

博 士 學 位 論 文

스쿠티카섬모충에 감염된 자주복
*Takifugu rubripes*의 병리조직학적 연구



濟 州 大 學 校 大 學 院
水 產 生 物 學 科

康 法 勢

2000年 12月

스쿠티카섬모충에 감염된 자주복
*Takifugu rubripes*의 병리조직학적 연구

指導教授 李 定 宰

康 法 勢

이 論文을 理學博士 學位論文으로 提出함

2000年 12月

康法勢의 理學博士 學位論文을 認准함

審査委員長 正 常 철



委 員 이 기 완



委 員 송 춘 복



委 員 이 영 돈



委 員 이 정 재



濟州大學校 大學院

2000年 12月

**Histopathological Study of Tiger Puffer,
Takifugu rubripes Infected with
Scuticociliates**

Bub-Se Kang

(Supervised by Professor Jung-Jae Lee)



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF SCIENCE**

**DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY**

December 2000

목 차

List of figures	i
List of tables	v
Summary	vi
I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	3
1. 실험재료	3
2. 사육환경	3
3. 성장	3
4. 스쿠티카의 외부형태 관찰	3
5. 조직병리학적 관찰	4
6. 실험적 구제	4
III. 결 과	5
1. 사육환경	5
2. 성 장	6
3. 생존율	11
4. 증중율	12
5. 비만도	13

6. 스킨카심모충의 형태	14
7. 감염어의 행동 및 외부증상	20
8. 스킨카심모충의 기관별 분포와 병리적 현상	23
1) 피부	23
2) 아가미	25
3) 비장	28
4) 맥관계	31
5) 소화기관	33
6) 뇌	35
7) 생식소	38
8) 신장	40
9. 스킨카심모충의 조직별 분포와 병리적 현상	42
1) 상피조직	42
2) 근조직	44
3) 결합조직	45
4) 신경조직	47
10. 실험적 구제	49
IV. 고 찰	50
V. 요 약	57
VI. 참고문헌	59

감사의 글

List of figures

- Fig. 1. Monthly changes of water temperature and air temperature from July 1999 to September 2000. 5
- Fig. 2. Monthly changes of mean total length in the normal fish and the fish infected with scuticociliates in the tiger puffer. 7
- Fig. 3. Monthly changes of mean body weight in the normal fish and the fish infected with scuticociliates in the tiger puffer. 7
- Fig. 4. Monthly changes of survival rate and accumulative survival rate (infected fish). 11
- Fig. 5. Monthly changes of total weight gain in the normal fish and the fish infected with scuticociliates in the tiger puffer. 12
- Fig. 6. Monthly changes of condition factor in the normal fish and the fish infected with scuticociliates in the tiger puffer. 13
- Fig. 7. Mucous layer of the gill (A) and the skin (B) in the tiger puffer infected with scuticociliates. 15
- Fig. 8. Photomicrographs of infiltration process (A to C) of scuticociliate by ciliary movement in mucous layer of the gill of the tiger puffer. ... 16
- Fig. 9. External features of scuticociliates. 17

Fig. 10. Photomicrographs of scuticociliate infiltrated into the connective tissue.	18
Fig. 11. Cytokinesis stages of scuticociliate infiltrated into the connective tissue (A) and the gill lamella (B).	19
Fig. 12. External feature of the normal fish (A) and the fish infected (B and C) with scuticociliates in the tiger puffer.	21
Fig. 13. Frequency of each region damaged in the tiger puffer infected with scuticociliates.	22
Fig. 14. Cross section of the skin in the tiger puffer.	23
Fig. 15. Cross section of the skin infected with scuticociliates in the tiger puffer.	24
Fig. 16. Cross section of the gill filament in the tiger puffer.	25
Fig. 17. Cross section of the gill filament infected with scuticociliates in the tiger puffer.	26
Fig. 18. Cross section of the gill filament (stained with Azan and AB-PAS) infected with scuticociliates in the tiger puffer.	27
Fig. 19. General feature of cross section of the spleen in the tiger puffer.	28
Fig. 20. Cross section of the spleen in the tiger puffer.	29

Fig. 21. Cross section of the spleen infected with scuticociliates in the tiger puffer.	30
Fig. 22. Cross section of the blood vessel of subcutaneous tissue in the tiger puffer.	31
Fig. 23. Cross section of the blood vessel infected with scuticociliates in the tiger puffer.	32
Fig. 24. Cross section of the intestine in the tiger puffer.	33
Fig. 25. Cross section of the intestine infected with scuticociliates in the tiger puffer.	34
Fig. 26. Cross section of the brain in the tiger puffer.	35
Fig. 27. Cross section of the olfactory lobe and optic lobe in the tiger puffer.	36
Fig. 28. Cross section of the brain infected with scuticociliates in the tiger puffer.	37
Fig. 29. Cross section of the testis in the tiger puffer.	38
Fig. 30. Cross section of the testis infected with scuticociliates in the tiger puffer.	39
Fig. 31. Cross section of the kidney in the tiger puffer.	40
Fig. 32. Cross section of the kidney infected with scuticociliates in the tiger puffer.	41

Fig. 33. Cross section of the epithelial tissue in the tiger puffer.	42
Fig. 34. Cross section of the epithelial tissue infected with scuticociliates in the tiger puffer.	43
Fig. 35. Cross section of the muscle layer in the normal tiger puffer (A) and the fish infected with scuticociliates (B).	44
Fig. 36. Cross section of the loose connective tissue layer in the tiger puffer.	45
Fig. 37. Cross section of the loose connective tissue layer infected with scuticociliates in the tiger puffer	46
Fig. 38. Cross section of the pericondrial bone infected with scuticociliates in the tiger puffer.	46
Fig. 39. Cross section of the nervous tissue in the tiger puffer.	47
Fig. 40. Cross section of the nervous tissue infected with scuticociliates in the tiger puffer.	48

List of tables

- Table 1. Survival rate, total body weight, total weight gain, mean body weight, mean weight gain, mean total length and condition factor of the normal fish and the fish infected with scuticociliates in the tiger puffer, *T. rubripes* 8
- Table 2. Survival rate, total body weight, total weight gain, mean body weight, mean weight gain, mean total length and condition factor of the normal tiger puffer, *T. rubripes* reared from March to June, 2000 9
- Table 3. Survival rate, total body weight, total weight gain, mean body weight, mean weight gain, mean total length and condition factor of the tiger puffer, *T. rubripes* infected with scuticociliates reared from March to June, 2000 10

Summary

This study investigated external pathological features, behavior characteristics, growth, and survival rate of the tiger puffer, *Takifugu rubripes*, infected with scuticociliates. We discussed the infiltration pathway of scuticociliates, and the cause of death by histopathological method on pathological symptoms of internal organs and tissues.

The fishes were reared from May 1999 to September 2000, and were infected with scuticociliates from April to June after cutting off their teeth in March 2000.

Survival rate during the infection period was much lower in scuticociliates infected fish groups, 66.8% than the normal fish groups, which was 94.4%. The body weight gain was also lowered in infected fish groups, 70.2%, against normal fish groups, which was 142.1%. However, the condition showed no apparent difference between the infected groups and the normal fish groups.

The fish infected with scuticociliates did not show any external pathological symptoms, such as change in body color or swimming behavior, in the early infection stage. However, they showed congestion, erosion, and ulcer on the skin and fin as pathological symptoms, when investigated. They also showed a turning movement, mainly stayed in the bottom, and swam with their mouths open in the surface of water. Some fish showed a sudden swimming movement of zigzag type.

Scuticociliates infiltrated into the membranous tissues of the brain, intestine, kidney, spleen, and gonad. The organs showed the lesion, which exfoliated

between the epidermis and the subcutaneous layer. Although the lesion could not be seen in the internal tissue of the organs, excessive deposition of hemosiderin was observed in the spleen. The gills infiltrated with scuticociliates showed clubbed gill filament due to hypertrophy of gill lamella. Scuticociliates infiltrated into the epithelium, muscle, cartilage, and connective tissues, and the infected tissues showed lesions, which manifested as exfoliation and necrosis.

Within the blood vessels, scuticociliates were observed one to ten individuals, depending on diameter of the blood vessels. Some of the scuticociliates were observed to have ingested erythrocytes. The scuticociliates infiltrated into the rearing tiger puffer were of ovoid shape and $20 \times 40 \mu\text{m}$ in size. The scuticociliates had a contractile vesicle and a caudal cilium that ranged $10 \sim 12 \mu\text{m}$, and reproduced by binary fission. Therefore the scuticociliates were identified as ciliated, belonging to class Hymenostomatia, order Scuticociliatida in morphogenetic character.

Based on the pathological lesions, the filtration pathways of the scuticociliates were estimated as follows: (1) infiltration into the membranous tissues of the abdominal cavity passing through the gill, (2) infiltration into the blood vessels of the epithelial layer passing through the skin, (3) infiltration directly into the connective tissue of the subcutaneous tissue.

The death causes of the infected fish were divided into four main classes; They are: (1) inhibition of blood circulation due to the mass reproduction of scuticociliates infiltrated into blood vessels, (2) inhibition of gas exchanges due to the exfoliation and hypertrophy of the gill lamella, (3) neuropathy and neurolysis due to the exfoliation of the epithelial tissue that protects the brain,

(4) enfeeblement of immunity due to physiological problems, as scuticociliates infiltrated into the membranous tissues of the kidney, spleen, gonad and so on.



I. 서론

제주도 해산어류의 양식은 대부분 육상 양식수조를 이용하여 사육하고 있다. 좋은 입지적 조건과 연중 수온 변동폭이 적고 오염원으로부터 차단된 지하해수 등을 이용하여 안정적인 생산을 하고 있으나, 최근에 들어 단일 어종에만 치우친 넙치의 생산에 대한 우려로 일부 업체에서는 경제성이 높은 능성어류나 복어류에 대한 연구로 품종 다양화를 모색하고 있다.

자주복(*Takifugu rubripes*)은 높은 부가가치의 양식품종인 어류이나 팽복, 발음, 잠사, 투쟁습성 등 특이한 성질을 갖는 물고기이다(藤田, 1962). 특히 자주복은 이빨이 날카로워 그물을 절단하거나 서로 깨물어 상처를 입히고, 자주복 사육시에 공식현상이 넙치(平本·小林, 1979), 참돔(山田, 1978), 뱀장어(伊藤, 1977)등 타 어종에 비해 심하며(大上·鈴木, 1982), 치어사육 및 양성시 2~3회에 걸쳐 이빨을 절단하여 사육하는 양식이 까다로운 종이다(水産廳, 1992). 국내에서는 자주복의 종묘생산과 번식생물학적인 기초 연구(Pyen and Rho, 1970; 양 등, 1994)와 사육시에 이빨절단 효과(文 等, 1993; 金 等, 1995) 등의 보고가 있으며, 일부 양식 어가에서는 일본으로부터 수정란을 도입하여 종묘생산과 양성을 실시하고 있다.

자주복 양성 중에 스쿠티카섬모충(scuticociliates)의 감염에 대한 피해가 확인되었으며, 최근에 들어 양성중인 다른 해산어류에서도 스쿠티카섬모충의 감염이 대량폐사 원인으로 되어 있어 이들 섬모충에 관한 연구가 절실히 필요한 시점이다.

스쿠티카섬모충류의 형태발생에 따른 계통발생학적 유연관계와 분류에 초점을 둔 연구는 Evans and Corliss (1964)가 시작한 후 많은 연구로 분류체계가 확립되었으나(Corliss, 1968, 1979; Small, 1967), 형태 발생적인 변이로 스쿠티카섬모충의 분류에 어려움이 있다(Song, 1991).

해산어류에 기생하여 대량 폐사를 일으키는 막구충아강과 스쿠티카섬모충으로서 수족관에서 사육하는 놀래기과, 자리돔, 그리고 나비고기과 등에 기생하는 *Uronema marium* (Cheung et al., 1980)과 프랑스 지중해 연안에서 양성중인 해산농어류(*Dicentrarchus labrax*)에 기생하는 *Philasterides dicentrarchi* (Dragesco et al., 1995), 스페인 북부 Galicia해안에서 사육하는 turbot (*Scophthalmus maximus*)에서 발견되는 막구충, Hymenostomata (Dykova and Figueras, 1994), 호주의 남부 Lincoln해안에서 사육하는 bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*)에 *U. nigricans*의 기생(Munday et al., 1997) 등이 연구되었다. 우리 나라에서도 양성중인 넙치에 스쿠티카섬모충의 감염으로 대량 사망하였고, 넙치를 대상으로 스쿠티카섬모충 감염 및 감염어의 병리조직에 대한 연구를 Lee et al. (1994)이 보고한 이후에 많은 관심을 가지고 지속적인 연구를 수행하고 있다(Lee and Ha, 1997). 그러나 자주복 양식에 있어서는 스쿠티카섬모충의 감염으로 피해가 발생하고 있으나, 이에 따른 조직병리학적 현상 규명이 어려운 실정이다.

따라서 이 연구는 양성중인 자주복에 스쿠티카섬모충의 감염시 감염어의 외부 증상과 행동 특성 및 스쿠티카섬모충이 자주복의 체내 기관과 조직에 침투·분포에 대한 병리조직학적 연구로 스쿠티카섬모충의 침투경로와 사망원인에 대한 병리적 현상을 고찰하여 자주복 양식 활성화에 근간을 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

실험어는 씨에스양식장에서 1999년 5월14일에 자주복 수정란을 부화시켜 종묘 생산 한 후 7월에 입식하여 사육중인 자주복 중에서 2000년 3월 이빨 절단 이후 4~6월에 걸쳐 스키테카섬모충에 감염된 자주복을 이용하였다.

2. 사육환경

1999년 7월에서 2000년 9월까지 15개월간 사육수온, 기온은 봉상 온도계로 측정하였다.

3. 성장

생존율과 성장률 및 증중을 그리고 비만도는 이빨 절단 후 감염된 감염구 50 ton 원형 수조(A, B, C)와 비감염구 50 ton 원형 수조(A, B, C)에서 사육 중인 자주복을 이용하여 비교 조사하였다.

4. 스키테카섬모충의 외부형태 관찰

스쿠테카섬모충의 외부형태는 스키테카섬모충에 감염된 것으로 추정되는 부위

를 절취하여 관찰하였다. 스쿠티카섬모충의 섬모형태는 Schiff's reagent로 생체 염색을 하여 위상차현미경(Phase-contrast and Nomarski interference-contrast illumination, Carl Zeiss, HBO 50)으로 검경하였다.

5. 조직 병리학적 관찰

채집된 자주복은 외부의 감염 손상된 형태를 사진촬영 한 후, 전장과 체중을 각각 1 mm 와 1 g 까지 측정하였으며, 자주복의 각 기관조직을 조직병리학적으로 분석하기 위해 피부계, 순환계, 신경계 및 비뇨생식계 그리고 근조직과 소화기관을 해부한 후 절편을 만들어 Bouin's 용액에 고정하였다.

각 기관의 조직을 검경하기 위해 염색은 상법인 파라핀 절편법에 따라 조직 절편을 paraffin에 포매한 후 마이크로톰으로 5~6 μm 두께로 절편을 만든 후, 탈 파라핀 처리 후 Hansen's haematoxylin과 0.5% eosin, Alcian Blue-Periodic Acid Schiff (AB-PAS) 반응, 그리고 Azan 염색을 병행하였다. 염색한 시료는 생물현미경(Carl Zeiss, HBO 50)을 이용하여 검경하였다.

6. 실험적 구제

스쿠티카섬모충에 감염된 자주복을 구제하기 위해 스쿠티카섬모충에 감염된 자주복을 사육수조에서 포획하여 따로 100미씩 20ton 수조에 수용한 후, formalin 200 ppm, 300 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 황산동 2%를 첨가한 formalin 및 formalin약욕 후 황토 등으로 하루 2시간씩 3~7일간 약욕 하였으며 무작위로 5미씩 채집하여 현미경으로 체표, 환부, 아가미 등에서 스쿠티카섬모충의 분포와 생존 여부를 검경하였다.

III. 결 과

1. 사육환경

사육기간 1999년 7월에서 2000년 9월까지 15개월간 사육수온은 2000년 2월 최저 14.0°C, 8월 최고 24.6°C였으며, 기온은 1999년 12월 최저 -0.5°C, 최고 2000년 7월 29.8°C였다(Fig. 1).

