

거제 연안 비브리오 콜레라균 모니터링

**Monitoring of pathogenic *Vibrio cholerae*
in the coastal seawater of Geoje**

2016. 12.

한 국 해 양 과 학 기 술 원

제 출 문

한국해양과학기술원장 귀하

본 보고서를 “거제 연안 비브리오 콜레라균 모니터링”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2016년 12월

연구책임자: 이택건

참여연구원: 박소윤, 황진익, 김명옥, 윤람디

초 록

연구사업명	국가사회현안대응과제	과제유형	응용
연구과제명	거제 연안 비브리오 콜레라균 모니터링		
연구책임자	이택건		
연구기관명	한국해양과학기술원 남해특성연구센터		
연구기간	2016. 09. 01. - 2016. 12. 31. (4개월)		
연구비	30,000,000원		
요약		보고서 면수	37
<p>가. 사업목표</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 거제 연안 해수의 비브리오 콜레라균 오염검사 ○ 배양검사 및 유전자검사를 이용한 콜레라균 검사 <p>나. 주요 사업내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 비브리오 콜레라균 (<i>Vibrio cholerae</i>) 배양검사 <ul style="list-style-type: none"> - 거제 연안 60개 정점 해수 필터 - TCBS 배지를 이용한 배양검사 실시 - 박테리아 중동정 16s rRNA 염기서열 분석 ○ 실시간 유전자증폭기법을 통한 콜레라균 유무 판별 <ul style="list-style-type: none"> - 필터를 이용하여 농축한 해수에서 병원체 gDNA 추출 - Primer 및 Probe 기반 콜레라 검출법 적용 ○ 거제 연안 해수 내 해양병원체 메타지놈 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 해양박테리아 NGS 분석을 위한 해수 전처리 수행 - 해양박테리아 NGS 분석 <p>다. 기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 연안 해양박테리아 병원체 모니터링에 활용 ○ 국내 수산물의 해양병원체 분석에 활용 			
색인어	한글	해양병원체, 해양박테리아, 비브리오 콜레라	
	영어	Marine pathogen, Marine bacteria, <i>Vibrio cholerae</i>	

목 차

초 록.....	i
목 차.....	ii
표 목차.....	iii
그림목차.....	iv

1. 연구 관련 사항

1) 연구개발의 필요성.....	1
2) 연구동향 및 선행연구 분석.....	5
3) 연구개발 목표 및 내용.....	6
4) 연구개발 추진체계.....	7
5) 기대성과 및 활용방안.....	8

2. 연구개발 수행 내용 및 결과

1) 비브리오 콜레라균 배양검사.....	9
2) 실시간 유전자증폭기법을 통한 콜레라균 유무 판별.....	15
3) 거제 연안 해수 해양병원체 메타지놈 분석.....	18

3. 부록

1) 거제 연안 병원성 박테리아 목록 및 특징.....	26
2) 거제 연안 정점별 병원성 박테리아 목록.....	28

표 목 차

표 1. 국내 콜레라환자 발생현황(2001-2016).....	2
표 2. 거제 연안 60개 정점 해수 환경 분석 결과.....	11
표 3. 16s rRNA 염기서열 분석결과.....	12
표 4. BLAST 비교 결과.....	13
표 5. SYBR을 이용한 실시간 PCR의 조성물.....	15
표 6. SYBR을 이용한 실시간 PCR의 반응시간 및 반응온도.....	15
표 7. 비대칭 PCR의 조성물.....	17
표 8. 비대칭 PCR의 조건.....	17
표 9. 다양성 지수 표.....	19
표 10. 거제 연안 60개 정점 병원성 박테리아 목록.....	26

그림 목 차

그림 1. 거제 연안 60개 정점 해수 조사.....	1
그림 2. 해수 채취 지역 및 콜레라 환자 발생 지역.....	2
그림 3. 비브리오 콜레라균 유전자지문분석(PFGE).....	3
그림 4. 해양과기원 기술수준 map.....	4
그림 5. 거제 연안 비브리오 콜레라균 모니터링 추진체계.....	7
그림 6. 미생물 배양검사 모식도.....	9
그림 7. TCBS 배양검사 결과.....	10
그림 8. TCBS 배지 콜로니 PCR 검출 결과.....	16
그림 9. 농축 해수에서 추출한 핵산 PCR 검출 결과.....	16
그림 10. 비브리오 콜레라균에 특이적인 프로브를 이용한 검출 결과.....	17
그림 11. 해양박테리아 메타지놈 분석 모식도.....	18
그림 12. Rarefaction curve.....	20
그림 13. 종 다양성 지수 분석.....	20
그림 14. phylum 수준에서 비교한 결과.....	21
그림 15. UPGMA dendrogram.....	22
그림 16. 병원성 해양박테리아 비율.....	23

그림 17. 거제 연안 4개 지역 해양박테리아 비교.....	23
그림 18. 거제 연안 정점별 해양박테리아 해양박테리아 염기서열 분석수 비교.....	24
그림 19. 거제 연안 정점별 해양박테리아 종 수 비교.....	24
그림 20. 병원성 비브리오 분포도.....	25

1. 연구개발의 필요성

1) 연구개발의 목표

가. 비브리오 콜레라균 (*Vibrio cholerae*) 배양검사

- 거제 연안 60개 정점 해수 필터
- TCBS 배지를 이용한 배양검사 실시
- 박테리아 중동정 16s rRNA 염기서열 분석



그림 1. 거제 연안 60개 정점 해수 조사

나. 실시간 유전자증폭기법을 통한 콜레라균 유무 판별

- 필터를 이용하여 농축한 해수에서 병원체 gDNA 추출
- PCR 기반 및 Probe 기반 콜레라 검출법을 이용한

다. 거제 연안 해수 내 해양병원체 메타지놈 분석

- 해양박테리아 메타지놈 분석을 위한 해수 전처리 수행
- 해양박테리아 메타지놈 분석 결과 비교

2) 연구개발의 필요성

가. 국내 콜레라 환자 발생 현황

○ 국내에서 15년만에 콜레라 환자 발생

- 지난 2001년 140여명의 국내 콜레라 환자가 집단 발생한 뒤 15년만에 국내에서 확진 환자가 나왔음. 해외 유입 환자는 계속 보고되어 왔으나, 이번 환자는 국내 발생한 것으로 추정돼 추가 환자 발생 여부에 관심이 쏠리고 있음.
- 2016년 8월 18일 광주광역시 보건소를 통해 환자가 신고됐으며, 22일 실험실 검사 결과 콜레라균이 확인되었음. 이 환자는 올해 출입국관리기록상 해외여행력이 없는 것을 확인돼 보건 당국은 감염경로 확인을 위한 역학조사를 실시하였음.

(단위 : 명, () 국외유입)

년도	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
환자수	142(3)	2(2)	0(1)	0(10)	0(16)	0(5)	0(6)	0(5)	0(0)	0(8)	0(3)	0(0)	0(3)	0(0)	0(0)	1(0)

*국외 유입의 경우 인도와 인도네시아, 태국, 필리핀 등 대부분 동남아시아 국가임

표 1. 국내 콜레라 환자 발생 현황(2001-2016)

나. 콜레라 환자 발생 이후 질병관리본부에서 해수 검사 진행

○ 662회 검사 중 경남 거제시 대계항 인근 1곳에서만 콜레라균 검출

- 대계항 근처에서 콜레라균이 검출됐다고 해서 거제 지역 전체 바다가 오염됐다고 볼 수 없으므로, 지속적인 해수 콜레라 검사를 실시할 필요가 필요성이 제시됨.
- 콜레라에 대한 우려가 없으질 때까지 수양성 설사 모니터링을 지속할 계획임.

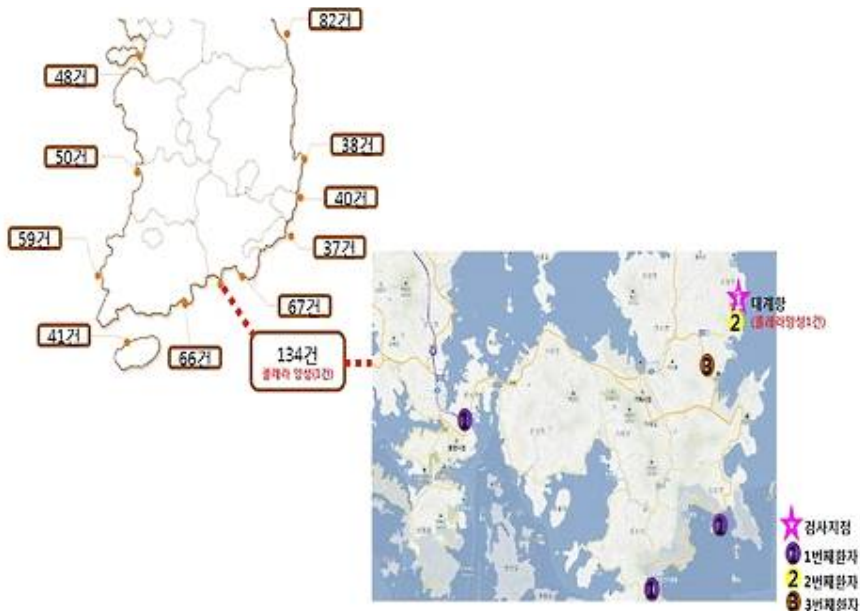


그림 2. 해수 채취 지역 및 콜레라 환자 발생 지역

다. 콜레라 감염 환자의 유전자형 분석

- 환자에서 분리된 콜레라균의 혈청학적으로 O1이며, 독소유전자를 보유하고 있고, 생물형은 El Tor형으로 확인됨. 동일한 유전형인지 확인하기 위해 유전자지문분석(PFGE)를 진행하였음. 분리된 두 환자의 콜레라균의 유전자지문 분석결과 현재까지 확인된 국내 환자의 콜레라균 유전자지문분석 결과와 일치하지 않았음.



그림 3. 유전자지문분석(PFGE)

- 두 환자가 해산물을 먹었던 거제의 경우 통영, 여수, 부산 검역소의 9개 지점에서 1주일에 한번 해수검사를 실시한 바 있으나, 거제지역 해수의 콜레라 오염 유무를 보다 더 정밀하게 분석하기 위한 연구가 절실히 필요한 상황임.

3) 상위목표와의 연계성

가. 해양과기원 임무 및 경영목표 등과의 연계성

- KIOST 이사부로 프로젝트와 연관 있음.
- 바다 되살리기: 해양환경·보전 기술 개발 및 해양오염 관리 체계 강화
- 바다 자원 찾기: 지속가능한 해양 생태계 관리 및 미래 유용자원 탐색·활용

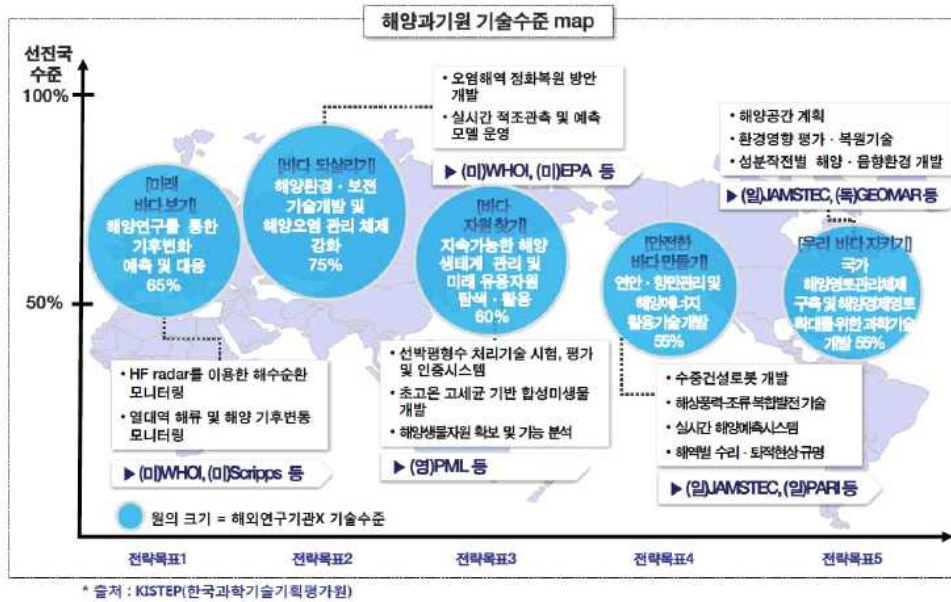


그림 4. 해양과기원 기술수준 map

나. 국가적 아젠다(정부 140대 국정과제, 제3차 과학기술기본계획 등)와의 연계성

- 해양생명자원과 관련된 법령에 근거함
- 해양생명자원의 확보·관리 및 이용 등에 관한 법률
- 농수산생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률
- 감염병의 예방 및 관리에 관한 법률
- 수산생물질병관리법

2) 연구동향 및 선행연구 분석

가. 국내동향

- 해양수산부 국립수관과학원과 질병관리본부 합동 조사
 - 거제시 동부 해역에 대한 특별 조사 요청
 - 거제시 양식장은 대부분 서부 연안에 몰려 있어 동부 연안은 검사 대상이 아니었음.
 - 거제시 동부 연안의 장목, 학동, 와현 등 6개소의 해수 및 어패류에 대한 조사를 수행함.
- 양식장 생산물의 안정성 확보를 위한 해수 검사
 - 어패류 양식장 및 수산물에 대한 오염조사
 - 해양수산부는 2003년부터 양식장이 있는 해역을 중심으로 검사를 수행하고 있음.
 - 해수 검사 등을 더욱 철저히 하고 위생관리를 강화할 방침임.

