

축제식양식장에서 사육한 돌돔, *Oplegnathus fasciatus*의 백점충, *Cryptocaryon irritans* 감염 특성

최혜승[†] · 방종득* · 박명애**

국립수산과학원 남동해수산연구소, *국립수산과학원 전략연구단, **국립수산과학원 병리연구과

Characteristics on the *Cryptocaryon irritans* of Rock bream, *Oplegnathus fasciatus* in the embankment fish farm

Hye Sung Choi[†], Jong Duk Bang* and Myoung Ae Park**

Southeast Sea Fisheries Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Tongyeong-City, Gyeongsangnam-do 650-943, Korea

*New Strategy Research Center, Busan, 619-705, Korea

**Pathology Division, NFRDI, Busan, 619-705, Korea

Cryptocaryon irritans infection of rock bream was investigated in embankment fish farm from July to December 2009. Prevalence variation was 20.0~88.0% that was high in september and was low in July. While no mortality was found in July and August, it occurred after mid september. Environmental conditions during the survey period were water temperature 19.3~24.3°C, dissolved oxygen 5.0~7.1 mg L⁻¹ and salinity 31.9~33.7 psu, and the water temperature during mortality season was 24.0°C. External symptom of the rock bream was secretion mucus but swimming showed fine in the early infected period. While, the symptoms in the severe outbreak season were excess of mucus, falling off tail and congestion, bleeding spot the surface and weakened swimming. We observed free living and parasitic stages in the gills and body surface of rock bream. Hepato somatic index (HSI) was 1.9±1.1~3.5±1.7%, which was low in the September being mortality season but was high in November. The percentages of hematocrit infected with *Cryptocaryon irritans* were 37.3% and 41.0% in July and August, respectively while they gradually decreased to 32.1% and 24.2% in september and October, respectively. Total cholesterol and Triglyceride values rapidly decreased by October. After mortality, AST and ALT were 7 and 5 folds higher compared to non-mortality season.

Key words :Rock bream, *Oplegnathus fasciatus*, Embankment fish farm, *Cryptocaryon irritans*, Prevalence

Cryptocaryon irritans 는 해산어 백점병의 원인충으로 열대, 아열대 해역의 해산어류에서 나타나는 조건성 기생충으로 (Colomi and Burgess, 1997) 수족관 어류에서 처음 보고되었으나 (Sikama, 1973; Nigrelli

and Ruggieri 1966; Wilkie and Gordin, 1969), 1980년 이후에는 해산 양식어류에 심한 손상을 주는 원인으로 보고되고 있다 (Cheung *et al.*, 1980. 1981; Huff and Burns, 1981; Colorni, 1985; Laige and Miyazaki, 1985; Diamant *et al.*, 1991). 일본에서도 가두리양식 참돔, 돌돔 및 자주복에 백점충 발생으로 심각한 피해

[†]Corresponding Author: Hye Sung Choi, Tel : 055-640-4751

Fax: 055-641-2036, E-mail : choihs@nfrdi.go.kr

를 입은 사례 보고가 있다 (Ishitani *et al.*, 1996). 중국 남부지역의 해면양식장에서도 백점충에 의한 심각한 경제적 손실을 가져와 효과적인 치료 프로그램을 개발하기 위해 성장 생활사와 병원성 연구에 관한 필요성이 대두되었다 (Dan *et al.*, 2006). 우리나라에서는 경남과 전북지역에서 주로 발생하였으며, 감염어의 폐사율은 10~80%로 축제양식장, 실내 가온수조, 고수온기 수족관의 축양 어류 그리고 참돔, 감성돔, 황복, 자주복의 종묘생산장에서 밀식이나 환수불량 등의 환경조건이 악화되면 단기간에 대량폐사를 일으키는 조건성 병원체이다 (Park *et al.*, 2004). 제주도의 넙치 육상양식장에서 사육 중이던 돌돔에 백점충이 발생하여 약 40%의 폐사율을 가져오는 등 최근에 해산어류의 백점충에 의한 피해가 증가되고 있는 실정이다 (2007년 국립수산물품질관리원 양식생물질병실태조사, 미보고).

담수산 백점병은 원인체가 *Ichthyophthirius multifiliis*로 미국, 유럽, 이스라엘, 일본, 중국, 덴마크, 필리핀 등에서 잉어, 차벌메기, 금붕어, 연어에서 발생하는 중요한 질병으로 인식되어 백점충의 화학요법제 치료 효과, 진단법, 특성, 분류학적 위치, 면역반응 등에 관해 많은 연구가 되어 있다 (Hirazawa *et al.*, 2001, 2003; Dan *et al.*, 2006; Rasmus and Kurt, 2009; Apolinario and song, 2006; Luo *et al.*, 2007; Chen *et al.*, 2008). 우리나라에서는 경남, 경북, 강원도의 무지개송어, 산천어, 메기 등의 담수어 양식장에서 자주 심각한 피해를 유발한다는 보고가 있다 (Jee *et al.*, 1996, 1997, 1998 ; Kim *et al.*, 2009).

최근까지 국내·외에서 해산 및 담수 백점충의 예방 및 치료에 관한 많은 연구가 이루어지고 있으나 양식장의 수온, 사육밀도, 조류소통, 저질오염 등 사육환경의 특성이나 사육조건 차이로 뚜렷한 치료대책이 확립되어 있지 않는 실정이다.

