

중국에서 수입된 잉어 및 붕어의 잉어부종바이러스병 및 허피스바이러스성 조혈기괴사증 모니터링

권 세 련^{*,**†}

^{*}선문대학교 수산생명의학과, ^{**}유전체 기반 바이오IT 융합연구소

Monitoring of carp edemavirus disease and herpesviral hematopoietic necrosis in *Cyprinus carpio* and *Carassius auratus* imported from China

Se Ryun Kwon^{*,**†}

^{*}Department of Aquatic Life Medical Sciences, Sunmoon University, Asan 31460, Korea

^{**}Genome-based BioIT Convergence Institute, Asan 31460, Korea

In this study, carp edemavirus disease and herpesviral hematopoietic necrosis were examined in carp (*Cyprinus carpio*) and crucian carp (*Carassius auratus*) imported from China. From August 2016 to May 2017, 100 carp and 300 crucian carp were examined. There were no clinical symptoms in all the tested fish, and no internal or external parasitic infections were identified except for the detection of *Argulus* sp. in one leather carp. Carp edema virus disease was examined by PCR in *C. carpio*, but all were negative. In *C. auratus*, herpesviral hematopoietic necrosis was tested by PCR and 4 out of 300 were positive. The results of this study are expected to be useful as basic data for conducting risk analysis on the relevant organisms and counterpart countries or for designating new pathogens for quarantine.

Key words: *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus*, Carp edemavirus disease, Herpesviral hematopoietic necrosis, CyHV-2

수산물 교역이 자유화되어 수산물의 수입이 증가함에 따라 질병 원인체 및 국내에 존재하지 않는 신종 질병의 유입 가능성이 높아지고 있다. 특히 우리나라의 경우 다른 나라에 비하여 활수산 생물의 수입량이 많아 이러한 위험은 더욱 높다. 수입되는 수산물은 국제무역기구 위생 및 검역조치(WTO SPS) 협정을 준수하도록 하고 있고, 수산생물 질병관리법에 따라 국제동물보건기구(OIE)의 국제기준에 준거하여 전염병을 지정하여 관리하

고 있다. 검역대상이 되는 전염병은 어류의 질병 8종(유행성조혈기괴사증, 잉어봄바이러스병, 바이러스성출혈성폐혈증, 전염성연어빈혈증, 참돔 이리도바이러스병, 잉어허피스바이러스병, 유행성폐양증후군, 자이러닥틸루스증), 패류 질병 6종(보나이마오스트레, 보나이마익시티오사, 마르테 일리아레프리젠스, 퍼킨스스마리누스, 제노할리오 티스캘리오니엔시스감염증, 전복바이러스성폐사증) 및 갑각류 질병 7종(가재전염병, 전염성괴하및조혈기괴사증, 노란머리병, 흰반점병, 타우라증후군, 전염성근괴사증, 흰꼬리병)으로 총 21종에 해당된다. 그러나 이 21종에 해당하지 않은 전염병이

[†]Corresponding author: Se Ryun Kwon
Tel: +82-41-530-2289, Fax: +82-41-530-2917
E-mail: srkwon@sunmoon.ac.kr

수입 수산물을 통해 유입될 수 있는 위험은 항상 존재한다(국립수산물품질관리원 연구용역보고서).

최근 일본, 중국 등 여러 국가에서는 OIE에 등재되지 않은 질병에 대해서도 검역관리를 확대 실시하고 있거나 수입 수산생물에 대한 자체적인 질병 검사 모니터링을 실시하고 있다. 따라서 지속적인 수산물 수입량의 증가와 주변국의 검역 강화 추세에 대응하기 위하여 OIE에 등재되지 않은 질병에 대해서도 모니터링을 할 필요가 있다. 국립수산물품질관리원의 수입 수산물에 관한 통계자료에 따르면 2011년부터 2015년의 5년 동안 매년 100건 이상의 수입 건수를 기록한 품종은 총 13종이다. 본 연구에서는 그 중 잉어(*Cyprinus carpio*)와 붕어(*Carassius auratus*)를 대상으로 하여 1년간 잉어부종바이러스병과 허피스바이러스성 조혈기괴사증을 모니터링하였다.