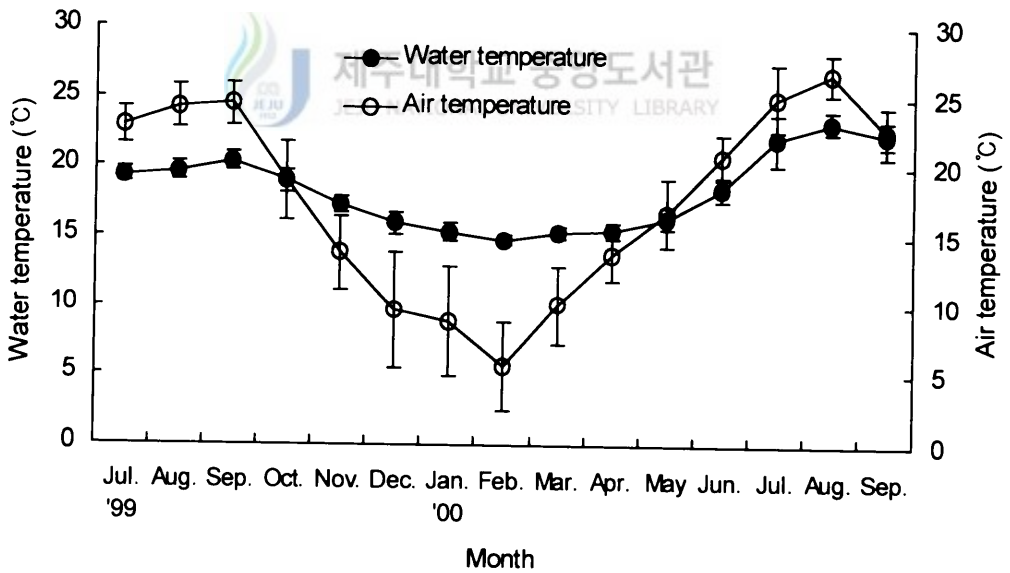


Fig. 1. Monthly changes of water temperature and air temperature from July 1999 to September 2000.

2. 성장

스쿠티카섬모충에 감염되기 전 자주복의 성장은 2000년 3월에 3-A 수조에서 평균체장 21.3 cm 및 평균체중 252 g으로 비감염 수조의 체중(A; 231 g, B; 234 g, C; 175 g)보다 양호하였다.

스쿠티카섬모충이 감염되기 전 2000년 3월까지 모든 사육중인 자주복은 순조롭게 성장하여 이빨 절단을 선두그룹 수조에서부터 시작하였다. 자주복의 전장은 감염구 A수조에서 평균전장 21.3 cm로 스쿠티카섬모충에 감염되지 않은 수조의 전장(A; 20.4 cm, B; 21.1 cm C; 19.3 cm)보다 컷으나, 4월에 이르러 스쿠티카섬모충에 감염된 이후는 비감염 수조와 비슷하거나 약간 낮은 성장을 보였다. 6월에는 총성장율은 109.4%(평균 전장 23.3 cm)로 비감염 수조의 총성장율 평균 113.4%보다 떨어졌으며, 감염수조 전체 총성장율 평균도 111.5%로 비감염 수조의 총성장율 평균 113.4%보다 낮았다(Table 1, 2, 3; Fig. 2, 3).

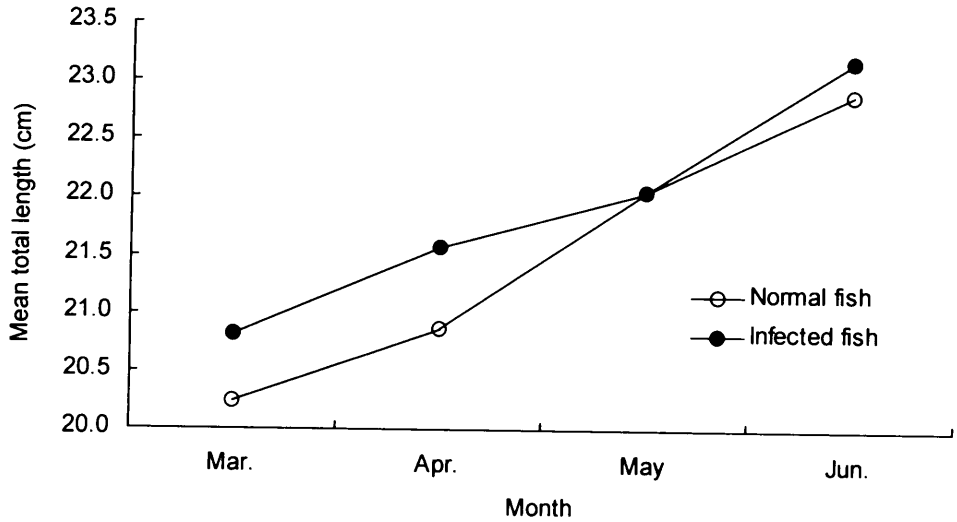


Fig. 2. Monthly changes of mean total length in the normal fish and the fish infected with scuticociliates in the tiger puffer.

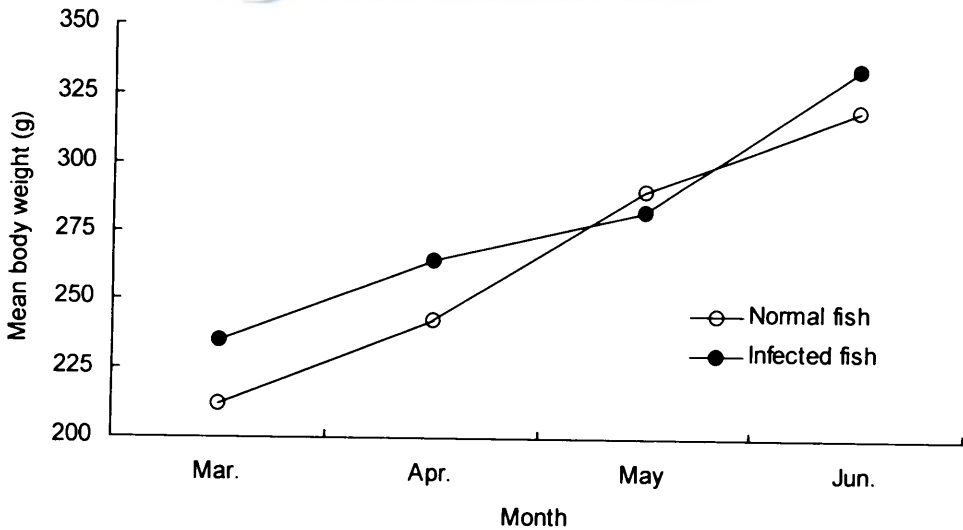


Fig. 3. Monthly changes of mean body weight in the normal fish and the fish infected with scuticociliates in the tiger puffer.

Table 1. Survival rate, total body weight, total weight gain, mean body weight, mean weight gain, mean total length and condition factor of the normal fish and the fish infected with scuticociliates in the tiger puffer, *T. rubripes*

Month	Number of fish	Survival rate (%)	Total body weight (g)	Total weight gain (%)	Mean body weight (g)	Mean weight gain (%)	Mean total length (cm)	Condition factor
March	4577	-	971375.0	-	212.2	-	20.2	25.6
April	4535	99.1	1101093.0	113.4	242.8	114.4	20.9	26.7
May	4413	97.3	1279107.0	116.2	289.8	119.4	22.1	27.0
June	4317	97.8	1380424.0	107.9	319.8	110.3	22.9	26.6
March	4358	-	1024393.0	-	235.1	-	20.8	26.0
April	3359	77.1	889141.0	86.8	264.7	112.6	21.6	26.4
May	2965	88.3	835880.7	94.0	281.9	106.5	22.1	26.3
June	2909	98.1	973035.0	116.4	334.5	118.6	23.2	26.9

Table 2. Survival rate, total body weight, total weight gain, mean body weight, mean weight gain, mean total length and condition factor of the normal tiger puffer, *T. rubripes* reared from March to June, 2000

Rearing tank	Month	Number of fish	Survival rate (%)	Total body weight (g)	Total weight gain (%)	Mean body weight (g)	Mean weight gain (%)	Mean total length (cm)	Condition factor
A	March	1492	-	344652.0	-	231.0	-	20.4	27.2
	April	1484	99.5	371000.0	107.6	250.0	108.2	21.4	25.5
	May	1452	97.8	461736.0	124.5	318.0	127.2	23.0	26.1
	June	1406	96.8	485070.0	105.1	345.0	108.5	23.3	27.3
B	March	1472	-	344448.0	-	234.0	-	21.1	24.9
	April	1469	99.8	421603.0	122.4	287.0	122.6	21.7	28.1
	May	1404	95.6	457704.0	108.6	326.0	113.6	22.8	27.5
	June	1382	98.4	494756.0	108.1	358.0	109.8	23.7	26.9
C	March	1613	-	282275.0	-	175.0	-	19.3	24.3
	April	1582	98.1	308490.0	109.3	195.0	111.4	19.6	25.9
	May	1557	98.4	359667.0	116.6	231.0	118.5	20.5	26.8
	June	1529	98.2	400598.0	111.4	262.0	113.4	21.8	25.3

Table 3. Survival rate, total body weight, total weight gain, mean body weight, mean weight gain, mean total length and condition factor of the tiger puffer, *T. rubripes* infected with scuticociliates reared from March to June, 2000

Rearing tank	Month	Number of fish	Survival rate (%)	Total		Mean		Condition factor	
				body weight (g)	weight gain (%)	body weight (g)	weight gain (%)		
A	March	1415	-	356580.0	-	252.0	-	21.3	26.1
	April	958	67.7	267282.0	75.0	279.0	110.7	22.0	26.2
	May	730	76.2	224110.0	83.8	307.0	110.0	22.7	26.2
	June	713	97.7	250263.0	111.7	351.0	114.3	23.3	27.7
B	March	1487	-	325653.0	-	219.0	-	20.5	25.4
	April	1213	81.6	314167.0	96.5	259.0	118.3	21.2	27.2
	May	1147	94.6	311984.0	99.3	272.0	105.0	21.6	27.0
	June	1128	98.3	356448.0	114.3	316.0	116.2	22.8	26.7
C	March	1456	-	342160.0	-	235.0	-	20.7	26.5
	April	1188	81.6	307692.0	89.9	259.0	110.2	21.6	25.7
	May	1088	91.6	302464.0	98.3	278.0	107.3	22.2	25.4
	June	1068	98.2	366324.0	121.1	343.0	123.4	23.5	26.4

3. 생존율

스쿠티카섬모충에 감염되기 전 2000년 3월에 3-A 수조에서는 평균체장이 21.3 cm였고 평균체중이 252 g으로 양호하게 성장하였으며 생존율은 비슷하였다. 자주 복은 3월 이빨 절단 후 4월에 이르러 스쿠티카섬모충의 감염으로 급속한 폐사(생존율 67.7%)가 일어났으며, 폐사 개체를 제거한 후 6월에는 생존율이 97.7%에 이르러 감염으로부터 회복되었으나 3개월간 총생존율은 50.4%였다. 감염구 총생존율은 66.8%로 비감염수조의 3개월간 총생존율 94.3%에 비해 매우 낮았다(Table 1, 2, 3; Fig. 4).

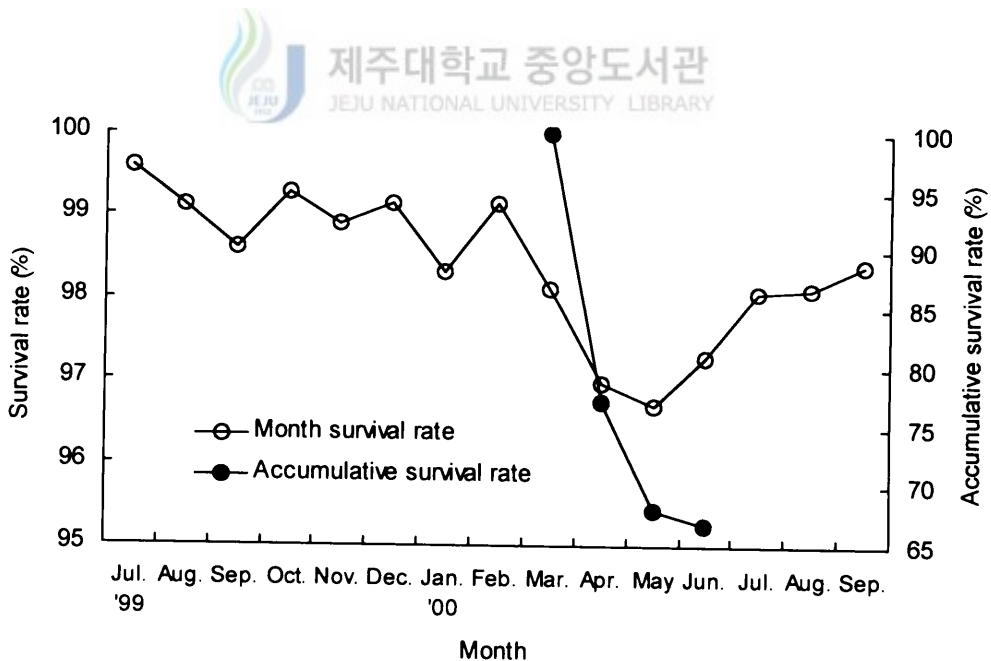


Fig. 4. Monthly changes of survival rate and accumulative survival rate (infected fish).

4. 증중율

감염구 3-A수조에 수용된 자주복의 성장은 2000년 3월에 이빨 절단 시 다른 사육 수조의 자주복보다 빠른 개체들이었으나, 4월에 이르러 총증중률은 스쿠티카 섬모충의 감염으로 급작스런 폐사를 보인 후 3월말 어체 측정시 75.0%였고, 6월에는 3월의 70.2%였다. 감염구의 3개월간 총증중률은 3월의 95%로 비감염구의 총증중률 142.1%에 비하여 생산력의 감소를 보였다(Table 1, 2, 3; Fig. 5).

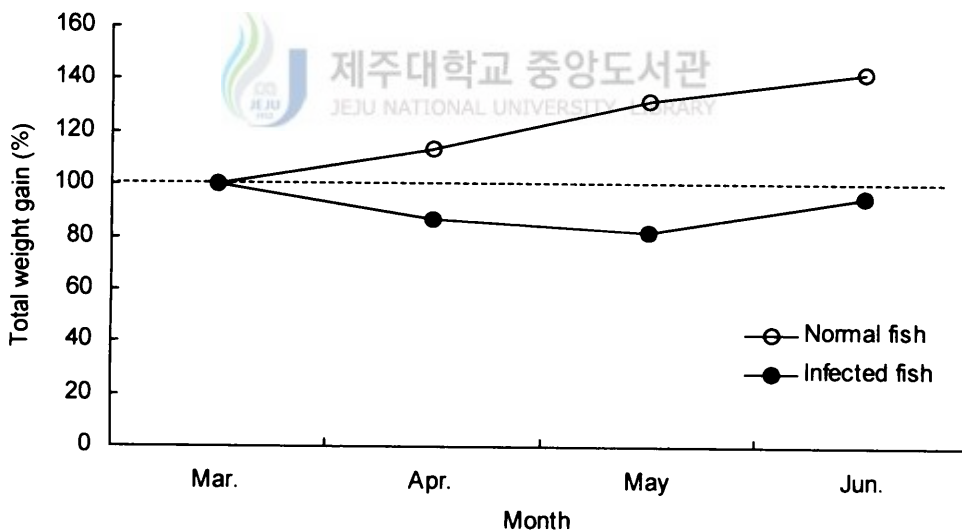


Fig. 5. Monthly changes of total weight gain in the normal fish and the fish infected with scuticociliates in the tiger puffer.

5. 비만도

비만도는 스쿠티카섬모충에 감염된 수조의 개체가 비감염 수조의 개체보다 낮았으나 6월에 접어들어서는 감염구 수조가 다소 높은 값을 가졌다(Table1, 2, 3; Fig. 6).