남해안 해상가두리양식장에서의 백점충에 의한 피해사례는 2008년 9월에 참돔에 처음 발생하여 456,000마리, 928,300천원의 피해를 가져왔으며(통영시 비공식 자료) 연안 수온상승, 사육환경 악화와 함께 더욱 중요성이 인식되고 있다.

본 연구는 2009년 7월부터 12월까지 축제식양식장의 양식 돌돔에 백점충 감염률, 감염증상, 혈액특성 및 사육환경 등의 감염특성에 대한 보고이다.

재료 및 방법

조사기간 및 장소

2009년 7월부터 12월까지 매월 1~2회에 걸쳐 경남 통영시 산양읍 풍화리 해란 지역의 축제식양식장 내에 시설된 가두리에서 사육 중이던 돌돔에서 해산 백점충, *Cryptocaryon irritans* 감염을 확인하였다. 감염어의 외부 및 내부증상을 관찰하였고, 광학현미경으로 체표 점액과 아가미 새엽의 백점충을 검경하였다. 사육조건은 수심 6M 가두리내의 3M 수층에서 에어 블로워를 지속적으로 공급하였으며, 사료는 Soft Extrude Pellet (SEP)을 자동공급기로 공급하였다.

사육환경

돌돔 사육 수질환경은 매월 조사 시기에 YSI 650XL (USA)를 이용하여 수심 3 M층의 수온, 염분, pH 및 DO를 측정하였다.

시험어 및 증상

돌돔은 1년생과 2년생으로 조사 기간 중 사육 가두리 내에서 무작위로 채취하였다. 시험에 사용된 돌돔은 각각 7월에 5마리, 8월에 6마리, 9월에 9마리, 10월에 14마리, 11월에 30마리와 12월에 25마리로 총 89마리를 조사하였다. 시험에 사용된 돌돔의 평균 전장

은 16.1~17.6 cm, 평균 전중은 82~138g 이었다(Fig. 1). 채취된 돌돔의 외부증상, 내부증상을 확인한 후 체표점액과 아가미를 절취하여 슬라이드 글라스에

언어 무 염색으로 광학현미경으로 관찰하였다. 또한 해부후 시험어의 간을 절취 후 중량을 측정하여 간중량지수 (Hepato Somatic Index)를 조사하였다.

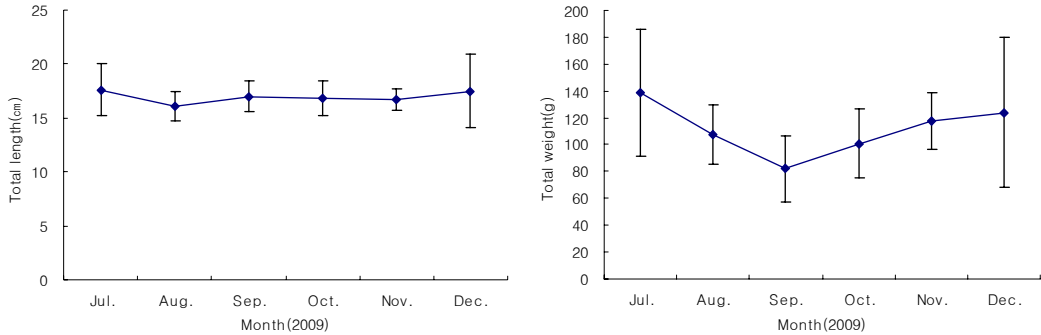


Fig. 1. Total length and weight of Rock bream in the embankment farm (n=89).

감염률 및 사육관리

백점충 감염률은 매일 조사한 개체의 점액과 아가미를 구분하여 백점충에 감염된 마리수의 백분율로 구하였으며, 양식장 관리 및 사육 마리 수 등은 양식장 관리주로 부터 청취조사를 통해 얻었다.

혈액분석

조사양식장에서 돌돔을 채포 후 시험어에 가해지는 스트레스를 최소화하기 위하여 마취제(MS222)로 처리 후 미부정맥으로부터 채혈하였다. Heparin이 처리된 일회용 주사기로 채혈 후 냉장상태로 실험실로 옮긴 후 Hematocrit Centrifuge를 이용하여 Hawksley Reader catalogue No.01502 로 측정하였다. 나머지 혈액은 냉장상태 (4℃)로 1시간 방치한 후 12,000 rpm 10분간 원심 분리 후 혈청을 분리하였다. 혈청은 냉동 보관하면서 FUGI Dri-CHEM 3000 (PHOTO FILM CO. Japan)을 이용하여 아스파라진산염 아미노전이효소 (AST), 알라닌 아미노전이효소 (ALT), 포도당

(Glucose), 총콜레스테롤 (TCHO), 총단백 (Total Protein), 중성지방 (Triglyceride) 값을 측정하였다.

