

# Chapter 3

---

---

地質

*Geology*

### 3 地質

調査地域は、調査範囲が広大であるため、堆積物の特徴と分布から全域を 4 つの地域にわけ（図 3.1.1参照）、地質踏査を行った。

#### 3.1 Adama-Boseti 山とその周辺

##### 3.1.1 概説

Adama 及び Boseti 山周辺は、MER の中央部であり、表層は完新世堆積物により広く覆われている。最も下位の地層は Alaji 玄武岩類で、東縁及び北東-南西方向の断層に沿って観察される。Alaji basalts は調査地に広く分布することが知られており、Chernet 他（1998）では、24-23Ma、Kuntz 他（1975）では 14.4Ma、Morbideli 他（1975）は 28-15Ma、Kazmin & Berhe（1978）では  $21.06 \pm 1.5\text{Ma}$ 、 $14.94 \pm 1.5\text{Ma}$ 、 $17.4 \pm 1.0\text{Ma}$  の年代が測定されている。Alaji 玄武岩類を覆って、Chefeko 流紋岩類、更新世流紋岩類が丘陵地を形成している。Nazret 火砕堆積物は主にリフト縁辺部の崖にみられる。Chilalo 粗面玄武岩類は、Chilalo 山の北麓に分布している。後期鮮新世～更新世にかけて Bofa 玄武岩類が広く分布している。Bofa 玄武岩類は Kazmin & Berhe（1978）で 1.21Ma、Morton 他（1979）で 6.1-4.4Ma が測定されている。更新世に入り、Dino イグニンプライト、更新世流紋岩類、Chefe Donsa 火砕堆積物、更新世玄武岩類が広くリフト底に分布する。更新世後期には Boseti 降下軽石、Fentale イグニンプライトがリフト底及び断層崖に分布する。完新世にはいり、完新世玄武岩類が Boseti 山の東側で活動する。

表 3.1.1に Asdama 及び Boseti 山周辺地域における地質層序を示す。

また、本文中に記載の露頭番号（L-\*\*\*）を地形図上にプロットしたものを図 3.1.1に示す。

表 3.1.1: Adama 及び Boseti 山周辺地域における地質層序

年代区分	層序	層相	凡例	年代	
新生代	完新世	Qa1	沖積層 砂、粘土、湖沼堆積物		
		Qr2	黒曜石溶岩及びドーム 流紋岩ドーム及び黒曜石溶岩		
		Qb2	完新世玄武岩類	ガラス質玄武岩 無斑晶玄武岩及びブスコリアコン	
	Q13		Fentale イグニブライト 淡緑色強溶結凝灰岩		168,000±38,000 y (OWWDSE ,2013)
	更新世	Qp2	Boseti 降下軽石 降下軽石及び火山灰		
		Qb1	更新世玄武岩類 無斑晶玄武岩		
		Qp1	Chefe Donsa 火砕堆積物 軽石及びタフ、弱溶結した溶結凝灰岩を挟在する		Chefe Donsa pyroclastic deposits : 1.71±0.04 Ma(Morrton et al.,1979), 2.24±0.3 Ma(IGGI-Pisa)
		Qr1	更新世流紋岩類 流紋岩		
		Qi1	Dino イグニブライト 緑灰色含黒曜石レンズ溶結凝灰岩		Dino : 1.5my (Mobidelli et al., 1975), 1.51 Ma (Kazmun, et al.,1978)
		第三紀	Tb3	Bofa 玄武岩類 無斑晶玄武岩	
	Tt		Chilalo 粗面玄武岩類 トラカイト及び粗面玄武岩		
	Ti3		Nazret 火砕堆積物 淡～暗灰色含黒曜石レンズ溶結凝灰岩		Nwp : 3.5±0.1 Ma, 3.2±0.1 Ma(IGGI-Pisa), 4.7±0.7 Ma, 5.4±0.2 Ma(INGEIS-Buenos Aires), 3.32±0.06 Ma, 3.11±0.06 Ma(Morton et al., 1979)
	Ti2		軽石及び凝灰岩		
	Tr2		Chefeko 流紋岩類 軽石質凝灰岩を含む流紋岩		
	中新世		Tb1	Alaji 玄武岩類 斜長石玄武岩	

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

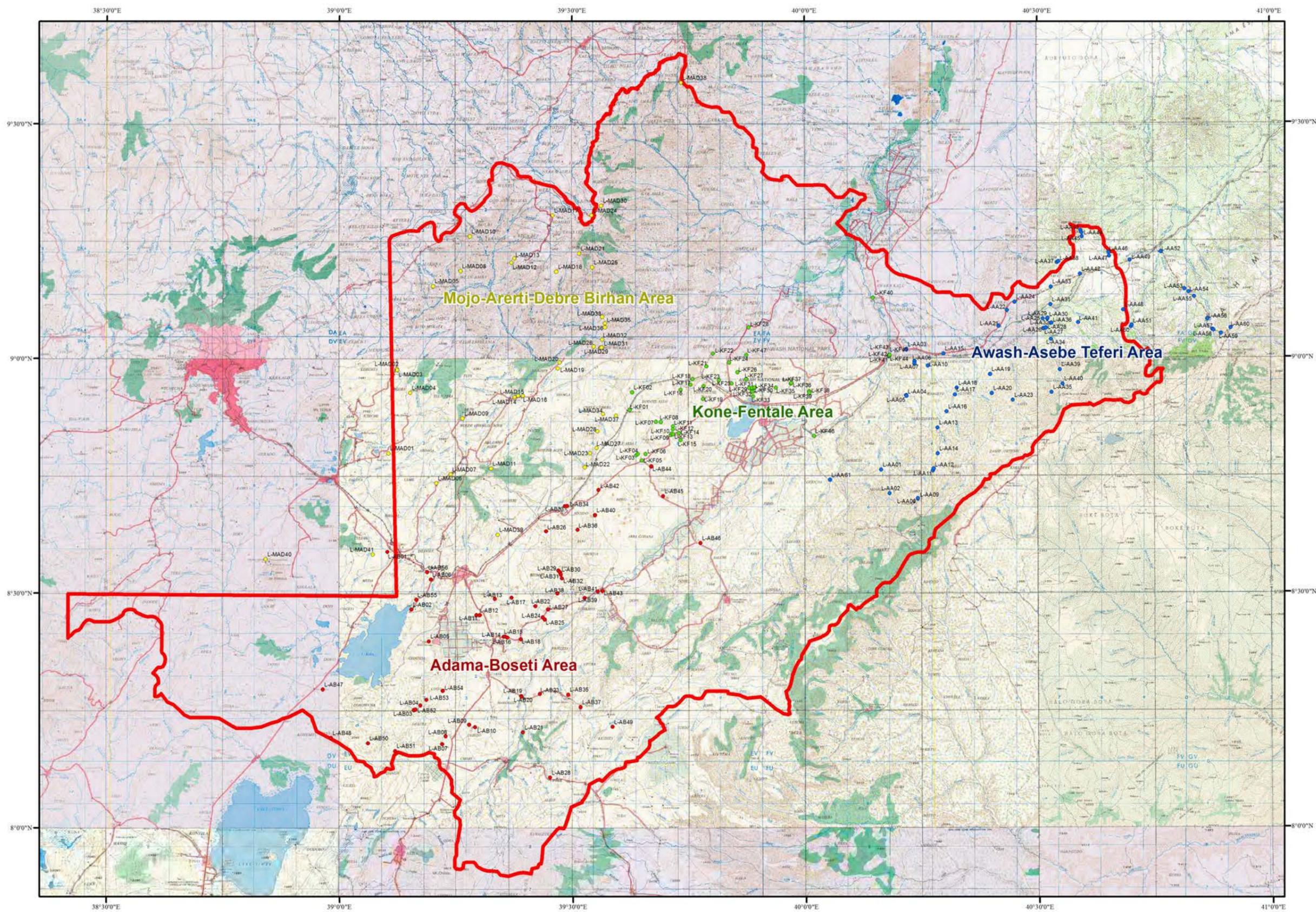


図 3.1.1: 本文中に記載の露頭位置図

### 3.1.2 地質各説

#### a. 新第三系 中新統～鮮新統

##### a.1 Alaji玄武岩類：多孔質斜長石玄武岩：Tb1

層相： 斜長石の巨晶を含む多孔質玄武岩及び無斑晶玄武岩から構成される。模式地（L-AB21）では、Nazret 火砕堆積物に覆われる。

分布： Sire 西側の崖、Arboye 付近の Hula、Huruta 付近の Kelefa 川。

層厚： 模式地で 30m 以上。

模式地： Kelefa 川（L-AB21）。

対比： GSE（1985）では N1a: Alaji basalts に対比される。



暗灰色多孔質から斜長石斑晶玄武岩

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.2: Kelefa 川(L-AB21)

#### b. 新第三系 鮮新統

##### b.1 Chefeko流紋岩類：流紋岩、流紋岩質凝灰岩、軽石質凝灰岩：Tr2

層相： 白～青灰色流紋岩溶岩、凝灰岩、白色軽石、黒曜石を含む硬質凝灰岩から構成される。Itaya に隣接する Tulu（L-AB07）において、Dino イグニンプライトに不整合で覆われる。模式地では流紋岩に板状節理がみられ、急冷層に沿って黒曜石が生成されている。

分布： Debeso 山、Chefeko、Logo、Dera、Sodore、Sara では丘陵地を形成、Korkoda Ridge では北東-南西方向に分布する。

層厚： 模式地で 150m。

模式地： Iteya から北西 5km の Chefeko（L-AB08）。

対比： GSE（1978）では、N2r: Older alkaline and peralkaline rhyolite domes and flows に対比されている。



Dino イグニブライトに不整合に覆われる。



模式地、黒曜石を含む硬質凝灰岩



Debeso 山、流紋岩質凝灰岩、黒曜石が分布する。

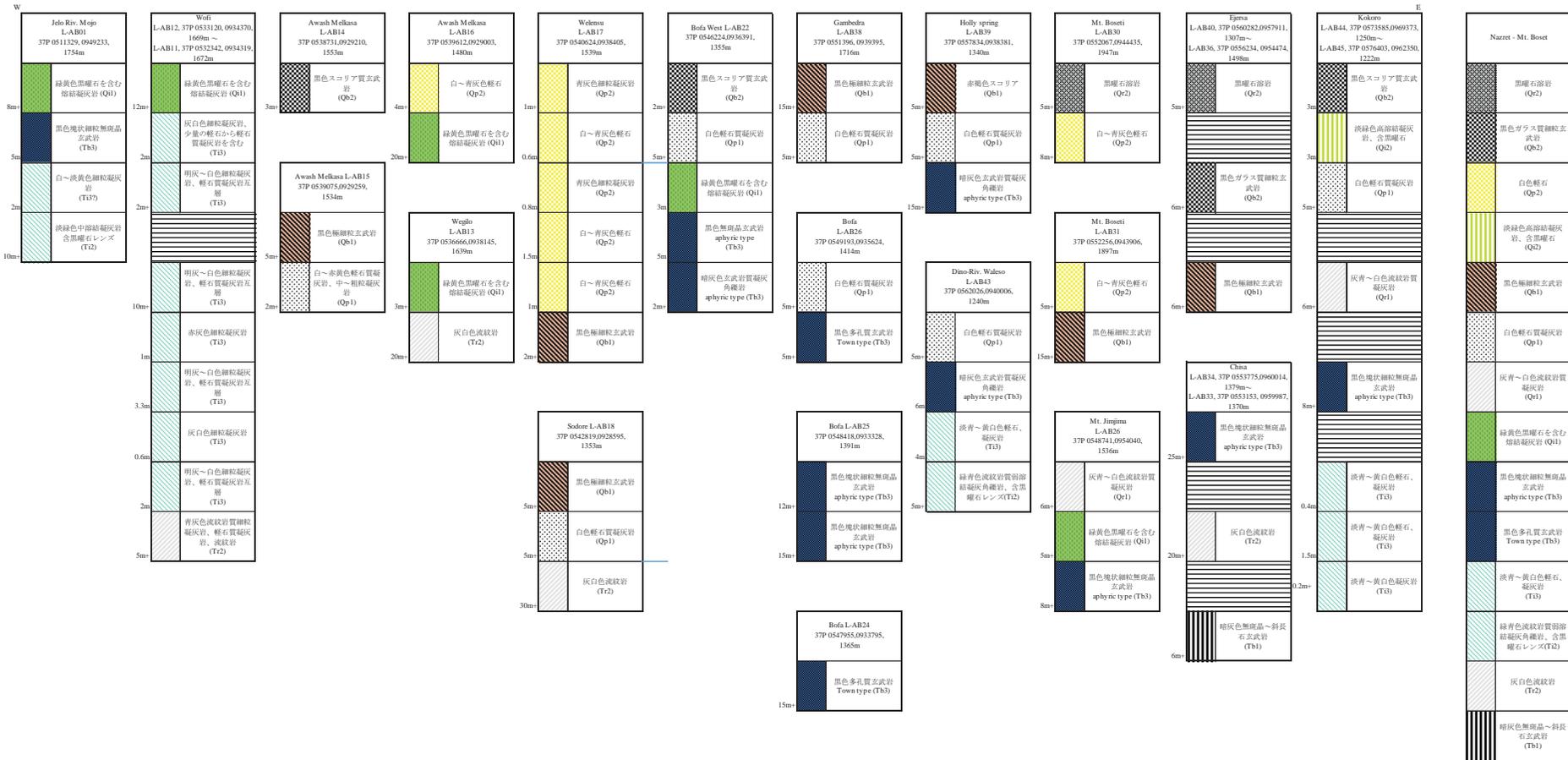


出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.3: Tulu(L-AB07) (上段、左)、Chefeko(L-AB08) (上段、右)、Debeso 山(L-AB09) (下段)

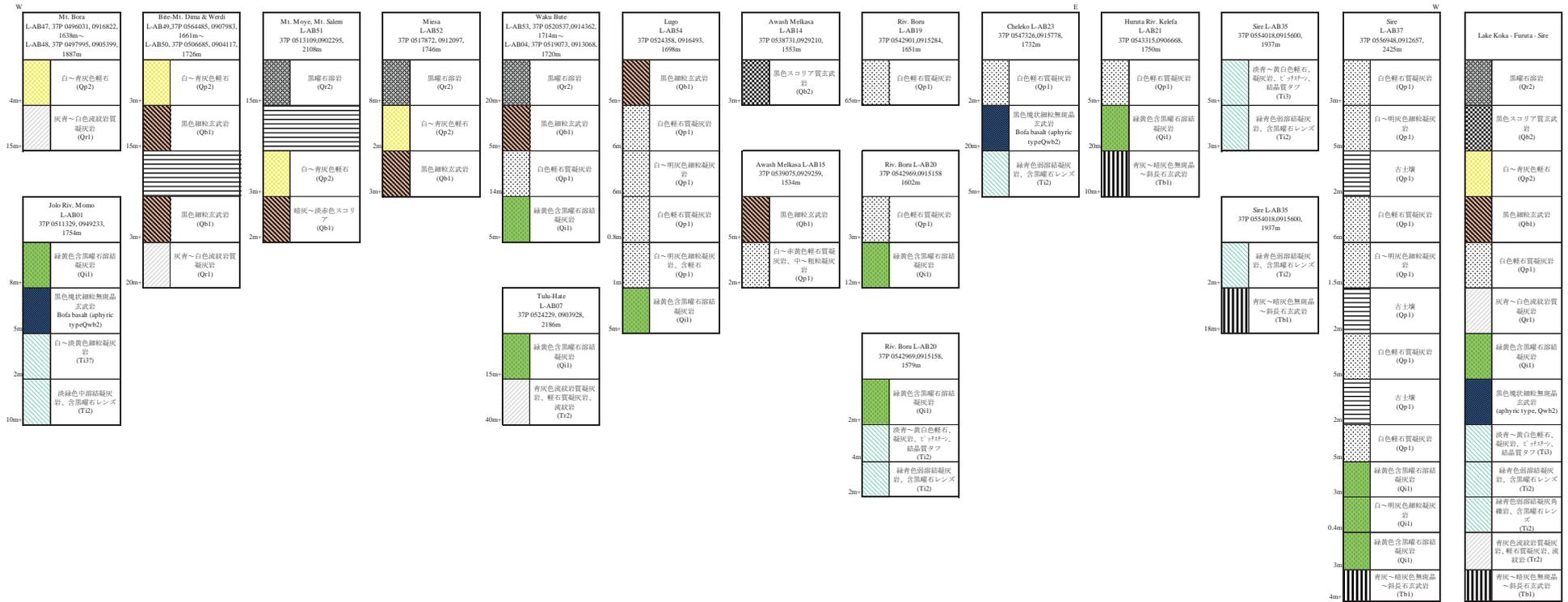
表 3.1.2に Nazret- Boseti 山周辺、表 3.1.3に Koka 湖-Huruta-Sire 周辺の模式地質柱状図を示す。

表 3.1.2: Nazret- Boseti 山周辺の模式地質柱状図



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

表 3.1.3: Koka 湖-Huruta- Sire 周辺の模式地質柱状図



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

## b.2 Nazret火砕堆積物：溶結凝灰岩、流紋岩質弱溶結凝灰岩及び凝灰角礫岩、軽石、凝灰岩、結晶質凝灰岩

本層は、岩相により二分される。下部（Ti2）は、黄白色降下軽石、結晶質凝灰岩、細粒火山砂と軽石質凝灰岩の互層、上部（Ti3）は白～青灰色溶結凝灰岩、圧密された流紋岩質凝灰岩、凝灰角礫岩から構成され、白色軽石、流紋岩溶岩片、破碎及び又は弱風化した黒曜石片と稀に赤茶色玄武岩片を含む。

### b.2.1 下部Nazret火砕堆積物：Ti2

層相： 黄白色降下軽石、結晶質凝灰岩、細粒火山砂と軽石質凝灰岩の互層から構成される。模式地では、暗灰色中粒凝灰岩、赤茶色細粒凝灰岩、白色軽石質凝灰岩、暗灰色火山礫凝灰岩及び青灰色細粒凝灰岩の互層が観察される。地層の走向傾斜は、N15°W22°Wを示す。DoniのWeleko川（L-AB43）においてBofa玄武岩類を不整合に覆う。

分布： Boru川、Sire、Huruta、Ufura Ridge。

層厚： 模式地で15m以上。

模式地： Boko、Wanji Sugar Farm北東（L-AB11）。

対比： GSE（1978）ではNn: Nazret Groupに対比される。

年代： Mohr（1974）及びMorbidelli他（1975）で3.5～5.5Ma K-Ar年代。



下位の凝灰角礫岩（左）、結晶質凝灰岩（右）



軽石質凝灰岩と凝灰岩の互層

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.4: Sire(L-AB35)(上段)、Boko(L-AB11)(下段)

### b.2.2 上部Nazret 火砕堆積物：Ti3

層相： 白～青灰色流紋岩質の圧密された凝灰岩、黒曜石レンズを含む灰緑色溶結凝灰岩、凝灰角礫岩から構成され、白色軽石、流紋岩片、破碎及び又は弱風化した黒曜石片とまれに赤茶色玄武岩片を含む。模式地において下部層を不整合に覆う。

分布： Buru 川、Huruta、Koka 湖北東岸。

層厚： 模式地で 2m 以上、Rukecha (L-MAD40) で 30m 以上。

模式地： Koka ダム (L-AB02)。

対比： GSE (1978) では Nn:Nazret Group に対比される。

年代： Mohr (1974) 及び Morbidelli 他 (1975) で 3.5～5.5Ma K-Ar 年代。



Nazret 火砕堆積物下部 (Ti2) を不整合に覆う



溶結凝灰岩及び軽石質凝灰岩から構成される。

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.5: Koka Dam (L-AB02) (上段)、Rukecha (L-MAD40) (下段)

### b.3 Chilalo粗面玄武岩類：Tt

層相： 黒色塊状粗面玄武岩及び凝灰角礫岩から構成される。模式地において Chefe Donsa 火砕堆積物に不整合で覆われる。

分布： Chilalo 山北麓に広く分布。

層厚： 模式地で 30m 以上。

模式地： Robi 川、Hamda Disks 北方。(L-AB28)

対比： GSE (1978) では、N2c: Chilalo and Badda Trachytes and Trachybasalts に対比。



Chefe Donsa 火砕堆積物に不整合で覆われる

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.6: Robi 川(L-AB28)

#### b.4 Bofa玄武岩類：塊状無斑晶玄武岩及び凝灰角礫岩：Tb3

層相： 本層は黒色塊状玄武岩及び玄武岩質凝灰角礫岩から構成される。模式地では、本層は北東-南西方向に伸長する尾根（高さ 30m の崖）を形成し、2枚のフローユニットに区分される。Doni の Awash 川では約 20m の滝を形成している（L-AB41）。また、Boset Guda 山南東麓 Doni の Holly 湧水（L-AB39）、Doni の Wakleso 川（L-AB43）では、細粒から中粒火山砂、黒色玄武岩質礫を含む凝灰角礫岩、僅かなハイアロクラスタイトが分布する。本層は Bofa 西方（L-AB22）において、上位の Megacha 高溶結凝灰岩（Dino イグニンプライト）に不整合で覆われる。

分布： Boset Guda 山南部に広く平坦面を形成、Bofa、Cheleko、Sire 周辺。

層厚： 模式地で 30m 以上、Aluto 山で約 700m（GSE, 1986 ボーリングデータ）。

模式地： Bofa（L-AB25）。

対比： GSE（1978）では、Bofa Basalts に対比される。

年代： Morton 他（1979）では、K-Ar 年代を 6.1-4.4Ma としている。



模式地（高さ30mの北東-南西方向の崖）



玄武岩質凝灰角礫岩相



Nazret火砕堆積物を不整合で覆う本層ハイアロクラスタイト。

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.7: Bofa (L-AB25) (上段左)、Holly spring (L-AB39) (上段右)、Weleso River (L-AB43) (下段)

### 岩石薄片観察

サンプル No.: 140419-1

採取位置: Koka 湖ダムの北東約 2km、コカ湖ダムに至る道路沿いの崖の下部 (L-AB55)。

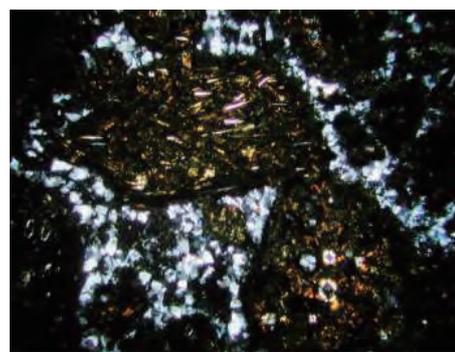
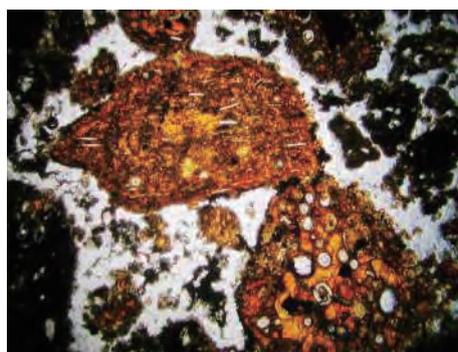
層準: Bofa 玄武岩類

