

## 불가사리(*Asterias amurensis*) 장내에서 분리된 종속영양세균의 탄소원 이용 특성

송경자 · 이오형<sup>1</sup> · 최문술<sup>2</sup> · 이건형\*

군산대학교 자연과학대학 과학기술학부, <sup>1</sup>목포대학교 자연과학대학 생물학과  
<sup>2</sup>해양과학대학, 해양생명과학부

전라남도 장흥군 인근 해안에서 채집한 불가사리(*Asterias amurensis*)를 대상으로 불가사리의 장내에 분포하는 종속영양세균의 균체수를 측정하였고, 분리동정된 균주들을 대상으로 탄소원 이용 특성을 조사하였다. 불가사리의 장내에 분포하는 종속영양세균의 균체수는  $8.65 \pm 0.65 \times 10^3$  cfu · g<sup>-1</sup>이었으며, 분리 동정된 24 균주(그람음성균 11 균주, 그람양성균이 13 균주) 중에서 *Vibrio* 속, *Staphylococcus* 속, *Corynebacterium* 속이 높게 나타났다. 불가사리 장내에서 분리 동정된 세균들은 그람양성의 간균이 높은 비율을 차지하였고, catalase와 oxidase의 활성은 각각 54.2%, 20.8%로 나타났다. 그람음성균의 경우, 탄소원으로 glucose의 이용률이 가장 높았고, 그 다음으로 sucrose, mannose, maltose, 그리고 trehalose의 순으로 높은 이용률을 나타냈으며, adipate, phenyl acetate는 이용하지 못하였다. 그람양성균의 경우, glucose가 가장 높은 이용률을 나타냈고, 그 다음은 fructose, trehalose, maltose 순으로 높은 이용률을 보였다.

**Key words** □ carbon utilization, population density, starfish (*Asterias amurensis*)

불가사리는 극피동물의 일종으로 번식력이 매우 강하며 3 월 하순에서 4 월 초순에 산란한다. 특히 아무르 불가사리(*Asterias amurensis*)는 주로 차가운 바다에서 서식하는 환류성 동물로 5 개의 팔이 있으며, 몸의 복면은 대체로 편평하며 배면은 약간 낮고 둥글게 생겼으며, 우리나라 연근해 전역에 서식하면서 제주도 를 비롯한 우리나라 남해에 분포하는 패류 양식장에서 전복, 조개 등을 포식하여 황폐시키고 있는 것으로 알려져 있다. 하지만 아직 뚜렷한 구제 수단이 없으며, 미미한 해결책으로 어민들이 조업 중 잡아들인 불가사리를 정부나 수협에서 구매하는 방법을 쓰고 있다.

해양에 서식하는 동물에 분포하는 미생물에 대한 연구는 척추동물의 경우, 주로 어류에서 이루어졌는데 영국에서 잡은 대서양 연어(*Salmo salar*)의 표피에서는  $10^2 \sim 10^3$  bacteria/cm<sup>2</sup>가 분포한다고 보고되었으며(16), 갯 잡아온 호주 납작머리 송어류(*Platycephalus fiscus*)와 대구류(*Sillago ciliato*)에서는  $4 \times 10^3 \sim 8 \times 10^4$  bacteria/cm<sup>2</sup>의 범위를 나타냈다(15). 이러한 어류의 표피에 분포하는 미생물 중 특히 세균의 수와 종류는 주변 해수에 존재하는 것과 균형을 이루고 있다고 알려져 있다. 표면에 나타나는 미생물 외에도 해양 동물의 장내에 존재하는 미생물에 대해서도 많은 연구가 진행되어 왔으며 동물에 따라 차이는 있지만 많은 경우 장내 세균의 분포가  $10^8$  cells · g<sup>-1</sup> 까지 이른다고 하였다(8). 이는 장내가 다른 환경에 비해 서식하는 미생물에 생태학적으로

유리하다는 것을 시사한다.

한편 해양 무척추동물의 경우, 주로 등각류(11,20), 요각류(21), 굴(18) 등에서 조사된 바 있다. Garland 등(12)은 주사현미경으로 조사한 결과 굴(*Crassostrea gigas*)의 성체의 내부구조 표면에 미생물이 부착되어 있는 것을 관찰한 바 있다.