결과 및 고찰

사육환경

2009년 7월에서 12월의 조사 기간 중 수온 19.3~24.3℃, 용존산소 5.0~7.1 mg/L, pH 8.0~8.1, 염분 31.9~33.7psu로 나타났으며, 백점충이 감염이 확인되기 시작한 7월의 수온은 19℃ 전후였으며, 폐사가 발생한 9월 이후의 수온은 24℃ 이상이였다 (Fig. 2). 일본의 해상 가두리양식장에서 돌돔, 참돔, 자주복에서 백점충에 의한 폐사가 발생하였을 때의 해수 수온은 26℃에서 21℃로 수온이 하강하는 시기였으며, 용존산소는 3.0 mg/L 이하의 낮은 조건에서 발생하였다고 보고하고 있다 (Ishitani *et al.*, 1996). 금번 돌돔이 폐사한 축제식양식장에서도 수온이 25℃에서 20℃로 하강하는 9월에서 10월에 감염율이 높고 폐사량

이 많아진 것과 비슷한 양상이었다. 대서양 연어에 있어서 사육밀도가 증가할수록 welfare scores가 낮아진다는 보고가 있으며(Tumbull *et al.*, 2005), 금번 돌돔 폐사양식장에서 볼락 (*Sebastes inermis*), 감성돔 (*Acanthoparus schlegeli*)과 혼합 사육으로 인한 사육밀도 증가가 잠재적인 스트레스 유발로 인한 면역기능 저하가 일어난 것으로 추정된다.

감염증상 및 진행과정

외부증상은 백점충 감염초기인 7월에 돌돔의 체표에 점액분비로 번들거림이 있었으며, 아가미빈혈, 아가미부식의 증상을 나타내었으나 대량폐사는 없었다. 8월에는 체표의 점액분비가 지속되었으며, 9월 이후부터는 일부 폐사가 발생하기 시작하였으며 점액분비가 더욱 많았으며, 체색흑화, 꼬리지느러미 탈락 및 발적, 체표의 출혈반점과 안구충혈, 유영력의 저하로 쉽게 채포할 수 있는 어체의 저항력에 매우 악화된 상태였다. 10월에는 수온이 21°C로 하강하면서 다소 증상이 완화되었으나 안구충혈, 꼬리탈락, 발적 증상을 보였다.

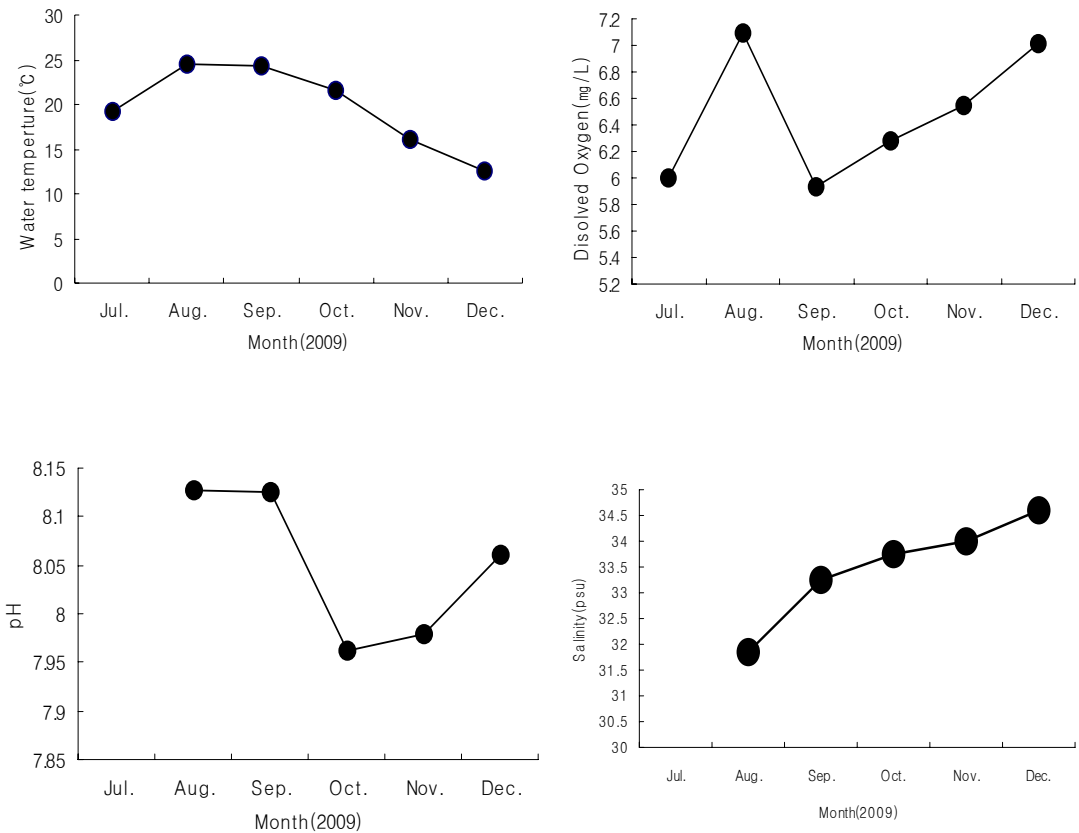


Fig. 2. Water temperature, DO, pH and salinity in the fish cage.

Table 1. Symptoms and other pathogens of Rock bream infected with *Cryptocaryon irritans* (White spot diseases)

Season (Month)	Symptoms		Other pathogens	
	External	Internal	Bacteria	Virus
Early (Jul. to Sep.)	Mucus	Anemia, eosin of gill	ND*	ND
Late (Oct. to Dec.)	Excess mucus Hemorrhages of body surface, Exfoliation of fin Falling tail off, Swimming shows weakened	Congestion of gill, intestine and liver	<i>Vibrio vulnificus</i>	ND

* ND, Not detected.

