

하절기 조피볼락, *Sebastes schlegeli*의 대량폐사에 관한 고찰

최혜승[†] · 명정인* · 박명애** · 조미영**

국립수산과학원 양식환경연구소, *생명공학연구과 육종연구센터

**국립수산과학원 병리연구과

A Study on the summer mortality of Korean rockfish *Sebastes schlegeli* in Korea

Hye Sung Choi[†], Jeong-In Myoung*, Myoung Ae Park** and Mi Young Cho**

Aquaculture Environment Research Center, National Fisheries Research & Development Institute, Tongyeong-City, Gyeongsangnam-do 650-943, Korea

*Genetics and Breeding Research Center, NFRDI, Goeje-City, Gyeongsangnam-do 656-842, Korea

**Pathology division, NFRDI, Busan 619-902, Korea

The mass mortality of Korean rockfish, *Sebastes schlegeli* that occurred at the fish farms in Tongyeong and Geoje City regions between late August and early September in 2006 was investigated. Sixty two fish showed no significant external symptoms except ulcerative lesions with reddish foci on the skin. From the internal observations and diagnosis results, some yellowish brown liver, intestine bleeding, atrophy and congestion in the abdominal cavity of the fish were found. In the gill, swelled filaments caused by foreign material accumulation and mucus secretion were observed. However, the main cause of the fish mass mortality in both sampling regions could be due to physiological weakness induced by significant change of water temperature causing by typhoon Wookong during the summer in 2006.

Key words : Korean rockfish, Summer, Mass mortality

조피볼락, *Sebastes schlegeli*은 우리나라 동, 서, 남해 및 일본 북해도 이남, 중국 북부의 각 연안에 자연 서식하는 난태생 어종으로 1980년대 중반에 국립수산과학원에서 대량 인공 종묘 생산기술을 확립한 이래 우리나라에서는 최근 넓치 다음으로 양식생산량이 많은 해상가두리 양식 대상종이다 (조피볼락 표준지침서, 2007). 이 종은 주로 저층에서 서식하며 비교적 활동성이 적은 정착성 어종으로 우리나라 전 연안에서 양식이 가능하나, 성장 적수온은 15~20°C로 수온이 23°C 이상이 되면 먹이 섭취량이 줄어들고, 25°C 이상으로 상승하면 생리기능이 저하되므로 밀식, 선도가 불량한 사료 투

여, 망갈이, 선별 및 어장이동 등의 외부환경 변화에 매우 민감한 어종이다.

조피볼락의 질병과 관련된 연구 보고는 양식 조피볼락에서 발생한 epitheliocystis의 증례(김 등, 2000)와 β -Glucan의 투여에 의한 세균성 질병에 대한 저항성 향상 연구(박 등, 1988), 양식 조피볼락의 아가미흡충의 감염 분포(Kim et al., 1998)에 관한 연구가 있으나, 양식장 환경에 따른 조피볼락의 생리변화와 관련된 연구는 적은 실정이다. 본 연구는 2006년 8월말 부터 9월초에 통영시와 거제시의 해상가두리양식장에서 사육중인 조피볼락에서 각각 2.3%, 72%의 대량

[†]Corresponding Author : Hye-Sung Choi, Tel : 055-641-2142
Fax : 055-641-2036, E-mail : choihs@nfrdi.go.kr

폐사가 발생하여 양식어가 19개소에서 조피볼락의 병원체, 세로이드 및 양식장의 수온을 조사하고 분석한 결과이다.

재료 및 방법

조사시기 및 장소

조피볼락의 폐사가 발생하였던 2006년 8월 30~31일, 9월 4~7일 및 9월 6~8일의 3회에 걸쳐서 각각 통영시 한산면 용초·봉암·창좌(B, 한산도해역) 6개 어가와 산양읍 풍화·연명·저도·연곡·저림해역(A, 미륵도해역) 12개 어가 및 거제시 남부면 갈곶리(C, 거제도해역) 1개어가로 3개 해역, 19어가의 해상가두리양식장의 조피볼락을 대상으로 조사를 실시하였다(Fig. 1).

병리학적조사

병리학적조사는 각 해역별 폐사양식장에서 빈사상태인 2년생 조피볼락을 채취하였다.

