アコヤガイの外套膜の再生と癒着に 関する組織学的観察

藤 岡 城

(1964 年 6 月 19 日受理)

HISTOLOGICAL OBSERVATION ON THE REGENERATION AND ADHESION OF THE MANTLE OF THE PEARL OYSTER, *PINCTADA MARTENSII* (DUNKER)

Shiro FUJIOKA*

Histological observation was made on the reparative process of the mantle of the pearl oyster after a small portion (circular, about 1 cm in diameter) of the mantle was resected in the pallial zone or the central area. Oysters used were of 2 to 3 years of age.

Experiments were done during the months of August to October at water temperature of 25 to 28°C.

The results obtained are as follows:

1. Within 2 to 3 days after operation the cut surface is completely covered by the layer of epithelial cells spread out from the cut edges.

The shell and inner folds are formed on the epithelial layer, about 10 days after operation in case of the pallial zone and 13~17 days in case of the central area. The middle fold appears 13~17 days and 19 days after operation, respectively.

After about 24 days a groove from which a periostracal substance is secreted is formed by the depression of a part of the outer epidermis, though the folds are still small in the whole shape.

Observation as a whole suggest that every portion of the mantle has the capacity of regeneration and that of formation of three kinds of folds and a periostracal groove.

2. Usually within 5 to 7 days after operation regenerating mantle tip spread out from the surrounding cut surface unite with each other.

On the area of union small pearl sacs (seed pearl-sacs) are frequently formed owing to the depression of the outer epidermal layer.

アコヤガイの外套膜についての研究は、従来から種々行なわれており、小島¹⁾はアコヤガイの外套膜の腺細胞に関する組織学的な研究を行ない、また中原・町井²⁾は真珠袋形成初期におけるピース上皮細胞の形態について報告し、磯和³⁾はアコヤガイの外套膜における天然真珠形成の原因について報告している。川上⁵⁾、⁶⁾はアコヤガイの外套膜の周縁部の切除と再生について組織学的な研究を行なっている。しかし外套膜の縁膜部や外套腔部における再生過程や癒着過程についての研究はまだ少ない。

真珠養殖業で優良な真珠を生産するためには外套膜の諸性質を知ることが極めて重要である。従来外套膜についての研究は真珠袋形成過程との関連において、すなわち応用的方面から研究されたものが多い。

筆者は外套膜の基礎的な性質を知るために外套膜の縁膜部と外套腔部に穿孔手術を行なつて、その後の再生と癒着の過程について組織学的な研究を行なつたので、ここに報告する。

この研究にあたり種々御指導助言を賜つた長崎活水女子短期大学教授立石新吉博士に対し深謝の意を表する。

* 長崎県立長崎水産高等学校 (Nagasaki Fisheries High School, Nagasaki, Japan)

材料および方法

供試貝は大村産の2~3年母貝で、供試数は100、それらの外套膜の縁膜部または外套腔部に鉗を用いて切断して普通径約1cmの円板状の孔を作った。また穿孔部の外套膜切断面の相互の癒着を防ぐ目的でセルロイド板またはビニールひもを穿孔部に貫通した。

手術後、長崎港内の長崎市磯道町地先海岸で筏に吊下し、1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 13, 15, 17, 19, 24, 30, 40, 50 および 60 日後にそれぞれ5~6個体を任意に取り揚げて外套膜の手術部位を約1cm²に切り出し、10%ホルマリン溶液で固定後にParaffin切片(5~10 μ)として、染色はDelafield's haematoxylin-eosinの二重染色を行なつて検鏡観察した。

実験は昭和36年および37年のそれぞれ8, 9, 10月の3カ月間にわたつて行なつた。吊下期間中の海水月平均温度は36年8月28.1°C, 9月27.6°C, 10月25.2°C, 37年8月28.3°C, 9月27.9°C, 10月25.0°Cであつた。

観 察

外套膜の縁膜部と外套腔部は組織的に若干差異があるが、穿孔手術後1~7日における経過は両者ともあまり差がなかつたので、おもに縁膜部に穿孔した場合について記する。

1日後 外套膜の縁膜部の穿孔部の切断面に遊走細胞が浸出してくる (Fig. 1)。

遊走細胞はまだ相互に結合していない。内外両側表皮細胞はまだ穿孔部切断面に増殖していないが、一部に増殖し始めたものがある。孔は縮小して直径約5~8mmの楕円形になる。

