

한국 양식 넙치 폐사피해 모니터링

심재동* · 황성돈 · 장수영* · 김태완 · 정지민[†]

부산광역시 기장군 기장읍 기장해안로 216, 국립수산물과학원 수산방역과

*부산광역시 서구 원양로 35, 부산국제수산물도매시장 회관동 712호

Monitoring of the mortalities in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) farms of Korea

Jae-Dong Shim*, Seong-Don Hwang, Soo-Young Jang*,
Tae-Wan Kim and Ji-Min Jeong[†]

*Aquatic Animal Disease Control Center, National Institute of Fisheries Science (NIFS),
216 Gijanghaean-ro, Gijang-eup, Gijang-gun, Busan 46083, Republic of Korea*

**Busan International, Fish Market, 35, Wonyang-ro, Seo-gu, Busan, 49277, Republic of Korea*

A monitoring was performed to survey the mortalities that had occurred in the aquaculture farms of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) in South Korea from 2015 to 2017. The indirect inquiry for entire farms and the sample survey for selected farms were carried out. The aquatic organism disease inspectors, who have a national license for the diagnosis and prevention of aquatic organism diseases and a have close relationship with the farms, investigated the rates and causes of mortalities according to the standard manual. The mortality rate by sample survey of farms in 2015, 2016, and 2017 were 24.78% (Chunnam: 17.86%, Jeju: 28.69), 30.19% (Chunnam: 24.45%, Jeju: 32.65), and 21.59% (Chunnam: 10.57%, Jeju: 26.00%), respectively. The major cause of mortality was scuticociliatosis, and the mortality caused by viral hemorrhagic septicemia and emaciation disease (Jeju) were also high. Our results can contribute to effective establishment prevention of epidemics system and acquired status as a disease-cleansing country.

Key words: Chunnam, Jeju, Korea, Mortalities, Olive flounder

서 론

우리나라의 넙치 양식 산업은 1980년대 초 생산기술의 확립과 육상양식 방법이 개발됨에 따라 급격한 발전을 거듭하였고, 2010년대에 이르러 양식어류 생산량의 약 56%에 달하는 생산고를 기록

하고 있다(Korean statistical information service, KOSIS). 2017년도를 기준으로 넙치의 생산량은 41,204톤으로 집계되었고, 지역별로는 제주 25,092톤(60.8%), 전남 13,867톤(33.6%), 경남 892톤(2.1%) 및 기타 1,353톤(3.2%)으로 나타났으며, 주요 생산지역은 전남과 제주이며 전체 생산량의 95.4%를 점유하고 있다(국가통계포털). 또한 넙치는 육상양식 어업의 활성화로 제주를 중심으로 대규모 기업형 양식 시설의 도입과 함께 산업적인 중요성

[†]Corresponding author: Ji-Min Jeong
Tel: +82-51-720-3041, Fax: +82-51-720-3039
E-mail: jvjmvmv@korea.kr

도 매우 높은 어종이다. 특히, 양식 경쟁력을 통한 수출산업으로서의 가치를 높이고 있으며 다양한 육종 및 양식기술의 발달로 미래의 주요 단백질 식품으로서 가치가 높다 (Oak, 2007).

국내의 수산양식 현장에서 발생하는 수산생물 질병으로 인한 폐사피해가 매년 거듭되고 있으며, 산업적으로 이러한 수산생물 질병으로 인한 피해는 막대한 파급력으로 양식 산업의 근간을 흔들고 있다. 넙치의 생존율은 양식산업의 경제성을 결정하는 주된 요인으로서 다양한 원인에 의한 폐사피해를 저감하고자, 넙치의 세균성 질병의 발생양상 (Oh *et al.* 1998; Cho *et al.* 2007) 및 넙치에서 발생하는 다양한 질병에 대한 통계학적 분석 연구가 수행되었다(Cho *et al.* 2008; Kim *et al.* 2012). 그러나 이러한 선행연구는 병원체의 존재 및 발병 유무에 집중되어 있기에 폐사피해의 전반적인 규모 및 발생동향의 구체적인 파악이 어렵다고 여겨진다. 이는 수산생물 질병관리법 제3조 수산생물 질병관리대책 수립에 의거하여 주요 양식 어종인 넙치에 대한 지역별·시기별·원인별에 의한 폐사동향을 파악·분석한 기초적인 자료가 필요함을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 수산생물 질병의 발생 및 피해의 분석을 위해 질병 발생에 대한 조사 시스템을 개선하여, 국내의 넙치 양식현장에서 발생하는 폐사피해에 대한 규모 및 원인을 규명함으로써, 효율적인 방역 대책 수립의 자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

