的一半。此后, 后半部才开始分裂, 直到与囊内的小细胞接近等大而止。这时的细胞大小约 85×70 微米。以后再一起进行分裂, 直到每个细胞约至 40×30 微米大小时而停止。整个孢囊的幼体只成一个集团, 这也是与多子小瓜虫不同之点。

在咸水鱼上发现有小瓜虫的记录, 还有 Buschkiel^[6] 在巴达维亚海鱼上和 Schäperclaus^[22] 在柏林水族馆饲养的珊瑚礁鱼类上, 1935 年 10 月在海鲉 (*Tetroden*) 上, 1936 年亚得利亚海的红鲤 (*Rotbrassen*) 和地中海鲤和叉尾青花鱼上。Schäperclaus^[22] 指出: 海鱼上的小瓜虫纤毛要长些, 或许也多些, 此外没有详细研究了。

综上所述, 咸水小瓜虫具有念珠状的大核和不同方法与不同形式的孢囊繁殖, 这两点就很容易与多子小瓜虫区别了。

七、小瓜虫的病理学

小瓜虫病一般状况: 小瓜虫一般是寄生在鱼体的皮肤和鳃丝中。由于它具有高度

穿透能力,因此在組織內能作任何方向的移动。寄主的上皮組織在虫体不停地刺激影响下,变成疏松的海綿状,容易破裂和脫落。每当成虫离开寄主时,往往在寄生的地方留下一个凹穴。另一方面,由于不停地刺激,引起粘液細胞分泌大量的粘液复盖在体表和鰓絲上,致使寄主呼吸机能失灵而死亡。其次,还容易引起霉菌和細菌的生长,产生其他并发症。

通常,小瓜虫在低温($5-10^{\circ}\text{C}$)时不易发生流行病,但在放养密度大、魚体瘦弱的魚池或室內养魚缸中,虽在严冬也常爆发流行。感染严重的病魚,其体表具有許多粘液和大小不等的白色小点。同时,不成羣地四散在水面,呈浮头現象或靠近池边有气无力地游动,不吃东西,也不怕人。感染部位除了体表、鰭、口腔、鼻、眼球角膜均可見到突出的小白泡外,鰓絲組織是最易侵袭,而且是最要害的場所。有时也伴随着出現鰭基充血腐烂、鱗片脫落等病象。值得引起特別注意的,就是魚体死后 3—4 小时,所有小瓜虫不論大小和发育阶段都要离开寄主的特性,其中凡已达到成虫时期的即形成孢囊进行繁殖,青壯期的个体則因不能形成孢囊而夭折。这种特性,一方面表示小瓜虫是絕對的活体寄生,同时也显出了迅速繁殖具有感染力的幼虫的危險特性。因此,养魚家們若不很快地将患小瓜虫病的死魚捞出埋掉,就会造成更严重的传染流行。

小瓜虫的分布和魚体的关系: 小瓜虫分布很广,从淡水到海水,从江河、湖泊至池塘、稻田和水族箱或缸都有它的踪迹。值得提出的是,小瓜虫一般在流动的天然水体,尤其是江河較少。相反,在养殖的池塘、稻田、水族箱中則常发生流行,造成經濟魚类和观赏魚类大量死亡。

小瓜虫的繁殖与水温有密切关系,在水温 $15-25^{\circ}\text{C}$ 时,小瓜虫繁殖最盛,也是危害魚类的高峯。因此,在秋末、冬初和春季里适宜水温范围内的养魚池、水族箱,常出現單純的小瓜虫病。

小瓜虫的发生,不仅与水温有关,而且与放养密度、魚体健康状况也有很大关系。一般放养密度大,魚体瘦弱的就容易感染小瓜虫病。这种情况多半是发生在暫养池和越冬池內,我們在室內进行感染試驗,用体質不很相同的金魚,同时放入孵化不久的小瓜虫幼虫进行感染,經過半月后检查,体質弱的金魚各鰭及体表、眼球角膜均可以看到成熟的小瓜虫,特別是尾鰭上虫子成团分布,但是体質健壯的金魚,不但肉眼見不到虫子,就是用显微镜检查,有些个体也沒有发现。这說明同一池內因魚的健康程度不同而感染率有很大的差异。

Бауер 和 Шупаков^[27] 指出:魚类受小瓜虫反复感染 10—20 次之后能获得免疫力。

小瓜虫不进入寄主的內脏和肌肉,一般喜欢寄生在运动器官如胸、尾鰭上。寄生在鰓絲上的虫体,多半是靠近出鰓靜脉一边的組織中(图版Ⅳ图 31)。这种現象是与小瓜虫好氧的习惯有关。

八、小瓜虫病的防治

与小瓜虫病作斗争的簡史: 小瓜虫病在我国宋朝苏轼(1030—1101)記載以枫树治疗白点魚虱病,是世界上最早的記錄。1876 年 Fouquet 以后,欧洲学者曾經尝试找寻防治小瓜虫的方法,特別是那些水族箱养魚家們。Schäperclaus^[22]总结說:“小瓜虫病的治疗和

預防侵袭的再来,只有使离开魚体的小瓜虫不能为害才有可能”,換言之,在魚体上用藥物来杀死小瓜虫而不伤魚的生命是不可能的。他說:“有人不时提出用較長時間的奎宁浴在皮肤里杀死小瓜虫的主张,这是必須反对的,根据以往所有經驗和試驗是不可能的。有人說:奎宁浴可以加速小瓜虫脫落,也是毫无根据的”。他对“食盐水浴”法也認為没有什么效果,比較可靠的,他說还是屈力怕弗拉芬(Trypaflavin)或雷佛諾耳(Rivanol)浴。他認為:“唯一可能的防治方法是等小瓜虫离开皮肤,阻止幼虫重新回到魚体上的办法”。所以,他建議將患病魚移到大水面中去稀养,这样可能降低感传的机会。另外,“冲洗法”即把病魚吊在一个底部有篩孔的槽箱中,用流水冲洗 2—3 个星期或更久一些,直到所有小瓜虫都脫落为止。

Axelrod 和 Schultz 氏^[5]也是这样說:“还没有有效的藥物能在魚的皮肤内杀死小瓜虫而不杀死魚的”(No chemical available will kill the ich in the skin of the fish, without killing the fish too)。他們認為盐酸奎宁能在 3 小时內杀死已离开寄主的小瓜虫;医用美兰(Methylene blue, Medical ouality)每隔 1—2 日反复使用能抑制小瓜虫的生殖,經過不长的時間就能致死。他們又說:如果用了盐酸奎宁和美蓝还不見效时,可用千万分之三的阿的平(Atabrine)浸洗,但医好了可能影响生殖。Van Duijn^[10]氏認為治疗小瓜虫病最有效的藥物为盐酸奎宁和美兰,阿的平在用奎宁和美兰失效时可試用。

从以上作者的見解可以看出,治疗小瓜虫的方法还是离彻底解决的目的很远,因此,作者之一在藥物所嵇汝运同志的协助下,找到了能在魚体上杀死小瓜虫而对寄主沒有影响的藥物。

醋酸亚汞 (Mercurous acetate)对小瓜虫的杀灭作用和有效浓度: 1956—1958 年在中国科学院藥物研究所領導支持和嵇汝运同志等的具体大力协助下,制备了一种直接在魚体上能杀死小瓜虫而不伤害魚体的特效藥——醋酸亚汞。作者曾进行了一系列浓度的試驗,其結果見表 1—2。

从表 1 可以看出:白鰱魚种在 1/20 万 (5p. p. m.) 的醋酸亚汞溶液中浸洗 1.5—2 小时,1/30 万 (3.3 p.p.m.) 浸洗 1—3 小时,1/50 万 (2p.p.m.) 浸洗 2—5 小时,經 24 小时后检查,在魚体上,鰓絲組織中的小瓜虫都能杀死和脫落,而对白鰱本身,特別是用 2p.p.m. 的溶液浸洗 2—3 小时的則毫无影响。經過浸洗后的病魚,在游动方面显著地增进了活泼、同时食欲也恢复起来了。白鰱在 2p.p.m. 溶液中多次表明,持續浸洗 5 小时还能正常生活(指体質較好的而言)。草、青魚魚种对醋酸亚汞毒性的忍耐力,一般比白鰱更强,浸洗至 8 小时开始不安浮头,至 10 小时开始死亡。金魚对醋酸亚汞的耐力与白鰱相似,而銀鯽則較為敏感。必須指出,上述魚类的魚苗阶段在 2p.p.m. 的醋酸亚汞溶液中浸洗 2 小时以上,就有个别死亡,因此,对患有小瓜虫的魚苗的浸洗時間,一般以不超过 1.5 小时为限。至于魚种或成魚,在不同的水温和水质的条件下,浸洗的時間变动于 2—3 小时之間,都能达到杀灭小瓜虫,而对魚本身沒有不良影响。

