

전염성연어빈혈증(Infectious salmon anaemia) 바이러스의 국내 유입 가능성 저감을 위한 연어과 어류 수입조건 개선안

유진하[†]

국립수산물품질관리원 장항지원

A study on the improvement of import conditions for salmonid fish to reduce the possibility of entry of infectious salmon anaemia virus

Jinha Yu[†]

*Janghang Regional Office, National Fishery Products Quality
Management Service (NFQS), Republic of Korea*

As Korea declared that the entire country is free from ISA (Infectious salmon anaemia) based on the OIE aquatic code in 2019, it is necessary to improve the import quarantine system that meets the level of ISA management in Korea. Currently, Korea imports Atlantic salmon and rainbow trout from countries which have history of ISA outbreak such as Norway and the United States, so there is a constant possibility that trade with these countries will bring ISAV (Infectious salmon anaemia virus) into Korea. Therefore, some amendments to the Aquatic Life Diseases Control Act (ALDCA) are needed to prevent the entry of ISAV into the Korea through international trade. The amendment to the ALDCA should contain a list of countries, zones or compartments that the Korean competent authority has allowed or banned imports of ISA-susceptible fish. In addition, the subordinate statutes or administrative rules of the ALDCA need to be revised so that on-site inspections/audit can be conducted for the evaluation of the ISA management system in exporting countries. After the revision of the subordinate statutes or administrative rules, it is necessary to strengthen the present import conditions in line with those that meet the level of ISA management in Korea. As for the strengthened import conditions, the competent authorities of exporting countries must export only salmonid fish produced in zones or compartments declared freedom of ISA to Korea, and must prove through lab-testing that ISAV should not be detected in the fish exporting to Korea. In addition, official veterinarians/fish health professionals of the exporting country should check the health status of the fish within 72 hours prior to export. Also, competent authorities of the exporting countries must attest that fish storage containers and water, ice and other equipment used for transportation should be cleaned and disinfected to avoid contamination with pathogens, including ISA. Therefore, the proposed measures presented here will further improve the current import condition for salmonid fish and assist decision-making on strategies to reduce the risk of ISA introduction into Korea. Also, it is expected to contribute to maintain the status of ISA-free country.

Key words: Infectious salmon anaemia, salmonids, import condition, ISA

[†]Corresponding author: Jinha Yu
Tel: +82-41-956-7398 , Fax: +82-41-956-3961
E-mail: kunydj@korea.kr

우리나라는 수산동물질병 발생과 확산을 방지하고 수산동물의 안정적인 생산과 공급 및 수생태계 보호 등을 위하여 2007년에 수산동물질병 관리법을 제정하였다. 이후 해조류(해산종자식물)와 냉동·냉장 수산제품이 수산생물의 범위에 포함됨에 따라 2011년부터는 법령명이 수산생물질병 관리법으로 개정되었다. 수산생물질병 관리법(령)에서 지정하고 있는 법정전염병 중 어류에 해당하는 전염병은 총 9종이 있으며, 이중 유럽과 북미 등에서 문제를 일으키고 있는 전염성연어빈혈증(Infectious salmon anaemia, ISA)도 포함되어 있다. 세계동물보건기구(the World Organisation for Animal Health, OIE)에서는 1995년에 ISA를 주요 관리대상 질병으로 지정하여, 현재까지 진단매뉴얼, 양식장 질병관리, 검역차차 권고안을 정기적으로 검토하여 개정하는 등 국제 교역을 통한 ISA의 전파방지를 위하여 다각적인 노력을 기울이고 있다(OIE 2019; Miller and Cipriano, 2003).

ISA의 원인체인 전염성연어빈혈증 바이러스(Infectious salmon anaemia virus, ISAV)는 Orthomyxoviridae의 Isavirus 속에 들어가는 RNA성 바이러스이다(Kawaoka *et al.* 2005). 국립수산물품질관리원(National Fishery Products Quality Management Service, NFQS) 통계자료에 따르면, 우리나라는 양식을 위해 대서양연어와 무지개송어 발안란(eyed egg)을 주로 노르웨이, 미국, 덴마크로부터 수입하고 있다(Table 1). 특히, 노르웨이와 미국은 ISA가 발병한 국가로 알려져 있으며, 이들 국가로부터 연어과 어류를 수입하고 있다는 의미는 ISA가 연어과 어류 교역을 통해 국내로 유입될 가능성이 상시 존재한다고 볼 수 있다.

OIE는 ISA의 감수성 품종(ISA-susceptible species)으로 대서양연어(*Salmo salar*), 브라운송어

(*Salmo trutta*) 및 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*)를 지정하고 있으며, 이들 감수성 품종들에 대한 교역은 ISA감염증으로부터 청정한 국가(country)나 구역(zone) 또는 구획(compartment)에서 이루어지도록 권고하고 있다.

그러나 이러한 OIE 권고와는 달리, 우리나라는 ISA 청정지역에서 생산된 ISA 감수성품종만 수입을 허가하는 방식이 아닌, ISA 발병유무에 관계없이 모든 국가에 대해 ISA감수성품종 수입을 허가하고 있다. 또한, 해당품종이 우리나라 국경에 도착하면 PCR이나 세포배양법을 이용한 정밀검사 방식으로만 수입검역 합격 여부를 결정하고 있을 뿐이다. 우리나라는 현재 OIE로부터 ISA청정국 지위를 획득한 상태이며, 청정국 지위를 계속해서 유지하기 위해서라도 국내로 수입되는 ISA감수성품종에 대한 수입조건을 다소 개선할 필요가 있다. 수입조건을 개선하기 위해서는 반드시 과학적 타당성을 기반으로 한 여러 개선안들이 마련되어야 하며, 마련된 개선안들에 대한 검역 정책자들의 충분한 검토가 반드시 이루어져야 할 것이다. 특히, 검역 정책자들이 ISA를 비롯하여 외래질병의 국내 유입 차단을 위한 효과적이고 실용적인 검역 정책을 수립하기 위해서는 해당 질병의 특징을 이해하고, 해당 질병이 국내 양식장에 발생 시 초래될 수 있는 경제적 피해 정도를 추정할 필요가 있다. 또한, 해당 질병에 대한 주요 교역국의 질병 관리상황을 파악하여, 이를 기반으로 국내 관리상황에 맞는 수입검역 조건을 마련할 필요가 있다. 따라서 본 저자는 우리나라의 연어과 어류 등 ISA 감수성품종에 대한 수입조건이 조속한 시일 내에 개선될 수 있도록 여러 문헌들을 통해 ISA의 일반적 특징을 조사하고, ISA가 국내 송어양식장에 발생 시 초래될 손실추정액과 주요 교역국(노르웨이,

Table 1. Annual importing volume of live salmonid fish from 2015 to 2019

(unit: kg)

Fish	Origin	Year				
		2015	2016	2017	2018	2019
Rainbow trout	NOR			38		
	US	223	305	303	207	274
	DEN	163	152	75	194	45
Atlantic salmon	NOR	34	65	30	30	

NOR, Norway; US, United States; DEN, Denmark.

미국)의 ISA관리실태 등을 분석하여 국내 ISA관리 수준에 부합하는 ISA 수입조건 개선안을 제시하고자 한다.

전염성연어빈혈증(ISA)의 일반적 특징

ISAV는 지질막(lipid membrane)을 갖는 외피형 바이러스(enveloped virus)이며, 바이러스 핵(nucleus)에는 8개의 RNA 분절계놈(segmented genome)이 있는 100 nm 정도 크기의 음성가닥 RNA 바이러스(negative single-stranded RNA virus)다. ISAV의 핵에 있는 8개의 분절계놈(segment 1~8)은 각각 특수한 단백질을 암호화(encoding)하고 있는데, 그 중 분절가닥 5에서 암호화하는 F 단백질(fusion protein)과 분절가닥 6에 의해 암호화되는 HE 단백질(haemagglutinin-esterase)이 외막에 존재한다(Rimstad and Markussen, 2019). 바이러스 외막 안쪽에는 분절가닥 8에 의해 암호화되는 M1 단백질(matrix protein)이 바이러스 중심부(core)와 외막을 연결하고 있다. ISAV는 외막에 존재하는 HE 단백질이 숙주(host) 세포막에 존재하는 사이알릭산 잔기(acetyl group of 4-O-acetylated sialic acids)를 수용체로 인식하여, 세포 내로 침입하는 특징을 가지고 있다(Hellebo *et al.*, 2004; Cottet *et al.*, 2010; Rimstad and Markussen, 2019). 세포에 사이알릭산 잔기를 소유하고 있는 어종에는 과거 우리나라에서 시험양식이 성공한 사례가 있는 은연어(*Oncorhynchus kisutch*)도 포함되어 있다. 또한, 은연어는 심장뿐만 아니라 간, 신장, 비장의 내피세포와 아가미 내피 및 상피세포(epithelial cell)에도 사이알릭산 잔기가 존재하고 있고, 심지어 적혈구에도 사이알릭산 잔기가 있는 것으로 알려져 있다. ISAV 외막에 있는 HE 단백질이 숙주 세포막의 수용체와 결합이 이루어지면, 수용체 매개 내포작용(receptor-mediated endocytosis) 작용을 통해 세포 내부로 바이러스 진입이 이루어지고, F 단백질을 이용하여 바이러스의 외막과 엔도솜 막의 융합(fusion)을 일으켜 세포질 내로 들어가게 된다(Elias sen *et al.*, 2000; Aspehaug *et al.*, 2005; Cottet *et al.*, 2011). HE 단백질을 암호화하는 HE 유전자(분절가닥 6)에는 유전자 변이가 주로 일어나는 35개의 아미노산으로 구