나. 국외동향

- 해수 콜레라균 검출시 조치 사항
 - 미국이나 대만
 - 콜레라는 개인위생만 잘 지켜도 막을 수 있기 때문에 미국이나 대만 등에서도 항구 인근 해안가에서 콜레라균이 검출된다고 해서 폐쇄 등의 조치는 취하지 않고 있음.

다. 기타 선행연구 분석

부처명	과제명	연구기관	지원연도	유사내용
해양환경관리공단	선박기인 외래 해양병원체 탐색 및 프로파일링	한국해양과학기술원	2015	선박평형수 유래 국내 유입가능한 해양박테리아 및 바이러스 병원체 모니터링
해양수산부	남해생태계 이머징 해양병원체 탐색 및 검출기술 개발	한국해양과학기술원	2013-2015	해류를 통해 국내 유입가능한 해양병원체 모니터링
식품의약품안전처	기후변화에 따른 해양 세균성 병원체의 탐색기술 개발	한국해양과학기술원	2013-2014	세균성 병원체 탐색
해양수산부	해양병원체 진단 및 예찰시스템 개발 기획 연구	한국해양과학기술원	2013-2014	해양병원체 관련 국내·외 연구동향 분석
해양수산부	병원성 해양바이러스 진단을 위한 yeast surface display 시스템 개발	한국해양과학기술원	2012-2013	해양바이러스 진단기술 개발을 위한 선행 연구

3) 연구개발 목표 및 내용

(단위 : 백만원)

연구내용	연구범위	연구비 (직접비)
○ 비브리오 콜레라균 (<i>Vibrio cholerae</i>) 배양 검사	<ul style="list-style-type: none"> - 거제 연안 60개 정점 해수 필터 - TCBS 배지를 이용한 배양검사 실시 - 박테리아 종동정 16s rRNA 염기서열 분석 	30
○ 실시간 유전자증폭기법을 통한 콜레라균 유무 판별	<ul style="list-style-type: none"> - 필터를 이용하여 농축한 해수에서 병원체 gDNA 추출 - Primer 및 Probe 기반 콜레라 검출법 적용 	
○ 거제 연안 해수 내 해양 병원체 메타지놈 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 해양박테리아 NGS 분석을 위한 해수 전처리 수행 - 해양박테리아 NGS 분석 	

4) 연구개발 추진체계

가. 추진전략

- 연구선 장목1호를 활용한 거제 연안 해수 조사
- 거제 연안 60개 정점 해수 조사
 - 거제도를 4개 지역으로 구분하여 각 지역마다 15개 정점, 총 60개 정점을 분석
 - 콜레라균 배양검사 및 유전자검사를 수행

나. 추진체계



그림 5. 거제 연안 비브리오 콜레라균 모니터링 추진체계

5) 기대성과 및 활용방안

가. 기대성과

- 거제 연안 해수 콜레라 오염 유무 확인
- 배양검사 및 유전자검사를 통한 해수 내 콜레라 정밀 검사
 - TCBS 배양검사 결과
 - Primer 및 Probe 기반 실시간 유전자 증폭기법 결과
 - 해양박테리아 메타지놈 분석 결과

나. 연구개발결과의 활용방안

- 국내 연안 해양박테리아 병원체 모니터링에 활용
- 국내 수산물의 해양병원체 분석에 활용

2. 연구개발 수행 내용 및 결과

1) 비브리오 콜레라균 (*Vibrio cholerae*) 배양검사

가. 거제 연안 60개 정점 해수 필터

○ 거제 연안 60개 정점 해수 환경 분석

- 해수 환경 분석을 위해 YSI-6600 수질측정기를 이용하여, 각 정점 해수의 수온, 염분, pH, 용존산소량, 클로로필 농도 등을 측정함 (표 2)
- 거제 연안 60개 정점의 수온은 22.9 ± 0.94 도, 염분은 31.65 ± 1.53 PSU, pH는 7.63 ± 0.43 , 용존산소량은 6.96 ± 0.42 mg/L로 분석되었음.

○ 거제 연안 60개 정점 해수 배양실험

- 2016년 9월 21, 24-25일 장목1호 연구선을 이용하여 거제 연안 해수를 채수하였음. 거제도를 4개 지역으로 구분하여 각 지역마다 15개 정점, 총 60개 정점을 분석하였음.
- 비브리오 콜레라균 배양검사와 해양박테리아 메타지놈 분석을 위해 각 정점마다 20L의 해수를 채수하였고, 배양검사는 채수한 당일 해수 100 mL을 여과장치를 이용해 농축한 후 비브리오 콜레라 배양이 가능한 TCBS (Thiosulfate citrate bile salt sucrose agar) 한천배지 위에서 배양하였음 (그림 6).

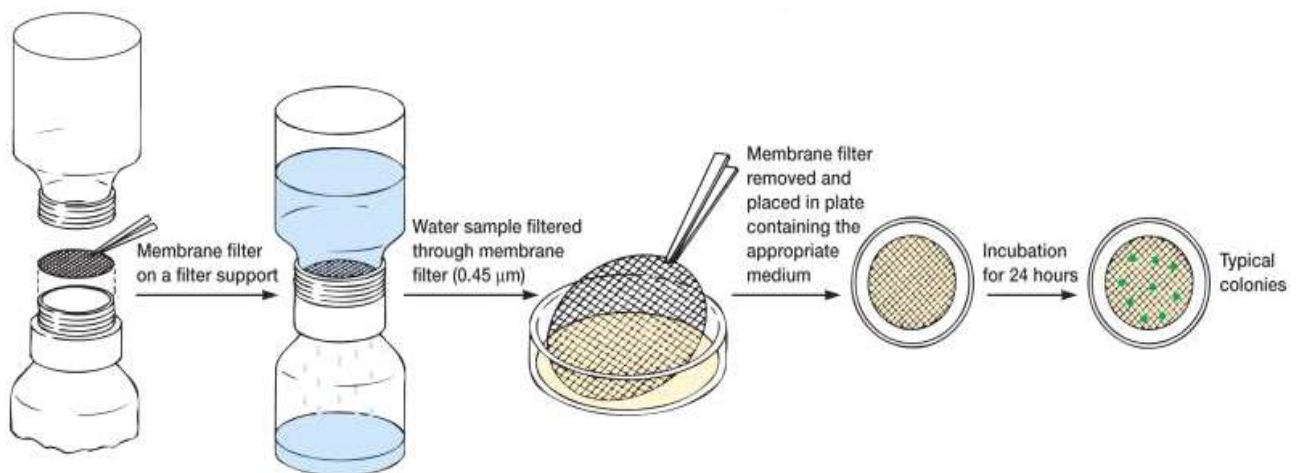


그림 6. 미생물 배양검사 모식도

나. TCBS 한천배지를 이용한 배양검사 실시

○ 배양검사 결과

- TCBS 배지는 비브리오 콜레라와 장염비브리오(*Vibrio parahaemolyticus*)의 선택 배지로서 sucrose를 분해하면 노란색의 콜로니가 생성되고, 비분해하면 녹색의 콜로니가 생성됨.
- 비브리오 콜레라균은 sucrose를 분해하여 노란색 콜로니를 생성한다고 알려져 있으나, 비브리오 속의 다른 종들 또한 TCBS 배지의 sucrose를 분해해 노란색 콜로니를 생성할 수 있기 때문에 배양검사만으로 정확한 종을 동정할 수 없으므로, 종 동정을 위한 염기서열 분석이 필요함.

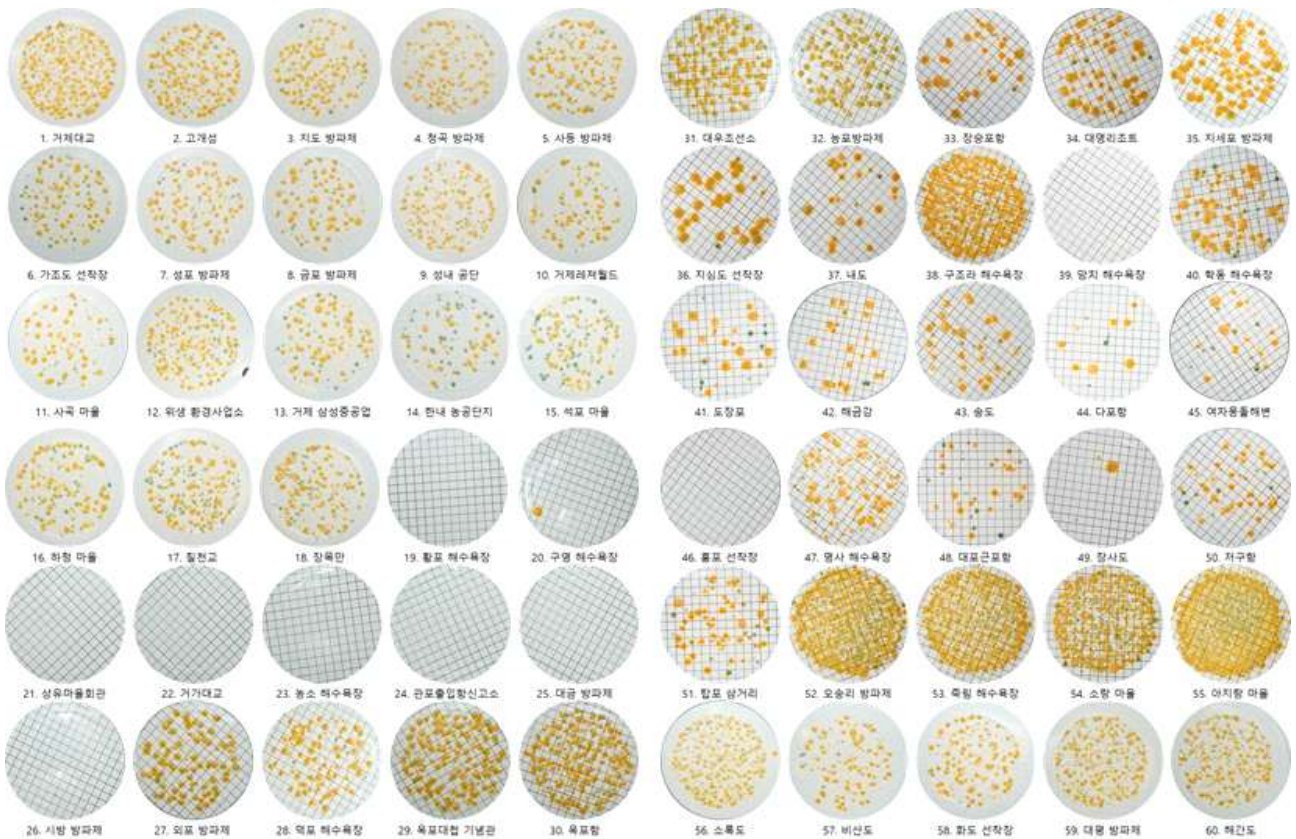


그림 7. TCBS 배양검사 결과

다. 박테리아 종동정 16s rRNA 염기서열 분석

○ 16s rRNA 분석결과

- TCBS 한천배지에 자란 콜로니들(그림 7)의 16s rRNA 염기서열을 분석할 결과 비브리오속의 다른 종들(*V. caribbeanicus*, *V. coralliilyticus*, *V. brasiliensis*, *V. sinaloensis*, *V. tubiashii*)로 확인되었고, 비브리오 콜레라균의 16s rRNA 염기서열과 일치하는 콜로니는 없었음 (표 3, 4).

