

# 담수산 백점충(*Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876)에 관한 연구 : I. 백점충의 생물학적 성상

지보영<sup>†</sup> · 김기홍\* · 박수일\* · 김이정\*\*

국립수산진흥원 병리과, \*부경대학교 어병학과, \*\*국립수산진흥원 진해내수면연구소

본 연구는 우리 나라 내수면 양식 어류중 특히, 백점충으로 많은 피해를 입고 있는 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*)와 한국산메기(*Silurus asotus*)에 기생한 백점충을 연구 대상으로 하여 시험관내에서 수온, pH, 염분 및 포르말린이 Tomite 생성에 미치는 영향과 총체 감염기에 관한 실험을 실시하여 본 충의 생물학적 성상을 조사하였다.

실험 수온 9~28℃의 범위에서 수온이 높을수록 Tomite 생성률이 높아져 Tomite 생성은 수온과 밀접한 관계가 있는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 수온 26℃ 때 최고의 생성률을 나타내어 이 수온이 본충의 번식에 최적 수온인 것을 확인하였다.

수온별 pH, 염분 및 포르말린 Tomite 생성에 미치는 영향을 조사한 결과, 실험 pH 6.0~8.1의 변화는 Tomite 생성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었으며, 수온 10~28℃의 조건에서 pH 6.9는 각각의 수온 시험구에서 최고의 Tomite 생성률을 보여주어 최적 pH 조건임을 알 수 있었다. 그러나 수온 10~28℃의 조건에서 염분 농도 9‰ 이상과 포르말린 농도 15ppm 이상의 실험구에서 Tomite가 생성되지 않는 것으로 나타나 염분 및 포르말린은 Tomite 생성에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 그리고 총체는 염분 및 포르말린의 저수온 시험구에서 폐사 시간이 연장된 결과를 보여 주어 고수온에서 보다는 저수온에서 총체가 염분 및 포르말린에 대하여 내성이 높은 것을 알 수 있었다.

자연 감염된 무지개송어 유래의 Trophont, Protomont 및 Theront를 무지개송어 치어에 노출시켜 백점충 감염 여부를 확인한 결과, Theront 단계가 감염력이 있는 것으로 나타났다.

Key words : *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876, Tomite, Tomitogenesis, Theront

백점병 발생의 최적 수온에 관한 연구는 잉어(*Cyprinus carpio*)의 25~26℃ (Bauer, 1959)와 20℃ (Lahav and Sarig, 1973), 차넬메기(*Ictalurus punctatus*)의 20~22℃ (Straus,

1993), 대서양 연어(*Salmo salar* L.)의 15℃ (Valtonen and Keranen, 1981)등과 같이 보고하고 있어서 백점충의 발생은 숙주나 환경에 따라 서로 다른 최적 수온역이 있는 것으로 알려

<sup>†</sup>Corresponding author

져 왔다.

그러나 현재, 백점병 발생은 상기의 보고와는 달리 양어장의 사육 환경, 특히 수온에 따라 많은 차이를 보이고 있는데, 우리 나라의 순환여과식 메기 양어장과 반유수식 무지개송어 양어장에서는 수온 24℃와 18℃에서 각각 질병이 현저한 것으로 보고된 바 있고(Jee *et al.*, 1996), Nigrelli *et al.* (1976)은 숙주의 생리적 수온에 따라 적용된 백점충이 각기 최적 온도가 다르다는 점에서 생리적인 종으로 구분될 수 있음을 시사하였다.

백점병으로 인한 양식어류의 피해를 줄이기 위하여 세계 각국에서 많은 연구가 오래전부터 진행되어 왔는데, Farely and Heckmann(1980)이 백점충의 생활사를 이용한 구제 방법을 연구하였으며, Leteux and Meyer (1972) 및 Schachte (1974)가 말라카이트그린과 포르말린 혼합제에 의한 예방 효과, From *et al.* (1992)이 toltrazuril의 투여 효과, Antychowicz *et al.* (1982), Straus (1993) 및 Ling *et al.* (1993)이 황산구리 용액의 치료 효과 등에 관해서 각각 보고한 바 있다 이와 같은 연구결과를 바탕으로 하여 현재까지는 백점충의 생활사를 이용한 구제 또는 유효 약제에 의한 예방과 치료에 주로 의존하고 있는 실정이다.

