



이빨고기(*Dissostichus mawsoni*)의 근육에서 분리한 *Psychrobacter* spp.의 특성

류수정 · 김나영 · 최석관 · 정승희 · 조미영[†]
(국립수산과학원)

Characteristics of *Psychrobacter* spp. isolated from the Muscle of Toothfish (*Dissostichus mawsoni*)

Su-Jeong RYU · Na-Young KIM · Seok-Gwan CHOI · Sung-hee JUNG · Miyoung CHO[†]
(National Institute of Fisheries Science)

Abstract

Toothfish *Dissostichus mawsoni* (Nototheniidae Family, Perciformes Order) is one of the endangered species and usually inhabits the deep sea cold water. This study was performed to identify the characteristics of bacterial microorganisms from the muscle of the toothfish. The Antarctic toothfish captured using longline fisheries in 2016 were transported to the laboratory in frozen state. Bacterial colonies from muscle were identified using sequences analyzes of 16S rRNA gene. Then, sequenced genes were compared by an alignment matching analysis. Biochemical features were examined by Gram staining, oxidase and catalase tests. Moreover, API 20E and API ZYM were also used. Bacteria like *Psychrobacter* spp.(79.4%), *Staphylococcus* spp.(1.3%), and *Micrococcus* spp.(1.3%), *Arthrobacter* spp.(1.9%), *Brachy bacterium* spp.(11.3%), *Salinibacterium* sp.(5%) were identified from the muscle and predominant microorganisms were found to be *Psychrobacter* spp.. The genus *Psychrobacter* is classified in the family Moraxellaceae and the class Gammaproteobacteria. The *Psychrobacter* species exhibited pale yellow color, rod-shape, Gram negative staining, and oxidase positive reactions. The *Psychrobacter* spp. had tolerance at the 0% to 8%(w/v) NaCl and the optimal growth was 10°C to 25°C. Further studies seem to be needed to understand microbial characteristics better on *Psychrobacter* spp. from toothfish muscles.

Key words : *Dissostichus mawsoni*, Antarctic Toothfish, *Psychrobacter* spp., API

I. 서론

이빨고기는 농어목(Order Perciformes)의 남극암치과(Family Nototheniidae)에 속하며, 심해저층에서 서식하는 냉수성 어류이다. 주로 남빙양의 로스해에서 많이 서식하며(Lim et al., 2012), 남극해의 수심 70~2000m에서 원양어업을 통해 연간 약

1만여 톤 이상이 어획된다(Fischer and Hureau, 1985; Lee and Kim, 2015). 이빨고기는 남극해양 생물자원보존 위원회(Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources, CCAMLR)의 협약에 의해 어획량의 규제를 받으며, 우리나라에서는 남빙양에서의 조업 기록권을 유지하기 위하여 이 해역에 분포하는 이빨고기,

[†] Corresponding author : 051-720-2480, mycho69@korea.kr

* 본 논문은 2018년도 국립수산과학원 수산시험연구사업(R2018062)의 지원으로 수행된 연구입니다.

크릴새우등과 같은 수산자원을 과학적으로 조사하고 있다(Lim et al., 2012; Lee and Kim, 2015). 이빨고기는 양식어류와 달리 최근에서야 연구가 활발히 이루어지고 있고, 적은 양이 어획되기에 고부가가치 어종으로 분류된다(Kim and Kim, 2008; Urtubia et al., 2017).

