岐阜福井県境，冠山北西の二重山稜間の凹地を埋積した堆積物の AMS-^{14}C 年代とテフラ年代
AMS-^{14}C and tephra ages of sediments accumulated in the depression between double ridges northwest of Mt.Kanmuriyama on the boundary between Gifu and Fukui prefectures

丹羽良太[1*]・小嶋　智[2]・岩本直也[2]・金田平太郎[3]・大谷具幸[2]
Ryota Niwa[1*], Satoru Kojima[2], Naoya Iwamoto[2], Heitaro Kaneda[3], Tomoyuki Ohtani

[1]岐阜大学大学院工学研究科，[2]岐阜大学工学部，[3]千葉大学大学院理学研究科
[1]Graduate School of Engineering, Gifu University
[2]Department of Civil Engineering, Gifu University
[3]Graduate School of Science, Chiba University

Correspondence author. E-mail: r3121015@edu.gifu-u.ac.jp

Abstract

The AMS-^{14}C ages of wood fragments and age of tephra in the sediments accumulated in the depression between the double ridges were determined in order to clarify the development history of the ridges northwest of Mt. Kanmuriyama, Gifu and Fukui prefectures. Nine boreholes arranged along the line perpendicular to the ridge were drilled by the hand auger boring. The westernmost K2 core with thickest sediments includes wood fragments suitable for the AMS-^{14}C age determination at the depths of 82, 138 and 195 cm; they yield 1234-1060, 6161-5996 and 7931-7731 cal BP, respectively. The tephra layer recovered from the depth of 148 cm of the same core is correlated with the Kikai Akahoya tephra (K-Ah) about 7300 cal BP. The AMS-^{14}C ages of wood fragments embedded at the depths of 90 and 112 cm in the K8 core located eastern part of the basin are 4091-3925 and 6179-5938 cal BP, respectively. However, the peak of content of volcanic glass originated from the K-Ah tephra appears between the two wood fragment horizons.

キーワード：二重山稜；凹地埋積堆積物

1. はじめに

日本列島では地震や大雨などを誘因とした地すべりが多発している．このような地すべりの素因（地形・岩相・地質構造など）や前兆現象を把握することは，地すべりの発生予測や災害対策などに対して非常に重要である．地すべりの前兆現象の中には，二重（多重）山稜や山向小崖と呼ばれる地形がある．また，これらの地形に伴い，稜線と稜線，あるいは山体斜面と山向小崖との間には，線状凹地と呼ばれる凹地が形成される．このような地形は，かつて周氷河作用によって形成された

ものと考えられていたが，最近では，山体が重力の影響により変形した地形（山体重力変形地形）であると考えられている（目代・千木良，2004）．このような地形の発達過程については，先駆的な研究をのぞけば，ほとんど明らかにされていない．本研究地域である岐阜福井県境に位置する越美山系の稜線付近には，2 万 5 千分の 1 の地形図からでは判読できない二重山稜や山向小崖が多数発達している．これらの地形は，航空レーザー測量により得られた 1 m メッシュ DEM から作成された詳細な地形図を用いることによって判読が可能になった．これらの微地形に着目した研究（小嶋ほか，2012）では，岩相が火成岩の場合，山体重力変形地形の分布密度が高く，層理面をもつ岩相の場合，稜線の方位と層理面の走向が平行である場所で分布密度が高いことなどが明らかにされた．現在，これらのうちの一つである二重山稜地形に着目し，二重山稜間に埋積された堆積物の年代から，地形の発達過程を明らかにすることを目的として研究を進めている．本報告は岐阜福井県境の冠山北西に位置する二重山稜間の凹地埋積堆積物の特徴と，そこから採取した木片の AMS-^{14}C 年代，及びテフラ年代について報告し，地形の発達史について考察を行うものである．

