

## 2021년 전라권역 양식산 잉어과어류의 법정전염병 모니터링

김승민<sup>1</sup> · 주성철<sup>1</sup> · 임승묵<sup>1</sup> · 이준형<sup>1</sup> · 김지혜<sup>1</sup> · 정은빈<sup>1</sup> · 진수영<sup>1</sup> · 전연미<sup>1</sup> · 권문경<sup>2</sup> · 이순정<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>국립수산물품질관리원 목포지원

<sup>2</sup>국립수산물품질관리원 수산방역과

## Field Monitoring of Legally Designated Disease in Cultured Cyprinid Fishes in Jeolla Province 2021

Seung-Min Kim<sup>1</sup>, Seong-Cheol Ju<sup>1</sup>, Seung-Mook Lim<sup>1</sup>, Jun-Hyeong Lee<sup>1</sup>, Ji-Hye Kim<sup>1</sup>, Eun-Bin Jung<sup>1</sup>, Su-Young Jin<sup>1</sup>, Yeon-Mi Jeon<sup>1</sup>, Mun-Gyeong Kwon<sup>2</sup>, Soon-Jeong Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Mokpo Regional Office, National Fishery Products Quality Management Service, Mokpo 58746, Korea

<sup>2</sup>Aquatic Life Disease Control Division, National Fishery Products Quality Management Service, Busan 49111, Korea

### Corresponding Author

Soon-Jeong Lee

Aquatic Life Disease Control Division,  
 National Fishery Products Quality  
 Management Service, Busan

49111, Korea

E-mail : leesj73@korea.kr

Received : May 04, 2022

Revised : May 10, 2022

Accepted : May 23, 2022

본 연구에서는 2021년 전남, 전북을 대상으로 23개소에서 어류 4종(항어, 비단잉어, 참붕어, 금붕어) 총 1,115마리에 대하여 병원체 감염 여부를 조사하였다. 법정전염병 3종(SVC, Spring viraemia of carp, EUS, Epizootic ulcerative syndrome, and KHVD, Koi herpesvirus disease)을 분석한 결과, 조사한 모든 시료에서 법정전염병이 검출되지 않아 전라권에서 조사한 잉어과어류는 청정국 또는 청정지역 선언에 중요한 정보를 제공할 것이다.

Monitoring infectious diseases for fishery species takes a key role in preventing disease emergence and spreading of cultured fishery species. This research has examined a total of 1,115 fishes of four species (leather carp, fancy carp, stone moroko, carassius auratus) at 23 farm in Jeollanamdo and Jeollabukdo in 2021 for pathogen infection. As a result of disease screening for three legally designated diseases (SVC, Spring viraemia of carp, EUS, Epizootic ulcerative syndrome, and KHVD, Koi herpesvirus disease), no infectious diseases were detected in all examined samples; cyprinid fish studied in Jeolla province would provide important information for declaring a disease-free nation or disease-free region.

**Keywords:** Cyprinid fish(잉어과어류), SVC, EUS, KHVD

## 서론

전 세계적으로 수산물의 수입이 증가됨에 따라 국내에 존재하지 않은 신종 질병의 유입 가능성이 높아지고 있다. 특히 국내의 경우 수산물의 수입량이 많아 신종 질병이 국내에 유입될 가능성이 매우 높은 상황이다(Kwon et al., 2019). 국내에서는 질병의 전파 및 확산 방지를 위해 국제동물보건기구(OIE) 전염병으로 지정된 질병을 2008년부터 수산생물질병 관리법을 시행하여 관리함으로써 수산 생태계 보호와 수산물의 안정적 생산에 이바지하고 있다(Hwang et al., 2019). 원활한 수산생물 방역체계 구축 및 양식산업의 지속적인 생산기반을 마련하기 위해서는 가장 먼저

