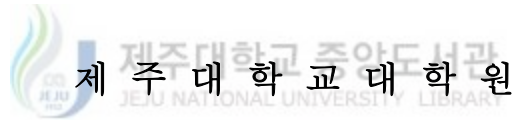


석사학위논문

양식넙치, *Paralichthys olivaceus*  
치어의 스쿠티카충 감염경로



해양생물공학과

진 창 남

2002년 12월


양식넙치, *Paralichthys olivaceus*  
치어의 스쿠티카충 감염경로

지도교수 허문수

진창남

이 논문을 이학석사학위 논문으로 제출함

2002년 12월

 제주대학교 중앙도서관  
진창남의 이학석사학위 논문을 인준함

심사위원장 송 춘 복 (인)

위 원 이 제 희 (인)

위 원 허 문 수 (인)

제주대학교 대학원

2002년 12월

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

Chang-Nam Jin  
(Supervised by professor Moon-Soo Heo)



A thesis submitted in partial fulfillment of the  
requirement for the degree of  
Master of Science

Department of Marine Biotechnology  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

Dec. 2002

# 목 차

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Summary                      | 1  |
| I. 서 론                       | 3  |
| II. 재료 및 방법                  | 5  |
| 1. 스쿠티카섬모충의 형태학적 관찰          | 5  |
| 2. 스쿠티카증 발병상황                | 5  |
| 가. 연도별 넘치질병 발병상황             | 5  |
| 나. 스쿠티카증의 월별, 크기별 발병상황       | 5  |
| 다. 주요 세균성 질병과 스쿠티카증의 혼합감염 상황 | 6  |
| 3. 스쿠티카충 감염에 의한 폐사           | 6  |
| 4. 감염경로 조사                   | 6  |
| 가. 먹이생물 사육조 조사               | 6  |
| 나. 자·치어의 감염경로 조사             | 7  |
| III. 결 과                     | 8  |
| 1. 스쿠티카섬모충의 형태학적 관찰          | 8  |
| 가. 형태적 특징                    | 8  |
| 나. 충체의 크기                    | 10 |
| 2. 스쿠티카증 발병상황                | 10 |
| 가. 연도별 발병상황                  | 10 |
| 나. 월별 발병동향                   | 10 |
| 다. 크기별 발병동향                  | 11 |
| 라. 세균성 질병과 혼합감염              | 12 |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 3. 스쿠터카충 감염에 의한 폐사 .....     | 13 |
| 4. 종묘배양 과정의 스쿠터카충 감염경로 ..... | 17 |
| IV. 고 찰 .....                | 31 |
| V. 요 약 .....                 | 36 |
| VI. 참고문헌 .....               | 37 |
| 감사의 글 .....                  | 40 |

## Summary

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

The ratio of scuticocilatosi infection among overall disease outbreaks has been increased to 34.5% in 2001 from around 10% until 1996 of year. The mortality ratio of flounder infected with scuticocilate was shown remarkably different by the fish sizes: 13.2% at culture farms for marking size fish comparing with 53.8% at hatcheries.

When culture tanks for live food organisms of chlorella, rotifer, and Artemia were searched, scuticocilate were detected both in live and dead rotifer, and at the dregs of culture tank bottoms at almost hatcheries. When rotifer infected with scuticocilates fed on fish larvae, lots of scuticocilate warms were inhabited at the bottom of fry rearing tanks. After feeding on scuticocilates-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 dosal 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 scuticocilate-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.



# I. 서론

스쿠티카충은 해산어류인 해마에 처음으로 기생하는 것이 밝혀진 후 (Thompson *et al.*, 1964) 많은 해산동물에 스쿠티카충이 기생하고 있는 것이 밝혀지고 있다. 해산어류에 기생하여 피해를 입히는 스쿠티카충은 원생동물계 (Protista), 섬모충문 (Ciliophora), 소막충강 (Oligohymenophorea), 막구충아강 (Hamenostomatia), 채찍섬모충목 (Scuticociliatida)으로 분류되며 현재까지 수십여종이 알려져 있다. 스쿠티카충의 계통발생학적 분류는 Evans 와 Corliss (1964)가 시작한 이후 Coliss (1968), Small (1967) 등에 의해 분류체계가 확립되었으나 형태적인 변이가 많아 분류에 어려움이 많다 (Song, 1991).

지금까지 해산어류에 기생하는 스쿠티카충에 관한 연구는 수족관에서 관상어로 사육하는 놀래기 등에 감염되는 *Uronema marinum* (Cheung *et al.*, 1980), 지중해 연안에서 양식하는 농어에 기생하는 *Philasterides dicentrarchi* (Dragesco *et al.*, 1995), 스페인 북부연안에서 양식하는 Turbot에 기생하여 대량폐사를 일으키는 막구충 Hymenostomata (Dykova and Figueras, 1994), 호주의 남부연안에서 양식하는 Southern bluefin tuna에 기생하는 *Uronema nigricans* (Munday *et al.*, 1997), 한국과 일본에서 양식중인 넙치에 감염되는 미동정 스쿠티카충 (乙竹와 松里, 1986; Mizuno, 1993; 이 등, 2001; Jee *et al.*, 2001) 등에 대해 이루어 졌다.

우리나라에서는 1980년대 말부터 양식넙치에 스쿠티카충이 감염되기 시작하여 최근에는 전국의 육상 넙치양식장에 만연되어 있으며 피해도 증가하고 있다. 제주도 지역은 육상 넙치양식의 최적지로서 넙치양식이 급격히 증가하면서 질병 또한 증가하고 있다 (이 등, 2001). 치어기 넙치에 스쿠티카충이 감염될 경우 체표, 아가미 새엽 속, 안구, 뇌, 위장, 간장, 신장, 췌장, 비장, 장관, 방광 및 생식소 등에 침입한다 (Mizuno, 1993; 이 등, 2001). 특히 뇌 속이나 아가미 새엽 속에 침투할 경우 사실상 치료가 어렵기 때문에 넙치양식장에서 가장 어려움을 겪는 질병중의 하나이다. 따라서 스쿠티카충은 감염후 치료보다는 사전에 감염을 예방하는 것이 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다. 현재까지 양식넙치의 스쿠티카충에 대해 많은 연구가 이루어지고 있으나



감염경로 규명은 미흡한 실정이다. 이 연구는 양식넙치에 많은 피해를 입히는 스쿠티 카충의 자·치어기 발병 및 피해상황과 감염경로를 규명하여 치어기에 감염을 사전 예방할 수 있는 자료를 제공코자 수행하였다.



## II. 재료 및 방법

### 1. 스쿠티카섬모충의 형태학적 관찰

스쿠티카충의 관찰은 제주지역 넙치종묘배양장과 양식장에서 양식중인 넙치중 스쿠티카충에 감염된 것으로 추정되는 개체를 관찰하였다. 감염어의 피부, 아가미, 뇌 등 주요 감염부위에서 조직을 절취하여 광학현미경 (OLYMPUS BX 50)으로 충의 형태, 크기, 운동성, 번식 및 기타 형태적인 특징을 검경하였다.

### 2. 스쿠티카충 발병상황

#### 가. 연도별 넙치질병 발병상황

1991년부터 2001년도까지 제주지역 양식장에 대한 기술지도시 넙치 양식장을 대상으로 세균성, 바이러스성, 기생충성 질병 검사를 실시한 자료를 토대로 스쿠티카충과 다른 질병과의 발병동향을 조사 비교하였다.

기생충 검사는 감염부위로 추정되는 조직을 절취하여 현미경 검경으로 충체를 확인하였다.

세균성 질병인 경우는 병어의 신장 환부 등에서 TSA Agar, BHI Agar 배지 등 일반배지 및 TCBS Agar, SS Agar, Hsu-Shotts Agar 등의 선택배지를 사용하여 25~30℃의 온도에서 24시간 배양하였다. 배양된 균의 콜로니 상태, 운동성, 형태, 그람 염색 등을 실시하여 간이 진단하였으며, 필요시에는 API 동정 kit (bioMerieux sa)을 이용하여 병원균을 동정하였다.

바이러스 검사는 종류별 특징적인 증상과 조직검사, PCR 분석 등으로 진단하였다.

#### 나. 스쿠티카충의 월별, 크기별 발병 상황

월별 발병상황은 1999년부터 2001년까지 3년 동안 월별로 발병건수를 합산하여 분석하였으며, 크기별 발병상황은 병어의 크기를 10 cm 단위로 구분하여 10 cm 이하, 11~20 cm,

21~30 cm, 31~40 cm, 41 cm 이상으로 분류하여 조사하였다.

#### 다. 주요 세균성 질병과 스쿠티카증의 혼합감염 상황

주요 세균성 질병과의 혼합감염은 주로 많이 발병되는 비브리오팀, 에드워드렘, 연쇄구균증, 활주세균증 등의 발병건수와 스쿠티카증과의 혼합감염 상황을 조사하였다.

### 3. 스쿠티카충 감염에 의한 폐사

2001년도에 제주지역에서 스쿠티카증이 발병된 넙치 육상 양식장 중에서 스쿠티카충에 감염된 종묘를 구입한 어장 10개소와 충에 감염되지 않은 종묘를 구입하였으나 양성 과정에서 감염된 어장 9개소의 폐사율을 조사 비교하였다.

감염 유형의 구분은 종묘입식 직후 스쿠티카충 감염이 확인되거나, 종묘배양장에서 이미 감염이 확인된 종묘를 구입한 어장은 입식전 감염된 경우로 분류하였다. 그리고 종묘 입식시에는 감염이 되지 않았으나 양성과정에서 감염이 확인된 어장은 양성장 자체 감염된 경우로 1차 분류하였다. 다음에 정밀 조사를 통하여 입식전 감염과 입식 후 감염이 확실한 어장을 조사어장으로 확정하였다. 입식전 감염인지 입식후 양성과정에서 감염된 것인지 분명하지 않은 어장은 조사대상에서 제외하였고, 전체 조사구 모두 스쿠티카충에 의한 피해가 주로 나타나는 전장 25 cm 크기까지를 기준으로 폐사율을 조사하였다.

### 4. 감염경로 조사

#### 가. 먹이생물 및 사육조 조사

제주도 북제주군 지역 넙치 종묘배양장에서 먹이생물로 이용되는 로티퍼를 검사하여 스쿠티카충에 감염된 로티퍼를 이용하는 종묘배양장 2개소는 시험구로, 스쿠티카충이 감염되지 않은 로티퍼를 이용하는 종묘배양장 2개소는 대조구로 선정하였다. 다음에 시험구와 대조구 종묘배양장의 로티퍼와 클로렐라, 알테미아 유생, 먹이생물 배양조의 바닥 찌꺼기, 부화자어 사육수조의 바닥 찌꺼기 등에서 스쿠티카충의 감염여부를 조사하였다.

