

## 제주지역 양식 넙치 (*Paralichthys olivaceus*)로부터 분리되는 *Streptococcus iniae*와 *Streptococcus parauberis*의 생물학적 특성

이창훈 · 김필연\* · 고창식\* · 오덕철\*\* · 강봉조\*†

국립수산과학원 제주수산연구소, \*제주특별자치도 해양수산자원연구소, \*\*제주대학교 생명과학과

### Biological characteristics of *Streptococcus iniae* and *Streptococcus parauberis* isolated from cultured flounder, *Paralichthys olivaceus*, In Jeju

Chang-Hoon Lee, Pil-Youn Kim\*, Chang-Sik Ko\*, Duck-Chul Oh\*\* and Bong-Jo Kang\*†

Jeju Fisheries Research Institute, NFRDI, Jeju 690-190, KOREA

\*Jeju Special Self-Governing Province Fisheries Resources Research Institute, Jeju 697-914, Korea

\*\*Department of Life Science, College of Natural Sciences, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

Biochemical characteristic of *Streptococcus iniae* and *Streptococcus parauberis* that are pathogens of streptococcosis of cultured flounder, *Paralichthys olivaceus*, in Jeju area was examined. The result of experiments on the grow according to temperatures showed that only *S. parauberis* grew at 10°C, the result of hemolysis test showed that only *S. iniae* bacteria showed  $\beta$  hemolysis. Only *S. parauberis* were positive in VP test and HIP test, both bacteria used  $\alpha$ -D-glucose, D-mannose, D-psicose, D-trehalose, pyruvatic acid methyl ester, and glycerol as substrates. L-lactic acid was used only *S. iniae* bacteria, and  $\beta$ -methyl-D-glucosid was used only by *S. parauberis*. *S. iniae* exhibited acute infection patten, differently *S. parauberis* exhibited chronic infection patten in pathogenic test.

*Key words:* *Paralichthys olivaceus*, Pathogens, Streptococcosis, *Streptococcus iniae*, *Streptococcus parauberis*

1980년대 중반부터 시작된 제주 지역의 넙치 양식은 2005년 현재 260여개소의 양식장에 수면적이 약 100 ha로 연간 생산량이 17,737톤에 달하며, 1,693억원의 수입을 기록하는 제주지역 1차 산업 중 중요한 부분을 차지하고 있다 (제주도, 2006).

이러한 양식 산업은 최근 여러 가지 질병 발생으로 인하여 경제적 피해가 발생하고 있는데 양식 넙치의 세균성 질병과 관련하여 연쇄구균증, 에드워드증, 비브리오팀증, 활주세균증 등의 연구가 이루어지고 있으며 (전, 1988; 이 등, 1991;

이 와 하, 1991; 방 등, 1992; 허 등, 2001), 그 중 상품화 크기인 성어의 경우에는 연쇄구균증에 의한 피해가 많은 것으로 알려지고 있다 (강, 2003).

어류의 연쇄구균증 (Streptococcosis)에 대한 연구로는 일본에서 무지개송어 (*Oncorhynchus mykiss*)의 연쇄구균성 패혈증에 대한 보고를 시작으로 (Hoshina *et al.*, 1958) 해산어에 대한 연쇄구균증 원인균에 대한 연구결과로써  $\beta$ -용혈성 *Streptococcus*, *Enterococcus seriolicida*, *Lactococcus garvieae*, *Streptococcus parauberis*, *Streptococ-*

†Corresponding Author : Bong-Jo Kang, Tel : 064-780-6090,  
Fax : 064-710-4155, E-mail : kbc1922@jeju.go.kr

*cus iniae* 등이 보고되고 있다 (Nakatsugawa, 1983; Kusuda *et al.*, 1991; Doménech *et al.*, 1996; Zlotkin *et al.*, 1998).

또한 양식 넙치의 연쇄구균증 원인균과 관련하여 일본에서는 *S. iniae*로 보고된바 있으며, 국내의 경우는 *L. garvieae* 및 *Streptococcus* sp. 등이 넙치로부터 분리가 보고되었다 (Nakatsugawa, 1983; 이 와 하, 1991; 이 등, 2001; 허 등, 2001). 그러나 최근 제주지역 양식 넙치의 연쇄구균증 원인균으로 *S. iniae* 이외에 *S. parauberis*가 관여하는 것으로 보고되었으며 (Baeck *et al.*, 2006; 정 등, 2006), *S. parauberis*의 병원성 연구가 진행되고 있다 (조 등, 2006).