시험에 사용된 조피볼락의 전장은 평균 25.6 cm (범위 17~31cm), 전중은 평균 327 g (범위

94~478 g)였다. 한산도 해역 18마리, 미륵도 해역 29마리, 거제 해역 15마리로 총 62마리에 대한 육안 및 해부학적 진단을 실시하였고, 병원체 분리는 수산생물질병진단 지침서 (2005)에 따라 세균, 기생충 및 바이러스 분석을 하였다. 세균은 TSA, TCBS 배지를 사용하여 병어의 체표 껍양부위 및 간, 장, 신장을 스탬프하여 25°C 인큐베이터에서 배양하였으며, 바이러스는 MBV, RSIV, HRV, VNNV, VHSV 의 5종에 대해 상법에 따라 DNA 및 RNA를 분리한후 PCR법을 사용하여 확인하였다.

또한, 폐사어의 원인을 확인하는 과정에 병원체 분리이외에 어체의 건강도 확인을 위하여 폐사어의 내장조직(간, 신장 및 비장)의 일부를 슬라이드글라스 위에 올린후 생리식염수를 떨어뜨린후 커버글라스로 압인후 광학현미경으로 관찰하여 세로이드 유무를 확인하였다. 또한, 조피볼락 대량폐사가 발생한 양식장의 감성돔, 참돔, 농어에 대해서도 세로이드 조사를 실시하였다.

어장환경조사

양식어장의 환경조사는 조피볼락의 대량폐사

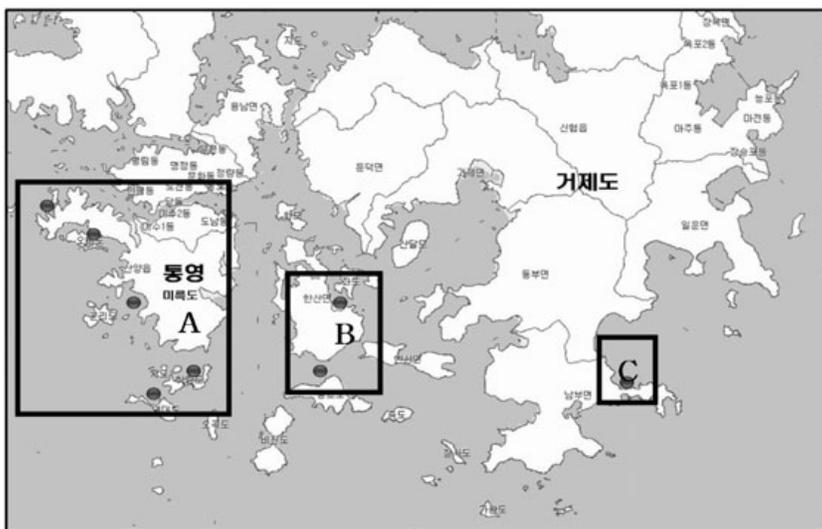


Fig. 1. Map of the investigation station (Circle symbol in the square box each islands). A, Mireuk island; B, Hansan island; C, Geoje island.

가 발생 직후, 통영시 한산면 용초해역에서 수질 측정기 (YSI 660XL)를 사용하여, 수층별 수온, 염분농도, 용존산소 및 pH를 조사하였다.

통영시 미륵도 해역 (풍화, 학림 관측소)은 국립수산과학원 해양자료센터(KODC)에서 운영하는 실시간 어장정보시스템(CORI monitoring)에서 30분 간격으로 측정된 2006년 8월에서 9월 까지의 수온자료를 이용하여 분석하였다. 거제도 해역의 어장환경은 거제 남부해역의 수온자료는 어류육종연구센터에서 측정한 자료를 인용·분석하였다.

결 과

병원체 조사

경남 통영시 한산도, 미륵도와 거제도 해역의 가두리양식장에서 폐사가 대량으로 발생하였던

당시 조피볼락 62마리에 대한 병리학적 조사 결과, 폐사한 조피볼락의 외부 증상은 체표궤양이나 출혈반점이 있었으며, 내부소견으로 간의 황갈변, 장충혈, 내장위축 및 충혈을 나타내었으며, 아가미 새엽에 이물질이 과다 침착되어 있으며, 점액분비로 인해 곤봉화되어 있었다.