최근 불가사리는 연근해 패류 및 굴 양식장을 황폐화시키는 주범으로서 뿐만 아니라 신물질을 탐색하는 대상으로 국내에서도 주목을 받고 있다. 따라서 본 연구는 불가사리 장내에 서식하는 종속영양세균의 균체수와 탄소원의 이용특성을 살펴 보았다.

### 재료 및 방법

#### 채집지역 및 채집방법

본 실험에서 사용된 아무르 불가사리는 2000 년 7 월 14 일 에 전라남도 장흥군 안양면 수문리 인근 연안에서 채집하였다. 또한 해수 시료는 불가사리가 채집된 주변 수역에서 Niskin 채수기로 채수하여 멸균된 채수병에 넣은 후 0°C를 유지하는 얼음 상자에 보관하여 실험실로 운반하여 분석하였다.

#### 종속영양세균 수의 측정

실험실로 옮겨진 해수 시료는 생리식염수(0.85% NaCl)로 희석한 다음 Bacto Marine Agar 2216 (Difco, Detroit, USA) 배지에 도말하여 25±2°C에서 7 일간 배양한 후 균체수를 계수 하였다. 또한, 불가사리 장내에 분포하는 종속영양세균 수의 측정은 불가

\*To whom correspondence should be addressed.  
Tel: 063-469-4584. Fax: 063-463-1560  
E-mail: ghlee@kunsan.ac.kr

사리의 내장을 1g 채취하여 9 ml의 생리식염수에 넣고 vortex로 교반하여 균질한 현탁액을 만들었다. 현탁액은 다시 멸균된 희석액에 1/10 단위로 희석한 다음 Bacto Marine Agar 2216 (Difco, Detroit, USA) 배지에 도말하여 25±2°C에서 7일간 배양한 후 균체수를 측정하였다. 이때 해수의 균체수(population density)는 colony-forming units (cfu) · ml<sup>-1</sup> 단위로, 불가사리 장내의 균체수는 cfu · g<sup>-1</sup> 단위로 환산하였다.

**종속영양세균의 형태학적, 생리학적 및 생화학적 특성**

해수 및 불가사리의 장내에서 순수 분리된 세균은 형태학적(Gram 염색, 운동성) 및 생리(온도별 및 염분농도에 따른 생장여부) 생화학적(oxidase 외 15 중) 특성을 조사하였다.

**종속영양세균의 분리동정 및 탄소원 이용 측정**

해수와 불가사리의 장내에서 순수분리된 세균은 BiOLOG GN2, GP2 (BiOLOG, MicroLog™ System, Release 4.0) Kit를 사용하여 동정하였으며, 동정된 그람음성균과 그람양성균을 대상으로 탄소원 이용에 대하여 알아보았다.

**결과 및 고찰**

**해수 및 불가사리 장내에 서식하는 종속영양세균의 분포**

불가사리의 채집지인 전라남도 장흥군 수문리 연안에서의 7월 중 종속영양세균의 평균적인 분포는 7.70±0.52×10<sup>3</sup> cfu · ml<sup>-1</sup>를 나타냈다. 이러한 측정값은 군산 인근 조간대에서 측정된 값이나(3), 목포인근 해역에서 측정된 값(1)보다는 다소 낮았으나, 충남 대신 인근에서 측정된 값(4)과는 유사한 범주의 값이었다.

한편 불가사리의 장내에 분포하는 종속영양세균의 평균 균체수는 8.65±0.65×10<sup>3</sup> cfu · g<sup>-1</sup>로 측정단위가 달라 해수에 분포하는 균체수와 비교하기는 어려우나 대체로 주변해수에서 분포하는 균체수 보다는 다소 높은 값을 보였다(Fig. 1). 하지만 이러한 측정값은 허가자미(Dover sole) 미성어의 내장에서 측정된 5.2×10<sup>5</sup>~9.8×10<sup>6</sup> cells · g<sup>-1</sup>, 성어의 내장에서 측정된 값(3.0×10<sup>4</sup>~7.0×10<sup>4</sup> cells · g<sup>-1</sup>) (19)과, 굴(*Crassostrea virginica*)의 아가미에서 측정된 값(1.25×10<sup>4</sup>~4.0×10<sup>5</sup> cells · g<sup>-1</sup>) (18) 보다는 낮은 값으로 나타났다. 또한 평판도말법을 사용하여 굴 외투막의 액에서 측정된 값(3.5×10<sup>4</sup>~2.6×10<sup>5</sup> bacteria/ml) (18)과, Unkles (22)가 marine 2216E 배지를 사용하여 성게(*Echinus esculentus*)의 장에서 측정된 값(4.0×10<sup>5</sup>~2.1×10<sup>7</sup> bacteria/cm<sup>2</sup>)과 비교할 때 낮은 값이었다. 하지만 이러한 해양척추동물과 무척추동물의 표피와 장내에 분포하는 미생물의 수와 형태는 측정방법에 따라 많은 차이를 보여 아직까지 논란의 여지가 있다. 본 실험의 경우, 불가사리 장내에 분포하는 균체수는 해수에 분포하는 균체수보다는 대체로 더 높은 값을 보여 주는데 이는 위에서 언급한 것과 같이 측정단위가 달라 균체수를 비교하는 것은 다소 무리가 있지만 미생물의 생존에 영향을 주는 환경요인의 변화가 해수보다 불가사리 장내가 낮기 때문인 것으로 사료된다.

