

四吸具類条虫の卵子の構造、並びに胚発育に関する研究

(1) 縮小条虫卵の構造、並びに胚発育について

森山 貞信

神戸掖済会病院 (指導 神戸掖済会病院病理検査室主任 長谷川恒治博士)

(昭和36年1月28日受領)

特別掲載

諸 言

四吸具類に属する縮小条虫の卵子は、人体寄生虫卵の中では大型に属し、特異な構造を有している。しかしながら、この卵子の構造についての従来の知見をみると、はなはだ不十分な点が多い。以下その概略をみると、次のごとくである。すなわち、卵殻の構造については、これが内外2層よりなっていることは、勝沼(1916)によって“卵殻は卵円形ないしほとんど正円で、濃茶褐色の厚い外層と薄い透明な内層よりなっている”ことが認められ、更に法貴(1917)は、これに放射状の線を認めることを報じている。一方成原(1934)は、表面は極めて浅き鍍面のごとく粗造で、内層との境界に珠数状に並列せる小点状物があり、放射状の線としては認めないとしている。幼虫被殻については法貴(1917)、安藤・小堀(1924)により“内外2層よりなっており、外層は菲薄透明で、少しく膨隆せる丘を認める。あるいは極にて尖れるものあり、内層は極めて薄く、その間にやや粗大なる顆粒を存せる物質を包蔵する”。とのべられている。また一方俵・稲臣(1927)のごとく、“幼虫被膜には特に結節あるいは肥厚と称するごときものは認められない”との報告もあり、区々である。次に卵殻と仔虫殻との間の構造については法貴(1916)は、“卵殻が破壊されると、硝子体様物質に包まれた幼虫が逸脱する”とのべ、俵・稲臣(1927)は“ゲラチン様無構造の物質が卵殻の内側に波濤状に存在している”と記載している程度に過ぎず、はなはだ不十分である。以上のごとく、本虫卵の構造についての従来の知見には不明確な点が多く残されていた。

著者は、本条虫卵子の形態を詳細に観察した結果、卵殻、仔虫殻(従来幼虫被殻, embryophore と記載されているもの)について従来の知見を補うとともに“この卵殻と仔虫殻の間には「卵殻膜」および「透明層」、仔虫殻の内側には六鉤幼虫を直接包容する「仔虫殻膜」とも称すべ

き装置が存在する”事実を認め得た。また各種条虫類卵子の胚発育に関しては、従来かなり詳細な研究がなされているので、著者もまた本条虫卵子の胚発育について観察し、卵子の各構造部分特に卵殻膜、仔虫殻膜がいかにして発生するものであるかを解明する目的を以て、本卵を各発育過程にわたって詳細に観察した結果、卵殻膜、仔虫殻膜の形成過程が判明するとともに、これ等が卵子胚発育過程に仔虫殻形成に与るといふ興味ある未知の事実を知り得、本虫卵胚発育の全貌が明らかとなつたので茲にその概要を報告するものである。

研究材料および研究方法

本研究に用いた材料には、カマラを用いて駆虫して得た人体寄生縮小条虫の片節より採取した卵を用いた。

生鮮標本は、駆虫により得られた新鮮な母虫片節の、幼弱片節より成熟片節に向う各所より、各発育段階の卵子を採取し、生理的食塩水にて封じ、鏡検した。なお補助的手段として、25%アンチフォルミンを作用させて観察した。

固定染色は標本同様に生鮮な材料を10%フォルマリン液にて固定し、その各片節を法のごとくパラフィン包埋、連続切片として、ヘマトキシリン・エオジン染色(以下 H-E 染色と略記する)を行い鏡検した。

