

고산습지 및 갯자왈 미생물상 조사(대암산 용늪 및 제주 선홍갯자왈 중심으로)

Studies on species diversity of microorganism in Mountain wetlands and Gotjawal - Yongneup in Mt. Daeam and Seonheul Gotjawal in Jeju-

주관연구기관	국립생물자원관
발행년월	2012-12
주관부처	환경부
사업관리기관	국립생물자원관
NDSL URL	http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201300008901
IP/ID	14.49.138.138
이용시간	2017/11/02 16:41:26

저작권 안내

- ① NDSL에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, KISTI는 복제/배포/전송권을 확보하고 있습니다.
- ② NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 상업적 및 기타 영리목적으로 복제/배포/전송할 경우 사전에 KISTI의 허락을 받아야 합니다.
- ③ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 보도, 비평, 교육, 연구 등을 위하여 정당한 범위 안에서 공정한 관행에 합치되게 인용할 수 있습니다.
- ④ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우 저작권법 제136조에 따라 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금에 처해질 수 있습니다.

발 간 등 록 번 호

11-1480592-000472-01

고산습지 및 꽃자왈 미생물상 조사 - 대암산 용늪 및 제주 선흘꽃자왈 중심으로 -

Studies on species diversity of microorganism in Mountain wetlands and Gotjawal
- Yongneup in Mt. Daeam and Seonheul Gotjawal in Jeju -

2012 NIBR NO. 2012-01-020

가 .

가 .

고산습지 및 갯자왈 미생물상 조사
- 대암산 용늪 및 제주 선흘갯자왈 중심으로-

생물자원연구부 미생물자원과

Studies on species diversity of
microorganism in Mountain wetlands
and Gotjawal

- Yongneup in Mt. Daeam and Seonheul Gotjawal in Jeju -

Microorganism Resources Division
Biological Resources Research Department
National Institute of Biological Resources

2012



국립생물자원관

National Institute of Biological Resources

참여 연구진

연구분야	담당자	소속	비고
조류(藻類)	김진희	미생물자원과	총괄책임자
	조가연	미생물자원과	내부연구원
	김초아	미생물자원과	내부연구원
	김한순	경북대학교	외부연구원
	최재신	경북대학교	외부연구원
	박솔이	경북대학교	외부연구원
지의류	문광희	미생물자원과	내부연구원
균류	김창무	미생물자원과	내부연구원
	우은주	미생물자원과	내부연구원
원핵생물	박혜윤	미생물자원과	내부연구원
	강명석	미생물자원과	내부연구원
	김민경	미생물자원과	내부연구원

요 약 문

1. 제목

고산습지 및 꽃자왈 미생물상 조사 - 대암산 용늪 및 제주 선홍꽃자왈 중심으로-

2. 연구목적

- 가. 고산습지 및 꽃자왈 지역은 특이한 환경적 특성으로 독특한 생물상을 나타내며 다수의 미발굴종이 서식할 것으로 기대되는 지역임
- 나. 그간 연구들은 동·식물상에 치우쳐 생태계의 주요 구성요소인 균류, 원핵생물, 조류(藻類) 및 지의류 등 미생물에 대한 조사가 미비하였으며, 생물다양성 확보 및 국가 생물주권 확보를 위해 미생물에 대한 종합적인 조사 필요

3. 연구내용 및 방법

가. 연구내용

- 1) 고산습지 및 제주 꽃자왈 서식 미생물상(균류, 원핵생물, 조류, 지의류) 조사
- 2) 증거표본으로 미생물 표본 및 배양체 확보

나. 연구방법

- 1) 문헌조사 및 사전조사를 통한 채집지 선정
 - 가) 고산습지인 대암산 용늪 및 늪 주변
 - 나) 제주 선홍꽃자왈(동백동산 습지 및 주변), 화순꽃자왈 및 기타(산양, 애월꽃자왈)
- 2) 계절별(또는 2회 이상) 시료 확보 및 미생물상 조사
- 3) 종 다양성 확인 및 종 동정을 위해 형태학적 관찰, 화학분석 및 분자생물학적 기법을 활용한 계절별 미생물 균집구조 분석 및 목록 작성
 - 가) 현미경을 이용한 형태학적 관찰을 통한 종 동정 및 분석
 - 나) 화학분석을 통한 분류 동정 및 성분 분석
 - 다) DNA 분석 등 이용 채집시료의 유전적 다양성 분석
- 4) 증거표본으로서 미생물 표본 및 배양체 700점
 - 가) 균류 100점, 원핵생물 300점, 조류 250점, 지의류 50점 등 확보

- 나) 분류군 특성을 고려한 건조표본(균류, 지의류), 슬라이드표본(미세조류), 앰플(원핵생물) 및 배양체(원핵생물, 미세조류) 확보

4. 연구결과

가. 다양한 미생물자원 표본 및 배양체 총 816점 확보(목표대비 116.6% 달성)

1) 고산습지 대암산 용늪 및 늪 주변

균류 건조표본 53점, 원핵생물 배양체 130점, 미세조류 슬라이드표본 및 배양체 153점 등 총 336점 확보

2) 제주 선홍곶자왈(동백동산 습지 및 주변) 및 화순곶자왈

균류 건조표본 93점, 원핵생물 배양체 170점, 미세조류 슬라이드표본 및 배양체 136점, 지의류 건조표본 64점 등 총 463점 확보

나. 고산습지 및 곶자왈 지역 미생물 군집구조

1) 고산습지 대암산 용늪 및 늪 주변

균류 51종, 원핵생물 84종, 미세조류 91종 등 총 226종 출현

2) 제주 선홍곶자왈(동백동산 습지 및 주변), 화순곶자왈 및 기타(산양, 애월곶자왈)

균류 84종, 원핵생물 98종, 미세조류 115종, 지의류 27종 등 총 324종 출현

5. 연구결과의 활용

가. 고산습지 및 곶자왈 지역의 생물다양성 보전에 필요한 기초자료로 활용

나. 확보된 미생물자원을 자원활용연구 등에 적용하여 지속적인 생물산업 지원 기반 구축에 기여

목 차

요약문	i
목차	iii
표 목차	vi
그림 목차	v
Abstract	vi
I. 서론	1
II. 연구방법	3
1. 균류	5
2. 원핵생물	6
3. 미세조류	7
4. 지의류	9
III. 연구결과	11
1. 고산습지 대암산 용늪 및 늪 주변의 미생물상	12
2. 제주 꽃자왈의 미생물상	31
IV. 고찰	56
1. 고산습지 대암산 용늪 및 늪 주변 미생물상 특징	56
2. 제주 선흘꽃자왈, 화순꽃자왈 및 기타(산양, 애월꽃자왈) 미생물상 특징 ...	57
V. 참고문헌	60

표 목 차

표 1. 조사 지점 및 채집 정보	3
표 2. 고산습지 및 제주 꽃자왈의 출현종 및 표본/배양체 확보 현황	11
표 3. 대암산 용늪 및 늪 주변 균류의 출현종 및 확보 표본 현황	13
표 4. 조사시기별 출현 종수	16
표 5. 대암산 용늪 및 늪 주변 원핵생물 출현종 및 확보 배양체 현황	17
표 6. 조사시기별 출현 종수	21
표 7. 대암산 용늪의 미세조류 출현종 목록	22
표 8. 대암산 용늪 확보 미세조류 표본/배양체 현황	26
표 9. 선흘꽃자왈 내 동백동산 주변 균류의 출현종 및 확보 표본 현황	32
표 10. 원핵생물 출현 현황	36
표 11. 제주 꽃자왈 지역 원핵생물 출현종 및 확보 배양체 현황	37
표 12. 조사시기별 출현 종수	42
표 13. 선흘꽃자왈 내 동백동산 습지의 미세조류 출현종 목록	43
표 14. 선흘꽃자왈 내 동백동산 습지 확보 미세조류 표본/배양체 현황	48
표 15. 선흘꽃자왈 내 동백동산습지 및 주변 지의류 출현종 및 확보 표본 현황	53

그림 목 차

그림 1. 조사지점 위치. A: 대암산 용늪, B: 제주 꽃자왈 (선흘, 화순, 산양, 애월꽃자왈)	4
그림 2. 대암산 용늪주변 채집지역 모습	5
그림 3. 조사지역. A. 대암산 용늪, B. 제주 동백동산 습지	8
그림 4. 부착성 조류 확보를 위한 수생식물 채집. A. 대암산 용늪, B. 제주 동백동산 습지	8
그림 5. 대암산 용늪 및 늪 주변 균류 출현종 사진. A. <i>Agaricus subrutilescens</i> , B. <i>Oudemansiella mucida</i> , C. <i>Crustodontia chrysocreas</i> , D. <i>Mycena pura</i> , E. <i>Stereum hirsutum</i> , F. <i>Russula emetica</i>	15
그림 6. 대암산 용늪 및 늪 주변 미세조류 출현 종. A. <i>Eunotia serra</i> , B. <i>Pinnularia macilentia</i> , C. <i>Euastrum binale</i> var. <i>gutwinskii</i> , D. <i>Staurastrum furcigerum</i> , E. <i>Euglena</i> sp., F. <i>Synura</i> sp.	25
그림 7. 선흘꽃자왈 동백동산 균류 출현종 사진. A: <i>Marasmiellus candidus</i> , B: <i>Mutius caninus</i> , C: <i>Agaricus arvensis</i> , D: <i>Amanita virgineodies</i> , E: <i>Bisporella citrina</i> , F: <i>Tremella mesenterica</i>	35
그림 8. 선흘꽃자왈 내 동백동산습지 및 주변 주요 출현 종. A. <i>Gomphonema sphaerophorum</i> , B. <i>Pinnularia brevicostata</i> , C. <i>Dictyosphaerium puchellum</i> , D. <i>Staurastrum dejectum</i> , E. <i>Phacus</i> sp., F. <i>Mallomonas</i> sp.	47
그림 9. 선흘꽃자왈 내 동백동산습지 및 주변 지의류 출현 종. A. <i>Stereocaulon vesuvianum</i> , B. <i>Stereocaulon</i> sp. 1, C. <i>Stereocauln japonicum</i> , D. <i>Cladonia subconistea</i> , E. <i>Parmotrema tinctorium</i> , F. <i>Xanthoparmelia cf. coreana</i> , G. <i>Dirinaria applanata</i> , H. <i>Graphis</i> sp. 1.	55

Abstract

We studies on species diversity of microorganism (Fungi, Prokaryotes, microalgae and Lichen) in two specific areas, mountain wetlands and Jeju Gotjawal in South Korea.: Yongneup and around in Mt. Daeam, Dongbaekdonsan and around in Seonheul Gotjawal and others (Hwasun, Sanyang, Aewol Gotjawal). A total of 226 species were identified at Yongneup and around in Mt. Daeam. We found 51 species of Fungi, 84 species of Prokaryotes and 91 species of microalgae. And A total of 324 species were identified in Gotjawal. we found 84 species of Fungi, 98 species of Prokaryotes, 115 species of microalgae and 27 species of Lichen. We also obtained 799 biological collections from the above two specific areas as voucher specimens and culture strains. We collected 53 dried specimens of Fungi, 130 strains of Prokaryotes and 153 slidespecimens/strains of microalgae at Yongneup and around in Mt. Daeam. And we collected 93 dried specimens of Fungi, 170 strains of Prokaryotes, 136 slidespecimens/strains of microalgae and 64 dried specimens of Lichen in Gotjawal. All specimens and culture strains obtained from the present study were catalogued and deposited in the National Institute of Biological Resources (NIBR) of Korea as the national biological resources. This study can use as baseline data for conservation of biological diversity.

I. 서론

습지는 생물다양성이 높고 수질정화를 포함한 다양한 생태학적 기능을 수행하는 등 그 중요성이 강조되고 있다. 이 중 고산습지는 지리적 위치로 인해 접근이 어려워 다수의 미발굴종이 서식할 것으로 예상되는 지역이다. 대암산 용늪은 국내 대표적인 고층습원(1,280m)으로 1973년 천연보호구역(제 246호)으로 지정되었고, 1997년 랍사르습지로 등록되었으며, 매우 특이한 습지 생태환경을 이루고 있어 종다양성 측면에서 중요한 지역으로 2,000년 유네스코에 습지보존지역으로 등록되어 보존·관리되고 있다(유, 2009)

대암산 용늪 주변에 대한 고등균류분야의 조사에 대한 학술적인 보고는 유관희 교수(2009)에 의해 거의 유일하게 진행되었다. 대암산 일대가 군사보호구역이라는 특수상황으로 조사가 많이 이루어지지 않은 것으로 보여진다. 연구결과 총 2문 13목 23과 57속 45종 3변종이 채집되었다. 채집된 종의 대부분은 주름버섯목(Agaricales) 16과 33속 28종이었으며, 많은 종이 속(genus) 수준의 동정을 보였다. 유(2009)의 조사에서는 주로 지상생에 대해 조사가 이루어진 것으로 보여지며, 2012년 본 조사에서는 주름버섯과 민주름버섯에 대해 전체적으로 조사를 진행하였다.

농촌진흥청이 미생물 자원 발굴을 위해 대암산 용늪 주변 생태조사를 실시한 결과, 180여 균주의 미생물을 분리하였으며, 이 중 신종 원핵생물 7종을 발견했다.

대암산 용늪의 미세조류상 조사는 정(1974), 정과 김(1987)에 의해서 이루어졌다. 정(1974)은 기증규조 조사를 통해 *Tabellaria fenestrata* 등 18종을 보고하였으며, 정과 김(1987)은 식물성플랑크톤 조사를 통해 17과 36속 74종 25변종 1품종을 보고하였다.

제주 꽃자왈 지대는 '생태계 보고'로서, 화산활동으로 형성된 독특한 지형[요철(凹凸)형]이 만드는 보은/보습 효과로 한반도 내륙과 구별되는 독특한 생물상을 나타낸다. 꽃자왈 지대는 크게 한경-안덕(서), 애월(북서), 조천-함덕(북), 구좌-성산(북동) 등 4개의 지대로 나눌 수 있다. 이 중 선흘꽃자왈은 조천-함덕 지대, 화순꽃자왈은 한경-안덕 지대에 속한다. 선흘꽃자왈은 제주도 제주시 조천읍 선흘리에 위치하며, 독특한 동·식물상을 나타내어 학술적 가치가 매우 높은 곳이다. 이 꽃자왈 내 동백동산은 초지, 관목림, 관솔림 및 종가시나무, 메밀жат나무, 동백나무 등이 어우러진 상록활엽수림이 성립되어 있으며, 하천, 저수지 및 물웅덩이의 세 가지 유형의 습지가 형성되어 있다(전국내륙습지조사, 2005). 화순꽃자왈은 제주도 서귀포시 안덕면 화순리에 위치하며, 생태탐방숲길이 조성

되어 있다.

동백동산 일대 고등균류상은 간헐적으로 조사가 이루어져왔으나, 고 등 (2010)은 조사지역을 500m²로 선정하고, 19개월간 총 43회 조사를 통해 총 2아문 4강 7목 69속 178종이 서식하는 것이 확인하였다. 우점하는 과별 종수는 송이과(Tricholomataceae) 54종, 무당버섯과(Russulaceae) 28종, 광대버섯과(Amanitaceae) 8종, 그물버섯과(Boletaceae) 8종이었다. 조사지역이 500m²로 작지만 178종이 조사되었다는 것은 동백동산의 고등균류 종 다양성이 높은 수준이라는 것을 반증하는 결과라고 할 수 있다.

꽃자왈의 지질학적 연구 및 식물상 연구는 환경부, 제주도, 산림청 등 많은 기관의 관심아래 지난 10여 년간 지속적으로 진행되어 왔으나, 원핵생물 다양성에 대한 연구는 부족한 실정이다.

동백동산 습지의 미세조류상 조사는 전국내륙습지 자연환경조사(2005년)를 통해 이루어졌으며, 3회 조사를 통해 미세조류 중 식물플랑크톤 101종이 동정되었다. 이 중 녹조류가 63종으로 가장 풍부하였고 유글레나조류 16종, 규조류 9종, 남조류 8종, 와편모조류 3종, 시누라조류 2종이 조사되었다. 이 조사 외에 동백동산 습지에 대한 연구는 거의 없다.

제주도의 지의연구는 주로 한라산을 중심으로 지의상 연구나 생태학적 연구가 1980년 전후 지역 연구자에 의하여 이루어졌다(박, 1979, 김, 1980). 그 후 한라산을 포함한 제주 전 지역에 대한 연구는 Moon et al.(2002b)에 의해 처음으로 이루어졌으며, 몇몇 연구들은 분류군에 따라 조사되었다(Moon et al. a, 2002, Moon & Kashiwadani 2002). 그러나 특수한 지역인 꽃자왈 지대만을 조사한 연구는 거의 전무하다.

그간 연구들은 동·식물상 조사에 치우쳐 원핵생물, 균류, 지의류 및 조류(藻類) 등 미생물에 대한 조사가 적어 이에 대한 종합적인 조사가 필요하다.

II. 연구내용 및 방법

고산습지 및 제주 꽃자왈 미생물상 조사 및 시료 확보를 위해 최소 2회 이상 또는 계절별로 실시하였다. 조사지점은 고산습지인 대암산 용늪 및 늪주변, 제주 선홍꽃자왈 내 동백동산 습지 및 주변과 화순꽃자왈로 선정하였으며, 위치는 표 1 및 그림 1과 같다.

표본 및 배양체 확보는 분류군별 특성을 고려하여 지의류 및 균류는 건조표본, 원핵생물은 배양체 또는 앰플, 조류는 슬라이드표본 및 배양체의 형태로 확보하였다. 출현종 목록은 분류군별로 적합한 종 동정법 및 분류 방법 즉, 현미경을 이용한 형태학적 관찰, 화학분석, DNA 분석 등을 이용한 분자계통학적 분석을 통해 확보하였다.