표 2. 거제 연안 60개 정점 해수 환경 분석결과

No.	지명	수온 (°C)	pH	염도 (PSU)	Chlorophyll (mg/m ³)	DO (mg/L)	위도(N)	경도(E)
1	거제대교	22.48	7.59	34.08	5.9	7.16	34°53'18.30"	128°28'40.51"
2	고개섬	23.09	8.28	33.02	6.3	6.24	34°53'35.37"	128°28'45.02"
3	지도 방파제	22.45	8.45	32.09	6.9	6.31	34°54'26.58"	128°28'46.28"
4	청곡 방파제	22.97	8.09	32.59	6.4	6.75	34°54'29.90"	128°30'03.46"
5	사등 방파제	23.06	8.56	32.28	6.5	7.21	34°55'03.62"	128°30'25.95"
6	가조도 선착장	22.98	8.04	32.26	6.4	6.99	34°56'01.71"	128°32'01.01"
7	성포 방파제	23.06	8.06	32.28	6.5	7.23	34°55'22.53"	128°32'12.44"
8	금포 방파제	22.54	7.88	31.87	6.8	7.54	34°54'48.44"	128°32'55.51"
9	성내 조선기자재협동화공단	23.06	7.43	31.68	6.4	6.31	34°54'15.26"	128°33'44.40"
10	거제 레저월드	22.58	7.58	30.98	6.5	6.27	34°54'13.27"	128°34'15.49"
11	사곡 마을	22.68	8.64	31.36	6.3	6.86	34°55'01.06"	128°34'27.79"
12	거제시 위생 환경사업소	23.28	8.54	30.26	6.5	7.12	34°54'45.26"	128°36'19.58"
13	거제 삼성 중공업	23.35	8.19	32.29	6.3	6.42	34°55'39.88"	128°35'34.59"
14	한내 조선 특하농공단지	23.08	7.89	33.28	6.5	8.16	34°56'11.57"	128°35'15.97"
15	석포 마을	23.00	7.90	32.48	6.9	7.01	34°57'39.86"	128°35'36.13"
16	하청 마을	23.01	7.78	32.98	6.5	6.82	34°58'03.86"	128°38'36.58"
17	칠천교 밑	22.23	8.13	33.34	6.3	6.19	34°58'43.80"	128°38'55.36"
18	장목만	21.90	7.89	32.65	6.0	6.99	34°59'44.67"	128°40'29.46"
19	황포 해수욕장	24.00	7.49	30.12	-1.2	7.50	35°02'07.55"	128°40'28.52"
20	구영 해수욕장	23.95	7.51	30.31	7.0	7.39	35°02'04.75"	128°41'40.14"
21	상유마을회관	23.79	7.62	30.31	4.7	6.97	35°01'40.83"	128°43'11.57"
22	거가대교 밑	23.74	7.56	30.12	1.2	6.97	35°00'51.15"	128°43'31.91"
23	농소 해수욕장	23.86	7.44	30.00	2.3	6.87	35°00'11.47"	128°42'26.96"
24	관포 출입항 신고소	24.35	7.48	29.54	1.8	7.07	34°59'41.54"	128°42'07.48"
25	대금 방파제	23.68	7.42	29.56	-1.9	6.90	34°58'30.45"	128°42'14.44"
26	시방 방파제	23.85	7.29	29.62	5.1	7.01	34°58'11.78"	128°42'56.13"
27	외포 방파제 (대계항)	23.39	7.30	29.72	3.4	7.13	34°55'59.98"	128°43'26.01"
28	덕포 해수욕장	23.27	7.49	28.97	0.3	6.96	34°54'22.05"	128°43'00.85"
29	옥포대첩 기념관	23.88	7.61	27.75	-1.7	6.93	34°53'15.50"	128°42'04.88"
30	옥포항	23.54	7.41	28.53	5.3	6.99	34°53'45.24"	128°42'32.12"
31	대우 조선소	23.65	7.59	28.72	3.4	6.53	34°52'39.45"	128°42'44.15"
32	능포 방파제	23.16	7.61	30.53	4.3	7.20	34°52'36.28"	128°44'47.09"
33	장승포항	23.36	7.64	30.19	4.4	6.95	34°51'26.98"	128°44'04.08"
34	대명리조트	23.58	7.70	28.86	1.2	7.19	34°50'40.73"	128°42'56.07"
35	지세포 방파제	23.47	7.66	29.82	-0.8	7.06	34°49'22.19"	128°43'35.62"
36	지심도 선착장	23.46	7.56	30.72	3.2	7.04	34°49'21.53"	128°44'34.40"
37	내도	23.57	7.62	32.26	0.6	7.10	34°47'29.89"	128°42'37.89"
38	구조라 해수욕장	23.52	7.68	32.33	0.0	7.17	34°48'00.04"	128°41'05.22"
39	망치 해수욕장	23.48	7.58	32.23	-0.6	7.15	34°47'19.14"	128°40'37.70"
40	학동 해수욕장	23.52	7.62	31.64	1.8	7.28	34°45'49.95"	128°39'10.91"
41	도장포 유람선 터미널	23.35	7.58	31.65	4.4	7.16	34°45'00.89"	128°39'46.45"
42	해금강	23.33	7.60	31.78	5.1	7.12	34°43'39.21"	128°41'07.20"
43	송도	23.26	7.63	32.33	-1.4	7.06	34°43'59.62"	128°39'42.77"
44	다포항	23.23	7.54	32.43	2.3	7.20	34°43'40.88"	128°38'05.54"
45	여차 몽돌 해변	23.04	7.61	32.49	2.0	7.14	34°42'19.22"	128°37'37.03"
46	홍포 선착장	23.17	7.53	32.32	0.2	7.18	34°41'55.14"	128°37'00.50"
47	명사 해변	22.87	7.65	32.42	0.3	7.07	34°43'48.81"	128°35'43.10"
48	대포근포항	22.92	7.64	32.38	1.4	6.90	34°43'14.34"	128°34'52.84"
49	장사도	22.87	7.71	32.54	3.6	6.97	34°42'54.59"	128°33'45.55"
50	저구항	22.84	7.60	32.51	5.8	6.87	34°44'38.30"	128°34'25.26"
51	탐포 삼거리	22.34	7.78	32.06	6.1	7.37	34°46'00.12"	128°34'58.72"
52	오송리 방파제	20.28	7.36	33.24	9.14	7.18	34°49'12.75"	128°35'16.74"
53	죽림 해수욕장	20.86	7.62	33.18	8.63	6.23	34°50'20.32"	128°35'06.96"
54	소량 마을	21.46	7.24	32.83	8.42	6.86	34°50'01.14"	128°32'34.41"
55	아지랑 마을	19.28	7.48	33.26	9.86	6.42	34°48'40.44"	128°31'03.23"
56	소록도	21.82	6.87	33.82	6.4	6.54	34°50'03.73"	128°29'05.18"
57	비산도	21.73	6.28	33.98	5.8	5.28	34°48'59.06"	128°29'23.91"
58	화도 선착장	22.08	6.94	33.92	6.5	7.42	34°50'10.27"	128°28'23.65"
59	대평 방파제	21.99	6.58	33.04	6.8	7.36	34°51'02.54"	128°28'26.18"
60	해간도	20.57	6.56	33.02	5.3	7.23	34°52'23.64"	128°28'08.60"

표 3. 16s rRNA 염기서열 분석 결과

No. 1	<p>ATTGAACGCTGGCGGCAGGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAACGAGTTGTCTGAACCTTCGG GGAACGATAACGGCGTCGAGCGGCGGACGGGTGAGTAATGCCTGGGAAATTGCCCTGATGTGGG GGATAACCAGTGAAACGATGGCTAATACCGCATAATAGCTTCGGCTCAAAGAGGGGGACCTTCG GGCCTCTCGCGTCAGGATATGCCAGGTGGGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAATGGCTACCAAGG CGACGATCCCTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGAAGTCTGAGACACGGTCCAGACTC CTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCCATGCCGCGT GTATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAGTACTTTTCAGCAGTGAGGAAGGGGTGTACGTTAATAGC GTGCATATTTGACGTTAGCTGCAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGT</p>
No. 2	<p>ATTGAACGCTGGCGGCAGGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAACGAGTTATCTGAACCTTCGG GGAACGATAACGGCGTCGAGCGGCGGACGGGTGAGTAATGCCTGGGAAATTGCCCTGATGTGGG GGATAACCATTGAAACGATGGCTAATACCGCATAATAGCTTCGGCTCAAAGAGGGGGACCTTCG GGCCTCTCGCGTCAGGATATGCCAGGTGGGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAATGGCTACCAAGG CGACGATCCCTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGAAGTCTGAGACACGGTCCAGACTC CTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCCATGCCGCGT GTATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAGTACTTTTCAGCAGTGAGGAAGGGGTGTACGTTAATAGC GTGCATCTTTGACGTTAGCTGCAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGT</p>
No. 3	<p>ATTGAACGCTGGCGGCAGGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGCAGCACAGAGGAACCTGTTCCCTT GGGTGGCGAGCGGCGGACGGGTGAGTAATGCCTAGGAAATTGCCCTGATGTGGGGGATAACCAT TGGAACGATGGCTAATACCGCATGATGCCTACGGGCCAAAGAGGGGGACCTTCGGGCCTCTCGC GTCAGGATATGCCTAGGTGGGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAATGGCTACCAAGGCGACGATCCC TAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGAAGTCTGAGACACGGTCCAGACTCCTACGGGAGG CAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCCATGCCGCGTGTATGAAGAAG GCCTTCGGGTTGTAAGTACTTTTCAGTCGTGAGGAAGGTTTTTGCCTAATAGCGCAGGGATTTGAC GTTAGCGACAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGT</p>
No. 4	<p>ATTGAACGCTGGCGGCAGGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGCAGCACAGAGGAACCTGTTCCCTT GGGTGGCGAGCGGCGGACGGGTGAGTAATGCCTAGGAAATTGCCCTGATGTGGGGGATAACCAT TGGAACGATGGCTAATACCGCATGATGCCTACGGGCCAAAGAGGGGGACCTTCGGGCCTCTCGC GTCAGGATATGCCTAGGTGGGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAATGGCTACCAAGGCGACGATCCC TAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGAAGTCTGAGACACGGTCCAGACTCCTACGGGAGG CAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCCATGCCGCGTGTATGAAGAAG GCCTTCGGGTTGTAAGTACTTTTCAGTCGTGAGGAAGGTTTTTGCCTAATAGCGCAGGGATTTGAC GTTAGCGACAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGT</p>
No. 5	<p>ATTGAACGCTGGCGGCAGGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGCAGCACAGAGGAACCTGTTCCCTT GGGTGGCGAGCGGCGGACGGGTGAGTAATGCCTAGGAAATTGCCCTGATGTGGGGGATAACCAT TGGAACGATGGCTAATACCGCATGATGCCTACGGGCCAAAGAGGGGGACCTTCGGGCCTCTCGC GTCAGGATATGCCTAGGTGGGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAATGGCTACCAAGGCGACGATCCC TAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGAAGTCTGAGACACGGTCCAGACTCCTACGGGAGG CAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCCATGCCGCGTGTATGAAGAAG GCCTTCGGGTTGTAAGTACTTTTCAGTCGTGAGGAAGGTTGTTGTTAATAGCAGCATCATTTGAC GTTAGCGACAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGT</p>
No. 6	<p>ATTGAACGCTGGCGGCAGGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGCAGCACAGAGGAACCTGTTCCCTT GGGTGGCGAGCGGCGGACGGGTGAGTAATGCCTAGGAAATTGCCCTGATGTGGGGGATAACCAT TGGAACGATGGCTAATACCGCATGATGCCTACGGGCCAAAGAGGGGGACCTTCGGGCCTCTCGC GTCAGGATATGCCTAGGTGGGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAATGGCTACCAAGGCGACGATCCC TAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGAAGTCTGAGACACGGTCCAGACTCCTACGGGAGG CAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCCATGCCGCGTGTATGAAGAAG GCCTTCGGGTTGTAAGTACTTTTCAGTCGTGAGGAAGGTTTTTGCCTAATAGCGCAGGGATTTGAC GTTAGCGACAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGT</p>

표 4. BLAST 비교 결과

Description	Ident	Accession
<i>Vibrio sp.</i> strain Vcl_134 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	KX279491.1
Uncultured bacterium clone MAY6C5 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	KF179663.1
Uncultured <i>Vibrio sp.</i> clone Me1 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	DQ917856.1
<i>Vibrio coralliilyticus</i> strain 58 chromosome I, complete sequence	99%	CP016556.1
Uncultured marine bacterium clone BS_OffshoreExp_T0_D11 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	KR054264.1
<i>Vibrio sp.</i> PaD1.28 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	GQ406596.1
<i>Vibrio tubiashii</i> strain PB47 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	KY401549.1
<i>Vibrio tubiashii</i> strain PB34 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	KY401540.1
<i>Vibrio tubiashii</i> strain PB24 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	KY401533.1
<i>Vibrio tubiashii</i> strain PB19 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	KY401528.1
<i>Vibrio tubiashii</i> strain PB7 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	KY401521.1
Uncultured bacterium clone M6-34 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	KP638949.1
Uncultured bacterium clone V-S-56 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	JN018727.1
Uncultured bacterium clone V-S-41 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	JN018712.1
<i>Vibrio caribbeanicus</i> strain N384 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	NR_108732.1
Uncultured bacterium clone BBD-Oct07-5BB-72 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	GQ215161.1
Uncultured bacterium clone BBD-Oct07-5BB-70 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	GQ215159.1
<i>Vibrio sp.</i> S4077 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	FJ457589.1
<i>Vibrio sp.</i> S4053 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	FJ457584.1
<i>Vibrio sp.</i> S1124 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	FJ457367.1
<i>Vibrio sp.</i> S1095 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	FJ457357.1
<i>Vibrio sp.</i> S1094 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	FJ457356.1
<i>Vibrio sp.</i> S1078 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	FJ457351.1
<i>Vibrio sp.</i> S842 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	FJ457342.1
<i>Vibrio sp.</i> strain Voc_114 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KX279489.1
Uncultured marine bacterium clone BS_OffshoreExp_T48h_C_D4 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KR054296.1
Uncultured marine bacterium clone BS_OffshoreExp_T0_A8 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KR054250.1
Uncultured <i>Vibrio sp.</i> clone HA_39 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KF859576.1
<i>Vibrio sp.</i> VibC-Oc-104 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KF577109.1
Uncultured bacterium clone LF231A95 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JX680794.1
<i>Vibrio sp.</i> AGHN 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JQ342681.1
Uncultured gamma proteobacterium clone ML0810-8 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JN653255.1
<i>Vibrio fortis</i> strain VPMP50 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JQ663920.1
<i>Vibrio sp.</i> NBRC 101065 gene for 16S rRNA, partial sequence	98%	AB681365.1
Uncultured bacterium clone V-S-29 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JN018703.1
<i>Vibrio sp.</i> S4202 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	FJ457591.1
<i>Vibrio sp.</i> S1175 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	FJ457378.1
<i>Vibrio sp.</i> S844 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	FJ457344.1
<i>Vibrio fortis</i> strain RW39 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	EU419926.1
<i>Vibrio sp.</i> C33 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	AY034144.1
<i>Vibrio sp.</i> 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	U64016.1
<i>Vibrio sp.</i> strain Voc_069 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KX279493.1
Bacterium T8(2011) strain T8 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JN119273.1
<i>Vibrio sinaloensis</i> strain CAIM 695 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	DQ451210.1
<i>Vibrio tubiashii</i> ATCC 19109 chromosome 1, complete sequence	98%	CP009354.1
<i>Vibrio sp.</i> VibC-Oc-132 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KF577111.1
<i>Vibrio sp.</i> AGH8 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JQ342679.1
Uncultured bacterium clone V-S-47 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JN018718.1
<i>Vibrio sp.</i> 09071TP3 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	HQ449432.1
<i>Vibrio sp.</i> 52B8 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JF346764.1