내부증상은 9월부터 아가미 충혈, 간 충혈, 장 충혈, 비장 비대 증상을 나타내었다. 조사 기간 중 백점충은 아가미의 호흡상피 조직 내에 매몰되어 있는 기생기 (Trophont)와 아가미와 체표에서 자유 유평기 (Free living stage), 감염기(Tomites), 생식기(Tomonts) 단계를 확인할 수 있었다(Fig. 3). 10월에는 감염후기로 백점충과 함께 체표 충혈 부위에서 *Vibrio vulnificus*가 분리되었으며 이리도바이러스 감염은 확인 되지 않았다 (Table 1). 육상양식장에서의 백점충 감염은 어류의 사육환경 조건, 특히 수온의 변화가 백점충의 증식조건을 충족시키면 대량 증식되어 어류에 병원성을 나타낸다고 하고 있어 (Kim *et al.*, 2009) 금번 백점병 발생은 수온이 상승하는 7월에 감염이 시작되어 고수온, 사육밀도가 높아지는 등 스트레스 유발과 세균감염, 축제식 내만에 조류의 흐름이 원활하지 못한 환경적 여건 등이 백점충의 증식에 더욱 좋은 조건을 만들어 준 것으로 판단된다. 백점충 감염 초기에는 채포하기 매우 어려울 정도로 돌돔의 활력이 양호하여 외부증상으로 백점충 감염 확인이 어려웠으나 수온 상승, 감염률이 높아지면서 돌돔의 활력이 급격히 저하되어 운동성이 떨어지는 것을 알수 있었다. 폐사가 발생한 돌돔과 같이 사육하던 볼락 (*Sebastes inermis*), 감성돔 (*Acanthoparus schlegeli*)에

서의 대량 폐사가 발생하지 않은 것으로 보아 돌돔이 감성돔이나 볼락에 비해 백점충에 상대적으로 취약한 특이성이 있는 것으로 판단되었다. 이것은 돌돔, 참돔, 자주복과 같이 사육한 줄전갱이 (*Caranx delicatissimus*)와 잿방어 (*Seriola dumerili*)에서 백점충이 발병하지 않은 것과 유사한 종특이성을 나타내어 (Ishitani *et al.*, 1996), 백점충이 어종에 대한 선택적 호기성 여부와 점액의 성분 특성에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

감염률

축제식양식장 1.3ha내의 3개 가두리, 즉 50 m × 50 m × 5 m (12,500 m³), 20 m × 20 m × 5 m (2,000 m³), 20 m × 20 m × 5 m (2,000 m³)에 각각 70,000미, 40,000미, 20,000미 로 총 돌돔 130,000마리와 감성돔과 볼락을 혼합 사육하고 있었으나 정확한 사육량은 파악할 수 없었으며, 돌돔을 제외한 감성돔과 볼락은 백점충에 의한 폐사는 관찰되지 않았다(Table 2). 돌돔의 백점충 평균 감염률은 20.0~88.1%였으며, 부위별로 체표의 감염률은 0~71.4%로 7월에 낮았고 10월에 높았다. 아가미 감염률은 20.0~83.3%로 7월과 12월에 낮았고 8월에 가장 높았으며, 전체적으로 아가미에서의 감염률이 다소 높은 것으로 조사되었다 (Fig. 4). 이는 아가미의 경우, 유평생활을 하는 tomite

가 아가미에 부착하면 점액 과잉분비로 새변이 비후되어 호흡곤란을 일으키는 등 체표에 비해 자연 치료가 어렵기 때문인 것으로 판단된다. 따라서, 백점충 감염에 의한 폐사를 줄이기 위해서는 Chen *et al.*(2008)의 특이 primer를 사용한 면역학적 기법을

통한 조기 진단법 개발과 축제식 양식장의 내만성, 낮은 수심, 조류소통 미약 등의 특성을 고려하여 먼저 이러한 문제점을 고려한 후에 효과적인 치료와 예방법을 모색하여야 할 것으로 판단된다.