잉어에 발병하는 잉어 부종바이러스병(carp edema virus disease, CEVD)은 pox virus의 감염에 의한 질병으로 1970년대에 일본에서 처음 발생하였다(Murakami et al. 1976; Ono et al. 1986). 발병어에서 전형적인 증상인 무기력한 행동양식을 보이기 때문에 koi sleepy disease(KSD)로도 불리우고 있다(Miyazaki et al. 2005). 대표적인 임상증상으로 아가미 괴사 및 체표 점액 과다분비가 나타나며, 대체적으로 대량 폐사를 유발하지는 않지만 높은 수온에서는 잉어 치어에서 75~100%의 누적폐사를 발생시키기도 한다(Hedrick et al. 1997, Jung-Schroers et al. 2015, Miyazaki et al. 2005, Swaminathan et al. 2016). 잉어 부종바이러스의 발병은 일본 이외에도 1996년도에 미국에서, 2009년도부터는 유럽에서 나타나기 시작하여 현재 유럽에서는 주의해야 할 질병으로 주목되고 있다(Way et al., 2017).

허피스바이러스성 조혈기괴사증(herpesviral hematopoietic necrosis)은 *Alloherpesvirus* 과에 속하는 cyprinid herpesvirus-2 (CyHV-2)의 감염에 의한 질병으로 붕어조혈기괴사증으로 불리고 있다(Song et al., 2018). 이 질병은 1992년에 처음 일본에서 금붕어에 발생하여 100%의 높은 폐사율을 나타내었다(Ito et al., 2013; Jung and Miyazaki, 1995). 그 후 미국, 대만, 호주, 영국, 프랑스, 중국, 인도 및

세르비아에서 발생이 보고되었다(Boitard et al., 2015; Chang et al., 1999; Groff et al., 1998; Goodwin et al., 2006; Jeffrey et al., 2007; Lu et al., 2016; Radosavljevic et al., 2018; Sahoo et al., 2016; Stephens et al., 2004). 또한 Ito et al. (2017)은 아시아에서 뉴질랜드로 수입된 금붕어에서 CyHV-2가 검출되는 것을 보고하였고 Song et al. (2018)은 우리나라에서 양식되는 금붕어와 싱가포르에서 수입된 진주린에서 CyHV-2를 검출함으로써 수산물이나 관상어 교역으로 인해 CyHV-2가 전파되고 있다는 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 2016년에서 2017년에 걸쳐 중국에서 수입되는 식용 잉어와 붕어를 대상으로 법정 전염병에 속하지 않는 잉어부종바이러스병과 허피스바이러스성 조혈기괴사증을 모니터링한 결과를 제시하였다.

재료 및 방법

실험어

중국에서 수입되는 식용 잉어(또는 향어)와 붕어는 국립수산물품질관리원 평택지원의 협조 아래 수입검역 신고를 확인 시 현장을 방문하여 검체를 이송 받는 방법으로 시료를 채집하였다. 모니터링은 2016년 8월부터 2017년 5월에 걸쳐 실시하였다. 해당 기간 동안 잉어는 매회 10마리씩 총 10회 검사를 실시하였고 수입 건수가 상대적으로 더 많은 붕어는 매회 15마리씩 총 20회 검사를 실시하였다.

임상검사 및 시료 채취

실험어는 외부 및 해부 후의 내부 장기를 관찰하여 질병과 관련된 소견이 있는지를 확인하였다. 체표 점액과 아가미 조직을 채취하고 현미경으로 관찰하여 외부기생충이 있는지 확인하였고, 해부 후에는 복강 내부와 내장을 검사하여 포자충 등의 내부 기생충이 있는지도 검사하였다. PCR을 수행하기 위해 주요 장기를 채취하였다. 잉어 부종바이러스병 검사를 위해 아가미 조직을 사용하였고 허피스바이러스성 조혈기괴사증 검사를 위해 아가미 및 비장 조직을 채취하였다. 조직은 pooling 없이 각 개체를 대상으로 준비하고 실험 전까지 -80

℃에서 보관하였다.

