

## VI. 독도 천연보호구역의 미생물 다양성 조사

### 1. 서론

‘독도가 한국의 영토임’은 역사적으로 살펴볼 때 지극히 당연한 사실이지만, 현실에 있어서 한·일간 영토분쟁의 성격을 띠게 되었음은 심히 안타까운 노릇이다. 일본의 일부 몰지각한 정치인들에 의하여 독도문제가 발화되었을 때마다 우리 정부나 국민은 대부분 졸속하게 혹은 감정적으로 대응해 왔고, 관련 학술계조차도 독도 자연 자원에 대한 지속적 관심을 가지지 않아서 더욱 그러하였다. 독도를 포함하는 울릉도의 식물상이나 동물상에 대한 조사나 연구와 달리 2005년 이전 미생물상 조사나 연구 분야는 그야말로 전무 상태로 방치되어 있었다.

한국생명공학연구원의 윤정훈·오태광 박사팀은 독도 주변 해수에서 ‘독도니아 동해엔시스(*Dokdonia donghaensis*)’라는 신속세균을 찾아 연구한 내용을 2005년 『국제미생물계통분류학회지』에 발표한 이래, 모두 9편의 논문을 같은 학술지에 게재하였다. 거기에는 그들이 독도 해수로부터 분리한 2종류의 신속 세균, 7종류의 신종세균에 대한 연구 결과가 담겼다. 그 외에도, 한국해양연구원 독도전문연구사업단의 이정현 박사팀이 독도 주변 해양조류 근권으로부터 분리한 신속 세균 ‘프라켈리모나스 엑클로니아에(*Flagellimonas eckloniae*)’에 대한 연구결과를 2007년에, ‘크로케이탈레아 엑클로니아에(*Croceitalea eckloniae*)’, ‘크로케이탈레아 독도넨시스(*Croceitalea dokdonensis*)’를 2008년에 각각 국제학술계에 알렸다. 그 뿐 아니라, 2007년 한국생명공학연구원 이충환 박사팀은 4종의 분리 세균이 담즙산 생합성을 한다는 사실을 밝혀서 독도 해양미생물에 대한 유용성 연구에 불을 당기기도 하였다.

독도 육상으로부터도 미생물에 대한 연구나 조사는 전무하였다. 그러다가 독도 최초의 미생물인 ‘버지바실루스 독도넨시스(*Virgibacillus dokdonensis*)’가 한국생명공학연구원의 윤정훈·오태광 박사팀에 의하여 토양으로부터 분리되어 연구한 결과가 2005년에 국제학술계에 보고된 이래, 모두 26종의 새로운 세균이 알려졌다. 거기에는 2종의 신속 세균도 포함되었다. 그 외에도 서울대 천종식 등(2006)과 순천대 성지남 등(2008)은 독도 토양으로부터 신종 세균 ‘슈도모나스 세겟시스(*Pseudomonas segetis*)’와 독도 모래 침전물로부터 신종 방선균 ‘노카르디오이데스 독도넨시스(*Nocardioides dokdonensis*)’ 등을 각각 국제학계에 알렸다.

독도에 대한 생물상 연구 중 특별히 미생물 분야는 일본 학자에 의해서는 미답의 분야여서 우리 학자들의 연구 관심이 요구된다 하겠다. 2005년 이후 국내 일부



미생물학자들이 독도 미생물에 대해 보여 준 열정은 대단하지만, 대부분 일회적 시료 채취에 의한 연구 결과여서 향후 보다 체계적인 연구의 필요성을 요구하는 셈이다.

2009년에는 경북대 김사열교수팀이 독도 서식 야생 가지과 식물로부터 분리한 근권세균 중 일부가 식물생장에 긍정적이면서 전신유도저항성을 가짐을 알아내어 '다기능 식물생장촉진 균주'일 수 있는 가능성을 제시하기도 하였다. 뿐만 아니라 2013년 전후로 하여 독도에서 분리된 세균을 건축공학적 소재개발에도 접목하는 연구를 진행하여, 관련 논문을 학계에 투고하는 등 독도 분리 세균의 산업적인 가치도 점차 입증되고 있다.

2005년 이후로 독도의 미생물상 연구는 점차적으로 이루어져 왔다. 그간 대부분 배양에 의존해 왔다고 할 수 있다. 배양을 통한 세균의 분리와 동정 또한 독도 미생물상을 연구하는데 있어서 중요한 한 분야이겠지만, 현재 미생물상의 연구는 점차 NGS(차세대 유전자 시퀀싱) 기술을 이용한 메타게노믹스로 나아가고 있다. 그간 미생물 군집구조의 메타게노믹 분석에는 큰 비용과 많은 인력이 필요했다. 하지만 점점 NGS기술이 발전함에 따라 그 비용과 연구 인력이 대폭적으로 감소하였다. 이를 통해 현실적으로 충분히 독도의 미생물상을 메타게놈을 통해서 분석하고, 기존의 배양을 통해 얻어진 독도 미생물 군집구조 분석결과와 비교할 수 있을 것으로 보인다.