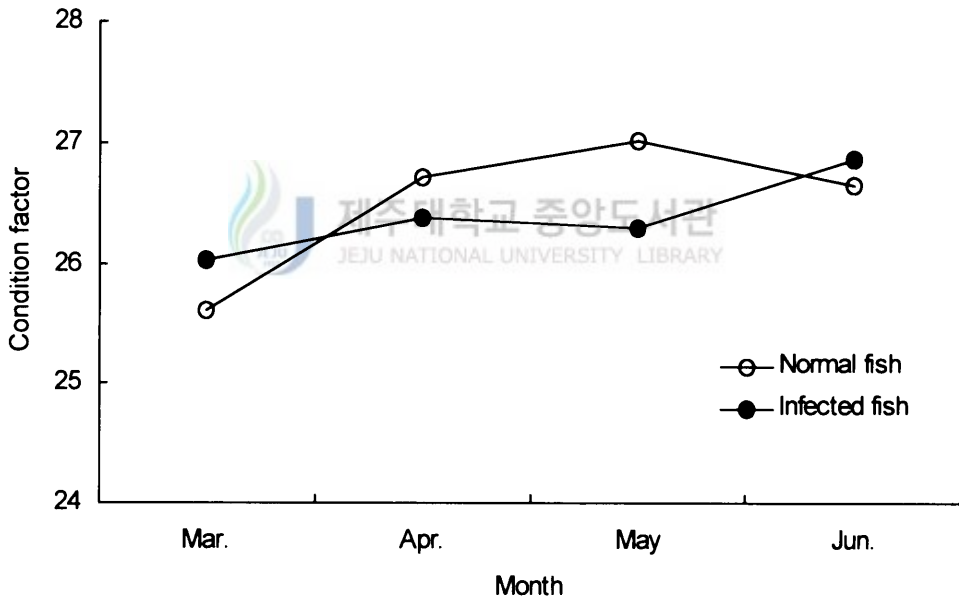


Fig. 6. Monthly changes of condition factor in the normal fish and the fish infected with scuticociliates in the tiger puffer.

6. 스키테카섬모충의 형태

스쿠테카섬모충은 원생동물문(Protozoa), 유모충아문(Ciliophora), 소막충강(Oligohymenophorea), 막구충아강(Hymenostomatia), 채찍섬모충목(Scuticociliatida), 필라스테리나충아목(Philasterina)에 속한다(Evans and Corliss, 1964; Corliss, 1979; Small, 1967). 스키테카섬모충은 수조 내 사육중인 자주복의 아가미(Fig. 7-A)와 체표상피(Fig. 7-B)에 부착하고 있다. 아가미 점액층에 분포하는 스키테카섬모충은 섬모운동에 의해서 점액층을 파고드는 모습을 볼 수 있었다(Fig. 8). 이들 스키테카섬모충의 외부형태는 구강 쪽이 다소 뾰족하고 밑쪽이 둥근 타원형이며(Fig. 9-A), 체표의 전면이 섬모로 덮여있고 기부에는 하나의 긴 섬모($10\sim 12\ \mu\text{m}$)가 부착되어 있다(Fig. 9-B). 몸의 앞쪽 부위에 섬모들이 밀집한 막판(membranelle)과 파동막(paroral membrane)이 위치하고 뒤쪽 부위에는 $5\sim 10\ \mu\text{m}$ 의 수축포가 위치하고 있다(Fig. 9-C, D, E). 스키테카섬모충의 크기는 $27\sim 40\times 16\sim 20\ \mu\text{m}$ 였다. 스키테카섬모충은 몸체 내부의 중앙에 $5\sim 6\ \mu\text{m}$ 의 대핵이 위치하고 몸체 전체가 haematoxylin에 염색되었으며(Fig. 10-A), 외막은 AB-PAS에 청색으로 염색되었다(Fig. 10-B). 스키테카섬모충의 증식은 감염된 어체내의 결합조직(Fig. 11-A)과 아가미의 점액층(Fig. 11-B) 부위에서 이분법으로 분열하였다



Fig. 7. Mucous layer of the gill (A) and the skin (B) in tiger puffer infected with scuticociliates.

Gf: Gill filament, M: Mucous, S: Scuticociliates.

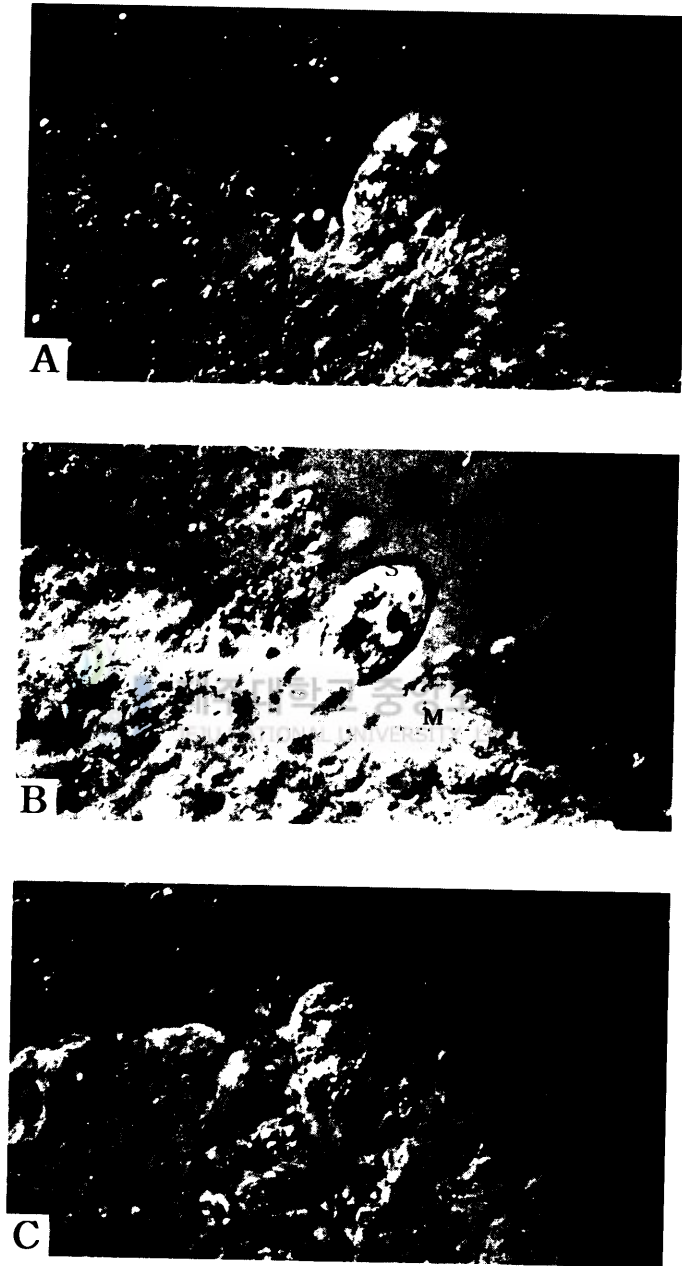


Fig. 8. Photomicrographs of infiltration process (A to C) of scuticociliate by ciliary movement in mucous layer of the gill of the tiger puffer.

M: Mucous layer, S: Scuticociliate. Scale bar = 15 μ m.

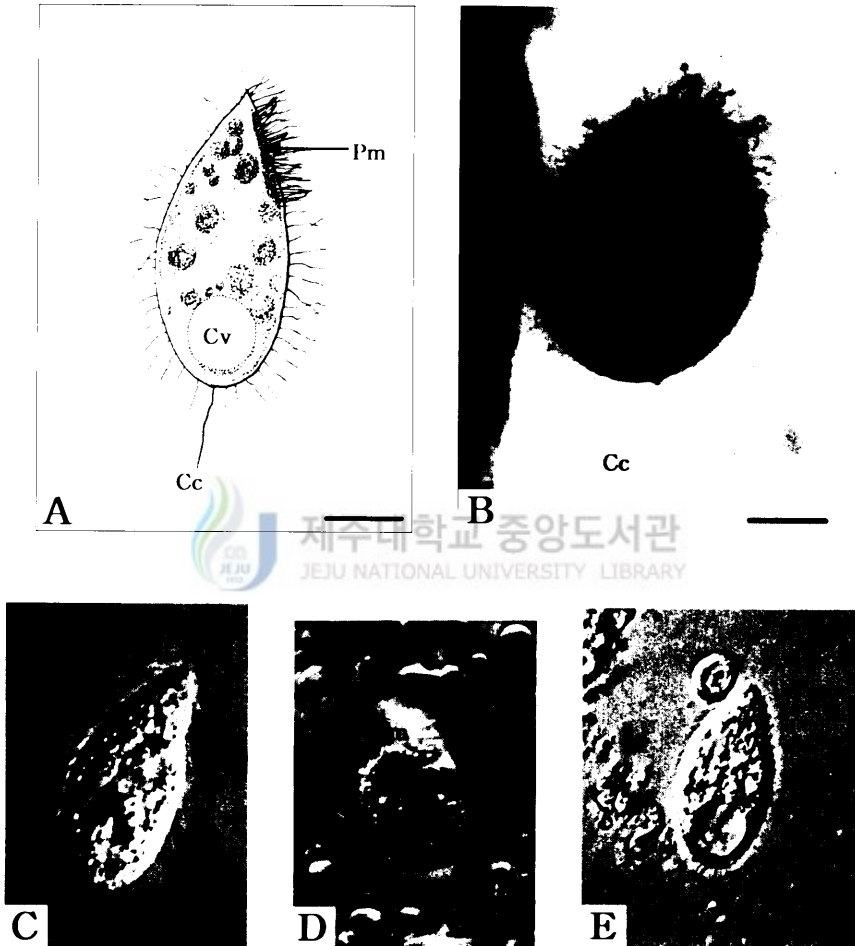


Fig. 9. External features of scuticociliates.

(A) Synthetic diagram of scuticociliate. Scale bar = 10 μm , (B) Scuticociliate stained with Schiff reagent. Scale bar = 10 μm , (C-D) Live organisms in a wet preparation. Scale bar = 15 μm . (E) Scuticociliate stained with eosin. Scale bar = 15 μm , Cc: Caudal cilium, Cv: Contractile vacuole, Pm: Paroral membrane.

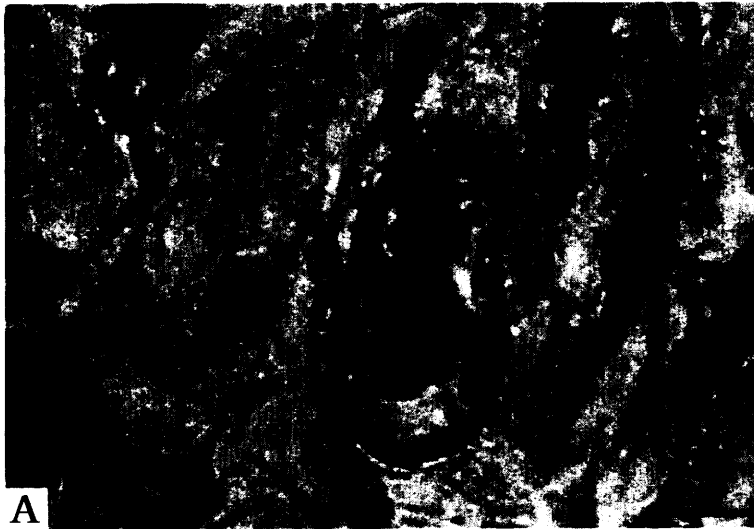


Fig. 10. Photomicrographs of scuticociliate infiltrated into the connective tissue.
(A) Section of scuticociliate stained with HE. (B) Section of scuticociliate stained with AB-PAS. N: Nucleus. Scale bar = 10 μ m.

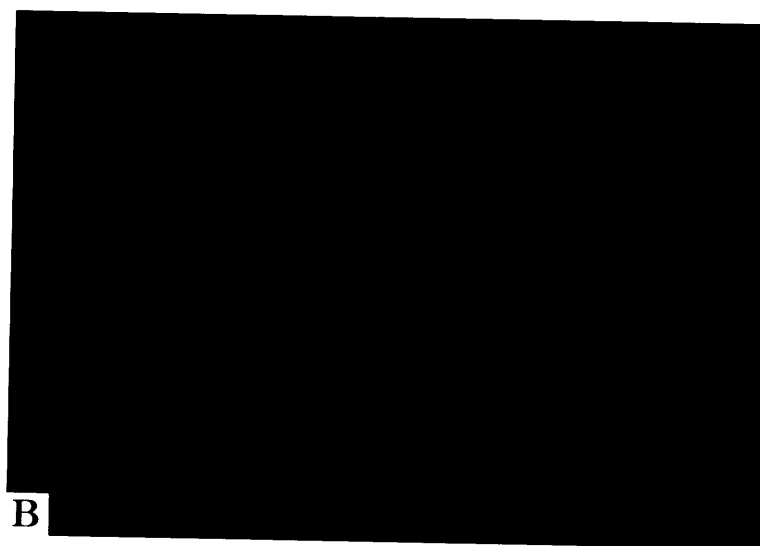


Fig. 11. Cytokinesis stages of scuticociliate infiltrated into the connective tissue (A) and the gill lamella (B).
(A) Section of scuticociliat stained with HE. (B) Live organism in a wet preparation. Scale bar = 10 μ m.

7. 감염어의 행동 및 외부증상

1) 감염어의 행동

건강한 자주복의 수조 내 일반적 유영행동은 대부분 수류를 거슬러 무리를 이루어 유영하였고, 이때 몸체는 머리 쪽이 꼬리 쪽보다 약간 수조 저면을 향하고 등지느러미와 뒷지느러미를 동시에 좌우로 움직여 전진하며 외부적 환경에 민감하게 반응하였다. 2000년 3월에 사육중인 자주복의 공식방지를 위해 이빨절단은 체중 200~300 g 정도 성장한 개체들의 이빨을 절단하였다.

스쿠티카섬모충에 감염된 자주복은 무리에서 이탈되어 두부 쪽이 약간 들리고 유영력이 떨어지며 떠있는 채로 있거나 수류 방향과 관계없이 이리저리 유영하기도 하며 수조 저면에 멈추어 있어 외부환경에 둔감하였다. 개체에 따라서는 돌발적인 유영 현상도 보였다.

2) 감염어의 외부증상

외부적 증상은 아가미 주위와 흉부, 가슴지느러미 발적에서 시작되어 뒷지느러미 발적·아가미 덮개 뒤쪽과 가슴지느러미 기부의 궤양 형성이 일반적이며 꼬리지느러미 부식, 복부 발적, 궤양, 등쪽 표피탈락, 두부 및 안구 쪽 농창 등과 구강 내 아가미에 점액물질이 많은 것을 볼 수 있었다(Fig. 12).

외부적 감염증상의 출현빈도는 가슴지느러미 부식 및 가슴지느러미 기부 발적 증상이 60.3%로 가장 많이 나타났고, 복부 발적 및 울혈 증상이 53.4% 아가미 뚜껑 주변의 울혈, 괴사 현상이 44.6%였다. 등지느러미는 비교적 감염증상이 미약하였다(Fig. 13).

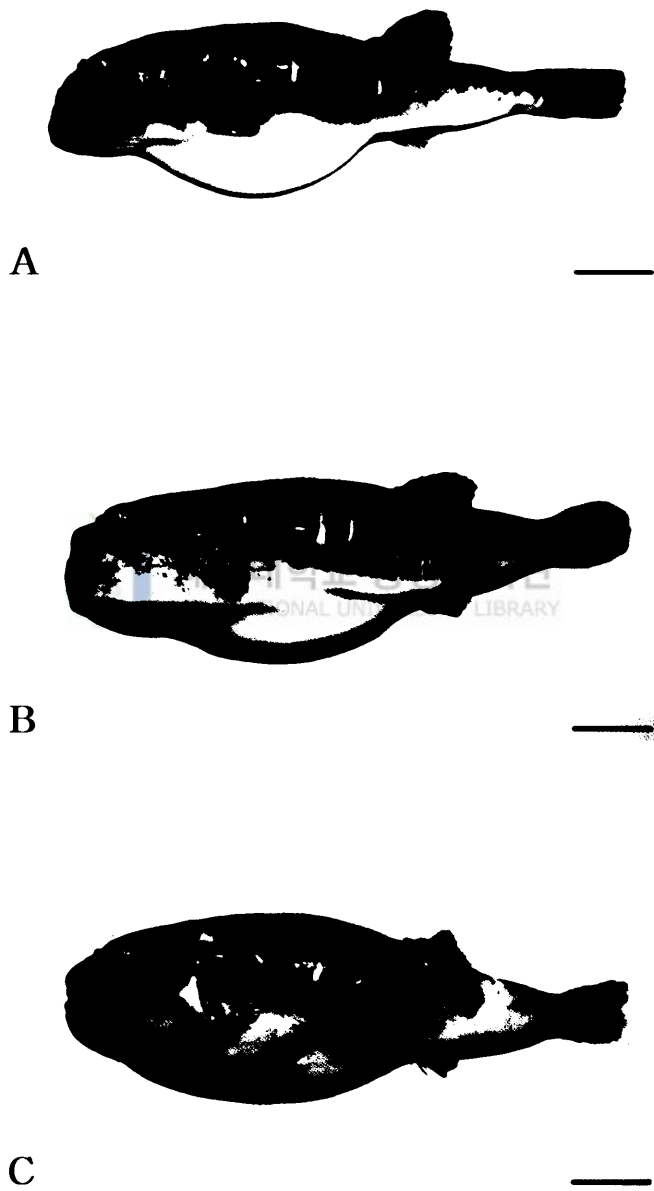


Fig. 12. External feature of the normal fish (A) and the fish infected (B, C) with scuticociliates in the tiger puffer. Scale bar - 3 cm.