PCR 검사

PCR 검사를 위해 각 조직으로부터 DNA를 추출하였다. DNA는 DNeasy blood and tissue kit (QIAGEN Inc, Germany)를 사용하여 추출하였고 농도 측정 후 실험 전까지 -80℃에서 보관하였다. 잉어 부중바이러스병의 검사를 위해 Oyamatsu et al. (1997)에서 제시된 2쌍의 primer를 사용하여 nested PCR을 수행하였다. CyHV-2 검출을 위해서 helicase gene에 특이적인 primer를 사용하여 PCR을 수행하였다(Waltzek et al., 2009). PCR 검사는 EX Taq (Takara, Japan)을 사용하여 제조사의 protocol에 따라 PCR mixture를 구성하였다. PCR 조건은 Table 1에 제시한 바와 같이 진행하였다. 증폭된 PCR 산물은 1.5% agarose gel에 전기영동을 하여 Gel doc UV illuminator (Bio-Rad)으로 확인하였다. Band가 관찰된 경우 Wizard® SV Gel and PCR Clean-UP system (Promega)을 사용하여 PCR 산물을 정제한 후 염기서열 분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

본 연구에서는 2011년도부터 2015년까지 수입되었던 수산물의 수입 건수가 많은 품종을 파악하여 검사 대상 어종을 정하고, 그 품종에서 법정전염병이 아니지만 주목해야 할 질병 원인체를 1년 동안 모니터링한 결과를 제시하였다.

해당 기간 동안 매년 100건 이상의 수입 건수를 보였던 품목을 검토한 결과 관상어를 제외한 13개 어종이 해당되었다(Fig. 1). 가장 수입 건수가 많았던 점농어(*Lateolabrax maculatus*)는 총 2,252건이

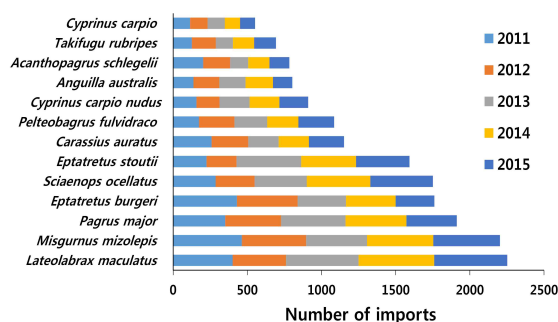


Fig. 1. Fish species imported more than 100 times a year from 2011 to 2015.

수입되었고 미꾸라지(*Misgurnus mizolepis*), 참돔(*Pagrus major*), 먹장어(*Eptatretus burgeri*), 홍민어(*Sciaenops ocellatus*), 태평양 먹장어(*Eptatretus stoutii*), 황붕어(*Carassius auratus*), 동자개(*Pelteobagrus fulvidraco*), 향어(*Cyprinus carpio nudus*), 호주 뱀장어(*Anguilla australis*), 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*), 자주복(*Takifugu rubripes*) 및 잉어(*Cyprinus carpio*)가 순차적으로 뒤를 이었다. 본 연구에서 검사를 실시한 붕어, 향어, 잉어는 각각 1,152건, 910건, 552건이 수입되어 7위, 9위, 13위를 기록하였다. 이 세 어종은 모두 중국에서 수입되었는데 검사를 실시한 2016년에 매달 수입되지 않아 정기적인 검사는 실시되지 못한 대신 수입되는 때에 맞추어 검사를 진행하였다. 실험어에 대한 자세한 정보는 Table 2와 Table 3에 제시한 바와 같다.

