



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

박 경 교수지도  
석사학위 청구논문

풍혈지대의 지오사이트로서의  
가치와 보호대책

2012

성신여자대학교 대학원

지리학과

김 정 연

풍혈지대의 지오사이트로서의  
가치와 보호대책

박 경 교수지도

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2011년 11월

성신여자대학교 대학원

지리학과

김 정 연

# 인 준 서

김정연의 석사학위 논문으로 인준함.

심사위원 \_\_\_\_\_인

심사위원 \_\_\_\_\_인

심사위원 \_\_\_\_\_인

성신여자대학교 대학원

## 논문개요

지형·지질 자원은 한번 훼손되면 복구할 수 없으므로 사전에 보존가치 있는 것을 미리 선정하여 보전하는 노력이 필요하다. 동시에 이를 교육용 자료 혹은 지오투어리즘에 활용하는 등 보존과 향유를 가능하도록 하는 것이 중요하다. 풍혈지대는 보존가치가 높은 지형자원이지만, 정확한 의미와 가치에 대한 인식이 부족하여 제대로 보호되지 않는 자원 중에 하나이다. 지형자원으로써 인식하고, 보호하기 위해 다음과 같은 연구를 진행하였다.

우선 풍혈지대의 가치를 지형학적 가치, 식물지리학적 가치, 문화·역사적 가치 크게 세 가지로 나누어 재조명 하였다. 풍혈지대는 하계저온 및 결빙이라는 불가사의한 기상현상이 나타나는 지형이라는 측면에서 희소성이 매우 높으며, 테일러스 등의 주변 지형경관이 그러한 현상을 유발한다는 점에서 지형학의 연구대상이 된다. 저온환경에 의해 북방계 희귀식물이 격리 분포하는 독특한 식생경관이 나타난다는 점에서 식물지리학적인 가치 역시 뛰어나다. ‘천연냉장고’, ‘천연에어컨’이라는 별칭에서 나타나듯 지역주민의 생활과 오래 전부터 밀접하게 관련되어 있어 문화역사적 가치도 뛰어나다. 이렇듯 풍혈지대는 자연 및 인문 분야를 아우르는 자원으로서, 이곳을 찾는 관광객에게 호기심을 유발시킬 수 있으며 체험 및 교육용 자료로 활용하기에 용이하여, 지오사이트(geosite)로서 가치가 충분한 자원이다.

그러나 풍혈지대에 대한 가치 인식 부재와 명확한 개념이 정립되지 않아 풍혈지대에 대한 분포에 대해 정확히 조사된 바가 없으며, 관리 및 보호가 제대로 이루어지지 않고 있는 실정이다. 천연기념물로 지정되어있는 밀양 얼음골과 의성의 빙혈·풍혈은 인공구조물 설치 등 잘못된 관리로 상당히 훼손되어 있었다.

본 연구에서는 풍혈지대의 바람직한 보호대책에 대하여 다음과 같이 제

안하였다.

첫째, 풍혈지대에 대한 기존의 의미보다 확장하여 개념을 재정립해야한다. 테일러스사면 뿐만 아니라 절리, 동굴에도 풍혈현상이 나타나며, 이 모두를 풍혈지대로 인식해야 한다. 사례지역을 토대로 테일러스형 풍혈, 절리형 풍혈, 동굴형 풍혈, 인공형 풍혈 등으로 분류하였다.

둘째, 풍혈지대는 국소적 지점이 아니라 지형적 경관, 식생경관, 문화경관을 모두 포괄하는 개념으로 인식해야 한다. 지형적 특성이 기반이 되어 하계저온 및 하계결빙현상이 나타날 수 있었고, 하계저온이라는 독특한 환경 때문에 북방계 식생이 격리분포하게 되었다. 또한 지역주민들은 이러한 지대를 천연냉장고로 활용하였다. 즉 지형-하계저온-식생-문화에 대해 상호관계를 종합적으로 인식해야한다.

마지막으로 위의 두 가지 사항을 바탕으로 단순히 얼음 보호에 집중할 것이 아니라, 확대된 의미의 ‘풍혈지대’를 보호하는 것이 중요하다.

학술적, 문화적 가치가 뛰어난 풍혈지대를 귀중한 지형자원으로서 인식하고 보호하는 것은 일차적으로 환경보호 및 자연유산 보존의 관점에서 중요한 일이다. 자원의 가치를 인식한 후에 이차적으로는 지오파크 조성 혹은 지오투어리즘 개발에 활용할 수 있 것이라 기대한다.

# 목 차

## 논문개요

|                        |    |
|------------------------|----|
| I. 서론                  | 1  |
| 1. 연구배경 및 목적           | 1  |
| 2. 연구방법                | 3  |
| II. 이론적 배경             | 4  |
| 1. 풍혈에 대한 국내 연구자들의 정의  | 4  |
| 2. 국내 연구 동향            | 8  |
| 1) 미기상학·수문학적 연구        | 8  |
| 2) 지형학·지질학적 연구         | 11 |
| 3) 식물지리학적 연구           | 14 |
| 3. 외국의 풍혈 연구 동향 및 정의   | 16 |
| 1) 미국                  | 16 |
| 2) 일본                  | 20 |
| III. 풍혈지대의 지오사이트로서의 가치 | 25 |
| 1. 지형학적 가치             | 25 |
| 2. 식물지리학적 가치           | 28 |
| 3. 문화·역사적 가치           | 31 |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| <b>IV. 풍혈지대의 보호실태 및 평가</b> ..... | <b>36</b> |
| 1. 해외 사례.....                    | 36        |
| 1) 미국.....                       | 36        |
| 2) 일본.....                       | 39        |
| 2. 국내 사례.....                    | 43        |
| 1) 강원도 정선 운치리 얼음굴.....           | 43        |
| 2) 강원도 정선 장열리 얼음굴.....           | 46        |
| 3) 강원도 가리왕산 얼음굴.....             | 49        |
| 4) 경상북도 의성 빙혈·풍혈.....            | 51        |
| 5) 경상남도 밀양 얼음굴.....              | 54        |
| <br>                             |           |
| <b>V. 풍혈지대의 보호대책 제안</b> .....    | <b>57</b> |
| 1. 풍혈 개념의 재정립.....               | 57        |
| 2. 유형 분류 제안.....                 | 59        |
| 3. 보호대책 제안.....                  | 61        |
| <br>                             |           |
| <b>VI. 요약 및 결론</b> .....         | <b>64</b> |

참고문헌

ABSTRACT

## 표 목 차

|  |    |
|--|----|
| <표 1> 하계결빙에 관한 주요 이론.....                | 10 |
| <표 2> 주요 풍혈지대의 식물지리학적 특징중.....           | 15 |
| <표 3> 미국과 일본의 풍혈 유형.....                 | 23 |
| <표 4> 일제강점기 풍혈에 대한 기록.....               | 32 |
| <표 5> 고문헌에 나타는 풍혈.....                   | 35 |
| <표 6> 일본풍혈의 문화재 목록.....                  | 39 |
| <표 7> 시미즈(清水長正, 2004)에 의한 풍혈 목록의 일부..... | 42 |
| <표 8> 한국 풍혈의 새로운 유형분류.....               | 60 |
| <표 9> 천연기념물 지정 현황(2011년 11월 기준).....     | 61 |
| <표 10> 풍혈 목록 작성 예시.....                  | 63 |

## 그 립 목 차

|   |    |
|---|----|
| <그림 1> 국내연구자들에 의한 풍혈의 정의.....                             | 6  |
| <그림 2> 정선 북평면 장열리(좌)와 신동읍 운치리(우)의 ‘얼음굴’.....              | 7  |
| <그림 3> 의성의 ‘빙혈’(좌)과 ‘풍혈’(우).....                          | 7  |
| <그림 4> 밀양의 ‘얼음굴’(좌)과 ‘얼음굴’(우).....                        | 7  |
| <그림 5> 풍혈지대의 1976년 월평균 온도.....                            | 18 |
| <그림 6> 테일러스형 풍혈과 절리형 풍혈의 단면도.....                         | 19 |
| <그림 7> 랜드슬라이드·테일러스와 풍혈의 모식단면도.....                        | 23 |
| <그림 8> 의성 빙혈·풍혈 주변부에 위치한 절리형 풍혈.....                      | 27 |
| <그림 9> 가리왕산 얼음굴.....                                      | 27 |
| <그림 10> 한반도 고산식물의 분포지대.....                               | 30 |
| <그림 11> 밀양 얼음굴 주변의 이끼식물과 양치식물(좌), 정선 장열리<br>얼음굴의 개명풍..... | 30 |
| <그림 12> 아이오와 플라이스토세 달팽이와 북방계 아코니툼.....                    | 37 |
| <그림 13> 미국의 풍혈지대 보호실태.....                                | 38 |
| <그림 14> 아라후네·아즈야마 풍혈 : 잠종 보관소 유적.....                     | 41 |
| <그림 15> 나가바시리 풍혈의 보호 사례.....                              | 41 |
| <그림 16> 운치리 얼음굴의 하계결빙 모습.....                             | 44 |
| <그림 17> 운치리 얼음굴 일대의 지형.....                               | 45 |
| <그림 18> 운치리 얼음굴 측정 온도.....                                | 45 |
| <그림 19> 장열리 얼음굴 일대의 지형.....                               | 47 |
| <그림 20> 장열리 얼음굴 측정 온도.....                                | 47 |
| <그림 21> 장열리 얼음굴의 하계결빙 모습.....                             | 48 |
| <그림 22> 가리왕산 얼음굴 일대의 지형.....                              | 50 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| <그림 23> 가리왕산 얼음골 측정 온도.....           | 50 |
| <그림 24> 의성 빙혈·풍혈 일대의 지형.....          | 52 |
| <그림 25> 의성 빙혈 측정 온도.....              | 52 |
| <그림 26> 의성 빙혈·풍혈의 관리 실태와 하계결빙 모습..... | 53 |
| <그림 27> 밀양 얼음골 일대의 지형.....            | 55 |
| <그림 28> 밀양 얼음골 측정 온도.....             | 55 |
| <그림 29> 밀양 얼음골의 관리 실태와 하계결빙 모습.....   | 56 |
| <그림 20> 풍혈지대의 개념.....                 | 58 |

# I 서론

## 1. 연구배경 및 목적

최근 제주도가 유네스코로부터 지오파크(geopark) 인증을 받으면서 지형 및 지질 자원을 관광에 활용하는 지오투어리즘(geotourism)에 대한 관심이 대두되고 있다. 보전가치가 높은 지형·지질 자원에 대한 발굴 및 보호가 보다 활발히 이루어져야 하는 시기라 할 수 있다. 특히 지형 및 지질 자원은 한번 훼손되면 영구히 복구되기 어려우므로 사전 예방적인 차원에서 보존가치 있는 것을 미리 선정하여 보전하는 노력이 필요하다(한국환경정책평가연구원, 2003). 그럼에도 불구하고 우리나라에서 천연기념물로 지정하여 보호하고 있는 문화재 중 지형 및 지질과 관련된 것이 총 448개 중에 70개(16%)<sup>1)</sup>에 불과하다. 지형 및 지질자원에 대한 발굴과 보존 노력이 보다 확대되어야 할 필요성이 제기된다.

풍혈지대는 보전가치에도 불구하고 제대로 보호되지 못하는 지형자원 중에 하나이다. 풍혈지대에는 테일러스 등의 지형경관이 나타나며 하계에 찬 기류가 형성되는 신비로운 기상현상을 보여 희소성 높은 자원이다. 풍혈지대가 위치한 지역의 주민들에게 이곳은 일찍부터 ‘천연냉장고’, ‘천연 에어컨’으로 이용되어 문화적 가치도 뛰어나다. 이러한 가치를 제대로 인식한다면, 지오사이트로서의 개발이 가능할 것이라 판단된다.

미국과 일본에서는 풍혈지대를 테일러스형, 절리형, 용암동굴형 등으로 유형을 세분화하고 조사 및 보호가 활발히 이루어지고 있는 반면, 우리나라에서는 풍혈지대에 대한 의미 및 명칭조차 명확하지 않은 실정이다. 학계에서 이루어지는 연구도 테일러스형 풍혈지대에 국한되어 있어 그 이

1) 문화재청(<http://www.cha.go.kr/>) 자료 - 식물: 264개(59%), 동물: 100개(22%), 지형지질: 70개(16%), 기타: 14개(3%)

외의 유형은 풍혈지대로 인식되지 않는 실정이다.

본 연구에서는 첫째, 풍혈지대의 가치를 지형학적 가치, 식물지리학적 가치, 문화·역사적 가치 크게 세 가지로 나누어 재조명 하고, 보전의 필요성을 강조하고자 한다. 둘째, 해외와 국내의 풍혈지대 보호 실태를 검토하고자 한다. 셋째, 풍혈지대에 대한 명확한 개념과 유형을 지형학적 관점에서 제시해보고자 한다. 넷째, 풍혈지대에 대한 바람직한 보호 대책에 대해 논의해보고자 한다. 이러한 논의를 통해 풍혈지대에 대한 지형자원으로서의 가치를 확고히 하고, 나아가 풍혈지대가 지오파크 조성 혹은 지오투어리즘 개발 등에 활용될 수 있도록 하는 것이 이 연구의 목적이다.

## 2. 연구방법

위와 같은 목적을 바탕으로 다음과 같은 방법으로 연구를 진행하였다.

첫째, 국내외 관련 문헌연구를 통해 풍혈지대에 대한 정의, 연구동향, 하계저온 및 하계결빙현상에 대한 이론을 검토하였다. 국외 자료로는 미국과 일본의 문헌을 검토하여 두 나라의 풍혈지대에 대한 정의 및 풍혈 유형에 대해 살펴보았으며, 우리나라와의 차이점을 분석하였다.

둘째, 관련 문헌연구와 현장답사를 통해 풍혈지대의 가치를 크게 지형학적, 식물지리학적, 문화·역사적 측면에서 검토하였다. 특히 문화·역사적 측면의 검토는 고문헌과 일제강점기 신문기사 등을 검색하였다. 이를 바탕으로 풍혈지대의 지오사이트로의 개발 가능성을 제시하였다.

셋째, 미국과 일본에서의 보호 사례를 검토하고, 국내 풍혈지대에 대한 보호 실태에 대해 평가하였다. 해외 사례는 문헌연구와 관련 웹사이트를 조사하였으며, 국내 사례의 경우 현장 답사 및 지역주민과의 인터뷰를 실시하였다. 국내 사례지역은 천연기념물로 지정되어 비교적 관리 및 보호가 이루어지고 있는 밀양, 의성을 선정하였으며, 접근성이 떨어져 미개발 상태인 강원도 정선군에 있는 풍혈 두 곳을 선정하여 비교분석하였다.

넷째, 문헌연구와 현장답사<sup>2)</sup>를 통해 얻어진 자료를 기반으로 풍혈지대 보호 대책에 대해 지리학적 관점에서 제안하였다.

---

2) 1차 답사-2011년 6월 9일(정선 가리왕산 얼음굴, 정선 장열리 얼음굴), 2차 답사-2011년 7월 20일(밀양 얼음골, 의성 방혈·풍혈), 3차 답사-2011년 8월 13일(정선 운치리 얼음굴), 4차 답사-2011년 8월 14일(정선 장열리 얼음굴), 5차 답사-2011년 8월 30일(정선 운치리 얼음굴, 정선 장열리 얼음굴)

## II 이론적 배경

### 1. 풍혈에 대한 국내 연구자들의 정의

우리나라 풍혈연구의 대부분이 천연기념물 제 224호로 지정 되어 있고 여름철 관광지로도 널리 알려져 있는 밀양 얼음골을 중심으로 진행(김성삼, 1968; 문승의·황수진, 1977; 배상근, 1990; Song, 1994; 정창의, 1992; 전영권, 1997; 변희룡, 2003; 황수진, 2005)되어 왔기 때문에 국내 연구에서는 풍혈보다 얼음골이라는 용어가 주로 사용되었으며, 그 밖에 ‘하계동결현상지’, ‘얼음골’, ‘냉혈’, ‘빙혈’ 등이 비슷한 용어로 사용되고 있다. 선행연구를 살펴보면, 이러한 용어의 해석에 있어 학자마다 조금씩 다르게 정의한 것을 확인할 수 있다.

환경부 국립생물자원관의 보도자료<sup>3)</sup>에 따르면 ‘풍혈지(風穴地)’란 여름철에 너털지대(테일러스) 사면의 암괴 틈에서 찬 공기가 스며 나오고 결빙현상을 보이는 등의 국소적 저온환경을 형성하는 지역이며, ‘얼음골’, ‘하계동결현상지’라고도 부른다고 정의한다. 풍혈과 얼음골을 같은 개념으로 보고 있음을 알 수 있다.

전영권(2001)은 한 여름에도 한기를 느낄 정도의 차가운 바람(풍혈 내부와 외부와의 기온 차이가 20℃ 이상의 기온차가 나타남)이 불어 나오는 곳을 ‘풍혈’지역이라 정의하고, 밀양 얼음골, 청송 얼음골 등과 같이 테일러스 하단부에 얼음이 어는 곳은 ‘하계동결현상지’라 정의하여 두 가지를 서로 구분하고 있다.

전병일(2002)은 여름철 찬바람이 불어 나오는 곳을 ‘풍혈’이라 부르고,

3) 국립생물자원관 보도자료(2010.08.31) ([http://www.nibr.go.kr/board/article\\_view.jsp?article\\_no=5889&page\\_no=1&menuSub=03-01-00-04&menu\\_cd=68&menuTop=5&idx\\_notice=NOTICE&board\\_no=21&table\\_cd=ARTICLE01](http://www.nibr.go.kr/board/article_view.jsp?article_no=5889&page_no=1&menuSub=03-01-00-04&menu_cd=68&menuTop=5&idx_notice=NOTICE&board_no=21&table_cd=ARTICLE01))

테일러스 사면이 있으며 온도가 빙점이하로 낮아 얼음까지 얼 경우에는 ‘얼음골’이라고 부른다고 하였다. ‘풍혈’을 ‘얼음골’ 보다 넓은 개념으로 보았다.

김윤이(2005)는 ‘얼음골’을 여름철 저온현상 혹은 결빙현상이 발생하는 곳이라 정의하고, 테일러스 하층부의 결빙현상을 보이는 국소지점에 대해서는 ‘빙혈’이라 하였다. 또한 광산의 폐석 더미에서 결빙현상을 보이는 인공적인 지형 두 곳(경북 봉화군과 문경시)에 대해서도 ‘얼음골’에 포함시켰다.