1957、1958 年 10 月先后給湖南湘阴鵝公湖养殖的稻田草魚小瓜虫病治疗两次,草魚洗浴 12 小时后检查,魚体表光滑,无小瓜虫,只有口腔內尚发现少許,24 小时后絕大部分小瓜虫已脫离了魚体,以后,当地来信說效果良好。58 年又給湖北大冶、沔阳养殖場的魚种,武昌东湖风景区,武昌儿童公园的金魚进行浸洗治疗,效果都很好。

表 1 不同濃度的醋酸亞汞对小瓜虫和各种魚类的关系

魚名	濃度 (%)	水溫 ℃	試驗 次數	試驗 魚數	浸洗時間 (小時)	洗后 反映	顯微鏡檢查結果								備註
							試驗組				對照組				
							洗后 1 小時		洗后 24 小時		体表		鰓絲		
							体表	鰓絲	体表	鰓絲					
白 鱧	1/20	15—16	2	3	1.5	⊕	*	—	—	—	+	+	浸洗前魚體 寄生蟲： 小瓜蟲多 車輪蟲很多 隱鞭蟲少許 舌杯蟲少許 符號表示： — 無寄生蟲 × 不活潑 + 活潑 * 將死亡 ⊕ 正常 ○ 浮頭 ● 死亡		
	”	”	1	2	2.0	⊕	—	*	—	—	+	+			
	1/30	16—17	2	3	1	⊕	×*	×	—	—	+	+			
	”	”	1	1	2	⊕	*	*	—	—	+	+			
	”	”	1	1	3	⊕	—	×*	—	—	+	+			
	1/50	16—19	1	2	1	⊕	+	+	×	+	+	+			
	”	16.2—19.5	1	2	2	⊕	×	+	—	—	+	+			
	”	”	1	2	3	⊕	*	×	—	—	+	+			
”	13—14	1	2	5	⊕	—	—	—	—	+	+				
草 魚	1/20	15	1	2	1.5—2	⊕	—	—	—	—	+	+			
	1/30	16—17	1	2	1	⊕	×	×	—	—	+	+			
	”	”	1	2	2	⊕	×	×	—	—	+	+			
	”	”	1	2	3—4	⊕	—	×	—	—	+	+			
	1/50	13—14	1	2	1	⊕	+	+	+	+	+	+			
	”	”	2	2	2	⊕	×	×	—	—	+	+			
	”	”	1	2	3	⊕	×	×	—	—	+	+			
	”	”	1	2	5	⊕	—	—	—	—	+	+			
	”	16—19	1	2	8	○	*	—	—	—	+	+			
	”	”	1	2	10	●	—	—	—	—	+	+			
青 魚	1/50	16—17	1	3	4	⊕	*	*	—	—	+	+			
	”	”	2	2	4.5	●	—	—	—	—	+	+			
	”	”	1	2	5	⊕	—	*	—	—	+	+			
金 魚	1/20	15—16	1	1	2	⊕	×*	+	—	—	+	+			
	1/30	16—17	1	2	2	⊕	×*	×*	—	—	+	+			
	”	”	1	2	3—4	⊕	*×	×*	—	—	+	+			
	1/50	”	1	2	3	⊕	×	×	—	—	+	+			
	”	”	1	4	4	●	—	—	—	—	+	+			
	”	17.2	1	10	4	○	+	+	+	×	+	+			
	”	22	1	40	1	○	+	+	×	×	+	+			
	”	23	1	5	2		×	+	—	—	+	+			
銀鯽	1/50	21	1	10	1	●	+	+	+	+	+	+			

我們对鯉魚进行試驗不多,但根据鯉魚对不良环境和葯物的抵抗力頑強性来推断,对于醋酸亞汞的忍耐力也不会比上述魚类为差。

在多次試驗和观察中,我們发现醋酸亞汞不仅对杀灭小瓜虫有良好的效果,而且对其他絨毛虫如斜管虫(*Chilodonella cypreni*)、車輪虫(*Trichodina*)、舌杯虫(*Glossatella*)等更为有效。对鞭毛虫类如鯢隱鞭虫(*Cryptobia branchialis*) 毡动隱鞭虫(*C. agitata*) 和某些細菌和水霉(*Sprolegnia*)都有一定的杀伤作用。但是,对口司虫(*Costia necatrix*)、三代虫(*Gyrodactylus*)、指环虫(*Dactylogylus*)、吸虫囊蚴(*Metacercaria*)、錨头鰻(*Lernaea*)等則几

乎没有作用。

为了在生产上更方便地应用醋酸亚汞来治疗小瓜虫病，我們进一步测定了长时间与低浓度之间的关系，以求得其有效的最低极限(见表 2)。但遗憾的是这批試驗沒有用寄生着小瓜虫的病魚，而且发现在水温 26—30℃ 的条件下，白鲢在 0.2—1p. p. m. 的溶液中經過 28 小时以上到 48 小时間有不同程度的死亡，因此，又进一步进行了安全浓度的测定。

表 2 白鲢及其寄生虫对醋酸亞汞的忍耐力

浓 度 (万)	水 温 (℃)	試驗 次数	試驗 魚数	浸 洗 时 間 (小 时)					浸洗48小 时的成活 率%	对照	备 註
				1	2	3	28	48			
1/100	26—30	1	10	+	×	—	—	—	70	+	浸洗前魚体寄生 虫： 車輪虫很多 鰓隱鞭虫少許
1/120	”	1	10	×	×*	—	—	—	70	+	
1/150	”	1	10	+×	×*	—	—	—	75	+	
1/200	”	2	10	+	×+	—	—	—	80	+	
1/300	”	2	10	+	×	*	—	—	85	+	
1/500	”	2	10	+	×	×	—	—	95	+	符号表示： —无寄生虫
1/700	”	2	10	+	+	×	—	—	100	+	+寄生虫活跃
1/900	”	2	10	+	×	*	*	—	100	+	×寄生虫不活跃
1/1,000	”	2	10	+	+	+×	×*	—	100	+	*寄生虫将死亡

鉴于白鲢对各种药物的忍耐力比較差，所以我們以白鲢为材料，分別用 5 組浓度进行其半致死量的测定，經 24 小时实验的結果，观察得白鲢的半致死浓度为 2.4 p.p.m.，43 小时为 1.7 p. p. m. (见图 1)按照 Turnball 的公式：

安全浓度 = $\frac{48 \text{ 小时半致死量} \times 0.3}{(24 \text{ 小时半致死量} / 48 \text{ 小时半致死量})^2}$

計算而得白鲢的安全浓度为 0.26 p.p.m.

根据这个安全浓度，1958 年我們在汉川养殖場的草、青、鲢、鳙夏花池，以及本所冬季产卵的亲鯉发生的小瓜虫、斜管虫等併发症用 0.1 p. p. m. 的浓度，进行全池遍洒，下葯三天后病魚完全停止死亡，經显微鏡检查，魚体光滑，游动正常，鰓絲及口腔中也找不到小瓜虫和斜管虫踪迹，而且亲鯉在 1958 年 12 月 31 日和 1959 年 1 月 4 日下雪的天气大批产下了受精率达 98% 的鯉卵。从这一事实說明了在安全范围以內醋酸亚汞对魚类的生殖也沒有什么影响。

醋酸亚汞杀灭小瓜虫的机制： 过去学者^[2,5,7,8]都說：“要在魚体上杀死小瓜虫而不伤魚的生命是不可能的”，所以他們都是采取等待小瓜虫自动脱离寄主后，用流水冲走或用美兰、奎宁等葯物毒杀离体的成虫，時間长而得不到彻底清除的效果。小瓜虫为什么这