이러한 양식 넙치의 연쇄구균증에 의한 피해 예방을 위해 최근 국내에서 예방백신 연구가 이루어지고 있는데, 본 연구는 제주 지역 양식 넙치에서 분리되는 연쇄구균증 원인균 2종에 대한 생물학적 특성을 밝힘으로써 백신 개발 연구 및 병원성 연구 등에 대한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시험균주의 선별 및 동정

2005년 7월부터 2006년 8월 사이에 제주도내 양식장에서 질병증상을 보이는 넙치로부터 분리된 세균 중 gram positive cocci를 대상으로 Mata 등 (2004)이 보고한 방법에 의한 multiplex

PCR을 실시하였으며 (Table 1), multiplex PCR 결과 *S. iniae* 및 *S. parauberis*로 확인된 균주 중 각각 10 균주씩을 무작위로 선별하여 실험에 사용하였다. 또한 *S. iniae* KCTC 3657, *S. parauberis* KCTC 3651를 KCTC (Korea collection for type cultures)로부터 분양 받아 비교 실험에 사용하였다.

### 분리균주의 생물학적 특성분석

선별된 균주의 생물학적 특성 분석은 생화학 미생물 동정시스템인 API 20 STREP (bioMérieux, Inc., France), VITEK system (bioMérieux, Inc., France) 과 BioLog system (Biolog Inc., USA) 을 이용하였으며, 추가적으로 용혈성, BHIA에서의 배양성상, 온도 내성 실험 (10°C, 45°C), 염분 내성 실험 (6.5% NaCl) 등을 실시하였다.

### 균주별 병원성 실험

공시 균주 중 *S. iniae* 및 *S. parauberis* 각 1균주씩을 선별하여  $(1 \pm 0.2) \times 10^5$  cfu/fish,  $(1 \pm 0.2) \times 10^6$  cfu/fish,  $(1 \pm 0.2) \times 10^7$  cfu/fish 농도로 넙치의 복강에 주입하였다. 이때 사용한 넙치는 약 20 cm로 접종구별 20마리씩 실험하였다. 실험 수조는 500 L FRP 수조를 사용하였으며, 실험 당시 사육 수온은  $17 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 조절하였으며, 15일간 사육하면서 폐사되는 어류로부터 각각의 병원체를 재 분리하여 감염에 의한 폐사임을 확인하였다.

**Table 1.** Primer sequences used for species specific PCR detection assay and the expected amplicon sizes

Primer	Sequences (5' to 3')	Target gene	PCR amplicon size (bp)	Pathogen
LOX-1	AAGGGGAAATCGCAAGTGCC	Lactate oxidase ( <i>lctO</i> )	870	<i>S. iniae</i>
LOX-2	ATATCTGATTGGGCCGTCTAA			
Spa 2152	TTTCGTCTGAGGCAATGTTG	23S rRNA	718	<i>S. parauberis</i>
Spa 2870	GCTTCATATATCGCTATACT			

## 결 과

### 시험 균주의 동정 및 시료어의 증상

실험에 사용한 공시균주를 multiplex PCR 결

과 각각 870 bp, 718 bp의 증폭산물을 확인함으로써 *S. iniae* 및 *S. parauberis*로 동정하였다 (Fig. 1). 균주들 중 *S. iniae* 균주가 분리된 병어는 주로 안구 돌출 및 복부 팽만 등이 관찰되었고, *S.*

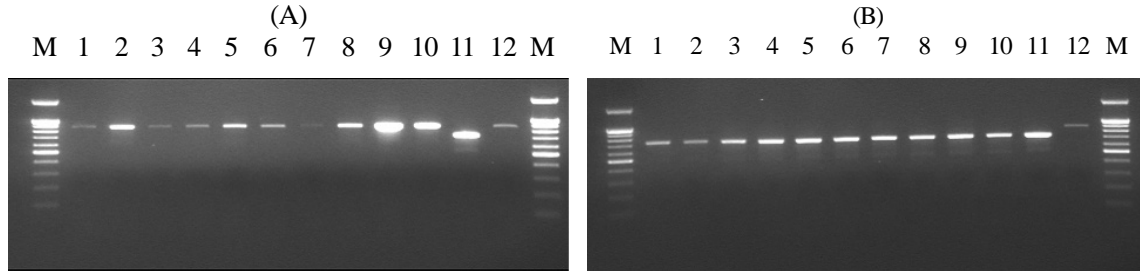


Fig. 1. Multiplex PCR assay for detection of *S. parauberis* (718 bp), *S. iniae* (870 bp). M, 100bp DNA ladder (invitrogen, USA); lane 1-10, isolated strains; lane 11, *S. parauberis* KCTC 3651; lane 12, *S. iniae* KCTC 3657; panel A(1-10), isolated *S. iniae* strains; panel B(1-10), isolated *S. parauberis* strains.

