

2006年10月20日

「火山地質」現地調査報告書

氏名：長橋 良隆（福島大学共生システム理工学類 助教授）

分野：火山地質

派遣期間：2006年8月16日～2006年9月13日

1. ブタジラ・ジワイ地域の火山地質学的成果

1) 目的

火山地質の現地調査の目的はブタジラ・ジワイ地域の地質層序の概略を把握し、地下地質と構造について火山地質学的観点からの解釈を加えることである。今回の現地調査では60カ所の露頭を観察した。露頭では岩相記載と火山噴出物の成因についての解釈を行い、他地点との層序関係や地下地質と構造について検討を行った。以下、地域ごとに火山地質学的成果と今後の課題について述べる。

2) ブタジラ地域

ブタジラの西方には半円弧状の急崖がある。この半円弧状の急崖は北東-南西方向の構造にきられている。この北東-南西方向の構造は大地溝帯の伸びと調和的で、その方向に沿って玄武岩の溶岩流と単成火山群が分布している。ブタジラの低地は標高2000mから2300m程度であり、急崖の最高高度との比高差は1000m以上にも達する。

急崖には厚さが数100mにも達する大規模な火砕流堆積物が存在する（写真1）。一方、ブタジラの試錐調査では、層厚約80mの扇状地性礫層（写真2）の下位に、急崖と同じ火砕流堆積物が分布するとされている。このような地形と地質から、ブタジラの低地が何らかの地質事件により沈降したと考えられる。

考えられる地質事件とは、ひとつは大規模な爆発的噴火活動に伴うカルデラ形成であり、もうひとつは火山噴火とは無関係の地質事件や構造運動によるものである。

カルデラ形成を考えた場合、ブタジラ北東の Kella（半円弧状急崖の北端部）に露出する花崗岩（写真3）や花崗岩質片麻岩とそれらを覆う中生界をカルデラ壁と考えることができる。ブタジラ低地の地下に伏在する火砕流堆積物の層厚は不明であるが、その沈降量は最大1000mに達する可能性がある。

一方、カルデラ形成以外の成因としては、大規模な重力崩壊か、もしくはリフティングに伴って、何らかの要因（地質の違いか）により円形に沈降したと考えることができ

る。重力崩壊ではカルデラに類似した凹地が形成されるが、その崩壊堆積物がブタジラ低地側には認められないし、崩壊堆積物を示す特徴的な地形も認められない。また、地下に伏在する火砕流堆積物を崩壊堆積物であるとするのは困難である。リフティングに伴うものであるとすると、円形もしくは円弧状に沈降した合理的説明ができない。

以上のことから、急崖とブタジラ低地の形成は大規模な火砕流噴出によるカルデラによって形成されたと考えるのが妥当である。急崖には比較的深い谷が刻まれていることと、地溝帯の西縁に位置することから、火砕流噴出の時期はリフティング以前かリフティング初期と推定される。一般に、カルデラが形成されると凹地内を厚い湖成堆積物が埋積する。ブタジラの低地地下にそのような厚い湖成堆積物が存在しないのは、カルデラ形成直後からリフティングにより南西側の沈降が継続したため、カルデラ壁の東半分が浸食を受け、ブタジラ周辺が常に浸食場となったためと考えられる。

カルデラ形成以降、この地域の主な火山活動としては、玄武岩の溶岩流と単成火山(写真4)の活動がある。ブタジラの北東・南西方向に連なる玄武岩単成火山群は、その地形がよく保存されていることから、その活動時期が完新世の可能性もある。単成火山群の分布から、玄武岩マグマは北東・南西方向に貫入したことを示している。

今後の課題としては、ブタジラ周辺と急崖に分布する火砕流堆積物の層序区分や岩相の詳細(とくにカルデラ近傍に分布するとされる lag breccia の有無)を明らかにすることと、ブタジラ低地のボーリング調査や重力探査等によりブタジラ低地に伏在する火砕流堆積物の層厚を確かめることなどがある。