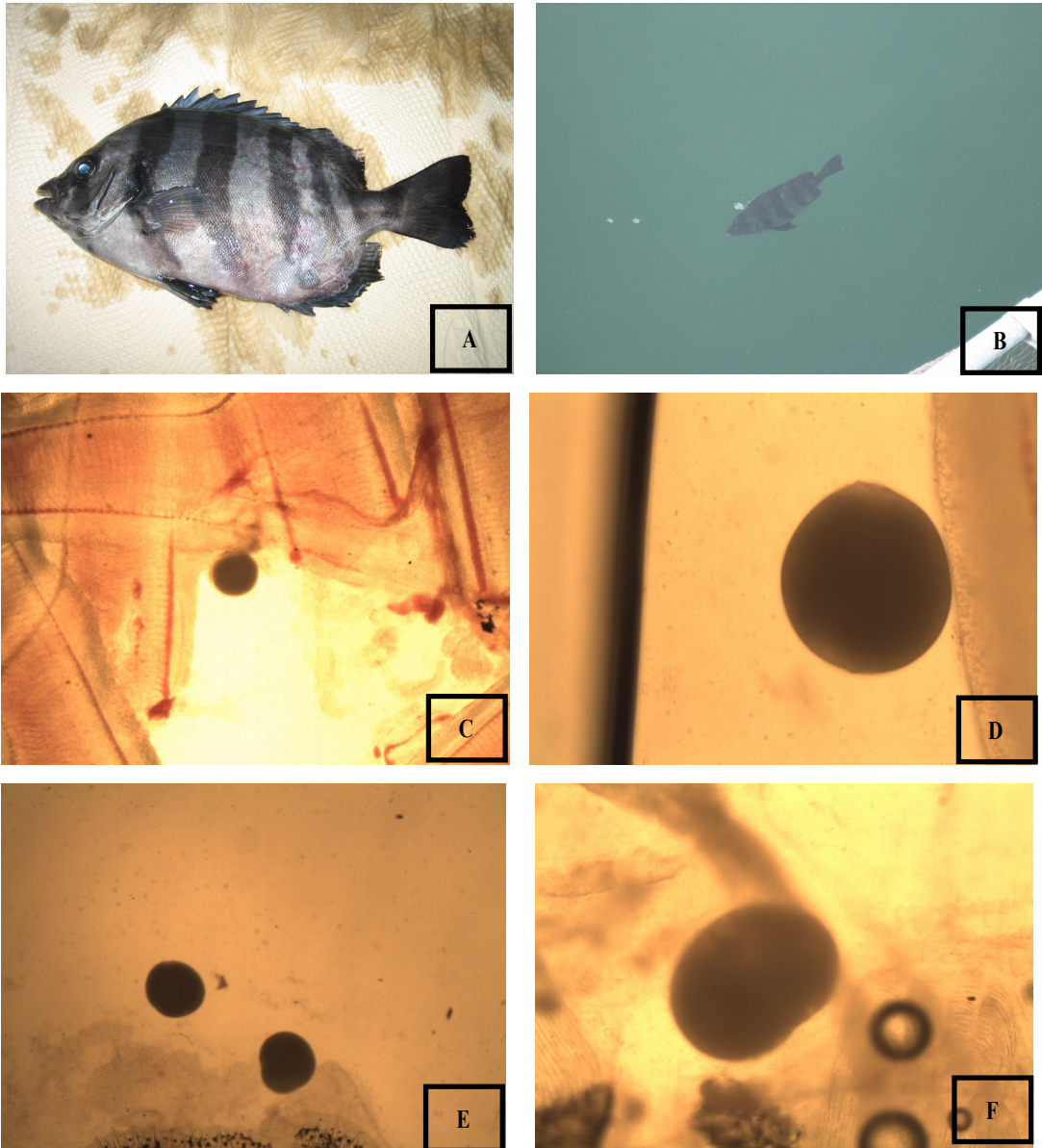


Fig. 3. External symptom(A), Weakened swimming(B), Free living stage (C,D), Tomites(E), Tomonts(F).

Table 2. The culture statement of Rock bream in the embankment fish farm

Size of net cage (Width × Length × Depth)	No. of Fish (Fishes)
Total	130,000
50 m × 50 m × 5 m (12,500 m ³)	70,000 2 years : 30,000 1 year : 40,000
50 m × 30 m × 5 m (7,500 m ³)	1 year : 40,000
20 m × 20 m × 5 m (2,000 m ³)	1 year : 20,000

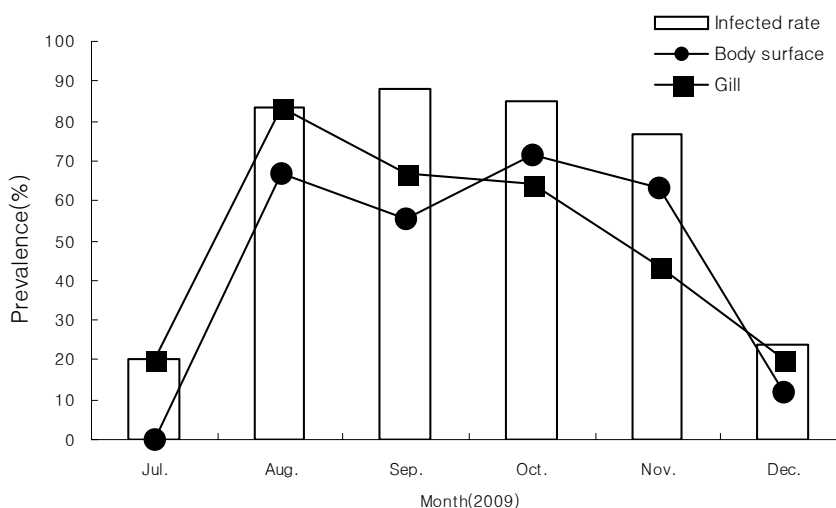


Fig. 4. Prevalence of the *Cryptocaryon irritans* in the body mucus and gill of cultured rock bream from July to December, 2009.