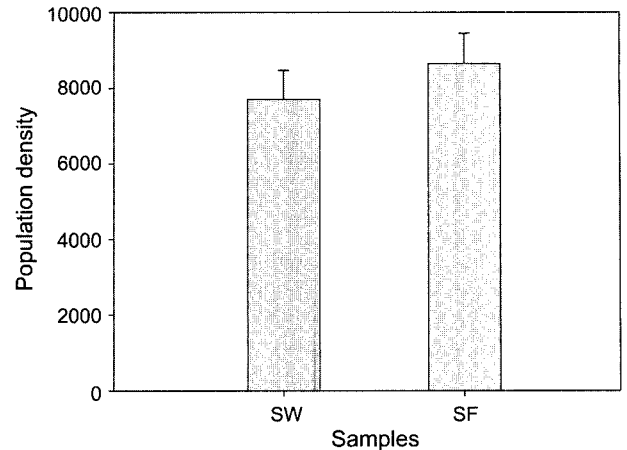


Fig. 1. Heterotrophic bacterial population densities of seawater and internal organs of starfish (*Asterias amurensis*) during sampling periods (SW: seawater, SF: starfish).

**순수분리된 세균의 형태학적, 생리학적 및 생화학적 특성**

조사기간 중 순수 분리한 종속영양세균은 해수에서는 37 균주(그람음성균 16 균주, 그람양성균 21 균주), 불가사리 장내에서는 24 균주(그람음성균 11 균주, 그람양성균 13 균주)였다. 본 연구에서 분리 동정된 균들의 형태학적 특성을 살펴보면, 해수에서 분리된 균들의 86.5%가, 불가사리의 장내에서는 70.8%가 간균으로 나타났는데, 이는 서천인근 퇴적도에서 분리한 결과(90.1~95.9%가 간균)(6) 보다는 낮은 값이었다(Table 1). 그람염색법에 의한 균의 형태를 살펴보면, 본 조사 해역에서는 그람음성균이 43.2%로 측정되었는데 이는 본 연구에서 조사된 균 수가 비교적 적어 그람음성균의 수가 일반적으로 해수에서 조사된 비율보다는 상대적으로 낮게 나타난 것으로 사료된다. 반면에 불가사리의 장내에서는 45.8%로 나타나 주변 해수보다는 다소 높은 값을 보였다. 한편 운동성은 해수와 불가사리에서 분리된 균들 중 각각 29.7%, 20.8%로 해수에 존재하는 세균들이 불가사리에 존재하는 세균들보다 운동성이 더 높게 나타났다. 하지만 이러한 비율은 대신 연안에서 분리한 균들에 비해 낮은 값이었다(2).

생리학적 특성을 살펴보면, 해수와 불가사리의 장내에서 분리된 균이 모두 4~37°C에서 75~100% 성장하여 중온성(mesophile) 세균의 특성을 보여준다. 염분에 대한 적응성은 대체로 높았고 염의 농도가 2~5%에서 잘 자라는 것으로 보아 본 연구에서 분리된 세균들은 약한 호염성에 속한다고 볼 수 있다(17).

