

## LC-MS기반 극지미생물의 대사체 분석

Metabolomic analysis of Antarctic microorganism based  
on LC-MS



고려대학교 산학협력단

# 제 출 문

극지연구소장 귀하

본 보고서를 “ 극지생물 유래 유용 대사체 활용기반 구축에 관한 연구” 과제의 위탁연구 “LC-MS기반 극지미생물의 대사체 분석에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.



2017. 1.

|               |         |
|---------------|---------|
| (본과제) 총괄연구책임자 | : 임 정 한 |
| 위탁연구기관명       | : 고려대학교 |
| 위탁연구책임자       | : 이 동 호 |
| 위탁참여연구원       | : 류 승 목 |
| “             | : 김 민 지 |
| “             | : 최 유 진 |

보고서 초록

|                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |                                                       |       |             |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|-------|-------------|-------------|
| 위탁연구과제명                                                                                                                                                                                                                                              |                     | LC-MS기반 극지미생물의 대사체 분석                                 |       |             |             |
| 위탁연구책임자                                                                                                                                                                                                                                              | 이 동 호               | 해당단계<br>참여연구원수                                        | 4명    | 해당단계<br>연구비 | 25,000,000원 |
| 연구기관명 및<br>소속부서명                                                                                                                                                                                                                                     | 고려대학교               |                                                       | 참여기업명 | —           |             |
| 국제공동연구                                                                                                                                                                                                                                               | 상대국명 : — 상대국연구기관명 : |                                                       |       |             |             |
| 요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자이내)                                                                                                                                                                                                                            |                     |                                                       |       |             | 보고서<br>면수   |
| <div>✓ LC-MS를 활용한 극지 미생물 대사체 분석</div> <div>1. 극지 미생물 추출물의 배양과 추출 및 시료 전처리 조건 확립 및 대사체 LC-MS 분석 조건 확립</div> <div>2. 확립된 LC-MS 분석 조건을 이용한 극지미생물 SF7013 및 SF7024 추출물 분석</div> <div>3. UV/MS spectrum 결과를 기반으로 극지미생물 추출물 내의 대사체를 예측하고, 대사체 DB를 구축함</div> |                     |                                                       |       |             |             |
| 색 인 어<br>(각 5개 이상)                                                                                                                                                                                                                                   | 한 글                 | 극지 미생물, 대사체, 액체 크로마토그래피, 질량분석기, 분석                    |       |             |             |
|                                                                                                                                                                                                                                                      | 영 어                 | Antarctic microorganism, Metabolite, LC, MS, analysis |       |             |             |

# 요 약 문

## I. 제 목

LC-MS기반 극지미생물의 대사체 분석

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

극지 미생물 대사체 분석 기법 확립 및 대사체 DB 확보를 통하여, 유효한 균주를 효과적으로 선별하며, 극지 미생물 대사체의 활용기술 개발을 위한 대사물질 분리에 있어 효과적인 접근법 제시함.

## III. 연구개발의 내용 및 범위

극지 유래 미생물의 대사체 LC-MS 분석 조건을 확립하고 이를 이용해 극지미생물 추출물 내의 대사체를 예측하고, 대사체 DB를 구축함.

## IV. 연구개발결과

극지 유래 미생물의 배양과 추출 및 시료 전처리 조건 확립 및 대사체 LC-MS 분석 조건을 확립하고 이를 이용해 SF7013 및 SF7024의 추출물을 분석하여 각 미생물의 대사체 DB를 구축함.

## V. 연구개발결과의 활용계획

LC-MS기반 극지미생물의 대사체 분석 연구를 통하여 극지 해양 미생물 유래 유효 물질 분리를 위한 기초자료로 활용이 가능함.

# S U M M A R Y

## (영 문 요 약 문)

### I. Title

Metabolomic analysis of Antarctic microorganisms based on LC-MS

### II. Purpose and Necessity of R&D

Chemotaxonomic screening and database of the metabolomics derived from Antarctic microorganisms leads to effective selection of the strains and approach to the isolation for application of the metabolites.

### III. Contents and Extent of R&D

Antarctic derived metabolomics analysis method was established with LC-MS and the extracts were dereplicated to develop the database.

### IV. R&D Results

Cultivation, extraction and sample preparation of the Antarctic microorganisms was acquired and LC-MS analysis was established for the extracts of SF7013 and SF7024 to create the database library.

### V. Application Plans of R&D Results

LC-MS based analysis of the Antarctic microorganisms provide the platform for isolation of the active compounds.

# 목 차

제 1 장 서론

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과



제 4장 연구개발목표 달성도 및 대외기여도

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

## 제 1 장 서론

### 제 1 절 연구목적

LC-MS를 이용한 극지 미생물 대사체 분석 기법 확립 및 대사체 분석, DB 확보를 통하여, 유효한 균주를 효과적으로 선별하며, 극지 미생물 대사체의 target, non-target 분석을 통하여, 극지 미생물 유래 대사체 활용기술 개발을 위한 대사물질 분리에 있어 효과적인 접근법 제시함.

### 제 1 절 연구의 필요성

극지생물 유래 유용 대사체 활용기반 구축을 위해서는 빠르고 정확한 대사체 분석 기술 개발이 필수적임. 따라서 UPLC-MS를 이용한 대사체학 분석 기법을 이용하여 극지미생물 내의 대사체를 분석하고 이를 DB로 구축하여, 극지생물 유래 유용 대사체를 활용한 차세대 국가 성장 동력을 창출하기 위한 기반기술 확보에 기여하고자 함.

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절 천연물 대사체 연구

대사체학은 생물체에 존재하는 저분자 화합물을 전체적으로 분석하는 기술로서 생명체 상호간의 영향 및 외부 화합물들과의 반응을 검토할 수 있음. 이러한 대사체 연구는 동물, 식물, 미생물 등의 생물체를 대상으로 식품, 농업, 의약, 환경분야 등 다양한 분야에 적용되어 오고 있음. 생명현상을 총체적으로 이해하기 위한 천연물의 대사물질에 관한 연구가 지속적으로 이루어지고 있으며 특히, 최근 기술의 발달로 해양생물에 대한 적용이 가능해지면서 극한 서식조건으로 인한 특이성과 다양성의 대사체를 가지는 해양 천연물 관련 관심과 연구는 증가하고 있음.





## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 LC-MS를 이용한 극지미생물 추출물의 대사체 분석 조건 확립

#### ■ 극지 미생물 수령 및 배양

- SF7013, SF7024의 극지 미생물을 원광대 오현철 교수님으로부터 수령함.
- 대사 물질 분석을 위해 해수조건의 potato dextrose agar 배지에 25 °C 조건에서 10일간 정체 배양하고, 현미경을 통해 포자를 관찰하여 *Ginus*를 예측함.
- 배양된 극지 미생물을 MeOH를 이용하여 추출하고 여과 후 농축함. 이를 다시 증류수에 현탁시킨 후 같은 양의 EtOAc로 용매 분획을 실시하였고, EtOAc 추출물을 얻음.

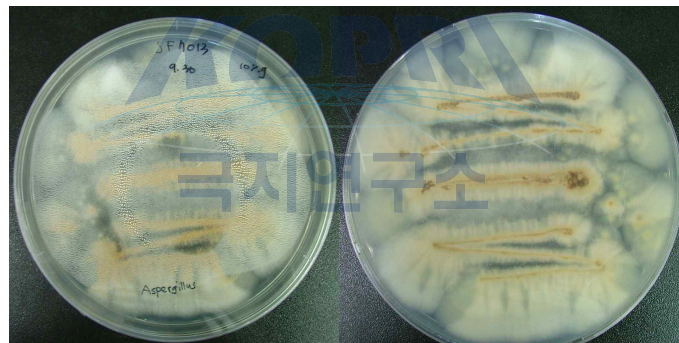


그림 1 SF7013, PDA 배지, 10일 배양



그림 2 SF7024, PDA 배지, 10일 배양

- 현미경을 통한 포자 관찰 결과, SF7013, SF7024두 균주는 *Aspergillus*속의 분생자를 가지는 것으로 예측됨.