질병을 조기에 발견하기 위한 예찰을 강화하고, 수산생물전염병의 신속한 대처를 통해 질병 발생 시 다른 지역으로 확산되지 않도록 국민적 관심과 양식어업인의 자율방역의식(신고체계)이 필요하다(Hwang et al., 2019). 질병청정화와 안전한 수산물 생산은 어업인과 소비자 모두를 보호할 수 있는 최선의 방법이라고 할 수 있다. 최근 들어 외래 질병의 유입 가능성이 증가하고 물에 포함된 병원체가 양식장 내로 유입되는 등 질병의 전파 가능성이 높아짐에 따라 주기적인 질병 모니터링에 대한 중요성이 인식되어 국내외적으로 질병 모니터링 연구가 활발히 진행되고 있는 추세이다(Lee et al., 2006; Kim et al., 2015; Kim et al., 2018; Mun et al., 2018). 잉어봄바이러스병(Spring viraemia of carp, SVC)은 1종 법정

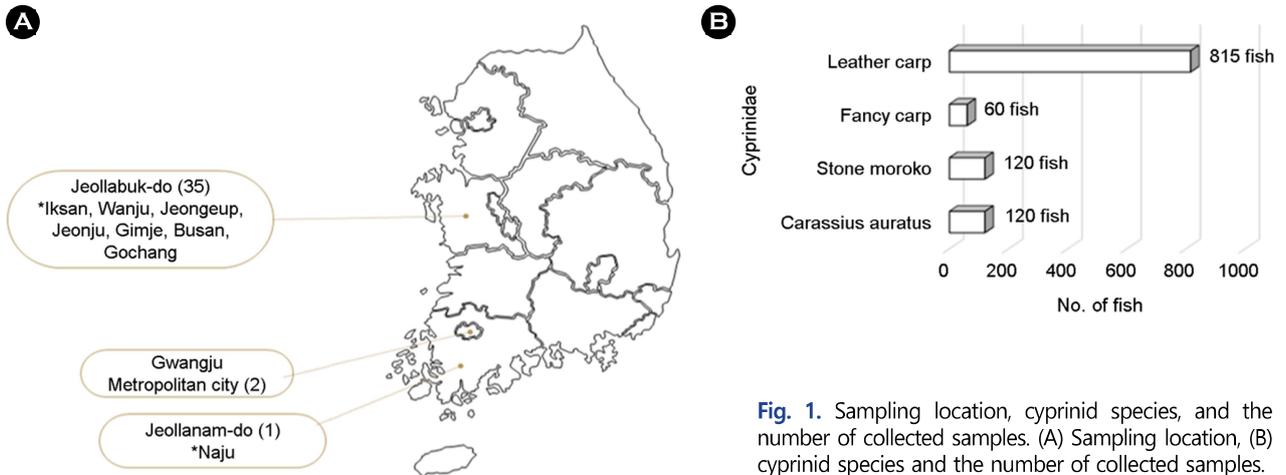


Fig. 1. Sampling location, cyprinid species, and the number of collected samples. (A) Sampling location, (B) cyprinid species and the number of collected samples.

전염병으로 1998년 중국에서 영국으로 수출된 잉어에서 검출되었고(Stone et al., 2003), 이후 캐나다 등에서 추가적으로 보고되었다. 국내에서는 2010년 경상북도에 위치한 청도 운문댐의 자연산 잉어에서 처음으로 검출되었고 이후 자연산 잉어, 배스 등에서 추가적인 감염이 확인되어 잉어가 발병어가 아니더라도 숙주가 될 가능성이 있는 것으로 확인되었다(Fujioka et al., 2015; Mun et al., 2018). 잉어허피스바이러스병(Koi herpesvirus disease, KHVD)은 1998년 국내에 발병하여 내수면 어업의 생계를 위협하는 큰 피해를 입힌 사례가 있으며(Lee et al., 2012), 주변국가인 일본에서도 자연산 잉어에서 검출되었다(Fujioka et al., 2015). Minamoto et al. (2009)은 과거 KHVD 발병 이력이 있는 양식장 주변의 자연산 잉어과어류 및 환경수를 조사한 결과 KHV genome을 보유함을 확인하였고 이를 근거로 자연산 어류가 전파의 원인이 될 수 있다고 보고하였다. 유행성궤양증후군(Epizootic ulcerative syndrome, EUS)은 국내에 감염 보고사례가 없는 제2종 수산생물전염병으로 체색 흑화 및 체표 궤양 등의 외부증상이 보이며 폐사를 일으키는 질병이다(Callinan et al., 1995). 앞서 설명한 3종의 질병은 전염성이 매우 높고 폐사율이 높아 OIE의 국제기준에 준거하여 전염병으로 지정하여 관리되고 있다. 따라서 본 연구에서는 내수면 수산생물에 대한 질병 모니터링을 실시하여 사전에 병원체 유입 및 전파를 방지하고 더불어 국내 특정 수산생물질병에 대한 청정지역 선언에 기초자료로 활용하고자 감염 현황을 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 시료채취

