

## 방류용 수산종묘의 질병 관리에 대한 고찰

서장우<sup>\*\*\*\*\*</sup> · 조미영<sup>\*\*</sup> · 김진우<sup>\*\*</sup> · 박경현<sup>\*\*</sup> · 지보영<sup>\*\*</sup> · 최동림<sup>\*\*\*</sup> · 박명애<sup>\*\*\*</sup> · 오명주<sup>\*\*\*\*†</sup>  
<sup>\*</sup>농림수산식품부 양식산업과, <sup>\*\*</sup>국립수산과학원 수산생물방역과,  
<sup>\*\*\*</sup>국립수산과학원 병리연구과, <sup>\*\*\*\*</sup>전남대학교 수산생명의학과

## Aquatic animal health management in stock enhancement

Jang Woo Seo<sup>\*\*\*\*\*</sup>, Mi Young Cho<sup>\*\*</sup>, Jin Woo Kim<sup>\*\*</sup>, Gyeong Hyun Park<sup>\*\*</sup>, Bo-Young Jee<sup>\*\*</sup>,  
Dong Lim Choi<sup>\*\*\*</sup>, Myoung Ae Park<sup>\*\*\*</sup> and Myung-Joo Oh<sup>\*\*\*\*†</sup>

<sup>\*</sup>*Aquaculture Industry Division, Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Gwacheon 427-719, Korea*

<sup>\*\*</sup>*Aquatic Life Disease Control Division, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-902, Korea*

<sup>\*\*\*</sup>*Pathology Division, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-902, Korea*

<sup>\*\*\*\*</sup>*Department of Aqualife Medicine, College of Fisheries and Ocean Science, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea*

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF) and National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI) have inspected the hatchery-reared seeds of 22 marine species and 11 freshwater species for aquatic animal diseases in stock enhancement program in 2009. Results showed that total 12 local self-governments have been restocking the sea with cultured juveniles. Gyeongsangnam-do, Jeollanam-do, Jeju-do and Chungcheongnam-do have a preference for marine species seeds to freshwater species. On the contrary, freshwater species were released mostly in Gyeonggi-do, Jeollabuk-do and Chungcheongbuk-do. In the marine species group, abalone was the most abundant as 24.5%, and then sea cucumber (15.2%), olive flounder (11.5%), swimming crab (5.6%), black sea bream and rockfish (6.8%), rock bream (5.1%), black rockfish (4.6%) and scorpionfish (4.5%) were followed. Crucian carp was the most abundant as 19.4%, and then eel (17.0%), Korean bullhead (12.3%), melanian snail (12.0%), catfish (8.4%) were followed in the freshwater species group. The total number of inspection cases in this study were 1,080 and disqualification cases were 19 by detection of aquatic animals pathogens such as red sea bream iridovirus (RSIV), koi herpesvirus (KHV) or white spot syndrome virus (WSSV).

*Key words:* Hatchery-rared seed, Release, Infectious disease, Inspection

1990년대 이후 국제적인 해양 분할 시대에 따른 연근해 어장의 축소와 더불어 내적으로는 연안의 환경오염, 어장의 노후화 및 남획 등에 의한 연안어장의 생산성 저하로 인해 수산자원의 감소가 심화되면서 연안어업에 대한 적극적인 관리가 시급하게 되었다. 최근에는 자원회복을 위한 적정어획 관리정책의 일환으로 연근해어

업 분야에서는 TAC 제도 및 자율관리어업이 시행되고 있으며, 연안역의 자원증강을 위하여 종묘방류사업, 인공어초사업 등을 포함한 자원조성사업이 이루어지고 있다.

방류를 통한 연근해의 자원 증강은 연근해어업의 생산력과 수익성을 향상시키고, 인류의 수산물 소비 증가의 요구에도 부합되는 미래지향

†Corresponding Author : Myung-Joo Oh, Tel : 061-659-3173  
Fax : 061-659-3173, E-mail : ohmj@chonnam.ac.kr

적 관리 정책으로 인식되고 있으며 (Bartly *et al.*, 2006), 우리나라에서는 수산자원의 증식을 목적으로 약 40여종의 수산종묘가 방류되고 있다. 그러나, 인공적으로 생산된 어패류의 종묘가 대량으로 연안에 방류되는 데에 따른 유전적 다양성의 감소, 질병의 확산 등 방류 종묘의 질적인 문제와 함께 방류 방법상의 문제 등 방류 자원의 효율적인 관리와 효과 검증에 대한 우려의 목소리도 높아 여전히 논쟁의 여지가 남아있다 (Nakano, 1993; Fushimi, 2001; 노 등, 2008; 정과전, 2008). 최근 방류효과의 검증을 위하여 넙치 및 전복 등 주요 산업 품종에 대해서는 고감도의 microsatellite DNA marker를 이용한 집단별 유전학적 구조와 친자감별에 대한 유전학적 평가 등에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나 (Kang *et al.*, 2006; 노 등, 2008; 정 등, 2008), 방류종묘로 인한 질병의 확산에 대해서는 구체적인 연구 결과가 부족한 실정이다.

방류대상인 어류의 건강도는 환경조건 및 방류기술과 함께 방류 효과를 결정짓는 주요 요인 중 하나이다 (Tsukamoto, 1993; Kitada, 1999). 우리나라에서는 1997년부터 국가에서 시행하는 수산종묘매입방류사업을 시작으로 방류되는 종묘에 대한 건강증명서의 첨부를 입찰 조건으로 요구하였으며, 2008년 12월에 수산동물질병관리법이 시행되면서 부터는 법적으로 자원 회복을 위해 방류되는 수산종묘에 대하여 법정전염병 검사가 의무화 되었다.