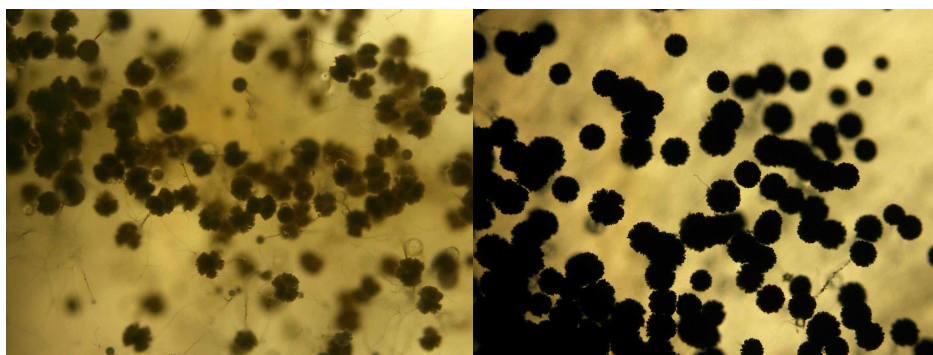


그림 3 SF7013(왼)와 SF7024(오) 분생자

■ 극지 미생물 추출물의 LC-MS 분석조건 확립

- 분석을 위해 추출물을 MeOH에 녹여 0.2  $\mu$ l의 membrane filter로 필터 후 LC-MS (Waters UPLC/Ion trap (IT) MS and quadrupole time of flight (Q-ToF) MS system)를 이용하여 metabolite가 충분히 분리되고 MS가 detect 될 수 있는 최적의 분석 조건을 확립함.
- UPLC 이동상 조건으로 0.05 %의 Formic acid가 든 물과 ACN을 사용하여 ACN 20-100 %로 gradient주어 7분간 분석조건을 확립하고, 적절한 MS 이온화 조건을 확립함.

LC/MS 분석

| UPLC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |      |       |       | Q-ToF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• UPLC system: Waters ACQUITY UPLC™</li> <li>• Column ACQUITY UPLC BEH C18</li> <li>• (2.1 x 100mm, 1.7<math>\mu</math>m)</li> <li>• Mobile phase A: 0.05 % FA in Water</li> <li>• B: Acetonitrile</li> <li>• Flow rate: 300<math>\mu</math>l/min</li> <li>• Injection volume: 2<math>\mu</math>l</li> <li>• Column temperature: 35°C</li> <li>• Gradient condition:</li> </ul> |                          |      |       |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capillary (V) 2800.0</li> <li>• Sample Cone (V) 28.0</li> <li>• Extraction Cone (V) 0.8</li> <li>• Desolvation Temp (°C) 300.0</li> <li>• Source Temp (°C) 100.0</li> <li>• TOF Flight Tube (V) 5630.0</li> <li>• Reflectron (V) 1730.0</li> <li>• Pusher 860.4</li> <li>• Puller 650.0</li> <li>• Start Mass 100.0</li> <li>• End Mass 1500.0</li> <li>• Start Time (min) 0.0</li> <li>• End Time (min) 5.0</li> <li>• Scan Time (sec) 0.48</li> <li>• InterScan Time (sec) 0.1</li> </ul> |  |
| Time (min)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Flow rate ( $\mu$ l/min) | % A  | % B   | Curve |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| Initial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 300                      | 80.0 | 20.0  |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 7.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 300                      | 0.0  | 100.0 | 6     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 8.50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 300                      | 0.0  | 100.0 | 6     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 8.60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 300                      | 80.0 | 20.0  | 6     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 10.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 300                      | 80.0 | 20.0  | 6     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |

그림 4 확립된 LC-MS 분석조건

## 제 2 절 극지미생물 추출물 분석

### ■ SF7013 추출물의 LC-MS 분석

- 확립된 LC-MS 분석조건으로 SF7013 추출물을 분석함.
- SF7013 추출물 LC-MS 분석 결과, UV와 MS상에서 4개의 특징적인 peak이 나타남.

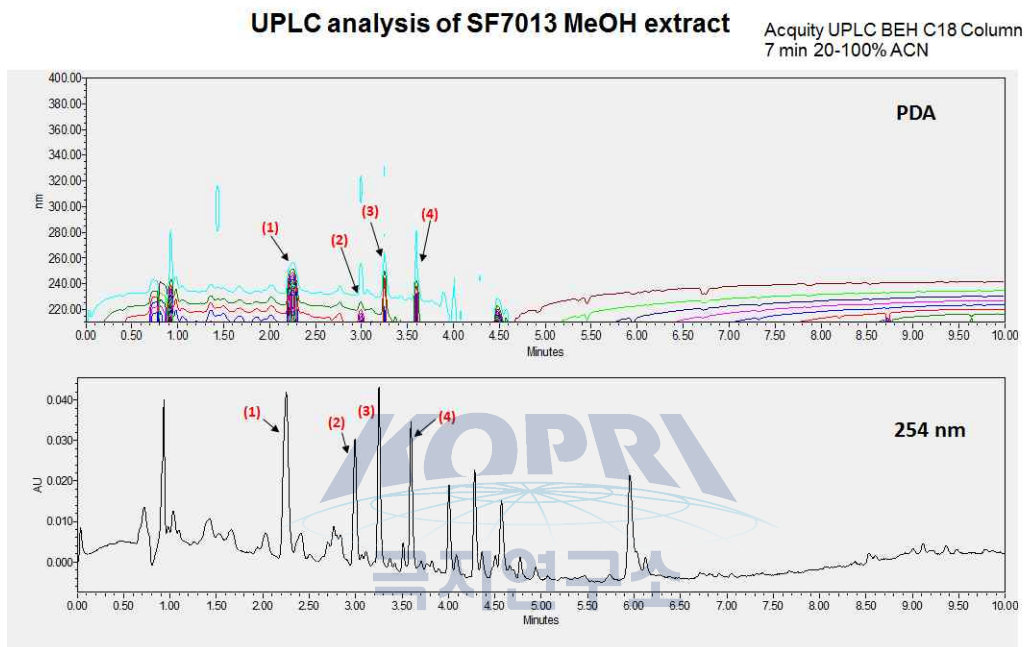


그림 5 SF7013 추출물 UPLC 분석 결과

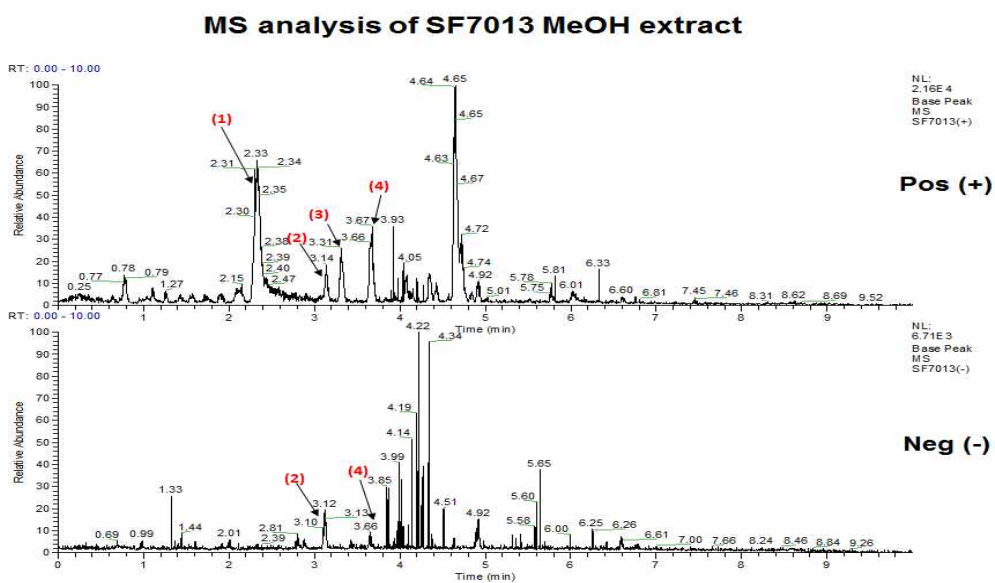


그림 6 SF7013 추출물 MS 분석 결과

■ SF7024 추출물의 LC-MS 분석

- 확립된 LC-MS 분석조건으로 SF7024 추출물을 분석함.
- SF7024 추출물 LC-MS 분석 결과, UV와 MS상에서 8개의 특징적인 peak이 나타남.