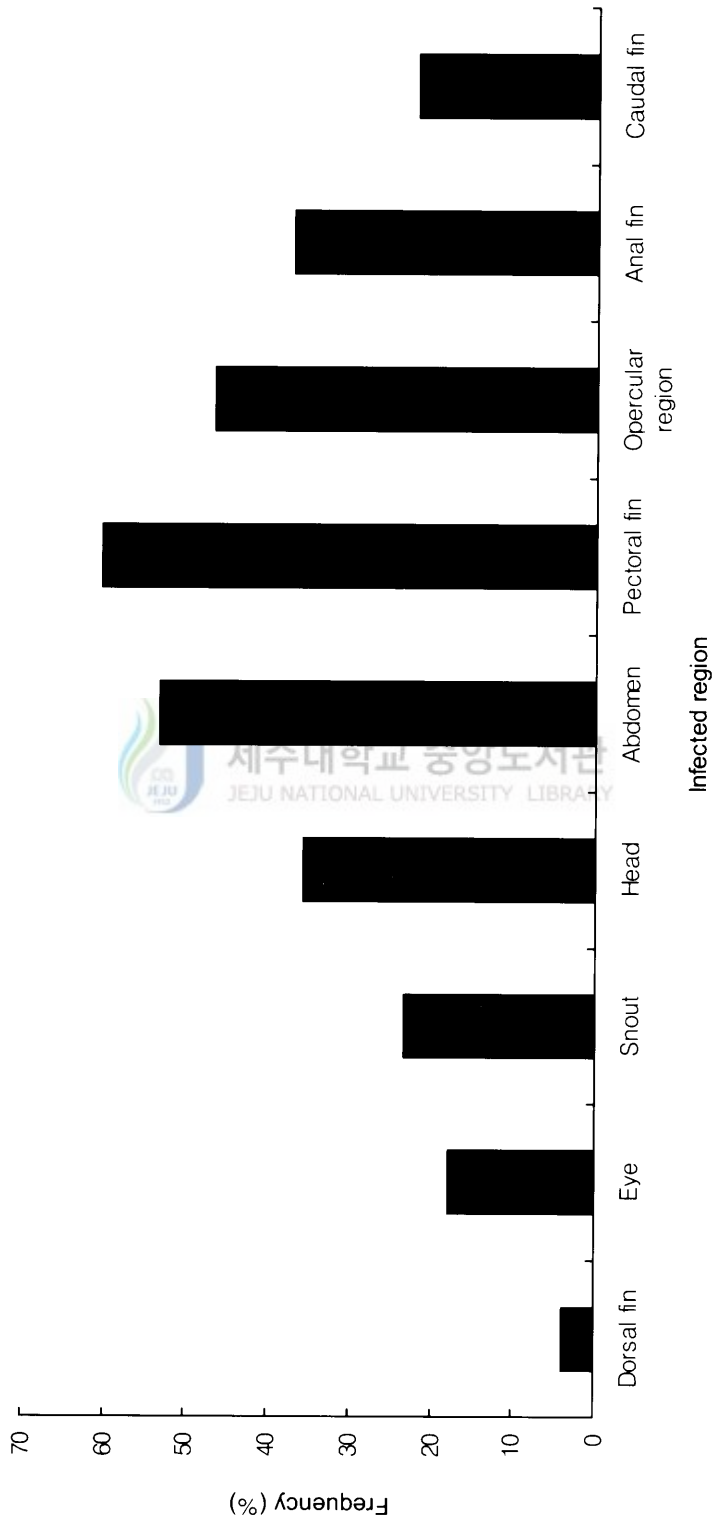


Fig. 13. Frequency of each region damaged in the tiger puffer infected with scuticociliates.

8. 스쿠티카섬모충의 기관별 분포와 병리적 현상

1) 피부

자주복의 피부계는 외층(outer layer)과 기저층(basement layer)으로 구분된다. 외층은 중층상피형에 속하는 상피층으로 이루어졌고, 기저층은 미분화된 기저세포(basal cell)와 연골조직으로 구성되어 있다. 점액을 분비하는 점액세포들(mucous cells)은 체포를 덮는 외층상피의 상피세포들 사이에 분포하여 있다(Fig. 14). 스쿠티카섬모충은 외층의 상피층과 기저층의 교원 섬유로 구성된 소성 결합조직 부위에 침투하여 분포한다. 스쿠티카섬모충이 침투한 부위는 조직과 조직간에 벌어지는 박리현상을 나타냈다(Fig. 15).



Fig. 14. Cross section of the skin in the tiger puffer.

C: Cartilage, D: Dermis, E: Epidermis, M: Mucous cell, MI: Muscle layer, Sb: Subcutaneous. HE stain. Scale bar = 200 μ m.

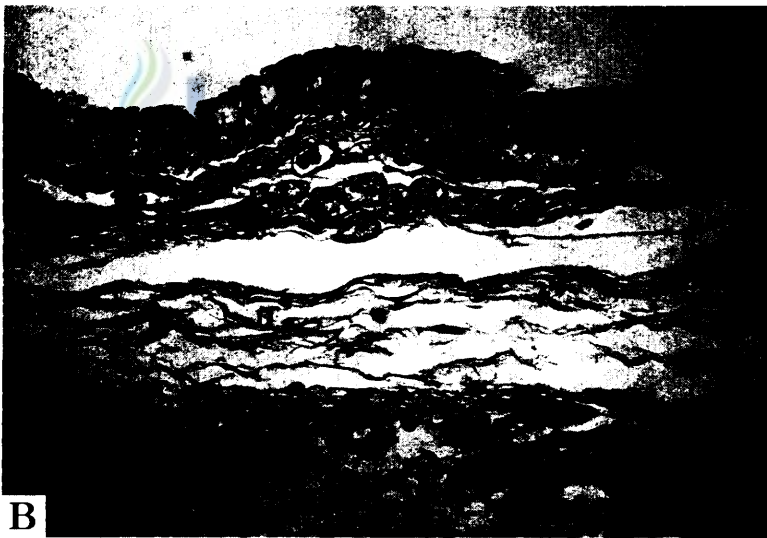


Fig. 15. Cross section of the skin infected with scuticociliates in the tiger puffer.

(A) Photograph of scuticociliates infiltrated into the epithelial layer and connective tissue. Scale bar = 400 μm . (B) Magnified photograph of (A). Scale bar = 50 μm . D: Dermis, E: Epidermis, M: Mucous cell, MI: Muscle layer, S: Scuticociliates, Sb: Subcutaneous. HE stain.

2) 아가미

자주복의 아가미는 좌우 3쌍 이며, 새궁(gill arch)을 따라서 빗살형태의 새엽(gill filament)들이 배열하고 이들 새엽에는 좌우로 얇은 새판(gill lamella)들이 분지하고 있다(Fig. 16). 스쿠티카섬모층은 새판간세포(interlamella cell)층 사이에 침투하여 분포하고 있다. 스쿠티카섬모층이 분포하는 부위는 새판간세포와 주변 조직 사이가 박리 되었고, 새판 상피층이 비대되어 새판과 새판사이가 융합되어 새엽이 균봉화되는 병리현상이 나타났다(Fig. 17). 균봉화된 새엽상피층의 집액세포는 Azan 염색에 청색으로 염색되었고, AB PAS에 적자색으로 염색되었다(Fig. 18).



Fig. 16. Cross section of the gill filament in the tiger puffer.

C: Cartilage, G: Gill lamella M: Mucous cell. HE stain. Scale bar - 50 μ m.

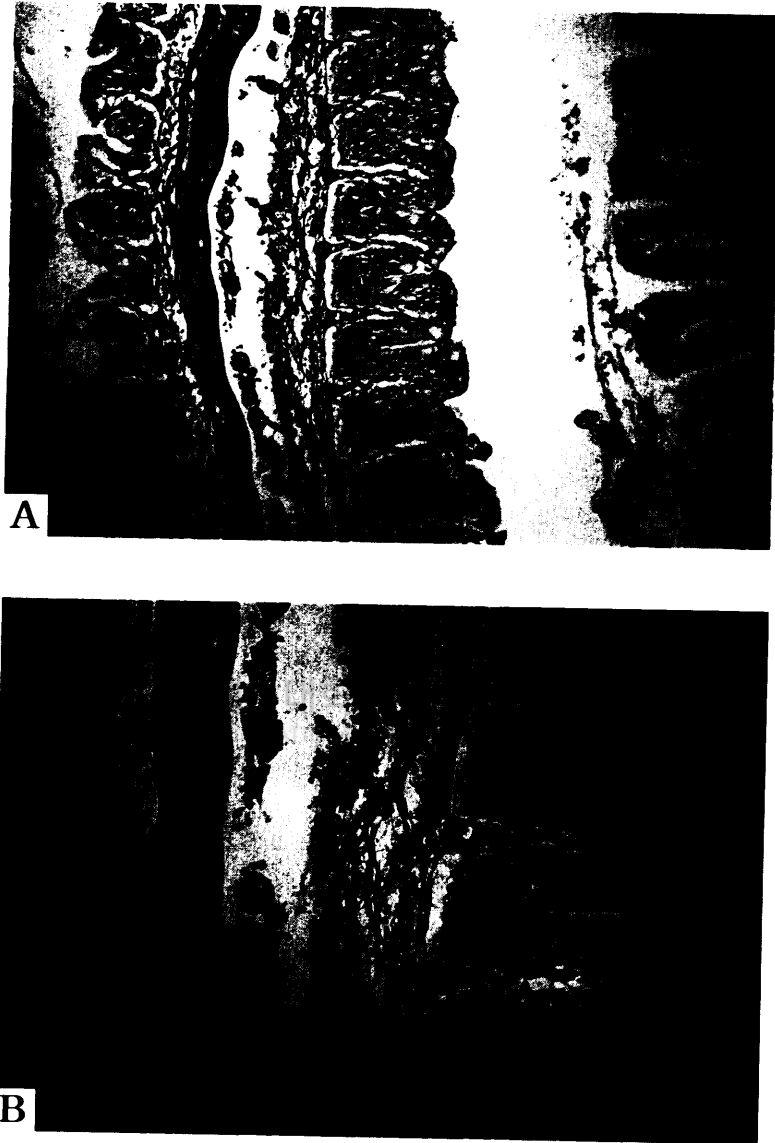


Fig. 17. Cross section of the gill filament infected with scuticociliates in the tiger puffer.

(A) Photograph of scuticociliates infiltrated between the cartilage and gill lamella. Scale bar = 100 μ m. (B) Magnified photograph of (A). Scale bar = 50 μ m. C: Cartilage, G: Gill lamella M: Mucous cell, S: Scuticociliates. HE stain.



Fig. 18. Cross section of the gill filament (stained with Azan and AB-PAS) infected with scuticociliates in the tiger puffer.
(A) Photograph of the gill filament stained with Azan. (B) Photograph of the gill filament stained with AB-PAS. C: Cartilage, Gl: Gill lamella M: Mucous cell, S: Scuticociliate. Scale bar = 50 μ m.

3) 비장

비장의 표면은 결합조직으로 구성된 장막으로 덮여 있고, 내부는 동맥이 분지된 모세혈관과 혈구세포들이 대부분 차지하여 있다. 이들은 HE의 염색에 황갈색으로 염색되는 비장과립(hemosiderin)이 결합조직 사이에 분포한다(Fig. 19, 20).

스쿠티카섬모충은 비장 표면의 막성 조직에 분포하고 있다(Fig. 21). 비장의 내부에 침투 여부는 인지할 수 없었다. 스쿠티카섬모충이 비장내부에 분포하지 않아 직접적인 조직의 병변 현상은 없었으나, 감염되지 않은 자주복과 감염어를 비교해 볼 때 감염어의 비장 내부기질에 HE염색에서 황갈색으로 염색되는 다수의 hemosiderin이 침적되어 있었다.



Fig. 19. General feature of cross section of the spleen in the tiger puffer.

Cb: Capillary blood vessel, H: Hemosiderin. HE stain. Scale bar = 3 mm.

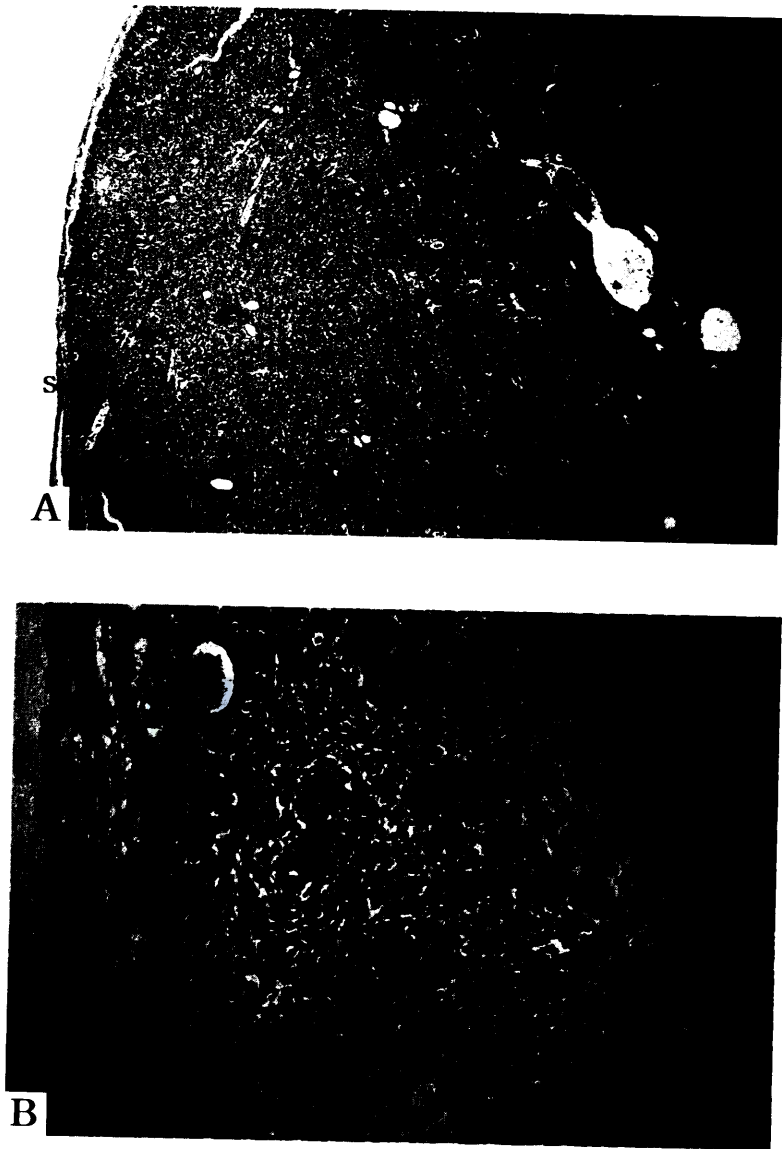


Fig. 20. Cross section of the spleen in the tiger puffer.

(A) Photograph of normal spleen composed of the capillary blood vessel and numerous erythrocytes. Scale bar = 400 μm . (B) Magnified photograph of (A). Scale bar = 50 μm . Cb: Capillary blood vessel, Ec: Erythrocyte, Sm: Serous membrane. HE stain.