그러나, 수온 상승법과 같이 생활사를 이용한 구제법은 메기의 경우처럼 수온을 24℃에서 28℃로 올려도 총체가 사멸되지 않은 것과 같이 양식장의 대상 어종에 따라 그 효과가 다르게 나타나는 경우가 많고 지금까지 보고된 약제는 대부분 일시적인 치료나 예방적인 효과를 내는데 그치고 있어서 양식 어류의 백점병에 의한 피해는 오랜 기간 동안의 많은 연구 결과에도 불구하고 여전히 심각한 상태에 있다.

본 연구는 우리 나라 내수면 양식 어류중 특히, 백점충으로 많은 피해를 입고 있는 무지개

송어 및 한국산메기에 기생한 백점충을 연구 대상으로 하여 수온, pH, 염분 및 포르말린이 시험관내 Tomite 생성에 미치는 영향 및 총체의 감염기 등의 생물학적 성상을 밝혀 효과적인 총체 구제의 기초 자료를 얻고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 용어

백점충의 발달 단계에 관한 전문 용어는 Suborder Ophryoglenina에 대한 Canella and Rocchi-Canella (1976)에 따랐다.

### 2. 병어

실험 기간은 1995년 3월부터 1996년 9월까지로 실험의 대상이 되었던 양어장은 경남 일원의 순환여과식 메기 양어장과 지하수를 이용한 반유수식 무지개송어 양어장이었고, 1995년 5월과 1995년 12월에 각각 백점병이 발생한 이들 양어장에서 병어를 채집하여 실험에 사용하였다. 병어는 육안적으로 아가미, 두부 및 몸통의 체표에 작은 흰점이 나타나고 체표의 백탁과 복부 점상출혈을 일으키고 있던 자연 감염된 무지개송어 (체장, 10~29cm)와 메기(체장, 5~15cm)였다.

### 3. *In vitro* 시험

#### 3-1. 수온별 Tomite 생성률

자유 유행하는 Protomont는 Ewing *et al.* (1986)의 방법에 따라 폐사 전후의 감염된 무지개송어 또는 한국산 메기 치어 2~3마리를 18~22℃의 여과된 담수가 들어 있는 500ml의

비이커와 직경 9cm의 크기의 샤페에 넣어 4~6 시간 방치한 후 감염어로부터 떨어져 나온 충체를 Pasteur pipette로 채집하였고, 채집한 충체는 여과 담수로 채워진 96 well plate의 각 well속에 옮겨 일정 온도 간격(9~28℃)을 둔 배양기에 넣어 일정 시간마다 Tomite 생성률을 조사하였다.

### 3-2. pH, 염분 및 포르말린 농도에 따른 Tomite 생성률

시험 수온의 범위는 10±1℃, 14±1℃, 18±1℃, 22±1℃ 및 29±1℃였으며 pH는 1N 농도 염산(HCl)과 1N 농도 수산화나트륨(NaOH)을 사용하여 0.3 간격으로 pH 6.0~8.1 범위로 조절하여 시험하였고, 염분 농도의 범위는 3‰ 농도차로 조절한 시험구로서 0~21‰였으며, 염분 농도의 측정은 hand refractometer(Japan Optical, ATAGO)를 사용하였다. 그리고 포르말린은 5ppm 간격으로 0~35ppm되게 조절한 다음, 각각 96 well plate의 각 well에 Protomont를 넣고 일정 시간 배양하면서 Tomite 생성률을 조사하

였다.

### 3-3. 염분 및 포르말린 농도에 따른 충체의 폐사 시간

시험 수온 18±1℃와 22±1℃의 일정한 조건 하에서 염분과 포르말린의 농도 범위를 0~21‰ 및 0~35ppm되게 조절한 96 well plate의 각 well에 Protomont를 넣고 충체가 100% 폐사하는 시간을 조사하였다.

