

테일러스 역의 방향성 및 형태 분포에 대한 연구 - 강원도 정선군 북평읍 속암리 지내 사면을 중심으로 -

A study on Orientation and Morphology of clasts in Rockfall Talus in the Sukam area, Bukpyoung-eup, Gangwon-do, South Korea

김승현¹⁾, Seung-Hyun Kim, 구호본²⁾, Ho-Bon Koo, 백 용³⁾, Yong Baek

¹⁾한국건설기술연구원 지반구조물그룹 연구원,

Researcher, Geostructure Research Group, Korea Institute of Construction Technology

²⁾한국건설기술연구원 지반구조물그룹 수석연구원,

Researcher Fellow, Geostructure Research Group, Korea Institute of Construction Technology

³⁾한국건설기술연구원 지반구조물그룹 선임연구원,

Senior Researcher, Geostructure Research Group, Korea Institute of Construction Technology

SYNOPSIS : Talus topography is that rock clasts that is weathered is accumulated dropping in steep slope to action of gravity. Rock fall talus is formed by the accumulation of rock debris falling as individual particles from a cliff. If the collapse is produced in talus slope, it will be possible the loss of manpower and country. Despite correct access about talus is required, domestic research was scientific access about talus short. The aim of the present study is to review and compare fabric data derived from rock fall talus about orientation, distribution and morphology in Sukam area. These deposits tend to have approximately equal amounts of clasts oriented parallel and perpendicular to the dip direction of the slope. And, platy-shaped clasts dominate the proximal and intermediate parts of the talus, whereas blocky-shaped clasts is more common in the distal part.

Key words : talus, clast, orientation, distribution, morphology, Sukam area

1. 서론

풍화된 암석 조각이 중력의 작용으로 급사면에서 떨어져 내려가 퇴적된 반원추형(半圓錐形)의 지형을 테일러스 지형이라고 한다. 테일러스는 주로 건조지역의 협곡벽(峽谷壁)이나 동결·융해가 끊임없이 되풀이하는 빙식곡(氷蝕谷)의 측벽, 단층에·하안·해안 등 풍화가 왕성한 지역에서 쉽게 관찰된다. 이러한 테일러스는 자연상태에서 평형성을 유지하고 있으나 외적인 충격을 받아 평형성을 상실하게 되면 대규모 쇄설류로 진이되어 막대한 피해를 유발할 수 있다. 그럼에도 불구하고 국내에서는 테일러스에 대한 학문적 접근이 부족하였다. 따라서 본 연구에서는 속암리 지내의 도로절개면에서 테일러스가 발달된 사면을 대상으로 테일러스의 높낮이별 사면경사각, 역의 크기, 방향성 및 형태에 따른 분포를 조사하고 발달 경향을 살펴 보았다.

2. 연구대상지역 및 지질

연구대상지역은 행정구역상 강원도 정선군 북평읍 속암리에 속하고 위경도 좌표는 37°29' 24" N, 128°34' 20" E이다(그림 1). 조사대상 지역은 산악지형에 해당되며 서쪽에는 가리왕산(△1560 m)이 있

고, 동쪽에는 상원산(△1421 m)이 있다. 수계 분포는 지형적인 요인을 따라 수지상으로 발달한 오대천 등 소규모 지류들이 조양강으로 합류되어 남하하고 있다.

본 지역은 한반도의 지사규명과 지체구조발달사를 파악하는데 있어 중요한 위치를 차지하고 있는 옥천대에 해당되는 지역으로서 본 지역에 대한 암석학적이고 지구구조적인 특징에 대한 규명은 Kobayashi(1953), 손치무, 정지곤(1977), 김지순(1981), 김인수(1989) 등 많은 학자들에 의해 수행되었다. 본 지역은 최하부에 선캠브리아 지층이 존재하며 이를 부정합으로 두위봉형석회암, 영월형석회암, 정선형석회암, 평창형석회암이 덮고 있으며 상기 지층을 화성암류가 관입한 것으로 보고되어 있다.