본 연구는 방류하고자 하는 수산종묘를 대상으로 농림수산식품부와 국립수산물과학원에서 실시한 수산동물전염병의 감염 여부에 대한 조사 결과를 비교분석하여 방류자원의 효율적인 관리 및 품종별 질병관리 대책 마련에 필요한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 검사대상 병원체 및 진단용프라이머

넙치 등 33종의 품종에 대하여 총 2,066건의

검사를 실시하였으며, 검사항목으로 참돔이리도 바이러스병 (RSIV) 등 8종의 수산동물전염병을 대상으로 세계동물보건기구 (OIE)의 aquatic manual (2009)에서 권장하고 있는 진단용 프라이머를 제작하여 유전자증폭법 (PCR) 및 유전자염기서열 비교 등으로 최종진단하였다 (Table 1).

### 검사대상 수산생물

총 12개 지방자치단체에서 방류를 위하여 검사를 요청한 검사대상 품종은 넙치, 감성돔, 돌돔, 볼락, 붉은썸뱅이, 전복, 해삼, 꽃게 등의 해산생물 22종과, 붕어, 뱀장어, 동자개, 메기, 다슬기 등의 담수생물 11종 등 총 33종이었다 (Table 2, 3).

### 검사용 시료처리 및 주형 (Templates) 분리

품종별로 30 마리의 시료를 무균적으로 해부하여 신장, 비장 및 뇌를 적출하였다. PCR 분석을 위하여 10 마리씩 pooling하였으며 각 시료를 균질화한 후 25~50 mg씩 덜어내어 유전자 분석에 사용하였다. 총 33개 품종에 대하여 8종의 병원체에 대한 감염 여부를 PCR법과 유전자염기서열분석을 이용하여 동정하였다 (Table 1). PCR을 위한 DNA는 시판되는 High pure PCR template preparation kit (Roche, Germany)를 사용하였으며, RNA는 TRIZOL<sup>®</sup> Reagent (Invitrogen, USA)를 이용하여 매뉴얼에 따라 분리하였다.

### cDNA 합성과 PCR

cDNA는 SuperScript<sup>™</sup> II Reverse Transcriptase (Invitrogen, USA)를 사용하여 42 °C에서 50분간 반응시켜 합성하였으며, PCR을 위하여 멸균 증류수 17.5  $\mu$ l, 10 × EX Taq buffer 2.5  $\mu$ l, dNTP 2  $\mu$ l, forward primer 1  $\mu$ l, reverse primer 1  $\mu$ l 및 EX Taq<sup>®</sup> (TaKaRa, Japan) 0.125  $\mu$ l가 함유된 mixture를 제작하고 100 ng  $\mu$ l<sup>-1</sup>로 조정된 DNA 용액 1  $\mu$ l를 넣은 후 각 조건에 맞추어 PCR을 수행하였다. 각 시료별로 3반복으로 PCR을 실시하였으며, 양성대조와 음성대조를 함께 비교하였다.

**Table 1.** Oligonucleotide primers and conditions used in PCR amplification in this study

Primers	Primers sequences	PCR product	PCR condition
SVC*	Forward 5'-TCTTGGAGCCAAATAGCTCARRTC-3'	714bp	95°C(5') [95°C(1') 55°C(1') 72°C(1')] 72°C(10'), 35cycles
	Reverse 5'-AGATGGTATGGACCCCAATACATHACNCA Y-3'		
	Forward 5'-TCTTGGAGCCAAATAGCTCARRTC-3'	606bp	
	Reverse 5'-CTGGGGTTCCNCCTCAAAGYTY-3'		
KHV	Forward 5'-GGGTTACCTGTACGAG-3'	409bp	94°C(5') [95°C(1') 55°C(1') 72°C(1')] 72°C(10'), 40cycles
	Reverse 5'-CACCCAGTAGAATTATGC-3'		
GS	Forward 5'-GACACCCACATCTGCAAGGAG-3'	292bp	94°C(1') [94°C(30'') 63°C(30'') 72°C(30'')] 72°C(7'), 40cycles
	Reverse 5'-GACACATGTTACAATGGTCGC-3'		
RSIV1	Forward 5'-CTCAAACACTCTGGCTCATC-3'	570 bp	94°C(5') [94°C(30'') 58°C(1') 72°C(1')] 72°C(5'), 30cycles
	Reverse 5'-GCACCAACACATCTCTCTATC-3'		
RSIV4	Forward 5'-CGGGGGCAATGACGACTACA-3'	568bp	95°C(2') [95°C(40'') 50°C(40'') 72°C(40'')] 72°C(5'), 25cycles
	Reverse 5'-CCGCCTGTGCCTTTTCTGGA-3'		
VNN	Forward 5'-CGTGTCAAGTCATGTGTCGGCT-3'	427bp	95°C(2') [95°C(40'') 50°C(40'') 72°C(40'')] 72°C(5'), 25cycles
	Reverse 5'-CGAGTCAACACCGGTGAAGA-3'		
VHS	Forward 5'-GGGGACCCACAGACTGT-3'	811bp	94°C(2') [94°C(30'') 52°C(30'') 68°C(1')] 68°C(7'), 35cycles
	Reverse 5'-TCTCTGTACCTTGATCC-3'		
IPN	Forward 5'-TCACGGAAATACGACATCCA-3'	597bp	95°C(3') [95°C(30'') 55°C(1') 72°C(1')] 72°C(7'), 35cycles
	Reverse 5'-TGTGGAAATTGACTGGGTGA-3'		
NTS	Forward 5'-CACTTGTATTGTGAAGCACCC-3'	307bp	91°C(3') [91°C(1') 58°C(1') 72°C(1')] 72°C(10'), 35cycle
	Reverse 5'-TTGGTGACATCTCCAAATGAC-3'		
ITS	Forward 5'-CTTTTGYTWGAGWGTTCGAGATG-3'	509bp	94°C(4') [94°C(1') 57°C(1') 65°C(3')] 65°C(10'), 40cycles
	Reverse 5'-CGAGTTGGAGTACCTCKAGAG-3'		
First	Forward 5'-ACTACTAACTTACAGCCTAICTAG-3'	1,447bp	[94°C(4') 55°C(1') 72°C(2') - 1cycle]
	Reverse 5'-TAAATGCGGGTGAATGTTCTTACGA-3'		
Nested	Forward 5'-GTAAGTCCCCCTCCATCTCCA-3'	941bp	- [94°C(1') 55°C(1') 72°C(2')] - 72°C(5'), 39cycles
	Reverse 5'-TACGGCAGCTGCTGCACCTTGT-3'		