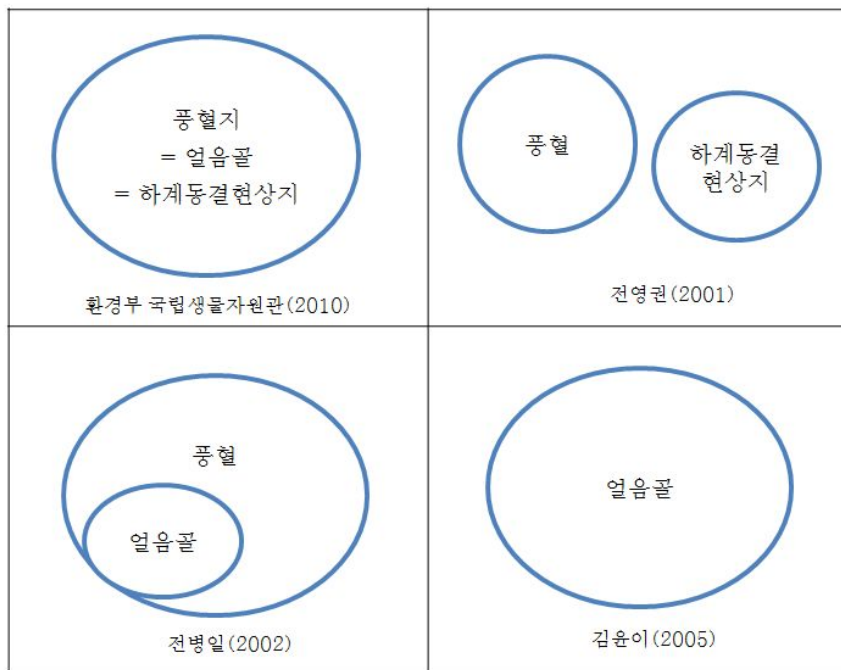
바위틈에서 찬바람이 나오거나 결빙현상을 보이는 지역에 대해 학자마다 ‘얼음골’, ‘풍혈’이라 부르고 있으며, 그 의미도 조금씩 차이를 보이고 있다. 두 개념을 같은 의미로 해석하기도 하며 테일러스의 유무 혹은 결빙 유무에 따라 다르게 정의하기도 한다.

지역마다 여름철 저온이 형성되고 얼음이 어는 이러한 곳에 대해 각각 명칭을 달리 하고 있다. 밀양과 청송 지역처럼 테일러스가 나타나며 계곡에 존재하는 곳은 대체적으로 ‘얼음골’이라 부르고, 강원도 정선의 북평면 장열리와 신동읍 운치리에 있는 두 곳처럼 찬바람이 새어나오는 바위틈이 동굴성 공간을 형성할 경우 ‘얼음골’이라 부르는 경향이 있다<그림 2>. 의성의 경우 <그림 3>와 같이 찬바람이 불어 나오는 곳은 ‘풍혈’, 얼음이 어는 곳은 ‘빙혈’이라는 고유명사로 분류하여 사용하고 있으며, 천연기념물 목록에는 의성 빙계리 얼음골이라 등록되어 있다. 진안은 ‘풍혈냉천’이라 부르는 등 각각의 지역에서 지형적 특성 및 형태에 따라 서로 다른 용어로 부르고 있었다. 밀양얼음골의 경우 ‘얼음골’은 계곡을 가리키는 말로 쓰이고 얼음이 어는 동굴성 공간은 ‘얼음골’이라 부르기도 한다<그림 4>.

모두 여름철에 돌 틈에서 찬바람이 불어나오거나 결빙현상이 있다는 공통점이 있지만, 명칭에 있어 지역마다 뚜렷한 기준이 없이 차이를 보이

고 있다. 뿐만 아니라 용어에 대한 정의도 차이를 보이고 있어 정확한 용어 및 개념정리가 되어 있지 않다고 할 수 있다.

본 논문에서는 각 지역에서 주로 사용되는 고유 명칭<sup>4)</sup>으로 명명하기로 하며 ‘풍혈’은 찬바람이 나오는 바위틈(지점)을 가리키는 용어로 사용하며, ‘풍혈지대’를 테일러스 및 결빙 유무와 상관없이 여름철 바위틈에서 찬 기류가 생성되어 국소적 저온환경이 형성되는 곳을 모두 포함(얼음굴, 얼음굴, 냉혈, 빙혈 등을 모두 포함)하는 상위 개념으로 사용하고자 한다. 하계에 바위틈에서 찬바람이 새어나오고 결빙현상을 보이는 진귀한 현상을 ‘풍혈현상’이라고 부르며, 풍혈지대에 서식하는 북방계 식물, 아고산대 식물 등은 풍혈식물이라 지칭하기로 하였다.



<그림 1> 국내연구자들에 의한 풍혈의 정의

4) 밀양-얼음굴, 의성-빙혈·풍혈, 정선 북평면 장열리-얼음굴, 정선 신동읍 운치리-얼음굴, 정선 가리왕산-얼음굴 등



<그림 2> 정선 북평면 장열리(좌)와 신동읍 운치리(우)의 ‘얼음굴’



<그림 3> 의성의 ‘빙혈’(좌)과 ‘풍혈’(우)



<그림 4> 밀양의 ‘얼음굴’(좌)과 ‘얼음굴’(우)

## 2. 국내 연구 동향

### 1) 미기상학·수문학적 연구

국내 풍혈에 관한 연구는 밀양 얼음골의 하계결빙현상에 대해 기상학적으로 조사한 김성삼(1968)의 연구에서 시작되었다. 이후 밀양 얼음골을 대상으로 이와 비슷한 연구가 계속 되었고(문승의·황수진, 1977; 배상근, 1990; Song, 1994; 변희룡, 2003), 단열팽창설, 기화열설, 자연대류설 등 하계결빙 원리에 대한 다양한 이론이 제시되었지만, 정확한 메커니즘에 대해서는 밝혀지지 않아 신비한 자연현상으로 남아있다.

변희룡·서동일(2004)은 하계결빙이 아닌 춘계결빙·하계잔빙이라고 주장하였으나, 봄철의 얼음이 여름까지 남아있는 것은 맞지만 여름철에도 계속 결빙현상이 나타난다고 보고(김윤이, 2005; 황수진외 2005)되고 있다. 김성삼(1986)과 문승의·황수진(1977)은 밀양 얼음골에서 여름에는 결빙현상이 나타나고 겨울에는 오히려 온풍이 나온다고 보고하지만, 온풍이 나오는 혈(온혈, 溫血), 즉 겨울에 얼음이 얼지 않는 부분이 테일러스 상부에 따로 있는 것이 확인되었다(변희룡, 2003).

하계결빙현상에 대해 김성삼(1968)은 밀양 얼음골에서 애추사면 지하에 가상동굴을 상정하여 여름에 공기가 이곳을 통해 흘러들어 지하수와 함께 아래로 급속히 이동하며, 아래의 바위 틈새를 통해 고온인 대기 중으로 방출된다고 하였다. 이 때 가상동굴 내의 공기와 외기와의 기압차로 단열팽창하면서 주변부 온도가 하강한다고 설명한다. 이와 같은 과정이 반복되면, 애추사면 하단의 배출구 주변 바위가 점차 냉각되며, 결과적으로 대기 중의 수분이 바위 표면에 응결하여 이슬이 맺히고 이것이 아래로 떨어져 얼음이 언다고 설명하였다.

문승의·황수진(1977)은 테일러스 내부를 세 부분으로 구분하였는데 지

하수가 흐르고 있는 심부를 포화대, 그 상부의 공극을 부식토가 메우고 있어 지하수가 스며들어 있는 부분을 모관대, 부식토가 없는 최상부는 비포화대로 구분하였다. 테일러스의 공극 때문에 냉각 침강된 공기가 내부에 유입되어 내부를 냉각시키며, 테일러스의 단열효과로 저온이 잘 유지된다. 테일러스 내·외부의 온도차가 크면 상대습도 및 수증기압의 차도 역시 커져 모관대 상부에서 극심한 증발현상이 나타난다. 이에 따른 기화열에 의하여 모관대 상부의 온도는 빙점에 이른다고 설명한다.

배상근(1990)은 하계결빙현상이 나타나는 것은 지하수에 의한 이류 및 열전도로 인한 온도 지체현상 때문이라 설명한다. 얼음골의 정상부에는 평탄면이 있고, 이 평탄면에서 함양된 지하수의 일부가 얼음골 지하수의 주요 공급원이 된다. 이 지하수는 북쪽방향으로 유동하여 하계결빙현상이 나타나는 얼음골 지역의 곡두부에서 유출한다. 얼음골 지역은 동·서·남 3면이 절벽에 가까운 지형으로 둘러싸여 있어 태양열의 유입이 극히 적고 테일러스는 단열기능을 하기 때문에 지하수온을 강하시키며 그로 인해 하계결빙현상이 나타난다고 설명한다.

Song(1994)은 겨울에는 테일러스 외부 보다 내부의 온도가 높아 내부의 따뜻한 공기는 부력 때문에 상류부로 빠져나오고 찬 공기가 하부에서 흘러들어온다고 설명한다. 이와 반대로 여름이 되면, 테일러스 내부가 외부보다 온도가 낮아져 테일러스 하단에서 찬바람이 흘러나오고 상부에서는 따뜻한 공기가 흘러들어오게 된다. 이렇게 자연대류에 의해 여름에는 냉열을 내뿜고 겨울에는 온기를 내뿜는 사이클이 반복된다고 설명한다.

황수진 외(2005)는 3년에 걸친 장기관측 결과, 테일러스 내부의 온도는 연중 가장 낮으며 오로지 침강하는 기류만이 존재한다고 설명한다. 지형적 특성에 의한 복사냉각과 겨울철 한파로 테일러스 내부가 냉각되며, 봄철 강수가 테일러스 내로 유입되어 결빙된다고 보고하였다.

하계결빙 원리의 메커니즘에 대해 위와 같이 다양한 이론이 제시되었

음에도 대체로 장기적이고 연속적인 관측기록에 의한 것이 아니며 지나친 정량화와 이론적 비약으로 논란의 여지(전영권, 2001; 김윤이, 2005)가 있다. 따라서 풍혈지대는 아직 신비한 자연현상으로 남아있다. 다만 테일러스 내부와 외부의 온도 및 압력 차에 의한 결과로 얼음이 생성된다는 것에는 대부분의 연구자들이 동의하고 있다.

<표 1> 하계결빙에 관한 주요 이론

| 연구자           | 연구 지역 | 하계결빙 원인    | 결빙 시기              | 접근 방법   |
|---------------|-------|------------|--------------------|---------|
| 김성삼(1968)     | 밀양    | 단열팽창       | 6월 중순경             | 기상학적 접근 |
| 문승의·황수진(1977) | 밀양    | 기화열        | 6월 경 ~ 7월 말·8월초 절정 | 기상학적 접근 |
| 배상근(1990)     | 밀양    | 지하수온의 지체현상 | 3월 중순~7월 중순        | 수문학적 접근 |
| 정창희(1992)     | 밀양    | 테일러스 내의 냉원 | -                  | 지질학적 접근 |
| Song(1994)    | 밀양    | 자연대류       | -                  | 기상학적 접근 |
| 변희룡·서동일(2004) | 밀양    | 춘계결빙·하계잔빙  | 3월 말               | 기상학적 접근 |

## 2) 지형학·지질학적 연구

지질학계에서 이루어진 풍혈에 관한 연구로는 정창희(1992)의 밀양 얼음골 하계결빙현상에 대한 원인을 규명하고자한 연구가 있으며, 지형학계에서는 전영권(1997, 1998)의 풍혈지대에 나타나는 테일러스에 관한 연구와 전영권(2001)의 풍혈분포지의 지형적 특성을 분석한 연구 등이 있다.

정창희(1992)는 얼음골의 지형 및 지질에 대해 다음과 같이 설명한다. 첫째, 얼음골은 테일러스를 이루며 테일러스를 구성하는 암설의 크기는 대략 1-2m로 돌과 돌 사이 공간이 충분하다. 둘째, 테일러스 내부에는 겨울철 눈이나 얼음이 쉽게 유입되어 저장될 수 있는 공간이 있다. 셋째, 북사면에 위치하여 겨울철 일사량이 적고 기온이 낮은 곳에 위치한다.

위 세 가지 지형 및 지질적 특성을 바탕으로 하여, 테일러스 내에는 비열이 큰 냉원(冷源)이 존재할 것이라고 가정하였다. 이 냉원은 겨울동안 냉각된 테일러스의 구성암설과 중력에 의하여 바위틈으로 유입 누적된 눈과 얼음이라 설명한다. 여름철에는 테일러스 외부의 따뜻한 공기가 내부로 유입되지 못하나, 내부의 차가운 공기가 하부로 유출하면서 이를 보상하기위해 외부의 공기가 테일러스 내부로 강제 진입하게 된다. 고온다습한 외부 공기가 진입하면 테일러스 내의 냉매체로 인하여 냉각되어 포화에 달하게 되며, 더 냉각 되면 물로 변한다. 이 과정에 잠열이 방출되어 냉매체의 온도가 상승하지만, 테일러스 내에 얼음이 존재하는 경우 얼음이 완전히 녹기 전까지는 기온이 상승하지 않고 일정하게 지속할 수 있다.

한편, 포화에 달한 한기가 외부로 노출되면 기온 및 습도차로 급격히 증발하게 된다. 이에 노출된 암석이 순식간에 냉각되어 0℃ 이하로 내려가 바위 가장자리에 결빙현상이 나타난다고 설명한다.

전영권(1997, 1998)은 하계결빙현상이 나타나는 밀양과 의성 풍혈의 테

일러스를 중심으로 지형적 특성에 대해 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

밀양 얼음굴에 나타나는 테일러스는 구성암설의 형상, 강도, 분급, 풍화 상태 등을 고려해 볼 때 지난 최종빙기의 주빙하적 기후환경하에서 급애면의 절리나 균열 틈의 수분이 활발한 동결·융해 작용을 받아 급애면에서 낙하하여 집적된 rock fall talus 유형이다. 현재의 지형 발달단계는 급애면으로부터의 암설공급이 중단되었으며, 구성암설의 이동성이 없는 사지형화단계에 해당한다.

의성 풍혈 근처에 위치한 테일러스의 유형과 발달단계 역시 밀양과 같다. 이곳에서는 테일러스 암설 퇴적층의 내부구조를 확인하여 표층, 중간층, 기저층의 세 부분으로 구분하였다. 표층은 심도 1.3m 이내의 퇴적층으로 암설로만 구성되며 하부로 갈수록 암설 크기가 작아지고, 중간층은 심도 1.3-2m로 암설과 세립질이 혼재되며, 2m 부분에서 수분의 양이 풍부하다. 기저층은 심도 2m이하로 세립질로만 구성된다.

전영권의 추후 연구(2001)에서는 밀양, 의성, 청송 세 지역의 풍혈을 대상으로 풍혈 분포지의 지형적 특성을 분석하였다. 그 결과, 다음과 같은 결과를 얻었다. 첫째, 애추사면과 같은 두터운 거력 퇴적층이 존재하고, 둘째, 이 퇴적층은 높은 곡벽으로 둘러싸여 있어 일사량이 매우 적으며 사면향 역시, 일사량이 적은 북사면상에 분포한다고 설명한다. 셋째, 거력들의 암종은 화산암으로 되어 있다는 특징이 있다. 또한 테일러스 내부에는 하계동결현상을 야기하는 얼음굴이 존재하며 이는 지하수계와 연결되어 있어 지하수계의 동결이 하계동결현상과 관련이 깊다고 하였다.

이전 연구가 특정 지역을 대상으로 한 연구였던 것에 비해 김윤이(2005)는 17곳의 풍혈지대를 대상으로 기상관측 및 지형조사를 실시하여 풍혈지의 지형 및 기상에 관한 통계적인 자료를 수집하였다.

그 결과, 북향 사면, 산이나 언덕이 주위에 있어 태양 복사 에너지의

입사량이 적은 곳이 14곳으로 나타났으며, 해발고도는 160-300m가 8곳, 300-500m가 6곳, 500m 3곳으로 대체로 높지 않은 곳에 위치하는 것으로 나타났다. 사면향은 북사면과 북서사면이 11곳으로 가장 많이 나타났다. 테일러스의 경사도는 25°-40° 정도였으며, 테일러스의 구성암설은 인공적으로 형성된 문경과 봉화의 광산 폐석 더미는 퇴적암이고, 자연적인 얼음골은 모두 화산암으로 나타났다. 김윤이(2005)는 이러한 지형적 특성과 기상관측 자료를 바탕으로 하계저온 및 결빙현상의 원인에 대해 다음과 같이 추정하였다.

얼음골의 테일러스는 표면과 내부에 공기가 자유로이 통할 수 있으며 얼음이 결빙할 공간이 되는 적절한 틈과 경사를 이룬 준 수직동굴이며, 이곳의 내부에서 한기는 하층부로, 온기는 상층부로 분리되어 상층부는 고온이, 하층부는 저온이 유지된다. 또한 겨울철 일 최저기온이 낮고 태양복사에너지의 입사량이 적으며, 테일러스 틈이 작거나 충전된 틈이 많아 열전달이 억제되기 때문에 저온 유지가 효과적이라고 설명한다.

세 연구자들은 하계저온·동결이라는 특수한 기상현상에 대해 풍혈지대의 지형 및 지질학적 특성을 밝히고, 이를 기반으로 기상 관측 자료를 더해 하계결빙에 대한 원인을 규명하고자 하였다.

### 3) 식물지리학적 연구

국내에서는 주로 기상 및 지형적 측면에서 풍혈지대의 여름결빙의 원인을 규명하려는 연구가 진행되었지만, 최근에는 풍혈지대에서 북방계 식물 및 희귀식물이 발견되는 등 식물지리학적 연구도 이루어지고 있다.

김진석 외(2006)는 국내 주요 풍혈지대인 진안, 청송, 의성, 금수산, 운치리, 홍천의 7개소에 대해 식물상적 조사를 실시하였다. 그 결과, 식물구계학적으로 남부·중부아구에 해당하는 밀양 얼음골과 진안 풍혈, 청송 얼음골, 의성 빙혈에서 북방계 식물종이 다수 조사되었다<표 2>. 해발 690m에 위치하는 금수산 얼음골에서 역시 아고산대 식물과 북방계 식물이 조사되었으며, 운치리 얼음골에서는 국내에서 드물게 자라는 좀바위솔과 딱지치가 조사되었다. 홍천 얼음골에서는 일본의 풍혈지에 분포하는 종이기도 한 두메고사리와 민둥인가목, 한국특산종 요강나물 등이 조사되었고, 전형적인 극지·고산 식물종인 월굴의 새로운 자생지가 확인되었다. 이러한 식물지리학적 조사를 통해 풍혈지대에 대한 기초 조사 및 보존대책의 필요성을 강조하였다.

공우석·임종환(2008)은 해발고도 350m에 위치한 홍천 풍혈 주위에 전형적인 극지·고산식물인 월굴이 격리 분포하게 된 원인을 다음과 같이 설명하였다. 빙하기에 한반도로 남하한 북방계 식물이 후빙기에 들어 기온이 온난해지자, 기온이 서늘한 풍혈지대를 국지적인 피난처로 삼아 격리 분포하게 된 것이라 설명한다. 이들은 분포 범위가 좁거나 분포의 한계선에 자라는 종이며 기후변화에 민감한 종이어서 특별한 보존대책이 필요하다고 강조하였다.

국립생물자원관(2010)은 새로이 알려진 평창, 화천, 연천, 포천, 정선의 5개의 풍혈지에 대해 식물상 조사를 실시하였다. 그 결과, 한반도 고유종인 참골담초, 산개나리, 자병취와 북방계 희귀식물인 흰인가목, 꼬리까치

밥나무, 북분취를 발견하였고, 정선에서는 멸종위기야생동식물 II급에 해당하는 ‘개병풍’의 새로운 군락지를 확인하였다. 또한 국내 자생지가 1-2 곳에 불과한 북방계 희귀양치식물(애기가물고사리, 공작고사리, 토끼고사리, 개석송, 두메고사리 등)의 새로운 국내 분포지를 발견하였다. 이러한 풍혈지에 생육하는 식물종들은 고기후 환경과 유전적다양성에 관한 연구에 있어 중요한 사례이므로 보존 대책이 시급함을 강조하였다.