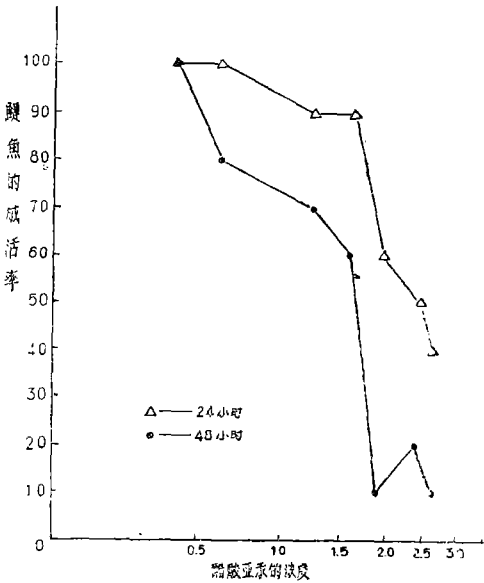


图 1 白鲢对醋酸亞汞的半致死曲綫

样呢？

样难治？其原因何在？从上面叙述小瓜虫的生活周期时，我們知道它的幼虫必須钻入魚的上皮組織以后，才算真正的感染成功，才能生长发育。这是不同于斜管虫和車輪虫等只要附着在寄主組織表面的特点。其次，由于幼虫钻进了上皮組織以后的积极活动，包括不停地向四周钻营，不停地分泌溶解寄主細胞的酵素，剝取食料，以及小瓜虫的呼吸，排泄等代謝产物的堆积，強烈地刺激其周围的細胞，引起了周围細胞加速繁殖的反应，結果将小瓜虫厚厚地包围起来，形成肉眼能見的白色点状突起。这一結構，一般常用的杀虫葯物如硫酸銅、硫酸鎂、高錳酸鉀、苦味酸、紅汞、美兰、奎宁、食盐等等都不易穿透进去，因此，也就不易杀死小瓜虫。及至增高葯物浓度，达到能穿透进去的程度时，这种浓度，往往也危及寄主的生命。

醋酸亚汞为什么能杀死小瓜虫而不危及寄主的生命呢？从实际过程中便能解答这个问题。我們用 2p.p.m. 的醋酸亚汞溶液为患小瓜虫病魚洗澡，15 分钟以后就看到病魚体表不断地分泌很多粘液，成条或成片地脱离魚体，落到容器中，这些脱落的粘液中，夹带着不少活的小瓜虫个体。随着洗澡时间的进展，分泌的粘液愈多，随之而脱落的小瓜虫也愈多。一般到洗浴終了移入清水中靜养时，粘液还繼續分泌，小瓜虫亦陸續脱落，到洗后 12 小时检查，脱落在容器中的小瓜虫已全部死亡，病魚原来斑剝蓬松的体表，已变得紧密和光滑，部分残留在魚体上的小瓜虫显得特別清楚，突出得很高，好象还在生长壮大的样子，可是再过一些时间，就看到那些清楚突出的小瓜虫一个个先后爆破和逐漸地消失。浴后 24—36 小时，再也找不到它們的踪迹。

从上述过程中可以清楚地看到，醋酸亚汞对魚体和小瓜虫的作用有两个方面：

1) 膨涨、疏松和渗透作用——大家都知道醋酸具有促使組織膨涨和防止收縮的作用，同时，也是渗透較強的物质。当病魚接触到醋酸根离子后，其組織細胞就慢慢地膨涨疏松起来。由于醋酸根渗透力較強的关系，包围在小瓜虫周围的細胞由外及里地逐漸被醋酸根渗透而膨涨而疏松起来。

2) 刺激、固定和腐蝕作用——汞具有高度刺激和腐蝕的特性是众所周知的，由于醋酸根使包围在小瓜虫周围堆积的細胞疏松之后，便容易与小瓜虫及周围的組織細胞接触和施展其刺激和腐蝕的威力。寄主不断地分泌大量粘液和小瓜虫随着粘液而脱离魚体，就是亚汞离子刺激腐蝕的結果。由于亚汞离子的浓度不大，不能很快地固定小瓜虫的原生质，因此，不能一下子杀死它，但緩慢的固定作用，从小瓜虫的呼吸、排泄等代謝活动的改变以及纤毛运动逐漸变慢、原生质逐漸不透明等充分表明出来。例如残存在上皮組織中的小瓜虫，慢慢涨大，愈形显著（因不透明）、突出（因吸水膨涨）起来，就是緩慢固定的結果。进一步由于亚汞离子的腐蝕作用，最后将不完全固定的、膨涨的小瓜虫腐蝕爆破。

我們认为食盐、硫酸銅、硫酸鋅、高錳酸鉀、苦味酸、美兰、奎宁等为什么沒有杀灭魚体組織中的小瓜虫的主要原因是缺乏渗透力，从离体的小瓜虫很快的被多种葯物所杀死的事实，可以說明这个道理。

2 p.p.m. 的醋酸亚汞浸洗或 0.1—0.2 p.p.m. 全池遍洒，对魚的健康是沒有影响的，同时使用这种葯品也不妨碍魚的正常产卵、卵的孵化和精卵受精等生殖过程。因为飼养的金魚曾多次地应用醋酸亚汞浸洗后在生殖季节里一样的产卵，也一样正常发育。1958 年 11 月至 1959 年 1 月我所冬季产卵的鯉亲魚，先后多次患小瓜虫病、斜管虫病（因常

引进新的亲魚个体), 因此, 洗澡和全池遍洒也是进行很多次, 这些鯉魚在 1958 年 12 月 31 日及 1959 年 1 月 4 日产了卵, 而且受精率很高, 发育也很正常。我所花馬湖工作站在鯉魚孵化过程中亦用 2p.p.m. 的醋酸亚汞給魚卵消毒, 防止水霉, 获得了較高的孵化率。根据以上事实, 我們认为, 醋酸亚汞对魚类的影響是輕微的。

应用醋酸亚汞应注意事項: 1) 小瓜虫对药物的反应是很頑強的, 当用某些毒力不太強的葯剂如食盐、硫酸銅等处理时, 不仅不能杀死小瓜虫, 而且在药物的刺激影响下, 加速了虫体脱离寄主, 沉沒水底, 形成孢囊, 結果产生大量的幼虫, 从而引起魚类的大量感染。所以, 有些地方用 2% 的食盐水处理后一、二天内似乎病情好轉, 但到三、四天后, 又爆发流行, 而且更凶, 就是这个緣故。为此, 我們认为, 在有小瓜虫病的池塘内不要使用食盐和硫酸銅以及硫酸亚鉄等不对症的葯物。

2) 醋酸亚汞是难溶于水的一种葯物, 一般 1 升水中只能溶解 0.5—1 克, 而且还要在加温和攪动的条件下才能完全溶解, 因此, 溶解时以愈淡愈好。至于加温也以不超过 60℃ 为限, 因超过此温度亚汞易变成高汞而丧失其杀虫效力。其次, 由于汞离子具有高度的腐蝕性, 故溶解醋酸亚汞的容器, 不能用金属的如鉄鍋和鋁鍋等, 而必須用完整无損的搪瓷盆或玻璃皿。

小瓜虫的預防方法: 預防魚病是多方面的, 最理想的就是彻底用生灰石清塘, 它既能杀死漏网的魚类与沉落在池底的小瓜虫孢囊以及其他寄生虫, 又可增加水体的肥力。从小瓜虫的生活史来看, 脱离魚体的虫子自由生活的時間是不太长的, 孢囊内孵化出来的幼虫也只能活到 36—48 小时。根据这一事实, 在沒有其他病害的前提下, 可以采取自然灭虫的方法来达到消灭小瓜虫病的目的, 即将池塘中所有魚类捕出, 經過 7—10 天的空閑休息或在水源允許的条件下, 采取放干塘水, 使其曝晒一段時間之后再行注水放养的方法, 都可以取得良好的效果。

防止小瓜虫的另一个方法, 就是魚在下池之前的检查, 如发现有小瓜虫病, 即进行 2p.p.m. 醋酸亚汞溶液的洗浴, 如为飼养中途发生, 那就必須堵塞水源, 防止小瓜虫病蔓延到其他魚池或河道水源中去, 然后照上面遍洒的方法处理。另外, 应将严重将死的病魚立刻捞出, 已死的魚不要随便乱丢, 人为地将甲池的小瓜虫病带到乙池中去。

与防病有密切关系的就是魚体健康状况。一般健壮的魚不易感染小瓜虫, 就是感染也不如体質弱者严重。小瓜虫对魚影响最大的多半是夏花或春片魚种, 而成魚通常就不易感染。因此, 积极地养成健壮的魚种也是防止小瓜虫发生的重要因素。