2. 冠山周辺の地質・地形の概要

研究対象地域である岐阜福井県境の冠山周辺は美濃帯に属しており，ジュラ紀付加体の構成岩類である，主として三畳紀のチャート，ジュラ紀の砂岩，少量の泥岩・礫岩が分布する（図 1）．これらの地層はおおよそ東西走向・南あるいは北に急傾斜となっており，チャート・砂岩が繰り返す構造を持っている．研究対象である二重山稜地形周辺の等高線間隔 1 m の地形図を図 2 に示す．二重山稜に伴う凹地は標高 1131 m に位置し基盤岩は砂岩である．この凹地は泥質の堆積物で埋められた平坦面となっており，東西方向に約 24 m，南北方向に約 12 m にわたって広がっている．この凹地平坦面の西側には岐阜福井県境の主稜線が通っており，東側には平坦面からみて比高 1 m ほどの

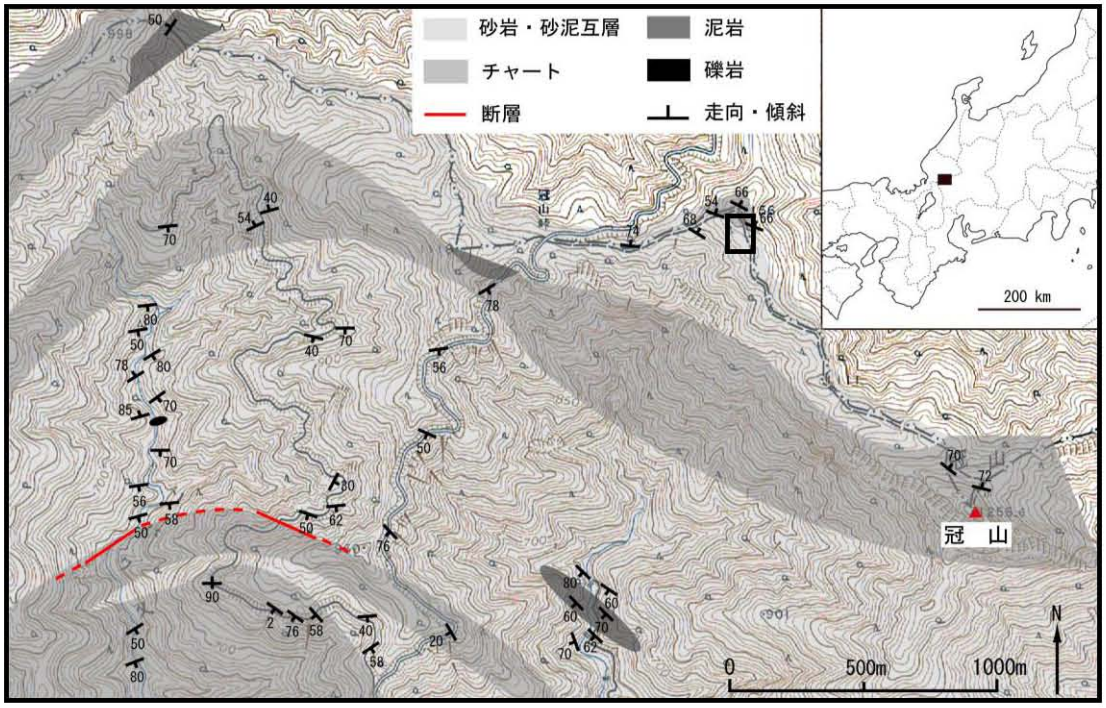

図 1．冠山周辺の地質図．黒枠は図 2 の範囲を示す．

稜線が通っている．この凹地の周辺には，他にも線状凹地が地形図上で 3 箇所確認することができる．これらの地形周辺の地層の層理面の走向は NW-SE で，NE 方向に約 60° 傾斜している．よって，主稜線の西側では受け盤構造，東側では流れ盤構造となっており，これらの地形は稜線より東側の斜面の不安定化により福井県側に向かって変形が進行しているものと推定される．