우리나라에서 파타고니아 이빨고기(비막치어)는 메로라고 불리며 유통되며 수요가 증가하고 있어 이 어종에 대한 안전성관련 연구는 꾸준히 진행됐다(NFRDI, 2008; Moon et al., 2011). 현재 비막치어와 함께 남극이빨고기는 고등어와의 수은 함량을 비교하여 안전한 식량원천으로의 가능성을 확인한 연구가 있었을 뿐 아니라(Son et al., 2014), 비막치어의 지방산 조성에 대한 식품학적 연구(Lim et al., 2012)와 *Deinococcus rubellus* sp., *Bacillus piscis* sp. 등의 균을 분리하여 미생물학적 특성을 분석하는 연구결과가 보고된 바 있다(Choi et al., 2016; Lee et al., 2016). 또한, 병원성 세균인 *Vibrio* spp.와 인간과 어류에 잠재적 병원성을 가진 *Psychrobacter* spp.도 분리된 바 있다(Hisar et al., 2002; Maria et al., 2015; Urtubia et al., 2017). *Psychrobacter* spp.는 *Gammaproteobacteria*에 속하는 균으로(Baik et al., 2010) 남극의 빙하, 심층수와 토양 등 차가운 환경에서 만연하게 발견된다(Kämpfer et al., 2002; Bozal et al., 2003; Vela et al., 2003; Romanenko et al., 2004; Khang, 2013). 이 종은 호기성 세균으로 비운동성의 그람 음성 간균이며, 높은 염분에서도 내성을 가지고 있고(Bowman, 2006), -10°C ~ 37°C 의 범위에서도 증식이 가능한 것으로 알려져 있다(Bakermans et al., 2006). 본 연구는 가식부로 수요가 증가하고 있는 남극 이빨고기의 근육부에서 분리된 세균을 대상으로 유전자 염기서열 분석을 통해 유전학적 특성을 밝히고, 분리된 *Psychrobacter* spp.에 대한 생화학적 특성분석을 실시하여 이빨고기에서 분리된 *Psychrobacter* spp.가 가지는 병원성 연구를 위한 기초자료를 확보하고자 하였다.

II. 조사방법 및 내용

1. 시험균주

세균 분리를 위해 2016년 남극 로스해의 1000m 이상의 수심에서 연승어획된 이빨고기를 무작위로 선별하여 사용하였으며, 부위별로 절단해 냉동 보관상태로 운송되었다. 본 연구에서는 -80°C 에서 보관한 근육부의 절단면 가장 안쪽 부분을 사용하였다.

2. 세균 분리

이빨고기의 근육에서 분리한 세균의 종류와 그 특성을 조사하기 위하여 먼저, PBS에 1:10 비율로 희석한 1g의 근육시료를 마쇄하였다. 그 후, 0.85%(w/v) NaCl의 농도로 제작된 Nutrient Agar(Gibco, USA)에 마쇄된 균액을 도말한 뒤 25°C 3일간 배양하였다. 배양된 colony는 R2A배지에 3일간, 25°C 에서 배양하여 순수분리 하였다.

3. 유전학적 특성 분석

분리된 세균의 유전적 특성분석을 위해, 16S rRNA (27F, AGAGTTTGATCMTGGCTCAG; 1492R, TACGGYTACCTTGTTACGAC) primer염기서열 분석으로 종 동정을 하였다. 16S rRNA 유전자 증폭에 필요한 polymerase chain reaction(PCR)은 activation(95°C , 5분)후, denaturation(95°C , 30초), annealing(55°C , 30초), extension(72°C , 1분)을 35회, final extension(72°C , 7분)의 조건으로 실시하였다. 증폭된 PCR산물은 EtBr이 포함된 1.5% agarose gel (Bioneer, Korea)에 100V, 25분 동안 전기영동 후, band를 확인하였고, MEGA5.2 program을 이용하여 염기서열 분석을 실시하였다. 확인된 염기서열은 National Center for Biotechnology Institute(NCBI)에서 제공된 Basic Local Alignment Search Tool(BLAST)을 사용해 기준에 보고된 균과 상동성을 비교하였다. 이러한 방법을 통해 얻

어진 정보들을 Bioedit Ver.7.0.5을 이용하여 multiple alignment를 실시하였고, neighbor-joining 방법을 사용하여 phylogenetic tree를 작성하였다.