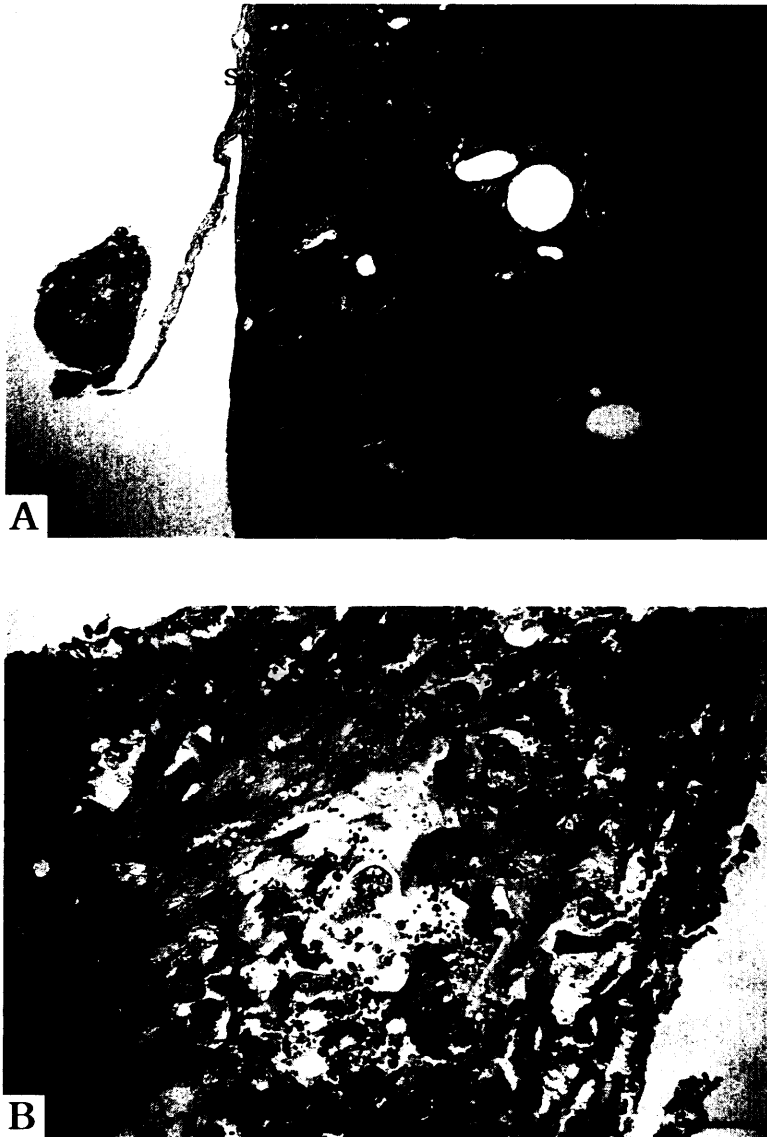


Fig. 21. Cross section of the spleen infected with scuticociliates in the tiger puffer.

(A) Photograph of scuticociliates infiltrated into the membranous tissue. Scale bar = 400 μm . (B) Magnified photograph of the square area of (A). Scale bar = 50 μm . Cb: Capillary blood vessel, Sm: Serous membrane, H: Hemosiderine, S: Scuticociliates, Mt: Membranous tissue. HE stain.

4) 맥관계

피부의 기저막 밑에 분지하여 분포하는 혈관벽은 주로 탄력섬유의 결합조직으로 이루어져 있고, 내벽은 내피상피세포(endothelial cell)로 구성되어 있다(Fig. 22). 피하조직에 분지되어 있는 직경 43 μm 의 모세혈관에는 스쿠티카섬모충이 1~2개씩 산재하여 있으며(Fig. 23-A), 직경 200 μm 의 혈관 내에는 수많은 혈구세포들과 수 개의 스쿠티카섬모충들이 혼재하여 있다(Fig. 23-B).



Fig. 22. Cross section of the blood vessel of subcutaneous tissue in the tiger puffer.

Cb: Capillary blood vessel, L: Loose connective tissue, Mf: Muscle fiber. HE stain. Scale bar = 50 μm .

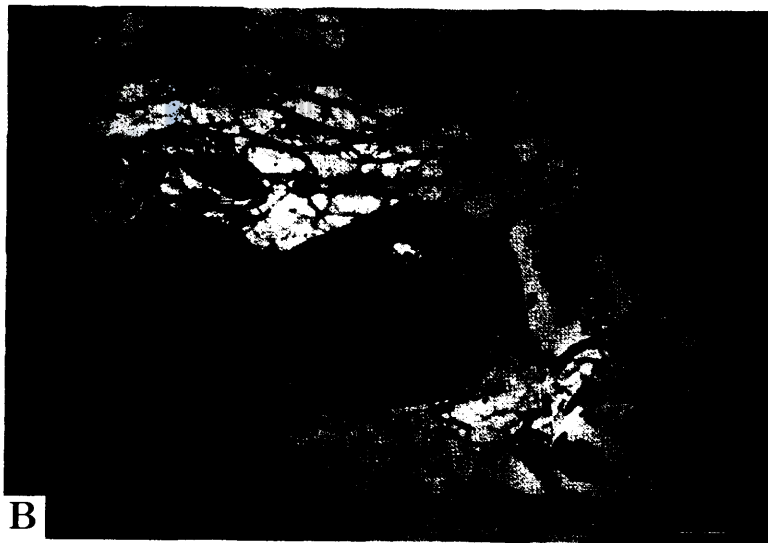


Fig. 23. Cross section of the blood vessel infected with scuticociliates in the tiger puffer.

(A) Photograph of scuticociliates infiltrated into the capillary blood vessel. (B) Photograph of scuticociliates infiltrated into the blood vessel.

Bv: Blood vessel, Cb: Capillary blood vessel, L: Loose connective tissue, Mf: Muscle fiber, S: Scuticociliates. HE stain. Scale bar = 50 μ m.

5) 소화기관

장은 주름진 상피층, 상피세포를 지지하는 결합조직, 근육층 그리고 장막의 구조를 한다(Fig. 24). 장막 외부는 탄력섬유의 결합조직으로 구성된 장간막이 분포한다. 장주름상피를 따라서 점액세포인 배상세포(goblet cell)와 원주상피세포들이 배열되어 있다. 스키투리카섬모충은 장주름상피층이나 근육층 등 내부에는 찾아볼 수 없으나 장막에 부착된 장간막에 스키투리카섬모충들이 소수 분포하지만 조직의 병리적 변화 현상은 인지할 수 없었다(Fig. 25).



Fig. 24. Cross section of the intestine in the tiger puffer.

El: Epithelial layer, MI: Muscle layer, SI: Serosa layer.

HE stain. Scale bar = 200 μ m.



Fig. 25. Cross section of the intestine infected with scuticociliates in the tiger puffer.

(A) Photograph of scuticociliates infiltrated into the serosa layer. Scale bar = 400 μm . (B) Magnified photograph of the square area of (A). Scale bar = 50 μm . El: Epithelial layer, MI: Muscle layer, S: Scuticociliates, SI: Serosa layer. HE stain.

6) 뇌

자주복의 뇌는 후엽(olfactory lobe of hemisphere)과 중뇌의 시엽(optic lobe) 및 시상하부 하엽(inferior lobe of hypothalamus), 그리고 소뇌와 연수로 뚜렷이 구분되어 있다(Fig. 26). 중추신경계의 중심인 뇌의 구조는 외측의 회백질과 내측의 백질로 구성되어 있다. 외측의 회백질은 신경섬유가 풍부한 신경교세포(glia cell)들이 분포한다(Fig. 27). 스쿠티카섬모충은 뇌의 시엽부분에 결합조직으로 이루어진 막성조직(membranous tissue)과 시엽사이에 침투하여 분포한다(Fig. 28 A). 스쿠티카섬모충의 침투로 막성조직과 뇌 사이가 박리되어 공간을 형성하는 병리현상을 볼 수 있다(Fig. 28-B).



Fig. 26. Cross section of the brain in the tiger puffer.

Ih: Inferior lobe of hypothalamus, Mc: Mylencephalon. Ol: Olfactory lobe, Op: Optic lobe. HE stain. Scale bar = 3 mm.

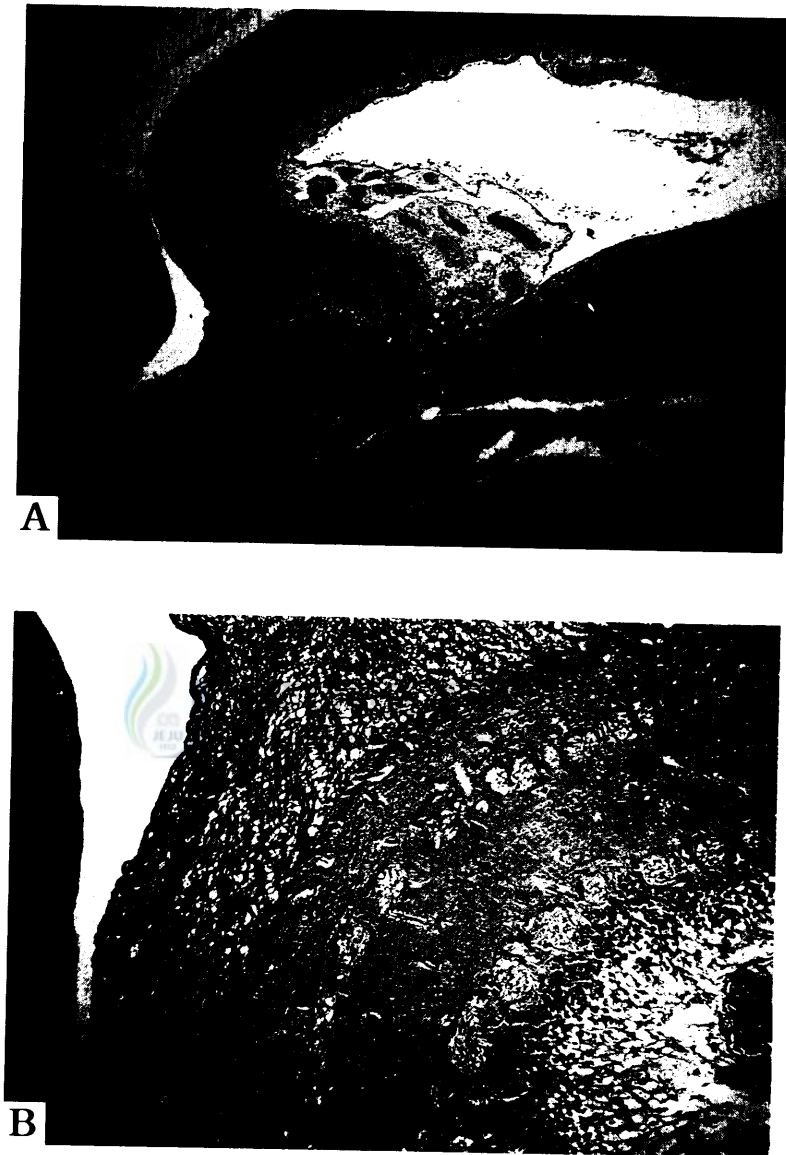


Fig. 27. Cross section of the olfactory lobe and optic lobe in the tiger puffer.
(A) Photograph of optic lobe composed of the connective tissue and gray matter. Scale bar = 400 μm . (B) Magnified photograph of (A). Scale bar = 100 μm . Ct: Connective tissue, Gm: Gray matter, Ol: Olfactory lobe, Op: Optic lobe. HE stain.



Fig. 28. Cross section of the brain infected with scuticociliates in the tiger puffer.

(A) Photograph of scuticociliates infiltrated into the optic lobe. Scale bar = 400 μ m. (B) Magnified photograph of (A). Scale bar = 50 μ m. Ct: Connective tissue, Gm: Gray matter, Ol: Olfactory lobe, Op: Optic lobe, S: Scuticociliates. HE stain.

7) 생식소

정소 구조는 수질층에 수많은 정소소엽으로 이루어져 있고, 기부는 수정세관과 수정관을 형성한다(Fig. 29). 스키테카섬모충은 정소기부의 수정관의 막 상피에 침투하여 분포하나 감염부위에서 병리 현상은 볼 수 없었다(Fig. 30). 정소내부의 정소소엽이나 수정관에서 스키테카섬모충은 찾아 볼 수 없었다.

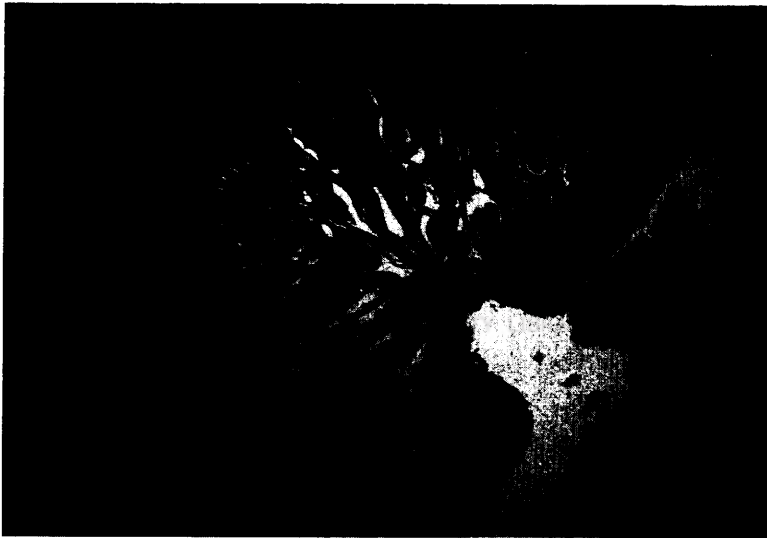


Fig. 29. Cross section of the testis in the tiger puffer.

Mt: Membranous tissue, T: Testis. HE stain. Scale bar = 400 μ m.

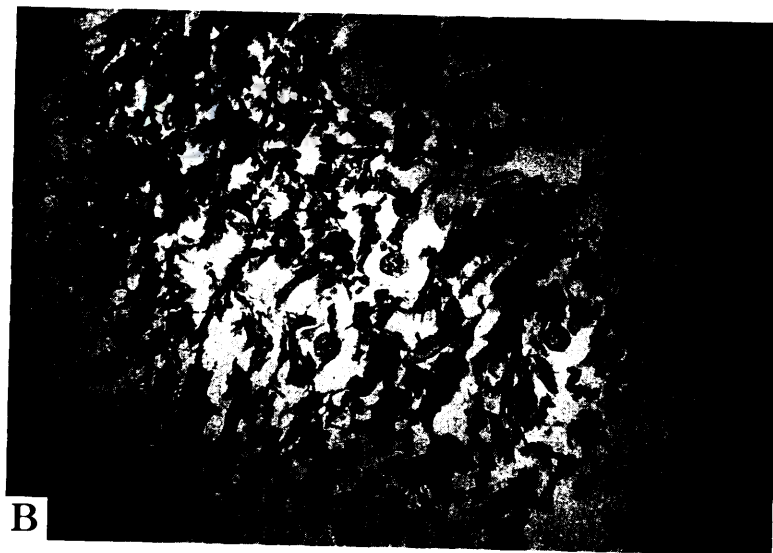


Fig. 30. Cross section of the testis infected with scuticociliates in the tiger puffer.

(A) Photograph of scuticociliates infiltrated into the membranous tissue.

Scale bar = 400 μm . (B) Magnified photograph of the square area of (A).

Scale bar = 50 μm . Mt: Membranous tissue, S: Scuticociliates, T: Testis.

HE stain.

8) 신장

신장은 두신(head kidney)과 체신(body kidney)으로 나누어지고, 신장의 내부는 림프성조직(lymphoid tissue), 사구체(glomerulus), 근위곡세관(proximal convoluted segment), 그리고 다수의 모세혈관 등으로 구성되어 있다(Fig. 31).

스쿠터카섬모충이 신장 내부에 침입한 흔적은 없었으나, 신장외막 주변의 막성 조직에 분포한다(Fig. 32). 신장 내부의 병리 현상은 인지할 수 없었다.