간중량지수

돌돔의 어체중 대비 간중량을 지수로 환산한 간중량지수 (Hepato Somatic Index)는 1.9±1.1 ~ 3.5±1.2%로 폐사발생 초기인 9월에 가장 낮았으며, 이후 점차 증가하여 11월에 가장 높게 나타났다. 이는 폐사 발생 전에 간비중이 낮아 어체의 전반적인 면역기능을 담당하는 간 기능 저하가 폐사에 영향을 미친 것으로 추정된다 (Fig. 5). 일반적으로 인체의 간은 영양소를

저장, 단백질제조, 약물이나 해로운 물질 해독작용, 담즙 만들기 및 면역기능을 담당하는 중요한 장기로 어류의 경우도 에너지를 축적하였다가 산란전후에 이용하고 병원체에 감염되어 영양공급을 받지 못하는 경우 간에 축적된 영양으로부터 공급받으므로 간의 비중이 어류의 건강과 직결되어 있다 (Galloway *et al.*, 2006; Roberts, 2001).

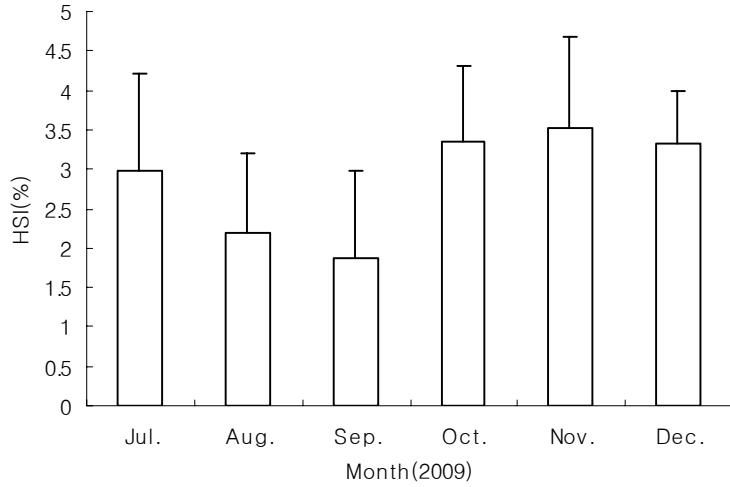
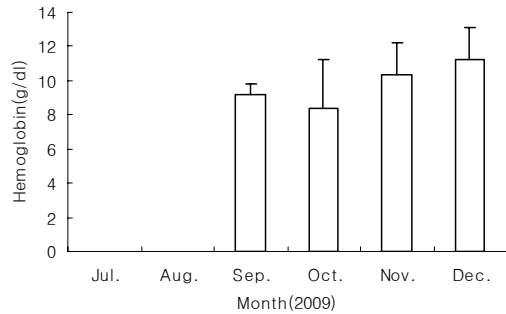
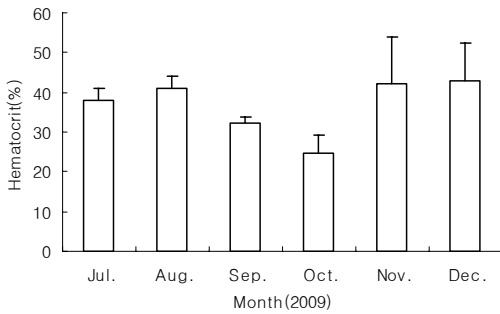


Fig. 5 . Hepato Somatic Index(HSI)* of Rock bream used in this study.
 * HSI(Hepato Somatic Index) = Liver weight / Total weight × 100(%)

혈액 및 혈청

백점충에 감염된 돌돔의 건강상태와 스트레스 파악을 위해 혈액 및 혈청의 생화학적 조성을 조사하였다. 혈액의 헤마토크리트 값은 7월과 8월에 각각 37.3%, 41.0%로 높았으나, 9월과 10월에는 각각 32.1%, 24.2%로 점차적으로 저하되었다가 11월과 12월에는 각각 42.1%, 43.18%로 증가하였다. 혈청의

TCHO는 7월에서 10월까지 91.9~152로 11월과 12월에 비해 낮았다. TG는 감염초기에 비해 10월 이후에 급격한 저하를 보였다. ALT와 AST는 폐사발생전에 비해 폐사 발생후인 10월에 각각 7배, 5배 높았다가 11월과 12월에는 다시 낮아져서 일시적인 급격한 스트레스와 간의 해독작용 저하로 어체의 전체적인 면역기능의 저하를 내포하였다 (Fig. 6).