岩石タイプ: 塩基性火山性砂岩

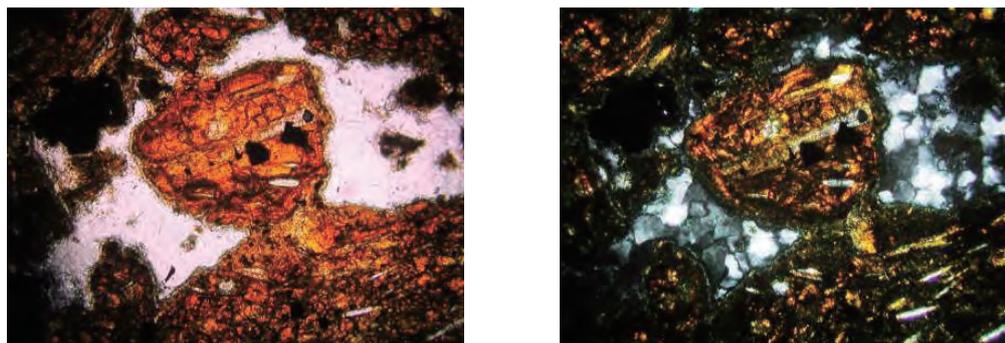
組織: 平行的に成層した淘汰度中程度の砂岩。

砕屑片: 主に塩基性火山岩片（玄武岩からガラス質急冷玄武岩およびスコリア）からなり、ガラス片、斜長石、アルカリ長石を伴う。

基質: 空隙でそのほとんどは沸石が埋める。



砂粒は玄武岩、スコリア、火山ガラスの破片からなる。砂粒間は元は空隙で、その後の続成過程で沸石の粒状結晶で埋められている。



玄武岩片と沸石のセメント。砂粒の周縁には薄い粘土鉱物サポナイトの層が被う。

図 3.1.8: サンプル No.140419-1 の薄片写真

#### c. 第四系 更新統

##### c.1 Dinoイグニブライト：流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩：Qi1

層相： 黄緑色から灰白色、流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩から構成されており、特徴的に扁平した黒曜石レンズを含む。一般にほとんどの黒曜石レンズは地層に平行または調和的であるが、地層に不規則及びまたは波状の黒曜石レンズも含まれる。模式地では、Bofa 玄武岩類を不整合で覆い、Chefe Donsa 火砕堆積物、更新世玄武岩類に不整合で覆われる。高～中溶結の中粒凝灰岩で、最大長 30cm の黒曜石レンズ、流紋岩、軽石、まれに玄武岩片を含む。

分布： Bofa 西方 Megacha 周辺、Bofa 西方、Awash Melkasa 東方、Sire 東方、Mojo、Jogo、Koka ダムに分布している。

層厚： 模式地周辺で 8m 以上。

模式地： Bofa 西方 (L-AB22)。

対比： GSE (1978) では、本層は Nn (Nazret Group) に対比される。



構造に不規則及びまたは波状の黒曜石レンズ。



Bofa 玄武岩類を不整合に覆う

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.9: Jogo(L-AB06) (上段)、westward of Bofa town(L-AB22) (下段)

### 岩石薄片観察

サンプル No.: 140414-1

採取位置: Dera と Sire の間、Keleta 川の橋から西へ約 500m、火砕流ユニット基底の固結部 (L-AB19)。

層準: Dino イグニンプライト

岩石タイプ: ガラス質凝灰岩 (非溶結)

組織: 主にガラス片からなり、斑晶由来の結晶片を伴う。

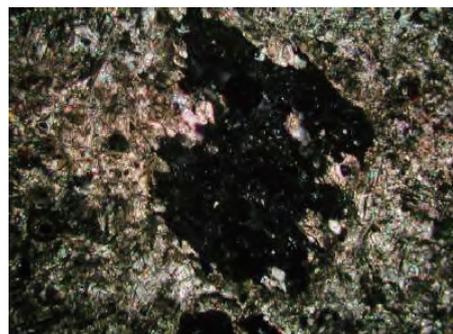
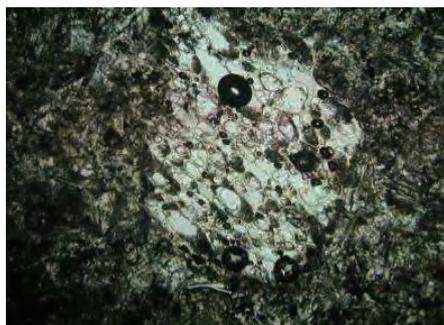
碎屑片: アルカリ長石多い、軽石片・流紋岩片・安山岩片あり、斜長石・緑色角閃石・石英まれ。

基質: 火山ガラスからなる。空隙は二次的な方解石で埋められている。



ガラス片からなる基質にアルカリ長石と流紋岩の破片が認められる

火山ガラスの破片からなる基質に、軽石・アルカリ長石（劈開あり）・流紋岩の破片



軽石片とガラス質基質。基質は方解石で埋められる。これは不十分な地下水循環によって火砕流ユニットの底に炭酸カルシウム成分が濃集したためと推測される。

図 3.1.10: サンプル No.140414-1 の薄片写真

サンプル No.: 140414-2

採取位置: Dera と Sire の間、Keleta 川の橋下、黒色を呈す黒曜石状イグニブライト層（L-AB20）。

層準: Dino イグニブライト

岩石タイプ: ガラス質溶結イグニブライト質凝灰岩

組織: 主に溶結したガラス片からなる。

碎屑片: 粗粒で扁平な軽石片、細粒でガラス基質からなる本質的な流紋岩片およびアルカリ長石。

基質: 溶結した火山ガラスからなる。



溶結したガラス片からなる基質に扁平になった軽石片が認められる



溶結した火山ガラスの破片からなる基質に、アルカリ長石と細粒なガラス質流紋岩の破片

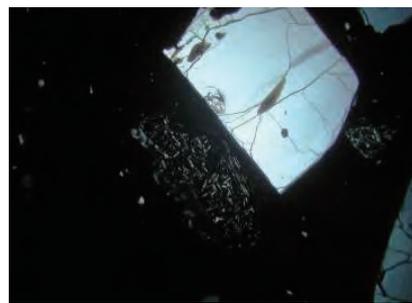


溶結したガラス質基質。アルカリ長石と流紋岩片がある。ほとんどがガラスであるため十字ニコルでは結晶以外は消光して暗く、光学的等方性のガラスであることを示す。



図 3.1.11: サンプル No.140414-2 の薄片写真

- サンプル No.: 140414-5  
 採取位置: Sire の南東約 3km の高い段丘 (L-AB37)。  
 層準: Dino イグニンプライト  
 岩石タイプ: 溶結イグニンプライト質凝灰岩  
 組織: 溶結したガラス片に斑晶由来の結晶片と岩石片を伴う。  
 碎屑片: 粗粒で自形のアルカリ長石が特徴的：扁平な軽石片、安山岩片、流紋岩片あり：緑色角閃石、石英まれ。  
 基質: 溶結した火山ガラスからなる。基質に粘土鉱物や褐鉄鉱が形成：これらの鉱物形成に必要な時間だけ古いと考えられる。



粗粒で自形のアルカリ長石が特徴的。中央に安山岩片あり。軽石片は扁平になりガラス片は溶結。



溶結部に粘土鉱物が形成されている。この雲母状の粘土鉱物は方解石のように早くは形成されないであろう。それゆえこの岩石はある程度古いものと考えられる。

図 3.1.12: サンプル No.140414-5 の薄片写真

- サンプル No.: 140414-6  
 採取位置: Sire の南東約 3km の高い段丘、140414-5 の上位の火山豆石を伴う白色凝灰岩 (L-AB37)。  
 層準: Dino イグニンプライト  
 岩石タイプ: 火山豆石を含むガラス質紋岩質凝灰岩。  
 組織: ガラス片に結晶片と岩石片を伴う。  
 碎屑片: 細粒のアルカリ長石と軽石片が普通に伴われる：まれに霞石、斜長石、石英あり。火山豆石を伴う。  
 基質: 非溶結の火山ガラスからなる。



火山豆石は極微粒の火山灰でコーティングされている。基質も微粒な火山ガラスからなり、鉱物片を少量伴う。霞石が認められた。



基質のガラス片や軽石片は溶結していない。

図 3.1.13: サンプル No.140414-6 の薄片写真

サンプル No.: 140419-3

採取位置: Koka 湖ダムの北東約 2km、コカ湖ダムに至る道路沿いの崖の上部 (L-AB55)。

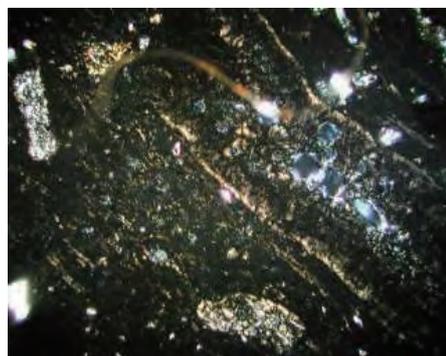
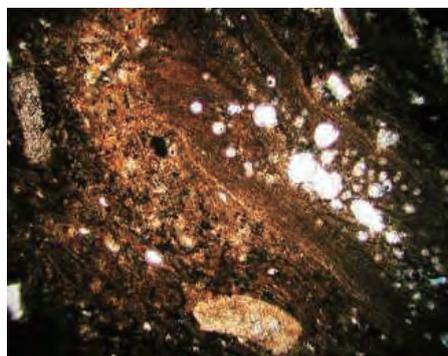
層準: Dino イグニンプライト

岩石タイプ: 流紋岩質溶結凝灰岩

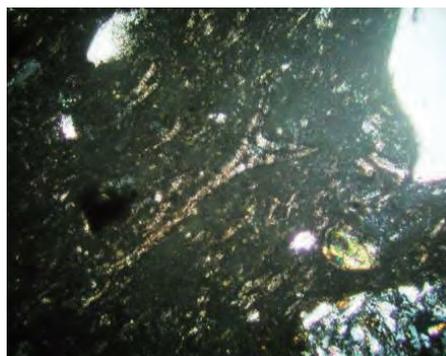
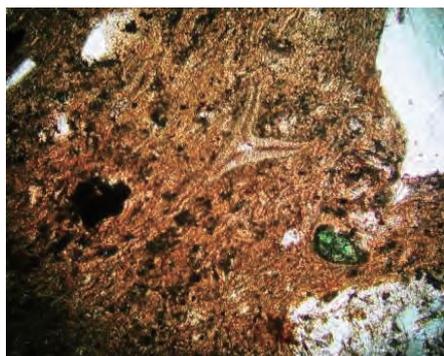
組織: 溶結したガラス片に斑晶由来の結晶片と岩石片を伴う。

碎屑片: アルカリ長石がめだつ: 扁平な軽石片と酸性の火山岩片 (岩相は多様) が  
多い: トラカイト片あり: 緑色角閃石、不透明鉱物と稀に斜長石と輝石を  
伴う。

基質: 溶結した火山ガラスからなる。基質や溶結した軽石に粘土鉱物が形成され  
ている。



軽石と酸性火山岩片が多い。基質のガラス片は溶結。粘土鉱物が溶結したガラスに形成されている。



いくつかのガラス片は粘土鉱物に置換されている。右下の微晶質な酸性火山岩片は本質火山岩からの由来ではない。

図 3.1.14: サンプル No.140419-3 の薄片写真

サンプル No.: 140419-5

採取位置: Nazret の西約 8km の道路沿い (L-AB56)。

層準: Dino イグニブライト

岩石タイプ: 溶結イグニブライト質凝灰岩、自形の粗粒アルカリ長石を伴うイグニブライト。

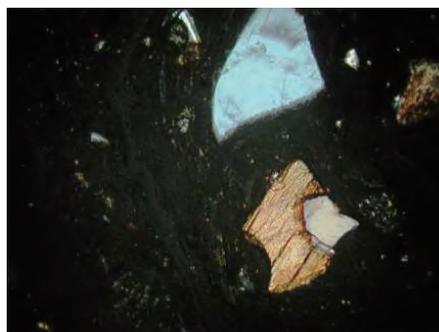
組織: 溶結したガラス片と黒曜石レンズに斑晶由来の結晶片と岩石片を伴う。

碎屑片 粗粒で自形のアルカリ長石が特徴的: 扁平な軽石片、黒曜石レンズ、酸性～塩基性火山岩片あり: 緑色角閃石、不透明鉱物、カリ長石、クロムスピネルあり。

基質: 溶結した火山ガラスからなる。



粗粒で自形のアルカリ長石が特徴的。左上から中央に黒曜石レンズあり。ガラス片は溶結。



アルカリ長石と角閃石の結晶片あり。基質の溶結したガラスは十字ニコル下では消光し、続成作用の影響をほとんど受けていないことを示す。

図 3.1.15: サンプル No.140419-5 の薄片写真

## c.2 更新世流紋岩類：流紋岩、流紋岩質凝灰岩、軽石質凝灰岩：Qr1

層相： 白～青灰色流紋岩、凝灰岩、白色軽石、ピッチストーン、黒曜石を含む硬質凝灰岩から構成される。

分布： Gademusa カルデラ壁。

層厚： 模式地で 100m 以上。

模式地： Gademusa カルデラ北東壁。(L-AB05)。

対比： GSE (1978) では Nn: Nazret Group に対比される。



流紋岩質凝灰岩、黒曜石から構成される。

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.16: Gademusa カルデラ北東壁(L-AB05)

## c.3 Chefe Donsa火砕堆積物：軽石流、軽石質凝灰岩：Qp1

層相： 本層は軽石流、白色軽石質凝灰岩、青白色軽石および白色凝灰岩からなる。模式地では、少なくとも古土壌を伴う 3 層に不整合で区分される。下部は火山礫を多く含み、上部は軽石を含み、上方細粒化を示す。Sire 東方 (L-AB37) では、古土壌を含む不整合で、下位の Dino イグニンプライトを覆う。

分布： Mojo 周辺、Dera、Sire、Adama 北東周辺に分布している。

層厚： 模式地周辺で 70m 以上。

模式地： Dera 東方 10km の Boru 川 (L-AB19)。

対比： GSE (1978) では、本層は Nn (Nazret Group) に対比される。



古土壌を挟む軽石質凝灰岩から構成される



Dino イグニンプライトを不整合に覆う

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.17: Boru 川(L-AB19)(上段)、Sire(L-AB37)(下段)

#### c.4 更新世玄武岩類：玄武岩：Tb3

層相： 灰黒色無斑晶玄武岩、暗灰～暗青灰色含かんらん石玄武岩、斜長石玄武岩及びスコリア丘から構成される。模式地では、下位の *Chefe Donsa* 火砕堆積物を不整合に覆う。

分布： Koka 湖南東岸、Awash Melkasa～Bofa にかけて、Boseti 山周辺に分布。

層厚： 模式地で 15m 以上。

模式地： Gambedra、Bofa 北東 (L-AB38)。

下位層との関係： 模式地において下位の *Chefe Donsa* 火砕堆積物を不整合に覆う。

対比： GSE(1978)では、Qwb1: Pleistocene-subrecent basalt および N2Qb: Bofa basal に対比される。



Chefe Donsa 火砕堆積物を不整合に覆う

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.18: Gambedra(L-AB38)

### c.5 Boseti降下軽石：降下軽石、軽石質凝灰岩、凝灰岩：Qp2

層相： 淡灰色降下軽石、明灰色細粒火山灰、白色軽石質凝灰岩、青白色軽石及び凝灰岩から構成される。模式地において、更新世玄武岩類を不整合で覆う。

分布： Boseti 山周辺、Koka 湖及び Adama 周辺に分布。

層厚： Boseti 山 (L-AB30) で 8m 以上。

模式地： Welensu (L-AB17)。

下位層との関係： 模式地において更新世玄武岩類を不整合に覆う。

対比： GSE (1978) では、Nn: Nazret Group、Qwb3: Recent basalt 及び N2Qb: Bofa basalt に対比。



更新世玄武岩類を不整合に覆う

降下軽石及び火山灰から構成される

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.19: Welensu(L-AB17) (左)、Boseti 山(L-AB29) (右)

### c.6 Fentaleイグニンプライト：流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩：Qi3

層相： 青緑色から黄白色、流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩から構成されており、特徴的に扁平した黒曜石レンズを含む。一般に黒曜石レンズは地層に平行または調和的である。最大 20cm の長さの黒曜石レンズ、流紋岩、強溶結凝灰岩の岩片を含む。

分布： Gademusa カルデラ北壁、Melka Jiro 西方に分布している。

- 層厚： Koka ダム (L-AB46) で 10m 以上。
- 模式地： Madiga、Melka Jiro 西方 (L-AB46)。
- 対比： GSE (1978) では、本層は Qwi2 (Young ignimbrites of Fantale) に、OWWDSE (2013) では、Fantale Ignimbrite に対比される。
- 年代： Williams 他 (2004) では、フィッシュントラック年代 168,000 年±38,000 年、Bigazzi 他 (1981) では 0.12-0.18Ma。



Boseti 降下軽石 (Qp2) を不整合で覆う



流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩から構成される

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.20: Madiga(L-MAD37) (上段)、Lake Koka(L-AB10) (下段)

#### d. 完新統

##### d.1 完新世玄武岩類：多孔質玄武岩、降下スコリア及びスコリア丘：Qb2

- 層相： 本層は暗灰色～暗青灰色多孔質玄武岩及び暗褐色から赤褐色降下スコリア、スコリア丘から構成される。スコリア丘は Boseti 山及び Koka 湖周辺に分布している。本層は Haribona (L-AB42) で Chefeko rhyolite (Tr2) を不整合に覆う。
- 分布： Boseti 山周辺及び Koka 湖南西岸に分布している。
- 層厚： 模式地周辺で 12m。
- 模式地： Haribona、Boseti 山南麓 (L-AB32)。
- 対比： GSE (1978) では、本層は Qwb3: Recent aphyric basalts に対比される。



暗灰色～暗青灰色多孔質玄武岩  
出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果



Chefeko 流紋岩 (Tr2) を不整合に覆う

図 3.1.21: Harorecha(L-AB32) (左)、Haribona(L-AB42) (右)

#### d.2 黒曜石溶岩：黒曜石溶岩及びドーム：Qr2

層相： 黒曜石溶岩、黒曜石を含む降下軽石、黒曜石ドームから構成される。模式地において Dino イグニブライトを不整合に覆う。

分布： Boseti 山南東麓で黒曜石溶岩が、Koka 湖南東岸でドームが観察される。

層厚： 模式地で 20m 以上。

模式地： Waka Bute、Koka 湖南東岸 (L-AB04)。

対比： GSE (1978) において Qwo: Recent pantelleric and comenditic obsidian flows and domes に対比される。



Dinoイグニブライトを不整合に覆う。



完新世玄武岩類を不整合に覆う。



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.1.22: Waka Bute(L-AB04) (上段)、Miesa(L-AB03) (下段)

### d.3 沖積層

層相： 細砂及び泥

分布： Awash 川

層厚： 1～5m

## 3.2 Kone-Fentale 山周辺地域

### 3.2.1 概説

Kone 及び Fentale 山周辺は、Adama-Boseti 山地域の北東に位置し、同じ地質構造が延長している。この地域は、MER の中央部であり、表層は完新世堆積物により広く覆われている。地溝帯縁辺部や地溝帯底には Wonji 断層群が発達しており、断層崖では鮮新世～更新世の地層が露出している。最も下位の地層は Birenti-Hada 流紋岩類で Bosena 山麓に分布する。Bofa 玄武岩類は Bosena の南麓で Birenti-Hada 流紋岩類を覆い、なだらかな溶岩台地を形成している。Dino イグニブライトは Kone カルデラ北麓、Fentale 山西麓及び南東台地で平坦面を形成して分布する。Dino イグニブライトの年代は Mobidelli 他（1975）で 1.5Ma、Kazmin & Berhe（1978）で 1.51Ma が測定されている。Sobebor 火山性砂岩層、更新世玄武岩類、Kone イグニブライト、Kone 降下軽石、Fentale 火山岩類、Fentale イグニブライトが Kone カルデラ、Fentale 山周辺に分布する。完新世にはいり、完新世玄武岩類及び黒曜石溶岩が Beseka 湖周辺で活動する。

表 3.2.1に Koka 及び Fentale 山周辺地域における地質層序を示す。

表 3.2.1: Koka 及び Fentale 山周辺地域における地質層序

年代区分	層序	層相	凡例	年代		
新生代	完新世	Qal	沖積層 砂、粘土、湖沼堆積物			
		Qr2	黒曜石溶岩及びドーム 流紋岩ドーム及び黒曜石溶岩			
		Qb2	完新世玄武岩類 無斑晶玄武岩及びスコリアコン			
	第四紀	更新世	Qi3	Fentale イグニンプライト 淡緑色強溶結凝灰岩		168,000±38,000 y (OWWDSE,2013)
			Qf	Fenrale 火山岩類 緑色溶結凝灰岩、凝灰岩、トラカイト		
		更新世	Qp2	Kone 降下軽石 降下軽石及び火山灰		
			Qi2	Kone イグニンプライト 緑色圧密～溶結細粒凝灰岩		
			Qb1	更新世玄武岩類 無斑晶玄武岩		
			Qs	Sobebor火山砂層 砂及び凝灰岩互層		
			Qi1	Dino イグニンプライト 黒曜石レンズを含む溶結凝灰岩		Dino : 1.5my (Mobidelli et al., 1975), 1.51 Ma (Kazmun, et al.,1978)
			第三紀	鮮新世	Tb3	Bofa玄武岩類 無斑晶玄武岩
	Tr2	Birenti-Hada 流紋岩類 流紋岩及び軽石質凝灰岩				

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

### 3.2.2 地質各説

#### a. 新第三系 鮮新統

##### a.1 Birenti-Hada流紋岩類：流紋岩、流紋岩質凝灰岩、軽石質凝灰岩：Tr2

層相： 白色から青灰色流紋岩質および凝灰岩、白色軽石、黒曜岩、黒曜石を含む硬質な凝灰岩から構成される。Birenti 山 (L-KF15) では層相から以下の6層に区分される。下位から青白色流紋岩質凝灰岩（層厚 20m+）、青灰色降下軽石（層厚 5m+）、青白色軽石質凝灰岩（層厚 25m+）、白色軽石質

凝灰岩（層厚 3m）、黒曜岩（層厚 5m）、青白色流紋岩質凝灰岩（層厚 10m+）に区分される。Kone カルデラの南西壁、及び北東壁では本層がカルデラ底から約 200m 分布している。

分布： Bosena では北東-南西方向に伸長した丘陵地、Abadir Farm の Abadir Shero, Birenti 山、Metehara Sugar Plantation 南方の Dimitu Ridge に分布。

層厚： 模式地で 80m 以上。

模式地： Bosena、Melka Jiro 北西方（L-KF02）。

対比： GSE（1985）では模式地を Qwr: Recent to subrecent rhyolite domes and flows に、Abadir 及び Dimitu Ridge を N2 Qb: Bofa basalt としている。