표본 조사규모 설정

넙치 폐사 현황 조사를 위해 2011년부터 2014년까지 설정된 표본의 규모를 Table 1에 나타내었고, 합리적인 표본 선정에 위하여 층화구조를 사용한 표본의 배분을 실시하였다. 다단계 층화 구조를 위해 사용한 층화요소는 넙치의 지역별 생산

량과 어가별 수면적의 두 가지로 결정하였고, 표본의 지역별 분배를 실시하고 어가를 선정하는데 이용하였다. 이에 따라 표본을 선정함에 있어 다음과 같은 세 가지 조건을 설정하였다: ① 표본양식장은 대한수산질병관리사회 소속의 수산질병관리사가 운영하는 수산질병관리원과 연 3회 이상의 거래관계를 유지한다. ② 표본 양식장은 월 1회이상 대한수산질병관리사회 소속의 수산질병관리사가 운영하는 수산질병관리원으로부터 다양한 형태의 진료행위를 받는다. ③ 표본 양식장은 양식 및 폐사 현황에 대한 자료를 제공 한다. Table 1과 같이 연차별 폐사동향 표본조사 실적을 바탕으로 최근 3년간(2015-2017) 신뢰수준은 90±10%로 유사하게 나타났다. 표본어가를 선정하는데 생산량과 어가별 수면적의 두 가지 요소를 이용하였으며, 폐사 현황 및 원인을 파악하기 위한 제반 요소가 부합 하는 어가를 최종적으로 선정하였다.

폐사 현황 조사

2015년(2014년 12월~2015년 11월)과 2016년(2015년 12월~2016년 11월) 그리고 2017년도(2016년 12월~2017년 11월) 넙치 표본어가에 대한 폐사 현황조사를 실시하였으며, 이를 데이터베이스화하고 분석하였다. 표본설계를 통해 선정된 넙치 표본어가의 양식현황 및 폐사 현황 조사는 대한수산질병관리사회 소속 조사요원이 월1회 직접 표본어가를 방문하여 관리자에 대한 면접조사 형태로 진행하였다. 조사는 양어일지, 양어현황판, 출하 및 입식일지, 폐사일지 등을 참조하였고, 일정 형식의 조사 시트를 이용하여 객관적으로 양식 및 폐사 현황을 파악하였다.

폐사 원인 조사

표본어가의 폐사 원인을 파악하기 위해 표본설계의 단계부터 수산질병관리사가 운영하는 수산

Table 1. Number of farms for the monitoring

	Location	2011	2012	2013	2014
Olive flounder farms	Chunnam	25	24	25	25
	Jeju	40	27	30	35

질병관리원에서 지속적인 진료가 이루어지는 양식장을 선정하였고, 폐사 원인 파악 및 확정에는 해당 수산질병관리원의 시설 및 체계를 이용하였다. 수산질병관리원의 진료행위 및 폐사 원인 파악의 객관성 및 정확성을 위해 질병진단에는 국립수산과학원에서 발행한 수산생물 질병진단 지침서의 수산생물 질병진단 요령에 따라 실시하였으며 진단행위의 일원화와 정확성을 도모하였다(수산생물 병성감정 지침서, 2013).

