

Fig. 7. Gill lamellae of a fingerling 8 weeks after feeding. The epithelium consists of two layers of epithelial cells (relatively electron dense and less dense). There are seen cell debris and flocculent material in the intercellular spaces the formation of which may have been directly caused by a partial collapse or degeneration of the cytoplasm.  $\times 2300$ .

Fig. 8. Gill lamellae of a fingerling 8 weeks after feeding. In the epithelium flattened chloride cells are situated with a close apposition to the basement membrane. The relatively electron dense chloride cells are in a well-developed state of smooth endoplasmic reticulum, but the relatively less dense ones not so, showing the presence of lysosomes and partial degeneration of the cytoplasm (arrows).  $\times 2300$ .

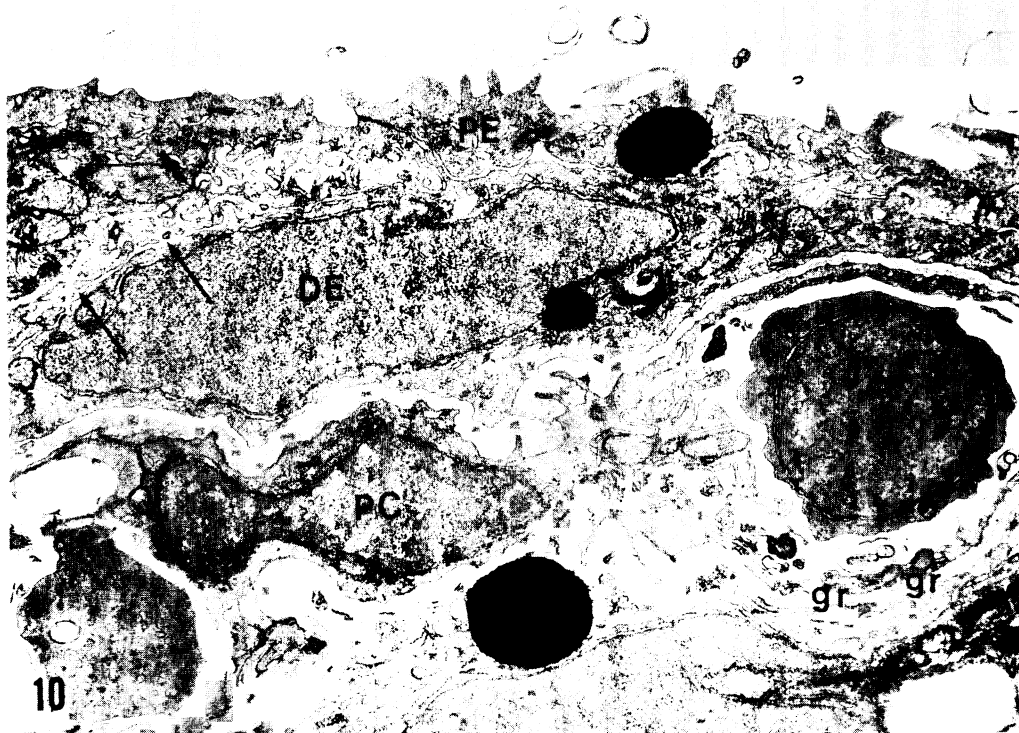
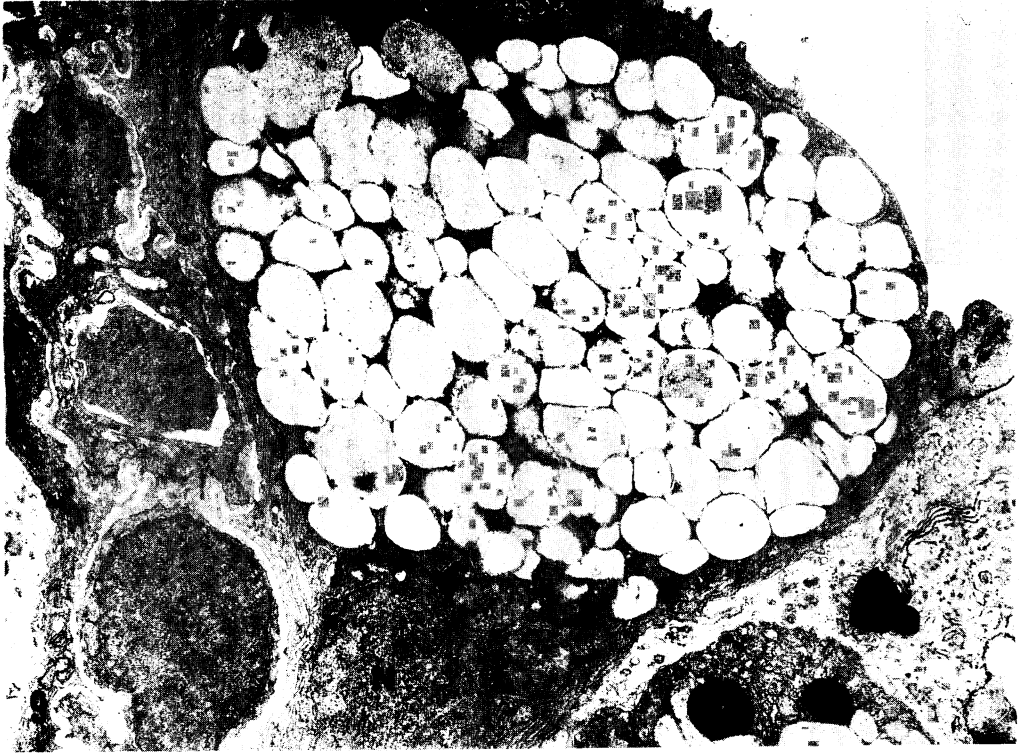