표 1. 조사 지점 및 채집 정보

연번	조사지점	GPS
1	고산습지 대암산 용늪 및 늪주변	강원도 인제군 서화면 서화리 N 38°12' 54.9", E 128°7' 26.6"
2	제주 꽃자왈 선홍꽃자왈(동백동산습지 및 주변)	제주도 제주시 조천읍 선홍리 N 33°30' 51.4", E 126°43' 7.6"
3	화순꽃자왈(생태탐방로 주변)	제주도 서귀포시 안덕면 화순리 N 33°15' 47", E 126°19' 50.2"
4	산양꽃자왈	제주도 제주시 한경면 청수리 N 33°17' 35.3", E 126°15' 2"
5	애월꽃자왈	제주도 제주시 애월읍 소길리 N 33°23' 38.8", E 126°23' 27.3"

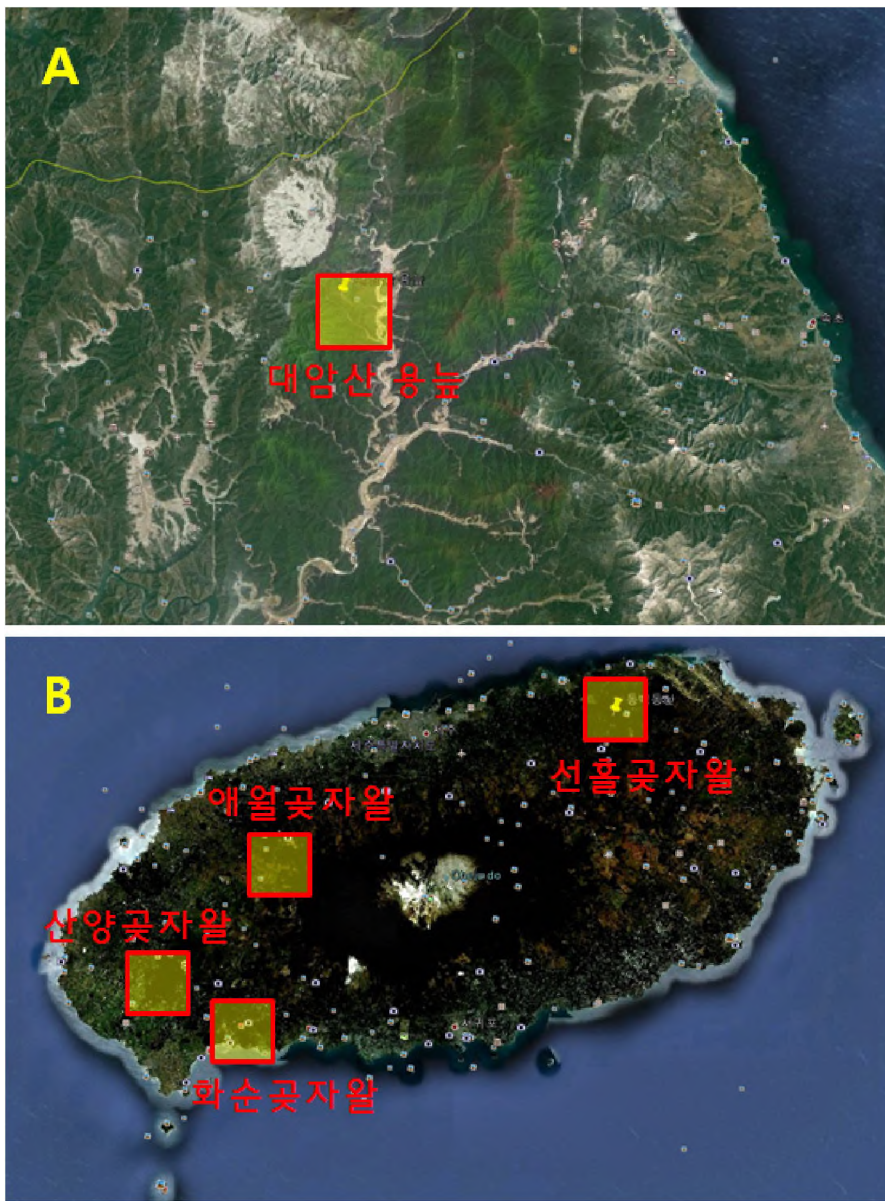


그림 1. 조사지점 위치. A: 대암산 용늪, B: 제주 곶자왈(선홍, 화순, 산양, 애월곶자왈)

1. 균류

가. 조사지역 및 조사일시

1) 고산습지

균류는 고등균류상 중심으로 2012년 9월 6일과 26일 두 차례에 걸쳐 조사를 실시하였다. 대암산 용늪 주변의 보호구역 내 습지 바깥쪽에 산재되어 있는 참나무 군락지를 주요 대상으로 하였다. 주요 조사지역은 그림 2와 같다. 원을 중심으로 습지에 접한 지역의 수목이 서식하고 있는 지역과 대암산 정상으로 가기 위해 용늪 바로 옆으로 형성된 등산로 주변에서 채집이 이루어졌다.



그림 2. 대암산 용늪주변 채집지역 모습

2) 제주 꽃자왈

균류는 고등균류상 중심으로 2012년 2월 15일 시작으로 주로 여름철 장마 이후인 9월에서 10월에 중점적으로 채집조사를 실시하였다. 채집지역은 동백동산의 등산로 주변에서 등산로를 벗어나 50m이내의 지역을 주요 대상으로 하였으며, 동백동산에 형성된 등산로 전역에서 조사가 이루어졌다.

나. 조사방법

고등균류(버섯)의 생육은 장마가 끝난 후에 가장 많이 발생하므로, 주로 6~10월경에 집중적으로 조사를 실시하였다. 조사 시에는 추후 동정에 도움을 주기위해 최대한 많은 화상 자료를 얻고자 샘플 당 5점 이상의 사진을 촬영하였다. 또한 채집된 표본 서식지 주변에 대한 자료와 형태적인 특징을 기록지 등에 기록하여 동정을 위한 자료로 활용하였다.

확보된 균류는 45℃의 열풍건조과정과 냉동소독 과정을 통한 국립생물자원관의 표본제작의 표준화된 방법에 따라 표본을 제작하였다. 이때 종 동정에 어려움을 나타낸 표본에 대해서는 자실체로부터 DNA 추출, PCR 증폭과 염기서열분석을 통한 방법을 이용하여 종 동정에 활용하였다. 이때 이용된 유전자는 ITS region과 LSU region이었다. 종 동정이 완료된 표본은 국립생물자원관 균류건조표본수장고에 수장하였다.

2. 원핵생물

가. 조사지역 및 조사일시

1) 고산습지

원핵생물 분석을 위해 대암산 용늪 일대를 4월, 5월, 7월, 10월 총 4회 조사를 실시하였다. 용늪 주변 용수 및 토양 시료를 채취하여 원핵생물 배양체를 분리하였다.

2) 제주 꽃자왈

원핵생물 분석을 위해 선흘꽃자왈 내 동백동산습지 및 주변을 2011년 12월, 2012년 7월, 9월, 10월 등 총 4회 조사를 실시하였으며, 화순꽃자왈은 2012년 7월 1회, 산양꽃자왈과 애월꽃자왈 2012년 11월 각 1회 조사를 실시하였다.

나. 조사방법

채집지 주변의 토양 및 담수시료를 멸균된 50 mL 1회용 튜브를 이용하여 채취하였다. 채취한 시료를 멸균된 증류수를 사용하여 순차적으로 희석한 다음 채취한 시료를 순차적 희석방법을 이용하여 희석한 다음, Nutrient agar (BD Difco, USA), R2A agar(BD Difco, USA) 및 LB agar(BD Difco, USA)에 100 μ l씩 도말하였다. 대암산 용늪의 경우 원핵생물 배양체를 확보하기 위하여 Nutrient agar, R2A agar 등을 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} 의 희석배수로 제조하여

사용하였으며, 10^{-1} 의 R2A에서 성장이 좋은 것으로 판명되어 계대 배양 시 10^{-1} R2A 배지를 사용하였다.

72시간 이상 25~30°C 배양기에서 배양한 후에 배양된 원핵생물 집락의 모양과 크기에 유의하여 각 단일 콜로니를 분리하였다. 균주는 계대배양을 통하여 순수 분리하였으며 장기 보관을 위하여 10~20% 글리세롤 현탁액 상태로 -80°C 초저온냉동고에 보관하였다.

다. 종 동정

분리한 균주의 16S rRNA 염기서열 분석을 위하여 9F(5' -GAGTTTGATCCTGGCTCAG-3')와 1512R(5' -ACGGCTACCTTGTTAC GACTT-3') 프라이머를 사용하여 PCR 증폭을 진행하였다. 증폭된 산물은 정제한 후 Macrogen, Inc.(Korea)에 의뢰하여 염기서열을 결정하였다.

균주의 염기서열은 GenBank의 BLASTn을 이용하여 근연 염기서열을 결정한 후 EzTaxon server 2.1(Chun et al. 2007)을 이용하여 종 수준을 동정하고 근연종을 분석하였다.

3. 미세조류

가. 조사지역 및 조사일시

1) 고산습지

대암산 용늪의 미세조류상 분석을 위해 2012년 4월부터 11월까지 1개월 간격으로 총 7회에 걸쳐 조사를 실시하였다(그림 3A).

2) 제주 곶자왈

동백동산 습지 내 미세조류상 분석을 위해 2012년 2월부터 10월까지 2개월 간격으로 총 5회에 걸쳐 조사를 실시하였다(그림 3B).

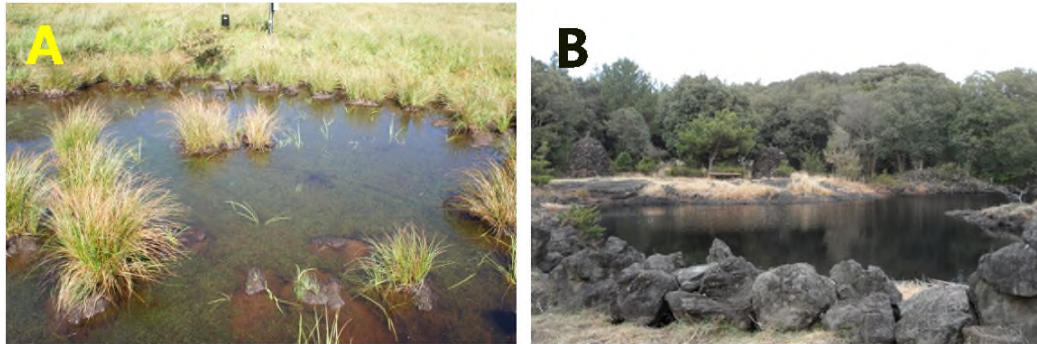


그림 3. 조사지역. A. 대암산 용늪, B. 제주 동백동산 습지

나. 조사방법

부유성 미세조류는 식물플랑크톤네트(mesh size 20 μ m)를 이용하여 표층수를 채집하였으며, 부착성 조류는 주로 수생식물을 채집하여 부드러운 솔로 잎과 줄기 부분을 끊어서 채집하였다(그림 4).

확보한 시료 중 일부는 현장에서 즉시 3~5% 중성 포르말린 용액으로 고정하였으며, 나머지는 생시료 그대로 아이스박스에 담아 실험실로 운반하여 배양체 분리에 사용하였다.



그림 4. 부착성 조류 확보를 위한 수생식물 채집. A. 대암산 용늪, B. 제주 동백동산 습지

다. 표본 제작 및 배양체 확보

채집한 부유성 및 부착성 조류 시료는 슬라이드표본 확보를 위해 글리세롤젤라틴(Glycerogelatin)을 이용하여 영구표본을 제작하였다. 부착성 조류 시료 중 부착 규조류의 동정과 슬라이드표본 확보를 위해 Permannaganate

method(Hendey, 1974)에 따라 세정한 후 Pleurax로 봉입하여 영구표본을 제작하였다. 슬라이드표본은 건조를 막기 위해 무색 매니큐어로 커버글라스 가장자리를 봉합하였다.

배양체는 단일종 배양을 통해 확보하였다. 현장에서 확보한 생시료는 슬라이드글라스에 적정량을 떨어뜨린 후 독립현미경(Olympus CKX41)으로 관찰하였다. 원하는 종을 분리하기 위해 파스퇴르피펫(Pasteur pipet) 끝을 가늘게 뽑아 그 끝을 자르고 모세관 현상을 이용하여 단일 세포를 분리하였으며, 멸균된 3차 증류수 또는 배양액(DY-V, DM 등)에 여러 번 세척하였다. 분리한 세포는 주기적으로 증식 여부를 확인하여 세포분열이 증식이 확인된 배양체는 DY-V 또는 DM(Diatom media) 약 40 ml을 넣은 배양플라스크에 계대하여 보관하였다. 배양체는 온도 15℃ 또는 22℃, 광도 3,000 lux, 명암주기 14L : 10D의 일정한 조건에서 배양하였다.

라. 종 동정 및 화상자료 확보

종 동정 및 출현종 목록 확보를 위해 광학현미경을 이용하여 400배 또는 1,000배에서 관찰하면서 동정하였다. 필요 시 광학현미경(Olympus BX51)과 현미경부착카메라(Olympus JP/DP72)를 사용하여 현미경 사진을 촬영한 후 동정하였다. 종 동정이 완료된 슬라이드표본은 종 위치를 커버글라스 위에 마커로 표시하여 라벨 부착 후 수장고에 수장하였다. 일부 배양체는 현미경 관찰을 통한 형태학적 분석 또는 형태학적 분석과 분자계통학적 분석(DNA 추출, rbcL 등 염기서열 분석)을 병행하여 종 동정하였다. 동정이 완료된 배양체는 라벨 부착 후 미세조류용 배양기에 보관하여 배양·유지하였다.

4. 지의류

가. 조사지역 및 조사일시

1) 제주 곶자왈

지의류상 분석을 위해 2012년 5월과 10월까지 총 2회에 걸쳐 선홍곶자왈 내 동백동산 일대를 조사하였다.

나. 조사 방법

국립생물자원관 생물자원관리시스템 구축 및 표준화 사업(2007, 2008)에 의거하여 수피, 토양 및 암석 위에 생육하는 지의류를 채집하였다.

다. 표본제작

국립생물자원관 생물자원관리시스템 구축 및 표준화 사업(2007, 2008, 2009)에 의거하여 수세에 의하여 주로 표본을 제작하였고 일부는 야외 표본제작법에 의거하여 제작하였다.

라. 종 동정

실체현미경을 이용하여 형태적 관찰과 hand razer section을 통한 생식기관 관찰 및 내부구조를 관찰하였다. 화학적 분석으로 Nylander의 정색반응법, TLC, MCT 등의 지의성분 검출법을 이용하여 형태적 특징과 화학성분을 이용하여 종 동정을 하였다.

III. 연구결과

고산습지 대암산 용늪 및 늪주변, 제주 선홍꽃자왈(동백동산 습지 및 주변), 화순꽃자왈 및 기타 꽃자왈(산양, 애월)의 미생물상을 조사한 결과 균류, 원핵생물, 미세조류, 지의류의 4개 분류군에서 총 226종 및 324종이 서식하는 것을 확인하였고 미생물 표본 및 배양체 총 799점을 확보하였다. 각 조사지역의 분류군별 조사 결과는 표2와 같다.

표 2. 고산습지 및 제주 꽃자왈의 출현종 및 표본/배양체 확보 현황

조사지역	분류군	출현종	확보표본(점)
대암산 용늪 및 늪 주변	고등균류	9목 23과 39속 51종	53
	원핵생물	12목 24과 49속 84종	130
	미세조류	6강 34속 91종	153
계		226종	336
선홍꽃자왈(동백동산 습지 및 주변), 화순꽃자왈 기타(산양, 애월)	고등균류	13목 30과 57속 84종	93
	원핵생물	12목 31과 57속 98종	170
	미세조류	8강 47속 115종	136
	지의류	8과 12속 27종	64
계		324종	463
총계		-	799

1. 고산습지 대암산 용늪 및 늪 주변의 미생물상

대암산 용늪 및 늪 주변의 미생물 각 분류군별 출현종 현황, 종목록, 그리고 확보표본/배양체 현황을 다음과 같다.

가. 균류

1) 출현종 현황

고등균류는 총 53점을 채집하였으며, 가장 우점하게 나타난 목은 주름버섯목(Agaricales)로 총 24점으로 거의 50%를 차지하였다. 채집이 이루어진 시기가 9월 초와 말이라는 점을 고려한다면 그물버섯류와 무당버섯류가 예상보다 적게 채집된 사실은 어느 정도 이해가 된다고 사료된다. 그물버섯류와 무당버섯류의 채집은 장마 직후인 7~8월경에 집중적으로 자실체를 형성하기 때문에 추후 채집시기를 달리한다면 다양한 그물버섯류와 무당버섯류의 채집이 가능할 것이다. 9월 6일에 실시된 채집에서는 지상생의 주름버섯류가 많이 채집된 반면, 9월 26, 27일에는 지상생이 거의 채집되지 않았다. 이는 대암산이 고지대이며, 기온이 빨리 낮아지는데 따른 결과라 사료된다.

2) 확보 표본

본 조사에서 건조 표본은 9목 23과 39속 51종임을 확보하였고, 확보된 표본의 목록은 표 3과 같다. 현재 속(genus) 수준에서는 동정이 마무리 되었지만, 종(species) 수준의 동정을 진행하고 있는 종들이 있다. 또한 몇 종은 현재 미기록종으로 추정되며, 향후 지속적인 연구를 통해 그 진위를 밝힐 계획이다.

