

鹿児島県輝北町における阿多テフラ以降のテフラ

成尾 英 仁*

The tephra layers deposited after Ata tephra
at Kihoku Town, Kagoshima prefecture, Japan

Hideto NARUO

1 はじめに

鹿児島県輝北町は大隅半島ではやや北側に位置する(図-1)。輝北町は始良カルデラの東縁に近い場所にあるため、それに由来するテフラが多く見られ、さらに桜島の東側に相当するため桜島起源のテフラが厚く堆積している。また、それらのテフラの間には遠方に起源を持つテフラも挟んでいる。

本報告では輝北町に堆積する阿多テフラ (ca. 100ka) 以降のテフラについて、諏訪原地区山下での堆積状況の概要を報告し、あわせて始良カルデラ起源テフラ中に見つかった埋没炭化樹木について、埋没状況や年代について簡単に記載する。

2 諏訪原地区山下におけるテフラ層序

(1) 始良Tnテフラ以前のテフラ

① 基盤岩類

諏訪原地区山下では、写真-1のように基盤の四万十累層群の上に、崖錘堆積物や数枚のテフラが堆積している。四万十累層群は茶~黄褐色を帯びた頁岩からなり、風化により細かい破片状に割れている。この頁岩の間にレンズ状にひきのばされた、長さ50~60cm、幅10cm程度の砂岩のスランブボールが入っている。走向はN62°E傾斜は30°NWとなっている。

四万十累層群はN60°E, 75°NWの断層により切られており、断層面の上にはそれにほぼ平行するように、幅1mの角礫層が堆積している。角礫層を構成するものは、破碎された頁岩・砂岩片からなり、最大長15cmで平均は5cm程度であり、全般に淘汰が良く小さなものはあま

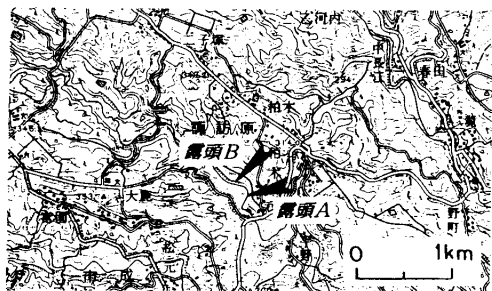
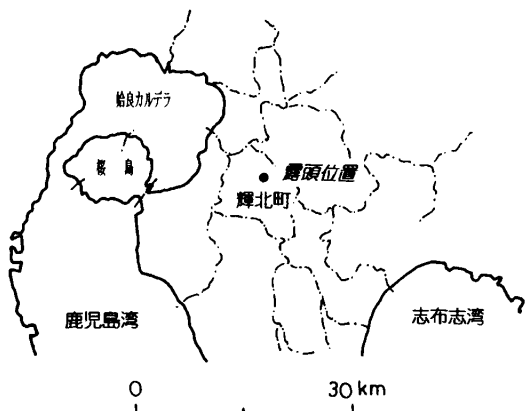


図-1 露頭の位置

輝北町一帯はシラス台地に相当し、その開析谷に位置する

り見あたらない。全体に黄褐色を帯びている。この角礫層を覆って赤褐色を帯びた角礫層が堆積する。角礫は亜～亜角の頁岩と砂岩からなり、マトリックスは粘土で埋められている。下部には最大5cmに達する角礫もあるが、一般的には1～2cmのものがほとんどである。下限が地表面に隠れているため、層厚は不明である。

② 始良福山テフラ

露頭では以上の基盤岩類を覆って数枚のテフラが堆積するが、最も下位にあるテフラは厚さが約1mで、下位の角礫層を平行に覆って堆積している。全体に黄白色を帯びており、軽石はつぶれて互いに膠着し硬くなり、一つ一つの軽石は識別しにくい。黒緑色柱状をしたカクセン石結晶が多く含まれ、よく目立っている。