\*, SVC, spring viraemia of carp; KHV, koï herpesvirus; RSIV, Red seabream iridovirus; VNNV, viral nervous necrosis virus; VHSV, viral hemorrhagic septicaemia virus; IPN, infectious pancreatic necrosis; WSD, white spot disease.

Table 2. The numbers of inspection cases of marine seed species for releasing in 2009.

Species	Region										Total		
	Busan	Ulsan	Incheon	Gangwo n-do	Gyeongg i-do	Gyeongsang am-do	Gyeongsangh uk-do	Jeollana m-do	Jeollabu k-do	Chungch eongnam -do		Jeju* Jeju	etc
Flathead mullet	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7
Red seabream	1	0	0	0	0	11	0	3	0	0	0	2	17
Black sea bream	1	1	1	3	0	12	1	14	3	1	0	9	46
Rock bream	2	0	0	0	0	5	0	7	0	0	18	2	34
Olive flounder	6	0	4	12	4	1	5	12	8	20	0	6	78
Starry flounder	0	4	0	7	0	0	1	0	0	0	0	2	14
Marbled flounder	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Brown croaker	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Sea perch	0	0	3	0	1	1	0	2	0	0	0	0	7
Rockfish	0	0	7	5	6	0	2	3	1	18	0	4	46
Black rock fish	1	2	0	0	0	22	2	1	0	0	0	3	31
Scorpionfish	3	1	1	2	0	15	0	0	0	0	7	1	30
River puffer	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	4
Oblong rockfish	0	0	0	0	0	6	0	1	0	0	0	1	8
Thread-sail filefish	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	2	0	6
Black scraper	6	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	12
Pacific cod	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Swimming crab	0	0	9	0	3	7	0	4	1	11	0	3	38
Oriental shrimp	0	0	1	0	0	0	0	2	1	9	0	0	13
Kuruma shrimp	3	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	1	9
Abalon	4	7	8	18	1	20	25	26	2	1	16	37	165
Sea cucumber	1	1	2	16	1	11	9	12	2	6	17	24	102
Total	28	17	39	63	18	122	46	96	18	70	60	96	673

\*, Jeju Special Self-Governing Province.

**Table 3.** The numbers of inspection cases of freshwater seed species for releasing in 2009.

Region species	Busan		Ulsan		Gangwon-do		Gyeonggi-do		Gyeongnam		Gyeongsang		Jeollanam		Jeollabuk		Chungcheong		Total
Korean bullhead	0	0	0	0	4	10	2	2	2	4	8	8	8	8	9	9	3	50	
Korean aucha perch	0	0	0	0	1	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	
Catfish	0	0	0	0	16	1	2	0	3	5	2	2	1	4	1	4	4	34	
Eel	0	1	19	12	8	2	4	2	4	6	5	8	5	4	8	4	4	69	
Crucian carp	1	0	7	10	9	10	9	12	6	14	4	4	10	6	10	6	6	79	
Common carp	0	0	0	4	8	4	8	6	5	3	0	0	2	2	2	2	2	30	
Mandarin fish	0	0	4	5	4	5	3	5	3	1	2	2	3	3	3	5	5	31	
Sweet fish	0	0	2	1	2	1	4	1	4	0	0	0	2	0	2	0	0	14	
Soft-shelled turtle	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	6	
Melanian snail	0	0	6	6	6	6	11	9	0	4	5	5	5	5	5	3	3	49	
Chinese mitten crab	2	2	1	14	3	2	3	2	3	4	5	2	2	0	2	0	0	38	
Total	3	3	60	65	51	42	34	48	31	42	31	42	28	42	28	28	28	407	

증폭된 PCR 산물은 1.5 $\mu$ l 25 ml<sup>-1</sup>의 ethidium bromide (EtBr, 10 mg ml<sup>-1</sup>) 첨가된 1.5 % agarose gel 에 전기영동한 후 MultiImage<sup>®</sup> II (Alphainnotech, USA)로 PCR 산물의 증폭 유무를 확인하였다.

#### 유전자 Cloning과 염기서열 분석

PCR 증폭산물은 Gel SV kit (GeneAll, Korea)를 사용하여 정제한 후 Topo TA cloning<sup>®</sup> (Invitrogen, USA)을 이용하여 cloning 하여 염기서열을 확인하였다. 염기서열의 분석에는 GENETYX ver. 8.0 (SDC Software Development, Japan)을 사용하였으며, NCBI에서 제공되는 BLAST program 등을 이용하여 상동성을 조사하여 최종 진단하고 합격·불합격을 판정하였다.