표 3. 대암산 용늪 및 늪 주변 균류의 출현종 및 확보 표본 현황

목명	과명	종명	채집번호	
Agaricales	Agaricaceae	<i>Agaricus subrutilescens</i>	F20120906KCM01	
	Bolbitiaceae	<i>Conocybe</i> sp.	F20120906KCM04	
	Hydnangiaceae	<i>Laccaria</i> sp.	F20120926KCM02	
		<i>Mycena</i> sp.	F20120906KCM13	
	Hygrophoraceae	<i>Hygrocybe</i> sp.	F20120906KCM10	
	Inocybaceae	<i>Inocybe</i> sp.	F20120906KCM02	
		<i>Crepidotus</i> sp.	F20120906KCM19	
	Marasmiaceae	<i>Gymnopus</i> sp.	F20120926KCM01	
	Mycenaceae	<i>Mycena amygdalina</i>	F20120906KCM03	
		<i>Mycena pura</i>	F20120906KCM11	
		<i>Mycena</i> sp.	F20120926KCM05	
			F20120906KCM12	
			F20120927KCM03	
			<i>Panellus stypticus</i>	F20120927KCM14
	Physalacriaceae	<i>Oudemansiella mucida</i>	F20120906KCM05	
		<i>Armillaria mellea</i>	F20120906KCM06	
		<i>Armillaria ostoyae</i>	F20120926KCM08	
	Strophariaceae	<i>Hebeloma</i> sp.	F20120927KCM02	
		<i>Hypholoma sublateritium</i>	F20120926KCM13	
		<i>Pholiota</i> sp.	F20120926KCM06	
			F20120927KCM11	
Tricholomataceae	<i>Clitocybe</i> sp.	F20120926KCM07		
	<i>Collybia acervata</i>	F20120906KCM07		
	<i>Phyllotopsis nidulans</i>	F20120927KCM01		
Boletales	Boletaceae	<i>Leccinum griseum</i>	F20120906KCM15	
Cantharellales	Hydnaceae	<i>Hydnum repandum</i>	F20120927KCM12	
Helotiales	Incertae sedis	<i>Bisporella citrina</i>	F20120906KCM16	
		<i>Bjerkandera adusta</i>	F20120926KCM04	
Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	<i>Inonotus</i> sp.	F20120927KCM15	
		<i>Phellinus</i> sp.	F20120926KCM11	
			F20120927KCM10	

표 3. 계속

목명	과명	종명	채집번호
Pezizales	Helvellaceae	<i>Helvella</i> sp.	F20120906KCM17
Polyporales	Fomitopsidaceae	<i>Antrodia heteromorpha</i>	F20120926KCM09
		<i>Postia caesia</i>	F20120927KCM08
	Incertae sedis	<i>Crustodontia chrysocreas</i>	F20120906KCM09
	Meruliaceae	<i>Irpex lacteus</i>	F20120927KCM05
		<i>Mycoacia</i> sp.	F20120906KCM20
		<i>Phlebia chrysocreas</i>	F20120926KCM15
		<i>Phlebia tremellosus</i>	F20120927KCM06
	Phanerochaetaceae	<i>Pulcherricium caeruleum</i>	F20120926KCM10
	Polyporaceae	<i>Daedaleopsis tricolor</i>	F20120927KCM07
		<i>Oligoporus tephroleucus</i>	F20120906KCM23
<i>Trametes versicolor</i>		F20120927KCM09	
Russulales	Russulaceae	<i>Lactarius</i> sp.	F20120906KCM14
		<i>Russula emetica</i>	F20120906KCM18
		<i>Russula</i> sp.	F20120906KCM08
	Stereaceae	<i>Stereum gausapatum</i>	F20120926KCM14
		<i>Stereum hirsutum</i>	F20120906KCM21
		<i>Stereum</i> sp.	F20120926KCM03
		<i>Xylobolus frustulatus</i>	F20120927KCM04
	<i>Xylobolus spectabilis</i>	F20120906KCM22	
Xylariales	Xylariaceae	<i>Hypoxylon truncatum</i>	F20120927KCM13



그림 5. 대암산 용늪 및 늪 주변 균류 출현종 사진. A. *Agaricus subrutilescens*, B. *Oudemansiella mucida*, C. *Crustodontia chrysocreas*, D. *Mycena pura*, E. *Stereum hirsutum*, F. *Russula emetica*.

나. 원핵생물

1) 출현종 현황

본 연구에서는 대암산 용늪에서 채집한 시료에서 분리한 배양체를 대상으로 DNA 염기서열 분석 실험을 실시하였다. 염기서열 분석 결과에 근거하여 확보한 배양체 중 근연종과의 염기서열 유사도가 90% 이상을 나타내는 배양체 130 점을 선별하여 확보하였다.

확보한 원핵생물 배양체는 *Proteobacteria* 문에 13과 35속 48종으로 가장 많았으며, *Actinobacteria* 문에 5과 6속 12종, *Bacteroidetes* 문에 4과 6속 12종, *Firmicutes* 문에 2과 2속 12종으로 분석되었다(표 4).

표 4. 조사시기별 출현 종수

문	과	속	종
Actinobacteria	5	6	12
Bacteroidetes	4	6	12
Firmicutes	2	2	12
Proteobacteria	13	35	48
총계	24	49	84

본 연구에서 원핵생물 신종 후보종을 근연종과의 염기서열 유사도가 95% 이상이며 일반적으로 신종의 기준으로 명시되는 98.7% 미만에 해당하는 균주로 정의한다는 것에 근거하여 염기서열 유사도가 95% 이상 98.7% 미만에 해당하는 신종 후보 균주는 약 66주로 나타났으며, *Proteobacteria* 문에서 43주가 발굴되어 가장 많은 수를 차지하는 것으로 나타났다(※원핵생물의 경우 분류군의 특성상 염기서열의 유사도 결과에만 기초하여 신종 유무를 판단할 수 없기 때문에 본 연구에서 제시하는 신종 후보 종수는 추후 연구 결과에 따라 가변적임을 명시함).

2) 확보 표본 및 배양체

본 조사에서 배양체는 12목 24과 49속 84종으로 총 130점을 확보하였고, 확보 배양체의 목록은 표 5와 같다.

표 5. 대암산 용늪 및 늪 주변 원핵생물 출현종 및 확보 배양체 현황

연번	문명	종명	배양체 번호
1	Actinobacteria	<i>Arthrobacter</i> sp.	YN007
2	Actinobacteria	<i>Arthrobacter</i> sp.	YN008
3	Actinobacteria	<i>Arthrobacter</i> sp.	DA005
4	Actinobacteria	<i>Arthrobacter</i> sp.	YN021
5	Actinobacteria	<i>Fronidhabitans</i> sp.	YN005
6	Actinobacteria	<i>Kitasatospora</i> sp.	DAS003
7	Actinobacteria	<i>Microbacterium</i> sp.	YN004
8	Actinobacteria	<i>Mycobacterium</i> sp.	DAS071
9	Actinobacteria	<i>Mycobacterium</i> sp.	DAS067
10	Actinobacteria	<i>Mycobacterium</i> sp.	DAS076
11	Actinobacteria	<i>Rhodococcus</i> sp.	DAS058
12	Actinobacteria	<i>Rhodococcus</i> sp.	DAS002
13	Bacteroidetes	<i>Chryseobacterium</i> sp.	DAS043
14	Bacteroidetes	<i>Flavobacterium</i> sp.	DA006
15	Bacteroidetes	<i>Flavobacterium</i> sp.	DAS070
16	Bacteroidetes	<i>Flavobacterium</i> sp.	DA013
17	Bacteroidetes	<i>Flavobacterium</i> sp.	DAS077
18	Bacteroidetes	<i>Flavobacterium</i> sp.	DAS068
19	Bacteroidetes	<i>Flavobacterium</i> sp.	DAS074
20	Bacteroidetes	<i>Flectobacillus</i> sp.	DAS064
21	Bacteroidetes	<i>Mucilaginibacter</i> sp.	YN002
22	Bacteroidetes	<i>Mucilaginibacter</i> sp.	YN023
23	Bacteroidetes	<i>Mucilaginibacter</i> sp.	DAS063
24	Bacteroidetes	<i>Mucilaginibacter</i> sp.	DAS005
25	Bacteroidetes	<i>Mucilaginibacter</i> sp.	DY032
26	Bacteroidetes	<i>Pedobacter</i> sp.	DAS028
27	Bacteroidetes	<i>Pedobacter</i> sp.	DAS029
28	Bacteroidetes	<i>Pedobacter</i> sp.	DAS020
29	Bacteroidetes	<i>Pedobacter</i> sp.	DAS049
30	Bacteroidetes	<i>Pedobacter</i> sp.	DAS050
31	Bacteroidetes	<i>Pedobacter</i> sp.	DAS048
32	Bacteroidetes	<i>Terrimonas</i> sp.	DAS024

표 5. 계속.

연번	문명	종명	배양체 번호
33	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	YN001
34	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DA004
35	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	YN022
36	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DAS011
37	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DAS040
38	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DA003
39	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	YN026
40	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DAS019
41	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DAS026
42	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DY051
43	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	DAS025
44	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	DAS009
45	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	DAS010
46	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	DAS054
47	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	DAS042
48	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	YN006
49	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	YN024
50	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	DAS053
51	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	DAS033
52	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	DY020
53	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	DY021
54	Proteobacteri	<i>Rahnella</i> sp.	DAS061
55	Proteobacteri	<i>Rhizobacter</i> sp.	DAS046
56	Proteobacteri	<i>Rhizobacter</i> sp.	YN018
57	Proteobacteri	<i>Rhizobacter</i> sp.	DAS047
58	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	DAS072
59	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	DY031
60	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	DY037
61	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	DY048
62	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	DY042
63	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	DY045
64	Proteobacteria	<i>Bosea</i> sp.	DAS041
65	Proteobacteria	<i>Brevundimonas</i> sp.	DAS051
66	Proteobacteria	<i>Brevundimonas</i> sp.	DY049
67	Proteobacteria	<i>Burkholderia</i> sp.	YN010
68	Proteobacteria	<i>Burkholderia</i> sp.	YN014
69	Proteobacteria	<i>Caulobacter</i> sp.	DAS001

표 5. 계속.

연번	문명	종명	배양체 번호
70	Proteobacteria	<i>Chitinibacter</i> sp.	DAS004
71	Proteobacteria	<i>Chromobacterium</i> sp.	DAS022
72	Proteobacteria	<i>Curvibacter</i> sp.	YN012
73	Proteobacteria	<i>Curvibacter</i> sp.	DD069
74	Proteobacteria	<i>Curvibacter</i> sp.	DAS031
75	Proteobacteria	<i>Dechloromonas</i> sp.	DAS030
76	Proteobacteria	<i>Deefgea</i> sp.	YN017
77	Proteobacteria	<i>Delftia</i> sp.	DAS045
78	Proteobacteria	<i>Duganella</i> sp.	YN003
79	Proteobacteria	<i>Duganella</i> sp.	YN009
80	Proteobacteria	<i>Duganella</i> sp.	DAS052
81	Proteobacteria	<i>Duganella</i> sp.	YN019
82	Proteobacteria	<i>Duganella</i> sp.	YN025
83	Proteobacteria	<i>Duganella</i> sp.	DY046
84	Proteobacteria	<i>Enterobacter</i> sp.	DAS021
85	Proteobacteria	<i>Herminiimonas</i> sp.	DY023
86	Proteobacteria	<i>Herminiimonas</i> sp.	DY026
87	Proteobacteria	<i>Herminiimonas</i> sp.	DY027
88	Proteobacteria	<i>Herminiimonas</i> sp.	DY035
89	Proteobacteria	<i>Ideonella</i> sp.	DAS016
90	Proteobacteria	<i>Ideonella</i> sp.	DAS017
91	Proteobacteria	<i>Ideonella</i> sp.	DAS015
92	Proteobacteria	<i>Iodobacter</i> sp.	DY030
93	Proteobacteria	<i>Janthinobacterium</i> sp.	DAS013
94	Proteobacteria	<i>Janthinobacterium</i> sp.	DY019
95	Proteobacteria	<i>Limnohabitans</i> sp.	DAS014
96	Proteobacteria	<i>Massilia</i> sp.	DAS069
97	Proteobacteria	<i>Methylobacterium</i> sp.	YN015
98	Proteobacteria	<i>Methylobacterium</i> sp.	DAS056
99	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DAS032
100	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DD067
101	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DAS075
102	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DAS037
103	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DY022
104	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DY025
105	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DY028
106	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DY029

표 5. 계속.

연번	문명	종명	배양체 번호
107	Proteobacteria	<i>Pelomonas</i> sp.	YN011
108	Proteobacteria	<i>Pelomonas</i> sp.	DAS062
109	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	DAS060
110	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	DAS034
111	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	DAS035
112	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	DAS036
113	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	DAS073
114	Proteobacteria	<i>Pseudoxanthomonas</i> sp.	DY050
115	Proteobacteria	<i>Serratia</i> sp.	DAS039
116	Proteobacteria	<i>Serratia</i> sp.	DAS044
117	Proteobacteria	<i>Serratia</i> sp.	DY056
118	Proteobacteria	<i>Sphingomonas</i> sp.	YN016
119	Proteobacteria	<i>Sphingomonas</i> sp.	YN020
120	Proteobacteria	<i>Sphingomonas</i> sp.	DAS055
121	Proteobacteria	<i>Sphingopyxis</i> sp.	DAS059
122	Proteobacteria	<i>Stenotrophomonas</i> sp.	DAS057
123	Proteobacteria	<i>Uliginosibacterium</i> sp.	DD063
124	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	DAS066
125	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	YN013
126	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	DY005
127	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	DY059
128	Proteobacteria	<i>Vogesella</i> sp.	DAS006
129	Proteobacteria	<i>Yersinia</i> sp.	DAS023
130	Proteobacteria	<i>Zoogloea</i> sp.	DAS007

다. 미세조류

1) 출현종 현황

본 연구를 통해 2012년 4월에서 11월까지 대암산 용늪에서 출현한 미세조류는 6강에 속하는 34속 91종으로 나타났다(표 6과 7). 분류군별로 규조류 54종으로 가장 높게 나타났으며, 녹조류 24종, 유글레나조류 7종, 시누라조류 4종, 와편모조류 1종, 은편모조류 1종 순으로 나타났다. 이 중 녹조류 *Staurastrum alternans*, *S. furcigerum* 등은 모든 조사시기에서 관찰되었으며, 규조류 *Sellaphora pupula*, *Tabellaria fenestrata* 등도 대부분의 조사시기에 관찰되었다. 규조류 *Stenopterobia curvula*와 *S. delicatissima*는 국내 미기록종이다. *Cymbella* sp.1과 *Diatoma* sp.는 미발굴종으로 예상되며, 추후 추가적인 분석을 통한 재동정이 필요하다.

표 6. 조사시기별 출현 종수

	총계	4월	5월	6월	7월	9월	10월	11월
출현종수(종)	91	28	33	31	15	28	14	17

표 7. 대암산 용늪의 미세조류 출현종 목록

	4월	5월	6월	7월	9월	10월	11월
Chlorophyceae 녹조강	6종	12종	13종	3종	9종	2종	3종
<i>Actinotaenium globosum</i>					+		
<i>Closterium acerosum</i>		+					
<i>C. acutum</i>		+					
<i>C. diana</i>	+	+	+				
<i>C. cornu</i>	+		+				
<i>C. didymotocum</i>		+					
<i>C. praelongum</i> var. <i>brevius</i>	+	+	+				
<i>C. rostratum</i>		+					
<i>C. striolatum</i>		+	+				
<i>C. tumidum</i>			+				
<i>Cosmarium auriculatum</i> var. <i>subtruncatum</i>					+		
<i>Euastrum ansatum</i> var. <i>pyxidatum</i>					+		
<i>E. binale</i> var. <i>gutwinskii</i>			+		+		
<i>Hyalotheca dissiliens</i>	+				+		
<i>Scenedesmus acunae</i>			+				
<i>S. brevispina</i>			+	+			
<i>Scenedesmus</i> sp.		+					
<i>Staurastrum alternans</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. avicula</i>		+	+		+		
<i>S. cuspidatum</i>							+
<i>S. dispar</i>			+				
<i>S. furcigerum</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. hirsutum</i>		+	+				
<i>Staurastrum</i> sp.					+		
Dinophyceae 와편모조강	1종	1종	1종	0종	0종	0종	1종
<i>Peridinium</i> sp.	+	+	+				+
Synurophyceae 시누라조강	0종	2종	0종	0종	0종	1종	2종
<i>Mallomonas</i> sp.1		+		+		+	
<i>Mallomonas</i> sp.2		+					
<i>Synura</i> sp.1							+
<i>Synura</i> sp.2							+
Euglenophyceae 유글레나조강	4종	2종	3종	1종	1종	0종	0종
<i>Euglena</i> sp.		+	+				
<i>Euglena</i> sp.1	+						
<i>Euglena</i> sp.2	+			+			
<i>Euglena</i> sp.3	+						

표 7. 계속.

	4월	5월	6월	7월	9월	10월	11월
<i>Phacus carinatus</i>		+	+				
<i>P. curvicauda</i>	+						
<i>Trachelomonas abrupta</i>			+		+		
Cryptophyceae 은편모조강	0종	0종	0종	0종	0종	1종	0종
<i>Cryptomonas</i> sp.						+	
Bacillariophyceae 규조강	17종	16종	14종	11종	18종	10종	11종
<i>Achnanthes</i> sp.		+					
<i>Aulacoseira alpigena</i>		+					
<i>Aulacoseira</i> sp.1	+						
<i>Aulacoseira</i> sp.2		+					
<i>Brachysira brebissonii</i>	+		+				
<i>Cymbella naviculiformis</i>		+					
<i>C. perpusilla</i>	+	+					+
<i>Cymbella</i> sp.1 *		+					
<i>Cymbella</i> sp.2			+				
<i>Cymbella</i> sp.3				+		+	
<i>Diatoma mesodon</i>					+		
<i>Diatoma</i> sp. *					+		
<i>Diploneis subovalis</i>						+	
<i>Encyonema lunatum</i>	+	+	+				+
<i>Eunotia arcus</i> var. <i>bidens</i>					+		
<i>E. bilunaris</i>	+						
<i>E. implicata</i>			+	+			
<i>E. islandica</i>	+		+				
<i>E. muscicola</i>				+			
<i>E. serra</i>		+		+			
<i>Frustulia rhomboides</i>			+				
<i>Gomphonema hebridense</i>	+	+	+	+			
<i>G.parvulum</i>			+		+		+
<i>Gomphonema</i> sp.						+	
<i>Hantzschia amphioxys</i>				+			
<i>Navicula placenta</i>					+		
<i>Neidium bisulcatum</i> var. <i>subampliatum</i>	+						
<i>N. hercynicum</i>							+
<i>N. iridis</i>			+				
<i>Neidium</i> sp.1		+		+			
<i>Neidium</i> sp.2					+		

표 7. 계속.