일본과의 영토 분쟁과 독도에 대한 일본 정치층의 과격한 발언들로 인해 국내의 독도에 대한 관심이 점차 높아지고 있다. 또한 각종 방송 매체를 통해 독도의 자연경관의 우수함 등이 알려지면서 독도를 드나드는 관광객의 수는 독도 미생물 연구의 초창기 시절이던 2005년도에 비해 현재 매우 급증하였다. 뿐만 아니라 점차 독도를 관리하기 위한 상주 인원 또한 점차 증가 하고 있다. 이러한 상황에서 눈에 보이는 동식물뿐만이 아니라 다양한 미생물 또한 외부에서 유입되고 있다. 이는 독도의 미생물 군집 구조에 영향을 주고 있을 것으로 보이며, 최근의 배양을 통한 미생물 군집구조 조사에서 외부 인구의 유입이 많은 지역의 경우 이러한 영향이 조금씩 나타나고 있는 것으로 추정된다. 미생물은 동식물과 달리 눈에 보이지 않고, 반입을 막거나 한번 바뀐 군집구조에 대하여 제거와 같은 추가적인 관리가 불가능하기 때문에 꾸준한 모니터링을 통해 관리하는 방법이 유일하다.

2009년	독도의 가지과식물로부터 분리한 근권세균 중 일부가 식물생장촉진과 전신유도 저항 유발함을 알아내어 '다기능 식물생장촉진 균주'일 수 있는 가능성을 제시 독도 식물근권에서 분리한 포자형성세균과 질소고정세균의 균집구조 분석
2010년	독도산 탄산칼슘형성세균에 의한 모르타르 균열보수와 압축강도 증진 측정으로 건축재료로서의 기능성 균주의 가능성 제시 독도 주변의 해수에서 분리한 세균의 다양성과 균집구조 분석
2012년	동도 해수에서 슈와넬라 독도넨시스( <i>Shewanella dokdonensis</i> ) 신종 등록 고추에서 발생하는 질병에 대해 독도 분리세균의 식물유도저항성 증가 발견
2013년	담배에서 유발되는 질병에 대해 독도 분리세균의 식물유도저항성 증가 및 유도 물질 발견 동도 토양에서 패니바실러스 동도넨시스( <i>Paenibacillus dongdonensis</i> ) 신종 등록 독도로부터 고추 식물병 방제에 도움이 되는 세균들을 분리

<그림 VI-1> 김사열 교수팀 독도 생물상 연구: 미생물 분야

## 2. 조사지 및 방법

### 1) 토양으로부터 세균의 분리 및 동정

#### (1) 조사지

미생물 다양성 조사를 위해 각각 다양한 위치를 선택하여 조사를 진행하였다.

- 2007, 2008 년 : 동도와 서도 12개소 (「독도 천연보호구역 모니터링 사업」(경북대학교 울릉도독도연구소, 2007)의 <표 VI-1> 참고)
- 2009, 2010 년 : 동도 13개소 (「독도 천연보호구역 모니터링 사업」(경북대학교 울릉도독도연구소, 2007)의 <표 VI-1> 참고)
- 2011, 2012년 : 동도 13개소
- 2013, 2014년 : 동도와 서도 11개소, 울릉 2개소와 강릉 3개소



&lt;표 VI-1&gt; 2011, 2012년 동도 조사지 위치

Site	GPS information
E2	N37.14.33.7 E131.52.16.0
E3	N37.14.33.5 E131.52.16.4
E4	N37.14.30.0 E131.52.17.4
M1	N37.14.38.7 E131.52.09.9
까마중1	N37.14.37.7 E131.52.17.0
까마중2	N37.14.41.0 E131.52.22.3
까마중3	N37.14.39.3 E131.52.11.2
까마중4	N37.14.39.3 E131.52.11.2
까마중5	N37.14.39.3 E131.52.11.2
외래종제거사업풏말1	N37.14.36.0 E131.52.16.7
외래종제거사업6	N37.14.37.5 E131.52.17.0

&lt;표 VI-2&gt; 2013, 2014년 동도, 서도 조사지 위치

Site	GPS information
갯제비썩1	-
갯제비썩 / 초종용	-
개밀1	N37.14.24.2 E131.52.13.2
개밀2	N37.14.27.0 E131.52.14.1
개밀3	N37.14.24.9 E131.51.14.5
개밀4	N37.14.27.4 E131.51.51.7
개밀5	N37.14.26.4 E131.51.53.1
까마중1	N37.14.25.4 E131.52.14.3
까마중6	N37.14.26.5 E131.52.53.2
까마중7	N37.14.23.5 E131.52.16.3
참억새 제거구	N37.14.21.5 E131.52.09.1

## (2) 조사 방법

### ① 토양 샘플에서 세균의 분리

독도 토양에서 채취해 온 시료를 0.85%의 saline에 희석하여 1/10 TSA(tryptic soy agar) 배지에 각각 100  $\mu$ l를 도말하였다. 시료를 도말한 배지를 2~3일간 30°C에서 배양하였다(Yoon et al., 2006). 각각의 배지 위에 형성된 다수의 콜로니를 크기 형태 색상 등에 따라 분리하였고, TSA 배지 상에서 2~3차례의 계대배양을 통해 단일 콜로니를 얻었다.