## 결 과

#### 방류수산동물에 대한 검사 실적 (검사의뢰 기관별 분류)

2009년도 국립수산과학원에서 발급한 방류수산동물에 대한 검사증명서 발급 결과를 분석한 결과, 총 1,080회로 이중에서 해면품종에 대해서는 673회, 내수면 품종은 407회의 검사를 실시한 것으로 나타났다 (Table 2, 3).

총 12개 지방자치단체에서 방류를 실시한 것으로 나타났으며, 검사를 의뢰한 기관을 지방자치단체별로 구분해보면 경상남도가 173회로 방류횟수가 가장 많았으며, 전라남도, 강원도 및 충청남도가 각각 130회, 123회 및 101회로 나타났다. 지방자치단체별로 경상남도, 전라남도 및 충청남도는 해면품종을 주로 방류하였으며, 경기도, 전라북도 및 충청북도는 내수면 품종을 주로 방류하는 것으로 나타났다. 해면품종의 경우, 경상남도가 122회로 방류횟수가 가장 많았으며, 그 다음으로 전라남도가 96회, 충청남도가 70회로 나타났다. 지방자치단체 이외의 국가기관 소속의 연구소 및 수산업협동조합 등의 수산동물

관련 단체에서 의뢰한 검사도 96회로 다소 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 내수면 품종에 대한 검사 의뢰가 가장 많았던 지자체는 경기도와 강원도가 각각 65회 및 60회로 나타났으며, 경상남도와 전라북도에서도 각각 51회, 48회 검사를 의뢰하였다.

검사대상 품종은 산업적으로 중요 양식대상종인 품종들이 다수를 차지하는 것으로 나타났는데, 해산어류의 경우 넙치가 78회로 가장 많은 것으로 나타났으며, 그 다음으로 감성돔, 돌돔, 볼락, 붉은쏨뱅이 등의 검사 횟수가 많은 것으로 나타났다. 기타 해면 품종으로는 전복 및 해삼에 대한 검사가 가장 많았으며, 꽃게도 다소 검사 의뢰가 많은 것으로 나타났다. 내수면 품종 중에서는 어류는 붕어, 뱀장어, 동자개, 메기의 순으로 검사 실적이 많았으며, 기타 품종 중에서는 다슬기의 검사 횟수가 많은 것으로 나타났다.

#### 시기별·품종별 방류시기의 추정

검사증명서 발급 결과를 시기별로 분석해본 결과 (Table 4, 5), 주요 방류시기인 5월부터 9월까지 100여건이 넘는 검사가 집중적으로 실시되었는데, 6월에 241회, 5월에 154회, 7월부터 9월까지 각각 134회, 126회 및 104회의 검사가 실시되었다. 대부분의 경우 검사증명서 발급 후 단시일 내에 방류가 이루어지고, 검사증명서의 유효기간이 15일인 것을 감안하여 품종별로 방류시기를 추정해보면 해면품종 중에서 넙치와 감성돔은 5월부터 6월까지 집중적으로 방류가 실시된 것으로 나타났으며, 돌돔은 6월을 중심으로 가장 많이 방류된 것으로 나타났다. 그 외 볼락은 4월부터 6월까지 주로 검사가 실시되었으며 조피볼락은 6월부터 7월에 집중되었고 이후 12월까지도 검사가 실시된 것으로 나타나, 이 시기를 주 방류시기로 추정하였다. 기타 품종중에서 가장 많이 검사가 실시된 전복은 3월부터 6월, 10월부터 11월에 집중된 것으로 나타났고, 해삼은 4월부터 5월까지와 11월부터 12월 사이

**Table 4.** Monthly analysis of inspection cases of marine seed species for releasing in 2009.

Species	Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Flathead mullet			7											7
Red seabream				2	4	1	4	6						17
Black sea bream				1	10	18	4	3	5	1	4			46
Rock bream				1	5	15	2	7	2	1	1			34
Olive flounder				2	9	25	19	4	1	3	5	8	2	78
Starry flounder							2	1	1	3	4	3	1	14
Marbled flounder									1					1
Brown croaker				1			1						1	3
Sea perch				2	3	2								7
Rockfish				1	3	5	15	14	2	2	1	2	1	46
Black rock fish				8	11	6		3	2	2		1		31
Scorpionfish				1	2	7	4	4	7	3	3	1	2	30
River puffer						1	1	1	2					4
Oblong rockfish				3		5								8
Thread-sail filefish						1	1	3		1	1		1	6
Black scraper						5	5	1	1					12
Pacific cod				2										2
Swimming crab				8	13	14	3							38
Oriental shrimp				1	11	1								13
Kuruma shrimp									1	6	2			9
Abalon				1	26	25	21	5	2	1	12	37	10	165
Sea cucumber				4	12	24	5	1		2	34	20		102
Total				2	37	68	123	148	59	40	28	37	93	673

Table 5. Monthly analysis of inspection cases of freshwater seed species for releasing in 2009.

species	Month												Total
	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec			
Korean bullhead					5	22	20	3					50
Korean aucha perch				2	1	3	1						7
Catfish			6	6	5	3	8	4	2				34
Eel		2	11	29	8	9	4	5		1			69
Crucian carp		3	2	17	21	19	14	3					79
Common carp			2	7	8	5	7	1					30
Mandarin fish		1	2	11	6	8	3						31
Sweet fish	1	9	1	2		1							14
Soft-shelled turtle					1	2	3						6
Melanian snail			1	7	7	8	16	8	2				49
Chinese mitten crab		1	6	12	13	6							38
Total	1	16	31	93	75	86	76	24	4	1			407