九、总 結

1. 論証了小瓜虫病在我国北宋 (960—1126) 时代, 就已为劳动人民发现并已进行了防治。

2. 研究方法上发现用最簡單的 5% 福尔馬林液固定的小瓜虫, 再經 10% 的甘油酒精透明的标本能清楚地看到它的纤毛系統和胞口的結構, 甚至比复杂的染色法还优越。

3. 对成虫小核的变化作了較詳細的觀察, 发现随着虫体的长大, 小核逐漸靠攏大核, 最后与大核重迭而不是与大核溶合。

4. 詳細地描述了小瓜虫胞口的纤毛系統为“6”字形, 并向胞咽内部旋入的結構, 不同

于过去学者认为的圆管形排列。

5. 記述了小瓜虫的生活周期, 闡明了形成孢囊的作用为繁殖的論点, 因为它并没有抵抗不良环境的能力, 这是与一般孢囊最大的区别。

6. 澄清了小瓜虫在寄主身体上是否分裂的問題, 我們认为它在魚体上能够有限度的进行分裂或出芽分裂来增殖。

7. 描述了小瓜虫幼虫的形态, 并发现一根前人从未报告过的尾毛, 位于幼虫身体的后端。

8. 根据小瓜虫幼虫“6”字形的原始胞口, Lieberkühn 氏体和尾毛等构造, 以及成虫胞口的构造和寄生习性, 明显地表示出与凹口虫属的亲密关系。因此, 认为其分类位置应属凹口虫科而不是全毛虫科。

9. 日本四灶安正从 44 种咸水魚上描述的小瓜虫, 我們认为不是多子小瓜虫, 因为它的念珠状大核和孢囊中分裂繁殖的形式与多子小瓜虫迥然不同, 因此, 特名之为咸水小瓜虫(新种)(*Ichthyophthirius marinus* sp. nov.)。

10. 在本院葯物研究所嵇汝运同志等的帮助下, 找出了一种能在魚体上杀灭小瓜虫的特效葯——醋酸亚汞。杀灭它的方法有 2 种: 1) 用 2p.p.m. 的醋酸亚汞溶液替病魚洗澡, 在水温 10—25℃ 范围内浸洗 2—3 小时; 2) 全池遍洒, 使池水成 0.1—0.2 p.p.m. 的浓度也能彻底消灭。

11. 討論了預防方法。

参 考 文 献

- [1] 吳吉人等, 1956. 金魚. 上海文化出版社。
- [2] 苏軾 (1030—1101). 物类相感志。
- [3] 陈启鑑, 1955. 青、鯢、鱸、鰱四种家魚寄生原生动物的研究. I. 寄生鯢魚的原生动物. 水生生物学集刊 1955 (2): 123—164。
- [4] 任云峯、徐墨耕, 1958. 硫酸銅硫酸亞鐵合剂的时效問題. 水生生物学集刊 1958: 1—8.
- [5] Axelord, H. R. & L. P. Schultz, 1955. Handbook of Tropical Aquarium Fishes. New York.
- [6] Buschkiel, A. L., 1910. Beiträge zur Kenntnis des Ichthyophthirius multifiliis Fouquet. Arch. f. Protistenk. 21: 61—102.
- [7] Butschli, O., 1882—1889. Protozoa. Bronn's Kl. u. Ordn. Tierreichs, Leipzig.
- [8] Davis, H. S., 1953. Culture and disease of game fisher. Berkeley and Los Angeles.
- [9] Doflein, F., 1916. Lehrbuch der Protozoenkunde. 4th edition, Jena.
- [10] Duijn, J. C. Von, 1956. Disease of fishes. London.
- [11] Fouquet, D., 1876. Note sur une Espèce D'Infusoires Parasites des Poissons D'Eau Douce. Arch. de Zool. Exper. et Gen. 5: 157—165.
- [12] Hass, G., 1933. Beiträge zur Kenntnis der Cytologie von Ichthyophthirius multifiliis Fouq. Arch. f. Protistenk. 81: 88—137.
- [13] Hilgendorf, F. und Paulicki, A., 1869. Infusionstierchen als Hautparasiten bei Süsswasserfischen. Centralb. f. d. med. Wissensch. 7:33—35. (Quoted from Stiles, 1884).
- [14] Kahl, A., 1930—1935. I: Wimperthiere order Ciliata (Infusoria), in Dahl, F., Die Tierwelt Deutschlands. G. Fisher, Jena.
- [15] Kerbert, C., 1884. Chromatophagus parasiticus. A contribution to the Natural History of Parasites. U. S. Fish Commission Rept. for 1884, pp. 1127—1137.
- [16] Kudo, R. R., 1956. Protozoology, 4th Edition. C. C. Thomas, Springfield, Illinois.
- [17] MacLennan, R. F., 1935. Dedifferentiation and redifferentiation in Ichthyophthirius. I. Neuromotor system. Arch. f. Protistenk. 86: 191—210.
- [18] ———, 1936. II. The origin and function of cytoplasmic granules. Ibid. 86: 404—426.

- [19] Neresheimer, E., 1908. Der Zeugungskreis des Ichthyophthirius. Ber. d. k. b. Biol. Versuchstation in München, Bd. 1, 165—184.
- [20] Pearson, N. E., 1932. Ichthyophthiriasis among the fishes of a pond in Indianapolis. Proc. Ind. Acad. Sci. 41: 455—463.
- [21] Prowazek, S. Von, 1920. Handbuch der Pathogenen Protozoen. Zweiter Band. Leipzig.
- [22] Schäperclaus, P. W., 1954. Fisch-Krankheiten. Berlin.
- [23] Sikiman, Y. (四灶安正), 1938. Über die Weisspünktchenkrankheit bei Seefischen. Journ. Shanghai Sci. Inst. Sec. III, 4: 113—128.
- [24] Stiles, C. W., 1893. Report on a parasitic protozoan observed on fish in the aquarium. Bull. U. S. Fish Commission 13: 173—190.
- [25] Tripathi, Y., 1955. Experimental infection of Indian major carps with Ichthyophthirius multifiliis Fouquet. Current Sci. 24: 236—237.
- [26] Wenyon, C. W., 1926. Protozoology. London.
- [27] Байер, О. Н. и И. Г. Щупаков, 1956. По Борьбе с ихтиофтириусом в прудовых хозяйствах и на рыбободных заводах. ВНИОРХ.
- [28] Щупаков, И. Г., Ихтиофтириус и меры борьбы с этим паразитом рыб в условиях прудовых хозяйств. Рукопись. Уральское Отделение ВНИОРХ.

STUDIES ON THE MORPHOLOGY AND LIFE CYCLE OF *ICHTHYOPHTHIRIUS MULTIFILIIS* AND ITS CONTROL, WITH A DESCRIPTION OF A NEW SPECIES

NIE DASHU, LEE LIEN-SIANG

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

1. History—We have recently found what is probably the earliest record of Ichthyophthiriasis, under the Chinese common name of “white spot or fish-louse disease”, in a book edited by Su-shih (苏轼) sometime during the Sung Dynasty (A. D. 964—1126), which has the modern-sounding title “Inter-relationships of Organisms”. The then popular remedy for this disease affecting cultivated fishes was the leaves of *Acer* tree. We have not had the opportunity of testing this since these trees are not yet in leaf.

2. A simple method for fixation and clearing—In the course of our investigation we have found that the simplest method of fixation gives amazingly realistic results: the whole infected fish is plunged into 5% formalin; then after a short time, organisms and some of the infected skin are gently scraped off into a container with clean 5% formalin, which is then decanted, and replaced by 10% glycerine alcohol (90 c.c. of 70% alcohol and 10 c.c. pure glycerine). Samples on a slide are loosely covered, the alcohol soon evaporating sufficiently for preliminary examination with a high-dry, and later with an oilimmersion objective. The cilia and their tracts, as well as other pellicular and internal structures are now perfectly clear, and the rigid body can be rolled over so that the mouth and other structure may be properly orientated and examined from different aspects. Structures can be seen in this way which are quite invisible in stained preparations mounted by conventional methods. Only the most controversial features are discussed in detail.