성된 HPR (highly polymorphic region)이라는 부위가 있는데, 이 HPR의 염기서열(gene sequences)과 아미노산의 배열형태(amino acid patterns)에 따라 고독성(high virulent) ISAV와 저독성(low virulent) ISAV로 구분이 이루어진다(Aamelfot *et al.*, 2014). HPR 염기서열 중 337번째 Valine (³³⁷Val)에서 372번째 Methionine (³⁷²Met)까지의 부위들이 결실(deletions)되거나 F단백질의 266번째 Glutamine (Q₂₆₆)이 leucine (L₂₆₆)로 치환된 ISAV를 HPR-deleted ISAV라고 불리고 있다(EFSA 2012). 반면에 HPR 염기서열들이 결실 없이 배열된 ISAV는 HPR0 ISAV라 한다. 따라서 숙주(대서양연어, 무지개송어, 브라운송어)에 감염되었을 때 임상적 증상이 나타나면 HPR-deleted ISAV에 의한 것이며, 반면에 감염이 일어나도 임상적 증상이 없을 시에는 HPR0 ISAV 감염에 의한 것으로 여겨지고 있다. HPR-deleted ISAV에 감염된 숙주는 아가미 빈혈이 발생하게 되고, 때로는 아가미 혈관 속에 혈류가 정체(blood stasis)되는 현상도 일어나게 된다(OIE aquatic manual 2019). 이밖에도 안구돌출(exophthalmia), 복부의 팽만과 출혈(abdominal skin hemorrhages) 및 비늘 주머니의 부종(oedema)이 발생하는 경우가 있다. 대서양연어의 경우, HPR-deleted ISAV에 감염 시에는 활력이 떨어지고 가두리 망(wall of the net pen) 쪽 근처에서 힘없이 유영하는 모습이 확인되기도 된다. 또한, 식욕부진으로 인해 소화관은 텅 비어있는 개체도 볼 수 있다. ISAV에 감염된 개체들의 체강에는 황색 또는 피가 섞인 붉은 체액들로 가득 차 있는 증상이 관찰되기도 한다. 더불어 부레의 부종과 비장의 종대(swollen) 및 간의 담적화(dark red liver) 증상도 확인될 수 있다. 신장은 진한 적색을 나타내면서 크기가 커져 있으며, 신장을 절개하면 체액성 물질이 흘러나오는 현상이 확인되기도 한다. 장의 경우, 유문수와 장의 내벽 점막층(intestinal wall mucosa)에는 울혈 증상이 나타난다. 골격근의 경우에는 점상 출혈이 나타나기도 한다. HPR-deleted ISAV에 감염된 대서양연어의 경우, 일일 폐사율은 0.5~1.0%로 그리 높지 않은 편이나 초여름과 겨울철에 폐사율이 높아지는 경향이 있고, 심할 때는 몇 달 내에 누적 폐사율(cumulative mortality)이 90% 이상에 달하기

Table 2. Production volume, production price and gross price of farmed salmonid fish in Korea from 2017 to 2019

Year	Production volume (ton)	Production price (KRW)	Gross price (KRW/kg)
2019	3,285	27,318,781,000	8,507
2018	3,128	29,070,219,000	9,169
2017	3,358	30,324,124,000	9,123

KRW: Korean won (₩)

도 한다(OIE aquatic manual 2019).

ISA 발생에 따른 국내 피해 추정치

수산정보포털(수산통계)에 따르면, 최근(2017년~2019년) 3년간 국내 양식장에서는 약 3,257 ton의 송어류가 생산된 것으로 확인되고 있다(www.fips.go.kr). 또한, 최근 3년간(2017년~2019년) 송어류의 산지 가격의 경우, 한국해양수산개발원(KMI) 수산관측센터의 관측통계에 따르면 산지 가격의 연도별 평균가격이 약 8,933원/kg로 집계되었다(Table 2)(www.foc.re.kr). 이에 따라, 외국에서 ISAV가 국내 송어양식장으로 유입되어 질병을 유발하였을 때 발생하는 손실금액 추정치(estimates of financial losses) 범위는, 대략 14억원(폐사율 5%)~260억원(폐사율 90%) 정도로 예상된다(Table 3). 따라서 국내 송어류 평균 생산금액이 300억 원에 육박한다는 점을 고려했을 때, 송어양식장에서 ISA가 발병한다면 이에 따른 생산량 손실에 의한 피해금액은 상당할 것으로 예상된다. Park(2019)은 국내 송어양식장을 순환여과식(recirculating system)과 유수식(running water system)으로 구분하여 평균 3년간(2015~2017)의 경영성과를 분석하였는데, 그 결과 순환여과식의 총운영비(total operating expenses)는 180,004,000원(순이익은 96,048,000원), 유수식양식장은 86,384,000원(순이익 15,456,000원)으로 나타났다(Table 4). 또한, 생존율에 따른 수익 민감도를 순현재가치(Net Present Value, NPV)로 산출한 결과, 순환여과식의 경우 생존율이 65% 이상, 유수식은 생존율이 85% 이상 시에 경제성이 있는 것으로 나타났다(Table 5). 따라서 ISAV 감염으로 국내 송어양식장에 발생하는 폐사율이 약 15~35% 정도가 되면 경제적 피해가 발생할 것으로 예상하는데, 특히 순환여과식 양식장의 피해가 더

Table 3. Estimates of financial losses due to ISA outbreak in rainbow trout farm

Mortality rate (%)	Annual death toll (kg)	Estimates of financial losses (KRW)
5	162,850	1,454,739,050
10	325,700	3,151,115,750
15	488,550	4,363,770,500
20	651,400	5,818,956,200
25	814,250	7,273,695,250
30	977,100	8,728,434,300
35	1,139,950	10,183,173,350
40	1,302,900	11,638,805,700
45	1,465,650	13,092,651,450
50	1,628,500	14,547,390,500
55	1,791,350	16,002,129,550
60	1,954,200	17,456,868,600
65	2,117,050	18,911,607,650
70	2,279,900	20,366,346,700
75	2,442,750	21,821,085,750
80	2,605,600	23,275,824,800
85	2,768,450	24,730,563,850
90	2,931,300	26,185,302,900

- Annual death toll = production volume in average for recent 3 years from 2017 to 2019 × mortality rate
- Estimates of financial loss = gross price in average for recent 3 years from 2017 to 2019 × annual death toll

KRW: Korean won (₩)

욱 클 것으로 여겨진다.

국내 및 주요 교역국 ISA 관리상황

국내 상황

우리나라는 수산생물질병 관리법이 시행된 이후로 중앙정부와 지방자치단체 간의 협업을 통해 송어 양식장을 중심으로 정기적인 ISA 예찰활동을 실시하는 등 철저한 질병 관리가 시행되고 있

Table 4. Average operating cost of rainbow trout farms for the last 3 years from 2015 to 2017 (Park 2019)

Contents	Recirculating system		Running water system	
	cost (KRW)	percentage (%)	cost (KRW)	percentage (%)
seed	44,910,000	25	17,513,000	20
feed	77,039,000	42	31,196,000	36
electric	11,770,000	6	6,300,000	7
fuel	975,000	1	375,000	0
facility maintenance	10,000,000	6	5,000,000	6
full-time staff salaries	13,250,000	7	13,250,000	15
part-time staff salaries	2,750,000	1	2,750,000	3
provisions for staff	1,000,000	1	1,000,000	1
liquid oxygen	5,000,000	3	3,000,000	4
public charge and tax	1,500,000	1	500,000	1
depreciation	10,530,000	6	4,650,000	5
pharmaceuticals	350,000	0	450,000	1
management	1,000,000	1	400,000	1
total operating expenses	180,004,000	100	86,384,000	100
net profit	96,048,000		15,456,000	

KRW: Korean won (₩)

Table 5. Net present value (NPV) based on survival rates in rainbow trout farms over the last three years from 2015 to 2017 (Park 2019)

Survival rate (%)	Net Present Value (KRW)	
	Recirculating system	Running water system
45	-184,722,000	-199,767,000
55	-18,624,000	-135,859,000
65	147,474,000	-71,950,000
75	313,572,000	-8,042,000
85	479,670,000	55,866,000
95	645,768,000	119,775,000

KRW: Korean won (₩)

다. 특히, 국내 양식장 예찰 및 질병 관리 등 방역을 책임지고 있는 해양수산부 국립수산물과학원은 ISA에 대한 국제 숙련도 테스트(proficiency test)에 정기적으로 참여하여 ISA 정밀검사 역량 등을 꾸준히 유지해나가고 있다(국립수산물과학원에서 수행하는 수산생물 전염병 방역 업무 등은 2021년 3월 1일부로 국립수산물품질관리원으로 이관되었다). 2008년부터 조기경보시스템(the early warning system)을 구축하여, ISA 발생 시에 신속하게 방역관들을 발병지역(양식장)에 파견하여 질병 검사와

후속 방역 조치를 수행토록 하고 있다. 국립수산물과학원은 우리나라를 ISA 청정국으로 지정하기 위하여 국제기준(OIE)에 따라 2011년부터 2019년 상반기까지(약 8년간) 국내 연어과 어류(무지개송어, 대서양연어) 양식장을 대상(연평균 약 53개 연어과 어류 양식장)으로 광범위한 예찰(targeted surveillance)을 진행하였으며, 어떠한 양식장에서도 ISAV가 검출되지 않았음을 확인하였다. 이러한 결과들을 기반으로 우리나라는 OIE로부터 ISA 청정국임을 공식적으로 인정(self-declaration of freedom from ISA)받게 되었다(<https://www.oie.int>).

주요 교역국(노르웨이 및 미국) 상황

우리나라로 수입이 이루어지는 ISA 감수성 품종으로는 무지개송어와 대서양연어가 있으며, 형태는 모두 양식을 목적으로 수입되는 발안란이다. 무지개송어 주요 교역국은 미국이며, 대서양연어는 현재 노르웨이에서만 수입이 이루어지고 있다. 무지개송어와 대서양연어는 모두 ISA 감수성 품종으로 알려져 있으나, 감수성 품종 증명 방식에는 다소 차이가 있다. 무지개송어의 경우, ISAV를 인위적으로 감염시켰을 때 체내에 ISAV가 증식됨이 밝혀짐으로써 ISA에 감수성이 있음이 확인된 경

우다. 반면에 대서양연어는 ISA의 인위적 감염 없이 자연적 감염을 통한 임상 증상 발현 등을 통해 감수성이 있는 것으로 확인된 경우다(Thorud and Djupvik, 1988; Mullins *et al.*, 1998; Lovely *et al.*, 1999; Nylund *et al.*, 2003). 따라서 무지개송어와 대서양연어에 대한 적절한 ISA 검역 조치 방안을 마련하기 위해서는 무엇보다도 우리나라로 이들 품종을 수출한 이력이 있는 국가, 특히 ISA 발병한 적이 있거나 발병하고 있는 국가들의 ISA 관리상황을 파악하는 것이 중요하다. 따라서 우리나라로 ISA 감수성 품종을 수출한 이력이 있으며, ISA 발생사례가 있는 노르웨이와 미국에 대한 ISA 관리상황을 기술하였다.