**Table 6.** The numbers of disqualification in inspection cases of seed species for releasing in 2009.

Diseases	Seed species	Inspection cases	Disqualification cases
VHS	Olive flounder, Marbled flounder, Starry flounder, Scorpionfish, Sea perch, Brown croaker,	415	0
	Pacific cod, Flathead mullet, River puffer, Thread-sail filefish, Black scraper, Rockfish,		
	Black rockfish, Oblong rockfish, Rock bream, Red seabream, Black sea bream, Eel		
RSIV	Olive flounder, Marbled flounder, Starry flounder, Scorpionfish, Sea perch, Brown croaker,	384	6
	Pacific cod, Flathead mullet, River puffer, Thread-sail filefish, Black scraper, Rockfish,		
	Black rockfish, Oblong rockfish, Rock bream, Red seabream, Black sea bream, Mandarin fish,		
	Ggokji( <i>Coreoperca herzi</i> ), Soft-shelled turtle		
VNN	Olive flounder, Marbled flounder, Starry flounder, Scorpionfish, Sea perch, Brown croaker,	346	0
	Pacific cod, Flathead mullet, River puffer, Thread-sail filefish, Black scraper, Rockfish,		
	Black rockfish, Oblong rockfish, Rock bream, Red seabream, Black sea bream		
IPN	Sweet fish, Common carp, Crucian carp, Eel, Sea cucumber, Melanian snail	343	0
SVC	Common carp, Crucian carp, Korean bullhead, Catfish	193	0
KHV	Common carp, Crucian carp	109	9
WSD	Swimming crab, Oriental shrimp, Kuruma shrimp, Chinese mitten crab	111	4
<i>Perkinsus marinus</i>	Abalone	165	0
Total		2,066	19

에 주로 검사가 이루어져 이 기간이 주요 방류 시기로 추정된다. 내수면 품종은 대부분 4월부터 11월 사이에 대부분의 검사가 이루어졌는데, 특히, 6월부터 9월 사이에 집중적으로 이루어졌다. 품종별로 구분해보면 붕어와 잉어는 6월부터 9월까지, 뱀장어는 5월부터 8월사이로 나타났으며, 동자개는 8월부터 9월까지, 은어는 4월에 주로 검사가 이루어져 이 기간이 주요 방류 시기로 추정된다. 기타 품종 중에서 참개는 6월부터 7월 사이에 집중되어 검사가 이루어진 반면 다슬기는 9월에 가장 검사횟수가 많은 것으로 나타나 9월부터 10월 초순사이에 주로 방류된 것으로 나타났다.

#### 방류수산동물에 대한 불합격 처분 결과

넙치 등 33종의 품종에 대하여 RSIV 등 8종의 수산동물전염병에 대한 검사를 실시하여 총 2,066건의 검사가 실시되었다. 검사 항목별로 분류하면 바이러스성출혈성패혈증 (VHS)이 415건으로 가장 많았으며, 그 다음으로 RSIV가 384건, 바이러스성신경괴사증 (VNN)과 감염성채장괴사증 (IPN)이 각각 284건 및 343건으로 나타났다. PCR법 및 유전자염기서열 비교를 이용한 검사 결과, 잉어허피스바이러스병 (KHV)이 9건, RSIV가 6건, 흰반점병 (WSD)이 4건 검출되어 불합격 처분 된 것으로 나타났다.

## 고 찰

종묘방류는 천연자원의 재생산으로는 부족한 가입량을 보충하기 위하여 생태계 영향을 최소화하는 범위 내에서 양질의 종묘를 방류함으로써 어획량을 증대시키는 방법으로서 수산자원회복 계획에 따라 인공어초사업 및 해조장 조성사업 등과 함께 국가적인 차원에서 확대되어 왔다.

우리나라의 방류사업은 1960년대 후반부터 시행된 동해안의 연어치어 방류를 시작으로 국립수산물과학원과 각 시·도 등의 지방자치단체를 주축으로 하여 1970년대 중반이후 전북 등

주요 연안정착성 생물을 중심으로 사업을 시작하였으며, 1980년대에 들어서는 정부의 주요 시책의 하나로 전 연안에 확대하여 추진되고 있다 (MOMAF, 2007). 1990년까지는 주로 전복, 넙치, 참돔, 감성돔, 돌돔, 보리새우, 대하 등 10여종이 방류되었고, 1990년대 이후부터는 방류 품종이 더욱 다양해져 어류가 약 20종, 패류는 10여종, 기타 10여종 등 총 40여종이 방류되었다. 농림수산식품부에서 시행하는 수산종묘매입방류사업지침에 의하면, 32종의 해면 품종과 11종의 내수면 품종이 대상 품종으로 지정되어 있는데, 본 연구 결과에 의하면 2009년도에는 해면 품종 22종과 내수면 품종 11종이 방류된 것으로 나타났다.

본 연구의 자료는 방류 주체인 지방자치단체 등이 검사를 의뢰한 자료를 바탕으로 집계되었기 때문에 실제로 지방자치단체별로 방류한 물량과는 차이가 있을 수 있으며, 본 자료에서 나타난 품종별 검사 건수는 품종별 전국적인 방류 횟수를 추정할 수 있는 제한적인 자료이다. 또한, 본 연구의 자료는 '방류수산동물의 검사 등에 관한 고시'에 따라 수산동물전염병에 대한 검사 대상이 되는 품종에 국한되어 있어, 검사 대상이 되지 않는 품종일 경우에는 자료 집계에 포함시키지 않았으며, 이들 품종에 대해서는 지자체에서 자체적인 건강도 기준을 마련하여 방류하고 있는 실정이다.