나. 자·치어의 감염경로 조사

자·치어의 스쿠티카충 감염경로를 확인하기 위해 충에 감염된 자·치어를 Bouin's 용액에 고정한 후 조직을 절편하여 일반적인 조직표본 검사방법에 따라 파라핀에 봉입한 후 5  $\mu$ m 두께의 조직표본을 만들어 Haematoxylin-Eosin 염색을 하여 현미경으로 내부 기관에 이행되는 과정을 조사하였다.



### Ⅲ. 결 과

#### 1. 스쿠티카섬모충의 형태학적 관찰

##### 가. 형태적 특징

육상수조식 양식장에서 넙치에 감염되어 있는 스쿠티카충의 모양은 구강쪽이 뾰족하고 반대쪽이 둥근 형태였다. 체표는 다량의 섬모로 덮여있으며, 지속적으로 섬모운동을 하면서 활발히 이동을 하고 어체 조직을 파고들었다. 구강의 반대편인 몸체 아래쪽 중심부에는 하나의 긴 꼬리섬모가 있었다. 몸의 위쪽에는 과동막 (paroral membrane)이 있으며 뒤쪽에는 직경 4.3~14.8  $\mu\text{m}$ 의 원형 수축포가 있었다. 표면에는 점선으로 보이는 세로줄이 산재해 있으며, 번식은 2분법으로 분열하여 증식하였다 (Fig. 1, 2).

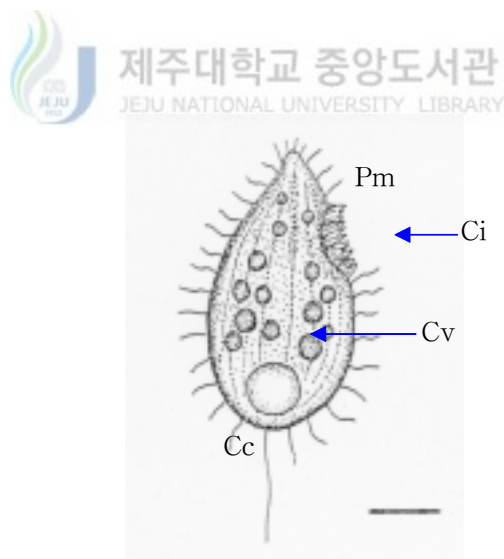


Fig. 1. Lateral diagram of scuticociliate. Cc: Caudal cilium, Cv: Contractile vacuole, Pm: Paroral membrane, Ci: Cilia. Scale bar = 10  $\mu\text{m}$ .

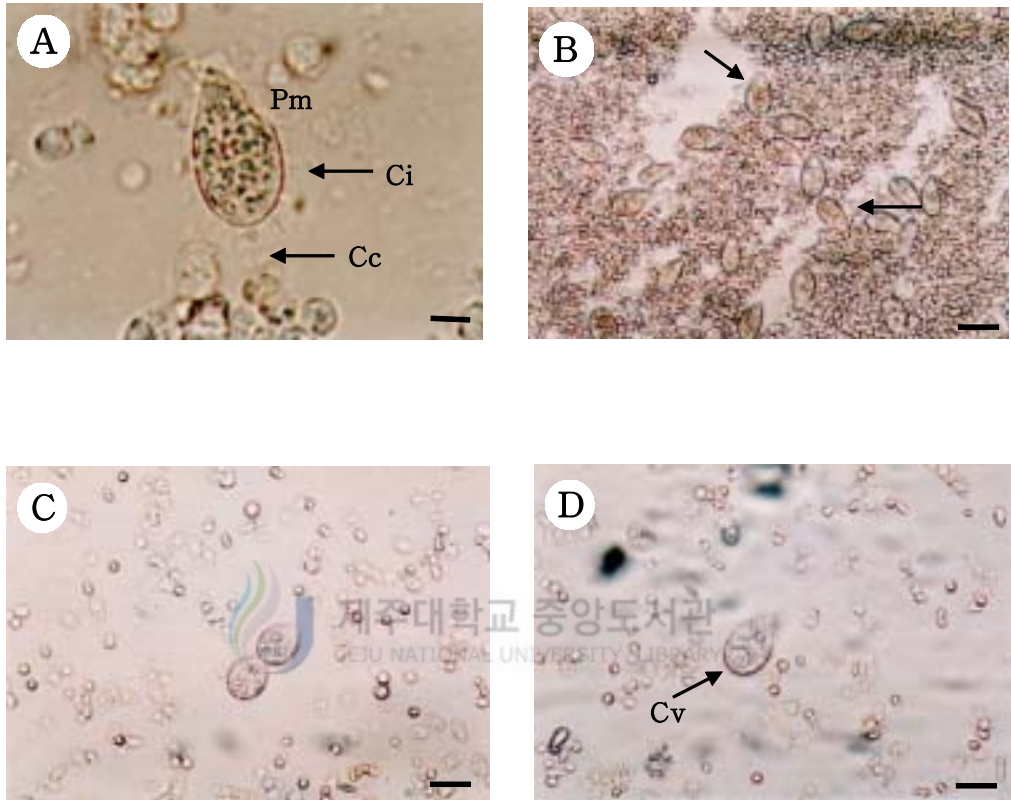


Fig. 2. Scuticociliates infiltrated into the cultured flounder. A: Scuticociliate, B: Ciliates infiltrated into the muscle tissue of the cultured flounder larvae, C: A dividing ciliate, D: Contractile vacuole of a live ciliate, Cc: Caudal cilium, Cv: Contractile vacuole, Pm: Paroral membrane, Ci: Cilia. Scale bar = A: 10  $\mu\text{m}$ , B·C·D: 25  $\mu\text{m}$ .

### 나. 충체의 크기

충체의 크기는 기생부위에 따라 차이가 많았다. 뇌에 감염된 충체는 평균 길이 40.6  $\mu\text{m}$ , 폭 25.1  $\mu\text{m}$ , 근육에 감염된 충체는 평균 길이 40.4  $\mu\text{m}$ , 폭 24.0  $\mu\text{m}$ , 아가미에 기생하는 충체는 평균 길이 31.7  $\mu\text{m}$ , 폭 16.3  $\mu\text{m}$ 로 뇌에 감염된 충체가 가장 컸으며, 아가미에 기생하는 충체가 가장 작았다. 충체의 길이 대비 폭의 비율은 뇌에 감염된 경우가 61.8%로 가장 둥근 형태였다 (Table 1).

Table 1. Measurement of the size of scuticociliates infiltrated into brain, muscle, and gill in flounder larvae

| Infiltrated part | Length ( $\mu\text{m}$ ) |           | Wide ( $\mu\text{m}$ ) |           | Wide/Length (%) |
|------------------|--------------------------|-----------|------------------------|-----------|-----------------|
|                  | Mean                     | Range     | Mean                   | Range     |                 |
| Brain            | 40.6                     | 32.5~48.0 | 25.1                   | 15.0~37.5 | 61.8            |
| Muscle           | 40.4                     | 32.8~48.0 | 24.0                   | 17.3~35.0 | 59.4            |
| Gill             | 31.7                     | 25.5~40.5 | 16.3                   | 12.0~20.0 | 51.4            |

## 2. 스키테카증 발병상황

### 가. 연도별 발병상황

제주지역 넙치양식장의 스키테카증 발병상황은 1996년도까지는 스키테카충 단독 혹은 복합 감염된 비율이 전체 어병 발병건수의 10% 이내로 낮았다. 그러나 1997년도부터는 급격히 발병비율이 증가하여 2001년도에는 발병비율이 34.5%로 높아졌다 (Table 2).

### 나. 월별 발병동향

1999년부터 2001년까지 3년 동안의 월별 스키테카증의 발병동향을 보면 계절에 관계없이 발병되고 있으나 고수온기인 7, 8월이 가장 많이 발병되었으며, 대체로 5월에서 11월까지 많이 발병되었다 (Fig. 3).

Table 2. Occurrence of single and mixed infection by scuticociliates and pathogenic bacteria in the cultured flounder in Jeju Island from 1991 to 2001

|                                   | Year |      |      |     |     |     |      |      |       |       |      |
|-----------------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|-------|-------|------|
|                                   | '91  | '92  | '93  | '94 | '95 | '96 | '97  | '98  | '99   | '00   | '01  |
| Total occurrence of diseases (TO) | 146  | 158  | 168  | 237 | 260 | 317 | 468  | 701  | 1,105 | 1,014 | 872  |
| Single infection (SI)             | 9    | 22   | 13   | 6   | 7   | 3   | 22   | 54   | 137   | 122   | 96   |
| Mixed infection (MI)              | 5    | 11   | 10   | 5   | 9   | 6   | 34   | 71   | 196   | 378   | 363  |
| Occurrence rate(%)*               | 8.8  | 17.3 | 12.0 | 4.4 | 5.8 | 2.8 | 10.7 | 15.1 | 23.2  | 33.0  | 34.5 |

\* Occurrence rate = (SI+MI)/TO×100

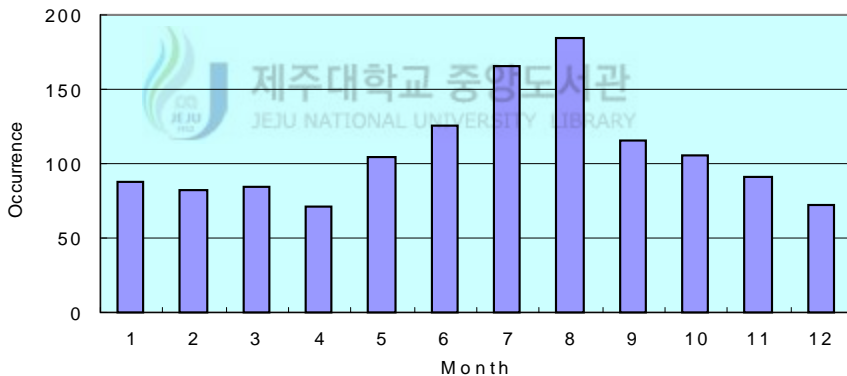


Fig. 3. Monthly occurrence of scuticociliate infection in flounder farms in Jeju Island from 1999 to 2001.

#### 다. 크기별 발병동향

양식넙치의 스쿠티카증 크기별 발병동향을 보면 11~20 cm 크기가 가장 많이 발병되고 있으며, 성장할수록 발병율이 현저히 낮았다 (Table 3). 그러나 한번 발병이 되면 지속적으로 재발되는 경향을 보였다. 41 cm 이상에서는 발병건수가 거의 없었고, 21~30 cm, 31~40 cm, 10 cm 이하 순서로 발병율이 높았다.