생화학적 특성을 살펴보면, catalase에 대한 양성반응은 불가사리와 해수에서 각각 54.2%, 54.1%로 나타나 대부분 호기성이거나, 통성혐기성 세균이 존재하는 것을 보여주고 있다(Table 1). 또한 oxidase에 대한 양성반응은 불가사리와 해수에서 각각 20.8%, 54.1%로 나타나 해수보다 불가사리 장내에서 호기성 세균이 더 적음을 알 수 있다. 또한 methyl red (MR)와 Voges-Proskauer (VP)에 대하여 해수와 불가사리 장내에서 분리된 일부 세균들이 양성 반응을 보이는 것으로 보아 장내세균이 존재하는 것을 암시하고 있다. 그밖에도 indole test, nitrate test, citrate, β-galactosidase, 탈탄산 효소시험(arginine, lysine, ornithine), phen-

**Table 1.** The morphological, physiological, and biochemical characteristics of bacteria isolated from seawater and starfishes, *Asterias amurensis*

Characteristics	Starfish (24 strains)	Seawater (37 strains)
<b>Morphological:</b>		
Gram positive	54.2 <sup>a</sup>	56.8
Gram negative	45.8	43.2
Rod form	70.8	86.5
Coccus form	29.2	13.5
Motility	20.8	29.7
<b>Physiological:</b>		
Growth at 4°C	79.2	100
at 25°C	87.5	97.3
at 37°C	75.0	94.6
Growth at 0% NaCl	79.2	100
at 3% NaCl	83.3	100
at 6% NaCl	83.3	100
<b>Biochemical:</b>		
Catalase activity test	54.2	54.1
Oxidase test	20.8	51.4
Gelatin liquefaction	20.8	40.5
Indole test	8.3	13.5
Methyl-Red (MR) test	12.5	13.5
Voges-Proskauer (VP) reaction	29.2	29.7
Nitrate reduction	41.7	40.5
Citrate test	25.0	40.5
β-Galactosidase	37.5	32.4
Arginine dihydroxylase	25.0	27.0
Lysine decarboxylase	8.3	81.1
Ornithine decarboxylase	8.3	16.2
Phenylalanine deaminase	4.2	2.7
Urease	16.7	18.9
Tween 80 hydrolysis	45.8	46.0
H <sub>2</sub> S Production	12.5	10.8

<sup>a</sup>% of isolates.

ylalanine deaminase, urease 등 장내세균의 존재를 파악하는 데 필요한 test에 대해 반응을 나타냄으로서 장내세균의 존재 가능성을 뒷받침 해주고 있다.

**불가사리 장내에 서식하는 종속영양세균의 동정**

조사기간 중 분리한 종속영양세균은 불가사리 장내에서는 동정된 균체수는 24 균주로 이들 중 그람음성균이 11 균주, 그람양성균이 13 균주였다. 불가사리의 장내에서 출현한 속은 *Rahnella*, *Francisella*, *Pasteurella*, *Vibrio*, *Acinetobacter*, *Actino-*

*bacillus*, *Haemophilus*, *Erwinia*, *Tsukamurella*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Aureobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Alloio-coccus*, *Microbacterium*, *Lactococcus*로 5 과 17 속으로 동정되었다(Table 2). 이들 중 *Vibrio*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium*는 2 균주 이상 동정되었다. 이러한 출현속은 Austin 등(7)이 이때패류로부터 동정한 균주들(*Caulobacter*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Hyphomicrobium*)과는 많은 차이를 보였다. 하지만 성게(*Echinus esculentus*)에서는 *Aeromonas*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Vibrio* 등이 분리되었는데 이들 출현속은 불가사리에서도 일부 나타났다. 분리된 세균들은 Austin과 Austin (9)이 발표한 해양어류의 병원성세균과 비교했을 때 동일한 속이 일부 나타났다.

