

연어 알파바이러스 감염증의 국경검역 필요성에 대한 고찰

유진하[†] · 조재범

국립수산물품질관리원 검역검사과

Review on the necessity of boarder quarantine to prevent introduction of salmonid alphavirus into Korea

Jinha Yu[†] and Jaebum Cho

Quarantine and Inspection Division, National Fishery Products Quality Management Service (NFQS)

Infection with salmonid alphavirus (SAV) is a serious disease that mainly affects rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared in seawater or freshwater. SAV is prevalent in European countries including Norway that exports rainbow trout and Atlantic salmon to Korea. Consequently, SAV was listed as a disease notifiable to the OIE and many salmonid-producing countries either designate SAV as their notifiable disease or do research on the development of diagnosis and epidemiology to reduce the possibility of SAV infection. Unlike other salmonid-producing countries, SAV is not listed as a notifiable disease in Korea, thereby arousing concern that SAV will get into the country through the importation of live salmonids. Under the circumstance, Korea needs to have a legal basis to take much stricter follow-up measures, including listing SAV as a notifiable disease, establishing surveillance system based on OIE standards to declare Korea free from SAV, killing infected fish and conducting fallow system against affected farms.

Key words: Salmonid alphavirus, pancreas disease, sleeping disease, rainbow trout, Atlantic salmon

연어의 알파바이러스 감염증(infection with salmonid alphavirus)은 토가바이러스(*Togaviridae*) 과 (family) 알파바이러스(genus *Alphavirus*) 속에 들어가는 RNA바이러스 감염에 의해 발생하는 질병이다(OIE 2018). 연어의 알파바이러스(SAV) 감염증은 1976년 스코틀랜드(Scotland)에서 해수양식 중인 대서양연어(*Salmo salar* L.)에서 최초로 발병하여 췌장병(pancreas disease, PD)이라는 병명으로 불렸으며, 이 후 1994년 프랑스에서 담수산 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*)에 발병하여 수면병(sleep-

ing disease, SD)이라는 이름으로도 불리게 되었다(Boucher et al., 1995; McLoughlin & Graham, 2007; Jansen et al., 2010). 세계동물보건기구(OIE)에서는 노르웨이, 영국(스코틀랜드, 잉글랜드, 북아일랜드), 프랑스, 크로아티아, 이태리, 독일, 아일랜드, 폴란드, 스페인, 스위스를 SAV감염증 발병국으로 인정하고 있다(OIE, 2018). 또한 최근에는 오스트리아에서 양식 중인 곤돌매기(*Salvelinus alpinus*)에서도 SAV감염증이 발생된 것으로 확인되었다(Lweisch et al., 2018). 유럽은 SAV 감염에 의한 유럽 내 연어과 어류 양식 산업의 피해를 우려하였고, OIE는 SAV를 국가 간 수생동물 교역에 있어 큰 부정적인 영향을 미칠 수 있는 질병으로 인정하

[†]Corresponding author: Jinha Yu
Tel: +82-51-400-5722, Fax: +82-51-400-5745
E-mail: kunydj@korea.kr

여 2014년에 OIE질병으로 지정하였으며, 이를 토대로 OIE회원국들은 SAV감염증으로부터 무병한 국가, 지역, 구역으로부터 연어과 어류의 교역이 이루어질 수 있도록 권고하고 있다. 해양수산부에서 보도한 2017년 수산물 수입통계 발표 보도자료에 따르면, 연어과 어류는 명태, 새우 다음으로 많은 양(30,272 ton/\$295,433,000)이 수입되었고 이는 2016년도 수입물량(27,537 ton) 및 수입금액(\$256,377,000) 대비 각각 9.9%, 15.2% 상승한 수치이며, 이러한 상승요인은 국내 수산물 소비수요가 고급어종으로 변화함을 의미한다고 밝힌 바 있다(해양수산부 보도자료 2017). 반면에 국립수산물품질관리원의 통계(국립수산물품질관리원 업무포털시스템, 2018)에 따르면, 2009년부터 2017년까지 국내로 수입된 살아있는 연어과 어류는 모두 발안란(eyed egg) 형태로 은연어(*Oncorhynchus kistutch*), 무지개송어가 국내로 수입이 이루어지고 있으며, 용도는 종묘생산이나 양식(이식용) 목적으로 노르웨이, 미국, 덴마크, 호주에서 수입이 이루어졌다(Table 1). 이처럼 한국은 연어과 어류에 대한 식품의 기호도가 점점 높아지고 있고, 이러한 기호를 충족시키기 위해 연어과 어류의 수입량이 점점 증가하고 있으며, 국내 연어과 어류 양식기술 개발과 생산량 증가 등을 위해 꾸준히 양식 목적의 연어과 어류 발안란의 수입이 이루어지고 있다. 이렇게 국내로 수입산 연어과 어류의 수입이 늘어나고 있는 상황 속에서, 현재 우리나라에서 실시하고 있는 연어과 어류에 대한 검역조치는 미흡한 편이다. 즉, 우리나라는 연어과 어류에 대한 검역대상 바이러스성 질병으로 전염성연어빈혈증(infection

with infectious salmon anaemia virus), 바이러스성출혈성괴혈증(viral haemorrhagic septicaemia), 유행성조혈기괴사증(epizootic haematopoietic necrosis)에 국한되어 있다. 반면에, 연어과 어류들이 SAV감염증이 발생하고 있거나 지리적으로 발병할 가능성이 높은 국가로부터 수입이 이루어지고 있음에도 불구하고 수입검역 대상 질병으로 지정되어 있지 않아, 우리나라는 연어과 어류 수입에 따른 SAV의 국내 유입 가능성이 항상 존재하고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 SAV감염증의 특징, SAV감염증 주요 발병국인 스코틀랜드 등 연어과 어류 주 양식 국가의 SAV감염증에 대한 대처현황, 시행 중이거나 시행하여야 할 SAV에 대한 국내 검역 및 방역 관련 정책들을 검토하여 국내 SAV감염증의 실증적 수입검역 조치의 필요성에 대해 기술하고자 한다.

SAV감염증의 특징

일반적인 특성

SAV는 해수 및 담수에서도 생존이 가능하며, 해산 및 담수산 연어과 어류에 체장병 또는 수면병으로 불리는 질병을 일으키는 원인체로 알려져 있다. Graham et al. (2007)은 SAV는 유기물(organic loads)이 많은 상태에서 해수와 담수에서 모두 생존할 수 있으나, 이 중 담수보다는 해수에서 장시간 동안 생존이 가능함을 확인한 바 있다. 또한 Stene et al. (2015)은 연어과 어류 사체에서 방출되는 지방성 유출액(liquid fat)에 SAV가 존재함을 확인하였고, 어류 사체에서 방출된 지방 유출액들이 수류(water current)에 의하여 SAV의 전파이동이 가능

Table 1. Annual importing volume of live salmonid fish from 2009 to 2017

Species	Origin	Annual importing volume of live salmonid fish (kg)								
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Rainbow trout	US	359	123	165	134	89	155	223	305	303
	DEN			13	20	175	134	163	152	75
	AUS		80			100				
	NOR									38
Coho salmon	CAN					32	50	61	129	
Atlantic salmon	NOR							34	65	30

US, United States; DEN, Denmark; AUS, Australia; NOR, Norway; CAN, Canada.

할 수 있음을 제시하기도 하였다. SAV는 전신감염을 유발하며, 특히 아가미와 심장, 췌장, 신장, 골격근 등을 통해 감염이 이루어지는 것으로 알려져 있다. 또한 점액이나 분변에서도 SAV 검출이 보고된 바 있다(Andersen et al., 2007; McLoughlin and Graham, 2007; Graham et al., 2012). SAV감염증의 유병율(prevalence)은 발병양식장마다 다양하다. 대서양연어 양식장의 경우, 발병 시 유병율은 약 70~100% 수준의 유병율을 보이는 것으로 알려져 있다(Graham et al., 2010). SAV에 의한 폐사율의 경우, SAV유전형(subtype, genotype)이나 계절, 어종, 해당 양식장의 차단방역시스템(biosecurity system) 등에 따라 다를 수 있으나 누적 폐사율(cumulative mortality)은 최대 50%수준까지 나타나고, 폐사는 약 1주에서 32주까지 지속될 수 있는 것으로 알려져 있다(Graham et al., 2003; Rodger and Mitchell, 2007; Ruane et al., 2008; Jansen et al., 2010; Bang Jensen et al., 2012; Jansen et al., 2014; Stene et al., 2014). Andersen et al. (2007)은 SAV 감염 6개월 이후 살아남은 어류에서도 검출되었음을 보고하였고, 이에 따라 감염된 어류들은 살처분이 되기 전까지는 SAV를 보균하고 있을 것으로 보고 있다(Jansen et al., 2010a and 2010b).