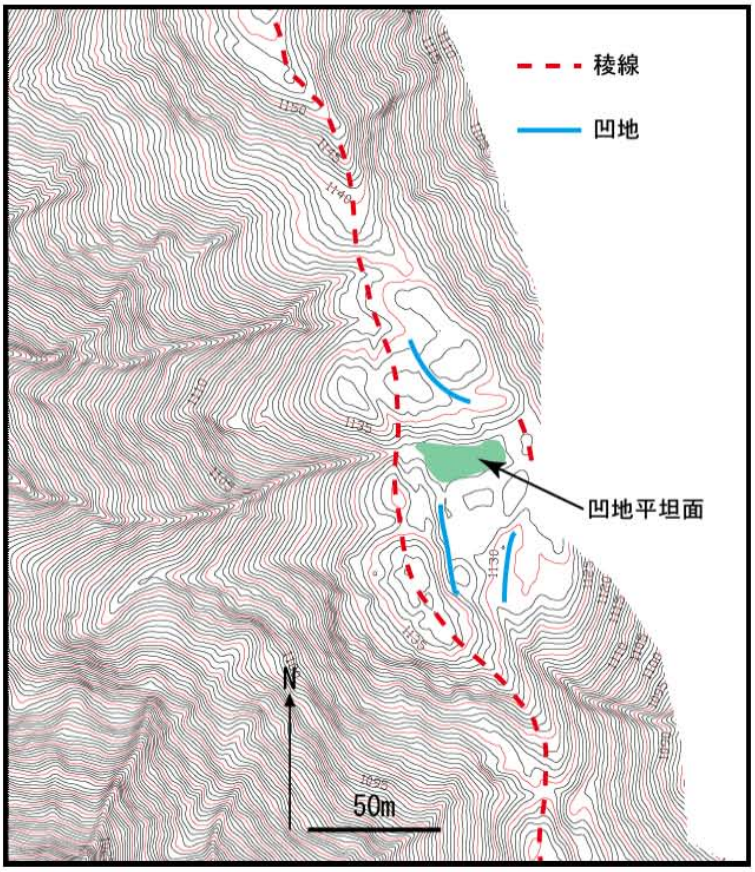

図 2．二重山稜地形周辺の等高線間隔 1m の地形図．図 1 に黒枠で位置を示す．下図の地形図は，国土交通省中部地方整備局越美山系砂防事務所より提供．

3. 凹地埋積堆積物の特徴

稜線に挟まれた凹地平坦面において，稜線にほぼ直交する方向に 9 箇所でハンドオーガーボーリングを実施しコアを採取した．以下に掘削の手順を示す．

1. 長さ 50 cm，径 6 cm のコア部にシャフトとハンドルを接続し，深度 50 cm まで掘削する．
2. コアを引き抜き，層相の記載と写真撮影，試料の採取を行い，コアを廃棄する．
3. コア部にシャフトを継ぎ足し，1 で掘削したボーリング孔に深度 50 cm まで挿入する．
4. 地表から高さ 50 cm の地点のシャフトに印をつけ，この印が地表面に到達するまで掘削する．これにより深度 50～100 cm までのコアが掘削され，2 でコアを抜いた際に，ボーリング孔内に土や植物片が落ち込んでいたとしてもコア上部より排出される．ただし，このような落ち込みは，コア上部に残留する可能性もあるため，コア上部からはなるべく試料を採取しないようにした．
5. 人力で掘削できなくなるまで，2～4 の手順を繰り返し行う．

