

## 금강산지구에서 찾은 초생달모양틈의 특징과 성인

량도준, 최일청, 전원석

금강산에는 제4기에 있는 빙하작용에 의하여 생긴 여러가지 빙하흔적들이 남아있는데 이것은 제4기 빙하에 대한 연구와 금강산의 형성과정을 과학적으로 밝히는데서 귀중한 자료로 된다.

빙하조선과 릉골구조는 빙하가 이동하면서 이동방향으로 생긴 흔적으로서 빙하의 이동방향과 같은 방향으로 나있다. 그러나 그것들과는 달리 빙하의 이동방향에 수직으로 생긴 틈들도 있는데 이것들은 보통 초생달모양으로 구부러져있기때문에 초생달모양틈이라고 한다.[1]

초생달모양틈은 빙하바닥에 들어있는 암석조각들에 의하여 생긴다. 초생달모양틈의 길이는 보통 수cm~수m이다.

초생달모양틈에는 여러가지가 있는데 빙하의 흐름방향으로 볼록한 모양의 틈과 빙하의 흐름방향으로 오목한 모양의 틈이 있다.[2, 3]

논문에서는 금강산에서 빙하흔적에 대한 조사를 진행하는 과정에 찾아낸 초생달모양틈의 특징과 성인에 대하여 서술하였다.

### 1. 초생달모양틈의 특징

우리는 최근 빙하의 흐름방향으로 오목한 모양의 틈들을 금강산 만폭동계곡의 흑룡담으로부터 선담에 이르는 수백m 구간의 계곡바닥과 전석들에서 찾아냈다.

만폭동계곡바닥암석에 생긴 초생달모양틈은 그림 1과 같다.



그림 1. 만폭동계곡바닥암석에 생긴  
초생달모양틈

이 틈들은 계곡바닥의 담회색중립화강암결면에 생기었는데 크기와 방향은 각이하게 나타나지만 총체적으로는 빙하의 이동방향에 수직이다.

이와 같은 틈들은 이밖에도 금강산지구의 명경대구역, 만물상구역, 옥류동구역 등의 계곡바닥과 측벽들에서도 찾아볼수 있다.

초생달모양틈들의 특징은 다음과 같다.

첫째로, 금강산지구의 초생달모양틈들은 빙하에 의하여 생긴 기타 다른 흔적들과 동시에 나타난다는것이다. 초생달모양틈들은 언제나 빙하에 의하여 매끈하게 다듬어진 빙하바닥암석결면에 나있으며 이 틈들에 수직인 방향으로는 빙하조선들이 있다. 지어 일부 경우에는 릉골구조도 동시에 나타난다.

만폭동계곡바닥의 빙하흔적은 그림 2와 같다.

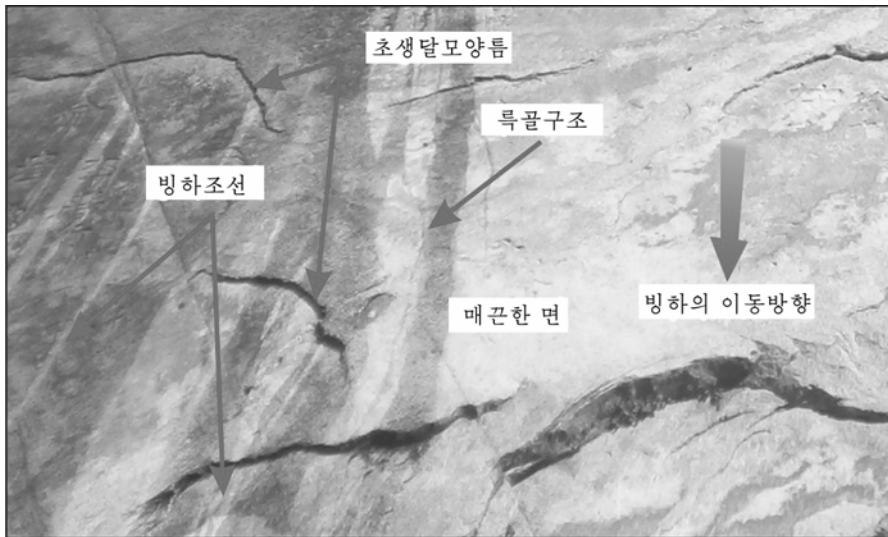


그림 2. 만폭동계곡바닥의 빙하흔적

그림 2에서 보는바와 같이 만폭동계곡바닥의 빙하흔적과 함께 초생달모양틈, 매끈한 면, 빙하조선, 특골구조들이 동시에 나타난다. 이와 같은 현상은 매우 보편적으로 나타난다.