このような特徴を持つテフラは、始良カルデラに起源を持つ始良福山テフラ（奥野ほか、1996）に対比される。Nagaoka（1988）によれば始良福山テフラはこの付近で約3mの厚さとなっているが、本露頭では斜面上での堆積という制約のため約1mと薄くなったと考えられる（写真-2）。始良福山テフラの上には、主に頁岩からなる厚さ15cm程度の角礫層が堆積しているが、角礫の大きさは最大で5cm程度、平均で1cm程度のものである。

③ 清見岳テフラ

角礫層に引き続いて、それと指交するようなかたちで、全体に赤茶褐色を帯び硬質となっている粗粒火山灰層が堆積している。このテフラは始良福山テフラの上に堆積することや、硬質の粗粒火山灰であることなどから、指宿火山群起源の清見岳テフラ（奥野ほか、1996）に対比される。

④ 岩戸降下軽石

清見岳テフラの上には厚さ75cmの降下軽石層が堆積している。この軽石層は、a. 最下部の細粒降下軽石層（厚さ約5cm）、b. 中部の成層細粒軽石層（厚さ約45cm）、c. 上部の弱成層細粒軽石層（厚さ約25cm）の三層に区分される。中部の軽石層は軽石が互いに膠着し全体に硬くなっており、厚さ0.5～1cmの軽石層と粗粒の火山灰層が交互に繰り返しているが、このような堆積構造はベースサージ堆積物の特徴に似ている（写真-3）。

荒牧（1977）や長岡（1986）・Nagaoka（1988）は、始良福山テフラと始良Tnテフラとの間の降下火砕物として、岩戸降下軽石・大塚降下軽石・深港降下軽石および荒崎降下軽石

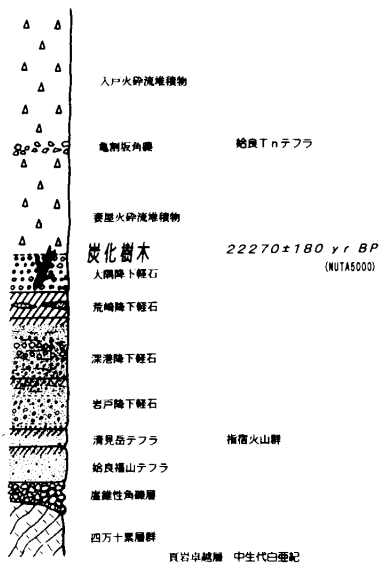


図-2 諏訪原地区山下における様式柱状図

始良Tnテフラは数十mの厚さがあるがここでは簡略化のため薄くしてある。表層部分のテフラ類は省略した。

を記載している。このうち大塚降下軽石は始良カルデラ北東の国分地方で厚く、荒崎降下軽石は始良カルデラ南東の垂水地方で厚く、しかも噴出源から離れると急激に薄くなることから、清見岳テフラの直上に堆積するテフラとは対比できない。長岡（1986）によれば、岩戸降下軽石は主軸は噴出源から北東方向であり、主軸にあたる宮崎平野ではこの露頭と同様に数層に区分され、細かく成層した軽石から構成されていることを述べている。したがって、本露頭で顕著な成層構造を持つこのテフラは岩戸降下軽石に対比される可能性が強い。

⑤ 深港降下軽石

岩戸降下軽石に対比される降下軽石層の上には、赤茶褐色を帯びた厚さ約15cmの土壤が堆積しており、それを覆って厚さ約150cmの降下軽石層が堆積する。この降下軽石層は、a. 最下部の成層した細粒軽石層、b. 下部の粗粒軽石層、c. 中部の火山灰混じり細粒軽石層、およびd. 上部の細粒軽石混じり火山灰層の四層に区分される。それぞれの厚さは最下部が約5cm、下部が約30cm、中部が約20cm、上部が約30cmである(写真-4)。下部の軽石層には最大5cmに達する軽石や最大1cmの岩片が入っている。上部の火山灰層は風化してオレンジ色を帯びている。