<i>Vibrio</i> sp. AKA07-2 gene for 16S rRNA, partial sequence	98%	AB571942.1
Uncultured bacterium clone BBD4-3 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	GQ455041.1
<i>Vibrio</i> sp. DO1 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	EU358784.1
Uncultured <i>Vibrio</i> sp. clone SHWN_night2_16S_600 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	FJ745103.1
<i>Vibrio</i> sp. S2726 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	FJ457475.1
Uncultured bacterium clone pt50m 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	DQ890425.1
<i>Vibrio</i> sp. V794 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	DQ146993.1
<i>Vibrio</i> sp. AKA07-6 gene for 16S rRNA, partial sequence	98%	AB571946.1
<i>Vibrio</i> sp. strain Vcl_258 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KX279476.1
<i>Vibrio</i> sp. 20WSP gene for 16S ribosomal RNA, partial sequence	98%	AB793692.1
<i>Vibrio</i> sp. LMG 19270 16S rRNA gene, strain LMG 19270	98%	AJ316169.1
<i>Vibrio</i> sp. strain Voc_076 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KX279512.1
<i>Vibrio</i> sp. strain Vcl_158 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KX279482.1
Uncultured bacterium clone TK40 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KU524785.1
<i>Vibrio coralliilyticus</i> strain RE98 chromosome 1, complete sequence	98%	CP009617.1
<i>Vibrio coralliilyticus</i> strain OCN014 chromosome 1, complete sequence	98%	CP009264.2
<i>Vibrio</i> sp. VibC-Oc-016 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KF577112.1
Unidentified marine bacterioplankton clone E702B_1_58 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KC003430.1
<i>Vibrio coralliilyticus</i> partial 16S rRNA gene, strain VC LPI 06_210	98%	HF549288.1
Uncultured bacterium clone Past_211 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JN694912.1
Uncultured bacterium clone D1P1H2 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JN399903.1
Uncultured bacterium clone B2P1H7 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JN399643.1
Bacterium M13(2011) strain M13 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	JN119262.1
<i>Vibrio coralliilyticus</i> strain ATCC BAA-450 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	NR_117892.1
<i>Vibrio sinaloensis</i> 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	HM771341.1
<i>Vibrio</i> sp. AKA07-10b gene for 16S rRNA, partial sequence	98%	AB571952.1
Uncultured gamma proteobacterium clone A13W_4 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	HM057608.1
<i>Vibrio coralliilyticus</i> gene for 16S rRNA, partial sequence, strain: SWA07	98%	AB490821.1
<i>Vibrio</i> sp. S2054 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	FJ457414.1
<i>Vibrio</i> sp. S2052 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	FJ457413.1
<i>Vibrio</i> sp. S2043 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	FJ457412.1
<i>Vibrio</i> sp. S1396 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	FJ457399.1
<i>Vibrio</i> sp. S843 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	FJ457343.1
<i>Vibrio sinaloensis</i> strain CAIM 648 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	EU043381.1
<i>Vibrio sinaloensis</i> strain CAIM 752 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	EU043380.1
<i>Vibrio sinaloensis</i> strain CAIM 798 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	EU043379.1
Uncultured gamma proteobacterium clone WA_08f 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	EF123487.1
<i>Vibrio sinaloensis</i> strain CAIM 797 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	NR_043858.1
Uncultured bacterium clone PDA-OTU4 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	AY700602.1
<i>Vibrio</i> sp. R-14968 16S rRNA gene, strain R-14968	98%	AJ316168.1
<i>Vibrio brasiliensis</i> strain BF-14 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KT428055.1
<i>Vibrio</i> sp. VibC-Oc-068 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KF577115.1
<i>Vibrio</i> sp. VibC-Oc-105 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KF577110.1
<i>Vibrio</i> sp. LS16 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	FJ937881.1
<i>Vibrio</i> sp. S788 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	FJ457335.1
<i>Vibrio coralliilyticus</i> strain CAIM 616 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	EF094886.1
<i>Vibrio</i> sp. V515 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	DQ146985.1
<i>Vibrio</i> sp. 07WSP gene for 16S ribosomal RNA, partial sequence	98%	AB793689.1
<i>Vibrio xuii</i> strain MI-7 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	KC812976.1
<i>Vibrio coralliilyticus</i> strain YB1 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	98%	NR_028014.1

2) 실시간 유전자증폭기법을 통한 콜레라균 유무 판별

가. 해수 농축 및 핵산 추출

- 거제 연안 60개 정점 해수 100 mL을 여과장치로 농축한 필터로부터 Pathogen spin extraction kit을 사용하여 핵산을 추출하였음

나. 프라이머 및 프로브 기반 콜레라 검출법 적용

○ 비브리오 콜레라균 ctxB 유전자 염기서열 선별

- NCBI 데이터베이스에 등록된 비브리오 콜레라균 O1 혈청군과 O139 혈청군의 ctxB 독성유전자 ctxB 유전자 염기서열 중 536 bp를 최종 선정하여 비브리오 콜레라균 검출용 프라이머와 프로브 선별 실험의 주형으로 사용하였음.

○ 프라이머 기반 검출 조건

- SYBR을 이용한 실시간 PCR 조성물은 아래와 같음 (표 5).
- 정방향 프라이머: 5'-ACCACCACACACAAATACATACG-3'
- 역방향 프라이머: 5'-GCAATCCTCAGGGTATCCTTC-3'

표 5. SYBR을 이용한 실시간 PCR의 조성물

조성	용량 (μl)
주형 (template)	1
정방향 프라이머 (5pM)	1
역방향 프라이머 (5pM)	1
2X SYBR qPCR mix	10
증류수	up to 20

- SYBR을 이용한 실시간 PCR 반응시간 및 온도는 아래와 같음 (표 6).

표 6. SYBR을 이용한 PCR의 반응시간 및 반응온도

Pre-denaturation		95°C	5 min	
Amplification	Denaturation	95°C	10 sec	45 cycles
	Annealing	60°C	30 sec	
Melting		60°C to 97°C at 0.1°C/sec		

○ 프라이머 기반 검출 결과

- TCBS 배지에 자란 콜로니와 농축한 해수에서 추출한 핵산을 주형으로 비브리오 콜레라균의 독성유전자 *ctxB* 특이적인 프라이머를 이용하여 PCR을 수행한 결과 비브리오 콜레라균이 전혀 검출되지 않았음 (그림 8, 9).

TCBS plate samples

Cycling Analysis

Melt Analysis

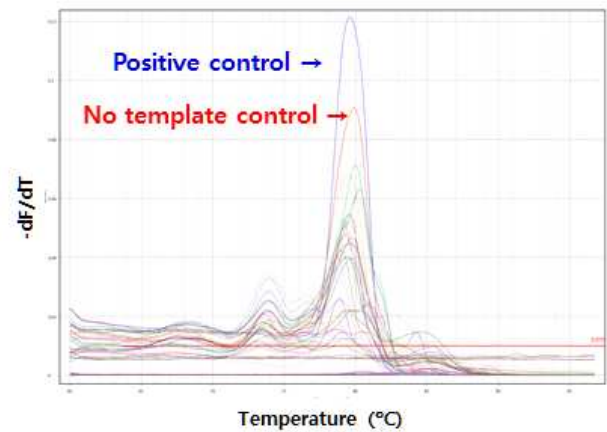
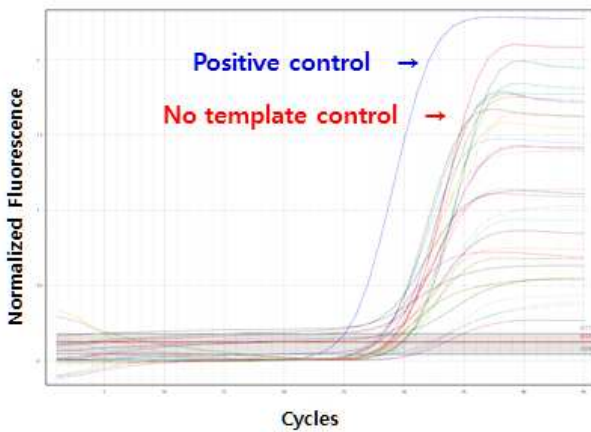


그림 8. TCBS 배지 콜로니 PCR 검출 결과

Concentrated samples

Cycling Analysis

Melt Analysis

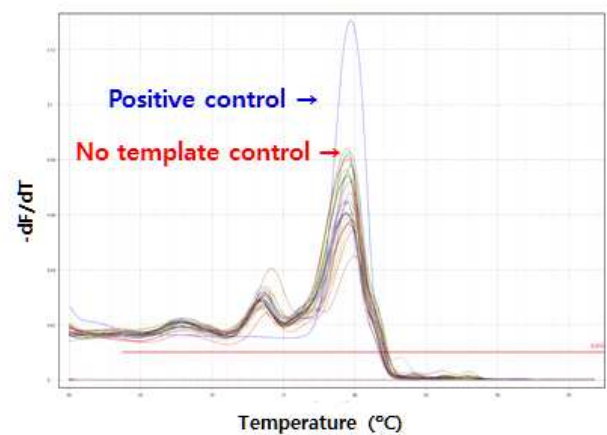
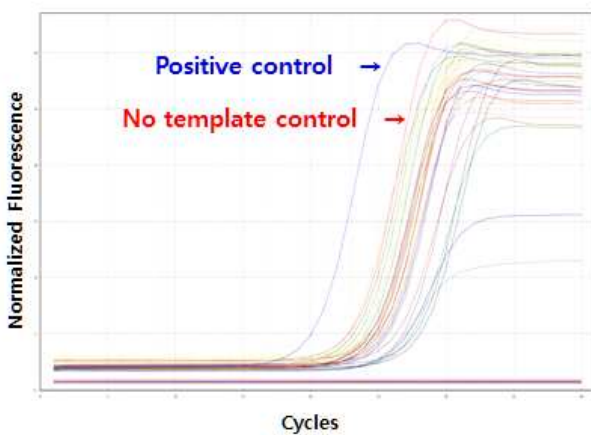


그림 9. 농축 해수에서 추출한 핵산 PCR 검출 결과

○ 프로브 기반 검출 조건 및 결과

- 비브리오 콜레라균 독성유전자 검출용 프로브를 이용하여 비대칭 PCR을 수행하기 위한 조건은 아래 표와 같으며, 분석 결과 거제 연안 60개 정점 해수 샘플에서는 비브리오 콜레라균이 전혀 검출되지 않음 (그림 10).
- 프로브: Dabcyl-CCAGGTAGTCAACA-O-K(FAM)

표 7. 비대칭 PCR의 조성물

조성	용량 (μl)
주형 (template)	1
프로브	1
정방향 프라이머 (4pM)	1
역방향 프라이머 (20pM)	1
2.5X PCR buffer	9
Taq polymerase	1
증류수	up to 25

표 8. 비대칭 PCR의 조건

Pre-denaturation		95°C	10 min	
Amplification	Denaturation	95°C	10 sec	45 cycles
	PNA annealing	60°C	30 sec	
	Extension	72°C	15 sec	
Pre-melt Hold		95°C	5 min	
		37°C	5 min	
Melting		37°C to 80°C at 0.1°C/sec		

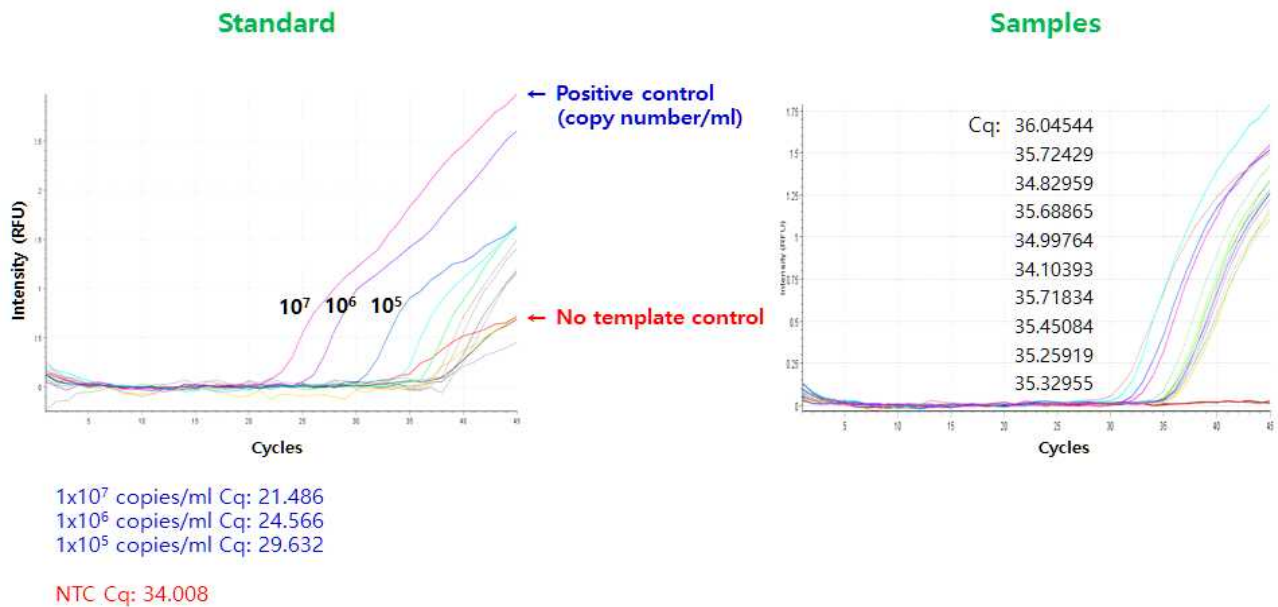


그림 10. 비브리오 콜레라균에 특이적인 프로브를 이용한 검출 결과

3) 거제 연안 해수 해양병원체 메타지놈 분석

가. 해양박테리아 NGS 분석을 위한 해수 전처리 수행

- 해수는 각 샘플별로 20L 채수하여 거름종이로 1차 필터하고, mixed cellulose filter paper (pore size 0.2 μm , ADVANTEC, Japan)로 2차 필터함. 필터에 사용된 mixed cellulose filter paper와 여과해수는 4 $^{\circ}\text{C}$ 보관 후 분석함.
- 여과해수와 함께 코니칼튜브에 든 filter paper는 vortexing 후 soil용 genomic extraction kit를 이용해 gram positive, gram negative 박테리아를 동시에 추출함.
- 추출된 해양 박테리아 genomic DNA는 각 샘플별 바코드가 포함된 universal 16s rDNA primer로 PCR (95 $^{\circ}\text{C}$ 5min, 30사이클의 95 $^{\circ}\text{C}$ 30sec denature, 55 $^{\circ}\text{C}$ 30sec annealing, 72 $^{\circ}\text{C}$ 30sec elongation, 추가 72 $^{\circ}\text{C}$ 5min elongation) 증폭함.
- 그 후 QIAquick PCR purification kit (QIAGEN, Germany)으로 필요한 부분만 정제하였고, 정제된 amplicon들은 Illumina Miseq으로 sequencing하여 EzTaxon-e database (<http://eztaxon-e.ezbiocloud.net>)의 data와 비교 분석함 (그림 11).
- 분석되어 나온 종명은 모두 NCBI, google 학술검색을 이용해 병원체와 비병원체로 구분함.