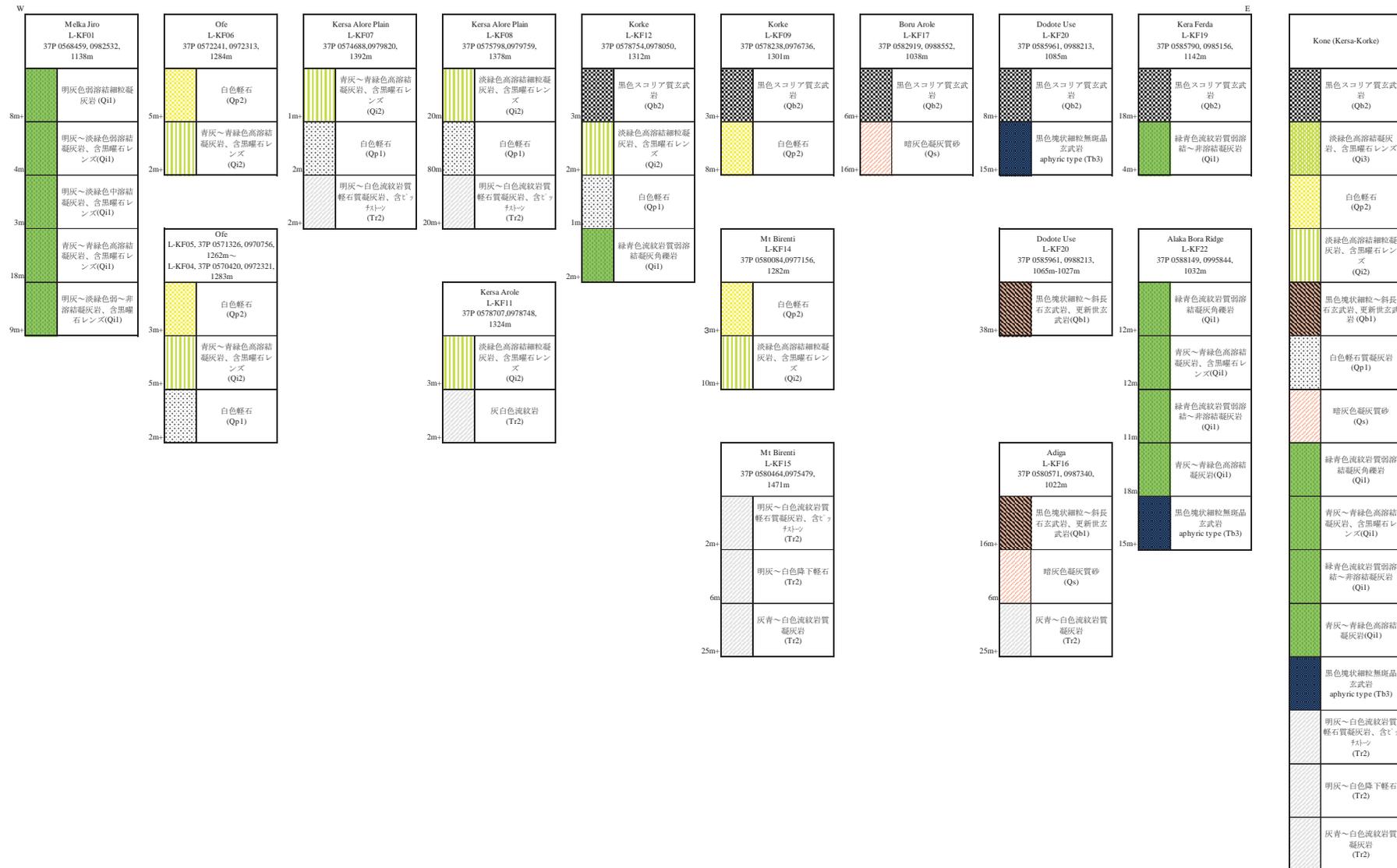
流紋岩質凝灰岩

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.2.1: Bosena(L-KF02)

表 3.2.2及び表 3.2.3に Kone-Fentale 山-Awash 周辺の模式地質柱状図を示す。

表 3.2.2: Kone-Fentale 山周辺の模式地質柱状図



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

表 3.2.3: Fentale 山 – Awash 周辺の模式地質柱状図



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

## a.2 Bofa玄武岩類：massive aphyric basalt lava and tuff breccias: Tb3

- 層相： 本層は主に Birenti 山南麓に分布する無斑晶玄武岩で、まれにかんらん石玄武岩を含む。
- 分布： Birenti 山南麓。
- 層厚： 模式地で 15m 以上。
- 模式地： Nura-Hira 農園北部一帯。
- 対比： GSE (1978) では、Bofa basalts に対比される。
- 年代： Morton 他 (1979) では、K-Ar 年代を 6.1-4.4Ma としている。

### 岩石薄片観察

サンプル No.: 140415-4

採取位置: アワシュ国立公園内の Awash 滝 (L-KF46)。

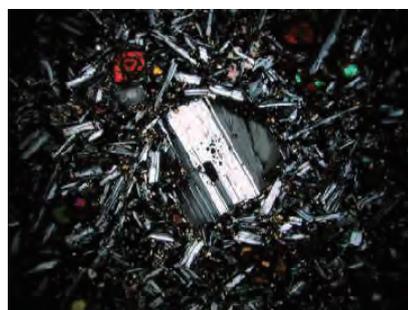
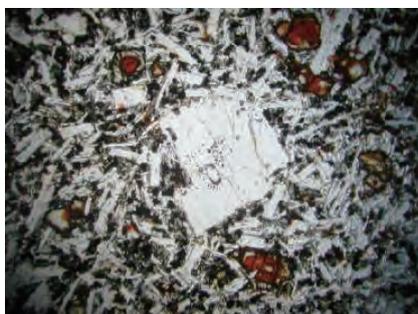
層準: Bofa 玄武岩類

岩石タイプ: 玄武岩、アア型溶岩流の気泡が多い黒色玄武岩。

組織: 斑晶と石基からなる。

斑晶: 斜長石とかんらん石および少量のアルカリ長石。

基質: 微小な短冊状の斜長石に微小な輝石、かんらん石と不透明鉱物が伴われる。



かんらん石斑晶は変質により周縁が茶色になっている。



石基は微粒な長石、不透明鉱物および輝石からなる。アルカリ斜長石の斑晶の左側は空隙があった部分で方解石が埋めている。方解石の形成はおそらく地下水など水の循環があったためである。このことからより古い岩石であることがわかる。

図 3.2.2: サンプル No.140415-4 の薄片写真

## b. 第四系 更新統

### b.1 Dinoイグニンプライト：流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩：Qi1

層相： 黄緑色から灰白色、流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩から構成されており、特徴的に扁平した黒曜石レンズを含む。一般にほとんどの黒曜石レンズは地層に平行または調和的であるが、地層に不規則及びまたは波状の黒曜石レンズも含まれる。模式地では、溶結度の違いから4層に区分される。

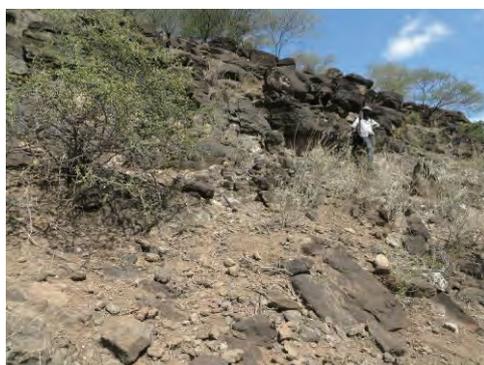
分布： Dodote Kelo 周辺の平坦面、Kone カルデラ北麓、Fentale 山南東麓。

層厚： 模式地で 39m 以上。

模式地： Fentale 南東麓（L-KF39）。

対比： GSE（1978）では、本層は Nn: Nazret Group 及び Qwi: Dino ignimbrites に対比される。

年代： Mobidelli 他（1975）でアワシュ川、Karayu 付近から 1.51My（K-Ar 年代）。



流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.2.3: Fentale 南東麓(L-KF39)

### b.2 Sobebor火山性砂岩層：火山砂及び凝灰岩互層：Qs

層相： 本層は岩片を含む黄褐色玄武岩質凝灰岩から玄武岩質亜角礫を含む凝灰角礫岩から構成されている。Boru Alore 及び Sobebor はクレーターを形成し、クレーターの内側、外側ともほぼ同様な急傾斜の斜面が確認された。Fentale 山南麓 Dinbiba（L-KF30）で、Fentale イグニンプライトに不整合で覆われる。

分布： クレーターを形成している。Kone カルデラ北東麓の Boru Alore 周辺、Fentale 西麓の Sobebor、Fentale 南麓の Dinbiba に分布している。

層厚： Dinbiba で 15m 以上、Boru Alore で 240m 以上、Sobebor で 82m 以上。

模式地： Sobebor（L-KF23）

対比： GSE（1978）では、Qwh: Basaltic hyaloclastites に対比される。



Fentale 山西麓のタフリング



Kone カルデラ北東麓



約 25° 北東（山側）に傾斜し、Fentale イグニンプライトに不整合で覆われる

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.2.4: Sobebor(L-KF23) (上段)、Boru Alore(L-KF18) (中段)、Dinbiba(L-KF30) (下段)

### 岩石薄片観察

サンプル No.: 140417-5

採取位置: Fentale 山南西約 5km、Fentale 山裾の崖に露出 (L-KF30)。

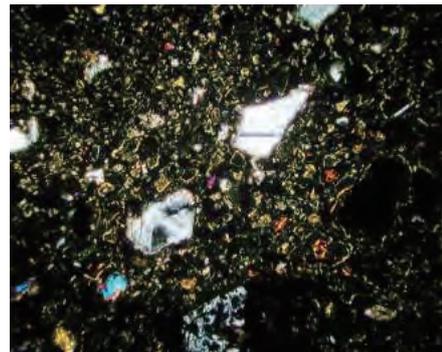
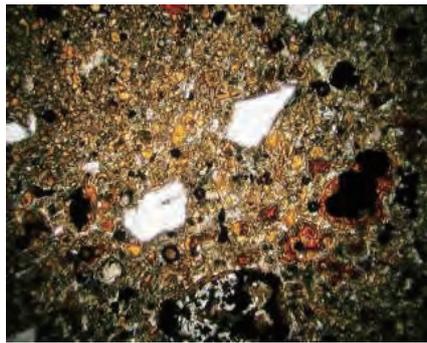
層準: Sobebor 火山性砂岩層

岩石タイプ: 塩基性火山性砂岩

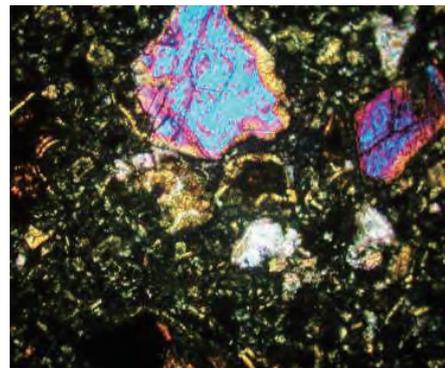
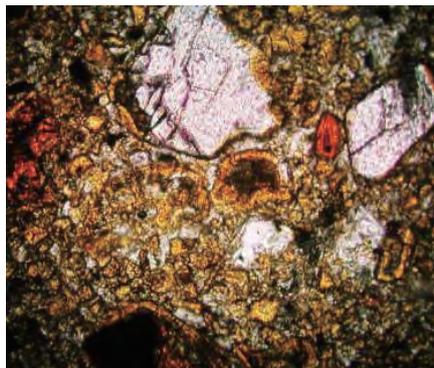
組織: 平行的に成層した淘汰度中程度の砂岩。

碎屑片: ガラス片がほとんどで、斜長石、アルカリ長石と少量の輝石、塩基性火山岩片を伴う。

基質: 空隙で部分的に沸石が埋める。



砂粒は火山ガラス、斜長石、アルカリ長石、輝石からなる。



ガラス片は緑色のサポナイトを含み塩基性の組成である。碎屑粒は細粒な沸石で膠結されている。輝石片があることから、この砂岩の碎屑物は塩基性火山灰由来であることがわかる。

図 3.2.5: サンプル No.140417-5 の薄片写真

### b.3 更新世玄武岩類：玄武岩：Tb3

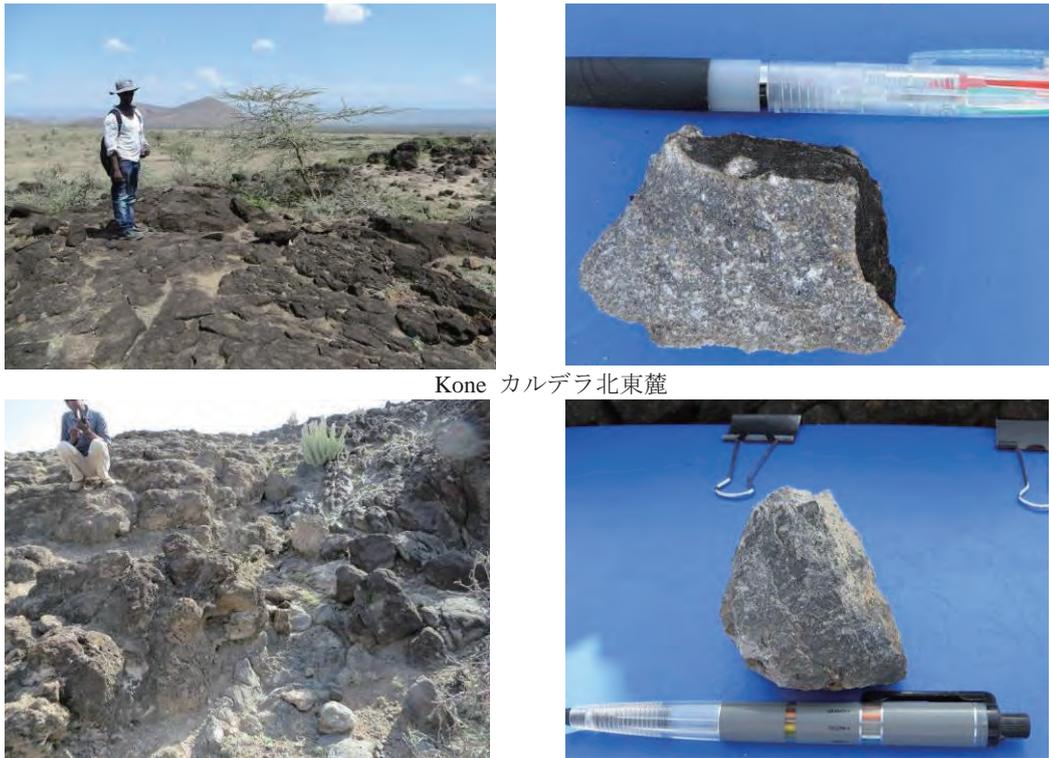
層相： 灰黒色無斑晶玄武岩、暗灰～暗青灰色含かんらん石玄武岩、斜長石玄武岩及びスコリア丘から構成される。Fentale 山南西麓 Bogda では Fentale イグニブライトに不整合で覆われる。

分布： Kone カルデラ、Kone カルデラ北～西麓、Fentale 山南西及び南東麓。

層厚： Dodote Use (L-KF20) で 38m 以上。

模式地： Dodote Use (L-KF20)。

対比： GSE(1978)では、Qwb1: Pleistocene-subrecent basalt および N2Qb: Bofa basal に対比される。



Kone カルデラ北東麓

Fentale 山南西麓、Fentale イグニンプライトに不整合で覆われる

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.2.6: Dodote Use(L-KF20) (上段)、Bogda(L-KF25) (下段)

#### b.4 Koneイグニンプライト：緑色圧密～溶結細粒凝灰岩：Qi2

- 層相： 緑青から明緑色、流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩から構成されている。模式地では、Kone 降下軽石に不整合で覆われている。
- 分布： Kone カルデラ及び Korke カルデラ周辺。
- 層厚： Kersa Alore Plain (L-KF08) で 20m 以上。
- 模式地： Kone (L-KF13)。
- 対比： GSE (1978) では、本層は Qwpu: Unwelded rhyolitic pumice and unwelded tuffs に対比される。



模式地 (L-KF13)、Kone 降下軽石に不整合で覆われる



Kone カルデラ南西麓

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.2.7: Kone(L-KF13)(上段)、Kone カルデラ南西麓 Ofe(L-KF03)(下段)

### 岩石薄片観察

サンプル No.: 140415-2

採取位置: Korke カルデラ側面の軽石層に被われる緑色溶結凝灰岩 (L-KF13)。

層準: Kone イグニンプライト

岩石タイプ: 溶結流紋岩質凝灰岩

組織: 溶結したガラス片に斑晶由来の結晶片と岩石片を伴う。

碎屑片: アルカリ長石が優勢：扁平な軽石片、塩基性岩片、酸性岩片あり：霞石、緑色角閃石、単斜輝石、石英まれ。

基質: 溶結した火山ガラスからなる。溶結した基質や軽石に石英が形成しており、続成作用の影響が考えられる。石英形成には時間が必要なため、ある程度古い岩石である。



アルカリ長石が優勢。中央付近に石英が形成された扁平な軽石あり。基質のガラス片は溶結。



溶結したガラス片と扁平化した軽石。レンズ状部の縁から中心に針状の集合体をなす沸石が結晶していることは、続成作用の影響を示す。このことからこの岩石はある程度古いものと考えられる。

図 3.2.8: サンプル No.140415-2 の薄片写真

#### b.5 Kone降下軽石：降下軽石、軽石質凝灰岩、凝灰岩：Qp2

層相： 淡灰色降下軽石、明灰色細粒火山灰、白色軽石質凝灰岩、青白色軽石及び凝灰岩から構成される。Kone (L-KF13) おいて、Kone イグニブライトを不整合で覆う。

分布： Kone カルデラ、Fentale 山周辺に分布。

層厚： 模式地で 10m 以上。

模式地： Korke (L-KF10)。

対比： GSE (1978) では、Qwpu: Unwelded rhyolitic pumice and unwelded tuffs に対比。



降下軽石及び火山灰

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.2.9: Korke(L-KF10)

### b.6 Fentaleイグニブライト：流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩：Qi3

層相： 青緑色から黄白色、流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩から構成されており、特徴的に扁平した黒曜石レンズを含む。一般に黒曜石レンズは地層に平行または調和的である。最大 20cm の長さの黒曜石レンズ、流紋岩、強溶結凝灰岩の岩片を含む。模式地では、下位より、緑青色黒曜石レンズを含む高溶結凝灰岩、降下軽石、黄白色黒曜石レンズを含む溶結凝灰岩の 3 層に区分される。Fentale 山南麓 Dinbiba (L-KF30) では、最大 20cm の長さの黒曜石レンズ、流紋岩、強溶結凝灰岩の岩片を含む高～中程度の溶結中粒凝灰岩層で、下位の Sobebor 火山性砂岩層 (Qtr) を不整合で覆い、完新世玄武岩類 (Qwbh) に不整合で覆われる。

分布： Fentale 山山麓全域に分布している。

層厚： Fentale 山西麓 Bogda (L-KF24) で 12m 以上。

模式地： Dinbiba、Fentale 山南麓 (L-KF31)。

対比： GSE (1978) では、本層は Qwi2 (Young ignimbrites of Fentale) に、OWWDSE (2013) では、Fentale Ignimbrite に対比される。

年代： Williams 他 (2004) では、フィッシュントラック年代 168,000 年±38,000 年、Bigazzi 他 (1981) では 0.12-0.18Ma。



黒曜石レンズは地層に平行または調和的 ( Fentale 山南麓)



Sobebor 火山性砂岩層を不整合で覆う



完新世玄武岩類に不整合で覆われる

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.2.10: Dinbiba (L-KF31) (上段)、Fentale 山南麓 (L-KF30) (下段左)、Fentale 山南麓 (L-KF34) (下段右)

### 岩石薄片観察

サンプル No.: 140415-3

採取位置: Metehara の北西 5km の新道路沿い (L-KF33)。

層準: Fentale イグニンプライト

岩石タイプ: 溶結イグニンプライト質凝灰岩、黒色黒曜石レンズを伴う緑色イグニンプライト。

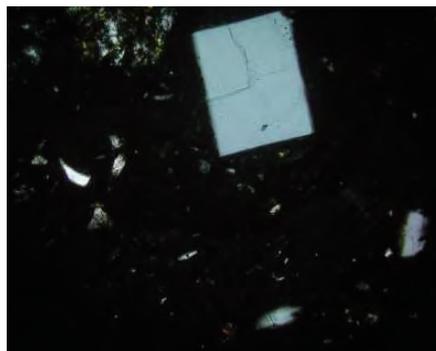
組織: 溶結したガラス片と黒曜石レンズに斑晶由来の結晶片と岩石片を伴う。

碎屑片: 自形のアルカリ長石と扁平な黒曜石レンズが特徴的: 塩基性火山岩やトラカイトの岩片あり: 霞石、不透明鉱物、角閃石、黒雲母あり。

基質: 溶結した火山ガラスからなる。



上部に黒曜石レンズあり。ガラス片は溶結。



自形のアルカリ長石（双晶がない）。黒曜石には小さい包有物の泡が多い。基質の溶結したガラスは十字ニコル下では消光し、続成作用の影響をほとんど受けていないことを示す。

図 3.2.11: サンプル No.140415-3 の薄片写真

サンプル No.: 140417-1

採取位置: Fentale 山の北西約 5km (L-KF47)。

層準: Fentale イグニブライト

岩石タイプ: 黒曜石、火砕流ユニット表面に株状に浮上した黒曜石。

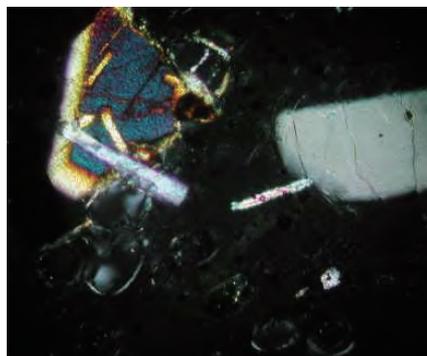
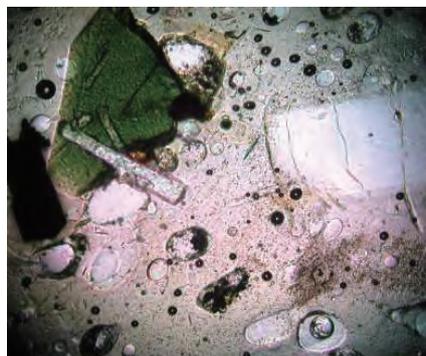
組織: 石基のガラスに斑晶を伴う。