**Table 2.** Representative genera isolated from the internal organs of starfish

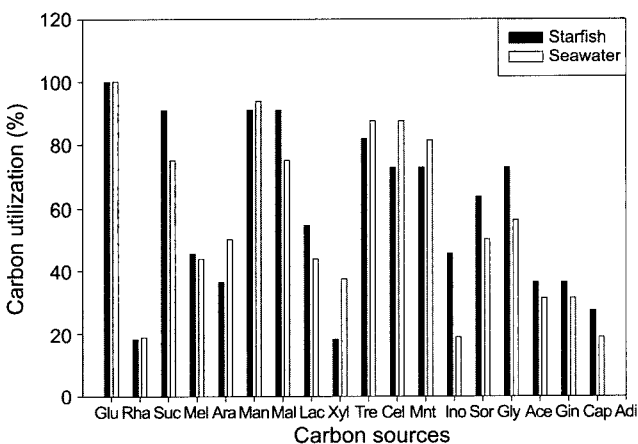
Gram-negative aerobic rods and cocci	
Family <i>Neisseriaceae</i>	
Genus <i>Acinetobacter</i>	1
Other Genera	
Genus <i>Francisella</i>	1
Facultatively anaerobic Gram-negative rods	
Family <i>Enterobacteriaceae</i>	
Genus <i>Rahnella</i>	1
Genus <i>Erwinia</i>	1
Family <i>Vibrionaceae</i>	
Genus <i>Vibrio</i>	4
Family <i>Pasteurellaceae</i>	
Genus <i>Pasteurella</i>	1
Genus <i>Actinobacillus</i>	1
Genus <i>Haemophilus</i>	1
Gram-positive cocci	
Family <i>Micrococcaceae</i>	
Genus <i>Micrococcus</i>	1
Genus <i>Staphylococcus</i>	4
Other Genera	
Genus <i>Lactococcus</i>	1
Endospore-forming Gram-positive rods and cocci	
Genus <i>Bacillus</i>	1
Irregular, nonsporing Gram-positive rods	
Genus <i>Corynebacterium</i>	2
Genus <i>Aureobacterium</i>	1
Genus <i>Microbacterium</i>	1
Nocardioforms	
Genus <i>Tsukamurella</i>	1
Others	
Genus <i>Alloiococcus</i>	1
Total	24

**탄소원의 이용**

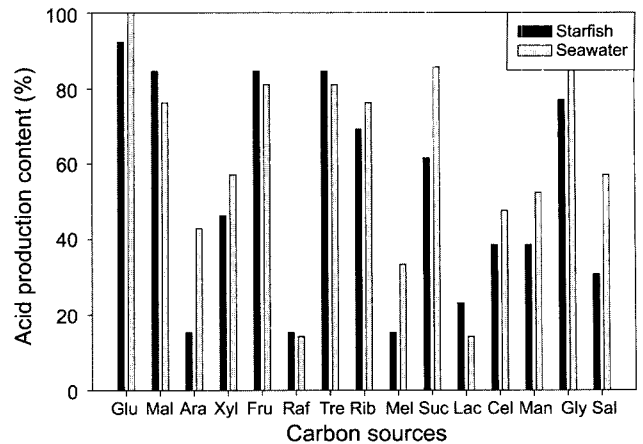
BiOLOG GN2 MicroPlate는 96 개의 well 안에 11 개 항목 [polymers (A2~A6), 탄수화물(A7~C10), esters (C11~C12), carboxylic acid (D1~E12), 브롬화 화합물 1 (F1), 아미드(H1~H4), 아미노산(H5~H7), 알코올(H8~H9) 및 인산화 화합물(H10~H12)]과 같은 95 가지 기질로 구성되어 있다(10). 각 지질의 well은 2,3,5-triphenylformazan (TPF)으로 환원되어 보라색을 띠게 된다(10).

불가사리와 해수에서 분리된 세균들 중 그람음성균이 탄소원에 대해 높은 이용률을 보였다. 그 중 glucose는 조사 균주 모두가 이용하였으며, sucrose, mannose, maltose, trehalose는 불가사리와 해수에서 분리한 세균의 70% 이상이 이용한 탄소원이었다. 하지만 adipate, phenyl acetate는 불가사리에서 분리된 그람음성균에서는 전혀 이용하지 못하였다(Fig. 2). 이러한 세균 군집의 탄소원에 대한 이용능의 차이는 주로 개체균의 수와 종 조성의 구별을 나타내는 지표로 사용된다(14,23). 한편 그람양성균에 의한 탄소원의 이용률을 살펴보면, glucose가 가장 높은 이용률을 나타냈고, 그 다음 fructose, trehalose, manitol 등이 높게 나타났으며, arabinose, raffinose, melibiose, lactose 등은 불가사리에서는 15.4~23.1%, 해수에서는 14.3~42.9%로 비교적 낮은 이용률을 보였다(Fig. 3). 따라서 그람음성균과 양성균은 glucose를 제외하고는 서로 다른 형태의 탄소원을 이용하고 있는 것을 알 수 있다. 이와 같이 그람음성균과 양성균에 따라 탄소원 이용에 대한 차이를 보이는 원인에 대하여는 앞으로 좀더 연구할 과제이다.