Table 3. Occurrence of scuticociliate infection by the size of the cultured flounder in Jeju Island from 1999 to 2001

| Year  | Total length (cm) |       |       |       |      |
|-------|-------------------|-------|-------|-------|------|
|       | ≤ 10              | 11~20 | 21~30 | 31~40 | 41 ≤ |
| Total | 128               | 568   | 381   | 188   | 27   |
| 1999  | 42                | 171   | 84    | 28    | 8    |
| 2000  | 45                | 217   | 157   | 79    | 2    |
| 2001  | 41                | 180   | 140   | 81    | 17   |

라. 세균성 질병과 혼합감염

1999년부터 2001년까지 3년 동안 조사한 스쿠티카증과 주요 세균성 질병의 혼합감염은 비브리오병과 복합감염이 731건으로 가장 많았으며, 다음으로 활주세균증, 에드워드병, 연쇄구균증 순이었다 (Table 4).

Table 4. Occurrence of mixed infection by scuticociliates and pathogenic bacteria in the cultured flounder in Jeju Island from 1999 to 2001

| Year  | <i>Vibrio</i> sp. |     | <i>Flexibacter</i> sp. |     | <i>Edwardsiella tarda</i> |     | <i>Streptococcus</i> sp. |      |
|-------|-------------------|-----|------------------------|-----|---------------------------|-----|--------------------------|------|
|       | Total             | S+V | Total                  | S+F | Total                     | S+E | Total                    | S+St |
| Total | 1,825             | 731 | 732                    | 236 | 688                       | 187 | 768                      | 185  |
| 1999  | 582               | 186 | 182                    | 50  | 120                       | 27  | 385                      | 72   |
| 2000  | 721               | 321 | 287                    | 97  | 196                       | 79  | 217                      | 57   |
| 2001  | 522               | 224 | 263                    | 89  | 372                       | 81  | 166                      | 56   |

S+V: Scuticociliate+*Vibrio* sp, S+F: Scuticociliate+*Flexibacter* sp, S+St: Scuticociliate+*Streptococcus* sp, S+E: Scuticociliate+*Edwardsiella tarda*.

### 3. 스쿠티카충 감염에 의한 폐사

스쿠티카충 감염에 의한 폐사는 그 감염시기에 따라서 많은 차이가 있었다. 종묘배양과정의 7cm 미만 치어기에 감염된 경우는 조사어장 10개소에서 폐사율이 53.8%로 매우 높았다 (Table 5). 그러나 전장 7cm 내외의 종묘를 입식한 후에 양성 과정에서 감염된 경우는 조사어장 9개소의 폐사율이 13.2%로 현저히 낮았다 (Table 6).

스쿠티카충에 감염된 넙치의 외부증상은 주둥치 부식이나 지느러미와 지느러미 기저부 궤사가 많았다 (Fig. 4). 이 층에 감염된 후 피부 궤사 부위에 비브리오균과 활주세균 등이 2차 감염되어 피부 염증을 동반한 궤양이 나타났는데, 이와 같은 증상은 활주세균이나 비브리오균에 단독 감염되어 나타나는 외부증상과 매우 비슷하였다.

종묘배양과정에서 스쿠티카충에 감염되어 대량 폐사를 일으키는 양식장의 감염어는 주둥치, 지느러미, 아가미, 피부, 근육 외에도 뇌와 아가미 새엽 속에 대량 감염된 경우였다 (Fig. 5).

스쿠티카충 감염 후 상처를 통해서 비브리오균과 활주세균이 2차로 감염되는 경우가 대부분이었으며, 연쇄구균과 에드워드스균은 이 층 감염후 2차 감염이 많지 않았다.

2차 감염된 활주세균은 피부나 아가미, 지느러미의 궤양부위에, 비브리오균은 궤양 및 내부장기에 감염이 되었다. 비브리오균의 2차 감염후 적절한 치료를 안 했을 경우 혼합 감염으로 인한 폐사량이 증가하였으나 유효약제를 4~5일 정도 경구투여 할 경우 폐사량을 줄일 수 있었다. 2차 감염된 비브리오균의 치료 후에도 스쿠티카충이 아가미 새엽 속이나 안구, 뇌 속에 감염된 경우는 대량 폐사 되었다. 스쿠티카충 감염시 양식장에서는 포르말린 200~300 ppm의 농도로 단독 혹은 황토약욕 (사육수 톤당 황토 1 kg 희석)을 병행 실시하고 있으나 층이 아가미 새엽 속이나 뇌에 감염된 경우는 치료가 불가능하였다.

종묘입식 후 양식어장에서 양성중에 자체 감염된 경우는 뇌나 안구, 아가미 새엽 속 감염이 현저히 적었으며 폐사율도 낮았다.

스쿠티카충에 감염된 넙치 치어가 대량 폐사되는 시기는 전장 20cm 미만의 치어기였으며, 전장 25cm 이상 성장하면 대량 폐사되는 경우가 현저히 적었다. 그러나 25cm 이상 크기에서도 지속적으로 재발되는 경향을 보였다.

Table 5. Mortality of fingerlings where were infected with scuticociliates before purchase of juvenile of flounder

(Unit : Thousand individuals)

|                       | Flounder farms |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                       | Total          | A    | B    | C    | D    | E    | F    | G    | H    | I    | J    |
| Fingerlings purchased | 1,696          | 105  | 170  | 20   | 550  | 80   | 70   | 150  | 400  | 110  | 41   |
| Mortality             |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Number                | 912            | 20   | 70   | 5    | 320  | 70   | 15   | 73   | 250  | 55   | 34   |
| %                     | 53.8           | 19.0 | 41.2 | 25.0 | 58.2 | 87.5 | 21.4 | 48.7 | 62.5 | 50.0 | 82.9 |



Table 6. Mortality of fingerlings where were infected with scuticociliates after purchase of juvenile of flounder

(Unit : Thousand individuals)

|                       | Flounder farms |      |     |      |     |     |      |     |     |      |
|-----------------------|----------------|------|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|
|                       | Total          | K    | L   | M    | N   | O   | P    | Q   | R   | S    |
| Fingerlings purchased | 1,207          | 130  | 45  | 160  | 300 | 125 | 120  | 100 | 150 | 77   |
| Mortality             |                |      |     |      |     |     |      |     |     |      |
| Number                | 159            | 50   | 4   | 25   | 15  | 10  | 20   | 6   | 4   | 25   |
| %                     | 13.2           | 38.5 | 8.9 | 15.6 | 5.0 | 8.0 | 16.7 | 6.0 | 2.7 | 32.5 |



Fig. 4. External feature of the cultured flounder infected with scuticociliates.  
A: Mouth part infected specimen, B: Fin and muscle part infected specimen.

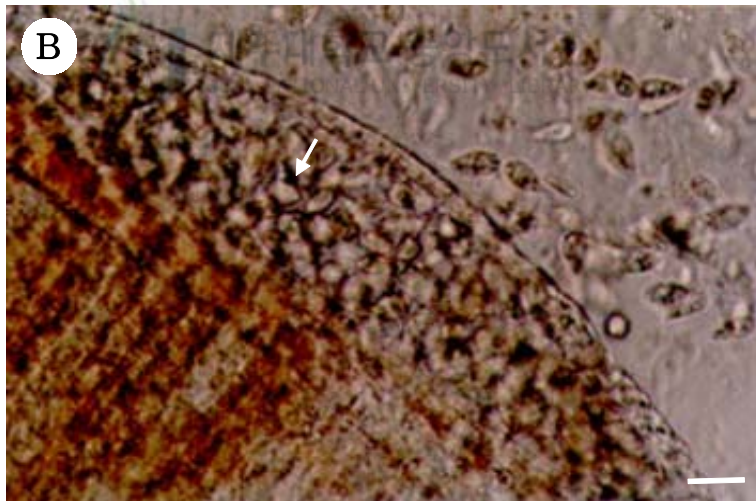
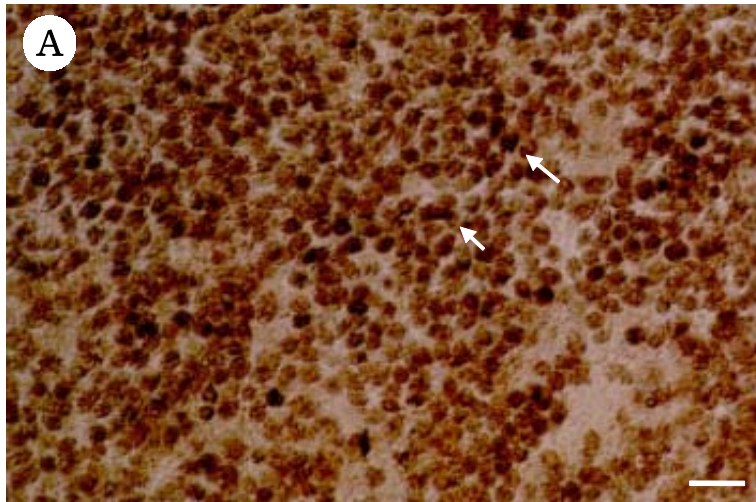


Fig. 5. Scuticociliates are infected to brain (A) and gill (B) of the cultured flounder. Scale bar = A: 100  $\mu\text{m}$ , B: 50  $\mu\text{m}$ .

#### 4. 종묘배양과정의 스쿠티카충 감염경로

종묘배양시 먹이생물 배양수조인 클로렐라, 로티퍼 배양조, 알테미아 부화조와 자어 사육조 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 7, Fig. 6).

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 부화자어가 착저하면 착저 치어에 감염되었다 (Fig. 7). 그러나 이 충의 감염은 착저 치어에 일시에 감염되기보다는 종묘의 성장과정에서 지속적으로 이루어지므로 같이 생산된 종묘라도 충의 감염시기는 차이가 있었다.

부화 자어의 유영 시기에는 감염을 확인할 수 없었으며, 최초 감염은 착저 완료 후 약 10일이 지난 일령 40일경에 처음으로 치어에 감염이 확인되었다.

감염경로는 주로 착저 치어의 지느러미를 통하여 이루어졌다. 수조 바닥에 서식하던 충이 치어의 지느러미 연조막을 통하여 체표로 이행하거나 연조막을 뚫고 들어가 연조막을 꺾어시키면서 근육으로 침투하였다 (Fig. 8). 다음은 주둥치 부분이나 주둥치 밑 부분의 부드러운 피부조직을 통하여 감염되는 경우가 많았다 (Fig. 9).

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. 10), 뇌와 연결된 근조직과 신경조직을 따라 뇌로 침투하였다 (Fig. 11).