斑晶: アルカリ長石が多い: 角閃石、不透明鉱物および稀に黒雲母を伴う: 粗面岩片あり。

石基: 塊状のガラスに微小な気泡を伴う。



アルカリ長石の斑晶。石基はガラスであるためクロスニコル下で消光する。



角閃石とアルカリ長石の小斑晶。石基のガラスには気泡が多い。

図 3.2.12: サンプル No.140417-1 の薄片写真

サンプル No.: 140417-2

採取位置: Fentale 山の北西約 5km (L-KF47)。

層準: Fentale イグニブライト

岩石タイプ: ガラス質凝灰岩（弱溶結）、火砕流ユニット表層の凝灰岩。

組織: 主にガラス片と軽石片からなり、斑晶由来の結晶片を少量伴う。

碎屑片: アルカリ長石と軽石片多い、軽石片；角閃石、不透明鉱物、酸性凝灰岩片、塩基性溶岩片、閃長岩片、粗面岩片あり。

基質: 火山ガラスからなる。



火山ガラスの破片からなる基質にアルカリ長石（劈開あり）；塩基性溶岩片が左上にある。ガラス片は弱く溶結しているため定向性を持っている。



ガラス片からなる基質。Y字型のガラス片は元が軽石の気泡だったことを示す。極微粒な角閃石を伴う。

図 3.2.13: サンプル No.140417-2 の薄片写真

サンプル No.: 140417-4

採取位置: Fentale 山の北西約 5km (L-KF47)。

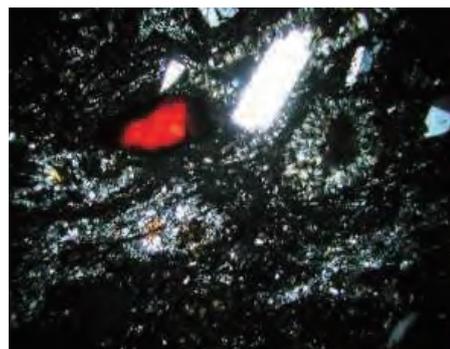
層準: Fentale イグニブライト

岩石タイプ: 溶結流紋岩質凝灰岩、火砕流ユニットの表層から数mの緑色溶結凝灰岩、沢の浸食によって露出したもの。

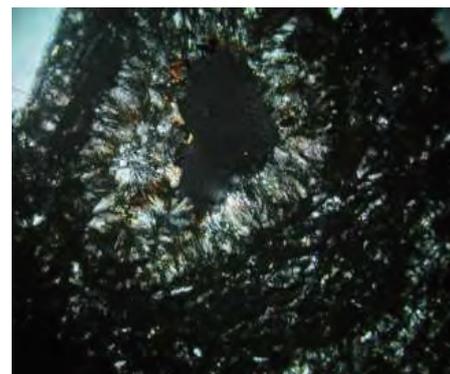
組織: 溶結したガラス片に 斑晶由来の結晶片と岩石片を伴う。

碎屑片: アルカリ長石が優勢：扁平な軽石片が多い：閃長岩片あり：緑色角閃石、不透明鉱物を伴う。

基質: 溶結した火山ガラスからなる。基質や溶結した軽石に微粒な石英が形成されている。空隙には沸石が埋めている。これらの鉱物形成は火砕流ユニット内部の熱による続成作用が考えられる。



アルカリ長石が優勢。石英が形成された扁平な軽石あり。基質のガラス片は溶結。



丸い空隙を沸石？が埋めている。溶結したガラス基質の一部に微粒な石英が形成されている。これらの鉱物形成は熱い火砕流ユニット内部の熱と蒸気による続成作用によるものと考えられる。

図 3.2.14: サンプル No.140417-4 の薄片写真

**c. 完新統**

**c.1 完新世玄武岩類：多孔質玄武岩、降下スコリア及びスコリア丘：Qb2**

層相： 本層は暗灰色～暗青灰色多孔質玄武岩及び暗褐色から赤褐色降下スコリア、スコリア丘から構成される。スコリア丘は Kone カルデラ周辺及び Fentale 山西麓に分布している。

分布： Kone カルデラ南西から北東麓周辺及び Fentale 山周辺に広く分布している。

層厚： Kera Feda、Kone カルデラ西麓で 18m。(L-KF19)

模式地： Boru Alore (L-KF21)、Kone カルデラ北東麓。

対比： GSE (1978) では、本層は Qwb3: Recent aphyric basalts に対比される。



Kone カルデラ北東麓、Sobebor 火山性砂岩層を不整合で覆う

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.2.15: Boru Alore(L-KF21)

岩石薄片観察

サンプル No.: 140415-1

採取位置: Korke カルデラ壁を切る道路沿い (L-KF09)。

岩石タイプ: 玄武岩、アア型溶岩流の気泡が多い黒色玄武岩。

層準: 完新世玄武岩類

組織: 斑晶と石基からなり気泡が多い。

斑晶: 単斜輝石と斜長石が多くかんらん石を伴う。

基質: 微小な長石（斜長石と少量のアルカリ長石）に微小な輝石と不透明鉱物が伴われる。



単斜輝石斑晶（中央：開放ニコルで薄緑色：劈開がある）とかんらん石斑晶（左側：開放ニコルで無色：劈開なし）。



石基は微粒な長石、不透明鉱物および輝石からなる。斜長石の斑晶には縞模様の双晶がある。

図 3.2.16: サンプル No.140415-1 の薄片写真

## c.2 黒曜石溶岩：黒曜石溶岩及びドーム：Qr2

層相： Fentale 山に分布する黒曜石溶岩。

分布： Fentale 山西麓の Bogda、Dinbiba、Fentale 山南東麓の Sodido。

層厚： Bogda で約 8m。

模式地： Dinbiba (L-KF29)

対比： GSE (1978) において Nn: Nazret Group に対比される。



Fentale イグニブライトを不整合に覆う

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.2.17: Dinbiba(L-KF29)

## c.3 沖積層：Qa

層相： 細砂及び泥

分布： Awash 川

層厚： 1～5m

### 3.3 Mojo-Arerti-Debre Birhan 周辺地域

#### 3.3.1 概説

Mojo、Arerti 及び Debre Birhan 周辺は、中央エチオピア高原および MER の中央部であり、高原は主に中新世火山堆積物に、MER 中央部は更新世堆積物により広く覆われている。最下位の地層は Kesem 川流域に分布する Kesem 玄武岩類。Debre Birhan イグニブライトはイグニブライト及び火山灰によりセメントされた礫岩から構成されており、Kesem 玄武岩類を覆い、Kesem 川北側の台地で観察される。Tarmaber-Megezeze 玄武岩類は高い山地を形成しており、年代は Zanettin 他 (1974) で 13Ma、Chernet 他 (1998) で 10.4Ma が報告されている。鮮新世にはいり、Bokan 流紋岩類、Nazret 火砕堆積物、Tulu Rie 玄武岩類がリフト底で観察される。Nazret 火砕堆積物は Kesem 川の南側の台地で広く観察される。Tulu Rie 玄武岩類は Bofa 玄武岩類と対比され、Mojo 周辺に分布する。年代は INGEIS-Buenos Aires で  $2.7 \pm 0.1$ Ma、Chernet 他 (1998) では  $1.44 \pm 0.03$ Ma が測定されている。更新世に入り、Dino イグニブライト、Chefe Donsa 火砕堆積物、Zikwala トラカイト、マール堆積物、Boseti 降下軽石、Fentale イグニブライトがリフト底に分布する。

表 3.3.1 に Mojo-Arerti-Debre Birhan 周辺地域における地質層序を示す。

表 3.3.1: Mojo-Arerti-Debre Birhan 周辺の地質層序

年代区分	層序	層相	凡例	年代			
第四紀	更新世	Qal	沖積層 砂、粘土、湖沼堆積物				
		Qi3	Fentale イグニブライト 淡緑色強溶結凝灰岩		168,000±38,000 y (OWWDSE ,2013)		
		Qp2	Boseti 降下軽石 降下軽石及び火山灰				
		Qb1	更新世玄武岩類 無斑晶玄武岩		Zikwala olivine basalt : 0.61±0.03Ma (Morton et al.,1979)		
		Qs	マール堆積物 砂及び凝灰岩互層				
		Qt	Zikwala トラカイト 暗灰色多孔質トラカイト		0.85±0.05Ma, 0.92±0.04Ma, 1.28±0.15Ma (Morton et al.,1979)		
		Qp1	Chefe Donsa 火砕堆積物 軽石及びタフ、弱溶結した溶結凝灰岩を挟在する		Chefe Donsa pyroclastic deposits : 1.71±0.04 Ma(Morton et al.,1979), 2.24±0.3 Ma(IGGI-Pisa)		
		Qi1	Dino イグニブライト 黒曜石レンズを含む溶結凝灰岩		Dino : 1.5my (Mobidelli et al., 1975), 1.51 Ma (Kazmun, et al.,1978)		
		新生代	鮮新世	Tb3	Tulu Rie 玄武岩類 無斑晶玄武岩		Tulu Rie basalt: 2.7±0.1 Ma(INGEIS-Buenos Aires), 1.44±0.03 Ma(Chernet et al., 1998) Bofa : 1.21 Ma (Kazumin, et al., 1978), 6.1-4.4 Ma(Morton et al.,1979)
				Ti2, Ti3	Nazret 火砕堆積物 淡～暗灰色含黒曜石レンズ溶結凝灰岩 軽石及び凝灰岩		Nwp : 3.5±0.1 Ma, 3.2±0.1 Ma(IGGI-Pisa), 4.7±0.7 Ma, 5.4±0.2 Ma(INGEIS-Buenos Aires), 3.32±0.06 Ma, 3.11±0.06 Ma(Morton et al., 1979)
Tr2	Bokan 流紋岩類 軽石質凝灰岩を含む流紋岩						
Tb2	Tamaber-Megeze 玄武岩類 無斑晶玄武岩				Anchar : 12.4 Ma (Kazumin et al., 1978) Mt. Megezeze: 13Ma, (Zanettin et al., 1974), 10.4Ma, (Chernet et al., 1998)		
Ti1	Debre Birhan イグニブライト 上部礫岩(緑色溶結凝灰岩礫を含む白色火山灰でセメントされている)、凝灰岩、砂岩互層 緑色圧密～溶結凝灰岩 下部礫岩(白色火山灰でセメントされている)、凝灰岩、砂岩互層						
第3紀	中新世	Tb1	Kesem 玄武岩類 斜長石玄武岩 軽石質凝灰岩を含む流紋岩 (Balchi 流紋岩)		24-23Ma (Chernet et al., 1998), 14.4 Ma (Kuntz et al., 1975), 28-15 Ma (Morbidelli et al., 1975), 21.06±1.5 Ma, 14.94±1.5 Ma, 17.4±1.0 Ma (Kazumin, et al., 1978)		

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

### 3.3.2 地質各説

#### a. 新第三系中新統～鮮新統

##### a.1 Kesem玄武岩類：斜長石玄武岩、流紋岩：Tb1

層相： 斜長石の巨晶を含む多孔質玄武岩及び流紋岩から構成される。模式地では岩相から3層に区分される。下位から、淡青色～灰白色流紋岩（層厚 40m+、Balchi 流紋岩）、灰白～淡青色軽石混じり凝灰岩（層厚 2m+）、青灰色多孔質斜長石玄武岩（層厚 20m+）が分布している。Welenchiti 北東の Tigre Ridge (L-MAD22) では、岩相から3層に区分される。下位から、赤褐色凝灰角礫岩（層厚 2m+）、柱状節理の発達した黒色細粒斜長石玄武岩（層厚 17m）、黒色塊状細粒玄武岩（層厚 17m+）。本層は、Arerti-Kesem 川ルート沿いの露頭（L-MAD29）で、Derbre Birhan イグニンブライト下部礫岩に不整合で覆われる。

分布： Kesem 川流域に広く分布、Balchi 周辺、Melka Jiro 西方崖に北東-南西方向に分布。

層厚： 模式地周辺で 62m+、Kesem 川沿いに 200m 以上。

模式地： Balchi (L-MAD14)。

対比： GSE (1985) では AGRAP (2009) では、N1a: Alaji basalts に GSE (2010) では Tkb: Kesem basalt に対比される。



青灰色多孔質斜長石玄武岩



最下部、Balchi 流紋岩

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.1: Balchi(L-MAD14) (上段)、Balchi(L-MAD15) (下段)

## a.2 Debre Birhanイグニンプライト：イグニンプライト、礫岩、凝灰岩：Ti1

本層は岩相から3層に区分される。下位より、礫岩、砂岩、凝灰岩及び少量の軽石の互層（下部礫岩）、広く分布する中部層の圧密～溶結した細粒～中粒凝灰岩及び非溶結～弱溶結した軽石質凝灰岩（Debre Birhan イグニンプライト）、上部は Debre Birhan イグニンプライトの円礫を特徴的に含む礫岩、砂岩・凝灰岩及び少量の軽石の互層（下部礫岩）から構成される。しかしながら、下部礫岩層は Arerti-Kesem 川沿いのみ確認される。

### a.2.1 礫岩：礫岩、凝灰岩、軽石

層相： 本層は、特徴的に火山灰でセメントされた礫岩、砂岩・凝灰岩、少量の軽石からなる互層から構成されている。挟在される Debre Birhan イグニンプライトによって上下に2分される。下部は火山灰でセメントされた礫岩、砂岩、凝灰岩、少量の軽石からなる互層から構成され、上部は特徴的に Debre Birhan イグニンプライトの緑色の円礫を含む。模式地では、Debre Birhan イグニンプライトを挟在し、Nazret 火砕堆積物に不整合で覆われる。

分布： Kesem 川流域に広く分布。

層厚： 模式地周辺で下部礫岩は8m以上、上部は7.5m以上。

模式地： Aroge Minjar、Arerti-Kesem 川ルート（L-MAD29）。

対比： GSE（1985）では N1a: Alaji basalts に、GSE（2010）では、Tdig: Sela Dengay-Debre Birhan-Gorgo ignimbrite に対比される。



Debre Birhan イグニンプライトを挟在する



Nazret 火砕堆積物に不整合で覆われる



礫岩と凝灰岩の互層

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.2: Aroge Minjar(L-MAD29) (上段、中段)、Chifey(L-MAD12) (下段左)、Gina Ager (L-MAD30) (下段右)

**a.2.2 Debre Birhan イグニンプライト：圧密～溶結した凝灰岩**

層相： 本層は、緑青色～明緑色圧密～溶結した細粒～中粒凝灰岩から構成される。模式地では、Nazret 火砕堆積物に不整合で覆われる。Balchi (L-MAD14) では、Tarmaber-Megezeze 玄武岩に不整合で覆われる。

分布： Kesem 川、Kebena 川流域、Sendefa から Seno にかけての平坦面に広く分布。

層厚： Kosfe (L-MAD33,L-MAD35) で 25m 以上。

模式地： Aroge Minjar、Arerti-Kesem 川ルート (L-MAD29)

対比： GSE (1985) では N1a: Alaji basalts に、GSE (2010) では、Tkb: Kesem basalt、

及び Tdig: Sela Dengay-Debre Birhan-Gorgo ignimbrite に対比される。



Kesem basalt (Tb1)



を不整合に覆う



Tarmaber-Megezez basalt に不整合で覆われる



緑青～明緑色圧密～溶結細粒凝灰岩



Tarmaber-Megezez 玄武岩に不整合で覆われる



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.3: Aroge Minjar (L-MAD29) (上段)、Balchi (L-MAD14) (中段左)、Zengo (L-MAD10) (中段右)、Gobemsa (L-MAD25) (下段)

### a.3 Tamaber-Megazeze 玄武岩類：無斑晶玄武岩：Tb2

層相： 塊状無斑晶玄武岩及び凝灰角礫岩から構成される。模式地では Dedbre Birhan イグニブライトを不整合で覆う。Balchi (L-MAD14) では、Dedbre Birhan イグニブライトを不整合で覆い、Nazret 火砕堆積物に不整合で覆われる。

分布： Kesem 川流域に広く分布。

層厚： 模式地周辺で 20m 以上。

模式地： Gidm Asfa (L-MAD21)。

対比： GSE(1985)ではN1a: Alaji basaltsにGSE(2010)ではTtb: Tarmaber-Megeze basalt に対比される。

年代： Zanettin 他 (1974) で 13Ma、Chernet 他 (1998) で 10.4Ma が測定されている。



Debre Birhan イグニンプライトを不整合で覆う



Debre Birhan イグニンプライトを不整合で覆う  
出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

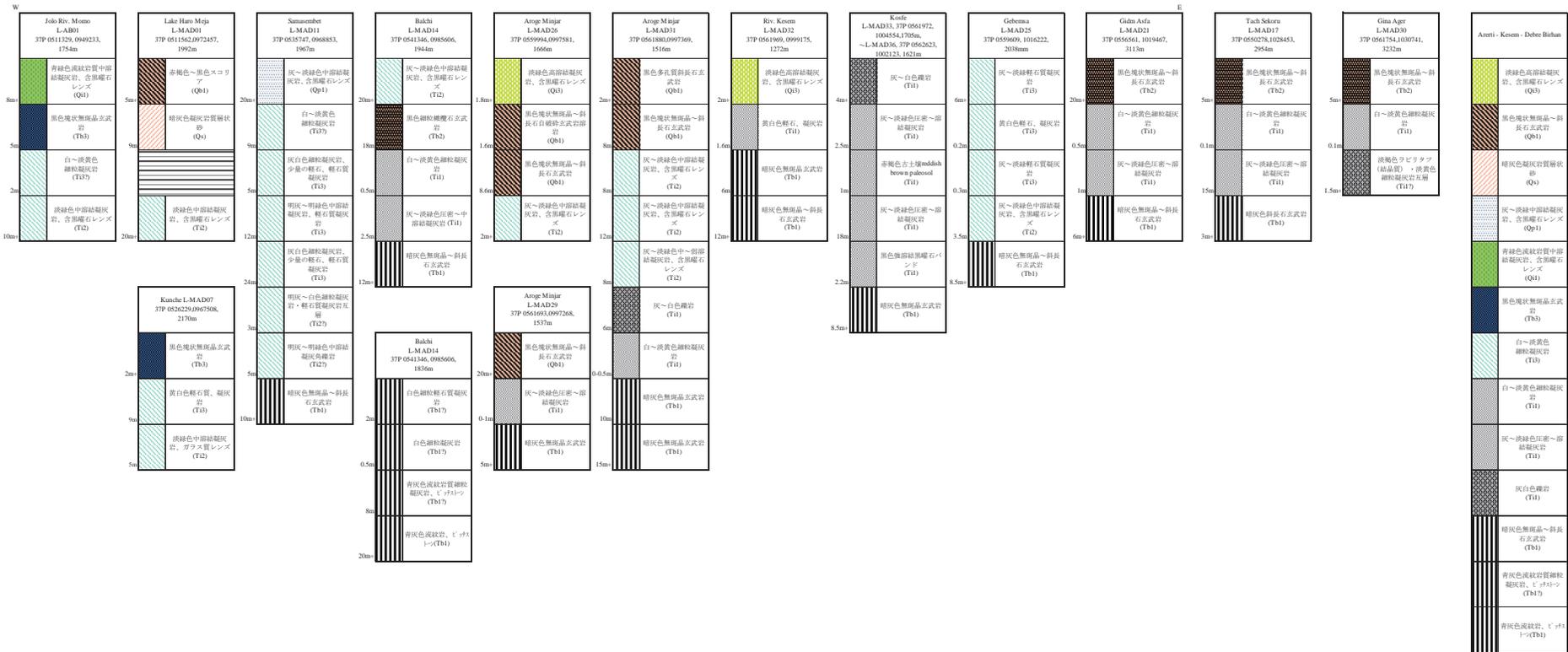


Megezeze 山 (EL.3595m)

図 3.3.4: Gidm Asfa (L-MAD21) (上段)、Zongo (L-MAD10) (下段左)、Megezeze (L-MAD24) (下段右)

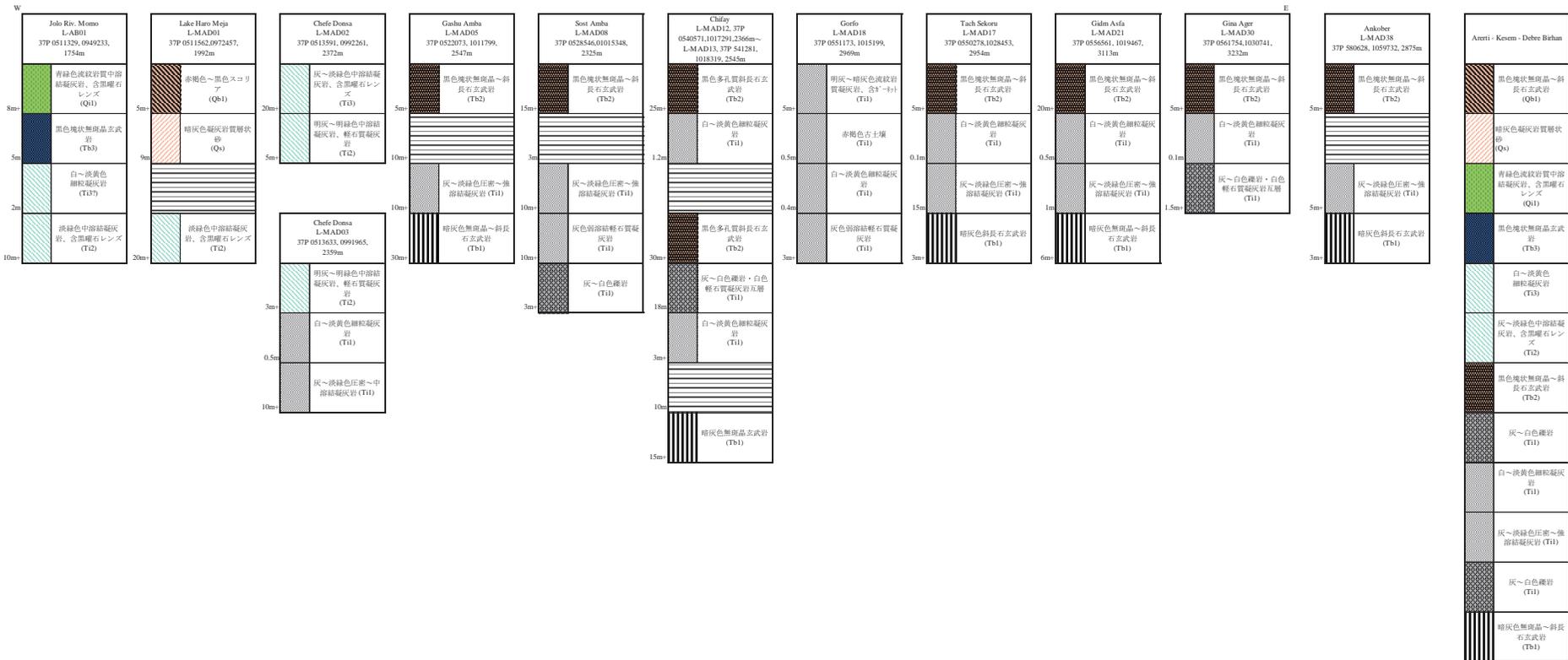
表 3.3.2に Mojo -Arerti - Debre Birhan ルート、表 3.3.3に Mojo - Chefe Donsa - Debre Birhan ルートの模式地質柱状図を示す。

表 3.3.2: Mojo -Arerti -Debre Birhan 周辺の模式地質柱状図



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

表 3.3.3: Mojo – Chefe Donsa – Debre Birhan 周辺の地質柱状図



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

**b. 新第三系 鮮新統****b.1 Bokan流紋岩類：流紋岩、軽石質凝灰岩：Tr2**

層相： 白～青灰色流紋岩、凝灰岩、軽石、ピッチストーン及び黒曜石を含む硬質凝灰岩から構成される。

分布： Balchi 西方 Bokan 山、Arerti 東方 Gebre Arada 山、Adadi Ridge に北東-南西方向に、Dikub、Yilas Ager に分布。

層厚： 模式地で 100m 以上。

模式地： Bokan 山 (L-MAD09)。

対比： GSE (1978) では N2r: Older alkaline and peralkaline rhyolite domes and flows に対比される。



黒曜石を含む流紋岩

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.5: Bokan 流紋岩類(L-MAD09)

