

양식넙치, *Paralichthys olivaceus* 치어의 스쿠티카충 감염경로

진창남* · 이창훈** · 오상필* · 나오수 · 허문수†

*제주지방해양수산청, **국립수산과학원 자원조성연구소,
제주대학교 해양생산과학부†

Infection Route of Scuticociliates in the Juvenile of the Cultured Flounder, *Paralichthys olivaceus*

Chang-Nam Jin*, Chang-Hoon Lee**, Sang-Pil Oh*, Oh-Soo Na and Moon-Soo Heo†

*Jeju Regional Maritime Affairs and Fisheries Office, Jeju 690-704

**Resource enhancement institute NFRDI, Jeju 690-192

Faculty of Applied Marine Science, Cheju National University, Jeju 690-756

The infection characteristics with scuticociliates at on-land rearing farms and hatcheries of flounder, *Paralichthys olivaceus* was investigated during the year of 2001 by juvenile infection routes.

When culture tanks for living food organisms such as chlorella, rotifer, and *Artemia* were searched, scuticociliates were detected both in live and dead rotifer, and at the dregs of culture tank bottoms at almost hatcheries. When rotifer infected with scuticociliates fed on fish larvae, lots of scuticociliate were inhabited at the bottom of fry rearing tanks. After feeding on scuticociliates-infected rotifer on fish larvae, first infection was detected at 10 days after bottom dwelling or 40 days old after hatching.

By histopathological examination we confirmed the infection route of eyeball or brain contamination was that the ciliate worms digged through mouth and front part of the dorsal fin cuticle, transferred into eyeball along the epithelium and muscle tissue, and reached finally into brain by the muscle and nerve tissue. The infection of internal organs was clarified into two routes. The first route was started from the infection at ventral and anal fin rays by the worms, and reached at the anus and rectum through the epithelium and muscle tissue. The second route was initiated from the infection at urinary organ and reached into the rectum epithelium cells, inner wall of intestine, abdominal cavity, pancreas, kidney, and pancreas.

At seed production farms where fish larvae fed on scuticociliate-free rotifer, the worms were not detected not only at the food organisms culture tanks and juvenile rearing tanks but also larval flounder less than 7 cm in total length.

Key words : Scuticociliate, Infection route

해산어류에 기생하여 피해를 입히는 스쿠티카
섬모충은 현재까지 수십여종이 알려져 있는데
놀래기에 감염되는 *Uronema marinum* (Cheung *et al.*, 1980), 농어에 기생하는 *Philasterides dicentrarchi* (Dragesco *et al.*, 1995), 유럽산 터복에 기
생하는 막구충 *Hymenostomata* (Dykova and

Figueras, 1994), 호주에서 양식하는 Bluefin tuna
에 기생하는 *Uronema nigricans* (Munday *et al.*,
1997), 한국과 일본의 양식 넙치에 감염되는 스
쿠티카충 (乙竹와 松里, 1986 ; Mizuno, 1993 ; 이
등, 2001 ; Jee *et al.*, 2001) 등이 보고되고 있다.

우리나라에서는 1980년대 말부터 양식넙치

†Corresponding Author : Moon-Soo Heo, Tel. 064-754-3473,
Fax. 064-754-3470, E-mail. msheo@cheju.cheju.ac.kr

에 스쿠티카충이 감염되기 시작하여 최근에는 전국의 육상 넙치양식장에 만연되어 있으며 피해도 증가하고 있다. 넙치 치어에 스쿠티카충이 감염될 경우 체표, 아가미 새엽내, 안구, 뇌, 위장, 간장, 신장, 췌장, 비장, 장관, 방광 및 생식소 등에 침입한다 (Mizuno, 1993; 이 등, 2001). 특히 뇌 속이나 아가미 새엽내에 침투할 경우 사실상 치료가 어렵기 때문에 넙치양식장에서 가장 어려움을 겪는 질병 중의 하나이다. 따라서 스쿠티카충은 감염 후 치료보다는 사전에 예방하는 것이 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다. 현재까지 양식넙치의 스쿠티카충에 대해 많은 연구가 이루어지고 있으나 감염경로에 대해서는 정확히 밝혀지지 않은 실정이다. 이 연구는 양식넙치에 많은 피해를 입히는 스쿠티카충의 치어기 감염경로를 규명하여 감염에 의한 피해를 사전 예방할 수 있는 자료를 제공코자 수행하였다.