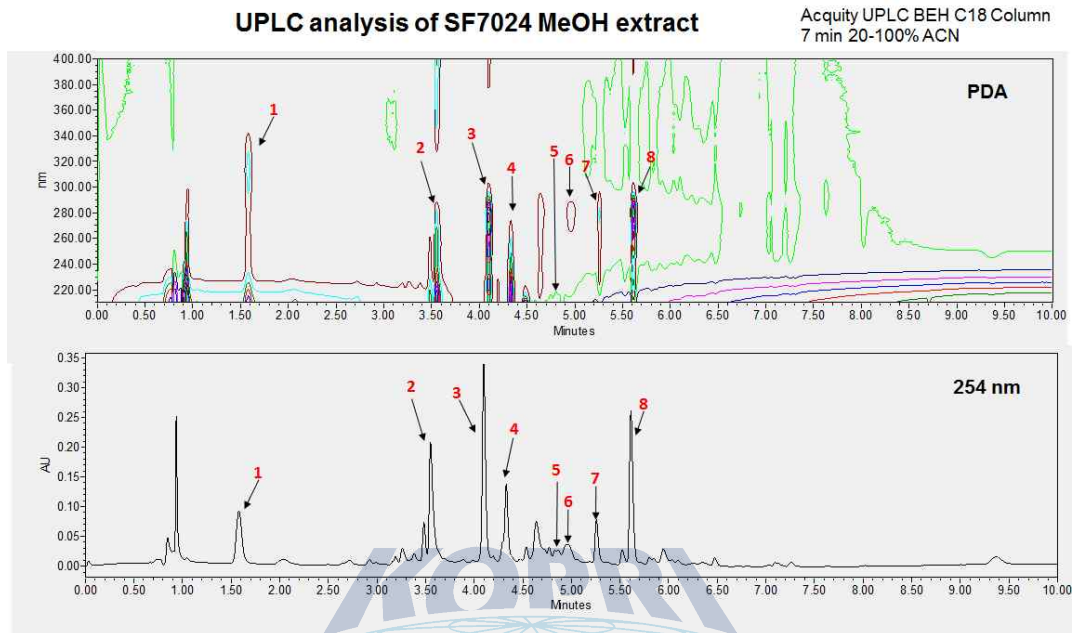


그림 7 SF7024 추출물 UPLC 분석 결과

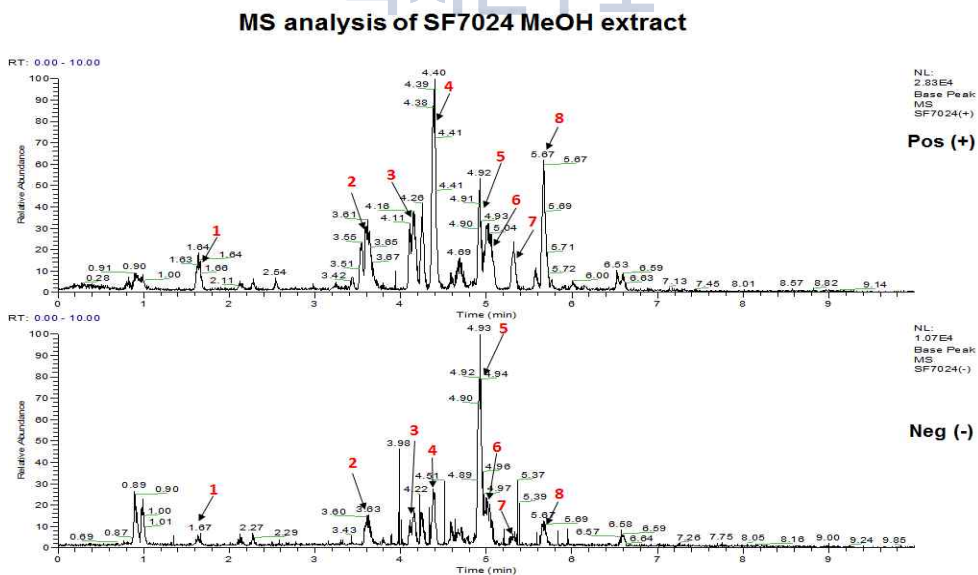


그림 8 SF7024 추출물 MS 분석 결과

### 제 3 절 극지미생물 추출물 내의 대사체 분석 및 DB 구축

#### ■ SF7013 추출물의 대사체 분석 및 DB 구축

- SF7013 추출물의 대사체 분석에서 나타난 4개의 특징적인 peak에 대해 MS 및 UV spectrum을 분석하여 Reaxys, SciFinder와 같은 문헌 검색 database를 이용한 de-replication을 시행하고 HR/MS 분석으로 molecular formula를 예측함.
- SF7013 추출물의 4개의 peak의 MS와 HR/MS 분석 결과, Peak (1)은 정확한 분자량을 찾지 못하였고, peak (2)는 분자량 434,  $C_{22}H_{26}O_9$ 로, peak (3)는 307,  $C_{17}H_{13}N_3O_3$ 로, peak (4)는 291,  $C_{17}H_{13}N_3O_2$ 로 분석됨.

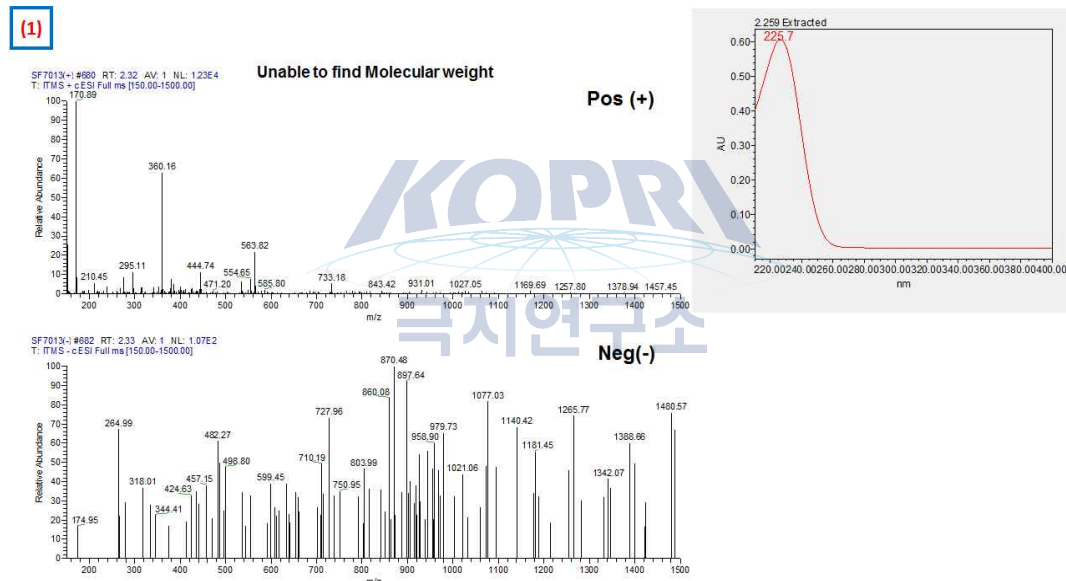
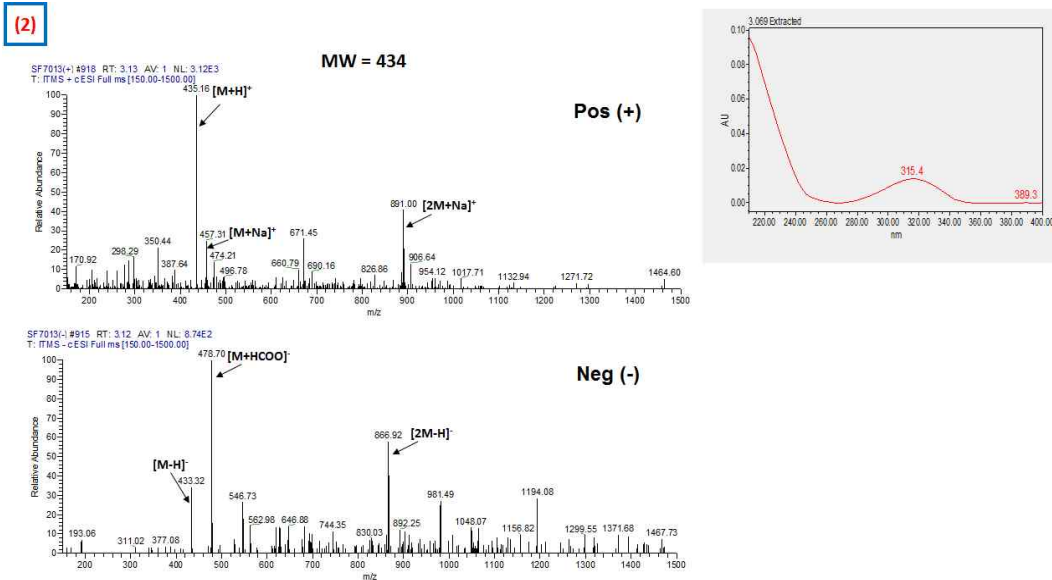


그림 9 Peak (1)의 UV, MS 분석 결과





### High Resolution MS

Positive Ion mode  
( < 50 ppm)