**b.2 Nazret火砕堆積物：流紋岩質弱溶結凝灰岩及び凝灰角礫岩、軽石、凝灰岩、結晶質凝灰岩**

本層は、岩相により 2 分される；下部は、黄白色降下軽石、結晶質凝灰岩、細粒火山砂と軽石質凝灰岩の互層 (Ti2)、上部は白～青灰色流紋岩質圧密された凝灰岩、凝灰角礫岩から構成され、白色軽石、流紋岩片、破碎及び又は弱風化した黒曜石片とまれに赤茶色玄武岩片を含む (Ti3)。

**b.2.1 Nazret火砕堆積物 下部層：Ti2**

層相： 黄白色降下軽石、凝灰岩、結晶質凝灰岩、細粒火山砂と軽石質凝灰岩の互層から構成される。模式地では、軽石及び軽石質凝灰岩を少量含む灰白色細粒凝灰岩、明灰～白色細粒凝灰岩と軽石質凝灰岩の互層から構成され、Chefe Donsa 火砕堆積物に不整合で覆われる。

分布： Ejere 東方の Samasembet、Melka Jiro 西方の北東-南西方向の崖。

層厚： 模式地で 85m 以上。

模式地： Samasembet (L-MAD11)。

対比： GSE (1978) では Nn:Nazret Group に対比される。

年代： Mohr (1974) 及び Morbidelli 他 (1975) で 3.5～5.5Ma K-Ar 年代。



細粒火山砂と軽石質凝灰岩の互層

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.6: Samasembet(L-MAD11)

### b.2.2 Nazret 火砕堆積物 上部層 : Ti3

層相： 白～青灰色流紋岩質圧密された凝灰岩、黒曜石レンズを含む灰緑色溶結凝灰岩、凝灰角礫岩から構成され、白色軽石、流紋岩片、破碎及び又は弱風化した黒曜石片とまれに赤茶色玄武岩片を含む。模式地において Debre Birhan イグニンプライトの礫岩を不整合に覆う。

分布： Ejere～Arerti の平坦面を形成、Kesem 川流域に緩やかな斜面を形成し分布。

層厚： 模式地で 28m 以上。

模式地： Aroge Minjar、Arerti-Kesem 川ルート (L-MAD29)。

対比： GSE (1978) では Nn: Nazret Group に、GSE (2010) では、Tkb: Kesem basalt 及び Tdig: Sela Dengay-Debre Birhan-Gorgo ignimbrite 対比される。

年代： Mohr (1974) 及び Morbidelli 他 (1975) で 3.5～5.5Ma K-Ar 年代。



Debre Birhan イグニンプライトの礫岩を不整合に覆う

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.7: Aroge Minjar(L-MAD29)

### b.3 Tulu Rie玄武岩類：無斑晶玄武岩： Tb3

層相： 本層は、黒色無斑晶玄武岩から構成されている。模式地では、Nazret 火砕堆積物を不整合に覆う。

分布： Mojo 北方～Ejere までの北東-南西方向の丘陵地に分布。

層厚： 模式地周辺で 15m 以上。

模式地： Kunche (L-MAD06)。

対比： GSE (1978) では Bofa basalts に、F. Mazzarini 他 (1999) では、Tulu Rie basalt に対比される。

年代： Kazmin & Berhe (1978) では、1.21Ma、Morton 他 (1979) では 6.1-4.4Ma、INGEIS-Buenos Aires で  $2.7 \pm 0.1$ Ma、Chernrt 他 (1998) では  $1.44 \pm 0.03$ Ma。



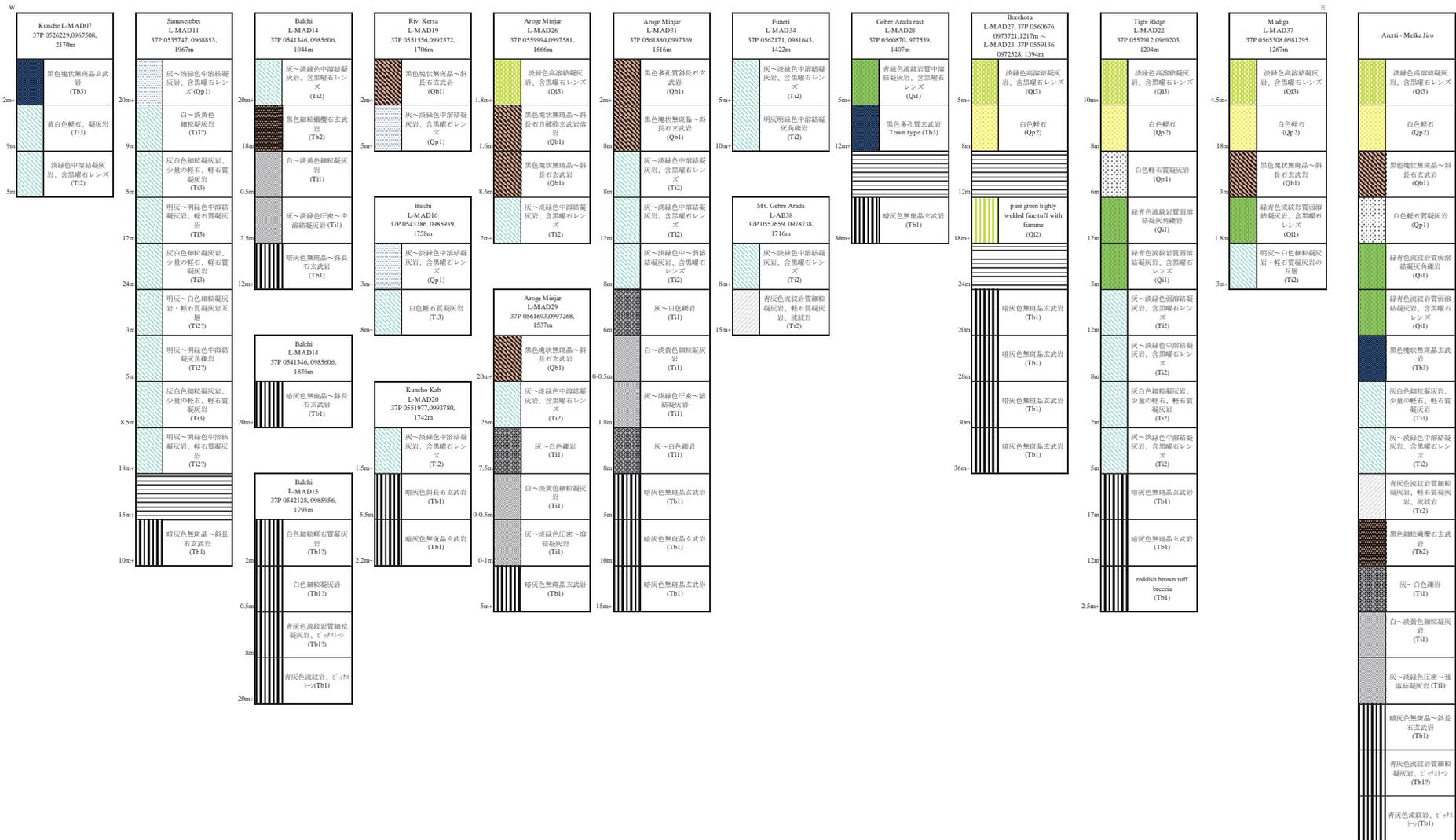
Nazret 火砕堆積物を不整合に覆う

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.8: Kunche(L-MAD06)

表 3.3.4に Arerri - Melka Jiro 周辺の模式地質柱状図を示す。

表 3.3.4: Arerri - Melka Jiro 周辺の模式地質柱状図



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

## c. 第四系 更新統

## c.1 Dinoイグニブライト：流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩：Q11

層相： 黄緑色から灰白色、流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩から構成されており、特徴的に扁平した黒曜石レンズを含む。一般にほとんどの黒曜石レンズは地層に平行または調和的であるが、地層に不規則及びまたは波状の黒曜石レンズも含まれる。摸式地では、Tulu Rie 玄武岩類を不整合に覆う。

分布： Mojo 南西部の Momo 川流域。

層厚： 摸式地で 8m 以上。

摸式地： Jelo (L-AB47)。

対比： GSE (1978) では、本層は Nn: Nazret Group に対比される。



Tulu Rie basalt を不整合に覆う

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.9: Jelo(L-MAD41)

## c.2 Chefe Donsa 火砕堆積物：軽石流、軽石質凝灰岩：Qp1

層相： 本層は軽石流、白色軽石質凝灰岩青、白色軽石および白色凝灰岩からなる。摸式地では、Nazret 火砕堆積物を不整合で覆う。

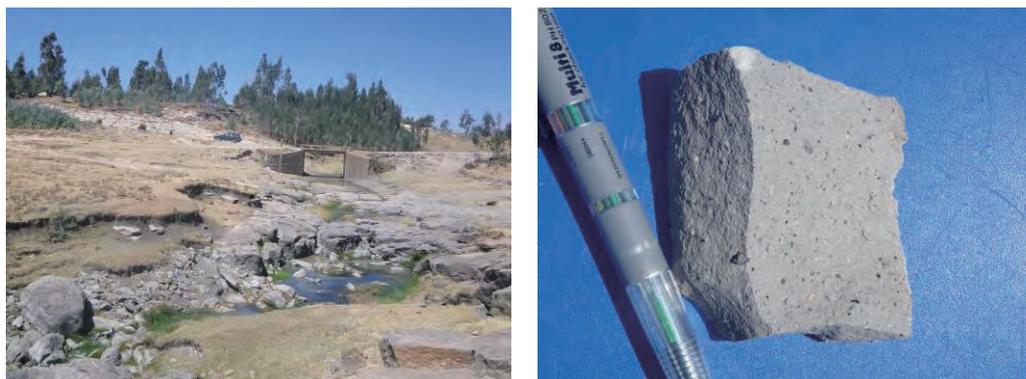
分布： Mojo～Debre Zeyt、Chefe Donsa 周辺に分布している。

層厚： 摸式地周辺で 20m 以上。

摸式地： Chefe Donsa (L-MAD02)。

対比： GSE (1978) では Nn : Nazret Group に、GSE (2010) では Ncp: Chefe Donsa pyroclastic deposits に対比される。

年代： Morrton et al. (1979) では  $1.71 \pm 0.04$  Ma、IGGI-Pisa では  $2.24 \pm 0.3$  Ma。



Nazret 火砕堆積物を不整合で覆う

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.10: Chefe Donsa (L-MAD02)

### c.3 Zikwala トラカイト：トラカイト：Qt

層相： 本層は暗灰色多孔質トラカイト及び挟在される火砕物から構成される。

分布： Zikwala 山周辺に分布している。

層厚： 模式地周辺で 130m 以上。

模式地： Zikwala 山 (L-MAD41)。

下位層との関係：本層は Chefe Donsa 火砕堆積物を不整合で覆うが、境界は不明。

対比： GSE (2010) では、本層は Qtz: Zikawala tracytes に対比される。

年代： Morton 他 (1979) では、 $0.85\pm 0.05\text{Ma}$ 、 $0.92\pm 0.04\text{Ma}$ 、 $1.28\pm 0.15\text{Ma}$ 。



暗灰色多孔質トラカイト

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.11: Zikwala 山 (L-MAD41)

### c.4 Argoba マール堆積物：砂、凝灰岩互層：Qs

層相： 本層は黄褐色凝灰岩及び白色凝灰岩の互層から構成されている。Haro Kilole 湖 (L-MAD01) において、Nazret 火砕堆積物を不整合に覆う。

分布： Argoba、Haro Kilole 湖、Haro Meja 湖、Bebeli 周辺に分布する。

層厚： 模式地で 10m 以上。

模式地： Argoba (L-MAD04)。

対比： GSE (1978) では、本層は Qwe: Bedded explosion tuffs に対比される。



黄褐色凝灰岩及び白色凝灰岩の互層



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.12: Argoba (L-MAD04) (上段)、Haro Meja 湖 (L-MAD01) (下段左)、Haro Kilole 湖 (L-MAD39) (下段右)

### c.5 更新世玄武岩類：無斑晶玄武岩及びスコリア：Tb3

層相： 本層は暗青灰色かんらん石玄武岩及びスコリアから構成されている。模式地では、Nazret 火砕堆積物を不整合に覆う。

分布： Mojo、Debre Zeyt、Arerti 北東の Kersa 川周辺に分布する。

層厚： 模式地で 5m 以上。

模式地： Kersa 川沿いの Wubit (L-MAD19)。

下位層との関係：本層は模式地において、Nazret 火砕堆積物を不整合に覆う。

対比： GSE (1978) では、本層は Qwb1: Pleistocene-subrecent basalt に対比される。

年代： Morton 他(1979)では、Zikwala 山付近のかんらん石玄武岩を  $0.61 \pm 0.03\text{Ma}$ 。



Nazret 火砕堆積物を不整合に覆う

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.13: Wubit Ager、Kersa 川 (L-MAD19)

#### c.6 Boseti 降下軽石：降下軽石、軽石質凝灰岩、凝灰岩：Qp2

層相： 淡灰色降下軽石、明灰色細粒火山灰、白色軽石質凝灰岩、青白色軽石及び凝灰岩から構成される。Tigre Ridge (L-MAD22) において、Chefe Donsa 火砕堆積物を不整合で覆う。

分布： Melka Jiro 西方の北東-南西方向の崖周辺に分布。

層厚： 模式地で 8m 以上。

模式地： Borchota (L-MAD23)。

下位層との関係：本層は更新世玄武岩類を不整合に覆うが、境界は不明。

対比： GSE (1978) では、Nn: Nazret Group に対比。



降下軽石、火山灰より構成される

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.14: Borchota (L-MAD23)

#### c.7 Fentale イグニブライト：流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩：Qi3

層相： 青緑色から黄白色、流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩から構成されており、特徴的に扁平した黒曜石レンズを含む。一般に黒曜石レンズは地層に平行または調和的である。最大 20cm の長さの黒曜石レンズ、流紋岩、強溶結凝灰岩の岩片を含む。模式地では、Boseti 降下軽石を不整合で覆う。

分布： Melka Jiro 西方の北東-南西方向の崖周辺に分布。

層厚： 模式地で 5m 以上。

模式地： Borchota (L-MAD23)。

対比： GSE (1978) では、本層は Na: Nazret Group に対比される。

年代： Williams 他 (2004) では、フィッシュントラック年代 168,000 年±38,000 年。



Boseti 降下軽石を不整合で覆う

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.3.15: Borchota(L-MAD23)

#### d. 完新統

##### d.1 沖積層：Qal

層相： 細砂及び泥。

分布： Mojo 川沿い。

層厚： 1-5m。

### 3.4 Awash-Asebe Teferi 周辺

#### 3.4.1 概説

Awash 及び Asebe Teferi 周辺は、エチオピアリフトの中央部であり、表層は完新世堆積物により広く覆われている。リフト縁辺部やリフト底には Wonji 断層群が発達しており、断層崖では鮮新世～更新世の地層が露出している。最下位の地層は Alaji 玄武岩類で南部山脈に広く分布している。Alaji 玄武岩類を覆って Huse Ridge 流紋岩類、Anchor 玄武岩類が南部山脈に北東-南西方向に分布する。Anchor 玄武岩類は Kazmin & Berhe (1978) で 12.4Ma の年代が測定されている。Gara Gumbi 流紋岩類はリフト底に残丘状に観察され、Adele 流紋岩質凝灰岩類、Bofa 玄武岩類が広くリフト底に分布している。更新世に入り、Dino イグニブライト、Dofan 玄武岩類、Asebot 溶結凝灰岩類、Awash 酸性火山堆積岩類、Fentale イグニブライトが分布する。

表 3.4.1に Awash 及び Asebe Teferi 周辺地域における層序を示す。

表 3.4.1: Awash 及び Asebe Teferi 周辺の地質層序

年代区分	層序	層相	凡例	年代			
新生代	完新世	Gal	沖積層 砂、粘土、湖沼堆積物				
		第四紀	更新世	Qi3	Fentale イグニンプライ 淡緑色強溶結凝灰岩	168,000±38,000 y (OWWDSE_2013)	
	Qi2		Asebot 溶結凝灰 岩類	黄褐色軽石質凝灰岩			
	Qi1		Dino イグニンプ ライ 緑灰色溶結凝灰岩、含黒曜石レンズ	Dino : 1.5my (Mobidelli et al., 1975), 1.51 Ma (Kazmun, et al., 1978)			
	Qb1		Dofan 玄武岩類	暗灰色多孔質斜長石玄武岩			
	Qp1		Awash Arba 火山 堆積岩類	弱溶結凝灰岩を挟む軽石及び凝灰岩	Chefe Donsa pyroclastic deposits : 1.71±0.04 Ma(Morrton et al., 1979), 2.24±0.3 Ma(IGGI-Pisa)		
	第三紀		鮮新世	Tb3	Bofa玄武岩類	無斑晶玄武岩	Tulu Rie basalt: 2.7±0.1 Ma(INGEIS-Buenos Aires), 1.44±0.03 Ma(Chernet et al., 1998) Bofa : 1.21 Ma (Kazumin, et al., 1978), 6.1-4.4 Ma(Morton et al., 1979)
			Ti2	Adele 流紋岩質 凝灰岩類	少量の溶結凝灰岩を含む軽石及び凝灰岩	Nwp : 3.5±0.1 Ma, 3.2±0.1 Ma(IGGI-Pisa), 4.7±0.7 Ma, 5.4±0.2 Ma(INGEIS-Buenos Aires), 3.32±0.06 Ma, 3.11±0.06 Ma(Morton et al., 1979)	
		Tr2	Gara Gumbi 流紋 岩類	軽石質凝灰岩を含む流紋岩			
		中新世	Tb2	Anchar 玄武岩類	黒色細粒橄欖石玄武岩	Anchar : 12.4 Ma (Kazumin et al., 1978) Mt. Megezeze: 13Ma, (Zanettin et al., 1974), 10.4Ma, (Chernet et al., 1998)	
	Tr1		Huse Ridge 流紋 岩類	明灰～淡ピンク色流紋岩質弱溶結細粒凝灰岩			
	Tb1		Alaji 玄武岩類	斜長石玄武岩	24-23Ma (Chernet et al., 1998), 14.4 Ma (Kuntz et al., 1975), 28-15 Ma (Morbidelli et al., 1975), 21.06±1.5 Ma, 14.94±1.5 Ma, 17.4±1.0 Ma (Kazumin, et al., 1978)		

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

### 3.4.2 地質各説

#### a. 新第三系中新統～鮮新統

##### a.1 Alaji玄武岩類：多孔質玄武岩：Tb1

層相： 斜長石の巨晶を含む多孔質玄武岩及び無斑晶玄武岩から構成される。模式地では岩相から2枚のフローユニットに区分される。下位から、暗灰色多孔質玄武岩（層厚 10m+）、灰白色～暗灰色多孔質な柱状節理の発達する斜長石玄武岩（層厚 10m+）。Komena (L-AA35) では、下位の斜長石を

多く含む多孔質玄武岩と上位の無斑晶玄武岩の2枚のフローユニットが観察された。本層は Asebe Teferi から 10km 北西の Huse Ridge (L-AA53) において、Huse Ridge 流紋岩類 (Tr1) に不整合で覆われる。

分布： Arba Rekete 周辺、Asebe Teferi 北西方の Huse Ridge 付近、Cheleleka 周辺に分布している。

層厚： 模式地周辺で 20m 以上。

模式地： Asebe Teferi から 5km 南西方の Arba Rekete (L-AA59)

下位層との関係： 同地域の最下層と考えられる。

対比： AGRAP (2009) では、PNa1: Alajae formation に、GSE (1978) では、N1a: Alaji basalts に、GSE (1985) では P3N1a: Alaji basalts に対比される。



模式地の灰白色多孔質な斜長石玄武岩



斜長石玄武岩



斜長石玄武岩

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.4.1: Arba Rekete(L-AA59) (上)、Komena(L-AA35) (左下)と Cheleleka(L-AA09) (右下)

#### a.2 Huse Ridge流紋岩類：流紋岩、流紋岩質凝灰岩、軽石質凝灰岩、トラカイト ト：Tr1

層相： 白色から青灰色まれに淡いピンク色の流紋岩から凝灰岩及びトラカイトから構成される。Asebe Teferi の採石場 (L-AA55) において Anchor 玄武岩類に不整合で覆われる。模式地では北東-南西方向の尾根 (高さ 50m 以上) を形成している。

分布： Beka から Mieso の南東 10km に位置する Huse Ridge にかけて北東-南西方向に分布している。

層厚： 模式地周辺で 50m 以上。

模式地： Mieso 南東 10km の Huse Ridge (L-AA53)。

対比： AGRAP (2009) 及び GSE (1985) では、N1r: Arba Guracha silicics に対比される。



模式地に分布する流紋岩質凝灰岩

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.4.2: Huse Ridge (L-AA53)

### 岩石薄片観察

サンプル No.: 140416-1

採取位置： Arba 川中流の段丘上 Gericha、灰色の幅 5m の貫入岩（流紋岩状の外観）(L-AA61)。

層準： 鮮新世流紋岩類

岩石タイプ： トラカイト

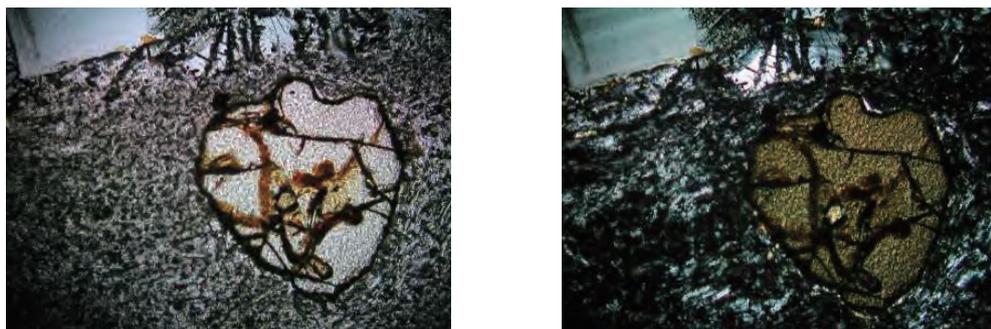
組織： 斑状組織、流理伴う。

斑晶： アルカリ長石（サニディン～アノーソクレース）の斑晶は大きく多い。輝石が長石斑晶中に形成されていることがある。かんらん石の小斑晶が少数認められる。

石質： 定向性がある微小な長柱状長石に微小な輝石と不透明鉱物が伴われる。



アルカリ長石の斑晶に輝石を伴う。石基に認められる流理構造は鉱物サイズの違いによる。



石基の自形をなす長石は流理的に配列する。小さいかんらん石の斑晶が認められる。

図 3.4.3: サンプル No.140416-1 の薄片写真

サンプル No.: 140416-2

採取位置: Gericha から Arba 川へ下る道路沿い (L-AA61)。

層準: 鮮新世流紋岩類中に取り込まれたブロック

岩石タイプ: 玄武岩、灰色細粒岩（玄武岩状）

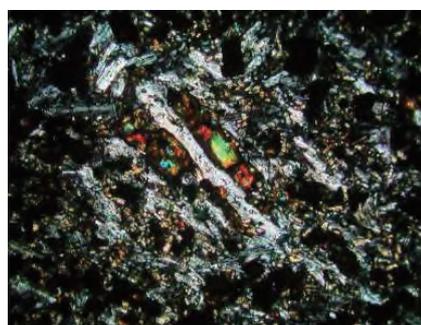
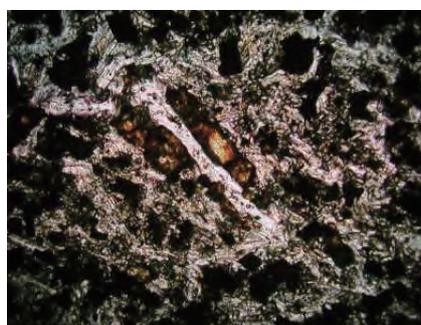
組織: 微粒塊状で斑晶は細粒で少ない。