3. The micronucleus—Previous authors have assumed that this is imbedded in the macronucleus in the adult stage, but we have no evidence to support this. In our preparations, the micronucleus appears as a discrete body with a definite membrane, made more obviously by its under-

lying hyaline layer surrounding the inner chromatin. We have followed its development from the youngest ciliospore to organisms up to $372\ \mu$ long. In the ciliospore, the micronucleus is usually in the anterior region (plate I, 6—7), far removed from the macronucleus; but as metamorphosis proceeds, the latter elongates to a sausage-shape, and is finally bent into a broad "C"-shape, at the same time the micronucleus has been migrating towards it, coming to lie in the concavity (plate III, 16) or convexity (plate III, 20—21) very close to the edge of the macronucleus. Sometimes it may be superimposed on the macronucleus (plate III, 22).

4. The cytostome—The appearance of this in our preparations is quite different from that described by previous authors, who have maintained that it is circular. In fact, in surface view it appears "6"-shaped; there is a counter-clockwise spiral of ciliary lines, which after the completion 4/5-turn become sloping down the cytopharynx. Now this is contrary to the cytostome character of all *Holophryidae*, but it agrees exactly with that *Ophryoglenidae*.

5. Life-cycle—The "cyst" is a device only for multiplication: it has no resistance to any inclement factors of the environment. It is a delicate structure, extremely sensitive to dehydration, penetration of dyes, and mild chemicals. The cyst is formed always on a substratum, but this may be the surface of the fish^[25], it is never formed in the "trophic" burrows beneath the skin-surface. Multiplications by equal division and unequal bedding were occasionally seen in specimens under the bladder of the fish, but they divide only 2 to 3 times and never go beyond this level.

6. Abnormal "budding" in adverse circumstances, apparently as a response to lower temperatures, has been followed by us in material from our experimental goldfish. We have found no reference to this interesting phenomenon in the literature. This unequal division has been observed usually between 10°C and 11°C , when a few were kept in cultures-glasses in a moist chamber. There are 4 to 6 buds "lopped off" in succession. Some of them soon ceased to swim and sink down to the substratum to form the cysts as usual, but those which failed to do so died out eventually.

7. Viability of ciliospores, juvenile trophic forms and adults—The results of these studies form the basis of our control measures (see below). a) The ciliospore (plate I, 6—9) in our preparations has a caudal bristle, very similar to that in *Ophryoglenidae*, apparently overlooked by previous authors. It is about 3 times longer than the relatively long cilia of the ciliospores, and is stiff and much stouter. There is also a highly refractile "Lieberkühn's body" near the left side of the "6"-shaped cytostome; the anterior beak-like perforatorium of the ciliospore has been described before. b) Viability of ciliospore—Immediately on liberation this infective larval stage is very active, but its activity rapidly diminishes; experimental infections were never possible after 28 hours from the time of liberation, though the ciliospores remained alive for periods up to 48 hours. c) Fate of *Ichthyophthirius* population from a dead fish—Immediately the fish dies from the disease, the ciliates begin to emigrate in swarms (all having left within 3—4 hrs.); but the juveniles are unable to infect other hosts after metamorphosis from the ciliospore (having lost the perforatorium as well as the caudal bristle), so after a brief free-swimming phase they sink and die. The adults sink almost immediately after 3—6 hours free swimming and form a cyst with the usual multiplication of the primary daughter-cells. Hence, a dead fish is the origin of countless new generations from the adults it harboured, but no direct infection can be occur from it.

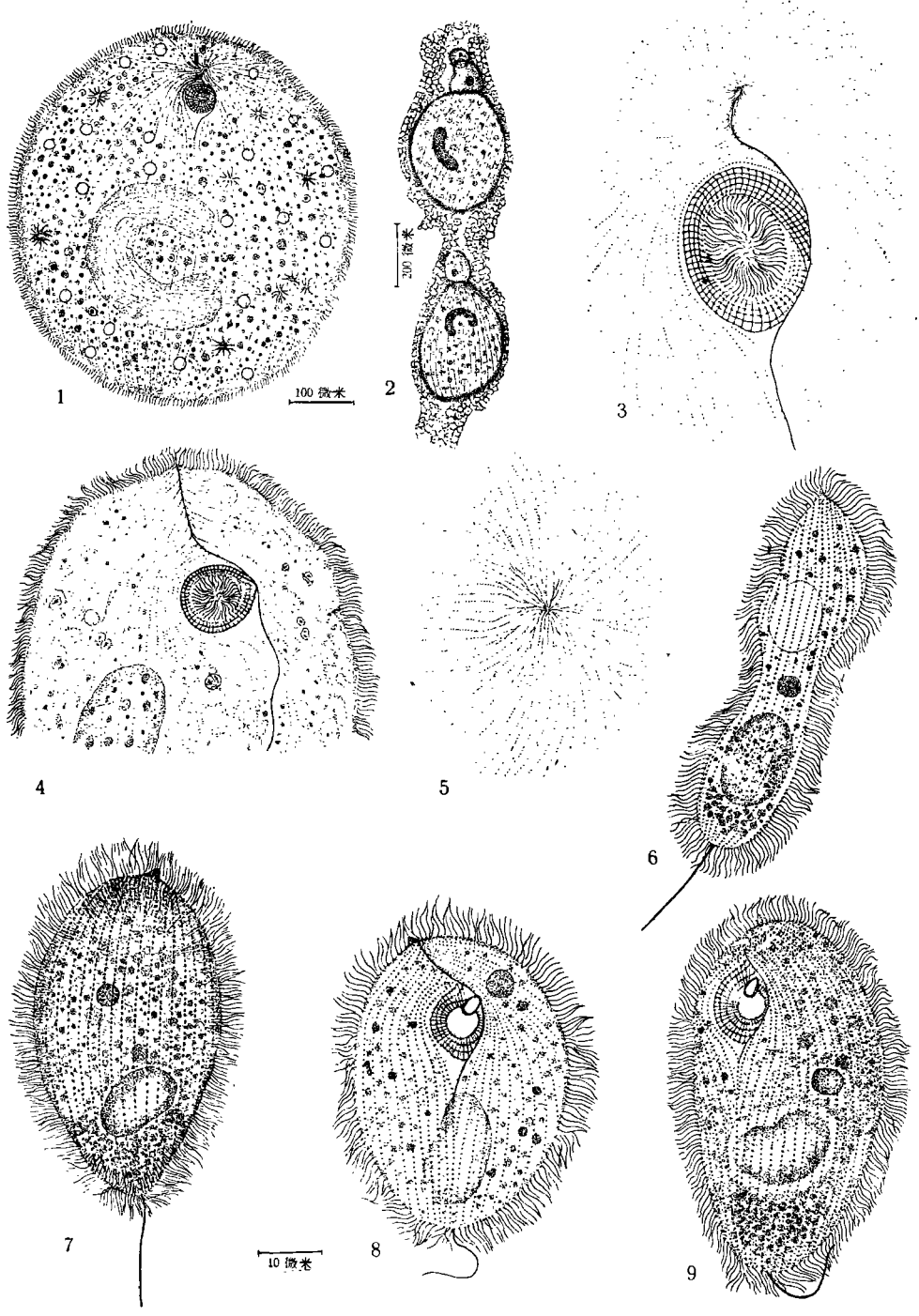
8. Control measures— a) A new chemical method has been developed by the co-operation of the Institute of Pharmacology, Academia Sinica, who made for us the *Mercurous acetate* which has proved so successful. It is non-toxic to the fish at concentrations in which it kills the ciliates

within their burrows under the skin of the fish. This is its virtue over all other chemicals yet known.

Mercurous acetate is only sparingly soluble in water, so stock solutions are made with 0.5 gm./litre while heating to 60°C. (1 gm. per litre can be dissolved after prolonged shaking and warming). Bath-treatment of fishes: 2 p.p.m. from the stock solution are stirred into the bath and the fish introduced: at temperatures between 10 and 25°C. the fish is allowed to remain for 2 to 3 hrs. For infected fishes in ponds, the stock solution is sprayed on the surface at the rate of 0.1 to 0.2 p.p.m., there is no harmful effect on fishes at this dosage-level. b) Pond infestations can be dealt with in 3 ways without this drug. Fish are removed by thorough netting: it is essential to remove even small fishes, since they may act as reservoir hosts. The pond is then left vacant for 10 days; during which time the reproductive cysts will have all discharged their ciliospores, and these will have perished, if no reservoir-host can be encountered. c) Pond-draining and allowing exposure to sun in dry weather is very effective, but can be done if there is abundant "safe" water available for re-filling—e. g. river-water or reservoir: water from sluggish canals may, and pond-water certainly, will be contaminated. d) Quick-lime treatment is the best of these simple treatments. After netting out as many fish as possible, quick-lime is spread at the rate of 150 gin per mo (625 kg./hectare) in the form of a suspension (milk of lime); the pond is left for 10 to 14 days, when the lime will have settled, and the pH will be from 8 to 9, gradually diminishing as the rapidly growing plankton restores normal conditions. This periodical liming is often practised as a combined prophylactic and fertilizer.