	4월	5월	6월	7월	9월	10월	11월
<i>Nitzschia acidoclinata</i>	+						
<i>N. gracilis</i>					+		
<i>N. perminuta</i>					+		+
<i>Pinnularia brauniana</i>			+			+	
<i>P. brebissonii</i>		+			+		
<i>P. macilenta</i>	+		+		+		
<i>P. microstauron</i>				+	+		
<i>P. schoenfelderi</i>					+		
<i>P. subcapitata</i>	+						
<i>P. subcommutata</i>	+				+		
<i>P. viridiformis</i>			+				
<i>Pinnularia</i> sp.1					+		
<i>Pinnularia</i> sp.2						+	
<i>Pinnularia</i> sp.3	+				+		
<i>Sellaphora pupula</i>	+		+	+		+	+
<i>Stauroneis anceps</i>	+	+				+	
<i>S. phoenicenteron</i>	+	+			+	+	
<i>Stenopterobia curvula</i> **		+					
<i>S. delicatissima</i> **							+
<i>Surirrella</i> sp.		+		+	+		+
<i>Tabellaria fenestrata</i>		+	+		+	+	+
<i>T. flocculosa</i>	+			+			+
<i>Tabellaria</i> sp.						+	+

*: 미발굴종

**: 국내 미기록종

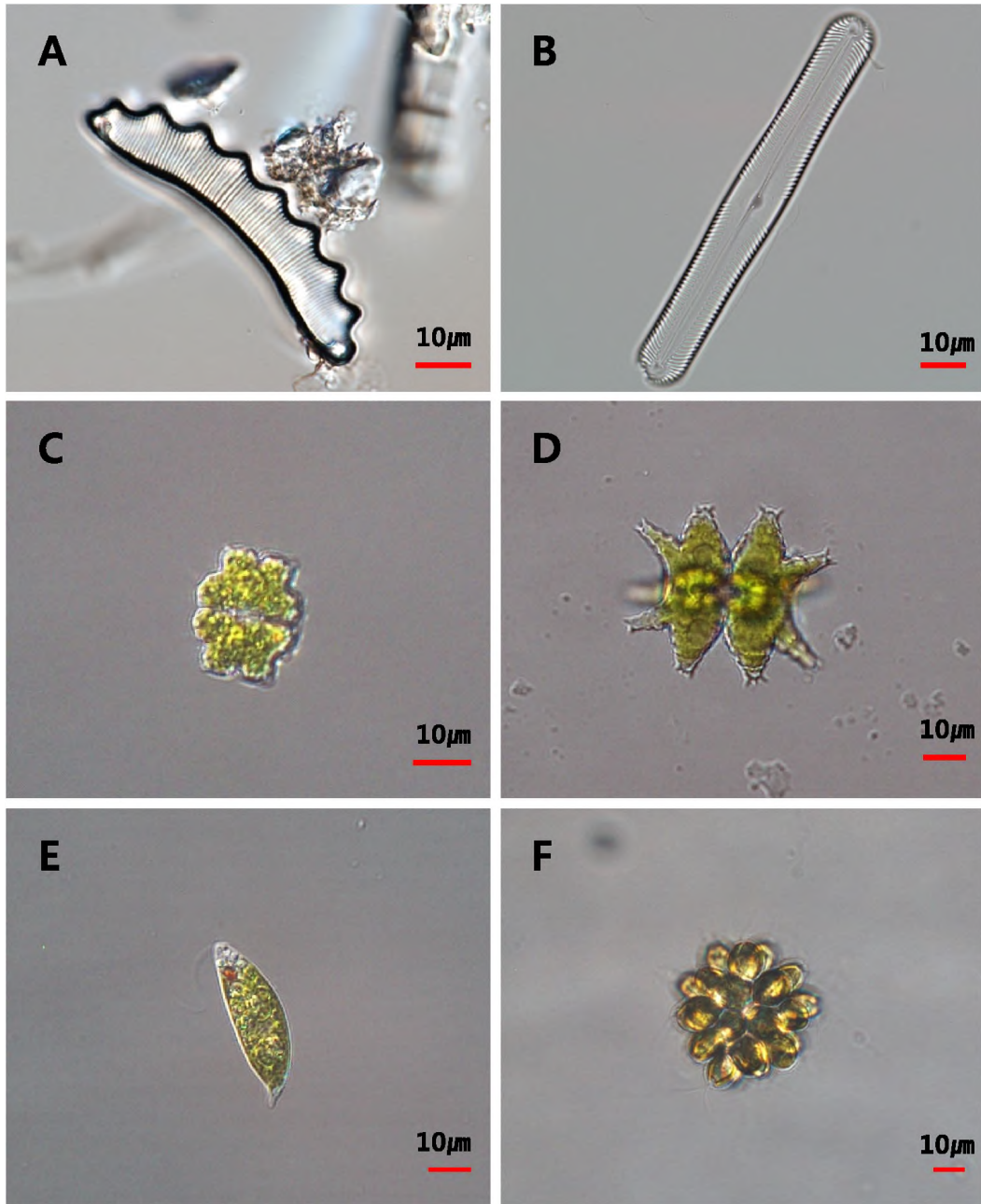


그림 6. 대암산 용늪 및 늪 주변 미세조류 출현 종. A. *Eunotia serra*, B. *Pinnularia macilenta*, C. *Euastrum binale* var. *gutwinskii*, D. *Staurastrum furcigerum*, E. *Euglena* sp., F. *Synura* sp.

2) 확보 표본 및 배양체

본 조사에서 미세조류 슬라이드표본 및 배양체는 5장 32속 81종으로 총 136 점을 확보하였고, 확보 표본 및 배양체 목록은 표 8과 같다.

표 8. 대암산 용늪 확보 미세조류 표본/배양체 현황

연번	강명	종명	표본/배양체 번호	비고
1	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i> sp.	DASYN120516-15	표본
2		<i>Aulacoseira alpigena</i>	DASYN120516-6	표본
3		<i>Aulacoseira alpigena</i>	DASYN120516-13	표본
4		<i>Aulacoseira</i> sp.1	DASYN120418-6	표본
5		<i>Aulacoseira</i> sp.2	DASYN120516-5	표본
6		<i>Brachysira brebissonii</i>	DASYN120418-2	표본
7		<i>Brachysira brebissonii</i>	DASYN120629-4	표본
8		<i>Cymbella naviculiformis</i>	DASYN120516-4	표본
9		<i>Cymbella perpusilla</i>	DASYN121105-8	표본
10		<i>Cymbella</i> sp.1	DASYN120516-1	표본
11		<i>Cymbella</i> sp.2	DASYN120629-8	표본
12		<i>Cymbella</i> sp.3	DASYN120731-11	표본
13		<i>Cymbella</i> sp.3	DASYN121008-4	표본
14		<i>Diatoma mesodon</i>	DASYN120906-4	표본
15		<i>Diatoma</i> sp.	DASYN120906-2	표본
16		<i>Diploneis subovalis</i>	DASYN121008-10	표본
17		<i>Encyonema lunatum</i>	DASYN120418-12	표본
18		<i>Encyonema lunatum</i>	DASYN120516-10	표본
19		<i>Encyonema lunatum</i>	DASYN120629-3	표본
20		<i>Encyonema lunatum</i>	DASYN121105-3	표본
21		<i>Eunotia arcus bidens</i>	DASYN120906-11	표본
22		<i>Eunotia bilunaris</i>	DASYN120418-3	표본
23		<i>Eunotia implicata</i>	DASYN120629-7	표본
24		<i>Eunotia implicata</i>	DASYN120731-4	표본
25		<i>Eunotia islandica</i>	DASYN120418-15	표본
26		<i>Eunotia islandica</i>	DASYN120629-6	표본
27		<i>Eunotia islandica</i>	DASYN120629-13	표본
28		<i>Eunotia muscicola</i>	DASYN120731-3	표본
29		<i>Eunotia pseudopapilio</i>	DASYN121008-2	표본
30		<i>Eunotia serra</i>	DASYN120516-3	표본
31		<i>Eunotia serra</i>	DASYN120731-6	표본

표 8. 계속.

연번	강명	종명	표본/배양체 번호	비고
32	Bacillariophyceae	<i>Frustulia rhomboides</i>	DASYN120629-10	표본
33		<i>Gomphonema hebridense</i>	DASYN120418-11	표본
34		<i>Gomphonema hebridense</i>	DASYN120516-8	표본
35		<i>Gomphonema hebridense</i>	DASYN120629-11	표본
36		<i>Gomphonema hebridense</i>	DASYN120731-8	표본
37		<i>Gomphonema parvulum</i>	DASYN120629-1	표본
38		<i>Gomphonema parvulum</i>	DASYN120906-7	표본
39		<i>Gomphonema parvulum</i>	DASYN121105-6	표본
40		<i>Gomphonema</i> sp.	DASYN121008-3	표본
41		<i>Hantzschia amphioxys</i>	DASYN120731-9	표본
42		<i>Navicula placenta</i>	DASYN120906-1	표본
43		<i>Neidium bisulcatum</i> var. <i>subampliatum</i>	DASYN120418-9	표본
44		<i>Neidium hercynicum</i>	DASYN121105-7	표본
45		<i>Neidium iridis</i>	DASYN120629-12	표본
46		<i>Neidium</i> sp.1	DASYN120516-11	표본
47		<i>Neidium</i> sp.1	DASYN120731-2	표본
48		<i>Neidium</i> sp.2	DASYN120906-6	표본
49		<i>Nitzschia acidoclinata</i>	DASYN120418-4	표본
50		<i>Nitzschia gracilis</i>	DASYN120731-10	표본
51		<i>Nitzschia perminuta</i>	DASYN120906-14	표본
52		<i>Nitzschia perminuta</i>	DASYN121105-10	표본
53		<i>Pinnularia brauniana</i>	DASYN120629-15	표본
54		<i>Pinnularia brauniana</i>	DASYN121008-1	표본
55		<i>Pinnularia brebissonii</i>	M_AL_C20120042	배양체
56		<i>Pinnularia brebissonii</i>	M_AL_C20120096	배양체
57		<i>Pinnularia brebissonii</i>	DASYN120906-8	표본
58		<i>Pinnularia bmacilenta</i>	DASYN120418-10	표본
59		<i>Pinnularia bmacilenta</i>	DASYN120629-5	표본
60		<i>Pinnularia bmacilenta</i>	M_AL_C20120095	배양체
61		<i>Pinnularia microstauron</i>	DASYN120731-1	표본
62		<i>Pinnularia microstauron</i>	DASYN120906-9	표본
63		<i>Pinnularia microstauron</i>	DASYN120906-12	표본
64		<i>Pinnularia schoenfelderi</i>	M_AL_C20120097	배양체
65		<i>Pinnularia subcapitata</i>	DASYN120418-5	표본
66		<i>Pinnularia subcommutata</i>	DASYN120418-14	표본
67		<i>Pinnularia subcommutata</i>	DASYN120906-5	표본

표 8. 계속.

연번	강명	종명	표본/배양체 번호	비고
68	Bacillariophyceae	<i>Pinnularia viridiformis</i>	DASYN120629-2	표본
69		<i>Pinnularia</i> sp.1	DASYN120906-15	표본
70		<i>Pinnularia</i> sp.2	DASYN121008-5	표본
71		<i>Pinnularia</i> sp.3	M_AL_C20120039	배양체
72		<i>Pinnularia</i> sp.3	M_AL_C20120094	배양체
73		<i>Sellaphora pupula</i>	DASYN120418-8	표본
74		<i>Sellaphora pupula</i>	DASYN120629-14	표본
75		<i>Sellaphora pupula</i>	DASYN120731-5	표본
76		<i>Sellaphora pupula</i>	M_AL_C20120084	배양체
77		<i>Sellaphora pupula</i>	DASYN121008-9	표본
78		<i>Sellaphora pupula</i>	DASYN121105-5	표본
79		<i>Stauroneis anceps</i>	DASYN120418-7	표본
80		<i>Stauroneis anceps</i>	DASYN120516-12	표본
81		<i>Stauroneis anceps</i>	DASYN121008-6	표본
82		<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	DASYN120418-13	표본
83		<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	DASYN120516-14	표본
84		<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	M_AL_C20120041	배양체
85		<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	DASYN120906-3	표본
86		<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	DASYN121008-7	표본
87		<i>Stenopterobia curvula</i>	DASYN120516-9	표본
88		<i>Stenopterobia delicatissima</i>	DASYN121105-4	표본
89		<i>Surirella</i> sp.	DASYN120516-7	표본
90		<i>Surirella</i> sp.	DASYN120731-7	표본
91		<i>Surirella</i> sp.	DASYN120906-13	표본
92		<i>Surirella</i> sp.	DASYN121105-9	표본
93		<i>Tabellaria fenestrata</i>	M_AL_C20120040	배양체
94		<i>Tabellaria fenestrata</i>	DASYN120516-2	표본
95		<i>Tabellaria fenestrata</i>	DASYN120629-9	표본
96		<i>Tabellaria fenestrata</i>	DASYN120906-10	표본
97		<i>Tabellaria fenestrata</i>	DASYN121008-8	표본
98		<i>Tabellaria fenestrata</i>	DASYN121105-1	표본
99		<i>Tabellaria flocculosa</i>	DASYN120418-1	표본
100		<i>Tabellaria flocculosa</i>	M_AL_C20120083	배양체
101		<i>Tabellaria flocculosa</i>	DASYN121105-2	표본
102		<i>Tabellaria</i> sp.	M_AL_C20120136	배양체
103		<i>Tabellaria</i> sp.	M_AL_C20120143	배양체

표 8. 계속.

연번	강명	종명	표본/배양체 번호	비고
104	Chlorophyceae	<i>Actinotaenium globosum</i>	M_AL_C20120093	배양체
105		<i>Closterium acerosum</i>	M_AL_C20120043	배양체
106		<i>Closterium cornu</i>	M_AL_C20120034	배양체
107		<i>Closterium cornu</i>	M_AL_C20120046	배양체
108		<i>Closterium cornu</i>	M_AL_C20120072	배양체
109		<i>Closterium diana</i>	M_AL_C20120073	배양체
110		<i>Closterium rostratum</i>	M_AL_C20120045	배양체
111		<i>Cosmarium auriculatum</i> var. <i>subtruncatum</i>	M_AL_C20120132	배양체
112		<i>Cosmarium auriculatum</i> var. <i>subtruncatum</i>	M_AL_C20120090	배양체
113		<i>Euastrum ansatum</i> var. <i>pyxidatum</i>	M_AL_C20120091	배양체
114		<i>Euastrum binale</i> var. <i>gutwinskii</i>	M_AL_C20120075	배양체
115		<i>Hyalotheca dissiliens</i>	M_AL_C20120036	배양체
116		<i>Hyalotheca dissiliens</i>	M_AL_C20120092	배양체
117		<i>Scenedesmus brevispina</i>	M_AL_C20120069	배양체
118		<i>Scenedesmus brevispina</i>	M_AL_C20120079	배양체
119		<i>Scenedesmus brevispina</i>	M_AL_C20120080	배양체
120		<i>Staurastrum alternans</i>	M_AL_C20120035	배양체
121		<i>Staurastrum alternans</i>	M_AL_C20120130	배양체
122		<i>Staurastrum alternans</i>	M_AL_C20120137	배양체
123		<i>Staurastrum alternans</i>	M_AL_C20120140	배양체
124		<i>Staurastrum avicula</i>	M_AL_C20120071	배양체
125		<i>Staurastrum avicula</i>	M_AL_C20120076	배양체
126		<i>Staurastrum avicula</i>	M_AL_C20120078	배양체
127		<i>Staurastrum avicula</i>	M_AL_C20120085	배양체
128		<i>Staurastrum avicula</i>	M_AL_C20120087	배양체
129		<i>Staurastrum cuspidatum</i>	M_AL_C20120139	배양체
130		<i>Staurastrum dispar</i>	M_AL_C20120070	배양체
131		<i>Staurastrum furcigerum</i>	M_AL_C20120032	배양체
132		<i>Staurastrum furcigerum</i>	M_AL_C20120033	배양체
133		<i>Staurastrum furcigerum</i>	M_AL_C20120044	배양체
134		<i>Staurastrum furcigerum</i>	M_AL_C20120074	배양체
135		<i>Staurastrum furcigerum</i>	M_AL_C20120086	배양체
136		<i>Staurastrum furcigerum</i>	M_AL_C20120089	배양체
137		<i>Staurastrum furcigerum</i>	M_AL_C20120128	배양체
138		<i>Staurastrum furcigerum</i>	M_AL_C20120131	배양체
139		<i>Staurastrum furcigerum</i>	M_AL_C20120138	배양체
140		<i>Staurastrum lapponicum</i>	M_AL_C20120129	배양체

표 8. 계속.

연번	강명	종명	표본/배양체 번호	비고
141	Chlorophyceae	<i>Staurastrum</i> sp.	M_AL_C20120088	배양체
142	Cryptophyceae	<i>Cryptomonas</i> sp.	M_AL_C20120134	배양체
143		<i>Cryptomonas</i> sp.	M_AL_C20120135	배양체
144	Euglenophyceae	<i>Euglena</i> sp.1	DASYN120418-18	표본
145		<i>Euglena</i> sp.2	M_AL_C20120037	배양체
146		<i>Euglena</i> sp.2	M_AL_C20120081	배양체
147		<i>Euglena</i> sp.3	M_AL_C20120038	배양체
148		<i>Phacus curvicauda</i>	DASYN120418-16	표본
149		<i>Phacus curvicauda</i>	DASYN120418-17	표본
150	Synurophyceae	<i>Mallomonas</i> sp.	M_AL_C20120082	배양체
151		<i>Mallomonas</i> sp.	M_AL_C20120133	배양체
152		<i>Synura</i> sp.1	M_AL_C20120141	배양체
153		<i>Synura</i> sp.2	M_AL_C20120142	배양체

2. 제주 꽃자왈의 미생물상

선흘꽃자왈 내 동백동산 습지 및 주변과 화순꽃자왈 및 기타 꽃자왈(산양, 애월꽃자왈 일부)의 미생물 각 분류군별 출현종 현황, 종목록, 그리고 확보표본/배양체 현황을 다음과 같다.

가. 균류

1) 출현종 현황

선흘꽃자왈 내 동백동산 습지 및 주변의 채집은 주로 9월과 10월에 이루어졌으며, 이는 고등균류의 생육특성에 비추어볼 때 조금은 늦었다고 할 수 있다. 일반적으로 고등균류는 장마 이후인 7월~8월 사이에 가장 많은 종이 발생함을 감안할 때 본 조사에서 출현하는 종은 기온 25도 안팎에서 서식하는 종들이 대부분이었다고 할 수 있다. 또한 선흘꽃자왈의 동백동산은 주로 상록 활엽수로 이루어진 곳으로 식생이 종가시나무, 참가시나무, 동백나무 등으로 다양성이 낮다고 보여 진다. 수목의 종 다양성이 낮다는 것은 고등균류의 다양성을 낮추는 한 요인 중의 하나이다.

2) 확보 표본

본 조사에서 건조표본은 13목 30과57속 84종으로 총 93점을 확보하였고, 분류군별 확보표본의 목록은 표 9와 같다. 가장 많은 표본이 채집된 목(order)은 주름버섯목(Agaricales)이며, 그 다음은 구멍장이버섯목(Polyporales)이었다. 가장 우점한 속(genus)은 광대버섯속(Amanita)이었으며, 일반적으로 많이 채집되는 무당버섯속(Russula)의 표본이 거의 채집되지 않은 점은 특이할 만한 점이었다.