1) 노르웨이

ISA는 1984년 노르웨이에서 양식 중인 대서양연어에서 처음으로 발병되었으며, 1990년대 초에는 발병 건수가 연 80건 이상으로 최대치에 이르게 된다(Jansen and Falk, 2019). 1980년대 말에서 1990년대 초, 노르웨이 정부는 ISA 전파를 차단하기 위하여, 노르웨이의 수산생물 검역 및 방역 주관청인 식품안전청(Norwegian Food Safety Authority, NFSA)을 통해 ISA에 대한 다양한 방역 조치(biosecurity measures)를 시행하게 된다. 현재, ISA는 노르웨이의 법정전염병으로 지정되어 있어 양식장은 ISA가 발병된 것으로 추정될 경우 반드시 NFSA에 발병 의심 신고를 해야 한다. NFSA는 양식장으로부터 ISA 발병 의심 보고를 받게 되면, 담당 검사관들을 해당 양식장에 보내어 ISA에 감염된 것으로 의심되는 개체들을 수거하여 노르웨이 국립수의과학원(Norwegian Veterinary Institute, NVI)으로 송부해 정밀검사를 의뢰한다. 정밀검사 결과 ISA 감염이 확인될 경우, NFSA는 해당 양식장에 대한 이동제한, 격리 등의 방역조치를 시행하고 OIE에 ISA 발병보고를 하게 된다.

NFSA는 자국 내 ISA 청정지역(zone)을 확보하거나 기존에 확보된 ISA 청정지역을 지속해서 관리 유지하기 위하여, 매년 연어과 어류 양식장을 대상으로 정기적인 예찰을 시행하고 있다. 이미 ISA 청정지역으로 지정된 곳은 청정지위를 계속 유지하기 위한 예찰이 정기적으로 진행된다. 즉,

매년 ISA 청정지역에 있는 양식장들을 대상으로 양식장별로 60마리의 시료를 채취하여 ISA 검사를 진행하는 방식으로 관리가 진행된다. NFSA는 매년 2회씩 종묘생산장(hatchery sites), 친어장(broodstock sites), 육성장(on-growing sites)을 방문하여 ISA 검사를 하는데, 친어장의 경우에는 최소 4개월 간격으로 ISA 검사가 이루어진다. 이렇게 NFSA에서 1년 동안 해당 양식장들에 대한 ISA 검사가 완료되면, 이후에는 민간 어류건강관리기관인 FHS(Fish Health Service)가 예찰에 참여하여 해당 양식장에 대한 ISA 발병 여부를 검사한다. FHS는 양식장마다 최대 3개월 간격으로 매년 6회씩 정기적으로 ISA 검사를 시행한다. 만약 ISA 청정지역 내에 있는 양식장 중에서 한 곳이라도 ISAV가 검출될 때에는, 해당 지역의 ISA 청정지역 지위는 상실된다.

내륙지역(land sites)에 있는 양식장을 ISA 청정구획(compartment)으로 지정받기 위해서는 6개월 간의 휴식년제(fallow)가 이루어진 후 2년간의 시료 채취(연간 시료 60마리)가 동반되는 ISA 검사가 이루어져야 하며, 검사 결과 ISAV가 검출되지 않았음이 최종적으로 확인되어야 한다.

반면에 해안지역(sea sites)이 ISA 청정지역으로 지정받기 위해서는, 해당 지역 내에 있는 모든 양식장을 대상으로 2년간의 시료 채취(연간 양식장별 시료 150마리)가 동반된 ISA 검사가 이루어져야 한다. 기존에 ISA 청정지역으로 지정된 곳을 해안지역으로까지 청정지역 범위를 넓히고자 한다면, 넓히고자 하는 지역에 대하여 시료채취(연간 양식장별 시료 수 150마리)가 동반된 ISA 검사가 2년 동안 이루어져야 한다.

노르웨이는 자국의 식품생산안전법(the law on food production and food safety)에 따라 ISAV중에서도 병원성이 존재하는 HPR-deleted ISAV만 보고성 질병(notifiable disease)으로 지정하여 관리가 이루어지고 있다. 양식장에 ISAV (HPR-deleted ISAV)가 검출되면, 발병 양식장을 포함한 주변 지역을 격리지역으로 설정하고 방역 조치 및 예찰 등 방역조치가 시행된다. NFSA는 발병지역에 대한 예찰을 진행하게 되는데, 발병지역 내 모든 양식장으로부터 매달 1회씩 시료를 채취하여 표적예

찰(targeted surveillance)을 시행한다. 표적예찰 시 진행되는 시료 채취는 NFSA 소속 검사담당 공무원이나 양식장에서 별도로 고용한 직원이 실시하고, ISA 발병이 의심되면 즉각적으로 NVI에 시료를 보낸다. NVI는 PCR을 통해 ISAV 검출 여부를 확인하고 검출 시에는 유전자 염기서열 분석을 통해 검출된 ISV가 HPR-deleted ISAV인지를 확인한다. 추가 연구를 위해 조직검사와 바이러스 배양 검사가 이루어진다. 2015년부터 2019년까지 노르웨이의 ISA 발생 건수는 Table 6과 같다.

NFSA는 영국으로 연어과 어류 수출을 위해 유럽자유무역연합(European Free Trade Association, EFTA)으로부터 ISA 등 질병 관리에 대한 현지실사를 받은 바 있다. EFTA는 현지실사를 통해, 노르웨이 일부 양식장이 ISA 청정지역 지위가 취소되었음에도 불구하고 NFSA에서 관리하는 ISA 청정지역 목록에는 여전히 포함된 점 등을 문제 삼아 노르웨이 정부의 ISA 청정지역(구역, 구획 포함) 설정 및 해제 관련 정보 업데이트의 신속성이 부족함을 지적한 바 있다. 또한, 양식장 예찰에 필요한 시료 채취가 NFSA 검사관들이 아닌 양식장에서 고용한 전담 직원에 의해 이루어지고 있는 사실을 근거로 시료 채취에 대한 공정성과 신뢰성의 문제를 제기하였다. 그 밖에도 ISA 청정지역으로 지정 받은 양식장이 지속해서 청정지위를 유지하기 위해서는 예찰횟수가 최소 1년에 2회 이상이 이루어져야 하나 노르웨이는 생산기간 동안 예찰횟수가 2회에 그치고 있다는 점(ISA 청정지역에 대한 관

리방안 부재), ISA 발병이 의심되는 양식장에 대한 최종 검사 결과가 나올 때까지는 해당 양식장과 더불어 인근 주변 양식장에 대한 봉쇄조치(containment measure)가 이루어지지 않는 점 등을 지적한 바 있다(EFTA 2019).

2) 미국

미국은 1999년 메인(Maine) 주(州)에서 처음으로 ISA가 발생하여 경제적 손실을 겪은 바 있다(USDA APHIS Veterinary Services 2017). 이후 ISA로 인한 수생태계와 자국 내 연어 양식업 보호 등을 위하여 2002년부터 미국 농무부(the United States Department of Agriculture, USDA) 산하의 동식물검역소(Animal and Plant Health Inspection, APHIS), 메인 주의 해양자원국(the Maine Department of Marine Resources, DMR), APHIS에서 인증한 수의사(APHIS-accredited veterinarians, AV), APHIS에서 승인한 진단 실험실, 국립수의연구소(the National Veterinary Services, NVS) 및 대서양연어 양식어가들과 함께 ISAV 방역프로그램인 ISAV-CP (ISAV control program)를 시행해 오고 있다. ISAV-CP는 예찰(surveillance), 정밀검사(lab testing), 질병발생 신고(disease reporting), 방역(disease control and biosecurity), 격리(quarantine), 사체 처리(depopulation) 및 피해 어가들에 대한 보상금 지급(indemnity)으로 이루어져 있다.

예찰의 기본조건으로는 총 5가지가 있다. 첫째로, 예찰대상 양식장은 메인 주에서 인증한 수의사들과 계약을 체결해야 하고, 계약된 수의사들은 해당 양식장이 ISAV-CP에 참여하여 방역프로그램이 제대로 가동될 수 있도록 관리해야 한다. 둘째, 수의사들은 양식장을 대신하여 ISAV-CP 지침에 따라 예찰을 시행해야 한다. 셋째, 예찰 대상 양식장은 양식이 이루어지는 해안지역, 선박(vessel), 필요시에는 가공시설(processing plant)까지도 차단 방역 지침(biosecurity protocol)을 마련하여 시행하여야 한다. 넷째, DMR로부터 지속적인 양식장 질병관리 실태 조사를 받아야 한다. 마지막으로 ISAV-CP에 참여하기 위해서는 양식장은 ISA의 벡터(vector)로 알려진 물이(sea lice) 구제를 위한 유해충 통합관리 계획(Integrated Pest Management

Table 6. ISA outbreak (cases) in Norway from 2015 to 2019

Regions	Year				
	2015	2016	2017	2018	2019
Rogaland			1	1	2
Hordaland	1		2	5	1
Sogn of Fjordane				1	
Møre og Romsdal	2		3	1	1
Trøndelag		3	1		1
Nordland	9	8	2	3	1
Troms	2		1	2	3
Finnmark	1	1	4		1
Total	15	12	14	13	10

Plan)을 수립하여야 한다. ISAV-CP에 참여하는 양식장은 의무적으로 상기의 5가지 조건에 따라 관리가 이루어져야 한다.