재료 및 방법

스쿠티카충모충의 형태학적 관찰

스쿠티카충의 관찰은 넙치종묘배양장과 양식장에서 양식중인 넙치 가운데 스쿠티카충에 감염된 것으로 추정되는 개체의 피부, 아가미, 뇌 등 주요 감염부위에서 조직을 절취하여 관찰하였다. 종묘배양장의 먹이생물과 사육수조에 감염된 충은 먹이생물과 사육수조 저면의 침전물을 취하여 관찰하였다. 충체의 관찰은 광학현미경 (OLYMPUS BX 50)으로 충의 형태, 크기, 운동성, 번식 및 기타 형태적인 특징을 검경하였다.

감염경로 조사

① 감염경로 조사방법

넙치 치어의 감염경로는 먼저 종묘생산과정에서 먹이생물과 먹이생물 배양조, 부화자어 사육조 바닥을 검사하여 치어사육조에 감염되는 과정을 조사하였다. 치어 사육조에 유입된 충이

치어에 감염되는 과정은 현미경 관찰로 확인하였으며 주요 장기로 이행되는 과정은 조직학적인 관찰을 하여 확인하였다.

② 먹이생물 및 사육수조의 감염경로 조사

제주도 북제주군 지역의 넙치 종묘배양장에서 먹이생물로 이용되는 로티퍼를 검사하여 스쿠티카충에 감염된 로티퍼를 이용하는 종묘배양장 2개소는 시험구로, 감염되지 않은 종묘배양장 2개소는 대조구로 선정하였다. 그리고 시험구와 대조구 종묘배양장에서 먹이생물 및 사육수조차체도 조사하였다. 즉 로티퍼와 클로렐라, 알테미아 유생 등 먹이생물과 먹이생물 배양조의 바다 찌꺼기, 부화자어 사육수조의 바다 찌꺼기 등 사육수조에서 스쿠티카충의 감염여부를 조사하였다.

③ 치어의 감염경로 조사

치어의 스쿠티카충 감염경로를 확인하기 위해 감염된 치어를 Bouin's 용액에 고정한 후 조직을 절편하여 일반적인 조직표본 검사방법에 따라 파라핀에 봉입한 후 5 μ m 두께의 조직표본을 만들어 Haematoxylin-Eosin 염색을 하여 감염경로를 관찰하였다.

결 과

넙치 치어의 스쿠티카충 감염 증상

치어기에 스쿠티카충에 감염된 병어는 지느러미와 근육괴양, 주둥치 부식 등의 증상을 보였는데 환부에서는 대부분 활주세균이나 비브리오팀이 검출되었다. 증상도 비브리오팀이나 활주세균증과 비슷하였다 (Fig. 1). 아가미 표피와 새엽내 모세혈관, 뇌, 안구, 장, 신장, 복강 등 거의 모든 장기에서 검출되었다. 이 충에 의한 대량 폐사는 대부분 아가미 새엽과 뇌에 감염된 경우가 많았다 (Fig. 2).

종묘배양과정의 스쿠티카충 감염경로

종묘배양시 먹이생물 배양수조인 클로렐라, 로

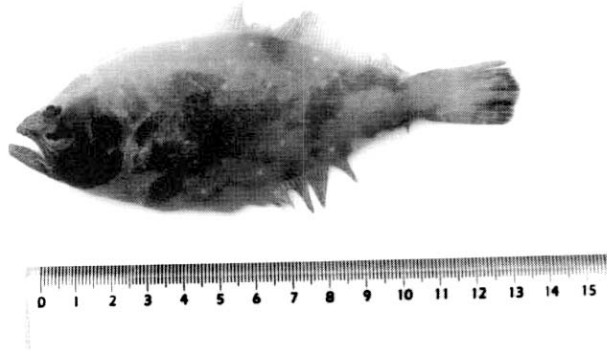


Fig. 1. External feature of the cultured flounder infected with scuticociliates.