국립수산물품질관리원 목포지원에서는 수산생물 방역체계 구축을 위해 2021년 전남, 전북 잉어과어류(비단잉어, 향어, 참붕어, 금붕어)를 대상으로 5~11월 23개소를 선정 후 총 38회에 걸쳐 양

식장 당 15~30마리를 제공받아 총 1,115마리를 대상으로 법정전염병 검사를 진행하였다(Fig. 1). 채집된 어류는 살아있는 상태로 실험실로 운반하여 SVC 및 KHVD는 신장과 아가미, EUS은 근육조직을 적출한 후 5마리씩 pooling하여 분석하였다.

### 2. 핵산분리 및 PCR

적출된 조직의 DNA 추출은 High pure PCR template preparation kit (Roche) 또는 DNA mini kit (Qiagen)를 사용하여 제조사의 프로토콜에 따라 분리하였고 RNA 추출은 RNeasy mini kit (Qiagen) 및 Trizol Reagent (RL, Life Technologies) 방법에 따라 분리하였다. RNA의 경우 iScript cDNA synthesis kit (Bio-Rad, USA)를 사용하여 cDNA 합성 후 PCR을 진행하였다. 각 PCR은 3반복 수행하였으며 PCR mixture 조성 및 PCR 조건은 수산생물 병성감정 지침서(2021)에 준하여 진행하였다. Primer 정보는 Table 1에 나타내었다. PCR template은 QIAxcel (Qiagen, Germany) 및 1% 아가로오스 상에서 전기영동한 후, UV 검출기를 이용하여 검출되는 산물의 크기를 관찰하였다.

## 결과 및 고찰

본 연구에서는 전라도에서 양식되는 잉어과어류를 대상으로 2021년 5월부터 11월까지 23개소 양식장 총 1,115마리를 대상으로 법정전염병(SVC, EUS, KHVD) 검출 여부를 확인하였다. 정확한 질병 검출 위해 감염 특성(발병수온, 발병시기 등)을 고려하여 봄부터 늦가을까지 진행하였다(Table 2). 더불어 법정전염병 감염 현황의 기초자료 제공 및 수산생물전염병 청정국 지위(청정국, 청정지역) 획득을 위해 진행하였다. SVC, EUS 및 KHVD는 내수면 어류에 대량 폐사를 일으키는 질병으로 국내에서는 수산생물질병 관리법 상 1종, 2종, 3종전염병으로 지정하여 관리하고 있다. SVC는

**Table 1.** PCR primers used in this study

Primer	Oligonucleotide sequence (5' to 3' direction)	PCR condition	Expected size	
SVC	1st	SVCV-F1 5'-TCTTGGAGCCAAATAGCTCARRTC-3'	(95°C 1 m, 55°C 1 m, 72°C 1 m) ×35 cycles 72°C 10 m	714 bp
		SVCV-R2 5'-AGATGGTATGGACCCAATACATHACNCAY-3'		
	2nd	SVCV-F1 5'-TCTTGGAGCCAAATAGCTCARRTC-3'	(95°C 1 m, 55°C 1 m, 72°C 1 m) ×35 cycles 72°C 10 m	606 bp
		SVCV-R4 5'-CTGGGTTTCCNCCTCAAAGYTG-3'		
KHVD	Bercovier TK	TK-F 5'-GGGTACCTGTACGAG-3'	94°C 5 m-(95°C 1 m, 55°C 1 m, 72°C 1 min) ×40 cycles 72°C 10 m	409 bp
		TK-R 5'-CACCCAGTAGATTATGC-3'		
	Gray Sph	GS-F 5'-GACACCACATCTGCAAGGAG-3'	94°C 30s-(94°C 30s, 63°C 30s, 72°C 30s) ×40 cycles 72°C 7 min	292 bp
		GS-R 5'-GACACATGTTACAATGGTCGC-3'		
EUS	Protocol 1	Ainvad-2F 5'-TCATTGTGAGTGAAACGGTG-3'	95°C 2 m-(95°C 30s, 56°C 45s, 72°C 2.5 m) ×35 cycles 72°C 5 min	234 bp
		Ainvad-ITSR1 5'-GGCTAAGGTTTCAGTATGTAG-3'		
	Protocol 2	ITS11 5'-GCCGAAGTTTCGCAAGAAAC-3'	95°C 5 m-(94°C 30s, 65°C 30s, 72°C 1 m) ×25 cycles 72°C 5 min	550 bp
		ITS23 5'-CGTATAGACACAAGCACACCA-3'		
	Protocol 3	BO73 5'-CTTGTGCTGAGCTCACACTC-3'	96°C 5 m-(96°C 1 m, 58°C 1 m, 72°C 1 m) ×35 cycles 72°C 5 min	564 bp
		BO639 5'-ACACCAGATTACACTATCTC-3'		