조사대상 절개면은 정선-평창을 잇는 국도 59호선의 도로변에 존재하며 총연장은 528 m, 최대높이는 20 m이다(그림 2). 특히, 국도 59호선은 낙석발생가능성이 높은 구간이 많으며 도로폭이 좁고, 20 m 이상의 대절개면이 다수 분포하여 도로이용자의 안전성에 큰 위압을 주는 도로이다. 절개면의 경사/경사방향은 구간에 따라 65/098(0~130 m 구간), 50/090(130~320 m 구간), 50/080(320~380 m 구간),

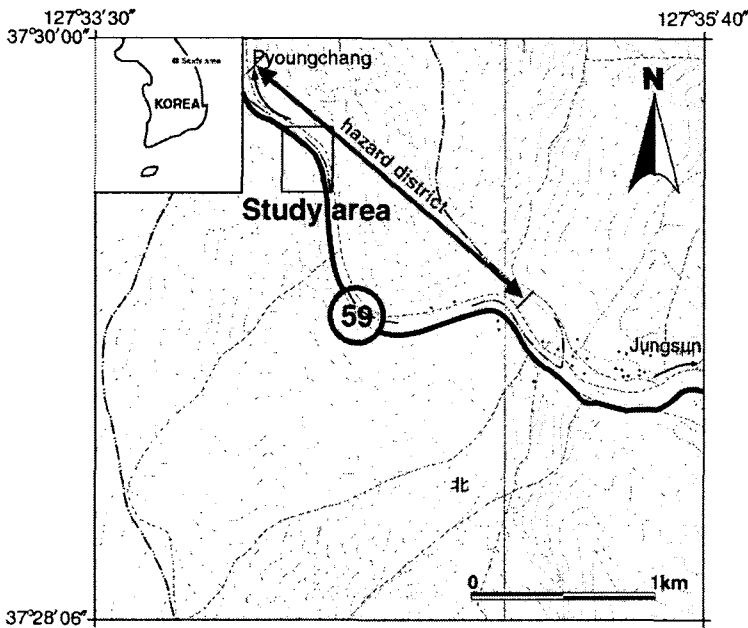


그림 1 조사대상 사면 위치도

50/068(380~528 m 구간)로 변화한다. 구성 암석은 정선형석회암이며, 암색은 암록색이며, 풍화색은 담갈색을 띤다. 풍화등급은 약간풍화에서 보통풍화에 해당되며 보통풍화가 우세하다. 구성 암반 내에는 수직절리(82/024)의 발달이 우세하며, 층리면이 관찰된다. 특히 10~20 m 구간의 단층면(30/094)은 단층면 내 결정섬유(crystal fibers)가 관찰되며, 추가로 평면파괴를 일으킬 가능성이 높다.

본 절개면에는 총 6개의 테일러스 구간이 존재한다. 기술의 편의상 구간에 따라 A 구역(105~120 m), B 구역(166~192 m), C 구역(210~220 m), D 구역(285~300 m), E 구역(460~490 m), F 구역(495~520 m)으로 구분하였다(그림 2).

본 연구에서는 테일러스를 두 가지의 형태(type)로 구분하였다. 이 중 A 구역, B 구역, D 구역(S type ; Stable type)은 거력(boulder ; 직경 256 mm 이상)들이 하부까지 이동하여 기존 방호시설이 파손되어 있다. C 구역, E 구역, F 구역(U type ; Unstable type)은 거력이 하부까지 이동되지 않고 있는 상태이다.

3. 연구방법

현장에서 선정된 총 6개의 구역에 대하여 현장조사를 실시하였다. 테일러스의 연장은 사면의 경사방향을 따라 측정하였고 사면의 최정상부(apex)로부터 3등분하여 상단부(proximal part), 중간부(intermediate part), 하단부(distal part)로 나누었다(그림 3). 각각의 거리는 전체연장을 1로 두었을 때 최정상부로부터 떨어진 상대적 거리로 표현하였다. 최정상부의 경사각 측정 및 구역별 각 부분의 경사각을 측정하였으며, 상단부의 평균경사는 αPz , 중간부는 αIz , 하단부는 αDz 로 표현하였다(Vincent Jomelli, Bernard Fancou, 2000). 또한, 사면의 높낮이별 위치에 따라 a-축의 길이가 퇴적학적 분류상 거력에 해당되는 역의 개수를 그래프로 나타내었다.

