

Diphyllobothrium macroovatum Jurakhno, 1973

(大卵裂頭条虫)の発育実験について

1. 卵期の発育について

初 鹿 了* 前 島 条 士† 加 茂 甫†

(昭和55年12月14日 受領)

Key words: *Diphyllobothrium macroovatum*, embryonic development, hatching of the eggs, coracidium, cestoda

かつて、加茂ら(1971)は、日本近海捕鯨の拠点である北海道の網走基地および宮城県の鮎川基地に水揚げされたコイワシクジラの小腸から裂頭条虫の1種を見出した。当時、この条虫の種類について、加茂ら(1971)は、従来から報告されている海産哺乳動物寄生種の *Diphyllobothrium stemmacephalum* Cobbold, 1858 や *D. fuhrmanni* Hsü, 1935 に最も近似の形態的特徴を示すが、頭節が大きいこと、貯精嚢が相対的に大きいこと、および虫卵が長大であること等に主要な差異がみられ、既知種の中では完全に一致する種が見当たらないとし、*Diphyllobothrium* sp. として報告した。

その後、加茂ら(1976)は、日本近辺の海産哺乳類から得られた裂頭条虫を再検討して、日本でみられる海産哺乳動物寄生の裂頭条虫を一定の分類基準で整理したが、さらに、このコイワシクジラ寄生種についてはペーリング海に生息するコククジラ (*Eschrichtius gibbosus*) の小腸から得られた *Diphyllobothrium macroovatum* Jurakhno, 1973 と同一種であることを確認し、和名として「大卵裂頭条虫」を提唱した(加茂ら, 1980)。

著者らは、この条虫の子宮内卵を用いて、卵期における胚発育状況の観察と、数種類の copepoda に対する感染実験を行っているが、本報告では、虫卵の胚発育状況と coracidium の孵化状況について述べる。

材料および方法

実験に用いた *D. macroovatum* の虫卵は、網走基地(1969)と鮎川基地(1970)に水揚げされたコイワシクジラ (*Balaenoptera acutorostrata*) の小腸から採取し

た虫体の成熟節子宮内から分離したものである。

虫卵培養の medium には、人工海水 (Aquamarin, 比重 1.010~1.012) と水道水を用い、温度は18Cおよび25~27Cで培養した。虫卵培養の方法は、加茂ら(1972)の方法に順じて行った。即ち、あらかじめ上記2種類の medium 約70ml をそれぞれ別のシャーレ内に入れておき、その中に子宮内から採取した虫卵を沈めて、温度18Cおよび25~27C (恒温器内) でそれぞれ数日間培養した。また、medium の約 $\frac{1}{2}$ 量は、隔日に上記の温度に保つた新しい medium と交換した。これらの虫卵は、培養開始後から24時間毎に顕微鏡下で胚発育の状況を観察して記録した。

結 果

1. 人工海水中における虫卵の発育と孵化状況

人工海水中、温度18Cで培養した虫卵は、培養開始後4日目に虫卵の中央部付近で、胚細胞の分割初期を思わせる透明な部分の出現が認められた (Fig. 3)。培養開始後6日目の虫卵では、楕円球形を呈した coracidium の概観がほぼ完成した像として認められ、虫体の内部には鉤が認められた (Fig. 5)。この頃から、卵殻内の coracidium は培養日数の経過とともに、その直径を次第に増して球形となり、6日~8日目の coracidium はその位置が漸次小蓋寄りに移動した (Figs. 5, 6, 7)。培養開始後8日目の虫卵では、卵殻内に形成された coracidium を顕微鏡下で観察中に、coracidium の孵化を認めるものもあつたが、大多数の coracidium は培養開始後9~10日の間に孵化・遊出した (Table 1)。

孵化後の coracidium は、体表の繊毛を動かして楕円体を呈し、回旋しながら medium 中を活発に遊泳した。

* 川崎医科大学寄生虫学教室

† 鳥取大学医学部医動物学教室

Table 1 Comparison of embryonation time of the eggs of pseudophyllidean cestodes reported by various authors