유럽, 미국, 중국 등 다양한 국가에서 발병하고 담수어류에서 감수성이 있으며 감염된 어류는 체색 흑화, 안구돌출, 복부팽만, 출혈성 복수, 장 염증 등의 증상을 보인다(Ahne et al., 1998; Ahne et al., 2002). 국내에서는 2016년 경산에서 처음 보고되었고 향어에서 SVC가 검출 분리되었다(Kim et al., 2018). 국외에서는 영국, 중국, 캐나다 등에서 추가적으로 보고되었다(Goodwin, 2002; Stone et al., 2003; Dikkeboom et al., 2004; Garver et al., 2007). SVC는 수평, 수직감염으로 전파력이 매우 빠르고 감염 시 폐사율이 매우 높아 국내에서는 큰 피해를 입힐 가능성이 있어 1종 전염병으로 지정하여 관리하고 있다. 하지만 본 연구에서는 채취된 시료에서 SVC가 검출되지 않았다(Table 2).

EUS는 아시아(일본, 동남아시아), 호주, 북미(미국, 캐나다) 등 다양한 국가에서 발병하고 있으며 연어과 및 잉어과어류 등 다양한 어종에서 감수성을 가지고 있다. 주요 증상으로는 식욕부진, 체색 흑화, 수면 부유, 체표, 두부, 아가미덮개 등에 옅은 궤양이 관찰되며 폐사를 일으킨다(Farser et al., 1992; Callinan et al., 1995; Liley et al., 1998; Pradhan et al., 2007; Walker and Winton, 2010). 국내에서는 현재까지 발병한 사례가 없으며 본 연구의 결과에서도 EUS는 검출되지 않았다(Table 2).

KHVD는 북미(미국, 캐나다), 유럽(독일, 영국, 루마니아, 슬로베니아, 스페인, 스웨덴, 이스라엘), 아시아(중국, 타이완, 인도네시아, 일본, 한국, 말레이시아, 싱가포르, 태국), 남아프리카 등 다양한 국가에서 발병하고 있다. KHVD는 연어과 및 잉어과어류 등 다양한 어종에서 감수성을 가지고 있으며 주요 증상으로는 평행상실, 안구함몰, 피부퇴색, 지느러미 부식 등이 관찰되고 수평감염 및 모든 연령대에 발병하기 때문에 감염이 되면 피해가 큰 질병 중 하나이다. Minamoto et al. (2009)은 KHVD 발생지역 양식장 주변을 조사한 결과, 자연산 잉어 및 비 잉어과어류에서 KHVD 유전자를 확인하여 자연산 잉어과어류에서 비 잉어과어류의 전파 가능성을 제시하고 있다. 본 연구의 결과 KHVD는 검출되지 않았으나, 국내외 큰 피해를 입힌 질병이기 때문에 병원체 유입 및 전파가 되지 않도록 주기적인 모니터링을 실시하여 체계적인 방역 시스템을 구축할 필요성이 제기된다.