병원체별 감염률은 연쇄구균, *Streptococcus* sp. 이 3.8~35.8%로 간, 신장, 비장으로부터 분리되었다. 기생충은 체표에서 칼리구스충 (*Caligus*)이 1.9~33.7%, 아가미에서 아가미흡충, *Microcotyle* sp.이 17.7~26.9% 검출되었으며, 조사 개체의 신장과 비장에서 이리도바이러스 외 4종의 바이러스는 검출되지 않았다(Table 1).

세로이드 검사를 위한 조직 관찰시 모든 개체의 복강, 간, 신장 및 비장 등의 조혈기관에 갈색 및 검은색의 세로이드가 관찰되었다(Fig. 2).

조피볼락이 폐사되었던 동일어장에서 사육 중

Table 1. Infection rate (%) of pathogens in the moribund Korean rockfish

	Pathogen	Infected rate(%)	Isolation parts
Bacteria	<i>Streptococcus</i> sp.	3.8 ~ 35.4	Liver, spleen, Kidney
Parasite	<i>Caligus</i>	1.9 ~ 33.7	Body surface
	<i>Microcotyle</i> sp.	17.7~ 26.9	Gill
Virus	MBV, RSIV, HRV, VNNV, VHSV	ND*	Spleen, Kidney

* ND : Non detection

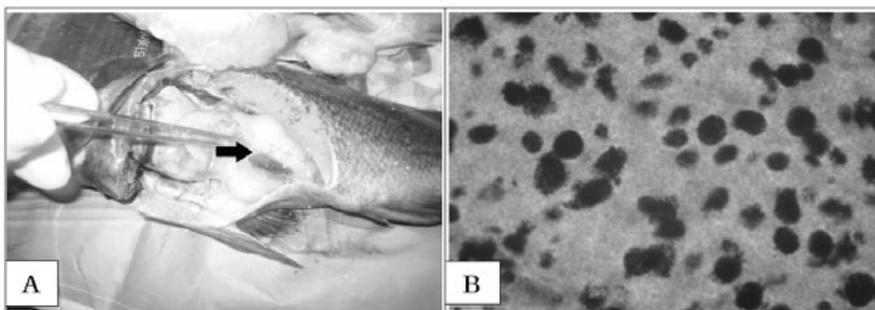


Fig. 2. The ceroids in cavity of Korean rockfish(arrow) and wet mount of spleen with ceroid. A: Ceroid mass in the cavity, B: Ceroid in the spleen tissue.

이던 폐사되지 않은 참돔, 감성돔 및 농어에서는 병원체는 분리되지 않았으나, 간, 신장, 비장 조직에 세로이드가 관찰된 것은 공통적인 현상이었다.

어장환경조사

조피블락의 폐사가 발생하였던 해역의 수온변화를 보면 통영시 한산면 용초해역에서 폐사발생 약 20일전인 8월 9일에는 표층 22.3°C, 저층 18.3°C로 수온약층이 형성되어 있었던 것이 폐사발생 약 5일전에 표층 25.8°C, 저층 24.7°C로 최고 6.4°C의 수온상승 현상을 나타내었으며, 폐사당시 수온은 표층 24.7°C, 저층 22.2°C으로, 조

피블락 사육수층인 수심 6m의 수온은 23.4°C로 수온약층이 소멸된 상태였다. 또한 용존산소는 표층이 4.8~5.7 m/L, 저층이 4.4~4.7 m/L, 염분농도는 31.5~32.4‰, pH는 8.2로 조피블락 사육에 적합한 농도였다(Fig. 3).

폐사양식장 주변의 장기간의 수온분석을 위해, 폐사가 발생한 통영시 미륵도 해역에 설치되어 있는 국립수산물과학원에서 운영하는 실시간 연안정보시스템(KODC)의 풍화와 학림관측소의 2006년 8월 중순부터 9월 8일 폐사시점까지의 수온을 분석한 결과, 25~27°C의 수온이 풍화해역은 21일, 학림해역은 20일간 지속되었던 것을 알수 있었다 (Fig.4, 5).

거제 남부해역은 9월 초순에 조피블락의 대량 폐사가 발생하여 통영해역보다 늦게 발생하였다. 거제 남부해역의 수온변화를 보면 8월 18일에 19°C이었던 것이 태풍 우콩 발생 직후 수온약층이 소멸됨에 따라 5일만인 8월 23일에 27°C까지 급상승하였다가, 8월말에는 22.9°C로 하강하였고, 다시 5일만에 25.9°C로 상승하는 등 고수온역에서 수온변화가 빈번하였던 것이 특징이었다 (Fig. 6).