### 4. 충체 감염기에 관한 실험

자연 감염된 평균 체장 29cm인 무지개송어로 부터 Trophont, Protomont 및 Theront를 Ewing *et al.* (1986)의 방법에 따라 각각 준비한 후 백점충이 전혀 감염되지 않은 평균 체장 5cm인 무지개송어가 10마리씩 들어있는 3l 용량의 비이커에 투입시켜 육안적으로 체표에 나타난 흰점의 형성으로 감염 여부를 판정하였다.

## 결 과

Table 1. Tomitogenesis<sup>1</sup> rates of *Ichthyophthirius multifiliis* at various temperature regimes

Temperature (℃)	Number of protomonts	Number of excystments	Tomitogenesis rate (%)
9	24, 24	5, 4	18.8
14	24, 24	4, 6	20.0
18	24, 24	14, 12	54.2
22	24, 24	17, 14	64.6
24	24, 24	16, 19	72.9
26	24, 24	17, 20	77.1
28	24, 24	5, 7	25.0

<sup>1</sup> From protomont to tomite.

## 1. 수온별 Tomite 생성률

무지개송어와 한국산 메기에서 유래된 백점충의 수온별 Tomite 생성률은 조사한 결과, 유래가 다른 층계 사이에서 차이가 없는 것으로 조사되어 실험결과는 어종별 유래를 구별하지 않고 실험의 평균 성적을 취하여 정리하였다. Protomont의 Tomite 생성률은 수온과 밀접한

관련이 있는 것으로 조사되었는데, 그 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 수온 26℃의 시험구에서 77.1%의 Tomite 생성률을 보여 가장 높았으며 수온이 낮아질수록 Tomite 생성률도 낮아져 수온 9℃에서는 18.8%로 가장 낮았다.

## 2. pH, 염분 및 포르말린 농도에 따른 Tomite의 생성률

Table 2. Effects of pH on tomitogenesis<sup>1</sup> of *Ichthyophthirius multifiliis* at various temperature regimes

Temperature (℃)	Number of protomonts	Tomitogenesis rate (%)							
		pH							
		6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1
10	144	20	25	33	33	33	20	25	22
14	144	25	25	33	42	25	22	33	33
18	144	42	38	42	67	50	50	53	50
22	144	42	67	50	72	67	40	50	50
26	144	50	67	52	80	62	50	67	67
28	144	25	20	20	33	18	22	20	18

<sup>1</sup> Refer to Table 1.

Table 3. Effects of salinity on tomitogenesis<sup>1</sup> of *Ichthyophthirius multifiliis* at various temperature regimes

Temperature (℃)	Number of protomonts	Tomitogenesis rate (%)							
		Salinity (%)							
		0 <sup>2</sup>	3	6	9	12	15	18	21
10	144	33	28	20	0	0	0	0	0
14	144	33	25	0	0	0	0	0	0
18	144	54	0	0	0	0	0	0	0
22	144	67	0	0	0	0	0	0	0
26	144	72	0	0	0	0	0	0	0
28	144	33	0	0	0	0	0	0	0

<sup>1</sup> Refer to Table 1.

<sup>2</sup> Unchlorinated tap water.

Table 4. Effects of formalin on tomitogenesis<sup>1</sup> of *Ichthyophthirius multifiliis* at various temperature regimes

Temperature (°C)	Number of protomonts	Tomitogenesis rate (%)							
		Formalin (ppm)							
		0	5	10	15	20	25	30	35
10	144	18	28	18	0	0	0	0	0
14	144	20	25	0	0	0	0	0	0
18	144	54	0	0	0	0	0	0	0
22	144	64	0	0	0	0	0	0	0
26	144	70	0	0	0	0	0	0	0
28	144	30	0	0	0	0	0	0	0

<sup>1</sup> Refer to Table 1.