Fig. 9. A mucous cell. The free surface is roundish and smooth. The mucous cell is located on the outside of a epithelial cell. N: mucous cell nucleus.  $\times 8100$ .

Fig. 10. A lamellar epithelium of a fingerling 8 weeks after feeding. Note continuities of plasma membrane in a chloride cell with the membranes of a network of smooth endoplasmic reticulum (arrows). DE: distal epithelial cell. PE: proximal epithelial cell. PC: pillar cell. gr: granules contained in a endothelial cell.  $\times 10000$ .

膜細胞に接する部位では軟骨性支柱の長軸と平行して多数の微細線維が比較的密に走行している (Fig. 3).

結合組織性軟骨膜細胞は電子密度が相対的に高く、切片上では紡錘形で、細長く伸びた細胞質内には少数の粗面小胞体、ミトコンドリア、ほとんど層板のみよりなるゴルジ装置、遊離リボソームが存在する (Fig. 3). この外側部に位置する結合組織の中には細い栄養血管、リンパ管、線維芽細胞、比較的粗大な顆粒を有する肥満細胞様の細胞、膠原線維、時折りみられる有髄神経がある (Fig. 4). また、部位によっては結合組織性軟骨細胞の外側にほとんど結合組織がなく、電顕レベルでの基底膜を隔てて、直接鰓弁上皮が接することもある。

鰓弁上皮は2~3層でやや扁平な上皮細胞、塩類細胞および粘液細胞よりなるが、これらの細胞は junctional complex (tight junction, intermediate junction およびデスモソーム desmosome) によって結合されている。この鰓弁上皮は二次鰓弁上皮と特別な境界を持たずに連続するために、両上皮は形態学的には同じ種類の細胞によって構成されていることになる (Fig. 5). これらの細胞の間には、しばしば少数の遊走細胞 (顆粒性白血球、マクロファージ、リンパ球) がみられる (Fig. 6). 鰓弁上皮の上皮細胞が1層に配列していることも少なくないが、2層になっている部位でも近位に位置する細胞は基底膜に接するが、遠位に位置するものは基底膜は勿論のこと、外界にも接することなく、塩類細胞や粘液細胞によって被われていることがある (Fig. 6). 上皮細胞の電子密度は結合組織性軟骨膜細胞や線維芽細胞と同程度で、細胞質内には比較的発達したゴルジ装置、リボソームの付着の少ない粗面小胞体、少数のミトコンドリア、多くの遊離リボソーム、時折りみられる電子密度の高い顆粒 (恐らくライソソーム) が存在する。1個の上皮細胞の核が占める割合はその細胞質の占める割合よりも一般に大である (Figs. 5~7). また、近位に位置する上皮細胞は遠位に位置するものよりもより扁平である傾向がある。