Species	Temp. (C)	Embryonation time (days)	Authors
<i>D. latum</i>	28—30	Several months	Schauinsland (1886)
"	"	"	Leuckart (1886)
"	"	14—21	Eguchi (1926)
"	26—28	7	Vogel (1929)
"	28	6	Vergeer (1936)
"	18—20	8—9	Guttowa (1961)
"	17—20	10—14	Ohshima <i>et al.</i> (1977)
<i>D. mansoni</i>	Room temp. (summer)	12—14	Kobayashi (1930)
<i>S. mansonioides</i>	25—27	10	Mueller (1959)
"	22—26	14	Beaver <i>et al.</i> (1964)
<i>D. dendriticum</i>	20	6—8	Hilliard (1960)
<i>D. ditremum</i>	"	9	
<i>D. lanceolatum</i> *	"	12—18	
<i>D. ursi</i>	"	14—19	
<i>D. dalliae</i>	"	7—8 19	
<i>D. alascense</i>	"	10	
<i>P. phocarum</i> *	"	9—12	
<i>S. solidus</i>	"	14—16	
<i>D. osmeri</i>	"	11	
<i>D. grandis</i> *	25—27	4—5	
<i>D. balaenopterae</i> *			
<i>D. macroovatum</i> *	18	8—10	Present authors
" †	25—27	non-hatching	

* No eggs hatched in fresh water.

† No eggs hatched in sea-water as well as in fresh water.

静止状態の coracidium では、その最外側に繊毛膜が観察され、虫体の内部には六鉤が明瞭に認められた (Fig. 8). 孵化後3日目における coracidium 10個体 (生鮮標本) の各部位計測値は、繊毛膜の外径が 56.7~64.8 μm (平均60.5 μm) で (Table 2), 虫体は長径平均45.9 μm , 短径平均37.8 μm , 鉤は長径11.2~14.7 μm であった。

一方、温度25~27Cで培養した虫卵は、卵殻内に coracidium の形成を認めるまでに胚発育を示したが、培養開始後14日目に至っても、なお coracidium の孵化・遊出はみられず、その後、coracidium は漸次変性崩壊した。

2. 水道水中における虫卵の発育と孵化状況

水道水中、温度18Cで培養した虫卵は、培養開始後6

日目に、卵殻内に coracidium の概観がほぼ完成して、虫体の内部には鉤の出現が認められた (Fig. 13). その後、8日目までは前述の海水中における虫卵と同様に、卵殻内の coracidium は順調な胚発育を示したが、それ以降は胚発育の進行が認められず、coracidium の孵化は全くみられなかった。即ち、培養開始後9日目の虫卵では、それまで小蓋寄りに位置していた coracidium が、再び虫卵の中央部付近にその位置を戻し (Fig. 15), 培養開始後11日を経過した coracidium では、その直径が次第に小さくなる傾向が認められた (Fig. 16). さらに、培養開始後18日目の虫卵では、coracidium の萎縮が観察され、また、培養開始後20日目の虫卵では、卵殻内の coracidium が無蓋端側の卵殻に接する位置にまで後退して、その後、胚細胞は漸次退行現象を示して、大

Table 2 Comparison of diameter (in microns) of the coracidia of pseudophyllidean cestodes reported by various authors

Species	Diameter of embryo-phore	Authors
<i>D. latum</i>	42—55	Janicki et Rosen (1917)
"	28—32	Eguchi (1926)
"	40—50	Essex (1927)
"	21—32	Vogel (1929)
"	35×45	Vergeer (1936)
<i>D. mansoni</i>	41×44	Kobayashi (1930)
<i>D. dendriticum</i>	38×42	Hilliard (1960)
<i>D. ditremum</i>	28×32	
<i>D. cordatum*</i>	41	
<i>D. lanceolatum*</i>	42	
<i>D. ursi</i>	47	
<i>D. dalliae</i>	48	
<i>D. alascense</i>	36×40	
<i>P. phocarum*</i>	36	
<i>S. solidus</i>	40×47	
<i>D. osmeri</i>	40	
<i>D. grandis*</i>	60×65	Kamo et al. (1972)
<i>D. balaenopterae*</i>		
<i>D. macroovatum*</i>	57—65	Present authors

* No eggs hatched in fresh water.

部分の coracidium は崩壊した (Figs. 17, 18).