감염기작

현재까지 연구에 따르면, SAV의 감수성 품종(susceptible host)은 유럽에서 경제적으로 중요한 양식대상 어류인 대서양연어, 무지개송어, 갈색송어(*Salmo trutta* L.)로 알려져 있다. SAV감염기작에 대해서는, 현장실험(field observation) 등 다양한 연구를 통해 입증되었듯이 개체에서 개체 간으로 전파되는 수평전파(horizontal transmission) 형태를 보인다(Grhnam et al. 2007 and 2011; Kristoffersen et al., 2009; Vilijugrein et al., 2009). Kongtorp et al. (2010)은 대서양 연어를 대상으로 SAV감염실험을 시도했으며, 실험결과 부모세대에서 자손으로의 감염형태인 수직전파(vertical transmission)는 직접적으로는 발생하지 않음을 확인하였다. 이러한 SAV의 전파는 감염된 어류의 이동에 의한 것으로 알려져 있으며, 이외에도 수류 및 감염된 인근 양식장과의 근접성 등 많은 환경적 및 물리적 요인들

도 관여하고 있는 것으로 알려져 있다(Aldrin et al., 2010; Kristoffersen et al., 2009; Vilijugrein et al., 2009). 일부 SAV관련 연구문헌들에 따르면, SAV 감염증이 발병한 양식장은 과거 사료 급여량이 지나치게 많았고 물이(*Lepeophtheirus salmonis*)의 양이 많거나 전염성췌장괴사증(infection with infectious pancreatic virus: IPN)이 발병했던 사례가 있었던 곳으로, 이러한 요소들이 SAV감염증 발생과 관련이 있을 것으로 추정하고 있다 (Bang Jensen et al., 2012). Petterseon et al. (2009)는 물이에서 SAV가 검출된 적이 있으나, 다른 감수성 품종으로의 감염여부에 대해서는 아직까지 입증되지 않았음을 밝힌 바 있다.

SAV의 유전형

SAV 유전자(genome)는 단일가닥의 RNA로 2개의 ORF (open reading frames)를 가지고 있으며, 이 유전자는 총 4개의 캡시드(capsid) 당단백질(E1, E2, E3, 6K)과 4개의 비구조단백질(nsP1, nsP2, nsP3, nsP4)로 암호화되어 있다. 이 중 구조단백질인 E2와 비구조단백질인 nsP3의 핵산 염기서열에 기초하여 SAV는 총 6개의 유전형으로 나뉘고 있다(Fringuelli et al., 2008). SAV 1은 북아일랜드와 스코틀랜드에서 사육 중인 대서양연어에 발병한 췌장병의 원인체로 알려져 있고, SAV 2는 프랑스, 영국(잉글랜드, 스코틀랜드), 독일, 이태리, 스페인, 폴란드, 스위스, 크로아티아, 오스트리아에서 발생한 무지개송어 또는 곤들매기 수면병의 원인체로 알려져 있다(Boucher and Baudin-Laurencin, 1996; Castric et al., 1997; Graham et al., 2003 and 2007; Bergman et al., 2008; Smrzlić et al., 2013; Borzym et al., 2014; Schmidt-Posthaus et al., 2014; Jansen et al., 2017; Lewisch et al., 2018) SAV 2는 다시 담수 유래 SAV(SAV 2 FW)와 해수 유래 SAV(SAV 2 MW)로 구분되고 있다. SAV 2 FW는 담수에서 양식 중인 무지개송어에 수면병을 일으키는 바이러스로, SAV 2 MW는 해수에서 사육 중인 대서양 연어에서 발생하는 SAV감염증의 원인체로 구분하고 있다(Deperasińska et al., 2018). SAV 3는 노르웨이 대서양연어 양식장에서 최초로 발견되어, 노르웨이의 연어 알파바이러스 감염증의 원

Table 2. Salmonid alphavirus (SAV) subtypes (genotypes) in different countries

Subtype	Disease	Host (origin)	Country
SAV 1	PD	Atlantic salmon (sea water) Rainbow trout (fresh water)	Ireland, Northern Ireland, Scotland
SAV 2			
SAV 2 (FW)	SD	Rainbow trout (fresh water) Atlantic salmon (sea water) arctic char (fresh water)	France, Scotland, England, Germany, Italy, Spain, Poland, Switzerland, Croatia, Austria
SAV 2 (MW)	PD	Atlantic salmon (sea water)	Norway, Scotland
SAV 3	PD	Rainbow trout (fresh water) Atlantic salmon (sea water)	Norway
SAV 4	PD	Atlantic salmon (sea water)	Ireland, Northern Ireland, Scotland
SAV 5	PD	Atlantic salmon (sea water)	Scotland
SAV 6	PD	Atlantic salmon (sea water)	Ireland

인체로 알려져 있다(Hodneland et al., 2005). SAV 4, SAV 5, SAV 6는 스코틀랜드와 아일랜드 해수에서 양식 중인 대서양연어에 췌장병을 일으킨 원인체로 분류되고 있다(Fringuelli et al., 2008). SAV유전형별 지역적분포는 Table 2와 같다.

병리학적 특성

SAV에 감염된 어류는 식욕이 떨어지고, 물 표면을 느린 속도로 유영을 하게 된다. 어떤 경우에는 마치 어류가 수면을 취하고 있는 모습과 같이 수조나 가두리 바닥에 정체된 상태로 있는 모습을 보이게 된다(Borzym et al., 2014) (Fig. 1). 이러한 수면 증상을 보이는 원인은 일정한 속도로 유영할 때 사용되는 적색근의 괴사로 인한 것으로 알려져 있다(McLoughlin and Graham 2007) (Fig. 2). 내부증



Fig. 1. Rainbow trout fry (*Oncorhynchus mykiss*) naturally infected salmonid alphavirus subtype 2 (left) (McLoughlin & Graham 2007) and one-year-old rainbow trout experimentally exposed to sleeping disease virus (right) (Kerbarth Boscher et al. 2006).

상으로는 췌장의 출혈이 발생하고 복부 내에 물이 차는 복수현상 등의 증상을 보이며, 때로는 심장의 색이 창백해지거나 파열되는 증상도 나타나게 된다(OIE Aquatic manual 2018). SAV에 감염된 어류는 식욕감퇴로 인해 체구가 소형화되고 내부 지방조직이 감소되는 증상을 보이게 된다. 또한 유문수 (pyloric caeca)와 그 주변 지방조직에 점상의 출혈이 발견된다. PD의 경우, 췌장의 손상으로 인해 외

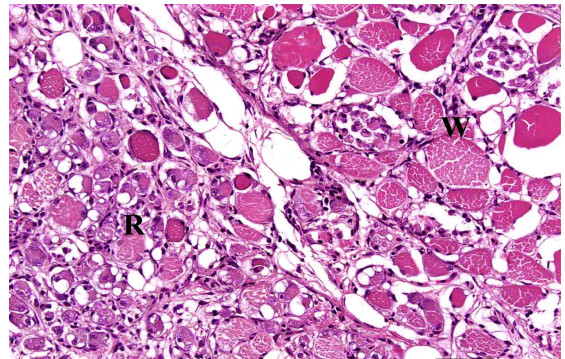


Fig. 2. Skeletal muscle tissue of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) infected with salmonid alphavirus. Red muscle (R) showing the majority of the shrunken myofibers with densely eosinophilic sarcoplasm, surrounded by moderate numbers of mononuclear inflammatory cells. White muscle (W) showing hyaline degeneration with swollen fragmented eosinophilic sarcoplasm and sarco-plasmic infiltration by phagocytic macrophage. (H&E stain, $\times 100$) (Wolf 2017.)