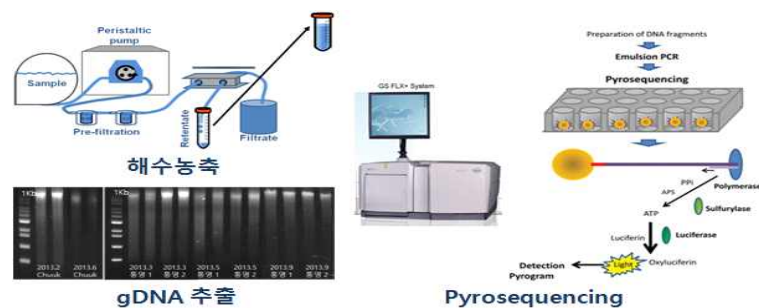


그림 11. 해양박테리아 메타지놈 분석 모식도

나. 거제 연안 해양박테리아 종 조성 분석

- 거제 연안 60개 정점 해수의 해양박테리아 종 다양성 지수는 표 9에 나타냄.
- 분석된 전체 염기서열수는 평균 33144±5021 이었으며, 평균 OTUs (Operating taxonomic units)는 1044±202 였음.
- 분석된 염기서열 수에 따른 OTUs 수의 증가 비율을 나타내는 Rarefaction curve를 그림 12에 나타냄.

표 9. 다양성 지수 표

No.		Reads	OTUs	Ace	Chao1	Shannon	Simpson
1	거제대교	39225	1111	1245.306	1172.043	4.689	0.027
2	고개섬	33369	1219	1370.269	1291.384	4.696	0.034
3	지도 방파제	37450	935	1037.849	980.266	4.220	0.041
4	청곡 방파제	37923	1007	1100.961	1045.500	4.573	0.027
5	사등 방파제	38364	1015	1111.289	1051.526	4.601	0.027
6	가조도 선착장	28524	927	1013.521	962.510	4.830	0.020
7	성포 방파제	26180	913	1016.488	959.836	4.627	0.032
8	금포 방파제	29974	977	1075.856	1012.751	4.776	0.024
9	성내 조선기자재협동화공단	38239	941	1067.548	995.746	4.108	0.056
10	거제 레저월드	38832	1076	1223.704	1139.003	4.527	0.031
11	사곡 마을	32493	1086	1198.067	1132.647	4.884	0.018
12	거제시 위생 환경사업소	25752	1030	1196.319	1111.230	4.775	0.023
13	거제 삼성 중공업	21436	796	881.680	831.221	4.644	0.025
14	한내 조선 특하능공단지	18998	771	878.124	821.111	4.695	0.024
15	석포 마을	23209	853	935.646	886.141	4.542	0.033
16	하청 마을	29771	1148	1291.912	1205.997	4.741	0.029
17	칠천교 밑	26131	1141	1331.376	1230.237	4.691	0.035
18	장목만	29653	1088	1209.179	1134.660	4.571	0.044
19	황포 해수욕장	33960	789	861.079	821.804	3.700	0.095
20	구영 해수욕장	38887	1041	1132.949	1080.783	4.275	0.053
21	상유마을회관	36571	1167	1273.706	1202.757	4.760	0.026
22	거가대교 밑	37430	1070	1154.983	1101.655	4.453	0.043
23	농소 해수욕장	36195	1288	1386.422	1326.740	4.932	0.031
24	관포 출입항 신고소	39719	1165	1255.558	1196.320	4.409	0.059
25	대금 방파제	33904	1044	1145.572	1081.615	3.837	0.143
26	시방 방파제	32318	1166	1265.732	1208.147	4.877	0.030
27	외포 방파제 (대계항)	35044	1115	1215.791	1156.000	4.078	0.126
28	덕포 해수욕장	34823	927	1052.873	984.623	3.652	0.126
29	옥포대첩 기념관	34875	1114	1231.479	1164.711	4.495	0.042
30	옥포항	33008	1130	1287.845	1205.003	4.574	0.035
31	대우 조선소	30288	832	956.331	894.437	3.669	0.114
32	능포 방파제	33227	961	1069.583	1009.540	4.320	0.050
33	장승포항	33421	1048	1140.655	1086.631	4.530	0.039
34	대명리조트	38891	881	979.769	925.828	3.603	0.104
35	지세포 방파제	34984	939	1053.625	993.004	4.310	0.038
36	지심도 선착장	31021	1058	1173.210	1105.522	4.541	0.038
37	내도	31359	906	1017.562	958.271	4.132	0.058
38	구조라 해수욕장	29178	1014	1143.637	1077.913	4.321	0.050
39	망치 해수욕장	35775	743	851.242	799.064	3.233	0.134
40	학동 해수욕장	32322	903	1019.678	955.271	4.158	0.051
41	도장포 유람선 터미널	27453	884	1020.988	946.201	4.282	0.048
42	해금강	29753	1039	1183.159	1105.353	4.626	0.030
43	송도	29667	1108	1262.760	1185.212	5.001	0.019
44	다포항	36588	1066	1185.229	1115.665	4.065	0.077
45	여차 몽돌 해변	31504	994	1127.395	1055.149	4.256	0.042
46	홍포 선착장	33229	945	1059.622	997.335	4.352	0.036
47	명사 해변	31380	881	986.146	927.898	4.209	0.040
48	대포근포항	27740	767	871.056	814.014	4.298	0.034
49	장사도	39810	1466	1598.835	1514.330	4.972	0.021
50	저구항	35218	1138	1245.420	1183.398	4.747	0.023
51	탑포 삼거리	47116	910	1063.099	1015.422	4.575	0.024
52	오송리 방파제	40063	1822	2085.244	1930.783	4.963	0.043
53	죽림 해수욕장	40573	1808	2024.161	1889.629	4.616	0.057
54	소량 마을	32054	1220	1371.362	1275.876	4.366	0.066
55	아지랑 마을	30716	1123	1270.633	1192.026	4.305	0.052
56	소록도	31212	1009	1129.185	1057.620	4.494	0.037
57	비산도	31870	1249	1399.046	1315.840	4.811	0.031
58	화도 선착장	36449	757	842.898	793.052	3.540	0.107
59	대평 방파제	31588	1026	1156.272	1082.538	4.277	0.052
60	해간도	31926	1066	1195.795	1121.031	4.188	0.062

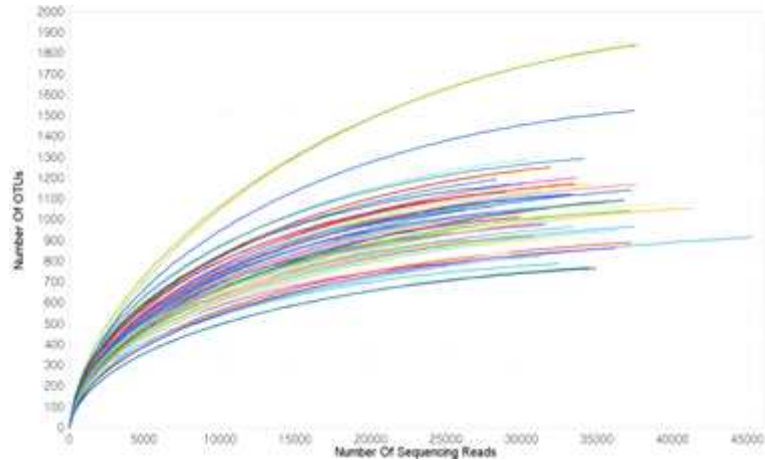


그림 12. Rarefaction curve

- 거제도를 4개 지역으로 구분하여 각 지역마다 15개 정점, 총 60개 정점의 해양박테리아의 종 조성을 분석한 결과, 종 풍부도 (species richness)를 나타내는 Ace, Chao1 지수는 4개 지역 모두 비슷한 수준이었음.
- 샘플 간의 종 다양성 (species diversity) 정도를 나타내는 Simpson 지수는 4개 지역 평균값에서 차이를 보이지만 오차 범위가 다소 크게 분석되었음 (그림 13).

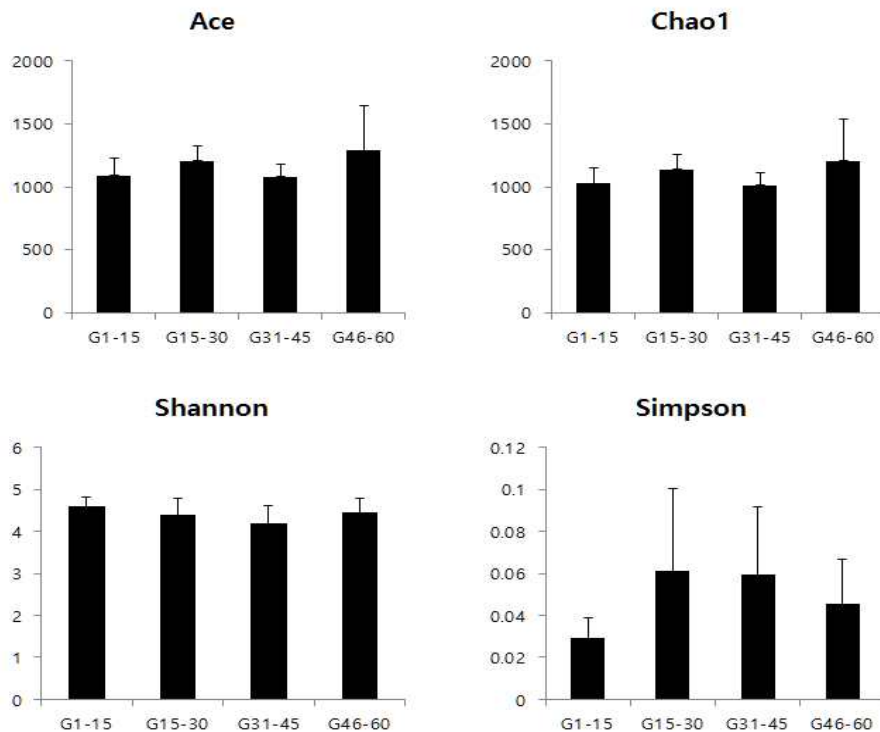


그림 13. 종 다양성 지수 분석

- 거제 연안 4개 지역의 해양박테리아는 Proteobacteria에 속하는 종이 대부분을 차지하였으며, 일부 정점에서는 상대적으로 Bacteroidetes, Cyanobacteria의 비율이 높은 것으로 분석되었음. 분석된 비율이 1% 미만인 phylum들은 ETC로 나타내었음 (그림 14).
- 해양박테리아 군집의 거리는 UPGMA dendrogram에서 비교 가능함 (그림 15).