一方、温度25～27℃で培養した虫卵は、前述の海水中における虫卵と同様な胚発育過程を示したが、培養開始後23日目までの観察では、coracidium の孵化は全く認められなかった。

考 察

Diphyllobothrium 属条虫の卵期における発育状況に関しては、Table 1 に示す如く、これまでも *D. latum* をはじめとして数多くの種類について報告されているが、*D. macroovatum* の卵期における胚発育の観察は、この報告が最初のものである。

Diphyllobothrium 属条虫の代表的な種類である *D. latum* 虫卵の胚発育に要する日数については、報告者によつてかなりの差異がみられる。江口 (1926) は、日本産 *D. latum* の虫卵が淡水中で胚発育を全うするほかに、海水中でも発育して coracidium が孵化・遊出することを実験的に証明し、*D. latum* の第2中間宿主とな

る魚類が淡水と海水の両水域に生息可能な種類であることと符合する結果を報告している。また、大島・内川 (1977) および大島ら (1977) は、日本でヒトから駆虫して得た *D. latum* の子宮内卵を用いて、温度5～30℃で培養実験を試みた結果、coracidium の孵化に好適な培養条件は、温度17～20℃で10～14日培養が最も良好であり、江口 (1926) による温度28～30℃で14～21日とは若干相違すると述べている (Table 1)。日本産の *D. latum* において卵期胚発育にこのような差異がみられることは、日本産 *D. latum* の再検討の必要性とも関連して興味深い。

D. macroovatum の虫卵は、水道水中で培養 (温度18℃) すると、培養開始後8日目までは海水中で培養の虫卵と同様に、ほぼ正常な胚発育を示したが、それ以降は胚細胞の退行現象が起こり、coracidium は漸次萎縮・崩解して、水道水中では coracidium の孵化が全くみられなかった。*D. macroovatum* の虫卵が淡水中で胚発育を全うできないのは、この条虫にとって海水が不可欠の要素であり、その生活環がおそらく海水域のみ生息可能な動物間だけで営まれているものと推測される。また、Tables 1, 2 に示した各種裂頭条虫の中で、*D. cordatum*, *D. lanceolatum*, *P. phocarum* および *D. grandis* あるいは *D. balaenopterae* 等の種類は、いずれもその coracidium が淡水中では孵化しないと報告されている。これらの条虫は、主としてクジラやアザラシ等の海産哺乳動物寄生種であり、当然のことかも知れないが、*D. macroovatum* も含めてこれらの条虫は純粋な海水域生息種であると思われる。

海水中 (温度18℃) で培養した *D. macroovatum* の虫卵では、coracidium が充分成熟してくると、虫卵の中央部から小蓋寄りにその位置を移動して孵化に至るが、水道水中 (温度18℃) で培養した場合には、培養開始後8日目までは海水中の場合と同様に、coracidium は小蓋寄りに移動するが、その後は反対側の無蓋端部にまで後退して、最後には coracidium は萎縮・崩解した。この現象は、加茂ら (1972) による *D. grandis* あるいは *D. balaenopterae* の卵期における胚発育実験においても観察されており、海水域生息種の *D. macroovatum* などでは coracidium がある程度の成熟期に達すると淡水中では生存不可能となるためと思われるが、卵殻内の coracidium にみられるこれら一連の位置移動の理由について、その詳細は不明である。しかし、卵殻内 coracidium のこうした位置移動が、他の裂頭条虫の卵期発育過程においても観察されるならば、その裂頭条

虫卵に対する medium の適・不適を判断する基準となるかも知れない。

D. macroovatum 虫卵の海水中における培養開始後 coracidium の孵化までに要した日数は、温度18°C で大多数のものが9~10日であつた。この日数は、Table 1 に示す既報の裂頭条虫数種のものと比較してみると、Guttowa (1961) による *D. latum* の温度18~20°C で8~9日、Hilliard (1960) による *D. ditremum* の20°C で9日、*D. alascense* の10日 (20°C) および海水域生息種 *P. phocarum* の20°C で9~12日などに近似している。著者らは、この実験において *D. macroovatum* 虫卵の胚発育に可能な温度範囲を明確に示すことはできなかったが、この虫卵は温度25~27°C というやや高い温度条件下では胚発育を全うすることができず、coracidium の孵化は起こらなかつた。このことは、この条虫の最初に報告された宿主であるコククジラや、今回の宿主であるコイワシクジラが、いずれも北半球の冷海水域を主たる生活圏とし、コイワシクジラについては夏期にアリューシャン列島を経てベーリング海や北氷洋を回遊し、日本近海においても春~夏期には寒海に向つて回遊するなど、比較的北方海域に生息する (西脇, 1965) ことを考えると、この条虫の卵期における胚発育環境としては低温の海水が不可欠の条件なのかも知れない。この点を考慮すれば、この *D. macroovatum* は江口 (1926)、Vogel (1929) および Vergeer (1936) などによる *D. latum*、Mueller (1959) による *S. mansonioides*、および加茂ら (1972) による *D. grandis* あるいは *D. balaenopterae* などとは明らかに異なつた生態的特徴をもつ種類と考えられる。