표 9. 선홍꽃자왈 내 동백동산 주변 균류의 출현종 및 확보 표본 현황

목명	과명	종명	채집번호	
Agaricales	Agaricaceae	<i>Agaricus arvensis</i>	F20120910KCM13	
		<i>Agaricus</i> sp.	F20120912KCM18	
		<i>Lepiota</i> sp.	F20120912KCM23	
	Amanitaceae	<i>Amanita spissacea</i>	F20120910KCM07	
		<i>Amanita virgineoides</i>	F20120910KCM15	
		<i>Amanita</i> sp.	F20121010KCM07	
		<i>Amanita</i> sp.	F20121010KCM02	
		<i>Amanita</i> sp.	F20121010KCM05	
		<i>Amanita</i> sp.	F20121011KCM01	
		<i>Amanita</i> sp.	F20120910KCM02	
		<i>Amanita</i> sp.	F20120910KCM17	
		Hydnangiaceae	<i>Laccaria amethystina</i>	F20120910KCM05
			<i>Laccaria</i> sp.	F20121010KCM06
	<i>Laccaria</i> cf. <i>laccata</i>		F20120912KCM22	
	<i>Laccaria vinaceoavellanea</i>		F20120912KCM24	
	Inocybaceae	<i>Crepidotus mollis</i>	F20120910KCM21	
	Marasmiaceae	<i>Marasmiellus candidus</i>	F20120910KCM06	
		<i>Marasmius</i> sp.	F20120912KCM12	
	Mycenaceae	<i>Mycena</i> sp.	F20120414KCM01	
		<i>Panellus stypticus</i>	F20121012KCM01	
	Physalacriaceae	<i>Flammulina velutipes</i>	F20120215KCM11	
		<i>Hymenopellis</i> sp.	F20120912KCM21	
		<i>Oudemansiella radicata</i>	F20120912KCM16	
		<i>Oudemansiella</i> sp.	F20120910KCM18	
		<i>Cyptotrama asprata</i>	F20120912KCM10	
	Pleurotaceae	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	F20120912KCM09	
	Psathyrellaceae	<i>Psathyrella</i> sp.	F20120912KCM17	
	Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum commune</i>	F20120215KCM12	
		<i>Schizophyllum</i> sp.	F20120414KCM05	
	Strophariaceae	<i>Gymnopilus picreus</i>	F20121010KCM01	
		<i>Pholiota mutabilis</i>	F20120910KCM01	
	Tricholomataceae	<i>Collybia</i> sp.	F20120912KCM14	
		<i>Tricholoma</i> sp.	F20121012KCM02	
Auriculariales	Auriculariaceae	<i>Auricularia auricula-judae</i>	F20120215KCM01	
		<i>Auricularia</i> sp.	F20120414KCM06	
		<i>Auricularia</i> sp.	F20120912KCM19	
	Incertae sedis	<i>Guepinia</i> sp.	F20120910KCM09	

표 9. 계속.

목명	과명	종명	채집번호		
Boletales	Boletaceae	<i>Boletus</i> sp.	F20120910KCM11		
		<i>Boletus</i> sp.	F20120910KCM16		
		<i>Boletus</i> sp.	F20120912KCM11		
		<i>Leccinum hortionii</i>	F20120910KCM24		
		<i>Strobilomyces confusus</i>	F20120912KCM07		
		<i>Tylopilus</i> sp.	F20120910KCM08		
		<i>Xerocomus</i> sp.	F20120912KCM20		
	Diplocystidiaceae	<i>Astraeus hygrometricus</i>	F20120215KCM05		
	Gyroporaceae	<i>Gyroporus</i> sp.	F20120910KCM12		
Cantharellales	Hydnaceae	<i>Hydnum repandum</i>	F20120912KCM06		
Helotiales	Incertae sedis	<i>Bisporella citrina</i>	F20120910KCM19		
Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	<i>Hydnochaete tabacinoides</i>	F20120215KCM08		
		<i>Hymenochaete</i> sp.	F20120910KCM25		
		<i>Hymenochaete</i> sp.	F20120910KCM26		
		<i>Phellinus gilvus</i>	F20121012KCM04		
		<i>Phellinus</i> sp.	F20120215KCM04		
		<i>Phellinus</i> sp.	F20121011KCM04		
		Schizoporaceae	<i>Schizopora</i> sp.	F20121011KCM02	
		Hypocreales	Hypocreaceae	<i>Hypocrea</i> sp.	F20121012KCM03
		Leotiales	Leotiaceae	<i>Leotia lubrica</i> f. <i>lubrica</i>	F20120910KCM03
		Phallales	Phallaceae	<i>Mutinus caninus</i>	F20120910KCM10
Polyporales	Fomitopsidaceae	<i>Antrodia albida</i>	F20120414KCM03		
		<i>Antrodia</i> sp.	F20120215KCM03		
		<i>Postia stiptica</i>	F20120912KCM03		
	Meruliaceae	<i>Phlebia chrysocreas</i>	F20121010KCM08		
		<i>Steccherinum ochraceum</i>	F20120910KCM20		
	Polyporaceae	<i>Cerrena consors</i>	F20120215KCM06		
		<i>Cerrena</i> sp.	F20121011KCM05		
		<i>Corioloopsis</i> sp.	F20120912KCM04		
		<i>Daedaleopsis styracina</i>	F20120912KCM01		
		<i>Daedaleopsis</i> sp.	F20121010KCM03		
		<i>Datronia mollis</i>	F20121010KCM09		
		<i>Microporus subaffinis</i>	F20121012KCM05		
		<i>Microporus vernicipes</i>	F20120215KCM09		
		<i>Microporus</i> sp.	F20120414KCM04		
		<i>Microporus</i> sp.	F20120912KCM05		
		<i>Microporus</i> sp.	F20120912KCM15		
		<i>Oligoporus</i> sp.	F20121010KCM04		

표 9. 계속.

목명	과명	종명	채집번호
Polyporales	Polyporaceae	<i>Perenniporia</i> sp.	F20120910KCM27
		<i>Perenniporia</i> sp.	F20120910KCM22
		<i>Polyporus badius</i>	F20120912KCM13
		<i>Polyporus</i> sp.	F20121011KCM08
		<i>Skeletocutis nivea</i>	F20120215KCM07
		<i>Trametes hirsuta</i>	F20121011KCM06
		<i>Trametes versicolor</i>	F20120215KCM10
		<i>Trametes</i> sp.	F20121011KCM07
		<i>Trametopsis cervina</i>	F20120912KCM08
		Russulales	Stereaceae
<i>Stereum</i> sp.	F20120414KCM07		
<i>Stereum</i> sp.	F20120910KCM23		
<i>Stereum</i> sp.	F20120910KCM04		
<i>Xylobolus spectabile</i>	F20121011KCM03		
Tremellales	Tremellaceae	<i>Tremella mesenterica</i>	F20120912KCM02
Xylariales	Xylariaceae	<i>Daldinia concentrica</i>	F20121011KCM09



그림 7. 선흘곶자왓 동백동산 균류 출현종 사진. A: *Marasmiellus candidus*, B: *Mutius caninus*, C: *Agaricus arvensis*, D: *Amanita virgineodites*, E: *Bisporella citrina*, F: *Tremella mesenterica*.

나. 원핵생물

1) 출현종 현황

제주 선흘곶자왈 내 동백동산습지 및 주변, 화순곶자왈 및 기타곶자왈(산양, 애월)에서 채집한 토양 시료 및 용수로부터 170점의 균주를 확보하였다. 분리한 배양체를 대암산 지역과 동일한 방법으로 DNA 염기서열 분석을 실시하였고 분석 결과에 근거하여 근연종과의 염기서열 유사도가 90% 이상을 나타내는 배양체를 선별하였다.

원핵생물의 출현종 현황은 *Proteobacteria* 문에 17과 37속 61종으로 가장 많았으며, *Firmicutes* 문에 3과 5속 14종, *Actinobacteria* 문에 7과 9속 13종, *Bacteroidetes* 문에 4과 6속 10종 순으로 나타나는 것으로 분석되었다.

확보한 배양체 수는 *Proteobacteria* 문에서 전체 배양체 170주 중 113주로 가장 많은 수를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 그 중 *Alphaproteobacteria* 강에 18종의 균주가 속해 있고 *Betaproteobacteria* 강에 30종, *Gammaproteobacteria*에 13종의 균주가 속해 있는 것으로 분석되었다. 170주의 배양체 중 *Bacillus* 속이 가장 많은 16주의 배양체를 차지하고 있었으며 *Albidiferax* 속이 8주, *Novosphingobium* 속이 9주, *Pseudomonas* 속이 11주 등으로 속과 종 수준에서 다양성은 크지 않은 편인 것으로 분석되었다.

앞서 보고한 대암산 지역과 동일하게 신종 후보종은 근연종과의 염기서열 유사도가 95% 이상이며 일반적으로 신종의 기준으로 명시되는 98.7% 미만에 해당하는 균주로 정의하였다.

염기서열 유사도가 95% 이상 98.7% 미만에 해당하는 신종후보 균주는 약 75주이며, 종수로는 48종에 해당한다. 이 중 *Proteobacteria* 문에서 43주로 가장 많은 수를 차지하는 것으로 나타났다.

표 10. 원핵생물 출현 현황

문	과	속	종
Actinobacteria	7	9	13
Bacteroidetes	4	6	10
Firmicutes	3	5	14
Proteobacteria	17	37	61
총계	31	57	98

2) 확보 배양체

본 조사에서 원핵생물 배양체는 12목 31과 57속 98종으로 총 170점을 확보하였고, 확보 배양체 목록은 표 11과 같다.

표 11. 제주 꽃자왈 지역 원핵생물 출현종 및 확보 배양체 현황

연번	문명	종명	배양체 번호	지역
1	Actinobacteria	<i>Arthrobacter</i> sp.	JJ008	선흘곶자왈(동백동산일대)
2	Actinobacteria	<i>Cellulomonas</i> sp.	JJ004	선흘곶자왈(동백동산일대)
3	Actinobacteria	<i>Cellulomonas</i> sp.	JJ018	선흘곶자왈(동백동산일대)
4	Actinobacteria	<i>Cellulomonas</i> sp.	JJ021	선흘곶자왈(동백동산일대)
5	Actinobacteria	<i>Cellulomonas</i> sp.	DD043	선흘곶자왈(동백동산일대)
6	Actinobacteria	<i>Cellulomonas</i> sp.	DB019	선흘곶자왈(동백동산일대)
7	Actinobacteria	<i>Leifsonia</i> sp.	JJ006	선흘곶자왈(동백동산일대)
8	Actinobacteria	<i>Microbacterium</i> sp.	JJ002	선흘곶자왈(동백동산일대)
9	Actinobacteria	<i>Microbacterium</i> sp.	JJ003	선흘곶자왈(동백동산일대)
10	Actinobacteria	<i>Microbacterium</i> sp.	JJ025	선흘곶자왈(동백동산일대)
11	Actinobacteria	<i>Microbacterium</i> sp.	DD048	선흘곶자왈(동백동산일대)
12	Actinobacteria	<i>Nocardioides</i> sp.	JJ016	선흘곶자왈(동백동산일대)
13	Actinobacteria	<i>Rhodococcus</i> sp.	JJ005	선흘곶자왈(동백동산일대)
14	Actinobacteria	<i>Streptomyces</i> sp.	JJ012	선흘곶자왈(동백동산일대)
15	Bacteroidetes	<i>Chryseobacterium</i> sp.	DB005	선흘곶자왈(동백동산일대)
16	Bacteroidetes	<i>Ferruginibacter</i> sp.	DD032	선흘곶자왈(동백동산일대)
17	Bacteroidetes	<i>Flavobacterium</i> sp.	DB015	선흘곶자왈(동백동산일대)
18	Bacteroidetes	<i>Flavobacterium</i> sp.	DD013	선흘곶자왈(동백동산일대)
19	Bacteroidetes	<i>Flavobacterium</i> sp.	DD017	선흘곶자왈(동백동산일대)
20	Bacteroidetes	<i>Flavobacterium</i> sp.	DD063	선흘곶자왈(동백동산일대)
21	Bacteroidetes	<i>Flectobacillus</i> sp.	DB008	선흘곶자왈(동백동산일대)
22	Bacteroidetes	<i>Mucilaginibacter</i> sp.	DD006	선흘곶자왈(동백동산일대)
23	Bacteroidetes	<i>Pedobacter</i> sp.	DD009	선흘곶자왈(동백동산일대)
24	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	JJ014	선흘곶자왈(동백동산일대)
25	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	JJ015	선흘곶자왈(동백동산일대)
26	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	JJ022	선흘곶자왈(동백동산일대)
27	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DD007	선흘곶자왈(동백동산일대)
28	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DB024	선흘곶자왈(동백동산일대)
29	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DB016	선흘곶자왈(동백동산일대)
30	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DB018	선흘곶자왈(동백동산일대)
31	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DD045	선흘곶자왈(동백동산일대)

표 11. 계속.

연번	문명	종명	배양제 번호	지역
32	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	DD051	선홍곶자왓(동백동산일대)
33	Firmicutes	<i>Lysinibacillus</i> sp.	DD046	선홍곶자왓(동백동산일대)
34	Firmicutes	<i>Lysinibacillus</i> sp.	DD052	선홍곶자왓(동백동산일대)
35	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	JJ019	선홍곶자왓(동백동산일대)
36	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	DB017	선홍곶자왓(동백동산일대)
37	Proteobacteria	<i>Acidovorax</i> sp.	DB012	선홍곶자왓(동백동산일대)
38	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	DD030	선홍곶자왓(동백동산일대)
39	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	JJ026	선홍곶자왓(동백동산일대)
40	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	DD023	선홍곶자왓(동백동산일대)
41	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	DD027	선홍곶자왓(동백동산일대)
42	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	JJ028	선홍곶자왓(동백동산일대)
43	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	DB006	선홍곶자왓(동백동산일대)
44	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	DD025	선홍곶자왓(동백동산일대)
45	Proteobacteria	<i>Albidiferax</i> sp.	DD061	선홍곶자왓(동백동산일대)
46	Proteobacteria	<i>Azospirillum</i> sp.	DB007	선홍곶자왓(동백동산일대)
47	Proteobacteria	<i>Azospirillum</i> sp.	DB010	선홍곶자왓(동백동산일대)
48	Proteobacteria	<i>Burkholderia</i> sp.	DB034	선홍곶자왓(동백동산일대)
49	Proteobacteria	<i>Burkholderia</i> sp.	DD055	선홍곶자왓(동백동산일대)
50	Proteobacteria	<i>Chitinimonas</i> sp.	DD049	선홍곶자왓(동백동산일대)
51	Proteobacteria	<i>Curvibacter</i> sp.	JJ009	선홍곶자왓(동백동산일대)
52	Proteobacteria	<i>Curvibacter</i> sp.	DD028	선홍곶자왓(동백동산일대)
53	Proteobacteria	<i>Curvibacter</i> sp.	DB029	선홍곶자왓(동백동산일대)
54	Proteobacteria	<i>Curvibacter</i> sp.	JJ031	선홍곶자왓(동백동산일대)
55	Proteobacteria	<i>Curvibacter</i> sp.	DB038	선홍곶자왓(동백동산일대)
56	Proteobacteria	<i>Curvibacter</i> sp.	DD062	선홍곶자왓(동백동산일대)
57	Proteobacteria	<i>Dechloromonas</i> sp.	DB002	선홍곶자왓(동백동산일대)
58	Proteobacteria	<i>Dechloromonas</i> sp.	DB003	선홍곶자왓(동백동산일대)
59	Proteobacteria	<i>Duganella</i> sp.	JJ029	선홍곶자왓(동백동산일대)
60	Proteobacteria	<i>Duganella</i> sp.	DD039	선홍곶자왓(동백동산일대)
61	Proteobacteria	<i>Dyella</i> sp.	DD037	선홍곶자왓(동백동산일대)
62	Proteobacteria	<i>Dyella</i> sp.	DD038	선홍곶자왓(동백동산일대)
63	Proteobacteria	<i>Ideonella</i> sp.	DD047	선홍곶자왓(동백동산일대)
64	Proteobacteria	<i>Ideonella</i> sp.	DB013	선홍곶자왓(동백동산일대)
65	Proteobacteria	<i>Ideonella</i> sp.	DB014	선홍곶자왓(동백동산일대)
66	Proteobacteria	<i>Ideonella</i> sp.	DB022	선홍곶자왓(동백동산일대)
67	Proteobacteria	<i>Ideonella</i> sp.	DB023	선홍곶자왓(동백동산일대)
68	Proteobacteria	<i>Ideonella</i> sp.	DD032	선홍곶자왓(동백동산일대)

표 11. 계속.

연번	문명	종명	배양제 번호	지역
69	Proteobacteria	<i>Kinneretia</i> sp.	DB028	선홍곶자왓(동백동산일대)
70	Proteobacteria	<i>Labrys</i> sp.	DD041	선홍곶자왓(동백동산일대)
71	Proteobacteria	<i>Luteibacter</i> sp.	DD008	선홍곶자왓(동백동산일대)
72	Proteobacteria	<i>Massilia</i> sp.	DB032	선홍곶자왓(동백동산일대)
73	Proteobacteria	<i>Massilia</i> sp.	DB035	선홍곶자왓(동백동산일대)
74	Proteobacteria	<i>Massilia</i> sp.	DD002	선홍곶자왓(동백동산일대)
75	Proteobacteria	<i>Massilia</i> sp.	DD021	선홍곶자왓(동백동산일대)
76	Proteobacteria	<i>Mesorhizobium</i> sp.	DD059	선홍곶자왓(동백동산일대)
77	Proteobacteria	<i>Methylocella</i> sp.	DD065	선홍곶자왓(동백동산일대)
78	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DD054	선홍곶자왓(동백동산일대)
79	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DD031	선홍곶자왓(동백동산일대)
80	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DD035	선홍곶자왓(동백동산일대)
81	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DD060	선홍곶자왓(동백동산일대)
82	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DD024	선홍곶자왓(동백동산일대)
83	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DD042	선홍곶자왓(동백동산일대)
84	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DD019	선홍곶자왓(동백동산일대)
85	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	DD066	선홍곶자왓(동백동산일대)
86	Proteobacteria	<i>Pelomonas</i> sp.	JJ001	선홍곶자왓(동백동산일대)
87	Proteobacteria	<i>Pelomonas</i> sp.	DD053	선홍곶자왓(동백동산일대)
88	Proteobacteria	<i>Pelomonas</i> sp.	DB011	선홍곶자왓(동백동산일대)
89	Proteobacteria	<i>Pelomonas</i> sp.	DB020	선홍곶자왓(동백동산일대)
90	Proteobacteria	<i>Pelomonas</i> sp.	DB021	선홍곶자왓(동백동산일대)
91	Proteobacteria	<i>Pelomonas</i> sp.	DB031	선홍곶자왓(동백동산일대)
92	Proteobacteria	<i>Pigmentiphaga</i> sp.	DD005	선홍곶자왓(동백동산일대)
93	Proteobacteria	<i>Pseudogulbenkiania</i> sp.	JJ027	선홍곶자왓(동백동산일대)
94	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	DB036	선홍곶자왓(동백동산일대)
95	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	DB037	선홍곶자왓(동백동산일대)
96	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	DD011	선홍곶자왓(동백동산일대)
97	Proteobacteria	<i>Rhizobium</i> sp.	DD044	선홍곶자왓(동백동산일대)
98	Proteobacteria	<i>Serratia</i> sp.	DB033	선홍곶자왓(동백동산일대)
99	Proteobacteria	<i>Sphaerotilus</i> sp.	DB027	선홍곶자왓(동백동산일대)
100	Proteobacteria	<i>Sphingobium</i> sp.	DD012	선홍곶자왓(동백동산일대)
101	Proteobacteria	<i>Sphingobium</i> sp.	JJ032	선홍곶자왓(동백동산일대)
102	Proteobacteria	<i>Sphingomonas</i> sp.	DD022	선홍곶자왓(동백동산일대)
103	Proteobacteria	<i>Sphingomonas</i> sp.	DD036	선홍곶자왓(동백동산일대)
104	Proteobacteria	<i>Tatumella</i> sp.	DD050	선홍곶자왓(동백동산일대)
105	Proteobacteria	<i>Uliginosibacterium</i> sp.	DB025	선홍곶자왓(동백동산일대)

표 11. 계속.