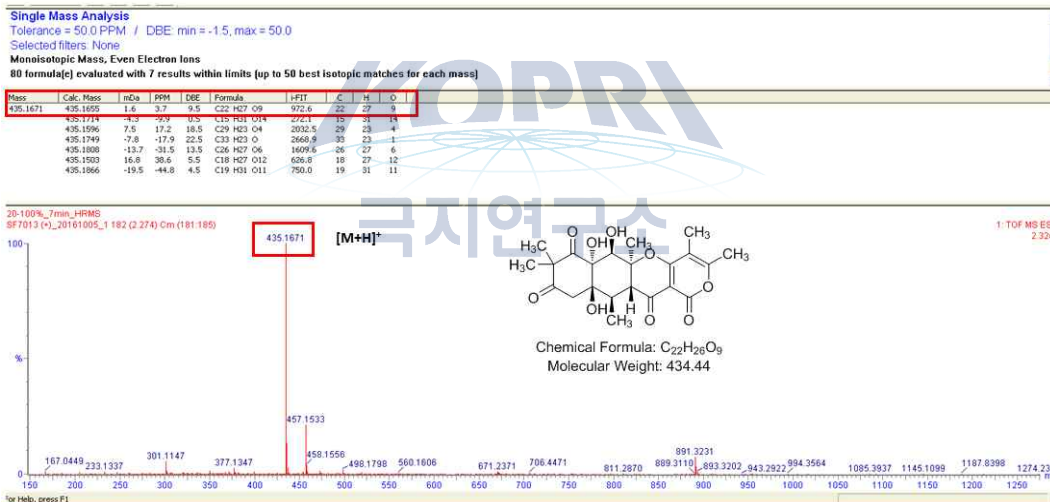
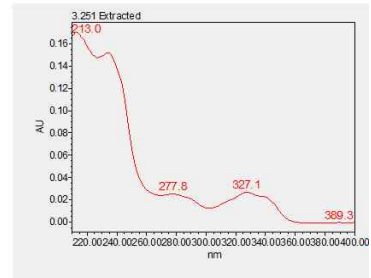
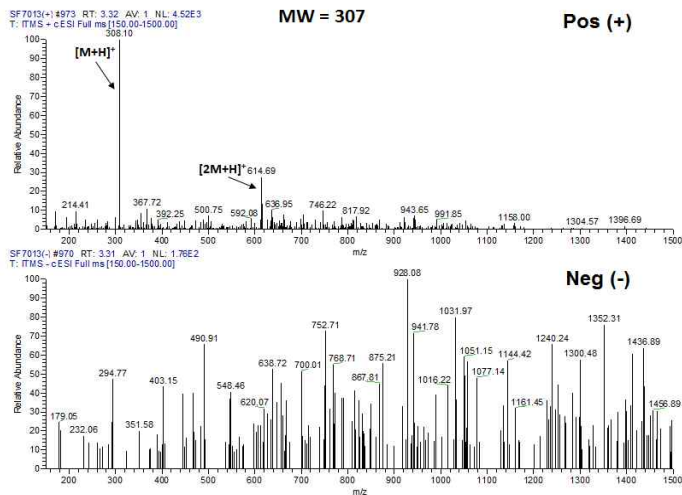


그림 10 Peak (2)의 UV, MS 분석 결과 및 예측 화합물

(3)



### High Resolution MS

Positive Ion mode  
( < 50 ppm)

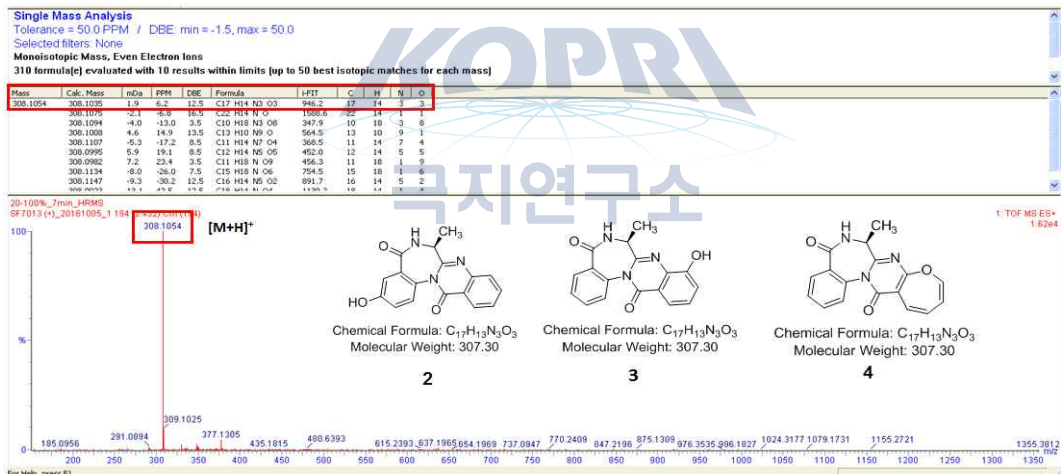
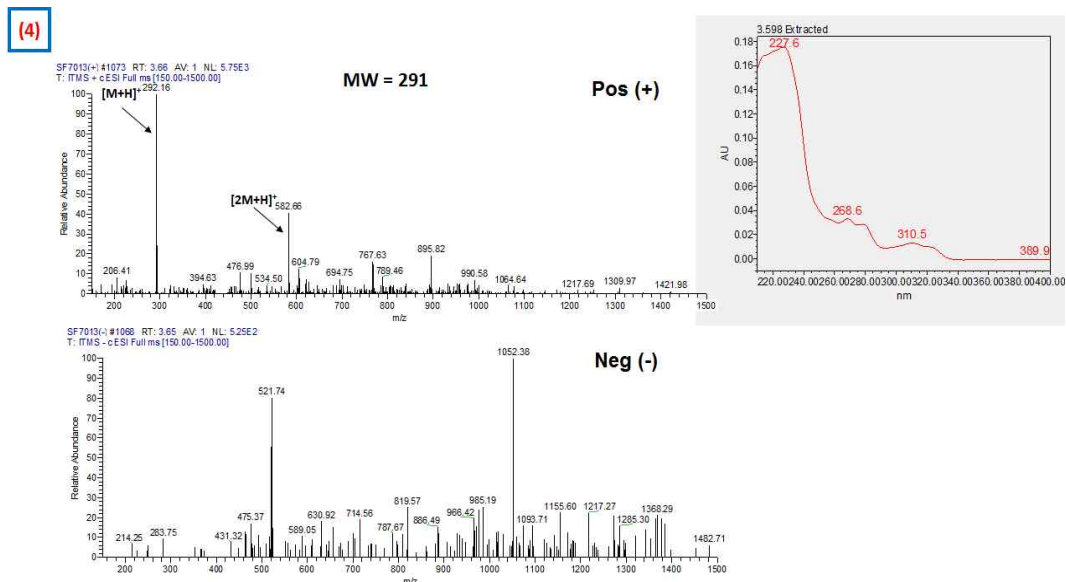


그림 11 Peak (3)의 UV, MS 분석 결과 및 예측 화합물



#### High Resolution MS

Positive Ion mode  
( < 50 ppm)

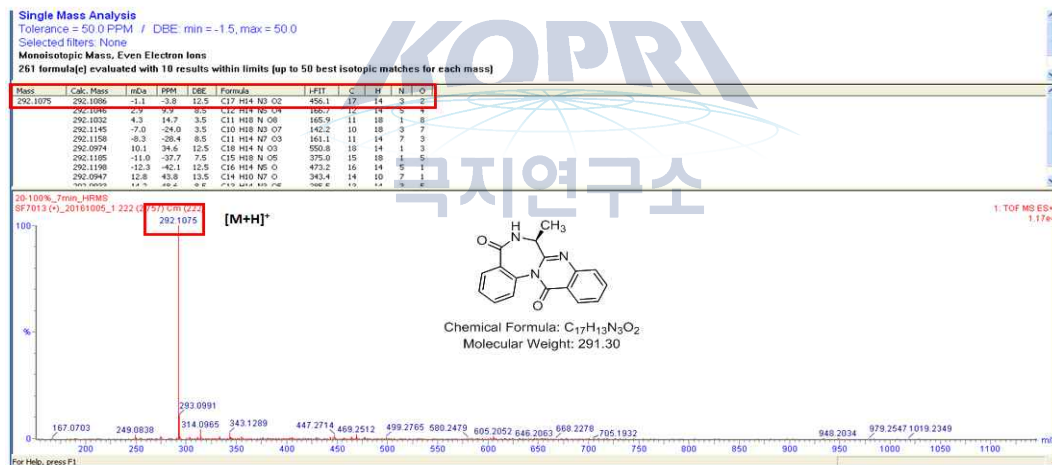


그림 12 Peak (4)의 UV, MS 분석 결과 및 예측 화합물

- 해당 분자량과 UV 패턴을 *Aspergillus*속 위주로 문헌을 검색한 결과, peak (2)는 aspertetranone A로, peak (3)은 circumdatin C, circumdatin G, circumdatin L 중 하나로 예측되었고, peak(4) 역시 같은 계열의 circumdatin F로 예측됨.



