

서해안 천수만 일대 양식 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)의 상피 선충 감염현황

서한길 · 서정수 · 류민경 · 이은혜 · 권세련¹ · 강종순² · 노윤산² · 최혜승 · 정승희 · 한현자*

국립수산과학원 병리연구과, ¹선문대학교 수산생명의학과, ²충청남도 수산관리소

A Nematode Infection in the Epithelial Tissue of Cultured Rockfish *Sebastes schlegeli* in Cheonsu Bay, Western Korea

Han-Gill Seo, Jung Soo Seo, Min-Kyung Ryu, Eun Hye Lee, Se Ryun Kwon¹, Jong Soon Kang²,
Yun-San No², Hye-Sung Choi, Sung Hee Jung and Hyun-Ja Han*

Pathology Division, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-902, Korea

¹Department of Aqualife Medicine, Sun Moon University, Asan 336-708, Korea

²Chungnam Fisheries Management Office, Boryoung 355-943, Korea

We investigated a nematode infection in the epithelial tissue of rockfish *Sebastes schlegeli* cultured in Cheonsu Bay, western Korea, from May 2013 to April 2014. Nematodes infected the epithelial tissues of various external organs, including the fins, operculum, nares, mouth, and head. Over a 1-year period, the overall nematode infection rate in rockfish was 55% ($n=89/163$): 56.7% ($n=17/30$) in May 2013, 88% ($n=29/33$) in August 2013, 0% ($n=0/30$) in October 2013, 70% ($n=21/30$) in January 2014, and 55% ($n=22/40$) in April 2014. During this study, the only mass mortality of cultured rockfish in Cheonsu Bay was in August 2013, when we identified skin wounds on the rockfish caused by the nematodes escaping from their hosts. During this period, the accumulated mortality for 2 weeks was 1.4–22.4% in different farms. In addition, several pathogenic bacteria (*Photobacterium damsela*, *Vibrio* spp., and *Streptococcus iniae*) were isolated from the moribund rockfish; these were thought to be transmitted through the skin wounds caused by the nematodes.

Key words: Rockfish, *Sebastes schlegeli*, Nematodes, Cheonsu Bay

서 론

조피볼락(*Sebastes schlegeli*)은 넙치와 더불어 국내 해산어류양식을 대표하는 중요한 양식대상어종으로서 몸과 지느러미는 흑갈색, 배는 회색을 띠는 난태생 어종이다. 수심 10-100 m의 암초지대에서 생활하며 한국 전 연안, 일본 및 중국 등의 북서태평양 지역에 서식한다. 양식초기에는 양식생산량보다 해면어업량이 더 많았으나 1990년대 후반부터 양식생산량이 급격히 증가하였고, 2007년에는 35,564톤까지 생산량이 증가하였다. 하지만 그 이후로 감소 및 증가를 반복하면서 2013년에는 23,757톤을 생산하였고, 현재는 넙치와 함께 주요 해산양식어종으로서 자리를 잡았다(KOSIS, 2013). 하지만 연중 빈번하

게 발생하는 질병과 사육환경의 급변화에 의해 양식장에서의 폐사가 지속적으로 발생하고 있는 실정이다. 조피볼락에서 발견되는 세균성 질병으로는 활주세균병, 연쇄구균병, 비브리오병이 있으며, 바이러스성 질병으로는 림포시스티스병이 있다. 또한 조피볼락에 기생하는 기생충으로는 *Microcotyle sebastis*, *Benedenia* sp., *Trichodina* sp., *Scutica*, *caligus* 등이 보고되어 있으며(National Fisheries Research & Development Institute, 2012), 현재까지 조피볼락에 감염되는 선충에 대한 보고는 없다. 그러나 캐나다 British Columbia 해안에서 어획된 자연산 볼락류(*Sebastes* spp.)에서 Trichosomoidid 목 *Huffmanella* spp. 선충이 감염된 사례가 유일하게 보고되어 있으며, 자연산 볼락류에 감염된 *Huffmanella* spp.는 볼락의 진피에 감염되

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0603>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Kor J Fish Aquat Sci 47(5) 603-610, October 2014

Received 9 June 2014; Revised 5 August 2014; Accepted 8 August 2014

*Corresponding author: Tel: +82. 51.720.2483 Fax: +82. 51.720.2498

E-mail address: hjhan77@korea.kr

어 체표 부식 및 선형의 검은 상처를 유발하였다(Gonboy and Speare 2002, Moravec et al., 2005).