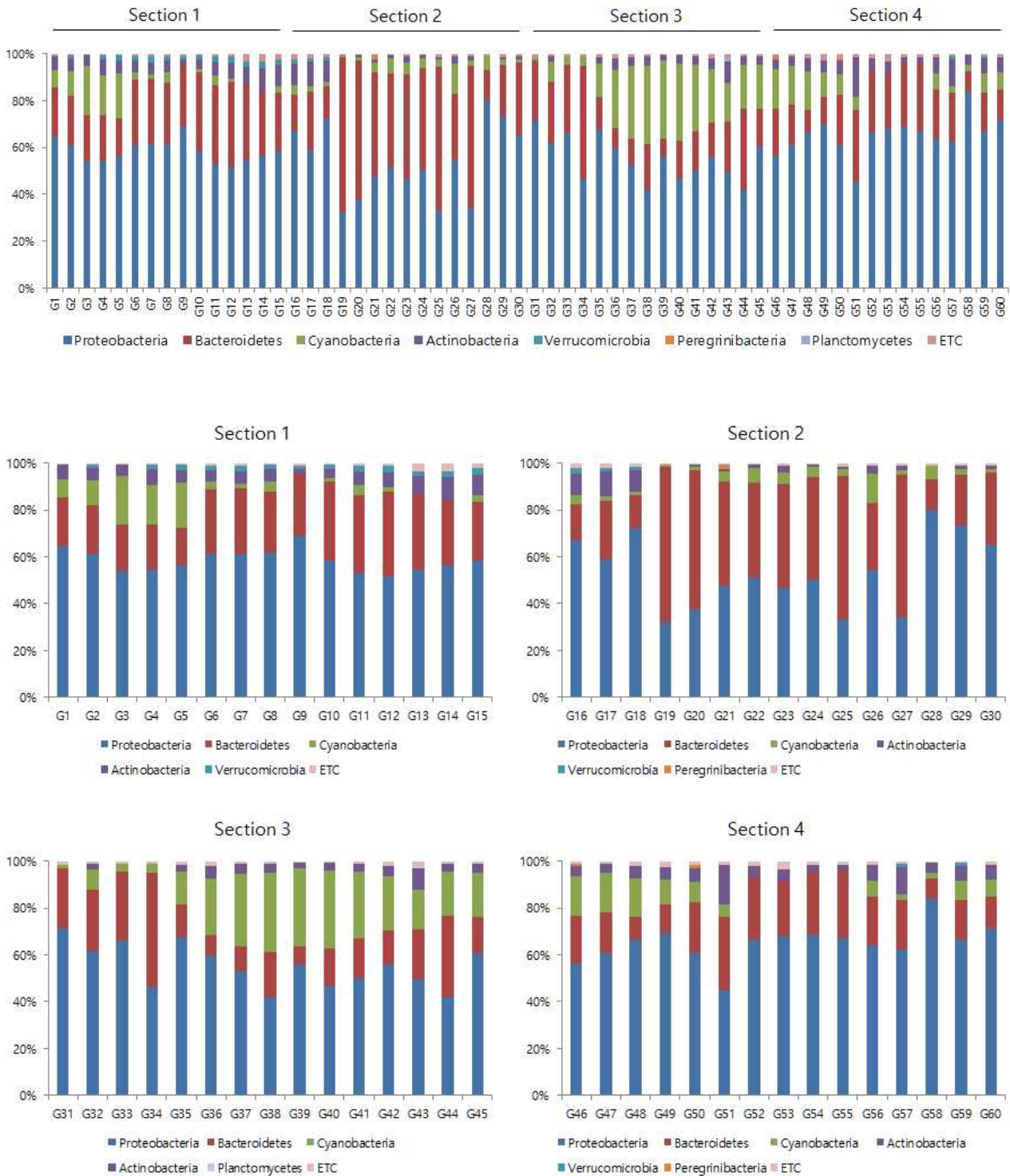


그림 14. phylum 수준에서 비교한 결과

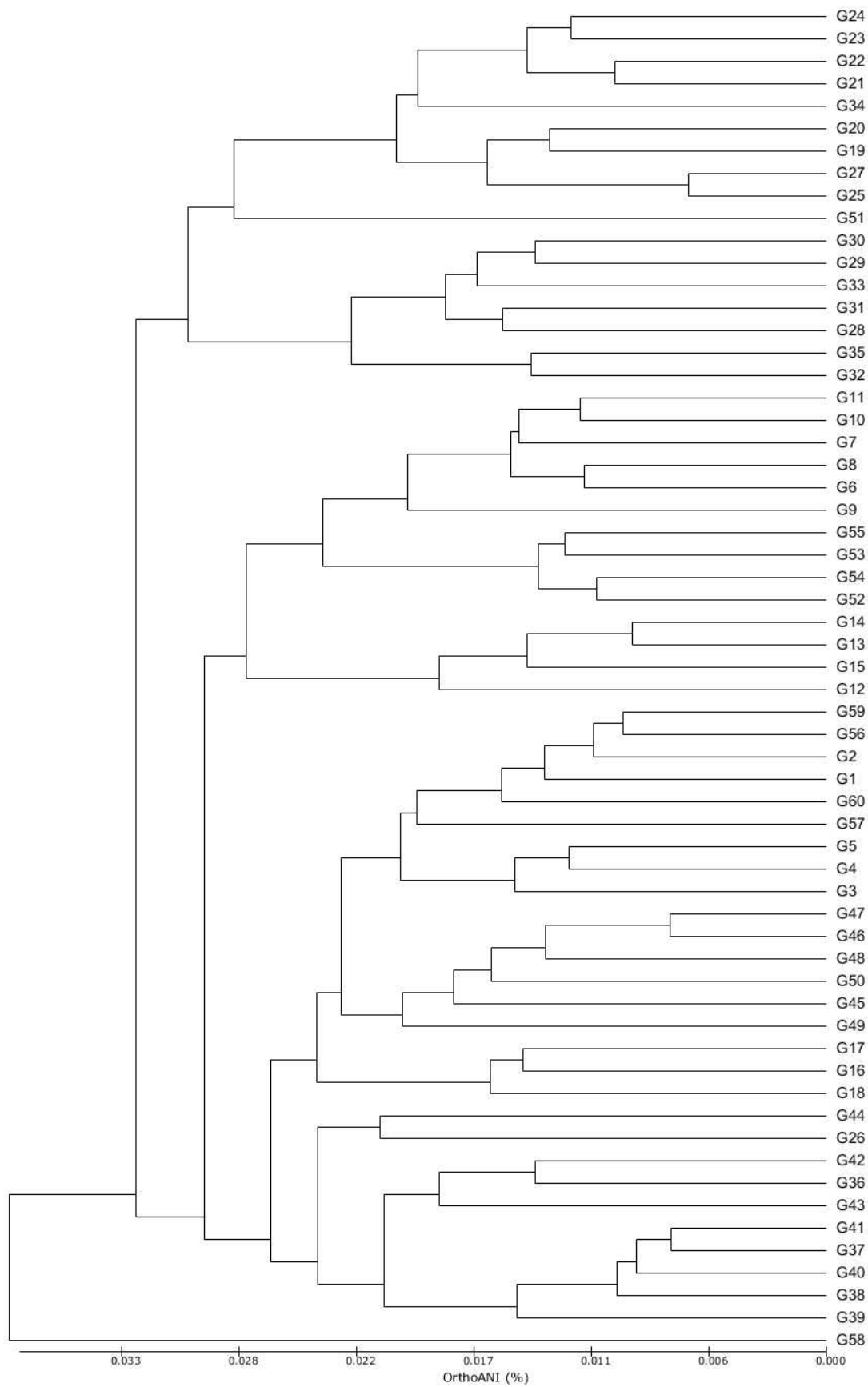


그림 15. UPGMA dendrogram

다. 거제 연안 병원성 해양박테리아 분석

- 거제 연안 4개 지역에서 분석된 해양박테리아 염기서열을 이용해 종명이 확인된 종 수는 평균 470여종정도였으며, 이 중 병원성 박테리아는 평균 16종으로 전체의 3.5% 정도를 차지함 (그림 16).

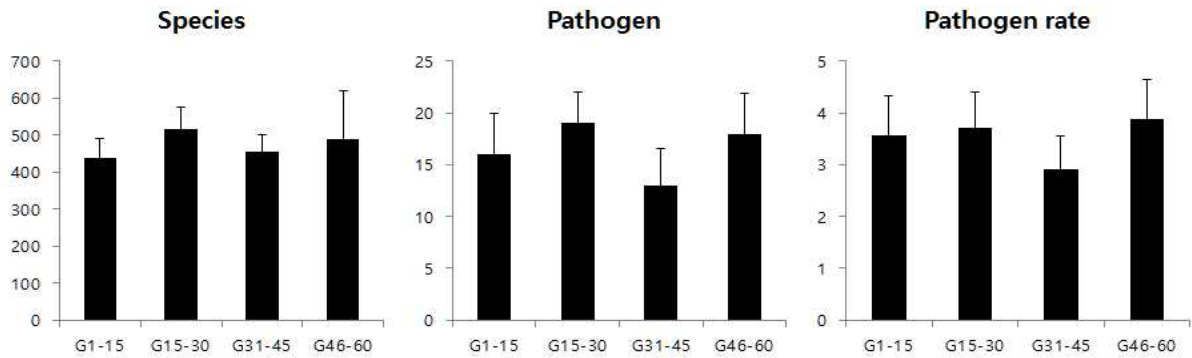


그림 16. 병원성 해양박테리아 비율

- 거제 연안에서 분석된 해양박테리아 종 수는 모두 2606종이었고 병원성 박테리아는 모두 68종이었음 (표 10).
- 거제 연안 4개 지역 60개 정점의 해양박테리아 종을 비교해 본 결과 4개 지역에서 공통으로 분석된 92종 중 병원성 박테리아는 3종이었음 (그림 17).

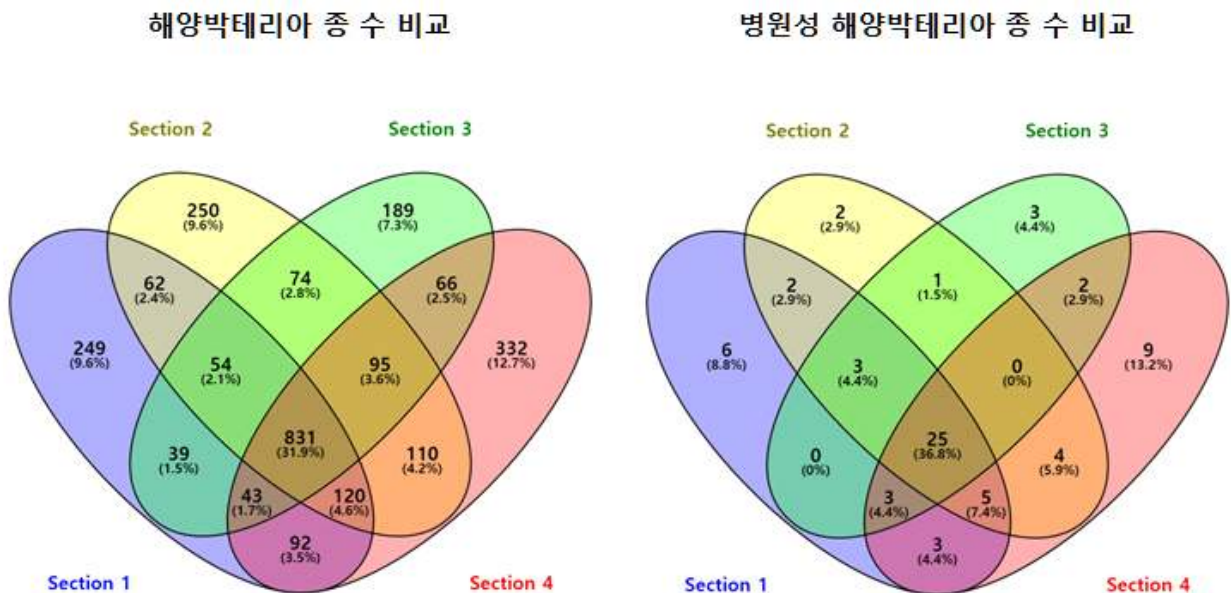


그림 17. 거제 연안 4개 지역 해양박테리아 비교

- Surfer 프로그램을 이용해 거제 연안 해양박테리아 분포도를 작성하였음. 그림 18의 A은 분석된 전체 박테리아 염기서열 수, B는 병원성 박테리아 염기서열 수를 나타내며, 그림 19는 종 동정된 해양박테리아 수와 병원성 박테리아 수의 분포를 나타냄.