복강과 내부장기에 감염되는 과정은 배지느러미나 뒷지느러미 연조막에 침투하여 상피조직과 근조직을 따라 항문과 직장으로 침투하였으며 (Fig. 12), 비뇨생식공을 통해서 요도와 방광, 신장외막 및 신장 (Fig. 13), 장상피 조직, 복강, 췌장 (Fig. 14) 등에 침투하였다.

Table 7. Comparison of parasite detections by feeding on rotifer of scuticociliates contamination during *Paralichthy olivacaesus* 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) | +                                       | -                                   |

아가미로 감염되는 과정은 머리부분이나 아가미뚜껑 아래쪽의 연조막에서 상피조직을 통하여 아가미 기부를 거쳐 아가미 새엽과 아가미 상피조직에 침입하였다 (Fig. 15). 아가미의 모세혈관 (Fig. 16)과 갑상선 부근의 모세혈관 (Fig. 17), 갑상선 (Fig. 18)에도 침입하였으며, 혈관 및 괴사된 조직에서 다량의 적혈구를 포식하였다 (Fig. 19, 20).

등 부위의 표피 감염은 지느러미 연조막을 통해서 등 부위 표피로 옮겨와서 활발히 섬모운동을 하면서 이동해 다니다가 약한 조직이나 상처 부위의 조직을 뚫고 침투하였다. 조직으로 침투한 다음에는 지속적으로 조직을 파손시켰으며 (Fig. 21), 2차로 비브리오균과 활주세균이 감염되어 염증과 궤사를 일으켜 궤양부위가 확대되었다. 일단 세균에 의해 염증이 생기면 궤양이 확산되면서 충이나 균이 빠르게 증식되었다.

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



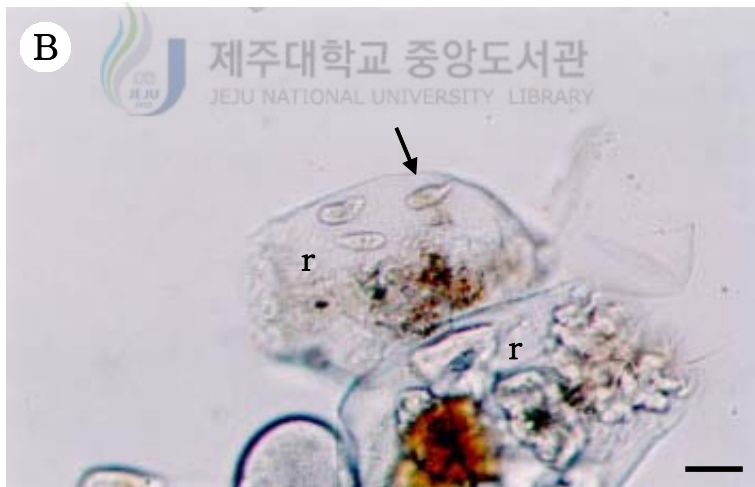
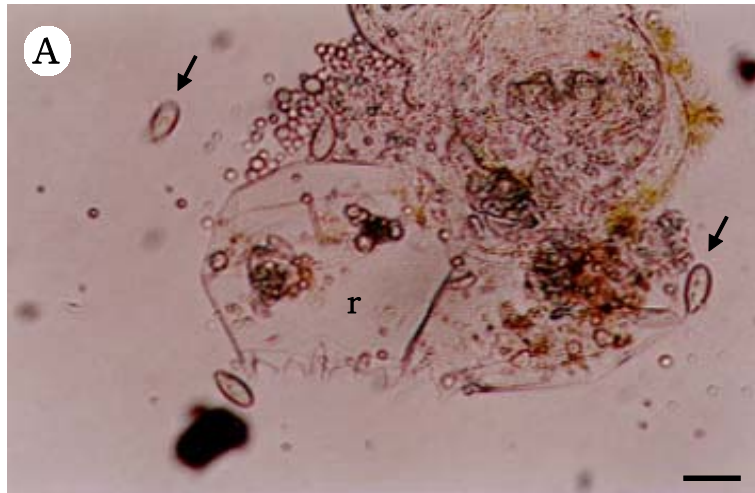


Fig. 6. Scuticociliates (arrows) infected into rotifer *Brachionus plicatilis*. A: Scuticociliates at the bottom of rotifer rearing tank, B: Scuticociliates in dead rotifer, r: Rotifer. Scale bar = 50  $\mu$ m.





Fig. 7. The first-infected size of juvenile fish during the seed production.

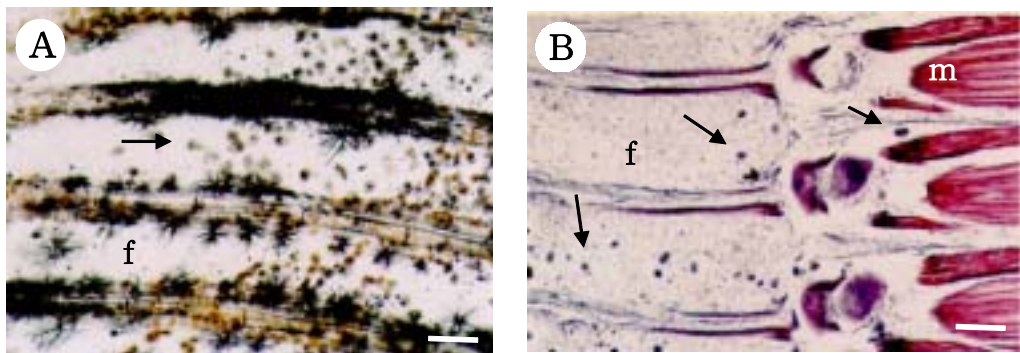


Fig. 8. Dorsal fin infected of juvenile flounder by scuticociliates. A: Microscopic external view, B: Microscopic sectional view, f: Fin, m: Muscle tissue. Scale bar = 100  $\mu$ m.

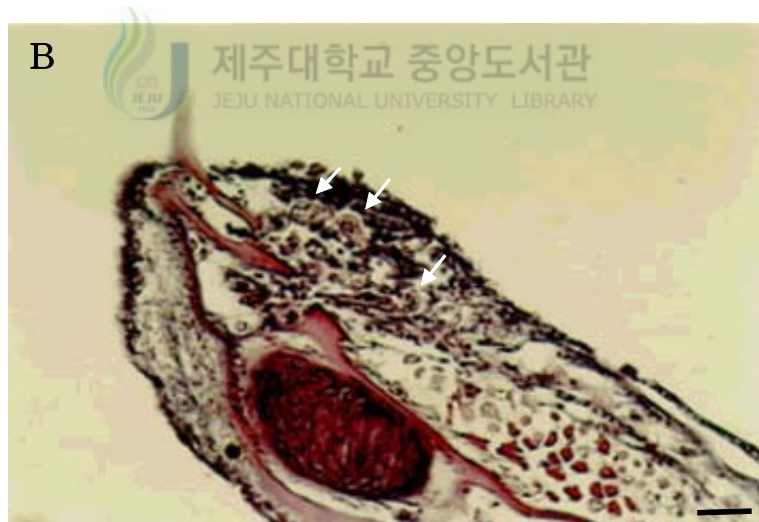
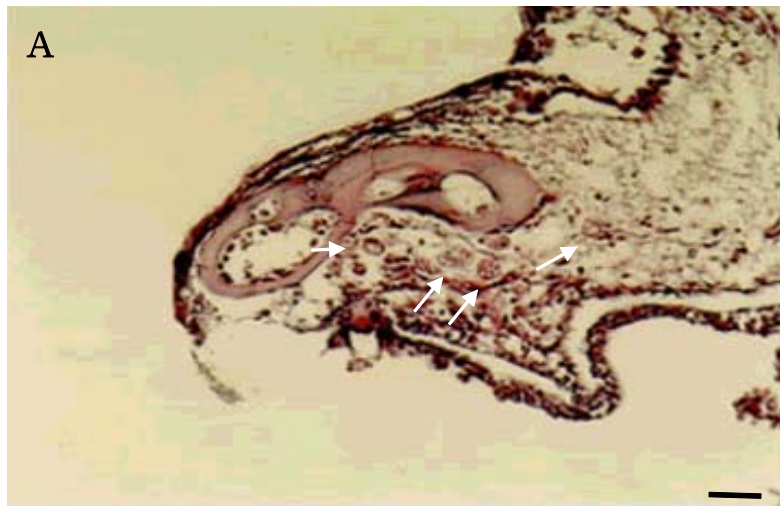


Fig. 9. Longisectional view of fingerling mouth infected with scuticociliates (arrows). A: upper jaw, B: lower jaw. Scale bar = 50  $\mu$ m.

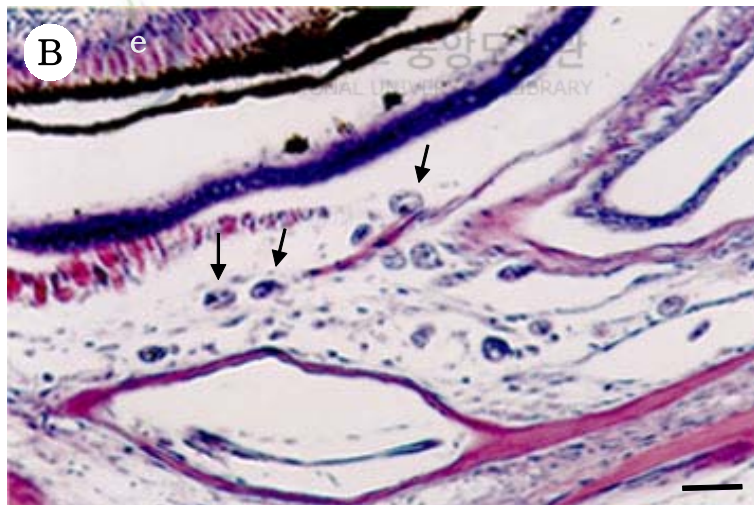
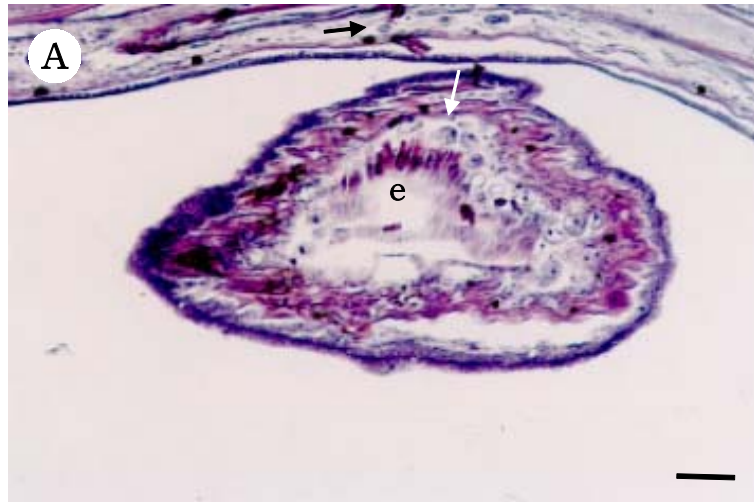


Fig. 10. Longisectional view of the scuticociliates (arrows) into eye (A) and outer eye (B). e: Eyeball. Scale bar = 50  $\mu$ m.