二次鰓弁上皮は上皮細胞、塩類細胞および時折りみられる粘液細胞よりなるが、餌付後3週間と8週間の稚魚では多少異なる点もある。餌付後3週間の稚魚では二次鰓弁先端部を除く二次鰓弁上皮の大部分は、細胞質基質が明調で、しかも外側に突き出た塩類細胞が直接基底膜に接して、近位と遠位の上皮細胞がない部分があったり、あるいは近位細胞があってもその外側に位置する細胞が塩類細胞だったり、さらに部位によっては上皮細胞が1層で基底膜に接していたりする (Fig. 5). また同じ個体の二次鰓弁でも時折り近位細胞と遠位細胞の2層で

構成され、形態学的にはほぼ完成しているところもある (Fig. 6). さらに、二次鰓弁の先端部とその周辺部以外の部位で、遠位細胞に相当する細胞があっても、塩類細胞と塩類細胞との間に位置したり、あるいは丸味を呈した塩類細胞を内側面から包むように位置することもある。一般に、この時期の二次鰓弁の上皮細胞は扁平で、鰓弁の上皮細胞とは細胞小器官の発達程度なども含めて形態学的な同一性や連続性があり、両者は同じ種類に属する細胞であることが示唆される。また、ゴルジ装置が比較的発達して、多数のゴルジ空胞を有することがしばしばある。餌付後8週間の稚魚では近位細胞と遠位細胞とがより扁平になって2層に配列する部位が餌付後3週間の稚魚よりはるかに増大するが (Fig. 7), 扁平な塩類細胞と扁平な上皮細胞の2層、あるいは部分的には扁平な塩類細胞のみで、二次鰓弁上皮の大部分が構成されていることも少なくない (Fig. 8). この時期の二次鰓弁上皮細胞や塩類細胞の細胞質の一部あるいは比較的広い部分で細胞質の液胞化 (1種の autolysome の形成) がみられ、しかもこれが崩壊して細胞間が拡大して雲絮状物質を含んだり、あるいはこの拡大部に変性または壊死した細胞質の一部がみられることもある (Figs. 7, 8). この時期は二次鰓弁上皮の機能的な形態形成が盛んに行われているものと思われる。餌付後3週間の稚魚で二次鰓弁が形態学的にはほぼ完成しているところでは上述のような液胞化や細胞間腔の拡大はみられない (Fig. 6). 餌付後8週間の稚魚の二次鰓弁上皮細胞には細胞質の明調なものも少なくないが、近位細胞と遠位細胞との細胞小器官の発達程度はほぼ同様である。一般に、遠位細胞が外界に面する細胞表面には超薄切片上では細胞質の突起が多数みられ、しかも雲絮状の物質 (恐らく粘液物質) によって被われている。その近位細胞側ではしばしば分岐し、迂曲した長い細胞質突起があり、これらと近位細胞の細胞質突起が細胞間嵌合を形成していることもある。

粘液細胞は鰓弓に最も多く、ついで鰓弁にみられるが、二次鰓弁には最も少ない。その細胞数には個体差もあるが、使用した稚魚の二次鰓弁では、餌付後3週間のものに相対的に多かった。粘液細胞が外界に接する面にはほとんど細胞質突起はなく、平滑である。その内側面は上皮細胞に接することが多く、直接基底膜に接することは極めて稀れである。この基底膜に接する場合でもその表面の1部で接しているに過ぎない。細胞質の大部分は円形あるいは卵形の均質無構造で電子密度の低い顆粒によって満たされている (Fig. 9). このような粘液細胞では核周囲部に比較的発達したゴルジ装置や粗面小胞



Fig. 11. A scanning electron micrograph of gill lamellae and a lateral side of a gill filament. The free surface of epithelial cells is characterized by microridges, that of chloride cells (CC) by short cytoplasmic processes with dotted appearance, and that of granule-discharging mucous cells (MC) by a mass of spherical material. An arrow shows a mucous cell with no signs of granule-discharge.  $\times 100$ .