ISAV-CP는 ISA 발병지역에 대한 관계 당국의 신속한 방역 조치, 역학조사, 정밀검사 및 관련 행정명령 등의 조치를 위하여 ISAV-CP 대상 지역을 6개의 등급(category)으로 나누어 관리가 이루어진다. 등급 1(category 1)에는 잠정적으로 ISA가 검출되지 않은 양식장이 해당한다. 등급 1에 속하기 위해서는 양식장은 매월 진행되는 ISAV 예찰(정밀검사 포함) 시, 최소한 2개월 이상 HPR-deleted ISAV가 검출되지 않아야 한다. 등급 2(category 2)는 예찰 과정 중 ISAV가 검출된 양식장에 적용되는 것으로, 해당 양식장은 7일 이내에 검출된 ISAV가 HPR-deleted ISAV에 해당하는지를 염기서열 분석을 통한 확인이 이루어져야 한다. 염기서열 분석 결과, 검출된 ISAV가 HPR0 ISAV로 확인이 되었을 때는 해당 양식장은 등급 1에 포함된다. 이외에 등급 2에 포함되는 양식장이라 하더라도 격주(biweekly)로 진행되는 예찰 결과 4회 연속으로 ISAV가 검출되지 않았을 때는 ISA 기술위원회(ISA Technical Board)와의 논의를 통해 해당 양식장이 등급 1에 포함될 수 있는지를 결정할 수 있다. 등급 3(category 3)은 ISAV-CP에 참여하는 수의사들에 의해 ISAV (HPR-deleted ISAV)가 검출되었음이 공식적으로 확인된 양식장들에게 적용된다. ISAV 검출 공식 확인은 정밀검사를 통해 이루어지는데, 한 개의 수조나 가두리에 있는 개체 중에서 RT-PCR, 면역형광항체법(Immuno-fluorescence antibody test, IFAT), 염기서열 분석을 통해 2마리 이상의 개체들이 HPR-deleted ISAV 양성으로 확인이 되어야 한다. 같은 양식장 내 다른 가두리 또는 수조에서도 해당 분석방법을 통해 ISAV가 검출되면, 해당 양식장은 등급 3에 적용된다. DMR은 등급 3에 해당하는 양식장에 대하여 ISAV에 감염된 개체들을 제거하도록 명령하고, 양식 어가들은 관계 당국과의 협의를 통해 현장 중심의 ISA 통제 및 관리조치들을 시행하게 된다. 등급 3에 해당하는 양식장에서 임상 증상 발현 등 ISA가 발병된 것으로 확인되면, 해당 양식장은 4등급(category 4)으로 내려가게 된다. 등급 4에 해당하는 양식장의 가두

리(수조)별 폐사율이 하루 평균 0.05%로 1주일 이상 지속할 경우, 해당 양식장은 5등급(category 5)으로 내려가게 된다. 등급 6(category 6)은 2~5등급 사이에 있는 양식장 중, ISAV 발병 통제를 위하여 휴한(fallowing, 休閑)에 들어간 양식장이 해당한다. 미국 메인 주에서 시행하는 ISAV-CP 대상 등급별 양식장 기준은 Table 7과 같다. 예찰 주기는 월별, 격주별, 주별로 구분된다. 월별로 시행되는 예찰은 등급 1에 포함되는 양식장에 해당하고, 격주로 진행되는 예찰은 등급 2에 포함되는 양식장에 적용된다. 주별로 수행되는 예찰은 등급 3~5까지 해당하는 양식장에 적용된다. 만약 6등급에 해당하는 양식장이 양식 활동을 재개하기 위해서는 연어 입식 후 6개월 이내에 예찰이 반드시 진행되어야 한다.

수의사들은 매월 예찰 계획에 따라 양식장별로 최대 10마리의 시료를 채취하며, 필요에 따라 수의사의 재량으로 시료 채취 수를 늘릴 수 있다. 채취된 시료는 APHIS가 인정한 실험실로 이송되어 RT-PCR, IFAT, 세포배양(cell culture), 염기서열 분석을 통해 ISAV 감염 여부를 확인한다. 실험실에서는 RT-PCR 결과 ISAV가 검출된 것으로 의심이 되면 해당 수의사, DMR, APHIS 및 NVS에 신속하게 보고를 한다. 이후, NVS는 해당 양생 시료를 염기서열 분석을 통해 확진하고, 염기서열이 ISAV로 판정될 경우 해당 수의사는 24시간 이내에 AV와 DMR에 그 결과를 보고한다.

ISAV-CP 대상 양식장에 대해서는 최소 연 1회 이상 ISA에 대한 방역시스템이 제대로 가동되고 있는지에 대한 감사(audit)가 이루어진다. 이러한 감사를 통해 양식장은 방역시스템의 보완점 등 개선 여부 필요사항을 점검하게 된다. 특히 등급 2~5에 해당하는 양식장은 대해서는 잦은 감사가 이루어질 수 있다. 만약 가공시설이 등급 2~5에 속하는 양식장에서 생산된 연어를 사용하여 가공할 때는 해당 가공시설도 감사대상에 포함된다.

ISAV 감염에 따른 사체 처분은 모두 DMR관리하에 이루어진다. 폐사가 발생한 양식장은 DMR에서 제시한 기간 내에 사체처리를 하여야 하며, 만약 날씨 변화 등 부득이한 사정으로 지정된 기간 내에 사체처리가 불가능할 때는 DMR에 폐사체 처

Table 7. ISAV control program (ISAV-CP) categories and description in Maine

Category	Category Description
Category 1 (presumed negative)	HPR-deleted ISAV has not been detected within at least the previous two months in a net-pen or site participating in active ISAV monthly surveillance testing; considered negative for ISAV.
Category 2 (suspect)	Any variant of ISAV has been detected in a net-pen or site by a least one diagnostic test in at least one fish; considered suspect and needing further evaluation within 7 days
Category 3 (infected)	ISAV has been detected in at least two fish from a single net-pen by at least two official diagnostic tests, one of which includes a HPR-deleted sequence result. For subsequent detections in other (previously negative) net-pen at the same site, a net-pen may also be designated Category 3 based on one fish positive both by two tests and one fish positive by virus isolation (from a different tissue pool) - both fish must have one HPR-deleted sequence result.
Category 4 (diseased)	As for Category 3 above, plus clinical disease is present (as diagnosed by an accredited veterinarian).
Category 5 (diseased)	As for Category 4 above, plus mortality consistent with clinical ISA is present at the average rate of 0.05% per net-pen population per day over one week.
Category 6	Net-pen or site previously classified as Category 2 through 5 has been fallowed.

리 기간 연장을 신청해야 한다. 사체처리는 최소 일주일에 1회 이상 이루어져야 하며, 폐사나 임상 증상 등이 보이는 개체가 많을수록 사체처리 횟수는 늘어난다. 사체 보관함(mort container)은 파손이나 균열이 없어야 하고 반드시 덮개가 있어야 하며, 사체 수거 등에 사용된 장비나 기구들은 사체 용임을 표시하여야 한다. 또한, 사체 보관함은 사용 후 반드시 소독이 이루어져야 한다. 수거된 사체는 폐기 등 후속처리가 이루어져야 하는데, 부득이하게 양식장 내에 일정 기간 이상 보관이 필요할 때는 사료 저장시설로부터 멀리 떨어진 곳에 보관이 이루어져야 한다. 사체 수거는 인근 양식장이나 해역에 유출되지 않도록 처리되어야 하며, 연방이나 주 당국에서 법적으로 승인한 쓰레기매립장, 퇴비시설 또는 가공시설로 이동되어야 한다.

등급 3~5에 해당하는 양식장에서 수거된 활어 상태의 감염 개체들을 가공시설로 이동시킬 때에는 이동 과정 중에 용수가 소독 등 처리 없이 외부 환경으로 유출되지 않도록 해야 한다.

격리는 DMR 위원회의 관리로 이루어지는데, 격리 조건으로는 3가지가 있다. 첫째, 생물보안 계획(biosecurity plan)이 시행되어야 한다. 둘째 격리 장소로의 출입은 엄격히 제한된다. 셋째, 격리 대상

의 개체들을 다른 곳으로 이동시킬 때에는 사전에 DMR과 AV의 승인이 반드시 있어야 한다. 마지막으로 DMR과 AV의 허가 없이는 어떠한 장비나 선박도 격리장소로 들어갈 수가 없다. 양식장에 대한 격리 해제는 양식장이 ISAV-CP 기준을 모두 충족함과 동시에 양식장 설비와 기구들이 세척과 소독이 이루어졌을 때만 가능하다.

ISAV-CP에 참여한 양식장에서 ISAV 감염으로 살처분 대상에 포함되는 양식장은 정부 당국으로부터 피해보상을 받을 수 있다. 보상비용은 살처분된 개체들의 마릿수에 따라 적절한 평가를 통해 결정이 이루어진다. 살처분 대상이 상품 규격(시장에 판매되기 위해 출하되는 크기, marketable size) 개체들이 아닐 경우에는 폐사율과 종묘 입식량 등에 대한 종합적인 평가를 통하여 보상비가 책정된다. 반면에 상품 규격에 해당하는 개체들은 평균 시중 가격을 고려하여 법적으로 책정된 보상액이 지급되며, 필요하면 살처분 대상 개체들을 인양할 때 소요된 비용과 개체당 설정된 보상가의 차액이 어가들에 지급될 수 있다.

미국의 ISAV-CP는 과거 ISAV 발병사태가 있고 ISA 발병국인 캐나다와 인접해 있는 메인 주의 대서양연어 양식장에 한정하여 시행하고 있다. 따라

서 미국의 ISAV-CP가 미국 전 지역의 ISAV 관리를 대표하는 프로그램으로 단정하기는 무리가 있으며, 향후 현지 조사 및 미국 농무부 등 담당 기관과의 접촉을 통해 미국 내의 전반적인 ISAV 관리 상황을 확인해 볼 필요가 있을 것이다.

국외 ISA발병 현황(2017년~2019년)

OIE에서 관리하는 WAHIS (World Animal Health Information System)에 따르면, 2017년부터 2019년까지 ISA가 발병한 국가로는 페로제도(Faroe Islands), 노르웨이, 덴마크로 확인되고 있다.