이처럼 초생달모양틈들은 흔히 빙하에 의한 다른 흔적들과 함께 기반암결면에 발달한다. 이것들은 빙하의 침식작용과 특징을 연구하는데서 좋은 자료로 된다.

둘째로, 금강산지구의 초생달모양틈들은 기반암결면가까이의 얇은 부위에서만 발달하고 깊이 연장되지 않는다는것이다. 만폭동계곡바닥에서 관찰한 초생달모양틈들의 발달깊이는 보통 수mm~수cm정도이며 최대깊이는 10여cm를 넘지 않는다.

셋째로, 금강산지구의 초생달모양틈들의 깊이는 가운데서는 깊고 양쪽 끝으로 가면서 점차 얇아지며 너비도 가운데서는 넓고 양쪽 끝으로 가면서 점차 좁아지다가 없어진다는것이다.(그림 1)

초생달모양틈들가운데서 규모가 비교적 큰 초생달모양틈은 중심부의 깊이가 약 20cm이고 길이가 1m이상이며 규모가 작은것은 깊이가 수mm정도이고 길이는 약 5cm정도이다. 이 초생달모양틈들의 볼록한 방향은 빙하이동방향과 반대방향을 나타낸다.

넷째로, 초생달모양틈의 면들은 매끈하게 다듬어진 빙하바닥암석결면과 일정한 각도로 사귀면서 발달하는데 어떤것들은 암석결면의 얇은 조각들이 떨어져나가면서 계단모양을 나타내는것이다.(그림 2) 초생달모양틈에서 계단들의 방향은 언제나 계곡의 하류쪽 즉 빙하의 이동방향을 나타낸다.

다섯째로, 매개의 초생달모양틈들은 빙하의 이동방향에 수직이면서 초생달모양으로 휘여져있는데 오목한 방향은 빙하의 이동방향을 나타내는것이다. 그러나 금강산지구에서 찾아낸 오목한 방향이 빙하의 이동방향을 나타내는 초생달모양틈들과는 달리 볼록한 방향이 빙하의 이동방향을 나타내는 초생달모양틈들도 있다. 실례로 남극빙하의 삭박에 의하여 형성된 가로틈(그림 3의 ㄱ)과 북아메리카의 제4기 빙하에 의하여 형성된 가로틈(그림 3의 ㄴ), 알라스카빙하에 의하여 형성된 초생달모양틈(그림 3의 ㄷ) 등을 들수 있다.[3]

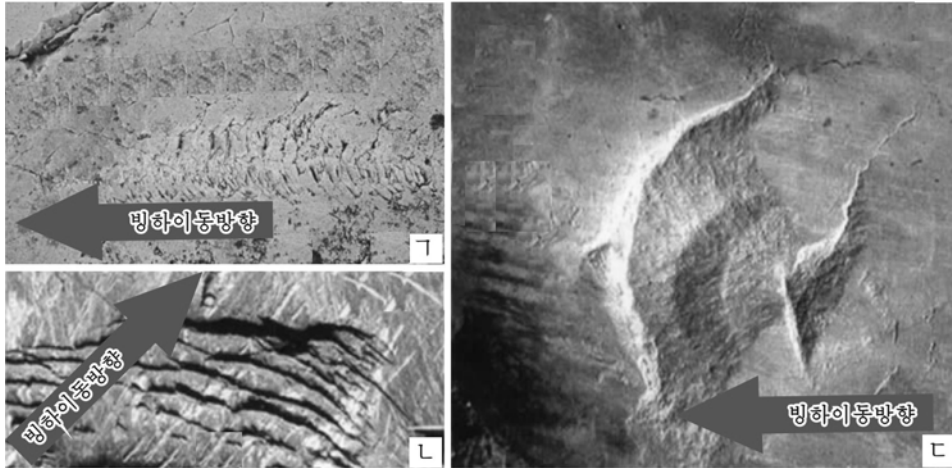


그림 3. 빙하의 흐름방향으로 볼록한 모양의 틈  
 가, 나-가로틈, 다-초생달모양틈

그림 3에서 보는 초생달모양틈들은 빙하이동방향에 수직이며 그것들의 볼록한 방향이 빙하이동방향을 나타낸다는것을 명백히 보여준다.