4. 생화학적 특성 분석

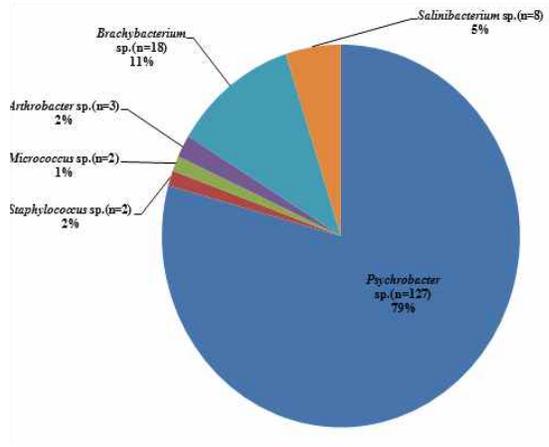
이빨고기에서 분리된 세균들 중 우점균인 *Psychrobacter* spp.에 대한 생화학적 특성조사를 위해 API ZYM kit (BIOMERIEUX, France), API 20E kit (BIOMERIEUX, France)를 사용하였다. 분리된 균에 대한 Gram-staining test(BIOMERIEUX, France)를 실시하였고, 1%(w/v) tetramethyl-p-phenylene diamine(BD)를 사용하여 oxidase test를 실시하였다. 또한, 3%(v/v) hydrogen peroxide solution(BD)를 사용하여 catalase test를 실시하였다. 그리고 0.85%(w/v) NaCl 농도의 Nutrient Agar(NA,Gibco, USA), Tryptic Soy Agar(TSA,Gibco, USA)와 Luria-Bertania gar(LB,Gibco, USA)를 사용하여 호기성 성장 실험을 진행하였다. 온도와 염분의 농도에 따라 박테리아에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위해 Nutrient Broth (NB, Becton Dickinson, USA)를 이용해 2% 간격을 둔 농도별 (0~10%)배양과 온도별(4, 10, 20, 25, 30, 37, 42°C) 배양을 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 분리균의 유전학적 특성 분석

이빨고기 근육부에서 분리된 세균의 16S rRNA 유전자 염기서열을 분석한 결과, 총 160개의 균주가 분리·동정되었다. 분리된 균들은 *Psychrobacter* spp. 8종(n=127, 79.4%), *Staphylococcus* spp. 2종(n=2, 1.3%), *Micrococcus* spp. 2종(n=2, 1.3%), *Arthrobacter* spp. 2종(n=3, 1.9%), *Brachybacterium* spp. 2종(n=18, 11.3%), *Salinibacterium* sp. 1종(n=8, 5%)이 분리되었다 ([Fig. 1]). 본 연구에서 분리한 균들은 NCBI의 BLAST를 통해 염기서열 분석을 한 결과, 모든

균에서 높은 상동성이 확인 되었다.



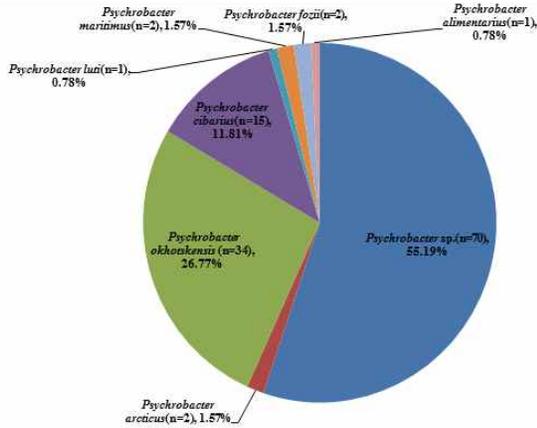
[Fig. 1] Diagram of bacteria strains which were isolated from the muscle of *Dissostichus mawsoni*.

우점균으로 분리된 *Psychrobacter* spp.는 *Psychrobacter* spp.(종명으로 분리 안됨, n=70, 55.19%), *Psychrobacter arcticus*(n=2, 1.57%), *Psychrobacter okhotskensis*(n=34, 26.77%), *Psychrobacter cibarius*(n=15, 11.81%), *Psychrobacter luti*(n=1, 0.78%), *Psychrobacter maritimus*(n=2, 1.57%), *Psychrobacter fozii*(n=2, 1.57%), *Psychrobacter alimentarius*(n= 1, 0.78%)로 확인되었다([Fig. 2]). *Psychrobacter* spp.의 염기서열을 분석한 결과, 모든 *Psychrobacter* spp.는 99~100%의 상동성을 가지는 것으로 확인되었다. phylogenetic tree를 이용하여 *Psychrobacter* spp.를 비교한 결과, 같은 cluster에 속하였으므로 계통발생학적으로 차이를 보이지 않았다([Fig. 3]).