채집된 시료에서는 질병과 관련한 특별한 소견이 보이지는 않았다(Fig. 2). 내·외부 기생충으로 2016년 9월 9일에 채집한 향어의 체표에서 *Argulus* sp. 3마리가 관찰되었다. 호주에서 실시한 잉어 부

Table 1. PCR primers and conditions used in this study

Disease		Primer	Product size	PCR condition	Reference
Carp edema virus disease	CEV-F1	5'-GCTGTTGCAACCATTTGAGA-3'	568 bp	94℃ 2 min-(60℃ 1 min, 72℃ 1 min, 94℃ 30 sec)×35 cycles-60℃ 2 min, 72℃ 5 min	Oyamatsu et al., 1997
	CEV-R1	5'-TGCAGGTGTCCTAATCCT-3'			
	CEV-F2:	5'-GCTGCTGCACTTTTAGGAGG-3'	181 bp		
	CEV-R2:	5'-TGCAAGTTATTTTCGATGCCA-3'			
Herpesviral hematopoietic necrosis	CyHV2HelF	5'-GGACTTGCGAAGAGTTTGATTTCTAC-3'	362 bp	95℃ 2 min-(60℃ 45 sec , 72℃ 45 sec, 95℃ 30 sec)×35 cycles-72℃ 5 min	Waltzek et al., 2009
	CyHV2HelR	5'-CCATAGTCACCATCGTCTCATC-3'			

Table 2. Summary of detection results for carp edema virus disease in *Cyprinus carpio* imported from China

	Fish species	Date of sampling	Region/ Country	Positive/test
1	Common carp (<i>C. carpio</i>)	2016.09.02	China	0/10
2	Leather carp (<i>C. carpio nudus</i>)	2016.09.09	China	0/10*
3	Common carp (<i>C. carpio</i>)	2016.10.18	China	0/10
4	Common carp (<i>C. carpio</i>)	2016.11.01	China	0/10
5	Leather carp (<i>C. carpio</i>)	2017.01.09	Dandong, Liaoning Province, China	0/10
6	Common carp (<i>C. carpio</i>)	2017.03.06	Liaoning Province, China	0/10
7	Common carp (<i>C. carpio</i>)	2017.03.09	Sichuan Province, China	0/10
8	Common carp (<i>C. carpio</i>)	2017.04.03	Liaoning Province, China	0/10
9	Common carp (<i>C. carpio</i>)	2017.04.03	Liaoning Province, China	0/10
10	Common carp (<i>C. carpio</i>)	2017.05.18	Zaozhuang, Shandong Province, China	0/10

**Argulus* sp. was detected.

Table 3. Summary of detection results for herpesviral hematopoietic necrosis in *Carassius auratus* imported from China

	Date of sampling	Region/ Country	Positive/test
1	2016.08.25	China	0/15
2	2016.09.01	China	0/15
3	2016.10.18	China	0/15
4	2016.10.20	China	0/15
5	2016.11.01	China	0/15
6	2016.11.15	China	0/15
7	2016.11.29	Tianjin, China	0/15
8	2016.12.20	Tianjin, China	0/15
9	2017.01.10	Tianjin, China	0/15
10	2017.03.07	Tianjin, China	0/15
11	2017.03.09	Tianjin, China	0/15
12	2017.03.14	Tianjin, China	0/15
13	2017.03.30	Tianjin, China	0/15
14	2017.04.04	Linyi, Shandong Province, China	3/15
15	2017.04.06	Tianjin, China	0/15
16	2017.04.18	Sheyang Xian, Yan Cheung, Jiangsu Province, China	1/15
17	2017.04.20	Sheyang Xian, Yan Cheung, Jiangsu Province, China	0/15
18	2017.04.25	Yunnan Province, China	0/15
19	2017.05.15	Kuwandiyen, Liaoning Province, China	0/15
20	2017.05.18	Tianjin, China	0/15