9. *Ichthyophthirius marinus* sp. nov. pro *Ichthyophthirius* sp. of Sikama^[23] 1938, described from 44 marine fishes of Japan; found chiefly in sea-water aquaria previously; but the unequivocal characters described by Sikama show that it is at least a distinct species: the macronucleus is moniliform, and the cleavage in the cyst is remarkably unequal, resembling somewhat that of a frog's egg. The first division divides the mother into 2 hemispheres: the upper then divides into 32 daughters, but the lower remains undivided; then the upper hemisphere rests while the lower produces 32; thereafter, the daughters of both hemispheres continue to divide at the same rate. The moniliform macronucleus has 4 (sometimes 5—8) lobes. Both these characters are so different from those in *I. multifiliis* that we have no hesitation in assigning it to a distinct species,

10. Systematic position of the Genus *Ichthyophthirius*—In view of the presence of a caudal bristle and Lieberkühn's body in the ciliospore of *I. multifiliis*, and the "6"-shaped cytostome in all stage, the genus has clear affinities with Ophryoglenidae and must now share that family with the former sole representative *Ophryoglena*. It has no clear affinity with *Holophryidae* as previously thought.



图版 I

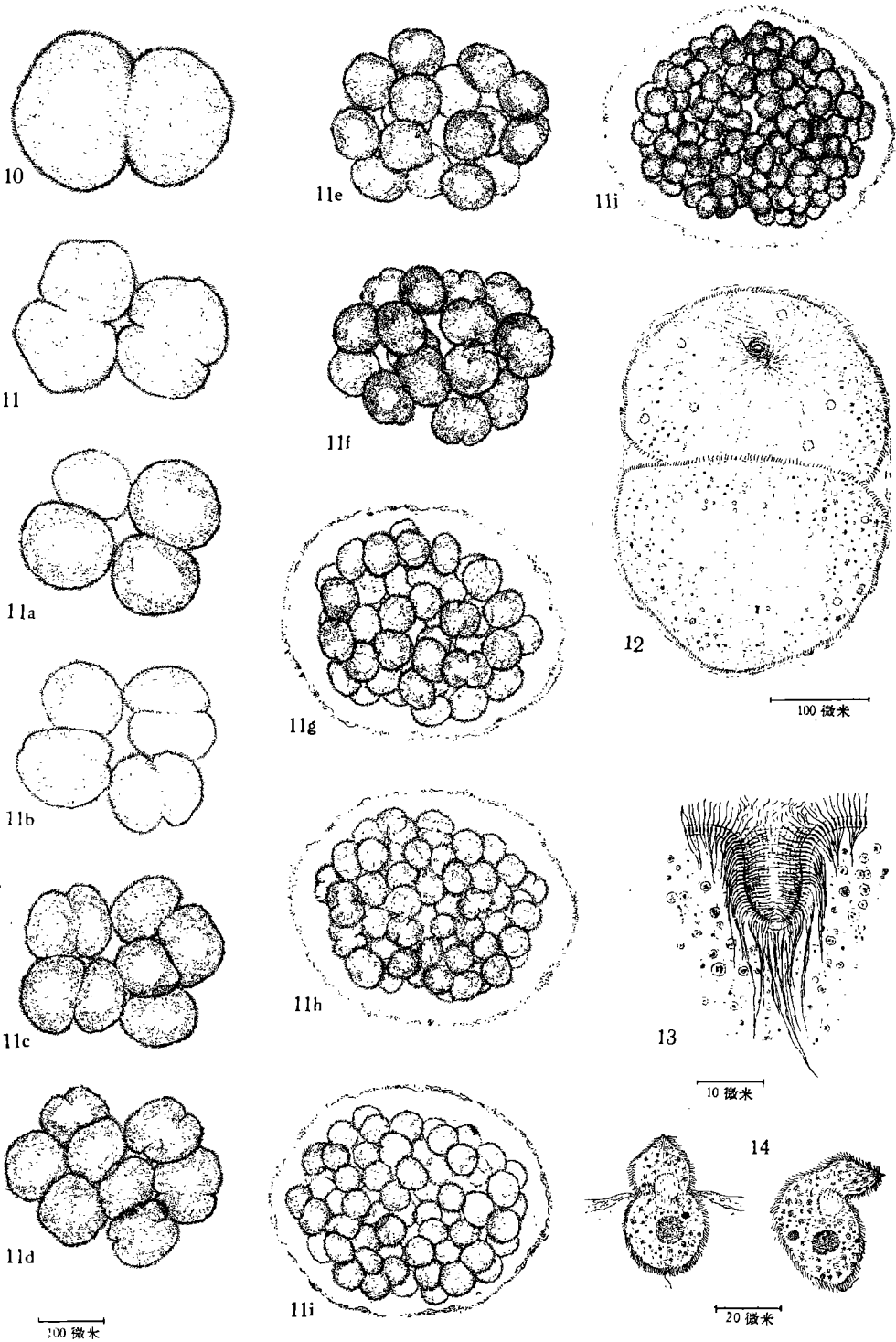
多子小瓜虫

1. 成虫的腹面观,表示其胞口纤毛纹的排列和内部构造。甘油酒精。
2. 寄生在鳃丝组织内的大小小瓜虫。甘油酒精。
3. 成虫的前极,表示体纤毛纹和胞口的排列;注意腹缝线和反时针方向排列的口纤毛。甘油酒精。
4. 幼虫前端腹面观,表示体纤毛纹和胞口的排列。甘油酒精。
5. 成虫后极,表示体纤毛纹的排列情形。甘油酒精。
6. 幼虫活体的侧面观,表示钻孔器,伸缩泡,小核,大核和尾刚毛。甘油酒精。
7. 幼虫的背面观。甘油酒精。
- 8—9. 幼虫的腹面观,表示原始胞口的排列情形。甘油酒精。

Plate I

Ichthyophthirius multifiliis Fouquet

- Fig. 1. Ventral view of an adult ciliate, showing its ciliary arrangement of the cytostome and the internal structures. G. A.
- Fig. 2. Young and adult ciliates parasitize in a gill filament. G. A.
- Fig. 3. Anterior pole of an adult ciliate, showing the arrangement of the body cilia and cytostome; note the ventral sutural line and counter clock-wise arrangement of the cytostomal cilia. G. A.
- Fig. 4. Anterio-ventral view of a ciliospore, showing the ciliary arrangement of the cytostome. G. A.
- Fig. 5. A portion of the posterior pole of an adult ciliate, showing the arrangement of the body ciliary lines. G. A.
- Fig. 6. Lateral view of a living ciliospore, showing the perforatorium, a contractile vacuole, micronucleus, macronucleus, and a caudal bristle. G. A.
- Fig. 7. Dorsal view of a ciliospore. G. A.
- Figs. 8—9. Ventral view of ciliospores, showing the arrangement of the rudimentary cytostome. G. A.