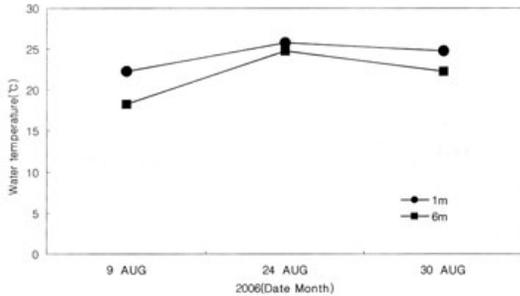


Fig. 3. Changes in the water temperature of the sampling locations in Hansan island.

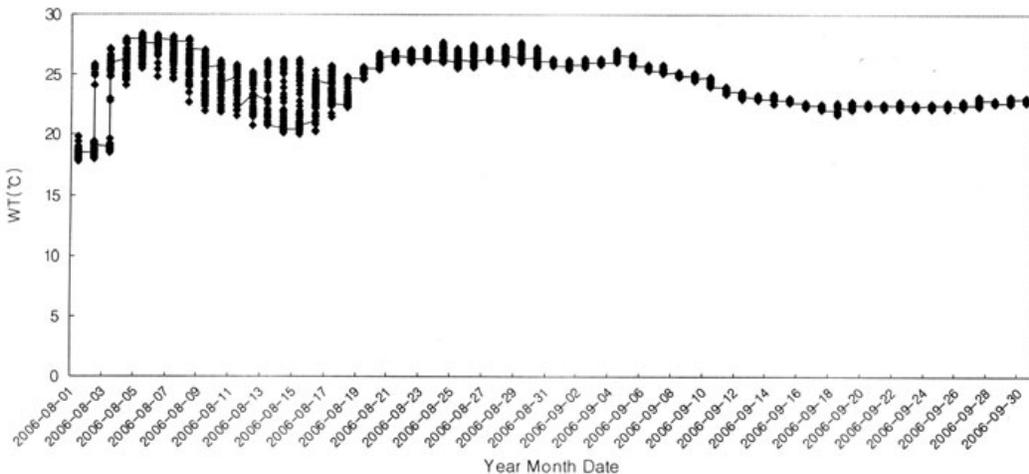


Fig. 4. Water temperature variation of Punghwa survey station in Mireuk island (1 Aug.-30 Sep. 2006).

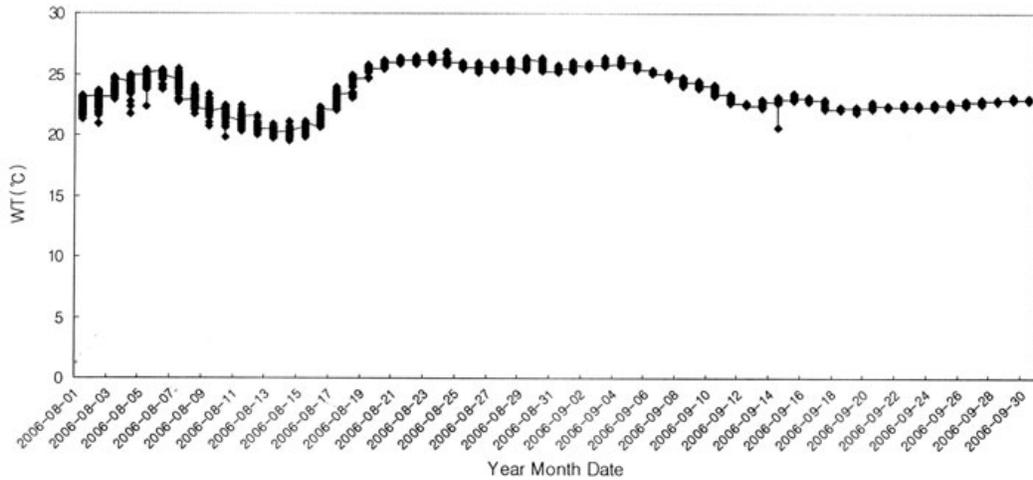


Fig. 5. Water temperature variation of Hakrim survey station in Mireuk island (1 Aug.-30 Sep. 2006).