体、そして少数のミトコンドリアが存在する。核は細胞の基底部に近いところに扁平な形を呈して偏在する。細胞全体の形は杯状を呈することもあるが、多くの場合、円形あるいは楕円形である。

塩類細胞は鰓弁と二次鰓弁のいずれにも多数観察され、その形は餌付後3週間の稚魚では丸味を呈するものが多く (Figs. 5, 6)、餌付後8週間の稚魚では比較的扁平なものが多い (Fig. 8)。外界に面する側には線維性物質に富んだ外形質を有し、しかも上皮細胞の細胞質突起よりも太い多数の細胞質突起がある。この外表面は雲絮状物質によって被われている。外形質の明瞭な塩類細胞ではその直下に網目状に発達した滑面小胞体が顕著で、しかも細胞質基質が暗調で、隣接する細胞の辺縁部では滑面小胞体膜がしばしば形質膜に連続している (Fig. 10)。このような辺縁部では外形質は不明瞭である。滑面小胞体の間に多数のミトコンドリアが介在する。この

ような塩類細胞では粗面小胞体の発達程度は滑面小胞体のそれと比較して極めて悪い。またゴルジ装置の発達程度もそれ程顕著ではない。核は細胞の基底部近くに位置し円形または楕円形である。また、非常にしばしばみられる細胞質の明瞭な塩類細胞では滑面小胞体の発達程度は極めて悪く、外形質も不明瞭であることが多い。さらに、本観察に用いた稚魚の鰓弁や二次鰓弁では細胞質の変性および上皮より脱落するのを示唆する塩類細胞がしばしば観察される。このような塩類細胞では細胞質の中にミエリン像、オートリゾームおよび雲絮状物質を含む液胞 (または空胞) の出現、ライソソームの増加、滑面小胞体の極端な減少、小胞状の粗面小胞体の顕著な出現、ミトコンドリアの減少など、これらの形態学的な構造の変化が種々の程度に組み合わせられている。また、このような塩類細胞では外界に面する細胞表面にはほとんど細胞質突起のないものもある。一般に二次鰓弁で塩類

細胞の脱落を示唆する部位の上皮では近位細胞と遠位細胞の2層になっている。

柱細胞は二次鰓弁の中軸を構成し、二次鰓弁の先端部では二次鰓弁毛細血管の内皮細胞と、他端では他の柱細胞と緊密結合やデスモゾームで結合されている。また柱細胞は切片上では核を中心としてその両側に各々2本の細長い細胞質突起を両腕を拡げたように突き出し、それらが隣接する血管内皮細胞や柱細胞の細胞質突起と合して血管腔を形成している (Figs. 5~8)。これらの細胞質突起は実際には扁平な細胞質板となっているものと思われる。柱細胞の細胞質には少量のミトコンドリア、粗面小胞体、遊離リボソーム、グリコーゲン顆粒が存在する。また、その外形質に相当する部位は線維性物質に富む。二次鰓弁毛細血管の内皮細胞に分泌顆粒に似た顆粒が含まれることがある (Fig. 10)。

**査型電子顕微鏡による観察** 鰓弁や二次鰓弁の上皮細胞の表面構造の特徴は迷路を思わせる迂曲および分岐・吻合した細胞質の微小隆起 (microridge) に富んでいることである (Fig. 11)。この微小隆起の幅は平均約275 m $\mu$  である。時折り、これらの微小隆起と微小隆起の間にクモの巣を張ったような微細線維状の構造がみられることがあるが、これは粘液物質が完全には除去されていないことによると思われる。粘液物質を除去しないとこれらの隆起構造は全くみられないか、あるいは不十分にしか観察することは出来ない。

塩類細胞の細胞表面構造としては上皮細胞にみられたような複雑な細胞質隆起はほとんどなく、太さが平均約460 m $\mu$  の短い細胞質突起が細胞表面全域にみられる。これらの突起が2~3個部分的に癒合していることもある (Fig. 11)。