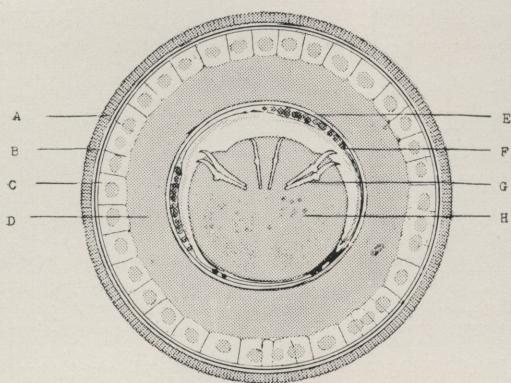
研究成績

I. 成熟卵の構造

縮小条虫成熟卵は、人体寄生虫卵の中では大型に属する。以下この卵子の構造について外側より順次記述する(第1図, 写真1, 2)。

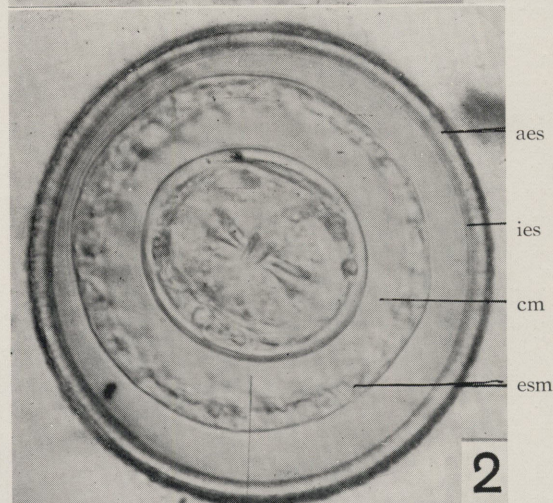
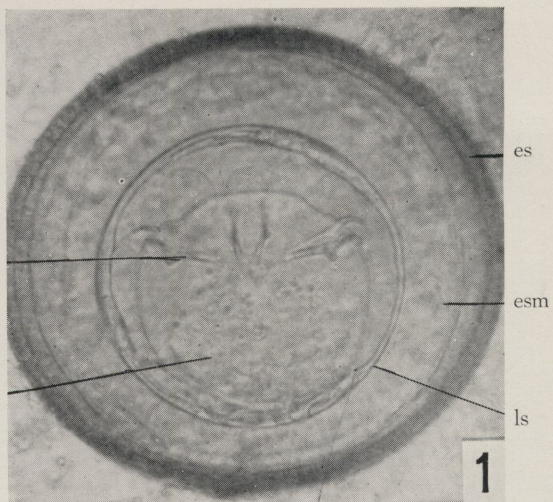
1. 卵 殻

卵殻の形状は類球形ないし短楕円体を呈しており、その大きさすなわち卵子の外径は、平均長径 72.86μ 、短径 70.90μ を有しており卵殻の厚さは、ほぼ 2.9μ である。しかして、この卵殻は内外2層より形成されてい



第1図 縮小条虫卵模式図

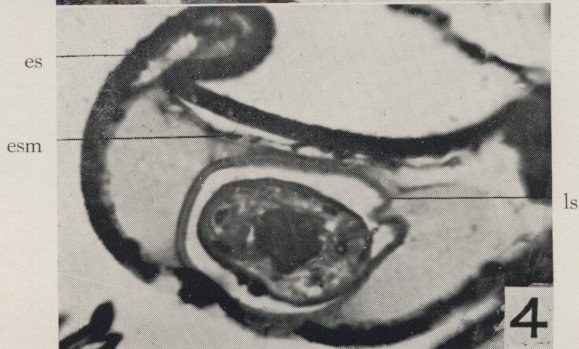
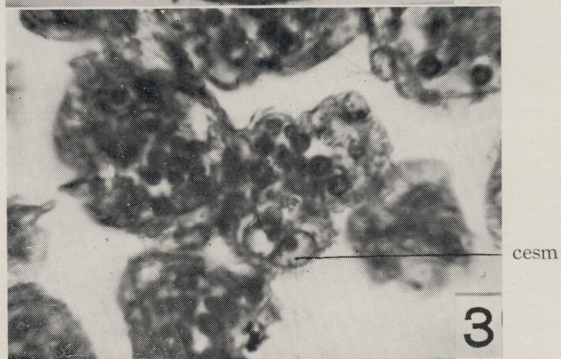
- A. : 卵殻外層,
- B. : 卵殻内層,
- C. : 卵殻膜,
- D. : 透明層,
- E. : 仔虫殻,
- F. : 仔虫殻膜,
- G. : 鉤,
- H. : 仔虫.