3) ガデモッタカルデラ地域

ジワイ西方の半円弧状に連なる丘陵とその南西側の低地は Gademotta caldera と呼ばれている。半円弧状に連なる丘陵はほとんどが流紋岩(写真5)からなり、丘陵の北東端にのみ火砕流堆積物(写真6)が露出している。さらに Gademotta caldera の北西側には火砕流堆積物が広く分布する。一方、南東側のカルデラ内には陸水成の堆積岩や流紋岩の小丘がある。カルデラ内の流紋岩は陸水成堆積物を貫くもの(写真7)があることから、半円弧状の丘陵地にある流紋岩より新しいと推定される。

以上のことから、まず大規模な火砕流噴出によりカルデラが形成され、そのカルデラ縁に流紋岩が貫入し、その後、凹地を陸水成堆積物が埋積しさらに新期の流紋岩が貫入したと考えられる。カルデラ内の陸水成堆積岩の下位にはカルデラの外側に流出したものと同一火砕流堆積物が伏在することが推定される。カルデラ形成による沈降量は火砕流の規模にもよるが、一般に数100m以上に達することが多い。

4) ジワイ湖西岸地域

ジワイ湖西側には、火砕流・降下軽石層とその再堆積物(写真8・9)が分布する。

それらは Gademotta caldera の流紋岩を覆うことから、Gademotta caldera の活動よりもより新期の火山活動と考えられる。再堆積性の火山砕屑物は湖岸段丘を形成しており、その岩相変化（写真 10）から湖水準変動が分かる。現在のジワイ湖よりもより大きな湖が存在していたこと推定されるが、その年代を明らかにするには火山噴出物の K-Ar 年代測定やフィッシュトラック年代測定もしくは湖成堆積物に含まれる有機物の ^{14}C 年代測定などが必要と考えられる。

2. 現地コンサルタントの指導

野外地質調査時に行った現地コンサルタントの指導は、火山噴出物（特に火砕流堆積物）の見方とその解釈、火山発達史を考慮した地下地質断面の作成である。例えば、Gademotta Caldera に露出する流紋岩（写真 1）は「Banded ignimbrite」と呼ばれていた。Ignimbrite とは火砕流堆積物とほぼ同義であるため、これが貫入した火山岩なのか爆発的噴火による溶結した火砕流堆積物なのか混乱していた。また、火砕流噴出のシーケンスとして、まず降下軽石層の噴出による噴煙柱が形成され、その噴煙柱が崩壊することにより大規模な火砕流に移化することがある。この典型的な露頭は、Gademotta caldera 北端で観察することができる（写真 6）。さらに大規模火砕流噴出に伴って広域に分布する火山灰層が形成されることがあり、ブタジラの南西ではその可能性のある火山灰層が見いだされた（写真 11）。この火山灰層はほとんどが火山ガラスから構成されており、その同定にはルーペを用いて粒子を鑑定する能力が求められる。現地ではこの火山灰層だけでなく、ジワイ湖西岸の湖成堆積物がほとんど火山ガラスで構成されていることをルーペによる粒子鑑定の指導により確認した。ブタジラ・ジワイ地域には多数の火砕流堆積物が分布しているが、それらを連続的に追跡することは難しく、また火砕流堆積物の層序の全体が分かる露頭もない。そのため、遠隔地間の火砕流堆積物の対比はその岩相と構成物質の特徴から行っているのが現状である。今回の調査では Inseno と Koshe に露出する火砕流堆積物が同じものであることを確認したが、それは黒曜岩を豊富に含むという特徴ある火砕流堆積物（写真 12）だからである。火砕流堆積物層序を確立するには岩相だけから判断することは難しくなることが予想される。個々の火砕流堆積物の識別には、構成物質の化学的特性を把握することが有効である。

地下地質断面の指導では従来からカルデラとされていた Gademotta caldera の地下地質について、カルデラ内部がピストンシリンダー状に落ち込んでいる可能性があること、カルデラ縁の流紋岩は一般に resurgent dome と呼ばれる後カルデラ期の貫入岩であることを説明し、その解釈について議論した。地下地質断面にはこの解釈を反映したものとすることを確認した。またブタジラ低地の成因について、現場では、カルデラ形成によ

らない構造的な凹地であろうとの議論を行ったが、円弧状の凹地が形成された成因についての最終的な結論は得られなかった。今回の報告ではカルデラ形成の可能性があるとしているので、さらに検討する必要がある。