2日後 縁膜部の穿孔部切断面の遊走細胞は層状をなしてくる (Fig. 2)。内外両側表皮細胞はさかんにその遊走細胞層上を増殖して包むようになる。孔は縮小して直径約3~8mmの円形をなしている。

3日後 縁膜部の穿孔部切断面は内外両側表皮細胞の増殖によつて包まれた外套膜の再生芽を形成する。その内部に遊走細胞が多く、先端方向に繊維状の偽足を出した形状に相互に結合している (Fig. 3)。

孔は縮小して直径約1~3mmの円形をなしている。

4日後 縁膜部の再生芽は伸長して (Fig. 4)、その外側表皮細胞は円柱状に丈が高くなるが、相互の結び付きがゆるい。再生芽の内部の遊走細胞は網目状に相互に結合している。穿孔部切断面や再生芽が相互に癒着しつつあるものがあり、その部位には遊走細胞が多い。孔は縮小して直径約1~2mmになり、その周辺の外套膜は少し収縮している。

5日後 縁膜部の再生芽は伸長しており、その内外両側表皮細胞は丈が高くなり相互の配列が緊密になる。再生芽の表面に少し凹凸が生じてくる (Fig. 5)。また内部の遊走細胞は減少しているが、相互に繊維状や網目状に結合している。再生芽が相互に癒着しつつあるものではその先端部の内外両側表皮細胞は遊走状にさかんに分裂増殖している (Fig. 6)。孔は縮小して直径約1mmのものが多い。その周辺に外套膜の収縮変形が見られる。

6日後 縁膜部の再生芽先端部の内部の遊走細胞はまだ多く、網目状に結合しており、結合組織の分化が少し見える。再生芽の外側表皮に腺細胞が見える。内側表皮細胞は外側表皮細胞より丈が低い。

7日後 縁膜部の再生芽の内外両側表皮細胞相互の配列が緊密になつてくる (Fig. 7)。再生芽内部では結合組織の分化が進んでくる。

この時期になると穿孔部に形成された再生芽にはほとんどすべて相互に癒着している (Fig. 8)。癒着部では外側表皮細胞は丈が高くなり、その間に腺細胞が若干見える。外側表皮面に褶曲が生じてくる。内側表皮細胞は丈が低く、内外両側表皮細胞の特徴が現われてくる。内部の遊走細胞は減少しており、結合組織の分化が進んでいる。

10日後 縁膜部に形成された再生芽の先端部に1つの陥入(溝)ができ、殻側褶と内側褶の2つの褶を形成する (Fig. 9)。ごく一部に殻側褶、中央褶および内側褶の3つの褶を形成するものがあるが極めて小形

(未発達)である。この場合中央褶は内側褶から形成されるものが多い。

2つの褶を形成するものでは、外側表皮は殻側褶を被い、内側表皮は内側褶を被っている。

3つの褶を形成するものでは、外側表皮は殻側褶と中央褶の一部を被い、内側表皮は内側褶と中央褶の大部分を被っている。

外套腔部に形成された再生芽にはまだ褶の形成が見られなかつた。

再生芽やその癒着部の周辺の外套膜の外側表皮面に褶曲凹凸が発達している。癒着部では内部の遊走細胞は減少して普通の状態に近くなり結合組織の分化が発達している。また外側表皮の陥入により小真珠袋を形成するものがあり (Fig. 10), すでに殻皮質のケン真珠を形成しているものがある。

この時期には外套膜と貝殻との間に挿入したセルロイド板は分泌物によつて貝殻面に固着される。

13~17 日後 縁膜部に形成された再生芽には3つの褶が形成されてきて次第に伸長発達してくる (Fig. 11)。

外套腔部に形成された再生芽の発達はおそく、殻側褶と内側褶の2つの褶を形成するものが多い (Fig. 12)。いずれの場合も殻皮溝の形成が見られない。

穿孔手術後 13 日ではほとんど全部のものが再生芽の相互の癒着により治癒しており、その内部では筋肉組織が分化してくる。全般的に手術部周辺に褶曲凹凸が著しい。

19 日後 外套腔部に形成された再生芽にも3つの褶が形成されており、次第に伸長してその特徴が明瞭になってくる。まだ殻側褶と中央褶との間に殻皮溝は形成されない。結合組織は良く発達しているが筋肉組織の発達は少なく貧弱である。