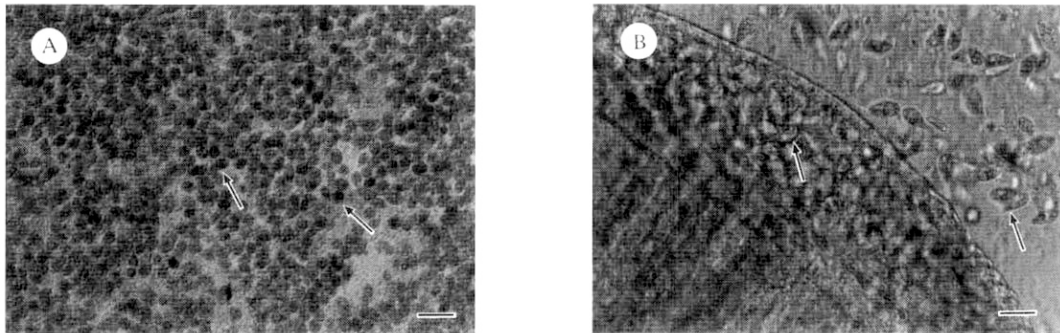


Fig. 2. Scuticociliates are infected to brain (A) and gill (B) of the cultured flounder. Scale bar = A: 100 μm , B: 50 μm .

Table 1. Comparison of parasite detections by feeding on rotifer of scuticociliates contamination during *Paralichthys olivaceus* seed production procedures

| Time | Feeding with ciliate - infected rotifer | Feeding with ciliate - free rotifer |
|--|--|--|
| Tank bottom before rotifer feeding | - | - |
| Tank bottom after 10 days rotifer feeding | + | - |
| Fish body before metamorphosis | - | - |
| Fish body after metamorphosis (40 days old fingerlings) | + | - |
| Fish body of 7 cm in total length (80 days old fingerlings) | + | - |

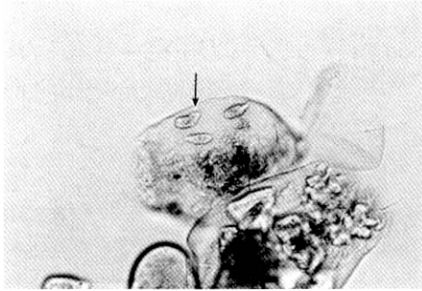


Fig. 3. Scuticociliates (arrows) infected into rotifer *Brachionus plicatilis*. Scale bar = 50 μ m.

티퍼 배양조, 알테미아 부화조와 자어사육조 및 자어에 스쿠티카충이 감염되는 과정을 조사한 결과 클로렐라 배양조와 알테미아 부화조에서는 스쿠티카충을 발견할 수 없었다. 그러나 로티퍼 배양조에서는 사육조 바닥과 로티퍼 속에 스쿠티카충이 감염되어 있었다 (Table 1, Fig. 3).

로티퍼를 부화 자어에 1차 먹이로 투여시 로티퍼에 감염된 스쿠티카충이 부화조에 유입되어 수조 바닥에서 증식하였다. 자어 수조의 바닥은 로티퍼나 알테미아의 사체, 배합사료 등 유기물이 풍부하여 스쿠티카충 번식에 적합한 환경이므로 대량 번식하고 있다가 자어가 착저하면 침입하여 조직내에 침투하였다. 그러나 이 충의 감염은 착저한 치어에 일시에 침입하기보다는 치어 성장과정에서 지속적으로 이루어지므로 같이 생산된 치어라할지라도 충의 감염시키는 차이가 있었다.

그러나 자어가 유영하는 시기에는 감염을 확인할 수 없었으며, 최초 감염은 착저 완료 후 10일이 지난 40일 경과한 시점이었다.