写真説明

1. 成熟卵
2. アンチフォルミンによる卵殻の膨化
3. 未熟卵切片標本
4. 成熟卵切片標本

cesm: 卵殻膜細胞, cm: 透明層, es: 卵殻, aes: 卵殻外層, esm: 卵殻膜, h: 鉤, ies: 卵殻内層, l: 仔虫, ls: 仔虫殻.



る。このことは、卵子にアンチフォルミンを作用させて卵殻を膨化させることにより、更に、明瞭となる(写真2)。

a. 卵殻外層

卵殻外層は、表面粗造で網目状紋理が認められ、断面においては放線状紋理が認められる。

これは、卵殻外層が6角(まれに5, 7角)の卵の内方に向うにつれやや細くなる稜柱体が並列して形成されているために、それぞれ認められるものである。しかし検便に際して認められる本卵、すなわち卵殻外層の色調は、黄色でやや不透明であるが、この色調は本卵固有のものではなく、母虫子宮内卵子の卵殻外層は無色である。このことは、恰も蛔虫卵蛋白膜が糞便により着色されているのと同様である。またアンチフォルミンを作用させると、この黄色は脱色され、次で卵殻は膨化溶解消失する。

卵殻外層の厚さ(すなわち卵殻外層を形成する稜柱体の長さ)は約 2.9μ を有する卵殻のほぼ $\frac{3}{4}$ を占め、厚く強固であり、外界よりの物理的圧力に対し卵内容を保護しているとともに、乾燥に対しても内容を保護するものと考えられる。H-E 染色標本においては、この層は紫青色に濃染する(写真4)。

b. 卵殻内層

卵殻内層は、菲薄、無色透明で表面内面ともに滑沢である(第1図, 写真2)。H-E 染色標本においては、鮮明な藍色に染色されている。

2. 卵殻膜

卵殻膜は、卵殻の直接内側に位置している。

その厚さは、卵殻と後述する仔虫殻との間の間隙の外側 $\frac{1}{3}$ を占めるかなり厚いもので、卵殻膜細胞と称すべき類円形の核を有する大型の骰子形細胞が、全円周に約40個単層に並列して形成されている胞嚢状構造物である。胞体内には微小顆粒が認められる(第1図, 写真1, 2)。

卵にアンチフォルミンを作用させると、卵殻は膨化して卵殻膜より剝離する。また卵殻に圧力を加えて卵殻を破壊すると、内容は卵殻膜に包まれたまま逸脱する。このような状態にすると、卵殻膜の存在はなお明瞭となり、かつその構造も、より容易に観察し得る(写真2)。

H-E 染色標本について見ると、卵殻膜細胞の細胞膜はかなりヘマトキシリンにより青色に染色され、原形質は染色性に乏しくぬけた様に見え、エオジンに淡染する顆粒が極く少数認められる。しかしこの細胞は、一部分

Syncytium を形成せるためか、隣接細胞との境界が不明瞭なことが多い(写真4)。

3. 透明層

卵殻膜と、後述する仔虫殻との間の間隙を満たしている。無色透明、同質性、濃稠なる物質で、仔虫殻を卵子の中央に保っている(第1図, 写真1, 2)。

4. 仔虫殻

卵殻のほぼ中央で、透明層内に存在し、形状は類球形ないし短楕円体を呈している(第1図, 写真1, 2)。卵殻より薄く、同質性無色透明であり、表面は滑沢、内面は微細な凹凸があり粗造である。結節その他附属物はないが長軸の両極部が僅かに肥厚していることがある。大きさは、平均長径 41.53μ 、短径 37.85μ である。