**Table 2.** Isolated strains used in this study

Strains	Identification result	Isolation date	Total length (cm)	Symptoms
S 984	<i>S. parauberis</i>	July 2005	36	Darkened surface, skin ulcer
S 989	<i>S. parauberis</i>	July 2005	37	Darkened surface
S 1017	<i>S. parauberis</i>	Aug. 2005	29	Darkened surface
S 1018	<i>S. iniae</i>	Aug. 2005	28	Exophthalmia, Haemorrhaging in the eye
S 1071	<i>S. iniae</i>	Aug. 2005	25	Exophthalmia, Haemorrhaging in the eye
S 1077	<i>S. parauberis</i>	Sep. 2005	30	Darkened surface
S 1078	<i>S. parauberis</i>	Sep. 2005	20	Darkened surface
S 1082	<i>S. iniae</i>	Sep. 2005	24	Exophthalmia, Haemorrhaging in the eye
S 1083	<i>S. iniae</i>	Sep. 2005	30	Exophthalmia, Haemorrhaging and abscess in the eye
S 1147	<i>S. parauberis</i>	Oct. 2005	22	Darkened surface
S 1222	<i>S. parauberis</i>	Nov. 2005	21	Darkened surface
S 1398	<i>S. iniae</i>	Dec. 2005	32	Distended abdomen, Protruded anus
S 1399	<i>S. parauberis</i>	Dec. 2005	33	Darkened surface
S 1327	<i>S. parauberis</i>	Mar. 2006	46	Darkened surface
S 1334	<i>S. parauberis</i>	Apr. 2006	44	Darkened surface
S 1355	<i>S. iniae</i>	May 2006	21	Distended abdomen, Protruded anus
S 1400	<i>S. iniae</i>	May 2006	22	Distended abdomen, Protruded anus
S 1402	<i>S. iniae</i>	July 2007	25	Exophthalmia, Haemorrhaging in the eye
S 1427	<i>S. iniae</i>	Aug. 2006	35	Exophthalmia, haemorrhaging and abscess in the eye
S 1435	<i>S. iniae</i>	Aug. 2006	34	Exophthalmia, Darkened surface

*parauberis* 균주가 분리된 병어는 체색 흑화가 주 증상으로 관찰되었다 (Table 2).

#### 분리 균주의 배양특성 및 용혈성

각 분리 균주에 대해서 10°C, 45°C에서의 성장 시험 결과, 45°C 배양 조건에서는 *S. iniae* 및 *S. parauberis* 두 균주 모두 성장이 이루어지지 않았다. 그러나, 10°C에서 5일간 배양 결과 *S. parauberis* 균주의 경우는 성장이 이루어졌으나

*S. iniae* 균주는 성장이 이루어지지 않았다. 또한 염분내성 실험을 위한 6.5% NaCl 첨가 배양 조건에서는 두 균주 모두 성장이 이루어지지 않았다 (Table 3).

균주 분리 시 병어의 장기 조직액을 BHIA에 도말 한 후 세균의 배양 성상을 관찰한 결과 *S. iniae* 균주는 colony 크기가 불규칙하여 상대적으로 큰 colony와 작은 colony가 혼재하여 자라는 특성을 보였으며, *S. parauberis* 균주는 크기가

**Table 3.** Physiological characteristics of the test strains and reference strains

Characteristics	Result and ratio (%) of positive reaction			
	Isolated	Isolated	KCTC	KCTC
	<i>S. iniae</i> strains	<i>S. parauberis</i> strains	3657	3651
Growth at 10°C for 5days	0	100	-	+
Growth at 45°C for 5days	0	0	-	-
Growth at 6.5% NaCl for 5days	0	0	-	-