치어의 체내의 스쿠티카충 감염경로

치어의 감염경로는 주로 착저한 치어의 지느러미를 통하여 이루어졌다. 수조 바닥에 대량 서식하고 있던 이 충이 치어 지느러미 연조막을 통하여 체표로 이행하거나 연조막을 뚫고 들어가 연조막을 깨사시키면서 근육으로 침투하였다 (Fig. 4). 다음에 주둥치 부분이나 주둥치 밑

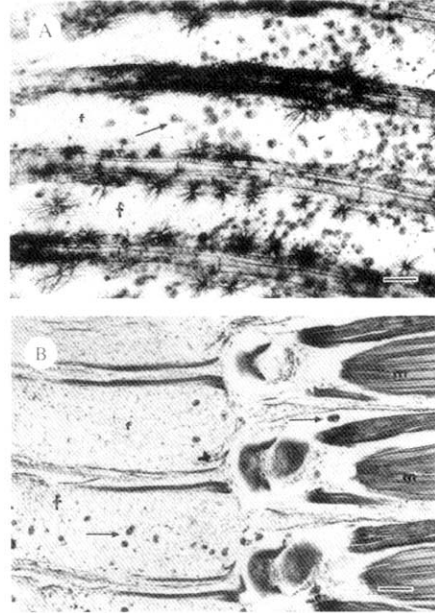


Fig. 4. Dorsal fin infected of juvenile flounder by scuticociliates. A : Microscopic external view, B : Microscopic sectional view, f : Fin, m : Muscle tissue.

Scale bar = 100 μ m.

부분의 부드러운 피부조직을 통하여 감염되는 경우가 많았다 (Fig. 5).

체표에 감염된 충은 섬모운동을 하면서 상피조직이나 근조직을 통하여 다른 부위로 확산되었다. 주둥치나 등지느러미 앞쪽을 통하여 머리 부분에 충이 감염되었을 경우는 상피조직과 근조직을 따라 안구까지 쉽게 이행되었고 (Fig. 6), 뇌와 연결된 근조직과 신경조직을 따라 뇌로 침투하였다 (Fig. 7).

복강과 내부장기에 감염되는 과정은 배지느러미나 뒷지느러미 연조막에 침투하여 상피조직과 근조직을 따라 항문과 직장으로 침투하였으며 (Fig. 8), 비뇨생식공을 통해서 요도와 방광, 신장외막 및 신장 (Fig. 9), 장상피 조직, 복강, 체장 (Fig. 10) 등에 침투하였다.

아가미로 감염되는 과정은 머리부분이나 아가미뚜껑 아래쪽의 연조막에서 상피조직을 통하여 아가미 기부를 거쳐 아가미 새엽과 아가미 상피조직에 침입하였다 (Fig. 11). 아가미의 모세

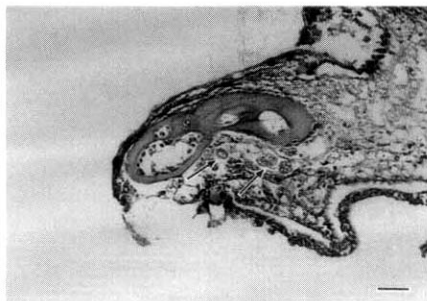


Fig. 5. Longisectional view of fingerling mouth (upper jaw) infected with scuticociliates (arrows). Scale bar = 50 μ m.

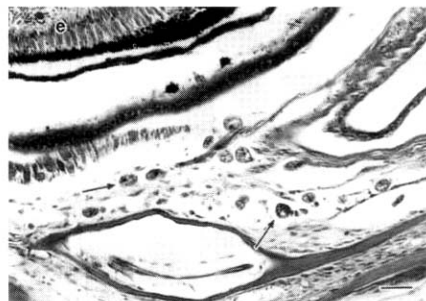


Fig. 6. Longisectional view of the scuticociliates (arrows) outer eye. e : Eyeball. Scale bar = 50 μ m.