H-E 染色標本にては、エオジンにより染色され、無構造である。

5. 仔虫殻膜

仔虫殻の内面を覆う菲薄な囊状の構造物であり、これと仔虫殻の間には僅かな間隙が認められ、そこに粗大な顆粒を認めることもある(第1図, 写真2)。この膜は後述するように、未熟卵では卵殻膜と同様に、単層に並列する細胞により形成された胞嚢である。この膜の存在は、また外圧を加えて仔虫を仔虫殻より逸脱させると、仔虫はこの膜に包まれたまま脱出することによつても明らかである。

6. 仔虫

いわゆる六鉤幼虫は、仔虫殻膜に覆われて仔虫殻内に位置している。

その外形は“鈍稜せる骰子形”を呈し、前端部は低い丘状に膨隆している。前体部には3対6本の鉤を有し、後体部には前方に開く馬蹄形を呈し細顆粒を充している腺様臓器が認められる。

3対の鉤は、仔虫のほぼ前 $\frac{1}{3}$ の後端の高さで正中線に近い部より発し、中央の1対は仔虫縦軸とほぼ平行して前端に達して、その先端は仔虫体外に露出しており、他の2対は、やや散開してその先端は仔虫前体部が丘状に膨隆している両側端付近に達し、それぞれの先端は中央の1対と同様に仔虫体外に露出している(第1図, 写真1)。

鉤の形状は、長さ平均 17.55μ を有し、その側面から見た形は幅広い薙刀に似ている(第1図, 写真1)。すなわちその基部は小結節状になっており、柄部はこれより漸次幅広くなり、刃との移行部はまた著明な結節状を呈し、特に刃の峯の方に突出している。刃部は柄部と鈍角

をなして双の腹側に屈曲しており、その先端約 $\frac{1}{3}$ の部分は双背の側に曲り、鋭い円錐状の鉤状となり、この部分は仔虫体外に露出している。

II. 未熟卵についての観察、ならびに胚発育に関する考察

成熟卵について述べたように、本虫卵の卵殻内側に卵殻膜が存在し、また仔虫殻内側に仔虫殻膜が存在することは明白となつたが、各発育段階にある未熟卵を観察することにより、更にこれらの装置が卵子形成過程に興味ある役割を演じていることが判明した。以下、成熟卵の場合と同様に、卵子を形成する各構造物の発育過程について、外側のものより順次記述する。

1. 卵殻

卵殻は、前述のように内外2層から形成されているが、その外層は卵子内容がほぼその形態を整えた時期に母虫側から分泌せられた卵殻物質が、卵殻内層の外面に附着して形成されるものと考えられる。H-E 染色標本においてはこの過程に、卵殻内層の外面にヘマトキシリンにて紫青色に濃染する粗大顆粒が附着しており、母虫子宮内面には同様の顆粒が配列して、卵殻質が分泌されている状態が認められる。

卵殻内層は、胚細胞分裂初期に既に形成されており、内容の充実にしたがい伸展しながら内容を包含している。

2. 卵殻膜

この膜は、前述のように大きな骰子形細胞が単層に並列し、更に Syncytium を形成して完成せられるものである。この大型の骰子形細胞は、卵細胞より始めて分化した細胞の後裔であり、卵殻内層に次で他の構造物より先に発生する。すなわち、卵細胞より始めて分化した大細胞は、漸次分裂して数を増し、遂には卵殻内層の内側に単層に配列するようになるのである。したがつてこの大細胞を“卵殻膜細胞”と呼称すべきものであると考える(写真3,4)。この卵殻膜細胞の分化直後の形態は、いまだ骰子形を呈しておらず、類球形である。

しかして、胞体は微小顆粒をもつて満たされており、核は比較的小である。H-E 染色標本では、細胞膜と核はヘマトキシリンに染色され、胞体内の微小顆粒はエオジンに染色されて淡紅色の顆粒として認められる(これは仔虫殻質顆粒と認められる)。