본 연구에서 법정전염병인 SVC, EUS, KHVD의 검출 유무를 조사한 결과 병원체가 검출되지 않았다. 본 연구에서 질병 검사 방법의 문제 여부를 확인하기 위해 3종 병원체의 양성체와 함께 검사를 진행하였고 그 결과 모두 정상적인 결과가 관찰되어 실험적인 문제는 없는 것으로 판단된다. 본 연구의 자료는 질병분야를 연구

**Table 2.** Prevalence rate of disease in fish detected by PCR

Month	Water temp (°C)	No. of fish	Fish size	Detection (positive no./total no.)		
				SVC	EUS	KHV
May	17.3±2.8	57	< 10 cm			
		14	11~20 cm			
		170	21~30 cm	0/260	0/260	0/260
		19	31~40 cm			
		0	41 cm <			
Jun	19±1.7	30	< 10 cm			
		0	11~20 cm			
		0	21~30 cm	0/75	0/75	0/75
		3	31~40 cm			
		42	41 cm <			
Jul	27.4±4.3	123	< 10 cm			
		97	11~20 cm			
		40	21~30 cm	0/300	0/300	0/300
		40	31~40 cm			
		0	41 cm <			
Aug	27.3±2	27	< 10 cm			
		3	11~20 cm			
		5	21~30 cm	0/90	0/90	0/90
		54	31~40 cm			
		1	41 cm <			
Sep	21.5±1.2	60	< 10 cm			
		26	11~20 cm			
		34	21~30 cm	0/150	0/150	0/150
		25	31~40 cm			
		5	41 cm <			
Oct	14.7±4.2	0	< 10 cm			
		37	11~20 cm			
		22	21~30 cm	0/120	0/120	0/120
		14	31~40 cm			
		47	41 cm <			
Nov	10.5±1.2	30	< 10 cm			
		0	11~20 cm	0/120	0/120	0/120

**Table 2.** Prevalence rate of disease in fish detected by PCR (Continued)

Month	Water temp (°C)	No. of fish	Fish size	Detection (positive no./total no.)		
				SVC	EUS	KHV
Nov	10.5±1.2	0	21~30 cm			
		19	31~40 cm	0/120	0/120	0/120
		71	41 cm <			
Total		1,115		0 /1,115	0 /1,115	0 /1,115

하고 있는 연구자들에게 유용한 기초자료를 제공할 것으로 보이며, 청정국 및 청정지역 획득에 관해서도 귀중한 정보를 제공할 것으로 보인다. 끝으로 어업인과 소비자 모두에게 안전한 수산물 생산과 제공을 위해 국립수산물품질관리원은 수산생물 검역과 방역 기관 분리로 발생하는 문제점들을 보완하고 효율적인 질병 관리를 위해 2021년 3월부터 방역과 검역 기능을 일원화하여 검역 단계에서 해외 질병의 국내 유입을 차단하고 확산 방지를 위해 최선의 노력을 다하고 있다.

### 사 사

이 논문은 국립수산물품질관리원의 「수산생물 검·방역 관리기술개발(R2022001)」의 지원으로 수행된 연구입니다.

### 참고문헌

Ahne W, Bjorklung HV, Essbauer S, Fijan N, Kurath G, Winton JR. 2002. Spring viremia of carp (SVC). *Disease of Aquatic Organisms* 52: 261-272.

Ahne W, Kurath G, Winton J. 1998. A ribonuclease protection assay can distinguish spring viremia of carp virus from pike fry rhabdovirus. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 18: 220-224.

Callinan RB, Paclibare MG, Bondad-Reantaso MG, Chin JC, Gogolewskik RB. 1995. *Aphanomyces* species associated with epizootic ulcerative syndrome (EUS) in the philippines and red spot disease (RSD) in Australia : preliminary comparative studies. *Diseases of Aquatic Organisms* 21: 233-238.

Dikkeboom AL, Radi C, Toohey-Kurth K. 2004. First report of spring viremia of carp virus (SVCV) in wild common carp iun North America. *Journal of Aquatic Animal Health* 16: 167-178.