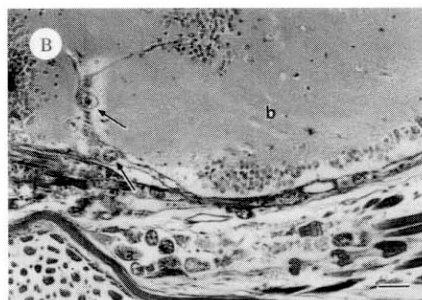
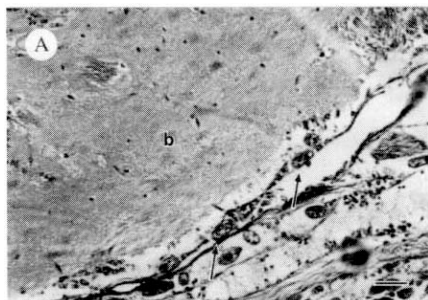


Fig. 7. Longisectional view of brain infiltrated by scuticociliates (arrows). A : Just-infiltrated, B : infiltrated, b : Brain. Scale bar = 50 μ m.

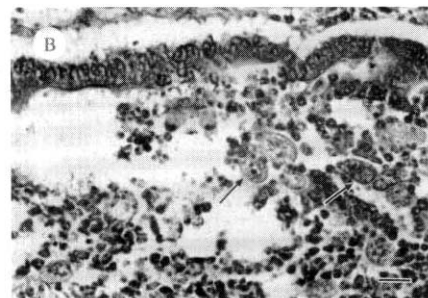


Fig. 8. Longisectional view of anus (A) and rectum (B) infected by scuticociliates (arrows). v : ventral fin, anus. Scale bar = A : 100 μ m, B : 25 μ m.

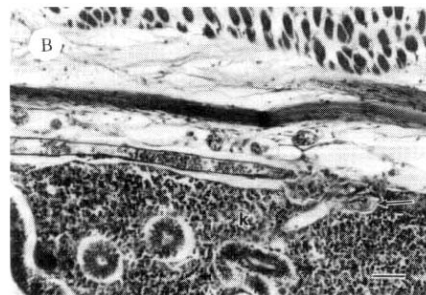
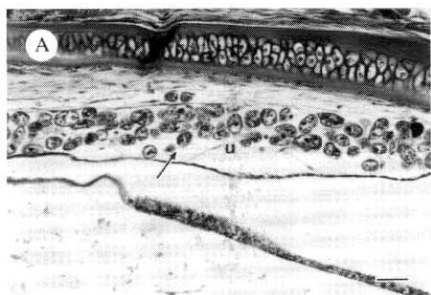


Fig. 9. Longisectional view of urethra (A) and kidney (B) infected by scuticociliates (arrows). k : Kidney, u : Urethra. Scale bar = 50 μ m.

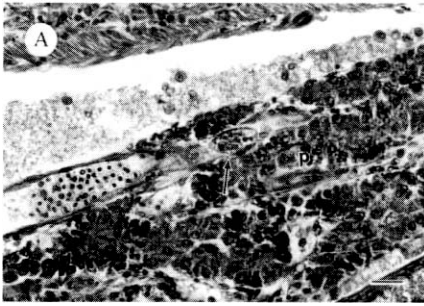


Fig.10. Longisectional view of pancreas (A) and epithelial tissue of intestine (B) infected by scuticociliates (arrows). i : Intestine, p : Pancreas. Scale bar = A : 25 μm , B : 50 μm .

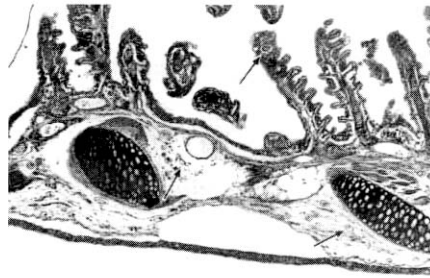


Fig. 11. Longisectional view of gill infected by scuticociliates (arrows). Scale bar = 100 μm .



Fig. 12. Longisectional view of the capillary of gill infected by scuticociliates (arrows). Scale bar = 50 μm .



Fig. 13. Longisectional view of the scuticociliates (arrows) infiltrated into the thyroid gland. t : Thyroid gland. Scale bar = 25 μm .

