

양식 강도다리, *Platichthys stellatus* Pallas에서 분리된 *Streptococcus parauberis*의 특성

조미영 · 이재일* · 김명석 · 최희정 · 이덕찬† · 김진우
국립수산과학원 병리연구과, *포항수산사무소

Isolation of *Streptococcus parauberis* from starry flounder, *Platichthys stellatus* Pallas

Mi Young Cho, Jae Il Lee*, Myoung Sug Kim, Hee Jung Choi, Deok Chan Lee†
and Jin Woo Kim

Pathology Division, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-902, Korea
* Pohang Fisheries Office, NFRDI, Pohang 790-120, Korea

A disease with mass mortality characterized exophthalmia and abdominal distension by ascites occurred in farmed starry flounder, *Platichthys stellatus* in Pohang since October of 2007. Severe necrosis and infiltration of inflammatory cells were observed in tissue histopathological sections from liver, kidney, spleen and heart of the diseased fish. The catalase-negative and gram positive cocci with γ -hemolysis were isolated from moribund fish. Analysis of the API profiles and the multiplex PCR of the isolates showed that strains were identified as *Streptococcus parauberis*. In API profiles, *S. parauberis* isolated from starry flounder differed from those of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* to the test of arginine dihydrolase, D-mannitol, D-sorbitol and α -lactose. And the strains, PH0710 and PH0711, were strongly lethal for starry flounder (LD₅₀ ranging from $4.2 \times 10^3 \sim 4.2 \times 10^2$ cfu/fish at 7 days after intraperitoneally inoculation). This is the first report on a *S. parauberis* infection in starry flounder.

Key words: *Platichthys stellatus*, Starry flounder, *Streptococcus parauberis*, API20 strep, Multiplex PCR

강도다리, *Platichthys stellatus*는 가자미목 가자미과의 어류로서 일반적으로 몸길이가 30 ~ 40 cm 정도 자라며, 북태평양에 넓게 분포하는데 미국 서부연안과 Bering해로부터 동해에 이르는 지역의 수심 80 ~ 350 m 정도의 부드러운 모래질이 분포한 해역에서 많이 잡힌다. 저염분

에 대한 저항성이 강해 기수 지역에서도 관찰되며 주로 12월에서 1월 사이에 산란한다 (Orcutt, 1950; Kramer *et al.*, 1995). 우리나라에서는 동해안의 일부 육상 수조식 넙치양식장에서 소규모로 사육되고 있다.

연쇄구균증은 담수와 해수의 다양한 어류에서

†Corresponding Author : Deok Chan Lee, Tel : 051-720-2487
Fax : 051-720-2498, E-mail : chani-lee@nfrdi.go.kr

발병하며, *Lactococcus garvieae*, *Streptococcus iniae* 및 *S. parauberis* 등이 주요 원인체로 알려져 있다 (Kitao, 1993; Kusuda and Salati, 1993; Austin and Austin, 1999). 그러나 국외의 사례에서 어류 병원체로서 *S. parauberis*에 대한 보고는 매우 제한적이다 (Domenech *et al.*, 1996; Romalde *et al.*, 1999). 최근 국내에서는 *S. parauberis*가 다양한 지역의 양식 넙치로부터 분리되고 있으며 (우 등, 2006; Baeck *et al.*, 2006; 강 등, 2007; 이 등, 2007; 조 등, 2007 a & b), 이 균에 감염된 넙치는 체색흑화, 피부궤양, 지느러미 출혈, 안구출출 및 충혈, 안구백탁, 장 탈장 등의 외부 증상을 나타낸다 (강 등, 2007).