<표 2> 주요 풍혈지대의 식물지리학적 특징종

| 풍혈지     | 식물지리학적 특징종                              |
|---------|---|
| 밀양 얼음골  | 주저고사리, 꼬리말밭도리                           |
| 진안 풍혈   | 산우드풀                                    |
| 청송 얼음골  | 주저리고사리, 줌미역고사리                          |
| 의성 빙혈   | 줌미역고사리, 한들고사리, 꼬리카치밥나무, 시베리아살구, 넓은잎그늘사초 |
| 금수산 얼음골 | 나도히초미, 퍼진고사리                            |
| 운치리 얼음골 | 뚝지치, 줌바위솔                               |
| 홍천 얼음골  | 두메고사리, 요강나물, 민둥인가목, 월굴, 산새풀, 집사초        |

출처 : 김진석 외(2006)

### 3. 외국의 풍혈 연구 동향 및 정의

우리나라 뿐 아니라, 미국과 일본에서도 풍혈에 대한 보고가 있으며, 메커니즘에 대한 기상학적, 지질학적 연구 뿐 아니라 생물상 등에 대한 연구 등 다양한 측면에서 일찍부터 연구가 진행되었다. 풍혈지대가 20여 곳에 분포(김윤이, 2005)하는 우리나라에 비해 미국에는 대략 300곳에서 400곳에 존재한다고 보고되고 있으며(Ostlie, 1989), 일본은 1900년대 초반에는 257개에 달한(江口·日高, 1937)<sup>5)</sup> 풍혈(風穴)이 현재 80여개 남아있다고 보고되고 있다(五百川裕·石澤進, 2003).

#### 1) 미국

신생대 제4기 플라이스토세에 서식하였고 현세에는 멸종되어 화석으로 발견되는 달팽이 종(種)(Iowa Pleistocene Snail)이 1977년 미국 Driftless Area<sup>6)</sup>에서 발견됨에 따라 이러한 생물종(種)과 함께 이들이 현세에 유일하게 서식 가능한 환경인 Driftless Area의 풍혈지대(algific sites)에 대한 연구가 시작되었다(Frest, 1991). 즉, 생태학적 다양성의 측면에서 풍혈지대에 대한 연구가 시작되어, 초기 연구는 주로 이 지대에 서식하는 독특한 생물상 보존에 초점이 맞춰져 있었다(Andrews, 2003).

미국에서 풍혈지대는 algific(=producing cold) talus slope와 moderate (=cold water) cliff 두 개의 유형으로 분류할 수 있는데, 두 지역 모두 하계에도 저온을 형성하고, 얼음을 보인다는 점에서 우리나라의 풍혈과 유

5) 江口善次·日高八十七編, 1937, 信濃蠶業史中卷, 大日本蠶糸會信濃支會 - 清水長正(2004)에서 재인용

6) Driftless Area(Paleozoic Plateau라고도 함)는 주로 위스컨신 남서부에 속하며, 미네소타 남동부, 아이오와 북동부, 일리노이의 북서부 끝을 포함한다. 이 지역은 지난 빙하기에 빙하가 덮이지 않은 지역이다. 북쪽 슈피리어 고원이 장애물 역할을 하면서 미시간호와 슈피리어 호의 깊은 계곡이 빙하의 방향을 바꾸어 빙하 영향에서 벗어난 것으로 보인다. 무른 바위들이 천연 교각이나 아치 모양으로 울퉁불퉁하게 형성되어 아름다운 경치를 지니고 있으며, 다양한 멸종위기종 동식물이 서식하고 있어 야생동식물 보호구역(Driftless Area National Wildlife Refuge)으로 지정되어 있다.

사하다. 특히 algific talus slope의 경우 단면도 <그림 6>를 살펴보면, 테일러스 사면에서 찬바람이 새어 나오고, 테일러스 상부에 온혈이 형성되는 등의 요소가 우리나라의 풍혈과 상당히 흡사한 것을 확인할 수 있으며, 제4기 후기 빙하기에 형성된 지형이라고 설명하는(Frest,1991; 전영권, 2001) 부분 역시 같다.

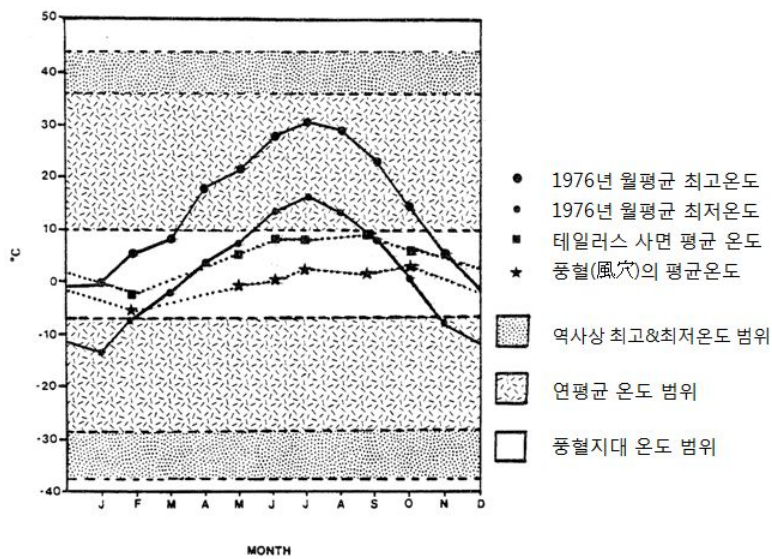
한편, moderate cliff의 경우, algific talus slope와 다소 다른 형태를 하고 있는데 두 지형에 대한 구체적인 설명은 다음과 같다.

algific talus slope는 수분의 침투성이 좋은 탄산염암 지대에 주로 발달하며, 제4기 최후빙기인 위스컨신빙기에 주빙하기후를 경험하여 얼음썰기 및 동결융해작용 등 주빙하작용과 관련이 깊다고 설명한다(Frest, 1984; 1991). 이를 기계적 카르스트(mechanical karst)라 하며, 장기간에 걸쳐 광대한 크기의 동굴과 스펠레오템을 형성하는 용식 카르스트(solution karst)와 달리, 비교적 단시간에 얼음확장에 의한 물리적 균열이 형성되는 것을 말한다(Frest, 1991). <그림 6>에 나타난 것과 같이 상부에는 싱크홀이 발달하고, 활발한 주빙하작용으로 기반암 표면에서 떨어져 광대한 테일러스 사면이 형성되어 있는 것 또한 특징이다. 이곳에서의 공기 순환과 지하수 침투는 지하 속의 얼음에 영향을 주어 다습하고 찬 공기를 일정하게 배출하게 되고, 그 공기는 사면 위를 지나간다(Frest, 1984).

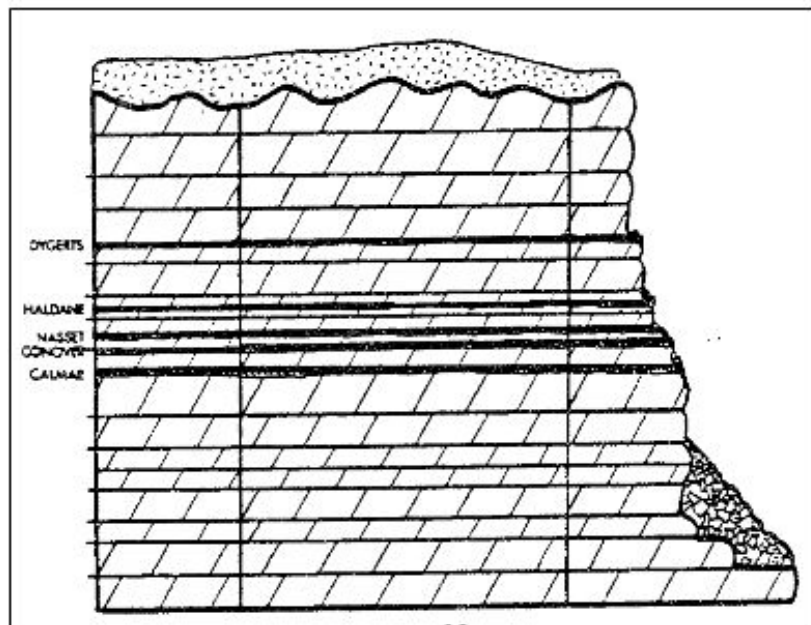
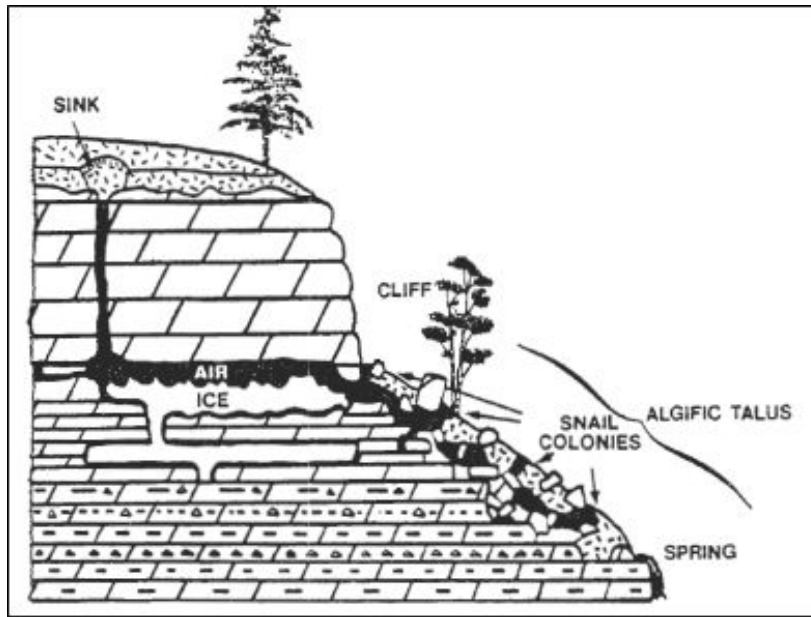
moderate cliff는 algific talus slope와 본질적으로 같은 것이지만, algific talus slope에 비해 광대한 테일러스 사면은 존재하지 않으며 균열과 싱크홀이 모두 작은 편이다. 기반암의 절리에서 찬 기류가 새어나오며, 찬 기류와 습도도 algific talus slope보다 상당히 약화되어 있다고 할 수 있다. 테일러스는 원래 없었을 수도 있으며, 하천 침식 등에 의해 파괴되었을 수도 있다고 설명한다. 두 지역은 서식하는 식물상과 동물상도 다르게 나타난다고 보고된다(Frest, 1991).

본 연구에서는 테일러스사면에서 찬 기류가 나오는 algific talus slope를 테일러스형 풍혈이라 하고, 절리 틈새에서 찬 기류가 새어나오는 moderate cliff를 절리형 풍혈이라 명명하기로 한다.

Frest(1984)는 위 두 지형에서 찬 기류가 형성되는 원리에 대해 다음과 같이 설명한다. 테일러스 내부에 형성된 동굴에 겨울 동안 얼음이 축적되고, 봄철 지하수에 의해 얼음이 일부 녹으면서 밀도 높은 찬 공기가 테일러스 하단부에서 배출된다. 이는 바깥의 따뜻한 공기가 테일러스 내부로 들어오도록 야기한다. 내부로 들어온 공기는 얼음 위를 지나면서 차가워지게 되고, 다시 사면하부로 흘러나온다. 이러한 현상은 여름철 내내 지속되고 얼음은 점차 감소된다. 바깥 온도가 빙점 이하로 떨어질 때까지 계속 흘러나온다. 이렇게 되면 어느 순간 내부의 온도가 더 높아지게 되고, 공기흐름 방향이 역전된다. 내부 따뜻한 공기는 위로 이동하고 상부의 싱크홀로 나간다. 즉 여름에는 주변지역이 서늘해지고 겨울에는 추위가 완화되게 되는 독특한 기후가 형성된다<그림 5>.



<그림 5> 풍혈지대의 1976년 월평균 온도  
출처 : Frest(1991)



<그림 6> 테일러스형 풍혈과 절리형 풍혈의 단면도  
출처 : Frest,1991

## 2) 일본<sup>7)</sup>

일본에서 최초의 풍혈연구는 야나기사와(柳澤)의 『풍혈론(風穴論)』(1906)<sup>8)</sup>·『풍혈신론(風穴新論)』(1910)<sup>9)</sup>이라 할 수 있다. 일본에서는 풍혈을 음식물 보관뿐 아니라 1800년대 중반부터 전국 각지의 풍혈에서 양잠업에 이용했다는 보고가 있다. 풍혈의 저온을 이용해 봄·여름철 누에의 부화를 억제하고 가을 잠종(蠶種)으로 늦추는 것이다. 야나기사와(柳澤)의 연구는 풍혈잠종업 번성기에 기록된 잠종사육기술서이지만, 1900년대 초에 이미 온도측정 기록과 우리나라에서는 얼음굴이라고도 부르는(김성삼, 1968; 김윤이, 2003) 테일러스 내부의 공기 통로와 비슷한 개념의 풍맥(風脈)이 존재한다고 언급하며, 메커니즘에 대해서도 상세히 기록하고 있어 풍혈에 대한 선구적 연구라 할 수 있다.

이후 풍혈현상의 메커니즘에 대한 기상학적 연구가 계속되어 풍혈현상의 원리에 대한 다양한 이론이 제시되었다. 야나기사와(柳澤)는 암설들 사이에 풍맥이 존재하여 초봄의 따뜻한 공기에 의해 녹은 눈이 풍맥 안으로 침투하고, 그것이 다시 얼어서 초여름까지 보존된다고 설명한다. 따뜻한 기운이 풍맥의 한 방향으로 들어가 긴 냉각파이프를 통해 냉기를 내보내는 양상이다. Suzuki and Sone(1914)<sup>10)</sup>은 다음과 같이 설명한다. 바깥 기온이 풍혈 내부 기온보다 낮은 겨울에는 바깥 기압이 커져, 풍혈 내로 기류가 들어오며 바깥 기온이 풍혈 내부기온보다 높은 여름에는 내부에서 바깥으로 기류가 빠져 나온다. 이 기류는 수분이 많아 증발하기 위해 열을 빼앗아 냉각되고 이 과정에 결빙현상이 나타나게 된다. 에가와 외(江川 외, 1980)<sup>11)</sup>는 겨울철 풍혈 내의 공기가 외기에 비해 따뜻하고

7) 清水長正, 2004, 日本における風穴の資料—地形條件・永久凍土などとの関連から—, 駒澤地理, No.40.를 참고하여 작성

8) 柳澤巖, 1906, 風穴論, 梅丸商店, 松本柳澤巖

9) 柳澤巖, 1910, 風穴新論, 秋蠶專修學校, 豊料村

10) Suzuki and Sone, 1914, A wind-cave at Watarase, Japan. Science Report, Tohoku Imperial University, 3(3) - 清水長正(2004)에서 재인용

가벼워 상승해서 상부에 뿜어져 나오며, 하부에서는 냉기가 들어와 동결 상태를 만든다고 설명한다. 하계에는 상부로부터 온풍을 흡입하지만, 풍혈 내에서는 열용량이 크게 냉각되어 차갑고 무거운 공기가 형성되어 하강하여 냉풍혈로 뿜어져 나오게 된다고 설명한다. 우리나라와 마찬가지로 일본에서도 다양한 이론이 제시되었으며, 야나기사와(柳澤, 1906)의 풍맥에 대한 설명은 김성삼(1968)의 가상동굴과 흡사하며, Suzuki and Sone(1914), 에가와 외(江川 외, 1980)의 설명은 각각 문승의·황수진(1977)의 기화열설과 Song(1994)의 자연대류설과 유사한 것을 확인할 수 있다.

일본에서는 풍혈지대에 한랭지성 식물이 격리분포하고 있다는 사실이 1900년대 초반에 이미 보고(牧野, 1907)<sup>12)</sup>되었으며 이들은 빙하기 잔존종이라는 견해(樋口, 1971)<sup>13)</sup>가 있다. 우리나라에 비해 풍혈에 대한 연구가 훨씬 이전부터 다양한 측면에서 이루어졌음을 알 수 있다.

일본에서 풍혈에 대한 정의를 살펴보면, 풍혈지란 테일러스 하부의 사면, 혹은 함몰와지에 쌓인 암괴에서 기온보다 낮은 온도의 공기가 흘러나와 체류하는 것에 의해 국소적인 저온환경이 형성되는 구역이라 정의(五百川裕·石澤進, 2003)하였다. 그러나 일본의 『지형학사전(地形學事典)』이나 『지학사전(地學事典)』에는 점성이 낮은 용암이 빠져나간 흔적 즉, 용암터널에서 생기는 현상이라 설명하고 있다.

첫 번째 정의의 경우 우리나라의 정의와 유사하지만, 일본에서는 풍혈을 용암터널형 풍혈과 테일러스형 풍혈로 구분하고 있다는 특징이 있다. 용암터널형 풍혈은 동굴의 내외에서 생기는 온도차나 풍압(風壓)에 의해 동굴 입구에서 빠른 대기 순환이 발생하는 것을 가리키며<sup>14)</sup>, 내부 온도는

11) 江川良武·堀伸三郎·坂山利彦, 1980, 風穴の成因について-過去における低溫起源説に對する反論-, 地學雜誌 - 清水長正(2004)에서 재인용

12) 牧野富太郎, 1907, 羽後長走の小丘, 植物學雜誌, 240-清水長正(2004)에서 재인용

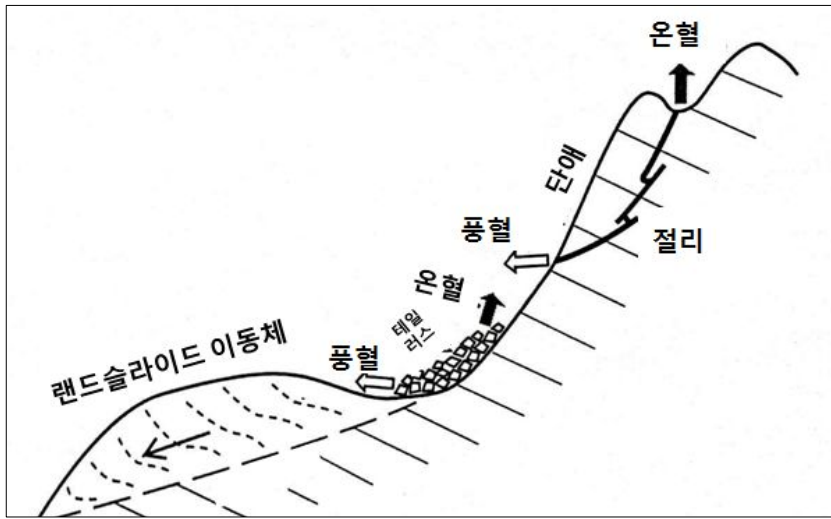
13) 樋口利雄, 1971, 東北地方の風穴地における藓類植生, 藓苔地衣雜報, 5 -清水長正(2004)에서 재인용

14) 위키피디아 일본어판(<http://ja.wikipedia.org/>)에서 風穴 검색

1~2월에는  $-5^{\circ}\text{C}$ 까지 내려가고 5~11월에는  $0^{\circ}\text{C}$ 를 유지한다(Ohata 외, 1994). 일 년 내내 차가운 것이 특징이며 지형이 다른 만큼 저온생성의 메커니즘에도 차이가 있을 것이라 판단된다.