鰓弁はやや扁平で細長い板状であるが、その両外側縁や先端部に粘液細胞が多くみられるが、しばしば二次鰓弁の上皮細胞や塩類細胞の間にも介在する (Fig. 11)。さらに二次鰓弁と二次鰓弁との間の鰓弁上皮にも少数みられるが、この場合には二次鰓弁上皮と鰓弁上皮の移行部に存在することが多い。粘液細胞の表面には迷路状の微小隆起は全くなく、丸味を呈し、平滑であるか、または少数の分泌顆粒の放出の過程を示唆する小さな円形の凹凸が点在する。また、1度に多量の分泌物を放出している状態の粘液細胞もしばしばみられるが、この場合には分泌物は大小不同の球状の物質塊として粘液細胞の表面やその周囲の細胞表面にみられる (Fig. 11)。

## 考 察

透過型電子顕微鏡による観察 Morgan and Tovell

(1973) の用いたニジマス (体長 4~28 cm) では鰓弁上皮は数層で、塩類細胞、粘液細胞および上皮細胞よりなり、しかも、粘液細胞が鰓弁の外側部に多くあることなど、これらの点では本材料の稚魚の観察結果とほぼ同様である。しかし彼らは鰓弁上皮について詳細には言及していない。本材料の稚魚では鰓弁上皮は1~2層あるいは2~3層の細胞層よりなり、しかも二次鰓弁間の鰓弁上皮ではその部位によって構成する細胞型に種々の数的な差がある。これらの細胞間にしばしば介在する遊走細胞は好中球が最も多く、ついでマクロファージ、稀れにリンパ球がみられる。ニジマス稚魚の鰓弁上皮細胞は細胞小器官やその他の形態学的特徴から判断すると、二次鰓弁上皮細胞のそれらと形態学的な同一性や連続性があり、発生学的にも同じ種類に属する細胞と思われる。しかし、鰓弁上皮細胞も“ガス交換出来る機能を有している”のかどうか、また、その“機能を発揮しつつある”のかどうかは不明である。しかし仮に“機能あり”としても鰓弁上皮の構造上の問題で“機能発揮できない”こともあり得るだろうと思われる。ウナギでは鰓弁上皮のガス交換への関与はかなり少ないといい、むしろ否定的な見方がある (Youson and Freeman, 1976)。ニジマス稚魚の鰓弁上皮細胞はあまり扁平でないし、しかも有核部ではガス交換は出来ないであろうから、生理学上でも認められているように、恐らく鰓弁上皮は呼吸の場ではないと形態学上からも我々は判断したい。

ニジマスの成魚やその他多くの魚類の二次鰓弁上皮は扁平な二重の上皮細胞よりなることが知られている (Hughes and Grimstone, 1965; Hughes and Morgan, 1973; Morgan and Tovell, 1973; Morgan, 1974)。しかし、本観察に用いたニジマス稚魚の二次鰓弁上皮細胞は、二次鰓弁の先端部を除くと、必ずしも近位細胞と遠位細胞の2層ではなく、近位細胞と塩類細胞の2層とか、1層で塩類細胞あるいは近位細胞が直接基底膜に接しているといったような部位が多い。このような形態は、特に餌付後3週間の稚魚に多かった。このことは呼吸機能を営んでいる表面積は稚魚では極めて少ないことを示唆し、稚魚の成長に伴って二次鰓弁は次第に発達して呼吸機能の場が拡大されてゆくものと考えられる。塩類細胞が変性し、それが上皮より脱落することを示唆する状態では、その内側に上皮細胞が伸長して直接基底膜に接するようになるので、塩類細胞よりなる1層の上皮の場合でも塩類細胞の脱落によって基底膜が直接外界に接することはないと考えられる。上述のように、稚魚の二次鰓弁上皮の形態は餌付後の期間の長短によって超微形態学的に識別できる程度に異なる。しかも、我々の未発表

のデータでは、餌を正常に与えなかった餌付後3～4カ月の稚魚で、その体重や体長は正常に餌を与えた8週間のものとほとんど差がなかったのに、鰓弁と二次鰓弁の超微形態は正常に餌を与えた8カ月あるいは1年魚とほとんど同じであった。このようなことから、稚魚の体重や体長ばかりでなく、餌付後の期間の長短も含めて鰓弁や二次鰓弁の上皮を超微形態学的に理解しておく必要がある。このような形態学的所見の認識の上に立ってこそ細菌性鰓病にみられる棍棒状の鰓弁を形態学的に理解することが容易になるものと考えらる。