어류는 선충(Nematode)의 중간숙주 혹은 종숙주가 되며, 현재까지 약 650종 이상의 선충이 어류에 감염되는 것으로 보고되어 있다. 일반적으로 선충은 자연산 어류에서 주로 감염보고가 많으며, 그 생활사에서 중간숙주를 필요로 하기 때문에 밀폐된 양식 환경의 양식어류에서는 선충류에 감염되는 경우는 많지 않다. 담수어에서는 Camallanoidea 및 Ascaroidea 목의 선충류가, 해산어에는 일반적으로 Ascaridoidea (*Contracum*, *Pseudoterranova*, *Anisakis*), Camallanoidea (*Camallanus*, *Culcullanus*), Dracunculoidea (*Philonema*, *Philometra*), Spiruroidea (*Metabronema*, *Ascarophis*) 목의 선충류의 감염이 보고되어 있다(Edward, 1996). 일반적으로 선충의 몸은 가늘고 길며 원통모양 또는 실 모양으로서 체절적 구분은 없다. 대부분의 종은 몸의 양 끝이 점차 가늘어지는 형태를 하고 있으며, 좌우대칭의 내부 구조를 하고 있다. 외피는 표피에서 분비한 큐티클로 덮여있기 때문에 성장하기 위해서는 탈피가 필요하다. 선충은 성충이 되기까지 4회 탈피하고, 제 5기가 성충이 된다(Egusa, 2006; Park and Oh, 2009). 선충은 자웅이체로, 대부분의 어류에 기생하는 선충은 난생으로 일반적으로 물에서 알이 부화하여, 자유 유영하는 자충을 방출하지만, *Camallanus* 및 *Philometra* 속 선충의 경우 태생으로, 암컷이 새끼를 수중으로 방출한다. 이후 선충의 자충은 갑각류와 같은 중간숙주에 먹히게 되며, 이를 종숙주가 되는 어류가 먹으면 어류에서 성충이 되며, 또 어류가 중간숙주인 경우 중간숙주가 되는 어류에서 포낭을 형성, 이 어류를 종숙주가 되는 새, 포유류 혹은 다른 어류에 먹으면 그 안에서 성충으로 성장한다(Edward, 1996).

2012년 7월 서해안 충청남도 천수만(126.42°N, 36.60°E) 구매항 가두리 양식장 한 곳에서 사육되는 조피볼락에서 지느러미, 아가미 뚜껍의 상피 조직에 감염되는 선충이 최초로 확인되었으나, 당시 여러 가지 이유로 선충 특성 및 피해량 등에 대한 조사가 이루어지지 못했다. 그래서 본 연구에서는 천수만 일대 가두리 양식장의 조피볼락에서 해당 선충 감염 및 피해 현황을 정확히 파악하기 위하여 2013년 5월부터 2014년 4월까지 1년간 총 5회에 걸쳐 천수만 일대 조피볼락을 대상으로 해당 선충 감염에 대한 피해 조사를 실시하였다. 또 선충의 감염 특성을 밝히기 위하여 샘플링한 조피볼락에 대한 일반적인 질병검사인 기생충, 세균 및 바이러스 검사를 수행하였으며, 계절별 선충 감염을 및 조피볼락 폐사율의 관계를 조사하여 조피볼락 선충 감염에 대한 기초자료를 수집하고자 하였다.

재료 및 방법

조피볼락 양식 현황 조사 및 시료 채취

2013년 5월, 8월, 10월, 2014년 1월 및 4월, 총 5회에 걸쳐 약 1년간 서해안 천수만 일대의 해상가두리 6개 지점(Fig. 1)의 조피

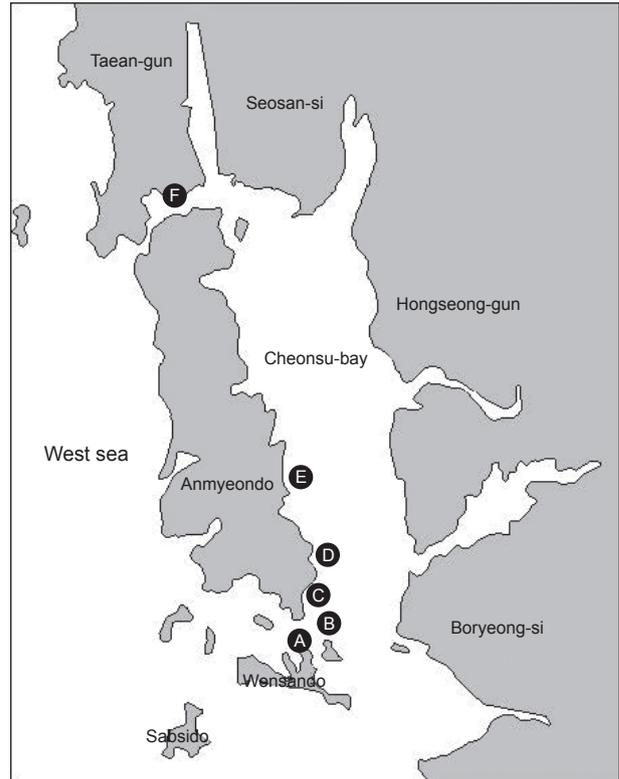


Fig. 1. Map of sampling sites in Korea.