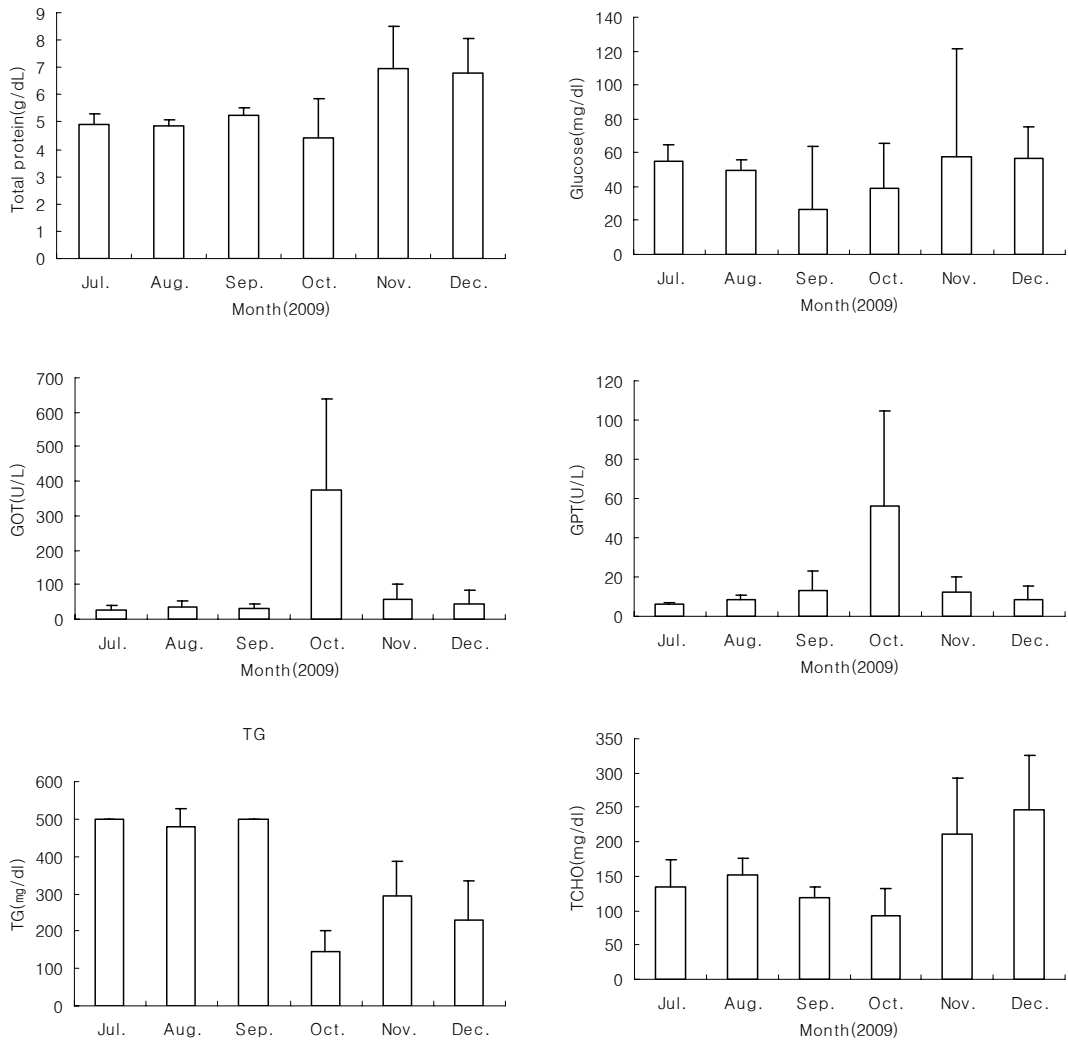


Fig. 6. Hematological characteristics of Rock bream(n=89) from July to December, 2009.

요약

2009년 7~12월, 축제식 양식장에서 돌돔의 백점충 감염 조사결과, 감염률은 20.0~88.0%로 9월이 높았고 7월이 낮았다. 7, 8월에는 죽는 개체가 없었으나 9월 중순 이후에는 폐사가 발생하였다. 수온 19.3~24.3℃, 용존산소 5.0~7.1 mg/L, pH 8.0~8.1, 염분

31.9~33.7psu로 폐사 발생시의 수온은 약 24.0℃였다. 백점충 감염초기의 외부증상으로는 돌돔의 활력은 양호하였으나 체표에 점액분비로 번들거림을 확인할 수 있었으며, 대량폐사가 발생한 시기인 10월에는 점액분비 과다, 꼬리지느러미 탈락 및 발적, 체표 출혈반점과 안구충혈 증상을 보였으며 유영력이 매우 저하되어 있었다. 내부증상으로 간, 장 충혈 및 비장

비대 증상을 나타내었다. 백점충은 아가미의 호흡상 피 아래 조직 내에 매몰되어 기생기와 자유유영기 상태였음을 확인하였다. 백점충은 7월경에 감염되어 수온 상승과 함께 사료급이량 증가와 돌돔의 빠른 성장이 백점충 증식의 호조건 조성으로 폐사가 더욱 가중된 것으로 추정되었다. 조사기간 중 간중량지수(HSI)는 1.9±1.1~3.5±1.7 %로 폐사발생기인 9월에 가장 낮았으며, 11월에 가장 높았다. 백점충에 감염된 돌돔 혈액의 헤마토크리트 값은 7, 8월에 각각 37.3%, 41.0%, 9, 10월에 각각 32.14%, 24.17%로 차이를 보였다. 총콜레스테롤, 중성지방은 7, 8월에 비해 10월에 급격한 저하를 보였고, 폐사 발생후 AST는 약 7배, ALT는 약 5배 높았다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물품질관리원(수산동물 질병 모니터링 및 진단연구, RP-2010-AQ-64)의 지원에 의하여 운영되었습니다.