图版 II

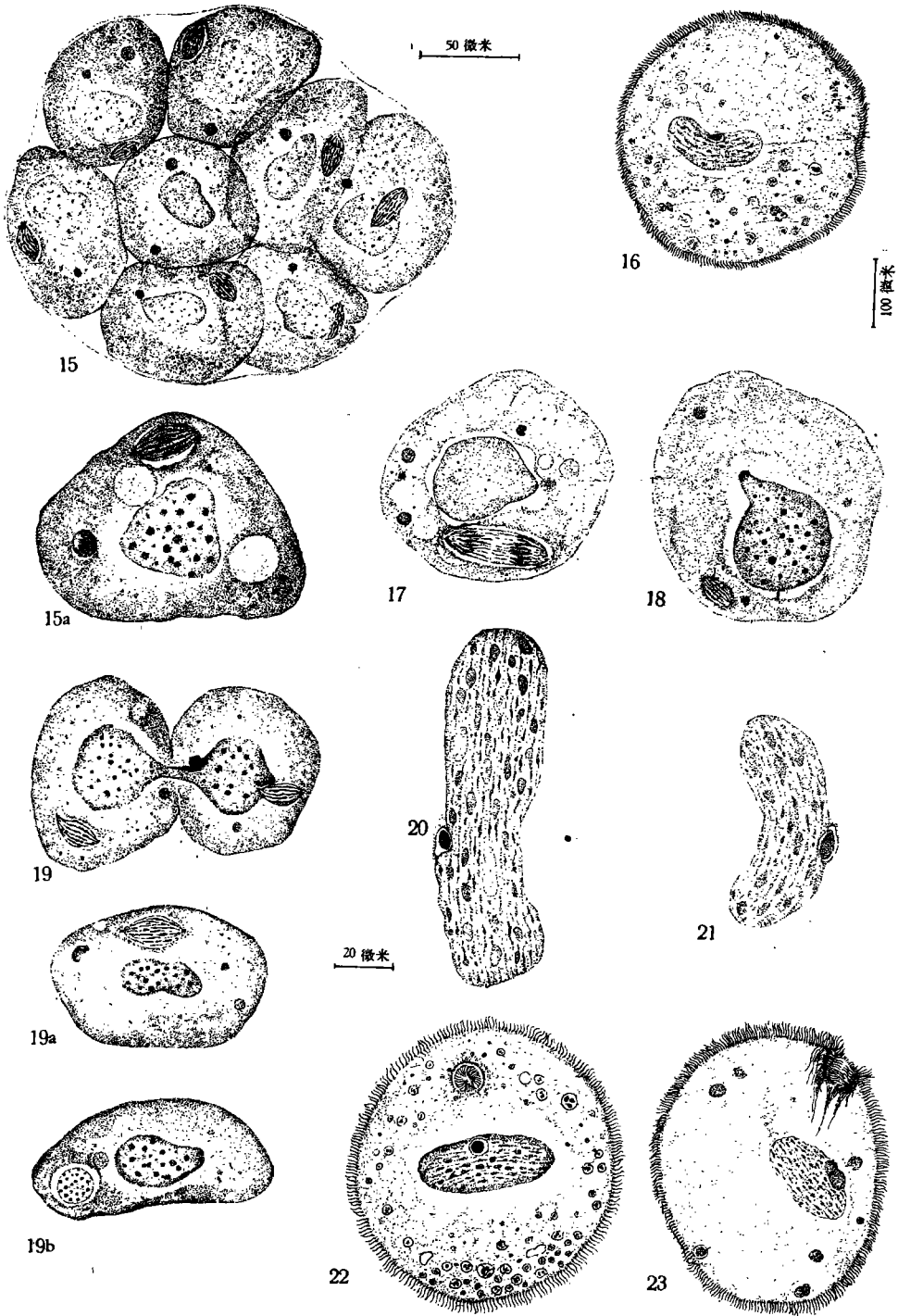
多子小瓜虫

10. 成虫在孢囊内第一次分裂。孢囊未绘出。活体。
11. 11a—j 形成幼虫的各个时期,注意其分裂先后情形。活体。
12. 成虫在孢囊内完成第一次分裂,注意上半个仍保持其老口的情形。甘油酒精。
13. 成虫胞口切面观。萧氏液固定,苏木精染色。
14. 幼虫,破孢囊而出的情形,活体。

Plate II

Ichthyophthirius multifiliis Fouquet

- Fig. 10. 1st. cleavage of a mature ciliate within the cyst, the cyst membrane is not showing. L. S.
- Figs. 11 & 11a—j. Different stages of ciliospores formation, note the different speed of the cell divisions. L. S.
- Fig. 12. Completion of the 1st. cleavage of a mature ciliate within the cyst, note the anterior half still retains its old cytostome. G. A.
- Fig. 13. Optical section of the cytostome of an adult ciliate. Sch. H.
- Fig. 14. Ciliospores breaking through the cyst membrane. L. S.



图版 III

多子小瓜虫

15. 8个細胞的孢囊,表示小核正在进行有絲分裂。蕭氏液固定,苏木精染色。
15a. 1个細胞,情形与上图同。
16. 成虫,小核紧靠大核的情形。蕭氏液固定,苏木精染色。
17. 幼虫小核有絲分裂。蕭氏液固定,苏木精染色。
18. 幼虫大核出芽形式。蕭氏液固定,苏木精染色。
19. 幼虫分裂,表示哑鈴状的大核。蕭氏液固定,苏木精染色。
19a—b. 大小核不同形式的幼虫。蕭氏液固定,苏木精染色。
20—23 各种不同形式的大小核关系。蕭氏液固定,苏木精染色。

Plate III

Ichthyophthirius multifiliis Fouquet

- Fig. 15. A cyst of eight cell stage, showing the mitotic figures of micronuclei. Sch. H.
Fig. 15a. A single cell, same as above. Sch. H.
Fig. 16. An adult ciliate, showing the micronucleus close contact with the macronucleus. Sch. H.
Fig. 17. A ciliospore with an anaphase micronucleus. Sch. H.
Fig. 18. A ciliospore with a budding macronucleus. Sch. H.
Fig. 19. A dividing ciliospore, showing the dumbbell-shaped macronucleus. Sch. H.
Figs. 19a—b. Ciliospores with different phase of macro-and micronucleus. Sch. H.
Figs. 20—23. Various types of the macro- and micronuclei relations. Sch. H.