外套膜の癒着部は次第に厚くなり褶曲凹凸が著しくなる。

24 日後 縁膜部や外套腔部の再生芽にはすべて3つの褶が形成されており分化発達している (Fig. 13)。その形状は正常のものに似るが小形である。殻側褶と中央褶との間に外側表皮の陥入によつて殻皮溝が形成され殻皮質の分泌が行なわれている。

外套膜の癒着部は次第に厚くなる。外側表皮は褶曲変形してくる。また内側表皮面にも褶曲ができて外套膜全体が褶曲凹凸してくる (Fig. 14)。

30~50 日後 30 日後では縁膜部に形成された再生芽の3つの褶の形態は正常のものに近く発達しているが、外套腔部の再生芽は著しく小形である (Fig. 15)。

40~50 日後では再生芽はますます伸長して正常のものに似てくるが筋肉組織の発達が少ない。殻皮溝から殻皮質の分泌が認められる。

外套膜の癒着部位はますます褶曲して外側表皮細胞は乳嘴状をなしている。

60 日後 外套膜の癒着部の褶曲は次第に安定してくる (Fig. 16)。内外両側表皮細胞の丈の高さは次第に低くなつて、正常のものに似てくる。

考 察

1. 外套膜の再生について

川上⁵⁾⁶⁾が外套膜の周縁部を切除して再生実験をした水温 28°C の場合と 6~7 月の場合、著者が今回観察した縁膜部手術の場合および外套腔部手術の場合の4つについて再生過程の概要を述べると、再生芽の形成は手術後それぞれ2日、2日、3日および3日であり、各場合ともほぼ同様である。再生芽先端部に3つの褶(殻側褶、中央褶、内側褶)が形成されるのは手術後5日、14日、13~17日および19日であり、川上⁶⁾が行なつた水温 28°C の場合の5日は他の場合より極めて早く、今回の外套腔部の場合は最もおそかつた。また川上⁵⁾⁶⁾は再生芽の先端部の内外両側表皮が合した個所の両側に陥入ができて、3つの褶が形成されると報告しているが、今回の実験ではまず再生芽先端部の内外両側表皮の合した個所に1つの陥入ができて2つの褶(殻側褶、内側褶)が形成され、しかる後、内側褶が褶曲分化して中央褶を形成する。結局3つの褶になるものが多かつた。殻側褶と中央褶の間に殻皮溝が形成されて殻皮質が分泌されるのは手術後 11

日, 14 日, 24 日および 24 日で, 川上⁶⁾ の水温 28°C のときの 11 日は他の場合より著しく短期間である。再生芽の 3 つの褶が発達して正常の形態になるのは手術後 11 日, 32 日, 24 日および 24 日で, 川上⁶⁾ の水温 28°C のときの 11 日は他の場合より著しく短期間である。外套腔部に形成された再生芽は他の部位のものより小型で結合組織や筋肉組織の発達が少ない。

以上の各場合について考察すると, 水温の点では各場合とも 28°C くらいで, ほぼ同じ条件にあるが, 外套膜の手術部位が異なる。総合的に見ると外套膜はその周縁部, 縁膜部および外套腔部のいずれの部位も再生芽を形成し, さらに 3 つの褶と殻皮溝を形成して殻皮質を分泌する性質があるが, 外套膜の再生芽の再生力やその後の発達速度は周縁部が最も大きく, 次いで縁膜部, 外套腔部の順に小さくなることが考察される。

2. 外套膜の癒着について

外套膜の縁膜部や外套腔部に直径約 1 cm の穿孔手術後, 4~5 日後には再生芽は相互に伸長してきて癒着し始め, 5~7 日後にはほとんどのものが癒着を完了する。癒着部には結合組織の分化したところがあり, 10 日後に外側表皮の陥入により小真珠袋の形成したものがあ, すでに若干の殻皮質の分泌物が見られる。

磯和³⁾⁴⁾ は外套膜の天然真珠形成の原因として, 外套膜になんらかの刺激要因が与えられた場合に真珠母分泌組織が異常に増殖して真珠形成の原因になることを報告しており, 今回の実験でも外套膜に人為的傷害を与えた場合の真珠袋形成を確かめることができた。