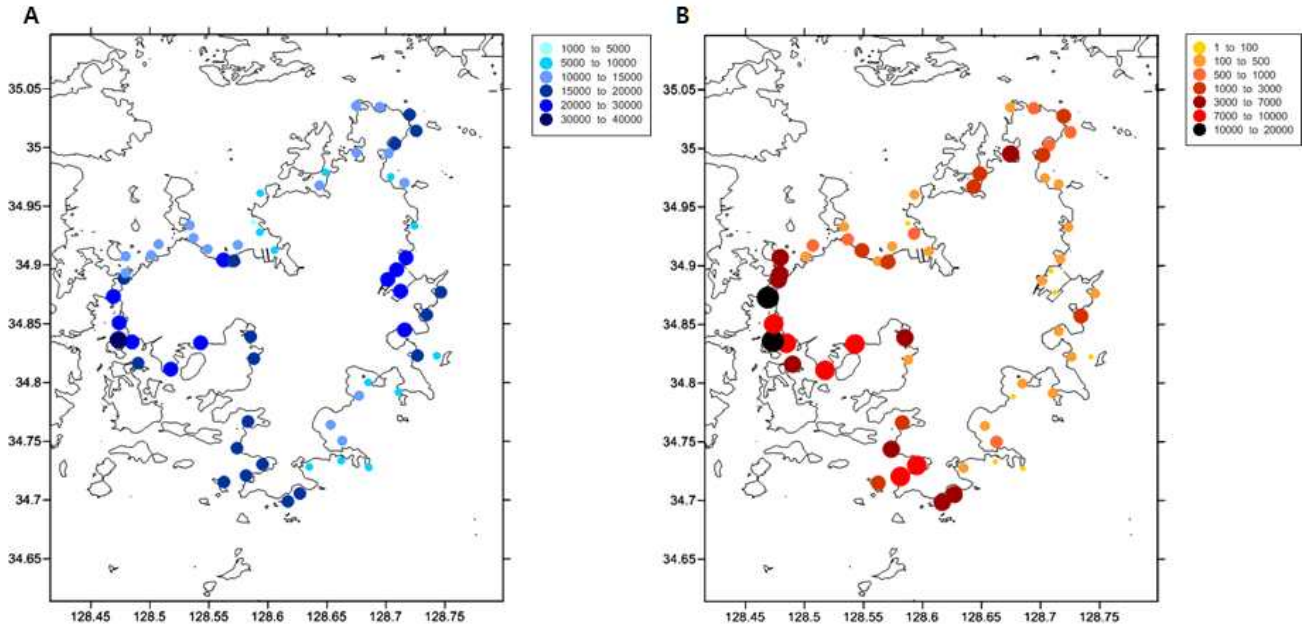


그림 18. 거제 연안 정점별 해양박테리아 염기서열 분석수 비교

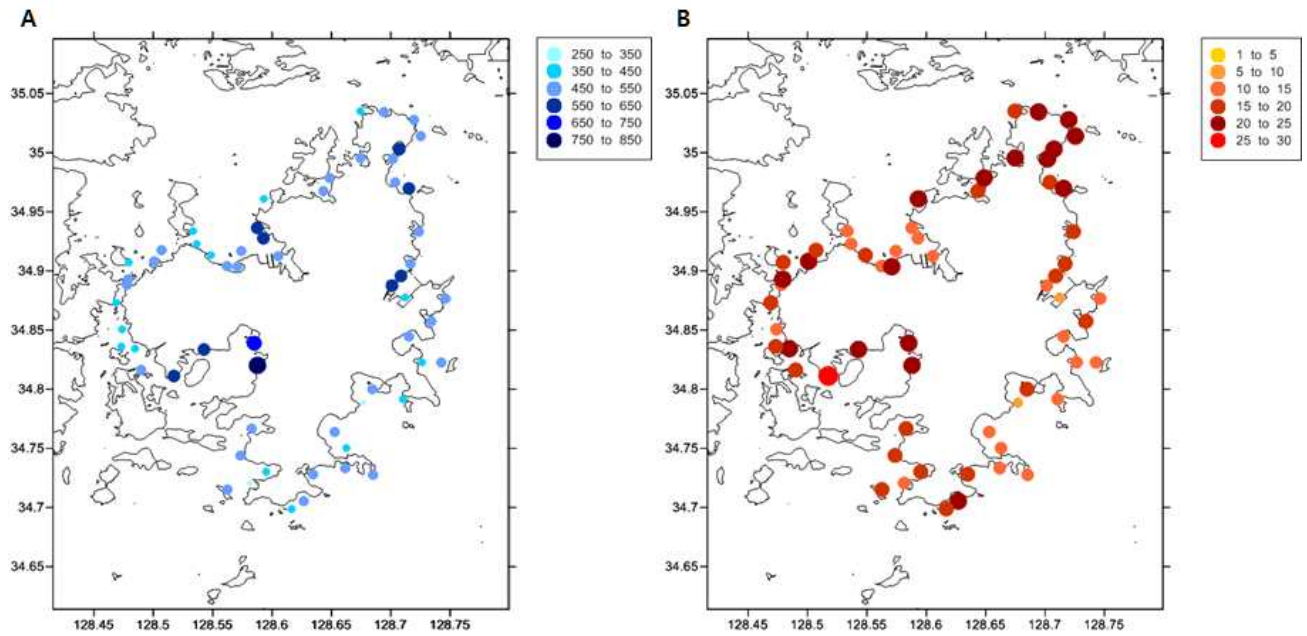


그림 19. 거제 연안 정점별 해양박테리아 종 수 비교

- 분석된 병원성 박테리아 중 비브리오 속에 속하는 *V. lentus*, *V. splendidus*, *V. tasmaniensis*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*의 분포도를 작성해 본 결과 거제도 남서쪽 지역에 비교적 많이 분포하였음 (그림 20).

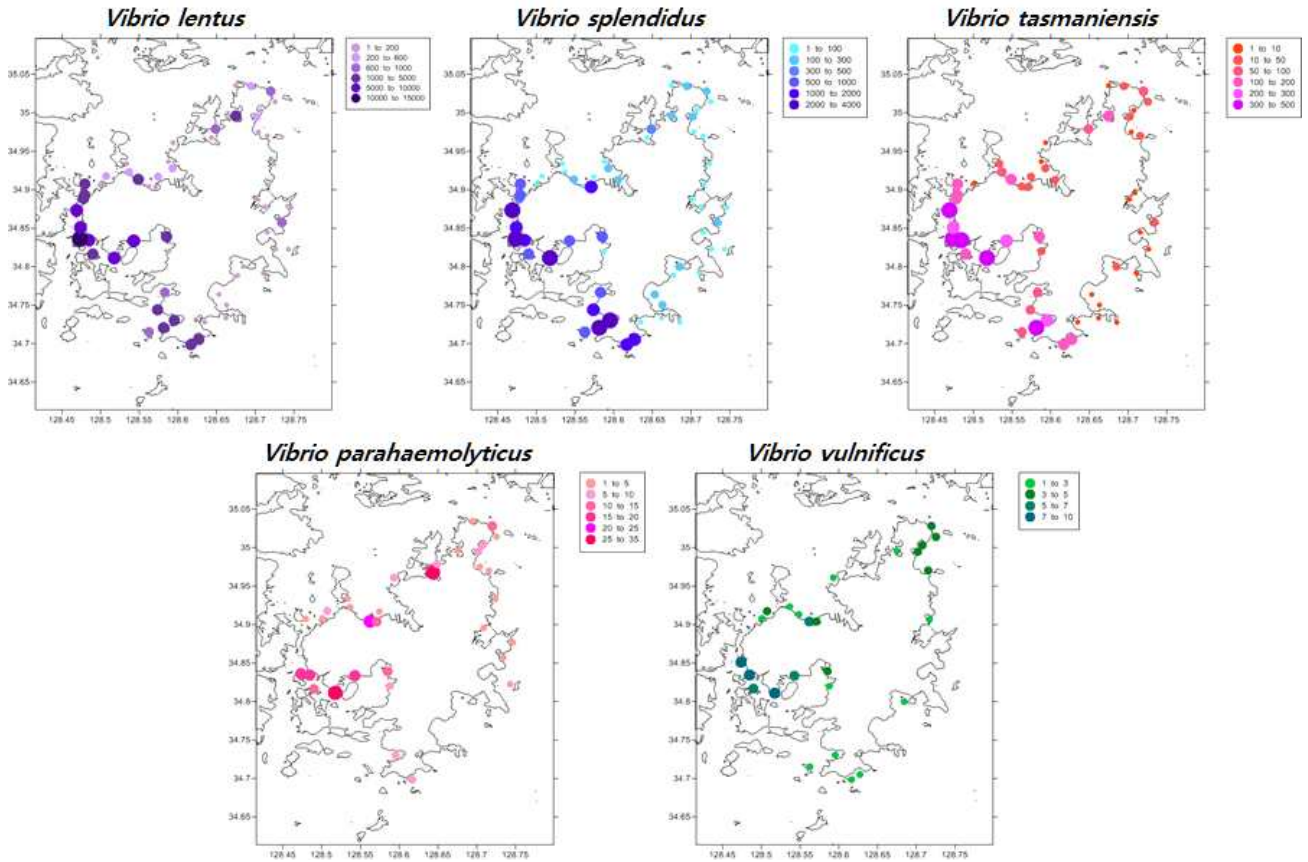


그림 22. 병원성 비브리오 분포도

3. 부록

1) 거제 연안 병원성 박테리아 목록 및 특징

표 10. 병원성 박테리아 목록

No.	Pathogenic bacteria	Host	Symptom
1	<i>Acinetobacter haemolyticus</i>	인간	각혈
2	<i>Acinetobacter junii</i>	인간	열, 패혈증, 소아중양
3	<i>Acinetobacter pittii</i>	인간	균혈증
4	<i>Acinetobacter ursingii</i>	인간	객혈, 열, 체중감소
5	<i>Aeromonas jandaei</i>	장어	설사, 복통, 간경변
6	<i>Aeromonas veronii</i>	인간, 어류	설사, 패혈증
7	<i>Aliivibrio salmonicida</i>	어류	피부박리, 용혈
8	<i>Aliivibrio wodanis</i>	어류	궤양
9	<i>Arcobacter butzleri</i>	인간	구토, 설사, 복통, 열
10	<i>Arcobacter cloacae</i>	인간, 조개	식중독
11	<i>Arcobacter cryaerophilus</i>	무지개 송어	위장감염, 설사
12	<i>Arcobacter mytili</i>	홍합, 패류	식중독, 장염
13	<i>Aurantimonas corallicida</i>	산호	whiteplaguetypell
14	<i>Coxiella burnetii</i>	인간, 해양포유동물	두통
15	<i>Edwardsiella ictaluri</i>	도미	
16	<i>Enterovibrio coralli</i>	산호	coral bleaching
17	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	물고기, 물개	갑작스런 폐사
18	<i>Flavobacterium cети</i>	고래, 드물게 인간	열, 복부팽만
19	<i>Francisella philomiragia</i>	대구	만성 육아종
20	<i>Grimontia indica</i>	인간	장염
21	<i>Halomonas hamiltonii</i>	인간	신경질환
22	<i>Moritella viscosa</i>	연어	패혈증, 궤양
23	<i>Mycobacterium moriokaense</i>	인간	결핵
24	<i>Parabacteroides goldsteinii</i>	인간	복막염
25	<i>Photobacterium damselaе subsp. piscicida</i>	어류, 인간, 해양포유류	피부궤양, 복합장기부전
26	<i>Photobacterium rosenbergii</i>	산호, 해면	산호흰점병, 탈색
27	<i>Piscirickettsia salmonis</i>	연어과	piscirickettsiosis
28	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	어패류, 인간	식중독
29	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	해삼	피부궤양
30	<i>Pseudoalteromonas piscicida</i>	어류	폐사
31	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	어류	폐사
32	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	인간, 철갑상어	어류 빈혈, 점상출혈
33	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	인간	골수염, 뇌수막염
34	<i>Ralstonia pickettii</i>	약한 인간	낭포성 섬유증

35	<i>Rhizobium radiobacter</i>	인간	백내장
36	<i>Serratia liquefaciens</i>	인간	감염성 심내막염
37	<i>Shewanella baltica</i>	어류	부패
38	<i>Shewanella marisflavi</i>	해삼	폐사
39	<i>Shigella sonnei</i>	인간	세균성 이질
40	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	인간	피부병
41	<i>Staphylococcus warneri</i>	인간, 가축	원반염, 수막염
42	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	어류	괴사성 궤양
43	<i>Tenacibaculum soleae</i>	어류	궤양 및 괴사성 증상
44	<i>Vibrio aestuarianus</i>	패류	폐사
45	<i>Vibrio alginolyticus</i>	인간, 패류	균혈증, 괴사성근막염
46	<i>Vibrio brasiliensis</i>	어류, 새우	비브리오 감염증
47	<i>Vibrio campbellii</i>	새우	식욕감퇴, 폐사
48	<i>Vibrio cincinnatiensis</i>	인간	위장염
49	<i>Vibrio crassostreae</i>	굴	폐사
50	<i>Vibrio fluvialis</i>	인간	설사
51	<i>Vibrio gigantis</i>	굴	폐사
52	<i>Vibrio harveyi</i>	어류, 새우, 산호, 패류	염증성 질환
53	<i>Vibrio ichthyoenteri</i>	어류	폐사
54	<i>Vibrio lentus</i>	굴, 문어	궤양
55	<i>Vibrio metschnikovii</i>	인간	담낭염, 콜레라
56	<i>Vibrio neptunius</i>	연체동물, 패류	집단폐사
57	<i>Vibrio nigripulchritudo</i>	갑각류	폐사
58	<i>Vibrio ordalii</i>	연어, 어류	비브리오병
59	<i>Vibrio owensii</i>	산호, 랍스터	탈색
60	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	인간	식중독, 장염, 패혈증
61	<i>Vibrio pectenicida</i>	가리비	
62	<i>Vibrio pelagius</i>	산호	흰점병
63	<i>Vibrio scophthalmi</i>	넙치	폐사
64	<i>Vibrio shilonii</i>	산호	Yellow band disease
65	<i>Vibrio sinaloensis</i>	갑각류	폐사
66	<i>Vibrio splendidus</i>	굴	폐사
67	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	굴, 연어, 산호	
68	<i>Vibrio vulnificus</i>	인간	패혈증

2) 거제 연안 60개 정점별 병원성 박테리아 목록

1. 거제대교	2. 고개섬	3. 지도 방파제
<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Piscirickettsia salmonis</i>	<i>Enterovibrio coralii</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Photobacterium rosenbergii</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio gigantis</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio pelagius</i>
<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio metschnikovii</i>	<i>Vibrio shilonii</i>
<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio splendidus</i>
	<i>Vibrio pectenicida</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>
	<i>Vibrio pelagius</i>	
	<i>Vibrio scophthalmi</i>	
	<i>Vibrio shilonii</i>	
	<i>Vibrio splendidus</i>	
	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	
4. 청곡 방파제	5. 사등 방파제	6. 가조도 선착장
<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio aestuarianus</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Vibrio aestuarianus</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Vibrio gigantis</i>
<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio campbellii</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
<i>Vibrio ichthyoenteri</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio splendidus</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>
<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio neptunius</i>	
<i>Vibrio nigripulchritudo</i>	<i>Vibrio owensii</i>	
<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio pelagius</i>	
<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio shilonii</i>	
<i>Vibrio scophthalmi</i>	<i>Vibrio splendidus</i>	
<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	

Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis
Vibrio vulnificus

Vibrio vulnificus

7. 성포 방파제	8. 금포 방파제	9. 성내 조선기자재 협동화공단
<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Arcobacter mytili</i>	<i>Plesiomonas shigelloides</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Ralstonia pickettii</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Rhizobium radiobacter</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Vibrio owensii</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio cincinnatiensis</i>	<i>Vibrio shilonii</i>
<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio splendidus</i>
<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>
<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio vulnificus</i>
<i>Vibrio vulnificus</i>	<i>Vibrio owensii</i>	
	<i>Vibrio shilonii</i>	
	<i>Vibrio sinaloensis</i>	
	<i>Vibrio splendidus</i>	
	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	
	<i>Vibrio vulnificus</i>	
10. 거제 레저월드	11. 사곡 마을	12. 거제시 위생 환경사업소
<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Arcobacter cryaerophilus</i>
<i>Arcobacter cloacae</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Arcobacter mytili</i>
<i>Arcobacter cryaerophilus</i>	<i>Photobacterium rosenbergii</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Arcobacter mytili</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Shewanella baltica</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Edwardsiella ictaluri</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio brasiliensis</i>
<i>Ralstonia pickettii</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Staphylococcus warneri</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio gigantis</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio owensii</i>
<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Vibrio pelagius</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio splendidus</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>
<i>Vibrio metschnikovii</i>		
<i>Vibrio neptunius</i>		
<i>Vibrio owensii</i>		
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>		
<i>Vibrio shilonii</i>		
<i>Vibrio splendidus</i>		