A, Wonsando; B, Sodo; C, Tangye; D, Gumae; E, Daeyado; F, Dangamri.

볼락을 대상으로 양식 현황 및 어류 폐사율을 조사하였다. 각양식장마다 조피볼락을 각각 3-10마리씩 샘플링 하였으며(Table 1), 시험어는 샘플링 후 2시간 이내에 일반적인 질병검사를 실시하였고 검사 전까지 냉장상태로 보관하였다.

기생충 검사

샘플링 된 조피볼락의 기생충 검사를 위하여 체표 및 아가미를 광학현미경을 사용하여 외부기생충을 검경하였다. 모든 조피볼락의 내부장기 및 외부기관에서 해부용 가위와 핀셋을 사용하여 선충 감염 부위의 확인 및 분리를 실시하였다. 어류당 선충의 감염 개체 수를 확인하였으며 또한 분리된 선충의 크기를 측정하였다.

세균 검사

세균검사를 위하여 신장과 비장 조직을 무균적으로 적출한 뒤 1.5% NaCl이 포함된 Brain Heart Infusion Agar (BHIA, Gibco, USA) 평판배지에 도말한 뒤 25°C 항온배양기에 배양하였다. 배양된 세균은 계대배양을 실시하여 순수분리하였으며, 종 동정을 위해 16S rRNA 유전자에 대한 염기서열 분석을 실시하였다. 분리균의 genomic DNA 추출과 PCR 분석은 상기와 동일하게 High pure template preparation kit (Roche, Ger-

Table 1. Diagnosis results of this study

Sampling Date (year.month)	Sampling Site	Fish Size (Avg.)		Tested fish No. (n)	Mortality rate for 2 weeks (%)	Major sings	Nematodes		NCBI blast result of 16S rRNA sequencing (% homology)	
		Length (cm)	Weight (g)				sp. infection rate (%)	<i>Microcotyle sebastis</i> infection rate (%)		
2013. 05.	A	18.3	93.7	10	0	-	100	100	0	-
	C	15.4	68.5	10	0	-	40	100	0	-
	C	13.3	45.3	10	0.2	Skin ulcer	30	40	60	<i>Photobacterium</i> sp. (99%), <i>Aeromonas salmonicida</i> (99%)
2013. 08.	A	19.6	171.2	5	12	Hole of go through abdomen, Skin and fin injury	100	60	100	<i>Photobacterium damselae</i> (98%)
	B	21.2	180.0	3	5.4	Snout, skin and fin injury Anal and operculum hemorrhage	100	66	100	<i>Vibrio</i> sp. (99%)
	C	26.2	329.0	3	2.1	Skin and fin injury	100	0	100	<i>Vibrio</i> sp. (99%)
	D	23.0	257.3	6	6.02	Snout, skin and fin injury	100	100	100	<i>Vibrio</i> sp. (99%)
	D	21.3	150.5	2	1.4	Skin and fin injury, Operculum, eyes hemorrhage	100	100	100	<i>Streptococcus iniae</i> (99%)
	E	26.2	276.3	4	22.4	Skin and fin injury	100	0	100	<i>Vibrio</i> sp. (99%)
2013. 10.	E	26.7	300.0	6	5.6	Skin and fin injury	100	0	100	<i>Vibrio</i> sp. (99%)
	F	22.3	161.3	4	0	Skin and fin injury, Exophthalmos	0	0	50	<i>Lactococcus garviae</i> (99%)
	C	24.8	243.3	10	0.35	Eyes hemorrhage, Operculum and abdominal wall hemorrhage	0	0	100	<i>Streptococcus iniae</i> (99%)
	E	26.2	289.8	10	0	-	0	20	0	-
	E	29.2	350.5	10	0	-	0	0	0	-
	C	17.8	120.6	5	0	-	100	40	0	-
2014. 01.	E	28.1	436.4	5	0	-	100	0	0	-
	E	22.9	228.8	5	0	-	20	40	0	-
	E	28.3	411.2	5	0	-	20	0	0	-
	E	13.8	48.6	5	0	-	100	0	0	-
	E	23.8	240.0	5	0	-	80	0	0	-
2014. 04.	A	24.1	213.7	10	0	-	80	100	0	-
	C	27.4	423.2	5	0	-	60	100	0	-
	D	19.2	132.0	5	0	-	40	100	0	-
	D	22.5	198.3	10	0	-	40	100	0	-
	E	25.9	331.0	10	0	-	50	100	0	-

* No fish virus was detected with RSIV, VHSV, VNNV, MBV and HRV.
RSIV, red seabream iridovirus; VHSV, viral hemorrhagic septicaemia virus; VNNV, viral nervous necrosis virus; MBV, marine bimeivirus; HRV, hirame rhabdovirus.

many)와 Ex Taq[®] (Takara, Japan)을 사용하였다. 16S rRNA 유전자는 Table 2의 조건으로 PCR을 수행하였고, 증폭된 PCR 산물은 전기영동으로 band를 확인한 후, Gel SV kit (GeneAll, Korea)로 정제하고 Topo TA cloning[®] (Invitrogen, USA)을 이용하여 cloning하여 염기서열을 확인하였다. 염기서열의 분석에는 Genetyx Ver. 8.0 (SDC Software Development, Japan)을 사용하였으며, NCBI에서 제공되는 BLAST program 정보를 이용하여 상동성을 비교하였다.