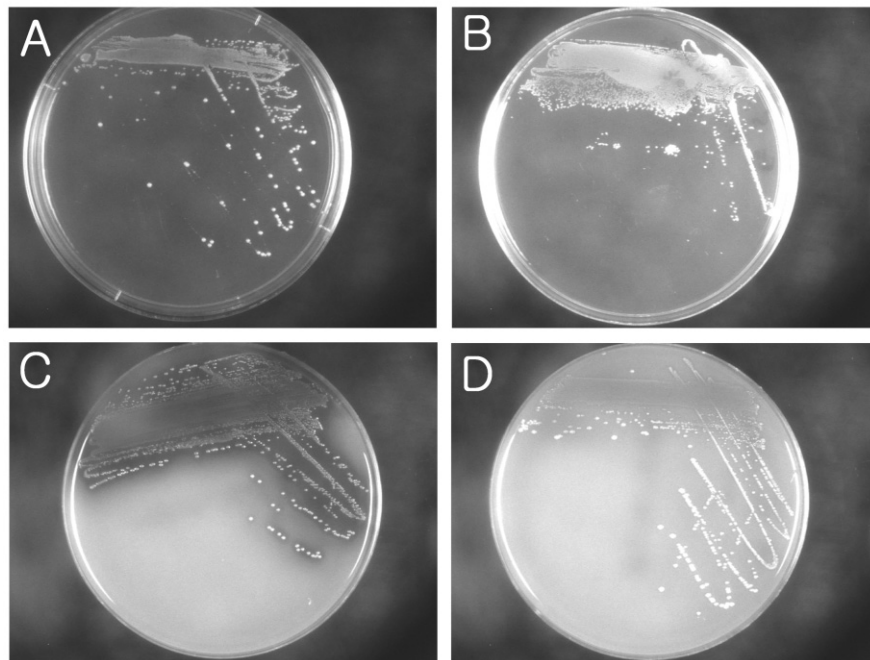


Fig. 2. Colony type of isolated strains in BHIA medium (A and B) and hemolysis test result in blood agar plate (C and D). A, colony type of isolated *S. iniae*; B, colony type of isolated *S. parauberis*; C,  $\beta$ -hemolysis of *S. iniae*; D, non-hemolysis of *S. parauberis*.

유사한 colony가 일률적으로 성장하는 특성을 보였다. 또한 용혈성 시험에서는 *S. iniae* 균주만이  $\beta$  용혈성이 관찰되었다 (Fig. 2).

**분리균주의 생화학적 특성**

공시균주들에 대한 생화학적 특성 비교 실험 결과에서 API 20 strep을 이용한 VP test 및 HIP test 의 경우에는 *S. parauberise* 균주들만이 양성 을 나타내었다. 2-naphthyl- $\beta$ D-galactopyranoside

(PAL), L-leucine-2-naphthylamide (LAP) 이용 시험의 경우에는 *S. iniae* 및 *S. parauberis* 균주 모두 양성 결과를 나타내었으며, starch (AMD), glycogen (GLYG) 이용시험에서는 대부분의 *S. iniae* 균주가 양성 결과를 나타내었다.

VITEK system (bioMérieux, Inc., France)을 이용한 생화학특성 시험에서는 분리된 *S. iniae* 및 *S. parauberis* 두 균주간에 뚜렷한 차이를 나타내 지 않았고, 대부분의 균주가 peptone (PB) 이용능

**Table 4.** Biochemical characteristics of tested strains

Biochemical characteristics*	Isolated <i>S. iniae</i> strains										Isolated <i>S. parauberis</i> strains										Type strains		
	S 1018	S 1071	S 1082	S 1083	S 1355	S 1398	S 1400	S 1402	S 1427	S 1435	S 984	S 989	S 1017	S 1077	S 1078	S 1147	S 1222	S 1327	S 1334	S 1399	KCTC 3657	KCTC 3651	
VP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
HIP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
ESC	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	±	-	-	-	-	+	-	+	
PYRA	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
PAL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
LAP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
AMD	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
GLYG	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
PB	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
BAC	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GLU	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MAN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MDG	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	
PSI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TRE	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
LAC	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
PAME	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
GLY	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

\*VP, acetoin production from pyruvate; HIP, hippurate hydrolysis; ESC,  $\beta$ -glucosidase; PYRA, pyrrolidonyl arylamidase; PAL, alkaline phosphatase; LAP, leucine arylamidase; AMD, acidification from starch; GLYG, acidification from glycogen; PB, peptone; BAC, bacitracin; GLU,  $\alpha$ -D-Glucose; MAN, D-Mannose; MDG,  $\beta$ -Methyl-D-Glucoside; PSI, D-Psicose; TRE, D-Trehalose; LAC, L-Lactic Acid; PAME, Pyruvatic Acid Methyl Ester; GLY, Glycerol. +, positive reaction; -, negative reaction; ±, borderline. Biochemical characteristics were tested by using API 20strep (VP to GLYG), Vitek system (PB and BAC) and Biolog system (GLU to GLY).