3. 火山学ワークショップ

9月6日に実施した。午前中は2コマ(計2時間)の講義を、午後は1時間半の実習を行った。ワークショップにはアディスアベバ大学、メケレ大学、アルバミンチ大学、地質調査所、コンサルタント会社等から11名が参加した。また午前の講義は地下水モデル訓練コースの参加者27名も聴講した。

講義の1コマ目では様々な噴火様式の動画とその噴出物の写真を観ることにより、火山噴火の基礎知識と噴出物の岩相・構造の見方について学んだ。2コマ目ではブタジラ-ジワイ地域の地質を明らかにするうえで、火砕流堆積物の層序と対比が重要であるとの調査結果から、まず火砕流堆積物の対比に関する日本での研究事例について学んだ。その後、ブタジラ-ジワイ地域でみられる火山噴出物の概要を報告した。

午後はルーペと実体顕微鏡を用いて、火山噴出物と鉱物の同定に関する実習を行った。未固結の火山噴出物を水洗して構成粒子を同定する方法、岩石組織の観察および鉱物の同定から岩石名を推定することなど、野外地質調査時に役立つ実習内容とした。

講義では噴火の映像に関心が高かったが、それぞれの観点からの質問が出された。実習では参加者の習熟度に差があるため、実際に鉱物を鑑定するのが難しい人もいた。野尻湖火山灰グループによるハンドブック「火山灰観察の手びき」を紹介すると、ぜひこのような鉱物鑑定のための写真付きテキストが欲しいとの要望があった。

火山学ワークショップ参加者

2006年9月6日

No.	NAME	Institution/Region /Organization/	JOB TITLE	QUALIFICATION
1	Dr. Dereje Ayalew	AAU/Earth Science	Instructor	PHD In Volcanology
2	Dr. Kurkura Kabeto	Mekelle University	Instructor	PHD Igneous petrology
3	Sosina Shimeles	Mekelle University	Instructor	Msc in Geophysics
4	Abunu Alebachew	Arba Minch University	Instructor & v/President	MSc in Applied Geology
5	Adise Mekonnen	AAU/Earth Science	Instructor	Msc Ing. Geochemistry
6	Tesfu Tessema	OWRB	P+head	Hydrogeology
7	Tezera Amberis	SWRB	Hydrogeologist	Geology
8	Kidist Hailu	Yado Business Grou[Geologist	Bsc Degree
9	Shimelese Kebede	HYWAS	Hydrogeologist	Bsc Degree
10	Solomon Waltenigus	AAWSA	Hydrogeologist	Geology
11	Kebede Fekade	Yadot Engineering	Geologist	Geology



写真1 プタジラ南西方に分布する火砕流堆積物

Photo 1 Welded pyroclastic flow deposit in the southwestern part of Butajira



写真2 プタジラ低地を埋める扇状地礫層

Photo 2 Alluvial fan deposit in the Butajira low land



写真3 ブタジラの北に露出する花崗岩

Photo 3 Granitic rock in the Kella (northeastern part of Butajira)



写真4 単成火山の断面

Photo 4 Succession of monogenetic volcano



写真5 Gademotta Caldera に露出する流紋岩
Photo 5 Rhyolite in the Gademotta caldera.



写真6 Gademotta Caldera 北端に分布するプリニアン降下軽石とその上位の火砕流堆積物 .

Photo 6 Plinian pumice fall deposit (lower part) and pyroclastic flow deposit in the northeastern end of the Gademotta caldera



写真7 Gademotta Caldera 内の堆積岩に貫入した流紋岩
Photo 7 lacustrine sediments intruded in rhyolite



写真8 ジワイ湖西岸の火砕流堆積物（下部）と湖成堆積物（上部）
Photo 8 Succession of pyroclastic flow deposit (lower part) to lacustrine sediments (upper part)



写真 9 Meki の北方に露出するプリニアン降下軽石
Photo 9 Voluminous plinian pumice fall deposit in the north Meki



写真 1 0 湖成堆積物のウェーブリップル
Photo 10 Typical wave ripple in lacustrine deposit, north Ziwai



写真 1 1 火砕流噴出に伴う広域火山灰層（最上部の黄色部）

Photo 11 A co-ignimbrite ash fall layer associated with pyroclastic flow



写真 12 Koshe に露出する火砕流堆積物

Photo 12 Welded pyroclastic flow deposit in the Kose
Black part is obsidian fragments.