시미즈(清水長正, 2004)에 의하면, 테일러스형 풍혈은 대체로 랜드슬라이드 지형에 존재한다고 한다. 특히 랜드슬라이드 이동체(移動體)가 사면 하부로 이동하고 남은 단애(랜드슬라이드 스카프) 아래, 즉 이동체와의 사이의 와지에 형성되는 테일러스에 많다. 랜드슬라이드는 사면의 일부가 대량으로 사면하부로 이동하는 현상으로, 상부에 경사가 급한 단애가 남으며 하부에는 랜드슬라이드 이동체에 의한 완만한 지형이 만들어진다 <그림 7>. 단애의 암반에는 랜드슬라이드의 영향으로 균열(절리)이 생기고 이 부분이 풍혈이 되기도 한다. 테일러스는 상부에 있는 급애에서 떨어져 나온 암설이 그 하부에 퇴적되어 형성된 것으로, 암설 사이의 틈이 풍혈이 되는 곳이 많다. 절리와 테일러스 모두 하계에는 하부의 혈(穴)에서 냉풍을 배출하고, 동계에는 상부의 혈(온혈)에서 온풍을 배출한다.

지질적으로는 유문암, 석영안산암, 안산암 등이 기반암인 것이 많다. 이러한 화산암은 절리가 수 10cm정도의 간격으로 발달하고 동일한 사이즈의 암설을 생산한다. 이러한 암설이 퇴적하여 적당한 공간을 가지는 암설층을 이루어 풍혈현상의 조건을 만든다. 뿐만 아니라 화산암은 <그림 7>과 같이 개구절리(open joint, 開口節理)가 잘 만들어지는 특성이 있다.



<그림 7> 랜드슬라이드·테일러스와 풍혈의 모식단면도  
출처 : 月刊地理(2009) 수정

<표 3> 미국과 일본의 풍혈 유형

| 국가 | 풍혈의 유형                            | 내용  |
|----|-----------------------------------|---|
| 미국 | 테일러스형 풍혈<br>(algific talus slope) | ◦ 기계적 카르스트 지형<br>◦ 테일러스 사면에서 찬바람 생성                   |
|    | 절리형 풍혈<br>(maderate cliff)        | ◦ algific talus slope의 한 종류<br>◦ 절리 틈에서 찬바람 생성        |
| 일본 | 테일러스형 풍혈<br>(=애추형 풍혈)             | ◦ 랜드슬라이드 지형<br>◦ 테일러스 사면에서 찬바람 생성<br>◦ 애추의 암석은 주로 화산암 |
|    | 용암터널형 풍혈                          | ◦ 용암터널 입구에서 찬바람 생성<br>◦ 동굴 심부에 얼음 형성                  |
|    | 절리형 풍혈                            | ◦ 랜드슬라이드 지형<br>◦ 절리 틈에서 찬바람 생성                        |

우리나라는 풍혈, 얼음굴, 얼음굴, 빙혈 등 용어 면에서 일관성이 없으며, 의미도 학자마다 조금씩 다르게 사용하고 있는 것으로 확인되었다. 뿐만 아니라 개개의 용어 해석에 있어서도 명확하지 않다. 반면, 미국과 일본의 풍혈에 대한 연구 및 정의를 정리해보면 <표 3>과 같이 테일러스형/절리형 풍혈, 테일러스형/용암터널형/절리형 풍혈로 비교적 용어와 의미가 명확히 구분되어 있는 것을 확인할 수 있다.

지역마다 ‘풍혈’, ‘얼음굴’, ‘얼음굴’ 등의 고유의 용어를 사용하는 것이 지역적 색을 반영하며, 지형을 반영하기도 하지만, 이들을 포괄하는 용어가 필요하며 그 용어의 의미를 명확히 할 필요가 있다고 판단된다.

### Ⅲ 풍혈 지대의 지오사이트로서의 가치

#### 1. 지형학적 가치

풍혈지대에 나타나는 주요 지형으로 테일러스를 꼽을 수 있다. 테일러스는 지난 빙기 동안 우리나라가 주빙하적 기후환경에 놓여있을 당시 형성된 것이며, 암설의 풍화정도, 식생침입 등으로 미루어 보아 현재는 활동성이 없는 화석지형으로 여겨진다(전영권, 1997). 테일러스는 급애면의 절리나 균열된 틈 사이로 수분의 빈번한 동결·융해 작용으로 분리된 암설들이 중력에 의해서 자유낙하한 결과이다. 테일러스 사면을 구성하는 두터운 거력 퇴적층은 그 내부를 외기로부터 차단시켜 주는 단열기능을 제공해준다. 거력들 간에 존재하는 틈은 공기 유통을 원활하게 해줄 뿐만 아니라, 지하수 수계와 유기적으로 연결되어(전영권, 2001) 하계 결빙현상이라는 진귀한 현상의 주요 요인으로 작용하는 것으로 보인다.

우리나라와 일본에서는 테일러스의 구성 암설이 대체로 유문암, 석영안산암, 안산암 등의 화산암이라고 보고된다(전영권, 2001; 김윤이, 2003; 五百川裕·石澤進, 2003). 화산암은 절리가 수 십 센티미터 정도의 간격으로 발달하고 동일한 사이즈의 암설을 생산하여 적당한 간극(間隙)을 가지는 암설층을 이루며, 이러한 간극이 풍혈현상의 조건을 만드는 것으로 여겨진다(清水, 2004). 한국의 암설사면의 경우 화강암에서 발달한 것이 많으나, 이러한 곳에서 풍혈지대가 보고된 사례는 없다. 풍화의 속도가 빠른 화강암 암설사면의 경우, 풍화토가 깊숙이까지 쌓여 공극이 만들어지지 않았을 것으로 보인다(清水, 2004). 테일러스가 아닌 곳에서도 풍혈이 나타난다.

전영권(1998)에 의하면, 의성 빙혈·풍혈이 위치한 곳에는 전형적인 테일러스 사면은 나타나지 않고, 2~3km 정도 떨어진 거리에 테일러스가 있

다고 한다. 빙혈·풍혈이 위치한 곳에는 지난 빙하기에 주빙하기후 환경하에서 형성된 거력이 산재해있을 뿐이다. 또한 의성 빙혈·풍혈뿐 아니라 이들 주변의 절리 틈에서도 찬바람이 새어나오는 곳이 여러 곳 확인되었다. <그림 8>의 점선에 해당하는 부분이 그에 해당된다. 이들 모두 하계에 찬바람이 생성되므로 풍혈현상을 나타내는 곳이라 할 수 있으나, 전혀 관리되고 있지 않았다. 특히 주목할 점은 미국과 일본에서는 절리 틈에서 찬바람이 나오는 지형 역시 풍혈의 한 유형으로 분류하였지만, 우리나라는 보호하지 않고 있다는 것이다. 이러한 지형은 절리 틈에서의 공기순환과 지하수 침투가 찬 기류의 형성에 작용하는 것으로 보인다.

강원도 정선군 가리왕산 자연휴양림 내에 위치한 가리왕산 얼음동굴 역시 테일러사면이 나타나지 않으며, 위 두 곳과 동굴성 공간의 규모면에서 확연히 차이를 보이고 있다. 몇 해 전까지만 해도 동굴 내외의 기온차가 상당히 크고 초여름에 고드름이 생길 정도였지만(문화재청 홈페이지), 현재는 주변 환경 파괴 등으로 결빙현상이 나타나지는 않는다<그림 9>. 이곳의 하계저온의 생성원리는 일본 용암동굴 입구에서 발생하는 찬 기류와 유사할 것이라 추측된다.

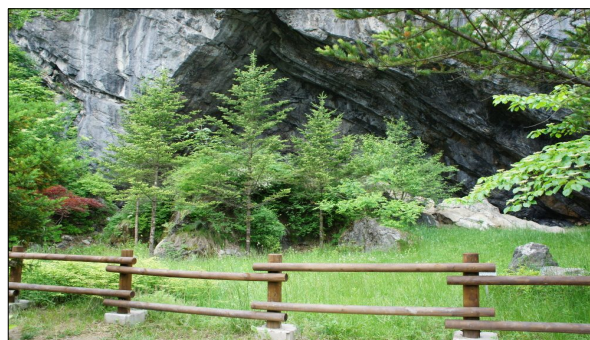
서로 다른 지질 및 지형적 조건을 갖추고 있는 풍혈지대는 각각 하계저온 및 결빙에 대한 메커니즘도 다르게 나타날 것이라 추측된다. 그러나 풍혈현상에 대한 정확한 메커니즘은 추후 논의가 필요하다. 다만, 다른 형태 역시 하계저온 및 결빙에 지형적 요인이 작용한다는 것에는 변함이 없다.

풍혈지대는 현세의 기후상태에서는 더 이상 형성되지 않는 화석지형이며, 신비로운 기상현상을 보이는 지형이므로 희소성 측면에서 매우 가치가 높다. 또한 풍혈지대에 나타나는 하계저온 및 하계동결현상은 풍혈지대를 찾는 관광객들의 호기심을 유발하기에 충분하며, 테일러스 및 절리의 발달 과정과 이러한 지형적 조건과 하계결빙현상과의 관계를 설명함

으로써 교육적 자료로 활용하는 것이 가능하다. 관광객들이 단순히 여름철 피서용으로 풍혈지대를 찾는 것에서 그치는 것이 아니라, 체험과 동시에 지형 및 지질학적 지식을 얻을 수 있도록 메커니즘에 대한 이론에 대해 설명하는 안내판 등을 설치함으로써 지오사이트로서의 활용이 가능하다. 향유와 함께 관광객들의 지적 호기심을 충족시킬 수 있는 가치 있는 지오사이트가 될 수 있을 것이라 판단된다.



<그림 8> 의성 빙혈·풍혈 주변부에 위치한 절리형 풍혈



<그림 9> 가리왕산 얼음굴

## 2. 식물지리학적 가치

환경조건이 다른 곳에서는 살아갈 수 없는 생물들의 고유 서식지 즉, 생물학적 피난처(biological refugia)는 구피난처(paleorefugia)와 신피난처(neorefugia)로 구분할 수 있다. 구피난처는 과거 다른 기후 환경에서 널리 분포했던 생물종이 환경변화에 의해 소멸되고 살아남은 잔존생물(relict)들의 서식지를 말하며, 신피난처는 환경변화에 따라 이전에는 정착하지 않았던 곳에 새롭게 군락을 형성하게 된 서식지를 말한다. 풍혈지대는 플라이스토세 빙하기 당시 빙하 남단 가장자리에 위치한 기후대에 서식하던 생물들이 대륙에서 빙하가 후퇴하자, 저온환경이 유지되는 풍혈지대에 간헐 섬모양의 서식지를 형성하게 된 구피난처에 속한다(Nekola, 1999).

우리나라의 고산식물 분포에 대해 살펴보면 다음과 같다. 홀로세에 접어들면서 기후가 따뜻해짐에 따라 저온 환경에 서식하는 식물들은 점차 극지주변으로 이동하기 시작하였고(공우석, 2002), 이때 우리나라에서는 백두대간이 주요 이동통로가 되었을 것으로 보인다. 일부는 산정을 피난처로 삼아 정착하였으며 <그림 10>과 같이 고산대와 아고산대에 격리되어 분포하게 되었다(공우석, 2002). 전형적인 극지·고산식물이라 할 수 있는 월굴은 설악산 대청봉과 중청봉 사이 암석지, 귀때기청봉 등 아고산대에 서식하는데(공우석·임중환, 2008) 최근 월굴군락지가 홍천 풍혈에서도 조사되었다(김진석 외, 2006).

풍혈지대는 찬 공기 배출로 인해 여름에도 시원한 기후, 즉 지난 빙기 기후와 흡사한 환경을 형성하게 되었으며, 이에 따라 북방계 식물과 아고산대 식물이 최근풍혈지대에서 조사되었다. 북방계식물로는 한들고사리, 두메고사리, 좁미역고사리, 월굴, 딱지치 등이 조사되었고, 아고산식물로는 산우드풀, 민둥이가목, 요강나물, 산새풀, 집사초 등이 조사되었다(김진

석 외, 2006).

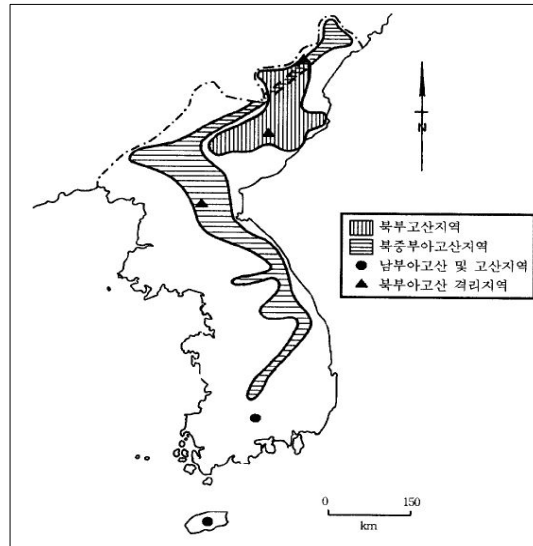
그밖에도 풍혈지대에는 독특한 식생경관이 나타나게 된다. 찬 공기 배출의 강도가 세어질수록 수목은 감소하고 이끼식물과 양치식물이 증가하는 것이 일반적이다(Nekola, 1999). 이리하여 풍혈지대는 주변지역과 다른 종조성과 상관(相觀)의 식생이 성립(五百川裕·石澤進, 2003)되게 된다<그림11>.

정선 풍혈에서는 멸종위기야생동식물 II급에 해당하는 개병풍 군락지가 넓게 형성되어 있는 것이 확인되었다(국립생물자원관, 2010). 강원도 정선 북평면 장열리 얼음굴을 답사한 결과, 등산로 초입부터 얼음굴 주변에까지 광범하게 개병풍 군락지가 형성되어 있는 것을 확인하였다<그림 11>.

이러한 풍혈지에 생육하는 식물들은 멸종위기에 직면한 식물종들의 유전적다양성 감소 경향을 확인할 수 있는 중요한 사례이며, 최후빙하기의 기후 환경 및 식생 연구에 없어서는 안 될 결정적 증거의 역할을 할 수 있다(국립생물자원관, 2010). 특히 고산식물은 지구온난화 등의 영향으로 기온 상승이 나타나면 생리생태적인 스트레스와 온대성 식물과의 경쟁에서 밀려 쇠퇴하거나 멸종될 수 있는 취약종이므로 관리가 필요하다(공우석, 2008).

풍혈지대에 분포하는 풍혈식물을 보호하는 것은 생물종 다양성의 측면, 고기후 연구 등 다양한 측면에서 가치 있는 일이다. 이곳을 찾는 관광객들에게는 풍혈지대에 나타나는 독특한 식생경관이 시각적, 심미적인 측면에서 매력적인 관광지로 작용할 것이다. 실제 일본에서 천연기념물로 지정된 나가바시리풍혈 고산식물 군락지와 나카야마풍혈 특수식물 군락지는 인기 있는 관광지이기도 하다. 그러나 독특한 식생경관이 나타나게 된 경위, 즉 풍혈지대에 고산식물 및 북방계 식물들이 격리 분포하게 된 요인 등을 이곳을 찾는 관광객들에게 설명함으로써 단순히 식물을 감상하

는 관광에 그치는 것이 아니라, 관련 분야에 대한 지식을 습득할 수 있다. 즉 풍혈식물이 서식하는 풍혈지대를 지오파크 조성 혹은 지오투어리즘 개발 등에 활용한다면, 교육적 자료로써도 활용이 가능하여 가치 높은 지오사이트가 될 수 있을 것이라 판단된다.



<그림 10> 한반도 고산식물의 분포지대  
출처 : 공우석(2002)



<그림 11> 밀양 얼음굴 주변의 이끼식물과 양치식물(좌),  
정선 장열리 얼음굴의 개병풍(우)

### 3. 문화·역사적 가치

풍혈은 마을 주민들에게 대개 ‘천연냉장고’, ‘천연에어컨’이라 불리고 있다. 이는 풍혈이 지역 주민들의 삶과 밀접하게 관련되어 있음을 시사한다. 특히, 과거 지역 주민들의 인터뷰를 통해 냉장고가 보급되기 이전 풍혈을 냉장고 대용으로 활발히 이용했다는 것을 확인할 수 있었다.

우리나라 뿐 아니라, 미국과 일본에서도 비슷한 보고가 있다. 미국에서도 우리나라와 마찬가지로 풍혈이 ‘Nature’s Ice Box’, ‘Nature’s Refrigerator’라는 별칭이 있으며, 인디언들과 초기 정착자들이 여름에 상하기 쉬운 음식의 저장고로 사용했다는 보고(Andrews, 2003)가 있다.

일본에서는 풍혈을 채소절임(漬物)의 보관에 이용하였다는 기록이 있다. 에도시대에는 지방 영주에게 현상한 채소절임을 ‘풍혈’이라 불렀다는 기록이 있으며, 메이지시기를 부터는 잠종(蠶種)냉장고로 활발히 이용되면서 ‘풍혈업’, ‘풍혈잠종업’이라는 말이 정착되었다고 한다. 이렇게 사용된 흔적이 현재까지도 고스란히 남아있다. 또한 풍혈지대가 현대에도 채소절임, 화초, 채소, 식림용 종자, 주류를 저장하는 등의 용도로 이용되고 있어 지역주민들 생활 속에서 풍혈이 활발히 이용되었고, 현재도 되고 있음을 알 수 있다.<sup>15)</sup>

우리나라에서도 일제강점기에 진안과 의성의 풍혈을 잠종냉장고로 사용되었다는 기록이 있다<표 4>. 1910년 11월 25일자 조선총독부관보와 1911년 8월 23일자 신민일보에는 각각 ‘의성과 진안에 풍혈이 새롭게 발견되어 잠종을 저장하기로 하였다’는 기록이 있다. 두 기사 모두 일제강점기의 것으로, 1800년대 중반부터 이미 풍혈을 잠종 보관용으로 활발히 이용한 일본의 영향을 받은 것으로 추측된다.

일본의 경우 잠종 보관용으로 사용된 흔적이 그대로 보존되어 있는 아

15) 清水長正, 2004, 日本における風穴の資料—地形條件・永久凍土などとの関連から—, 駒澤地理, No.40, 121-148.을 참고하여 작성

라후네·아즈마야(荒船·東谷)풍혈이 사적(史蹟)으로 지정되어 보호되고 있지만, 의성 빙혈의 경우 관광자원으로 활용하기 위해 1985년에 인공적인 굴 형태로 공사를 하여 그러한 흔적은 찾아볼 수 없다.

한편, 신동읍 운치리 얼음굴의 지역주민과 인터뷰를 한 결과, 얼음굴 근처에 위치한 동굴을 6·25 전란기에 피난처로 이용하면서 이곳에서는 음식을 저장하여 장기간 숨어 지낼 수 있었다고 한다. 그밖에 마을의 제사나 잔치가 있을 때에도 소나 돼지를 잡으면 이곳에 보관했다고 한다.

가정용 전기냉장고가 보급되면서 풍혈을 음식 보관용으로 이용하는 사례는 크게 줄었지만, 마을주민들에게 여름철 더위를 피하기 위한 쉼터로 쓰는 예나 지금이나 지속되고 있다. 오래 전부터 지역주민들의 삶에 밀착되어 함께 해온 풍혈지대의 생활사적 가치를 확인할 수 있다.