2. 분리균의 생화학적 특성 분석

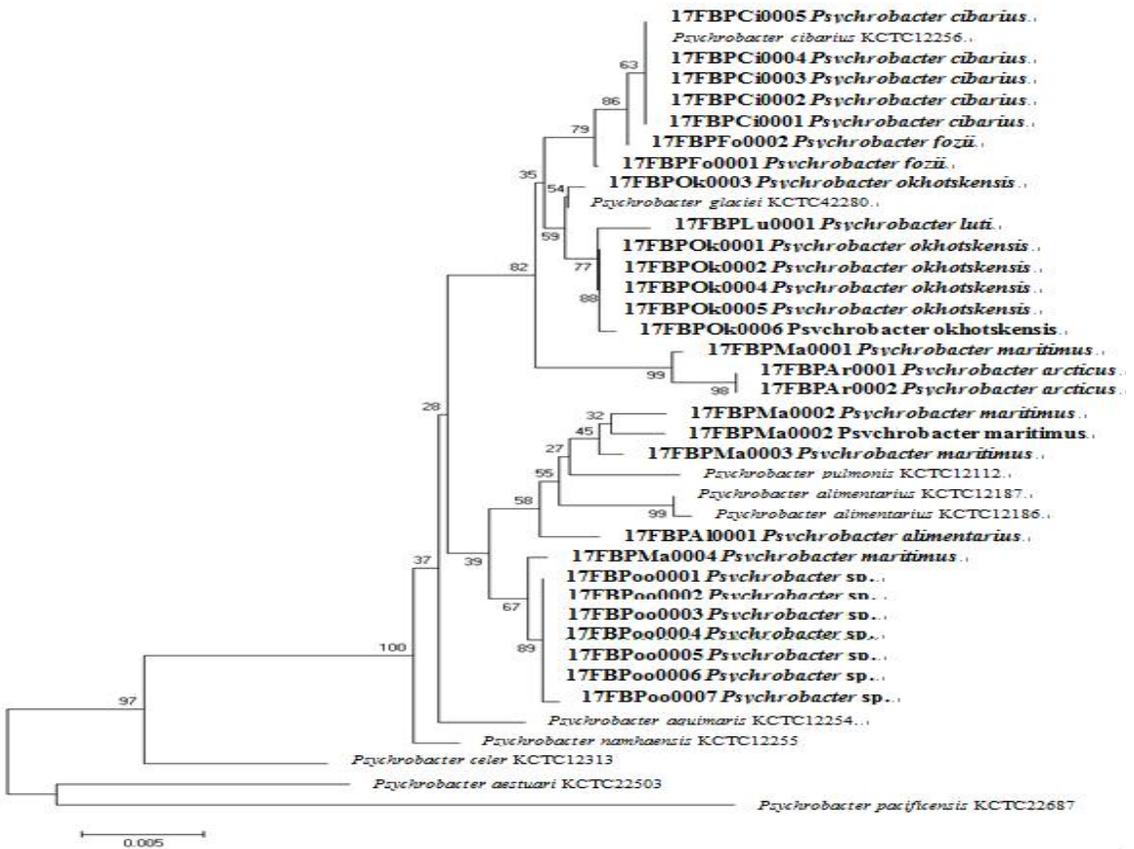
이빨고기에서 분리한 *Psychrobacter* spp.의 생화학적 특성을 분석하기 위해 API 20E, API ZYM, 온도별, 염분농도별, oxidase, catalase 및 gram staining 실험을 실시하였다.

이빨고기(*Dissostichus mawsoni*)의 근육에서 분리한 *Psychrobacter* spp.의 특성



[Fig. 2] Composition of *Psychrobacter* strains in the muscle of *Dissostichus mawsoni*.

