節理系の開口で発達する多重山稜

八 木 浩 司*

要 旨 ネパール中西部グルジャ・ヒマールの前縁斜面に発達する多重山稜の成因を考察した。多重山稜付近の地形断面や平面形態は、頂部緩斜面の東側下方への変位と山稜の沈下を示している。多重山稜直下周辺では、広い範囲で基盤岩の節理系に開口が進むことが観察された。その開口した節理系の走向は南北で、多重山稜のそれと調和的である。さらに、発達するオープン・クラックは注入粘土状の細粒物質で充填されている。これらのことから本地点の多重山稜は、岩盤の重力性ブロック・グライドによる節理系の開口に伴う頂部斜面の変位と陥没によって発達したものである。

キーワード 多重山稜, 節理系, 開口, ブロック・グライド

I. はじめに

山地の稜線が複数に分化したり、稜線付近の斜面に逆向き小急崖が発達する現象は、山体自体の荷重で山体を構成する岩盤が変位する、いわゆるマス・ムーブメントの一種と考えられている (Radbruch-Hall, 1978; 清水ほか, 1980; 八木, 1981; 1984; 1993; 松岡, 1985)。筆者は、最近ネパール・ヒマラヤにおいて、マス・ムーブメントで発生した多重山稜の事例を観察することができたのでそれを報告する。

II. 節理系の開口で発達する多重山稜

ネパール中西部ダウラギリ南西山塊のグルジャ・ヒマール南面海拔 5,000 m 以下の部分には、氷食谷を挟む数列の南北性の稜線が発達する。今回報告する多重山稜は、それらのうちチューレンヒマール・ベースキャンプにいたる稜線上海拔 4,100 m の位置にある (Loc. 1: 第 1 図)。Loc. 1 は、幅の広い頂部斜面の西より長さ 70 m にわたって南北走向で 2 列の線状凹地が発達し多重山稜化している (第 2 図)。

凹地の深さは中央部で最大 3.6 m である (第 2 図)。中央部ではほぼ平行する線状凹地は、その両端で合流し平面的には頂部斜面上に凸レンズ型の環状の凹地として発達する (写真 1)。

多重山稜の南端でそれに直交した地質断面を観察

第 1 図 調査地点とその周辺地域
Fig. 1 Study site and its vicinity
contour interval: 1,000 m

* 防衛大学校

第2図 多重山稜の地形断面
Fig. 2 A cross section of multiple ridges at Loc. 1

写真1 調査地点における多重山稜
Plate 1 Multiple ridges at Loc. 1

第3図 調査地点周辺の節理系と片理面のシュミットネット（下半球）への投影図

Fig. 3 Equal-area stereographic projection for joint systems and schistosity planes around Loc. 1
open circle: schistosity plane dot: joint plane

できた。本地域は中央衝上断層系の上盤側にあたり、ヒマラヤ片麻岩帯のザクロ石—藍晶石—雲母片麻岩が露出する。同片麻岩はほぼ東西走向で 15° 北へ傾斜する。その構造をほぼ垂直に切る $N10^{\circ}W \sim 20^{\circ}E$, 80° 前後東落ちの節理系が発達する（第3図）。節理系には数 cm～40 cm の幅のオープン・クラックが、数 10 cm～2 m の間隔で、地表から少なくとも 15 m の深さにまで発達する（写真2）。節理でブロック状に分割された基盤岩は、片節面に沿って側方へ平行移動したように観察される（写真2）。オープン・クラックは茶褐色の細粒砂～シルトで充填される。これらの細粒物質が、注入粘土状にクラックから湧きだすように盛り上がり、その表面には苔が着生している（写真3）。クラックを埋める細粒物質は、線状凹地内や頂部斜面を覆う土壌層と粒径や色調が類似