분비부의 세포가 감소된다. Boucher and Baudin-Laurencin (1996)은 PD와 SD에 걸린 어류의 신장을 마쇄시킨 조직액을 각각의 건강한 무지개송어에 감염시킨 결과 췌장, 심장, 골격근에 유사한 병리 조직학적 증상을 나타내는 것을 확인하였으며, 이를 통해 PD와 SD의 원인체가 같거나 유사할 것이라고 보고하였다. SAV에 감염된 어류의 췌장은 외분비 세포의 손실로 인한 괴사가 발생하며, 괴사된 조직 주위에 림프구로 추정되는 다량의 단핵세포(mononuclear cells)들의 침윤이 관찰되기도 한다(Desvignes et al., 2002; Kerbart Boscher et al., 2006) (Fig. 3). 반면에 SAV에 의해 손상된 췌장이 시간이 지나면서 정상조직으로 회복되는 경우도 있는 것으로 알려져 있다. Desvignes et al. (2002)은 대서양 연어 치어(Parr)에 SAV를 감염시킨 후 30일 간 병리학적 증상을 관찰한 결과, 감염 2일째부터 췌장의 병리학적 증상이 관찰되기 시작하여 분비세포의 손실 및 괴사, 염증세포의 침윤현상이 15일까지 지속되다가 16일째부터는 손상된 췌장세포가 점점 회복되는 현상이 확인되었음을 보고하였다. 반면에 Taksdal et al. (2007)은 SAV에 감염된 대서양 연어와 무지개송어의 심근세포가 오히려 감염초기에 회복이 되고, 아일랜드와 스코틀랜드에서 발생한 SAV감염증 사례와 달리 췌장 외분비 세포의 손실은 급성단계에서 만성단계까지 지속된다고 보고하였다. SAV에 감염된 어류의 심장조직의 병리학적 변화는 췌장조직의 괴사와 함께 또는 이후에

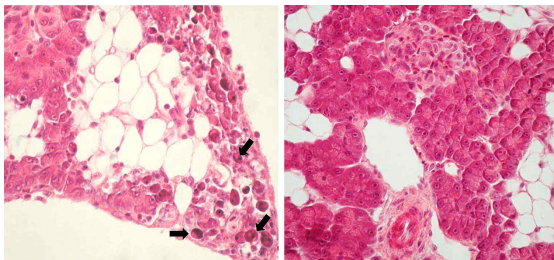


Fig. 3. Section of pancreas from sleeping disease virus experimentally rainbow trout with acute focal pancreatic acinar cell necrosis (left) and non-infected rainbow trout (right). The necrotic acinar cells are rounded and basophilic with pyknotic nuclei (arrows) in the infected fish (H&E, ×400) (Kerbar Boscher et al. 2006).

발생하는 것으로 알려져 있다. 감염된 어류의 심실(ventricle)은 치밀층(stratum compactum)과 스폰지층(stratum spongiosum)의 심근괴사(myocardial necrosis)가 발생하고, 때로는 심방(atrium)의 근조직에도 괴사가 일어난다(Taksdal et al. 2007). 괴사된 심근세포는 Hematoxylin-Eosin (H&E stain)염색 시 세포질이 호산성(eosinophilic)으로 염색되며 핵농축(pyknosis) 현상을 보이게 된다. 또한 만성단계에 접어든 감염어(무지개송어)에서는 심외막(epicardium)의 염증세포 침윤(Fig. 4)과 심근세포 핵의 비대화 또는 다핵화 등 회복현상(regeneration)이 관찰되기도 한다(Schmidt-Posthaus et al., 2014). SAV 감염증으로부터 살아남은 어류들은 일반적으로 근육의 재생속도가 느리고 성장이 부진한 증상을 보이게 되는데, 이는 SAV감염에 의해 췌장이 괴사되면서 췌장의 주요기능인 소화효소 분비의 장애로 인해 영양분 흡수 저하 등으로 식욕부진이 일어나 근육 전구세포(progenitor cell)의 손실과 함께 근육의 재생이 늦어져 성장이 부진한 현상을 보이게 되는 것으로 추정되고 있다(Biacchesi et al. 2016).

주요 연어과 어류 생산국의 SAV감염증 발병현황과 대처방법

스코틀랜드

SAV감염증은 주로 유럽과 북미지역에 한하여

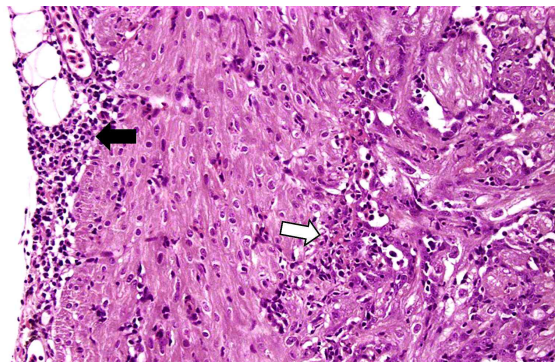


Fig. 4. Section of heart from Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) infected with salmonid alphavirus. There are lymphocytic infiltration in the epicardium (dark arrow) and within the myocardium (white arrow). (H&E stain, ×200) (Wolf 2017.)

발생하고 있는 질병이다. SAV감염증은 1976년 스코틀랜드 대서양연어 양식장에서 췌장병을 일으키는 질병으로 처음 알려졌으며, 1995년과 1997년에 각각 PD와 SD의 원인체가 SAV라는 사실이 확인되었다(Munro et al. 1984; Nelson et al. 1995; Castric et al., 1997). 스코틀랜드는 SAV감염증이 정부당국에 의무적으로 보고해야 하는 보고성 질병(notifiable disease)이 아닌 관계로 공식적 예찰프로그램 대상에 해당되지 않아 SAV검출 등에 관한 자료는 대학이나 연구소에서 실시한 자료에 의존하고 있는 실정이다(Lester et al., 2011; Kilburn et al., 2012). 이에 따라, 스코틀랜드 해양 연구소(Marine Scotland)에서는 2006년부터 2007년까지 2년 동안 104개의 송어 및 대서양연어 양식장(무지개송어 24개소, 대서양연어 80개소)을 대상으로 SAV검출여부 조사를 실시하였으며, 그 결과 무지개송어 담수양식장 6개소와 대서양연어 해수양식장 13개소에서 SAV가 검출(유병율 18%)된 것을 확인한 바 있다(Lester et al., 2011). Graham et al. (2012)은 스코틀랜드의 7개 지역 내 대서양연어 양식장을 대상으로 SAV의 유전형별 분포 현황을 조사한 결과, SAV 1, SAV 2, SAV 4, SAV 5가 모두 검출되었음을 확인하였다(Table 3). 또한 2003~2011년까지 대서양연어 양식장에서 분리된 125종의 SAV에 대한 염기서열 분석을 실시한 결과, SAV 1, SAV 2, SAV 4, SAV 5가 각각 35종, 28종, 24종, 38종으로 검출되었다고 보고하였다. 특히, SAV 1의 경우에는 스코틀랜드와 인접한 아일랜드와 북아일랜드에서도 높은 비율로 검출되어, 이미 SAV1이 자연수계와 해수 양식장에 널리 퍼진 것