최근 동해안의 강도다리 양어장에서 안구출출, 안구 주변 농양 및 출혈, 복부팽만 등의 외부 증상을 보이며 장기적인 폐사가 발생하였다. 각 내부 장기로부터 균을 분리하여 간이 동정한 결과 연쇄구균에 의한 것으로 판단된 바, 본 연구에서는 강도다리의 폐사 원인체로 의심되는 균주를 분리하였다. 이 분리균에 대하여 생화학적 및 분자생물학적 진단법으로 확정 진단을 하였으며, 강도다리를 대상으로 하여 분리균주의 병원성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

병원체의 분리

양어장 내의 어류 중 안구출출, 안구 주변 농양 및 출혈, 복부팽만 등의 외부증상이 관찰되는 강도다리를 채포하여 무균적으로 해부하고, 각 장기의 시료 일부를 취하여 brain heart infusion agar (BHIA, Difco; 최종 농도 1%가 되게 NaCl 첨가)에 도말하여 27°C에서 배양하였다.

병리조직학적 검사

부검한 어류의 아가미, 간, 비장, 신장, 위, 장 및 심장 등을 적출하여 10% 중성포르말린 용액에 전고정하고, 해당 시료를 세절하여 동일한 고정액에 2차 고정 후 일반적인 파라핀표본 제작 과정을 따랐다. 조직 시료는 통상적인 방법의 Hematoxyline-Eosin (H&E) 염색을 하고 현미경 (Zeiss, Germany)으로 관찰하였다.

시험균주

강도다리에서 분리된 균주의 동정과 생화학적 특성을 비교하기 위하여 넙치에서 분리된 6 균주와 참조균주인 KCTC3651 균주를 사용하였다

Table 1. Tested strains of *Streptococcus parauberis* in this study

Strains	Isolation		
	Host	Region	mm/yy
FP2284		Jeju	2006
FP2313		Pohang, Kyeongbuk	Sept./2006
FP2358	olive flounder,	Pohang, Kyeongbuk	July/2008
FP3336	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Ulsan	Aug./2007
FP3414		Wando, Jeonnam	Nov./2007
FP4172		Jeju	2004
KCTC3651	mastis sample milk		1990
PH0710	starry flounder,	Pohang, Kyeongbuk	Oct./2007
PH0711	<i>Platichthys stellatus</i>	Pohang, Kyeongbuk	Nov./2007

(Table 1). API20 Strep kit (bioMérieux Inc., France)를 이용한 균주간의 비교를 위하여 총 9 균주를 사용하였으며, 병원성 비교를 위하여 참조균주 중 예비실험 결과 넘치에 대한 독성이 강한 것으로 확인된 FP2284 균주와 독성이 약한 KCTC3651 균주를 사용하였다.

생화학적 특성

순수분리된 균주는 1차적으로 Gram 염색, catalase test, API20 Strep을 이용한 시험 및 면양 적혈구 배지에서의 용혈능을 관찰하였다. 또한 강도다리에서 분리된 *S. parauberis* 균주의 생화학적 차이를 넘치에서 분리된 균주와 비교분석하였다. API20 Strep 시험을 위하여 분리균주를 BHIA (최종 염분농도, 1%)에 도말하여 30°C, 36시간 배양하였다. 시험균주들은 생리식염수 (physiological saline, PS)에 현탁하여 PS를 표준으로 $A_{550} = 1.512 \sim 1.676$ 으로 조정하여 API20 strep에 접종하였다. 접종 후 4시간 및 24시간째에 결과를 확인하였다.

분자생물학적 검사

분자생물학적 진단은 Multiplex PCR을 이용하였다. 균주의 genomic DNA 추출은 시판되고 있는 High pure PCR Templet preparation kit (Roche, Germany)를 사용하여 정 등 (2004)의 방법에 따라 분리한 후 100 μ l의 DNA elution buffer에 녹여 사용하기 전까지 -20°C에 보관하였다. PCR primer는 Spa 2152 (5'-TTT CGT CTG AGG CAA TGT TG-3')와 Spa 2870 (5'-GCT TCA TAT ATC GCT ATA CT-3')을 사용하였으며, PCR 반응은 Accupower PCR premix (Bioneer, Korea)를 사용하였다. PCR 반응 조건은 predenaturation (94°C, 5분)한 후 denaturation (95°C, 30초), annealing (55°C, 30초), extension (72°C, 30초)의 주기를 30 cycles로 반복하고 final extension (72°C, 5분)을 하였다. PCR 생성물은 0.5 μ g/ml EtBr이 첨가된 1% agarose gel 상에서 전기영동한 후 image system (GB/GeneGenius Super 12, SynGene)으로 718bp의 최종생성물을 확인하였다.