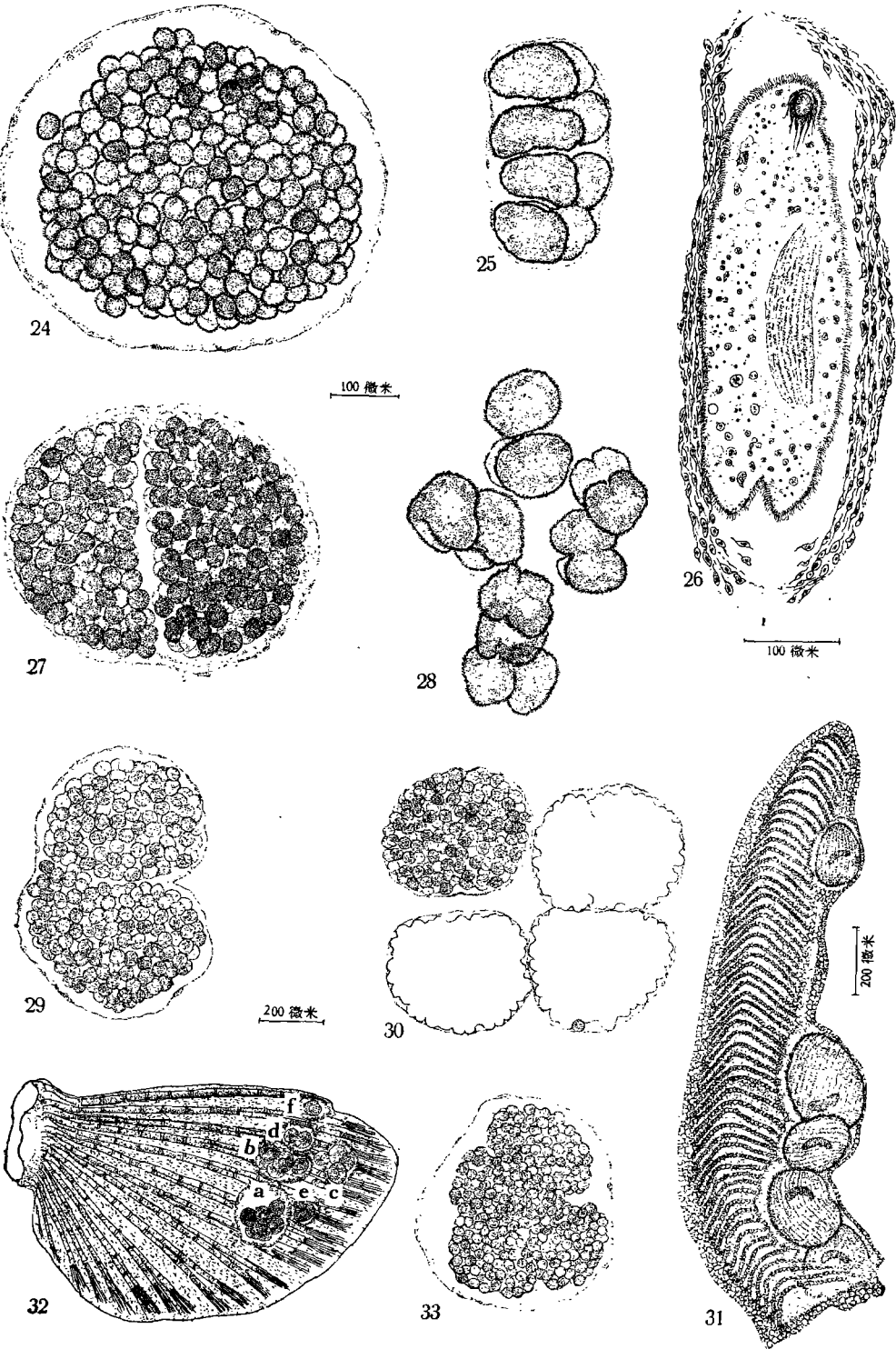


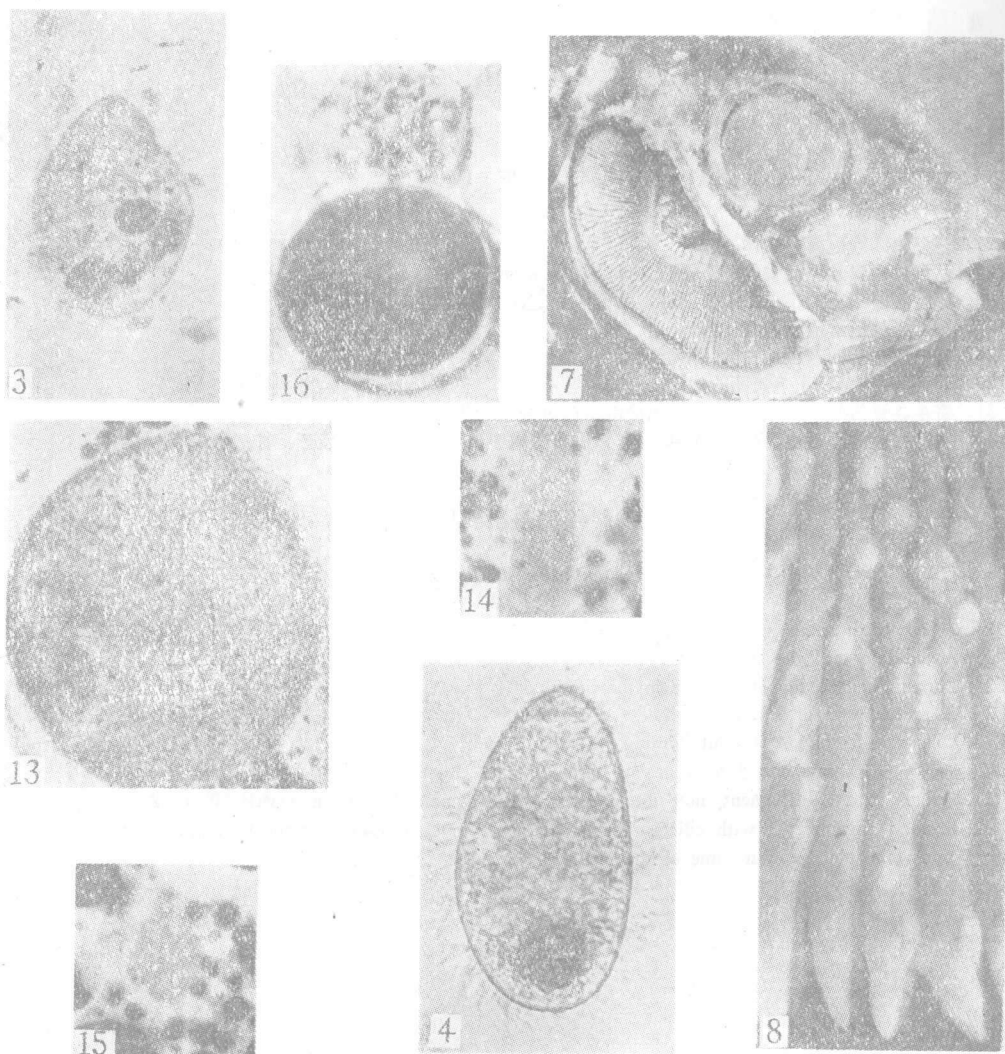
图 版 IV
多 子 小 瓜 虫

24. 一个集团的孢囊。活体。
25. 从母体由自分裂而来的一个子代,形成小孢囊的情形。活体。
26. 寄生在鳍条上的小瓜虫纵切面观。葡翁液固定,苏木精染色。
27. 小瓜虫的正常孢囊。活体。
28. 不形成孢囊而产生幼虫的情形。活体。
29. 30. 33. 有 2—4 个集团的孢囊。
31. 寄生在鳃丝的小瓜虫,示其喜在出鳃静脉附近寄生的状况。甘油酒精。
32. 胸鳍寄生的小瓜虫,原来均为单个的,以后有些泡中出现分裂增殖的情形。甘油酒精。

Plate IV

Ichthyophthirius multifiliis Fouquet

- Fig. 24. A cyst with single group of ciliospores. L. S.
- Fig. 25. A daughter cell descended from the freely divided mother, forming a small cyst. L. S.
- Fig. 26. Longitudinal section of a ciliate in the fin. B. H.
- Fig. 27. A normal cyst of Ich. L. S.
- Fig. 28. Ciliospore formation without forming a cyst. L. S.
- Figs. 29, 30 & 33. Cysts with 2 to 4 groups of ciliospores. G. A.
- Fig. 31. Ciliates in a gill filament, note the preference to stay near the efferent vessel side. G. A.
- Fig. 32. Pectoral fin infected with ciliates which are single in each bladder at the beginning, note the multiplications take place within some of the bladders. G. A.



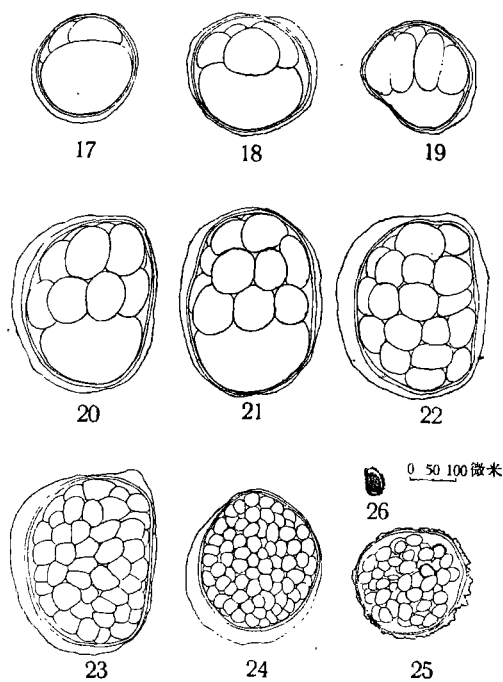
图版 V
咸水小瓜虫(新种)

3. 一年輕的小瓜虫,表示其念珠状的大核。
4. 幼虫的样子。活体。×800
7. *Siganus fuscescens* 魚头,表示严重感染小瓜虫的鳃瓣。
8. 同上(放大)。
13. 成虫的縱切面。
14. 大核的縱切面。
15. 大核的横切面。

Plate V

Ichthyophthirius marinus sp. nov. after Sikama

- Fig. 3. Young parasite, showing the moniliform macronucleus.
 Fig. 4. A ciliospore, L. S.
 Fig. 7. Head of *Siganus fuscescens*, showing the gill is heavily infected with Ich.
 Fig. 8. Same as above, much enlarged.
 Fig. 13. Longitudinal section of an adult ciliate, showing the cytostome at the right anterior and three segments of the macronucleus.
 Fig. 14. Longitudinal section of the macronucleus.
 Fig. 15. Cross section the macronucleus, showing vesicular chromatin granules.



图版 VI

咸水小瓜虫(新种)

17—25. 在孢囊中形成幼虫的各个时期。
26. 幼虫。

Plate VI

Ichthyophthirius marinus sp. nov., after Sikama

Figs. 17—25. Successive stages of ciliospores formation within the cyst.
Fig. 26. A ciliospore.