Smyth (1969) によると、裂頭条虫類の孵化に要する日数は、同じ条件の温度では種類によつてそれぞれ特異であると報告されている。

虫卵の胚発育と温度との関係については、前述の胚発育に可能な温度範囲の検討も含めて、さらに詳細な観察実験が必要である。

裂頭条虫類 coracidium の大きさを計測する場合には、Hilliard (1960) が報告しているように、培養 medium の浸透圧の変化相違によつて coracidium の膨張度が異なることを考慮する必要がある。*D. macroovatum* の游出 coracidium の海水中における大きさは、孵化後3日目のものについて計測した結果、繊毛膜の外径が56.7~64.8 μ m (平均60.5 μ m) であつた (Table 2)。Hilliard (1960) の指摘する如く、この実験に用いた虫卵培養 medium (人工海水、Aquamarin、比重

1.010~1.012) が、果してこの条虫の coracidium の正常な大きさを示したか否かについては若干の疑義もあるが、*D. macroovatum* の場合、孵化・游出した coracidium は上記の medium 中で、孵化後4日間も生存し得たことを考えると、この実験に用いた medium の浸透圧が *D. macroovatum* の coracidium にとつて、それほど不適当な medium であるとは考えにくい。このことを念頭におきながら、*D. macroovatum* の coracidium の計測値を既報の裂頭条虫数種のそれと一応比較してみると、Table 2 に示す如く、その直径は既報の中では最も大きい *D. grandis* あるいは *D. balaenopterae* の coracidium の大きさ (加茂ら, 1972) にほぼ近似の値である。

結 論

日本近海捕鯨の北海道網走基地 (1965) と宮城県鮎川基地 (1970) に水揚げされたコイワシクジラ (*Balaenoptera acutorostrata*) の小腸から採取した *Diphyllobothrium macroovatum* Jurakhno, 1973 (大卵裂頭条虫) の卵期における胚発育状況を初めて観察し、下記の成績を得た。

1) 虫卵の胚発育および coracidium の孵化に好適な実験的 medium は、人工海水 (Aquamarin、比重1.010~1.012)、温度18°C であつたが、水道水中では coracidium 形成までの発育はみられるが孵化するものがなく、やがて coracidium は死滅した。

2) coracidium の孵化に要する日数は、人工海水中、温度18°C で培養開始後8~10日であつたが、温度25~27°C では coracidium の孵化がみられなかつた。

3) 游出した coracidium は、人工海水中、温度18°C で4日間生存した。

本論文の要旨は、第29回日本寄生虫学会西日本支部大会において発表した。

文 献

- 1) Beaver, P. C., Malek, E. A. and Little, M. D. (1964): Development of *Spirometra* and *Paragonimus* egg in Harada-Mori cultures. J. Parasit., 50, 664-666.
- 2) 江口季雄 (1926): 広節裂頭条虫に関する研究、特に日本における本条虫の発育史に就いて。病理学紀要, 3, 1-66.
- 3) Guttowa, A. (1961): Experimental investigations on the systems "procercoids of *Diphyllobothrium latum* (L.)—copepoda".