본 연구에서 *Psychrobacter* spp.는 그람음성 간균으로 3-5mm의 크기로 집락을 형성하였으며, oxidase와 catalase에서 양성을 나타내었다. 염분농도에 따른 영향조사 결과, *P. fozii*를 제외하고 10%의 높은 염분에서 성장함을 확인하였다. 온도 변화에서는 낮은 온도에서 활발히 성장하였고, *P. luti*를 제외하고 모두 30°C 이상에서도 성장하는 것으로 나타났다(<Table 1>). Jung et al.(2005)의 연구에서 *P. luti*가 15°C에서 최적의 성장을 보이는 것으로 보아 분리한 *P. luti*도 10°C의 낮은 온도에서 성장률이 높은 것으로 판단된다. 수온은 소화기관에서의 박테리아 성분에도 영향을 주므로(Urtubia et al., 2017), 낮은 온도에서 서식하는



[Fig. 3] Phylogenetic tree showing the bacteria strains from *Dissostichus mawsoni* compared with KCTC. 2000 percentage of bootstrap values was used. Scale bar show 0.005 substitution per nucleotide position.

이빨고기에서 분리된 *Psychrobacter* spp.가 우점균으로 나타날 수 있는 것으로 사료된다. 정확한 특성분석을 위해 표준균주 *P. alimentarius* (KCTC12186, KCTC12187), *P. cibarius*(KCTC12256)를 사용하여 생화학적 특성을 비교한 결과, API 20E의 경우, D-mannitol, 2-nitrophenyl-β-D-galactopyranoside, L-arginine, L-lysine, trisodium citrate, sodium thiosulfate, indole production, D-mannitol, inositol, D-sorbitol, D-sucrose, D-melibiose 및 amygdalin에서 음성을 나타내었다. API ZYM의 경우, 표준균주와 분리균주 모두 lipase(C14), cystine arylamidase, trypsin, α-chymotrypsin, α-galactosidase, β-galactosidase, β-glucuronidase, β-glucosidase, α-mannosidase, α-fucosidase 및 malic acid에서 음성반응을, esterase(C4), esterase Lipase(C8)에서 양성반응을 나타내었다(<Table 2>). 분리균인 *P. cibarius*와 KCTC12256을 비교 분석한 결과, 모든 반응에서 표준균주와 분리균주의 반응이 일치하였다. 하지만 분리균의 alkaline phosphatase는 활성반응이 약하게 나타났는데

Romanenko et al.(2009)의 결과에서 양성과 음성 반응이 다양하게 나타나므로 본 연구와 유사하게 나타났다. 또한, valine arylamidase는 양성반응이 일어나는 것으로 확인되었으나, Jung et al.(2005)의 연구에서 효소활성이 다양하게 일어남을 통해 양성과 음성반응이 나타날 수 있음을 확인하였다. 분리균인 *P. alimentarius*와 KCTC12186, KCTC12187을 비교한 결과, Leucine arylamidase를 제외하고 표준균주와 분리균주 모두 같은 결과가 나타났다. Leucine arylamidase의 경우, Romanenko et al. (2009)에서 양성반응을 나타내는 것으로 보아 약한 양성반응이 일어날 수 있음을 확인하였다.

이전 Next Generation Sequencing(NGS) 분석을 이용한 *Psychrobacter* spp. 의 특성을 규명한 논문 등에 따르면 이 균은 균혈증과 뇌막염 뿐 아니라 영유아에서 수막염과 안구감염에도 관여하였으며 이를 통해 사람에게 병원성이 나타나는 것을 확인했다(Gini, 1990; Lloyd-Puryear et al., 1991; Lozano et al., 1994; Maria et al., 2015).

<Table 1> Phenotypic characteristic of *Psychrobacter* spp. from muscle of Antarctic toothfish(*Dissostichus mawsoni*).

Characteristic	Cell size (mm)	NaCl tolerance (w/v):						Growth temperature (°C):		Oxidase test	Catalase test	Gram staining	
		0%	2%	4%	6%	8%	10%	Range of growth	Optimal growth				
<i>Psychrobacter</i> sp.	17FBPoo0001~7	<3	+	+	+	+	+	+	4-37	10-25	+	+	-
<i>Psychrobacter arcticus</i>	17FBPAr0001~3	<3	+	+	+	+	+	+	4-30	20-25	+	+	-
<i>Psychrobacter okhotskensis</i>	17FBPOk0001~6	<4	+	+	+	+	+	+	4-42	10-30	+	+	-
<i>Psychrobacter cibarius</i>	17FBPCi0001~5	<2	+	+	+	+	+	+	4-42	10-30	+	+	-
<i>Psychrobacter luti</i>	17FBPLu0001	<5	+	+	+	+	+	+	10	10	+	+	-
<i>Psychrobacter maritimus</i>	17FBPMA0001~4	<2	+	+	+	+	+	+	10-30	10-30	+	+	-
<i>Psychrobacter fozii</i>	17FBPFo0001~2	<3	+	+	+	+	w	-	15-25	25	+	+	-
<i>Psychrobacter alimentarius</i>	17FBPAI0001	<3	+	+	+	+	w	w	10-30	25	+	+	-

All data were obtained from this study. +, positive; -, negative; w, weak reaction.