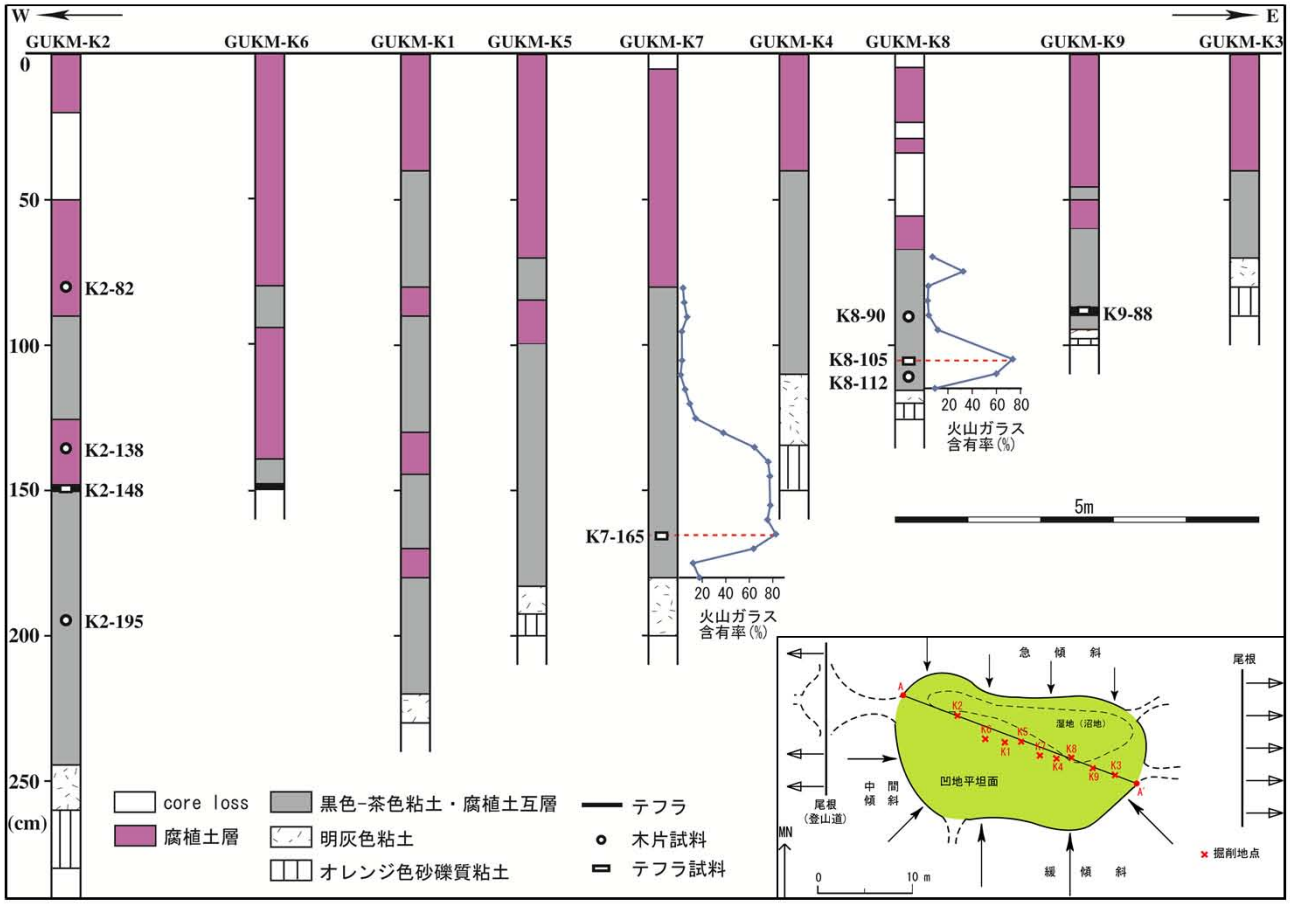

図 3. ハンドオーガーボーリングにより得られたコアの柱状図．右下に凹地の平面図を示す．

9 本のコアの堆積物の層相はいずれも上位から順に腐植土，腐植土を挟む黒色～茶褐色粘土，明灰色粘土，オレンジ色砂礫質粘土となっている（図 3）．最上位層の腐植土は締まり具合が緩く比較的粗粒の土壌から構成されており，木片，葉片，木の実といった植物遺体が豊富に含まれている．黒色～茶褐色粘土には所々腐植質となっていたり，数 cm 程の腐植土が挟まっており，上位の腐植土層と同様に植物遺体が豊富に含まれている（図 4）．また，K2，K6，K9 コアにおいて厚さ 1～2 cm の火山ガラスのみからなるテフラの純層が確認できた．下位層の明灰色粘土とオレンジ色粘土には肉眼で確認できる大きさの植物片は含まれていない．最下位層に当たるオレンジ色の粘土には砂礫が含まれている．この砂礫は基盤岩である砂岩に由来するものと考えられ，コアの最底部は堆積物と基盤岩の境界の直上であると推定される．