この一連の軽石層は中部に粗粒軽石層を挟む特徴や、岩戸降下軽石の上位にあることなどから荒牧（1977）の深港降下軽石に対比することができる。

⑥ 荒崎降下軽石

深港降下軽石の上には、風化してオレンジを帯びた土壤が堆積しているが、その中にレンズ状に細粒軽石層が挟まっている。この軽石層の層厚は約15cmあり、軽石の粒径は5～6mm程度で、全体に青白い色を帯びている。このテフラの上には始良カルデラ起源の大隅降下軽石が堆積している。

前述のように始良Tnテフラ直下のテフラは荒崎降下軽石であり、本露頭は分布主軸の方向にあり、厚さもNagaoka（1988）が記載したものと良く一致していることから、このテフラは荒崎降下軽石に対比されると考えられる。

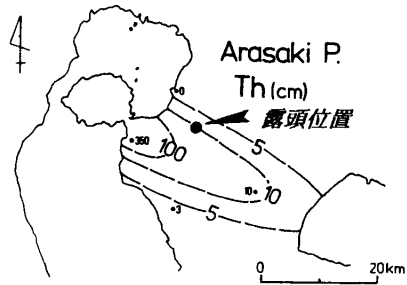


図-3 荒崎降下軽石の分布
(Nagaoka, 1988)

(2) 始良Tnテフラ

本露頭における始良Tnテフラは、①大隅降下軽石、②妻屋火砕流堆積物、③亀割坂各礫、④入戸火砕流堆積物の四層に区分される。このうち、妻屋火砕流堆積物と入戸火砕流堆積物は地形的な低所を埋め、いわゆるシラス台地と呼ばれる火砕流台地を形成している。

① 大隅降下軽石

一連の始良Tnテフラの最下部にある降下軽石は大隅降下軽石と呼ばれており、桜島付近から南東方向に主軸をもって分布していることが明らかにされている(Kobayshi, T. et al, 1983)。本露頭は大隅降下軽石の分布主軸に沿っており(図-4)、厚さは厚い所では10m以

上で軽石の粒径は最大10cmに達している。図-1の露頭では約4mの厚さしかないが、これは基盤の斜面上に堆積し、いったん堆積したものが転がり落ちたため薄くなったと考えられる。それを支持するように平坦な所では無層理の堆積物であるが、斜面上では弱い成層構造を保っている。大隅降下軽石が厚く堆積する所では、基底部から約5mの位置および7mの位置に細かい火山灰まぶしの軽石層がある。両者とも全体に薄いピンク色を帯びており、厚さ約5cmで良く連続している。写真-2の露頭の左側では四万十層群と接する基底部に、破砕された炭化木片を敷き詰めているのが観察される。

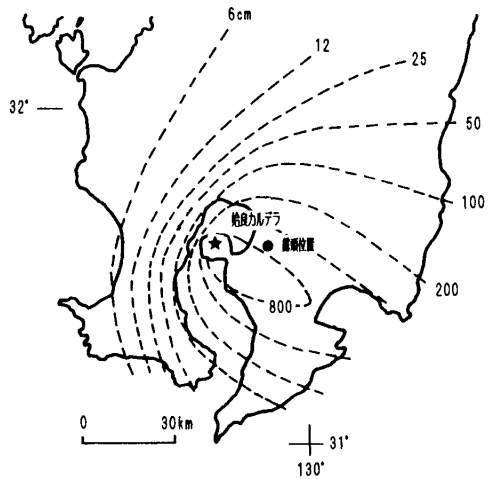


図-4 大隅降下軽石の分布
(Kobayasi et al.1983)