바이러스 검사

시험어의 신장과 비장 조직을 적출하여 마쇄한 뒤 High pure PCR template preparation kit (Roche, Germany)를 사용하여 DNA를 추출하였고, Easy-spin Total RNA Extraction Kit (Intron, Korea)를 사용하여 RNA를 추출한 뒤 SuperScript[™] II Reverse Transcriptase (Invitrogen, USA)를 사용하여 cDNA를 합성하였다. PCR 분석은 Ex Taq[®] (TaKaRa, Japan)을 이용하여 매뉴얼에 따랐으며, 사용된 primer set 및 PCR 조건은 Table 2에 나타내었다. 증폭된 산물은 전기영동으로 확인하였으며, 모든 PCR 분석은 양성대조 및 음성대조를 함께 비교하였다. 해산어에서 주로 검출되는 바이러스인 참돔이리도바이러스(Red sea bream irido virus; RSIV), 바이러스성출혈성폐혈증바이러스(Viral hemorrhagic septicaemia virus; VHSV), 바이러스성신경괴사증바이러스(Viral nervous necrosis virus; VNNV), 마린비나바이러스(Marine birnavirus; MBV), 히라메랍도바이러스(Hirame rhabdo virus; HRV)를 검사 대상으로 하여 polymerase chain reaction (PCR법)으로 검사하였다 (Table 1). 증폭된 산물은 1.5% Agarose gel (Bioneer, Korea)을 사용하여 전기영동을 실시하였으며 UV 상에서 band를 확인하였다.

결과 및 고찰

선충에 감염된 조피볼락은 육안적으로 특별한 외상이 없었으며, 지느러미나 아가미뚜껑 부위가 붉게 보였다(Fig. 2A, 2B, 2C). 그러나 이것을 핀셋 등으로 조심스럽게 굽어보면 붉은색의 선충을 확인 할 수 있는데(Fig. 2F), 본 연구에서 최초로 확인된 양식 조피볼락의 선충은 대부분 가슴지느러미 연골과 연골 사이의 상피부위에 가장 많이 감염되어 있었으며, 그 외에도 아가미뚜껑, 주둥이 연골주위, 그 외 지느러미의 상피에 감염되어 있는 것이 확인되었다.

조피볼락에서 분리한 선충은 붉은색의 원통형으로서 현미경으로 관찰하였더니 표면이 매끈하였다. 본 연구에서는 선충의 동정을 위하여 어체에서 분리한 선충의 genomic DNA를 분리하여 18S rRNA 유전자(1,483 bp) 염기서열을 분석, NCBI에서 제공되는 BLAST program 정보를 이용하여 상동성을 비교하였다. 분석 결과 금붕어에서 분리되는 선충류인 *Philometroides carassii*와 97%로 가장 높은 상동성을 나타내었으나(Data not shown), 정확히 일치하는 선충 유전정보는 없었으며, 현재까지 Genbank에 등록된 선충 관련 유전 정보가 한정적이기 때문에 유전학적으로는 명확히 동정 할 수 없어, 현재 조피볼락 선충의 종 동정을 위하여 형태학적 특성 연구를 진행 중에 있다.

2013년 5월부터 2014년 4월까지 약 1년간 천수만 일대 6개(A-F) 지역의(Fig. 1) 가두리 양식장에서 사육하는 조피볼락의 질병 검사 결과를 Table 1에 나타내었다. 조사기간 동안의 천수만 일대의 연간 수온은 2013년 5월 10-12°C, 2013년 8월 25-27°C, 2013년 10월 18-19°C, 2014년 1월 3-4°C, 2014년 4월 9-10°C로 나타났다. 2013년 5월 및 10월에 조사한 각각 1개소의 양식장 및 2013년 8월 고수온기를 제외하고, 대부분의 조피볼락 양식장에서 질병으로 인한 폐사가 발생하지 않았다. 고수