무지개송어에서 유래된 백점충의 pH, 염분 및 포르말린의 변화에 따른 Tomite의 생성률을 조사한 결과, Table 2에서 보는 바와 같이 pH에 따라 수온을 달리했을 때에는 시험구에 따라 Tomite의 생성률에 다소간 차이를 볼 수 있었다. 즉, pH 6.9일 때 각 수온별 시험구는 다른 시험구에 비하여 최고의 생성률을 보여준 것으로 확인되었는데, 이는 수온별 Tomite 생성률의 시험결과와 일치하였다. 한편, 수온별 염분 및 포르말린 농도의 변화는 Table 3과 4에서 보는 바와 같이 Tomite의 생성률에 직접적인 영향을 미치고 있었다. 즉, 수온 14°C 이하의 시험구에서는 염분 농도 0~6% 일때 Tomite의 생성률이 20~33%였으나 9% 이상의 시험구에서는 Protomont가 모두 폐사하여 Tomite의 생성을 볼 수 없었다. 또한 수온 18~28°C의 시험구에서는 염분농도 0%일때 33~72%의 Tomite의 생성률을 보였으나 그 이상의 염분농도 시험구에서는 Tomite의 생성을 볼 수 없었다. 한편 포르말린에 대한 Tomite의 생성률도 염분 농도의 변화 실험과 매우 유사한 경향으로 나타났다. 즉, 수온 10°C의 시험구에서는 포르말린 10ppm의 농도일때 18%의 Tomite 생성률을 보였으나

수온 18°C 이상의 시험구에서는 포르말린 5ppm의 농도 일때 Tomite의 생성을 볼 수 없었다. 이로서 Protomont가 고수온보다 저수온에서 염분 및 포르말린에 대한 내성이 높은 것을 알 수 있었다.

### 3. 염분 및 포르말린 농도에 따른 총체의 폐사 시간

일정한 수온 조건하에서 염분 및 포르말린의 농도에 따라 Protomont가 100% 폐사에 이르는 시간은 Fig. 1-4와 같다. Fig. 1에서 보는 것과

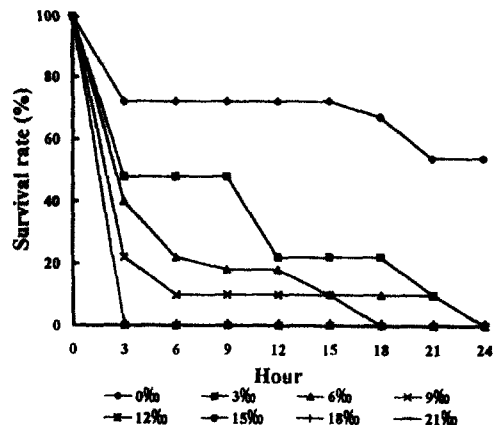


Fig. 1. The survival time of *Ichthyophthirius multifiliis* protomont to different salinity at 18°C.

같이 수온 18℃에서 염분 농도 0%의 시험구가 24시간째에 53.3%의 생존율을 나타낸 반면 염분농도 3%와 6%의 시험구는 100%의 폐사율을 보였으며 염분 농도 9%의 시험구는 18시간 만에 100%가 폐사한 것으로 나타났다. 한편 수온 22℃에서는 Fig. 2와 같이 염분 농도 0%의 시험구가 18시간 째에 66%가 생존한 것을 보여준 반면에 염분농도 3%, 6%, 9% 및 12%의 시험구는 100%가 폐사한 것으로 나타났고 염분농도 15%의 시험구에서는 9시간만에 100%가 폐사한 것으로 조사되었다.

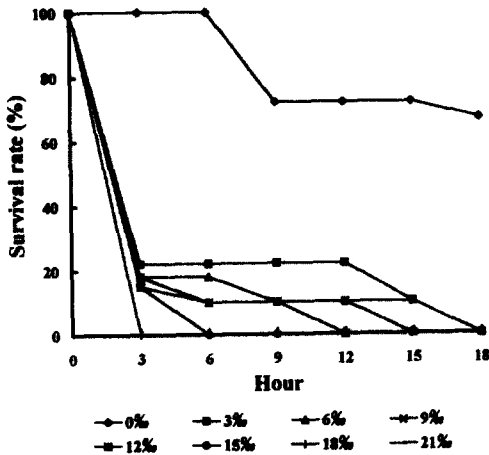


Fig. 2. The survival time of *Ichthyophthirius multifiliis* protomont to different salinity at 22°C.