중바이러스병 검사에서는 바이러스가 검출된 잉어에서 *Trichodina* sp., *Gyrodactylus* sp., *Ichthyobodo necator*, *Dactylogyrus* sp., *Ichthyophthirius multifiliis*, *Bothriocephalus* sp., *Capillaria* sp. 및 *Argulus foliaceus*와 같은 여러 종의 기생충의 혼합감염 뿐만 아니라 세균에 의한 2차 감염이 보고된 바 있다 (Haenen et al., 2016; Lewisch et al., 2015). Lewisch

et al. (2015)는 이러한 혼합감염이 CEVD에 의한 면역력 저하에 의한 것이라고 주장하였다. 본 연구에서는 식용 잉어와 향어를 대상으로 잉어 부종바이러스병의 검사 결과 10회의 검사에서 총 100마리를 검사하였는데 모두 음성 결과로 나타났다 (Table 2). 수입되었던 식용 잉어의 평균 체장은 39 cm, 평균 체중은 1.68 kg에 달하였고 임상증상이

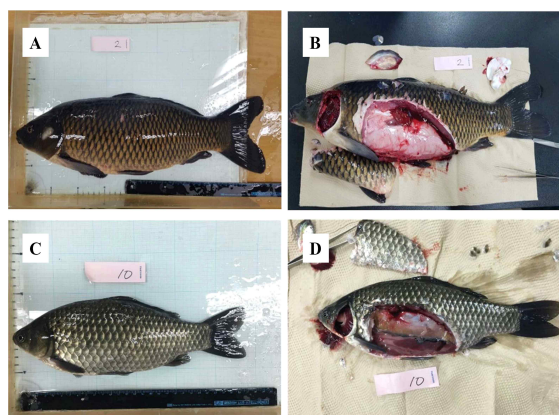


Fig. 2. External and anatomical findings of common carp (*Cyprinus carpio*) (A, B) and crucian carp (*Carassius auratus*) (C, D).

없고 활력이 있었다. 이전에 잉어 부종바이러스병이 검출된 잉어는 모두 임상증상이 있었던 반면 (Haenen et al., 2016; Lewisch et al., 2015) 본 연구에서 사용된 시료는 특별한 임상증상을 보이지 않았기 때문에 병증 상태가 아니었으며 PCR 결과에서도 음성으로 나타나 잉어 부종바이러스에 감염되지 않은 것으로 판단된다. 그러나 2015년에 중국 후베이성 항저우의 잉어 양식장에서 처음으로 잉어 부종바이러스병이 발병하여 95%의 누적폐사를 나타낸 바 있고(Zhang et al., 2017) 우리나라에 수입되는 잉어와 향어의 전량이 중국에서 수입되고 있기 때문에 앞으로도 주의를 기울여야 할 질병이라고 생각된다.

한편 식용 붕어를 대상으로 허피스바이러스성 조혈기괴사증을 20회에 걸쳐 총 300마리를 검사하였는데 그 중 4마리가 양성으로 나타났다. 2017년 4월에 중국 린이에서 수입된 붕어 15마리 중에서 3마리, 2017년 4월에 중국 서양현에서 수입된 붕어 15마리 중 1마리에서 CyHV-2 감염이 확인되었다 (Table 3). PCR 양성 시료의 염기서열을 분석해 본 결과 기존에 알려진 CyHV-2의 helicase gene과 100% 일치하였다. 수입되었던 식용 붕어는 평균 체장 23.36g, 평균 체중 457g으로 임상증상이 없고 건강해 보이는 것이었는데 CyHV-2의 감염이 확인되었다. 이는 Song et al. (2018)이 언급한 바와 같이 PCR 결과에서 양성으로 나타난 대부분의 개체에서 임

상증상이 없었던 것과 동일한 결과였다. 본 연구의 결과처럼 임상증상이 없는 붕어와 Song et al. (2018)이 보고한 국내 양식 금붕어 및 싱가포르에서 수입된 진주린에서도 CyHV-2가 검출되었던 것으로 보아 허피스바이러스성 조혈기괴사증은 국내·외에 만연되어 있는 것으로 보인다.