참고문헌

- Apolinario, V. Y. and Song, Y. L.: Immunization of grouper, *Epinephelus coioides*, confer protection against a protozoan parasite, *Cryptocaryon irritans*, *Aquaculture*, 260: 1~9, 2006.
- Chen W., Sun H. Y., Xie M. Q., Bai J. S. and Zhu W. Q., Li A. X. : Development of specific PCR assays for the detection of *Cryptocaryon irritans*. *Parasitol Res.*, 103: 423~427, 2008.
- Cheung, P. J., Nigrelli, R. F. and Ruggieri G. D. : Studies on cryptocaryoniasis in marine fish : effect of temperature and salinity on reproductive cycle of *Cryptocaryon irritans* Brown, 1951. *J. Fish Dis.* 2: 93~97, 1980.
- Cheung, P. J., Nigrelli, R. F. and Ruggieri G. D. : Scanning electron microscopy on *Cryptocaryon irritans* Brown, 1951, a parasitic ciliate in marine fish. *J. Aquac.* 2: 70~72, 1981.
- Coloni A. and Burgess, P.J.: *Cryptocaryon irritans* Brown 1951, the cause of white spot disease in marine fish: an update. *Aquar. sci. Conserv.* 1:217~238, 1997.
- Colomi, A. : Aspects of the biology of *Cryptocaryon irritans*, and hyposalinity as a control measure in cultured gilt-head sea bream *Sparus aurata*. *Dis. Aquat. Org.* 1: 19-22 , 1985.
- Colomi A.: Biology of *Cryptocaryon irritans* and strategies for its control. *Aquaculture*, 67: 236~237, 1987.
- Dan, X. M., Lin, X.T., Yan Y. X., Teng, N., Tan, Z. I., Li, A. X.: A technique for the preservation of *Cryptocaryon irritans*, at low temperatures. *Aquaculture* 297: 112~115, 2006.
- Diamant, A., Issar, G., Colomi, A. and Paperna, T.: A pathogenic *Cryptocaryon*-like ciliate from the Mediterranean Sea. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.* 11: 122~124, 1991.
- Hirazawa N., Oshima S. Hara T., Mitsuboshi T and Hata K. : Antiparasitic effects of medium-chain fatty acids against the ciliate *Cryptocaryon irritans* infestation in the red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture*, 198: 219~228, 2001.
- Hirazawa N., Goto T. and Shirasu K. : Killing effect of various treatments on the monogenean *Heterobothrium okamotoi* eggs and onchiracidia and the ciliate *Cryptocaryon irritans* cysts and theronts. *Aquaculture* 223: 1~13, 2003.

- Huff, J. A. and Burns, C. D. : Hypersaline and chemical control of *Cryptocaryon irritans* in the red snapper, *Lutjanus campechanus*, monoculture. *Aquaculture* 22: 181~184, 1981.
- Ishitani, Y., Murata, O., Nasu T., Izumi, K., Miyano, S. and Kumai H. : Occurrence of white spot disease in Mari-culture fish. *Bull. Fish. Lab. Kinki Univ.*, 5: 131~137, 1996.
- 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.
- Jee, B. Y., Kim, K. H. and Park, S. I. and Kim, Y. C.: Studies on *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876 in freshwater fishes: I. Biological characteristics of *I. multifiliis*, *J. Fish Pathol.*, 10: 113~123, 1997.
- Jee, B. Y., Kim, K. H. and Park, S. I. and Kim, Y. C.: Studies on *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876 in freshwater fishes: II. Experimental infection and development of *I. multifiliis*. *J. Fish Pathol.*, 11(1): 51~60, 1998.
- Kaige, N., Miyazaki, T. : A histopathological study of white spot disease in Japanese flounder. *Fish Pathol.* 20: 60-61, 1985.
- Kim Y. C., Kim J. D., Jee B. Y. Jung S. H., Seo J. S and Park S. W. : Susceptibility of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and cherry salmon *Oncorhynchus masou* against *Ichthyophthirius multifiliis*. *J. Fish Pathol.*, 22(3):193~200, 2009.
- Luo, X. C., Xie, M. Q., Zhu, X. Q., Zhu X. Q. and Li, A. X.: Protective immunity in grouper(*Epinephelus coioides*) following exposure to or injection with *Cryptocaryon irritans*. *Fish & Shellfish immunology*, 22: 427~432, 2007.
- Nigrelli, R. F. and Ruggieri, G. D.: Enzootics in the New-York Aquarium caused by *Cryptocaryon irritans* Brown, 1951(=*Ichthyophthir* Sikama, 1961), a histophagous ciliate in the skin, eye and gills of marine fish. *Zoologica*, 51: 97~102, 1966.
- Park, S. W., Choi, H. M. and Yu J. H. : *Cryptocaryon irritans* infection in river puffer(*Takifugu obscurus*) cultured in sea water. *J. Fish Pathol.*, 17(2) : 99~103, 2004.
- Rasmus, D. H. and Kurt, B. : Control of *Ichthyophthirius multifiliis* using a combination of water filtration and sodium percarbonate : Dose-response studies. *Aquaculture*, 288: 32~35, 2009.
- Roberts R. J.: Fish pathology, third edition, p 36, 2001.
- Sikama Y.: Preliminary report on the white-spot disease in marine fishes. *Suisan-Gakukai-Ho.* 7: 149~160. 1973.
- Turnbull J., Bell A., Adams C., Bron J. and Huntingford F. : Stocking density and welfare of cage farmed Atlantic salmon: application of a multivariate analysis. *Aquaculture*, 243 : 121~132, 2005.
- Wilkie, D. W. and Gordin, H. : Outbreak of cryptocaryoniasis in marine aquaria at Scripps Institution of Oceanography. *Calif. Fish Game*, 55: 227~236, 1969.

Manuscript Received : August 26, 2010

Revised : October 14, 2010

Accepted : November 15, 2010