Morgan and Tovell (1973) によると、彼等が用いた体長4～28 cm のニジマスでは鰓弁や二次鰓弁の上皮細胞や塩類細胞間に“lymphoid space”があり、これはイオン交換に役立っているかも知れないという。しかし、この構造について我々は疑問を抱かざるを得ない。何故なら、餌付後3週間の稚魚でも二次鰓弁が形態学的にはほぼ完成している部位では“lymphoid space”に相当すると思われる構造はない。餌付後8週間の稚魚でも二次鰓弁上皮が形態学的に完成し、上皮細胞や塩類細胞に壊死や変性がみられない部位では“lymphoid space”はないが、一般にこの時期には二次鰓弁上皮細胞と塩類細胞に細胞質の部分的な壊死や変性あるいは液胞化、およびそれらの細胞自身あるいは細胞質の1部の脱落や崩壊が目立つので、このような部位では“lymphoid space”に相当すると思われる構造がある。しかし、この場合にはこの腔内に壊死や変性した細胞質の一部がみられることが多い。これらのことから、恐らく“lymphoid space”は本来、機能的な役割を果たすために備わった構造ではなく、上皮細胞や塩類細胞の細胞質が部分的壊死や変性によって崩壊し、その結果できた細胞間腔であり、それに恐らく固定などの操作も効果的に加担して形成されたものと考えらる。

粘液細胞や柱細胞の位置や形態については、本観察における稚魚も、Morgan and Tovell (1973) の観察結果とほとんど同様であり、稚魚と成魚とで、それらの細胞に形態学的な差はないものと考えらる。しかし、体重約100 g のニジマスの例では粘液細胞が二次鰓弁上皮や二次鰓弁間の鰓弁上皮にはないという報告がある (Olson and Fromm, 1973) ので、個体によっては粘液細胞の分布が稚魚の場合と幾分異なる成魚もあるものと考えらる。

塩類細胞の存在は円口類 (Nakao, 1974; Youson and Freeman, 1976)、板鰓類 (Wright, 1973) および硬骨魚類 (Kessel and Beams, 1962; Philpott and Copeland, 1963; Munshi, 1964; Threadgold and Houston, 1964; Newstead, 1967, 1971; Shirai and Utida, 1970;

Morgan and Tovell, 1973; Kikuchi, 1977) などの鰓弁上皮で知られ、しかも形態学的にいくつかの細胞型があること (Threadgold and Houston, 1964) や塩類細胞の分化の程度の違いがあること、および形態の異なる塩類細胞間での移行型があることなども知られている (Shirai and Utida, 1970)。確かに、細胞小器官の形態学的表現は細胞の機能状態と関連して変化するので、本観察例においても例外ではないように思われる。即ち、餌付後3週間の稚魚には丸味を呈し、しかも外側に突出した塩類細胞が多く、このような塩類細胞では多数のミトコンドリアを含むが、細胞基質が明調で、滑面小胞体よりむしろ粗面小胞体が比較的良好に発達し、ポリゾーム (polysome) も比較的多い状態のものが目立つ。しかし、餌付後8週間の稚魚では細胞質基質が暗調で、滑面小胞体が網目状によく発達した塩類細胞が多い。このような塩類細胞では外側に突出することはほとんどない。特に、この時期の二次鰓弁では突出した状態の塩類細胞には外界に面する細胞表面に細胞質突起が少なく、細胞質に変性した部分が顕著で、上皮より部分的に剝離していることもしばしばで、恐らく脱落してゆくことを示唆している。餌付後3週間の稚魚でよく見られた細胞質基質の明調な塩類細胞は、滑面小胞体の発達が極めて乏しいので、恐らく、塩類細胞としての本来の機能を十分果していないと思われる。しかし、稚魚の成長と共にそのような塩類細胞も分化し、細胞小器官特に滑面小胞体の発達を伴って、本来の機能を十分発揮できるようになるものと思われる。ところが、二次鰓弁では近位と遠位の二重の細胞層よりなる呼吸上皮に発達するにつれて、塩類細胞は次第に脱落してゆくものと思われる。ニジマス成魚では二次鰓弁上皮内に塩類細胞がほとんどないことから上述のことは推量される。また、細胞質基質が暗調で滑面小胞体のよく発達した塩類細胞でも autolysome やライソソームが餌付後8週間の稚魚で目立つようになるので、二次鰓弁上皮ばかりでなく、鰓弁上皮でも上皮より脱落する塩類細胞が増加し、その細胞数は相対的には減少するものと思われる。