종묘 방류는 국가 및 지방자치단체의 매입 방류와 국가 및 지방자치단체 소속 배양장의 시험 생산 방류로 크게 나눌 수 있으나, 이 외에도 어촌계, 종묘생산자협회, 수산업협동조합 (수협), 원자력발전소 등의 기관에서 자체 방류사업을 하고 있다. 본 연구에서도 방류 주체별로 방류 회수를 구분해보면 지방자치단체가 주관한 방류가 88.5%로 가장 많은 것으로 나타났으며, 수협 등 기타 기관이 9.1%, 정부에서 실시한 경우가 2.4%를 차지했다. 기타 기관에서 가장 많은 비중을 차지한 기관은 수협이며, 주요 방류 품종은 전복과 해삼인 것으로 나타났다.

검사 대상 품종 중에서 해산품종으로는 전복이 24.5%로 가장 많았으며, 그 다음 해삼(15.2%), 넙치(11.5%), 감성돔과 조피볼락(6.8%), 꽃게(5.6%), 돌돔(5.1%), 볼락(4.6%), 붉은썴뱅이(4.5%)로 나타났다. 내수면 품종 중에서는 붕어가 19.4%로 가장 많았으며, 그 다음으로 뱀장어(17.0%), 동자개(12.3%), 다슬기(12.0%), 메기(8.4)의 순으로 나타났다. 이들 품종은 대부분이 산업적으로 중요한 양식대상종인 품종들로서 이는 민간양식업자가 생산한 종묘를 매입해 방류하고 있는 매입방류사업의 특성상 방류 주체인 시·도에서 양식기술이 확립되어 대량으로 생산되고 공급이 안정적이며 양질의 종묘를 쉽게 구할 수 있는 것을 선호하기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 이들 품종 중에서 자연생태계 투입 이후의 재생산 능력과 경제성에 대한 평가를 비롯한 방류 효과에 대한 연구 자료가 있는 것은 전복, 넙치, 조피볼락, 감성돔, 대하, 꽃게 등으로 매우 제한적이다(노 등, 1999; 이 등, 2000; 유 등, 2003; 김 등, 2006; 정 등, 2008; 김 등, 2009). 특히, 내수면 품종의 경우 대부분이 방류 효과에 대한 충분한 검증이 없이 방류되고 있는데, 이 경우 방류로 인해 야기되는 부정적인 영향 즉, 질병의 확산, 먹이경쟁 및 상호포식, 야생집단의 유전적 교란에 대해 충분한 검토가 필요할 것으로 생각된다(Fushimi, 2001).

국가나 지자체에서 실시하고 있는 매입방류사업의 종묘 선택 기준에서 가장 기본적인 원칙은 외관상 건강한 종묘여야 한다는 것이다. 그러나, 외관상 건강하다는 판단은 상당히 주관적일 수 있으며, 이러한 판단이 임상적인 소견에 대한 전문적인 지식이 없는 비전문가가 업무를 담당할 경우 이에 대한 정확한 확인이 어려운 경우도 있다. 또한, 외관상 건강하다고 판단되는 종묘라 하더라도, 질병에 감염된 친어의 사용이나 사육 환경 등에서 다양한 병원체에 노출되어 이들 병원체의 보균어로 작용할 수 있으며, 이러한 종묘가 방류될 경우 양식시스템에 정착된 병원체가 연안 서식환경으로 확산되는 결과를 초래할 개

연성도 있다. Bartley *et al.* (2006)도 육상 양식장에서 사육된 종묘의 방류시에는 방류종묘의 사육과 관련된 정보 이외에도 배양장 및 야생 집단의 질병에 대한 보고와 모니터링뿐만 아니라 위해확인, 위험평가, 위험관리 등의 위험분석도 함께 포함된 시스템이 반드시 필요하다고 주장하고 있다.

본 연구결과 총 33개 품종을 대상으로 8종의 병원체에 대한 감염 여부를 PCR법 및 유전자염기서열 비교를 이용해 동정한 결과, 2,066건의 검사 중에서 KHV가 9건, RSIV가 6건, WSD가 4건 검출되어 불합격 처분된 것으로 나타났다. 가장 많이 검출된 KHV는 잉어류의 주요 바이러스성 질병으로서 우리나라에서는 1998년 가두리 양식 잉어류에서 발생한 대량 폐사의 원인으로 추정되고 있으나(최 등, 2004), 이후 잉어 양식 산업의 급속한 붕괴로 이에 대한 연구가 거의 전무한 실정이다. 따라서 잉어류 양식산업의 명맥이 겨우 유지되고 있는 국내 현실에서 일부 종묘생산장에서의 KHV 검출 결과는 향후 관상어의 수출에도 심각한 영향을 미칠 수 있으므로 이와 관련된 역학적 연구가 필요할 것으로 생각된다. RSIV는 숙주 범위가 매우 광범위하여 일본에서는 농어목 28종, 가자미목 2종 및 복어목 1종에서 분리되었으며(Kawakami and Nakajima, 2002), 우리나라에서는 돔류를 비롯해 농어, 조피볼락 및 넙치 등의 양식어류뿐만 아니라(Do *et al.*, 2005), 최근에는 연근해에서 채집한 도다리, 독가시치, 쥐치와 말쥐치에서도 RSIV가 검출되어 양식어류 이외에 다양한 자연산 어류가 RSIV를 보균하고 있는 것으로 확인되었다(조 등, 2009). WSD의 경우, OIE에서도 해산, 기수 및 담수에 서식하는 새우류, 게류 및 가재류를 포함하는 광범위한 수생갑각류에 감염한다고 할 정도로 숙주범위가 넓으며, 먹이생물인 로티퍼, 해산연체동물, 다모류, 알테미아 등의 식각목의 갑각류, 요각류 등 다양한 생물이 살아있는 흰반점바이러스(WSSV)를 고농도로 축적하여 vector로서 작용할 수 있다고 경고하고 있다