② 해수샘플에서 세균의 분리

독도 해수에서 채취해 온 시료를 인공해수에 희석하여 MA(marine agar) 배지에 각각 100  $\mu$ l를 도말하였다. 시료를 도말한 배지를 2~3일간 30℃에서 배양하였다(Yoon et al., 2006). 각각의 배지 위에 형성된 다수의 콜로니를 크기 형태 색상 등에 따라 분리하였고, MA 배지 상에서 2~3차례의 계대배양을 통해 단일 콜로니를 얻었다.

③ 세균 분리에 사용된 배지 조성

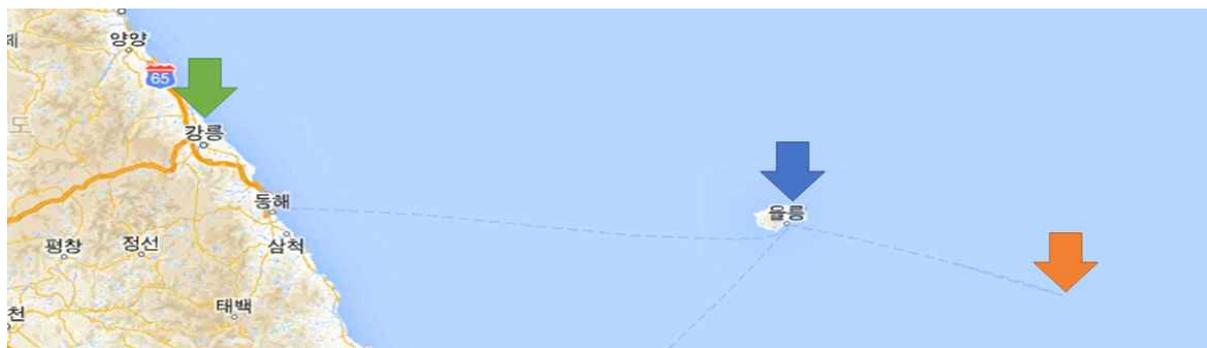
- 1/10 tryptic soy agar (1/10 TSA) : tryptic soy broth 0.3%(3 g) + agar 1.5%(15 g)/1차 증류수 1L
- Tryptic soy agar (TSA) : tryptic soy broth 3%(30 g) + agar 1.5%(15 g)/1차 증류수 1L
- Marine agar (MA) : marine broth 3.74%(37.4 g) + agar 1.5%(15 g)/1차 증류수 1L
- 1/2 Marine agar (1/2 MA) : marine broth 1.87%(18.7 g) + agar 1.5%(15 g)/1차 증류수 1L
- 1/10 Marine agar (1/10MA) : marine broth 0.37%(3.74 g) + agar 1.5%(15 g)/1차 증류수 1L
- Marine agar + 5% NaCl : marine broth 3.74%(37.4 g) + NaCl 30g + agar 1.5%(15 g)/1차 증류수 1L

④ 분리 균주의 동정

평판배지에 계대배양을 통해 순수 배양된 세균은 Colony PCR 또는 염색체 DNA를 주형으로 한 PCR 증폭을 이용하여 16S rDNA를 증폭하고 염기서열을 결정하였다. 결정된 염기 서열은 EzCloud (<http://eztaxon-e.ezbiocloud.net/>)와 NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) 사이트의 16S rRNA 유전자 염기서열을 이용한 동정 시스템을 이용해 기존 데이터베이스에 등록되어 있는 종들과 상동성을 비교하였다. 16S rRNA 유전자 염기서열 분석을 통한 부분 동정에서, 상동성이 98.0% 이상이면 종명까지 확정 할 수 있었다. 그 이하일 경우 신종의 가능성이 있으므로 더 정밀한 연구가 필요한 것으로 판단하였다.