② 亀割坂角礫および妻屋火砕流堆積物

大隅降下軽石層の上には薄いピンク色を帯びた火砕流堆積物が堆積する(写真-5)。この火砕流堆積物は岩片および軽石の含有量が少なく、しかも最大で4~5cmと小さいことから、荒牧(1969)による妻屋火砕流堆積物に対比される。全体の厚さは約20mであり、大隅降下軽石層を平行に覆って堆積し、谷部分では厚くなる傾向がある。

妻屋火砕流堆積物の上端面には、安山岩片を主とする岩片層が堆積している。この層は妻屋火砕流堆積物と入戸火砕流堆積物を分けるもので、荒牧(1969)により亀割坂角礫と呼ばれている。本露頭における亀割坂角礫は厚さ約1mで、岩片がとぎれとぎれに連続して堆積している。岩片の大きさは大きなものでは長径100cmに達するが、平均的なものは30~50cm程度である。

③ 入戸火砕流堆積物

本露頭における入戸火砕流堆積物は白色~淡黄白色を帯びており、軽石の大きさは最大で15~20cmあり、岩片も径7~8cmのものが入っている。全体に無層理塊状であり、成層構造などは認められない。入戸火砕流堆積物は低所を埋めて堆積しているが、その後の河川による侵食作用で削られ、この付近で幅約500mの開析谷を形成している。谷の両側にはほぼ垂直な崖が発達するが、そこで観察される入戸火砕流堆積物の厚さは少なくとも70~80mはある。

本露頭では入戸火砕流堆積物の上に顕著な砂礫層が認められる。一般に入戸火砕流堆積物をえぐるように堆積しており、河川による氾濫堆積物と推定される。厚さは場所により異なるが、厚い所では5m程度の厚さとなっている。堆積物を構成する礫は、最大長20cm程度の角~亜角の安山岩礫、頁岩礫、砂岩礫からなり、間は粗粒砂により充填されている。場所によっては粗粒砂と礫が粗い葉理を形成していることがある。

3 炭化木の埋没状況と¹⁴C年代測定値

(1) 埋没状況

本露頭からは数個の炭化樹木が発見されている。発見のきっかけは本露頭付近における圃場整備工事であり、工事関係者を通じて輝北町の文化財審議委員へ連絡され、さらに著者まで連絡されてきた。文化財審議委員の話によると炭化樹木は数個あったとのことであるが、工事等により撤去されたりして、現在のところ大きなものが1個、小さなものが数個残されているだけである。

現在良好な埋没状態を保っている炭化樹木の現場状況を写真-6に、そのスケッチを図-5に示す。写真などから明らかなように、この炭化樹木の上面直径は約28cmあり、それが垂直な状態で立っており、生育当時の位置を保った状態で埋没していると推定される。

炭化樹木は妻屋火砕流堆積物中に約90cm埋まっているが、さらにその下は大隅降下軽石に埋まっており下限は見る事ができない。本露頭における大隅降下軽石の厚さが最小で4m、最大では10m以上であることを考えると、炭化樹木の長さは確実に数mはあると判断される。

炭化樹木は年輪もはっきりと残されており、さらに部分的ではあるが樹皮もきれいに残されている。また、残された炭化樹木は真っすぐな材であることから、照葉樹ではなく針葉樹の可能性が考えられる。

本露頭における観察から、この炭化樹木の埋没のプロセスは次のようであったと思われる(図-6)。噴火直前には斜面上に多数の樹木が生育していたが、噴火が始まるとまず大隅降下軽石が降下堆積し、樹木を数m以上の厚さに埋没させた。その際、樹木の上部は軽石の堆積面より上に顔を出していたと推定される。その後、妻屋火砕流堆積物が流走してきたが、これにより樹木の上面はもぎ取られ、ここから遠方に運び去られた。付近一帯での観察によれば、大隅降下軽石層の中にはそれほど炭化物がないことから、大隅降下軽石それ自体はあまり熱を持っておらず、その上に堆積した妻屋火砕流堆積物の熱により樹木は炭化されたのであろう。