포르말린의 농도별 protomont의 폐사 시간도 염분 농도의 변화에 따른 폐사 시간과 매우 유사한 경향으로 나타났다. Fig. 3에서와 같이 수온 18℃에서 포르말린 0 ppm의 시험구가 24시간째에 54%의 생존율을 나타내었고, 포르말린 5 ppm의 시험구가 17%의 생존율을 나타내었으나, 포르말린 10 ppm의 시험구에서는 100%의 폐사율을 나타내었다. 그리고 15~25 ppm의 시험구에서는 9~18시간만에, 그리고 30 ppm의 시험구에서는 6시간 이내에 100% 폐사하였다. 그리고 수온 22℃에서는 Fig. 4와 같이 포르말린

0 ppm의 시험구가 18시간째에 64%의 생존율을 나타낸 반면에 포르말린 5-25 ppm의 시험구가 100%의 폐사를 나타내었다.

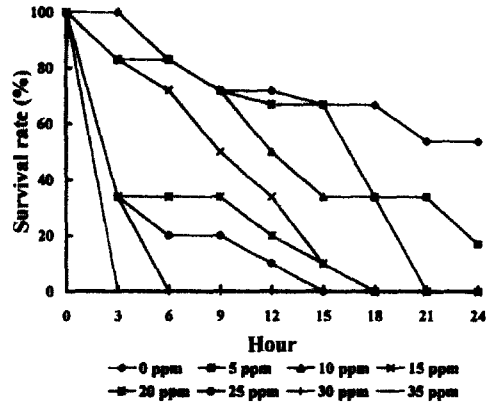


Fig. 3. The survival time of *Ichthyophthirius multifiliis* protomont to different formalin concentration at 18°C.

#### 4. 충체의 감염기

자연 감염된 무지개송어 유래의 Trophont, Protomont 및 Theront를 무지개송어 치어에 일정한 시간으로 노출시킨 결과는 Table 5에서 보는 바와 같이 Theront로 노출시킨 무지개송어 치어의 시험구에서 노출후 4~7일째에 육안적으로 체표, 지느러미 및 아가미에서 흰점이 확인되어 백점충의 발달 단계중 Theront가 감염력이 있는 것으로 나타났다.

#### 고 찰

백점충의 발생은 숙주에 따라 서로 다른 최적 수온역이 있는 것으로 알려져 있으며(Lahav and Saring, 1973; Valtonen and Keranen, 1981; Strus, 1993), 수온은 백점충의 발달과 번식에 중요한 영향을 미친다고 보고된 바 있다(Suzuki 1935; Bauer 1959). Nigrelli et al.

Table 5. Effects of rainbow trout fry to various stages of *Ichthyophthirius multifiliis* at 18°C

Developmental stage	Challenge dose <sup>1</sup>	Number of fish	Number of infected <sup>2</sup> (%)
Trophont	100	10, 10	0, 0
	100	10, 10	0, 0
Protomont	80	10, 10	0, 0
	80	10, 10	0, 0
Theront	1000	10, 10	6, 7(65)
	1000	10, 10	8, 5(65)

<sup>1</sup> Each group of 10 fish was exposed in 1 l of dechlorinated water for 45~60 minutes. The dose is total number/l.

<sup>2</sup> Infected fish was defined as development of visible white spots.

(1976)에 의하면 분류학적으로 동일한 백점충일 지라도 기생하고 있는 숙주의 서식 수온역에 따라 생리적 종으로 구분될 수 있음을 시사한

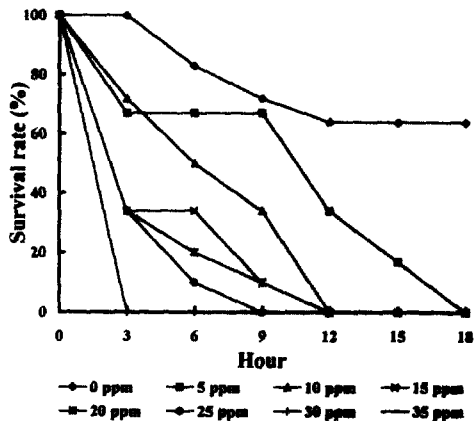


Fig. 4. The survival time of *Ichthyophthirius multifiliis* protomont to different formalin concentration at 22°C.