することから、流入した水と共に表層からクラックに沿って移動してきたものである。

この多重山稜の形成は、環状に発達する凹地の平面形態から、凹地に囲まれた中央の小リッチ部分が周囲の頂部斜面に対して落ち込んだことによるものである。この山頂部の陥没は、稜線を挟んだ東側の斜面が谷側へせり出したことによって引き起こされたのであろう（第2図）。その原因としては岩盤の重力性ブロック・グライドによる節理系の開口が考えられる。すなわち、基盤岩内の節理系の走向と線状凹地の発達走向が調和的であること、多重山稜下部の基盤岩内部に広い範囲でオープン・クラックが発達していることから、節理系を広げるような動きの総和が、頂部斜面の側方への変位をもたらした。節理系が注入粘土状の細粒物質で充填されていること

写真2 多重山稜周辺の節理系の開口

Plate 2 Development of open cracks in the joint systems just below the multiple ridges at Loc. 1

写真3 節球系の開口部を埋める注入粘土

Plate 3 Injected clay filling open cracks

は、地表から節理面に沿って移動する水が多いことを示している。

III. まとめと今後の課題

以上述べたとおり、本調査地点における多重山稜(二重山稜)は、一種のマス・ムーブメントにともなった節理系の開口で発達したものであることが明らかとなった。

ところで節理系の初生的な開口が発生するには、稜線付近の岩盤内にゆみを生じさせる、すなわち岩盤の等価摩擦係数を減少させるようなプロセスを考慮しなくてはならない。たとえば地震による振動がその例としてあげられる(八木, 1993)。ネパール・ヒマラヤにおける森林限界は海拔 3,700~3,800 m にあり、雪線高度は海拔 5,500~5,700 m である。この多重山稜が海拔 4,100 m の位置にあり周水河環境にあること、そして地表から節理面に沿って流入する水の存在を勘案すれば、次のようなことが検討されるべきではなからうか。すなわち、浸透した水の春・秋季の凍結・融解が、地表部では節理系の開口の初期的段階においてどの程度の効果を持つかである。多重山稜の形成・発達は、基本的には山体の自重に起因するマス・ムーブメントによるものである

が、高山帯においては凍結・融解など発達位置の気候地形帯特有のプロセスとマス・ムーブメントとの複合現象であるのかもしれない。

謝 辞

現地調査に際して、東北大学地理学教室の西城潔博士(当時トリブヴァン大学研究生)にはご協力いただいた。ここに記して感謝申し上げる。

(1994 年 11 月 22 日受理)

文 献

- 小林国夫 (1955) : 日本アルプスの自然. 築地書館.
清水文健・東郷正実・松田時彦 (1980) : 日本アルプス野口五郎岳付近の小崖地形の成因. 地理学評論, **53**, 531-541.
松岡憲和 (1985) : 赤石山脈主稜部における線状凹地の分布と岩石物性. 地理学評論, **58**, 411-427.
八木浩司 (1981) : 山地に見られる小崖地形の分布とその成因. 地理学評論, **54**, 173-185.
八木浩司 (1984) : Nepal Mahabharat 山地主稜部に認められる二重山稜とその成因. 東北地理, **36**, 131-135.
八木浩司 (1993) : 真昼山地・和賀岳付近に認められる小崖地形の発達過程. 季刊地理学, **45**, 83-91.
Radbruch-Hall, D.H. (1978) : Gravitational creep of rock masses on slopes. Voight, B. ed: *Rockslides and Avalanches. 1. Natural Phenomena*, Elsevier Amsterdam, 607-657.

Multiple Ridges formed by Widening of Joints in Gurja Himal, Mid-western Nepal

Hiroshi YAGI*

Development of multiple ridges in the southern flank of Gurjia Himal, mid-western Nepal, was studied (Fig. 1). Geomorphologic feature, a cross section (Fig. 2) and a plane figure of the multiple ridges (Plate 1) at Loc. 1, shows bulging of a gentle crest slope down to the east and subsequent subsidence of a ridge top occurred. Widening of joints, of which strikes are concordant with trends of the multiple ridges (Fig. 3), extensively occur just below the ridges (Plate 2).

* National Defense Academy

Open cracks in joint systems were filled with injected clay (Plate 3). Deformation of the gentle crest slope down to the east and subsequent subsidence of the ridge were undertaken by progressive widening of joint system in bed rock of the ridge as a whole due to self-gravity, considering above mentioned geomorpho-geological features.