Table 2. Oligonucleotide primers used in PCR amplification

Gene	Nucleotide sequence of primer		PCR condition	Size (bp)
RSIV	Forward	5'-CTCAAACACTCTGGCTCATC-3'	94°C (30 s)-58°C (1 min)-72°C (1 min) (30 cycle)	570
	Reverse	5'-GCACCAACACATCTCCTATC-3'		
VHSV	Forward	5'-ATGGAAGGAGGAATTCTGTAAGCG-3'	95°C (30 sec)-55°C (30 s)-72°C (45 sec) (30 cycle)	505
	Reverse	5'-GCGGTGAAGTGTGCAGTTCCC-3'		
VNNV	Forward	5'-CGTGTCTAGTCATGTGTCGCT-3'	95°C (40 s)-50°C (40 s)-72°C (40 sec) (25 cycle)	427
	Reverse	5'-CGAGTCAACACGGGTGAAGA-3'		
MBV	Forward	5'-GCACCACGAAGGTACGAAAT-3'	94°C (1 min)-55°C (1 min)-72°C (1 min) (30 cycle)	430
	Reverse	5'-GTACGTTGCCGTTTCTTGAT-3'		
HRV	Forward	5'-TGAGGTAGAGCAAGCCAACA-3'	94°C (30 s)-58°C (1 min)-72°C (1 min) (30 cycle)	553
	Reverse	5'-ACATGACTGGCCGAAAGAG-3'		
16S rRNA	Forward	5'-CTGAGCCAGGATCAAACCTCT-3'	95°C (30 s)-49°C (30 s)-72°C (90 s) (35 cycle)	1,404
	Reverse	5'-CGTTACCTTGTTACGACTT-3'		

RSIV, red seabream iridovirus; VHSV, viral hemorrhagic septicaemia virus; VNNV, viral nervous necrosis virus; MBV, marine birnavirus; HRV, hirame rhabdovirus.

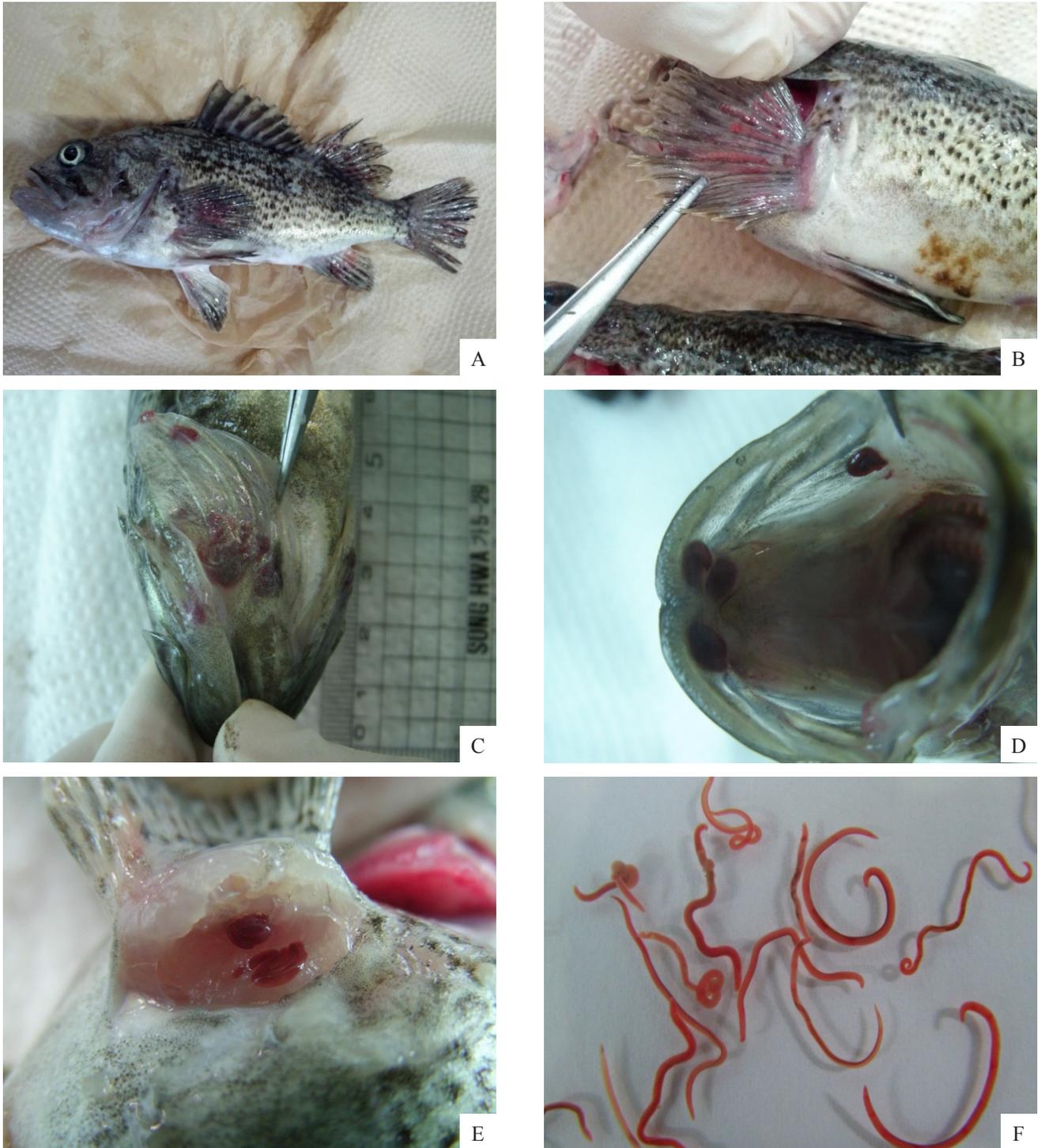


Fig. 2. Rockfish *Sebastes schlegeli* infected by Nematodes. A, Nematodes infected rockfish; B, Pectoral fin; C, Head; D, Oral cavity; E, Base of pectoral fin; F, Extracted Nematodes.