### De-replication Results of SF7013 MeOH extract

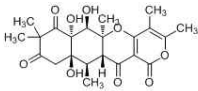
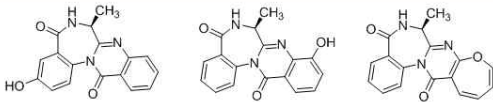
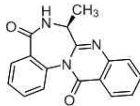
| No. | Name                                            | Molecular formula    | Molecular Weight | Structure                                                                          |
|-----|-------------------------------------------------|----------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | —                                               |                      |                  | 정확한 분자량 찾지 못함                                                                      |
| 2   | Aspertetranone A                                | $C_{17}H_{13}N_3O_3$ | 434.44           |  |
| 3   | Circumdatin C<br>Circumdatin G<br>Circumdatin L | $C_{17}H_{13}N_3O_3$ | 307.3            |  |
| 4   | (S)-(-)-Citcumdatin F                           | $C_{17}H_{13}N_3O_3$ | 291.31           |  |

표 1 SF7013 추출물 내의 peak 1~4 de-replication 결과

#### ■ SF7024 추출물의 대사체 분석 및 DB 구축

- SF7024 추출물의 대사체 분석에서 나타난 8개의 특징적인 peak에 대해 이에 대해 MS 및 UV spectrum을 분석하여 Reaxys, SciFinder와 같은 문헌 검색 database를 이용한 de-replication을 시행하고 HR/MS 분석으로 molecular formula를 예측함.
- SF7024 추출물의 8개의 peak의 MS와 HR/MS 분석 결과, peak (1)은 분자량 223, molecular formula  $C_{10}H_9NO_5$ 로, peak (2)는 288,  $C_{15}H_{12}O_6$ 로, peak (3)은 272,  $C_{15}H_{12}O_5$ 로, peak (4)는 343, peak (5)는 529로 확인됨. Peak (6)은 분자량 574, molecular formula  $C_{31}H_{26}O_{11}$ 로, peak (7)과 peak (8)은 같은 분자구조로 556,  $C_{31}H_{24}O_{10}$ 로 분석됨. 그 중 peak (3), (6), (7), (8)은 유사한 UV 패턴으로 같은 계열의 화합물로 예상됨.

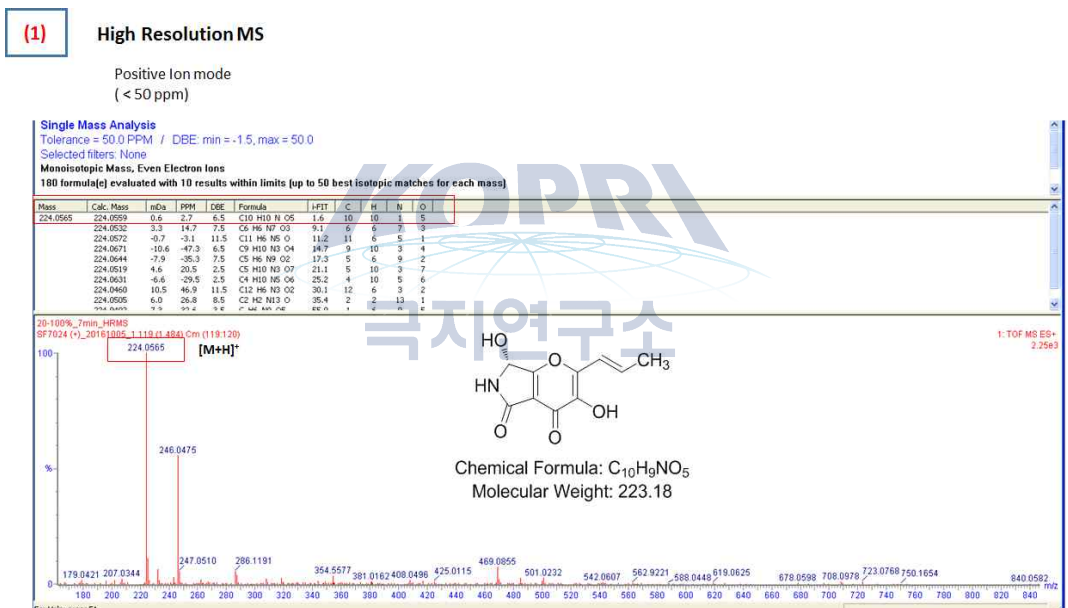
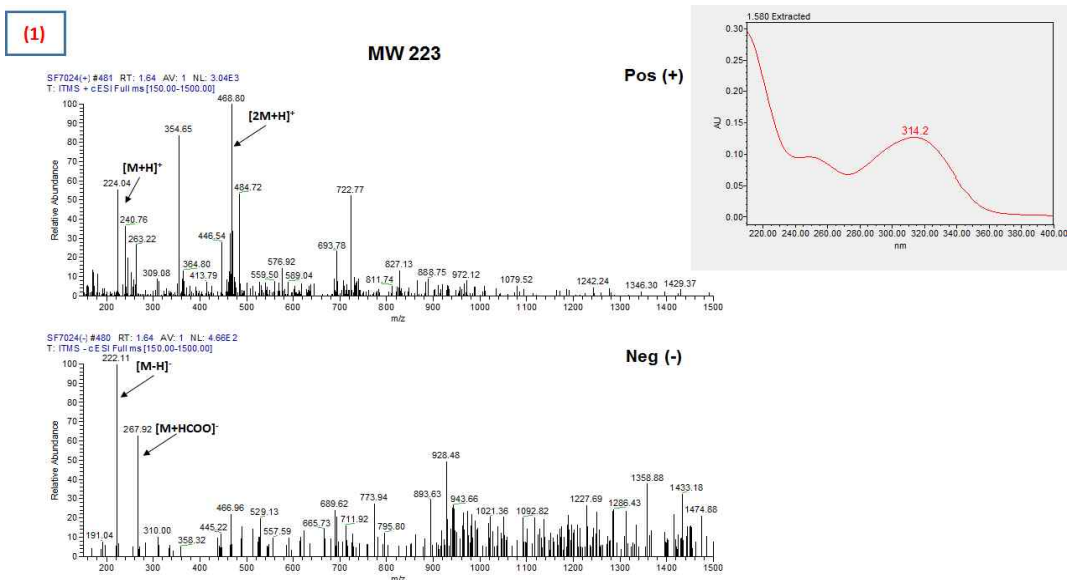
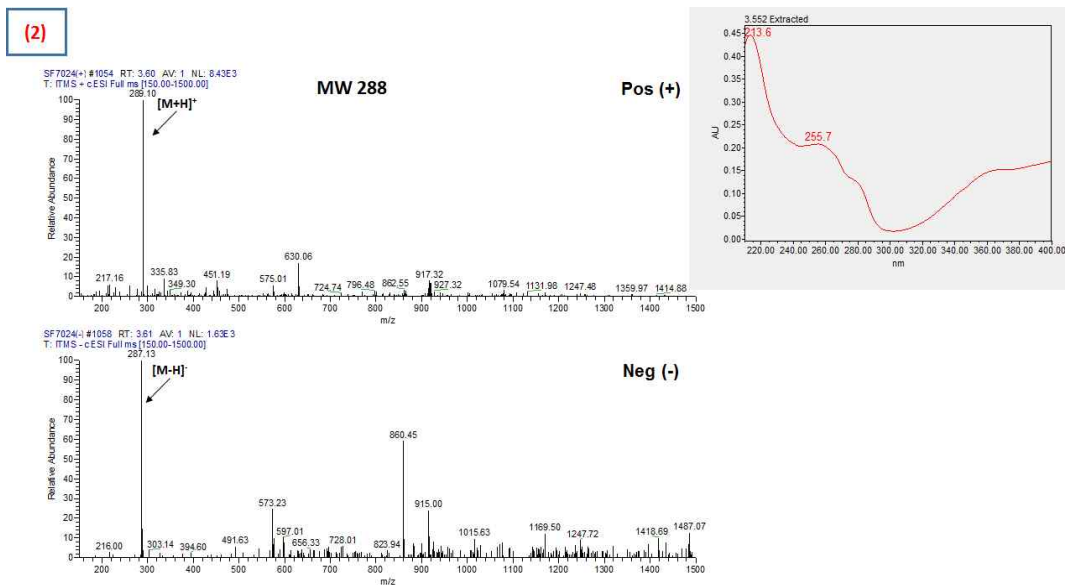


그림 13 Peak (1)의 UV, MS 분석 결과 및 예측 화합물



(2) **High Resolution MS**  
**Negative Ion mode**  
( < 50 ppm)