바 있다. 그리고 여러 연구자들이 고수온보다는 저수온이 백점충의 번식에 적합하다고 하였고,

수온이 높아질수록 Tomite 생성에 소요되는 시간은 단축된다고 말하고 있다. Suzuki (1935)는 잉어류에서 백점충의 번식 가능 수온이 3.1~25°C이며 최적 번식 수온은 14~17.5°C라고 하였고, Nigrelli et al. (1976)은 냉수성어류에서 백점충의 최적 수온이 7.2~10.6°C라고 하였으며, Bauer (1959)는 러시아산 잉어에서 백점충의 최적 수온이 25~26°C라 하였다. 한편 이외에도 백점병 발생 최적 수온에 관하여, 잉어에서 Lahav and Sarig (1973)는 수온 20°C라고 하였고 차벨메기에서는 Straus (1993)가 수온 20~22°C라고 하였으며, 대서양 연어에서는 Valtonen and Keranen (1981)이 수온 15°C라고 보고한 바 있다. 우리나라에서는 Jee et al. (1996)이 수온별 Tomite의 생성에 소요되는 시간이 수온과 역상관 관계에 있다고 하였으며, Tomite 생성에 소요되는 시간은 수온 26°C에서 12~15시간, 수온 28°C에서 10~14시간이다 라고 보고하여 25°C 이상에서도 Tomite의 생성이 가능함을 시사한 바 있다.

*In vitro*내 수온별 Tomite의 생성률을 조사한 결과, 수온 26℃에서 가장 높은 Tomite 생성률을 볼 수 있어 Bauer (1959)의 보고와 Jee et al. (1996)이 지적했던 것과 일치된 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 수온 25℃ 이상의 시험구에서 Tomite 생성 결과는 여러 연구자들이 보고했던 것과는 큰 차이를 보였으며 또한, 다소 생성률은 낮지만 수온 28℃에서 Tomite의 생성능력을 확인한 이번 조사 결과는 지금까지 알려져 왔던 백점충의 성장과는 큰 차이를 보였다. 이러한 차이는 *in vitro*와 *in vivo* 상의 차이라고 볼 수도 있으나 그 보다는 이들 총체가 환경 조건에 적응하여 생리·생태학적 특성을 다르게 나타내는 것으로 생각된다. 그러나 시험관내 Tomite 생성이 유래가 다른 총체 사이에서 차이가 없었던 것은 백점충이 생리적 종으로 구분되기보다는 단일종으로서 strain 또는 기생충과 숙주 환경간에서 오는 차이라고 사료된다. 이번 조사 결과는 현장에서 수온을 28℃로 상승시켜도 이 총이 쉽게 사멸되지 않는 이유를 말해주고 또한, 백점충의 구제에 있어서 이정도 온도까지의 수온 상승이 효과가 나타나지 않을 수 있음을 의미하는 것으로 생각된다.

백점충의 생활사는 수온 이외의 pH나 용존 산소 등의 환경 조건에 별 영향을 받지 않는 것으로 알려져 있으나 비기생 단계중 어체에서 이탈된 직후의 총체는 환경에 민감할 수 있음이 보고된 바 있다. Wagner (1960)는 어체에서 이탈된 총체가 pH 6 이하 또는 pH 10 이상에서는 생존하지 못하며 수중 용존 산소 농도 0.6~0.8ppm에서는 조기 성숙된 총체가 어체로부터 이탈하여 피낭을 형성하게 되고 0.2ppm에서는 모든 발달기의 총체가 생존하지 못한다고 하였다. 한편, Farley and Heckmann (1980)은 백점충의 비기생기인 자유 유영 시기 동안에 약제를 처리하는 것이 백점충 감염에 대하여

효과적이라 하여 비기생 단계의 총체는 약제에 민감할 수 있음을 시사한 바 있다.