으로 추정하고 있다. Lester et al. (2011) SAV 1이 무지개송어에서도 발견됨에 따라, SAV 1이 해수 양식장(대서양연어)에서 담수양식장(무지개송어)으로 전파 가능성이 있는 것으로 추정하고 있다. 2000~2009년까지 조사한 스코틀랜드 내 모든 감염성 질병에 대한 SAV감염증의 손실 규모를 보면, 2006년 94%, 2007년 86%로 높은 비율을 보이는 것으로 확인되고 있다(Kilburn et al., 2012). 또한 모든 질병(감염증, 환경성 질병, 원인불명 등)에 의한 폐사율 중 SAV감염증에 따른 폐사율의 경우, 2006년과 2007년 각각 42%, 47%의 비율을 보이는 것으로 나타났다. 스코틀랜드 지역에서의 SAV감염증은 매년 발병되고 있으며, 특히 7월부터 9월까지 발생 비율이 높은 것으로 알려져 있다. 또한 약 2~5 kg 정도 크기의 어체에서 SAV감염증 비율이 높은 것으로 확인되고 있다(Kilburn et al., 2012). 또한 유럽표준실험실(European union reference laboratory for fish and crustacean diseases : EURL)에서 설문조사 방식으로 실시한 EU회원국들 내 SAV발병현황 조사에 따르면, 스코틀랜드는 2016년 연어과 어류 54마리를 샘플링하여 SAV감염여부를 조사한 결과 7마리에서 SAV가 검출된 것으로 확인되었다(EURL 2016). 이렇게 스코틀랜드 지역에서의 SAV감염증이 지속적으로 발병되고 있음에 따라, Lester et al.(2011)은 SAV가 대서양연어와 무지개송어 간 교차감염이 이루어 질 가능성이 있음을 시사하며, 스코틀랜드 정부의 SAV감염증에 대한 차단방역(biosecurity) 시스템의 필요성을 제기하였다. 그러나 스코틀랜드 정부는 아직까지 SAV감염증을 보고성 질병으로 지정하지 않고 있다(<https://>

Table 3. Distribution of salmonid alphavirus (SAV) subtypes by geographical region in Scotland (Graham et al. 2012)

Subtype	Regions in Scotland						
	Argyll and Bute	Highlands-west	Orkney	Scotland-north-west	Shetland Islands	Western Isle-northern	Western Isles-southern
SAV 1	20	6	2	0	0	2	1
SAV 2	6	1	7	2	12	0	0
SAV 4	3	6	0	1	0	1	13
SAV 5	6	7	1	6	1	16	1
SAV 6	0	0	0	0	0	0	0
Grand total	35	20	10	9	13	19	15

www.gov.scot).

노르웨이

노르웨이는 1989년 PD라는 병명으로 SAV감염증이 처음으로 발병한 이후로 최근(2017년)까지도 SAV감염증이 발생하고 있다(Poppe et al. 1989; Jensen and Gjevre 2017). SAV 3에 의해 발병된 PD는 현재 노르웨이 북부지역의 서부해안에서 피레오그 롬스달(Møreog Romsdal)의 후스타드비카(Hustadvika) 지역까지 만연되어 있는 것으로 알려져 있으며, 2007년 11월 노르웨이 식품안전청(Norwegian Food Safety Authorities: NFSA)에서는 PD를 보고성 질병(제3종 질병, list 3)으로 지정하여 국가차원에서 관리하기 시작했다. 반면에 SAV 2에 의해 발병되는 PD는 노르웨이 중부에 위치한 대서양 양식장에서 최초로 발병하였으며, 2012년 후스타드비카로부터 쇠르트뢰넬라그(Sør-Trøndelag)와 노드트뢰넬라그(Nord-Trøndelag) 사이의 국경까지를 SAV 2에 의한 PD가 만연된 지역으로 지정되었다. 현재, 노르웨이에서 SAV 3에 의한 PD는 주로 남서부 해안지역에서 SAV 2에 의한 PD는 중서부 해안지역에서 발생하는 경향을 보이고 있다(Jensen and Gjevre 2017). 2018년 노르웨이 국립수의과학원(Norwegian Veterinary Institute)에서 발표한 2017년도 노르웨이 양식장 질병 발생상황 보고서(Hjeltnes et al. 2018)에 따르면, 2017년 한 해 동안

176개소의 양식장에서 SAV감염증(PD)이 발생된 것으로 나타났다(Table 4). 이 중 SAV 3에 의한 감염증이 발생한 양식장은 121개소로 확인되었고, 이는 전년(2016) 대비 SAV3에 의한 감염증이 발생한 양식장 수가 37개소 증가한 것으로 나타났다(Hjeltnes et al., 2018). 이러한 발생 양식장의 증가 원인에 대해 노르웨이 정부에서는 9월부터 의무적으로 실시하는 양식장 대상 SAV스크리닝(compulsory screening) 때문인 것으로 보고 있다. 반면에 SAV 2에 의한 감염증이 발생한 양식장은 55개소로 확인되었는데, 이는 전년도 발생 건수(54건)에 비해 큰 변화가 없는 것으로 확인되었다. 노르웨이는 SAV감염증에 대한 조사를 NFSA와 민간 어류건강관리기관(Fish Health Services: FHS)이 서로 협력하여 실시하고 있다. 이들 기관에서 실시한 2017년도 SAV감염증 조사결과에 따르면, 노르웨이 북부는 SAV감염증이 큰 문제가 되지 않는 것으로 나타났으나 중부지역의 경우에는 NFSA는 SAV감염증이 큰 문제가 되고 있는 것으로 판단한 반면에 FHS는 SAV감염증이 그다지 많이 발병하지 않아 심각한 문제가 되는 지역으로 판단하지 않고 있는 것으로 확인되었다. 노르웨이 중부지역 내 SAV감염증 발병에 대해서는 NFSA와 FHS가 서로 상반된 결과를 보였지만, 남부지역에서는 양 기관 모두 SAV감염증이 물이(salmon lice)와 함께 큰 문제가 되고 있는 질병으로 평가하였다(Hjeltnes et al.,

Table 4. The summary of the numbers of farming localities affected by notifiable diseases (List 2 and 3) in Norway from 2011 to 2017 (Hjeltnes et al. 2018)

Disease	List	Year							
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
ISA	2	1	2	10	10	15	12	14	
VHS	2	0	0	0	0	0	0	0	
PD	3	89	137	100	142	137	138	176	
Furunculosis in farmed salmonids	3	0	0	0	1	0	0	0	
BKD	3	3	2	1	0	0	1	1	
Francisellosis in cod	3	3	2	1	1	0	0	0	
VER	3	0	1	1	0	0	0	0	
Furunculosis in Lumpsucker	3	0	0	0	0	1	4	0	
Gyrodactylosis	3	2	0	1	1	0	0	0	
Furunculosis in wild salmonids (fresh water)	3	1	0	0	0	2	1	2	

ISA, Infectious salmon anaemia; VHS, Viral haemorrhagic septicaemia; PD, Pancreas disease; BKD, Bacterial kidney disease; VER, Viral encephalopathy and retinopathy.

2018). 이처럼 노르웨이 정부는 SAV감염증(PD)이 만연된 지역(서부해안에서 노드트뢰넬라그 까지)이 있음을 인정하고 있고, SAV감염증이 다른 지역으로의 전파를 방지하고 예찰지역내 SAV의 정착(establishment) 차단과 SAV감염증 발생지역을 줄이기 위하여 정부에서는 SAV에 대한 광범위한 스크리닝을 할 수 있도록 하는 신규 법안을 마련하여 시행하고 있다. 해당 법안에는 NFSA가 PCR, 세포배양 등을 통해 SAV감염증(PD)이 발생한 것으로 확인된 양식장에 대해 감염어들을 조기출하하거나 폐기하도록 요구할 수 있게 되어 있다. 이처럼, 노르웨이는 국가차원에서 주무관청을 통해 SAV감염증에 대해 공식적으로 관리를 실시하고 있음을 알 수 있다.

칠레

칠레는 자국의 대표 양식품종인 대서양연어, 무지개송어, 은연어 및 치누크연어(*O. tshawytscha*)를 보호하기 위해 연어과 어류에 발병하는 질병에 대해 국가차원의 예찰 등을 통해 질병관리를 하고 있다. 2008년 5월 칠레 정부는 SAV감염증을 관리대상 질병 중에서도 위험성 높은 분류군으로 지정하여 2009년부터 능동예찰방식(active surveillance)을 통해 연어과 어류 양식장을 대상으로 연 2회씩 시료채취 및 RT-PCR방법을 통해 예찰을 수행하고 있다(Lara, 2014). 현재, 칠레는 덴마크, 호주와 더불어 SAV무병국으로 알려져 있다.