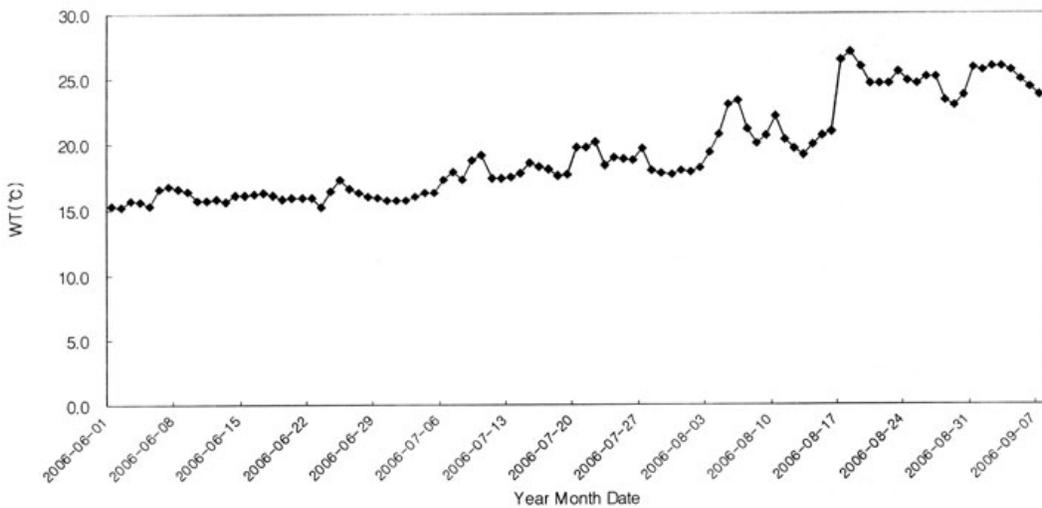


Fig. 6. Water temperature variation in the sampling area in Geoje island (June to Sep, 2006).

고찰

일반적으로 어류나 패류들은 그들만의 최적 생활을 위한 수온을 가지고 있는데, 그 수온범위를 벗어나면 온도에 보상하려는 현상을 보이게 되고, 임계수준을 넘어서면 어체의 생리활성을 떨어뜨림으로 건강을 악화시킬 수 있다 (Barton

and Iwama, 1991).

특히 외부로부터 수온, 용존산소 등의 요인으로 스트레스를 자주 받게 되면 어체는 항상성을 유지하기 어렵게 되며, 이를 극복하기 위하여 많은 에너지를 요구하게 되고, 성장과 생명유지를 위해 사용되어야 할 에너지가 필요 이상으로 소모됨으로써 성장 둔화 및 폐사를

가져오게 된다 (Schreck, 1982; Barton and Iwama, 1991).

어류가 스트레스를 받으면 호르몬을 과다분비하여 대사, 성장, 면역, 번식 및 삼투압 조절에 변화가 나타나는 것으로 알려지고 있다(Barton and Schreck, 1987). 자연에 서식하는 어류의 경우, 수온이 갑작스럽게 변화하여 생리적 대사활동에 위협을 받을 때는 다른 서식 환경으로 도피나 이동을 할 수 있으나, 양식 어류는 제한된 공간에서 사육됨으로 새로운 환경에 적응하지 않으면 안된다 (Itazawa and Hanyu, 1991).

일반적으로 가두리양식장의 어류는 고밀도 사육, 인위적인 사료투여, 여름과 겨울철의 고수온과 저수온 등의 이상해황 발생으로 인한 물리적 및 화학적 수질 변화 등 서식을 위한 최적 환경이 유지되기 어려우므로 항상 스트레스에 노출되어 있다 해도 과언이 아니다. 그러므로 양식 어류 특히 고수온에 약한 조피볼락의 경우에 있어서는 여름철 고수온이나 급격한 수온 상승 및 하강 변화가 체내의 생리조건을 변화시키거나 성장과 생존을 좌우하는 직접적인 스트레스로 작용할 수 있다(Horning and Pearson, 1973).