시험어 및 병원성 시험

병원성 시험에 사용된 강도다리는 경북 포항의 육상수조식 양어장으로부터 공급받아 사용하였으며, 어류의 크기는 12.2~15.7 cm (평균 체중, 45.3g)이었다. 병원성 실험 대상 균주인 FP2284, KCTC3651, PH0710 및 PH0711 균주를 BHIA에 접종하여 30°C, 36시간 배양하였다. 시험균주 중 FP2284, PH0710 및 PH0711 균주들은 생리식염수로 원심세척하고 현탁하여 4.2×10^6 cfu/ml의 농도로 조정하였다. 이 균액을 10-fold로 희석하여 최저농도가 4.2×10^3 cfu/ml 되게 하였고, KCTC3651 균주는 4.2×10^6 cfu/ml의 한 농도만을 사용하였다. 준비한 균액 0.1ml 씩을 각 시험구 당 10마리의 시험어에 복강주사하고 7일간 폐사를 확인하였다. 주사한 어류는 40 l 수조에 수용하여 시간 당 약 60 l의 물이 공급되게 하였으며 항온기를 사용하여 수온은 22°C로 유지하였다. 실험 3일 전부터 종료시까지 먹이는 공급하지 않았다.

결과 및 고찰

*S. parauberis*에 감염된 강도다리는 외부적으로 안구돌출, 안구주위 농양 및 출혈, 주둥이 주위 출혈, 복부팽만 등이 관찰되었다 (Fig. 1-A & B).

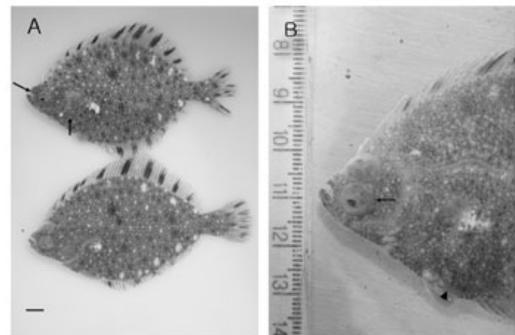


Fig. 1. Main clinical signs of starry flounder, *Platichthys stellatus* affected by *Streptococcus parauberis*: The characteristic signs were exophthalmia, hemorrhages of eyes and jaw (A & B, arrow), and abdominal distension (B, arrow head).