斑晶: 細粒な斜長石。

石質: 微小な長石（斜長石、アルカリ長石）に微小な輝石、かんらん石と不透明鉱物が伴われる。不透明鉱物は多く含まれる。



細粒の斜長石斑晶が少数認められる。石基には不透明鉱物が多い。



石基は微粒な長石、不透明鉱物、かんらん石およびさらに微粒な輝石（開放ニコルで薄い緑色、十字ニコルで高い干渉色をなす）からなる。

図 3.4.4: サンプル No.140416-2 の薄片写真

### a.3 Anchor 玄武岩類：塊状玄武岩、凝灰角礫岩：Tb2

層相： 塊状無斑晶玄武岩及び凝灰角礫岩から構成される。模式地では岩相から3層に区分される。下位から、暗灰～黒色柱状節理の発達するかんらん石玄武岩（層厚 40m+）、赤褐色自破砕かんらん石玄武岩（層厚 6m）、赤褐色玄武岩質凝灰角礫岩（層厚 6m）。Awash 川（L-KF45）において、本層は Bofa 玄武岩類に不整合で覆われる。

分布： 南部の山脈において北東-南西方向に延び、Awash、Asebot、Debala、Cheleleka 付近に分布する。

層厚： 模式地周辺で 58m。

模式地： Asebe Teferi（L-AA59）。

対比： AGRAP（2009）及び GSE（1985）では、N1n: Anchor basalt に対比される。



Huse Ridge 流紋岩を不整合で覆う



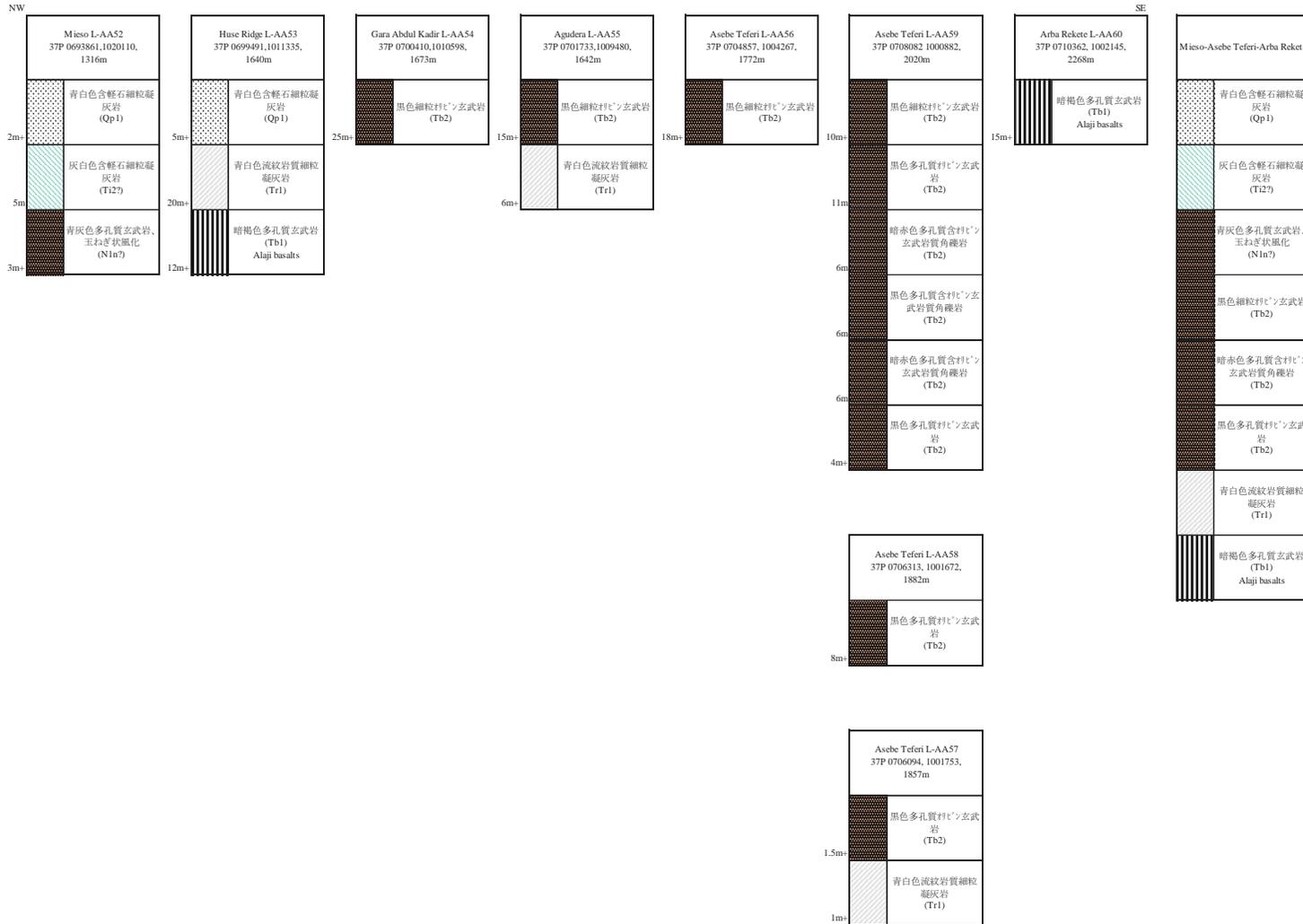
暗灰色無斑晶玄武岩

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.4.5: Asebe Teferi(L-AA57) (上段)、Agemti(L-AA20) (下段)

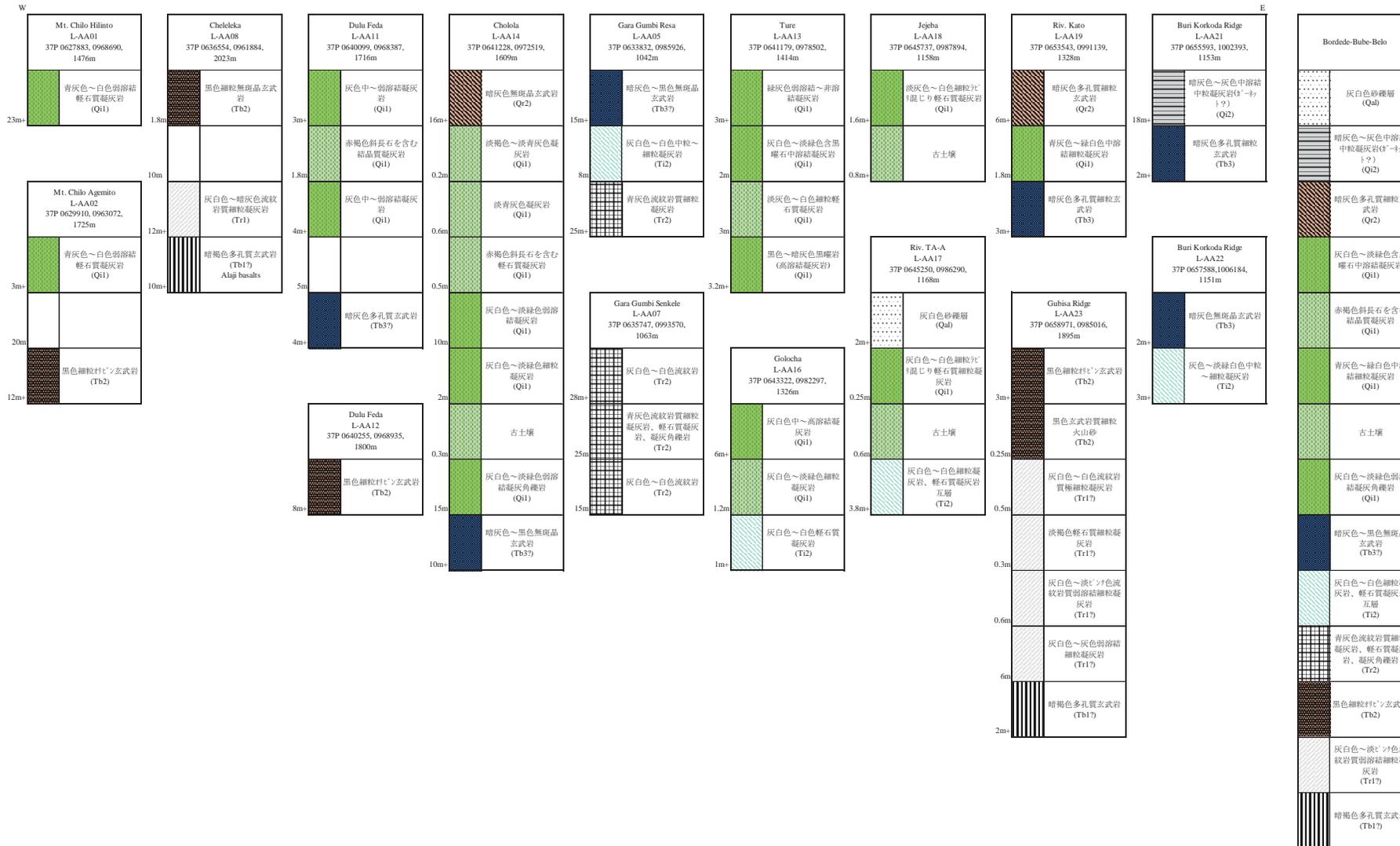
表 3.4.2に Mieso-Asebe Teferi 周辺、表 3.4.3に Bordede-Bube-Belo 周辺の模式地質柱状図を示す。

表 3.4.2: Mieso-Asebe Teferi 周辺の模式地質柱状図



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

表 3.4.3: Bordede-Bube-Belo 周辺の模式地質柱状図



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

## b. 新第三系 鮮新統

## b.1 Gara Gumbi流紋岩類：流紋岩、流紋岩質凝灰岩、軽石質凝灰岩：Tr2

層相： 白色から青灰色流紋岩、溶結凝灰岩、凝灰岩、白色軽石、黒曜岩、黒曜石を含む硬質な凝灰岩から構成される。模式地では青灰色流紋岩中に白色流紋岩質凝灰岩及び軽石質凝灰岩が挟まれる。Dalecha (L-AA46) では層相から以下の5層に区分される。下位から青灰～白色流紋岩質細粒凝灰岩（層厚 10m+）、青灰～緑灰色溶結凝灰岩（層厚 5m）、灰褐～白色軽石質凝灰岩（層厚 3m）、黒曜岩を伴う灰白～暗灰色流紋岩（層厚 10m）、青白色流紋岩質凝灰岩（層厚 20m+）に区分される。

分布： Gara Gumbi 周辺、Asebot の Dalecha 山、Adele 周辺、Mieso 北部に丘陵状に分布している。

層厚： 模式地で約 65m、Dalecha (L-AA46) で約 50m+。

模式地： Gara Gumbi Shinshit (L-AA06)。

対比： AGRAP (2009) では、Nry: Rhyolitic volcanic centers に、GSE (1985) では、N1-2gg: Stratoid silicics に対比される。



模式地の白色凝灰岩及び軽石質凝灰岩



黒曜石を含む流紋岩質凝灰岩。

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.4.6: Gara Gumbi(L-AA06) (上)と Dalecha(L-AA46) (下)

## b.2 Adele流紋岩質凝灰岩類：流紋岩質弱溶結凝灰岩、凝灰角礫岩、軽石、凝灰岩結晶質凝灰岩：Ti2

層相： 本層は軽石質凝灰岩及び硬質凝灰岩から構成される。岩相は灰褐色～灰色軽石質凝灰岩（層厚 10m+）、白～灰白色細粒凝灰岩（層厚 2.5m）、暗灰

色中粒凝灰岩と青灰色細粒凝灰岩の互層 (3m)、淡青色細粒～極細粒凝灰岩 (層厚 0.6m)、白色細粒凝灰岩 (1.5m) から構成される。下部は模式地において N65°E～75°E の走向、20°～30°W の傾斜を示している。模式地近傍 (L-AA29) で玄武岩質の岩脈が貫入している。

分布： Adele、Kora、Gara Gumbi 南東麓の Jejeba から Wangeyu 周辺、Debala 北部に分布している。

層厚： 模式地周辺で 20m 以上。

模式地： Kora 近傍の Adele (L-AA30)

対比： AGRAP (2009) では、Nrig:Rhyolitic ignimbrite、N1ab:Afar stratoid basalt lower に GSE (1985) では、Nch: Chorora formation、N1-2n: Stratoid silicics に対比される。



模式地 (L-AA30) に分布する軽石質凝灰岩、凝灰岩互層



模式地近傍 (L-AA29) で、本層に貫入する玄武岩質岩脈

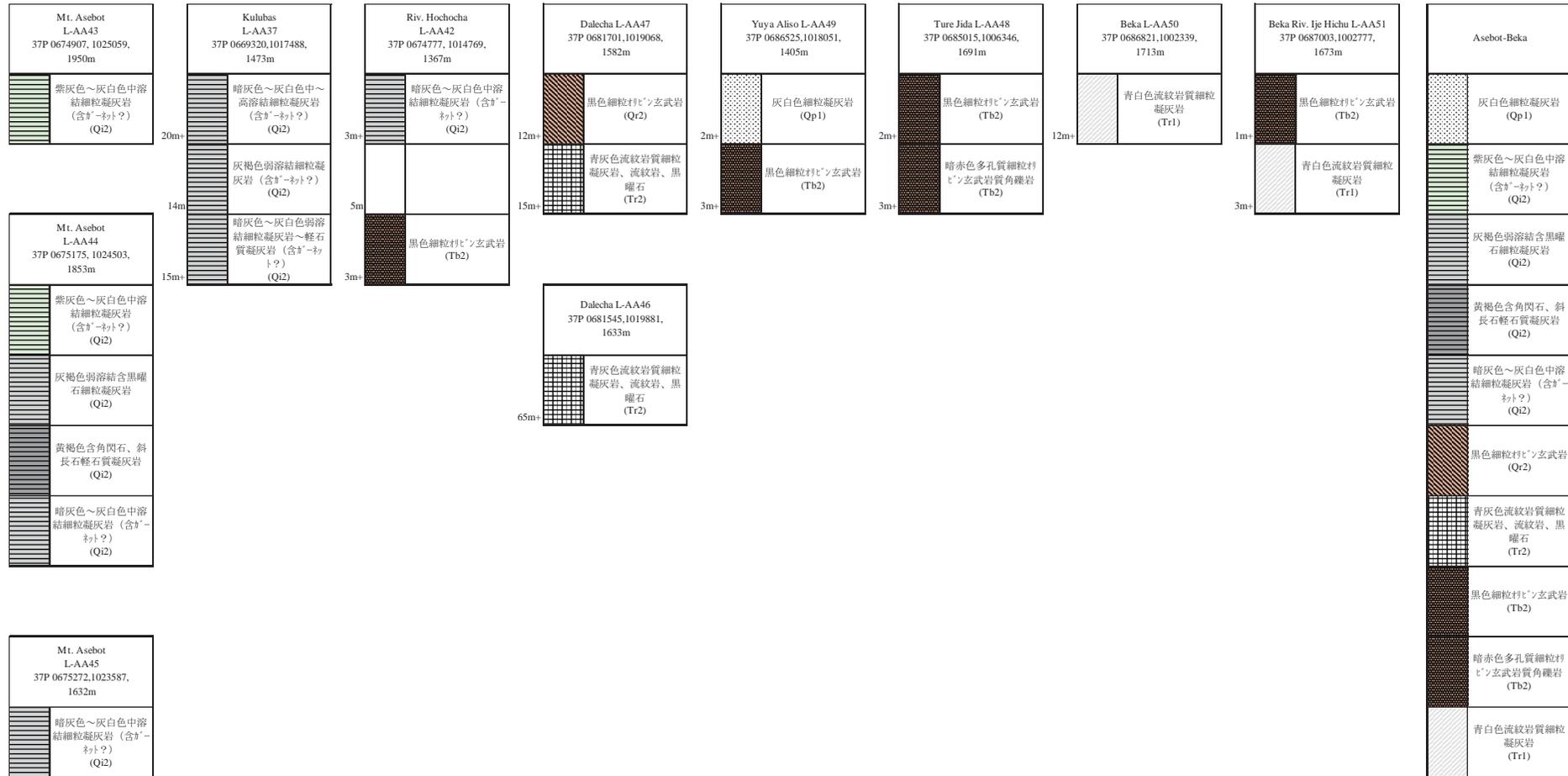
出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.4.7: 模式地(L-AA30)(上)と模式地近傍(L-AA29)(下)

表 3.4.4に Adami Hara-Kora-Debala 周辺、表 3.4.5に Asebot-Beka 周辺の模式地質柱状図を示す。



表 3.4.5: Asebot-Beka 周辺の模式地質柱状図



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

### b.3 Bofa玄武岩類：塊状無斑晶玄武岩及び玄武岩質凝灰角礫岩：Tb3

層相： 本層は暗灰色から黒色塊状無斑晶玄武岩及び玄武岩質凝灰角礫岩から構成される。模式地で、本層は2層に区分される。下部は黒色玄武岩質凝灰角礫岩（層厚 6m）、上部は黒色塊状細粒玄武岩（層厚 14m）に区分され、Dino イグニブライトに不整合で覆われる。

分布： Awsh River、Gara Gumbi Rasa に分布している。

層厚： 模式地で約 20m。

模式地： Awash River（L-KF43）。

対比： GSE（1978）では Bofa Basalts に、GSE（2010）では Qfig: Fentale-Alay Dege ignimbrite に対比される。AGRAP（2009）では、N1ab: Afar stratoid basalt lower に対比される。



Dino イグニブライトに不整合で覆われる。



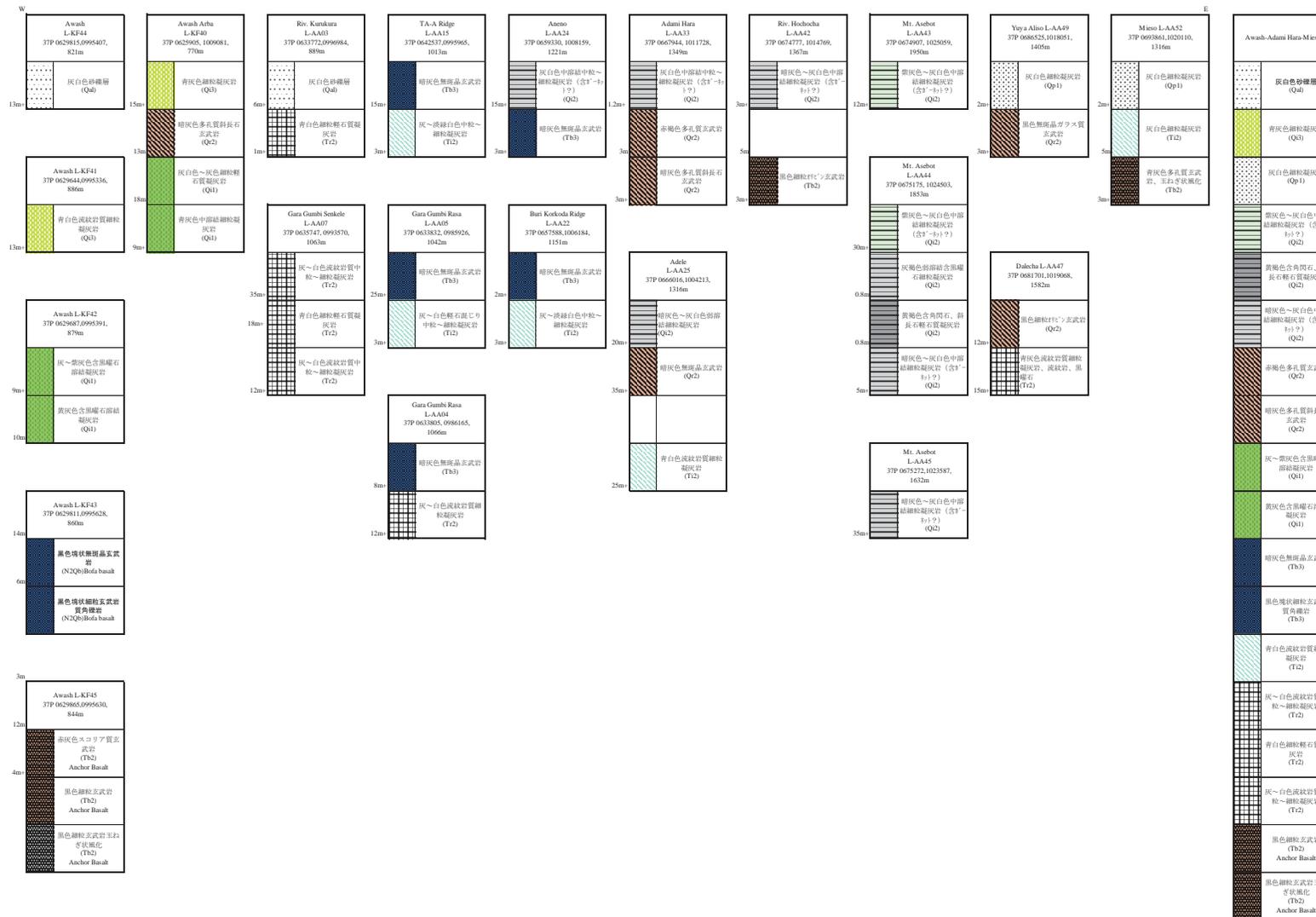
玄武岩質凝灰角礫岩

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.4.8: 模式地(L-KF43)(上)と Gara Gumbi Rasa(L-AA10)(下)

表 3.4.6に Awash-Mieso 周辺の地質柱状図を示す。

表 3.4.6: Awash-Mieso 周辺の模式地質柱状図



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

## c. 第四系更新統

## c.1 Dinoイグニブライト：Qi1

層相： 青緑色から灰白色、流紋岩質～安山岩質溶結凝灰岩から構成されており、特徴的に扁平した黒曜石レンズを含む。一般にほとんどの黒曜石レンズは地層に平行または調和的であるが、地層に不規則及びまたは波状の黒曜石レンズも含まれる。模式地では、2枚のフローユニットに区分される。下部は黄緑色、最大40cmの黒曜石レンズを含む中粒～粗粒溶結凝灰岩からなり、底部に50cmほどの非溶結部を伴い流紋岩、緑色溶結凝灰岩、白色軽石、まれに玄武岩質岩片を含み、岩片は上方粗粒化の傾向が見られる。上部は黒曜石レンズが上方細粒化、岩片（流紋岩、白色軽石、まれに緑色溶結凝灰岩）は上方粗粒化が観察される。Bordede 南部 Debela (L-AA39) 及び Komena (L-AA40) では、溶結度の垂直方向への変化が観察された。