연번	문명	종명	배양제 번호	지역
106	Proteobacteria	<i>Uliginosibacterium</i> sp.	DB026	선흘곶자왈(동백동산일대)
107	Proteobacteria	<i>Undibacterium</i> sp.	DD026	선흘곶자왈(동백동산일대)
108	Proteobacteria	<i>Undibacterium</i> sp.	DD033	선흘곶자왈(동백동산일대)
109	Proteobacteria	<i>Undibacterium</i> sp.	DD056	선흘곶자왈(동백동산일대)
110	Proteobacteria	<i>Undibacterium</i> sp.	DD003	선흘곶자왈(동백동산일대)
111	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	JJ010	선흘곶자왈(동백동산일대)
112	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	JJ011	선흘곶자왈(동백동산일대)
113	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	JJ013	선흘곶자왈(동백동산일대)
114	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	JJ017	선흘곶자왈(동백동산일대)
115	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	JJ020	선흘곶자왈(동백동산일대)
116	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	JJ023	선흘곶자왈(동백동산일대)
117	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	JJ024	선흘곶자왈(동백동산일대)
118	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	DD004	선흘곶자왈(동백동산일대)
119	Proteobacteria	<i>Vogesella</i> sp.	DD034	선흘곶자왈(동백동산일대)
120	Proteobacteria	<i>Vogesella</i> sp.	DD029	선흘곶자왈(동백동산일대)
121	Proteobacteria	<i>Zoogloea</i> sp.	DB001	선흘곶자왈(동백동산일대)
122	Actinobacteria	<i>Agromyces</i> sp.	HS037	화순곶자왈
123	Actinobacteria	<i>Streptomyces</i> sp.	HS006	화순곶자왈
124	Actinobacteria	<i>Streptomyces</i> sp.	HS029	화순곶자왈
125	Actinobacteria	<i>Terrabacter</i> sp.	HS053	화순곶자왈
126	Bacteroidetes	<i>Pedobacter</i> sp.	HS007	화순곶자왈
127	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	HS034	화순곶자왈
128	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	HS018	화순곶자왈
129	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	HS041	화순곶자왈
130	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	HS036	화순곶자왈
131	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	HS017	화순곶자왈
132	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	HS016	화순곶자왈
133	Firmicutes	<i>Bacillus</i> sp.	HS040	화순곶자왈
134	Firmicutes	<i>Brevibacillus</i> sp.	HS005	화순곶자왈
135	Firmicutes	<i>Brevibacillus</i> sp.	HS003	화순곶자왈
136	Firmicutes	<i>Lysinibacillus</i> sp.	HS050	화순곶자왈
137	Firmicutes	<i>Lysinibacillus</i> sp.	HS049	화순곶자왈
138	Firmicutes	<i>Lysinibacillus</i> sp.	HS051	화순곶자왈
139	Firmicutes	<i>Paenibacillus</i> sp.	HS054	화순곶자왈
140	Firmicutes	<i>Staphylococcus</i> sp.	HS047	화순곶자왈
141	Firmicutes	<i>Staphylococcus</i> sp.	HS048	화순곶자왈
142	Proteobacteria	<i>Achromobacter</i> sp.	HS042	화순곶자왈

표 11. 계속.

연번	문명	종명	배양제 번호	지역
143	Proteobacteria	<i>Acinetobacter</i> sp.	HS008	화순곶자왈
144	Proteobacteria	<i>Burkholderia</i> sp.	HS039	화순곶자왈
145	Proteobacteria	<i>Enterobacter</i> sp.	HS005	화순곶자왈
146	Proteobacteria	<i>Kinneretia</i> sp.	HS001	화순곶자왈
147	Proteobacteria	<i>Luteibacter</i> sp.	HS044	화순곶자왈
148	Proteobacteria	<i>Luteibacter</i> sp.	HS045	화순곶자왈
149	Proteobacteria	<i>Lysobacter</i> sp.	HS031	화순곶자왈
150	Proteobacteria	<i>Lysobacter</i> sp.	HS010	화순곶자왈
151	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	HS020	화순곶자왈
152	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	HS022	화순곶자왈
153	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	HS011	화순곶자왈
154	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	HS012	화순곶자왈
155	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	HS023	화순곶자왈
156	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	HS019	화순곶자왈
157	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	HS013	화순곶자왈
158	Proteobacteria	<i>Pseudomonas</i> sp.	HS015	화순곶자왈
159	Proteobacteria	<i>Rhizobium</i> sp.	HS008	화순곶자왈
160	Proteobacteria	<i>Rhodanobacter</i> sp.	HS038	화순곶자왈
161	Proteobacteria	<i>Rhodanobacter</i> sp.	HS043	화순곶자왈
162	Proteobacteria	<i>Serratia</i> sp.	HS006	화순곶자왈
163	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	HS002	화순곶자왈
164	Proteobacteria	<i>Variovorax</i> sp.	HS004	화순곶자왈
165	Proteobacteria	<i>Rhizobium</i> sp.	SY001	산양곶자왈
166	Bacteroidetes	<i>Flavobacterium</i> sp.	AA006	에월곶자왈
167	Proteobacteria	<i>Burkholderia</i> sp.	AA001	에월곶자왈
168	Proteobacteria	<i>Burkholderia</i> sp.	AA002	에월곶자왈
169	Proteobacteria	<i>Novosphingobium</i> sp.	AA007	에월곶자왈
170	Proteobacteria	<i>Pelomonas</i> sp.	AA004	에월곶자왈

다. 미세조류

1) 출현종 현황

본 연구를 통해 2012년 2월에서 10월까지 선흘곶자왈 내 동백동산 습지에서 출현한 미세조류는 8강에 속하는 47속 115종으로 나타났다(표 12와 13). 분류군별로 규조류 48종으로 가장 높게 나타났으며, 녹조류 43종, 유글레나조류 12종, 남조류 5종, 시누라조류 3종, 와편모조류 2종, 황갈조류 1종, 황녹색조류 1종 순으로 나타났다. 이 중 녹조류 *Coelastrum pulchrum*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Kirchneriella diana*, *Scenedesmus acuminatus*, 규조류 *Gomphonema sphaerophorum* 등은 모든 조사시기에서 관찰되었다. 또한 녹조류 *Ankistrodesmus fusiformis*, *Pediastrum duplex*, *Staurastrum dejectum*, 규조류 *Stenopterobia curvula* 등도 대부분의 조사시기에서 관찰되었다. 규조류 *Stenopterobia curvula*는 본 연구의 다른 조사지역인 대암산 용늪에서도 관찰된 국내 미기록종이다. *Coelastrum* sp.는 미발굴종으로 예상되며, 추후 추가적인 분석을 통한 재동정이 필요하다.

표 12. 조사시기별 출현 종수

	총계	2월	4월	6월	9월	10월
출현종수(종)	115	33	39	47	43	42

표 13. 선홍꽃자왈 내 동백동산 습지의 미세조류 출현종 목록

	2월	4월	6월	9월	10월
Chlorophyceae 녹조강	10종	15종	18종	25종	23종
<i>Ankistrodesmus bibraianus</i>		+	+	+	
<i>A. fusiformis</i>		+	+	+	+
<i>Arthrodesmus convergens</i>			+	+	+
<i>Botryococcus braunii</i>			+	+	+
<i>Closterium setaceum</i>				+	+
<i>Coelastrum microporum</i>				+	
<i>C. pulchrum</i>	+	+	+	+	+
<i>C. reticulatum</i>				+	+
<i>Coelastrum</i> sp. *					+
<i>Cosmarium contractum</i>			+	+	+
<i>C. decachondrum</i>				+	+
<i>C. depressum</i> var. <i>minutum</i>				+	
<i>Cosmarium</i> sp.			+		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	+	+	+	+	+
<i>Golenkinia radiata</i>					+
<i>Gonatozygon kinahani</i>		+			
<i>Kirchneriella diana</i>	+	+	+	+	+
<i>Kirchneriella irregularis</i>				+	
<i>Monoraphidium contortum</i>	+				
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	+				
<i>Oedogonium suecicum</i>		+			
<i>Pediastrum angulosum</i> var. <i>angulosum</i>				+	+
<i>P. argentiniense</i>				+	+
<i>P. duplex</i> var. <i>duplex</i>		+	+	+	+
<i>P. duplex</i> var. <i>gracillimum</i>					+
<i>P. simplex</i>					+
<i>P. tetras</i>		+	+		
<i>Pleutaenium ehrenbergii</i>		+	+		+
<i>P. minutum</i> var. <i>gracile</i>	+				
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	+	+	+	+	+
<i>S. armatus</i>			+		
<i>S. bicaudatus</i> var. <i>intermedius</i>	+				
<i>S. opoliensis</i>				+	+
<i>S. quadricauda</i>	+		+	+	
<i>Spirogira</i> sp.		+			

표 13. 계속.

	2월	4월	6월	9월	10월
<i>Staurastrum avicula</i>		+			
<i>S. cuspidatum</i>			+	+	
<i>S. dejectum</i>	+		+	+	+
<i>Staurastrum</i> sp.1		+		+	
<i>Staurastrum</i> sp.2		+		+	
<i>Staurastrum</i> sp.3			+	+	
<i>Staurastrum</i> sp.4					+
<i>Tetrastrum heteracanthum</i>					+
Cyanophyceae 남조강	0종	0종	2종	3종	3종
<i>Anabaena</i> sp.1				+	+
<i>Anabaena</i> sp.2					+
<i>Merismopedia</i> sp.				+	
<i>Microcystis aeruginosa</i>			+	+	+
<i>Oscillatoria</i> sp.			+		
Dinophyceae 와편모조강	1종	1종	1종	1종	1종
<i>Peridinium</i> sp.1	+	+			
<i>Peridinium</i> sp.2			+	+	+
Chrysophyceae 황갈조강	1종	1종	0종	1종	1종
<i>Dinobryon sociale</i>	+	+		+	+
Synurophyceae 시누라조강	1종	1종	0종	0종	1종
<i>Mallomonas punctifera</i>	+				
<i>Mallomonas</i> sp.					+
<i>Synura</i> sp.		+			
Euglenophyceae 유글레나조강	2종	3종	4종	3종	3종
<i>Menoideum gracile</i>	+				
<i>Euglena deses</i>					+
<i>Euglena</i> sp.1	+			+	
<i>Euglena</i> sp.2					+
<i>Lepocinclis fugiformis</i>			+	+	
<i>Lepocinclis</i> sp.			+		
<i>Phacus carinatus</i>		+			
<i>P. Raciborskii</i>		+			
<i>Phacus</i> sp.		+	+		
<i>Trachelomonas</i> sp.1			+		
<i>Trachelomonas</i> sp.2				+	
<i>Trachelomonas</i> sp.3					+

표 13. 계속.

	2월	4월	6월	9월	10월
Xanthophyceae 황녹색조강	0종	0종	1종	0종	0종
<i>Oxphiocytium capitatum</i> var. <i>longispinum</i>			+		
Bacillariophyceae 규조강	18종	18종	21종	10종	10종
<i>Achnanthes inflata</i>		+			
<i>Amphora copulata</i>		+	+	+	
<i>Bracysira irawanae</i>	+		+		
<i>Cymbella cuspidata</i>			+		
<i>Cymbella naviculiformis</i>				+	
<i>Cymbella</i> sp.		+			
<i>Encyonema elginense</i>			+		
<i>E. gracile</i>	+	+			
<i>E. lunatum</i>	+				+
<i>E. minutum</i>	+				
<i>Eunotia arcus</i> var. <i>arcus</i>	+		+		
<i>E. arcus</i> var. <i>bidens</i>		+	+		
<i>E. bilunaris</i>	+		+	+	
<i>E. exigua</i>		+			
<i>E. implicata</i>			+		
<i>E. muscicola</i>	+				
<i>E. naegeil</i>	+	+			
<i>E. pectinalis</i> var. <i>undulata</i>		+	+	+	
<i>E. praerupta</i> var. <i>bidens</i>				+	
<i>E. rabenhorstiana</i> var. <i>elongata</i>				+	
<i>E. serra</i>	+				
<i>Eunotia</i> sp.1		+			
<i>Eunotia</i> sp.2		+			
<i>Eunotia</i> sp.3			+		
<i>Fragilaria elliptica</i>	+	+	+		+
<i>F. pinnata</i>					+
<i>Frustulia romboides</i> var. <i>saxonica</i>					+
<i>Gomphonema parvulum</i>					+
<i>G. sphaerophorum</i>	+	+	+	+	+
<i>G. truncatum</i>					+
<i>Hantzschia amphioxys</i>			+		
<i>Navicula angusta</i>	+				
<i>N. elginensis</i>		+			
<i>N. saxophila</i>	+				

표 13. 계속.

	2월	4월	6월	9월	10월
<i>Neidium ampliatum</i>				+	
<i>N. iridis</i>		+	+		
<i>Nitzschia amphibia</i>					+
<i>N. gracilis</i>	+				
<i>Nitzschia sp.</i>	+				
<i>Pinnularia borealis</i>		+	+		
<i>P. brevicostata</i>	+	+	+		
<i>P. divergens</i>			+		
<i>P. polyonca</i>				+	
<i>P. viridis</i>		+	+		+
<i>Pinnularia sp.1</i>	+		+		
<i>Pinnularia sp.2</i>		+			
<i>Pinnularia sp.3</i>			+		
<i>Stenopterobia curvula</i> **	+		+	+	+

*: 미발굴종

**: 국내 미기록종

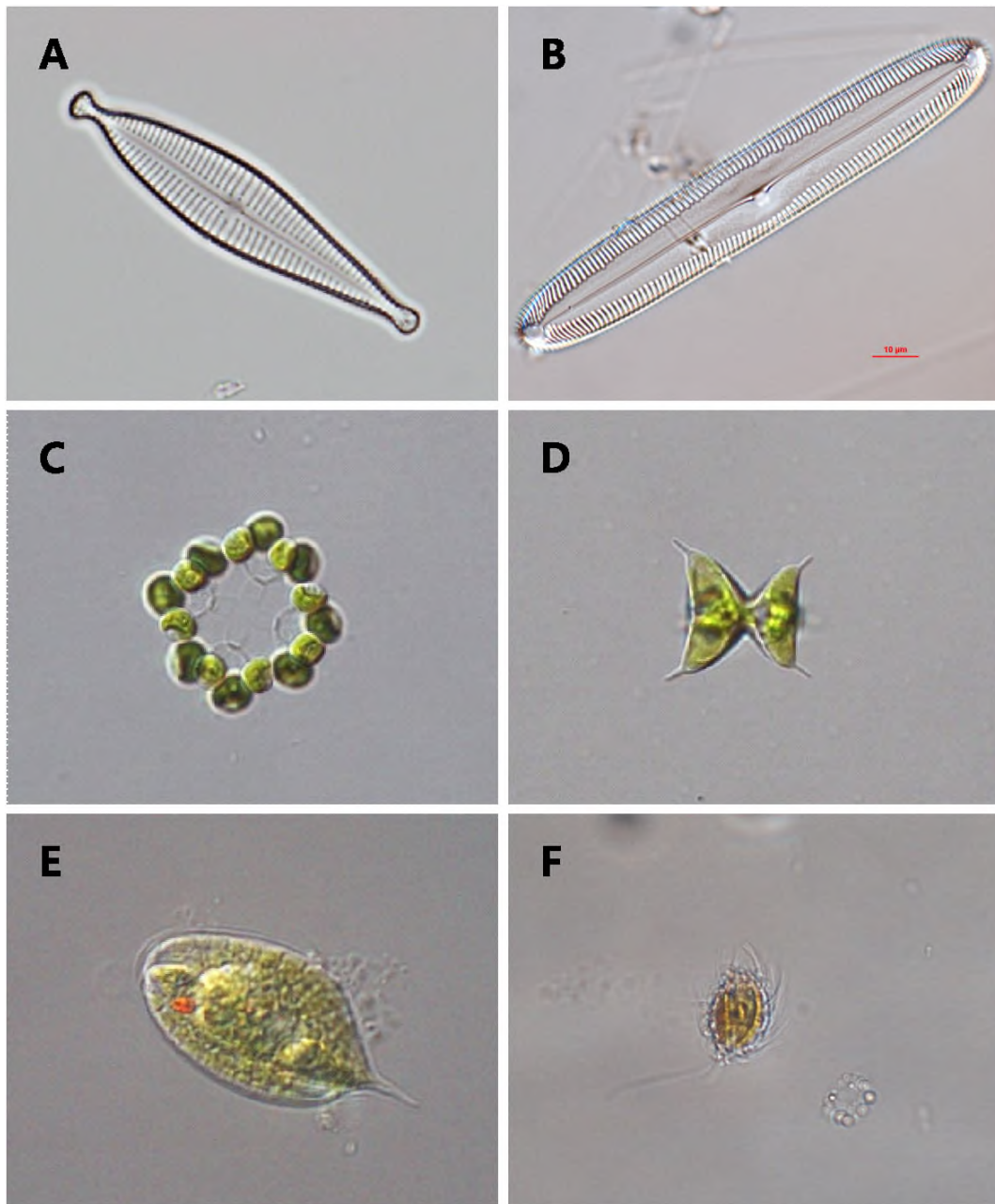


그림 8. 선흘꽃자왈 내 동백동산습지 및 주변 주요 출현 종. A. *Gomphonema sphaerophorum*, B. *Pinnularia brevicostata*, C. *Dictyosphaerium puchellum*, D. *Staurastrum dejectum*, E. *Phacus* sp., F. *Mallomonas* sp.

2) 확보 표본 및 배양체

본 조사에서 미세조류 슬라이드표본 및 배양체는 5장 34속 80종으로 총 136 점을 확보하였고, 확보 표본 및 배양체 목록은 표 14와 같다.