### ⑤ 메타게놈의 분리



<그림 VI-2> 독도 외 조사지 선정

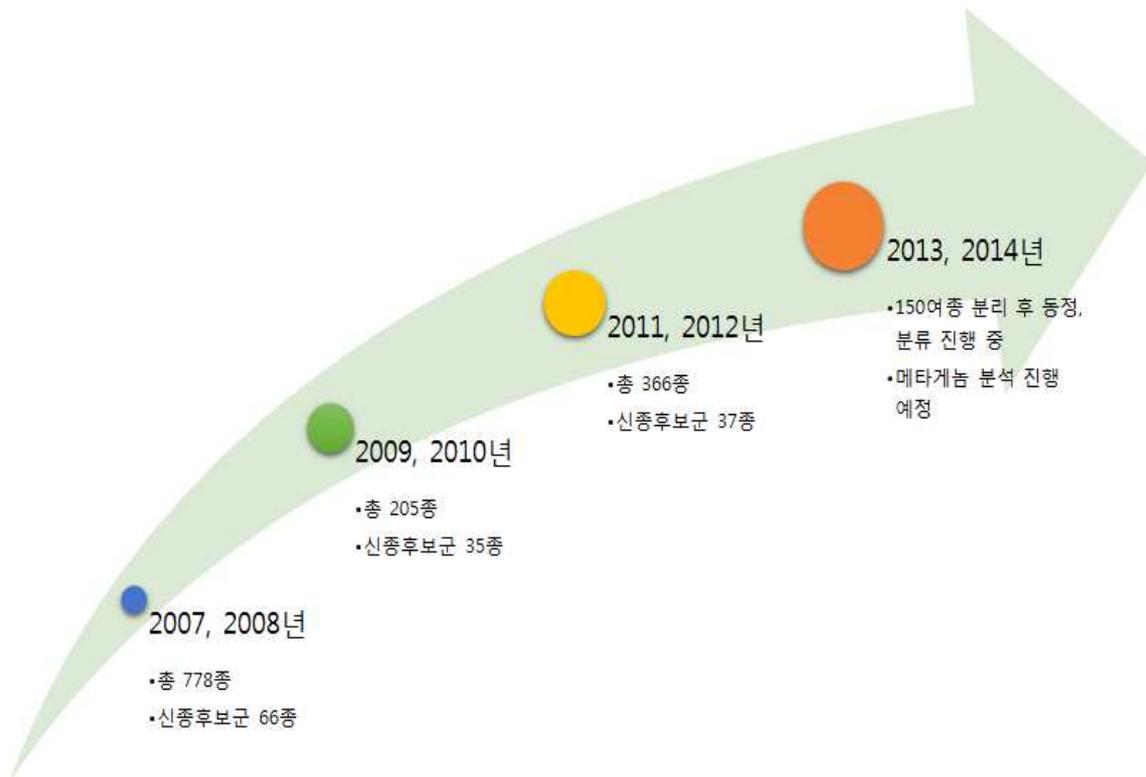
- 유사한 거리를 사이에 둔 육지의 환경, 울릉도, 독도의 각 지점을 선별
- 동일하게 서식하는 식물 우점 종(개밀)의 근권에서 토양 시료를 500g 정도 채취
- 10℃에서 보관
- 실험실로 가져온 후, 키트를 이용하여 100 ng/ $\mu$ l 이상의 농도로 메타게놈 DNA 분리

## 3. 실험 결과 및 결론

$\gamma$ -proteobacteria, high G+C Gram-positive, low G+C Gram positive에 속하는 균들이 전체적으로 우세를 보였다. 다른 class의 경우 2007년부터 2014년 조사까지 큰 변화는 없었으나 이중 대부분은 근권에서 식물과 상호작용을 하는 것으로 알려진 *Rhodococcus*속이 대부분을 차지하였고, 그 외에도 다수의 동물 병원성 및 흡혈곤충 유래로 보이는 종들도 발견되었다.

지난 7년간의 조사에서 독도의 토양에서 80여종의 신종 후보균을 발견하였다. 특히 2011년 조사에서는 133개의 부분 동정균 중 16s rRNA 유전자 염기서열 상동성이 98.5% 이하인 신종후보균을 18개 분리하였으며, 이는 전체 동정균주 중 13%이다.

독도 자생 식물의 근권에서 분리된 균주의 경우, 섬이 아닌 육상의 토양에서 분리된 균주들과 비교해보면 인산가용성을 가진 균주의 비율이 20% 정도 높았다. 독도에서 번식하는 다양한 조류의 알 껍질에 포함되어있던 인산 성분이 독도 미생물의 인산 이용률에 영향을 주었을 것으로 추정되었다.