페로제도는 2017년 3월에 반나순드(Hvnnasund)에 위치한 대서양연어 양식장에서 ISA가 발병하였고, 검출된 ISA의 원인체는 독성이 있는 HPR-deleted인 것으로 확인되었다. 페로제도는 2014년에 ISA가 최초로 발병한 이후 3년 만에 다시 ISA가 발병한 경우로, 페로제도 관할당국인 식품수의청(The Faroes Food and Veterinary Authority)은 더 이상의 자국 내 ISA발병전파를 차단하기 위하여 발병양식장(해수양식장)에 있는 감염된 어류를 모두 살처분하고 이동제한을 실시하는 등 강력한 방역 조치를 실시하여 같은 해 11월에 OIE를 통해 자국 내 ISA 발병이 최종 종식되었음을 선포하였다.

노르웨이는 2017년 7월에 노르웨이 서부에 있는 피레오그롭스달(Møre og Romsdal) 주의 림스타드(Rimstad)에 있는 담수산 대서양연어 양식장에서 발병하였으며, 원인체는 독성이 있는 HPR-deleted인 것으로 확인되었다. 해당 양식장의 폐사율과 이환율은 약 0.3%로, 사육 중인 대서양연어 3,600마리 중 100마리는 HPR-deleted 감염으로 폐사되었고 나머지 3,500마리는 살처분된 것으로 확인되었다. 이후, 같은 해 7월에 피레오그롭스달 주의 메라베르게트(Merraberget)에 위치한 친어(broodstock) 해수양식장과 노르웨이 중부의 쇠르트뢰델라그(Sør-Trøndelag) 주의 험네(Hemne)에 있는 친어 담수산양식장에서도 ISA가 발생하였다. 노르웨이 정부당국은 자국 내 ISA 전파를 차단하기 위하여 발병양식장에 대한 이동제한, 소독, 양식장내 연어들을 모두 살처분을 실시하는 등의 강력한 방역 조치를 실시하였고, 2017년 11월 OIE에 최종 ISA발병 종식을 통보하였다. 당국의 역학조사에 따르면, 림

스타드에서 발병된 연어들은 ISA가 발병된 메라베르게트 양식장에서 가져온 것으로 확인되었으며, 이후 림스타드 양식장에서 사육된 일부 대서양연어가 험네에 있는 양식장으로 이동된 것으로 확인되었다.

덴마크는 현재까지 ISA가 검출된 바 없어 EU (Commission Decision 2009/177/EC)에 의해 ISA 청정국으로 인정받고 있다. 그러나 EU는 독성이 있는 HPR-deleted ISAV에 대해서만 관리하기 때문에, 실질적으로 덴마크가 HPR-deleted ISAV와 HPR0 ISAV에 모두 청정국임을 보증할 수는 없다. 덴마크에서는 2019년 2월에 덴마크 라네르스(Randers) 지역에서 서식하는 야생 담수산 대서양연어에서 ISA가 발병하였으며, 원인체는 독성이 낮은 것으로 알려진 HPR0인 것으로 확인되었다. 해당 연어는 종묘생산용 친어로 사용될 예정이었으나, HPR0가 검출됨에 따라 감염어와 알은 전부 폐기 조치되었으며, 추가적인 HPR0 전파를 막기 위하여 인근 지역 내 양식시설에 대한 소독 등의 방역조치도 이루어졌다. 이후 덴마크 정부는 2019년 6월에 해당 지역 내 ISA발병이 종식되었음을 OIE에 최종 통보하였다.

국내 ISA검역제도의 문제점

우리나라로 수입되는 ISA 감수성품종으로는 무지개송어와 대서양연어가 있으며, 이들 모두 발안란 형태로 수입이 이루어지고 있다. 이들 품종에 대한 수입검역은 수산생물질병 관리법령에 따라, 수출국 정부에서 발행하는 검역증명서 확인과 함께 임상검사를 포함한 정밀검사를 통한 검역이 이루어지고, 정밀검사 결과 ISA가 검출되지 않으면 통관 절차에 들어가게 된다. 결국, ISA검역은 정밀검사만을 통해서만 이루어지고 있다고 볼 수 있는데, 이러한 정밀검사는 ISAV의 국내 유입을 차단하기 위한 최소한의 조치일 뿐이며 국내 ISA청정국 지위를 계속 유지할 수 있는 효과적인 ISA검역 조치로 보기에 다소 어려움이 있다. 현재, 노르웨이와 미국 정부에서 제출하는 검역증명서(health certificate)는 정밀검사나 자체 모니터링을 통해 ISA가 발병하지 않은 지역, 구역 또는 구획에서

생산되었음을 증명하는 문구가 담겨있을 뿐이다. 실제 이들 국가의 정부가 해당 국가, 구역 또는 구역에 대해 효과적으로 ISA관리를 하고 있는지를 확인하기 위해서는 현지실사를 통한 ISA관리 시스템 등 확인이 필요하다. 그러나 현지실사 관련 규정이나 실사관련 표준지침서 등이 부재한 관계로, 현지실사는 이루어지지 않고 있는 실정이다. 노르웨이 정부는 자국의 ISA퇴치를 위하여 ISA를 법정전염병으로 지정해 집중관리를 하고 있으나, EFTA로부터 노르웨이 정부의 ISA청정지역 지정 및 취소 등 사후관리 부실, ISA검사 시료 채취의 공정성과 신뢰성 부족 등을 지적받은 바 있다. 노르웨이는 HPR0 ISA에 대해서는 별도의 관리를 하고 있지 않기 때문에, 노르웨이 정부에서 발급한 검역증명서가 HPR0 ISA가 없음을 보증한다고 볼 수 없다. 미국의 경우, 캐나다 국경과 인접한 메인주에 한해서만 ISA관리가 표준지침에 따라 관리가 이루어지고 있을 뿐이다. 특히 2017년부터 2019년까지 3년간 국내로 수입된 미국산 무지개송어의 발안란은 모두 미국 서부에 위치한 워싱턴(Washington) 주에서 생산된 것으로 해당 발안란 생산시설에 대한 현지실사의 필요성은 더욱 클 수밖에 없다. 이렇게 연어과 어류를 포함한 ISA감수성품종을 국내로 수출하는 국가를 대상으로 하는 현지실사를 통해 관리시스템의 적정성과 효율성 등의 평가 없이는 검역증명서 확인과 정밀검사만을 통한 검역으로 ISA국내 유입 가능성을 낮추어 우리나라의 ISA청정국 지위를 계속 유지한다는 것은 어려울 수밖에 없을 것이다. 따라서 EFTA처럼, 노르웨이와 미국의 ISA관리수준이 우리나라와 같은 ISA청정국들 수준에 부합하는지 확인하기 위한 현지실사 와 관련 법적 제도개선 등이 필요하다고 볼 수 있을 것이다.

국내 ISA 검역제도의 개선점

우리나라의 ISA 검역은 정밀검사를 통해 이루어지고 있는데, 이는 정밀검사를 통해 ISAV의 국내 유입을 차단하기 위한 최소한의 조치로 볼 수 있다. 그러나 ISAV의 국내 유입 가능성을 완전히 차단할 수 있는 조치라고 보기에는 어렵다. 외국으

로부터 종묘용 연어과 어류(발안란)를 수입하고 있는 국내 연어과 어류 양식 상황 등을 고려하면, ISAV 국내 유입에 대한 절대적 안전성(zero risk)을 보장한다는 것은 불가능하다. 따라서 ISAV 국내 유입 가능성을 최대한 낮추기 위한 수입조건(import condition)을 마련할 필요가 있다. 특히, 우리나라는 ISA 청정국 지위를 공식적으로 획득하였기 때문에, ISA에 대한 검역절차 및 방법 등의 수준을 높여 국내로 수입되는 연어과 어류가 ISAV에 감염되지 않았음을 더욱 확고히 보증할 필요가 있다.

국내 ISA 검역제도의 보완점으로 국내 ISA 관리 상황을 기반으로 한 수입조건을 새롭게 설정해야 하는데, 우선적으로 수출국 현지 실사를 통해 해당 수출국 정부가 우리나라가 설정한 수입조건을 충족할 수 있는 능력이 있는지 등을 확인하고, 이를 기반으로 해당 국가를 수입금지 또는 수입허가 국가나 지역(구역, 구역)으로 설정할 것인지를 결정할 필요가 있다. 이를 위해서는 수산생물질병 관리 법령 및 관련 제도의 일부 제·개정이 필요하다.

ISA 감수성 품종 수입금지 또는 수입허가 지역 지정

수산생물질병 관리법 제24조에서는 해양수산부장관이 지정하여 고시하는 수입금지 지역에서 생산 또는 발송되었거나 그 지역을 거친 지정검역물은 수입이 금지되며, 수입금지를 해제하기 위해서는 수입위험분석을 통해 해제 여부를 결정할 수 있도록 규정화되어있다. 그러나 현재, 해양수산부장관이 고시한 수입금지 또는 수입허가 지역은 지정되어 있지 않아, ISA가 발생한 국가에 대한 수입금지(또는 수입허가) 및 수입위험분석을 통한 수입금지 지역이나 수입허가 지역 설정 및 해제는 시행하지 못하는 실정이다. 따라서 ISA가 발생한 국가를 수입금지 국가로 지정하여 고시하고, 만약 해당 국가에서 ISA 감수성 품종들의 수입허용을 우리나라 정부에 공식적으로 요청할 때에는 현지 조사를 동반한 수입위험분석을 통해 수입금지 해제 여부를 검토할 필요가 있다. 수입해제는 국가 단위보다는 ISA 감수성 품종이 생산 및 관리되고 있는 지역, 구역 또는 구역에 한정하여 수입금지 지역 여부를 결정하는 방안에 대한 검토도 필요하다. ISA 감수성 품종에 대한 수입금지지역 설정을 위

한 고려사항은 Table 8과 같다.

식용의 경우 수출국 정부가 ISA를 법정전염병으로 지정하여 차단 방역시스템을 통해 정상적으로 관리가 되고 있는지에 대한 여부, ISA 정밀검사가 정부기관 실험실이나 정부에서 공식적으로 관리하는 사설 기관에서 이루어지고 있는지 등에 대한 실험실 시스템 상황과 함께 해당 실험실의 ISAV에 대한 숙련도 평가(proficiency test) 빈도와 결과치 등을 확인할 필요가 있다.