- Acta Parasit. Polon., 9, 371-408.
- 4) Essex, H. E. (1927): Early development of *Diphyllobothrium latum* in Northern Minnesota. J. Parasit., 14, 106-109.
 - 5) Hilliard, D. K. (1960): Studies on the helminth fauna of Alaska XXXVIII. The taxonomic significance of eggs and coracidia of some Diphyllobothriid cestodes. J. Parasit., 46, 703-716.
 - 6) Janicki, C. von. and Rosen, F. (1917): Le cycle évolutif du *Dibothriocephalus latus* L. Recherches expérimentales et observation. Bull. Soc. Sci. Neuchâtel, 42, 19-53.
 - 7) Jurakhno, M. V. (1973): A new species of cestoda—*Diphyllobothrium macroovatum* sp. n. (Cestoda, Diphyllobothriidae)—Parasitic of the grey whale. Vestnik Zoologie, 7, 25-30.
 - 8) 加茂 甫・岩田正俊・初鹿 了・前島条士(1971): コイワシクジラに初めて見出された *Diphyllobothrium* sp. について. 寄生虫誌, 20, 296-297.
 - 9) 加茂 甫・岩田正俊・初鹿 了・前島条士(1972): 大複殖門条虫 *Diplogonoporus grandis* (Blanchard, 1894) の發育史について. (1) 卵期の發育について. 寄生虫誌, 21, 59-69.
 - 10) 加茂 甫・前島条士・初鹿 了(1980): コイワシクジラに見出された大卵裂頭条虫 *Diphyllobothrium macroovatum* Jurakhno, 1973 (Cestoda: Diphyllobothriidae). 寄生虫誌, 29, 499-505.
 - 11) 加茂甫・山根洋右・前島条士・矢崎誠一(1976): 日本における海産哺乳類の裂頭条虫. 寄生虫誌, 25, 33.
 - 12) 小林英一(1930): マンソン氏裂頭条虫 *Diphyllobothrium mansonii* (Cobbold, 1882) Joyeux, 1927の發育に関する研究. 第一, 裂頭条虫属特にマンソン氏裂頭条虫卵子の胚の發育について. 台湾医誌, 306, 893-935.
 - 13) Leuckart, R. (1886): Die Parasiten des Menschen und die von ihnen herrührenden Krankheiten, 2nd ed, Leipzig.
 - 14) Mueller, J. F. (1959): The laboratory propagation of *Spirometra mansonioides* as an experimental tool. 4. Collecting, incubation and hatching of the eggs. J. Parasit., 45, 353-361.
 - 15) 西脇昌治(1965): 鯨類・鰭脚類. 70-71頁, 東京大学出版会, 東京.
 - 16) 大島智夫・内川公人(1977): 広節裂頭条虫卵の發育と孵化の条件およびコランジウムの *Cyclops visinus* への感受性. 寄生虫誌, 26(1・補), 10.
 - 17) 大島智夫・若井良子・元吉清子(1977): 広節裂頭条虫の虫卵の發育及び孵化に関する研究. 寄生虫誌, 26(増), 83.
 - 18) Schauinsland, H. (1886): Die embryonale Entwicklung der Bothriocephalen. Jena. Z. Naturw., 19, 520-573.
 - 19) Smyth, J. D. (1969): The physiology of cestodes. Oliver and Boyd, Edinburgh.
 - 20) Vergeer, T. (1936): The eggs and coracidia of *Diphyllobothrium latum*. Michigan Acad. Sci., Arts and Letters, 21, 715-726.
 - 21) Vogel, H. (1929): Studien zur Entwicklung von *Diphyllobothrium*. 1. Die Wimper von *Diphyllobothrium latum*. Z. Parasitenk., 2, 213-222.

Abstract

EXPERIMENTAL STUDIES ON THE DEVELOPMENT OF *DIPHYLLO-*
LOBOTHRIMUM MACROOVATUM JURAKHNO, 1973 FROM THE
MINKE WHALE, *BALAENOPTERA ACUTOROSTRATA*
I. EMBRYONATION AND HATCHING OF THE EGGS