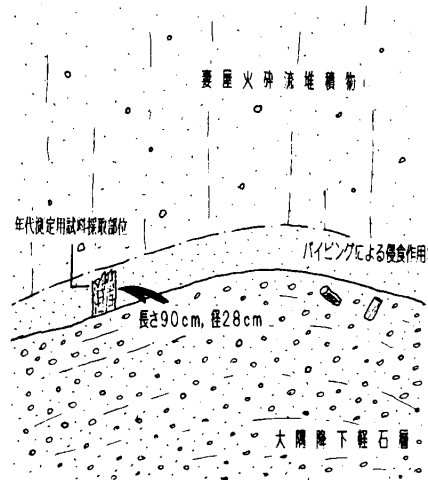
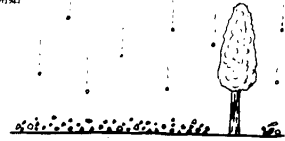
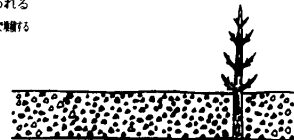


図-5 炭化樹木の埋没状況のスケッチ
少なくとも数mは埋没していると推定される。

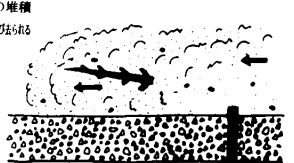
①大隅降下軽石の降下開始



②大隅降下軽石に覆われる
樹木の厚さで埋没する



③妻屋火砕流堆積物の堆積
軽石層より上に崩落しおこれる



④現在の埋没状況
樹木の上部が欠ける

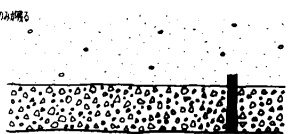


図-6 埋没過程の様子

妻屋火砕流堆積物により炭化されたと推定される。

この直立炭化樹木のすぐ近くには径10cm程度の炭化樹木片がある（写真-7）が、これは直立炭化樹木の枝部分に相当するものかも知れない。付近一帯に多数の炭化樹木があったことから、当時この付近には森林が広がっていたと想像される。

(2) ^{14}C 年代測定値

本露頭で採集された炭化樹木の木片について名古屋大学年代測定資料研究センターに依頼して、 ^{14}C 年代測定を行った。採集した試料は直立炭化樹木の端部から採集されたもので、炭化木片の処理は以下の手順で処理され、測定に供された。

炭化木片は蒸留水中で超音波洗浄して表面の付着物を除去した後、1.2規定の塩酸による処理（80℃、2時間）を2回繰り返して炭酸塩などを溶解除去し、さらに1.2規定の水酸化ナトリウム溶液による処理（80℃、2時間）を抽出液の着色がなくなるまで繰り返し、アルカリ可溶成分を除去した。次に1.2規定塩酸処理を2回行った後、蒸留水で十分に洗浄した。これを酸化銅と共にバイコール管に真空封入し約2時間950℃に加熱して、発生した気体を真空ライン中で精製して二酸化炭素（ CO_2 ）を得た。この CO_2 から、Kitagawa et al. (1993)の水素還元法によりグラファイトターゲットを作製した。なお、 CO_2 の一部を分取して $\delta^{13}\text{C}$ 値の測定に供した。このグラファイトターゲットについて、名古屋大学年代測定資料研究センターのタンデトロン質量分析計（Nakamura et al., 1985；中村・中井, 1988）により ^{14}C 年代を測定した。なお、 ^{14}C 濃度の標準体には、NBS 蔞酸（SRM-4990）から調整したグラファイトターゲットを用いた。

^{14}C 年代値はLibbyの半減期5568年を用いて算出し、西暦1950年から遡った年数で示している。得られた炭化樹木の年代値は $22,270 \pm 180$ yr BP (NUTA-5000)であった。この値はこれまで知られている約25000年前という始良Tnテフラの年代（池田ほか, 1993）にくらべ約3000年の誤差があるが、その理由としては炭化樹木に着した現生の植物の根などによる汚染などが考えられる（奥野私信）。