폐사 원인은 세균, 기생충, 바이러스 및 진균에 의한 감염성 원인과 영양성 및 환경성 원인, 자연재해, 인위적 도태 등의 관리요인 또는 원인불명의 만성적 폐사를 비감염성 원인으로 분류하였다. 수산생물 질병진단 지침서에 따른 병원체의 동정을 기본적으로 임상증상을 관찰 한 후 기생충성 질병의 경우 표본의 광학현미경적 동정, 세균성 질병의 경우 tryptic soy agar (TSA, DifcoTM)와 brain heart infusion agar (BHIA, DifcoTM)를 이용하여 배양한 후 API kit(MicrogeneTM)의 결과를 바탕으로 진단하였다. Viral hemorrhagic septicemia virus (VHSV) 감염 유무 검사는 수온, 외부증상, 해부소견을 토대로 수산질병관리사의 개인적인 견해에 따라 추정진단 하였다.

표본조사를 통해 얻어진 데이터를 입력하고 데이터베이스화 하여 조사목적에 부합하는 각종 집계 및 데이터를 산출하기 위해 대한수산질병관리사회가 개발한 “수산생물 질병관리” 프로그램을 이용하였다. 본 프로그램은 윈도우 기반의 데이터베이스를 운용하며 직관적인 입력 시스템을 갖추고 있으며 조사된 데이터의 입출력에 적합하도록 구성되어 있다.

통계 분석

2014년 12월부터 2017년 11월 까지 총3년 간 넙치 표본어가에 대한 폐사 현황 조사를 실시하였으며, 이를 데이터베이스화 하고 분석하였다. 본 연구에서 이용한 마릿수 기준, 중량 기준 및 가격기준 폐사율은 다음과 같은 공식을 이용하여 나타내었다.

$$\text{누적 폐사율 (\%)} = (\text{연간 폐사마릿수} / \text{연간 기준 마릿수}) \times 100$$

$$(\text{연간 기준마릿수} = \text{조사시작일 사육마릿수} + \text{연간 입식마릿수})$$

$$\text{연간 중량기준 폐사율 (\%)} = (\text{연간 폐사중량} / \text{연간 기준중량}) \times 100$$

$$(\text{연간 기준중량} = \text{연간 사육중량} + \text{연간 출하중량} + \text{연간 폐사중량})$$

$$\text{연간 가격대비 폐사율 (\%)} = (\text{연간 폐사금액} / \text{연간 기준금액}) \times 100$$

$$(\text{연간 기준금액} = \text{연간 사육금액} + \text{연간 출하금액} + \text{연간 폐사금액})$$

결과 및 고찰

넙치 폐사 현황 비교

2015년부터 2017년까지 3년간 전남(완도)과 제주의 표본조사 넙치 양식장을 조사한 결과 넙치의 주요 폐사 원인은 스쿠티카증(Scutocociliatosis) 여웬증(Emaciation disease), VHS (추정)로 나타났다 (Table 2). 표본조사 넙치 양식장에서 연간 누적 폐사율은 24.78%(2015년), 30.19%(2016년), 21.59%(2017년)로 나타났다. 어체중별 폐사 피해 분석 결과 200 g 이하의 치어기에 폐사율이 가장 높게 나타났다, 어체중이 증가함에 따라 폐사율이 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 VHS와 스쿠티카증에 의해 넙치 치어기에 많은 피해가 발생한다는 Park *et al.* (2016)과 Jin *et al.* (2006)의 보고와 유사한 결과로 나타났다. 폐사금액은 어가평균 247,282 천원(2015년), 298,573 천원(2016년), 139,095 천원(2017년)의 폐사피해가 연간 발생한 것으로 나타났다.