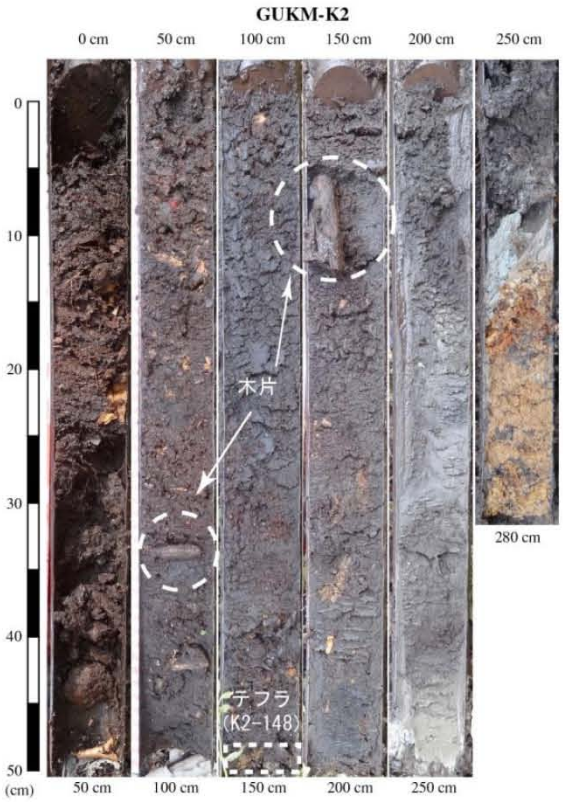

図 4. K2 コアの写真

4. 年代分析の結果

4.1. 木片の AMS-^{14}C 年代

AMS-^{14}C 年代測定用の木片は K2 コアの深度 82 cm，138 cm，195 cm，及び，K8 コアの深度 90 cm，112 cm から採取した（図 3）．これら 5 試料について名古屋大学年代測定総合研究センターのタンデトロン加速器質量分析計で AMS-^{14}C 年代を測定した．測定結果を表 1 に示す．得られた AMS-^{14}C 年代値に OxCal を用いて暦年較正を施した結果，K2 コアについては上位から 1234-1060 cal BP，6191-5996 cal BP，7931-7731 cal BP であり，K8 コアについては上位から 4138-3925 cal BP，6179-5938 cal BP であった．

表 1．木片の AMS-^{14}C 年代測定結果

木片試料	AMS-^{14}C 年代値（BP）	δ^{13}C 値（‰）	暦年補正値（cal BP）	probability（%）
K2-82	1210±25	-26	1234-1060	95.4
K2-138	5320±30	-25	6191-5996	95.4
K2-195	6990±30	-28	7931-7891	18.3
			7877-7731	77.1
K8-90	3680±26	-26	4138-4132	0.6
			4091-3925	94.8
K8-112	5267±28	-27	6179-6146	15.6
			6123-5938	79.8

4.2. テフラの年代

火山ガラスの屈折率測定用のテフラ試料は，純層である K2 コアの深度 148 cm と K9 コアの深度 88 cm のものを採取した．また，テフラの純層が認められなかったコアの内，K7 コアと K8 コアでは以下の手順に従ってテフラ層準を推定した．

1. K7 コアについては深度 80 cm～180 cm，K8 コアについては深度 70～115 cm の区間について，粘土試料を 5 cm 毎に採取する．
2. 採取した粘土試料を 250 メッシュ（開口幅 62 μ m）のメッシュクロス上で洗浄し，細粒部分を取り除き，乾燥させる．
3. 乾燥させた試料を 100 メッシュ（開口幅 200 μ m）のメッシュクロスに通し，径 62～200 μ m の粒子（very fine sand）と径 200 μ m 以上の粒子（fine sand）に分ける．
4. very find sand をプレパラートに封入し，偏光顕微鏡で 200 個ずつ粒子をカウントし火山ガラスの含有率がピークとなった深度をテフラ層準と推定する．