(OIE, 2009). 우리나라에는 1993년 서해안 지역의 대하와 보리새우 양식장에서 처음 발견된 이후 지금까지 새우 양식업계에 많은 피해를 야기하고 있으며 (김 등, 1997), 양식장 주변의 다양한 생물종이 WSSV의 전달자 역할을 하는 것으로 보고되고 있어 (김 등, 2009), 생산과정 중에 야기될 수 있는 다양한 수평감염의 차단을 위해서도 자연수계로의 질병 확산에 충분히 주의할 필요가 있다.

이상의 결과들을 바탕으로 외관상 건강한 종묘라 할지라도 전염병의 병원체를 보균하고 있을 수 있으며, 양식어류와 자연생태계에 서식하는 수산생물이 동일한 병원체에 대하여 질병의 제공자로서 작용할 수 있다는 일차적인 결론 도출 (조 등, 2009)이외에도 양식시스템상의 질병 확산이 수서생태계로 확산될 경우 자원량 변동 등 생태계 교란의 원인으로 작용할 수 있는 개연성이 있음을 추정할 수 있다. 따라서, 이들 병원체가 종묘 방류를 통해 수서생태계로 유입되는 것을 차단하기 위한 검사 시스템은 방역 체계의 한 구성 요소로서 필수적이라 할 수 있다. 특히, 우리나라에서 방류되는 수산동물의 종류는 국내 양식 현황의 특성을 그대로 반영하여 그 종류가 매우 다양한데, 이들 품종 중에는 OIE에서 제시하고 있는 지정 질병별 감수성 숙주의 범위에 포함되지 않아 방역검사 시스템의 구축에 많은 어려움이 있다. 따라서 방류수산동물에 대한 질병별 검사대상 품종은 OIE의 위생규약 (aquatic code) 및 동식물 위생조치에 관한 협정 (Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures, 'SPS 협정')에서 권장하고 있는 범주 내에서 최대한 국내 양식 산업의 특성을 반영하여 확대될 필요가 있으며, 국내에서 발생하는 병원체 strain에 적합한 검사기법의 개발, 혈청학적 진단법 등의 정밀진단법 확대 적용 등 질병관리 시스템의 정착이 시급한 것으로 생각된다.

현재까지도 인공적으로 사육된 어패류의 방류가 자연생태계에 미치는 영향에 대한 논의가 끊

임없이 제기되고 있으나, 이러한 부정적 측면에 대한 많은 우려에도 불구하고 생태계를 유지하는 범위 내에서 인위적인 종묘방류와 같은 적극적인 시도 없이는 자원의 증가는 현실적으로 불가능하다는 것이 일반적인 견해가 되고 있다 (황 등, 2005; Bell *et al.*, 2006).

따라서 인공종묘의 방류가 초래할 수 있는 주요 부정적인 요인이라 할 수 있는 질병의 확산을 차단하기 위해서는 방류종묘에 대한 건강도 검사제도의 강화라는 사후 관리 체계뿐만 아니라, 병원체에 감염되지 않은 건강한 어패류를 생산하고 이들 종묘가 전염병의 확산으로부터 안전하게 보호될 수 있는 공식화된 방역 제도의 운영이 선행되어야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

농림수산식품부와 국립수산과학원에서는 2009년도 방류 품종 (해면 품종 22종과 내수면 품종 11품종)을 대상으로 수산동물전염병의 감염 여부를 검사하였다. 총 12개 지방자치단체에서 방류를 실시한 것으로 나타났으며, 이 중에서 경상남도, 전라남도, 제주도 및 충청남도는 해면 품종을 주로 방류하였으며, 경기도, 전라북도 및 충청북도는 내수면 품종을 많이 방류하는 것으로 나타났다. 검사품종중에서 해산품종으로는 전복이 24.5%로 가장 많았으며, 그 다음 해삼 (15.2%), 넙치 (11.5%), 감성돔과 조피볼락 (6.8%), 꽃게 (5.6%), 돌돔 (5.1%), 볼락 (4.6%), 붉은쏨뱅이 (4.5%)로 나타났다. 내수면 품종 중에서는 붕어가 19.4%로 가장 많았으며, 그 다음으로 뱀장어 (17.0%), 동자개 (12.3%), 다슬기 (12.0%), 메기 (8.4)의 순으로 검사 실적이 많았다. 총 33종의 품종을 대상으로 1,080회의 검사가 의뢰되었으며, 검사항목별로 2,066건의 검사를 실시한 결과 19건에서 red sea bream iridovirus (RSIV), koi herpesvirus (KHV) 또는 white spot syndrome virus (WSSV)와 같은 병원체가 검출되어 불합격 처리되었다.

## 감사의 글

본 연구는 국립수산물과학원 (수산동물질병발생 역학연구, RP-2010-AQ-029)의 지원에 의해 운영되었습니다.