본 연구에서 실시한 수입 식용 잉어와 붕어를 대상으로 잠재적으로 중요한 병원체를 선정하여 확인한 결과는 추후 해당 생물 및 상대국을 대상으로 위험분석을 수행하거나 새로운 병원체를 검역 대상으로 지정하기 위한 근거로 사용되는데 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

사 사

이 논문은 2018년도 선문대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

References

- Boitard, P.M., Baud, M., Labrut, S., Boisseson, C. de, Jaminand, M. and Bigarre, L.: First detection of Cyprinid Herpesvirus 2 (CyHV-2) in goldfish (*Carassius auratus*) in France. *J. Fish. Dis.*, 39: 673-380, 2016.
- Chang, P.H., Lee, S.H., Chiang, H.C. and Jong, M.H.: Epizootic of herpes-like virus infection in goldfish, *Carassius auratus* in Taiwan. *J. Fish. Pathol.*, 34: 209-210, 1999.
- Goodwin, A.E., Khoo, L., LaPatra, S.E., Bonar, A., Key, D.W., Garner, M., Lee, M.V. and Hanson, L.: Goldfish haematopoietic necrosis herpesvirus (Cyprinid Herpesvirus 2) in the USA: molecular confirmation of isolates from diseased fish. *J. Aquat. Anim. Health.*, 18: 11-18, 2006.
- Groff, J.M., LaPatra, S.E., Munn, R.J. and Zinkl, J.G.: A viral epizootic in cultured populations of juvenile goldfish due to a putative herpesvirus etiology. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 10: 375- 378, 1998.
- Haenen, O., Way, K., Gorgoglione, B., Ito, T., Paley, R., Bigarré, L. and Waltzek, T.: Novel viral infections threatening cyprinid fish. *Bull. Eur. Assoc. Fish. Pathol.*, 36: 11-23, 2016.
- Hedrick, R.P., Antonio, D.B. and Munn, R.J.: Poxvirus like agent associated with epizootic mortality in juvenile koi (*Cyprinus carpio*). *FHS. Newsl.*, 25: 1-2,