火山ガラスの含有率の測定結果を図 3 の柱状図に示す．K7 コアでは深度 165 cm，K8 コアでは深度 105 cm の層準において火山ガラスの含有率がピークとなっている．この結果から，K7-165 と K8-105 をテフラ層準と推定し，純層であった K2-148 と K9-90 を加えた計 4 試料について火山ガラスの屈折率を測定した．

屈折率の測定は各試料とも 30 粒子について行った（図 5）．その結果，いずれの試料においても火山ガラスの屈折率は 1.508～1.513 に集中することが判明した．よって，この火山ガラスは屈折

率 1.508～1.516 の特徴を持つ鬼界アカホヤ火山灰（K-Ah）に対比可能であることが分かった．鬼界アカホヤ火山灰の降灰年代は 7.3 ka である（町田・新井，2003）．

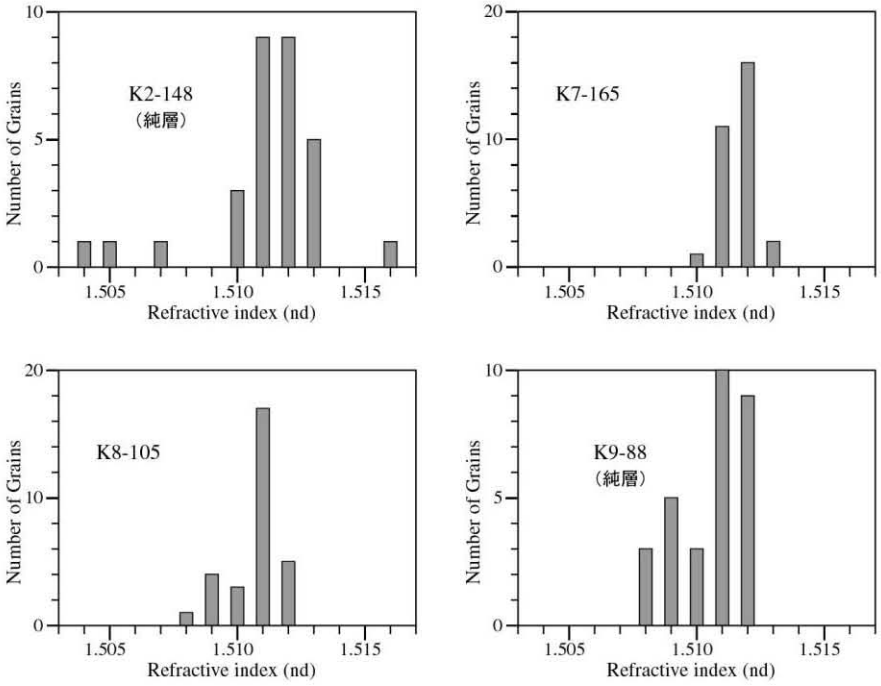

図 5．火山ガラスの屈折率測定結果

5. 考察

木片の AMS-^{14}C 年代とテフラの年代を比較した（図 6）．これによると，K2 コアでは年代値の逆転はないが，K8 コアでは深度 105 cm のテフラ年代と深度 112 cm の木片の AMS-^{14}C 年代が逆転する．この逆転の原因として，K8 コアにおいて推定したテフラ層準の降灰年代が堆積年代と一致しないことが考えられる．凹地埋積堆積物の断面図（図 7）から判断すると，K8-105 より上位層に当たる K9-90 よりテフラの純層が確認でき，K8 コアより東側の堆積面は西に傾斜している．このことから，K8 コアのテフラは堆積物埋積の過程で K8 コアより東側の凹地内，あるいは，凹地周辺から供給された二次堆積物であると推定できる．また，もう一つの可能性として，ハンドオーガーボーリングの精度の問題が考えられる．掘削時は 50 cm 掘削するごとにコアを抜く必要があるため，深度 50～100 cm のコアを抜いた際に上位層のボーリング孔壁面が剥離落下し，深度 100～150 cm の孔を掘削する時に新しい年代の木片がより深い層準に混入した可能性が考えられる．