上述のような形態学的な所見の認識の上に立ってこそ、細菌性鰓病にみられる鰓弁を病理組織学および病理細胞学的に理解することが、より容易になるものと考えらる。

走査型電子顕微鏡による観察 鰓弁と二次鰓弁の表面構造はニジマス成魚で観察されているが (Olson and Fromm, 1973)、主として50%グルタルアルデヒドで固定しているので、上皮細胞、塩類細胞および粘液細胞が収縮しているように思われる。臨界点乾燥の過程に入

る段階で、円滑に作業が進まなかった時に限り、自然乾燥のような状態になり、各々の細胞境界が明瞭になることがある。このような時でも各々の細胞型が有している本来の表面構造は円滑な作業のもとで作製された標本と比較しても識別できるほどの本質的な微細構造上の差はない。また、我々が行った超音波による洗浄の程度では、超音波洗浄しない標本と比較してみても両者間には全く構造上の差はみられなかった。

本観察におけるニジマス稚魚の鰓弁および二次鰓弁の上皮細胞、塩類細胞および粘液細胞の細胞境界は不明瞭であったので、自然乾燥のような状態における標本や超薄切片の細胞質突起の太さや細胞表面の平滑さなどを参照して各々の細胞型を同定した。この観察結果は各細胞型の微細な表面構造には多少の差はあるが、Olson and Fromm (1973) の結果と本質的な差はない。鰓弁および二次鰓弁における各々の上皮細胞にみられる細胞表面の微小隆起は両者を識別するのに役立つとはいえず、同じ鰓弁または二次鰓弁の上皮細胞であっても、微小隆起の発達程度はそれぞれの細胞によって一様ではない。この微小隆起は細胞の機能状態によって、その分岐や吻合の程度は異なるものと推量されるが、それ以外にこの微小隆起という細胞表面構造は扁平上皮の最外層の表面に位置する上皮細胞の特徴であると思われる。ニジマス以外の魚類の表皮細胞での観察 (山田, 1966; Yamada, 1968; Barber and Boyde, 1968; Hawkes, 1974; Merrilees, 1974; Reutte et al., 1974) やヒト子宮頸部の上皮細胞の観察 (栗原・野沢, 1971; Ferenczy and Richart, 1973; Williams et al., 1973) でも、上皮細胞の表面構造として指紋様構造あるいは微小隆起の構造が知られている。しかも、子宮頸部の扁平上皮細胞では外表面と裏面ではその微小隆起の構造状態が異なっており、恐らく、その微小隆起という構造は細胞の機能状態や周囲の状態にも影響されて変化するものと思われる。