폐사 원인

2015년 전남과 제주의 표본조사 넙치 양식장에서 발생한 폐사의 발생 원인을 분석한 결과를 Fig. 1a에 나타내었다. 폐사 원인은 세균성 질병으로 연쇄구균병(*Streptococcus*, 9.76%), 황주세균증(*Flavobacteriosis*, 1.22%), 비브리오병(*Vibriosis*, 1.35%), 에드워드병(*Edwardsiellosis*, 0.55%)이 출현하였고, 기생충성 질병은 스쿠티카증(59.94%), 여웬

Table 2. The mortality rates, amount of damage and major cause of death of olive flounder farms by the investigation of indirect inquiry occurred from 2015 to 2017, Chunnam and Jeju

Species	2015 (2014.12~2015.11)		2016 (2015.12~2016.11)		2017 (2016.12~2017.11)	
Number of location	68		64		65	
Cumulative mortality	24.78% (5,313,563/21,442,950)		30.19% (6,398,970/21,196,960)		21.59% (3,609,515/16,717,338)	
Mortality by weight	• Juvenile: 14.05%	• Immature fish: 7.04%	• Juvenile: 13.57%	• Immature fish: 11.32%	• Juvenile: 12.48%	• Immature fish: 7.16%
	(3,012,734/21,442,950)	(1,509,584/21,442,950)	(2,867,060/21,196,960)	(2,399,670/21,196,960)	(2,086,145/16,717,338)	(1,197,373/16,717,338)
	• Adult fish: 1.94%	• Market-size: 1.71%	• Adult fish: 4.25%	• Market-size: 1.09%	• Adult fish: 1.44%	• Market-size: 0.51%
Olive flounder	(415,993/21,442,950)	(366,674/21,442,950)	(900,170/21,196,960)	(232,070/21,196,960)	(240,263/16,717,338)	(85,734/16,717,338)
	Chunnam: 17.86%	Jeju: 28.69%	Chunnam: 24.45%	Jeju: 32.65%	Chunnam: 10.57%	Jeju: 26.00%
	(1,340,453 /7,505,340)	(3,998,700 /13,937,610)	(1,555,020/6,360,340)	(4,843,950/14,836,620)	(504,350/4,772,800)	(3,105,165/11,944,538)
Amount of damage	247,282,000 won		298,573,000 won		139,095,000 won	
Major cause of death	Scuticociliatosis (59.85%)		Scuticociliatosis (59.94%)		Scuticociliatosis (50.8%)	
	(3,180,167/5,313,563)		(3,819,600/6,398,970)		(1,834,402/3,609,515)	
	unknown (17.66%)		unknown (16.03%)		Emaciation Disease (18.86%)	
	(938,375/5,313,563)		(1,021,540/6,398,970)		(680,685/3,609,515)	

* 0-200 g : juvenile, 200-500 g : immature fish, 500-1000 g : adult fish, 1000 g over : Market-size.