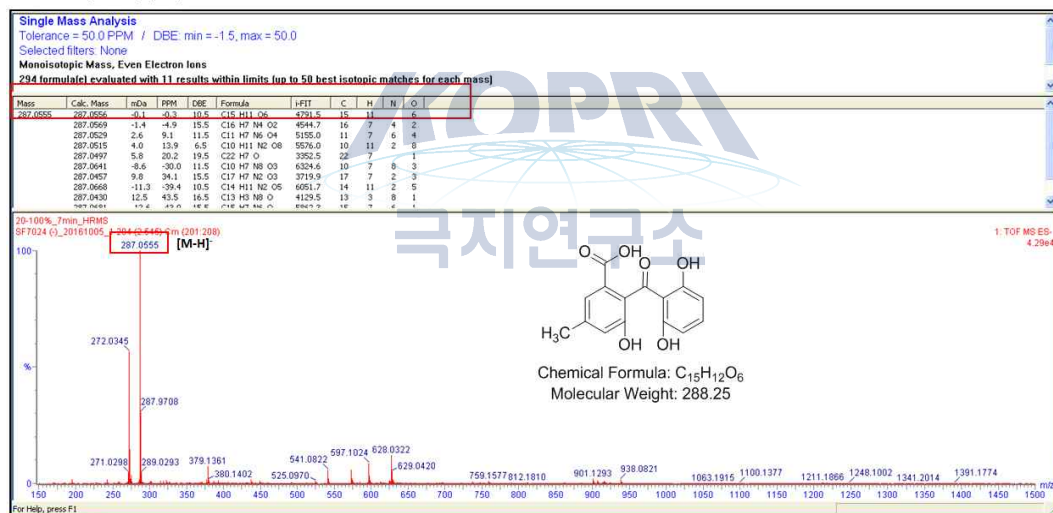


그림 14 Peak (2)의 UV, MS 분석 결과 및 예측 화합물

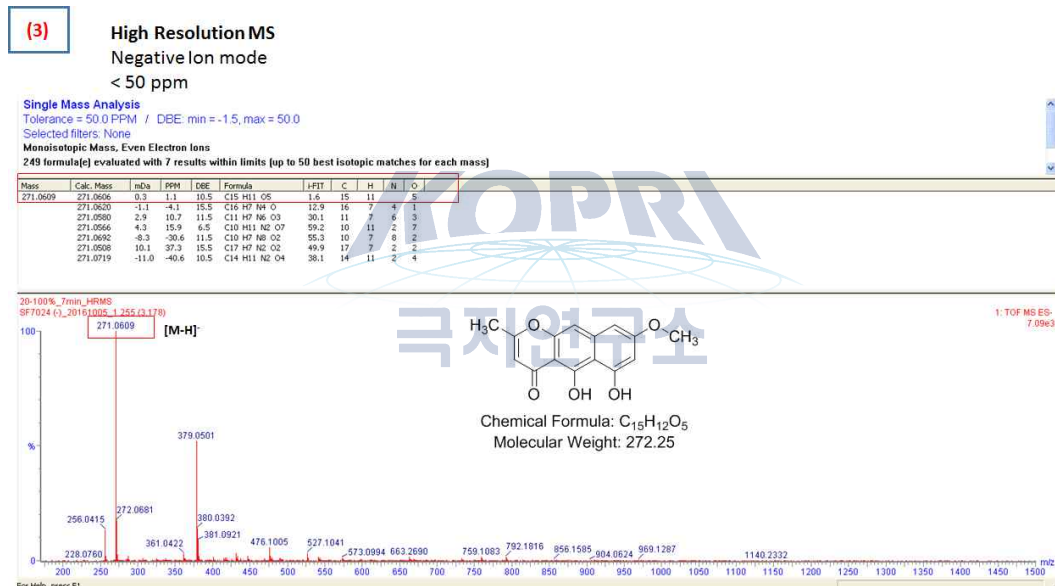
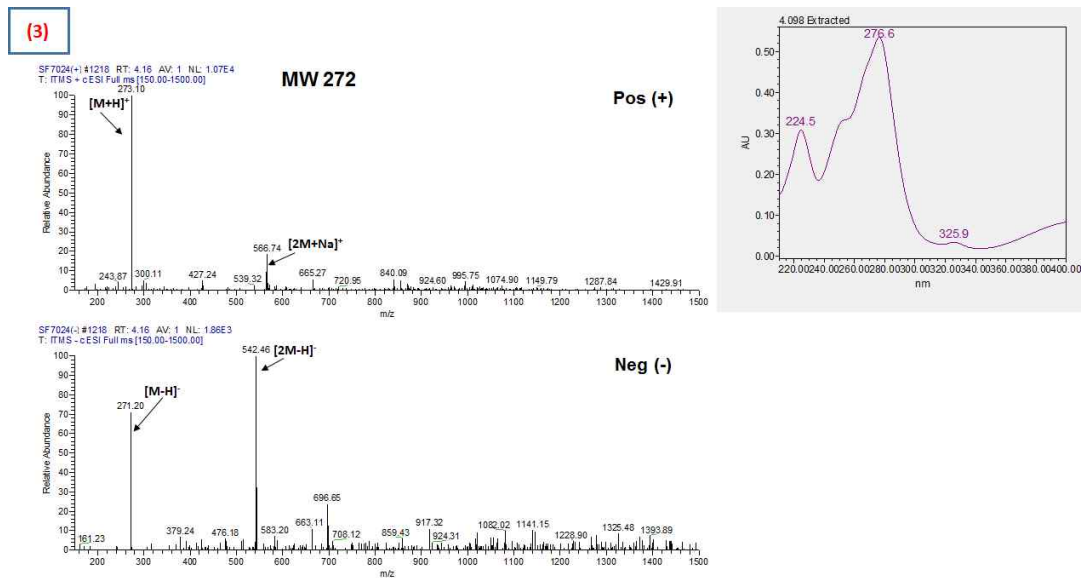