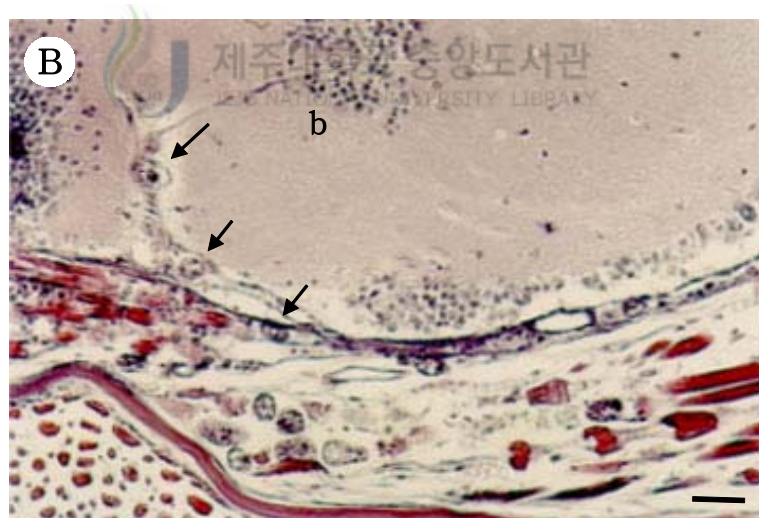
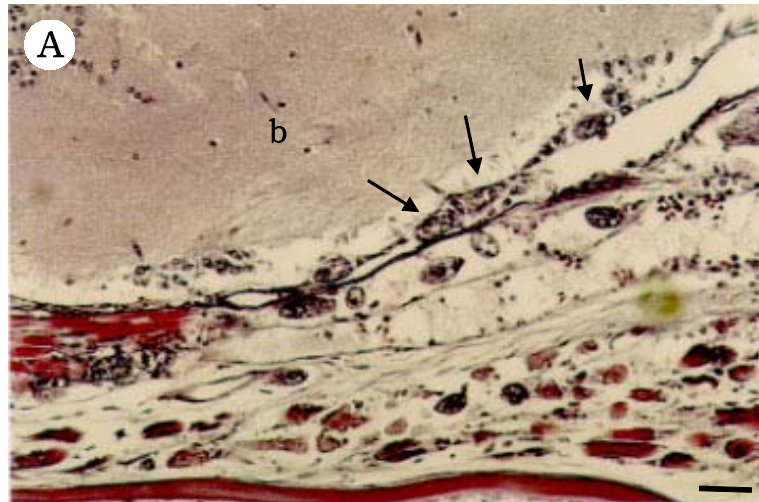


Fig. 11. Longisectional view of brain infiltrated by scuticociliates (arrows).  
A: Just-infiltrated, B: infiltrated, b: Brain. Scale bar = 50  $\mu\text{m}$ .



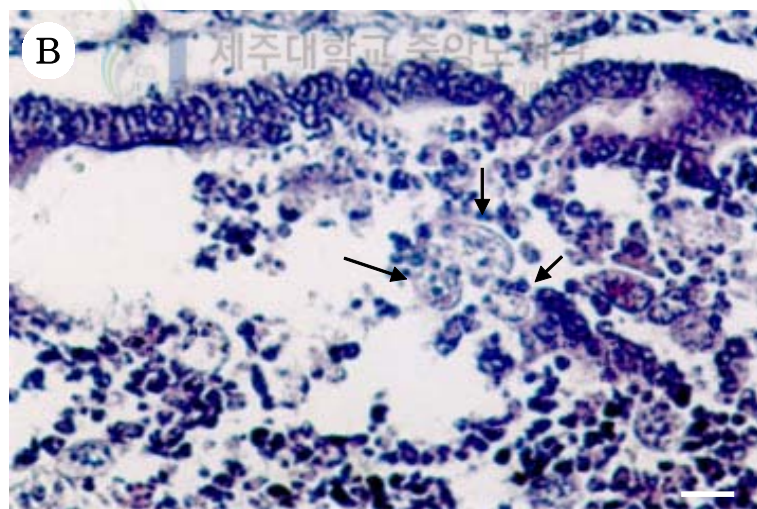
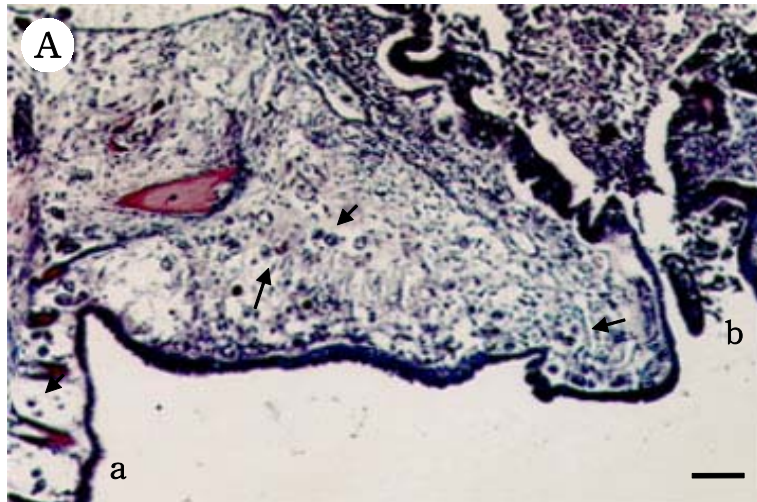


Fig. 12. Longisectional view of anus (A) and rectum (B) infected by scuticociliates (arrows). Scale bar = A: 100  $\mu\text{m}$ , B: 25  $\mu\text{m}$ .

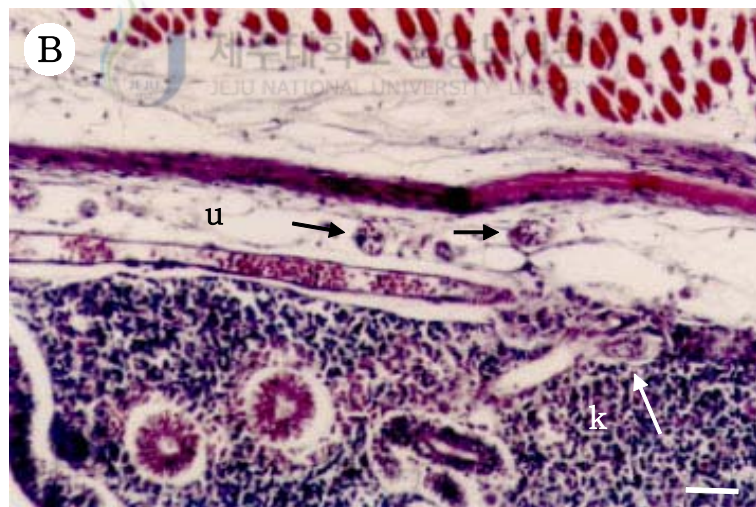
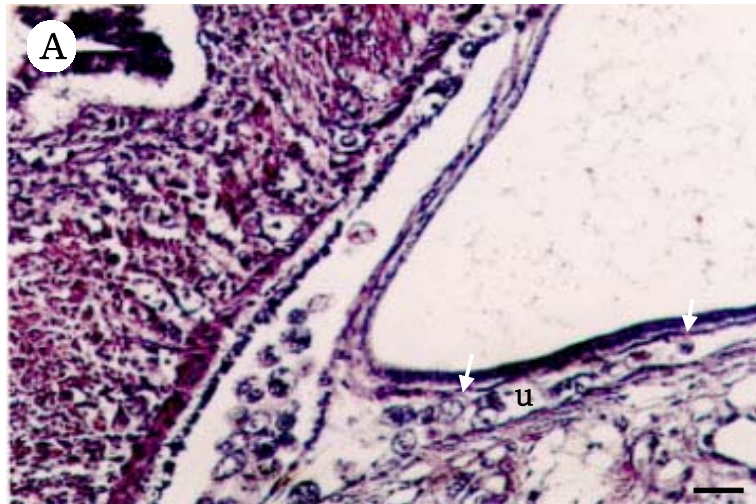


Fig. 13. Longisectional view of urethra (A) and kidney (B) infected by scuticociliates (arrows). k: Kidney, u: Urethra. Scale bar = 50  $\mu$ m.