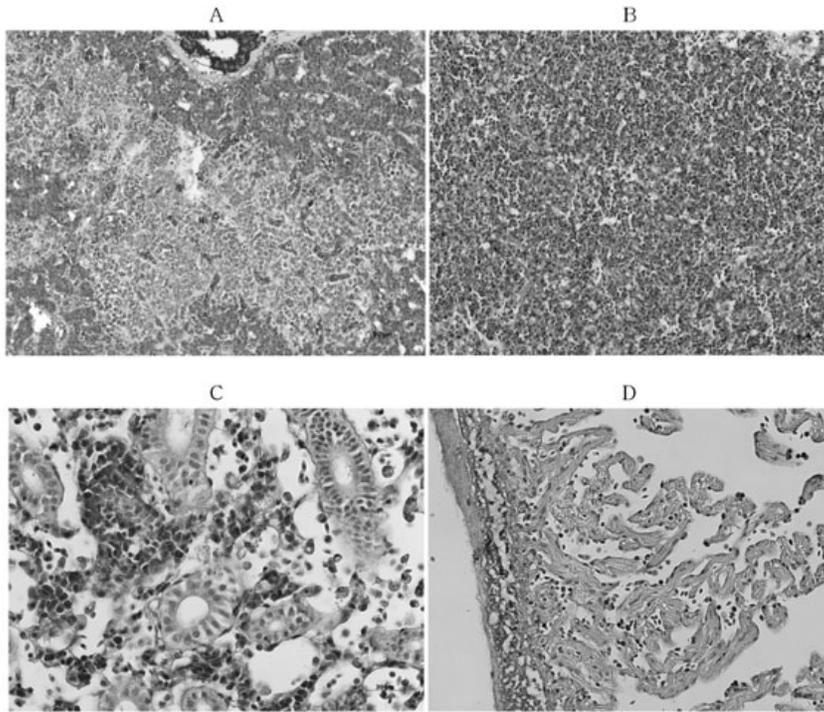


Fig. 2. Micrographs of the liver (A), spleen (B), kidney (C), heart (D) from starry flounder, *Platichthys stellatus* infected with *Streptococcus parauberis*. Note the severe inflammatory degenerations including infiltration of inflammatory cells in the internal organs. Gram-positive cocci were widely distributed over the organs (H&E stain).

내부증상으로는 간의 충혈 및 울혈이 관찰되었으며, 조직학적 소견으로는 간조직 전체의 심한 괴사, 염증반응 및 농양형성이 관찰되었으며, 세균을 식작용한 백혈구계 세포와 괴사 세포의 균집이 간조직 전반에서 관찰되었다. (Fig. 2-A). 또한 비장조직 (Fig. 2-B)과 신장조직 (Fig. 2-C) 전체에 균체 침윤과 식세포 및 백혈구계 세포의 괴사가 관찰되었고, 심장 (Fig. 2-D)의 심외막에 심한 염증성 병변이 관찰되었고 심근에서도 백혈구계 세포 침윤이 관찰되었다.

연쇄구균증에 감염된 어류는 병원체의 용혈능에 따라 증상에서 차이가 있는데 α -hemolytic bacteria에 감염된 경우는 육아중성 염증이 대표적이며, β -hemolytic bacteria에 감염된 경우는 패혈증 및 안구의 심한 화농성염증이 두드러지는 것으로 알려져 있다 (Miyazaki *et al.*, 1984). *S. parauberis*가 어류병원체로서 처음 보고된 turbot에

서는 심한 안구돌출, 화농성 복수에 의한 복부팽만, 눈, 비장, 신장 및 뇌의 염증반응 등이 특징적이며, 모든 장기에 전신적인 병변을 야기하는 전신감염형과 안구 및 안구주변의 화농성 국소염증을 야기하는 국소감염형으로 나누어진다 (Nieto *et al.*, 1995). 현재까지 국내에서 *S. parauberis*의 감염 보고는 넙치에 한정되어 있는데, 제주도에서 연쇄상구균증을 보이는 양식넙치에서 *S. parauberis*를 분리하여 보고한 바 있고 (Baek *et al.*, 2006), 인위감염 결과 *S. parauberis*에 의한 감염 넙치의 외부증상 및 내부 장기의 병리학적 소견이 *S. iniae*에 의하여 감염된 넙치와 다르다고 하였는데 (조 등, 2006), *S. parauberis*에 감염된 넙치는 주로 체색흑화 (이 등, 2007; 강 등, 2007), 피부궤양, 안구돌출 및 충혈, 안구백탁, 탈장 등의 증상 (강 등, 2007)을 보인다고 하였다. 또한 *S. parauberis*에 감염된 양식 turbot은 출혈

Table 2. Biochemical characteristics of reference and isolated *Streptococcus parauberis* from olive flounder, *Paralichthys olivaceus* and starry flounder, *Platichthys stellatus* tested by API20 Strep for 24 hr incubation