*In vitro*내 수온별로 pH, 염분 및 포르말린의 숙주로부터 이탈된 직후의 총체에 미치는 영향을 조사한 결과, 상기한 *in vivo*에서의 보고와 일치된 것을 볼 수 있었다. 즉, 수온 10~22℃의 조건에서 pH 6.0~8.1의 범위는 Tomite 생성에는 다소 영향이 있는 것을 알 수 있었으나 Protomont의 폐사에는 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다. 그러나 염분 및 포르말린에는 Protomont의 폐사가 관찰되어 직접 총체에 영향을 미치는 것을 볼 수 있었다. 그리고 Protomont는 pH 6.9에서 최고의 Tomite 생성률을 나타내어 총체의 최적 pH인 것으로 사료되었다. 한편으로 *in vitro*에서 총체를 폐사시킬 수 있는 염분 및 포르말린의 농도가 상기의 *in vivo*에서의 농도보다 다소 낮았는데 이는 *in vitro*에서의 총체는 *in vivo* 상태에서와는 달리 포르말린 및 염분과 직접 접촉하기 때문에 더욱 민감할 수 있는 것으로 판단된다. 그리고 같은 농도라 할지라도 수온에 따라 총체의 폐사 시간이 다르게 나타난 이번 조사 결과는 총체가 고수온에 비하여 저수온에서 염분 및 포르말린에 대하여 그 저항력이 높은 것을 시사하고 있다.

총체의 발달 단계중 Trophont, Protomont 및 Theront를 사용하여 무지개송어에 인위 감염시켜 총체의 감염기를 조사한 결과 Theront가 감염력이 있는 것으로 확인됨에 따라 Dickerson et al. (1981), Lom and Dykova (1992) 및 Ling et al. (1993)이 보고한 것과 일치하였다. 그러나 Hines and Spira (1973) 및 Areerat (1974)의 Trophont(Protomont)로 인위 감염을 유도했던 것과는 차이를 보였는데, 이러한 차이는 인위 감염에 사용한 Trophont나 Protomont의 노출 농도 또는 노출 시간에 따라 감염 유도 결과가



달라질 수 있는 것도 한 원인이라고 생각되나 그 보다는 총체의 Trophont나 Protomont는 감염력이 전혀 없고 이 단계의 총체들은 단지 감염력이 있는 Theront의 생성 능력만 가지고 있기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 이번 실험의 결과와 같이 Theront나 Protomont가 인위 감염을 유도하지 못했던 것은 이 단계의 총체가 실험 조건 범위의 노출 시간내에 감염력이 있는 Theront로 분열하지 못함에 따라 일어난 것으로 생각된다.

결론적으로, 담수산 백점충에 관한 이번 조사에서 지금까지 보고된 백점충의 특성과는 다음과 같은 부분에서 차이가 있음을 알 수 있다. 즉 백점충의 최저 수온 범위와는 달리 수온 28℃에서도 Tomite가 생성될 수 있다는 사실이며 이와 같은 차이가 양어장별로 백점병의 발생이 각기 다르게 나타나는 점, 수온 상승에 의한 백점충의 구제 효과가 다른 점 및 백점충 감염어의 구제가 힘든 점에 대한 이유와 관련성이 깊다고 사료된다. 따라서 백점병이 발생하면 어종의 서식 환경에 따라 백점충에 대한 대책도 다르게 마련해야 함을 알 수 있다.

## 참 고 문 헌

- Antychowicz, J., Zelazny, J. and Cabon, H. : Preliminary investigation upon the control of ichthyophthiriasis in the sheatfish. Bull. Vet. Inst. Pulway., 25: 20-23, 1982.
- Areerat, S. : The immune response of channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque) to *Ichthyophthirius multifiliis*. Master's Thesis, Auburn University, Alabama, 1974.
- Bauer, O. N. : Parasites of freshwater fish and the biological basis for their control. Bull. State Sci. Res. Inst. Lake River Fish., 49: 3-215, 1959.
- Canella, M. F. and Rocchi-Canella, I. : Biologie des Ophryoglenina (ciliés hyménostomens histophages). Ann. Univ. Ferrara Sez. ■ Biol. Anim., 3(Suppl. 2): 1-510, 1976.
- Dickerson, H. W., Dawe, D. L., Gratzek, J. B., Brown, J. and Pyle, S. W. : Induction of *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet infections in channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafinesque : standardization of the procedure. International Symposium on Fish Biologies : Serodiagnostics and Vaccines, Leetown, W. Va., U. S. A., 1981. Develop. Biol. Standard, 49 : 331-336, 1981.
- Ewing, M. S., Lunn, M. E. and Ewing, S. A. : Critical periods in development of *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliophora) populations. J. Protozool., 33 : 388-391, 1986.
- Farley, D. G. and Heckmann, R. : Attempts to control *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet (Ciliophora: Ophryoglenidae) by chemotherapy and electrotherapy. J. Fish Dis., 6: 203-206, 1980.
- From, J., Karas, N. and Vordermeier, T. : Trials with toltrazuril against *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876. Bul. Eur. Assoc. Fish Pathol., 12: 137-138, 1992.
- Hines, R. S. and spira, D. T. : *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet) in the mirror carp *Cyprinus carpio* (L.). I. course of infection. J. Fish Biol., 5: 385-392, 1973.
- Jee, B. Y., Kim, K. H. and Park, S. I. : Developmental features of *Ichthyophthirius multifiliis*, a parasitic ciliate of cultured fish. J. Fish Pathol., 9: 21-31, 1996.
- Lahav, M. and Sarig, S. : Observation of