우리나라 남해안의 겨울철 저수온기에는 참돔의 사육 한계수온인 8°C이하의 수온이 42일간 지속으로 저수온에 장기간 노출로 수온에 의해 대량폐사를 일으킨 예에 해당된다 (최 등, 2008). 그리고 월동기에 저수온 충격에 의해 송어의 생리생화학 반응을 확인하기 위해 10°C에 적응되어 있던 송어를 단기간에 -1.2°C에 노출시켰을 때 스트레스와 관련된 생태지수의 변화와 코티졸 및 갑상선과 같은 내분비적 변동이 일어나는 것을 확인할 수 있었다 (강 등, 2007)

수온과 용존산소량은 양식 어류의 성장과 생산량을 결정하는 매우 주요한 요인이다. 냉수성 어종인 무지개송어의 경우, 생존수온범위가 5~23°C, 최적수온이 16~18°C로 23°C이하에서는 수온이 높을수록 산소소비율이 높아지나, 수온이 23°C 이상이 되면 대사의 리듬이 깨지면서 산소소비량과 혈액헤모글로빈 함량이 감소하는

것으로 알려져 있다(소 등, 2008).

수온에 따른 조피볼락의 사육 효과에서 일간 성장률 및 사료효율은 20°C에서 보다 12~16°C에서 더 좋은 결과를 나타낸 것으로 보아(명 등, 1997), 높은 사육수온이 낮은 수온에 비해 성장에 좋지 않은 영향을 미치고 생존에도 영향을 주었을 것으로 판단된다.

통영시 입식현황(비공개자료, 2006)에 따르면 한산해역의 폐사가 집중된 양식장의 어류 입식량이 1ha 기준 1,545천마리로 폐사가 발생되지 않은 해역의 입식량 286~1,337천마리에 비해 사육밀도가 1.2~5.4배로 높은 것으로 나타났다. 이러한, 고수온기 동안의 높은 사육밀도가 어체의 스트레스를 증가시켜 폐사에 영향을 주었을 가능성도 배제할 수 없었다.

금번 조피볼락은 8월말에서 9월초에 집중되어 폐사가 발생되었으며, 통영시 한산도와 미륵도 해역의 평균 폐사율은 2.3%였으며, 거제시의 폐사율은 72%를 보였나 병원체의 검출이 없어, 금번 폐사는 병원체 감염이 폐사율에 직접적인 영향을 주지 않았다.

고수온에 약한 조피볼락의 복강과 간, 비장, 신장에 산패지방 침착은 질병에 대한 감염성을 높여주는 영양성 스트레스로 1차적인 면역기능 저하를 유발하였을 것으로 추정되었다. 양식 어류는 영양성 질병에 의한 만성적 질병에 의한 상당한 피해를 받고 있으며, 급성적이고 명백한 단일 증상을 나타내는 경우보다, 만성적이고 복합적인 증상이 나타나고, 이차적인 세균이나 기생성 질병을 수반하므로 정확한 병인을 판단하기는 어렵다. 또한 가시적인 피해보다는 그로 인한 성장 부진에 따른 생산성 저하 및 양식기간의 연장 등과 같은 큰 경제적 피해를 주는 것(이, 1995)을 고려할 때 이러한 세로이드 침착이 조피볼락의 폐사에 영향을 주었을 가능성도 배제할 수 없다.

조피볼락은 연안 정착성 어종으로 가두리에서 사육할 경우, 가두리 그물의 바닥부분에 서식하고 있으므로 이 수층은 가두리망의 수심에 따라

어장마다 차이가 있으나 6~10m 내외의 수층은 여름철에 저층에 형성된 냉수대의 세력을 받았으며, 태풍의 영향으로 냉수대가 소멸되면서 단시일 내에 3.0~6.7°C의 수온상승 현상을 나타내었다. 이러한 수온급변으로 인한 스트레스가 여름철에 저항력이 약화되어 있던 조피볼락의 체내 삼투압 조절능력을 저하시켜 폐사에 이르게 된 것으로 추정된다.

요 약

2006년 8~9월 통영시 한산도, 미륵도, 거제시 해역에서 대량 폐사된 조피볼락의 폐사원인을 조사한 결과, 병원체는 연쇄구균이 3.8~35.8%, 칼리구스충이 1.9~33.7%, 아가미흡충이 17.7~26.9% 검출되었으며, 전 개체에서 바이러스는 검출되지 않았다. 각 장기별 세로이드 관찰 결과, 간, 신장 및 비장 등의 조혈기관에 갈색 및 검은색의 세로이드가 관찰되었다.