凹地埋積堆積物最下部の明灰色粘土層とオレンジ色砂礫質粘土には，植物片が含まれていなかったことと，木片・テフラの年代を考えると，これらの層は最終氷期末期に堆積したものと推定できる．このことは，最終氷期の終了によって気候が温暖湿潤となり山体の不安定性が増大し，凹地の形成が開始したことを示唆する．

6. まとめ

岐阜福井県境の冠山北西の二重山稜間の凹地埋積堆積物中に含まれる木片の AMS-^{14}C 年代やテ

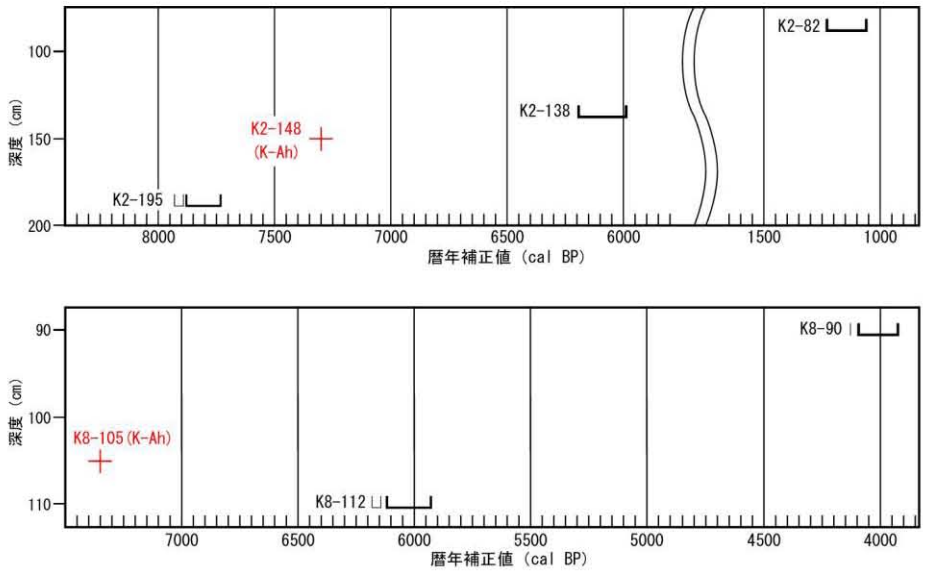

図 6. 木片年代とテフラ年代の比較．上図が K2 コア，下図が K8 コアの年代を示す．

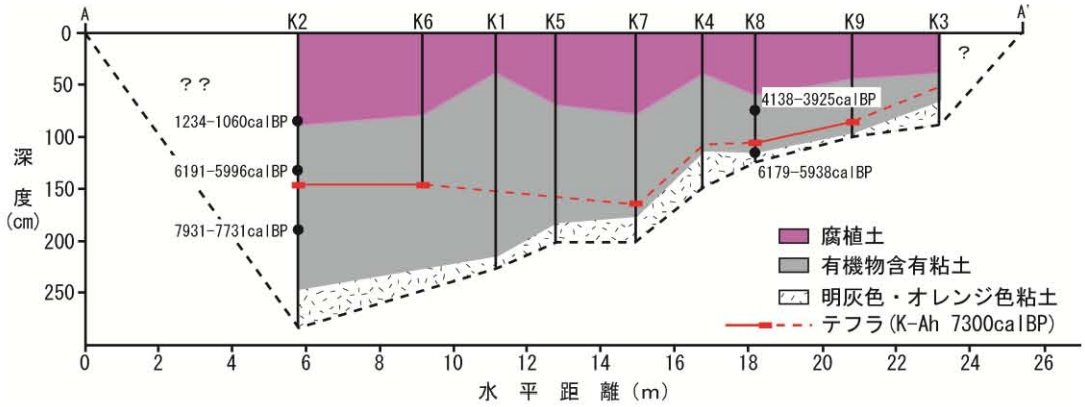

図 7. 凹地埋積堆積物の断面図．断面図の位置は図 3 右下の平面図に示した．

フラ年代を決定し，堆積物の層相の特徴と比較することにより，二重山稜地形の形成開始時期を明らかにすることができた．今後は得られた年代値から凹地がどのように埋積されていったのかをさらに詳しく検討する必要がある．また，分析を行った凹地平坦面の周辺に発達する凹地についても堆積物の年代を決定し，これらの地形がどのように形成されたのかを明らかにしたい．

謝辞

本研究で使用した等高線間隔 1m の地形図は国土交通省中部地方整備局越美山系砂防事務所から提供を受けた．千葉大学大学院理学研究科地球科学コース，及び，岐阜大学工学部社会基盤工学科地球科学研究室の学生・院生各位には，ハンドオーガーボーリングや火山ガラスの屈折率の測定を手伝っていただいた．以上の方々に感謝する．

引用文献

小嶋　智・徳永浩之・大谷具幸（2012）わかって使うレーザ測量 7．事例その 3：航空レーザ計測

の地質学への応用：山体重力変形地形研究を例として．地盤工学会誌，vol.60，no.3，pp.59-62.
町田　洋・新井房夫（2003）新編火山灰アトラス：日本列島とその周辺．東京大学出版会，336pp.
目代邦康・千木良雅弘（2004）赤石山脈南部，大谷崩から山伏にかけての山体重力変形地形．地理学評論，vol.77，pp.55-76.

日本語要旨