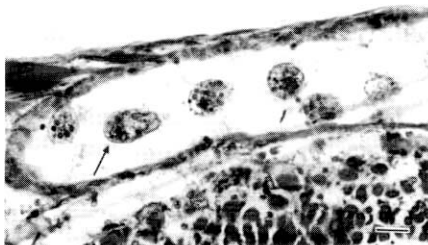


Fig. 14. Longisectional view of scuticociliates (arrows) fed on erythrocytes in blood vessel. Scale bar = 25 μm .

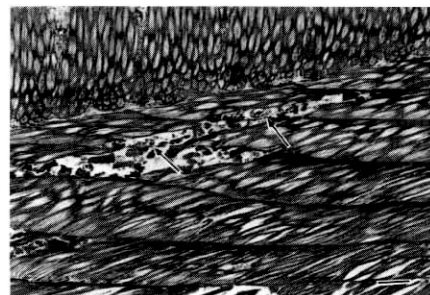


Fig. 15. Longisectional view of muscle just-infiltrated by scuticociliates (arrows). Scale bar = 100 μm .

혈관과 감상선에도 침입하였으며, 혈관내에서 다량의 적혈구를 포식하였다 (Fig. 12, 13, 14).

체표면 부위 감염은 지느러미 연조직막을 통해서 체표면으로 침입하여 활발히 섬모운동을 하면서 이동해 다니다가 비교적 연한 조직이나 상처 부위를 뚫고 침투하였다. 조직으로 침투한 이 충은 지속적으로 조직을 궤사시켰으며 (Fig. 15), 2차로 비브리오균과 활주세균이 감염되어 염증과 궤사를 일으켜 궤양부위가 확대되었다. 일단 세균에 의해 염증이 생기면 궤양이 확산되면서 충이나 균이 빠르게 증식하였다.

반면에 스쿠티카충이 감염되지 않은 로티퍼를 이용하는 종묘 배양장에서는 로티퍼 사육조나 자·치어 사육조, 착저 치어에 스쿠티카충이 감염되지 않았다.

고 찰

넙치에 감염되는 스쿠티카충은 乙竹 와 松里 (1986)에 의해 처음으로 보고되었으며 Yoshinaga 등 (1993)에 의해 이 충에 대한 시험관 배양으로 대량 배양할 수 조건 등을 제시하였다.

우리나라에서는 Lee 등 (1994)에 의해 육상양식장에서 자연 감염된 넙치를 대상으로 병리조직학적인 연구가 이루어졌으며, 이 등 (1995)에 의해 제주지역 넙치양식장의 스쿠티카충 발병 상황이 보고된 바 있다. 또한 Jee 등 (2001)은 양식넙치에 감염되는 스쿠티카충을 *Uronema* 속으로 동정하였으며, *Uronema marinum*의 특징들을 보인다고 하였다.

乙竹 등 (1986), 田 등 (1992), 吉水 등 (1993)은 넙치에 기생하는 스쿠티카충은 다른 기생충과는 달리 뇌 속까지 침투하므로 치료에 어려움이 많다고 하였다. 일단 스쿠티카충이 넙치 치어의 뇌나 아가미 새엽내 모세혈관에 침투한 경우 약육 등에 의한 치료가 사실상 불가능하여 넙치양식장에서 많은 피해를 입고 있다. 특히 종묘생산과정의 치어기에 감염될 경우 뇌나 아가미 새엽, 근육속에 쉽게 침투하여 대량폐사를

유발한다. 이렇게 치어기에 뇌와 아가미 새엽에 쉽게 침투하는 것은 조직이 연약하여 쉽게 침입이 가능하기 때문인 것으로 판단된다.

현재 대부분의 종묘배양장에서 넙치종묘 생산 시 먹이생물인 로티퍼를 자체 보존 및 자급체제를 갖추지 않고 종묘배양장끼리 서로 분양해주면서 먹이생물 문제를 해결하고 있다. 그 결과 로티퍼를 통해서 감염되는 각종 질병이 확산되기 쉬운 환경이 조성된 것으로 추정되며, 스쿠티카충도 로티퍼를 통해서 종묘에 감염되는 것으로 보인다. 많은 종묘배양장의 로티퍼를 검사해보면 스쿠티카충이 감염된 경우가 많으며, 그만큼 종묘배양시 스쿠티카충에 감염될 가능성이 높다고 할 수 있다.