국내 SAV감염증 대응 현황

우리나라는 수산생물전염병의 발생과 확산을 방지하고 수중 생태계 보호와 양식 수산물의 안정적인 생산 및 공급을 위해 ‘수산동물질병 관리법’을 2008년 12월 22일 제정하였으며, 2015년 9월 28일부로 해조류가 지정검역물로 추가되면서 ‘수산생물질병 관리법’으로 법령이 변경되어 현재까지 시행되고 있다. 현재(2017년 12월) 수산생물질병 관리법과 하위법령(시행규칙)에서 국내 관리대상 및 수입검역 대상 전염병으로 지정하고 있는 질병은 총 21종이며, 이들 질병 중에 SAV감염증은 빠져 있는 상황이다. 반면에 OIE는 SAV감염증이 연

어과 어류에 미치는 위험성을 인지하고 일부 국가에서는 SAV감염증에 대한 무병국 또는 지역이 있는 점을 고려하여, 2014년에 SAV를 OIE지정 질병으로 등재하였다(Hjeltnes et al. 2018). 이후, OIE는 SAV감염증에 대해 경제적이면서도 정확한 진단법을 확립하고 국가 간 연어과 어류의 교역을 통한 SAV의 전파를 막기 위하여 지속적인 회원국들 및 전문가 단체(ad hoc group)들과의 논의를 통해 SAV감염증에 대한 OIE규약과 진단매뉴얼을 보완해 나가고 있다. 이러한 국제기구의 노력에 동참하고 SAV감염증으로부터 국내 송어를 포함한 연어과 어류 양식 산업을 보호하기 위해, 국립수산물품질관리원에서는 국내 대학의 연구진들과 함께 ‘수산생물 검역기준 설정을 위한 수입위험분석 연구사업’을 통하여 ‘수산생물 수입위험분석 실시 방법 및 절차에 관한 고시(제2017-11호) (NFQS Notification 2014-9, revised 2017-11 : Method and procedure for import risk analysis on aquatic life creatures)’에 따라 SAV감염증(연어의 알파바이러스병)에 대한 수입위험분석을 진행한 바 있다(국립수산물품질관리원 2015). 수입위험분석 중 첫 번째 단계에 해당하는 위해요소 확인(hazard identification) 결과, SAV감염증은 OIE지정질병이며, 국내에서는 현재까지 발병된 보고가 없다는 점, SAV에 대한 감수성 품종(특히, 무지개 송어)이 우리나라에서 양식이 이루어지고 있는 등의 여러 근거자료들을 통해 SAV가 국내 유입 시 우리나라 송어 등 연어과 어류 양식 산업에 경제적 및 사회적으로 큰 부정적인 영향이 있을 것이라고 판단하여 SAV를 위해요소로 지정하였다(Table 5). 다음 단계인 위험평가(risk assessment)는 이식용(발안란, 자어, 치어, 친어) 활어와 식용 목적으로 수입되는 활어로 구분하여 진행되었다. 이식용 활어의 경우, 현재까지 SAV가 수직감염을 통해 친어에서 발안란으로 전파가 될 가능성은 과학적 근거자료가 불충분하나, 자어(fry)나 치어(fingerling) 또는 친어(broodstock)의 수입 시 물과 함께 국내로 SAV가 유입될 수 있다는 점과 2013년 6월 스위스에서 SAV에 감염된 어류(무지개 송어)의 출처가 현재 우리나라에 발안란을 주로 수출하고 있는 주요 국가인 덴마크라는 점, SAV는 해수와 담수에서 모두 생존이 가능하

Table 5. Result of hazard identification on infection with salmonid alphavirus (SAV)

Susceptible species	Geographical distribution (Worldwide and Korea)	OIE-listed (Yes/No)	Expected to cause significant disease in Korea	Subtypes	Transmission	Proper vaccination (Yes/No)	Potential hazard (Yes/No)	Comments
Rainbow trout Atlantic salmon Brown trout	Worldwide: Croatia, England, France, Germany, Italy, Ireland, Northern Ireland, Norway, Poland, Scotland, Spain, Switzerland	Yes	Yes	6 types	Transmission of SAV is horizontally but vertical transmission can not be ruled out.	No	Yes	SAV is listed as a disease notifiable to the OIE. SAV has been found in commercially important salmonid fish (e.g. rainbow trout and Atlantic salmon) in current trading countries and expected trading countries at relatively high prevalence. This pathogen complied with the criteria described in the NFQS Notification 2014-9, revised 2017-11 and was identified as a hazard for risk assessment.
	Korea is considered as a free country from SAV because the disease occurrence was not reported for the past decade.							

고, 우리나라로 발안란을 수출하는 국가(덴마크, 노르웨이, 미국)의 무병국(또는 지역) 또는 그에 준하는 관리를 하고 있는 지에 대한 확인이 불분명하다는 등의 근거들을 기반으로 하여 연어과 어류 수입을 통해 SAV가 국내로 유입 시 이에 따른 부정적인 영향이 높은 것으로 확인되었다. 반면에, 식용 활어의 경우에는 국내로 수입 시 가공단계를 거쳐 판매되고, 이 때 나오는 내장이나 혈액 등의 부산물은 하수처리장으로 유입되어 SAV가 살아남을 가능성은 낮기 때문에 이식용으로 수입되는 활어류보다는 식용 활어류의 수입을 통해 SAV가 국내 자연수계나 양식장에 유입되어 국내 양식장이나 자연수계의 어류에 노출될 가능성은 매우 낮은 것으로 평가되었다(Fig. 5 and 6). 이에 따라 이식용으로 국내에 수입되는 연어과 어류에 대한 SAV감염증의 적정보호수준(Appropriate Level of Protection : ALOP) 설정과 이에 맞는 수입검역 조치가 필요한 것으로 나타났다. 국립수산물과학원에서는 SAV감염증으로부터 국내 연어과 어류 양식 산업 보호를 위해 ‘수산생물방역체계 구축 사업’의 일환으로 2016년부터 국내 무지개송어, 연어, 산천어 등 연어과 어류 양식장을 대상으로 SAV감염증 모니터링을 지속적으로 실시하고 있으며, 현재까지 SAV검출이 된 사례는 없는 것으로 확인되고 있다.

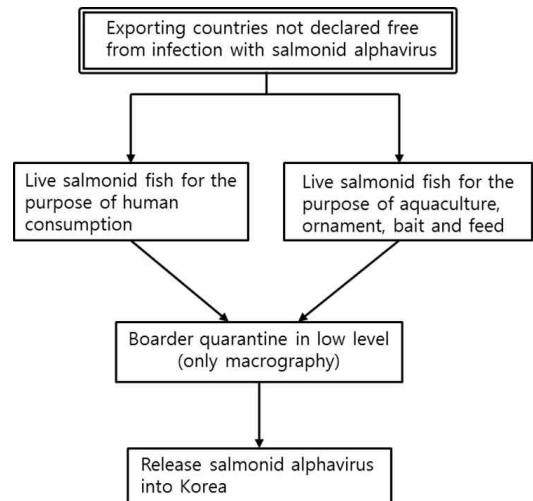


Fig. 5. Entry pathway of salmonid alphavirus.

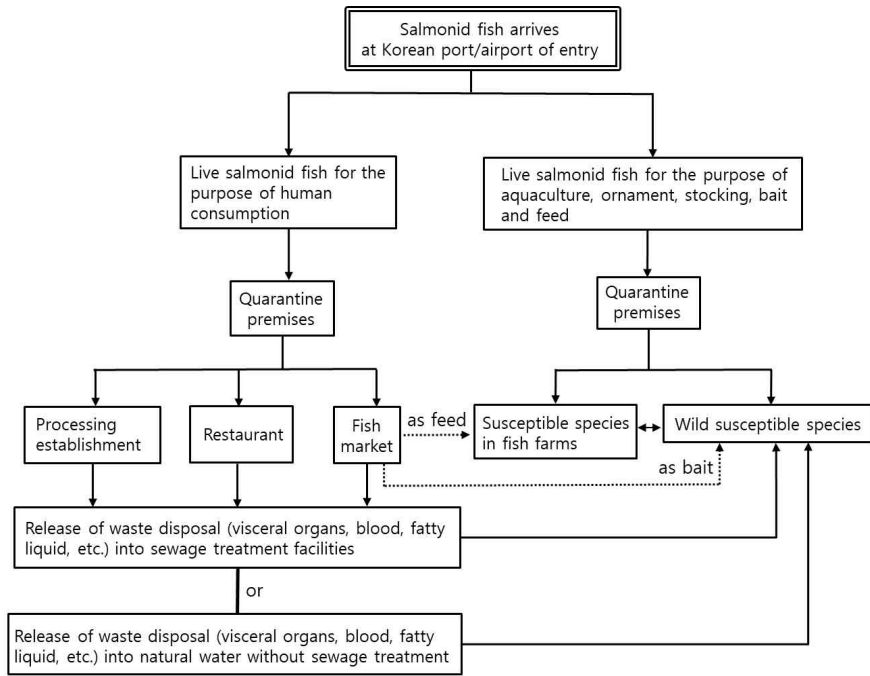


Fig. 6. Exposure pathway of salmonid alphavirus.