Vibrio tasmaniensis

Vibrio vulnificus

13. 거제 삼성중공업	14. 한내조선 특하농공단지	15. 석포 마을
<i>Arcobacter cloacae</i>	<i>Acinetobacter junii</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Acinetobacter pittii</i>	<i>Francisella philomiragia</i>
<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Arcobacter cloacae</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Arcobacter mytili</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Vibrio aestuarianus</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio brasiliensis</i>
<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio campbellii</i>
<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio fluvialis</i>
	<i>Vibrio ordalii</i>	<i>Vibrio ichthyenteri</i>
	<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio lentus</i>
	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio neptunius</i>
		<i>Vibrio owensii</i>
		<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
		<i>Vibrio pelagius</i>
		<i>Vibrio scophthalmi</i>
		<i>Vibrio shilonii</i>
		<i>Vibrio sinaloensis</i>
		<i>Vibrio tasmaniensis</i>
		<i>Vibrio vulnificus</i>
16. 하청 마을	17. 칠천교 밑	18. 장목만
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>
<i>Photobacterium rosenbergii</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Grimontia indica</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Photobacterium rosenbergii</i>	<i>Pseudomonas stutzeri</i>
<i>Vibrio aestuarianus</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Ralstonia pickettii</i>
<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>
<i>Vibrio campbellii</i>	<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Vibrio brasiliensis</i>
<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio campbellii</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio fluvialis</i>	<i>Vibrio gigantis</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio neptunius</i>
<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio metschnikovii</i>	<i>Vibrio owensii</i>
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio nigripulchritudo</i>	<i>Vibrio pectenica</i>
<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio pelagius</i>
<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio shilonii</i>
<i>Vibrio vulnificus</i>	<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio splendidus</i>

Vibrio scophthalmi
Vibrio shilonii
Vibrio sinaloensis
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis

Vibrio tasmaniensis
Vibrio vulnificus

19. 황포 해수욕장	20. 구영 해수욕장	21. 상유마을회관
<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>
<i>Shewanella marisflavi</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Shewanella marisflavi</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>
<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Vibrio campbellii</i>	<i>Vibrio campbellii</i>
<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio gigantis</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio ichthyenterii</i>
<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio neptunius</i>
<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio nigripulchritudo</i>
<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio owensii</i>
<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
	<i>Vibrio sinaloensis</i>	<i>Vibrio pelagius</i>
	<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio shilonii</i>
	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio sinaloensis</i>
		<i>Vibrio splendidus</i>
		<i>Vibrio tasmaniensis</i>
		<i>Vibrio vulnificus</i>
22. 거가대표 밀	23. 농소 해수욕장	24. 관포 출입항 신고소
<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Flavobacterium ceti</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Shewanella marisflavi</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Vibrio aestuarianus</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>
<i>Vibrio campbellii</i>	<i>Vibrio campbellii</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio gigantis</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio harveyi</i>

<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio owensii</i>
<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio nigripulchritudo</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio pelagius</i>
<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio shilonii</i>
<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio sinaloensis</i>
<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Vibrio splendidus</i>
<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio sinaloensis</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>
<i>Vibrio vulnificus</i>	<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio vulnificus</i>
	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	
	<i>Vibrio vulnificus</i>	

25. 대금 방파제	26. 시방 방파제	27. 외포 방파제 (대계항)
<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aurantimonas corallicida</i>
<i>Aurantimonas corallicida</i>	<i>Aurantimonas corallicida</i>	<i>Coxiella burnetii</i>
<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>
<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Rhizobium radiobacter</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Vibrio campbellii</i>	<i>Vibrio campbellii</i>	<i>Vibrio alginoliticus</i>
<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio neptunius</i>
<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio owensii</i>
<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio pelagius</i>
<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio pectenicida</i>	<i>Vibrio shilonii</i>
<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio splendidus</i>
<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio shilonii</i>	
<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio splendidus</i>	
	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	
	<i>Vibrio vulnificus</i>	

28. 덕포 해수욕장	29. 옥포대접 기념관	30. 옥포항
<i>Aurantimonas corallicida</i>	<i>Aurantimonas corallicida</i>	<i>Aeromonas veronii</i>
<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Arcobacter butzleri</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Arcobacter cloacae</i>
<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Arcobacter cryaerophilus</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Shewanella marisflavi</i>	<i>Aurantimonas corallicida</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Coxiella burnetii</i>
<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Shewanella baltica</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>

Vibrio neptunius
Vibrio owensii
Vibrio pelagius
Vibrio shilonii
Vibrio splendidus
Vibrio vulnificus

Vibrio sinaloensis
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis

Tenacibaculum soleae
Vibrio owensii
Vibrio parahaemolyticus
Vibrio shilonii
Vibrio tasmaniensis

31. 대우 조선소

32. 능포 방파제

33. 장승포항

Arcobacter cryaerophilus
Arcobacter mytili
Coxiella burnetii
Halomonas hamiltonii
Pseudoalteromonas nigrifaciens
Pseudoalteromonas undina
Vibrio lentus
Vibrio owensii
Vibrio splendidus

Aliivibrio wodanis
Coxiella burnetii
Pseudoalteromonas nigrifaciens
Pseudoalteromonas undina
Tenacibaculum soleae
Vibrio alginolyticus
Vibrio lentus
Vibrio parahaemolyticus
Vibrio shilonii
Vibrio splendidus

Aliivibrio wodanis
Coxiella burnetii
Moritella viscosa
Parabacteroides goldsteinii
Pseudoalteromonas nigrifaciens
Pseudoalteromonas undina
Shewanella baltica
Tenacibaculum maritimum
Tenacibaculum soleae
Vibrio crassostreae
Vibrio gigantis
Vibrio lentus
Vibrio parahaemolyticus
Vibrio pelagius
Vibrio shilonii
Vibrio sinaloensis
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis

34. 대명리조트

35. 지세포 방파제

36. 지심도 선착장

Aurantimonas coralicida
Moritella viscosa
Pseudoalteromonas nigrifaciens
Pseudoalteromonas undina
Tenacibaculum soleae
Vibrio campbellii
Vibrio crassostreae
Vibrio gigantis
Vibrio lentus
Vibrio shilonii
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis

Aliivibrio wodanis
Aurantimonas coralicida
Coxiella burnetii
Moritella viscosa
Pseudoalteromonas nigrifaciens
Pseudoalteromonas piscicida
Pseudoalteromonas undina
Shewanella baltica
Shigella sonnei
Vibrio gigantis
Vibrio lentus
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis

Arcobacter cryaerophilus
Coxiella burnetii
Pseudoalteromonas nigrifaciens
Tenacibaculum soleae
Vibrio crassostreae
Vibrio gigantis
Vibrio lentus
Vibrio parahaemolyticus
Vibrio pectenocida
Vibrio splendidus

37. 내도

38. 구조라 해수욕장

39. 망치 해수욕장

Aliivibrio wodanis
Aurantimonas coralicida
Coxiella burnetii

Aliivibrio wodanis
Aurantimonas coralicida
Coxiella burnetii

Coxiella burnetii
Parabacteroides goldsteinii
Pseudoalteromonas nigrifaciens

<i>Grimontia indica</i>	<i>Photobacterium rosenbergii</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Vibrio gigantis</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio campbellii</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Vibrio splendidus</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio brasiliensis</i>	
<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	
<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	
<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Vibrio lentus</i>	
<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio neptunius</i>	
<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio owensii</i>	
	<i>Vibrio pelagius</i>	
	<i>Vibrio shilonii</i>	
	<i>Vibrio splendidus</i>	
	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	
	<i>Vibrio vulnificus</i>	

40. 학동 해수욕장	41. 망치 해수욕장	42. 해금강
<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Coxiella burnetii</i>
<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Francisella philomiragia</i>	<i>Moritella viscosa</i>
<i>Moritella viscosa</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>
<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio gigantis</i>
<i>Vibrio campbellii</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio pelagius</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Vibrio shilonii</i>
<i>Vibrio shilonii</i>	<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio splendidus</i>
<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>
<i>Vibrio tasmaniensis</i>		
43. 송도	44. 다포항	45. 여차 몽돌 해변
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>
<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Arcobacter mytili</i>
<i>Halomonas hamiltonii</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Coxiella burnetii</i>
<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Francisella philomiragia</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio gigantis</i>

Vibrio shilonii
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis

Vibrio owensii
Vibrio pelagius
Vibrio shilonii
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis

Vibrio lentus
Vibrio metschnikovii
Vibrio neptunius
Vibrio nigripulchritudo
Vibrio owensii
Vibrio pelagius
Vibrio shilonii
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis
Vibrio vulnificus

46. 홍포 선착장	47. 명사 해변	48. 대포근포항
<i>Aliivibrio salmonicida</i>	<i>Acinetobacter ursingii</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>
<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Arcobacter mytili</i>	<i>Coxiella burnetii</i>
<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Francisella philomiragia</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Moritella viscosa</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Serratia liquefaciens</i>
<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio gigantis</i>
<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio pelagius</i>
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio splendidus</i>
<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>
<i>Vibrio sinaloensis</i>	<i>Vibrio pelagius</i>	
<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio splendidus</i>	
<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	
<i>Vibrio vulnificus</i>	<i>Vibrio vulnificus</i>	

49. 장사도	50. 저구항	51. 탐포 삼거리
<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Arcobacter mytili</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Coxiella burnetii</i>
<i>Enterovibrio corali</i>	<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Francisella philomiragia</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Ralstonia pickettii</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio brasiliensis</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio metschnikovii</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio gigantis</i>
<i>Vibrio nigripulchritudo</i>	<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio lentus</i>

Vibrio pelagius
Vibrio shilonii
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis
Vibrio vulnificus

Vibrio shilonii
Vibrio sinaloensis
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis

Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis

52. 오송리 방파제	53. 죽림 해수욕장	54. 소량 마을
<i>Aeromonas jandaei</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>
<i>Arcobacter mytili</i>	<i>Arcobacter mytili</i>	<i>Arcobacter mytili</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	<i>Piscirickettsia salmonis</i>	<i>Francisella philomiragia</i>
<i>Flavobacterium ceti</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Mycobacterium moriokaense</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>
<i>Piscirickettsia salmonis</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio aestuarianus</i>
<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Vibrio aestuarianus</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Vibrio brasiliensis</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Vibrio campbellii</i>
<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio fluvialis</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio neptunius</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio owensii</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio nigripulchritudo</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
<i>Vibrio neptunius</i>	<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio pectenocida</i>
<i>Vibrio owensii</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio pelagius</i>
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio shilonii</i>
<i>Vibrio pelagius</i>	<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio splendidus</i>
<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>
<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio vulnificus</i>	<i>Vibrio vulnificus</i>
<i>Vibrio vulnificus</i>		

55. 아지랑 마을	56. 소록도	57. 비산도
<i>Acinetobacter haemolyticus</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>
<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Aurantimonas coralicida</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Moritella viscosa</i>
<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Moritella viscosa</i>	<i>Photobacterium damsela subsp. piscicida</i>
<i>Moritella viscosa</i>	<i>Photobacterium damsela subsp. piscicida</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio gigantis</i>
<i>Vibrio brasiliensis</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>

Vibrio gigantis
Vibrio ichthyenteri
Vibrio lentus
Vibrio neptunius
Vibrio nigripulchritudo
Vibrio owensii
Vibrio parahaemolyticus
Vibrio pectenida
Vibrio pelagius
Vibrio scophthalmi
Vibrio shilonii
Vibrio sinaloensis
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis
Vibrio vulnificus

Vibrio lentus
Vibrio owensii
Vibrio parahaemolyticus
Vibrio pelagius
Vibrio scophthalmi
Vibrio shilonii
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis
Vibrio vulnificus

Vibrio pelagius
Vibrio shilonii
Vibrio splendidus
Vibrio tasmaniensis
Vibrio vulnificus

58. 화도 선착장	59. 대평 방파제	60. 해간도
<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>	<i>Aliivibrio wodanis</i>
<i>Aurantimonas coralicida</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Moritella viscosa</i>
<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>	<i>Pseudoalteromonas piscicida</i>	<i>Pseudoalteromonas nigrifaciens</i>
<i>Pseudoalteromonas undina</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Pseudoalteromonas undina</i>
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Tenacibaculum maritimum</i>
<i>Shewanella marisflavi</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Tenacibaculum soleae</i>
<i>Tenacibaculum maritimum</i>	<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio aestuarianus</i>
<i>Tenacibaculum soleae</i>	<i>Vibrio ichthyenteri</i>	<i>Vibrio crassostreae</i>
<i>Vibrio aestuarianus</i>	<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio gigantis</i>
<i>Vibrio crassostreae</i>	<i>Vibrio splendidus</i>	<i>Vibrio harveyi</i>
<i>Vibrio gigantis</i>	<i>Vibrio tasmaniensis</i>	<i>Vibrio lentus</i>
<i>Vibrio lentus</i>	<i>Vibrio vulnificus</i>	<i>Vibrio metschnikovii</i>
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>		<i>Vibrio shilonii</i>
<i>Vibrio pelagius</i>		<i>Vibrio splendidus</i>
<i>Vibrio scophthalmi</i>		<i>Vibrio tasmaniensis</i>
<i>Vibrio splendidus</i>		
<i>Vibrio tasmaniensis</i>		