<표 4> 일제강점기 풍혈에 대한 기록

| 출처 <sup>16)</sup>                | 기사   |
|----------------------------------|--|
| 조선총독부<br>관보<br>1910년<br>11월 25일자 | 경상북도 의성군 춘산면 서원동에 있는 풍혈의 구조 개수 공사와 시설이 완료되어 하추잠종(夏秋蠶種)을 저장기로 하였다. 이 풍혈은 1908년에 발견된 것으로 빙산풍혈이라 이름 붙이고 잠종의 저장 장소로 연구하여 왔던 것이다.   |
| 신민일보<br>1911년<br>8월 23일자         | 진안군에 새 풍혈: 원래 누에씨는 시원한 곳에 두어야 명년까지 보존할 수 있는 것은 누구든지 아는 바이나, 근일 우리나라에 수입되는 재화잠(再化蠶), 삼화잠(三化蠶)등은 온도 4도이하가 아니면 2-3개월도 보존하기 어려우므로 잠종저장소를 장려하는 나라들은 재산을 들여서 인공으로 제작하고 있는데 우리나라에서는 천연 잠종저장소를 대구에서 한 곳 찾고 최근 진안군에서 한 곳을 발견하였다하니, 우리나라는 여러 방면으로 보배스러운 근원이 많이 있는 것을 가히 알겠다. |

16) 국사편찬위원회 한국사데이터베이스 검색 (<http://www.history.go.kr/>)

신민일보 1911년 8월 23일자: [http://www.history.go.kr/url.jsp?ID=NIKH.DB-np\\_sh\\_1911\\_08\\_23\\_0160](http://www.history.go.kr/url.jsp?ID=NIKH.DB-np_sh_1911_08_23_0160)

조선총독부관보 1910년 11월 25일자: [http://www.history.go.kr/url.jsp?ID=NIKH.DB-su\\_001\\_1910c\\_11\\_23\\_0620](http://www.history.go.kr/url.jsp?ID=NIKH.DB-su_001_1910c_11_23_0620)

전통적으로 우리나라에서 풍혈을 어느 시기부터 어떻게 인식하였는지에 대해 보다 정확히 알아보기 위해 고전문헌을 조사해보았다.

조선시대에 편찬된 고려시대 역사책 <고려사><sup>17)</sup>와 전국지리지 <여지도서><sup>18)</sup>, <신증동국여지승람><sup>19)</sup>에는 <표 5>와 같이 풍혈을 설명한다. 우리나라에서 이미 15세기부터 풍혈에 대한 인식이 존재했음을 알 수 있다. 이들 고전에는 풍혈이 충청도 병산(現 충청북도 청풍면 병풍산), 강원도 정선군 조양산, 경상도 의흥현 화산(現 경상북도 군위군 의흥면), 평안도 안주목 은산현 부관산에 분포하는 것으로 기록하고 있다. 풍혈은 ‘한 여름에 절벽아래에 자연히 이루어진 구멍에서 찬바람이 나오는 곳’이며, ‘입하(立夏)뒤로 얼음이 엉기기 시작하여, 아주 더우면 얼음이 딱딱하게 되고, 장마가 들면 얼음이 풀린다.’고 설명한다. 이를 통해 오늘날 ‘얼음골’, ‘풍혈’, ‘빙혈’ 등이라 부르는 곳과 같은 곳을 가리킨다고 짐작할 수 있다.

특히 경상도 의흥현 화산에 대한 기록은 현재 경북 의성의 빙혈과 풍혈을 가리키는 것으로 보인다. ‘풍혈’과 ‘빙혈’이라는 용어가 이미 조선시대부터 명명된 것으로 보이며, ‘얼음을 두면 여름이 지나도 녹지 않는다.’라고 하는 것으로 보아, 천연냉장고로 활용했을 것이라고 짐작할 수 있

17) <고려사>는 1451년(문종 1)에 완성된 고려시대에 관한 관찬(官撰)의 역사책이다. 1449년(세종 31)부터 편찬을 시작하여 2년 반 만에 완성을 보고, 1454년(단종 2)에 간행했다. 김종서(金宗瑞)·정인지(鄭麟趾)·이선제(李先齊) 등의 관료들이 편찬에 참여하였다. 책의 구성은 기전체 방식을 따랐으며 세가 46권, 지 39권, 표 2권, 열전 50권, 목록 2권 등 총 139권으로 이루어져 있다(브리태니커 온라인). - 국사편찬위원회 한국사데이터베이스 (<http://www.history.go.kr/>)에서 검색

18) <여지도서>는 1757(영조 33)~65년에 전국 각 군현에서 편찬한 313개의 읍지(邑誌)·영지·진지를 모은 전국 읍지이다. 1530년에 <동국여지승람>이 신증된 이후 250여 년이 지나 국가적인 차원에서 새로운 지리지를 편찬하려는 목적에서 만들어졌다. 이는 지도와 읍지의 결합지도 필요성의 증대, 인구·상업 및 유통의 증가, 지방 재정 파악의 강화 등 18세기 중엽의 사회적·경제적인 변화를 반영하는 것으로서 의의가 있으며, 18세기 중엽의 조선 사회와 전국 각 지역의 사정을 파악하는 데 기초적인 자료로서도 중요하다. 1973년에 국사편찬위원회에서 2책으로 축소 영인·간행했다(브리태니커 온라인). - 한국고전번역원 한국고전종합DB(<http://db.itkc.or.kr/>)에서 검색

19) <신증동국여지승람>은 이행(李荇)·윤은보(尹殷輔)·신공제(申公濟)·홍언필(洪彦弼)·이사균(李思鈞) 등이 중종의 명에 따라 1530년(중종 25)에 <동국여지승람>을 새로 증보하여 만든 조선 전기의 전국지리지이다. 조선 전기의 사회와 지역 사정을 종합적으로 정리한 조선 전기 지리지의 집성편이다. 더욱이 간행본이었기 때문에 비교적 널리 보급되어 조선 후기까지도 이 책이 미친 영향은 지대했다(브리태니커 온라인). - 한국고전번역원 한국고전종합DB(<http://db.itkc.or.kr/>)에서 검색

다.

풍혈과 함께 나타나는 ‘냉천’이라고 부르는 저온의 석간수(石間水)는 ‘수혈’로 설명하고 있다. 특히 진안의 냉천은 예로부터 피부병, 위장병 등에 특효가 있어 허준이 약을 지을 때 사용한 물이라는 전설이 있다. 이러한 전설은 사람들이 이곳을 찾아오도록 하는 요인이 되기도 하며, 지역마케팅 등으로 활용하여 지역경제 활성화에도 도움이 될 수 있다. 풍혈지대에 대한 지역주민들의 전통적인 인식과 역사적인 기록, 전설 등은 풍혈지대와 관련해 스토리텔링을 구성하기 용이하게 해주어 관광자원으로써도 가치 있게 활용될 수 있을 것이라 판단된다.

<표 5> 고문헌에 나타는 풍혈

| 출처                       | 번역본   |
|--------------------------|---|
| <p>&lt;고려사&gt;</p>       | <p>제56권 지 제 10/ 지리 1 청풍현</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>풍혈(風穴)</b>이 있다.</li> </ul>   |
|                          | <p>제57권 지 제 11/ 지리 2 의성현</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 이 현에 <b>풍혈(風穴)</b>과 <b>빙혈(氷穴)</b> [입하(立夏)후에 얼음이 얼기 시작하여 한창 더운 때면 더욱 굳어지며 겨울에는 따뜻하기가 봄 날씨와도 같다] 이 있다.</li> </ul>   |
|                          | <p>제58권 지 제 12/ 지리 3 정선현</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 여기에는 <b>풍혈(風穴)</b>이 있다 [여름 동안은 이곳에 얼음을 저장하여 둔다. 또 그 곁에 <b>수혈(水穴)</b>이 있는바 남강(南江)물이 이곳에 이르러 갈라져서 땅 속으로 흘러 들어 간다] .</li> </ul>  |
| <p>&lt;여지도서&gt;</p>      | <p>청풍부(淸風府) 형승(形勝)조 10권 충청도Ⅲ /118쪽</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>풍혈:</b> 병산(屏山) 앞에 있다. 절벽아래에 자연히 이루어진 구멍이 있는데 찬바람이 저절로 나온다. 봄과 여름에 날씨가 더워진 뒤로는 바람세가 더욱 성하여 상쾌한 기분이 얼굴을 때린다. 돌구멍을 따라 몸을 구부리고 수 십 걸음 쫓 들어가면 비로소 텅 빈 곳이 나온다.</li> <li>▪ <b>수혈:</b> 역시 병산 아래에 있다. 동쪽으로 풍혈까지 1백여무(武)이다. 절벽아래 구멍이 있는데, 샘물이 솟아나온다. 물맛은 매우 차다. 풍혈과 서로 통한다고 말하는 사람도 있다.</li> </ul>                           |
|                          | <p>정선(旌善) 산천(山川)조 15권 강원도 I /195쪽</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>풍혈:</b> 관아의 남쪽 조양산 바위 사이에 있다. 그 아래에 얼음을 두면 여름이 지나도록 녹지 않는다. 또 <b>수혈(水穴)</b>이 있으니, 남강의 물이 여기에 이르러 나누어져 땅 속으로 들어갔다 모마어촌에 이르러 땅 위로 나온다.</li> </ul>   |
|                          | <p>의흥현(義興縣) 산천(山川)조 38권 경상도Ⅷ /210쪽</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>풍혈:</b> 화산 기슭에 있었다. 너비는 3척2촌이며, 길이는 2척8촌이다. 구멍에서 바람이 나왔는데 몹시 차서 초여름에도 반드시 얼음이 얼었다. 지금은 없어졌다.</li> </ul>  |
| <p>&lt;신증 동국여지승람&gt;</p> | <p>제25권 경상도(慶尙道) 의성현(義城縣) 산천(山川)조</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 병산의 큰 바위 밑에 돌구멍[石穴]이 있는데, 구멍의 입구는 높이가 3척, 높이가 4척8촌, 옆으로의 길이가 5척1촌이다. 이것을 <b>풍혈(風穴)</b>이라 한다.</li> <li>▪ 또 하나의 구멍이 바위 밑에 직하(直下)로 나있는데 넓이가 1척, 길이는 1척까지는 썰 수 있는데 아래로는 굽어있어 썰 수 없다. 입하(立夏)뒤로 얼음이 영기기 시작하여, 아주 더우면 얼음이 딱딱하게 되고, 장마가 들면 얼음이 풀린다. 봄·가을로는 춥지도 덥지도 않으며, 겨울에는 따뜻한 기운이 봄과 같다. 이것을 <b>빙혈(氷穴)</b>이라 한다.</li> </ul> |
|                          | <p>제46권 강원도(江原道) 정선군(旌善郡) 산천(山川)조</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>풍혈(風穴):</b> 대음산(大陰山)의 바위 사이에 있다. 그 아래에 얼음을 두면 여름이 지나도 녹지 않는다.</li> <li>▪ <b>수혈(水穴)</b>이 있으니, 남강(南江)의 물이 여기에 이르러 나누어져 땅 속으로 들어갔다 모마오촌(毛麻於村)에 이르러 땅 위로 나온다.</li> </ul>  |
|                          | <p>제55권 평안도(平安道) 은산현(殷山縣) 산천(山川)조</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>풍혈(風穴):</b> 부관산 아래에 있다. 대풍(大風)이 열흘 동안에 두세 번 일어난다.</li> </ul>  |

## IV 풍혈지대의 보호 실태 및 평가

### 1. 해외 사례

#### 1) 미국

미국의 풍혈지대(algific sites)에 대한 연구는 생물종 다양성의 측면에서 시작되었기 때문에 이 지역에 서식하는 희귀생물종 보호 및 풍혈지대의 보존에 대해 일찍부터 주목하고 있었다. 이러한 특수 서식지는 일단 망가지면 회복될 수 없으므로 자연보호구역으로 지정하여 체계적이고 포괄적으로 보호하고 있다(Henry, 2003).

300여개의 풍혈지대가 나타나는 Driftless Area에서 희귀생물종인 아이오와 플라이스토세 달팽이(Iowa pleistocene snail)<sup>20)</sup>와 북방계 아코니툼(Northern monkshood)<sup>21)</sup>이 조사(Frest, 1984; Frest, 1991)되면서, 이러한 2개의 멸종위기종을 보호하기 위해 1989년 이 지역이 "Driftless Area 국립야생생물보호구역(Driftless Area National Wildlife Refuge)"으로 지정되어 보호하기 시작하였다<그림 13>. 이후 미국 어류 및 야생동식물 보호국(US Fish and Wildlife Service)은 풍혈지대를 국립야생보호구역(National Wildlife Refuge System)의 일부로써 관리하고 있지만, 국가뿐 아니라 주(state), 카운티(county), 민간조직이 서식지를 소유 및 보호하고 있다. 풍혈이 위치한 지역을 개인이 소유하고 있을 경우, 미국 어류 및 야생동식물 보호국과 국제자연보호협회(The Nature Conservancy)가

20) 빙하기 잔존생물로 1977년에 멸종위기 종으로 지정되었다. 성체의 평균 크기가 6-8mm 정도로 매우 작고, 등 껍질이 돔 모양을 하고 있으며 높이 솟아 있는 것이 특징이다. 현존하는 총 개체수는 6만개 이하로, 잔존하는 모든 개체들이 풍혈지대(algific talus slope)에서 서식하고 있다(Frest, 1981).

21) 푸른색의 갓 모양 꽃잎이 특징적이다. 꽃은 약 1인치 정도 길이며, 하나의 줄기에 많은 꽃이 달려있다. 아이오와, 위스컨신, 오하이오, 뉴욕에서만 발견된다. 대체로 그늘진 곳, 풍혈지대(algific talus slope), 시원한 곳, 강가에서 서식한다. 미국 야생동식물 보호국이 멸종위기종으로 지정하였다(위키피디아 영어판 - <http://en.wikipedia.org/>).

토지소유주와 연락하여 관리하는데 도움을 제공한다. 또한 풍혈명, 소속된 주(state)/카운티, 소유주, 관리용이성, 보호필요성 등의 항목에 대해 목록을 작성하여 체계적으로 관리하고 있다(Henry, 2006)<그림 13>.

미국 어류 및 야생동식물 보호국은 서식지와 멸종위기종 보호를 장려하는 프로그램(Service's Endangered Species Land owner Incentives Program)을 운영하고 있다. 보호국이 개인 소유주에게 자금을 지원하여 자발적으로 해당 지역에 울타리를 치게 하고 들짐승 차단, 싱크홀 보호, 보호구역 설정, 풍혈 주변 지역에 삼림완충지대(buffer strips)를 조성하도록 장려 한다.

풍혈지대의 정확한 변화 과정을 측정하기 위해 주변 대학의 도움을 받아 생물상과 서식지에 대한 모니터링 진행하고 있다. 이러한 노력으로 지구온난화를 제외한 다른 환경 변화 위협으로부터 서식환경을 보호할 수 있다. 이 지대의 취약한 환경 특성상 관련 기관이 승인한 출입만을 허용하며 일부 풍혈지대는 사전에 신청한 후에 방문하도록 해놓았다(Henry, 2006).



<그림 12> 아이오와 플라이스토세 달팽이(Iowa pleistocene snail)와 북방계 아코니툼(Northern monkshood)  
출처 : Henry, C., 2006

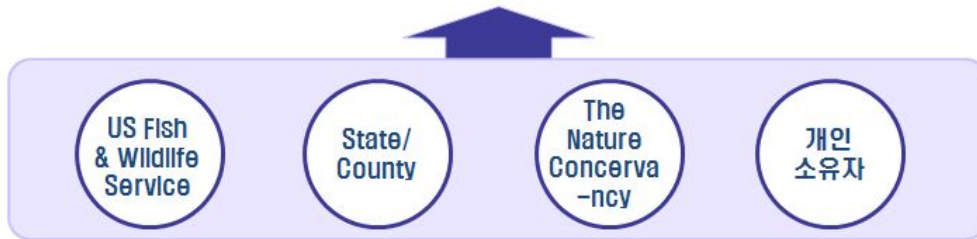
## 미국의 풍혈지대 보호 실태

Driftless 국립야생동식물보호구역  
(Driftless Area National Wildlife Refuge) 지정

멸종위기종, 서식지를 보호하기 위한 프로그램  
(Endangered Species Land owner Incentives Program)

관광객 접근양을 제한, 가이드 투어, 안내판, 산책로를 조성  
보호와 향유 모두 가능하도록 장려

테일러스 사면 환경 및 서식지에서 과학적 조사 허용  
주변 대학과 협력하여 생물상과 서식지에 대한 모니터링 실시



<그림 13> 미국의 풍혈지대 보호 실태

## 2) 일본

일본 풍혈지대는 80여 곳(五百川裕·石澤進, 2003)에서 조사되었고 이 중 국가에서 문화재로 지정하여 보호하는 곳이 총 9곳<sup>22)</sup>이다. 9곳 중 천연기념물이 8곳, 사적(史蹟)으로 지정된 곳이 한 곳이며, 각 지방공공단체(都·道·府·縣·市·町·村)에서 지정한 천연기념물이 최소 3곳<sup>23)</sup>(清水長正, 2004)으로 이곳까지 더하면 12곳에 이른다<표 6>. 일본의 경우 보호구역으로 지정한 개수도 월등히 많을 뿐만 아니라 대체로 보호구역 지정일자가 우리나라보다 훨씬 이전인 것으로 미루어보아 풍혈지대의 가치에 대한 인식과 보호 노력이 상당히 앞서 있는 것으로 보인다.

<표 6> 일본풍혈의 문화재 목록

| 명칭                                    | 행정구역               | 문화재종류           | 지정일        |
|---------------------------------------|--------------------|-----------------|------------|
| 나가바시리풍혈(長走風穴)<br>고산식물군락               | 아키타현(秋田縣)          | 천연기념물           | 1926. 2.24 |
| 나카야마풍혈(中山風穴)<br>특수식물군락                | 후쿠오카현(福島縣)         | 천연기념물           | 1964. 6.27 |
| 아라후네·아즈마야 풍혈<br>(荒船·東谷風穴)<br>잠중저장소 유적 | 군마현(群馬縣)           | 사적              | 2010. 2.22 |
| 진자풍혈(神座風穴)                            | 야마나시현(山梨縣)         | 천연기념물           | 1929.12.17 |
| 후가쿠풍혈(富岳風穴)                           | 야마나시현(山梨縣)         | 천연기념물           | 1929.12.17 |
| 후지풍혈(富士風穴)                            | 야마나시현(山梨縣)         | 천연기념물           | 1929.12.17 |
| 모토스풍혈(本栖風穴)                           | 야마나시현(山梨縣)         | 천연기념물           | 1929.12.17 |
| 코마카도풍혈(駒門風穴)                          | 시즈오카현(静岡縣)         | 천연기념물           | 1922. 3. 8 |
| 만노풍혈(万野風穴)                            | 시즈오카현(静岡縣)         | 천연기념물           | 1922. 3. 8 |
| 토카치산단의 14곡(谷)<br>(十勝三段十四之澤)           | 홋카이도<br>(北海道 上士幌町) | 市町村지정<br>천연기념물  | 1976       |
| 텐구모리의 나즈고오리야마<br>풍혈(天狗森 夏氷山風穴)        | 이와테현<br>(岩手縣 案代町)  | 都道府縣지정<br>천연기념물 | 1974.2     |
| 자가라모가라<br>(ジャガラモガラ)                   | 야마가타현<br>(山形縣 天童市) | 都道府縣지정<br>천연기념물 | 1995.3     |

22) 国指定文化財等データベース(<http://www.bunka.go.jp/bsys/>)

23) 국가지정 천연기념물 목록은 데이터베이스가 구축되어 있지만, 지방공공단체에서 지정한 천연기념물 목록은 데이터베이스화 되어 있지 않아 정확한 수치를 조사하지 못하였다. 시미즈(清水長正, 2004)의 전국 풍혈지 목록에서는 3개만을 언급하였다.