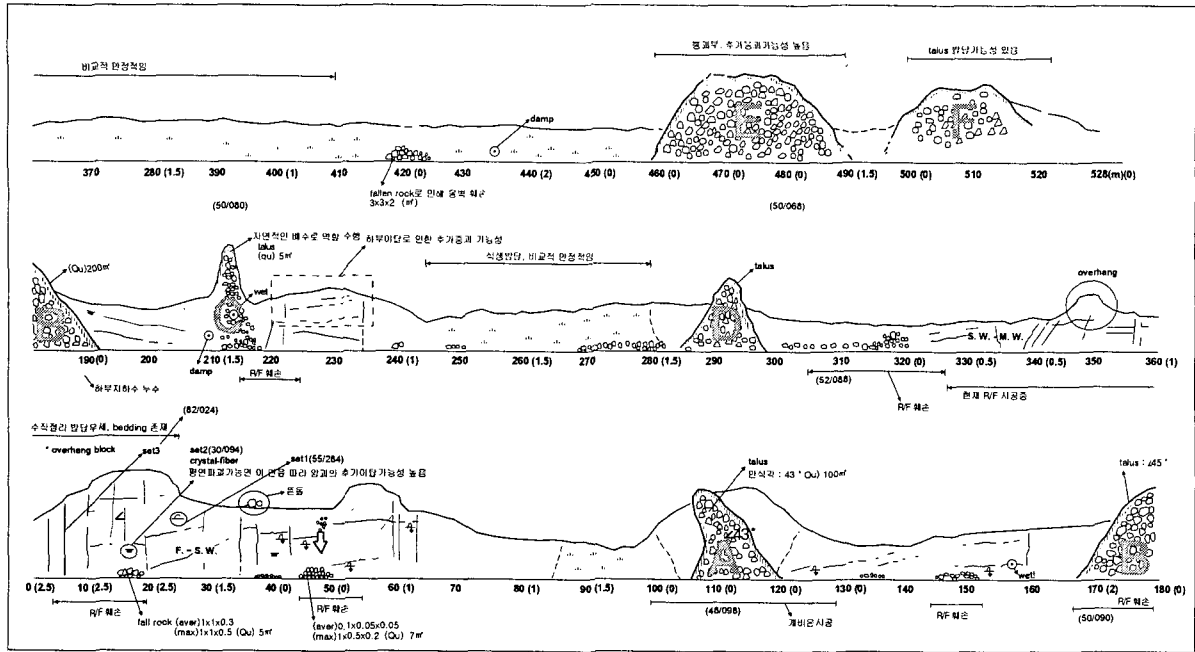


그림 2 조사대상 절개면 현황도

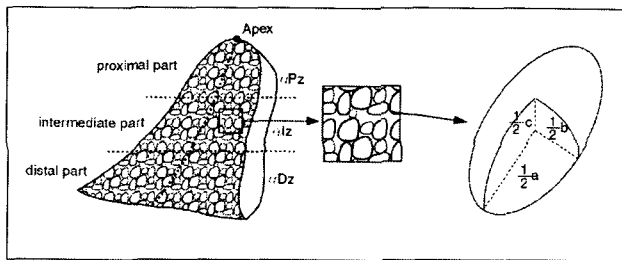


그림 3 조사방법 모식도

표 1. 테일러스의 높낮이별 경사각(°)

(°)	A	B	C	D	E	F
apex	49	48	50	48	50	48
aPz	45	44	45	43	45	43
alz	32	32	37	29	36	36
aDz	23	22	30	23	30	29
mean	38	40	40	37	35	35

□ : S type
 □ : U type

4. 연구결과

4.1 테일러스 단면상의 높낮이별 경사각

모든 구역의 경사값은 사면의 최정상부에서 멀어질수록 완만해진다(표 1과 그림 4). 전 구역에서 측정된 최정상부의 사면 경사값은 48~50°로 거의 동일하다. 그러나, S type인 A 구역, B 구역, D 구역의 경사각의 변화는 U type인 C 구역, E 구역, F 구역에 비하여 변화율이 높다. 즉, 전자에 비해 후자는 a Dz가 29°~30°범위로 전자의 22°~23°에 비해 큰 것으로 나타났다.