<Table 2> Compare to Phenotypic characteristic of *Psychrobacter* spp. of *Dissostichus mawsoni* and KCTC using API 20E, API ZYM.

Characteristic						Acid production			Enzyme activity(API ZYM)									
		URE	NO ₃	TDA	VP	GLU	RHA	ARA	2	3	4	6	7	8	11	12	16	18
<i>Psychrobacter alimentarius</i>	KCTC12186	-	-	-	+	+	-	+	V(+)	+	+	+	-	-	-	+	-	-
	KCTC12187	-	-	-	+	+	-	+	V(+)	+	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Psychrobacter cibarius</i>	KCTC12256	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	V(+)	-	-	+	-	-
<i>Psychrobacter</i> sp.	17FBPoo0001~7	-	v	+	+	v	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Psychrobacter arcticus</i>	17FBPAr0001~3	-	-	-	+	-	-	-	V(+)	+	+	+	V(+)	-	V(+)	+	V(-)	V(-)
<i>Psychrobacter okhotskensis</i>	17FBPOk0001~6	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Psychrobacter cibarius</i>	17FBPCi0001~5	-	+	+	+	-	-	-	w	+	+	+	V(+)	-	-	+	-	-
<i>Psychrobacter luti</i>	17FBPLu0001	-	V(+)	-	V(-)	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Psychrobacter maritimus</i>	17FBPMa0001~4	-	V(+)	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	v	v
<i>Psychrobacter fozii</i>	17FBPFo0001~2	-	-	V(-)	V(-)	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Psychrobacter alimentarius</i>	17FBPAI0001	-	-	-	+	+	-	+	V(+)	+	+	w	-	-	-	+	-	-

KCTC12256, *Psychrobacter cibarius* (Jung et al., 2005); KCTC12186 · KCTC12187, *Psychrobacter alimentarius* (Yoon et al., 2005); URE, Urease activity; NO₃, Nitrate reduction; TDA, Tryptophane DeAminase; VP, Acetoin production; GLU, D-glucose; RHA, L-rhamnose; ARA, Arabinose(acid production); 2, Alkaline phosphatase(ALP); 3, Esterase(C4); 4, Esterase Lipase(C8); 6, Leucine arylamidase(LEU); 7, valine arylamidase(VAL); 8, Cysteine arylamidase(CYS); 11, Acid phosphatase(APS); 12, Naphthol-AS-BI-phosphohydrolase(NAP); 16, α-glucosidase(αGs); 18, N-acetyl-β-glucosaminidase(NAC). All data were obtained from this study. +, positive; -, negative; w, weak reaction; v, variable reaction. V(+), variable reaction type strain positive ; V(-), variable reaction type strain negative.

또한, 어류에서도 *Psychrobacter* spp.의 병원성이 보고된 바 있는데, *Psychrobacter immobilis*가 함유된 현탁액을 무지개 송어의 근육에 주사해 감염시킨 결과, 체색흑화, 이상유영, 혈관 울혈 등의 증상을 보였으며, *P. immobilis*가 2차 감염을 일으키는 병원균일 가능성이 있음을 보고한 사례가 있다(Hisar et al., 2002). *Psychrobacter* spp.는 발효식품인 젓갈에서도 분리되었다는 사례가 있으며(Yoon et al., 2005), 잠재적 식량원인 이빨고기에서도 분리된 만큼 *Psychrobacter* spp.에 대한 안전성 연구가 더욱 필요할 것으로 보인다. 따라