이 확인되었으며 bacitracin (BAC)에 내성을 보였다.

GP2 microplate (BioLog Inc., USA) 및 MicroLog 3.42 program (BioLog Inc., USA)를 이용한 생화학 특성 시험결과에서 *S. iniae*, *S. parauberis* 균주 모두  $\alpha$ -D-glucose, D-mannose, D-psicose, D-trehalose, pyruvatic acid methyl ester, glycerol 이용능이 확인되었다. L-lactic acid는 *S. iniae* 균주의 경우에만 이용이 확인되었다. 반면  $\beta$ -Methyl-D-Glucoside의 경우는 거의 대부분의 *S. iniae* 분리 균주는 이용하지 못하였으나 *S. parauberis* 균주는 기질로 이용하는 것으로 나타났다. 그 외의 여러 가지 기질 이용성은 두 균주 간의 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다 (Table 4).

#### 병원성 시험 결과

*S. iniae* 및 *S. parauberis* 균주를 각각  $(1.0 \pm 0.2) \times 10^7$ ,  $(1.0 \pm 0.2) \times 10^6$ ,  $(1.0 \pm 0.2) \times 10^5$  cfu/fish 농도로 감염 시험한 결과  $(1.0 \pm 0.2) \times 10^7$  cfu/fish 농도로 *S. iniae*를 인위 감염시킨 경우에는 감염 후 7일째부터 폐사가 발생하기 시작하여 9일째에 50% 이상의 폐사율을 보였다. 반면 *S. parauberis* 감염구에서는 감염 9일째부터 폐사가 발생하기 시작하여 14일째에 40%의 폐사를 보

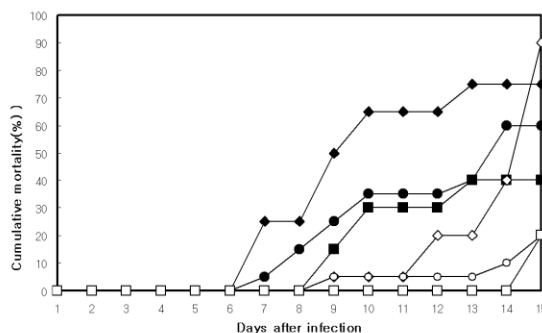


Fig. 3. Mortality (%) of flounder, *Paralichthys olivaceus* by artificial infection with the isolated streptococci. -◆-, *S. iniae*  $(1 \pm 0.2) \times 10^7$ ; -◇-, *S. parauberis*  $(1 \pm 0.2) \times 10^7$ ; -●-, *S. iniae*  $(1 \pm 0.2) \times 10^6$ ; -○-, *S. parauberis*  $(1 \pm 0.2) \times 10^6$ ; -■-, *S. iniae*  $(1 \pm 0.2) \times 10^5$ ; -□-, *S. parauberis*  $(1 \pm 0.2) \times 10^5$ .

였고, 시험 종료일인 15일째에 90%의 누적폐사를 보임으로써 초기 폐사율은 *S. iniae*에 비해 낮았으나 누적 폐사율은 높은 것으로 나타났다 (Fig. 3).

전반적으로 *S. parauberis* 감염구가 *S. iniae* 감염구보다 폐사 발생이 늦게 나타나고 있어 잠복기가 상대적으로 긴 것으로 판단되었다. 각 균주별 인위 감염에 따른 폐사어의 외부소견은 *S. iniae* 감염구의 경우 탈장 증세가 주로 관찰되었으나 *S. parauberis* 감염구의 경우는 체색 흑화외의 특이적인 증상은 관찰되지 않았다. 또한 각각의 감염구별 폐사어로부터 *S. iniae* 및 *S. parauberis* 균주를 재 분리하여 인위감염에 의한 폐사임을 확인하였다.