폐사가 제일 먼저 발생한 통영시 한산면 용초해역에서 폐사발생 약 20일전에 표층 22.3°C, 저층 18.3°C로 수온약층이 형성되어 있었으며, 폐사발생 약 5일전에 표층 25.8°C, 저층 24.7°C로 수온 약층이 완전 소멸된 수온이 상승한 상태였다.

거제시 남부면 해역의 조피볼락 대량폐사는 8월 18일 태풍 우콩 발생 직후 수온약층이 소멸됨에 따라 19°C의 수온이 5일만에 27°C까지 급상승하였다가, 8월말에 22.9°C로 하강하였다가 5일만에 25.9°C로 상승하는 등 고수온역에서 수온변화가 많았던 것이 특징이었다.

따라서, 2006년 하계에 발생한 통영 및 거제해역의 조피볼락 대량폐사는 태풍 우콩 발생 이전에 생성되었던 수온약층이 소멸되면서 3.0~6.7°C의 수온 급상승으로 27°C의 고수온 환경이 약화되어 있던 조피볼락에 스트레스 요인으로 작용하여 생리대사 및 저항력의 약화로 폐사가 발생하였던 것으로 추정되었다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물과학원(수산동물 질병 모니터링 및 진단연구, RP-2009-AQ-016)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참 고 문 헌

- 강덕영, 강희웅, 김규희, 조기채, 김효찬: 월동기 저수온 충격에 따른 양식 가숭어 *Mugil haematocheilus*의 생리생화학적 반응. 한수지, 40(4): 226-233, 2007.
- 국립수산물과학원: 수산생물질병 진단지침서. 해양수산부, 2005.
- 국립수산물과학원: 조피볼락 양식 표준지침서. 해양수산부, 2007.
- 김세라, 이종환, 손창호, 김성호: 양식 조피볼락에서 발생한 epitheliocystis의 증례. 한국임상수의학회지 17(2):502-504, 2000.
- 명정인, 박승렬, 장영진: 사육수온과 먹이 공급량이 조피볼락의 성장 및 사료효율에 미치는 영향. 한국양식학회지, 10(3):311-320, 1997.
- 박성우, 김영길, 최동림: β -Glucan의 투여에 의한 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)의 세균성 질병에 대한 저항성 향상. 한국어병학회지, 10(2): 143-152, 1997.
- 소상영, 허준욱, 이정열: 수온변화에 따른 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*)의 산소소비, 아가미 호흡수 및 헤모글로빈 변화. 한국어류학회지 20(4): 239-247, 2008.
- 이종연: 영양성 질병에 대하여. 제 15회 한국어병학회 추계학술발표, 1995.
- 장영진, 박명룡, 강덕용, 이복규: 양식 넙치(*Paralichthys olivaceus*)의 생리조건에 미치는 연속적인 수온 급강하의 영향. 한수지, 32(5):601-606, 1999.
- 최혜승, 정승희, 허영백, 양준용: 동절기 남해안 참돔(*Pagrus major*)의 대량폐사에 관한

- 연구. 한국어병학회, 21(1):35 – 43, 2008.
- Barton, B.A. and Schreck, C.B.: Influence of acclimation temperature on interrenal and carbohydrate stress responses in juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, 62:299 – 310, 1987.
- Barton, B.A. and Iwama, G.K.: Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Ann. Rev. Fish. Dis.*, 1:3 – 26, 1991.
- Horning, W.B.I. and Pearson, R.E.: Growth temperature requirement and lower lethal temperature for juvenile smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*). *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 30:1226 – 1230, 1973.
- Itazawa, Y. and Hanyu, I.: *Fish Physiology*. Ko-seisha-Koseikaku, Tokyo, Japan, pp621, 1991.
- Kim K.H., E.S. Choi and B.Y. Jee : Spatial distribution of *Microcotyle sebastis* (Monogenea: Microcotyliidae) on gill of the cultured Korean rockfish, *Sebastes schlegeli*. *J. Fish Pathol.*, 11(1):29 – 33, 1998.
- Schreck, C.B. : Stress and rearing of salmonids. *Aquaculture*, 28:241 – 249, 1982.
- Shamseldin, A.A., Clegg, J.S. , Friedman, C.S., Cherr, G.N. and Pillai, M.C.: Induced thermotolerance in the pacific oyster, *Crassostrea gigas*. *J. Shellfish. Res.*, 16:487 – 491, 1997.

Manuscript Received : March 26, 2009

Revised : July 29, 2009

Accepted : August 15, 2009