分布： アワシュ川、Adele、Kora、Jejeba から Wangeyu 周辺、Debala、Komena 周辺に分布している。

層厚： 模式地周辺で20m以上。

模式地： アワシュ川 (L-KF42)。

対比： GSE (1978) では、本層は Qwi (Dino ignimbrites) に、GSE (2010) では、Qfig : Fentale-Alay Dege ignimbrite に対比される。

年代： Mobidelli 他 (1975) では、Karayu 付近の Awash 川の滝で、K-Ar 年代 1.51Ma



本層下部40cm超の黒曜石レンズ



非溶結部、弱溶結部、高溶結部の層相

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.4.9: 模式地 Awash River (L-KF42) (上) と Komena (L-AA40) (下)

岩石薄片観察

サンプル No.: 140416-4

採取位置: Gericha から Arba 川へ下った河床付近 (L-AA61)。

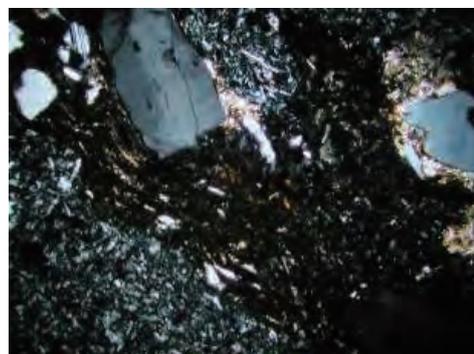
層準: Dino イグニンプライト

岩石タイプ: 溶結流紋岩質凝灰岩、火山礫を伴う溶結凝灰岩。

組織: 溶結したガラス片に斑晶由来の結晶片と岩石片を伴う。

碎屑片: アルカリ長石が優勢。扁平な軽石片も多い。塩基性～酸性の火山岩の岩片あり（粗面岩あり）。黒雲母、斜長石とマイクロクリンも認められる。

基質: 溶結した火山ガラスからなる。溶結した基質や軽石に石英や大きいサイズの沸石が形成しており続成作用の影響が考えられる。石英や沸石の形成には時間が必要なため、ある程度古い岩石である。



アルカリ長石が優勢。石英が形成された軽石片が左下にある。基質の溶結したガラス片は写真中央。



扁平な軽石の外側は溶結している。軽石の内部は沸石が形成されている。空隙には石英が埋めている。

図 3.4.10: サンプル No.140416-4 の薄片写真

## c.2 Awash Arba火山堆積岩類 : Qp1

層相: 本層は白色軽石質凝灰岩および白色凝灰岩からなり、軽石と凝灰岩の互層から構成される湖成～陸成堆積物を含む。

分布: Awash Arba 周辺に広く平坦面を形成し分布している。

層厚: 模式地周辺で 6m 以上。

模式地: Bordede 西方 Riv. Jejeba (L-AA03)

対比： GSE (1978) では、本層は Qwi2: Young ignimbrites of Fentale に、GSE (2010) では、Qfig: Fentale-Alay Dege ignimbrite、Qal: Alluvium with minor agglomerate に対比される。



軽石質凝灰岩

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.4.11: 模式地 Riv. Jejeba(L-AA03)

### c.3 Dofan玄武岩類：斜長石玄武岩：Qb1

層相： 斜長石の巨晶を含む暗灰色玄武岩、短冊状の斜長石を含む黒色玄武岩、黒色細粒かんらん石玄武岩から構成される。Awash Arba から Adami Hara 周辺では、斜長石玄武岩が卓越し、Deka Duku から Asebot 周辺では黒色細粒かんらん石玄武岩が卓越する。模式地では、上位の Asebot 溶結凝灰岩類に不整合で覆われる。

分布： Awash Arba、Buri Arba～Aneno、Adami Hara、Asebot 周辺に分布する。

層厚： 模式地で 12-16m。

模式地： Adami Hara (L-AA33)。

対比： GSE (1985) では N1\_2ab:stratoid basalt of Afar (lower part) に、GSE (2010) では、Qdb:Dofan basalt に、AGRAP (2009) では、N2ab: Afar stratoid basalt upper.に対比される。



Asebot 溶結凝灰岩類に覆われる。



Adele 流紋岩質凝灰岩類を不整合に覆う

斜長石玄武岩、GSE (2010) Dofan 玄武岩類  
に対比される

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.4.12: 模式地 Adami Hara (L-AA33) (上)、Buri Korkoda Ridge (L-AA22) (左下) と  
Awash Arba (L-KF40) (右下)

#### c.4 Asebot 溶結凝灰岩類：Qi2

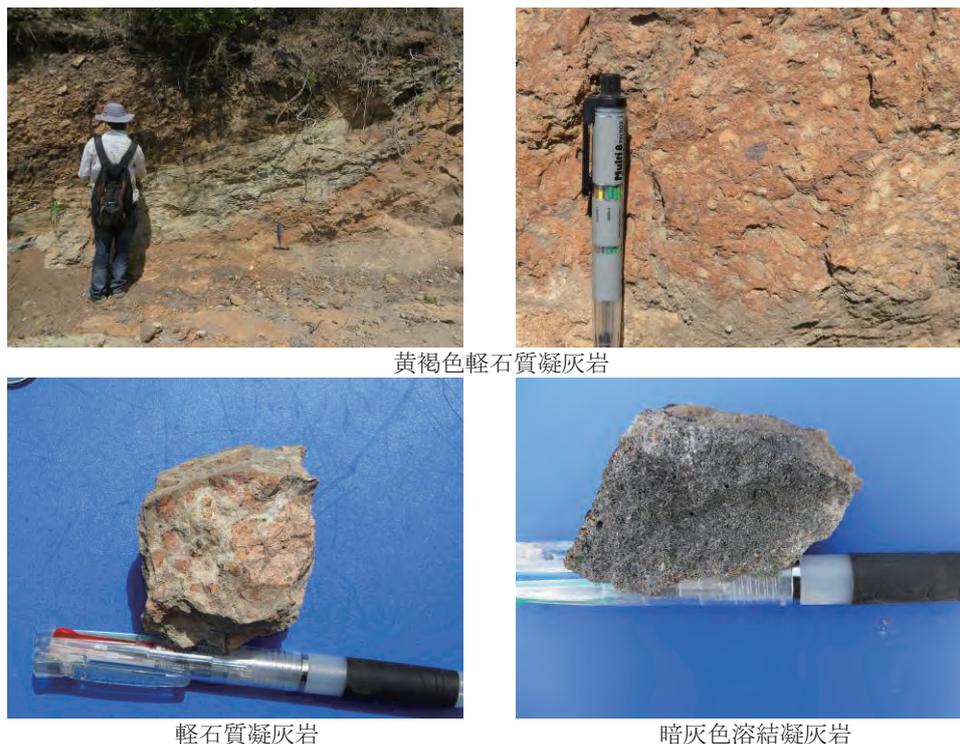
層相： 灰白～暗灰色流紋岩質溶結凝灰岩、軽石質凝灰岩から構成されており、特徴的にガーネット色、長方形～正方形の鉱物を含む。模式地では、下位より暗灰～灰白色中溶結凝灰岩（層厚 20m 以上）、黄褐色軽石質凝灰岩（層厚 0.8m）、灰褐色黒曜石レンズ含む弱溶結凝灰岩（層厚 0.8m）、紫灰色中溶結凝灰岩（層厚 5m 以上）の 4 層に区分される。Asebot 山の南西麓 Kulbus (L-AA38) では、本層の暗灰～灰白色中溶結凝灰岩が北東（Asebot 山）側に高度を増すのが観察される。

分布： Buri Arba～Aneno、Adami Hara、Asebot 周辺に広く平坦面を形成する。

層厚： 模式地で約 36m+、Kulubas (L-AA37) で約 60m+。

模式地： Asebot 山 (L-AA44)

対比： GSE (1985) では N1\_2ab: stratoid basalt of Afar (Lower part) に、GSE (2010) では、Qdb: Dofan basalt に、AGRAP (2009) では、N2ab: Afar stratoid basalt upper. に対比される。



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.4.13: 模式地 Asebot 山(L-AA44) (上)、Kulbus(L-AA38) (左下)と Aneno(L-AA21) (右下)

### c.5 Fentaleイグニンプライト：Qi3

層相： 本層は青灰色軽石質凝灰岩、溶結凝灰岩および淡緑色凝灰岩からなる。模式地では、下位の Dofan 玄武岩類を不整合に覆う。

分布： Awash、Awash Arba 周辺に広く平坦面を形成し分布している。

層厚： 模式地周辺で 15m 以上。

模式地： Awash Arba (L-KF40)。

下位層との関係：本層は模式地において下位の Dofan 玄武岩類を不整合に覆う。

対比： GSE (1978) では、本層は Nn (Nazret Group)、Qwi2: Young ignimbrites of Fentale に、GSE (2010) では、Qfig: Fentale-Alay Dege ignimbrite に対比される。

年代： Williams 他 (2004) では、フィッショントラック年代 168,000 年±38,000 年。



軽石質凝灰岩

出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.4.14: Awash River(L-KF41)

**d. 第四系完新統**

**d.1 沖積層：Qal**

層相： 細粒砂及び泥。  
分布： Awash 川岸に分布  
層厚： 1-5m

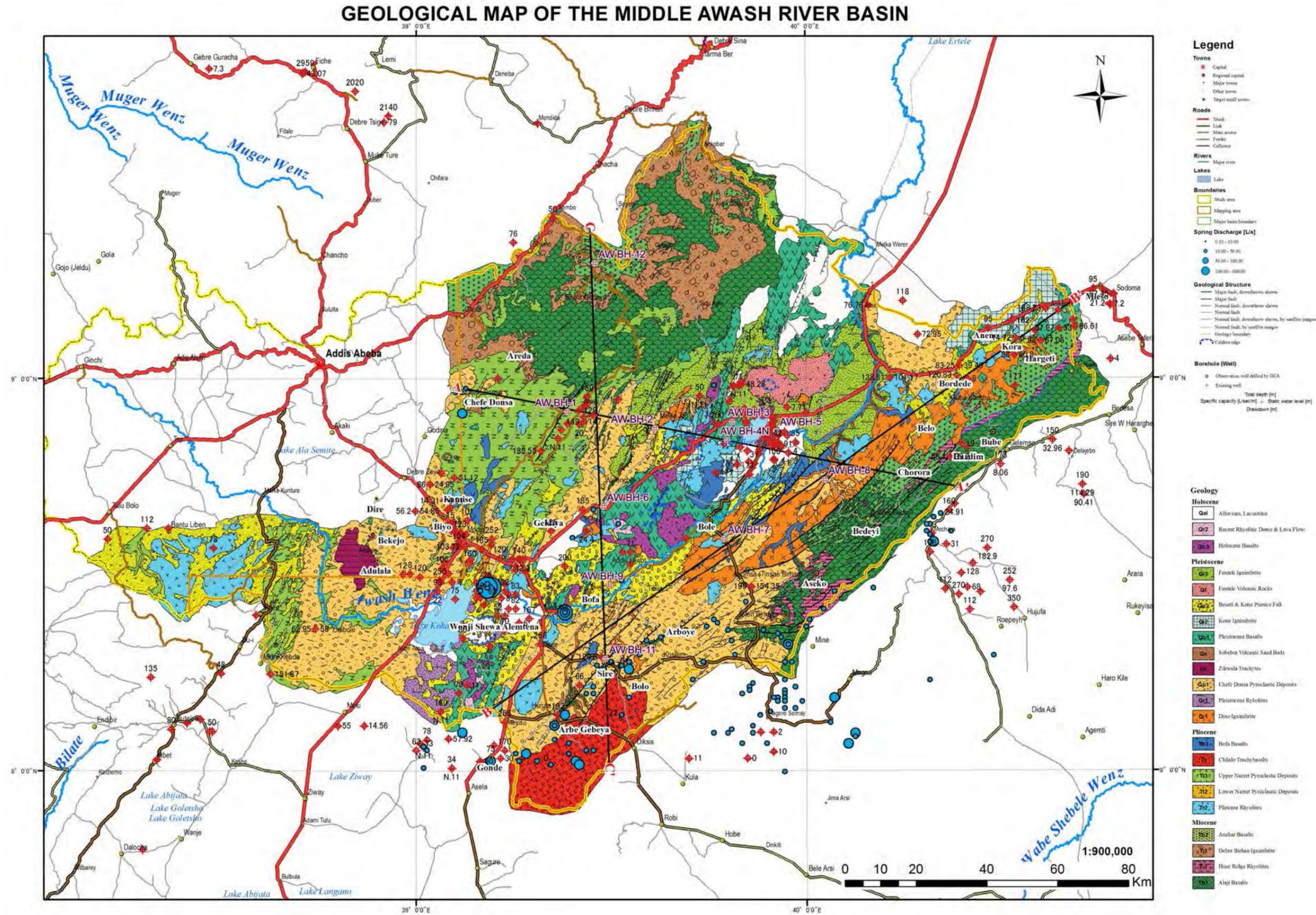
**3.5 地域別地質層序対比**

Nazret-Mt.Boseti、Kone-Mt.Fentale、Mojo-Arerti-Debre Birhan および Awash-Asebe Teferi の各地域に加え、詳細調査を実施した Beseka 湖周辺の層序をそれぞれ対比した調査地域全体の層序表を表 3.5.1に示す。

以上の地質と地質層序を基に作成した、地質平面図と地質断面図を図 3.5.1及び図 3.5.2示す。また 1/25 万の地質図（地質断面図付き）及び 1/30 万の地質図を別添図面として添付する。

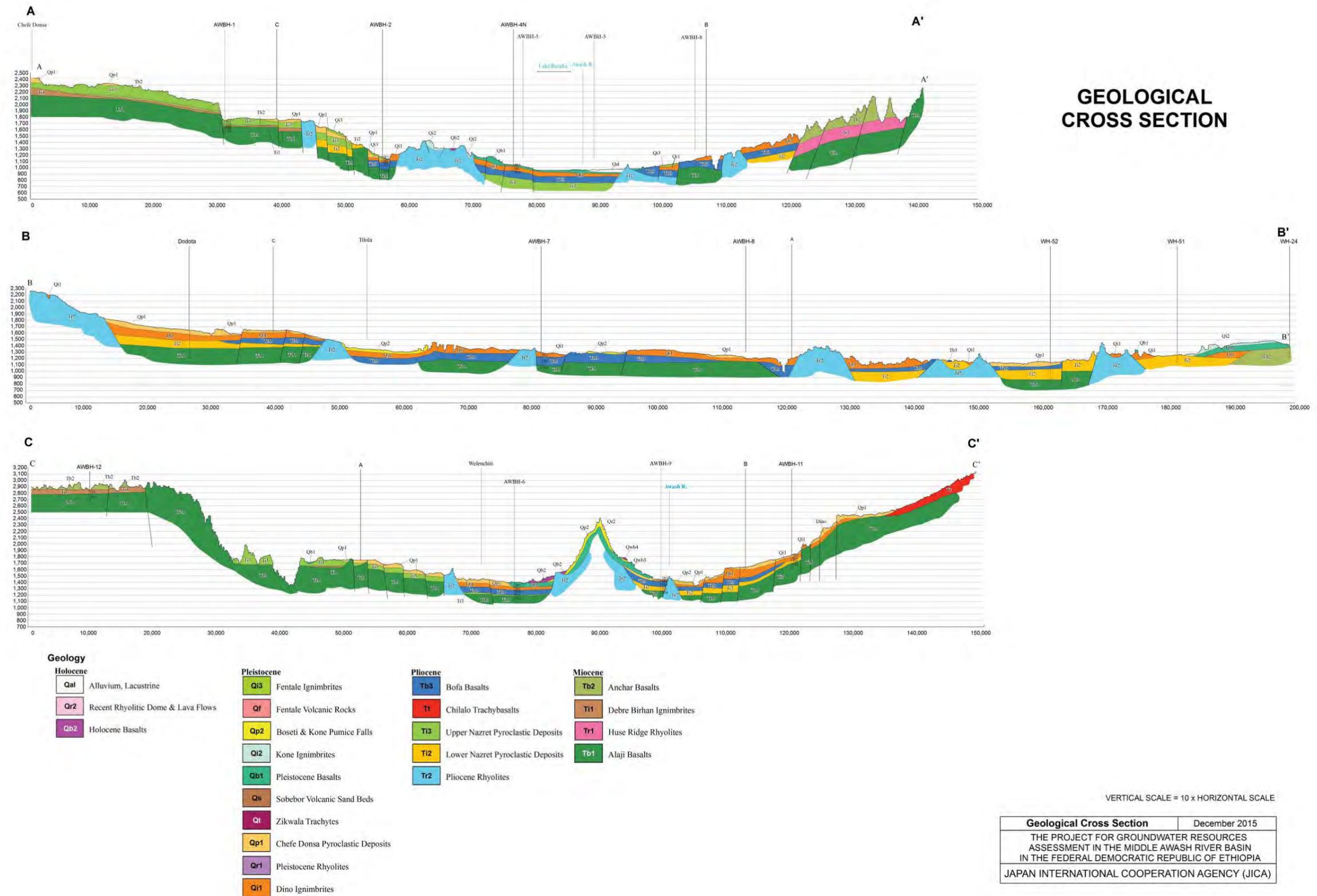
表 3.5.1: 調査地域別層序比較

年代区分	地域					調査地域全体の代表層序	年代			
	Nazret-Mt.Boseti	Kone-Mt.Fentale	Mojo-Arenti-Debre Birhan	Awash-Asebe Teferi	Lake Besaka (1:100,000)					
新生代	第四紀	完新世	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層 (Qa)	沖積層 (Qal)		
			黒曜石溶岩及びドーム	黒曜石溶岩及びドーム				黒曜石溶岩及びドーム (Qr2)		
			完新世玄武岩類	完新世玄武岩類			完新世玄武岩 (Qb2)	完新世玄武岩類 (Qb2)		
	第四紀	更新世	Fentale イグニンプライト	Fentale イグニンプライト	Fentale イグニンプライト	Fentale イグニンプライト	Fentale イグニンプライト (Qf)	Fentale イグニンプライト (Qf)	168,000±38,000 y (OWWDSE, 2013)	
				Fentale 火山岩類			Fentale 火山岩類 (Qf)	Fentale 火山岩類 (Qf)		
			Boseti 降下軽石	Kone 降下軽石	Boseti 降下軽石			Boseti-Kone 降下軽石 (Qp2)		
				Kone イグニンプライト		Asebot 溶結凝灰岩類	Kone イグニンプライト (Ql2)	Kone イグニンプライト (Ql2)		
			更新世玄武岩類	更新世玄武岩類	更新世玄武岩類	Dofan 玄武岩類	更新世玄武岩類 (Qb1)	更新世玄武岩類 (Qb1)	Zikwala olivine basalt : 0.61±0.03Ma (Morton et al., 1979)	
				Sobebor 火山性砂岩層	マール堆積物		Sobebor 火山性砂岩層 (Qs)	Sobebor 火山性砂岩層 (Qs)		
					Zikwala トラカイト			Zikwala トラカイト (Qt)	0.85±0.05Ma, 0.92±0.04Ma, 1.28±0.15Ma (Morton et al., 1979)	
			Chefe Donsa 火砕堆積物		Chefe Donsa 火砕堆積物	Awash Arba 酸性火山堆積岩類		Chefe Donsa 火砕堆積物 (Qp1)	Chefe Donsa pyroclastic deposits : 1.71±0.04 Ma (Morton et al., 1979), 2.24±0.3 Ma (GGI-Pisa)	
			更新世流紋岩類					更新世流紋岩類 (Qr1)		
			Dino イグニンプライト	Dino イグニンプライト	Dino イグニンプライト	Dino イグニンプライト	Dino イグニンプライト (Qil)	Dino イグニンプライト (Qil)	Dino ignimbrite: 1.5my (Mobidelli et al., 1975), 1.51 Ma (Kaznun, et al., 1978)	
			第三紀	漸新世	Bofa 玄武岩類	Bofa 玄武岩類	Tulu Rie 玄武岩類	Bofa 玄武岩類	Nura Hira 玄武岩類 (Tb)	Bofa 玄武岩類 (Tb3)
	Chilalo 粗面玄武岩類							Chilalo 粗面玄武岩類 (Tl)		
	Nazret 火砕堆積物	上部層				Nazret 火砕堆積物	上部層	古イグニンプライト (Ti)	上部 Nazret 火砕堆積物 (Ti3)	Nwp : 3.5±0.1 Ma, 3.2±0.1 Ma (GGI-Pisa), 4.7±0.7 Ma, 5.4±0.2 Ma (INGEIS-Buenos Aires), 3.32±0.06 Ma, 3.11±0.06 Ma (Morton et al., 1979)
		下部層					Adele 流紋岩質凝灰岩		下部 Nazret 火砕堆積物 (Ti2)	
	Chefeko 流紋岩類	Birenti-Hada 流紋岩類			Bokan 流紋岩類	Gara Gumbi 流紋岩類	Birenti-Hada 流紋岩類 (Tr)		鮮新世流紋岩類 (Tr2)	
	中新世				Tarmaber-Megeze 玄武岩類	Anchar 玄武岩類		Anchar 玄武岩類 (Tb2)	Anchar : 12.4 Ma (Kazumin et al., 1978) Mt. Megeze: 13Ma, (Zanettin et al., 1974), 10.4Ma, (Chemet et al., 1998)	
					Debre Birhan イグニンプライト			Debre Birhan イグニンプライト (Ti1)		
						Huse Ridge 流紋岩類		Huse Ridge 流紋岩類 (Tr1)		
		Alaji 玄武岩類			Kesem 玄武岩類	Alaji 玄武岩類		Alaji 玄武岩類 (Tb1)	24-23Ma (Chemet et al., 1998), 14.4 Ma (Kuntz et al., 1975), 28-15 Ma (Morbidelli et al., 1975), 21.06±1.5 Ma, 14.94±1.5 Ma, 17.4±1.0 Ma (Kazumin, et al., 1978)	



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.5.1: 地質平面図



出典：調査団、データ元：担当団員の調査結果

図 3.5.2: 地質断面図

### 3.6 既往文献との地質層序対比

本調査地域における代表的な以下の既往文献について、それぞれの地質層序と本論の層序との対比を行った結果を表 3.6.1に示す。

文献	対象地域
Kazmin & Berhe (1978)	Nazret 地域
Alidge Groundwater Resources Assessment Project (2009)	Alidge、Awash 地域
Oromia Water Works Design & Supervision Enterprise (2013)	Beseka 地域
GSE (1985)	Dire Dawa
GSE (2010)	Debre Birhan 地域
GSE (2010)	Akaki-Beseka 地域
F. Mazzarini 他 (1999)	Debre Zeyt 地域
JICA (2012)	リフトバレー湖沼地域