온기인 7월 말부터 8월 초까지 2주간 조피볼락의 폐사율이 조사 기간 중에 가장 높았으며 해당 기간 조피볼락 누적 폐사율은 0-22.4%로 나타났다. 또 조사 지역별로는 2013년 10월에 조사

한 해역 중 당암리(F 지역)를 제외하고, 모든 조사 지역과 조사 시기에 선충 감염이 확인되었으며(Table 1), 모든 검사개체에서 바이러스는 검출되지 않았다.

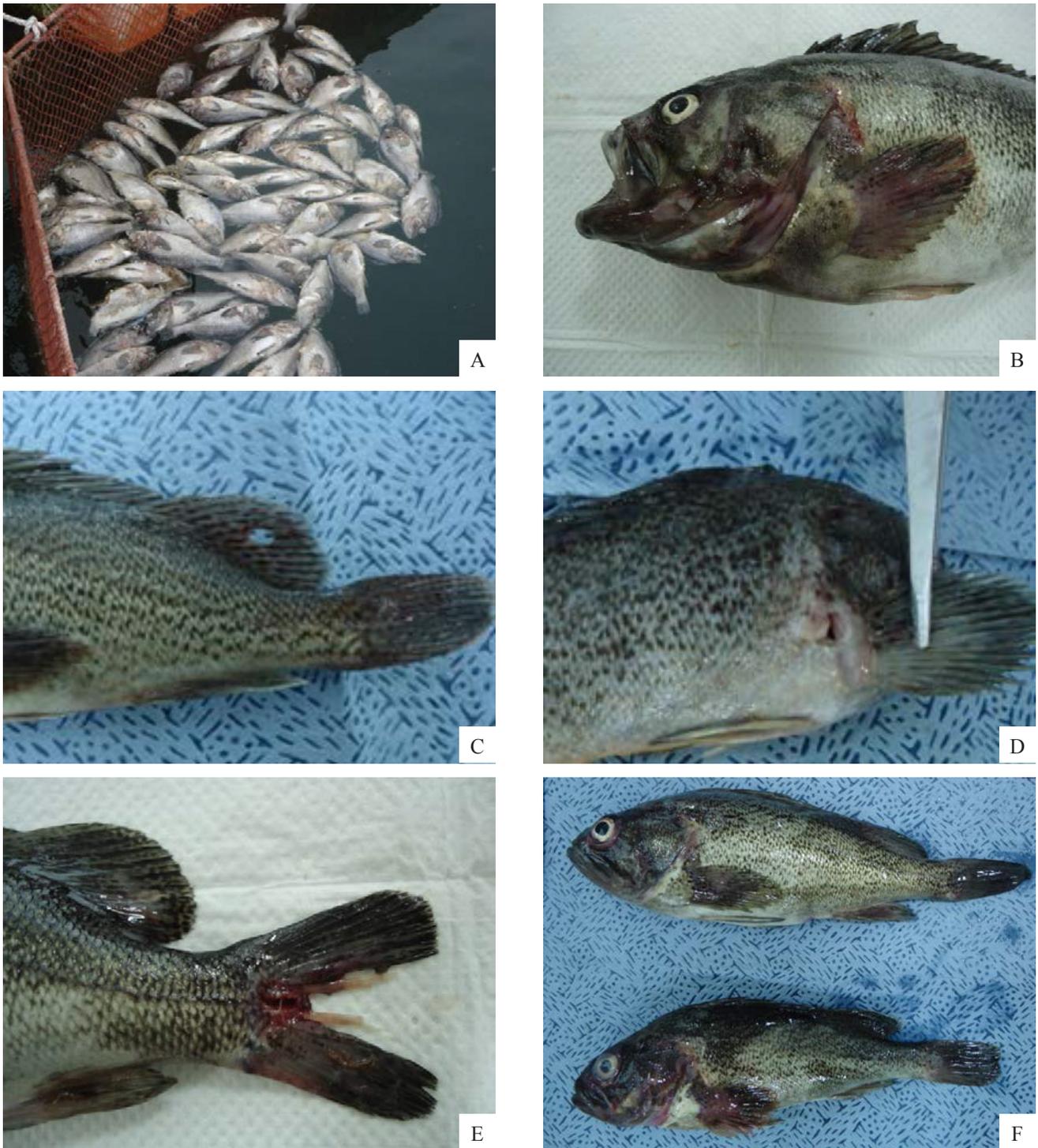


Fig. 3. Rockfish *Sebastes schlegeli* infected by Nematodes and pathogenic bacteria.