- laboratory infection of carp by *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet. Bamidgeh, 25: 3-9, 1973.
- Leteux, F. and Meyer, F. P. : Mixture of malachite green and formalin for controlling *Ichthyophthirius* and other protozoan parasites of fish. Prog. Fish Cult., 34: 21-26, 1972.
- Ling, K. H., Sin, Y. M. and Lam, T. J. : Effects of copper sulphate on ichthyophthiriasis (white spot disease) in goldfish (*Carassius auratus*). Aquaculture, 118: 23-25, 1993.
- Lom, J. and Dykova, I. : Protozoan parasites of fish. Develop. Aquacult. Fish. Sci., 26: 253-259, 1992.
- Nigrelli, R. F., Pokornhy, K. S. and Ruggieri, G. D. : Notes on *Ichthyophthirius multifiliis*. A ciliate parasite on fresh water fishes, with some remarks on possible physiological races and species. Trans. Amer. Microscop. Soc., 95: 607-613, 1976.
- Schachte, Jr., J. H. : A short term treatment of malachite green and formalin for the control of *Ichthyophthirius multifiliis* on channel catfish in holding tanks. Progr. Fish-Cult., 36: 103-104, 1974.
- Straus, D. L. : Prevention of *Ichthyophthirius multifiliis* infestation in channel catfish fingerlings by copper sulfate treatment. J. Aquat. Animal Health, 4: 152-154, 1993.
- Suzuki, J. : On the reproduction of *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet in relation to water temperature. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 3: 265-272, 1935.
- Valtonen, E. T. and Keranen, A. M. : Ichthyophthiriasis of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., at the Montta Hatchery in northern Finland in 1978-1979. J. Fish Dis., 4: 405-411, 1981.
- Wagner, G. : Der Entwicklungszyklus von *Inchhyophthirius multifiliis* Fouquet und der Einfluss physikalischer und chemischer Aussenfaktoren. Z. Fish., 9: 425-443, 1960.

# Studies on *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876 in freshwater fishes: I. biological characteristics of *I. multifiliis*

Bo-Young Jee, Ki-Hong Kim\*, Soo-Il Park\* and Yi Cheong Kim\*\*

Pathology Division, National Fisheries Research and Development Institute

\*Department of Fish Pathology, Pukyong National University

\*\*Jin Hae Inland Laboratories, National Fisheries Research and Development Institute

Concerned to the life cycle of *Ichthyophthirius multifiliis*, the biological characteristic of the parasites was studied in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the Korean catfish (*Silurus asotus*)

Under the experimental condition of 9℃- 28℃, tomitogenesis rate was positively proportional to water temperature, but not at over 28℃. The protomonts showed a high rate of tomitogenesis at 26℃ in comparison with other temperature conditions.

Temperature affected tomitogenesis rate which resulted from the various conditions of salinity, pH and formalin concentration. The protomonts showed a high rate of tomitogenesis at pH 6.9 in comparison with other pH conditions at all temperatures tested. This result revealed that the optimum pH for tomitogenesis was 6.9. The protomont had more tolerance against salinity and formalin concentration at low temperature (18℃) than at high one (22℃). Both trophont and protomont were not infective, but theront was infective.

---

Key words : *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876, Tomite, Tomitogenesis, Theront