SAV감염증 수입검역 기준 설정을 위한 향후 과제

법정 전염병으로 등재

세계무역기구(WTO)에서 발효한 위생 및 식물 위생조치의 적용에 관한 협정문(WTO/SPS협정문) 제2.3조에 따르면, 수입국은 자국의 위생조치와 유사한 수출국에 자의적이고 부당한 차별적 조치를 적용할 수 없도록 되어 있다(WTO 1995). 즉, 수입국은 수출국에 자국이 시행하고 있는 위생조치(국내방역 조치)보다 높은 수준의 조치(수입검역 조치)를 부여하여 수입국과 수출국 간 위생조건의 차별을 금지해야 한다는 의미이다. 이에 따라, 우리나라는 SAV감염증이 현재 법정전염병으로 지정되어 있지 않은 관계로 국내 관리가 이루어지지 않고 있는 질병이다. 국립수산물품질관리원에서는 SAV감염증에 대한 모니터링을 실시하고 있으나, SAV감염증은 국내에서 법정전염병으로 지정되어 있지 않은 관계로 국내에서 공식적으로 관리하고 있는 질병이라고 국제적으로 주장하기에는 다소 어려운 측면이 있다. 또한 해당 모니터링은 연어과

어류가 주 양식 및 관광산업인 강원지역에 한하여 이루어지고 있는 점 또한 수출국에 SAV감염증에 대한 무병 증명서 등 수입요건을 부과하기에도 어려움이 있다. 이에 따라, SAV를 수입검역 대상 질병으로 지정하기 위해서는 첫째, SAV감염증을 수산생물질병 관리법에 관리대상 질병으로 등재시킬 필요가 있다. 따라서 수산생물질병 관리법 시행규칙 제2조제1호에 SAV감염증을 추가할 필요가 있다. SAV감염증을 신속하게 시행규칙에 추가하기 위해서는 관계부처(해양수산부)와 산하기관(국립수산물품질관리원, 국립수산물과학원)은 SAV감염증이 국내 양식장과 수계환경에 미칠 여러 영향들을 평가하고, 이 후 대학 및 연구소 등 전문기관들과 양식업계 등 이해당사자 집단들과의 충분한 협의를 거쳐 SAV감염증을 법정 전염병으로 지정할 지에 대한 검토가 필요하다.

무병국 또는 무병지역 선포를 위한 공식 예찰활동 확대

SAV감염증을 법정 전염병으로 지정하기 위해서는 국내 양식장 및 자연수계를 대상으로 하는

광범위한 공식적 예찰(수동 또는 능동예찰)이 수행되어야 한다. 현재 예찰활동은 강원지역에 한정하여 진행되고 있다. 이러한 예찰활동은 강원지역 내 예찰대상 양식장에 대하여 SAV감염증에 대한 무병양식장(구역)으로 선포하기에는 적절하다고 생각되나(단, 종묘장부터 육성장까지의 SAV의 무화 검사를 통한 질병관리 추적이 가능할 경우에만 해당) 무병국이나 지역으로 선언할 수 있는 수준까지 도달하기에는 예찰활동의 범위가 좁은 것이 현실이다. 따라서 현재 예찰활동의 범위를 강원지역 뿐만 아니라 송어 등 양식이 활발하게 진행되고 있는 경북, 충북, 경기, 전북, 경남, 충남까지 확대시켜야 하며, 가능하면 자연수계에 서식하는 연어과 어류에 대한 SAV검출여부 조사도 실시하는 등 한국을 무병국가(청정국가)으로 선포할 수 있도록 최대한의 과학적 근거를 마련할 필요가 있다. 이와 더불어 종묘생산장에서 육성장까지 SAV감염증에 대한 검사 의무화 제도를 시행한다면, 우리나라가 SAV무병 양식장이 존재함을 인정받을 수 있는 가능성 또한 높아질 것이다. 물론, 무병국이나 무병 지역 또는 무병양식장(무병구역)으로 지정받기 위해서는 SAV감염증이 발생한 양식장에 대해서는 이동제한 조치보다는 살처분 및 양식장 휴어제(fallowing) 명령 등의 강력한 조치도 뒤따라야 할 것이다. SAV감염증에 대한 무병국 또는 무병지역으로 인정받기 위해서는 국내에서 생산된 연어과 어류의 지역 간 이동 시 반드시 질병검사가 의무화되어야 하는 조치가 필요하다. 현재, 국내 무지개송어 생산은 6개 지역(경상북도, 충청북도, 경기도, 전라북도, 경상남도, 충청남도)에서 이루어지고 있다(국립수산물품질관리원 2015). 이에 따라, 각도에서는 SAV감염증으로부터 도내의 무지개송어 양식 산업을 보호하기 위하여, 타 지역으로부터 들어오는 무지개송어 알, 종묘, 육성어, 친어 등에 대한 SAV감염증 질병검사를 통해 무병여부를 입증하고, 무병으로 입증된 무지개송어에 한해서만 도내 양식장으로 입식이 가능하도록 하는 자치법규(조례, 훈령 등)를 마련할 필요가 있다. 또한 향후 질병 발생 시 원활한 역학조사(epidemiological survey)가 수행될 수 있도록, 종묘에서 친어까지의 이력을 알 수 있는 “유통 이력추적제”도 검토할 필요

가 있다.

강력한 검역조치 시행

SAV감염증이 법정전염병으로 지정되면, 검역당국에서는 조속히 한국으로 연어과 어류를 수출하는 국가에 대하여 SAV감염증이 무병함을 증명하는 서류(검역증명서)를 의무적으로 제출하도록 요구하여야 한다. 또한 우리나라가 SAV감염증에 무병한 국가임을 국제기구(OIE)를 통해 인정받게 된다면, 수출국에게 더욱 더 강력한 검역조치(예, 수출국 현지조사를 통한 SAV감염증 관리실태 평가 등)를 취할 수 있을 것이다. SAV에 대한 검역조치는 활연어과 어류에 대하여 실시하며, 용도별로는 이식용과 식용으로 구분하여 시행할 필요가 있다. 이식용 연어과 어류의 경우, 국내로 수입 시 곧바로 양식장으로 입식이 이루어지기 때문에, 만약 해당 어류들이 SAV에 감염이 되었다면 이는 바로 양식장과 인근 자연 수계로 SAV가 전파될 가능성이 높다. 노르웨이 식품안전과학위원회(Norwegian Scientific Committee for Food Safety)에서는 SAV가 친어에서 알로 전파가 될 위험성(수직감염의 위험성)이 무시할 만한 수준이라고 결론지었다(OIE Aquatic Manual 2018). 그러나 이들 어류들은 운송용수(transportation water)와 함께 양식장으로 입식될 수 있고 이러한 운송용수 안에 존재하는 SAV가 발안란 표면에 오염될 수 있는 가능성이 있기 때문에, 이식용으로 수입되는 연어과 어류에 대해서는 높은 수준의 검역조치가 필요할 것이다. 이식용 어류의 경우에는 SAV감염증이 발생하지 않은 국가로부터만 수입을 허용하는 것이 좋은 방법이라고 생각된다. 그러나 현재 국제사회에서는 수출입 국가 간 교역의 마찰을 줄이고 원활한 교역 증진을 위해 무병국보다는 무병지역 또는 무병구역 인정을 통한 수출입 허가가 주로 이루어지고 있는 상황을 고려한다면, SAV가 발병한 국가라 하더라도 이들 국가가 정부차원에서 공식 질병관리 프로그램을 통해 지역별 SAV감염증을 관리하고 있다면, 무병지역에 한하여 수입을 허가하는 방법도 고려해 볼 수 있을 것이다. 단, 이들 국가가 OIE 권고안에 따라 SAV감염증으로부터 무병한 지역이나 구역(양시장)이 선포가 되었는지를 파악하기