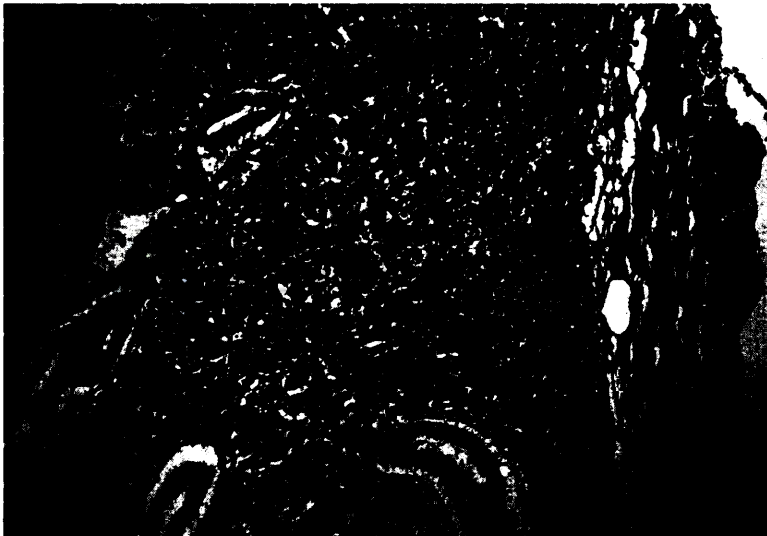


Fig. 31. Cross section of the kidney in the tiger puffer.

Bv: Blood vessel, Pc: Proximal convoluted segment, Sl: Serosa layer.

HE stain. Scale bar = 100 μ m.

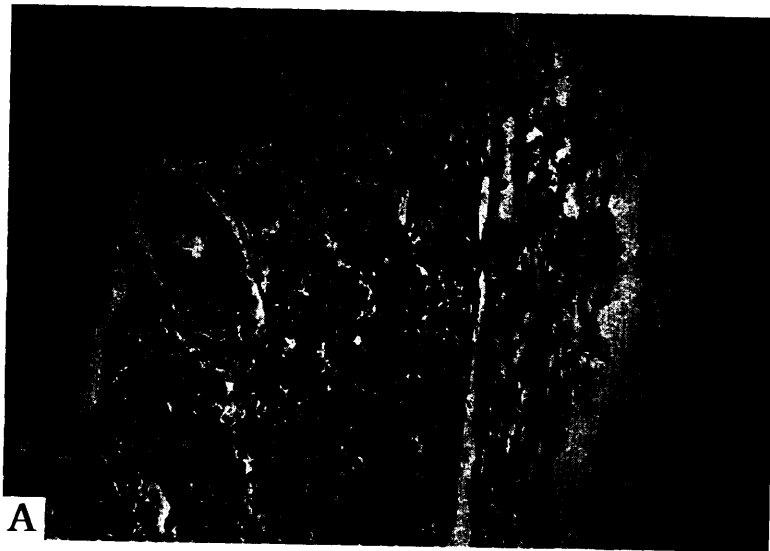


Fig. 32. Cross section of the kidney infected with scuticociliates in the tiger puffer.

(A) Photograph of scuticociliates infiltrated into the serosa layer. HE stain. (B) Photograph of scuticociliates infiltrated into the serosa layer. Azan stain. Bv: Blood vessel, Pc: Proximal convoluted segment, S: Scuticociliates, Sl: Serosa layer. Scale bar = 50 μ m.

9. 스킨카심모충의 조직별 분포와 병리현상

1) 상피조직

자주복 체표상피는 점액세포와 club cell 그리고 상피세포들이 중층으로 이루어지며, 점액세포와 club cell에서 분비하는 점액물질은 AB-PAS에 약한 양성반응을 보였다(Fig. 33). 이들 상피조직사이에 스킨카심모충이 분포하고 있으나 뚜렷한 조직 변화는 인지할 수 없었다(Fig. 34-A). 그러나 스킨카심모충이 감염된 부위는 주변조직과 사이가 벌어지는 병리현상을 볼 수 있었다(Fig. 34-B).



Fig. 33. Cross section of the epithelial tissue in the tiger puffer.

Cc: Club cell, M: Mucous cell. AB-PAS. Scale bar = 50 μ m.

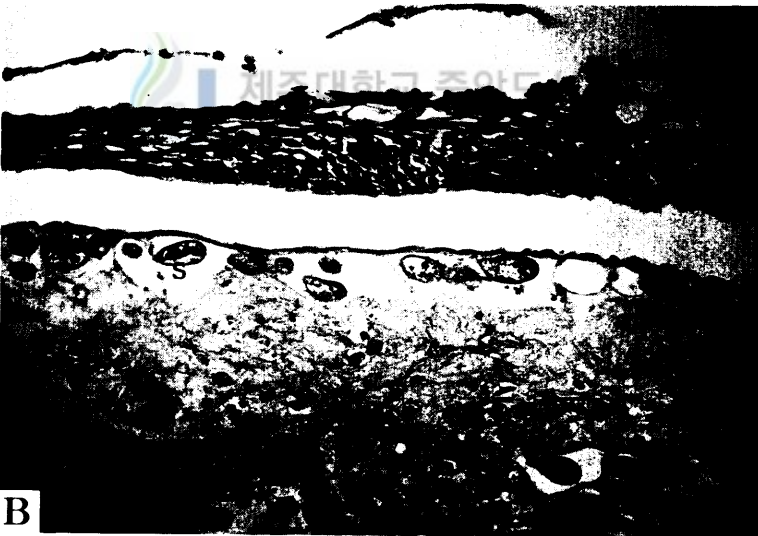


Fig. 34. Cross section of the epithelial tissue infected with scuticociliates in the tiger puffer.

(A) Photograph of scuticociliates infiltrated between the epithelial tissue. (B) Exfoliation of the epithelial tissue by a infiltration of scuticociliates. Cc: Club cell, M: Mucous cell, S: Scuticociliates. HE stain. Scale bar = 50 μ m.

2) 근조직

몸체의 대부분을 차지하는 근조직은 섬유질이 풍부한 횡문근섬유로 구성되어 있고, 횡문근섬유 다발이 다층으로 배열되어 있다(Fig. 35-A). 스쿠티카섬모충은 횡문근 섬유다발의 근섬유 내부와 근섬유와 근섬유 사이의 무정형의 결합조직에 침투하여 분포한다(Fig. 35-B).

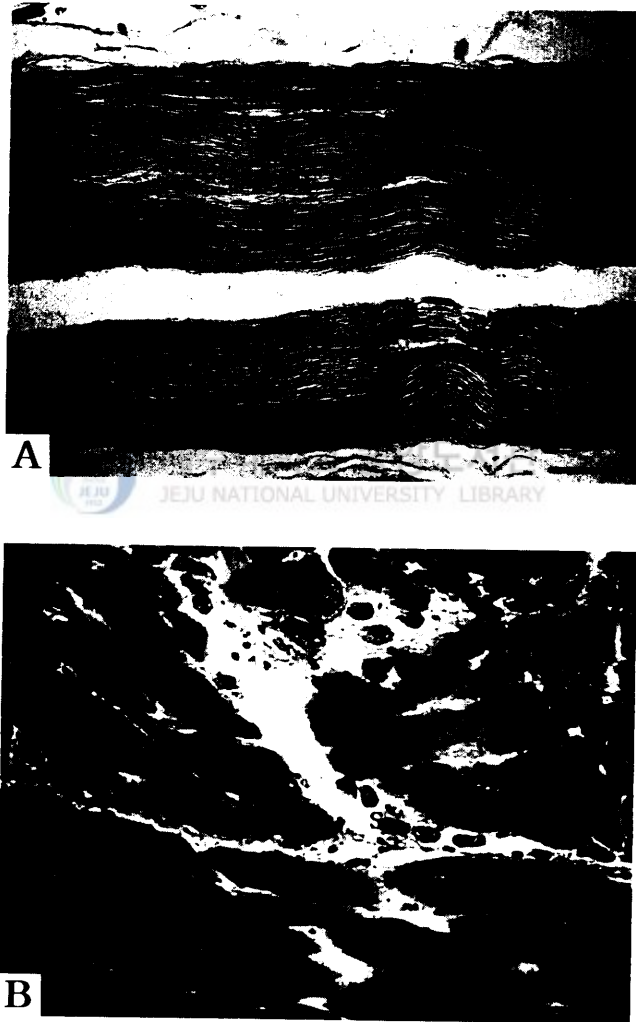


Fig. 35. Cross section of the muscle layer in the normal tiger puffer (A) and the fish infected with scuticociliates (B).

Mf: Muscle fiber, S: Scuticociliates. HE stain. Scale bar = 75 μ m.

3) 결합조직

(1) 소성 결합조직: 피하층, 장간막, 조직과 조직사이의 무정형의 결합조직은 교원섬유와 세망섬유로 구성되어 있으며(Fig. 36), 스쿠티카섬모층은 이들 조직에 침투·분포하였으며 조직과 조직사이를 박리시키는 병리 현상을 나타냈다(Fig. 37).

(2) 연골조직: eosin에 짙게 염색되는 연골성 막조직의 골낭 속에 수 개의 스쿠티카섬모층이 분포하며, 이들 섬모층 내부에 섭취한 혈구세포들이 내포되어 있다(Fig. 38).

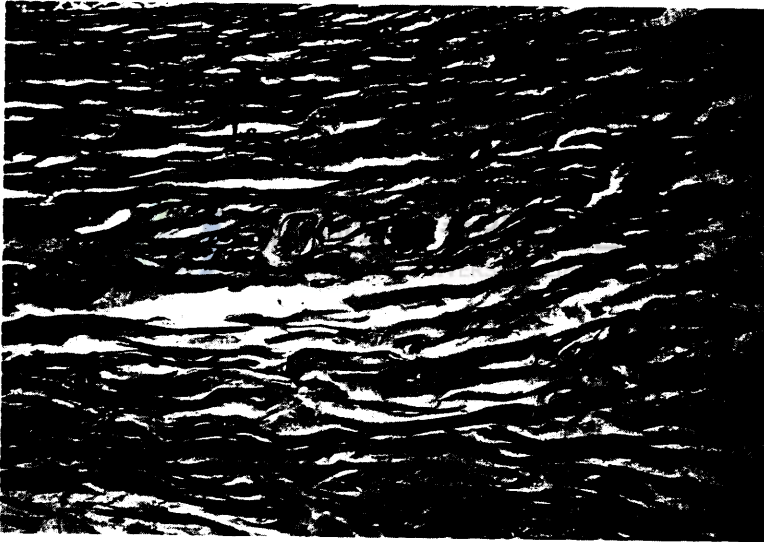


Fig. 36. Cross section of the loose connective tissue layer in the tiger puffer.

Cb: Capillary blood vessel, Lc: Loose connective tissue. HE stain.

Scale bar = 50 μ m.



Fig. 37. Cross section of the loose connective tissue layer infected with scuticociliates in the tiger puffer

Lc: Loose connective tissue, S: Scuticociliates. HE stain. Scale bar = 50 μ m.



Fig. 38. Cross section of the pericondrial bone infected with scuticociliates in the tiger puffer.

Bc: Blood cell, C: Cartilage, S: Scuticociliates. HE stain. Scale bar = 50 μ m.

4) 신경조직

뇌는 백질(white matter)과 회백질(gray matter)로 이루어져 있다. 뇌의 수질은 피질로 둘러싸인 백질로 구성되어 있다. 피질층은 신경교세포(glia cell)와 Purkinje's 세포의 수상돌기로 구성된 분자층(molecular layer)과 과립세포(granular cell)라 불리는 소신경세포와 Purkinje's 세포의 축삭으로 구성된 과립층으로 구성되었다(Fig. 39). 스쿠티카섬모충이 신경조직의 기질에 침입한 것은 찾아볼 수 없었으나, 뇌를 감싸는 교원 섬유성 결합조직으로 구성된 시엽의 표피층에 침입하여 조직과 조직 사이를 박리시키는 병리적 현상을 인지할 수 있었다(Fig. 40).

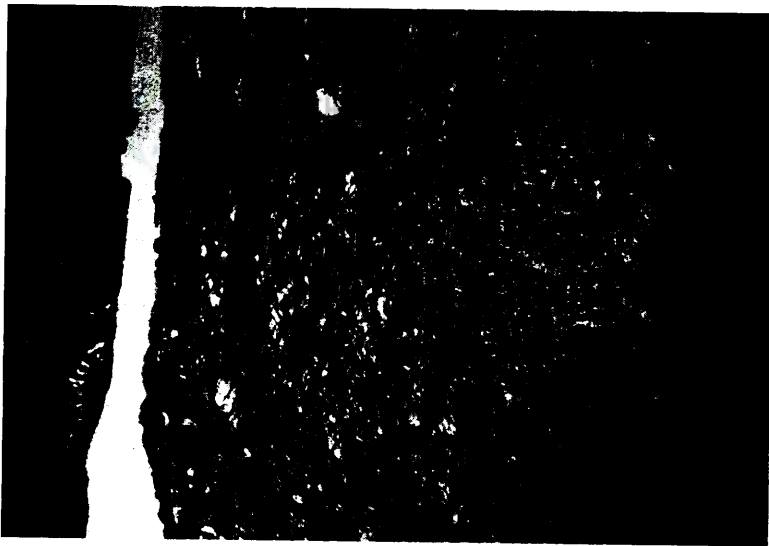


Fig. 39. Cross section of the nervous tissue in the tiger puffer.

Ct: Connective tissue, Gc: Glia cell, Gm: Gray matter. HE stain. Scale bar = 50 μ m.

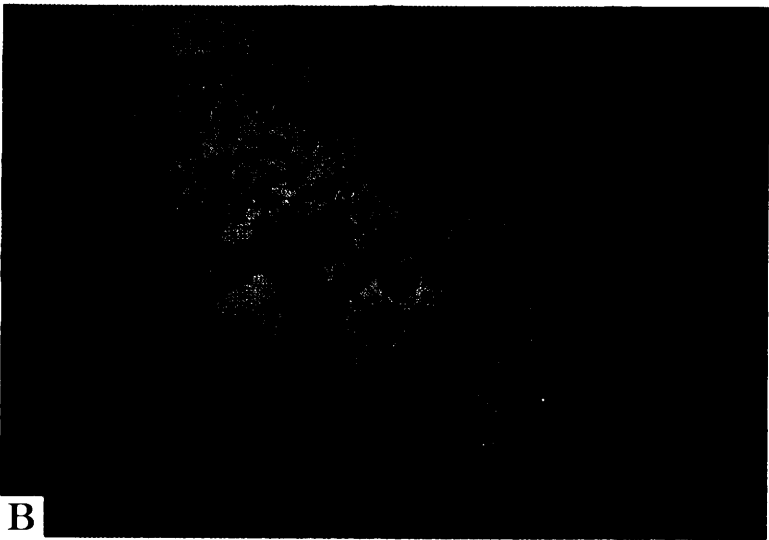
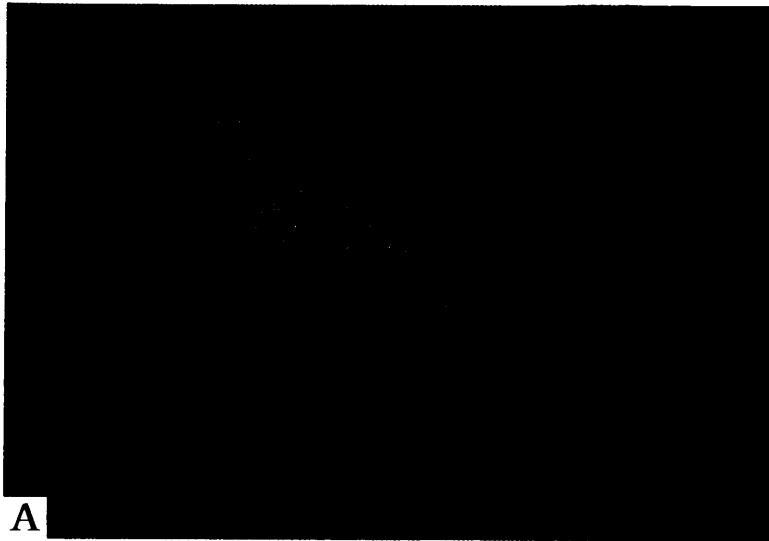


Fig. 40. Cross section of the nervous tissue infected with scuticociliates in the tiger puffer.

(A) Photograph of the optic lobe stained with Azan. Exfoliation of the connective tissue by infiltration of scuticociliates. (B) Photograph of the optic lobe stained with AB-PAS. Ct: Connective tissue, Gc: Glia cell, Gm: Gray matter, S: Scuticociliates. Scale bar = 50 μ m.

10. 실험적 구제

감염어의 실험적 구제는 아래와 같이 5가지 방법으로 수행하였다.