서 향후 이빨고기에서 분리되는 *Psychrobacter* spp.에 대한 유전학적, 병리학적 특성에 대한 지속적인 연구와 더불어 수계환경에 미치는 영향에 대한 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

References

- Baik, Keun Sik · Park, Seong Chan · Lim, Chae Hong · Lee, Kang Hyun · Jeon, Doo Young · Kim, Choong Mo & Seong, Chi Nam(2010). *Psychrobacter aestuarii* sp. nov., isolated from a tidal flat sediment. Int J Syst Evol Microbiol. 60,

- 1631~1636.
- Bakermans, C. · Ayala-del-Río, H. L. · Ponder, M. A. · Vishnivetskaya, T. · Gilichinsky, D. · Thomashow, M. F. & Tiedje, J. M.(2006). *Psychrobacter cryohalolentis* sp. nov. and *Psychrobacter arcticus* sp. nov., isolated from Siberian permafrost. *Int J Syst Evol Microbiol.* 56, 1285~1291.
- Bowman, J. P.(2006). The genus *Psychrobacter*. In: Dworkin, M. · Falkow, S. · Rosenberg, E. · Schleifer, K. H. · Stackbrandt, E.(eds.) *The Prokaryotes: a handbook on the biology of bacteria*, vol. 3. 3rd edn. Springer, New York. pp 920~930.
- Bozal, N. · Montes, M. J. · Tudela, E. & Guinea, J.(2003). Characterization of several *Psychrobacter* strains isolated from Antarctic environments and description of *Psychrobacter luti* sp. Nov. and *Psychrobacter fozii* sp. Nov. *Int J Syst Evol Microbiol.* 53, 1093~1100.
- Choi, Seok-Gwan · Jeon, Seon Hwa · Lee, Jae-Bong · Joo, Eun Sun · Lim, Sangyong · Jung, Hee-Young & Kim, Myung Kyum(2016). *Deinococcus rubellus* sp. nov., bacteria isolated from the muscle of antarctic fish. *J of microbiol.* 54(12), 796~801.
- Fischer, W. & Hureau, J. C.(eds.)(1985). *FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes*, vol. 2. Southern Ocean(Fishing areas 48, 58 and 88) (CCAMLR Convention Area). Prepared and published with the support of the Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources, FAO, Rome.
- Gini, G. A.(1990). Ocular infection caused by *Psychrobacter immobilis* acquired in the hospital. *J Clin Microbiol.* 28(2), 400~401.
- Hisar, O. · Yanik, T. & Hisar, S. A.(2002). Clinical and pathological investigation of *Psychrobacter immobilis* infection in rainbow trout(*oncorhynchus mykiss*, walbaum). *The Israeli J of Aquaculture, Bamidgeh.* 54(4), 189~196.
- Jung, Seo-Youn · Lee, Mi-Hwa · Oh, Tae-Kwang · Park, Yong-Ha & Yoon, Jung-Hoon(2005). *Psychrobacter cibarius* sp. nov., isolated from jeotgal, a traditional Korean fermented seafood. *Int J Syst Evol Microbiol.* 55, 577~582.
- Kämpfer, P. · Albrecht, A. · Buczolits, S. & Busse, H. J.(2002). *Psychrobacter faecalis* sp. Nov., a new species from a bioaerosol origination from pigeon faeces. *Syst Appl Microbiol.* 25: 31~36.
- Khang, Yongho(2013). Comparison of Bacterial Diversity in the Water Columns of Goseong Deep Seawaters. *Kor J of Microbiol.* 49(3), 282~285.
- Kim, Doo-Nam & Kim, Young-Seung(2008). Distribution of Patagonian toothfish(*Dissostichus eleginoides*) by bottom longliner in the southeastern Atlantic Ocean. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.* 44(4), 304~311.
- Lee, Jae-Bong · Jeon, Seon Hwa · Choi, Seok-Gwan · Jung, Hee-Young · Kim, Myung Kyum & Srinivasan, S.(2016). *Bacillus piscis* sp. nov., a novel bacterium isolated from the muscle of the antarctic fish *Dissostichus mawsoni*. *J of Microbiol.* 54(12), 809~813.
- Lee, Jung Jin & Kim, Jae Kyoung(2015). A Study of Outlier Detection Using the Mixture of Extreme Distributions Based on Deep-Sea Fishery Data. *The Korean Journal of Applied Statistics.* 28(5), 847~858.
- Lim, Chi-Won · Jo, Hyun-Su · Yeon, InJa · Seok, KyuJin · Choi, Seok-Gwan · Yoon, Na-Young & Shim, Kil-Bo(2012). Fatty Acid Composition of Antarctic Toothfish *Dissostichus mawsoni*. *Kor J Fish Aquat Sci.* 45(6), 579~585.
- Lloyd-Puryear, M. · Wallace, D. · Baldwin, T. & Hollis, D. G.(1991). Meningitis caused by *Psychrobacter immobilis* in an infant. *J Clin Microbiol.* 29(9), 2041~2042.
- Lozano, F. · Florez, C. · Fecio, F. J. · Gamboa, F. · Gomez-Mateas, J. M. & Martin, E.(1994). Fatal *Psychrobacter immobilis* infection in a patient with AIDS. *AIDS* 8, 1189~1190.
- María, O. A. J. · Miguel, S. C. J. · Fabiola, G. A. · Elizabeth, G. D. · Araceli, R. C. · Patricia, A. P. · Claudia, W. A. · Maribel, G. V. · Gloria, L. A. · Jeanette, G. C. A. · Alberto, D. Q. J. · Alfonso, M. T. & Ernesto, R. G. J.(2015). Fatal *Psychrobacter* sp. infection in a pediatric patient with meningitis identified by metagenomic next generation sequencing in cerebrospinal fluid. *Arch Microbiol.* 198(2), 129~135.
- Moon, Soo-Kyung · Kim, In-Soo · Hong, Seok-Nam & Jeong, Bo-Young(2011). Food Components of the Muscle and Liver of patagonian Toothfish *Dissostichus eleginoides*. *Kor J Fish Aquat Sci.* 44(5), 451~455.