양식·방류·미끼·사료용의 경우, 용도 특성상 국내 수계에 직접 들어가거나 국내에 사육되고 있는 연어과 어류와의 직접적인 접촉이 이루어질 수 있어, ISAV가 국내 수계에 전파되어 정착될 가능성이 크기 때문에 식용보다는 높은 수준의 검토키준이 필요하다. 검토키준(안)으로는 식용에 적용되는 기준과 더불어 ISA 감수성 품종이 생산된 지역 등이 최근 2년 이내에 우리나라로 해당 품종들을 수출한 이력이 있었는지, 우리나라에서 국경검역 기간 중 ISAV 검출로 인한 불합격 사례가 있었는

지 등에 관한 확인이 필요하다. 만약 불합격 사례가 있었던 지역 등에서 생산되었다면, 불합격 이후 수출국 정부에서는 해당 지역 등에 대한 ISA 통제를 위해 어떠한 조치가 시행되었는지에 관한 추가 확인이 필요할 것이다. 또한, 수출국 정부가 ISA 감수성 품종 생산지역, 구역 또는 구획에 대하여 OIE나 이에 동등한 기준에 따른 최근 2년간의 예찰을 통해 ISAV가 검출된 적이 있는지와 OIE나 우리나라 정부가 제안한 방법을 통해 ISA 청정지역, 구역 또는 구획으로 인증을 받았는지 등을 확인할 필요가 있다.

관상용의 경우, 수입목적에 크게 2가지로 구분하여 기준(안)을 검토해 볼 필요가 있다. 박람회 참가 목적으로 수입되는 경우에는(일정 기간에 격리된 곳에서 머무르고 박람회 종료 후 다시 본국으로 반송), ISAV가 국내 수계에 전파되어 정착될 가능성은 매우 낮으므로 수출국 정부에서 관리하는 실험실 시스템(ISAV 검출 설비 구축 및 역량 등) 확인이 필요할 것으로 생각된다. 반면, 판매 목

Table 8. Considerations for listing the countries subject to import ban or permission for the live ISA-susceptible species

		Considerations by purpose of import	
		For ornament	
For human consumption	For farming, stocking, bait or feed	For exhibition in facilities blocked from water body such as rivers lakes or seas (Fish must return to the exporting country after exhibition)	For exhibition in facilities exposed to water body such as rivers lakes or seas OR For sale in facilities exposed to water body such as rivers lakes or seas
		1, 2 and 3	1, 2, 3, 4 and 5
1. Does the central or local government of the exporting country designate ISA as a notifiable disease? 2. Are the compartments/zones where fish that are intended to be exported to Korea properly managed by biosecurity to control ISA outbreaks? 3. Is lab testing for ISA conducted in government laboratories? How is proficiency testing carried out to enhance the capabilities of lab testing for ISA(frequency and results of proficiency testing)? If the lab testing for ISA is conducted in a private institution, how does the government approve the private institution as an ISA laboratory and manage the proficiency testing? 4. Has ISA-susceptible species produced in the country, zone or compartment been exported to Korea within the last two years and has ISAV been detected as result of import quarantine on the Korean border? If ISA was detected and rejected in the fish during the import quarantine, what follow-up measures have been taken by the exporting country's government to control ISA for compartments or zones in which the fish was produced? 5. Was ISA-susceptible species produced in zones or compartments officially declared-free for ISA (HPR0 and HPR-deleted) according to OIE aquatic code or guidelines recommended by Korean government?			

적(애완용 포함)이나 자연수계에 노출된 시설(관상어 보관에 사용된 용수가 소독처리 또는 하수종말처리 없이 자연수계로 유출되는 시설)에서 개최되는 박람회(박람회)에 참가하기 위해 수입되는 관상용의 경우에는, 다소 높은 기준이 필요할 것이다. 그 이유는 키우고 있던 관상용 품종들이 구매자의 변심으로 인해 자연수계로 방류될 가능성이 있기 때문이다. 이는 ISAV의 국내유입 및 정착과 더불어 외래종 유입에 따른 국내 생태계 파괴에도 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

이렇게 수입금지 지역 설정 여부를 결정하는 조치들은 이미 OIE로부터 인정받은 공식 ISA 청정국인 우리나라가 수출국 정부에 우리나라와 비슷한 ISA 관리수준을 요구하는 당연한 권리이며, WTO/SPS협정 제4조 동등성 원칙에도 부합된다.

수입금지 및 제한 등을 위한 법령 일부 개정

수산생물질병 관리법 제24조는 수입금지 지역에서 생산 또는 발송되었거나 그 지역을 거친 지정 검역물은 수입이 금지되며, 수입금지를 해제하기 위해서는 수입위험분석을 통해 해제 여부를 결정할 수 있도록 규정되어있다. 즉, 먼저 수입금지 지역을 설정한 후 수입위험분석을 통해 수입금지 해제 여부를 결정하는 의미로 볼 수 있다. 그러나 이미 우리나라로 ISA 감수성 품종을 수출하고 있는 국가에서 ISA가 발생해 국내에 유입될 우려가 있는 등 긴급한 상황이 발생하였을 경우, 일시적으로 수입을 제한할 수 있는 법적 근거는 부족하다. 따라서 수입금지 지역으로 설정되지 않은 수출국(또는 수입허가 지역으로 설정된 국가)에서 ISA가 발병되었거나 발병되었을 것으로 의심되었을 때에는 수출국 정부에 해당 지역에 대한 철저한 소독 등 방역 관리를 요구하거나 현지실사를 통한 해당 지역의 ISA 질병 관리 상태를 확인하여 수입제한 여부를 결정할 필요가 있다. 이에 따라, 수산생물질병 관리법에 수입제한과 관련된 조항을 신설하고 해양수산부장관은 수입금지 지역이 아니거나 수입금지 지역으로 해제된 지역에서 수산생물 전염병이 발생하여 국내에 유입될 우려가 있는 등 수산생물 전염병의 관리상 긴급한 상황이 발생하였다고 인정하면, 그 지역에서 생산, 발송 또는 경

유한 지정검역물의 수입을 일시적으로 제한할 수 있도록 하는 내용을 담는 것이 필요하다. 더불어, 해양수산부장관은 수산생물 전염병이 발생한 생산지역에 대해서는 수출국 정부에 검사, 소독 등의 필요한 조치를 하도록 요구하고, 수출국에서 시행한 검사와 소독 등의 조치가 제대로 이행되었는지를 확인하기 위한 수출국 현지조사를 실시할 수 있고, 우리나라에서 요구한 조치를 성실히 시행한 경우에만 수입제한 조치를 해제할 수 있는 내용도 포함되어야 할 것이다.

같은법 시행규칙 제37조제3항의2에서는 수입위험분석 결과를 통해 수산생물 수출국을 수입금지 지역으로 결정할 것인지에 대한 여부를 결정할 수 있도록 나와 있다. 현재 OIE에서는 특정질병에 대해 국가 전체를 청정지역으로 확립하거나 유지하기에는 어려움이 있기 때문에, 구역화(zoning)나 구획화(compartmentalisation)를 통해 특정질병을 통제하여 국제무역이 원활하게 이루어질 수 있도록 하기 위해 OIE Aquatic code에 구역화 및 지역화 조항(Chapter 4.1. Zoning and Compartmentalisation)을 제시하고 있다. 이에 따라, 향후 ISA 뿐만 아니라 다른 질병에 대한 수입조건을 강화하고 수입금지 지역을 설정함에 있어서, 교역국들과의 통상마찰을 줄이기 위해서는 수입금지 지역 결정 대상을 수출국 단위보다는 구역, 구획 단위로 변경하는 것을 검토해 볼 필요가 있을 것이다.

현지 조사

우리나라는 약 8년간의 연어과 어류 양식장을 대상으로 광범위한 예찰을 시행하였고, 예찰 결과 ISAV가 전혀 검출되지 않았다. 게다가 ISA발병 시 대처할 수 있도록 검역 및 방역 인력, 실험실 등 분석인프라, 조기경보시스템 등 방역 관리를 신속하게 진행할 수 있는 법적 제도 등을 충분히 갖추고 있어, OIE로부터 ISA 청정국 지위를 받은 바 있다. 따라서 우리나라의 ISA 관리상황을 기반으로 한 수입조건을 설정하기 위해서는 현지 조사가 필요하며, 현지 조사 착안 사항을 친어장, 종묘장, 육성장으로 구분하여 제안하고자 한다.

친어장의 중점 확인사항으로는 7가지를 제안하고자 한다. 첫째 친어가 ISA 청정지역에 있는 양식

장에서 생산되었거나 자연수계에서 포획되었는지 확인 등이 필요하다. 둘째, ISAV 정밀검사에 사용되는 시료채취 수량이 어느 정도 되는지와 함께 현장에서의 시료채취와 질병검사가 정부기관에서 직접 실시하는지 여부를 확인할 필요가 있다. 셋째, 친어 사육 및 방란과 방정에 사용되는 용수와 장비들이 ISAV 오염 방지를 위한 소독 등의 조치가 이루어지는지와 수정란에서 발안란이 되는 동안 ISAV 감염방지를 위해 친어장에서는 어떠한 방법으로 관리를 하고 있는지를 확인해야 한다. 넷째, 외부 오염 방지를 위해 우리나라로 수출하고자 하는 수정란 또는 발안란이 외부와 격리된 또는 이에 상응하는 전용시설에 별도로 구분되어 보관되고 있는지를 확인한다. 다섯째, 친어장 주변에 ISAV가 검출된 양식장 등 시설이 있는지에 대한 확인이 필요하다. 여섯째, 친어에게 공급될 수 있는 사료의 형태가 열처리된 압축 성형사료(pellet)인지 또는 생사료인지를 확인하고, 만약 생사료를 사용할 경우에는 생사료에 대한 ISAV감염검사가 이루어졌는가를 확인해 볼 필요가 있을 것이다. 마지막으로 친어장에서 ISA 등 어류 질병 발생을 예방하기 위하여 어류건강 전문가나 수의사를 채용하여 친어 및 알에 대한 정기적인 검사를 받고 있으며, 만약 ISAV가 검출되었을 경우에는 어떠한 방식으로 정부(중앙 또는 지방)에 ISAV검출 또는 ISA발생보고가 이루어지고 그에 따른 후속조치가 어떻게 이루어지는 지를 확인해 볼 필요가 있을 것이다.