표 14. 선홍꽃자왈 내 동백동산 습지 확보 미세조류 표본/배양체 현황

연번	강명	종명	표본/배양체 번호	비고
1	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes inflata</i>	JJDBDS120423-13	표본
2		<i>Amphora copulata</i>	JJDBDS120423-4	표본
4		<i>Amphora copulata</i>	JJDBDS120618-12	표본
3		<i>Amphora copulata</i>	JJDBDS120924-9	표본
5		<i>Brachysira irawanae</i>	JJDBDS120215-8	표본
6		<i>Brachysira irawanae</i>	JJDBDS120618-8	표본
7		<i>Cymbella cuspidata</i>	JJDBDS120618-16	표본
8		<i>Cymbella naviculiformis</i>	JJDBDS120924-5	표본
9		<i>Cymbella</i> sp.1	JJDBDS120423-12	표본
10		<i>Encyonema elginense</i>	JJDBDS120618-15	표본
11		<i>Encyonema gracile</i>	JJDBDS120215-22	표본
12		<i>Encyonema gracile</i>	JJDBDS120423-6	표본
13		<i>Encyonema lunatum</i>	JJDBDS120215-19	표본
14		<i>Encyonema lunatum</i>	JJDBDS121016-4	표본
15		<i>Encyonema minutum</i>	JJDBDS120215-23	표본
19		<i>Eunotia arcus</i> var. <i>arcus</i>	JJDBDS120215-7	표본
20		<i>Eunotia arcus</i> var. <i>arcus</i>	JJDBDS120618-21	표본
17		<i>Eunotia arcus</i> var. <i>bidens</i>	JJDBDS120423-8	표본
18		<i>Eunotia arcus</i> var. <i>bidens</i>	JJDBDS120618-3	표본
21		<i>Eunotia bilunaris</i>	JJDBDS120215-13	표본
22		<i>Eunotia bilunaris</i>	JJDBDS120618-4	표본
23		<i>Eunotia bilunaris</i>	JJDBDS120924-2	표본
16		<i>Eunotia exigua</i>	JJDBDS120423-17	표본
24		<i>Eunotia implicata</i>	JJDBDS120618-9	표본
25		<i>Eunotia muscicola</i>	JJDBDS120215-16	표본
26		<i>Eunotia naegeil</i>	JJDBDS120215-18	표본
27		<i>Eunotia naegeil</i>	JJDBDS120423-7	표본
28		<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>undulata</i>	JJDBDS120423-14	표본
29		<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>undulata</i>	JJDBDS120618-6	표본
30		<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>undulata</i>	JJDBDS120618-20	표본
35		<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>undulata</i>	JJDBDS120924-8	표본

표 14. 계속.

연번	강명	종명	표본/배양체 번호	비고
36	Bacillariophyceae	<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>bidens</i>	JJDBDS120924-7	표본
37		<i>Eunotia rabenhorstiana</i> var. <i>elongata</i>	JJDBDS120924-10	표본
31		<i>Eunotia serra</i>	JJDBDS120215-9	표본
32		<i>Eunotia</i> sp.1	JJDBDS120423-9	표본
33		<i>Eunotia</i> sp.2	JJDBDS120423-15	표본
34		<i>Eunotia</i> sp.3	JJDBDS120618-14	표본
38		<i>Fragilaria elliptica</i>	JJDBDS120215-20	표본
39		<i>Fragilaria elliptica</i>	JJDBDS120423-18	표본
40		<i>Fragilaria elliptica</i>	JJDBDS120618-10	표본
41		<i>Fragilaria elliptica</i>	JJDBDS120618-19	표본
42		<i>Fragilaria elliptica</i>	JJDBDS121016-7	표본
43		<i>Fragilaria pinnata</i>	JJDBDS121016-9	표본
44		<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i>	JJDBDS121016-2	표본
45		<i>Gomphonema parvulum</i>	JJDBDS121016-5	표본
46		<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	JJDBDS120215-10	표본
47		<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	JJDBDS120215-11	표본
48		<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	JJDBDS120423-1	표본
49		<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	JJDBDS120618-1	표본
50		<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	JJDBDS120924-6	표본
51		<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	JJDBDS121016-8	표본
52		<i>Gomphonema truncatum</i>	JJDBDS121016-1	표본
53		<i>Hantzschia amphioxys</i>	JJDBDS120618-18	표본
54		<i>Navicula angusta</i>	JJDBDS120215-17	표본
55		<i>Navicula elginensis</i>	JJDBDS120423-11	표본
56		<i>Navicula saxophila</i>	JJDBDS120215-15	표본
57		<i>Neidium ampliatum</i>	JJDBDS120924-1	표본
58		<i>Neidium iridis</i>	JJDBDS120423-10	표본
59		<i>Neidium iridis</i>	JJDBDS120618-2	표본
60		<i>Nitzschia amphibia</i>	JJDBDS121016-3	표본
61		<i>Nitzschia gracilis</i>	JJDBDS120215-21	표본
62		<i>Nitzschia</i> sp.	JJDBDS120215-25	표본
63		<i>Pinnularia borealis</i>	JJDBDS120423-3	표본
64		<i>Pinnularia borealis</i>	JJDBDS120618-17	표본
65		<i>Pinnularia brevicostata</i>	JJDBDS120215-14	표본
66		<i>Pinnularia brevicostata</i>	JJDBDS120423-2	표본
67		<i>Pinnularia brevicostata</i>	JJDBDS120618-5	표본

표 14. 계속.

연번	강명	종명	표본/배양체 번호	비고
68	Bacillariophyceae	<i>Pinnularia divergens</i>	JJDBDS120618-22	표본
69		<i>Pinnularia polyonca</i>	JJDBDS120924-4	표본
74		<i>Pinnularia viridis</i>	JJDBDS120423-16	표본
75		<i>Pinnularia viridis</i>	JJDBDS120618-7	표본
76		<i>Pinnularia viridis</i>	JJDBDS121016-10	표본
70		<i>Pinnularia</i> sp.1	JJDBDS120215-12	표본
71		<i>Pinnularia</i> sp.1	JJDBDS120618-13	표본
72		<i>Pinnularia</i> sp.2	JJDBDS120423-5	표본
73		<i>Pinnularia</i> sp.3	M_AL_C20120056	배양체
77		<i>Stenopterobia curvula</i>	JJDBDS120215-24	표본
78		<i>Stenopterobia curvula</i>	JJDBDS120618-11	표본
79		<i>Stenopterobia curvula</i>	JJDBDS120924-3	표본
80		<i>Stenopterobia curvula</i>	JJDBDS121016-6	표본
81	Chlorophyceae	<i>Ankistrodesmus hibraianus</i>	M_AL_C20120026	배양체
82		<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	M_AL_C20120049	배양체
83		<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	M_AL_C20120122	배양체
84		<i>Arthrodesmus convergens</i>	M_AL_C20120050	배양체
85		<i>Arthrodesmus convergens</i>	M_AL_C20120099	배양체
86		<i>Arthrodesmus convergens</i>	M_AL_C20120100	배양체
87		<i>Arthrodesmus convergens</i>	M_AL_C20120111	배양체
88		<i>Closterium setaceum</i>	M_AL_C20120113	배양체
89		<i>Coelastrum microporum</i>	M_AL_C20120104	배양체
90		<i>Coelastrum pulchrum</i>	M_AL_C20120022	배양체
91		<i>Coelastrum pulchrum</i>	JJDBDS120215-2	표본
92		<i>Cosmarium contractum</i>	M_AL_C20120102	배양체
93		<i>Cosmarium contractum</i>	M_AL_C20120115	배양체
94		<i>Cosmarium decachondrum</i>	M_AL_C20120119	배양체
95		<i>Cosmarium decachondrum</i>	M_AL_C20120121	배양체
96		<i>Cosmarium</i> sp.	M_AL_C20120051	배양체
97		<i>Cosmarium</i> sp.	M_AL_C20120103	배양체
98		<i>Cosmarium</i> sp.	M_AL_C20120110	배양체
99		<i>Cosmarium</i> sp.	M_AL_C20120120	배양체
100		<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	JJDBDS120215-3	표본
101		<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	JJDBDS120215-4	표본
102		<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	M_AL_C20120025	배양체
103		<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	M_AL_C20120029	배양체

표 14. 계속.

연번	강명	종명	표본/배양체 번호	비고
104	Chlorophyceae	<i>Gonatozygon kinahani</i>	M_AL_C20120023	배양체
105		<i>Gonatozygon kinahani</i>	M_AL_C20120028	배양체
106		<i>Kirkneriella diana</i>	JJDBDS120215-1	표본
107		<i>Kirkneriella diana</i>	M_AL_C20120107	배양체
108		<i>Pediastrum angulosum</i>	M_AL_C20120106	배양체
109		<i>Pediastrum boryanum</i>	JJDBDS120215-6	표본
110		<i>Pediastrum duplex</i>	M_AL_C20120030	배양체
111		<i>Pediastrum duplex</i>	M_AL_C20120031	배양체
112		<i>Pediastrum simplex</i>	M_AL_C20120109	배양체
113		<i>Pediastrum simplex</i>	M_AL_C20120114	배양체
114		<i>Pediastrum tetras</i>	M_AL_C20120048	배양체
115		<i>Pediastrum tetras</i>	M_AL_C20120112	배양체
116		<i>Pleutaenium ehrenbergii</i>	M_AL_C20120053	배양체
117		<i>Pleutaenium ehrenbergii</i>	M_AL_C20120054	배양체
118		<i>Pleutaenium ehrenbergii</i>	M_AL_C20120117	배양체
119		<i>Scenedesmus acuminatus</i>	M_AL_C20120055	배양체
120		<i>Scenedesmus armatus</i>	M_AL_C20120047	배양체
121		<i>Scenedesmus armatus</i>	M_AL_C20120105	배양체
122		<i>Scenedesmus armatus</i>	M_AL_C20120118	배양체
123		<i>Spirogira</i> sp.	M_AL_C20120021	배양체
124		<i>Staurastrum avicula</i>	M_AL_C20120027	배양체
125		<i>Staurastrum cuspidatum</i>	M_AL_C20120052	배양체
126		<i>Staurastrum dejectum</i>	M_AL_C20120024	배양체
127		<i>Staurastrum dejectum</i>	M_AL_C20120101	배양체
128		<i>Staurastrum dejectum</i>	M_AL_C20120108	배양체
129		<i>Staurastrum</i> sp.	M_AL_C20120116	배양체
130	Euglenophyceae	<i>Euglena deses</i>	M_AL_C20120124	배양체
131		<i>Euglena</i> sp.1	JJDBDS120215-5	표본
132		<i>Lepocinclis</i> sp.	M_AL_C20120057	배양체
133		<i>Phacus</i> sp.	M_AL_C20120058	배양체
134	Synurophyceae	<i>Mallomonas</i> sp.	M_AL_C20120123	배양체
135		<i>Synura</i> sp.	M_AL_C20120020	배양체
136	Xanthophyceae	<i>Oxphiocytium capitatum</i> var. <i>longispinum</i>	M_AL_C20120059	배양체

라. 지의류

1) 출현종 현황

출현종은 주로 동북아 지역 온대지방에 생육하는 종이 주 종으로 범세계 종인 *Parmotrema tinctorium*을 비롯하여 동아시아가 그 분포 중심인 *Myelochros entotheiochroa*, *Xanthoparmleia* cf. *botryoides*, *X.* cf. *tuberculiformis* 등과 북반구 온대지방과 아한대 저지대에서 나타나는 *Cladonia*에 속하는 조들이 주로 나타나고 있다. 제주도는 용암에 의해 만들어진 지형으로 화산지대에만 나타나는 *Stereocaulon vesuvianum*이 암석위에 *S. pileatum*, *S. japonicum*과 함께 나타나는 것도 이 지역만의 특징으로 볼 수 있다. 이 중 *Acarospora* 속과 *Bacidia* 속, *Graphis* 속에 속하는 종은 한반도 미기록종 또는 신종으로 생각되는 종이 출현하였으며, 추후 추가적인 연구가 필요하다.

2) 확보 표본 및 배양체

본 조사에서 지의류 건조 표본은 8과 12속 27종으로 총 64점을 확보하였고, 확보 표본의 목록은 표 15와 같다.

표 15. 선홍꽃자왈 내 동백동산습지 및 주변 지의류 출현종 및 확보 표본 현황

과명	종명	확보 표본	채집일	
Acarosporaceae	<i>Acarospora</i> sp. 1	NIBRLC0000102151	2012-05-24	
		NIBRLC0000102153	2012-05-24	
		NIBRLC0000102156	2012-05-24	
Bacidiaceae	<i>Bacidia</i> sp. 1	NIBRLC0000102163	2012-05-24	
		NIBRLC0000102164	2012-05-24	
Cladoniaceae	<i>Cladonia ramulosa</i>	NIBRLC0000102169	2012-05-24	
		NIBRLC0000102193	2012-05-24	
	<i>Cladonia scabriuscula</i>	NIBRLC0000102192	2012-05-24	
		NIBRLC0000102195	2012-05-24	
	<i>Cladonia subconistea</i>	NIBRLC0000102185	2012-05-24	
		NIBRLC0000102186	2012-05-24	
	<i>Cladonia</i> cf. <i>subconistea</i>	NIBRLC0000102278	2012-10-26	
		NIBRLC0000102284	2012-10-26	
	<i>Cladonia</i> sp. 1	NIBRLC0000102265	2012-10-26	
		NIBRLC0000102270	2012-10-26	
NIBRLC0000102276		2012-10-26		
NIBRLC0000102286		2012-10-26		
Graphidaceae		<i>Graphis</i> sp. 1	NIBRLC0000102274	2012-10-26
			NIBRLC0000102147	2012-05-24
	NIBRLC0000102158		2012-05-24	
	NIBRLC0000102159		2012-05-24	
<i>Graphis</i> sp. 2	NIBRLC0000102148	2012-05-24		
	NIBRLC0000102160	2012-05-24		
	NIBRLC0000102161	2012-05-24		
	NIBRLC0000102149	2012-05-24		
<i>Graphis</i> sp. 3	NIBRLC0000102150	2012-05-24		
	NIBRLC0000102150	2012-05-24		
Parmeliaceae	<i>Myelochroa aurulenta</i>	NIBRLC0000102171	2012-05-24	
		NIBRLC0000102175	2012-05-24	
		NIBRLC0000102176	2012-05-24	
		NIBRLC0000102178	2012-05-24	
		NIBRLC0000102179	2012-05-24	
		NIBRLC0000102191	2012-05-24	
		NIBRLC0000102188	2012-05-24	
		NIBRLC0000102190	2012-05-24	
		NIBRLC0000102189	2012-05-24	
		<i>Myelochroa entotheiochroa</i>	NIBRLC0000102188	2012-05-24
<i>Myelochroa irrugans</i>	NIBRLC0000102190	2012-05-24		
<i>Parmotrema clavuliferum</i>	NIBRLC0000102189	2012-05-24		

표 15. 계속.

과명	종명	확보 표본	채집일
Parmeliaceae	<i>Parmotrema tinctorium</i>	NIBRLC0000102182	2012-05-24
		NIBRLC0000102184	2012-05-24
		NIBRLC0000102187	2012-05-24
		NIBRLC0000102271	2012-10-26
		NIBRLC0000102275	2012-10-26
	<i>Xanthoparmelia coreana</i>	NIBRLC0000102194	2012-05-24
	<i>Xanthoparmelia</i> sp. 1	NIBRLC0000102267	2012-10-26
		NIBRLC0000102272	2012-10-26
	<i>Xanthoparmelia</i> sp. 2	NIBRLC0000102280	2012-10-26
		NIBRLC0000102273	2012-10-26
		NIBRLC0000102281	2012-10-26
	Physciaceae	<i>Dirinaria appplanata</i>	NIBRLC0000102174
<i>Phaeophyscia rubropulchra</i>		NIBRLC0000102177	2012-05-24
<i>Phaeophyscia</i> sp. 1		NIBRLC0000102181	2012-05-24
		NIBRLC0000102183	2012-05-24
<i>Physcia</i> cf. <i>orientalis</i>		NIBRLC0000102266	2012-10-26
<i>Physcia</i> sp. 1		NIBRLC0000102173	2012-05-24
Porpidiaceae	<i>Porpidia albocaerulescens</i>	NIBRLC0000102152	2012-05-24
		NIBRLC0000102154	2012-05-24
Stereocaulaceae	<i>Stereocaulon japonicum</i>	NIBRLC0000102157	2012-05-24
		NIBRLC0000102279	2012-10-26
		NIBRLC0000102282	2012-10-26
	<i>Stereocaulon pileatum</i>	NIBRLC0000102155	2012-05-24
		NIBRLC0000102268	2012-10-26
		NIBRLC0000102287	2012-10-26
	<i>Stereocaulon</i> sp. 1	NIBRLC0000102269	2012-10-26
		NIBRLC0000102277	2012-10-26
		NIBRLC0000102283	2012-10-26
		NIBRLC0000102285	2012-10-26

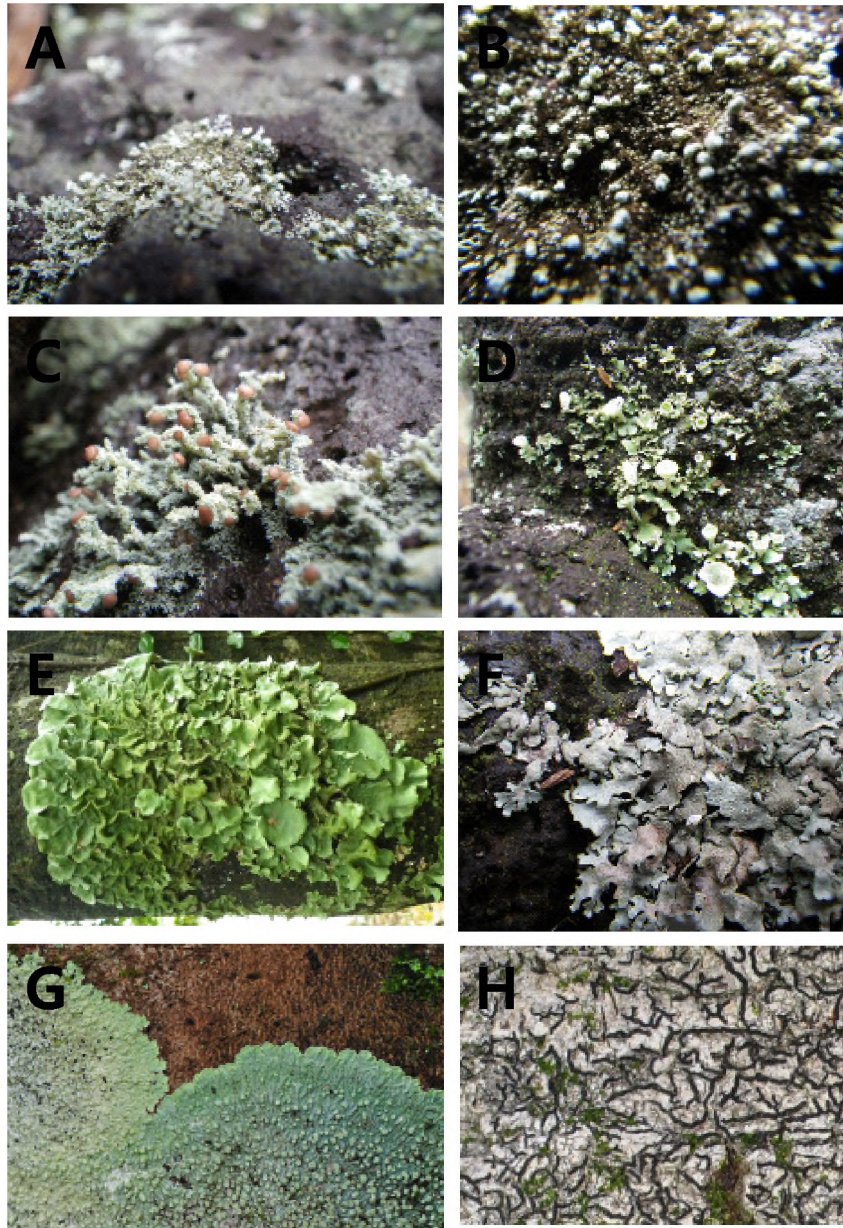


그림 9. 선흘곶자왓 내 동백동산습지 및 주변 지의류 출현 종. A. *Stereocaulon vesuvianum*, B. *Stereocaulon* sp. 1, C. *Stereocauln japonicum*, D. *Cladonia subconistea*, E. *Parmotrema tinctorium*, F. *Xanthoparmelia* cf. *coreana*, G. *Dirinaria applanata*, H. *Graphis* sp. 1.