Host	Strains	VP	HIP	ESC	PYRA	α - GAL	β - GUR	β - GAL	PAL	LAP	ADH	RIB	ARA	MAN	SOR	LAC	TRE	INU	RAF	AMD	GLYG
olive flounder	FP2284	+	+	(+)	(+)	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	FP2313	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	FP2358	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	FP3336	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	FP3414	+	+	+	+	-	-	(+)	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	FP4172	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Reference strains	KCTC3651	+	+	+	(+)	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
starry flounder	PH0710	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	(+)	(+)	(+)	+	-	-	-
	PH0711	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	(+)	(+)	(+)	+	-	-	-

+, positive reaction; -, negative reaction; (+), weakly positive results. VP, acetoin production; HIP, hippurate hydrolysis; ESC, esculin hydrolysis; PYRA, pyrrolidonyl arylamide; α -GAL, α -galactosidase; β -GUR, β -glucuronidase; β -GAL, β -galactosidase; PAL, alkaline phosphatase; ADH, arginine dihydrolase; RIB, ribose acidification; ARA, D-arabinose acidification; MAN, D-mannitol acidification; SOR, D-sorbitol acidification; LAC, α -lactose acidification; TRE, D-trehalose acidification; INU, inulin acidification; RAF, D-raffinose acidification; AMD, starch acidification; GLYG, glycogen acidification.

및 농양을 동반한 안구돌출과 복부 또는 복벽의 점상출혈 (Domenech *et al.*, 1996)이 알려져 있다. 이러한 증상들에 비하여 본 연구의 대상인 강도다리에서는 체색흑화, 피부궤양 및 탈장 등의 증상은 관찰되지 않았다. 또한 해부소견으로는 넙치의 경우 간장의 충혈 비대 또는 축소, 장관의 염증, 출혈이 관찰되며 뇌표면의 출혈, 충혈이 뚜렷하고 아가미뚜껑 내부에 농창이 생기는 것이 특징적이다 (전, 2005). 그리고 양식 turbot에서는 비장과 신장의 점액성 출혈을 유발하는 것으로 알려져 있다 (Domenech *et al.*, 1996). 강도다리의 경우에는 심외막염, 내부장기의 광범위한 염증소견 및 장 상피조직하의 결합조직 내에서 심한 조직괴사 등이 관찰되었으나, 뇌 조직에서는 특징적인 소견이 관찰되지 않았다. 따라서 본 연구에서 나타난 강도다리의 *S. parauberis* 감염 증상은 turbot과 넙치에서 보고된 것과 매우 유사한 것으로 사료된다.

순수분리된 균주에 대한 생화학적 및 분자생물학적 동정 결과, 원인균은 Gram 양성, 연쇄상 구균으로 확인되었다. API20 Strep을 이용한 시험 (24시간)에서 code 7161710를 나타내었으며, 면양적혈구 배지에서 γ -용혈성을 나타내었다. API20 Strep을 이용한 넙치에서 분리된 *S. parauberis*와의 비교에서 강도다리 유래 균주는 arginine dihydrolase (ADH)에서 양성 (4 & 24시간)을 나타내며, D-manitol (MAN), D-sorbitol (SOR) 및 α -lactose (LAC) 등의 당 이용능에서 양성을 나타내는 경향을 보였다.

국내에서 분리된 *S. parauberis*는 당 이용능 등의 생화학적 특성이 다양한 것으로 보고되고 있다. 우 등 (2006)은 5종의 분리 균주 간에 당의 이용능 정도가 다양한 것으로 보고하였고, 참조균주인 KCTC3651 균주와도 차이가 나는 것으로 보고하였다. 조 등 (2007)도 넙치에서 분리한 균주 및 참조균주 간에 α -galactosidase (α -GAL), β -glucuronidase (β -GUR), β -galactosidase (β -GAL), D-raffinose (RAF)의 이용능에 차이가 있었으며, 분리균주 사이에서도 RIB, D-manitol, D-

sorbitol, D-lactose, inulin의 이용능이 다양한 것으로 보고하였다. 연쇄구균증의 원인균 중 하나인 *S. iniae*의 경우 tagatose와 sucrose의 이용능에 따라 biotype을 구별하였는데 분리 국가나 지역에 따른 특성이 있다는 보고 (Eldar *et al.*, 1999)가 있어 이러한 차이가 *S. parauberis*에도 유사한 패턴으로 나타날 것으로 추정된다. 또한, 본 연구에서 나타난 ADH와 당 이용능은 넙치와 강도다리 유래의 *S. parauberis* 간에 차이가 있는 것으로 판단되며, 추가적인 실험을 통한 특성 구명이 필요할 것으로 사료된다.