나가바시리(長走)풍혈과 나카야마(中山)풍혈의 경우 각각 해발고도가 약 200m, 약 500m이지만, 월굴과 민둥인가목 등의 고산식물이 군락을 이루고 있다. 특수식물군락지로서의 가치가 높아 천연기념물로 지정되어 있다. 아라후네·아즈마야(荒船·東谷)풍혈의 경우 잠종냉장용으로 사용했던 흔적이 고스란히 남아있어 사적(史蹟)으로 지정되었다<그림 14>. 우리나라의 의성 풍혈과 진안 풍혈 역시 잠종보관소로 이용했다는 기록이 남아 있지만, 관광지로 이용하기 위해 인공구조물을 설치하여 흔적이 남아있지 않은 것과 비교된다.

나가바시리는 <그림 15>와 같이 고산성 식물의 서식지 안과 굴 내부로의 출입을 금지해놓았으며, 대신 관찰데크를 설치하여 관광객들의 답압(踏壓)으로 인한 식생피해를 최소화하면서 관광할 수 있도록 하였다. 주변에는 사진을 전시하고 냉기 체험을 할 수 있는 체험학습시설을 설치하여 교육용 자원으로도 활용하고 있다. 귀중한 자원에 대한 보호와 함께 이를 관광 및 교육 자료로 조화롭게 활용하는 사례이다.

시미즈(清水長正, 2004)는 일본 60곳의 풍혈을 <표 7>과 같이 17가지 항목에 대해 정리하여 목록을 작성하였다. 이를 통해 전국에 분포하는 풍혈지대의 정보를 종합적으로 파악하며 관리할 수 있도록 하였다.



<그림 14> 아라후네·아즈마야 풍혈 : 잠중 보관소 유적  
출처 : 国指定文化財等データベース(<http://www.bunka.go.jp/bsys/>)



<그림 15> 나가바시리 풍혈의 보호 사례  
출처 : 国指定文化財等データベース(<http://www.bunka.go.jp/bsys/>)

<표 7> 시미즈(清水長正, 2004)에 의한 풍혈 목록의 일부

| 장소/풍혈명                                   | 행정 구역            | 1:25000<br>도엽명<br>표시<br>有☆ | 표고<br>(m)   | 위도         | 지형         | 기반암<br>암석 | 온도<br>측정 | 하계<br>온도     | 하계<br>동결 | 월년<br>(越年)<br>동결 | 식생대      | 주변의<br>삼림<br>식생           | 주요한<br>풍혈식생<br>(선태류<br>제외)               | 천연기념<br>물                   | 냉장<br>이용 | 주요문헌   |
|--|------------------|----------------------------|-------------|------------|------------|-----------|----------|--------------|----------|------------------|----------|---------------------------|--|-----------------------------|----------|--|
| 토카치산단의<br>14곡(谷)<br>(十勝三段<br>十四之澤)       | 北海道<br>上士幌<br>町  | 十勝<br>三段                   | 840         | 43°<br>31' | 애추         | 용결<br>응회암 | 연중       | 0℃           | ○        | -                | 아고<br>산대 | 전나무림                      | 가문비나무,<br>백산차, 월굴                        | 카미시호<br>로정(町)<br>지정<br>1976 | -        | 近堂외(1973), 鈴木외(1987), 加藤외<br>(1992), 清水·山川(2001)   |
| 나가바시리<br>풍혈<br>(長走風穴)                    | 秋田縣<br>大館市       | 白澤                         | 180~<br>230 | 40°<br>22' | 랜드슬<br>라이드 | 석영<br>안산암 | 연중       | 5~<br>8.2℃   | ○        | ○                | 냉온대      | 줄참나무-<br>물참나무림            | 월굴,<br>민둥인가목,<br>폴산딸나무,<br>세잎풀,<br>분홍바늘꽃 | 국가지정<br>1926.2              | ○        | 牧野(1907), 荒谷(1920,1922,1926),<br>三奴(1926), 東海林(1966),<br>高安·白田(1979), 畠山(1984),<br>沖田(1986), 菊地(1987),<br>大館市教育委員會(1993), 三浦<br>외(1995), 渡辺외(2001) |
| 텐구모리의<br>나츠고오리아<br>마풍혈<br>(天狗森<br>夏氷山風穴) | 岩手縣<br>案代町       | 田山                         | 440~<br>460 | 40°<br>09' | 랜드슬<br>라이드 | 유문암       | 봄~<br>가을 | 0~<br>10℃    | ○        | -                | 냉온대      | 너도밤나무-<br>물참나무림,<br>잎갈나무림 | 사스래나무,<br>산개벚지나무,<br>초롱이끼                | 이와테현<br>지정<br>1974.2        | -        | 村井ほか(1972), 江川ほか(1980)   |
| 자가라모가라<br>(ジャガラ<br>モガラ)                  | 山形縣<br>天童市       | 天童<br>☆                    | 540         | 38°<br>20' | 랜드슬<br>라이드 | 유문암       | 봄~<br>가을 | 8~<br>10℃    | -        | -                | 냉온대      | 줄참나무-<br>물참나무림            | 주황철쭉,<br>분홍노루발,<br>분홍바늘꽃,<br>섬피불나무       | 야마가타<br>현 지정<br>1995.3      | -        | 安齋(1943), 梅本(1994),<br>阿子島·興野<br>(1996), 眞木(1998,1999)   |
| 나카야마풍혈<br>(中山風穴)                         | 福島縣<br>下郷町       | 湯野<br>上☆                   | 500~<br>560 | 37°<br>17' | 랜드슬<br>라이드 | 석영<br>안산암 | 연중       | 0.1~<br>1.2℃ | ○        | ○                | 냉온대      | 줄참나무-<br>물참나무림,<br>느티나무림  | 자작나무,<br>민둥인가목,<br>분홍노루발                 | 국가지정<br>1964.6              | ○        | 佐野(1962), 小荒井(1964), 佐々木<br>(1985), 下郷町教育委員會(1998),<br>Tanaka et al.(2000), 櫻村(2003),<br>田中ほか(2004)  |
| 후지풍혈<br>(富士風穴)                           | 山梨縣<br>上九一<br>色村 | 鳴澤<br>上☆                   | 1120        | 35°<br>28' | 용암<br>터널   | 현무암       | 연중       | 0℃           | ○        | ○                | 냉온대      | 노송나무림                     |  | 국가지정<br>1929.12             | ○        | Ohata et al.(1994a,b)  |

## 2. 국내 사례

연구를 위한 국내 사례지역은 천연기념물로 지정되어 비교적 관리 및 보호가 이루어지고 있는 밀양 얼음굴(1970년 4월 24일 지정), 의성 빙계리 얼음굴(2011년 1월 13일 지정)과 접근성이 떨어져 관리 및 보호가 이루어지지 않는 정선의 풍혈 두 곳, 다른 곳과 형태에 차이를 보이는 가리왕산 얼음굴로 선정하였다.

### 1) 강원도 정선 운치리 얼음굴

운치리 얼음굴은 동강(東江)을 끼고 있는 강원도 정선군 신동읍에 위치하며, 북서쪽으로는 백운산(884m)이 있고 남서쪽에는 앞재(725.4m)라는 산이 위치한다. 수리봉(840m)의 해발 340m 부근에 얼음굴이 위치한다. 밀양 얼음굴의 경우 삼면이 곡벽(谷壁)으로 둘러싸인 계곡의 북사면상에 위치해 태양의 일사량이 매우 적은 반면, 운치리 얼음굴은 남서사면에 위치해 얼음굴 앞까지 여름에도 햇볕이 내리쬐다<그림 16>.

운치리 얼음굴에는 테일러스가 나타나며, 테일러스 우측 하단부에 큰 바위들이 듬성듬성 엉켜있는 곳에 두 개의 굴이 형성되어 있다. <그림 15>에 보이는 왼쪽 굴(점선에 해당하는 부분)에서는 한여름에도 한기를 느낄 정도로 찬바람이 불어나오며, 오른쪽 굴에서는 보다 약한 바람이 불어나온다.

왼쪽 굴 입구의 크기는 가로 60cm, 세로 70cm 정도로 사람이 엎드려서 들어갈 수 있는 크기이며, 깊이는 4m 정도이다. 답사를 진행한 8월 13일과 8월 30일에는 굴 내부에 얼음이 남아 있었고, 온도는 각각 1.4℃와 1.3℃를 나타냈다. 특정 시간에 관측한 단편적인 결과이지만, 굴에서 측정한 온도를 영월 기상대<sup>24)</sup>의 일평균 기온(8월 13일-26℃, 8월 30일-24.8℃)과 비교한 결과, 20℃이상의 차이를 보였다<그림 17>.

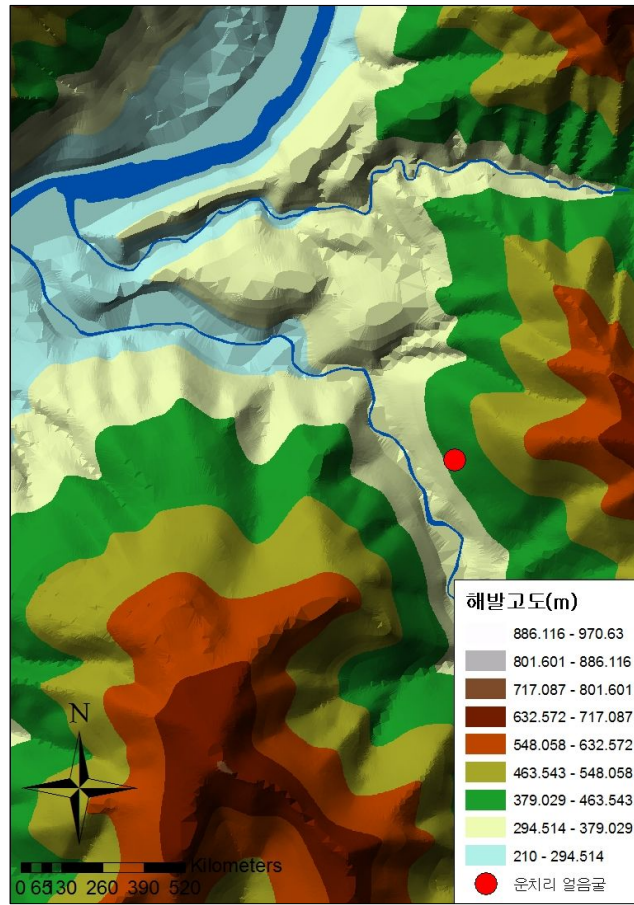
24) 정선 장열리 얼음굴에서 가장 가까운 영월 기상대 자료를 이용하였다. - 기상청(<http://www.kma.go.kr/>)

장마 때 얼음이 녹았을 것을 가정하면 6, 7월에는 보다 두껍게 얼음이 얼어 있었을 것으로 추정된다. 테일러스 사면에서도 바위틈마다 약하지만 찬 바람이 불어나오고 있었다. 관광자원으로 활용하기 위해 등산로를 정비해놓은 흔적과 안내도를 세워놓은 흔적이 남아 있지만, 현재는 지역주민만이 여름철 더위를 피해 찾는다. 별도의 관리 및 보호는 이루어지지 않은 방치 상태였고, 따라서 비교적 원형을 유지하고 있다고 할 수 있다.

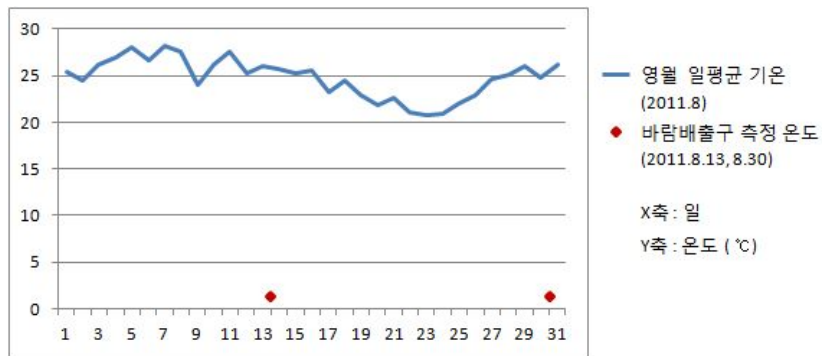
이 지대에서 뚝지치, 쯤바위솔 등의 희귀 식물종이 조사(김진석, 2006)되었다. 중요한 지형자원과 식생이 나타나 교육 및 학술적 가치가 뛰어난 곳이 방치되어 있다고 할 수 있다. 원형을 보존하면서 교육 및 학술적 자료, 관광자원으로서의 활용 방안이 모색되어야 한다. 보호와 향유 모두 가능하도록 하는 것이 중요한 과제로 판단된다.



<그림 16> 운치리 얼음굴의 하계결빙 모습  
(좌측하단-8.13, 우측하단-8.30)



<그림 17> 운치리 얼음굴 일대의 지형



<그림 18> 정선 신동읍 운치리 얼음굴 측정 온도

## 2) 강원도 정선 장열리 얼음굴

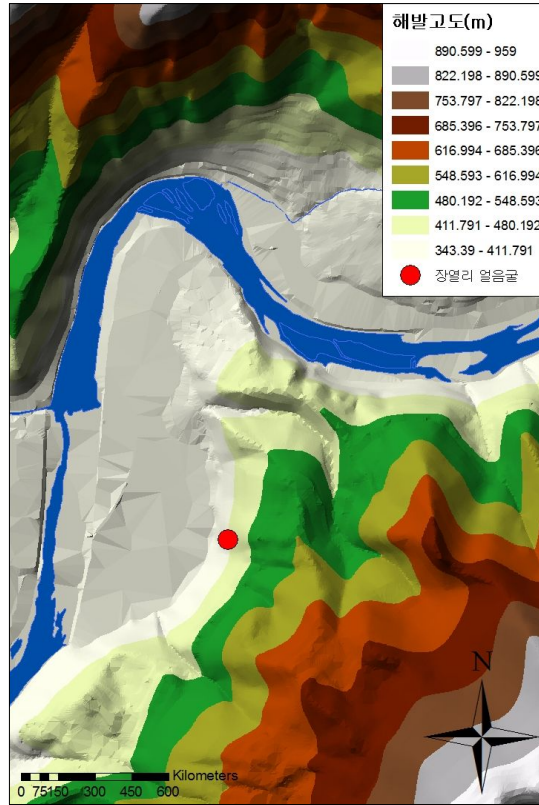
장열리 얼음굴은 정선군 북평면 장열리의 남산(959m) 410m 부근에 위치한다. 남산의 북서사면에 위치하며, 남산 아래로 평탄지가 길게 뻗어 있다. 평탄지는 조양강에 접해 있으며, 북쪽으로는 해발 1171m의 옥갑산이 위치한다<그림 18>. 얼음굴에 나타나는 테일러스는 <그림 20>과 같이 식생이 상당히 침투하여 모식적인 테일러스의 형태는 아니다. 테일러스 하단 좌측에 가로 1m 40cm 세로 50cm의 큰 바위 아래로 작은 굴이 형성되어 있으며, 하계결빙이 나타나는 지점이 이곳이다.

1차 답사일인 6월 30일은 얼음이 두껍게 얼어 있었으며 길이 10cm 이상의 고드름이 여러 개 솟아오른 것을 확인하였다. 2차 답사일인 8월 13일에는 얼음이 모두 녹아 있었지만, 온도를 측정해 본 결과 1.3℃로 영월 기상대<sup>25)</sup>의 일평균 기온(8월 13일-26℃, 8월 30일-24.8℃)과 20℃ 이상의 기온 차이를 나타냈다<그림 19>. 뿐만 아니라 테일러스 암설들의 틈 곳곳에서 찬바람이 분출되고 있었다. 얼음굴 앞에 낡은 오두막이 있는 것으로 보아 지역 주민들이 여름철 피서용으로 이용한 것으로 보이나, 현재는 등산로 입구에 식생이 우거져 알아 볼 수 없을 정도였다. 지역주민들 조차 정확한 위치를 모르거나 안내에 대해 귀찮아 할 정도로 지역 경제 효과가 없다 할 수 있다. 따라서 운치리 얼음굴과 마찬가지로 관리 및 보호에 있어 방치상태라 할 수 있다.

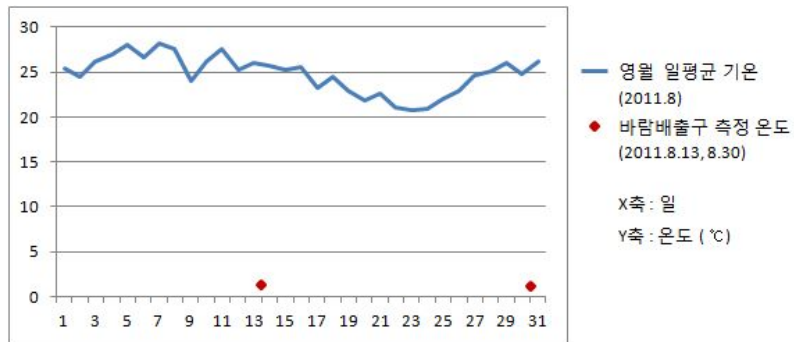
이곳은 풍혈지대의 저기온에 의존하는 북방계 식물이 서식하는 것으로 조사되었으며, 멸종위기야생동식물 II급에 해당하는 개병풍 군락지가 상당히 넓게 분포하는 것으로 나타나 학술적 가치가 뛰어난 지대이다. 단순한 얼음 보호에 집중할 것이 아니라 식생 군락과 지형경관을 함께 보호함과 동시에 교육용 자료로 활용할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다. 운치리 얼음굴

25) 북평면 장열리 얼음굴에서 가장 가까운 태백 기상관측소 자료 이용(기상청-<http://www.kma.go.kr/>)

과 마찬가지로 보호와 향유 모두 가능하도록 관리 방안을 모색하는 것이 중요한 과제로 판단된다.



<그림 19> 장열리 얼음굴 일대의 지형



<그림 20> 정선 북평면 장열리 풍혈 측정 온도



<그림 21> 장열리 얼음굴의 하계결빙 모습

### 3) 강원도 가리왕산 얼음굴

가리왕산 얼음굴은 자연휴양림 관리사무소 뒤편에 위치하며 행정구역상으로는 정선읍 회동리에 해당된다. 가리왕산(1561m)에서 청옥산(1250m)으로 이어지는 능선부(400m) 동사면에 위치하며, 전면으로 가리왕산에서 발원한 용탄천이 흘러 동강으로 합류된다. 도로변 좌측에 함몰로 인한 커다란 낙반 사이에 동굴이 위치한다<그림 21>.

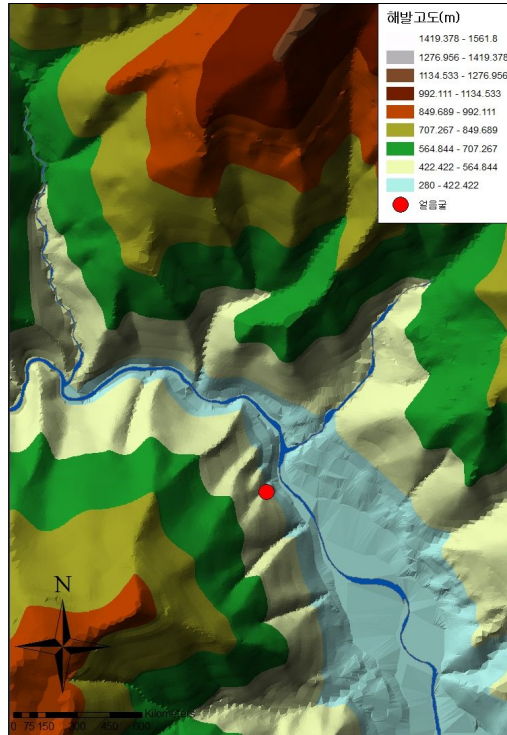
이곳은 테일러스사면이 나타나지 않는 등 위 두 곳과 확연히 다른 형태를 취하고 있다<그림 9>. 높이 10m 이상의 커다란 동굴 형태를 하고 있으며 이전에는 관광객들이 직접 동굴 안으로 들어가 냉풍을 체험하였다고 한다. 몇 해 전까지만 해도 초여름에 고드름이 생길 정도로 동굴 내외의 기온차가 상당히 크고 독특한 동굴 환경을 유지했다고 전해지나 인근 탄광에서 입구를 인위적으로 매몰시켜 탄광의 폐수 처리장소로 사용하고 있어 이전의 환경은 이미 파괴된 상태이다(문화재청 홈페이지). 동굴 천장으로부터 낙석이 발생한 이후로 현재는 접근하지 못하도록 울타리를 만들어 놓았다.