그림 15 Peak (3)의 UV, MS 분석 결과 및 예측 화합물

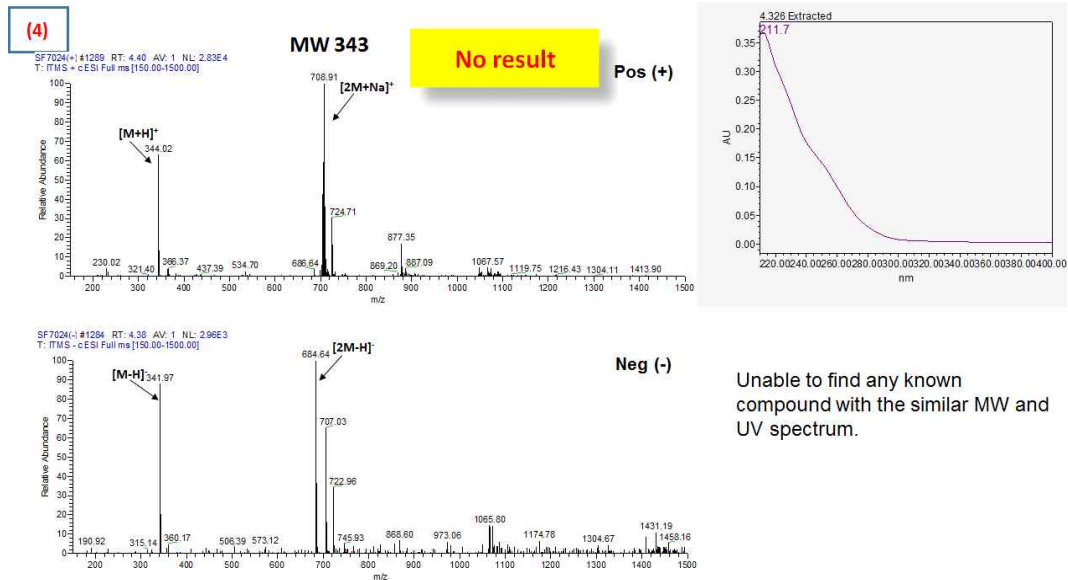


그림 16 Peak (4)의 UV, MS 분석 결과 및 예측 화합물

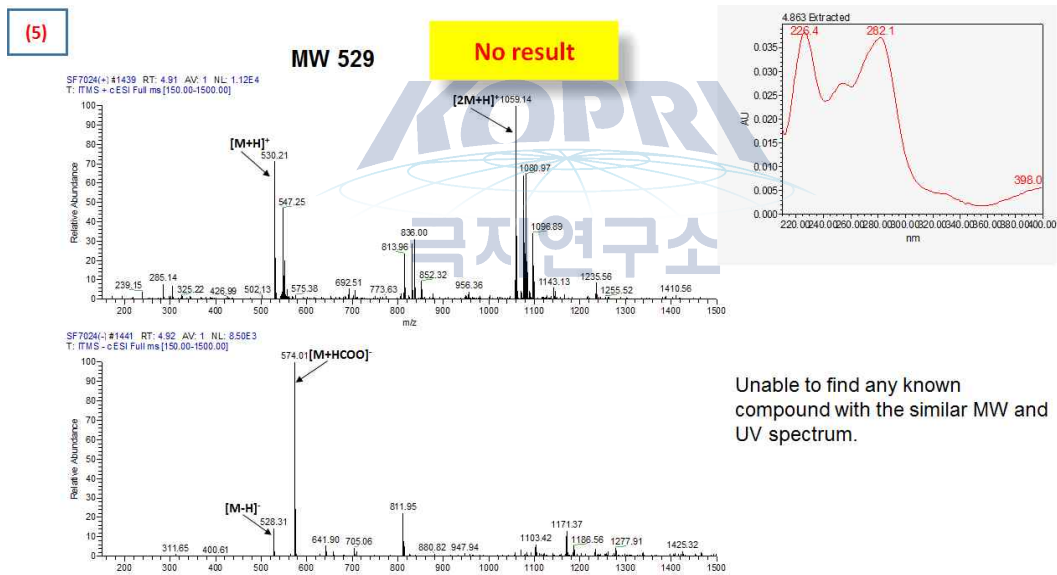


그림 17 Peak (5)의 UV, MS 분석 결과 및 예측 화합물

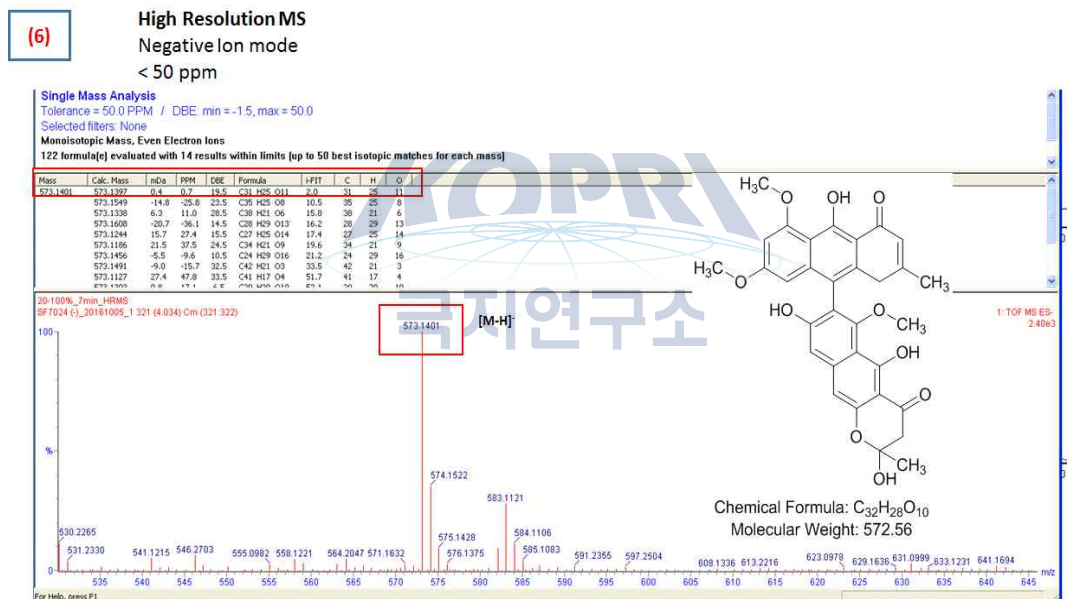
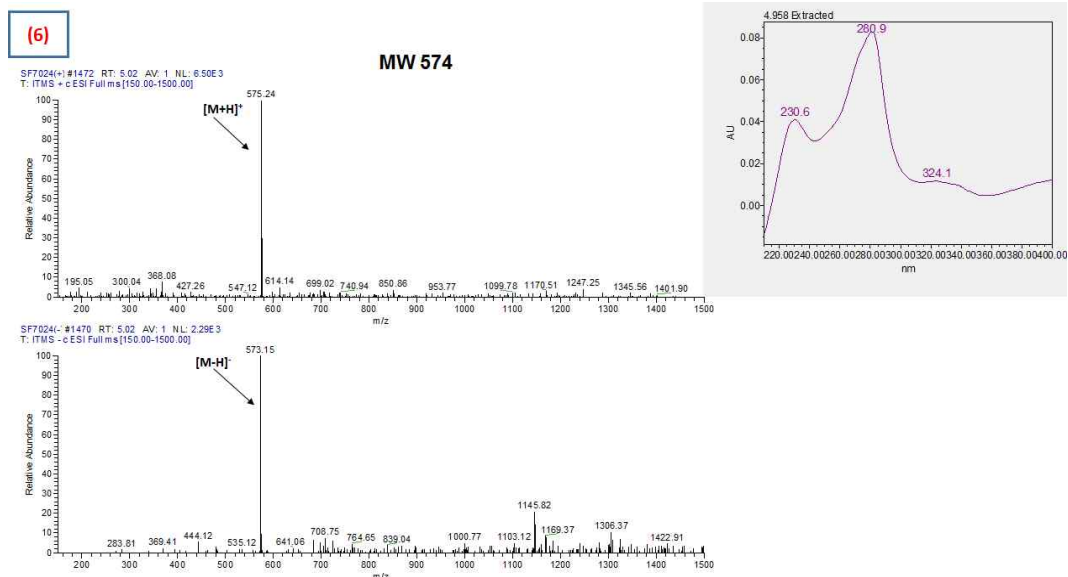
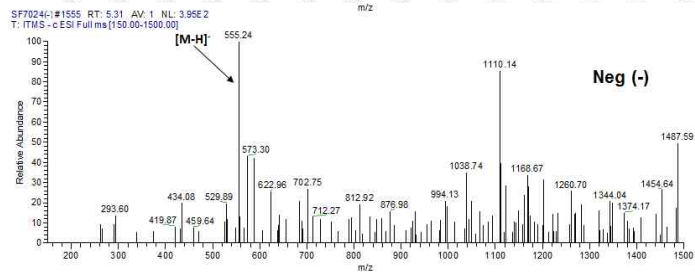
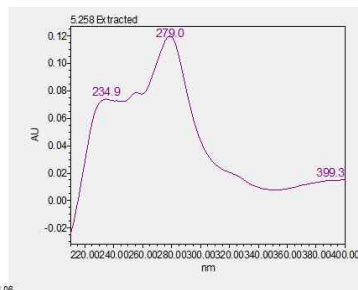
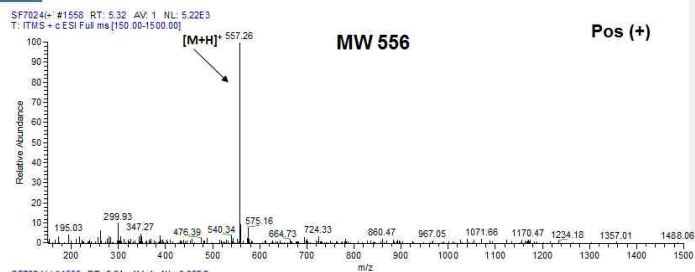
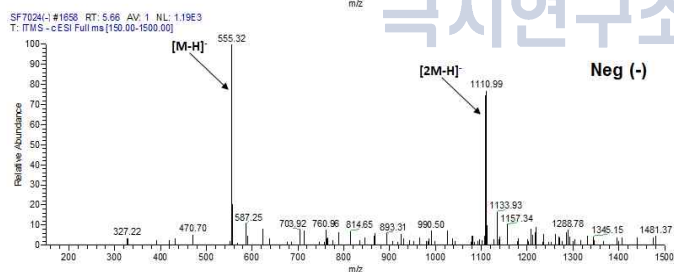
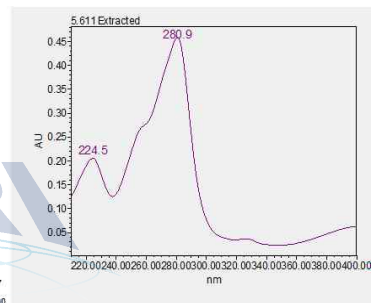
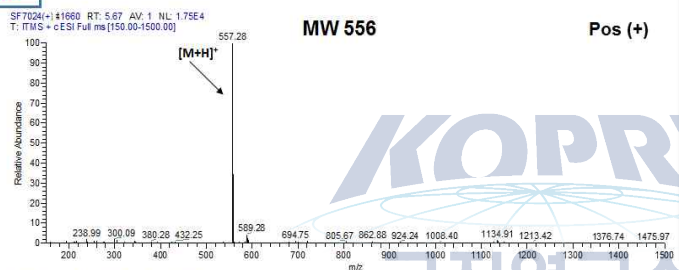


그림 18 Peak (6)의 UV, MS 분석 결과 및 예측 화합물

(7)

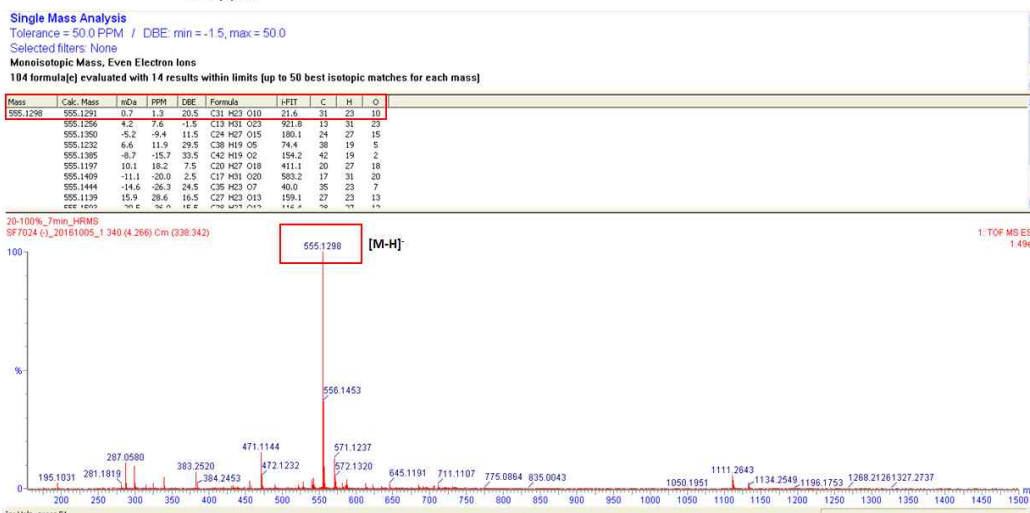


(8)