RYO HATSUSHIKA

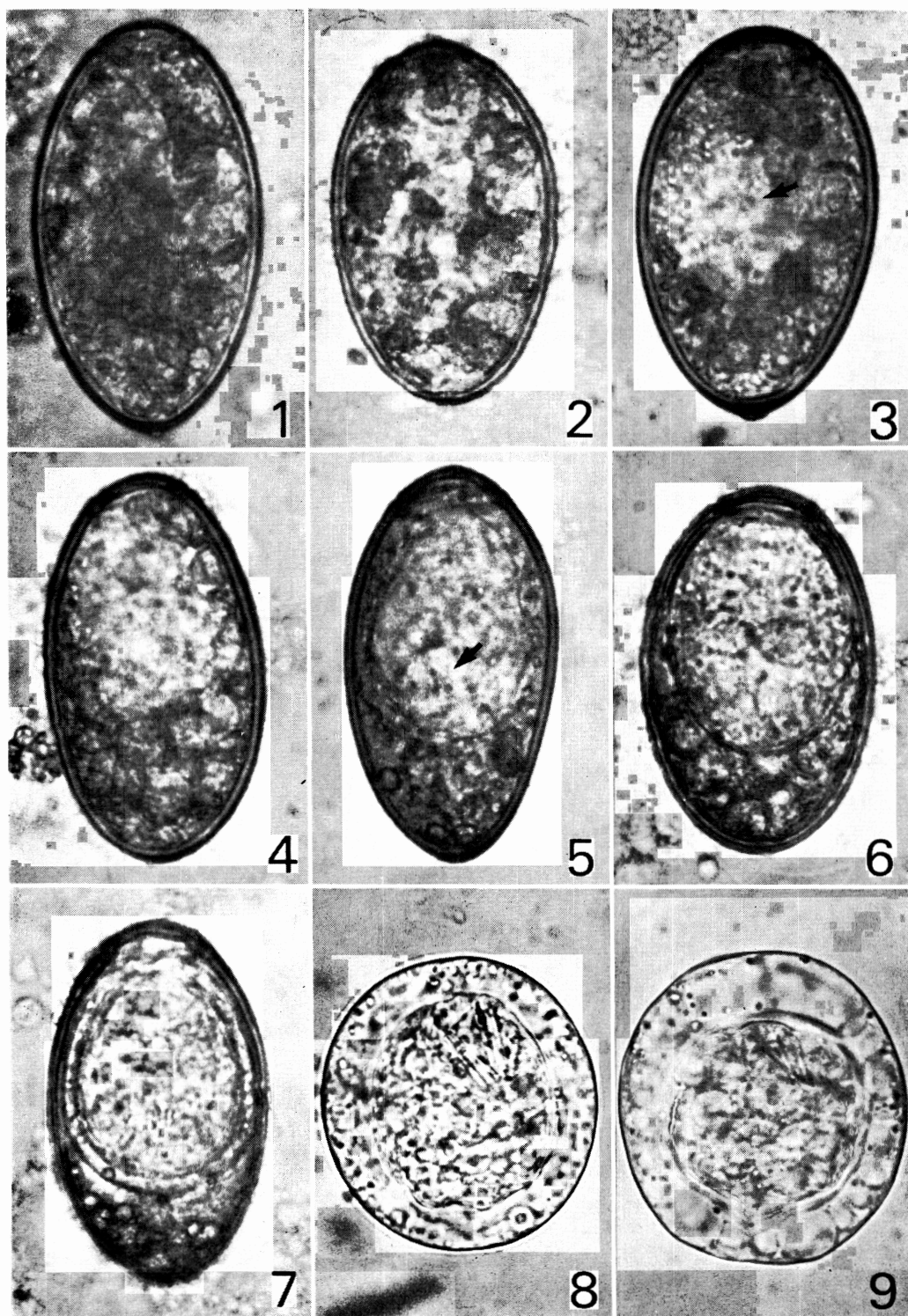
(*Department of Parasitology, Kawasaki Medical School,*
Kurashiki City 701-01, Japan)