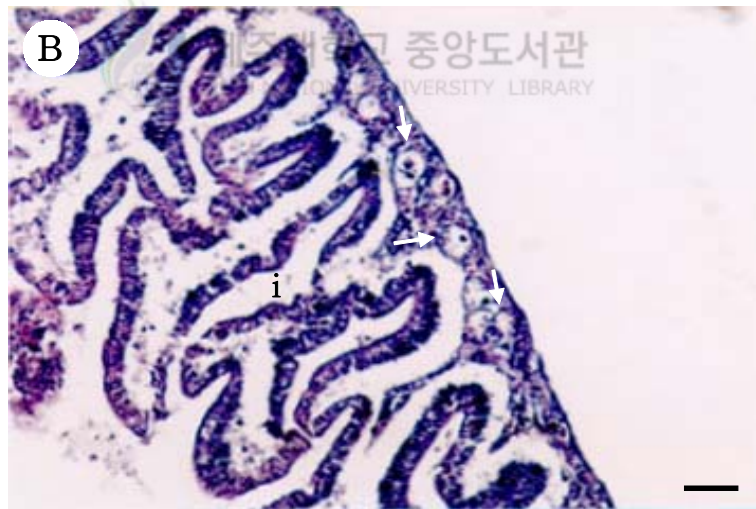
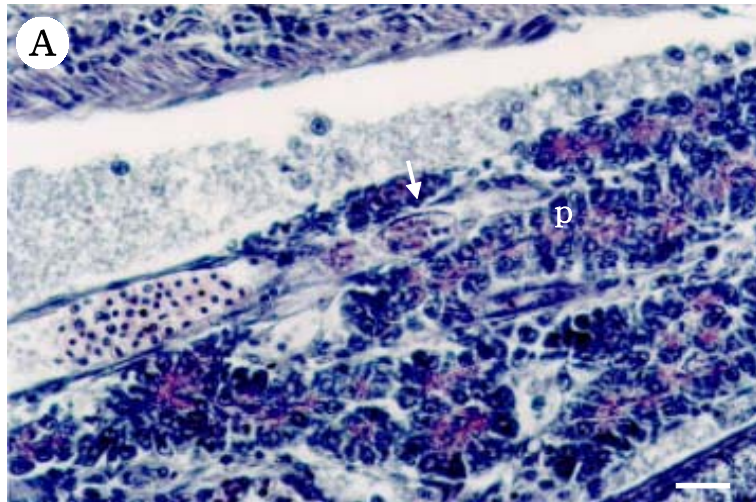
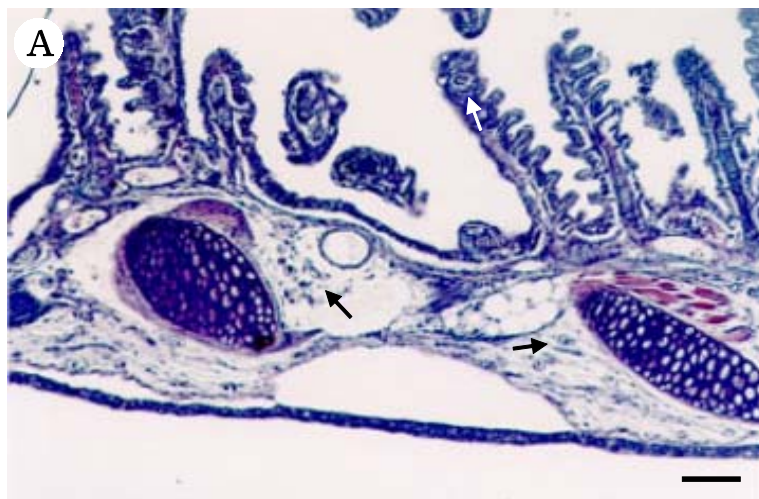


Fig. 14. Longisectional view of pancreas (A) and epithelial tissue of intestine (B) infected by scuticociliates (arrows). i: Intestine, p: Pancreas. Scale bar = A: 25  $\mu\text{m}$ , B: 50  $\mu\text{m}$ .



A



B

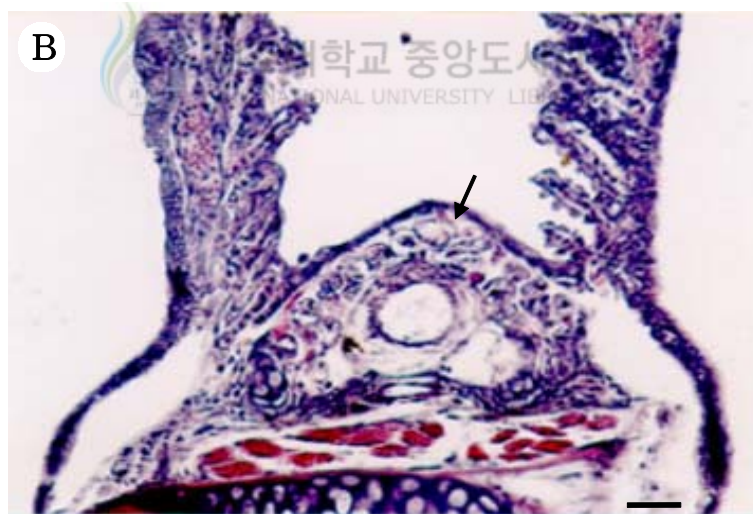


Fig. 15. Longisectonal view of gill infected by scuticociliates (arrows). Scale bar =  
A: 100  $\mu\text{m}$ , B: 50  $\mu\text{m}$ .



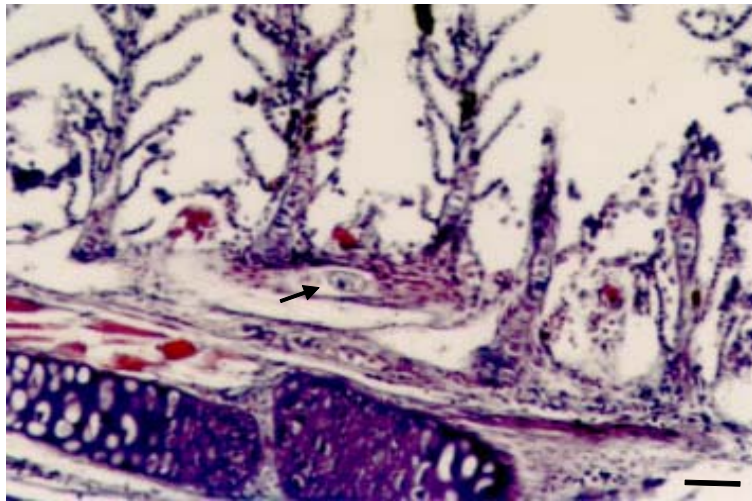


Fig. 16. Longisectional view of the capillary of gill infected by scuticociliates (arrows). Scale bar = 50  $\mu$ m.



Fig. 17. Longisectional view of the capillary near the thyroid gland by scuticociliates (arrows). c: Capillary, t: Thyroid gland. Scale bar = 50  $\mu$ m.

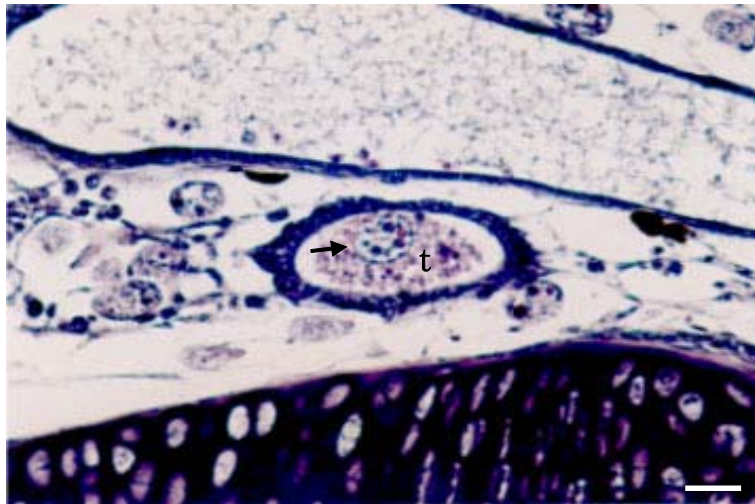


Fig. 18. Longisectonal view of the scuticociliates (arrows) infiltrated into the thyroid gland. t: Thyroid gland. Scale bar = 25  $\mu\text{m}$ .

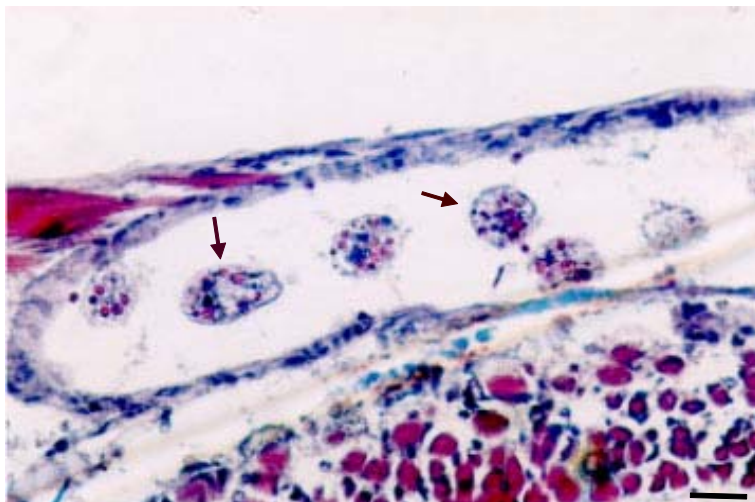


Fig. 19. Longisectonal view of scuticociliates (arrows) fed on erythrocytes in blood vessel. Scale bar = 25  $\mu\text{m}$ .

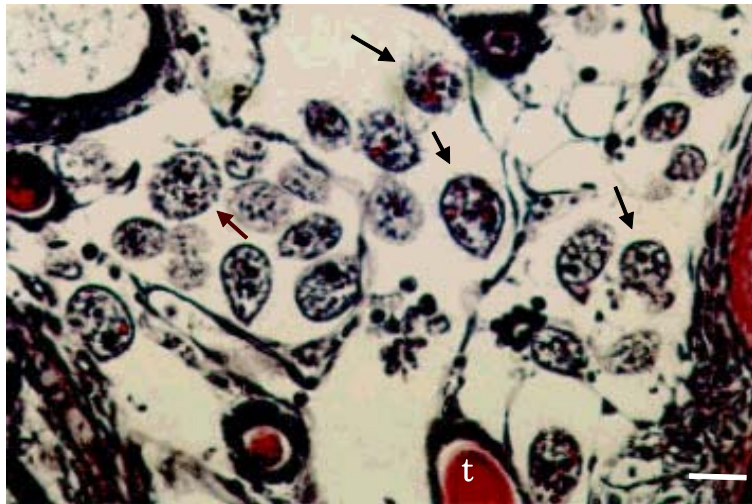



Fig. 20. Longisectonal view of scuticociliates (arrows) fed on erythrocytes in muscle tissue near the thyroid gland. t: Thyroid gland. Scale bar = 25  $\mu\text{m}$ .


 제주대학교 중앙도서관  
 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

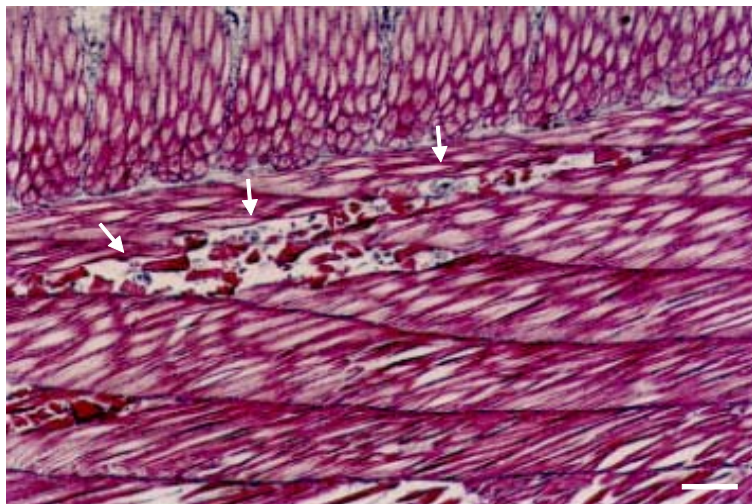


Fig. 21. Longisectonal view of muscle just-infiltrated by scuticociliates (arrows). Scale bar = 100  $\mu\text{m}$ .