4.2 거력의 분포

거력의 분포는 안정형인 A, B, D 구역의 변화가 유사하고, C, E, F 구역의 변화가 유사하므로 대표적인 A 구역과 F 구역의 거력 분포를 도시하였다. 붕괴가 발생된 A 구역은 하단부로 갈수록 거력의 양이 증가하는 양상을 보인다. 그러나, F 구역의 경우, 중간부에서 거력의 양이 가장 높음을 알 수 있다(그림 5).

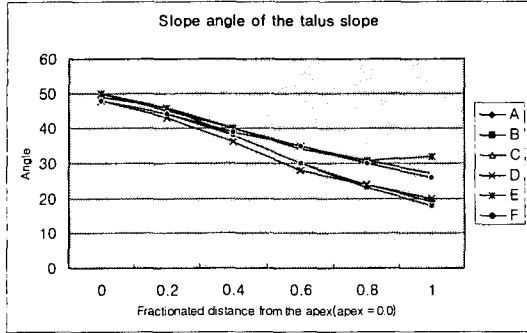


그림 4. 구역별 사면의 경사각

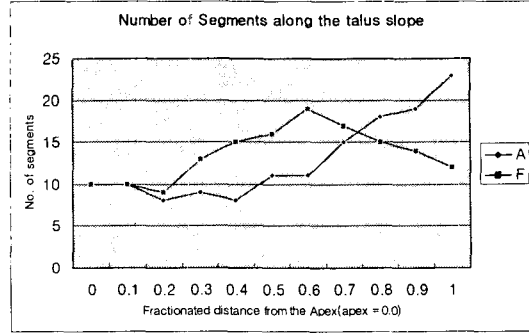


그림 5. 높낮이별 거력의 수

4.3 역의 방향성 및 형태 분포

AB 면의 방향성의 분포를 알아보기 위하여 A 구역의 하단부와 F 구역의 중간부의 거력의 자세를 측정하였고 이를 장미도표(Rose diagram)으로 나타내었다. 측정결과 이들의 방향성은 특별한 경향성을 보이지 않았다(그림 6과 그림 7). 이러한 결과는 역의 AB 면의 방향만으로 역의 방향성을 논의하는 것은 불충분한 것으로 알려진 과거 연구결과와도 일치한다(Pascal Bertran et al., 1997). 즉 테일러스 내 존재하는 역들은 각각 다른 모양의 역들이 서로를 지지하면서 평형성을 유지하고 있기 때문으로 판단된다.

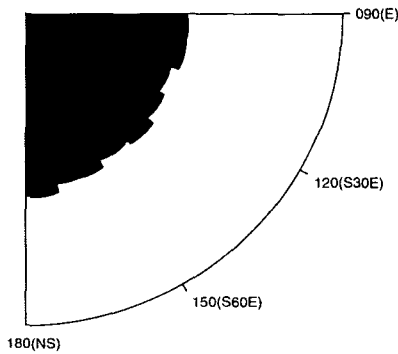


그림 6. A 구역 거력 방향성

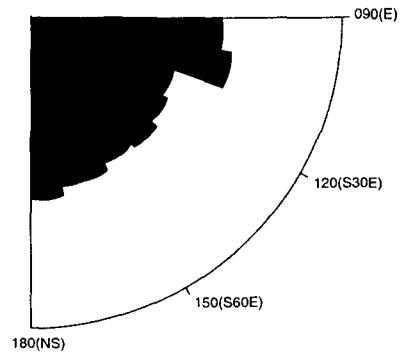


그림 7. F 구역 거력 방향성

붕괴부의 역의 형태학적인 분포 및 방향성을 알아보기 위하여 A 구역의 상단부, 중간부, 하단부에 존재하는 역의 a-축, b-축, c-축의 길이를 측정하였으며 a-축의 선방향(trend)과 선경사(plunge)를 측정하였다. 이를 대상으로 c/a 및 $(a-b)/(a-c)$ 를 구하여 삼각다이아그램(triangular diagram)에 나타냈으며 a-축의 자세는 스테레오 투영망을 통하여 점시하였다(그림 8).