A, Died rockfish in cultured cage; B, Fin and operculum injury; C, Hole in fin; D, Hole in abdomen; E, Lost of the caudal fin; F, Skin hemorrhage.

선충의 감염률은 2013년 5월 양식장 3개소에서 56.7% ($n=17/30$), 8월에는 양식장 8개소에서 88% ($n=29/33$), 10월

에는 양식장 3개소에서 0% ($n=0/30$), 2014년 1월 양식장 3개소에서 70% ($n=21/30$) 및 4월에는 양식장 4개소에서 55%

($n=22/40$)로 나타났다. 특이적으로 2013년 8월 조사시에 조피볼락에 폐사가 확인되었으며(Fig. 3A), 선충이 감염된 후 어체 외부로 빠져나가면서 생긴 다수의 상처가 확인되었다. 조피볼락의 지느러미 상처 및 구멍(Fig. 3B, 3C), 지느러미 기부 구멍(Fig. 3D), 지느러미 일부 탈락(Fig. 3E) 등의 증상과 함께 상처를 통한 2차 세균 감염으로 추정되는 외부 궤양 및 출혈 등을 함께 수반하였다(Fig. 3F).

조피볼락의 대량폐사가 확인된, 2013년 8월에는 선충 뿐만 아니라 조사한 모든 조피볼락의 내부 장기에 1-2종의 병원성 세균이 같이 분리되었다(Table 1). 분리된 세균의 16S rRNA 유전자 염기서열 분석결과 *Photobacterium damsela*, *Vibrio* spp. 및 *Streptococcus iniae*로 동정되었으며, 각 조사한 양식장마다 분리된 병원 세균종이 차이가 있는 것으로 확인되었다(Table 1). 본 연구에서 분리된 균종은 모두 조피볼락에 병원성이 있는 것으로 알려져 있어(Vendrell et al., 2006; Won et al., 2008; Jung et al., 2012), 조피볼락의 대량 폐사는 본 연구에서 분리된 병원성 세균 감염이 주요 원인인 것으로 추정되었다.

조사한 모든 조피볼락에서 어류 개체당 감염된 선충의 마리수를 확인하지 못하였으나, 2013년 5월에 샘플링을 실시한 조피볼락에서는 어류 한마리 당 1-209마리의 선충이 분리되었으며, 2014년 1월에는 1-93마리가, 4월에는 1-262마리의 선충이 분리되었다. 위의 결과로부터 선충의 감염 정도는 조피볼락의 개체별로 크게 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다. 2014년 4월에 조사한 선충의 길이 및 무게를 측정할 결과 2년간 양식한 조피볼락에서는 15.5 ± 3.5 mm, 29 ± 15 mg의 선충이, 3년간 양식한 조피볼락에서는 19.5 ± 2.5 mm, 37 ± 8 mg의 선충이 분리되었다. 선충의 크기와 어류 연령간의 연관성이 있어 보여 통계학적으로(t-test) 연관성을 분석하였으나, 연령과 선충 크기 사이에는 통계학적으로 유의적인 연관성이 없는 것으로 나타났다(선충 길이, $P=0.43$; 선충 무게, $P=0.22$).

이전의 많은 연구 결과, 어류에 선충 감염 자체가 숙주의 직접적인 폐사를 유발하는 경우는 거의 없었다(Park and Oh, 2009). 본 연구에서도 이와 마찬가지로 선충 단독 감염 시에 조피볼락의 폐사가 확인되지 않았으며, 또 육안적으로도 지느러미나 아가미 뚜껑에 선충이 감염된 조피볼락에서도 유명 및 호흡의 이상 증상이 확인되지 않았다. 이러한 결과로 볼 때 조피볼락의 선충 감염 자체가 숙주에 직접적인 폐사를 유발한다기 보다는 선충이 빠져 나간 부위에 생긴 상처를 통하여 2차 병원세균의 감염이 발생하여 폐사가 발생한 것으로 추정된다.