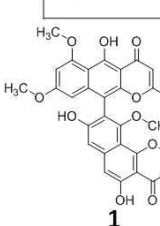


For (7) and (8) High Resolution MS  
Negative Ion mode  
< 50 ppm

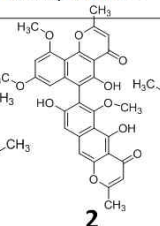


For (7) and (8)

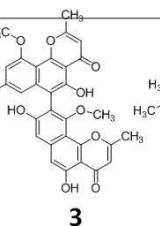
| No. | Name                  | MW      | Molecular formula                               | References                                                                             |
|-----|-----------------------|---------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Asperpyrones A        |         |                                                 |                                                                                        |
| 2   | Asperpyrone D         |         |                                                 | Fang et al., Molecules, 2016, 21, 941.                                                 |
| 3   | Asperpyrone E         |         |                                                 |                                                                                        |
| 4   | 6'-O-demethylnigerone | 556.526 | C <sub>31</sub> H <sub>24</sub> O <sub>10</sub> | Gorst-Allman et al., J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1 (1972-1999), 1980, p. 2474 – 2479. |
| 5   | Asperpyrone A         |         |                                                 | K. Akiyama et al., J. Nat. Prod, 2003, 66,136 – 139.                                   |
| 6   | Rubasperone A         |         |                                                 | Huang et al., Planta Med., 2010, 76, 1888 – 1891                                       |
| 7   | Rubasperone D         |         |                                                 | Huang et al., Helv. Chim. Acta, 2011, 94, 1732 – 1740.                                 |



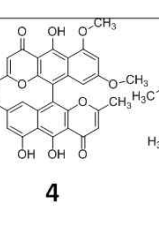
1



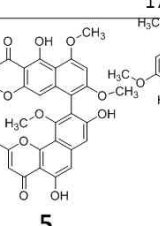
2



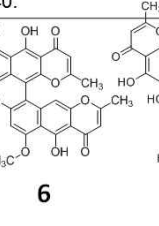
3



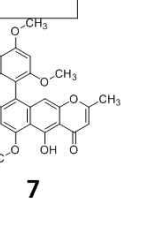
4



5



6



7

그림 19 Peak (7)과 (8)의 UV, MS 분석 결과 및 예측 화합물

- 해당 분자량과 UV 패턴을 *Aspergillus*속 위주로 문헌을 검색한 결과, peak (1)은 pyranonigrin A로, peak (2)은 monodictyphenone로 peak (3)은 rubrofusarin로 예측되었고, peak (4)와 peak (5)는 기존 문헌에서 분자량과 UV 패턴을 만족하는 화합물 찾지 못하였음. 그리고 peak (6)은 aurasperone F로 예측되었고, peak (7)과 peak (8)은 같은 분자구조를 가진 7개의 유사한 화합물 중 하나라고 예측됨.



# De-replication Results of SF7013 MeOH extract

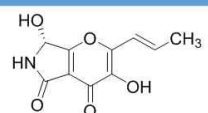
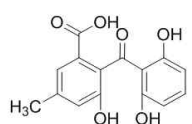
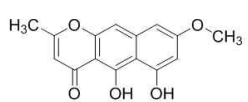
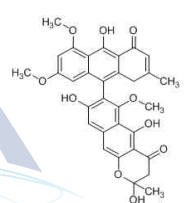
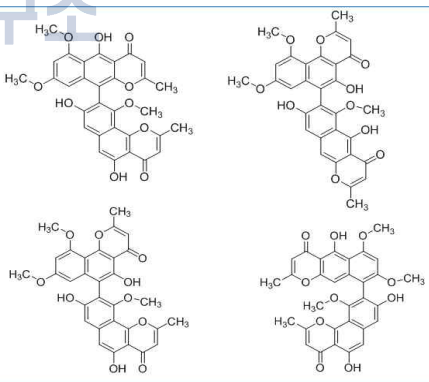
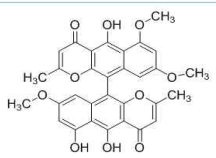
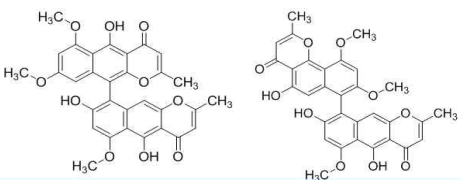
| No. | Name                                                              | Molecular formula                               | Molecular Weight                                | Structure                                                                            |
|-----|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Pyranonigrin A                                                    | C <sub>10</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>5</sub>  | 223.185                                         |    |
| 2   | Monodictyphenone                                                  | C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>  | 288.257                                         |    |
| 3   | Rubrofusarin                                                      | C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> O <sub>5</sub>  | 272.257                                         |    |
| 4   | —                                                                 |                                                 | 343                                             | 분자량과 UV 패턴을 만족하는 화합물 찾지 못함                                                           |
| 5   | —                                                                 |                                                 | 529                                             | Peak 6, 7, 8 과 유사 구조 예상 (UV 패턴 유사)                                                   |
| 6   | Aurasperone F                                                     | C <sub>31</sub> H <sub>26</sub> O <sub>11</sub> | 574.541                                         |   |
| 7&8 | Asperpyrones A<br>Asperpyrone D<br>Asperpyrone E<br>Asperpyrone A | 556.526                                         | C <sub>31</sub> H <sub>24</sub> O <sub>10</sub> |  |
|     | 6'-O-demethylnigerone                                             | 556.526                                         | C <sub>31</sub> H <sub>24</sub> O <sub>10</sub> |  |
| 7&8 | Rubasperone A<br>Rubasperone D                                    | 556.526                                         | C <sub>31</sub> H <sub>24</sub> O <sub>10</sub> |  |

표 2 SF7024 추출물 내의 peak 1~8 de-replication 결과

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 연구평가의 착안점 및 검증방법

| 성과목표                    | 세부목표 |                                    | 평가의 착안점 및 척도                               | 검증방법    | 가중치 (%) |
|-------------------------|------|------------------------------------|--------------------------------------------|---------|---------|
| LC-MS를 활용한 극지미생물 대사체 분석 | 1-1  | LC-MS를 이용한 극지미생물 추출물의 대사체 분석 조건 확립 | 극지미생물의 추출, 시료 전처리 조건 및 분석 조건 확립            | - 확립 여부 | 25      |
|                         | 1-2  | 확립된 분석 조건을 이용한 다양한 극지미생물 추출물 분석    | 극지 미생물 대사체의 UV spectrum, MS spectrum 확보 결과 | - 분석 결과 | 25      |
|                         | 1-3  | 극지미생물 추출물 내의 대사체 분석 및 DB 구축        | 대사체 예측 및 DB 구축                             | - 구축 여부 | 50      |

### 제 2 절 연구 개발 목표 달성도

| 성과목표                    | 세부목표                               | 연구수행방법         | 연구수행내용                                                          | 달성도 (%) |
|-------------------------|------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------|---------|
| LC-MS를 활용한 극지미생물 대사체 분석 | LC-MS를 이용한 극지미생물 추출물의 대사체 분석 조건 확립 | 시료 전처리 조건 확립   | SPE, filtration, solvent extraction, solvent partition 등의 조건 확립 | 100     |
|                         |                                    | 기기 분석 조건 확립    | LC의 이동상, 고정상 조건, MS의 이온화 조건 등 다양한 분석 조건의 변화를 통하여 최적의 분석 조건 확립   |         |
|                         | 확립된 분석 조건을 이용한 다양한 극지미생물 추출물 분석    | 분석 기기를 이용한 분석  | 확립된 조건으로 시료를 분석하여 대사체의 UV spectrum, MS spectrum 확보              | 100     |
|                         | 극지미생물 추출물 내의 대사체 분석 및 DB 구축        | 대사체 분석 및 문헌 검색 | UV spectrum, MS spectrum의 문헌과의 비교를 통해 예측된 대사체 DB 구축             | 100     |

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

### 제 1 절 연구 활용 계획

극지 유래 해양 미생물의 대사체 분석 결과를 통해 대사체를 미리 예측하여 신규 물질 또는 유용 활성 물질을 탐색하여 효용성 높은 균주를 선택하는데 도움을 주며, 추후 극지 해양 미생물 분리 정제 연구를 위한 발판으로 활용이 가능함. 또한 극지 해양생물 자원들의 연구를 위한 기초 자료로써 기여함.



## 뒷 면

### 주 의

1. 이 보고서는 극지연구소 위탁과제 연구결과보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 극지연구소에서 위탁연구과제로 수행한 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안됩니다.