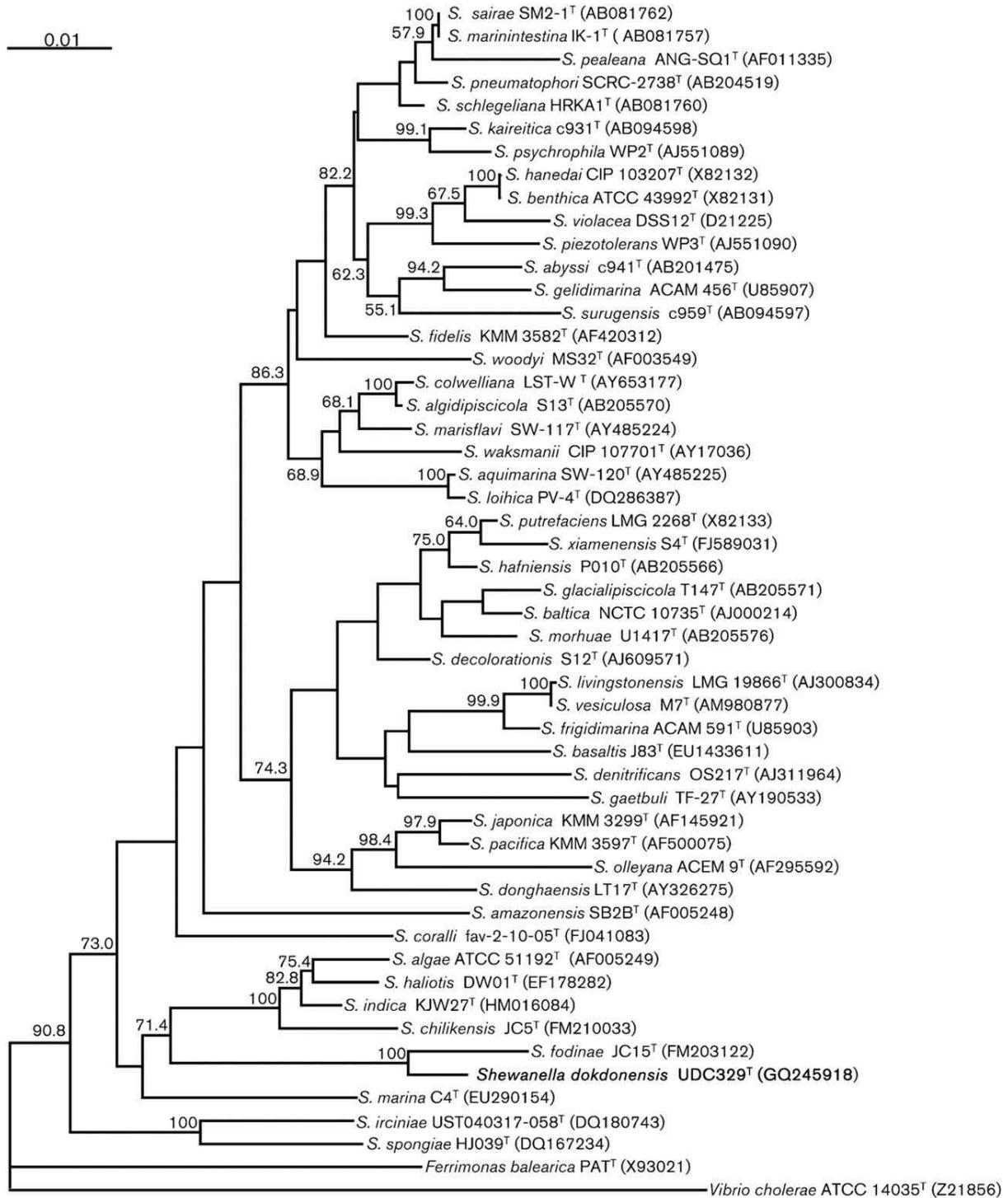
<그림 VI-3> 독도의 균주 분리 동정 및 모니터링 현황

(1) 독도 산 신종 동정

- *Shewanella dokdonensis* UDC329

독도 동도 인근의 해수에서 분리된 UDC329T(=KCTC 22898T=DSM 23626T) 균주가 2012년 International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology를 통해 새로운 종의 기준 균주로 등록되었다.

Strain UDC329는 *Shewanella dokdonensis*라는, *Shewanella* 속의 신종으로 그람 음성의 통성 혐기성세균이며, 포자를 형성하지 않는 간균이다. 콜로니는 진한 오렌지색을 띄며 25~30°C, pH 7, 1%(w/v) NaCl에서 가장 잘 자란다. 유전체 중 G+C 함량은 50.2 mol%이며, 퀴논으로 메나퀴논 MK-7과 유비퀴논 Q-7, Q-8을 가진다. 주요지방산은 iso-C15:0, C17:1v8c이다.

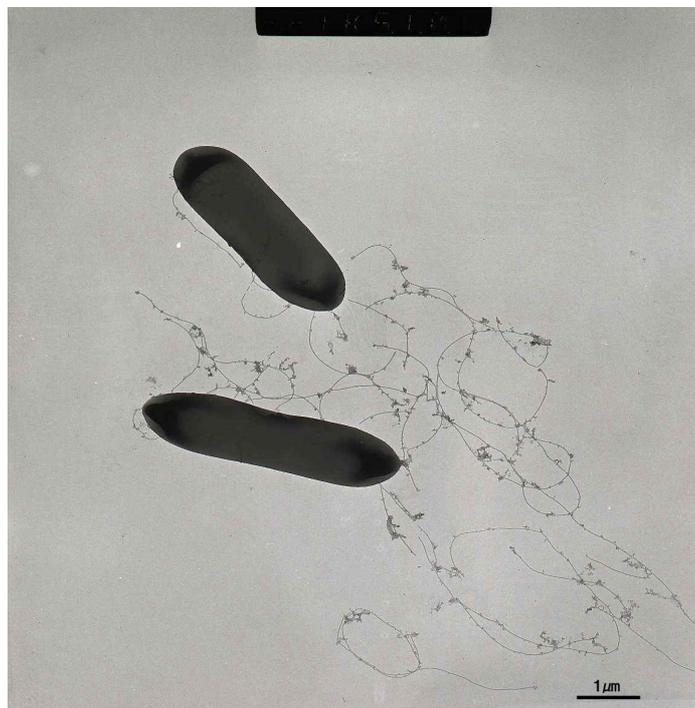


<그림 VI-4> *Shewanella dokdonensis* UDC329의 16s rRNA 유전자 서열 기반 계통수

- *Paenibacillus dongdonensis* KUDC0114

독도 동도의 식물 근권 토양에서 분리된 KUDC0114T(=KCTC 33221T=DSM 27607T) 균주는 2014년 동 저널을 통해 새로운 종의 기준 균주로 등록되었다.