* VHS : viral hemorrhagic septicemia

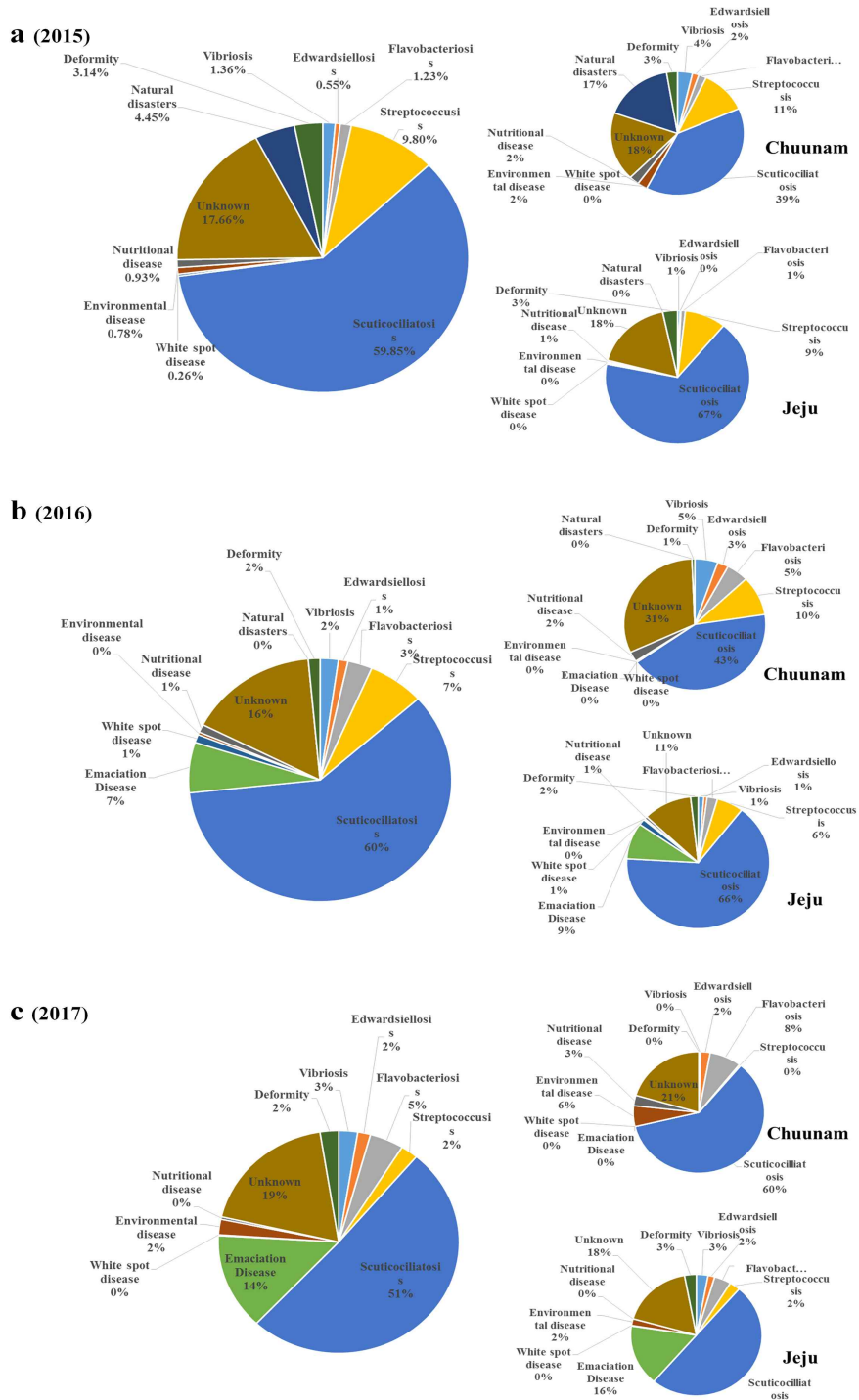


Fig. 1. The cause of mortalities in cultured farms of olive flounder in Chunnam and Jeju. a : cause of mortalities in 2015, b : cause of mortalities in 2016, c : cause of mortalities 2017

증(6.71%)이 발생하였다. 비감염성 원인으로 수질 및 환경성 질병, 영양성 질병, 기형 및 도태와 기타 원인 불명의 폐사 또한 확인 되었다. 전체 폐사 피해 중 가장 많은 원인은 스쿠티카증으로서 각각 39.19%(전남)과 66.83%(제주)로 높게 나타났다. 전남지역에서 9월경 적조 발생에 의해 양식 넙치가 대량 폐사하여 자연재해에 의한 폐사가 16.97%로 높게 나타났다. 다음으로 원인불명의 폐사(전남-17.95%, 제주-17.56%)와 세균성 질병인 연쇄구균병(전남-11.37%, 제주-9.19%)에 의한 폐사 순으로 나타났다.

Fig. 1b에 2016년 전남과 제주의 표본조사 넙치 양식장에서 발생한 폐사의 발생 원인을 나타내었다. 폐사의 원인으로 스쿠티카증이 가장 높게 출현하여 각각 42.64%(전남)와 65.12%(제주)로 나타났다. 그리고 원인불명의 폐사가 31.31%로 높게 나타났으며, 제주에서 여윌증에 의한 폐사가 8.82%로 나타났다.