## 2. 초생달모양틈의 성인

초생달모양틈들의 형성물림새를 해석하는데 자름과꺾리론을 리용하였다.

현재 세계적으로 초생달모양틈을 빙하삭박작용의 직접적인 증거물로 보고있지만 리론적으로는 아직 깊이 연구되지 못하였다.

논문에서는 초생달모양틈들은 본질상 주자름면에 수반되어 발달하는 파꺾로서  $R$ 자름면과  $P$ 자름면에 대응된다고 보았다.(그림 4)

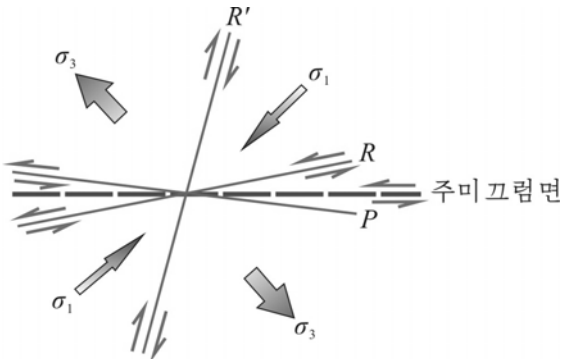


그림 4. 주향미끄럼대의 수반구조  
 $R$ -자름면,  $R'$ - $R$ 면의 공액자름면,  $P$ -자름면,  
 $\sigma_1$ -주압축응력,  $\sigma_3$ -주당김응력

$R$ 자름면과  $P$ 자름면은 주자름면과 일반적으로 작은 각도로 사귀며 자름이동방향은 모두 서로 같다. 때문에  $R$ 면과  $P$ 면에 의하여 주자름면의 이동방향을 판단할수 있다.

자름면으로부터 보면 기반암의 절면은 주향미끄럼대의 주미끄럼면에 해당되고 초생달모양틈은 기러기떼모양으로 배열된  $R$ 자름면과  $P$ 자름면으로 되는데 그것들의 방향은 빙하의 상대적인 이동방향을 나타낸다.(그림 5)

그림 5에서 보는바와 같이 초생달모양틈이  $R$ 자름면을 따라 생기는 경우에는 볼록한 방향이 빙하의 이동방향으로 되며  $P$ 자름면을 따라 생기는 경우에는 오목한 방향이 빙하의 이동방향으로 된다.

이와 같이 초생달모양틈들은 빙하삭박작용의 직접적인 증거물로 될뿐아니라 빙하의 이동방향도 나타낼수 있다.

초생달모양틈은 빙하밑부분에서 크기가 각이한 암석조각들과 기반암사이의 마찰에 의

하여 생기는 균열이기때문에 마찰점에서 먼저 생긴 다음 그것을 중심으로 하여 전진방향과 암석내부로 동시에 확대되면서 호모양으로 형성된다. 그러므로 초생달모양틈의 각이한 부위에서는 암석내부로 연장되는 깊이가 서로 다르다. 즉 초생달모양틈의 중간에서는 깊이가 깊고 양쪽으로 가면서 깊이가 점차 얕아지다가 없어진다.