BiOLOG MicroPlate를 이용한 세균 군집의 탄소원 이용능 분석은 군집간의 대사적 다양성의 비교분석과 한 생태계 내에서의 환경 요인의 변화에 따른 미생물 군집의 생리 대사적 변화 양상을 분석하는데 매우 유용한 방법이라 사료되고(5), 이 방법을 통하여 토양, 육수 및 해양 등의 많은 특정 생태계를 대상으로 미



**Fig. 2.** A comparison of carbon utilization by Gram-negative bacteria isolated from seawater and the internal organs of starfish, *Asterias amurensis* (Glu, glucose; Rha, rhamnose; Suc, sucrose; Mel, melibiose; Ara, arabinose; Man, mannose; Mal, maltose; Lac, lactose; Xyl, xylose; Tre, trehalose; Cel, cellobiose; Mnt, mannitol; Ino, inositol; Sor, sorbitol; Gly, glycerol; Ace, acetate; Gln, gluconate; Cap, caprate; Adi, adipate).



**Fig. 3.** A comparison of carbon utilization by Gram-positive bacteria isolated from seawater and the internal organs of starfish, *Asterias amurensis* (Glu, glucose; Mal, maltose; Ara, arabinose; Xyl, xylose; Fru, fructose; Raf, raffinose; Tre, trehalose; Rib, ribose; Mel, melibiose; Suc, sucrose; Lac, lactose; Cel, cellobiose; Man, mannitol; Gly, glycerol; Sal, salicin).

생물 군집 수준의 구조적 특성을 파악하는데 이용할 수 있다(21,22). 이러한 연구는 앞으로 불가사리에 친적으로 이용될 수 있는 세균을 탐색하는데 필요한 기초자료로 사용할 예정이다.

**참고문헌**

1. 김정희, 이건형, 신윤근, 김중래. 1992. 서해안 김 열체상의 미소생물과 김의 병해와의 관계에 대한 연구. 한국수산학회지 25, 307-313.
2. 백춘봉. 1996. 서해 대산연안 조건대 퇴적토에서 단백질 분해세균의 분류학적 연구. 석사학위논문, 군산대학교, 66 pp.
3. 이건형, 김상진, 이원호, 이다미. 1990. 군산부근 조건대에서의 해양중속영양세균의 계절적 분포와 특성. 미생물학회지 28, 331-336.
4. 이건형, 최강국, 백춘봉. 1995. 대산인근 해역에서 간만에 따른 중속 영양세균의 일일 분포와 세포의 효소활성력의 변화. 한국생태학회지 18, 409-418.
5. 송인근, 안영범, 신규철, 조홍범, 최영길. 1999. 토양 세균 군집의 유일 탄소원 이용에 의한 지문분석. 미생물학회지 35, 65-71.
6. 최강국. 1996. 서천연안 퇴적토에서 중속영양세균의 분포 및 세포의 효소 활성. 석사학위논문, 군산대학교, 67 pp.
7. Austin, B., D. Bucke, S.W. Feist, and M.M. Helm. 1987. Disease problems among cultured bivalve larvae. MAFF Fisheries publication.
8. Austin, B. 1988. Marine Microbiology. pp. 103-132. Cambridge University Press. Cambridge.
9. Austin, B. and D.A. Austin. 1986. Bacterial pathogens of fish: Disease of farmed and wild fish. Ellis Horwood: Chichester.
10. Beyer, L., C. Wachendorf, D.C. Elsner, and R. Knabe. 1993. Suitability of dehydrogenase activity assay as an index of soil biological activity. *Biol. Fertil. Soils.* 16, 52-56.
11. Boyle, P.J. and R. Mitchell. 1978. Absence of micro-organisms in crustacean digestive tracts. *Science* 20, 1157-1159.