#### 고 찰

*S. iniae* 및 *S. parauberis*의 배양특성 시험 결과 *S. parauberis* 균주만이  $10^\circ\text{C}$ 에서 성장이 이루어졌는데 이러한 세균의 온도별 배양 특성은 제주 지역 양식 넙치의 연쇄구균증 발생 특성과도 연관성이 높을 것으로 사료된다.

정 등 (2006)은 2003년 6월부터 2005년 5월 사이의 제주지역 양식장의 연쇄구균증 발생 동향 조사에서 저수온기에는 *S. parauberis* 분리율이 *S. iniae*의 분리율에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 이는 본 연구의 온도별 성장 특성 시험결과 *S. parauberis* 균주만이  $10^\circ\text{C}$ 에서 성장이 이루어지는 특성과 연관성이 높을 것으로 사료된다.

그러나 우 등 (2006)은 넙치, 방어, 조피볼락으로부터 분리한 연쇄구균의 발육특성 시험결과 *Lactococcus garvieae*의 일부 균주를 제외한 *S. iniae* 및 *S. parauberis* 균주 대부분은  $10^\circ\text{C}$ 의 배양 조건에서 발육하지 않았다고 보고하였다. 이러한 차이는 온도별 성장실험 시 두 연구 간에 배양기간의 차이로 인한 결과로 사료된다.

6.5% NaCl 첨가 조건에 배양 실험한 결과 모든 균주가 성장이 이루어지지 않아 고농도의 염

분에 대한 내성은 없는 것으로 확인되었으며, 이러한 결과는 우 등 (2006)의 보고와 일치하는 결과이다.

생화학적 특성 시험 결과 pyruvate를 기질로 이용한 acetoin production 시험 (VP test) 및 hippurate hydrolysis 시험 (HIP test) 그리고 L-lactic acid,  $\beta$ methyl-D-glucoside 기질 이용성을 제외하고는 두 균주 사이에 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며, 동일종의 균주들간에도 생화학적 성상이 차이를 보이는 경우가 많았다.

이러한 두 종 또는 동일 종간의 균주들에 대한 생화학적 특성 분석에 대한 연구는 좀더 많은 분리 균주를 대상으로 수행되어야 할 필요가 있다고 사료되며, 이러한 연구 결과는 현재 국내에서 개발 연구 중인 백신 개발 대상 연쇄구균 균주 선정 시 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

병원성 시험 결과에서 *S. parauberis* 균주 인위 감염 처리구의 경우, *S. iniae* 균주 감염 처리구에 비해 초기 폐사 발생 시기가 늦었으나 누적 폐사율이 상대적으로 높게 나타나 잠복기가 긴 것으로 사료되며, 또한 *S. parauberis*가 분리되는 병어의 외부 증상 및 감염구의 폐사체의 외부 소견이 주로 체색 흑화를 보이는 점으로 볼 때 양식 현장에서 *S. parauberis* 감염으로 인한 연쇄구균증 발생시 현장 인지가 늦음으로 인한 피해가 커질 것으로 사료된다.

본 연구에서 실시한 병원성 시험은 기초적인 시험 결과로써 추후 병리조직학적 연구 및 혈액학적 연구 등을 통한 종합적인 병리학적 연구 수행을 통한 피해 예방 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

## 요 약

제주지역 양식 넙치의 주요 세균성 질병의 일종인 연쇄구균증 원인균 *Streptococcus iniae* 및 *Streptococcus parauberis*에 대한 생물학적 특성을 시험하였다.

온도별 성장 시험결과 *S. parauberis* 균주는 10°C 배양조건에서 성장이 이루어졌으나 *S. iniae* 균주의 경우는 10°C에서는 성장이 확인되지 않았으며, 용혈성 시험결과에서는 *S. iniae* 균주의 경우에만  $\beta$ 용혈성을 나타내었다.

생화학적특성 시험결과 acetoin production test (VP test), hippurate hydrolysis test (HIP test)에서는 *S. parauberis* 균주의 경우에만 양성반응을 보여 두 균주사이에 뚜렷한 차이를 보였다.

또한  $\alpha$ -D-glucose, D-mannose, D-psicose, D-trehalose, pyruvatic acid methyl ester, glycerol은 두 균주 모두 기질로 이용하였으나 L-lactic acid는 *S. iniae* 균주만이 이용하였고,  $\beta$ methyl-D-glucoside의 경우는 *S. parauberis* 균주만이 기질로 이용하는 것으로 나타났다.