岐阜福井県境冠山北西に位置する二重山稜地形の発達過程を明らかにするため，凹地埋積堆積物中に含まれる木片の AMS-^{14}C 年代測定とテフラの年代決定を行った．おおよそ南北方向の稜線に直交する方向に 9 箇所ハンドオーガーボーリングを行いコアを採取した．堆積物の層厚が一番厚かった凹地西端の K2 コアにおいては，深度 82，138，195 cm から木片を採取し，深度 148 cm からテフラを採取した．得られた木片の AMS-^{14}C 年代は上位から 1234-1060，6191-5996，7931-7731 cal BP であった．テフラについては，火山ガラスの屈折率を測定した結果，鬼界アカホヤ火山灰（K-Ah）に対比され，その降灰年代は 7300 cal BP であることが分かった．また，凹地東端に近い K8 コアの深度 90, 112cm の層準から得られた木片の年代は，4138-3925 cal BP, 6179-5938 cal BP で，その間には，K-Ah 起源の火山ガラスの含有率ピークがみられた．

（学会での発表・学会誌等への発表リスト）

小嶋　智・丹羽良太・金田平太郎・永田秀尚・池田晃子・中村俊夫・大谷具幸（2012）岐阜福井県境周辺に発達する山体重力変形地形の分布・特徴・発達過程．日本応用地質．学会平成 24 年度研究発表会講演論文集，p.13-14.

丹羽良太・小嶋　智・金田平太郎・永田秀尚・池田晃子・中村俊夫・大谷具幸（2012）岐阜福井県境，冠山北西の二重山稜地形の発達過程．日本応用地質学会平成 24 年度研究発表会講演論文集，p.149-150.

小嶋　智・丹羽良太・金田平太郎・永田秀尚・池田晃子・中村俊夫・鈴木和博・大谷具幸（2012）岐阜福井県境の冠山北西の稜線上凹地を埋積した堆積物の特徴と年代．日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿集，
http://www2.jpgu.org/meeting/2012/session/PDF/H-DS25/HDS25-07.pdf.

小嶋　智・永田秀尚・大谷具幸（2012）三重県熊野市のツエノ峰周辺の地質と地すべり地形・山体重力変形地形．日本地質学会第 119 年学術大会講演要旨，p.157.