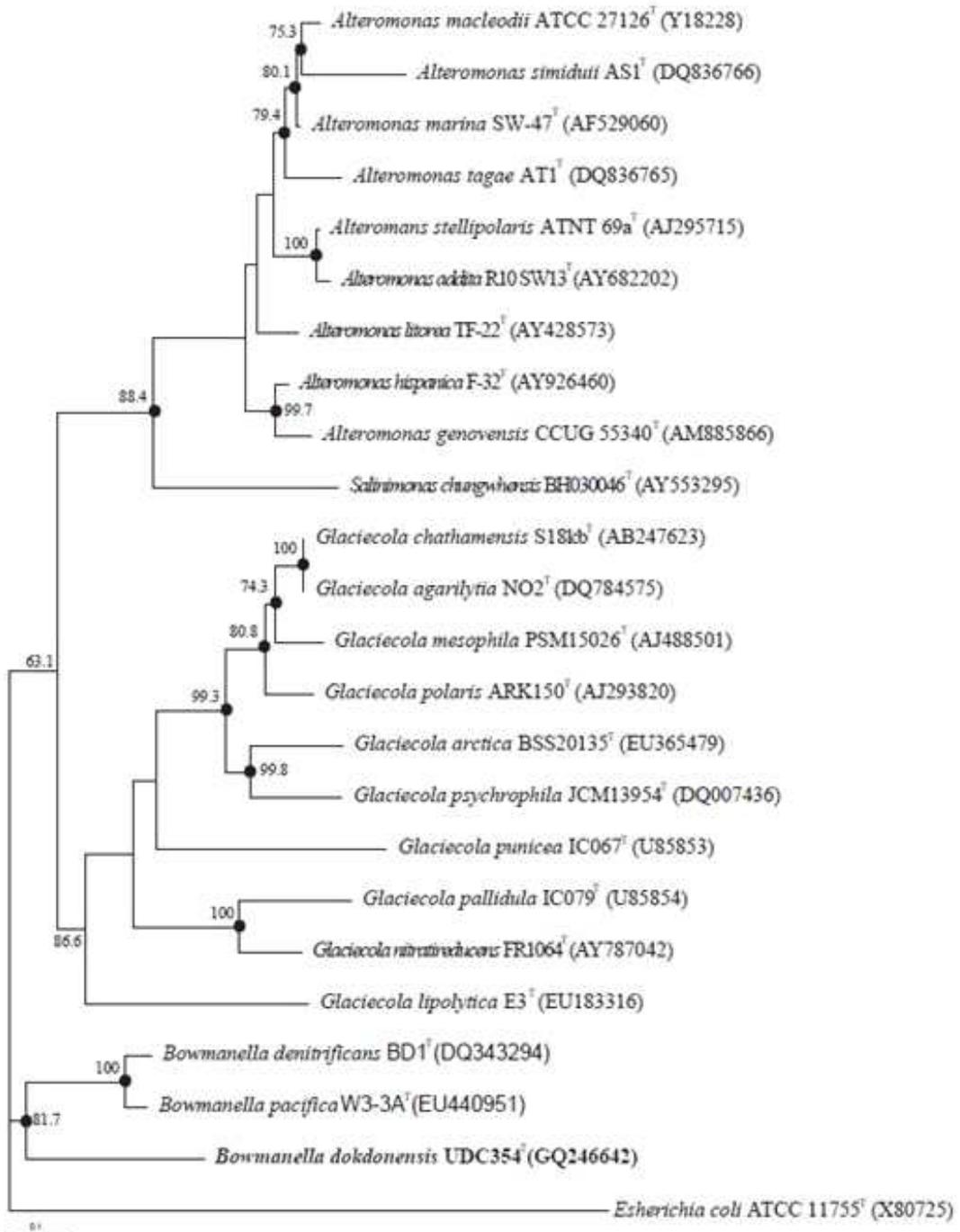
Strain KUDC0114는 동도의 개밀(*Elymus tsukushiensis*) 근권에서 분리 되었다. *Paenibacillus dongdonensis*라는, *Paenibacillus* 속의 신종으로 그람 양성의 통성 혐기성세균이며, 간균이다. 타원형의 포자를 형성하며 콜로니는 상아색을 띄며 37°C, pH 8.5, NaCl이 존재하지 않는 환경에서 가장 잘 자란다. 유전체 중 G+C 함량은 44.3 mol%이며, 퀴논으로 메나퀴논 MK-7을 가진다. 주요지방산은 anteiso-C15:0 and C16:0이다. DNA-DNA hybridization 결과 strain KUDC0114은 다른 9개의 유사종과 23 %이하의 상동성을 보여 신종이라고 판단되었다.