대부분의 역들은 서로 방향이 거의 평행하며 사면방향에 대하여는 수직인 방향성을 보인다. 그러나, 이러한 양상은 사면의 하단부로 갈수록 점이적으로 바뀌는 경향을 보인다. 즉 사면의 상단부와 중간부는 사면의 경사방향에 대하여 수직인 역들이 상대적으로 많이 나타나는 반면에 하단부에는 사면의 경사방향에 대하여 평행한 역들이 보다 우세하게 나타난다.

이는 각 위치에서 관찰되는 역들의 형태와 관련이 있는 것으로 판단되어진다. 즉, 상단부와 중간부에는 주로 역의 형태가 $a \approx b > c$ 인 평판형(platy shape)의 역들이 우세하게 나타나는 반면에 하단부에는 $a \approx b \approx c$ 인 방상형(blocky shape)의 역이 평판형의 역과 혼재되어 나타나는 경향을 보인다. 이러한 양상은 형태에 따라 역의 하부 이동 모드가 다르기 때문이다. 즉 방상형 암괴는 회전하면서 사면 아래로 이동하기 때문에 사면 하단부까지 이동이 가능하지만 평판형의 암괴는 주로 슬라이딩에 의해서 내려오기 때문에 중간부에서 멈추는 경우가 많다. 따라서 테일러스 하단부에서는 역의 a-축 방향의 분산정도가 크

며 주로 조립이고 등립질 암괴가 많이 나타나는 경향을 가지는 것으로 여겨진다.