Multiplex PCR을 이용한 분자생물학적 검사 결과, 강도다리에서 분리된 균주 (PH0710과 PH0711)는 넙치에서 분리된 균주인 FP2284 및 참조균주인 KCTC3651과 동일한 약 718bp 크기의 증폭산물을 확인할 수 있었다 (Fig. 3).

분리균주의 강도다리에 대한 공격실험 결과, 실험 대상 균주인 FP2284, PH0710 및 PH0711 균주의 병원성은 각 농도에서 비슷하게 나타났다 (Table 3). 3 균주 모두 반수치사 농도는 $4.2 \times 10^2 \sim 4.2 \times 10^3$ cfu/fish 사이로 나타나 강도다리에 대하여 강한 독성을 가지는 것으로 판단된다. 폐사의 진행 경향은 각 농도 주사 후 3~5일 사이에 집중적으로 일어나며 어느 정도 폐사가 진행된 이후에는 폐사율이 급격하게 줄어드는 것을

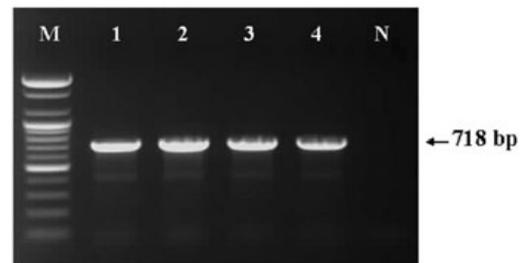


Fig. 3. PCR amplification products of multiplex PCR assay for the detected *Streptococcus parauberis*. M, 100bp DNA ladder; lane 1, KCTC3651; lane 2-3, isolated from starry flounder, *Platichthys stellatus* (PH0710 & PH0711); lane 4, isolated from olive flounder, *Paralichthys olivaceus* (FP2284); N, negative control.

Table 3. Cumulative mortality of starry flounder, *Platichthys stellatus* intraperitoneally injected with different concentration of the *Streptococcus parauberis* FP2284, PH0710, PH0711 and KCTC3651 strain

Tested strains	Injection dose (cfu/fish)	Mortality							Cumulative mortality (%)
		Post injection (days)							
		1	2	3	4	5	6	7	
FP2284	4.2×10^5	0	0	2	3	1	0	0	60
	4.2×10^4	0	0	2	4	1	0	0	70
	4.2×10^3	0	0	1	3	2	0	0	60
	4.2×10^2	0	0	0	2	2	0	0	40
PH0710	4.2×10^5	0	0	1	4	1	0	0	60
	4.2×10^4	0	0	1	4	1	0	0	60
	4.2×10^3	0	0	1	4	1	0	0	60
	4.2×10^2	0	0	0	2	2	0	0	40
PH0711	4.2×10^5	0	0	1	5	0	0	0	60
	4.2×10^4	0	0	2	4	0	0	0	60
	4.2×10^3	0	0	1	4	1	0	0	60
	4.2×10^2	0	0	0	2	2	0	0	40
KCTC3651	4.2×10^5	0	0	0	0	0	1	0	10

※ Each group was tested with 10 individuals.

확인할 수 있었다. 또한 4.2×10^3 cfu/fish 이상의 농도에서 균 농도 증가에 따른 폐사의 증가가 크지 않은 것으로 나타났다. 그러나 3균주 모두 1.0×10^8 cfu/fish 이상에서는 100% 폐사를 나타내었다 (자료 나타내지 않음).