스쿠티카충이 감염되지 않은 로티퍼를 이용하는 종묘배양장에서는 먹이생물 배양수조, 자어 사육수조, 자어 및 치어 (전장 7 cm 전후)에서 스쿠티카충 감염이 확인되지 않았는데 이는 종묘배양과정에서 스쿠티카충의 주 감염경로가 로티퍼 입을 나타내는 결과로 보인다. 제주도의 어류 종묘배양장은 대부분 지하해수를 이용하고 있으므로 자연해수를 통하여 스쿠티카충이 감염될 가능성은 거의 없다. 따라서 로티퍼 관리만 잘 해줄 경우 치어기에 충 감염을 상당부분 막을 수 있을 것으로 판단된다. 또한 스쿠티카충은 바닥에 서식하면서 꾸준히 치어에 감염되므로 수조 바닥에 충이 유입되었다하더라도 바닥 청소를 철저히 해주고 환수율을 높일 경우 감염을 줄일 수 있을 것으로 보인다.

Jee (2000)의 연구에 의하면 머리 부분과 꼬리지느러미에 스쿠티카충이 감염된 경우 뇌에서 검출된다고 하였다. 넙치 치어의 꼬리지느러미에 이 충이 감염된 경우 대부분 뇌에서 검출되고 있어 꼬리지느러미 또는 미병부에 감염되어 척추를 따라 뇌로 이행되는 것도 뇌에 침투하는 경로로 보인다. 그러나 종묘 배양과정의 치어기에는 머리 부분과 뇌에 감염된 개체가 대부분이었으므로 치어기에는 대부분 머리 부분 감염 후 근조직을 따라서 뇌로 침입하는 것으로 보인다.

또한 스쿠티카충이 아가미 부근의 혈관에 집 중적으로 침입하여 적혈구를 포식하였는데 아 가미의 모세혈관을 통하여 침입하는 것으로 보 인다. 강 (2000)에 의하면 육상수조에서 양식하 는 자주복에 감염된 스쿠티카충도 혈관 속에 침 입하여 적혈구를 섭취한다고 하였다. 혈관 속에 침입한 충은 적혈구를 먹이로 하여 대량 번식이 가능하고, 혈관을 따라서 다른 기관으로 이동할 가능성도 높은 것으로 보인다.

요 약

넙치양식시 피해가 많은 스쿠티카충의 치어기 감염경로를 규명하기 위하여 2001년도에 제주 도지역 넙치양식장과 종묘배양장을 대상으로 조사를 실시하였다.

종묘생산 과정에서의 감염경로 조사를 위해 먹이생물인 클로렐라, 알테미아, 로티퍼 배양수 조를 조사한 결과 로티퍼 배양수조에서 밀바닥 찌꺼기와 로티퍼 사체 및 생체에서 스쿠티카충 감염이 확인되었다. 스쿠티카충이 감염된 로티 퍼를 자어에 투여한 후 자어 사육수조 바닥에는 스쿠티카충이 다량 번식하였다. 넙치 치어에 최 초 감염은 부화자어가 착저 완료후 10일경 (부 화후 40일경)에 사육수조 바닥에 서식하고 있던 스쿠티카충이 치어에 감염되었다.

스쿠티카충에 감염된 넙치 치어를 조직학적 방법으로 조사하여 감염경로를 확인한 결과, 안 구나 뇌에 감염되는 경로는 주둥치 부분이나 등 지느러미 앞부분의 표피에 감염된 후 상피조직 과 근조직을 따라 안구까지 이행되었고 뇌와 연 결된 근조직과 신경조직을 따라 뇌로 이행되었 다. 그리고 내부장기에 감염되는 경로는 배지느 러미나 뒷지느러미 연조막에 침투하여 상피조 직과 근조직을 따라 항문과 직장으로 이행되었 으며 비뇨생식공을 통해서 요도와 방광, 직장상 피세포, 복강, 횡장, 신장외막, 신장 등으로 침투 하였다.