- 1997.
- Ito, T., Kurita, J., Ozaki, A., Sano, M., Fukuda, H. and Ototake, M.: Growth of cyprinid herpesvirus 2 (CyHV-2) in cell culture and experimental infection of goldfish *Carassius auratus*. Dis. Aquat. Organ., 105: 193-202, 2013.
- Ito, T., Kurita, J. and Haenen, O.L.M.: Importation of CyHV-2-infected goldfish into the Netherlands. Dis. Aquat. Org., 126: 51-61, 2017.
- Jeffrey, K.R., Bateman, K., Bayley, A., Feist, S.W., Hulland, J., Longshaw, C., Stone, D., Woolford, G. and Way, K.: Isolation of a cyprinid herpesvirus 2 from goldfish, *Carassius auratus* (L.), in the UK. J. Fish. Dis., 30: 649-656, 2007.
- Jung-Schroers, V., Adamek, M., Teitge, F., Hellmann, J.O., Bergmann, S.M., Schütze, H., Kleingeld, D.W., Way, K., Stone, D., Runge, M., Keller, B., Hesami, S., Waltzek, T. and Steinhagen, D.: Another potential carp killer? Carp edema virus disease in Germany. BMC Vet. Res., 11: 114, 2015.
- Jung, S.J. and Miyazaki, T.: Herpesviral haematopoietic necrosis of goldfish, *Carassius auratus* (L.). J. Fish. Dis., 18: 211-220, 1995.
- Lewisch, E., Gorgoglione, B., Way, K. and El-Matbouli, M.: Carp edema virus/koi sleepy disease: an emerging disease in Central-East Europe. Transbound. Emerg. Dis., 62: 6-12, 2015.
- Lu, J., Lu, H. and Cao, G.: Hematological and Histological Changes in Prussian Carp *Carassius gibelio* Infected with Cyprinid Herpesvirus 2. J. Aquat. Anim. Health., 28: 150-160, 2016.
- Miyazaki, T., Isshiki, T. and Katsuyuki, H.: Histopathological and electron microscopy studies on sleepy disease of koi *Cyprinus carpio koi* in Japan. Dis. Aquat. Org., 65: 197-207, 2005.
- Murakami, Y., Shitanaka, M., Toshida, S. and Matsuzato, T.: Studies on mass mortality of juvenile carp: about mass mortality showing edema. Bull. Hiroshima Fresh Water Fish Exp. Stn., 19-33 (in Japanese), 1976.
- Ono, S., Nagai, A. and Sugai, N.: A histopathological study on juvenile colorcarp, *Cyprinus carpio*, showing edema. Fish Pathol., 21: 167-175, 1986.
- Oyamatsu, T., Matoyama, H., Yamamoto, K. and Fukuda, H.: A trial for the detection of carp edema virus by using polymerase chain reaction. Suisanzoshoku, 45: 247-252, 1997.
- Radosavljevic, V., Adamek, M., Milicevic, V., Maksimovic-Zoric, J. and Steinhagen, D.: Occurrence of two novel viral pathogens (CEV and CyHV-2) affecting Serbian cyprinid aquaculture and ichthyofauna. J. Fish Dis., 41:851-854, 2018.
- Sahoo, P.K., Swaminathan, T.R., Abraham, T.J., Kumar, R., Pattanayak, S., Mohapatra, A., Rath, S.S., Patra, A., Adikesavalu, H., Sood, N., Pradhan, B.K., Das B.K., Jayasankar, D.P. and Jena J.K.: Detection of goldfish haematopoietic necrosis herpes virus (Cyprinid herpesvirus-2) with multi-drug resistant *Aeromonas hydrophila* infection in goldfish: First evidence of any viral disease outbreak in ornamental freshwater aquaculture farms in India. Acta Trop., 161: 8-17, 2016.
- Song, H.D., Park, J.S. and Kwon, S.R.: Molecular evidence of cyprinid herpesvirus 2 (CyHV-2) in domestic goldfish *Carassius auratus* and imported pearlscale goldfish *Carassius auratus*. Korean J. Fish Aquat. Sci., 51: 383-388, 2018.
- Stephens, F.J., Raidal, S.R. and Jones, B.: Haematopoietic necrosis in a goldfish (*Carassius auratus*) associated with an agent morphologically similar to herpesvirus. Aust. Vet. J., 82: 167-169, 2004.
- Swaminathan, T.R., Kumar, R., Dharmaratnam, A., Basheer, V.S., Sood, N., Pradhan, P.K., Sanil, N.K., Vijayagopal, P. and Jena, J.K.: Emergence of carp edema virus (CEV) in cultured ornamental koi carp, *Cyprinus carpio koi* in India. J. Gen. Virol., 97: 3392-3399, 2016.
- Waltzek, T.B., Kurobe, T., Goodwin, A.E. and Hedrick, R.P.: Development of a Polymerase Chain Reaction Assay to Detect Cyprinid Herpesvirus 2 in Goldfish. J. Aquat. Anim. Health, 21: 60-67, 2009.
- Way, K., Haenen, O., Stone, D., Adamek, M., Bergmann, S. M., Bigarré, L., Diserens, N., El-Matbouli, M., Gjessing, M. C., Jung-Schroers, V., Leguay, E., Matras, M., Olesen, N. J., Panzarin, V., Piac'ková, V., Toffan, A., Vendramin, N., Veselý, T., Waltzek, T.: Emergence of carp edema virus (CEV) and its significance to European common carp and koi *Cyprinus carpio*. Dis. Aquat. Org., 126: 155-166, 2017.
- Zhang, X., Ni, Y., Ye, J., Xu, H., Hou, Y., Luo, W. and Shen, W.: Carp edema virus, an emerging threat to the carp (*Cyprinus carpio*) industry in China. Aquaculture, 474: 34-39, 2017.
- 국립수산물품질관리원 연구용역보고서. 2016년 수입수산물 비법정전염병 모니터링. 전남대학교.

Manuscript Received : Feb 28, 2020

Revised : May 29, 2020

Accepted : Jun 6, 2020