이 등 (2007)의 보고에서 *S. parauberis*의 인위 감염에 의한 넙치의 폐사 유형은 *S. iniae*에 의한 폐사 유형에 비하여 느리고 점진적으로 일어난다고 하였다. 그러나 *S. parauberis*를 주사한 강도다리에서는 인위감염 초기인 3 ~ 5일째 저농도에서도 급격하게 폐사가 일어나는 것을 알 수 있었다. 이러한 반응은 강도다리의 *S. parauberis*에 대한 저항성이 매우 낮다는 것을 의미하며, 양식장 환경에 대한 강도다리의 적응력 여부와 관련이 있는 것으로 사료된다. 권 등 (2007)은 넙치의 주요 세균성 질병에 대해 강도다리의 감수성을 조사한 결과, *Edwardsiella tarda*에 대한

감수성은 높게 나타났으나, *S. iniae* 및 *Vibrio ichthyenteri*에 대해서는 방어력을 가지고 있는 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서 강도다리에 대한 *S. parauberis*의 병원성을 확인한 결과로 보아 추후 강도다리 양식장에서 연쇄구균증에 대한 충분한 예방 조치가 필요할 것으로 판단되며, 특히, 저염분 해수가 강도다리에 스트레스로 작용하여 면역능 저하가 야기될 수 있으므로 (권 등, 2007), 하절기 집중호우 뒤 어병관리가 매우 중요할 것으로 사료된다.

요 약

2008년 10월 포항의 강도다리, *Platichthys stellatus* 양식장에서 안구돌출 및 복수에 의한 복부 팽만 등의 특징적인 증상을 보이는 대량폐사가 발생하였다. 병리조직학적 검사 결과, 감염어의

간, 신장, 비장 및 심장에서 다양한 정도의 괴사 소견과 염증성 세포의 침윤이 관찰되었다. 빈사 상태의 어체로부터 분리된 균은 면양적혈구배지에서 γ -용혈능을 보이는 catalase 음성, 그람 양성을 나타내었으며, API profile 및 multiplex PCR 결과 *Streptococcus parauberis*로 동정되었다. 강도다리에서 분리된 균주는 API profile 중에서 ADH, MAN, SOR 및 LAC 이용능에서 넙치 유래 균주와 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 PH0710과 PH0711 균주는 강도다리에 대하여 매우 강한 반수치사농도 (4.2×10^3 - 4.2×10^2 cfu/fish)를 나타내었다. 이 보고는 강도다리에서 분리한 *S. parauberis*에 대한 첫 번째 보고이다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물품질관리원(수산생물질병 모니터링 및 진단연구, RP-2008-AQ-132)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참고 문헌

Austin, B. and Austin, D.A. (1999): Gram positive bacteria-the lactic acid bacteria. In *Bacteria Fish Pathogens. Diseases in Farmed and Wild Fish*, 3th ed., Springer, UK., pp. 38-49.

Baeck, G.W., Kim, J.H., Gomez, D.K. and Park, S.C. (2006): Isolation and characterization of *Streptococcus* sp. from diseased flounder (*Paralichthys olivaceus*) in Jeju island. *J. Vet. Sci.*, 7: 53-58.

Domenech, A., Ferenández-Garayzábal, J.F., Pascual, C., Garcia, J.A., Cutuli, M.T., Moreno, M.A., Collins, M.D. and Dominguez, L. (1996): Streptococcosis in cultured turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), associated with *Streptococcus parauberis*. *J. Fish Dis.*, 19: 33-38.

Elder, A., Gorla, M., Ghittino, C., Zlotikin, A. and Bercovier, H. (1999): Biodiversity of *Lactococcus garvieae* strains isolated fish in Europe, Asia, and Australia. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65: 1005-1008.

Kitao, T. (1993): Streptococcal infection. In *Bacterial Diseases of Fish*, Inglis, V., Roberts, R.J. and Bromage, N.R. (Editors), Blackwell, Oxford, pp. 196-210.