생활사가 가장 잘 알려진 선충류인 잉어의 사상충병의 원인체인 *Philometroides cyprini*의 경우 어체 외부로 방출된 자충이 중간숙주인 물벼룩에 먹혀 체강 내에서 6-7일 후에 감염 자충이 되고, 이 물벼룩을 잉어가 먹으면 감염자충이 잉어의 장벽을 통과하게 된다. 이후 감염자충은 체강으로 이동하여 부레, 신장, 생식소 등에 기생하다가 성숙되어 수정한 후에 암컷은 잉어의 비늘주머니로 이동 및 성장하여 자충을 생산하는 것으로

알려져 있다(Egusa, 2006; Park and Oh, 2009). 본 연구에서도 2013년 10월의 조피볼락의 선충 감염을 조사한 결과 육안적인 기생충 검사에는 선충 감염이 확인되지 않았으나, 2014년 1월에는 육안적으로 선충 감염이 확인되었다. 선충류는 생활환에서 종숙주로 어류에 감염되기 이전의 단계에서, 성숙을 위하여 대개 갑각류인 요각류(copepod)를 중간숙주로 한다(Wang, 2002). 어류에 기생하는 선충의 일반적인 생활사로 추정해 볼 때 8-10월까지의 어체에서 빠져 나가는 선충이 중간숙주에 감염되는 기간이거나, 선충이 중간숙주 감염기간을 지나 종숙주인 어류에 감염되었지만 일반적인 외부 감염이 아닌 다른 조직에 감염이 되어 육안적으로 감염이 확인되지 않는 등의 가능성을 생각해 볼 필요가 있겠다.

서해안 천수만 일대의 조피볼락 가두리 양식장의 경우 대부분 수심 5 m 이하로, 비교적 수심이 깊은 남해안 및 동해안의 가두리 양식장과는 환경적인 특성이 많이 다르다. 현재까지 남해안과 동해안에서 양식되는 조피볼락에서는 이와 같은 선충 감염 보고가 되지 않는 점에서 천수만의 지역적인 특성이 선충 감염과 연관성이 있을 가능성도 있어, 천수만 이외의 타 지역의 조피볼락의 선충 감염에 대한 추가적인 조사가 필요할 것으로 보인다. 또한 선충류의 특성상 숙주로부터 선충을 제거하기가 사실상 불가능하므로, 감염환의 단계에서 종숙주로의 선충의 감염을 차단하여야 한다. 따라서 선충의 중간숙주 혹은 운반숙주를 탐색하여 감염경로를 제거하는 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

전 세계적으로 조피볼락에 기생하는 선충은 현재까지 보고된 적이 없기에 이번 연구에서 분리한 선충이 신종일 가능성이 높으나, 전자현미경을 통한 형태학적 분석 및 유전학적 특성 분석을 통한 정확한 종 분류가 필요하여 현재 연구 중에 있다. 또, 이후의 연구로 선충의 근본적인 구제를 위해서는 선충 생활사 구명이 필요할 것이다.

사 사

본 연구는 국립수산물품질관리원(수산물품질관리 특성 연구; RP-2014-AQ-072)의 지원에 의해서 운영되었습니다.

References

- Edward JN. 1996. Diagnosis and Treatment, Fish Disease. Blackwell, Iowa state university Press, USA, 166-170.
- Egusa S. 2006. Parasites and Infectious Diseases of Fish and Shellfish. Life Science Inc. Seoul, Korea, 390-391.
- Gonboy GA and Speare DJ. 2002. Dermal Nematodosis in commercially captured rockfish (*Sebastes* spp.) from coastal British Columbia, Canada. J Comp Pathol 127, 211-213. <http://dx.doi.org/10.1053/jcpa.2002.0567>.
- Jung SH, Choi HS, Do JW, Kim MS, Kwon MG, Seo JS, Hwang JY, Kim SR, Cho YR, Kim JD, Park MA, Jee BY, Cho MY

- and Kim JW. 2012. Monitoring of bacteria and parasites in cultured olive flounder, black rockfish, red sea bream and shrimp during summer period in Korea from 2007 to 2011. *J Fish Pathol* 25, 231-241. <http://dx.doi.org/10.7847/jfp.2012.25.3.231>.
- KOSIS. Korean Statistical Information Service. Retrived from kosis.kr. on June 2014.
- Moravec F, Conboy GA and Speare DJ. 2005. A new trichosomoidid from the skin of *Sebastes* spp. (Pisces) from British Columbia, Canada. *J parasitol* 91, 411-414. <http://dx.doi.org/10.1645/GE-3420>.
- National Fisheries Research and Development Institute. 2012. Field Guidebook of Fish Diseases, Bioscience Inc., National Fisheries Research and Development Institute, Busan, Korea, 33-42.
- Park SW and Oh MJ. 2009. Pathology of Aquatic Life. Bioscience Inc., Seoul, Korea, 230-233.
- Vendrell D, Balcázar JL, Ruiz-Zarzuola I, Blas I, Gironés O and Múzquiz JL. 2006. *Lactococcus garvieae* in fish: A review. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 29, 177-198. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cimid.2006.06.003>.
- Wang GT. 2002. Seasonal dynamics and distribution of *Philometroides fulvidraconi* (Philometridae) in the bullhead catfish, *Pseudobagrus fulvidraco* (Richardson). *J Fish Dis* 25, 621-625. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2761.2002.00416.x>.
- Won KM and Park SI. 2008. Pathogenicity of *Vibrio harveyi* to cultured marine fishes in Korea. *Aquaculture* 285, 8-13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.013>.