위해 사전 현지조사나 설문서 등을 통한 관련 정보 등을 입수하여 면밀한 검토가 이루어져야 할 것이다. 만약, 부득이하게 SAV감염증이 발병한 국가, 지역 또는 양식장에서 수입을 할 상황이라면 해당 국가로부터 수입되는 어류에 대해서는 수출국 정부기관에서 발급한 검역증명서를 통해 SAV로부터 감염되지 않았음을 확인하여야 할 것이고, 이와 더불어 OIE규약(OIE 2018)에서 권고하고 있는 SAV 무병국이 아닌 국가로부터 양식용으로 수입되는 살아있는 수생동물에 대한 수입방법(Importation of live aquatic animals for aquaculture from a country, zone or compartment not declared free from infection with salmonid alphavirus in Article 10.5.8. of Aquatic code 2018)을 참고하여 격리검역 및 정밀검사를 통한 철저한 국경검역이 필요할 것이다. 반면에 식용으로 수입되는 어류에 대해서는 이식용보다는 다소 완화된 검역조치를 취할 수 있을 것이다. 식용 어류의 경우, 양식장이 아닌 식당이나 가공시설로 이동하기 때문에 국내 양식장이나 자연수계로 직접 SAV가 유입되어 국내 연어과 어류에 노출될 가능성은 낮다고 볼 수 있다. 즉, SAV는 어체 가공 시 하수구를 통해 흘러들어가기 때문에 하수처리장에서의 소독 등의 과정을 거쳐 살아남을 확률이 적다고 보기 때문이다. 따라서 식용의 경우, 수출국으로부터의 검역증명서 요구 및 국경검역 시 무작위 시료채취를 통한 정밀검사 등 이식용보다는 다소 낮은 수준의 검역조치를 취하여도 무방할 것으로 보인다. 그러나 Stene et al. (2016)이 제안한 것처럼, SAV는 어체 내 내장 제거 시 유출되는 액체성 지방을 통해 수계로 퍼질 가능성이 있기 때문에 가공시설이나 식당에서 처리된 부산물 등은 반드시 소각처리를 하거나 자연수계에 버려지지 않도록 하는 주의가 필요하다. 또한 부산물 또는 식용으로 수입된 어류들이 양식장에서 사료용으로 사용하거나 낚시터에서 미끼용을 사용되지 않도록 해야 할 필요가 있다.

외래성 질병관리 규정 마련

현재까지 우리나라는 SAV감염증이 발생되지 않는 국가로 판단됨에 따라 SAV감염증은 외래성 질병(exotic disease)으로 간주할 수 있다. 물론, 외

래성 질병으로 간주하기 위해서는 국내 양식장을 대상으로 하는 강력한 방역조치 및 외래성 질병 관리에 대한 별도의 규정 마련과 함께 외래성 질병 발생 시 초기에 대응할 수 있는 실용적인 행동 요령 지침 (외래질병 조기경보시스템 시행 지침)등 마련이 필요하다. SAV감염증 관리에 대해서는 노르웨이와 칠레가 좋은 사례가 될 수 있을 것으로 보인다. 노르웨이 정부는 자국 내 SAV가 만연된 질병으로 인정하고 있으나, 무병지역을 찾고 더 이상 SAV의 전파가 이루어지지 않기 위해 그리고 최종적으로 SAV무병국으로 인정받기 위해 관련법을 제정하는 등 정부차원에서의 적극적인 대응이 이루어지고 있다. 칠레의 경우에도, 자국의 주요 양식품종인 연어과 어류 보호를 위해 SAV를 위험성이 높은 질병군으로 분류하여 능동예찰(active surveillance)을 통해 철저하게 관리를 하고 있다. 스코틀랜드는 노르웨이나 칠레와 달리, SAV를 보고성 질병으로 지정하고 있지 않으나, 자국 내 SAV감염증의 확산을 방지하기 위해 많은 연구자들이 SAV전파에 대한 역동학, 병리학, 백신 개발 등 광범위한 조사와 연구를 진행하고 있다. 따라서 우리나라도 조속한 시일 내에 SAV감염증을 법정 전염병으로 지정하여 SAV감염증에 대한 국내 양식장 및 자연수계 예찰프로그램을 활성화하고, 이와 더불어 수출국에 대한 SAV감염증 무병증명 요구 등의 검역조치가 필요할 것으로 사료된다. 또한, 국경검역 현장과 국내 양식장에서 SAV를 신속히 진단할 수 있도록 검역관 및 방역관들의 역량 향상 교육 등의 시스템 개발도 필요할 것으로 보인다.

References

- Aldrin, M., Storvik, B., Frigessi, A., Viljugrein, H. and Jansen, P. A.: A stochastic model for the assessment of the transmission pathways of heart and skeleton muscle inflammation, pancreas disease and infectious salmon anaemia in marine fish farms in Norway. *Prev. Vet. Med.*, 93, 51-61, 2010.
- Andersen, L., Hodneland, H. and Nylund, A.: No influence of oxygen levels on pathogenesis and virus shedding in Salmonid alphavirus (SAV)-challenged Atlantic salmon (*Salmar salar* L.). *Virol. J.*, 7, 198,