2017년 전남과 제주의 표본 조사 넙치 양식장에서 발생한 폐사의 발생원인 분석 결과 전체 폐사피해 중 가장 많은 원인은 스쿠티카증으로서 각각 56.2%(전남)과 49.9%(제주)로 높게 나타났다(Fig. 1c). 다음으로 전남에서는 원인불명(20.44%)의 폐사 피해가 높게 나타났으며, 제주에서 여윌증(16.2%)에 의한 폐사피해가 전연대비 7.38% 증가하였다.

스쿠티카증의 경우 치어에서 성어에 이르기까지 발병하고, 감염시 대량 폐사를 유발하여 큰 피해를 초래하는 것으로 알려져 있으나 이를 해결할 수 있는 뚜렷한 해법을 찾지 못하고 있는 상황이다. 국내 허가되어 사용되고 있는 스쿠티카증 구제용 의약품은 외용액제만이 사용되고 있는 실정이며, 이는 어체 외부의 기생충을 효과적으로 구제할 수 있지만 내부로 침투한 원충에게는 효과가 없어 구제 효과에 한계가 있다.

조사기간 동안 연쇄구균에 의한 폐사피해가 점차 감소하고 있는 것으로 나타났고(Fig. 1.), Jeong *et al.* (2006)의 이전연구에서 제주 내 연쇄구균병의 원인체 동정 결과 *S. iniae*와 *S. parauberis*의 검출률이 비슷한 것으로 나타났으나, 이 등(Lee *et al.*, 2018)의 결과에서 *S. parauberis*의 검출률이 뚜

렷하게 증가 한 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 *S. iniae* 균주에 대한 안정적인 백신이 개발됨에 따라 발병률이 낮아졌고 *S. parauberis*에 의한 연쇄구균병이 우점하고 있는 것으로 예상된다.

여윌증은 2007년부터 제주 넙치 양식장에서 발생하여 폐사피해가 보고되고 있으며, 질병 원인체에 대한 연구가 현재 활발하게 이루어지고 있으나 명확하게 밝혀지지 않은 실정이다. 그러나 Tun *et al.* (2002)의 연구에서 밝혀진 3종의 점액 포자충 중 두 종 이상이 감염되었을 때 동일한 증상이 나타나는 것으로 확인 되었다(Ogawa and Yokoyama, 2001). Kim *et al.* (2015)은 국내 양식 넙치에서 발생하는 여윌증에 대한 특성을 보고하고 있으며, 기존 일본의 연구와 비교하여 장 조직에서 형태학적으로 유사한 포자가 관찰 되었지만, 분자생물학적 분석 및 cohabitant 실험에서 다른 결과가 나타나 미기록 기생충 종으로 보고하였다. 또한 현재 국내에서는 여윌증에 대한 예방 대책 수립 및 치료제 분야는 개발단계로서 여윌증에 대한 피해액이 해마다 증가하고 있는 실정이다.

본 연구에서 수행된 양식 넙치의 폐사피해 동향에 대한 연구는 양식 어류에 대한 청정 지역화 및 구획화를 통한 질병 청정국 지휘 획득과 효율적인 방역시스템 구축을 위해 중요한 자료로 이용될 수 있을 것으로 예상된다.

요 약

2015년부터 2017년까지 우리나라 넙치 양식장에서 발생하는 폐사피해를 표본조사를 통해 모니터링 하였다. 표본어가는 전국의 수산질병관리원과 지속적으로 거래하고 있으며 현장방문을 통해 설문이 가능한 양식어가 중 층화구분분석을 통해 선정 하였다. 수산질병관리사 조사요원의 직접적인 현장방문을 통한 설문 조사를 수행하여 객관적으로 양식현황 및 폐사 현황을 파악하였다. 조사기간 중 24.78%/2015년, 30.19%/2016년 그리고 21.59%/2017년의 누적 폐사율을 나타내었고, 감염성 질병에 의한 폐사는 스쿠티카증(2015-2017년 평균 누적 폐사율: 56.7%)과 바이러스성출혈성 패혈증 감염(추정)(2015-2017년 평균 누적 폐사율: 8.9%)