IV. 고찰

1. 고산습지 대암산 용늪 및 늪 주변 미생물상 특징

가. 균류

유(2009)의 연구결과와 비교해 볼 때, 종 다양성에는 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 확인된 종별 현황에서는 큰 차이점을 보였다. 특히 유(2009)의 결과에서 많이 채집된 무명버섯속(*Hygrocybe*)의 종들이 본 조사에서는 1점만이 채집되었다. 또한 *Buletus* 속, *Suillus* 속의 종들이 본 조사에서는 한 점도 채집이 되지 않았지만, 유(2009)의 결과에서는 보여지지 않은 *Stereum* 속, *Xylobolus* 속의 종들이 본 조사에서는 확인되었다.

반면 유(2009)의 결과와 유사한 결과로는 독버섯인 광대버섯속(*Amanita*)의 종들이 고도가 낮은 지역과는 상반되게 매우 낮은 빈도로 채집되었다. 공통적으로 채집된 종으로는 *Mycena pura*, *Oudemansiella mucida* 등이 있었다. 본 연구결과에서 볼 수 있듯이 채집시기와 채집자의 중요 관심분류군에 따라 채집된 종에 차이를 보임을 알 수 있었다. 대암산 용늪은 고지대이면서도 상대적으로 습도가 높은 지역이라는 이유로 같은 고도대의 지역보다 높은 종 다양성을 보임을 알 수 있었다. 이는 용늪의 고등균류 종 다양성의 지속적인 모니터링을 통해, 습한 고지대에 대한 고등균류 연구의 중요한 자료로 활용이 가능할 것으로 보여진다.

나. 원핵생물

대암산 용늪 일대에서 확보한 균주는 분류학적으로 *Proteobacteria* 문에 13과 35속 48종으로 가장 많은 수의 균주가 분포해 있었으며, *Actinobacteria* 문에 5과 6속 12종, *Bacteroidetes* 문에 4과 6속 12종, *Firmicutes* 문에 2과 2속 12종의 균주가 분포하는 것으로 조사되었다. 속 수준에서는 *Albidiferax* 속과 *Novosphingobium* 속, *Pedobacter* 속에 해당되는 균주가 많이 확보되었으며 속 수준에서의 다양성은 높지 않은 것으로 분석된다.

일반적인 원핵생물 배양체의 경우 통상적으로 Nutrient agar, R2A agar 등 일반적인 배지에서 잘 성장하지만, 대암산 용늪 일대에서 확보한 배양체의 경우 일반적인 배지에서 배양체 확보 수가 적을 뿐 아니라 성장 속도가 일반 배지에 비해 2배 내지는 3배 이상 느린 것으로 나타났다. 이는 대암산 용늪 주변이 해발 1,300m에 달하는 고지대로 용존산소량이 낮고 대암초, 산사초, 산갓사초 등의 사초류가 주로 식생을 형성하고 있어 독특한 토질(이탄층)로 이루어져 있기 때문에 일반적인 배지에서는 성장 속도가 둔화되는 것으로 추정된다. 그러므로 분리

한 원핵생물 군주가 일반적인 원핵생물 성장 조건에서 성장이 원활하지 않은 점과 특히 용존산소량, 기압, 온도, 분포 식물과의 관련성을 바탕으로 확보된 배양체에 대한 최적 배양 기법 연구가 별도로 필요한 것으로 생각된다.

다. 미세조류

대암산 용늪에 대한 미세조류 조사는 정(1974)과 정과 김(1987)에 의해서 이루어졌다. 정(1974)은 수목에 착생하는 솔이끼류에 부착되어 있는 기증규조조사를 통해 *Tabellaria fenestrata* 등 규조류 18종을 보고하였다. 정과 김(1987)은 식물플랑크톤 조사를 통해 17과 36속 74종 25변종 1품종을 동정하였다. 이 중 규조류가 77종으로 가장 많았으며, 녹조류 18종, 남조류 5종 순으로 조사하였다. 본 연구에서는 식물플랑크톤과 부착성조류를 조사한 결과 총 91종으로 규조류가 54종으로 가장 종수가 많았으며, 다음으로 녹조류 24종으로 나타났다. 대암산 용늪은 고층습원과 이탄층이라는 특이적인 환경조건에 의해 일반 습지에 비해 연중 낮은 기온, 낮은 pH 조건 등으로 독특한 군집구조를 나타내었으며, 규조류 중 *Pinnularia* 속과 녹조류 중 먼지말류(desmids)인 *Staurastrum* 속, *Closterium* 속 등의 종조성이 풍부하였다.

본 연구에서 4종의 미발굴종을 발굴하였다. 국내 미기록종으로 규조류 *Stenopterobia curvula*와 *S. delicatissima*가 관찰되었다. 또한 규조류 *Cymbella* sp.1과 *Diatoma* sp.는 신종 또는 미기록종으로 판단되는 종으로 추후 추가 현장조사를 통한 시료 확보 및 실험을 통해 재검증할 필요성이 있다.

2. 제주 선홍꽃자왈, 화순꽃자왈 및 기타(산양, 애월꽃자왈) 미생물상 특징

가. 균류

제주도 동백동산에 대한 연구는 2007년 6월부터 2008년 12월까지 총 43회에 걸친 조사의 결과를 보인 고 등(2010)의 결과가 유일하다. 선행 연구결과를 보면 7목 36과 69속 178종을 동정하였으며, 가장 우점하는 목으로는 주름버섯목(Agaricales)이 138종이었으며, 민주름버섯목(Aphyllophoreles)은 23종이었다. 이는 본 연구결과인 13목 30과 57속 84종의 두배 이상 많은 종을 확인한 것이지만, 상대적으로 본 연구에서는 민주름버섯목의 비중이 높게 나타났다. 이는 채집시기와 횡수의 차이와 연구자의 관심분류군의 차이에 의한 결과라고 판단된다. 채집 횡수와 채집된 표본수의 차이로 인해 직접적인 비교는 어렵지만, 흰가시광대버섯(*Amanita viginoides*)과 같은 종은 공통으로 채집조사된 종이다. 한편 고 등(2010)의 결과에서는 많은 채집되었던 무당버섯속(*Russula*)의 종들이 본 연구에서는 채집이 되지 않은 점은 본 연구의 주요 채집 시기가

9월~10월로 조금은 늦었기 때문이라고 생각된다.

동백동산은 연중 습한 지역으로 다른 곳자왈에 비해 가장 습도가 높은 지역으로 알려져 있다. 이러한 지역의 버섯상은 동남아 지역의 건기와 우기사이의 환경과 많이 유사할 것으로 여겨진다. 이러한 점을 고려할 때 지속적으로 진행되는 기후변화로 인해 한반도의 아열대에 대한 고등균류의 종 변화 양상을 모니터링 하기에는 동백동산은 국내에서 가장 최적의 장소라 판단된다. 향후 지속적인 연구를 통하여 조사횟수와 시기를 확대한다면, 기후변화와 고등균류 발생 변화 양상을 연구하는 좋은 자료가 될 것이다.

나. 원핵생물

‘12년에는 동백동산을 중심으로 채집 활동을 실시하였으며 총 170주의 균주를 확보하였다. 염기서열 분석 결과를 토대로 *Proteobacteria* 문에 17과 37속 61종, *Actinobacteria* 문 7과 9속 13종, *Bacteroidetes* 문 4과 6속 10종, *Firmicutes* 문 3과 5속 14종이 분포한 것으로 집계되었다. 염기서열 분석 결과에 근거하여 속 수준에서 보면 *Bacillus* 속이 가장 많은 16주의 배양체를 차지하고 있었으며 *Albidiferax* 속이 8주, *Novosphingobium* 속이 9주, *Pseudomonas* 속이 11주 등으로 다양성은 크지 않은 편인 것으로 나타났다.

본 연구에 추가로 회석 배수와 배지의 종류를 다양화하여 최적 배양 조건을 탐색한 결과 화순 곳자왈 시료에서 확보한 배양체가 일반 배지를 비롯한 영양 배지에서도 배양이 순조로웠던 점과 비교하여, 선흘곳자왈 내 동백동산습지에서 확보한 배양체는 영양 배지 등에서는 성장 속도가 둔화되는 결과를 나타내어서 회석 배지를 사용하여 배양하였다. 이는 토질의 성분이 지역별로 다르기 때문에 나타나는 현상인 것으로 해석된다. 그러므로 분리한 원핵생물 균주가 일반적인 원핵생물 성장 조건에서 성장이 원활하지 않은 점에 주목하여 최적 배양 기법 관련 연구도 동시 수반되어야 할 것이다.

곳자왈 지역은 지역에 따라 식생의 분포와 토질의 차이가 크기 때문에 권역을 구분하여 장기적인 조사로 확대하여 원핵생물의 종 다양성을 비교하는 작업이 추후 진행되어야 할 것으로 생각된다. 본 사업에서는 동백동산 지역에는 총 4회 방문 조사를 진행하였지만, 화순곳자왈 지역 등은 ‘13년 조사에 앞서 선행조사를 위하여 1회 채집을 실시하였기 때문에 향후 권역별로 조사를 진행하여 종 다양성을 비교 분석하는 작업이 필요할 것으로 생각된다.

다. 미세조류

선흘곳자왈 내 동백동산 습지의 미세조류에 대한 조사는 전국내륙습지 자

연환경조사(2005)를 통해 이루어졌다. 식물플랑크톤 중심으로 3회 조사를 통해 총 101종이 동정되었으며, 녹조류 63종으로 가장 풍부하였고, 유글레나조류 16종, 규조류 9종, 남조류 8종, 와편모조류 3종, 시누라조류 2종이 조사되었다. 본 연구에서 총 115종이 동정되었으며, 규조류가 48종, 녹조류 43종으로 높은 종수를 나타내었고, 유글레나조류 12종, 남조류 5종, 시누라조류 3종, 와편모조류 2종, 황갈조류 1종, 황녹색조류 1종 순으로 조사되어 종다양성이 풍부한 것으로 나타났다. 특히 규조류 중 *Eunotia* 속, *Pinnularia* 속과 *Staurastrum* 속, *Cosmariu* 속 등 녹조류 중 먼지말류(desmids)의 종조성이 풍부하게 나타났다. 2005년 조사와 비교하여 특히 규조류의 종수가 높게 나타난 것은 본 연구에서 식물플랑크톤 뿐만 아니라 부착성 조류도 함께 조사하였기 때문이다.

또한 본 연구에서 2종의 미발굴종을 발굴하였다. 대암산 용늪 조사와 마찬가지로 국내 미기록종으로 규조류 *Stenopterobia curvula*가 관찰되었다. *Coelastrum* sp.는 신종 또는 미기록종으로 판단되는 종으로 추후 추가 현장조사를 통한 시료 확보 및 실험을 통해 재검증할 필요성이 있다.

라. 지의류

제주지역 지의류는 한라산을 포함하여 약 50속에 150여종 정도가 알려져 있는데 이번 선흘곶자왈에서 출현하는 종들은 특별히 이 지역에서만 나타나는 종이라고 특정 지어지는 종은 없다고 보인다. 단지 제주지역이기에 나타나는 *Stereocaulon vesuvianum*이 용암 위에 주종으로 나타나는 특징이 있다.

선흘곶자왈 지역에서는 총 64점의 지의류가 채집되었고 그 결과 12속 27종이 출현하는 것으로 보이는데 지역 자체가 좁아 많은 종이 나타나지 않는 것으로 생각 된다.

그렇지만, 수피위에 착생하는 지의류로는 *Parmotrema tinctorium*, *Myelochroa aurulenta*, *Dirinaria applanata* 등과 같은 엽상지의류와 Graphidaceae, Pertusaria에 속하는 고착지의 등이 주로 나타났고, 암석위에는 *Acarospora* 속, *Endocarpon* 속 등과 같은 고착형 지의와 *Stereocaulon* 속에 속하는 수지상 지의가 나타나 전형적으로 한반도에서 나타나는 종들이 주종을 이루고 있었다.

이 중 *Acarospora* 속, *Bacidia* 속, *Graphis* 속에 속하는 종은 미기록종 또는 신종으로 보이지만 좀 더 추가적인 연구를 통한 검증이 필요하다.

VI. 참고문헌

- 강호정. 2004. 습지의 생지화학적 반응과 전지구적 기후 변화의 영향. 생물화공심포지움.
- 고평열, 석순자, 전용철. 2010. 제주도 선홍곶 동백동산에 자생하는 버섯의 생태연구. *Kor. J. Mycol.* 38: 8-15.
- 국립생물자원관. 2007. 국립생물자원관 생물자원관리시스템 구축 및 표분화 사업. 1-453.
- 국립생물자원관. 2008. 국립생물자원관 생물자원관리시스템 구축 및 표분화 사업 (1). 1-375.
- 국립생물자원관. 2009. 국립생물자원관 생물자원관리시스템 구축 및 표분화 사업 (2). 1-225.
- 국립환경과학원. 2005. 전국내륙습지 자연환경조사: 제주도 동백동산, 용수저수지. 262pp.
- 김성희. 1980. 제주도 한라산 지의류의 수직분포에 관한 연구. *Bull. Kongju Teachers Col.* 16: 241-279
- 박승태. 1979. Ecological study on the distribution of Parmeliaceae in Mt. Hanla. *Bull. Educ. Jeonbuk. Univ.* 5: 47-52.
- 정영호. 1974. 한강의 Microflora에 관한 연구(제 8보)-남한의 유일한 고층습원인 대암산 용늪의 기층구조에 대하여-. *한국식물학회지.* 17(2): 63-68.
- 정영호, 김기태. 1987. 북한강의 수원인 대암산 용늪(고층습원)의 식물성 플랑크톤. *환경생물학회지.* 5(1): 1-16.
- Bouvet PJM and Grimont PAD. 1986. Taxonomy of the genus *Acinetobacter* with the recognition of *Acinetobacter baumannii* sp. nov., *Acinetobacter haemolyticus* sp. nov., *Acinetobacter johnsonii* sp. nov., and *Acinetobacter junii* sp. nov. and emended descriptions of *Acinetobacter calcoaceticus* and *Acinetobacter lwoffii*. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 36: 228-240.
- Brenner DJ, Krieg NR, Staley JT and Garrity GM (eds). 2005. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, second edition, vol. 2 (The Proteobacteria), part C (The Alpha-, Beta-, Delta-, and Epsilonproteobacteria). Springer. New York. 575pp.
- Chun J, Lee JH, Jung Y, Kim M, Kim S, Kim BK and Lim YW. 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.
- Hendey, NI. 1974. The permanganate method for cleaning freshly gathered diatoms. *Microscopy* 32: 432–426.
- Lang E, Burghartz M, Spring S, Swiderski J and Sproer C. 2010. *Pseudomonas benzenivorans* sp. nov. and *Pseudomonas saponiphila* sp. nov., represented by xenobiotics degrading type strains. *Curr. Microbiol.* 60: 85–91.
- Lu YL, Chen WF, Han LL, Wang ET and Chen WX. 2009. *Rhizobium alkalisoli* sp. nov., isolated from *Caragana intermedia* growing in saline-alkaline soils in the north of China. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 59: 3006–3011.
- Mitsch WJ and Gosselink JG. 1993. *Wetlands*, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Moon KH & Kashiwadani H. 2009. *Lobothallia aiphoplaca* (Wahlenb.) Hafriener (Megalosporaceae) found in Korea. *J. Jpn. Bot.* 84: 303–305.
- Kashiwadani H, Moon KH, Inoue M, Thor G, Kim YS. 2002. Lichens of the Cheju island, Republic of Korea. Proceedings of the 3rd and 4th symposium on collection building and Natural History studies in Asia and the Pacific rim. *Natl. Sci. Mus., Tokyo.* 115–135.
- Moon KH, Shibuichi H, Kashiwadani H. 2002. A note on the genus *Pertusaria* (Ascomycotina, Pertusariaceae) collected in the Cheju Island, Korea. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, ser. B* 28(4): 113–119.
- Neubauer H, Aleksic S, Hensel A, Finke EJ and Meyer H. 2000. *Yersinia enterocolitica* 16S rRNA gene types belong to the same genospecies but form three homology groups. *Int. J. Med. Microbiol.* 290: 61–64.
- Nishimura Y, Ino T and Iizuka H. 1988. *Acinetobacter radioresistens* sp. nov. isolated from cotton and soil. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 38: 209–211.
- Yoo KH. 2009. Studies on the biodiversity of the higher fungi from the Yongnup swamp land. *Kor. J. Mycol.* 37: 189–194.



이 책자는 환경보전 및 재활용 촉진을 위해 재생용지를 사용하였습니다.