- 2010.
- Bang Jensen, B., Kristoffersen, A. B., Myr, C., and Brun, E.: Cohort study of effect of vaccination on pancreas disease in Norwegian salmon aquaculture. *Dis. Aquat. Org.*, 102, 23-31, 2012.
- Bergmann, S. M., Fichtner, D., Riebe, R. and Castric, J.: First isolation and identification of sleeping disease virus (SDV) in Germany. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.*, 28, 148-156, 2008.
- Biacchesi, S., Jouvion, G., Mèroux, E., Boukadiri, A., Desdoutis, M., Ozden, S., Huerre, M., Ceccaldi, P. and Brémont, M.: Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscle satellite cells are targets of salmonid alphavirus infection. *Vet. Res.*, 47, 3-10, 2016.
- Borzym, E., Maj-Paluch, J., Stachnik, M., Matras, M. and Reichert, M.: First laboratory confirmation of salmonid alphavirus type 2 (SAV2) infection in Poland. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 58, 341-345, 2014.
- Boucher, P. and Baudin-Laurencin, F.: Sleeping disease and pancreas disease: connective histopathology and acquired cross-protection. *J. Fish Dis.*, 19, 303-310, 1996.
- Castric, J., Baidin-Laurencin, F., Brémont, M., Jeffroy J., Le Ven, A. and Béarzotti M.: Isolation of the virus responsible for sleeping-disease in experimentally infected rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.*, 17, 27-30, 1997.
- Deperasińska, I., Schulz, P. and Siwicki, A. K.: Salmonid alphavirus (SAV). *J. Vet. Res.* 62, 1-6, 2018.
- Desvignes, L., Quentel, C., Lamour, F. and Le Ven, A.: Pathogenesis and immune response in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr experimentally infected with salmon pancreas disease virus (SPDV). *Fish Shellfish Immunol.*, 12, 77-95, 2002.
- European union reference laboratory for fish and crustacean diseases (EURL): Report on survey and diagnosis of fish diseases in Europe 2016, 1-73, 2016.
- Fringuelli, E., Rowley, H. M., Wilson, J. C., Hunter, R., Rodger, H. D. and Graham, D. A.: Phylogenetic analyses and molecular epidemiology of European salmonid alphaviruses (SAV) based on partial E2 and nsP3 gene nucleotide sequences. *J. Fish Dis.*, 31, 811-823, 2008.
- Graham, D. A., Jewhurst, V. A., Rowley, H. M., McLoughlin, M. F. and Todd, D.: A rapid immunoperoxidase-based neutralization assay for salmonid alphavirus used for a serological survey in Northern Ireland. *J. Fish Dis.*, 26, 407-413, 2003.
- Graham, D. A., Rowley H. M., Fringuelli, E., Bovo, G., Manfrin, A., McLoughlin, M. F., Zarza, C., Khalili, M. and Todd, D.: First laboratory confirmation of salmonid alphavirus infection in Italy and Spain. *J. Fish Dis.*, 30, 569-572, 2007.
- Graham, D. A., Fringuelli, E., Rowlet, H. M., Cockerill, D., Cox, D. I., Turnbull, T., Rodger, H., Morris, D. and McLoughlin, M. R.: Geographical distribution of salmonid alphavirus subtypes in marine farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Scotland and Ireland. *J. Fish Dis.*, 35, 755-765, 2012.
- Hjeltnes, B., Bang-Jensen, B., Bornø, G., Haukaas, A. and Walde, C. S.: The health situation in Norwegian aquaculture 2017. Annual summary of fish health in Norway, Norwegian Veterinary Institute report series no. 1b, 2018.
- Hodneland, K., Bratland, A., Christie, K. E., Endresen, C. and Nylund, A.: New subtype of salmonid alphavirus (SAV), Togaviridae, from Atlantic salmon, *Salmo salar* and rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* in Norway. *Dis. Aquat. Org.*, 66, 113-120, 2005.
- Jansen, M. D., Taksdal, T., Wasmuth, M. A., Gjerset B., Brun, E., Olsen, A. B., Breck, O. and Sandberg, M.: Salmonid alphavirus (SAV) and pancreas disease (PD) in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in freshwater and seawater sites in Norway from 2006 to 2008. *J. Fish Dis.*, 33, 391-402, 2010a.
- Jansen, M. D., Wasmuth, M. A., Olsen, A. B., Gjerset, B., Modahl, I., Breck, O., Haldorsen, R. N., Hjelmeland, R. and Taksdal, T.: Pancreas disease (PD) in sea-reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Norway; a prospective, longitudinal study of disease development and agreement between diagnostic test results. *J. Fish Dis.*, 33, 723-736, 2010b.
- Jensen B. B., Gjevne A.: The surveillance programme for pancreas disease (PD) in 2017. Annual report 2017. Norwegian Veterinary Institute.
- Jansen M. D.; Bang Jensen B.; McLoughlin, M. F.; Rodger, H. D.; Taksdal, T.; Sindre, H.; Graham, D. A. and Lillehaug, A.: The epidemiology of pancreas disease in salmonid aquaculture: a summary of the current state of knowledge. *J. Fish Dis.*, 40, 141-155, 2017.
- Kerbarth Boscher, S., McLoughlin, M., Le Ven, A., Cabon, J., Baud, M., Castric, J.: Experimental transmission of sleeping disease in one-year-old rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Welbum), induced by sleeping disease virus. *J. Fish. Dis.*, 29, 263-273.
- Kilburn, R., Murray, A. G., Hall, M., Bruno, D. W., Cockerill, D. and Raynard, R. S.: Analysis of a com-

- pany's production data to describe the epidemiology and persistence of pancreas disease in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) farms off Western Scotland. *Aquaculture*, 368-369, 89-94, 2012.
- Kongtorp, R. T., Stene, A., Andreassen, P. A., Aspehaug, V., Graham, D. A., Lyngstad, T. M., Olsen, A. B., Olsen, R. S., Sandberg, M., Santi N., Wallace, C. and Breck, O.: Lack of evidence for vertical transmission of SAV3 using gametes of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., exposed by natural and experimental routes. *J. Fish Dis.*, 33, 879-888, 2010.
- Lara, M.: Alphavirus, PRV and PMCV situation in Chile, Trination meeting, Trodheim, February 2014.
- Lester, K., Black, J. and Bruno, D. W.: Prevalence of salmonid alphavirus in Scottish fish farms from 2006 to 2007. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.*, 31, 199-204, 2011.
- Lewis, E., Frank, T., Schachner, O., Friedl, A. and El-Matbouli, M.: First confirmation of salmonid alphavirus infection in arctic char *Salvelinus alpinus* and in Austria. *Dis. Aquat. Org.*, 130, 71-76, 2018.
- McLoughlin, M. F. and Graham, D. A.: Alphavirus infections in salmonids-a review. *J. Fish Dis.*, 30, 511-531, 2007.
- Munro, A. L. S., Ellis, A. E., McVicar, A. H., Mclay, A. H. and Needham, E. A.: An exocrine pancreas disease of farmed Atlantic salmon in Scotland. *Helgoländer Meeresunters*, 37, 571-586, 1984.
- Nelson, R., McLoughlin, N., Rowley, H., Platten, M. A. and McCormick J. I.: Isolation of a toga-like virus from farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* with pancreas disease. *Dis. Aquat. Org.*, 22, 25-32, 1995.
- OIE 2018: Infection with salmonid alphavirus, Manual of diagnostic tests for aquatic animals, 2018.
- Petterson, E., Sandberg, M. and Santi, N.: Salmonid alphavirus associated with *Lepeotheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) from Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *J. Fish Dis.*, 30, 511-531, 2009.
- Rodger, H and Mitchell, S.: Epidemiological observations of pancreas disease of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Ireland. *J. Fish Dis.*, 30, 157-167, 2007.
- Schmidt-Posthaus, H., Diserens, N., Hjortaas, M. J., Knüsel, R., Hirschi, R. and Taksdal, T.: First outbreak of sleeping disease in Switzerland disease signs and virus characterization. *Dis. Aquat. Org.*, 111, 165-171, 2014.
- Smrzlič, I. V., Kapetanović, D., Valić, D., Teskeredžić, E., McLoughlin, M. F. and Fringuelli, E.: First laboratory confirmation of sleeping disease virus (SDV) in Croatia. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.*, 33, 78-83, 2013.
- Stene, A., Bang Jensen, B., Knutsen, Ø., Olsen, A. and Viljugrein, H.: Seasonal increase in sea temperature triggers pancreas disease in Norwegian salmon farms. *J. Fish Dis.*, 37, 739-751, 2014.
- Stene A., Hellebø, A., Viljugrein, H., Solevåg, S. E., Devold, M. and Aspehaug, V.: Liquid fat, a potential abiotic vector for horizontal transmission of salmonid alphavirus?. *J. Fish Dis.*, 39, 531-537, 2016.
- Taksdal, T., Olesen, A. B., Bjerkås, I., Hjortaas, M. J., Dannevig, B. H., Graham, D. A. and McLoughlin, M. F.: Pancreas disease in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* K., and rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), in Norway. *J. Fish Dis.*, 30, 545-558, 2007.
- Poppe, T., Rimstad, E. and Hyllseth, B.: Pancreas disease of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) post-smolts infected with infectious pancreatic necrosis virus (IPNV). *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.*, 9 83-85, 2011.
- Viljugrein, H., Staalstrøm, A., Molvær, J., Urke, H. A. and Jansen, P. A.: Integration of hydrodynamics into a statistical model on the spread of pancreas disease (PD) in salmon farming. *Dis. Aquat. Org.*, 88, 35-44, 2009.
- Wolf, J. C.: Wednesday slide conference 2016-2017. Conference 25 (17 May 2017). 1-24, 2017.
- WTO: Agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures. World Trade Organisation, Geneva, 1995.
- 국립수산물품질관리원 업무정보포털시스템, 수산물 검역통계, 2018.
- 국립수산물품질관리원: 수산생물 검역기준 설정을 위한 수입위험분석, pp. 575-636, 2015.
- 해양수산부 보도자료 2017: 해수부, '17년 수산물 수입통계 발표, 2018년 2월 21일, 해양수산부 통상 무역협력과
- 해양수산부 수산물 수입통계 2017.

Manuscript Received : Sep 3, 2018

Revised : Sep 30, 2018

Accepted : Oct 1, 2018