에 의한 피해가 높은 것으로 나타났으며, 제주에서는 여윌증(2016-2017년 평균 누적 폐사율: 10.3%)에 의한 피해가 높게 나타났다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 (수산생물 방역프로그램 개발·운영 R2019058)의 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- Cho MY, Kim MS, Choi HS, Park GH, Kim JW, Park MS and Park MA.: A statistical study on infectious diseases of cultured olive flounder, *Paralichthys olivaceus* in Korea. J. Fish Pathol. 21: 271-278, 2008.
- Cho MY, Kim MS, Kwon MG, Je BY, Choi HS, Choi DL, Park GH, Lee CH, Kim JD, Lee JS, Oh YK, Lee DC, Park SH and Park MA.: Epidemiological study of bacterial diseases of cultured olive flounder, *Paralichthys olivaceus* from 205 to 206 in Korea. J. Fish Pathol. 20: 61-70, 2007.
- Jeong YU, Kang CY, Kim MJ, Heo MS, Oh DC, and Kang BJ.: Characterization of *Streptococcus* occurrence and molecular identification of the pathogens of cultured flounder in Jeju island. J Microbiol 42: 199-204, 2006.
- Jin CN, Kang HS, Lee CH, Lee YD, Lee JH, Song CB and Heo MS.: Experimental infection of *Philasterides dicentrarchi* in Juvenile Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture, 19(3): 197-204, 2006.
- Kim JW, Lee HN, Jee BY, Woo SH, Kim YJ and Lee MK.: Monitoring of the mortalities in the aquaculture farms of South Korea. J. Fish Pathol. 25: 271-27, 2012.
- Kim SM, Jun LJ, Park MA, Jeong HD and Heong JB.: Characterization of the myxosporean parasite isolated from emaciated olive flounders *Paralichthys olivaceus* on Jeju island. Korean J Fish Aquat Sci 48(3): 337-345, 2015.
- Park KP, Jun LJ, Kim SM, Park MA, Cho MY, Hwang SD, Park SH, Jeong HD and Jeong JB.: Monitoring of VHS and RSIVD in cultured *Paralichthys olivaceus* of Jeju in 2015. Korean J Fish Aquat Sci 49(2): 176-183, 2016.
- Lee DW, Jeon LJ, Kim SM and Jeong SB.: Analysis of erythromycin resistance gene in pathogenic bacteria isolates from culture olive flounder *Paralichthys olivaceus* in Jeju. Korean J Fish Aquat Sci 51(4): 397-403, 2018.
- Oak YS.: Analysis of flounder farming industries and their foresights, Monthly Maritime. 271: 44-60, 2007.
- Ogawa K and Yokoyama H.: Emaciation disease of cultured tiger puffer, *Takifugu rubripes*. Bull Aquacult Suppl 5: 65-70, 2001.
- Oh SP, Kim DH, Le JJ and Le CH.: Bacterial diseases in flounder farms of Cheju island, J. Fish Pathol. 1: 23-27, 1998.
- Park HK, Jun LJ, Kim SM, Park MA, Cho MY, Hwang SD, Park SH, Jeong HD and Jeong JB.: Monitoring of VHS and RSIVD cultured *Paralichthys olivaceus* of Jeju in 2015. Korean J Fish Aquat Sci 49(2): 176-183, 2016.
- Tun T, Ogawa K and Wakabayashi H.: Pathological changes induced by three myxosporeans in the intestine of cultured tiger puffer, *Takifugu rubripes* (Temminck and Schlegel). J Fish Pathol 25: 63-72, 2002.
- 국가통계포털 Kosis (Korean Statistical Information Service): http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EZ0008&conn_path=I2.
- 국립수산물과학원.: 수산생물 질병진단 요령. 수산생물 병성감정 지침서, 국립수산물과학원 수산방역과, pp.17-61, 2013.

Manuscript Received : Nov 30, 2018

Revised : Dec 27, 2018

Accepted : Jun 6, 2019