1) Formalin 200 ppm 처리구

일일 2시간씩 7일 동안 계속 약욕 하였으며 매회 현미경 검경시 움직이는 스쿠티카섬모충이 체표, 아가미, 환부 등에 분포하였다.

2) Formalin 300 ppm 처리구

일일 2시간씩 약욕 3일째에는 스쿠티카섬모충이 체표에서 인지할 수 없었으나, 환부 및 아가미에는 분포하였고, 7일째에도 환부 및 아가미에 분포하였다.

3) Formalin 500~1000 ppm 처리구

일일 2시간씩 3일간 처리하였으나 역시 환부 및 아가미에서 살아 움직이는 스쿠티카섬모충이 분포하고 있었다.

4) Formalin 200 ppm 약욕 후 황토(NATURA-F; GS코퍼레이션) 처리구

약욕 처리 환수 후 황토를 3일간 200 ppm씩 살포하였으나 환부 및 아가미에서 살아있는 스쿠티카섬모충이 분포하였다.

5) Formalin과 킬레이드화된 황산동 2% 혼합 된 제품(KD-F) 처리구

200 ppm 3일간 약욕 후에도 검경시 살아있는 스쿠티카섬모충들이 분포하였다.

IV. 고 찰

자주복은 복어목(Tetraodontiformes), 참복아목(Tetraodontoidei), 참복과(Tetraodontidae), 참복아과(Tetraodontinae), 참복속(*Takifugu* Abe, 1949)에 속한다(Lee, 1993; 韓, 1995).

자주복은 이빨이 날카롭고 스트레스를 받으면 서로 물거나 그물을 절단하는 등 양식하기 어려운 종이다. 대부분의 경우에는 다른 복어로부터 물리면 체표에는 깊은 상흔이 남고 꼬리지느러미는 결손이 되며, 물린 곳으로 세균이 침입하여 2차적으로 세균성 질병에 감염되기 때문에 자주복 양성과정에서는 상해 방지를 위하여 이빨절단이 매우 중요한 사육기술에 해당된다(水産廳, 1992).

이 연구에서 2000년 3월에 이빨 절단시 기온은 5.3~13.8℃였으며 사육 수온은 14.2~16.2℃였다. 자주복 포획은 그물을 사용하여 사육수조 한쪽으로 자주복을 모은 후 쪽대로 잡아 500ℓ 용기에 수용했으며, 한 마리씩 잡아 철사 절단기로 상, 하악치의 일부를 절단하였다.

이빨 절단 방법은 상하악치 모두 기부만 남기고 절단하는 방법, 상악치만 절단하는 방법, 하악치 만을 절단하는 방법 등이 있으며, 하악치는 기부가 근육과 연결되어 있어 깊게 절단하면 어체에 무리를 가하게되므로 주의를 요한다. 이렇게 잘려진 이빨은 상하악에서 모두 재생하므로 반입에서 출하까지는 2~3회 절단하는 것이 좋다(水産廳, 1992).

어체가 스트레스(사회적, 화학적 및 물리적) 상태에 놓이게 되면 에너지와 전해질 변화, 면역기능 저하 등의 생리적 변화가 발현된다고 하며(Chiocchia and Motais, 1989; Schreck, 1982; Pickering; 허, 1992), 뱀장어도 출하시기에 빈번한 선별에 따른 handling, 과밀화, 이동 및 수온차 등의 스트레스가 어체에 가해지므로 체내 혈중 cortisol 상승하여 혈액의 전해질 변화로 혈액 순환의 저해와 중심 정동맥의 확

장을 야기시켜 아가미에 울혈이 형성된다(김 등, 1994). 스트레스에 대한 어류의 반응은 위협으로부터 탈출하려는 행동(alarm reaction, 경악반응)이며, 그때 방출되는 아드레날린과 cortisol은 삼투압조절의 방해와 백혈구에 영향을 주어 면역효과를 약화시킨다(허, 1998). 자주복 이빨절단 후 성장 실험시 비 절단구는 3개월 후 생존율이 69.0%인데 반하여 절단구는 150미 전부가 한달 후 구백증에 의해 폐사하였다. 이는 체중 200 g 전후인 자주복의 유합치가 단단하여 절단할 때 강한 충격과 상처 등의 영향, 그리고 여름철 사육환경 악화 시 빈번히 발생하는 구백증에 의해 폐사인 것으로 사료된다(文 等, 1993). 이빨 절단이 어체에 미치는 영향과 생리적 회복상태에서 평균 헤모글로빈 지수 및 평균농도는 이빨 절단 후 7일째 가장 낮았고 빈혈 증상을 나타내었으며 그후 17일째부터 안정되었다(金 等, 1995). 이스라엘잉어에서도 연쇄상구균증과 에드워드에 감염되었을 때 낮은 적혈구의 헤모글로빈지수를 나타내었으며(田·뫼, 1989), 자주복의 이빨 절단은 생리적으로 어체에 영향을 준다(金 等, 1995). 이 연구에서 스쿠티카섬모충의 감염은 이빨절단시 사육수조 내에서 자주복을 그물로 포획할 때 밀집에 따른 몸체의 부딪침과 도피행동에 따른 그물과의 충돌, 이빨 절단방법의 미숙으로 어체의 부담감과 상처, 그리고 체표의 점액이 탈락된 상태에서 공기에 노출되어, 기온과 수온 차이 등에 따른 스트레스로 체내 면역력이 약화된 상태에서 사육해수에 상존하는 스쿠티카섬모충에 노출되었기 때문이라고 추정할 수 있다.

스쿠티카섬모충에 감염된 자주복의 외부적 주 증상은 가슴지느러미 발적과 부식 및 기부에 발적과 울혈 증상이 60.3%로 가장 많이 나타났고, 복부 발적 및 울혈이 53.4%, 아가미 뚜껑 주변에 울혈과 괴사 현상 및 외세공의 부식과 점액과다 등이 46.6%로 아가미와 인접한 곳에 병리적 증상이 많이 관찰되었다. 지느러미의 발적과 부식은 뒷지느러미 37.0%, 꼬리지느러미 21.9%, 그리고 등지느러미는 4.0%였다. 머리부위, 주둥이 부위, 안구부위의 부식 및 발적은 각각 35.6%, 23.3%, 17.8%였다. 이러한 증상으로 보아 이빨 절단 시 압박을 받은 곳과 점액이 닳인

곳, 그리고 구강과 아가미 등이 스쿠티카섬모충의 일차 침투 경로로 사료된다.

스쿠티카섬모충에 감염된 어류의 이상 유영행동 징후는 bluefin tuna(*T. maccoyii*)(Munday et al., 1997)에서 보고되고 있는데, 스쿠티카섬모충에 감염된 자주복의 감염어에서도 수류의 방향을 거슬러 유영행동을 하는 정상적인 무리에서 이탈하여 선회 또는 수면위로 입을림하거나 갑작스런 이상 유영현상이 있었으며, 이러한 징후는 이빨 절단 후 약 2주 쯤에 발생되기 시작하여 빠른 속도로 악화되었다.

2000년 4월부터 6월 사이의 생존율은 비감염구에 있어서 3개월 간 94.4% 이상이었으나 감염구에 있어서는 3개월 간 66.8%이며, 가장 감염이 심한 감염구 A에서는 50.4%로 상당량의 폐사를 불러왔다. 감염구와 비감염구에서 성장율과 증체율 및 비만도는 차이가 없으나, 증중율에 있어서는 비감염구에서 142.1%인데 반해 감염구에서는 70.2% 였다. 6월의 증중율은 감염구에서 116.4%로 비감염구 107.9%보다 높아졌다. 이는 4~5월에 사육수조에서 감염어를 제거하여 사육환경에서 밀도가 비감염구보다 낮고 건강어 만이 남은 것에 기인된다고 사료된다.

해산어에 기생하는 스쿠티카섬모충은 Thompson and Moewus (1964)가 해마류에 스쿠티카충목의 일종인 *Miamiensis avidus*가 기생하는 조건성 병원체로 보고한 이후 어류뿐만 아니라 갑각류, 연체동물 등에서 기생 또는 검출되었다(Morado & Small, 1995; Cawthorn et al., 1996). 그러나 스쿠티카섬모충에 대한 분류학적 위치는 원생동물문계(Protozoa), 유모충아문(Ciliophora), 소막충강(Oligohymenophorea), 막구충아강(hymenostomatia), 채찍섬모충목(Scuticociliatida), 필라스테리나충아목(Philasterina)에 속하나(Corliss, 1979; Small, 1967) 목 이하는 아직 체계적으로 확립되어 있지 않다. 이러한 스쿠티카섬모충류는 최근에 들어 양성중인 해산농어류(*D. labrax*)(Dragesco et al., 1995), turbot (*S. maximus*)(Dykova and Figueras, 1994), bluefin tuna (*T. maccoyii*)(Munday et al., 1997), 넙치(*Paralichthys olivaceus*) 등에 감염되어 대량 사망의 원인이 되므로(Lee et al., 1994; 乙竹·松里, 1986; 田,

1992) 이 연구결과와 더불어 경계하여야할 조건성 원생동물로 간주된다.

해산어류에 침입하는 스쿠티카섬모충의 형태에 관한 연구들은 놀래기류, 나비고기류, 자리돔류 등의 관상용 해산어류에 기생하는 *U. marinum*은 몸체 앞쪽 부위가 가늘고 뒤쪽 부분은 둥근 형태이며, 크기가 $34 \times 16 \mu\text{m}$ (Cheung et al., 1980), 양식산 bluefin tuna (*T. maccoyii*)에 기생하는 *U. nigricans*의 형태는 *U. marinum*와 유사하지만 크기가 $26 \times 12 \mu\text{m}$ 로 작은 편이다(Munday et al., 1997). 해산 농어류(*D. labrax*)에 기생하는 *P. dicentrarchi*의 형태는 달걀모양으로 크기는 $33 \times 15 \mu\text{m}$ 이며(Dragesco et al., 1995), 양식산 turbot (*S. maximus*)에 기생하는 *U. marinum* 또는 *M. avidus*의 형태는 달걀모양으로 앞쪽 부위가 뾰족하고 뒤쪽 부위가 둥근 모양을 하고 있으며, 크기는 $32 \sim 40 \times 16 \sim 20 \mu\text{m}$ 였다(Dykova and Figueras, 1994). 그리고 양식산 넙치(*P. olivaceus*)에 기생하는 스쿠티카섬모충의 크기는 $20 \sim 40 \mu\text{m}$ 으로 서양 배 모양의 형태를 한다(吉水 等, 1993; 乙竹·松里, 1986). 이 연구에서 자주복에 기생하는 스쿠티카섬모충은 형태적 특징, 특히 구강기관의 형태형성에 대한 관찰은 어려웠으나, 체형은 앞쪽부위가 뾰족 하고 뒤쪽부위는 둥근 모양을 하고 있으며, 수축포와 꼬리섬모를 갖고 있고 크기가 $27 \sim 40 \times 16 \sim 20 \mu\text{m}$ 로서 외부형태와 크기로 볼 때 막충아강, 채찍 섬모충목, Philastarina 아목(Small, 1967)의 *U. marinum* 또는 *M. avidus*와 유사한 종에 속하는 것으로 여겨지나 과(family), 속(genus) 단계의 분류는 불가능하였다.

이러한 스쿠티카섬모충들이 여러 해산어류에 침입하여 기관과 조직의 병리적 병변과 이에 따른 대량 폐사에 관한 연구들이 있다. 양식어에 있어서 스쿠티카섬모충은 뇌신경조직까지 침입하므로 치료하는데 어려움이 많다. 스쿠티카섬모충에 감염된 넙치(*P. olivaceus*)는 외관상 체표의 색깔 변화가 뚜렷하지 않고, 감염된 조직부위가 병리적인 병변으로 피부의 상피조직이 괴사되고, 스쿠티카섬모충이 진피층까지 침입하기 때문에 외관적으로는 피부 궤양증상을 나타낸다. 스쿠티카섬모충은 지느러미의 기질과 체표면 및 아가미, 그리고 뇌 신경조직의 상피층에도 침

투한다(乙竹·松里, 1986; 田, 1992). *Terrahymena puriformis*가 유어(juvenile)의 卵黃囊(yollew egg capsule)에 침입하여, 큐비에관(Cuvier's organ, 난황정맥)의 혈관계에 들어가 혈액과 함께 순환하여 뇌나 안구 등의 부위에서 증식되어 인근조직을 붕괴시키고, 대뇌(cerebrum) 및 척추(vertebral column)의 내강에도 침입한다(Schulman, 1986). 섬모충인 *Tetramicra brevifilum*가 turbot (*S. maximus*)의 유생의 소화관 하부상피의 결합조직, 장관의 근육층(lamina muscularis), 혈관을 둘러싸는 간층적 결합조직, 체장의 결합조직 등에 침입되어 대량 폐사가 일어났으며, 섬모충이 다량 감염된 조직에서는 위축과 괴사현상을 나타내었다(Dykova and Figueras, 1994). 그리고 스쿠티카섬모충인 *U. nigricans*가 bluefin tuna (*T. maccoyii*)에 침입하면 감염된 뇌의 연골막(parenchyma focal meningitis), 과 후엽(olfactory)의 신경조직 괴사와 아가미의 가스교환 장애 등이 대량폐사의 원인이 된다(Munday et al., 1997). 스쿠티카섬모충의 감염에 의한 치어의 대량폐사는 넙치(*P. olivaceus*)(Yoshigawa and Nagazoe, 1993, 1997)와 해산 농어류(*D. labrax*)(Dragesco et al., 1995)에서도 볼 수 있다. *U. marinum*인 경우 해마(*Hippocampus erectus*)의 피부, 근육, 신장, 방광, 신경관(neural canal), 혈관, 아가미 및 척추골의 가장자리에 기생하여, 감염이 심한 근섬유 조직과 결합조직의 조직구조가 파괴되나, 외부 염증은 관찰되지 않았으며, 이 섬모충의 근육내 침투는 조직의 상처 부위를 통해서 어체 내에 이동하는 것으로 추정된다(Cheung et al., 1980). Ferguson et al. (1987)은 *Tetrahymena* sp.가 대서양 연어에 기생하여도 병변 현상은 관찰할 수 없었다고 하였다. 반면에 Hoffman et al. (1975)은 *T. corlissi*에 감염된 담수산 어류에서 이들이 침입된 근육과 결합조직 부위는 심한 병변현상을 나타낸다고 하였다. 이 연구에서 자주복의 경우도 스쿠티카섬모충에 감염되었을 때, 초기에 넙치의 경우처럼 외관상 체표 색깔은 변화가 뚜렷하지 않았으나 감염부위가 병리적인 병변에 의해 체표의 상피와 지느러미 상피의 괴사와 궤양증상이 나타났다. 체내에 침투한 스쿠티카섬모충은 장, 신장, 생식소, 비장, 그

리고 뇌 등의 기관을 덮는 표피 상피층에 감염되었을 때 조직과 조직간에 박리 현상이 나타났고, 기관 내부조직의 병리적 변화는 인지하기 어려웠으나 비장에서 hemosiderin이 과다 침적되는 현상을 볼 수 있었다. 아가미에 스퀴티카섬모충이 감염된 경우에는 아가미 새관상피의 비대로 상피와 상피간 간격이 좁아지거나 융합되어 새엽이 곤봉화되는 병리적 현상이 있었다. 상피조직과 근육조직 및 연골조직, 그리고 결합조직에도 침투하여 세포와 세포간 박리와 일부 괴사(necrosis) 현상이 있었다.

Dragesco 등(1995)은 사육중인 방어(*D. labrax*)에 침입한 섬모충인 *P. dicentrarcha*가 혈관에서 적혈구를 섭취하고, 난소에서는 어린 난모세포를 먹은 것을 관찰하였다. Byrne et al. (1997)은 섬모충인 *Orchitophyra stellarum*가 불가사리의 정소에 침입하여 정자의 섭취로, 정자들이 감소된 정소들을 볼 수 있었으며, 불가사리의 경우에는 번식작용 능력이 현저히 감소되어 수정능력을 상실하였다. 이 연구에서도 연골의 골낭에서 수 개의 적혈구들을 섭취한 스퀴티카섬모충들이 관찰되는 것으로 보아, 스퀴티카섬모충들은 어체 내에 침입하여 각각의 기관에서 발생 분화되는 세포들을 섭취하는 것으로 생각된다.