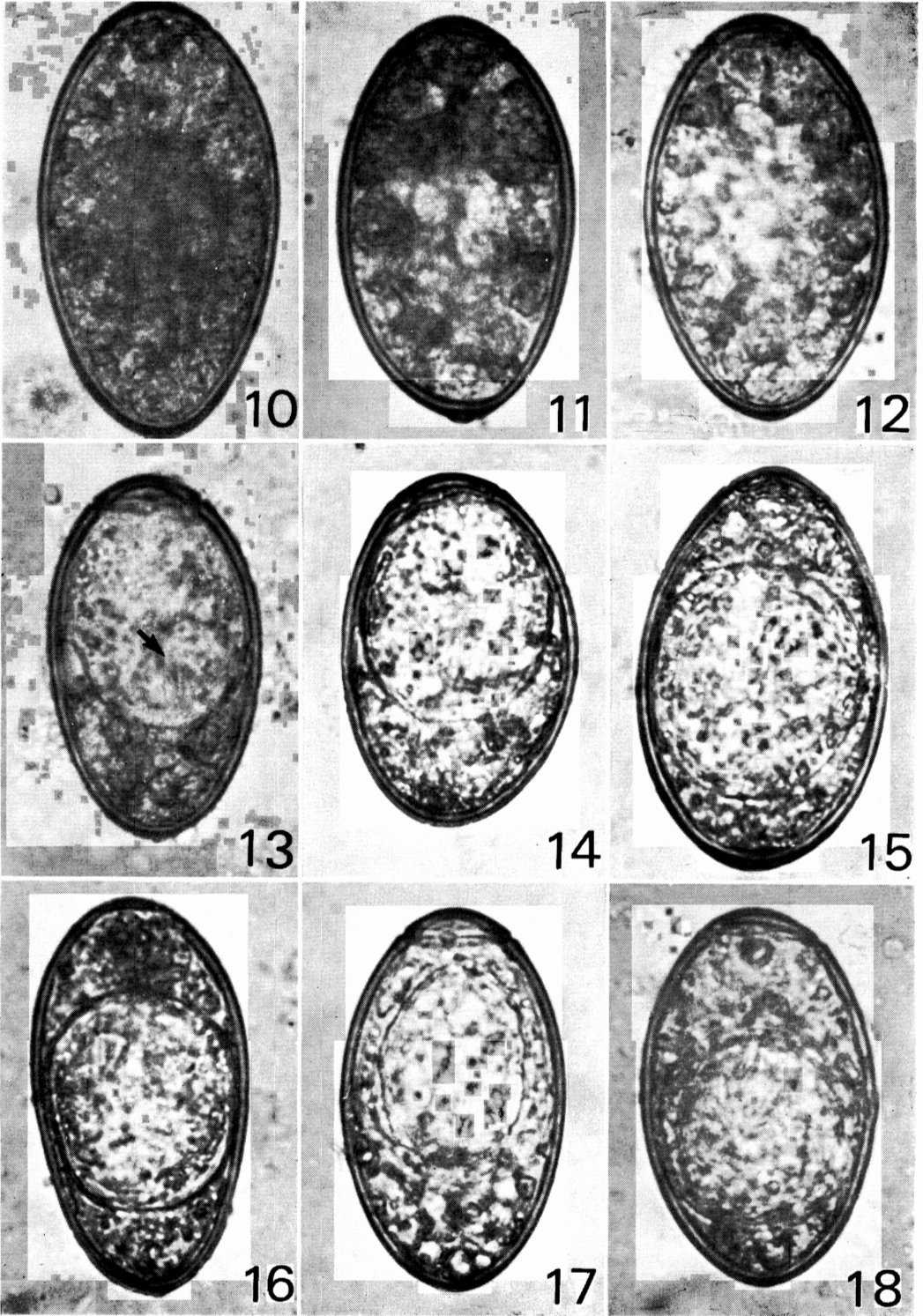
JOJI MAEJIMA AND HAJIME KAMO

(*Department of Medical Zoology, Tottori University, School*
of Medicine, Yonago City 683, Japan)

Embryonic development of the eggs of *Diphyllobothrium macroovatum* Jurakhno, 1973 from the minke whale, *Balaenoptera acutorostrata* was observed for the first time. The results were briefly summarized as follows:

- 1) The most successful results were obtained in the artificial sea-water (Aquamarin, specific gravity 1.010 to 1.012) at 18 C, and eggs in the tap water embryonated but did not hatch at the same temperature.
- 2) The majority of eggs began to liberate coracidia on 8 to 10 days after incubation in the artificial sea-water at 18 C, but no eggs in the same medium hatched coracidia at 25 to 27 C.
- 3) The liberated coracidia survived at least for 4 days in the artificial sea-water at 18 C.





Explanation of Figures

Figs. 1-9. Eggs of *Diphyllbothrium macroovatum* from *Balaenoptera acutorostrata*, incubated in sea-water at 18 C. (Scale=0.04mm)

- Fig. 1 Egg just removed from the uteri.
- Fig. 2 Two days after incubation.
- Fig. 3 Four days after incubation. Arrow indicates the cleavage of egg-cell.
- Fig. 4 Five days after incubation.
- Fig. 5 Six days after incubation. Arrow indicates the embryonic hooks.
- Fig. 6 Seven days after incubation.
- Fig. 7 Eight days after incubation.
- Fig. 8 Liberated coracidium immediately after hatching.
- Fig. 9 Liberated coracidium three days after hatching.

Figs. 10-18. Eggs of *Diphyllbothrium macroovatum* from *Balaenoptera acutorostrata*, incubated in tap water at 18 C. (Scale=0.04mm)

- Fig. 10 Egg just removed from the uteri.
- Fig. 11 Two days after incubation.
- Fig. 12 Four days after incubation.
- Fig. 13 Six days after incubation. Arrow indicates the embryonic hooks.
- Fig. 14 Eight days after incubation.
- Fig. 15 Nine days after incubation.
- Fig. 16 Eleven days after incubation.
- Fig. 17 Eighteen days after incubation.
- Fig. 18 Twenty days after incubation, showing degeneration of the coracidium.