これについては、付近一帯には多数の炭化樹木が埋没している可能性があることから、それらを採取し試料数を増やして、より確かな年代を求めることが必要である。

表-1 始良Tnテフラの ^{14}C 年代測定値の例

| 試料 | 年代 | 番号 | 備考 | 文献 |
|-----|------------------------|----------|----------|----|
| 炭化木 | $24,790 \pm 350$ yr BP | NUTA2564 | 大隅降下軽石 | 1 |
| 炭化木 | $24,240 \pm 250$ yr BP | NUTA2563 | 入戸火砕流堆積物 | 1 |
| 炭化木 | $24,710 \pm 170$ yr BP | NUTA4017 | 垂水火砕流堆積物 | 1 |
| 炭化木 | $24,800 \pm 350$ yr BP | NUTA2564 | 大隅降下軽石 | 2 |
| 炭化木 | $24,300 \pm 250$ yr BP | NUTA2563 | 入戸火砕流堆積物 | 2 |
| 炭化木 | $22,540 \pm 590$ yr BP | | 入戸火砕流堆積物 | 3 |
| 泥炭 | $24,720 \pm 290$ yr BP | | 泥炭4個の平均値 | 4 |

1: 奥野・中村・森脇・小林1996 地球惑星科学関連学会合同大会予講集 2: 池田・奥野・中村・筒井・小林1995 第四紀研究34 3: 井村・吉賀1992 火山37
4: 松本・前田・竹村・西田1987 第四紀研究26

4 おわりに

鹿児島県本土は入戸火砕流堆積物により厚く覆われているため、それ以前のテフラの研究には困難なことが多い。今回はその数少ない露頭の肉眼観察による記載と、始良Tnテフラ中に見いだされた炭化樹木の ^{14}C 年代値の報告を行った。

テフラの正確な対比には鉱物組合せ、ガラス等の屈折率の測定値による対比が欠かせないが、今回は時間的な制約もあり行えなかった。今後の課題として残しておきたい。また、炭化樹木の ^{14}C 年代値は従来の値より若く出た。今回の測定は1試料についてしか行えなかったので、次の機会には付近一帯から広くサンプリングして測定値を増やし、その上で検討したい。炭化樹木の樹種の同定も行っておらず、今後の課題として残されている。

なお、本露頭の炭化樹木は直立しており、“現地性化石”としての意義も大きく、埋没林の可能性もあり、継続的な調査が必要である。

謝辞： 輝北町文化財保護審議委員の歌丸千敏氏には、炭化樹木についての貴重な情報を提供して頂き、さらに現地に案内して頂いた。また、学術振興特別研究員（名古屋大学年代測定資料研究センター）の奥野 充博士には、炭化樹木の年代を測定して頂いた。鹿児島大学的小林 哲夫助教授には日頃から南九州のテフラ全般についての御教示を頂いている。これらのお世話になった方々に対し、心よりお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 荒牧 重雄 (1969) . 鹿児島県国分地域の地質と火砕流堆積物. 地質雑. 75, 425-442.
- 荒牧 重雄 (1977) . 始良カルデラの基盤と桜島の火山噴出物. 第2回桜島火山の集中総合観測, 105-119, 京大防災研附属桜島火山観測所.
- 池田 晃子・中村 俊夫・奥 野 充・小林 哲夫・筒井 正明 (1993) . 大隅降下軽石と入戸火砕流の加速器 ^{14}C 年代. 日本火山学会講演予稿集, No.2, 105.
- Kitagawa, H., Masuzawa, T., Nakamura, T., and Matsumoto, E. (1993) . A batch preparation method for graphite targets with low background for AMS ^{14}C Measurements. Radiocarbon, 35, 295-300.
- Kobayashi, T., Hayakawa, Y., Aramaki, S. (1983). Thickness and grain-size distribution of the Osumi pumice fall deposit from the Aira caldera. 火山, 28, 129-139.
- 町田 洋・新井 房夫 (1992) . 火山灰アトラスー日本列島とその周辺, 276 p, 東京大学出版会, 東京.
- 松本 英二・前田 保夫・竹村 恵二・西田 史朗 (1987) . 始良Tn火山灰(AT)の ^{14}C 年代. 第四紀研究, 26, 79-83.
- 長岡 信治 (1984) . 大隅半島北部から宮崎平野に分布する後期更新世テフラ. 地学雑, 93, 347-370.
- Nagaoka, S. (1988) . The late Quaternary tephra layers from the caldera volcanoes in and around Kagoshima Bay, southern Kyushu, Japan. Geog. Rept. Tokyo Metropol. Univ., 23, 49-122.