Kramer, D.E., Barss, W.H., Paust, B.C. and Bracken, B.E. (1995): Guide to northeast pacific flatfishes: families Bothidae, Cynoglossidae, and Pleuronectidae. *Marine Advisory Bulletin*, 47: 1-104.

Kusuda, R. and Salati, F. (1993): Major bacterial diseases affecting mariculture in Japan. *Annu. Rev. Fish Dis.*, 3: 9-85.

Miyazaki, T., Kubota, S.S., Kaige, N. and Miyashita, T. (1984): A histopathological study of streptococcal disease in tilapia. *Fish Pathol.*, 19: 167-172

Nieto, J.M., Devesa, S., Quoroga, I. and Toranzo, A.E. (1995): Pathology of *Enterococcus* sp. infection in farmed turbot, *Scophthalmus maximus* L. *J. Fish Dis.*, 18: 21-30.

Orcutt, H.G. (1950): The life history of the starry flounder *Platichthys stellatus* (Pallas). *Calif. Fish Bull.*, 78: 25-32.

Romalde, J.L., Magariños, B., Villar, C., Barja, J.L. and Toranzo, A.E. (1999): Genetic analysis of turbot pathogenic *Streptococcus parauberis* strains by ribotyping and random amplified polymorphic DNA. *FEMS Microbiol. Lett.*, 459: 297-304.

강철영, 강봉조, 문영건, 김기영, 허문수 (2007): 제주도 양식넙치 (*Paralichthys olivaceus*)로부터 분리한 비 용혈성 연쇄구균의 동정. *한국어병학회지*, 20: 109-117.

권문경, 임한규, 민병화, 변순규, 김이청, 조병열

- (2007): 양식환경이 강도다리, *Platichthys stellatus*의 혈액 생화학적 성상 및 lysozyme 활성에 미치는 영향. 한국어병학회지, 20: 281-289.
- 우승호, 김현정, 이주석, 김진우, 박수일 (2006): 해수 양식어류에서 분리된 연쇄상구균의 종류와 병원성. 한국어병학회지, 19: 17-33.
- 이창훈, 김필연, 고창식, 오덕철, 강봉조 (2007): 제주지역 양식 넙치 (*Paralichthys olivaceus*)로부터 분리되는 *Streptococcus iniae*와 *Streptococcus parauberis*의 생물학적 특성. 한국어병학회지, 20: 33-40.
- 전세규 (2005): 넙치의 질병과 치료, 한국수산신문사, 서울, pp. 108-110.
- 정용욱, 강봉조, 박근태, 허문수 (2004): 16S-23S rRNA intergenic spacer region을 이용한 어류병원성 *Streptococcus iniae*의 분자생물학적 동정. 한국어병학회지, 17: 91-98.
- 조미영, 김명석, 권문경, 지보영, 최혜승, 최동림, 박경현, 이창훈, 김진도, 이주석, 오윤경, 이덕찬, 박신후, 박명애 (2007a): 2005년부터 2006년 사이 우리나라 양식넙치, *Paralichthys olivaceus*의 세균성 질병에 대한 역학조사. 한국어병학회지, 20: 61-70.
- 조미영, 오윤경, 이덕찬, 김재훈, 박명애 (2007b): 양식 넙치에서 분리한 *Streptococcus parauberis*의 동정방법에 따른 지역적 비교. 한국어병학회지, 20:49-60.
- 조미영, 이덕찬, 최희정, 강봉조, 정승희, 김진우 (2006): 양식넙치, *Paralichthys olivaceus*에서 분리한 *Streptococcus parauberis*의 병원성. 2006년도 수산관련학회 공동학술대회 발표요지집, pp. 516-517.

Manuscript Received : October 31, 2008

Revision Accepted : November 28, 2008

Responsible Editorial Member : Kim, Jung-Ho
(Kangnung National University)