## IV. 고찰

해산어류에 기생하는 스쿠티카충은 Thompson and Moewus (1964)가 해마류에 스쿠티카충목의 *Miamiensis avidus*가 기생한다고 보고한 이래 어류뿐만 아니라 갑각류, 연체동물 등에 기생하는 것이 보고되고 있다 (Morado and Small, 1995; Cawthorn *et al.*, 1996).

Jee 등 (2001)은 한국의 동해 남부지역에서 양식하는 넙치에 감염되는 스쿠티카충의 구부구조 배열과 형태에 기초하여 *Uronema*속으로 분류하였고 *Uronema marinum*의 특징을 갖는다고 하였다. 제주지역의 양식넙치에 감염되는 스쿠티카충은 구부장치를 갖는 채찍섬모충목 (Scuticociliatida)으로 분류되며 다른 지역에서 감염되는 충과 같은 *Uronema*속으로 추정된다.

넙치에 감염되는 스쿠티카충은 1986년에 乙竹 와 松里에 의해 처음으로 보고되었으며 Yoshinaga 등 (1993)에 의해 시험관 배양에 성공하였다. 우리나라에서는 Lee 등 (1994)에 의해 육상양식장에서 자연 감염된 넙치를 대상으로 병리조직학적인 연구가 이루어졌으며, 이 등 (1995)에 의해 제주지역 넙치양식장의 스쿠티카충 발병상황이 보고된바 있다. 또한 강 (2000)에 의해 제주도 육상수조에서 양식하는 자주복에 스쿠티카충 감염이 보고된바 있다.

乙竹 등 (1986), 田 등 (1992), 吉水 등 (1993)은 넙치에 기생하는 스쿠티카충은 충체의 길이가 30~50  $\mu\text{m}$  정도로 다른 기생충과는 달리 뇌 속까지 침투하므로 치료에 어려움이 많다고 하였다. 이 연구에서 조사된 스쿠티카충은 길이 25.5~48.0  $\mu\text{m}$ 로 충체의 크기에 많은 차이가 있었으며, 특히 감염부위에 따라 차이가 많았다. 뇌에 감염된 충은 평균 길이가 40.6  $\mu\text{m}$ 이나 아가미에 감염된 충은 평균 길이가 31.7  $\mu\text{m}$ 로 현저한 차이가 있었다. 그러나 Jee 등 (2001)에 따르면 감염부위에 따라 형태적인 차이가 많으나 동일한 배양조건하에서는 형태적인 차이가 없다고 하였다.

제주도 지역에서는 양식넙치에 스쿠티카충이 1991년에 처음으로 감염된 것이 확인되었으나 1997년도까지는 전체질병 발병 중에서 10% 내외로 많은 편이 아니었으며 피해도 많지 않았다. 그러나 1998년도부터 발병건수 증가는 물론 전체 질병 발병건수



중 스쿠티카충의 발병비율이 높아지고 피해도 급격히 증가했다. 특히 이 시기부터 치어에 감염이 급격히 증가했는데 Table 8에서 보는 바와 같이 제주 지역에서 종묘생산량이 급격히 증가한 시기와 대체로 일치한다. 1995년도 이후 제주지역의 어류 종묘배양장 숫자와 수면적이 줄어드는 추세이나 넙치 종묘생산량은 오히려 급격히 증가하였다 (해양수산부, 2002). 일정한 수면적에서 대량으로 종묘를 생산하기 위해서는 필수적으로 충분한 먹이생물 배양시설과 관리가 이루어져야 한다. 그러나 그 동안 전국적으로 종묘배양장 난립에 따른 채산성 악화로 로티퍼 자체 보존 및 완전한 자급체제를 갖추지 않고 배양장끼리 서로 분양해주면서 먹이생물 문제를 해결하였다. 그 결과 로티퍼를 통해서 감염되는 각종 질병이 확산되기 쉬운 환경이 조성된 것으로 추정되며, 스쿠티카충도 로티퍼를 통해서 종묘에 확산되는 것으로 보인다. 많은 종묘배양장의 로티퍼를 검사해보면 대부분 스쿠티카충이 감염되어 있으며 그만큼 종묘배양시 스쿠티카충에 감염될 가능성이 높다고 할 수 있다.

Table 8. Amount of seeding production in the flounder hatchery of Jeju Island from 1991 to 2001

| Items                             | Year  |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                   | '91   | '92   | '93   | '94    | '95    | '96    | '97    | '98    | '99    | '00    | '01    |
| No. of hatchery                   | 46    | 46    | 48    | 50     | 51     | 45     | 41     | 39     | 38     | 38     | 29     |
| Rearing tank area of hatchery(ha) | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 4.9    | 5.0    | 3.8    | 3.7    | 3.5    | 3.4    | 3.4    | 3.3    |
| Seeding production (×1,000)       | 8,138 | 7,645 | 9,785 | 13,890 | 13,220 | 19,140 | 19,250 | 16,930 | 18,080 | 25,550 | 31,400 |

스쿠티카충 감염시 혼합감염된 세균성 질병은 비브리오병이 가장 많았는데 해수중에 상존하는 비브리오균에 의해서 쉽게 2차 감염되는 것으로 보이며, 다음에 활주세균 감염이 많았다. 이와 같은 결과는 스쿠티카충에 의한 상처를 통해 해수중에 상존

하는 병원균이 감염되는 것을 보여주고 있다. Crosbie & Munday (1999)는 *Vibro anguillarum* 균을 먹이로 한 *Uronema nigricans* 총 배양 *in vitro* 실험에서 스쿠티카충과 비브리오 균이 포식자와 피포식자 관계를 보인다고 하였다. 그러나 넙치에 총이 감염된 경우는 섬모운동에 의해서 조직에 상처를 입히고 그 부위에 비브리오균과 활주세균이 감염되어 염증을 일으켜 조직을 궤사시켰다. 궤사된 조직은 스쿠티카충이 증식하기에 알맞은 환경이 되어 총이 대량 증식하는 상호 보완 관계를 보였다.

월별 스쿠티카충의 발병동향은 대체로 5월에서 9월까지 봄, 여름에 많이 발병되고 있으며, 7~8월에 발병이 많은 것으로 나타났다. 제주도 지역의 양식장은 대부분 연중 17°C 내외의 지하해수를 혼합 사용하여 여름철 사육수온을 22~24°C를 유지하고 있다. Crosbie & Munday (1999)는 Southern bluefin tuna *Thunnus macoyii*에 감염되는 *Uronema nigricans* 총의 성장범위가 수온 10~25°C, 염분농도 15~35 ppt라고 보고하였다. 비슷한 결과로서 Cheung 등 (1980)에 의해 수족관내 해산 관상어에 감염되는 *U. marinum* 총이 광범위한 염분 (21~31 ppt)과 수온 (8~28°C) 범위에서 나타난다고 보고하였다. Jee 등 (2000)은 넙치에 감염되는 *Uronema* sp.의 번식 범위가 6~30°C로 매우 넓으며 이 범위에서 수온이 높을수록 세대교번 시간이 빠르다고 하였다. 이 등 (1997)은 스쿠티카충의 배양실험에서 적정 배양온도가 20~25°C이며, 최적 배양온도는 25°C로 보고하였다. 따라서 넙치양식장에서 스쿠티카충의 감염은 계절에 관계없이 발병되나 적수온은 23°C 내외일 가능성이 높은 것으로 보이며, 이는 넙치의 성장 적수온과 비슷하여 넙치에 대량 감염을 유발할 수 있음을 시사하고 있다.

1999년부터 2001년까지 최근 3년 동안의 크기별 발병동향을 보면 11~20 cm 범위의 치어가 전체 발병의 44% 정도를 차지하여 치어기 감염이 높게 나타나고 있다. 그러나 20 cm 이상에서도 발병되고 있어 한번 감염되면 지속적으로 재발되고 있음을 보여주고 있다. 10 cm 미만의 치어가 발병이 적게 나타난 것은 7 cm 정도의 종묘를 입식하므로 발병기간이 7~10 cm의 짧은 기간이며, 감염이 되더라도 대량 폐사 등 증상이 나타나기까지는 어느 정도의 시간이 소요되므로 10 cm 이후에 많이 발병되는 것으로 사료된다.

이 등 (2001)은 스쿠티카충이 넙치의 장관, 위장, 간장, 비장, 신장, 생식소 등의 내부장기까지 침투하여 세포들을 변성 또는 괴사시킨다고 보고하였는데, 이 연구에서도 대량 폐사가 일어나는 양식장은 대부분 스쿠티카충이 아가미 세엽 속, 뇌, 안구 등에 감염

된 경우였다. 특히 이 층이 감염된 종묘를 입식 했을 경우 폐사율이 50% 이상으로 현저히 높은 것은 층의 감염 시기와 관계가 있는 것으로 보인다. 넙치 치어의 크기가 7 cm 미만의 어린 시기에는 어체의 상처 유무나 저항력에 관계없이 수조 바닥에 스쿠티카충이 대량 증식할 경우 지느러미나 주둥치, 주둥치 밑 부분의 부드러운 피부를 통하여 쉽게 감염이 되었다. 또한 넙치가 어린 시기일수록 조직이 연약하여 층이 근육, 아가미 새엽 속, 내부장기, 뇌 등 체내로 쉽게 침입하기 때문에 치어기에 감염될 경우 폐사율이 높은 것으로 사료된다.

Crosbie & Munday (1999)는 *in vitro* 실험에서 *Uronema nigricans* 층이 포르말린 100 ppm 이상, 과산화수소 250 ppm 이상, 말라카이트 그린 2 ppm 이상에서 구제 효과가 있는 것으로 보고하였다. 그러나 강 (2000)에 의하면 육상수조에서 양식하는 자주복에 감염된 스쿠티카충은 포르말린 200, 300, 500, 1,000 ppm에 3~5일간 약육을 하더라도 환부와 아가미에서 층이 검출되었다고 보고하였다. 현재 넙치 양식장에서는 스쿠티카충이 감염되면 포르말린 200~300 ppm 농도로 지속적으로 약육을 실시하고 있으나 구제가 어려워 많은 피해를 입고 있다. 스쿠티카충이 아가미 새엽 속, 뇌, 근육조직, 내부장기 등에 광범위하게 침입하기 때문에 *in vitro* 실험에서 효과가 있는 화합물이라 할지라도 어류에 감염된 층을 구제하기가 어려운 것으로 판단된다. 내부 조직에 감염된 층을 구제하기 위해 경구투여용 약제에 대한 연구가 이루어지고 있으나 현재까지 실효성 있는 치료 방법이 없는 실정이다.