스쿠티카충이 감염되지 않은 로티퍼를 이용하

는 종묘배양장에서는 먹이생물 배양수조, 자어 사육수조, 자어 및 치어 (전장 7 cm 전후)에서 스쿠티카충이 감염되지 않았다.

참 고 문 헌

- Cheung, P.J., Nigrelli, R.F. and Ruggieri, G.K. : Studies on the morphology of *Uronema marinum* Dujardin (Ciliata: Uronematidae) with a description of the histopathology of the infection in marine fishes. J. Fish Dis., 3 : 295-303, 1980.
- Dragesco, A., Dragesco, J., Coste, F., Gasc, C., Romestand, B., Raymond, J.C. and Bouix, G. : *Philasterides dicentrarchi*, n. sp.(Ciliophora, Scuticociliatida), a histophagous opportunistic parasite of *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758), a reared marine fish. Europ. J. Protistol., 31, 32 : 7-340, 1995.
- Dykova, I. and Figueras, A. : Histopathological changes in turbot *Scophthalmus maximus* due to a histophagous ciliate. Dis. Aquat. Org., 18 : 5-9, 1994.
- Jee, B.Y., Kim, Y.C. and Park, M.S. : Morphology and biology of parasite responsible for scuticociliatosis of cultured olive flounder *Paralichthys olivaceus*, Dis. Aquat. Org., 47 : 49-55, 2001.
- Lee, N.S., Park, J.H., Han, K.S. and Huh, M.D. : Histopathological changes in fingerlings of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, with sever scuticociliatosis. J. Fish Pathol., 7(2) : 151-160, 1994. (in Korean)
- Mizuno, Y. : Control methods of diseased Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, used in fish farm in Japan, J. Fish Pathol., 6 : 219-231, 1993.
- Morado, J.F. and Small, E.B. : Ciliate parasites and

- diseases of Crustacea: a review. Rev. Fish Sci., 3 : 275-354, 1995.
- Munday, B.L., O'Donoghue, P.J., Watts, M., Rough, K. and Hawkesford, T. : Fetal encephalitis due to the scuticociliate *Uronema nigricans* in sea-cage, southern bluefin tuna *Thunnus maccoyii*. Dis. Aquat. Org., 30 : 17-25, 1997.
- Yoshinaga, T. and Nakazoe, J. : Isolation and in vitro Cultivation of Unidentified Ciliate Causing Scuticociliatosis in Japanese Flounder (*Paralichthys olivaceus*). Kyobyokenkyu, 28(3) : 131-134, 1993.
- 乙竹 充・松里 壽彦. : ヒラメ *Paralichthys olivaceus* 稚魚의 스키테리카纖毛虫 (膜口類) 症. Bull. Natl. Res. Aquaculture, 9 : 65-68, 1986.
- 吉水守・日向進一・吳明株・生駒三奈子・木村喬久・森立成・野村哲一・繪面良男. : ヒラメ (*Paralichthys olivaceus*)의 스키테리카感
染症-스쿠테리카纖毛虫의 培養性狀・藥劑感受性・病原性-. J. Fish Pathol., 6(2) : 193-206, 1993.
- 康法勢. : 스키테리카섬모충에 감염된 자주복 *Takifugu rubripes*의 병리조직학적 연구. 제주대학교 박사학위 논문, 63 pp, 2000.
- 국립수산진흥원. : 어병예방 및 치료대책. 103-119, 2000.
- 이창훈・강용진・하동수・이영돈. : 넙치 스키테리카증의 발생상황과 병리조직학적 관찰. 수진연구보고, 59 : 68-73, 2001.
- 李昌薰・河東洙. : 養殖生物 疾病診斷研究. 南海研究所事業報告書, 211-215, 1995.
- 田世圭. : 海産養殖魚類의 疾病. 한국수산신보사, 1992.

Manuscript Received : December 17, 2002

Revision Accepted : February 26, 2003

Responsible Editorial Member : Ki-Hong Kim
(Pukyong Univ.)