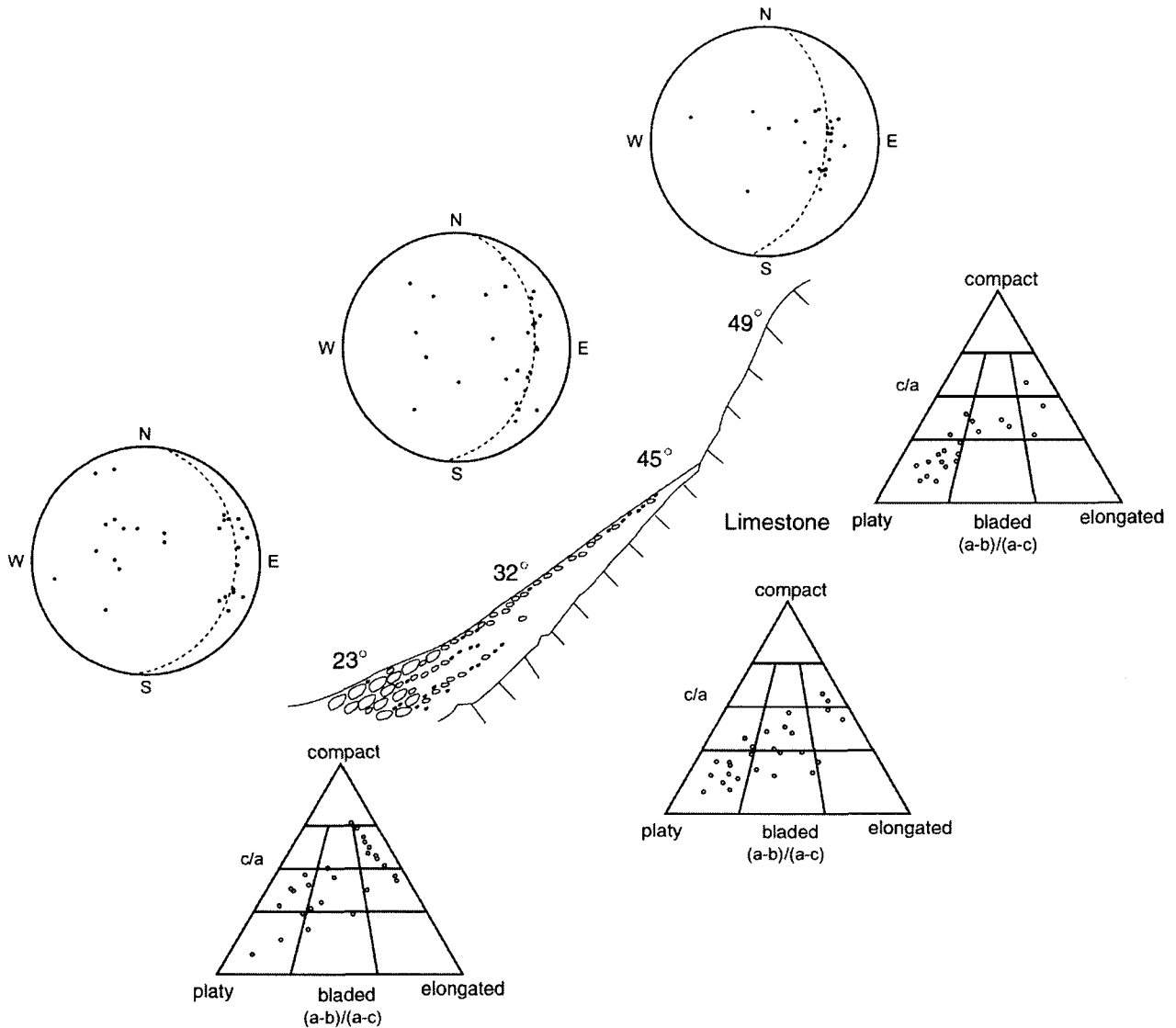


그림 8. A 구역 테일러스 사면 내 역의 형태 분포 및 방향성

5. 결론

본 연구에서는 테일러스의 높낮이별 경사각 및 거력의 분포 및 방향을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 테일러스의 경사각은 하단부로 갈수록 완만해지며, 경사 변화율은 붕괴가 발생된 곳이 크다.
- (2) 테일러스 내 역의 분포는 붕괴가 발생된 곳(A 구역)은 하단부로 갈수록 입도가 증가하며, 붕괴 이전의 상태인 곳(F 구역)은 중간부의 입도가 가장 크다.
- (3) 역의 AB 면의 방향성 측정결과, 우세방향의 인지는 어려웠다.
- (4) 테일러스 내 역의 a-축의 방향을 도시해 본 결과 대부분의 역들은 서로 방향이 거의 평행하며 사면방향에 대하여는 수직인 방향성을 보인다.
- (5) 테일러스 사면의 상단부와 중간부는 사면의 경사방향에 대하여 수직인 역들이 상대적으로 많

이 나타나는 반면에 하단부에는 사면의 경사방향에 대하여 평행한 역들이 보다 우세하게 나타난다.

- (6) 테일러스 사면의 하단부에서는 a-축의 분산도가 크며 조립이고 등립질이 상대적으로 많이 나타난다.
- (7) 테일러스가 발달한 사면의 경우 테일러스의 평형성이 파괴되어 슬라이딩이 발생하게 되면 대규모 피해를 유발할 수 있으므로, 상기 특성을 활용하면 테일러스의 붕괴가능성 예측의 기초 자료로서 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김인수 (1989) 영월-마차리-정선 일대의 캄브리아-페름기 퇴적암에 대한 고자기 연구. **지질학회지**, 25권, 4호. pp. 413-428.
2. 김지순 (1981) 정선탄전 중부의 지질. **지질학회지**, 17권 2호. pp.165-176.
3. 손치무, 정지곤 (1977) 평창-정선 일대의 지질구조 규명. **광산지질**, 10권 4호. pp.165-176.
4. Pascal Bertran, Bernard Hetu, Jean-Pierre Texier and Henk Van Steijin (1997) Fabric characteristics of subaerial slope deposits. **Sedimentology**, 44, pp. 1-16.
5. T.Kobayashi (1953) Geology of South Korea. **Tokyo University**, 1953.
6. Vincent Jomelli, Bernard Francou (2000) Comparing the characteristics of rockfall talus and snow avalanche landforms in an Alpine environment using a new methodological approach : Massif des Ecrins, French Alps. **Geomorphology**, 35. pp 181-192.