- Farser GC, Callinan RB, Calder LM. 1992. *Aphanomyces* species associated with red spot disease: an ulcerative disease of estuarine fish from eastern Australia. *Journal of Fish Diseases* 15: 173-181.
- Fujioka H, Yamasaki K, Furusawa K, Tamura K, Oguro K, Kurihara S, Seki S, Oshima S, Imajoh M. 2015. Prevalence and characteristics of Cyprinid herpesvirus 3(CyHV-3) infection in common carp (*Cyprinus carpio* L.) inhabiting three rivers in Kochi Prefecture, Japan. *Veterinary Microbiology* 175: 362-368.
- Garver KA, Dwilow AW, Richard J, Booth TF, Beniac DR, Souter BW. 2007. First detection and confirmation of spring viraemia of carp virus in common carp, *Cyprinus carpio*. 2007. *Journal of Fish Diseases* 30: 665-671.
- Hwang SD, Lee DW, Chun WJ, Jeon HR, Kim DJ, Hwang JY, Seo JS, Kwon MG, Ji HS, Kim JN, Jee BY. 2019. Disease monitoring of wild marine fish and crustacea caught from inshore and offshore Korea in 2018. *Korean Journal of Environmental Biology* 37: 474-482.
- Goodwin AE. 2002. First report of spring viremia of carp virus (SVCV) in North America 2002. *Journal of Aquatic Animal Health* 14: 161-164.
- Kim MJ, Lee S, Godahewa GI, Hwang JY, Seo JS, Hwang SD, Lee J. 2018. Complete genome sequence and phylogenetic analysis of spring viremia of carp virus isolated from leather carp (*Cyprinus carpio nudus*) in Korea in 2016. *Archives of Virology* 163: 2917-2919.
- Kim SM, Jun LJ, Park MA, Jung SH, Jeong HD, Jeong JB. 2015. Monitoring of emaciation disease in cultured olive flounder *Paralichthys olivaceus* in Jeju (2010-2013), Korea. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48: 719-724.
- Kim SM, Jun LJ, Lee DW, Park HK, Jung SH, Jeong HD, Kim JS, Jeong JB. 2018. Monitoring of emaciation disease in cultured *Paralichthys olivaceus* of Jeju island during 2014-2015. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 21: 17.
- Kwon MG, Kim SM, Shin KW, Cho MY, Hwang SD, Seo JS, Hwang JY, Jee BY. 2019. Epidemiological survey of infectious Myonecrosis in farmed white leg shrimps (*Litopenaeus vannamei*) in Korea. *Journal of Korea Society for Fisheries and Marine Sciences Education* 31: 94-99.
- Lilley JH, Callinan RB, Chlnabut S, Kanchanakhan S, Macrae IE, Phillips MJ. 1998. Epizootic ulcerative syndrome (EUS) technical handbook. Aquatic animal health research institute, Bangkok, Thailand.
- Lee DC, Cho MY, Cha SJ, Park SH, Park MA, Kim JW. 2006. Monitoring of disease in wild marine stocks collected in June 2006 by trawl in southern Korean water. *Journal Fish Pathology* 19: 215-225.
- Lee NS, Jung SH, Park JW, Do JW. 2012. In situ hybridization detection of koi herpesvirus in paraffinembedded tissues of common carp *Cyprinus carpio* collected in 1998 in Korea. *Fish Pathology* 47: 100-103.
- Minamoto T, Honjo MN, Uchii K, Yamanaka K, Suzuki AA, Kohmatsu Y, Iida T, Kawabata Z. 2009. Detection of cyprinid herpesvirus 3 DNA in river water during and after an outbreak. *Veterinary Microbiology* 135: 261-266.
- Mun SH, Hur JW, Cha SJ, Hwang SD, Son MH, Kwon JY, Kwon SR. 2018. Monitoring pathogen infection of freshwater cyprinid fish and crustacean in soyang lake in 2016. *Korea Journal Fish Aquatic Sciences* 51: 47-53.
- Pradhan PK, Mohan CV, Shanker KM, Kumar BM, Devaraja G. 2007. Yearlings of indian major carps resist infection against the epizootic ulcerative syndrome pathogen, *Aphanomyces invadans*. *Current Science* 92: 1430-1434.
- Stone DM, Ahne W, Denham KL, Dixon PF, Liu CTY, Sheppard AM, Taylor GR, Way K. 2003. Nucleotide sequence analysis of the putative spring viraemia of carp virus and pike fry rhabdovirus isolates reveals four genogroups. *Diseases of Aquatic Organisms* 53: 203-210.
- Walker PJ, Winton JR. 2010. Emerging viral diseases of fish and shrimp. *Veterinary Research* 41: 51.