卵殻膜細胞が分裂してその数を増し卵殻内層内面に並列すると、相互および内外より、圧せられて漸次骰子形となる。この細胞からは、後述する仔虫殻膜が形成せら

れた後に、仔虫殻質が分泌され、仔虫殻膜の周囲に仔虫殻が鑄造されるようにして形成されるものである。

3. 透明層

この層は、仔虫殻が形成される以前には認められない。すなわち、仔虫殻形成後に、卵殻膜細胞から分泌されるものと考えられる。

H-E 染色標本では、明るい淡青色に染色されている。

4. 仔虫殻

仔虫殻は、卵殻膜の項で一部述べたように、仔虫殻膜(後述)が形成された後に、仔虫殻膜で被われた仔虫を原形とし、その表面に卵殻膜細胞から分泌された仔虫殻質が圧着され、鑄造されるようにして形成されるものである。仔虫殻形成初期には、粗大顆粒状の仔虫殻質が、仔虫殻膜の周囲に念珠状に配列している状態が認められる。

5. 仔虫殻膜

この膜は、卵殻膜細胞発生後で、仔虫殻形成前に、分裂しつつある胚細胞から分化した細胞が、その桑実状細胞群の表面に単層に敷石状に並列して生ずるもので、未熟卵では個々の細胞を明瞭に認めることができるが、成熟するにしたがつて細胞の境界および核を消失して、無構造の膜嚢となるものである。この仔虫殻膜を形成する細胞は、仔虫殻膜細胞と呼称されるべきものとする。

6. 六鉤幼虫

六鉤幼虫は、仔虫殻膜に包まれて、強固な仔虫殻内で発育をとげる。

総括ならびに考察

縮小糸虫卵外皮の構造についての従来の知見を概括すると、以下のようである。

1. 卵の形状は、球形、円形または類円形で、大きさは長径 0.07381 ± 0.00085 mm, 短径 0.07136 ± 0.00083 mm (俵・稲臣, 1927), あるいはそれぞれ平均 0.075265×0.072720 mm (成原, 1934) 等である。

2. 卵殻は比較的厚く2層よりなつており、外層は帯黄色ないし帯黄褐色(片節内のは無色)を呈し、強拡大で鏡検すると(微かではあるが)放線状の紋理(構造)が見られる。内層は薄い。また、成原によると、“外層は極めて浅き鱗面のごとく稍粗造、内層との境界に珠数状に並列せる小点状物あり、放線状の線としては認めず”との記載もある。

3. 卵殻と仔虫殻(幼虫被殻)との間の構造物についての知見は最も不十分である。“卵殻の内側には、波形を呈した膜様物(波動膜との記載もある)がある”、あるいは

は、“卵殻と幼虫被殻との間には、無色寒天様(ゲラチン様)物質があり、このものは痠々不規則な襞のごとく外殻の内面に附着している”等の記載に過ぎない。

4. 仔虫殻(幼虫被殻)については、“略球形(正円)あるいは短楕円形、菲薄透明で、1極、あるいは両極が多少肥厚しているものが多い”。“幼虫被殻は内外2層で、その外層は極にて尖れるものと、しからずして楕円のものもあり”、“両極に尖端を有す”、“極の一端少しく扁平にして小蓋のごとき観を呈す”、“特に結節あるいは肥厚部と称するごときものは認めず”、等区々である。また“幼虫被殻は2重で、外層は菲薄透明、1極において少しく膨隆せる丘を認める。内層は極めて薄く、その間に粗粒大なる顆粒状をなせる物質を包蔵する”との記載もある。

茲において、これ等の従来知見と、本研究によつて得られた知見を比較すると、

1. 卵殻の構造についてみると、これが内外2層よりなっていることは既に認められておりで、このことは生鮮標本による観察によつても、また、胚発育の状態からも明白である。次に卵殻外層に認められる紋理についての記載は、従来不明瞭であつた(放線状紋理を認めぬとの記載もある)が、これは明らかに卵殻外層にのみ認められるもので、外層を表面よりみると六角形の網目状紋理が、断面をみると放線状の紋理が認められる。このことは、卵殻外層が六角形の稜柱体(卵子の中心に向い稍細くなつている)が並列して形成されているために認められるもので、明瞭である。