<그림 VI-5> KUDC0114의 주사전자현미경(SEM) 사진

- *Bowmanella dokdonensis* UDC354

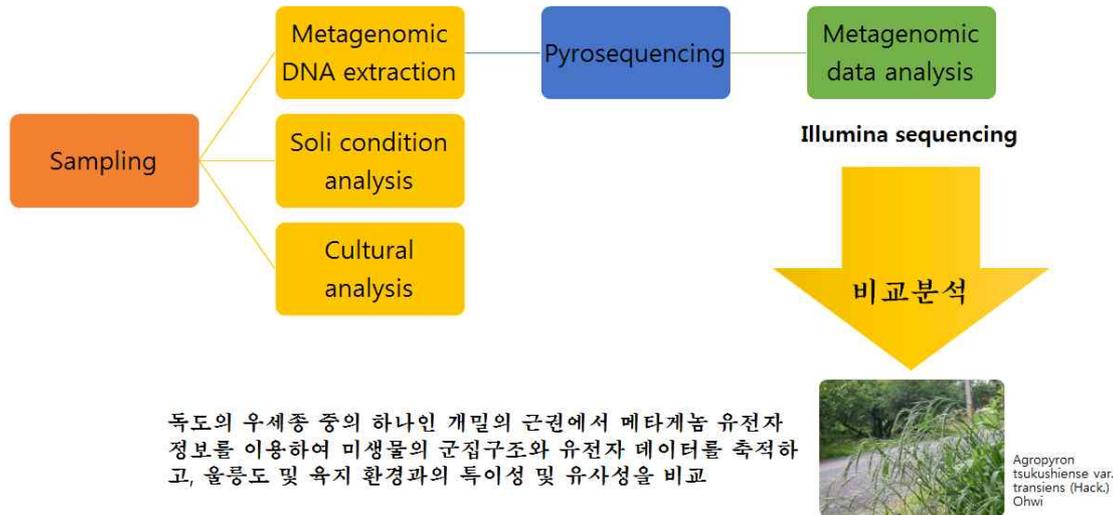
독도 동도의 식물 근권 토양에서 분리된 UDC354 균주는 독도의 해수에서 분리 되었다. *Bowmanella* 속에 속하는 것으로 동정 되었으며, 신종으로 그람 음성의 통성 혐기성세균이며, 간균이다. 타원형의 포자를 형성하며 콜로니는 상아색을 띄며 30~37°C, pH 8, 2% NaCl(w/v)에서 가장 잘 자란다. 유전체 중 G+C 함량은 54.06 mol%이며, 퀴논으로 유비퀴논 Q-8과 미량의 Q-10을 가진다. 주요지방산은 anteiso-C15:0 and C16:0 이다. 16s rRNA 유전자 서열 분석결과 가장 근연한 종인 *Bowmanella pacifica* W3-3AT과 94.64%의 서열 유사성을 보였다. 이 종의 경우 전지를 생산할 수 있는 능력이 있는 것으로 확인되어 생물전지에 관한 후속 실험이 진행 되고 있다.



<그림 VI-6> *Bowmanella dokdonensis* UDC354의 16s rRNA 유전자 서열 기반 계통수

(2) 독도의 식물 근권 토양 미생물 메타게놈 분석

독도 식물 근권 토양 메타게놈 분석 연구 로드맵



<그림 VI-7> 독도 자생 식물 근권 토양의 미생물 메타게놈 데이터를 분석하기 위한 연구 로드맵

(3) 독도 미생물의 다양한 기능연구

독도에서 분리된 미생물 균주들을 동정하고 특성을 파악하는 과정에서 다양한 기능성을 가진 세균들이 분리 되었다. 독도의 기능성 세균 발견 빈도는 전체적으로 다른 환경시료에 비해서 상당히 높은 확률이었으며, 이는 독도의 독특하고 고립된 환경 탓으로 추정된다.

고추에서 빈번하게 일어나는 세균성 질병 중 하나인 회색점무늬병에 대해 식물 저항성을 높여 방제율을 높이고 식물 성장을 촉진하는 근권 세균을 독도의 식물 근권에서 분리하였으며, 담배잎에서 질병을 일으키는 *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*에 대해 독도 개밀 근권에서 분리한 *Ochrobactrum lupini* KUDC1013가 식물유도저항성을 유발하고, 식물 성장을 촉진하는 것을 밝혔으며 더 나아가 이와 관련된 메커니즘과 물질도 밝혀 내었다.

그밖에도 독도에서 분리한 탄산칼슘 형성 세균을 이용한 시멘트 모르타르의 압축강도 증진 또한 확인하였다. 최근에는 독도 해수에서 분리한 세균의 전기 생성 능력에 대한 연구도 부분적으로 추진 중이다.



&lt;표 VI-3&gt; 독도 미생물의 다양한 기능연구

연번	구분	발표일	저자	논문제목
1	SCI	2014.06	손진수 외 2인	<i>Paenibacillus dongdonensis</i> sp. nov., isolated from rhizospheric soil of <i>Elymus tsukushiensis</i>
2	SCI	2014.01	손진수 외 4인	Screening of plant growth-promoting rhizobacteria as elicitor of systemic resistance against gray leaf spot disease in pepper
3	SCIE	2013.06	마릴린 수마요 외 2인	Determinants of plant growth-promoting <i>Ochrobactrum lupini</i> KUDC1013 involved in induction of systemic resistance against <i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i> in tobacco leaves
4	SCI	2012.07	성혜리 외 2인	<i>Shewanella dokdonensis</i> sp. nov., isolated from the Dong-do coast Sea water at Dokdo island, Korea
5	KCI	2012.06	손진수 외 5인	Induced of systemic resistance against gray leaf spot in pepper by <i>Enterobacter</i> species isolated from family Gramineae plants in Dok-do
6	KCI	2010.09	성혜리, 김사열	독도 주변의 해수에서 분리한 세균의 다양성과 군집구조 분석
7	KCI	2010.06	박성진 외 3인	독도산 탄산칼슘형성세균에 의한 모르타르 균열보수와 압축강도 증진
8	KCI	2009.09	전선애 외 4인	독도서식 식물근권에서 분리한 포자형성세균과 질소고정 세균의 군집구조 분석
9	KCI	2009.06	함미선 외 6인	독도에 서식하는 가지과 식물로부터 분리된 근권세균의 특성