종묘장의 경우에는 다음과 같이 고려사항 8가지를 제안하고자 한다. 첫째, 친어장에서 종묘장으로 수정란이나 발안란을 이동 시 정밀검사를 통해 ISAV 감염여부 확인이 이루어지는지와 함께 해당 정밀검사는 정부기관에서 직접 시료를 채취(채취량, 채취방법)하여 OIE진단매뉴얼에 따라 적정히 수행되는지 확인이 필요하다. 둘째, 부화 후 자어와 치어(자·치어)에 대한 ISAV 감염방지를 위해 어떠한 절차와 방법으로 관리가 이루어지고 있는지 확인이 필요하다. 셋째, 자·치어에 공급되는 사료 형태는 무엇이고 어떠한 방법으로 사료의 보관 및 관리가 이루어지고 있는지 확인이 필요하다. 넷째, 자·치어의 사육과정 중 ISAV가 검출되었을 경우

해당 친어 등의 정보를 조회하여 추가 피해를 막는 예방조치로, 해당 자·치어의 출생 이력 정보 확인이 가능하지 확인할 필요가 있다. 다섯째, 종묘장에서 사용하는 사육수와 기구 등은 ISAV 감염방지를 위해 적절한 소독 등의 조치가 이루어지고 있는지 확인이 필요하다. 여섯째로는 우리나라로 수출하고자 하는 자·치어는 건강상태가 다른 개체들과 물리적으로 구분되어 사육되고 있는지 확인이 필요하다. 일곱 번째, 해당 종묘장이 OIE 또는 이에 상응하는 기준에 따른 ISA 청정시설인지와 주변에 ISAV가 검출된 양식장 등 시설이 있는지에 대한 확인이 이루어져야 할 것이다. 마지막으로 해당 종묘장에서 ISAV가 검출되었을 경우, 감염어와 폐사어는 어떠한 방식으로 처리되고 해당 양식장 내의 ISAV의 추가전파 방지 및 박멸을 위해 어떠한 조치가 이루어지고 있으며, ISAV의 유입 경로 등을 확인하기 위한 정부기관과의 공동 역학조사가 이루어질 수 있는지를 확인할 필요가 있다.

육성장의 경우에는 첫째로 종묘장에서 육성장으로 개체들이 이동 시 ISAV 정밀검사가 정부기관을 통해 이루어졌는지 확인이 필요하다. 둘째로 육성되는 개체들에 공급되는 사료 등의 먹이가 ISAV에 감염되지 않았는지 여부와 사료 형태(생사료 또는 압축성형사료) 등 정보 확인이 필요하다. 셋째, 종묘장과 마찬가지로 육성 중인 개체들의 출생 및 성장 이력 확인이 가능하고 한 개의 로트(lot)로 관리가 이루어지고 있는지 확인이 필요하다. 넷째, 수의사나 어류질병 전문가들로부터 사육 중인 어류들에 대한 정기적인 ISAV 감염여부 확인이 필요하다. 다섯째, 우리나라로 수출하고자 하는 개체들은 건강상태가 다른 개체들과 물리적으로 구분되어 사육되고 있는지 확인이 필요하며, 마지막으로 해당 육성장이 OIE 또는 이에 상응하는 기준에 따른 ISA 청정시설 또는 청정지역에 있는지와 주변에 ISAV가 검출된 양식장이 있는지에 대한 확인이 이루어질 필요가 있다.

효과적인 ISA 발병차단을 위해서는 상기에서 제안한 친어장, 종묘장, 육성장을 모두 한 개의 구역으로 설정하여 관리가 이루어지고 있는지 확인할 필요가 있다. 즉, 우리나라로 발안란을 수입하고자 한다면, 발안란을 생산하는 어미가 사육되고

있는 친어장에 대한 질병관리와 산란하여 수정된 알을 관리하는 종묘장까지의 시설을 한 개의 동일한 생물 안전체계로 설정하여 질병관리가 체계적으로 이루어지고 있는지를 확인해야 한다. 또한, 수출국 정부는 구획화에 포함되는 양식장이나 지역 내에서 ISA에 대한 생물보안시스템, 사육수 및 양식에 사용되는 장비와 시설에 대한 소독관리 방안 등이 완벽하게 구축하고 있어야 하며, ISA 발병 차단을 위한 중앙 및 지방정부 간의 협업체계가 관련 법령에 따라 잘 갖추어져 있음을 입증해야 한다. ISAV가 검출된 양식장이나 지역에 대한 방역 조치 방법, 폐사어 처리 방법, 출하이동제한, 양식장 휴식단체 등 정상복구를 위한 조치사항 등이 제대로 가동되고 있는지에 대한 확인도 필요할 것이다.

현재 병원성이 있는 ISAV는 HPR-deleted ISAV이며, 이러한 HPR-deleted ISAV는 병원성이 없는 HPR0 ISAV의 변종으로 알려져 있다(Gagné & LeBlanc, 2017, Lyngstad *et al.*, 2018). 따라서 병원성이 없거나 낮은 HPR0 ISAV에 감염된 어류들이라도 HPR-deleted ISAV로 변이되어 질병증상이 발현될 가능성을 완전히 배제할 수 없으므로, 우리나라는 수출국의 HPR-deleted ISAV 관리상황뿐만 아니라 HPR0 ISAV에 대한 관리상황도 파악할 필요가 있을 것이다. 향후 수입국의 질병관리 역량 및 양국 간의 교역 상황 등을 고려하여 제안한 착안사항을 세분화하여 정성적 또는 정량적으로 평가할 수 있는 세부기준을 마련하는 것도 좋은 방안이 될 수 있을 것이다. 친어장, 종묘장 및 육성장에 대한 현지 점검 시 고려해야 할 요약사항들은 Table 9와 같다.

ISA 수입조건 개선안

현재 우리나라의 ISA 감수성 품종에 대한 수입 조건은 정밀검사를 통해 ISA에 감염되어 있지 않았거나 ISA로부터 청정국이나 구역 또는 구획으로부터 생산되었음을 보증하는 것으로 설정되어 있다. 즉, 우리나라의 ISA 관리 실태를 고려하여 수출국 현지 조사나 수입위험분석을 통한 수출국의 ISA 방역체계 및 청정지역 존재 유무 등에 대한 세부적인 검토를 기반으로 만들어진 수입조

건이 아닌 기초적인 수입조건을 유지해가고 있는 것으로 볼 수 있다. 현재, 우리나라는 OIE에서도 인정한 ISA 청정국이기에 때문에 이에 맞는 수입조건을 다시 개선할 필요가 있다. 첫째, 우리나라로 수출되는 ISA 감수성 품종은 우리나라에서 수입을 허가한 국가, 지역, 구역 또는 구획에서 생산되어야 한다. 둘째, 우리나라로 수출이 이루어지는 ISA 감수성 품종은 모두 OIE 기준이나 이에 상응하는 기준에 따라 ISA 청정국가, 지역, 구역 또는 구획으로 인증을 받은 곳에서 생산되어야 한다. 참고로 유럽집행위원회의 Commission Decision 2009/177/EC에 따르면, 현재 스웨덴, 덴마크, 핀란드 등 27개 국가가 ISA (HPR-deleted ISAV) 청정국가로 지정되어 있다(Table 10). 그러나 이들 국가들이 HPR0 ISAV에 대해서도 청정한 국가들인지는 추후 확인해 볼 필요가 있을 것이다. 셋째, 우리나라로 수출될 ISA 감수성 품종의 선적물은 선적 전 30일 이내에 OIE나 우리나라에서 요구하는 진단 방법 및 절차를 통해 정밀검사를 한 결과 ISAV (HPR-deleted ISAV 및 HPR0 ISAV)가 검출되지 않았음을 증명해야 한다. 넷째, 선적 전 72시간 이내에 수출국 주무관청의 검사관들은 해당 선적물들이 ISA 감염증의 임상 증상이 확인되지 않았으며, 다른 품목들과의 혼입이 이루어지지 않았음을 확인해야 한다. 다섯째, 수출국에서 우리나라로 ISA 감수성 품종들이 이동 시 사용되는 용수, 얼음, 수조, 포장 용기 등은 ISA에 오염되지 않아야 한다. 이외에도 수출국의 ISA 관리상황이나 ISA 발생 시 대처능력, 법적 제도, 혈액 등 체액이나 분변에서의 ISAV의 검출 여부 등을 고려하여 가공형태별(활, 냉동, 냉장, 내장이나 두부 제거 등)로 세부적인 수입조건을 부여할 수 있을 것이다.

요약 및 결론

우리나라는 약 8년간의 연어과 어류 양식장용 대상으로 한 광범위한 예찰, ISA 발병 시 대처할 수 있도록 검역 및 방역 인력, 실험실 등 분석 인프라, 조기경보시스템 등 방역 관리를 신속하게 진행할 수 있는 법적 제도 등을 기반으로 ISA 청정국 지위를 확보하게 되었다. 따라서 이러한 지위를 근

Table 9. Considerations during on-site inspection of facilities producing ISA-susceptible species intended to be exported to Korea

1. Broodstock farm

Considerations
<ol style="list-style-type: none"> 1. Were broodstock produced in farms or captured in the wild? Has the broodstock been confirmed to have no infection with ISAV through lab-testing? If the broodstock were caught in the wild, is the location where the broodstock were caught included in the ISA-free area? 2. What is the quantity of samples (sampling size) for lab-testing, and is the sampling and health examination conducted directly by government agencies? 3. In order to prevent infection of ISAV, water and equipment used for breeding and spawning of broodstock are properly disinfected, and what measures are being taken at the farms to prevent ISAV infection from the stage of fertilization to the stage of eyed eggs? 4. Are eggs that are intended to be exported to Korea to prevent contamination through the inflow of fish pathogens from the outside stored in facilities isolated from the outside or equivalent facilities? 5. Are there fish farms where ISAV was detected near the broodstock farm? If ISAV is detected in nearby fish farms, what measures are being taken to prevent ISAV from entering the broodstock farm? 6. Is the feed form supplied to the broodstock a pellet or raw feed? If the feed is raw feed, is it confirmed that ISAV was not detected in the feed? 7. Does owner of the broodstock farm employed/contracted veterinarians or fish health professionals to perform regular health examinations of fish and eggs to prevent the occurrence of fish diseases such as ISA? If ISAV was detected in fish and eggs, in what way would it be reported to the central or local government that ISAV was detected, and how would subsequent follow-up be conducted?