2. 次に卵殻と仔虫殻(幼虫被殻)との間の構造については、従来“卵殻の内側に波形を呈した膜様物がある”、あるいは、“痠々不規則な襞のごとく外殻の内面に附着している無色寒天様物質がある”、等記載されていたに過ぎないが、これらのことは、卵殻膜細胞が卵殻内層に接して単層に並列して形成されている卵殻膜が存在することと、更にこの卵殻膜と仔虫殻との間に無構造の濃稠な液を充す透明層が存在することにより、明確となつたものと考えられる。

3. 仔虫殻について種々の記述があるが、著者の観察では、“極に尖れるもの”あるいは、“小蓋のごとき構造”は認められなかつた。

4. 仔虫殻の内側に仔虫殻膜が存在することは前項に述べたごとく、その発生過程からみても明白で、従来仔虫殻が2層との記載もあるが、その内層は実は、この仔虫殻膜が誤認されていたものと考えられる。俵・稻臣は、既

にこの膜の存在を記載している。

したがつて、以上の新知見にもとづいて縮小条虫卵の構造および胚発育の状態を総括すると、概要以下のとおりである。

1. 縮小条虫卵は、卵殻(内外2層)、卵殻膜、透明層仔虫殻、仔虫殻膜、および六鉤幼虫の各部分より構成されている。

2. 卵殻は、類球形ないし短楕円体を呈し、大きさ平均 $72.86 \mu \times 70.90 \mu$ 、厚さほぼ 2.9μ を有し、内外2層よりなつている。

外層は厚く強固であつて、母虫子宮内卵においては無色で、表面は粗造で網目状紋理が認められ、断面では放線状紋理が認められる。

これは六角(5~7角)の稜柱形の薄片が密に並列した構造をもつているためである。卵殻外層形成物質は、母体側より分泌される。卵殻内層は、無色透明菲薄で、表面内面ともに滑沢であり、既に胚発育早期に形成され、内容を包んでいる。

3. 卵殻の直接内側に卵殻膜が存在することは、本研究によつて明らかになつたものである。

この膜は、胚細胞分裂初期にこれより分化した大型骰子形細胞が、卵殻内層の内側に単層に並列して形成されたもので、一部 Syncytium を形成し、細胞の境界不明瞭のこともある。この膜を形成する細胞は、仔虫殻膜形成後に仔虫殻質を分泌し、仔虫殻完成後に透明層形成物質を分泌する。

4. 透明層は、前述の卵殻膜と仔虫殻との間の空隙を占めている、濃稠な液体を充たして無構造である。

5. 仔虫殻は卵殻のほぼ中央に位置し、類球形ないし短楕円形で大きさ平均 $41.53 \mu \times 37.85 \mu$ 、同質性無色透明で薄く、表面は滑沢、内面は微細な凹凸がある。長軸の両極部が僅かに肥厚することがある、これの形成は、仔虫殻膜形成後に、卵殻膜細胞から分泌された仔虫殻質顆粒が、仔虫殻膜周囲に配列し癒合して形成される。

6. 仔虫殻膜は、仔虫を直接包む菲薄な膜嚢で、これと仔虫殻との間には僅かな空隙が認められることが多い。これは桑実期胚細胞群の表層から分化した扁平大型の仔虫殻膜細胞が、単層に敷石状に配列し、次で Syncytium を形成して膜嚢となる。

7. 六鉤幼虫は、前記のすべての構造物に包容されて発育を遂げる。成熟した六鉤幼虫は、その外形は“鈍稜せる骰子形”を呈し、前端部は低い丘状に膨隆している。前体部に3対6本の鉤を有し、鉤は仔虫のほぼ前1/3

の後端の高さに発し、中央の1対は仔虫縦軸とほぼ平行しているが、左右の2対は散開して仔虫前端の膨隆部の両側附近に達し、それぞれの先端は幼虫体より露出している。後体部には、腺様臓器が認められる。

以上、縮小糸虫卵の構造および胚発育についてのべたのであるが、この中で、卵殻膜および仔虫殻膜が仔虫殻形成に興味ある役割をもっていることは、従来未知の事実であり、その詳細な検討は後文に示す。