ニジマスの細菌性鰓病が、上記のような表面構造にどんな影響を及ぼすかを現在研究中である。

#### 引用文献

- Barber, V. and A. Boyde. 1968. Scanning electron microscopic studies of cilia. *Z. Zellforsch.*, 84: 260~284, figs. 1~19.
- Ferenczy, A. and R. M. Richart. 1973. Scanning electron microscopy of the cervical transformation zone. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 115: 151~157, figs. 1~8.
- Hawkes, J. W. 1974. The structure of fish skin. I. General organization. *Cell Tiss. Res.*, 149: 147~158, figs. 1~9.
- Hughes, G. M. and A. V. Grimstone. 1965. The fine structure of the secondary lamellae of the gill of *Gadus pollachius*. *Quart. J. Micr. Sci.*, 106: 343~353, figs. 1~15.
- Hughes, G. M. and M. Morgan. 1973. The structure of fish gills in relation to their respiratory function. *Biol. Rev.*, 48: 419~475, text-figs. 1~14, pls. 1~2.
- Kessel, R. C. and H. W. Beams. 1962. Electron microscope studies on the gill filaments of *Fundulus heteroclitus* from sea water and fresh water with special reference to the ultrastructural organization of the "chloride cell". *J. Ultrastruct. Res.*, 6: 77~87, figs. 1~8.
- Kikuchi, S. 1977. Mitochondria-rich (chloride) cells in the gill epithelia from four species of stenohaline fresh water teleosts. *Cell Tiss. Res.*, 180: 87~98, figs. 1~12.
- 栗原操寿・野沢志朗. 1971. 子宮頸がん. 細胞, 3(13), 37~41, figs. 1~11.
- Merrilees, M. J. 1974. Epidermal fine structure of the teleost *Esox americanus* (Esocidae, Salmoniformes). *J. Ultrastruct. Res.*, 47: 272~283, figs. 1~13.
- Morgan, M. 1974. Development of secondary lamellae of the gills of the trout, *Salmo gairdneri* (Richardson). *Cell Tiss. Res.*, 151: 509~523, figs. 1~20.
- Morgan, M. and P. W. A. Tovell. 1973. The structure of the gill of the trout, *Salmo gairdneri* (Richardson). *Z. Zellforsch.*, 142~162, figs. 1~14.
- Munshi, J. S. D. 1964. "Chloride cell" in the gills of fresh-water teleosts. *Quart. J. Micr. Sci.*, 105: 79~89, figs. 1~2.
- Nakao, T. 1974. Fine structure of the agranular cytoplasmic tubules in the lamprey chloride cells. *Anat. Rec.*, 178: 49~62, pls. 1~4.
- Newstead, J. D. 1967. Fine structure of the respiratory lamellae of teleostean gills. *Z. Zellforsch.*, 79: 396~428, figs. 1~33.
- Newstead, J. D. 1971. Observation on the relationship between "chloride-type" and "pseudo-branch-type" cells in the gills of a fish *Oligocottus maculosus*. *Z. Zellforsch.*, 116: 1~6, figs. 1~5.
- Olson, K. R. and P. O. Fromm. 1973. A scanning electron microscopic study of secondary lamellae and chloride cells of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Z. Zellforsch.*, 143: 439~449, figs. 1~12.
- Philpott, C. W. and D. E. Copeland. 1963. Fine structure of chloride cells from three species of *Fundulus*. *J. Cell Biol.*, 18: 389~404, figs. 1~8.
- Reutter, K., Breipohl, W. and G. J. Bijvank. 1974. Taste bud types in fishes II. Scanning

- electron microscopical investigations on *Xiphophorus helleri* Heckel (Poeciliidae, Cyprinodontiformes, Teleostei). *Cell Tiss. Res.*, 153: 151~165, figs. 1~11.
- Shirai, N. and S. Utida. 1970. Development and degeneration of the chloride cell during seawater and freshwater adaptation of the Japanese eel *Anguilla japonica*. *Z. Zellforsch.*, 103: 247~264, figs. 1~18.
- Threadgold, L. T. and A. H. Houston. 1964. An electron microscope study of the "chloride cell" of *Salmo salar* L. *Exp. Cell Res.*, 34: 1~23, figs. 1~18.
- Williams, A. E., J. A. Jordan, J. M. Allen, and J. F. Murphy. 1973. The surface ultrastructure of normal and metaplastic cervical epithelia and of carcinoma in situ. *Cancer Res.*, 33: 504~513, figs. 1~28.
- Wright, D. E. 1973. The structure of the gills of the elasmobranch, *Scyliorhinus canicula* (L.). *Z. Zellforsch.*, 144: 489~509, figs. 1~29.
- 山田寿郎. 1966. 硬骨魚数種の表皮扁平上皮細胞に見られる指紋様構造. *動物学雑誌*, 75: 140~144, figs. 1~9.
- Yamada, J. 1968. A study on the structure of surface cell layers in the epidermis of some teleosts. *Annot. Zool. Japon.*, 41: 1~8, figs. 1~9.
- Youson, J. H. and P. A. Freeman. 1976. Morphology of the gills of larval and parasitic adult sea lamprey, *Petromyzon marinus* L. *J. Morph.*, 149: 73~104, pls. 1~10.
- (木村：371 前橋市敷島町13 群馬県水産試験場；工藤：371 前橋市昭和町 3-29-22 群馬大学医学部解剖学教室)