2. Hatchery farm

Considerations
<ol style="list-style-type: none"> 1. When transferring eggs from a broodstock farm to a hatchery farm, is ISAV infection tested through lab-testing? Are the lab-testing for ISA conducted directly by government agencies, and are samples necessary for the lab-testing collected by government agencies? According to what standards (sample volume, sampling method, etc.) is sampling conducted? 2. In order to prevent fries or fingerlings from contracting ISAV after hatching, how do the farms manage fries and fingerlings? 3. What form of feed is supplied to the fries or fingerlings and how is feed storage and management conducted? If the feed is raw feed, is it confirmed that ISAV was not detected in the feed? 4. If ISAV is detected while raising fries and fingerling, can the birth history information of the fish (Birth History Management System, BHMS) be checked to prevent further damage? 5. In order to prevent infection of ISAV, water and equipment used for raising the fish are properly disinfected? 6. Are fries or fingerlings to be exported to Korea physically separated from other individuals in their health status? 7. Is the hatchery farm ISA-free facility that meet OIE standards or corresponding standards? Are there other fish farms where ISAV was detected near the hatchery farm? If ISAV is detected in a nearby the hatchery farm, what measures are in place to prevent it from entering the hatchery farm? 8. If ISAV is detected in the hatchery farm, in what ways are the infected and dead fish treated, and what specific measures taken to prevent further spread of ISAV in the farm and to eradicate the virus? Is there any specific system in place in which epidemiological investigations can be conducted in cooperation with government agencies to determine where and how ISAV have been introduced into the hatchery farm?

Table 9. Continued

3. Growing farm

Considerations
1. When moving fish from hatchery farm to growing farm, is lab testing by government agencies demonstrated that these fish were not detected ISAV?
2. Samples used in lab testing were collected directly from government agencies visiting fish farms, and how many were collected by what method?
3. What form of feed is supplied to the fish and how is feed storage and management conducted? If the feed is raw feed, is it confirmed that ISAV was not detected in the feed?
4. Is it possible to confirm history information such as birth and growth of fish, and are the fish managed in one lot?
5. Are fish regularly (monthly, quarterly or semi annually) inspected by veterinarians or fish health professionals for infection with ISAV? How do veterinarians and fish health professionals conduct the inspection?
6. Are fish to be exported to Korea physically separated from other individuals in their health status?
7. Is growing farms located within ISA-free zones or compartments? Is there any fish farm with ISAV detected near the growing farms?
8. If ISAV is detected in the growing farm, in what ways are the infected and dead fish treated, and what specific measures taken to prevent further spread of ISAV and to eradicate the virus in the farm? Is there any specific system in which epidemiological investigations are conducted in cooperation with government agencies to determine where and how ISAV have been introduced into growing farms?

Table 10. Member States of the European Union (EU) declared-free for ISA according to Commission Decision 2009/177/EC

Member States declared-free for ISA
Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, United Kingdom

간으로 한 수입조건 설정이 필요하고, 이러한 수입 조건 설정을 위해서는 현재 관련 법령 제도를 다소 정비할 필요가 있다. 즉, ISA 수입금지지역의 고시 및 해제를 검토할 수 있는 기준 마련을 검토해 볼 필요가 있다. 또한, 현재 우리나라로 ISA 감수성 품종을 수출하고 있는 국가에서 ISA가 발병될 경우, 해당 국가, 지역, 구역 또는 구역으로부터 ISA 감수성 품종을 일시적으로 수입을 중단할 수 있으며, 수입중단의 해제 가능성을 검토하기 위해 수출국 현지 조사를 할 수 있도록 하는 법적 근거 마련도 필요하다. 마지막으로 수출국 정부가 우리나라로 수출하고자 하는 ISA 감수성 품종들이 우리나라와 동일한 ISA 관리수준에서 생산관리되었음을 증명할 수 있도록 수입조건을 설정할 필요가 있다. 이러한 수입조건은 현지 조사, 수입위험분석 및 수

출국에서 제공하는 여러 정보자료를 기반으로 하여 수출국별로 다소 다르게 설정할 수 있을 것이다.

ISAV 외막에 존재하는 HE 단백질은 숙주 세포막에 존재하는 사이알릭산 잔기를 수용체로 인식하여, 세포 내로 침입하는 특징을 가지고 있다. Aamelfot *et al.*(2014)은 56종의 어류들을 대상으로 심장세포(heart cell)에 사이알릭산 잔기 존재 여부를 확인하였으며, 이 중 35종이 사이알릭산 잔기를 보유하고 있는 것으로 확인되었다. OIE는 ISA 감수성 품종으로 무지개송어, 대서양연어, 브라운송어를 지정하고 있다. 그러나 ISAV가 숙주세포의 세포막에 있는 사이알릭산 잔기를 수용체를 인식하여 감염되는 특징을 고려하면, ISAV가 국내 산업화가 이루어질 가능성이 있는 은연어 양식업과 일부 시험 양식 중인 대서양연어 양식업에도 생물

학적 및 경제적 손실을 초래할 가능성을 완전히 배제할 수는 없을 것이다. 따라서 ISA 청정국가 지위를 유지하면서 ISA로부터의 국내 연어과 어류 양식업과 수서 생태계 보호를 위해서라도 ISA 감수성 품종에 대한 수입조건을 우리나라 ISA 관리현황을 기반으로 하여 세부적이면서도 실용적으로 보완할 필요가 있다. 이를 위해서 관련 법령 및 행정규칙 등의 개정과 함께 연어과 어류 교역 국가들을 대상으로 지속적인 ISA 발병상황 모니터링이 필요할 것이다. 또한, ISA 청정국가 지위 유지를 위하여 연어과 어류 양식장에 대한 꾸준한 예찰 등 ISA 발병 여부 감시체계를 지속해서 유지 관리할 필요도 있다. 이와 더불어 ISA 청정국가라는 이미지를 대외에 적극적으로 홍보하여 국내산 송어의 세계시장 진출 활성화를 위한 밑거름이 될 방안도 고려해볼 필요가 있을 것이다.

References

- Aamelfot, M., Dale, O.B. and Falk, K.: Infectious salmon anaemia – pathogenesis and tropism. *J. Fish Dis.*, 37: 291-307, 2014.
- Aspehaug, V., Mikalsen, A.B., Snow, M., Biering, E. and Villoing, S.: Characterization of the infectious salmon anemia virus fusion protein. *J. Virol.*, 79: 12544-12553, 2005.
- Cottet, L., Cortez-San Martin, M.C.S., Tello, M., Olivares, E., Rivas-Aravena, A., Vallejos, E., Sandino, A.M. and Spencer, E.: Bioinformatic analysis of the genome of infectious salmon anemia virus associated with outbreaks with high mortality in Chile. *J. Virol.*, 84: 11916-11928, 2010.
- EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW): Scientific Opinion in infections salmon anaemia (ISA). *EFSA Journal*, 10: 2971-2992, 2012.
- Eliassen, T.M., Froystad, M.K., Dannevig, B.H., Janowska, M., Brech, A., Falk, K., Romoren, K. and Gjoen, T.: Initial events in infectious salmon anemia virus infection: evidence for the requirement of a low-pH step. *J. Virol.*, 74(1): 218-227, 2000.
- Hellebo, A., Vilas, U., Falk, K. and Vlasak, R.: Infectious salmon anemia virus specifically binds to and hydrolyzes 4-O-acetylated sialic acids. *J. Virol.*, 78: 3055-3062, 2004.
- Jansen, M.D. and Falk, K.: The surveillance program for infectious salmon anaemia (ISA) and bacterial kidney disease (BKD) in Norway 2018. Norwegian Veterinary Institute, 1-9, 2019.
- Kawaoka, Y., Cox, N.J., HAaller, O., Hongo, S., Kaverin, N., Klenk, H.D., Lamb, R.A., Mccauley, J., Palese, P., Rimstad, E. and Webster, R.G.: Infectious Salmon Anaemia Virus. In *Virus Taxonomy –Eight Report of the International Committee on Taxonomy Viruses*, Fauquet C.M., Mayo M.A., Maniloff J., Desselberger U., Ball L.A., eds. Elsevier Academic Press, New York, USA, 681-93, 2005.
- Lovely, J.E., Dannevig, B.H., Falk, K., Hutchison, L., MacKinnon, A.M., Melville, K.J., Rimstad, E. and Griffiths, S.G.: First identification of infectious salmon anaemia virus in North America with haemorrhagic kidney syndrome. *Dis. Aquat. Org.*, 35: 145-148, 1999.
- Mård, L.: Epidemiological aspects of infectious salmon anaemia. Swedish university of agricultural sciences, 1-11, 2019.
- Miller, O. and Cipriano, R.C.: International response to infectious salmon anemia: prevention, control, and eradication. United States Department of Agriculture (USDA), 1-194, 2003.
- Mullins, J.E., Groman, D.B. and Wadowska, D.: Infectious salmon anaemia in salt water Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in New Brunswick, Canada. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.*, 18: 110-114, 1998.
- Nylund, A., Kvenseth, A.M., Krossøy, B. and Hodneland, L.: Replication of the infectious salmon anaemia virus (ISAV) in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. fish Dis.*, 20: 275-279, 2003.
- OIE: OIE Aquatic code
- OIE aquatic manual: Manual of diagnostic tests for Aquatic animals, 2019.
- Park, D. H.: A Comparative analysis on economic viability of rainbow trout aquaculture by farming method, Graduate school of Pukyong University, 1-81, 2019.
- Rimstad, E. and Markussen, T.: Infectious salmon anaemia virus-molecular biology and pathogenesis of the infection. *J. Appl. Microbiol.*, doi:10.1111/jam.14567, 2019.
- Thorud, K. and Djupvik, H.O.: Infectious anaemia in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.*, 8: 109-111, 1988.
- USDA APHIS Veterinary Service: Maine infectious salmon anemia virus control program standards. USDA, 1-46, 2017.

Manuscript Received : Feb 26, 2021

Revised : May 20, 2021

Accepted : May 27, 2021