## 참고 문헌

- Bartley, D.M., Bonadad-Reantaso, M.G. and Subasinghe, R.P.: A risk analysis framework for aquatic animal health management in marine stock enhancement programmes. *Fisheries Res.*, 80:28-36, 2006.
- Bell, J.D., Bartley, D.M., Lorenzen, K. and Lonergan, N.R.: Restocking and stock enhancement of coastal fisheries: Potential, problems and progress. *Fisheries Res.*, 80:1-8, 2006.
- Choi, D.L., Shon, S.K., Bang, J.D., Do, J.W. and Park, M.S.: Ultrastructural identification of herpes-like virus infection in common carp *Cyprinus carpio* in Korea. *Dis. Aquat. Org.*, 61:165-168, 2004.
- Do, J.W., Cha, S.J., Kim, J.S., An, E.J., Park, M.S., Kim, J.W., Kim, Y.C., Park, M.A. and Park, J.W.: Sequence variation in the gene encoding the major capsid protein of Korean fish iridoviruses. *Arch Virol.*, 150:351-359, 2005.
- Fushimi, H.: Production of juvenile marine finfish for stock enhancement in Japan. *Aquaculture*, 200:33-53, 2001.
- Kang, J.H., Noh, J.K., Kim, J.H., Lee, J.H., Kim, H.C., Kim, K.K., Kim, B.K. and Lee, W.J.: Genetic relationship between broodstocks of olive flounder, *Paralichthys llivaceus* (Temminck and Schlegel) using microsatellite markers. *Aquaculture Res.*, 37:701-707, 2006.
- Kawakami, H., Nakajima, K.: Cultured fish species affected by red sea bream iridoviral disease from 1996 to 2000. *Fish Pathol.*, 37:45-47, 2002.
- Kitada, S.: Effectiveness of Japan's stock enhancement programs: current perspectives. In: Howell, B.R., Moksness, E., Svasand, T. (eds), *Stock enhancement and sea ranching*. Fishing News Books, Oxford, pp.103-131, 1999.
- MOMAF. Annual report of fisheries in Korea. MOMAF, 324: 77-78, 2007.
- Nakano, H.: Valuation Basis of Artificial Fish Fry. In: *Condition of Healthy Seeding and Techniques of Culture*, Kitasiam, C. ed., Kouseigaku, Tokyo, pp.9-18, 1993.
- OIE 2009: White spot disease. In: *Manual of diagnostic tests for aquatic animals*. World animal health organization, Paris, pp.121-122, 2009.
- Tsukamoto, K.: Quality of fish for release. In: Kitajima, C. (Ed.), *Healthy fry for release and their production techniques*, Koseisyu Koseikaku, Tokyo, pp.102-113, 1993 (in Japanese).
- 김근식, 박상용, 이일로, 남윤권, 방인철: 새우 양식장 주변 생물의 흰점바이러스 보유율 및 두토막눈썸참갯지렁이의 대하 *Fenneropenaeus chinensis*에 대한 흰점바이러스 전달 효과. *한국어병학회지*, 22:15-21, 2009.
- 김광수, 손민호, 광석남, 박주면, 허성희: 진해만 잠도 주변해역에서 서식하는 방류산 볼락 (*Sebastes inermis*)의 식성. *한수지* 42: 73-77, 2009.
- 김광수, 황진욱, 박현철: 울산 연안의 전복 방류사업에 대한 경제적 효과분석. *수산해양교육연구*, 18:261-271. 2006.
- 김종경, 손상규, 허문수, 이태호, 전흥기, 장경립: 대하새우로부터 분리한 WSBV의 게놈서열의 분석. *한국어병학회지*, 10:87-95, 1997.
- 노재구, 김현철, 박철지, 이정호, 김종현, 이미숙, 김우진, 김경길, 명정인. 유전적 다양성이 고려되지 않은 어미관리에 의한 양식 넙

- 치 (*Paralichthys olivaceus*)의 유전적 다양성의 변화. 한국어류학회지, 20:248-254, 2008.
- 노충환, 최희정, 박용주, 홍경표, 박철원, 명정구: 세화학물질, Oxytetracycline hydrochloride, Alizarin red S 및 Calcein의 침지처리에 의한 조피볼락 치어의 비늘 표지. 한국양식학회지, 12:237-245, 1999.
- 이혜영, 박민우, 전임기: 자연산 및 양식산 조피볼락 치어의 영양학적 특성 비교. 한수지, 33:137-142, 2000.
- 유진형, 황두진, 윤양호, 정관식, 고현정: 가막만 방류 감성돔 (*Acanthopagrus schlegeli*) 치어의 초기 적응. 한수지, 36:365-371, 2003.
- 정달상, 박철지, 전창영: 종묘방류 해역에서 채집된 참전복의 microsatellite marker에 의한 유전 다양성 및 집단 구조. 한수지 41: 466-470, 2008.
- 정달상, 전창영: 종묘방류에 따른 넙치, *Paralichthys olivaceus* 지역집단의 유전학적 구조. 한국어류학회지, 20:156-162, 2008.
- 조미영, 지보영, 박경현, 이창훈, 이덕찬, 김진우, 박미선, 박명애: 2008년 우리나라 연근해 산 어류에 대한 병원체 모니터링. 한국어병학회지, 22:75-83, 2009.
- 황진욱, 이권혁, 정달상, 김광수: 수산종묘상업의 경제성 평가. 수산경영론집, 36:121-138, 2005.

---

Manuscript Received : March 9, 2010

Revised : April 16, 2010

Accepted : April 23, 2010