현재 해산어류의 세균성 질병이나 기생충성 질병의 구제방법으로 formalin, 황토, 황산동 등이 사용되고 있으며, 복어 양식에 있어서도 기생충성 질병구제에 formalin이 사용되고 있다. 자주복의 스퀴티카섬모충의 구제에 formalin을 농도별 200, 300, 500, 1000 ppm으로 각 2시간씩 3~7일간 약욕 한 후에 현미경으로 검경 시 500, 1000 ppm 에서도 환부나 아가미에서도 분포하는 것으로 보아 일단 감염이 되면 스퀴티카섬모충의 구제는 어려웠다. 황산동 2.0%가 희석된 formalin 용액에서도 구제가 되지 않았으며, 200 ppm formalin 약욕 후 황토를 살포 한 수조에서도 환수 시 자주복 체표에서 황토가 점액질과 혼합되어 층을 이룬 후 박리 되는 것을 볼 수 있었으나, 환부 및 아가미에서는 스퀴티카섬모충이 분포하였으며, 스퀴티카섬모충에 감염된 어류의 폐사는 지속적으로 진행되었다.

자주복 양성과정에서 스쿠티카섬모충에 감염된 자주복은 다량의 점액이 분비되어 사육수가 점액질로 덮일 정도였으며, 일단 어체에 침투된 스쿠티카섬모충은 외부 노출 환경으로부터 차단되어 구제 약육 시 오히려 물리 화학적 조건으로부터 보호되는 것으로 사료된다.

이 연구에서 스쿠티카섬모충에 감염된 자주복의 기관과 조직을 검경을 통한 병리적 징후를 토대로 한 스쿠티카섬모충의 침투경로는 1) 체표의 피부에 부착한 후 아가미를 경유하여 복강으로 들어가 기관을 감싸는 막상 결합조직에 부착·침입하는 경우, 2) 피부를 통하여 들어간 후 상피층의 모세혈관에 침입하는 경우, 그리고 3) 피하조직으로 바로 침입하여 조직과 조직사이의 공간을 채우는 결합조직에 침투하는 것으로 추정된다.

스쿠티카섬모충이 감염된 자주복을 폐사시키는 원인은 1) 스쿠티카섬모충이 혈관에 침투하여 대량번식으로 혈액순환 장애를 일으킬 때, 2) 아가미의 새엽내강에 침투하여 새엽내강 상피의 박리, 새판상피의 비대와 융합으로 가스교환을 저해시킬 때, 3) 중추 신경계인 뇌에 침입하여 대량번식으로 뇌와 뇌를 감싸는 표층 상피조직을 박리시켜 신경전달 체계가 장애 및 교란을 일으킬 때, 그리고 4) 신장, 비장, 비노생식기 등의 기관조직을 감싸는 막성조직에 침투하여 생리물질전달 체계의 저해로 면역력을 저하시킬 때 등 4가지로 대별하여 추정할 수 있다. 이 연구에서는 스쿠티카섬모충에 감염된 자주복의 병변현상에 대해 지금까지 발표되지 않은 새로운 연구결과를 얻었으나, 스쿠티카섬모충의 확인과정에서 분류학적인 미비점과 이 섬모충이 일으키는 생리현상에 대해서는 규명된 바 없어 앞으로 연구가 필요하다.

V. 요약

스쿠티카섬모충이 사육중인 자주복에 침입하였을 때 감염어의 병리적 외부증상과 행동특성, 성장, 생존율을 조사하였고, 그리고 침투된 내부기관과 조직의 병리적 징후에 대한 조직병리학적 탐색으로 스쿠티카섬모충의 어체 침투경로와 사망원인을 고찰하였다.

1999년 5월에서 2000년 9월까지 자주복을 양성하는 과정 중, 2000년 3월 이빨 절단 후, 4~6월에 걸쳐 사육중인 자주복에 스쿠티카섬모충이 감염되었다. 이 기간에 생존율은 비감염구에서 약 94.4% 이상이었으나 감염구에서는 3개월 후 66.8%로 낮았다. 증중률은 비감염구에서 142.1%인데 반해 감염구에서는 70.2%로 낮았으며, 비만도는 각각의 실험구 사이에 별다른 차이가 없었다.

스쿠티카섬모충에 감염된 개체는 초기에 체색 변화나 유영행동 등의 외부증상을 인지할 수 없었으나, 몸체에 감염부위가 병리적인 진행에 따라 표피와 지느러미에 발적과 부식, 그리고 궤양증상을 보였다. 또한 감염어는 정상개체와 달리 무리에서 이탈하여 선회 또는 저면에 멈춰있거나 수면위로 입을림하였으며, 일부 개체에서는 돌발적인 유영도 보였다.

감염된 내부기관은 장, 신장, 비장, 생식소, 그리고 뇌 등의 기관을 덮는 표피상피층에 분포하여 조직과 조직간의 박리되는 병리적 변화를 보였고, 기관 내부조직의 병리적 변화는 인지하기 어려웠으나, 비장에서는 hemosiderin이 과다 침적되는 현상을 볼 수 있었다. 아가미에 스쿠티카섬모충이 감염된 경우에는 아가미 새관상피의 비대로 새엽이 곤봉화 되는 병리적 현상이 있었다. 스쿠티카섬모충은 상피조직, 근육조직, 연골조직 그리고 결합조직에도 침투하여 세포와 세포간 박리와 일부 괴사(necrosis)현상을 유발하였다. 혈관 속에 침입한 스쿠티카섬모충들은

혈관의 직경 크기에 따라 1~2마리에서 많게는 9~10마리씩 산재하였고, 그들 중 일부 개체에서 적혈구 세포를 섭취한 스키테카섬모충이 관찰되었다.

사육중인 자주복에 침입한 스키테카섬모충은 타원형으로 크기가 20~40 μm 범위였고, 몸체의 미부에 수축포와 10~12 μm 되는 하나의 긴 섬모가 개재되어 있으며, 생식방법은 이분열로 증식하여 형태분류학적인 측면에서 막구충아강 채찍섬모충목의 특색을 나타내었다.

스쿠테카섬모충에 감염된 어류의 조직 병리적인 징후를 토대로 한 침투경로는 1) 체표의 피부에 부착한 후 아가미를 경유하여 복강으로 들어가 기관을 감싸는 막상 결합조직에 부착·침입하는 경우, 2) 피부를 통하여 들어간 후 상피층의 모세혈관에 침입하는 경우, 그리고 3) 피하조직으로 바로 침입하여 조직과 조직사이의 결합조직에 침투하는 경우 등으로 추정된다. 스키테카섬모충의 감염으로 자주복을 폐사시키는 원인은 1) 스키테카섬모충이 혈관에 침투하여 대량번식으로 혈액순환 장애를 일으키는 경우, 2) 아가미의 새엽내강에 침투하여 새엽내강 상피의 박리와 새관상피를 비대시켜 가스교환을 저해시키는 경우, 3) 중추 신경계인 뇌에 침투하여, 뇌를 감싸는 표층 상피조직을 박리시켜 신경전달 체계의 장애 및 교란을 일으키는 경우, 그리고 4) 신장, 비장, 비뇨생식기 등의 기관조직을 감싸는 막성조직에 침투하여 생리물질전달 체계의 저해로 인한 면역력의 약화 등 4가지로 대별하여 추정할 수 있다.

VI. 참고문헌

- Abe, T. 1949. Taxonomic studies on the puffers (Tetraodontidae, Teleostei) from Japan and adjacent regions - V. Synopsis of the puffers from Japan and adjacent regions. Bull. Biogr. Soc. Japan, 14, 1~15, 89~140.
- Bassler, G. 1983. *Uronema marinum* a new and common parasite on tropical saltwater fishes. Freshwater Mar. Aquar., 6, 78~79.
- Byrne, M., A. Cerra, T. Nishigaki and M. Hoshi. 1997. Infestation of the testes of the Japanese sea star *Asterias amurensis* by the ciliate *Orchitophyra stellarum*: a caution against the use of this ciliate for biological control, Dis. Aquat. Org., 28, 235~230.
- 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. D. Ruggieri. 1980. 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.
- Chiocchia, G. and Mdtais, R. 1989. Effect of catecholamines on deformability of red cells from trout. Relative roles of cyclic AMP and cell volume. J. Physiol., 412, 321~322.
- Coloni A. and A. Diamant. 1993. Ultrastructural features of *Cryptocaryon irritans*, a ciliate parasite in marine fish. Europ. J. Protistol., 29, 425~434.

- Corliss J. O. 1968. The value of ontogenetic data in reconstructing protozoan phylogenies. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 87, 1~20.
- Corliss J. O. 1979. The ciliated protozoa: characterization, classification and guide to the literature. 2nd ed. Pergamon press Ltd., Oxford, New York.
- 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, 327~340.
- 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.
- Ferguson, H. W., B. D. Hicks, D. H. Lynn, V. E. Ostland and J. Bailey. 1987. Cranial ulceration in atlantic salmon *Salmo salar* associated with *Tetrahymena* sp. *Dis. Aquat. Org.*, 2, 191~195.
- Hoffmann, G. L., M. Landolt, J. E. Camper, D. W. Coats, J. L. Stookey and D. J. Burek. 1975. A disease of fresh-water fishes caused by *Tetrahymena corlissi* Thompson, 1955, and a key for identification of holotrich ciliates of freshwater fishes. *J. Parasitol.*, 61, 217~223.
- Lee, C. H. and D. S. Ha. 1997. Culture characteristics and division process of scuticociliata *in vitro*. *J. Fish Pathol.*, 10(2), 177~186 (in Korean).
- Lee, N. S., J. H. Park, K. S. Han and M. D. Huh. 1994. Histopathological changes

- in fingerlings of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, with sever scuticociliatosis. J. Fish Pathol., 7(2), 151~160.
- Lee, W. O. 1993. A systematic study of the family Tetraodontidae (Pisces: Tetraodontiformes) from Korea. Ph. D. Thesis. Chonbuk Natnl. Univ., Korea. 171 pp. (in Korean).
- Lom, J. and R. F. Nigrelli. 1970. Brooklynella hostilis n. g., n. sp., a pathogenic cyrtophorine ciliate in marine fishes. J. Protozool., 17, 224~232.
- 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.
- Pickering, A. D. 1992. Rainbow trout husbandary. Management of the stress response. Aquaculture. 100, 125~139.
- Pyen, C. K. and S. Rho. 1970. Breeding of the puffer *Takifugu rubripes* (Temminck et Schlegel). Bull. Korean. Fish. Soc., 3(1), 52~64(In Korean).
- Schreck, C. B. 1982. Stress and rearing of salmonids. Aquaculture, 28, 241~249.
- Schulman, S. S. 1986. 魚類寄生蟲(原生動物篇), (B. E. Bychowsky 篇 佐野徳夫 譯), 恒星社原生閣, 東京. 123~131.
- Small, E. B. 1967. The Scuticociliatida, a new order of the class Ciliatea (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*. Kyobyu kenkyu., 28(3), 131~134.
- Yoshinaga, T. and J. Nakazoe. 1997. Effects of light and rotation culture on the *in vitro* growth of a ciliate causing the scuticociliatosis in Japanese Flounder. Fish Pathology. 32(4), 217~228.
- 金光洙·閔光植·趙殷涉. 1995. 자주복, *Takifugu rubripes*의 陸上養殖에 관한 研究 II. 이빨切斷時期別 魚體의 成長과 生理的 影響. 水振研究報告. 50, 59~65.
- 김영길·최민순·박성우·이근광. 1994. 뱀장어 아가미 울혈증에 관한 연구. 韓國魚病學會誌. 7(2), 161~171.
- 文泰錫·崔蕙丞·朴承烈. 1993. 자주복 海上 가두리 養殖時 適正飼育密度 및 이빨切斷效果. 수진연구보고. 47, 25~43.
- 양상근·이영돈·변충규. 1994. 자주복, *Takifugu rubripes*의 成性숙과 호르몬처리 에 의한 인공채란에 관한 연구. 한국양식학회지. 7(4), 189~205.
- 田世圭. 1992. 海産養殖魚類의 疾病. 한국수산신보사. 227~228.
- 田世圭·吳明株. 1989. 血液性狀에 따른 養殖魚의 健康診斷. 韓國魚病學會誌. 2(1), 19~39.
- 韓景鎬. 1995. 참복(복어目) 魚類의 形態, 骨格 및 系統分類學的 研究, 부경대학교 박사학위 청구논문. 177pp.
- 허강준. 1998. 관상어류(또는 양식어류)에 있어서 질병의 발생과 진단. 바이엘화학.

양어편. 10~18.

허민도. 1992. 어류피부의 조직학적 구조와 병변. 韓國魚病學會誌. 5(2), 159~164.

吉水 守・日向進一・吳明株・生鮑 三奈子・木村喬久・森 立成・野村哲一・繪面良男. 1993. ヒラメ(*Paralichthys olivaceus*)의 스킨티카 感染症.-스킨티카 纖毛蟲의 培養性狀・藥濟感受性・病原性-. 韓國魚病學會誌., 6(2), 193~206.

乙竹 充・松里壽彦. 1986. ヒラメ *Paralichthys olivaceus* 稚魚의 스킨티카 纖毛虫 (膜口類) 症. Bull. Natl. Res. Aquaculture. 9, 65~68.

水産廳(日本). 1992. 트라프그의 養殖 마뉴얼. 10~18.

藤田失郎. 1962. 日本主要 프그類의 生活史와 養殖에 關する의 研究. 長崎縣水産試驗場論文集. 2, 16~17.

平本義春・小林啓二. 1979. 히라메의 種苗生産에 關하여의 栽培技研. 8(1), 41~51.

伊藤誠厚. 1977. 우나기의 共食에 關する의 試驗. 第6회 養鰻研究協會要錄. 63~65.

大上皓久, 鈴木雄策. 1982. 트라프그 稚魚의 步留まり와 共食에 關하여의 飼育條件의 影響. 靜岡水試研報. 16, 79~85.

山口正男. 1987. 타이 養殖의 基礎와 實際. 恒星社. 厚生閣. 174~178.

감사의 글

학위논문이 완성되기까지 지도 편달로 이끌어 주신 지도교수 이정재 교수님께 진심으로 감사드립니다. 학문연구와 업무로 바쁘신 중에도 늘 각별한 격려와 관심을 주신 정상철 교수님, 세심한 부분까지 하나하나 관심과 조언을 주신 이기완 교수님, 그리고 송춘복 교수님께 깊은 감사드립니다. 본인의 것처럼 밤을 세워가며 하나하나 검토하여 주신 이영돈 교수님, 학위기간 중 지도를 아끼지 않으신 노섬 교수님, 백문하 교수님, 지금은 고인이신 변충규 교수님, 그리고 논문 작성시 도움을 주신 최광식 교수님, 이제희 교수님께도 깊은 감사드립니다.

자료 수집과 격려로서 많은 조언을 주신 남해수산연구소 제주분소 이창훈 박사님, 자료 수집에 많은 공을 들인 동물약품 장계환 사장님에게도 감사드립니다.

이 연구를 수행하는데 있어서 많은 배려와 격려를 주신 주진우 회장님, 이인우 사장님, 박길수 전무님과 여러 임직원께 깊은 감사드립니다.

늘 정신없이 바쁜 업무에서도 항상 열심히 하고 사육에서 자료분석까지 정성껏 도움을 준 고환봉 과장, 송영길 대리, 한웅철 계장, 현봉호 계장, 김해석 계장, 김봉원 계장, 차성인, 고영수, 강충실, 소기원, 정인채, 장현승 이하 전직원께도 이 연구의 결과를 함께 하고 싶습니다. 또한 연구기간동안 밤을 세워가며 도와준 제주대학교 해양연구소 발생학실협실 나오수, 송영보, 이치훈, 문순주와 실험실 학생들에게도 감사드리며, 강태연 선생님, 변수철 선생님, 고성대 선생님에게도 고마움을 표합니다.

끝으로 사랑과 미소로 격려를 주신 아버님, 어머님, 장인어른과 장모님께 깊은 감사드리며, 형과 아우, 처남 식구들에게도 고마움을 전합니다. 그리고 짧지 않은 기간동안 어려운 난관들을 이겨낼 수 있도록 늘 곁에서 힘을 준 나의 사랑하는 아내 현경림과 착하고 큰 꿈을 지닌 수아, 정훈이와 이 결실을 같이 하고자 합니다.