- NFRDI(2008). Fishes of the Pacific Ocean. Hangeul graphics, Busan, Korea. 301
- Romanenko, L. A. · Lysenko, A. M. · Rohde, M. · Mikhailov, V. V. & Stackebrandt, E.(2004). *Psychrobacter maritimus* sp. nov. and *Psychrobacter arenosus* sp. nov. isolated from coastal sea ice and sediments of the Sea of Japan. Int J Syst Evol Microbiol. 54, 1741~1745.
- Romanenko, L. A. · Tanaka, N. · Frolova, G. M. & Mikhailov, V. V.(2009). *Psychrobacter fulvigenes* sp. nov., isolated from a marine crustacean from the Sea of Japan. Int J Syst Evol Microbiol. 59, 1480~1486.
- Son, Kwang-Tae · Kwon, Ji-Young · Jo, Mi-Ra · Yoon, Minchul · Song, Ki-Cheol · Choi, Woo-Seok · Yeon, In-Ja · Kim, Ji-Hoe & Lee, Tae Seek(2014). Total Mercury Contents of Antarctic Toothfish *Dissostichus mawsoni* Caught in the Antarctic Sea. Fish Aquat Sci. 17(4), 427~431.
- Urtubia, R. · Gallardo P, Cardenas, C. A. · Lavin, P. · Gonzalez-Aravena, M.(2017). First characterization of gastrointestinal culturable bacteria of Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides*(Nototheniidae). Revista de Biología Marina y Oceanografía. 52(2), 399~404.
- Vela, A. I. · Collins, M. D. · Latre, M. V. · Mateos, A. · Moreno, M. A. · Hutson, R. · Domínguez, L. & Fernández-Garayza´ bal, J. F.(2003). *Psychrobacter pulmonis* sp. nov., isolated from the lungs of lambs. Int J Syst Evol Microbiol. 53, 415~419.
- Yoon, Jung-Hoon · Yeo, Soo-Hwan · Oh, Tae-Kwang & Park, Yong-Ha(2005). *Psychrobacter alimentarius* sp. nov., isolated from squid jeotgal, a traditional Korean fermented seafood. Int J Syst Evol Microbiol. 55, 171-176.
-
- Received : 24 May, 2018
 - Revised : 11 June, 2018
 - Accepted : 06 July, 2018