병원성 시험결과, *S. iniae*는 급성감염 형태를 보인 반면에 *S. parauberis*는 만성 감염형태를 보임으로써 차이를 나타내었다.

## 참 고 문 헌

- Baeck, G. W., Kim, J. H., Gomez, D. K. and Park, S. C.: Isolation and chracterization of *Streptococcus* sp. from diseased flounder (*Paralichthys olivaceus*) in Jeju Island. J. Vet. Sci., 7(1): 53-58, 2006.
- Doménech, A., Fernandez-Garayzabal, J. F., Pascual, C., Garcia, J. A., Cutuli, M. T., Moreno, M. A., Collins, M. D. and Dominguez, L.: Streptococcosis in cultured turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), associated with *Streptococcus parauberis*. J. Fish Dis., 19: 33-38, 1996.
- Hoshina, T., Sano, T. and Morimoto, Y.: A streptococcus pathogenic to fish. Journal of Tokyo University of Fisheries. 44: 57-68, 1958.
- Kusuda, R., Kawai, K., Salati, F., Banner, C. R. and Fryer, J. L.: *Enterococcus seriolicida* sp. nov., a fish pathogen. Int. J. System. Bacteri-

- ol. 41: 406-409, 1991.
- Mata, A. I., Gibello, A., Casamayor, A., Blanco, M. M., Dominguez, L., and Fernandez-Garayzabal, J. F.: Multiplex PCR assay for detection of bacterial pathogens associated with warm-water streptococcosis in fish. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70: 3183-3187, 2004.
- Nakatsugawa, T.: A streptococcal disease of cultured flounder. *Fish Pathol.*, 17: 281-285, 1983.
- Zlotkin, A., Eldar, A., Ghittino, C., and Bercovier, H.: Identification of *Lactococcus garvieae* by PCR. *J. Clin. Microbiol.*, 36: 983-985, 1998.
- 강봉조 제주지역 양식장의 질병증상 넙치 (*Paralichthys olivaceus*)로부터 분리되는 세균의 특성에 관한연구. 제주대학교 박사학위논문, 2003.
- 방종득, 전세규, 박수일, 최윤정: 양식넙치에서 분리된 *Edwardsiella tarda*의 생화학적 및 혈청학적 특성에 관한 연구. *한국어병학회지*, 5: 29-35, 1992.
- 우승호, 김현정, 이주석, 김진우, 박수일: 해수 양식 어류에서 분리된 연쇄상구균의 종류와 병원성. *한국어병학회지*, 19(1): 17-33, 2006.
- 이덕찬, 이재일, 박찬일, 박수일: 해산양식어류로부터 분리된 연쇄구균종의 원인균, *Lactococcus garvieae*에 대한 연구. *한국어병학회지*, 14: 71-80, 2001.
- 이창훈, 하동수: 養殖 넙치의 連鎖球菌症. *한국어병학회지*, 4: 71-77, 1991.
- 이훈구, 김희제, 김일: 동절기 한국 남해안의 케양증 및 복수증 양식 넙치 (*Paralichthys olivaceus*)로부터 *Vibrio* 종의 분리. *미생물학회지*, 29: 319-28, 1991.
- 전세규: 養殖魚類의 細菌性疾病의 診斷과 對策. *한국어병학회지*, 1: 5-30, 1988.
- 정용욱, 강철영, 김민주, 허문수, 오덕철, 강봉조: 제주지역 양식넙치의 연쇄구균증 발생동향 및 원인균에 대한 분자적 동정. *한국미생물학회지*, 42(3): 199-204, 2006.
- 제주도: 해양수산현황. 2006.
- 조미영, 이덕찬, 최희정, 강봉조, 정승희, 김진우: 양식넙치, *Paralichthys olivaceus*에서 분리한 *Streptococcus parauberis*의 병원성. 2006년도 수산관련학회 공동학술대회 발표요지집. 516-517, 2006.
- 허문수, 송춘복, 이제희, 여인규, 진유진, 이정재: 제주산 양식넙치 (*Paralichthys olivaceus*)로부터 분리된  $\beta$ -용혈성 연쇄구균 ( $\beta$ -*Streptococcus* spp.)의 특성. *한국수산학회지*, 34: 365-369, 2001.

---

Manuscript Received : March 2, 2007

Revision Accepted : March 30, 2007

Responsible Editorial Member : Jung-Ho Kim  
(Kangnung Univ.)