13 日以後は癒着部は次第に厚くなるとともに結合組織や筋肉組織が分化してくる。また褶曲凹凸が現われてくる。このことについて磯和⁴⁾ は外套膜に傷害を与えると組織が異常に増殖して, 外側表皮は乳嘴状の褶曲を生じて, ときには真珠袋が形成されてくることを報告しているが, この実験も同様であつた。60 日後に癒着部の外套膜の褶曲凹凸は次第に安定して普通の状態に近づいてゆく。

摘 要

1961 年および 1962 年のそれぞれ 8, 9, 10 月の 3 カ月間にわたつて, 長崎市磯道町地先海岸において, アコヤガイ (2~3 年生母貝) の外套膜の縁膜部および外套腔部に穿孔手術して, その後の切断面における再生芽の形成と癒着の過程について組織学的に観察し, 次のような結果を得た。

1. アコヤガイの外套膜の縁膜部と外套腔部に穿孔 (直径約 1 cm) 手術して, 2~3 日後にその切断面に再生芽を形成する。

縁膜部および外套腔部に形成された再生芽では, 穿孔手術後それぞれ約 10 日および 13~17 日でその先端部に 2 つの褶 (殻側褶, 内側褶) を形成するものが多く, また手術後それぞれ 13~17 日および 19 日で 3 つの褶 (殻側褶, 中央褶および内側褶) を形成するものが多かつた。

穿孔手術して約 24 日後には, これらの 3 つの褶の全体の形態は正常のものにくらべてまだ小形である。また外側表皮の陥入によつて殻皮溝が形成されて, それからの殻皮質の分泌が見られる。

上記の実験からアコヤガイの外套膜のどの部位からも再生芽を形成し, その先端部に 3 つの褶と殻皮溝を形成する性質があることがわかつた。

2. アコヤガイの外套膜に穿孔 (直径約 1 cm) して, 5~7 日後にほとんど全部の再生芽は相互に癒着する。これらの外套膜の癒着部位に外側表皮の陥入によつて小真珠袋 (ケン真珠) が形成されやすい。

文 献

- 1) 小島吉雄: 生物, 4 (5, 6) (1949).
- 2) 中原 皓・町井 昭: 真研報, 3, 212~215 (1957).
- 3) 磯和楠吉: ———, 2, 158~166 (1957).
- 4) ———: ———, 3, 235~244 (1958).
- 5) 川上逸枝: 真珠の研究, 2 (3), 1~4 (1952).
- 6) KAWAKAMI, I. K.: *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol)* 1 (2), 83~88 (1952).

Abbreviation

m. mantle	mf. middle fold	rm. regenerating mantle
if. inner fold	oe. outer epidermis of mantle	p. pearl-sac
ie. inner epidermis of mantle	w. wandering cells	sf. shell fold

Explanation of Figures

Histological features of the reparative process on the pallial zone (Figs. 1~11 and 14~16) and the central area (Figs. 12 and 13) of the mantle of the pearl oyster.

- Fig. 1. A cut surface. (1 day after operation)
- Fig. 2. Outer epidermis spreading on the layer of wandering cells. (2 days after operation)
- Fig. 3. Epithelial covering developed on the cut surface. (3 days after operation)
- Fig. 4. Development of regenerating mantle. (4 days after operation)
- Fig. 5. A tip of regenerating mantle. (5 days after operation)
- Fig. 6. Tips of regenerating mantle adhering to each other. (5 days after operation)
- Fig. 7. Developed regenerating mantle tip. (7 days after operation)
- Fig. 8. Union of the regenerating mantle tips. (7 days after operation)
- Fig. 9. Two folds formed (developed) on the regenerating mantle tips. (10 days after operation)
- Fig. 10. A small pearl-sac formed at the area of union of regenerating mantles. (10 days after operation)
- Fig. 11. Three folds developed on the tip of regenerating mantle. (13 days after operation)
- Fig. 12. Two folds developed on the tip of regenerating mantle. (15 days after operation)
- Fig. 13. Three folds and a periostracal groove formed on the tip of regenerating mantle. (24 days after operation)
- Fig. 14. An advanced stage of union of regenerating mantle. (24 days after operation)
- Fig. 15. More advanced stage of union of regenerating mantles. (30 days after operation)
- Fig. 16. Almost completely regenerated mantle in the area of union. (60 days after operation)

Figures 1~8.

Figures 9~16.