2007년부터 2011년까지의 독도 미생물 모니터링을 통해 2007년, 2008년 778종, 2009년, 2010년 205종, 2012년 232종, 2014년 150의 균을 분리하였다. 총 1350여종의 분리균 중 611종의 세균을 부분 동정하였다. 이중 16s rRNA 유전자 염기서열 상동성이 98.5% 이하인 신종후보균은 각각 66종, 35종, 18종, 20종으로 총 139종이다. 이는 동정된 균 전체의 20%에 해당하는 매우 높은 비율이다.

$\gamma$ -proteobacteria, high G+C Gram-positive, low G+C gram positive에 속하는 균들이 전체적으로 우세를 보였다. 다른 class의 경우 2007년부터 2014년 조사까지 큰 변화는 없었으나 2011년 조사에서부터 high G+C Gram-positive 그룹의 분리균이 차지하는 비율이 종래의 10% 내외에서 29%로 증가하였다. 이중 대부분은 근권에서 식물과 상호작용을 하는 것으로 알려진 *Rhodococcus*속이 대부분을 차지하였지만, 그밖에도 다수의 동물 병원성 및 흡혈곤충 유래로 보이는 종들도 발견되었다.

물갈 시료에서는 46개, 해양 시료에서는 201개의 세균이 분리되었다. 물갈, 해양 시료 모두에서 Gamma-proteobacteria 그룹의 비율이 가장 높았고, 해양에서는

Flavobacteriaceae의 비율이 그 다음으로 높았다. 물골지역의 경우 세균의 다양성이 낮았다.

독도 자생 식물의 근권에서 분리된 균주의 경우, 평균적인 육상 토양에서 분리된 균주들 보다 인산가용성을 가진 균주의 비율이 20%가량 높았다. 독도에서 번식하는 다양한 조류의 알 껍질에 포함되어있던 인산 성분이 독도 미생물의 인산 이용률에 영향을 주었을 것으로 추정된다.

또한 독도에서 분리된 세균들은 식물성장 촉진, 식물 저항성 증가, 탄산칼슘형성, 수소전기생성 등 다양한 기능을 가진 세균들이 다른 육상 환경에서보다 상당히 높은 비율로 분리되어서 산업적, 경제적 가치가 주목된다.



#### 4. 참고문헌

- 경북대학교 울릉도·독도연구소. 2007. 독도 천연보호구역 모니터링 사업. 문화재청·경상북도.
- \_\_\_\_\_. 2009. 독도의 자연. 경북대학교 출판부.
- Chun, J., J. H. Lee, Y. Jung, M. Kim, S. Kim, B. K. Kim, and Y. W. Lim. 2007. EZTaxon: a web-based tool for the identification of prokaryotes based on 16S ribosomal RNA gene sequences. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 57: 2259-2261.
- Ham, M. S., Y. M. Park, H. R. Sung, M. Sumayo, C. M. Ryu, S. H. Park, and S.-Y. Ghim. 2009. Characterization of rhizobacteria isolated from family Solanaceae plants in Dokdo island. *Kor.J.Microbiol. Biotechnol.* 37:110-117.
- Jeon, S. A., H. R. Sung, Y. M., Park, J. H. Pak, and S.-Y. Ghim. 2009. An analysis of endospore-forming bacteria or nitrogen-fixing bacterial community isolated from plants rhizosphere in Dokdo island. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* 37: 189-196.
- Madigan, M. T., J. M. Martinko, and J. Parker. 2000. Endospore-forming, low G+C, gram-positive bacteria. pp.507-512. *Brock Biology of Microorganisms*. Prentice Hall. New Jersey. USA.
- Park, S. J., Y. M. Park, W. Y. Chun, W. J. Kim, and S.Y. Ghim. 2010. Calcite-forming bacteria for compressive strength improvement in mortar. *J. Microbiol. Biotechnol.* 20(4): 782-788.
- Son, J. S., H. U. Kang, and S. Y. Ghim. 2014. *Paenibacillus dongdonensis* sp. Nov., isolated from rhizospheric soil of *Elymus tsukushiensis*." *International journal of systematic and evolutionary microbiology*. ijs-0. APA.
- Yoon, J. H., S. J. Kang, S. Y. Lee, M. H. Lee, and T. K. Oh. 2005. *Virgibacillus dokdonensi* ssp. nov., isolated from a Korean island, Dokdo, located at the edge of the East Sea in Korea. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 51: 1079-1086.