- 中村 俊夫・中井 信之 (1988) . 放射性炭素年代測定法の基礎—加速器質量分析法に重点をおいて—. 地質学論集, 29, 83—106.
- 中村 俊夫・池田 晃子・小田 寛貴 (1994) . タンデトロン加速器質量分析計による ^{14}C 測定における炭素同位体分別の補正について— ^{14}C 年代算出の手引き—. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, V, 237—243.
- Nakamura, T., Nakai, N., Sakase, T., Kimura, M., Ohishi, S., Taniguchi, M and Yoshioka, S. (1985). Direct detection of radiocarbon using accelerator techniques and its application to age measurements. Jpn. J. Appl. phys., 24, 1716—1723.
- 奥野 充・成尾 英仁・新井 房夫・小林 哲夫 (1996) . 大隅半島南部に分布する後期更新世テフラ. 鹿大理学紀要(地学・生物), 28, 101—109.

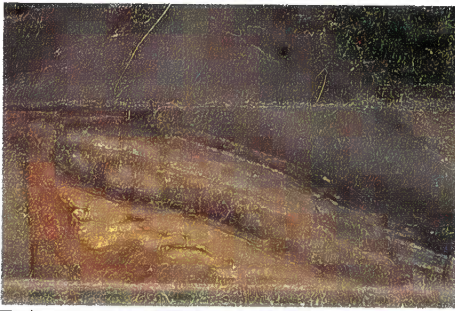


写真1 四万十累層群の上に堆積するテフラなど

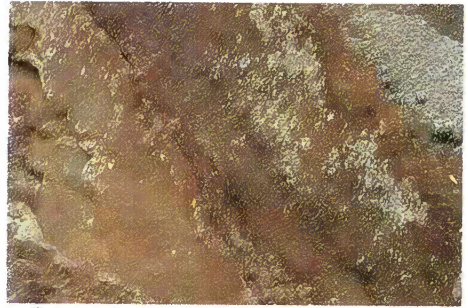


写真2 福山降下軽石
(左側は福山降下軽石、右側は岩戸降下軽石)



写真3 岩戸降下軽石
(中央部左上から右下へ傾斜する層)

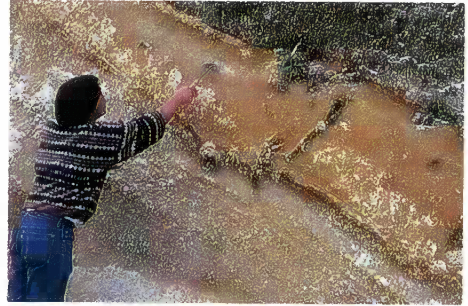


写真4 深港降下軽石と荒崎降下軽石
(下部の成層した部分が深港降下軽石、黄褐色部の白色部分が荒崎降下軽石)



写真5 大隅降下軽石層(下部)と妻屋火砕流堆積物
(妻屋火砕流堆積物の下部にはパイピングが見られる)



写真7 大隅降下軽石層の中の炭化樹木



写真6 一部妻屋火砕流堆積物に入り込む炭化樹木