얼음이 얼 정도는 아니지만, 여름철에 한기를 느낄 정도로 찬 기류가 형성되고 있었으며, 저온환경에 대한 지역주민들의 “천연냉장고”, “천연에어컨”으로의 활용이 있었던 것은 동일하다. 이곳 역시 8월 30일 온도 측정 결과 4.7℃를 보여 영월 기상대<sup>26)</sup>의 일평균 기온(8월 30일-24.8℃)과 20℃ 이상의 기온 차이를 나타냈다<그림 22>.

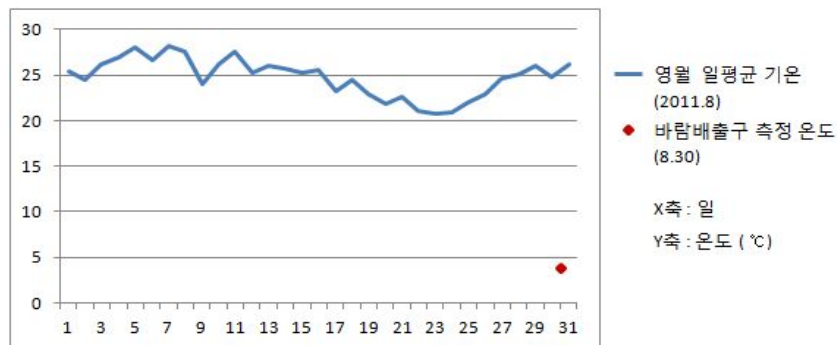
이곳의 하계저온의 생성원리는 일본 용암동굴 입구에서 발생하는 찬 기류와 유사할 것이라 추측된다. 동굴 내외부의 온도차와 풍압에 의해 빠른 대기 순환이 발생한 것으로 보이나, 접근이 불가하여 조사에 어려움이 있다. 추후, 구체적인 저온생성 메커니즘에 대한 논의가 필요하다. 다만, 이곳 역시 하계저온 및 결빙에 지형적 요인이 작용한다는 것에는 변함이 없다.

26) 북평면 장열리 얼음굴에서 가장 가까운 태백 기상관측소 자료 이용(기상청-<http://www.kma.go.kr/>)

주민들의 얼음굴 활용에 대한 측면과 저온환경에 서식하는 식생이 있을 가능성이 있다는 점에서도 테일러스형 풍혈과 동일하다. 따라서 이러한 형태 역시 풍혈지대로써 인식 및 관리하는 것이 필요하다고 판단된다.



<그림 22> 가리왕산 얼음굴 일대의 지형



<그림 23> 가리왕산 얼음굴 측정 온도

#### 4) 경상북도 의성 빙혈·풍혈

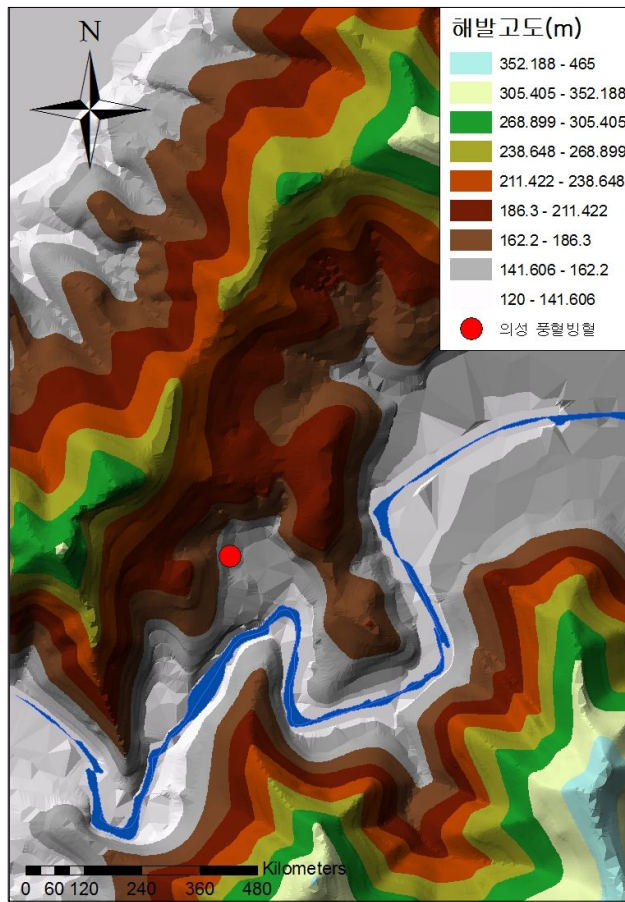
의성 빙혈·풍혈은 의성군 춘산면 빙계리에 위치한다. 300여 미터의 구릉성 산지의 중턱 해발 150m 지점의 남사면상에 위치하며, 전면에 해발 350m의 산지가 위치하여 태양복사에너지 입사량이 매우 적은 편이다. 해발 350m 산지와 의 사이로 곡률도가 매우 큰 쌍계천이 흐르는 것이 특징이다<그림 23>. 빙혈이 위치한 곳에서는 전형적인 테일러스 사면은 나타나지 않으며 단순히 거력들만이 산재하고 있다.

의성 빙혈·풍혈은 최근 천연기념물로 지정(2011년 1월 13일 지정)되었다. 관광자원으로 활용하기 위해 1985년 <그림 25>과 같이 인공적인 굴 형태를 만들어놓았으며, 빙혈의 경우 얼음을 보호하기 위해 유리로 된 문 안쪽에 가두어 접근할 수 없도록 하였다. 7월 20일 최대한 결빙지점에서 근접한 거리에서 온도 측정을 한 결과, 4.3℃로 의성 일평균기온(27.2℃)<sup>27)</sup>과 22.9℃의 차이를 보였다<그림 24>. 이곳은 이미 인공구조물 설치로 주변 지형경관과 식생이 상당히 파괴된 것으로 판단된다.

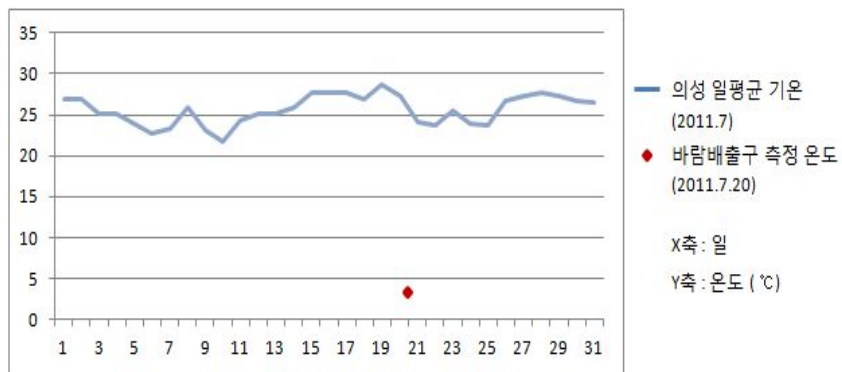
오히려 방치되어 있는 주변 절리가 자연적인 풍혈에 가깝다고 할 수 있다. 앞 장에서 언급한 미국과 일본의 절리형 풍혈과 흡사한 부분과 그 외 찬바람이 분출되는 틈이 많아 식물지리학적 중요종이 다수 분포하는 것으로 조사되었다(김진석, 2006). 그러나 이 부분의 경우 풍혈지대로써의 인식이 없으며 그 결과 아무런 보호도 되지 않아 훼손에 노출되어 있다. 특히 이곳은 계곡과 접하여 여름철 피서객이 많이 찾는 곳이므로 관광객들에 의한 훼손으로부터 시급한 보호대책이 필요할 것으로 보인다. 얼음 보존에만 집중할 것이 아니라 지형경관 및 식생에 대한 포괄적인 보호대책이 필요할 것으로 판단된다.

---

27) 의성 기상관측소 자료(기상청-<http://www.kma.go.kr/>)



<그림 24> 의성 병혈·풍혈 일대의 지형



<그림 25> 의성 풍혈 측정 온도



<그림 25> 의성 빙혈·풍혈의 관리 실태와 하계결빙 모습

## 5) 경상남도 밀양 얼음골

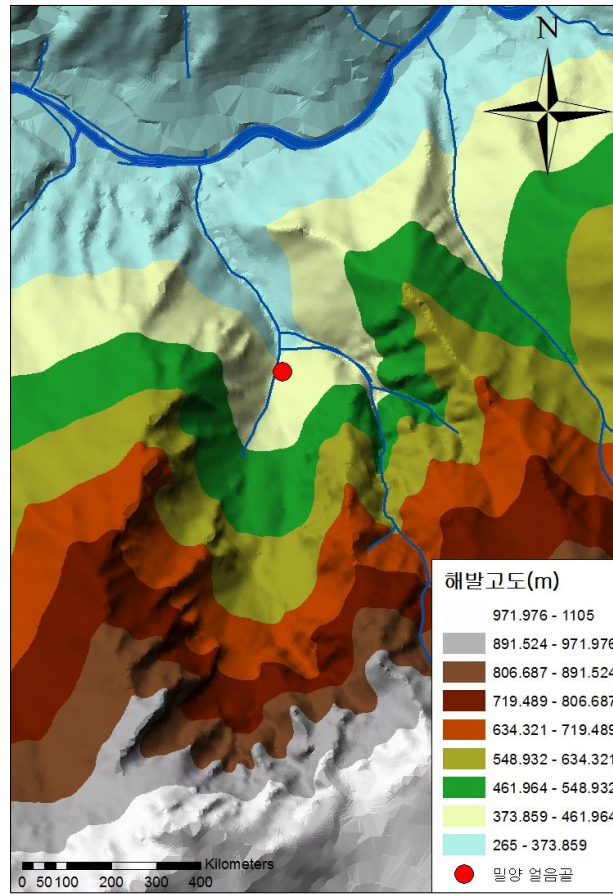
밀양 얼음골은 천황산(1189m)의 북사면에 위치한다. 해발 450-700m에 걸쳐 대규모의 테일러스사면이 발달하고, 테일러스의 하단부 450m 고도 지점에 하계결빙현상이 나타난다. 테일러스 뒤로는 암설의 공급원이 되는 급애면이 높게 솟아있어 모식적인 테일러스 경관이 나타난다. <그림 26>와 같이 이 일대에는 곡저의 폭이 넓은 계곡이 형성되어 있는 것이 특징이다.

7월 20일 최대한 결빙지점 가까운 곳에서 온도를 측정한 결과, 3.3℃였으며, 밀양의 일평균기온(28.5℃)<sup>28)</sup>과 25.2℃의 차이를 보였다<그림 27>. 뿐만 아니라 매표소에서 얼음골로 올라가는 등산로 옆으로 산재해있는 거석들 사이에서도 찬바람이 불어나오며 이곳의 온도는 5℃ 정도로 나타났다.

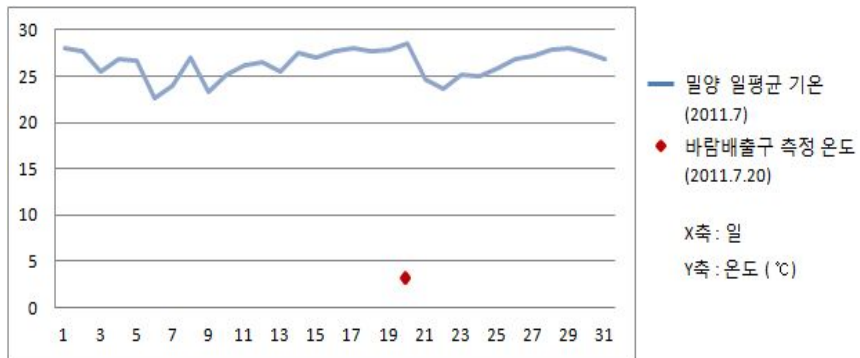
밀양 얼음골은 1970년 천연기념물로 지정되었으며, 보호도 비교적 양호하게 이루어지고 있는 곳이라 할 수 있다. 얼음 채취를 못하도록 얼음부분은 그물로 막아 놓았으며, 사례 지역 중에 유일하게 테일러스를 철책으로 막아 접근을 통제하고 있는 곳이기도 하다<그림 28>. 그러나 그 범위가 매우 좁아, 풍혈의 범위를 매우 협소하게 보고 있는 것을 알 수 있다.

여름철 관광명소로써 매년 15만 명의 피서객이 찾는 곳이며, 그 밖에 등산객과 야영객들의 출입이 잦아 훼손의 우려가 큰 곳이기도 하다. 숙박시설과 건물들이 풍혈지대 가까이에 들어서고 있으므로 사유지에 해당하는 부분에 대한 관리에 관심을 기울여 더 이상의 훼손을 막는 것이 필요하다. 현재 진행 중에 있는 케이블카 건설이 풍혈지대에 어떠한 영향을 끼칠지에 대해 사전 평가를 통해 훼손을 막아야 할 것이다. 풍혈지대는 한 번 파괴되면, 자연적으로는 회복할 수 없는 지형자원이라는 것을 인식하여 개발이 이루어져야 할 것이며 그와 함께 적절한 보호 대책을 마련해야 한다고 판단된다.

28) 밀양 기상관측소 자료(기상청 - <http://www.kma.go.kr/>)



<그림 26> 밀양 얼음굴 일대의 지형



<그림 27> 밀양 얼음굴 측정 온도



<그림 28> 밀양 얼음골의 관리 실태와 하계결빙 모습

## V 풍혈지대의 보호대책 제안

### 1. 풍혈 개념의 재정립

앞 장에서 살펴본 바와 같이 우리나라에서는 풍혈지대에 대한 가치 인식이 부족한 상태이며, 관리 보호도 제대로 이루어져 있지 않은 것이 현실이다. 그나마 보호하려는 노력이 보이는 곳에서도 하계결빙이라는 희귀한 현상에만 집중하여 지형경관과 식생경관에 대한 종합적인 보호는 이루어지지 않았다. 오히려 인공구조물 설치로 부정적인 영향을 주고 있는 것으로 확인되었다. 지형학적, 기상학적, 식물지리학적, 문화역사적으로 귀중한 가치를 지닌 풍혈지대에 대한 소실이 우려된다.

풍혈지대의 보다 종합적인 관리와 보호를 위해 풍혈지대에 대한 명확한 정의 정립이 선행되어야 할 것으로 판단된다. 우리나라의 풍혈 개념에 있어 II장 1절 풍혈에 대한 국내 연구자들의 정의에서 언급한 것과 같이 학자마다 지역마다 풍혈에 대한 명칭이 다르며, 그 의미에도 다소 괴리가 있는 것으로 확인되었다. 의미와 명칭이 명확하게 정의되어 있지 않은 우리나라에서는 풍혈의 위치 및 분포 현황도 정확히 파악할 수 없는 것이 현실이다. 김진석 외(2006)는 전국적으로 풍혈지대가 10여 곳에 분포한다고 보고하지만, 김윤이(2003)는 20여 곳에 달한다고 보고하여 수치에서도 큰 차이를 보이고 있다. 미국과 일본에서는 각각 절리형 풍혈(moderate cliff)과 용암터널형 풍혈을 풍혈의 한 유형으로 보아 우리나라보다 풍혈의 개념이 확대 및 구체화되어 있는 것을 확인할 수 있었으며, 이로 인해 풍혈의 위치도 비교적 자세하게 조사될 수 있었던 것으로 여겨진다.

풍혈지대에 대한 개념 정립에 있어 다음과 같이 세 가지 측면에서 확대하여 고려해야한다.



<그림 29> 풍혈지대의 개념

첫째, 테일러스 뿐 아니라 산재된 거석, 절리, 동굴에도 풍혈과 유사한 현상을 보이는 곳이 있다. 풍혈현상의 메커니즘에 대해서는 각각의 지형에 따라 차이를 보일 것이라 추측되지만, 지형의 영향으로 하계저온 및 결빙현상이 나타나는 것에는 동일하다. 이러한 곳을 모두 풍혈지대로써 인식하는 것이 필요하다. 그러나 다른 형태 모두 풍혈로 인식할 경우, 자칫 희소가치가 떨어질 수 있다. 따라서 개념을 엄밀히 할 필요가 있다고 판단된다. 본 연구에서는 풍혈지대를 결빙현상이 나타나거나 여름철 외부와 20도씨 이상 차이를 보이는 곳, 혹은 풍혈식물들이 조사되는 곳으로 제한하고자 한다.

둘째, 풍혈현상의 원인이 되는 지형경관, 저온 환경에서 형성된 독특한 식생경관, 지역 주민들이 이용하며 형성된 문화경관을 모두 아우르는 개념으로 인식하여야 한다. 따라서 ‘풍혈’이라는 국소적인 지점을 가리키는 용어보다는 저온현상을 보이는 지대 및 경관까지 포함하여 ‘풍혈지대’로 인식하는 것이 적합할 것이라 판단된다<그림 29>.

셋째, 풍혈이 위치한 곳을 답사한 결과, 대체로 하나의 혈(穴)에서만 바람이 나오는 것이 아니라 강도의 차이가 있지만 주변의 크고 작은 혈에서 모두 찬바람이 분출되고 있었다. 이러한 관점에서도 ‘풍혈지대’로 인식하여 결빙현상을 보이는 한 지점에 대한 보호가 아니라 지대에 대한 보다 확장된 범위를 보호하는 것이 적합하다고 판단된다.

## 2. 유형 분류 제안

미국과 일본에서는 테일러스형 풍혈, 절리형 풍혈, 용암동굴형 풍혈 등으로 분류하여 보다 풍혈의 개념을 확대 및 구체화한 것을 확인하였다. 반면, 우리나라에서는 대체로 테일러스형 풍혈에만 집중한 경향이 있다.

테일러스 뿐 아니라 산재된 거석, 절리, 동굴에도 풍혈과 유사한 현상을 보이는 곳이 조사되었다. 의성 빙혈·풍혈 주변부 절리에 대해서는 풍혈로 인식하지 않는 것으로 확인되었으며, 가리왕산 풍혈 역시 학계에서 연구대상이 되지 않고 있다. 이러한 형태도 지형의 영향으로 하계저온현상이 나타나며, 식생 문화경관이 나타난다는 점에서 풍혈로써 인식해야 할 것으로 보인다. 그 밖의 지형에 대해 테일러스형, 절리형, 동굴형, 인공형 등으로 분류를 제안 한다<표 8>.

첫 번째로 테일러스형은 밀양이 대표적인 테일러스형 풍혈지대라 할 수 있으며, 의성 빙혈·풍혈, 정선 장열리와 운치리 얼음굴도 모식적이지는 않지만, 테일러스형으로 분류된다. 테일러스가 외기를 차단시키는 단열 기능을 제공하고, 내부에서는 간극을 만들어 공기 유통을 원활히 하는 등의 역할을 하여 풍혈현상을 야기하는 형태이다.