結 語

本研究によつて、以下の事項が明白となつた。

1. 縮小糸虫卵は、卵殻(内外2層)、卵殻膜、透明層仔虫殻、仔虫殻膜および六鉤幼虫よりなつている。
2. 卵殻外層は、6角の稜柱体が密に並列して形成されており、このために表面には網目状紋理、断面には放線状紋理が認められる。この層の本来の色調は無色である。
3. 卵殻の直接内側に存する卵殻膜は、胚細胞分裂初期にこれより分化した大形散子形細胞が単層に並列して形成されたもので、この細胞は、卵子形成過程に、仔

虫殻質を分泌して仔虫殻形成に与り、更に仔虫殻形成後に透明層形成物質を分泌する。

4. 仔虫殻膜は、卵殻膜細胞分化後に、桑実期胚細胞群の表層より分化した大型扁平な仔虫殻膜細胞が、単層に並列してこれを包み、遂には Syncytium を形成して完成される。

5. 六鉤幼虫は上記の各構造物に覆われながら発育をとげる。

以上のごとく、成熟卵において、卵殻膜、仔虫殻膜が存在し、かつそれらが仔虫殻形成に興味ある役割を演ずるものであることを発見し得たので、この概要を報告した。

本稿を終るに臨み、懇切なる御指導を戴いた神戸掖済会病院病理検査室主任長谷川恒治博士、並びに、終始変らぬ御鞭撻と御校閲を賜つた、大阪医科大学病理学教室田部浩教授に、深甚の謝意を表します。

本論文の要旨は、日本寄生虫学会西日本支部第10回大会、及び第24回日本寄生虫学会総会に於て発表した。

STUDIES ON THE STRUCTURE AND EMBRYONAL DEVELOPMENT
OF THE OVA OF TETRABOTHRIDIATA
I. ON THE STRUCTURE AND EMBRYONAL DEVELOPMENT
OF THE OVA OF *HYMENOLEPIS DIMINUTA*
(RUDOLPHI, 1819) BLANCHARD, 1891

SADANOBU MORIYAMA

(*Kobe Ekisaikai Hospital, Kobe, Japan*)

Although it is well known the ova of *Hymenolepis diminuta* have a characteristic appearance, the structure in the space between the outer shell and the embryophore has never been clear, and little work has been done on the embryonal development. This paper is a record of observation on these problematical subjects. Observations of ova were made on both freshly collected ones from the uterus of mother worm and the sections stained with haematoxylin-eosin.

The outer shell is nearly spherical, measures 72.86 by 70.90 μ in diameter and 2.9 μ thick, and consists of the outer and the inner layers. The outer layer is thick and colorless; it has reticulated stripes at the surface and radiated ones at the cross section because this layer is formed a row of hexagonal solids. This layer is secreted from the inner wall of uterus at the latter stage of embryonal development and attached to the surface of the innerlayer. The inner layer is thin, and transparent; it is formed at the earlier stage of ootid division. The shell membrane adjoined to the inside of the inner layer is formed with a single row of large die-shaped cells developed from the ootid; and it finally forms a syncytium. The syncytium, after forming the embryophore membrane, secretes the substance for the embryophore shell. A transparent layer originated from the cells of shell membrane lies in the space between the outer shell membrane and the embryophore shell. The embryophore shell is nearly spherical, thin, colorless, transparent, smooth at the outside and rough at the inside; it measures 41.53 by 37.85 μ . This shell is formed by being in a row and fusing the substance originated from the cells of outer shell membrane. The embryophore membrane covering onchosphere is thin, and cystic; it lies inside the embryophore shell. Gross granules are found occasionally in the space between the embryophore membrane and the embryophore shell. After forming the cells of outer shell membrane (i. e. before forming the embryophore shell), the embryophore membrane is formed by being in a row the large and flat cells of embryophore membrane developed from the surface of embryo cells; and it finally forms a syncytium. The onchosphere covered with the embryophore membrane develops within a solid embryophore shell.