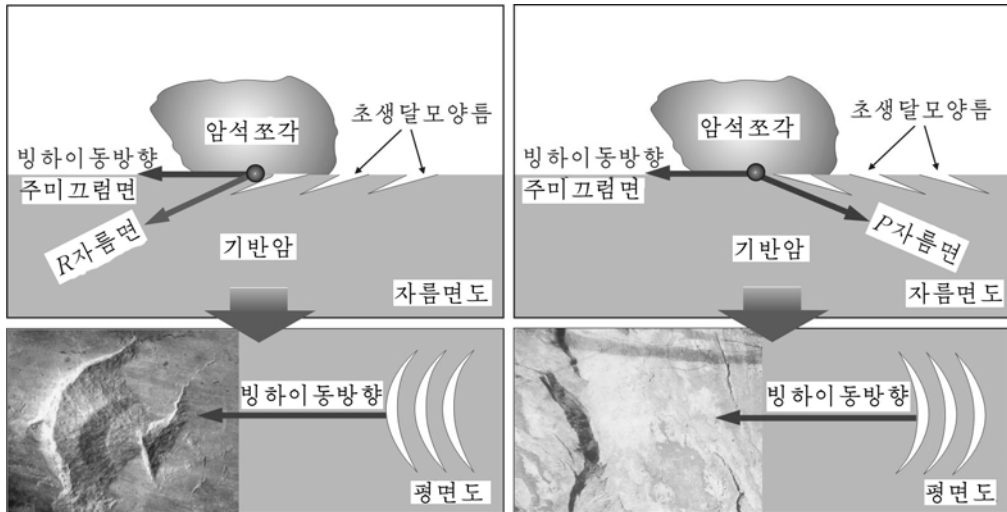


그림 5. 두가지 유형 초생달모양틈의 형성모식도  
 ㄱ) 빙하이동방향으로 볼록한 초생달모양틈,  
 ㄴ) 빙하이동방향으로 오목한 초생달모양틈

초생달모양틈들의 유형에 따라 변형상태와 삭박상태가 서로 차이난다. 빙하의 이동방향으로 볼록한 초생달모양틈에서는 암석이 잘 떨어져나가지 않고 패인형태로 나타나지만 빙하의 이동방향으로 오목한 초생달모양틈에서는 암석이 떨어져나가면서 계단모양으로 나타나는 것이 특징이다.

빙하침식면우에는 빙하미끄럼방향을 지시하는 빙하조선이나 특골구조와 같은 굽힌 자리가 있는데 만일 풍화작용이 세계 진행되면 이 굽힌 흔적은 없어지지만 초생달모양틈은 기반암안으로 일정한 깊이까지 연장되기때문에 남아있게 된다. 때문에 초생달모양틈은 빙하의 이동방향을 나타낼뿐만아니라 빙하에 의한 침식작용정도를 반영하는 중요한 증거물로도 된다. 그러나 지금까지 우리 나라에서는 초생달모양틈에 대하여 연구된것이 없다.

우리 나라에 제4기 빙하가 있었는가 없었는가 하는 문제는 지난 수십년동안 논쟁하여 왔으며 오늘까지도 계속되고있다. 때문에 중요한 빙하흔적의 하나인 초생달모양틈의 발견은 우리 나라에서 제4기 빙하가 존재하였다는것을 증명하는데서 중요한 의의를 가진다.

## 맺 는 말

1) 금강산지구에서 새로 찾은 초생달모양틈들은 빙하의 이동방향에 수직이며 오목한 방향은 빙하의 이동방향을 나타낸다.

2) 초생달모양틈들은 빙체와 기반암사이의 쓸림에 의하여 형성되는데 주향미끄럼대의 수반파렬면들인 R자름면과 P자름면에 해당된다.

## 참 고 문 헌

- [1] M. Denis et al.; Africa Geoscience Review, 13, 1, 145, 2006.
- [2] R. J. Huggett; Fundamentals of Geomorphology, Routledge, 271~312, 2017.
- [3] 吕洪波 等; 地质学报, 86, 3, 514, 2012.

주체108(2019)년 7월 5일 원고접수

## **The Feature and Genesis of Crescentic Gouges Found in the Mt. Kumgang Region**

*Ryang To Jun, Choe Il Chong and Jon Won Sok*

The crescentic gouges found in the Mt. Kumgang region is perpendicular to the moving direction of the overlying ice, and the concave direction is the moving direction of ice.

Also the crescentic gouges formed by friction between glacial ice and bedrock are a series of en echelon *R*-shear fracture and *P*-shear fracture on the bedrock surface.

Key words: Mt. Kumgang region, crescentic gouges