넙치가 일단 25 cm 이상 성장한 다음에는 뇌, 안구, 아가미 새엽 속 감염이 적었으며, 대량 폐사도 현저히 적었다. 또한 비브리오, 활주세균 등의 합병증에 의한 피해도 감소했다. 따라서 넙치가 스쿠티카충이나 비브리오, 활주세균 등에 저항력이 현저히 높아지는 시기가 전장 20~25 cm 크기인 것으로 추정된다.

스쿠티카충이 감염되지 않은 로티퍼를 이용하는 종묘배양장에서는 먹이생물 배양수조, 자어 사육수조, 자어 및 치어 (전장 7 cm 전후)에서 스쿠티카충 감염이 확인되지 않았다. 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 치어기 층 감염을 상당부분 막을 수 있을 것으로 판단된다. 또한 스쿠티카충은 바닥에 서식하면서 꾸준히 치어에 감염되므로 수조 바닥에 층이 유입되었던

라도 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 척수를 따라 뇌로 이행되는 것도 뇌로 이행되는 경로로 보인다. 그러나 종묘 배양과정의 치어기에는 꼬리지느러미에 감염된 후 뇌로 이행되는 경우가 현저히 적었다. 따라서 뇌로 이행되는 개체는 대부분 머리 부분 감염 후 근조직을 따라서 뇌로 이행되는 것으로 보인다.

또한 스쿠티카충이 아가미 부근의 혈관에 집중적으로 침입하여 적혈구를 포식하였는데 아가미의 모세혈관을 통하여 침입하는 것으로 보인다. 강 (2000)에 의하면 육상 수조에서 양식하는 자주복에 감염된 스쿠티카충도 혈관 속에 침입하여 적혈구를 섭취한다고 하였다. 혈관 속에 침입한 충은 적혈구를 먹이로 하여 대량 번식이 가능하고, 혈관을 따라서 다른 기관으로 이동할 가능성도 높은 것으로 보인다.





## V. 요약

넙치양식시 피해가 많은 스쿠티카충의 치어기 감염 및 피해상황과 감염경로를 규명하기 위하여 2001년도에 제주도지역 넙치양식장과 종묘배양장을 대상으로 조사를 실시하였다.

제주도 지역의 넙치양식장 스쿠티카충 발병상황은 1996년까지는 전체 발병건수의 10% 내외였으나 그 후 발병비율이 증가하여 2001년에는 34.5%로 높아졌다.

스쿠티카충 감염시 폐사율은 감염어 크기에 따라 현저한 차이를 보였는데 종묘생산과정에서 감염된 경우는 평균 53.8%였으며, 양성장에서 감염된 경우 (전장 7 cm 이상)는 평균 13.2%였다.

종묘생산 과정에서의 감염경로 조사를 위해 먹이생물인 클로렐라, 알테미아, 로티퍼 배양수조를 조사한 결과 로티퍼 배양수조에서 밑바닥 찌꺼기와 로티퍼 사체 및 생체에서 스쿠티카충 감염이 확인되었다. 스쿠티카충이 감염된 로티퍼를 자어에 투여한 후 자어 사육수조 바닥에는 스쿠티카충이 다량 번식하였다. 넙치 치어에 최초 감염은 부화자어가 착저 완료후 10일경 (부화후 40일경)에 사육수조 바닥에 서식하고 있던 스쿠티카충이 치어에 감염되었다.

스쿠티카충에 감염된 넙치 치어를 조직학적 방법으로 조사하여 감염경로를 확인한 결과, 안구나 뇌에 감염되는 경로는 주둥치 부분이나 등지느러미 앞부분의 표피에 감염된 후 상피조직과 근조직을 따라 안구까지 이행되었고 뇌와 연결된 근조직과 신경조직을 따라 뇌로 이행되었다. 그리고 내부장기에 감염되는 경로는 배지느러미나 뒷지느러미 연조직막에 침투하여 상피조직과 근조직을 따라 항문과 직장으로 이행되었으며 비뇨생식공을 통해서 요도와 방광, 직장상피세포, 복강, 췌장, 신장외막, 신장 등으로 각각 이행되었다.

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

## VI. 참고문헌

- Cawthorn R. J., D. H. Lynn, B. Despres, R. MacMillan, R. Maloney, M. Loughlin and R. Bayer. 1996. Description of *Anophryoides haemophila* n. sp. (Scuticociliatida: Orchitophryidae), a pathogen of American lobsters *Homarus americanus*. *Dis. Aquat. Org.*, 24 : 143~148.
- Cheung, P. J., R. F. Nigrelli and G. K. ruggieri. 1980. Studies on the morphology of *Uronema marinum* Dujardin (Ciliatea: Uronematidae) with a description of the histopathology of the infection in marine fishes. *J. Fish Dis.*, 3 : 295~303.
- Corliss J. O. 1968. The vauue of ontogenetic data in reconstructing protozoan phylogenies. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 87 : 1~20.
- Crosbie P. B. B., B. L. Munday. 1999. Environmental factors and chemical agents affecting the growth of the pathogenic marine ciliate *Uronema nigricans*. *Dis. Aquat. Org.*, 36 : 213~219.
- Dragesco A., J. Dragesco, F. Coste, C. Gasc, B. Romestand, J. C. Raymond and G. Bouix. 1995. *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.
- Dykova, I. and A. Figueras. 1994. Histopathological changes in turbot *Scophthalmus maximus* due to a histophagous ciliate. *Dis. Aquat. Org.*, 18 : 5~9.
- Evans F. R. and J. O. Corliss. 1964. Morphogenesis in the hymenostome ciliate *Pseudocohnilembus persalinus* and its taxonomic and phylogenetic implications. *J. Protozool.*, 11 : 353~370.
- Jee, B. Y., Yi-Cheung Kim, Mi Seon Park. 2001. Morphology and biology of parasite responsible for scuticociliatosis of cultured olive flounder *Paralichthys olivaceus*, *Dis. Aquat. Org.*, 47 : 49~55.
- Lee, N. S., J. H. Park, K. S. Han and M. D. Huh. 1994. Histopathological changes in

- fingerlings of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, with severe scuticociliatosis. *J. Fish Pathol.*, 7(2) : 151~160.
- Mizuno, Y. 1993. Control methods of diseased Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, used in fish farm in Japan, *J. Fish Pathol.*, 6 : 219~231.
- Morado J. F. and E. B. Small. 1995. Ciliate parasites and diseases of Crustacea: a review. *Rev. Fish Sci.*, 3 : 275~354.
- Munday, B. L., P. J. O'Donoghue, M. Watts, K. Rough, and T. Hawkesford. 1997. Fetal encephalitis due to the scuticociliate *Uronema nigricans* in sea-cage, southern bluefin tuna *Thunnus maccoyii*. *Dis. Aquat. Org.*, 30 : 17~25.
- Small, E. B. 1967. The Scuticociliatida, a new order of the class Ciliata (Phylum Protozoa, Subphylum Ciliophora). *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 86 : 345~370.
- Song W. B. 1991. Morphology and morphogenesis of the fresh-water scuticociliate *Uronema nigricans* (Muller, 1786). *Acta Zool. Sin.*, 37 : 233~243. (in Chinese).
- Thompson, J. C. JR. and L. Moewus. 1964. *Miamiensis avidus* n. g., n. sp., a Marine Facultative Parasite in the Ciliate Order Hymenostomatida, *J. Protozool.*, 11(3) : 378~381.
- Yoshinaga T. and J. Nakazoe, 1993. Isolation and *in vitro* Cultivation of Unidentified Ciliate Causing Scuticociliatosis in Japanese Flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Kyobyō kenkyū*. 28(3) : 131-134.
- 乙竹 充・松里 壽彦. 1986. ヒラメ *Paralichthys olivaceus* 稚魚のスクーティカ繊毛虫(膜口類)症. *Bull. Natl. Res. Aquaculture*. 9 : 65-68.
- 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, 1993. ヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) のスクーティカ感染症.-スクーティカ 繊毛虫の培養性状・薬剤感受性・病原性-. *J. Fish Pathol.*, 6(2) : 193-206.
- 康法勢. 2000. 스쿠티카섬모충에 감염된 자주복 *Takifugu rubripes* 의 병리조직학적 연구. 제주대학교 박사학위 논문. 63 pp.
- 국립수산진흥원. 2000. 어병예방 및 치료대책. 103~119.

- 이창훈 · 강용진 · 하동수 · 이영돈. 2001. 넙치 스킨카증의 발생상황과 병리조직학적 관찰.  
수진연구보고 59 : 68~73.
- 李昌薰 · 河東洙. 1995. 養殖生物 疾病診斷研究. 南海研究所事業報告書, 211~215.
- 田世圭. 1992. 海産養殖魚類의 疾病. 한국수산신보사.
- 해양수산부. 2002. 수산연구 · 지도보급 우수사례 발표자료. 77~85.



## 감사의 글

부족함이 많은 제가 이 논문을 완성할 수 있도록 지도해주신 허문수 교수님께 먼저 깊은 감사를 드립니다. 그리고 세심한 교정과 심사를 해주신 송춘복 교수님과 이제희 교수님께 감사드리며, 변함없는 격려와 도움을 주신 여인규 교수님과 전유진 교수님께도 감사를 드립니다. 언제나 변치 않는 관심과 격려를 주신 이정재 교수님, 정상철 교수님, 이기완 교수님, 노 섬 교수님, 이영돈 교수님, 최광식 교수님께도 감사를 드립니다.

바쁜 직장에서 이 논문이 완성되기까지 많은 배려와 도움을 주신 제주지방해양수산청 이홍식 청장님을 비롯한 수산관리과의 정태준 과장님과 최영진, 송윤경, 정성필, 장근수 계장님과 오상필, 고경호, 김종수, 이정호, 오순진 후배와 모든 직원 여러분께 감사드립니다.

언제나 변함없는 도움을 주신 남해수산기술관리소의 김대환 소장님, 수산과학원의 공용근 박사님, 이창훈 박사님, 이정의 박사님, 한석중 장장님, 박명애 박사님과 지보영 박사님께도 감사의 말씀을 드립니다. 학업에 바쁜 가운데도 도움을 주었던 나오수 후배를 비롯한 발생학 실험실 후배들, 그리고 즐거운 시간을 같이 했던 양병규, 고순미, 강현실, 박영미 학우와 정용욱 후배를 비롯한 미생물학 실험실 후배들께도 감사를 드립니다.

끝으로 사랑으로 키워주신 어머니님과 형님, 형수님 그리고 언제나 변함없는 삶의 동반자인 아내와 승희, 주희, 희종이와 기쁨을 같이 하고자 합니다.