表 3.6.1: 既往文献との地質層序対比

年代区分	本論	Kazmin et al.(1978), GSE (1978) Nazret area	AGRAP (2009) Aldge-Awash area	OWWDE (2013) Beseka area	GSE (1985) Dire-Dawa area	GSE (2010) Debre Birhan area	GSE (2010) Akaki-Beseka area	F. Mazarini, et al.(1999) Debre Zeyt area	JICA (2012) Rift Valley lake zone	年代	
第四紀	更新世	沖積層 (Qab)		Qed, Elhviai deposit Qsd, Slope deposits Qaf, Alluvial fan Qgf, Gravel outwash		Qtr, Travertine	Qal, Alluvial with minor agglomerate Qel, Elhviai	Qus, Alluvium	Alluvium Cover	Al, Alluvium Q, Unclassified fluvial deposits	
		黒曜石溶岩及びドーム (Q2)	Qwa, Alkali and parakaik rhyolites, trachytes, domes and flows of Boset Weldoyi and Hada mountains (Wanj group) Qwpu, Unwelded rhyolitic pumice and unwelded tuffs (Wanj group)								
		完新世玄武岩類 (QB2)	Qwb3, Recent aphyric basalt (Wanj group)	QB2, Aa lava	Holocene basalt Scoria cone	Qwbh, Recent and subrecent basaltic flows and caves		Qub, Basaltic lava flows Quc, Scoria cones and fall out deposits		rb, Butajira recent basalt	
	更新世	Fantale イグニンプライト (Q3)	Qw2, Young ignimbrites of Fantale (Wanj group) Na, Ash flow tuffs, pantelleritic ignimbrites and unwelded tuffs (Nazret group)	Qed, Elhviai deposit	Fantak ignimbrite	Fantale ignimbrite	Qfig, Fantale-Ajay dege ignimbrite			G, Gonde strongly green welded tuff ob, Kulkusa highly welded tuff	168,000±38,000 y (OWWDE, 2013)
		Fantale 火山岩類 (Q)	Qw1, Trachyte flows and domes associated with Fantale, Timsh Fantale and Kone (Wanj group) Qwp, Pitchstone flows and domes (Wanj group) Qwpo, Pantelleritic volcanics of Fantale rhyolites, trachytes, tuffs and agglomerates (Wanj group)		diverse Fantale volcanics		Qfi, Fantale trachyte				
		Boseti-Kone 降下軽石 (Qp2)	Qwpu, Unwelded rhyolitic pumice and unwelded tuffs (Wanj group) Na, Ash flow tuffs, pantelleritic ignimbrites and unwelded tuffs (Nazret group) Qwb3, Recent aphyric basalt (Wanj group)							Y, Langano poorly welded pumiceous pyroclastics	
		Kone イグニンプライト (Q2)	Na, Ash flow tuffs, pantelleritic ignimbrites and unwelded tuffs (Nazret group)	N2ab, Afar stratoid basalt upper		N1_2n, Stratoid silicics	Qbh, Dofan basalt			G, Gonde strongly green welded tuff	
		更新世玄武岩類 (QB1)	Qwb1, Pliocene-subrecent basalts (Wanj group) Qwb2, Porphyritic feldspar basalts of Tulu Moya (Wanj group)	QB1, Basic lava flow and caves	Pleistocene Basalt		Qbh, Dofan basalt			ba, Ogokhe pleistocene basalt	Zikwala olivine basalt : 0.61±0.03Ma (Morton et al., 1979)
		Soberor 火山性砂岩層 (Qs)	Qwh, Basaltic hyaloclastites (Wanj group) Qwe, Bedded explosion tuffs (Wanj group)		Tuff Cone			Qup, Phreatomagmatic deposits			
		Zikwala トラカイト (Q0)						Qtz, Zikwala trachytes	Zikwala Volcanic unit		0.85±0.05Ma, 0.92±0.04Ma, 1.28±0.15Ma (Morton et al., 1979)
		Chefe Donsa 火砕堆積岩類 (Qp1)	Qwpu, Unwelded rhyolitic pumice and unwelded tuffs (Wanj group) Na, Ash flow tuffs, pantelleritic ignimbrites and unwelded tuffs (Nazret group) Qwb3, Recent aphyric basalt (Wanj group)	N2ab, Afar stratoid basalt upper	older ignimbrite of the Fantale area	N1_2n, Stratoid silicics		Ncp, Chefe dons a pyroclastic deposits	Chefe Donsa unit	W, Ketar river acidic volcanic sedimentary rocks	Chefe Donsa pyroclastic deposits : 1.71±0.04 Ma(Morton et al., 1979), 2.24±0.3 Ma(IGCP-P6a)
		更新世流紋岩類 (Qr1)	Na, Ash flow tuffs, pantelleritic ignimbrites and unwelded tuffs (Nazret group) Qwp, Pitchstone flows and domes (Wanj group)							rh, Gademotta rhyolite	
Dino イグニンプライト (Q1)	Qw1, Dino ignimbrites (Wanj group) Na, Ash flow tuffs, pantelleritic ignimbrites and unwelded tuffs (Nazret group)	Nig, Dino ignimbrite	Dino Tuff					G, Gonde strongly green welded tuff	Dino ignimbrite: 1.5my (Morbideili et al., 1975), 1.51 Ma (Kazmin, et al., 1978)		
第三紀	漸新世	Bofa 玄武岩類 (Tb3)	N2Qb, Bofa basalts	N1ab, Afar stratoid basalt lower	Bofa basalt	N1_2ab, Stratoid basalts of Afar (lower part)			Tulu Rie Basalts unit	N2b, Basalt Tulu Rie basalt: 2.7±0.1 Ma(INGEES-Buenos Aires), 1.44±0.03 Ma(Chernet et al., 1998) Bofa : 1.21 Ma (Kazmin, et al., 1978), 6.1-4.4 Ma(Morton et al., 1979)	
		Chilalo 粗面玄武岩類 (T1)	N2c, Chilalo and Badda trachytes and trachybasalts								
	中新世	Nazret 火砕堆積物上部層 (T3)	Na, Ash flow tuffs, pantelleritic ignimbrites and unwelded tuffs (Nazret group) QL Lacustrine sediments	N1ab, Afar stratoid basalt lower	older ignimbrite of the Fantale area			Nwp, Welded pyroclastic flows		rh, Rhyolitic tuff Nqs, Rhyolite	Nwp : 3.5±0.1 Ma, 3.2±0.1 Ma(IGCP-P6a), 4.7±0.7 Ma, 5.4±0.2 Ma(INGEES-Buenos Aires), 3.32±0.06 Ma, 3.11±0.06 Ma(Morton et al., 1979)
		Nazret 火砕堆積物下部層 (T2)	Na, Ash flow tuffs, pantelleritic ignimbrites and unwelded tuffs (Nazret group) QL Lacustrine sediments				N1_2ab, Stratoid basalts of Afar (lower part)		Npp, Welded to partially welded pyroclastic flows		
		鮮新世流紋岩類 (Tr2)	N2, Older alkaline and paralkaline rhyolite domes and flows Qw1, Trachyte flows and domes associated with Fantale, Timsh Fantale and Kone (Wanj group) Qwa, Alkali and parakaik rhyolites, trachytes, domes and flows of Boset Weldoyi and Hada mountains (Wanj group)	Nry, Rhyolitic volcanic centres	rhyolite domes, flows and pumice N2r	N1_2gg, Peralkaline rhyolitic and trachytic domes and flows		Nrd, Rhyolitic and trachytic lava domes		N1_2n, Rhyolitic volcanics	
中新世	Anchar 玄武岩類 (Tb2)	N1n, Anchar basalts		N1n, Anchar basalt			Tbb, Tarmaber-Megezeze basalt E3m, Tarmaber megezez formation Ega, Guraghe-Anchor basalts		Ngs, Sharenga rhyolite	Anchar : 12.4 Ma (Kazmin et al., 1978) Mt. Megezeze: 13Ma, (Zanettin et al., 1974), 10.4Ma, (Chernet et al., 1998)	
	Debre Birhan イグニンプライト (T1)						Tdg, Selh denggy-Debre birhan-Gorgo ignimbrite		Ngu, Upper basalt		
	Huse Ridge 流紋岩類 (Tr1)	N1r, Arba Garacha silicics		N1r, Arba garacha silicics					Ngu, Upper basalt		
	Alaj 玄武岩類 & Kesem 玄武岩類 (Tb1)	N1a, Alaj basalts		PNa1, Alajje formation		P3N1a, Alaj basalts	Tkb, Kesem basalt	E2a, Aba-Alaje basalts		Ngh, Beyama tuff, Ngm, Middle basalt	24-23Ma (Chernet et al., 1998), 14.4 Ma (Kuntz et al., 1975), 28-15 Ma (Morbideili et al., 1975), 21.06±1.5 Ma, 14.94±1.5 Ma, 17.4±1.0 Ma (Kazmin, et al., 1978)

## 3.7 地質構造・火山活動

### 3.7.1 断層系

主要エチオピアリフト（Main Ethiopia Rift : MER）は、強い伸張テクトニクスに支配されており、それに伴う火山噴出物を堆積する盆地である。調査対象地域は、二つの海洋性の構造体（紅海とアデン湾）と一つの大陸性の構造体（東アフリカリフト）を合わせた、三つのリフト構造体が複雑に接し合う接合点に位置している（EIGS、1987）。

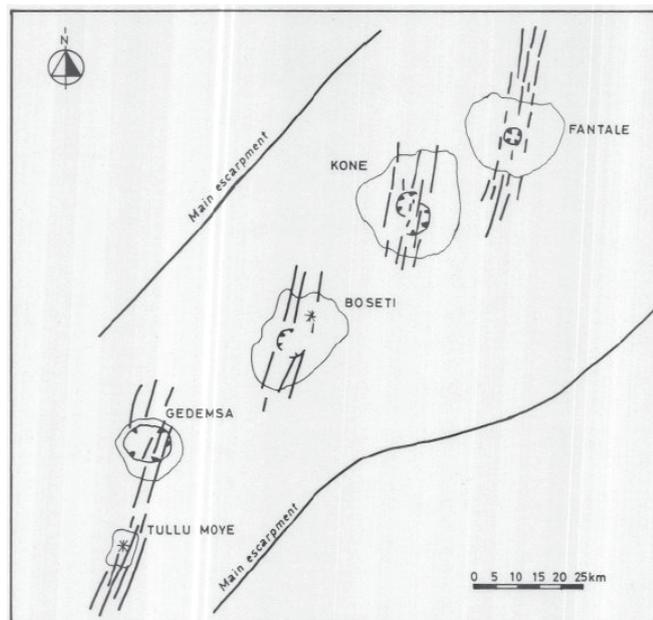
一般に、エチオピアリフトの形成過程には二つの仮定が唱えられてきた。ある研究者はエチオピアリフトほぼ単純な伸張構造によって形成されたと唱え（Mohr, 1983; Ebinger et al., 1993）、その中でも Chorowicz et al. (1994) はリフト構造体に沿った右方向の変位成分を指摘している。一方他の研究者は、第四紀におけるリフト軸に沿った左横ずれ成分の存在を指摘している（Boccaletti et al., 1999）。

Boccaletti et al. (1999) は、MER の構造場に関するそれまでの研究結果を以下のようにまとめている。MER には i) リフト縁辺部に見られる北東-南西から北北東-南南西方向のトレンドを示す断層系と、ii) 南北から北北東-南南西方向のトレンドを示す右雁行断層、いわゆる Wonji 断層群 (WFB、Mohr, 1960) の、大きく二つの断層系の存在が認められる。

### 3.7.2 活構造

Wonji 断層群 (Wonji Fault Belt : WFB) は第四紀の火山構造的活動に伴って形成されたもので、左雁行状に分割されている（Gibson and Tazieff, 1970）。これは、この場所がおそらくリフト形成初期の中心であったこと示している（Kazmin and Barhe, 1978）。

MER 全体の一般的な構造パターンは、リフト軸にそった新期の左ずれ成分の存在を示している。リフト内部に分布する WFB はほぼ北北東-南南西方向のトレンドを示し、右に雁行したセグメントを形成し、これらがリフト境界線に対して斜めに配列されている。この配列は、リフトに沿った左横ずれの剪断の存在を示す証拠であると考えられる（Boccaletti et al., 1999）。これらの断層構造によるセグメントを図 3.7.1 に示す。Kazmin and Barhe (1978) は本対象地域のリフト内部に分布する WFB について、以下のように記述している。最南に位置するセグメントは幅約 10km で、Ziway 湖の東岸に沿って Gedemsa カルデラまで延びる。多くの断層と開口割れ目が 0.5~1km 毎に分布している。このセグメントは、Tulu Moye を中心とする大規模な玄武岩の噴火と Gedemsa を中心とする珪質火山岩によって特徴付けられる。Gedemsa カルデラの北側にはこのセグメントの延長は見られず、10km ほど東へずれた別のセグメントへと移行する。このセグメントは北へ約 20m 延び、Boseti と Kone の二つの大規模な珪質火山と大規模な玄武岩の割れ目噴火によって特徴付けられる。Kone カルデラの北側には、Fentale 火山より始まるまた別のセグメントに移行する。



出典:EIGS and ELC (1987)

図 3.7.1: 北部エチオピアリフト内にみられる火山構造的軸の雁行配列

### 3.8 火山活動

#### 3.8.1 アワシュ川中流域での火山地形の特徴

アワッシュ川中流域（調査対象地域）には、中央に北東-南西方向の MER が分布し、リフトの南東側は主に中新世の玄武岩溶岩が作る標高約 2,000~3,000m の丘陵地が、また北西側は中新世から鮮新世に噴出した厚い玄武岩類及び火砕流堆積物が作る台地（標高約 2,000~3,000m）が広がっている（図 3.8.1 参照）。リフト内には、中新世から前期更新世にかけて堆積した火砕流や玄武岩質溶岩が比較的平坦な地形を広く残しているが、中心部では、中期更新世から完新世にかけて形成された成層火山やカルデラ、火山碎屑丘などが断続的に新しい地形を形成している。これらの新しい火山地形も、第四紀に形成された WFB の正断層によって連続的に切られており、北東-南西、北北西-南南東方向に伸びる数 m から 20m 程度の落差の断層崖をもつ無数の断層地形を広範囲に確認することができる。リフト側面の主要な断層崖では、河川による開析が進んでいる。

リフト中心部に分布する、後期更新世から完新世に堆積した比較的新しい玄武岩質溶岩は、表面がごつごつとした岩塊状（アア型溶岩）であるが、一部粘性の低い縄状溶岩（パホイホイ溶岩）の様相を呈する箇所も観察される。また、玄武岩噴出に関連する多くの火山碎屑丘がリフトと同じ方向（北東-南西）に断続的に分布している。火山碎屑丘は、直径 200~500m のスコリア丘が大半で、大きいものでは直径 1.5km を超えるタブリングも存在している。

対象地域内で認識されているカルデラは、いずれも後期更新世に形成されたと想定されており（EIGS and ELC, 1987）、リフト沿いに南から Gademsa カルデラ（直径約 8km）、Kone カルデラ（直径約 5km）、Fentale カルデラ（直径約 4km）がほぼ直線状に並んでい

る。

また、リフト内部の成層火山として、東から **Fentale** 火山 (2007m)、**Boseti** 火山 (2447m)、**Zikuwala** 火山 (2989m) などがある。いずれも後期更新世に形成された流紋岩質からトラカイト質の溶岩類で構成され、円錐状の成層火山地形を現在に残している。対象地域西部に広がるリフト外縁でも、**Yerer** 火山 (3099m)、**Wechecha** 火山 (3391m) などの後期更新世に活動したとされる成層火山が存在する。また対象地域最南端には、流域最高地点となる **Chilalo** 山 (標高 4005m、4170m) がトラカイト質溶岩から成る楯状火山を形成し、流域を境する南東側の丘陵地へと続いている。

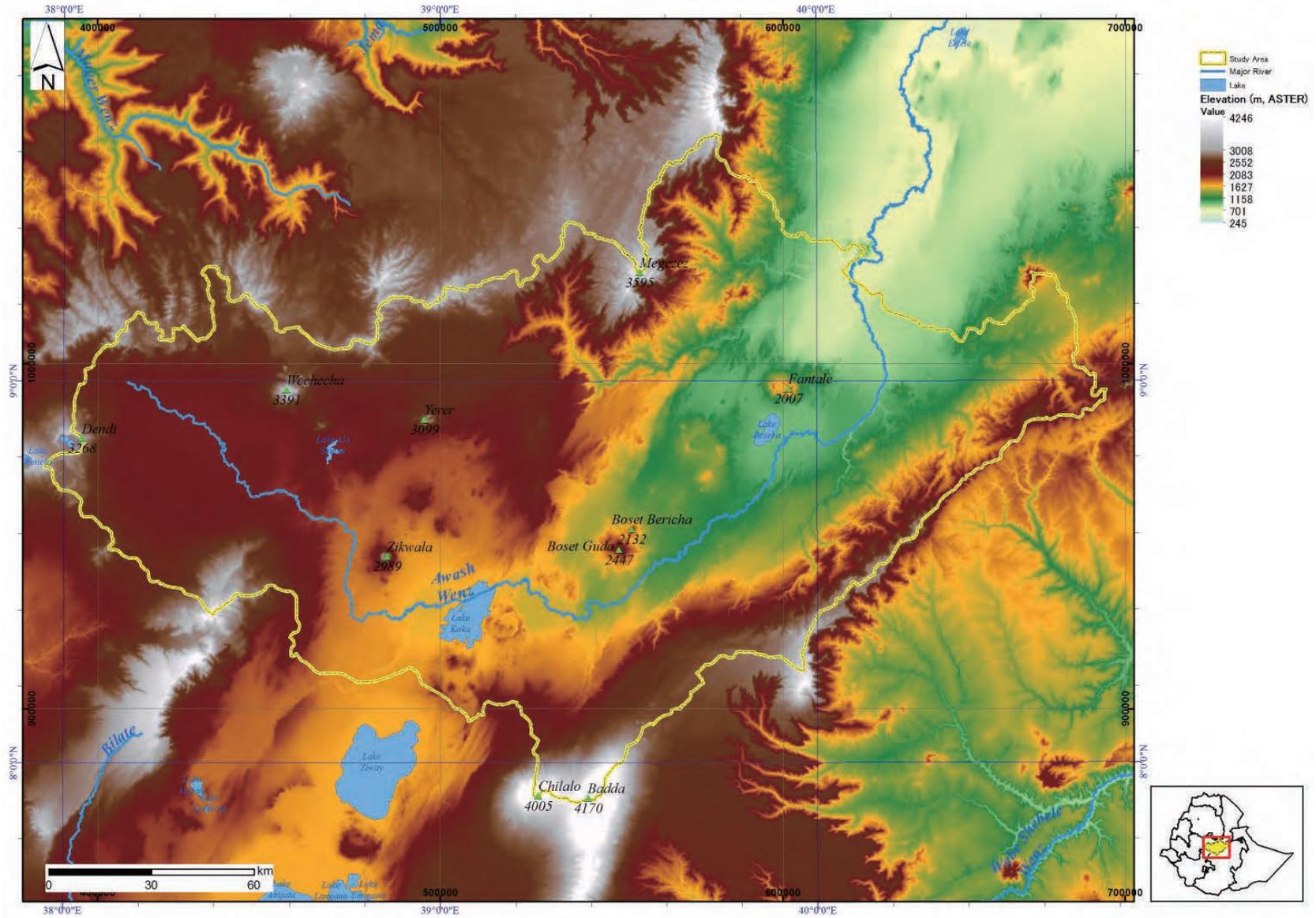


図 3.8.1: 調査対象地域の標高分布図 (DEM データ: ASTER (version 2)、解像度 30m、垂直精度 20m)

### 3.8.2 アワシュ川中流域の火山活動の変遷

Kazmin and Berhe (1978) は、MER 北部の火山活動の変遷を以下のようにまとめている。

漸新世から前期中新世の Alaji 火山活動によって、北部 MER とアファール地域の開口が始まった。地溝帯の形成の始まりは Anchar 玄武岩類と Arba Gracha 珪長質岩類 (14-10Ma) が地溝帯の斜面を境界とする地域に累積された 14Ma に遡る。初期の地溝帯の低下は古い地層の曲がりと放射状の断裂を伴い、後にアンチセティック断層へと変化していく。地溝帯の断層崖は 10Ma ごろに発達し、9.5~4Ma ごろに地溝帯内部で Nazret グループの珪長質の火山活動が始まる。その後地溝帯底部で Bofa 玄武岩類の割れ目噴火が起こり (3.5~2Ma)、雁行状に連なる Wonji 断層帯を形成する地溝帯の主要な構造運動の時期へ入る。断層帯に沿って分布する Wonji グループに属する最も古いイグニブルライトの年代は 1.5Ma と推定される。以上のように、14、10、4-5、1.6-1.8Ma の 4 つの主要な地溝帯形成ステージが想定され、それぞれの沈降ステージごとに地溝帯縁辺に楕状火山の形成を伴っている。

北部 MER の火山活動の変遷を図 3.8.2 に示す。

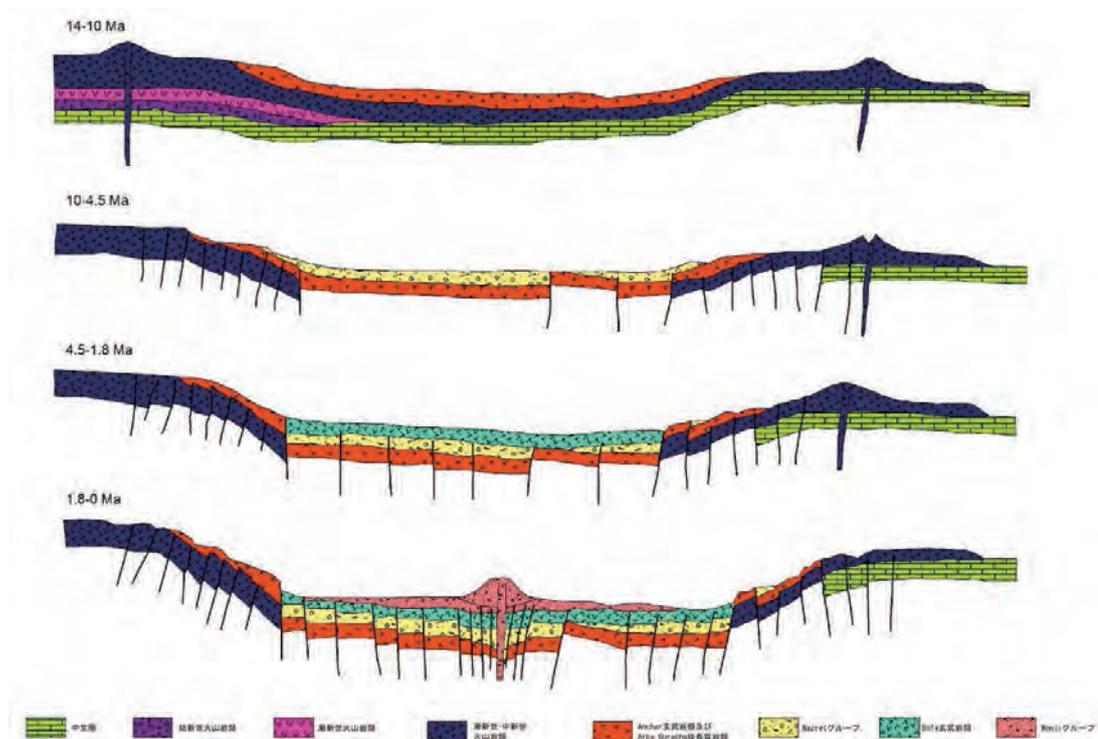


図 3.8.2: エチオピア地溝帯の変遷 (Kazmin and Berhe, 1978 を一部改定)