12. Garland, C.D., G.V. Nash, and T.A. McMeekin. 1982. Absence of surface associated microorganisms in adult oyster (*Crassostrea gigas*). *Appl. Environ. Microbiol.* 44, 1205-1211.
13. Garland, J.L. and A.L. Mills. 1991. Classification and characterization of heterotrophic microbial communities on the basis of patterns of community-level soil-carbon-source utilization. *Appl. Environ. Microbiol.* 57, 2351-2359.
14. Garland, J.L. and A.L. Mills. 1994. A community-level physiological approach for studying microbial communities. p. 77-83. In K. Ritz, J. Dighton, K.E. Giller (eds.), *Beyond the Biomass*. John Wiley & Sons, Chichester, England.
15. Gillespie, N.C. and I.C. Macrae. 1975. The bacterial flora of some Queensland fish and its ability to cause spoilage. *J. Appl. Bacteriol.* 39, 91-100.
16. Horsely, R.W. 1973. The bacterial flora of the Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in relation to its environment. *J. Appl. Bacteriol.* 36, 377-386.
17. Larsen, H., 1962. Halophilism. p. 297-342. In I.C. Gunsalus and R.Y. Stanier (eds.), *The Bacteria IV*. Academic Press, New York and London.
18. Lovelace, T.E., H. Tubiash, and R.R. Colwell. 1968. Quantitative and qualitative commensal bacterial flora of *Crassostrea virginica* in Chesapeake Bay. *Proc. Nat. Shellfish Association.* 58, 82-87.
19. MacDonald, N.L., J.R. Stark, and B. Austin. 1986. Bacterial microflora in the gastrointestinal tract of Dover sole (*Solea solea* L.), with emphasis on the possible role of bacteria in the nutrition of the host. *FEMS Microbiol. Lett.* 35, 107-111.
20. Sleeter, T.D., Boyle, P.J., Cundell, A.M., and Mitchell, R. 1978. Relationship between marine micro-organisms and the wood-boring isopod *Limnoria tripunctata*. *Mar. Biol.* 45, 329-336.
21. Sochard, M.R., Wilson D.F., Austin, B., and Colwell, R.R. 1979. Bacteria associated with the surface and gut of marine copepods. *Appl. Environ. Microbiol.* 37, 750-759.
22. Unkles, S.E. 1977. Bacterial flora of the sea urchin *Echinus esculentus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 34, 347-350.
23. Winding, A.K. 1994. Fingerprinting bacterial soil communities using BIOLOG microtitre plates, pp. 85-94. In K. Ritz, J. Dighton, K.E. Giller (eds.), *Beyond the Biomass*. John Wiley & Sons, Chichester, England.
24. Zak, C.J., M.R. Willing, D.L. Moorhead, and H.J. Wildman. 1994. Functional diversity of microbial communities: a quantitative approach. *Soil Biol. Biochem.* 26, 1101-1108.

(Received March 12, 2002/accepted April 3, 2002)

**ABSTRACT: Characteristics of Carbon Source Utilization by Heterotrophic Bacteria Isolated from Internal Organs of Starfish (*Asterias amurensis*)**

**Kyung-Ja Song, Oh-Hyung Lee<sup>1</sup>, Moon-Sul Choi<sup>2</sup>, and Geon Hyung Lee\*** (Department of Biology, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea, <sup>1</sup>Department of Biology, <sup>2</sup>Department of Marine Science & Production, Mokpo National University, Mokpo 534-729, Korea)

To investigate the characteristics of carbon sources utilization by the intestinal microflora of starfish, starfishes (*Asterias amurensis*) were collected from the South Sea near Jangheung-gun sumun-ri of Jeollanam-do on July 14, 2000. The population densities of heterotrophic bacteria were in the range of  $8.65 \pm 0.65 \times 10^3$  cfu  $\cdot$  g<sup>-1</sup> in the internal organs of starfish. Total 24 strains (Gram-negative bacteria: 11 strains, Gram-positive bacteria: 13 strains) from the internal organs of starfish were isolated. Dominant bacteria were Genus *Vibrio*, *Staphylococcus*, and *Corynebacterium*. A high percentage of isolates was Gram positive rods. The catalase and oxidase positive were shown 54.2% and 20.8% of isolated bacteria, respectively. Isolated Gram negative and positive bacteria utilized various carbon sources. Among them, glucose could be utilized by all the isolated Gram negative bacteria, and sucrose, mannose, and maltose were utilized by a relatively high percentage of isolates. On the other hands, adipate and phenyl acetate were shown no utilization. In case of Gram positive bacteria, glucose was shown the highest utilization and the next highest utilization was fructose, trehalose, and maltose.