두 번째로 절리형이 있다. 의성 빙혈·풍혈 주변부 절리의 경우에도 테일러스가 나타나지 않으며, 절리 틈에서 찬바람이 생성되어 다른 형태를 취하고 있지만, 역시 풍혈지대로 인식해야 한다고 판단된다. 특히 이러한 지형은 미국의 절리형 풍혈(moderate cliff)와 상당히 흡사한 형태를 보인다. 미국에서는 풍혈로써 인식하여 관리 및 보호가 이루어지고 있는 곳인데 비해 우리나라에서는 방치된 것을 확인 할 수 있다.

세 번째로 동굴형이 있다. 가리왕산의 경우 위 세 곳과는 전혀 다른 형태를 취하고 있다. 테일러스가 나타나지 않으며 동굴성 공간의 크기 면에서도 차이를 보인다. 따라서 하계저온형성 메커니즘에도 차이를 보일 것으로 추

측된다. 그러나 동굴성 공간에 의해 하계저온 현상이 나타나며, 하계저온현상으로 인한 지역주민들의 천연냉장고, 천연에어컨으로의 활용과 독특한 식생 경관이 나타날 수 있다는 점에서 가치를 인식하여 적절한 보호 대책을 마련하는 것이 필요하다.

김윤이(2003)는 경북 봉화군 고려광산과 문경시 신평동의 시멘트 광석의 폐석 더미에도 여름철에 결빙한다고 언급하였다. 이러한 곳에 대해서도 인공형 풍혈로 분류하여 관리를 하고 활용방안에 대해 모색할 필요가 있다고 판단된다. 이는 현재 환경 하에서 인공적으로 풍혈을 만드는 것이 가능하다는 것을 의미한다. 이러한 인공풍혈은 청도 와인터널과 같이 와인 저장고로 활용함과 동시에 관광상품으로 이용될 수 있으며, 보령냉풍옥장과 같이 버섯재배에 활용하거나 통조림(淸水長正, 2004), 주류 등을 보관하는 용도로 활용함으로써 에너지절약에 일조하며 관광자원으로서도 활용도 가능하다는 점에서 가치가 있다.

우리나라에서는 관련 연구가 대체로 테일러스형 풍혈에 집중해왔다. 테일러스가 나타나지 않는 절리형, 동굴형, 인공형 풍혈에 대해서도 풍혈로써 인식하여 보다 풍혈지대에 대한 개념을 확대 및 구체화할 필요가 있다. 네 가지 유형의 풍혈 모두 학술적, 문화적 가치가 높은 지형 및 지질자원으로 활용될 수 있다고 판단된다.

<표 8> 한국 풍혈의 새로운 유형분류

| 분류 기준 | 유형       | 사례지역                           |
|-------|----------|--------------------------------|
| 형 태   | 테일러스형 풍혈 | 밀양 얼음골 등                       |
|       | 절리형 풍혈   | 의성 빙혈·풍혈 주변                    |
|       | 동굴형 풍혈   | 가리왕산 얼음굴                       |
|       | 인공형 풍혈   | 경북 봉화군 고려광산,<br>문경시 신평동 시멘트 광석 |

### 3. 보호대책 제안

지형 및 지질자원은 한 번 훼손되면 복구할 수 없다는 점에서 보호해야 할 대상이지만, 국내에서 천연기념물로 지정하여 보호하고 있는 문화재 중 지형 및 지질과 관련된 것은 총 448개 중에 70개에 불과하다<표 9>. 식물과 동물 등의 생물자원은 81%에 달하는 것에 비해 비생물자원인 지형 및 지질 자원은 16%에 미친다. 지형 및 지질자원에 대한 발굴과 보존 노력이 보다 확대되어야 할 필요성이 제기된다.

풍혈지대에 대한 보호 및 관리에 있어서 앞서 언급한 확대된 개념의 ‘풍혈지대’로써 인식하여 보호해야 한다.

첫째, 테일러스형, 절리형, 동굴형 인공형 등이 모두 풍혈지대라는 인식이 필요하다. 둘째, 이러한 지형적 경관과 하계결빙현상, 독특한 식생경관, 인간이 향유 및 활용하며 얻어진 문화경관을 포괄하는 종합적인 사고가 필요하다. 이러한 사고를 바탕으로 풍혈지대에 대한 관리 및 보호에 있어서 단순히 얼음채취를 금지할 것이 아니라, 보다 확대된 의미의 풍혈지대에 대한 관리가 필요하다.

<표 9> 천연기념물 지정 현황(2011월 11월 기준)

| 분류  |        | 개수(개) | 비율(%) |
|-----|--------|-------|-------|
| 생물  | 식물     | 264   | 59    |
|     | 동물     | 100   | 22    |
| 비생물 | 지형, 지질 | 70    | 16    |
| 기타  |        | 14    | 3     |
| 총   |        | 315   | 100   |

자료 : 문화재청(<http://www.cha.go.kr/>)

하계결빙이라는 신비한 기상현상을 유발하는 테일러스 사면, 절리, 동굴성 공간 등과 함께 하계저온으로 인해 주변에 격리 분포하게 된 북방계 식물을 보호하며, 저온을 이용해 음식보관용 혹은 잠종저장소 등으로 활용한 흔적 또한 보존해야 한다. 이러한 측면에서 풍혈 식생과 잠종 유적 등을 그대로 유지하면서 관찰데크와 체험용 장소를 조성하여 교육 및 관광자료로 활용하고 있는 일본의 관리 실태는 모범적인 사례라 할 수 있다.

풍혈지대에 대한 구체적 범위를 설정하기 위해서는 하계온도 측정 및 풍혈식물 등에 대한 기초조사를 실시해야 한다. 하계에 풍혈일대에서 온도를 측정하여 반경 몇 미터까지 풍혈지대에 속하는지, 풍혈식물이 서식하고 있을 경우에는 그 범위가 어디까지인지 조사가 필요하다. 이러한 기초적인 조사를 통해 <표 10>과 같은 목록을 작성하여 관리할 것을 제안한다. 이를 통해 추후 하계동결 메커니즘 등에 관한 연구를 할 수 있는 기반을 마련해야 한다.

구체적 방안으로 환경부에서 매년 진행하고 있는 전국자연환경조사 대상 지형단위에 추가하여 조사하는 것을 제안한다. 이는 각 분야의 전문적 지식을 갖춘 전문조사원과 일반조사원이 1:25,000 도엽 내에서 가치 높은 지형을 발굴해내며, 기존 지형을 평가하는 방식으로 진행된다. 이를 통해 전국 풍혈지대의 경위도 좌표, 규모, 지질 및 지형에 대한 기초 조사 가능하며, 5년마다 기존 평가된 지형에 대해 재평가가 이루어지므로 주기적인 모니터링이 가능하다. 또한 대체로 지역주민들에게만 알려져 있어 외부에는 밝혀지지 않은 풍혈에 대한 발굴 가능성이 높다. 전국적으로 풍혈의 위치가 조사되면, 풍혈지대의 목록을 작성하여 체계적으로 관리할 필요가 있다.

풍혈지대를 올바르게 보호하는 것은 귀중한 자연유산을 보존하는 측면에서 가치 있는 일이지만, 이를 교육용 자료나 관광자원으로 활용함으로써 2차적 효과를 얻을 수 있다. 따라서 보호와 향유를 함께 하는 것이 중요한 과제이다.

<표 10> 풍혈 목록 작성 예시

| 장소/풍혈명        | 행정 구역 | 1:25000<br>도엽명<br>과 표시유무 | 표고<br>(m) | 경위도 | 유형 | 기반암<br>암석 | 하계<br>온도 | 하계<br>동결<br>유무 | 식생대 | 풍혈<br>식생 | 관리<br>주체 |
|---------------|-------|--------------------------|-----------|-----|----|-----------|----------|----------------|-----|----------|----------|
| 밀양 얼음골        |       |                          |           |     |    |           |          |                |     |          |          |
| 의성<br>빙혈·풍혈   |       |                          |           |     |    |           |          |                |     |          |          |
| 정선 운치리<br>얼음골 |       |                          |           |     |    |           |          |                |     |          |          |

\* 시미즈(清水長正, 2004)의 전국풍혈목록을 수정

## VI 요약 및 결론

지형자원으로써의 인식이 부족한 풍혈지대에 대하여 지형학적 측면, 식물지리학적 측면, 문화역사적 측면에서 가치를 검토하였다.

풍혈지대는 하계저온 및 결빙이라는 불가사의한 현상이 나타나는 지형이라는 희소성 높은 자원이며, 이러한 현상에 지형적 특성이 관여한다는 점에서 지형학의 연구대상이 된다. 저온환경에 의해 북방계 희귀식물이 격리 분포하는 독특한 식생경관이 나타남으로써 식물지리학적인 가치도 뛰어나다. ‘천연냉장고’, ‘천연에어컨’이라는 별칭에서 나타나듯 지역주민의 생활과 오래 전부터 밀접하게 관련되어 문화역사적 가치도 뛰어나다.

이러한 가치를 인식한다면, 풍혈지대는 인문과 자연 분야를 아우르는 훌륭한 교육용 자료 혹은 관광자원으로 활용할 수 있다고 판단된다. 그러나 풍혈지대에 대한 가치 인식 부재와 명확한 정립이 없어 분포도 정확히 조사된 바가 없으며, 관리 및 보호도 제대로 이루어지지 않는 것이 현실이다. 천연기념물로 지정되어 있는 밀양 얼음골과 의성의 빙혈·풍혈은 인공구조물 설치 등 잘못된 관리로 상당히 훼손되어 있었다.

이러한 풍혈지대에 대해 지리학적 접근을 통해 다음과 같은 보호 대책을 제안하고자 한다.

첫째, 풍혈지대에 대한 개념을 기존의 의미보다 확장하여 재정립해야 한다. 테일러스사면 뿐만 아니라 절리, 동굴에도 풍혈현상이 존재하며 이를 유형화하여 풍혈 개념을 확대 및 구체화해야 한다. 테일러스, 동굴, 절리 등과 지질 기반에 대한 조사와 이러한 조건이 풍혈 현상에 어떻게 작용하는지에 대한 구체적인 메커니즘에 대해서는 추후 논의가 필요하다. 하지만 이러한 지형적 특성이 기반이 되어 하계저온 및 하계결빙현상에 관여한 것은 분명하다.

둘째, 하계저온 환경 덕분에 북방계 식생이 서식하게 되는 독특한 식생경관이 나타나며, 지역주민은 저온환경을 생활에 활용하면서 문화적경관도 나타나게 된다. 이러한 상호관계를 종합적으로 인식하여 풍혈지대에 대한 개념을 확대해야 한다.

마지막으로 위의 두 가지를 바탕으로 단순히 얼음 보호에 집중할 것이 아니라 확대된 개념의 풍혈지대를 보호하여야 한다.

학술적, 문화적 가치가 뛰어난 풍혈지대를 귀중한 지형자원으로써 인식하고 보호함으로써 환경보호 및 자연유산 보존에 기여할 수 있으며, 이차적으로는 지오파크 조성 혹은 지오투어리즘 개발에 활용하여 지역경제 활성화에 이바지할 수 있을 것이라 기대한다.

## 참 고 문 헌

### 국내 논문

- 공우석, 2002, 한반도 고산식물의 구성과 분포, 대한지리학회지, 37-4, 357-370.
- 공우석·임종환, 2008, 극지·고산식물 월굴의 격리 분포와 기온요인, 대한지리학회지, 36-1, 61-89.
- 김성삼, 1968, 얼음골의 하계결빙현상에 관하여, 한국기상학회지, 4, 13-18.
- 김윤이, 2005, 한반도 얼음골의 지형적 특성과 결빙 현상, 한국기상학회지, 41-6, 1151-1161.
- 김진석·정재민·이병천·박재홍, 2006, 한반도 풍혈지의 종조성과 식물지리학적 중요성, 식물분류학회지, 36-1, 61-89.
- 문승의·황수진, 1977, 밀양 얼음골의 하계결빙 현상에 관한 연구, 부산대학교 사범대학 논문집 4, 47-57.
- 박미영·박경, 2011, 지오투어리즘과 지리학의 역할, 대한지리학회 학술대회 논문집, 5, 24-28.
- 박미영, 2011, 홍도 지형 자원을 활용한 지오투어리즘, 한국지역지리학회지, 17, 109-121.
- 배상근, 1990, 얼음골의 하계결빙현상에 관한 수문학적 연구, 한국 수문학회지, 23-4, 459-466.
- 변희룡, 2003, 얼음골의 동계온풍과 하계결빙과 연관된 지하대류, 한국기상학회지, 230-233.
- 전병일, 2002, 강원도 정선군 운치리 얼음골의 여름철 결빙현상에 관한 연구, 한국환경과학회지, 11-9, 857-863.
- 전영권, 1997, 경남 밀양 얼음골 일대의 지형적 특성 - talus를 중심으로-,

- 한국지역지리학회지, 3-1, 165-182.
- \_\_\_\_\_, 1998, 의성 빙계곡 일대의 지형적 특성 -테일러스를 중심으로-, 한국지역지리학회지, 4-2, 49-64.
- \_\_\_\_\_, 2001, 한국의 하계 동결현상 분포지에 관한 지형학적 연구, 한국지역지리학회지, 7-1, 97-106.
- \_\_\_\_\_, 2010, 한국의 지오투어리즘, 한국지형학회지, 17(4), 1-15.
- 정창희, 1992, 밀양 남명리 얼음골(천연기념물 제224호)의 조사 연구, 천연기념물및 공룡발자국 화석류 조사보고서, 61-81.
- 황수진·서광수·이순환, 2005, 밀양 얼음골의 결빙형성기구에 관한 고찰, 한국기상학회지, 41, 29-40.

## 국외 논문

- Andrews, K. M., 2003, A geological and Geophysical Investigation of Ice Mountain Algific Talus, Hampshire County, West Virginia. M. S. thesis. West Virginia University, Morgantown.
- Frest, T.J., 1984, Iowa Pleistocene snail recovery plan: habitat requirements, 5-7.
- \_\_\_\_\_, 1991, Summary status reports on eight species of candidate land snails from the driftless area (Paleozoic Plateau), upper Midwest: final report, contract No.30181-01366, U.S.F.W.S. Region 3, Deixis Consultants. 35-46.
- Henry, C., 2003, Refuge for the Ice Age survivor, Endangered Species Bulletin, No.28, 24-26.
- \_\_\_\_\_, 2006, Driftless Area NWR Comprehensive Conservation Plan, U.S. Fish and Wildlife Service, 35-46.

- Nekola, J. C., 1999, Paleoreugia and neoreugia: the influence of colonization history on community pattern and process, Ecology, No.80, 2459-2473.
- Ostlie, W.R., 1989, Completion of the algific slope/moderate cliff landsnail survey in Minnesota: The Iowa Nature Conservancy, 2-5.
- Ohata, T., Furukawa, T., Higuchi, K., 1994, Glacioclimatological study of perennial ice in the Fuli Ice Cave, Japan, Part. 1, Seasonal variation and mechanism of maintenance., Arctic and Alpine Research, 26, 238-244.
- Song, Tae-Ho, 1994, Numerical simulation of seasonal convection in an inclined talus, Proceeding of the 10th International Heat Transfer Conference, 2, 455-460.
- 清水長正, 2004, 日本における風穴の資料—地形条件・永久凍土などとの関連から—, 駒澤地理, No.40, 121-148.
- 五百川裕・石澤進, 2003, 風穴地の維管束植物(1), 植物地理・分類研究, Vol.51, No.1, 13-6.

## 단행본

- 권혁재, 2006, 지형학, 범문사.
- 미국 국무부, 2004, 미국의 지리, 휴먼앤북스.
- 이승호, 2007, 기후학, 푸른길.
- 한국환경정책평가연구원, 2003, 보존 가치가 있는 지형·지질의 대상 설정에 관한 연구.
- 月刊地理, 2009, Vol.54-7, 古今書院.

## 웹사이트

고려대 민족문화연구원 (<https://riks.korea.ac.kr/root/>)

국립생물자원관 보도자료(2010.08.31)

([http://www.nibr.go.kr/board/article\\_iew.jsp?article\\_no=5889&page\\_no=1&menuSub=03-01-00-04&menu\\_cd=68&menuTop=5&idx\\_notice=NOTICE&board\\_no=21&table\\_cd=ARTICLE01](http://www.nibr.go.kr/board/article_iew.jsp?article_no=5889&page_no=1&menuSub=03-01-00-04&menu_cd=68&menuTop=5&idx_notice=NOTICE&board_no=21&table_cd=ARTICLE01))

국사편찬위원회 한국사데이터베이스 (<http://www.history.go.kr/>)

기상청 (<http://www.kma.go.kr/>)

문화재청 (<http://www.cha.go.kr/>)

위키피디아 영어판 (<http://en.wikipedia.org/>)

위키피디아 일본어판 (<http://ja.wikipedia.org/>)

한국고전번역원 한국고전종합DB (<http://db.itkc.or.kr/>)

한국 브리태니커 온라인 (<http://www.britannica.co.kr/>)

富岳風穴・鳴澤氷穴 公式ホームページ

(<http://fujigoko.info/icecave/index.html>)

國指定文化財等データベース (<http://www.bunka.go.jp/bsys/>)

# ABSTRACT

## Algific Sites' Value as Geosites and Their Conservation Plan

Kim, Jeongyun

Department of Geography

Graduate school

Sungshin Women's University

Recently, as Jeju island was certified as a World Geopark, the interest in exploration and conservation of its topographical/geological resources has increased. Once topographical/geological resources are damaged, it is impossible forever to restore them. So, it is necessary, in the preventive context, to select and preserve what are worth doing it.

Algific(=producing cold) sites are part of natural resources which have not been preserved well due to the lack of consciousness of its value, though the value of preserving it is high. To help make people appreciate its value as topographical resource and protect it, I have done the following research.

First, by dividing the value of algific sites into three categories — topographical value, botanical geographic value, cultural & historical value, I tried to shed new light on it. Second, I suggested clear concepts and types of algific sites in geographic sense. Third, I suggested desirable

protection policy on those sites.

Algific sites are valuable by the simple fact that it is a mysterious phenomenon in which it is cool and even becomes icy in summer. It is also a topographic research object in the sense that topographic condition called talus causes this phenomenon. It is also valuable in botanical geographic sense because northern rare plants survive isolatedly caused by such a low-temperature environment. Its cultural historical value is also important by the fact that it has been connected closely with local residents' lives shown by its nicknames, "natural refrigerator" or "natural air conditioner".

However, due to the lack of consciousness of its value and clear definition of it, there have not been precise examination of its locations and management and protection of those sites. Other natural resources similar to Jeju algific sites such as Ice Valley in Milyang and Icy Cave, Windy Cave in Euisung have been damaged by mismanagement of them such as construction of artificial structure on them.

Protection measures for algific sites are suggested as follows.

First, the concept of algific site should be expanded and redefined. Since algific phenomenon appears not only on the talus slope, but on columnar joints and caves, all of them should be considered as algific site.

Second, algific site is not a specific place, but the concept encompassing all the concepts regarding topographic, botanical, and cultural landscapes. Based on topographic characteristics, the phenomenon of lower temperature and ice in summer happens, which leads northern plants to grow isolatedly. And local residents have used it as natural refrigerator. In other words, we should understand comprehensively the mutual relationship of

topography–summer low temperature –plants–culture.

Third, Based on the above two factors, we must protect the enlarged meaning of 'algific site', rather than focusing on protection of ice on the site.

In the first place, it is important to recognize algific sites as precious topographic resources and protect them, in terms of environmental protection and conservation of natural inheritance. In the second place, it is also useful to develop those sites into geoparks and geo-tourism sites in the sense that it can contribute to activation of local economy.