

# 境峠断層, 長野県木祖村細島地区における活動履歴調査

## Paleoseismological study of the Sakaitoge fault at Hososhima site in Kiso Village, Nagano Prefecture, central Japan

吉岡敏和<sup>1</sup>・水野清秀<sup>2</sup>・宍倉正展<sup>3</sup>・石山達也<sup>4</sup>・細矢卓志<sup>5</sup>・橋本智雄<sup>6</sup>

Toshikazu Yoshioka<sup>1</sup>, Kiyohide Mizuno<sup>2</sup>, Masanobu Shishikura<sup>3</sup>,  
Tatsuya Ishiyama<sup>4</sup>, Takashi Hosoya<sup>5</sup> and Tomoo Hashimoto<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>活断層研究センター (Active Fault Research Center, GSJ/AIST, yoshioka-t@aist.go.jp, k4-mizuno@aist.go.jp, m.shishikura@aist.go.jp, t-ishi-yama@aist.go.jp)

<sup>5,6</sup>中央開発株式会社 (Chuo Kaihatsu Corporation, takashi\_hosoya@ckc-unet.ocn.ne.jp, tomoo\_hashimoto@ckc-unet.ocn.ne.jp)

**Abstract:** Three faulting events were identified in a trench on the the Sakaitoge fault. The Sakaitoge fault, the northwestern part of the Sakaitoge-Kamiya fault zone, is an NNW-SSE- to NW-SE-trending, left-lateral strike-slip active fault in western Nagano Prefecture. We excavated three trenches (A, B and C) at the foot of the fault scarp on a Late Pleistocene terrace in the Hososhima area, Kiso Village, to reveal the faulting history. Reverse faults displacing the terrace deposits and surface soil were observed on both walls of trench C. The calibrated radiocarbon dates from deformed soil yayer are BC 4220-3970 and BC 3960-3770, and the ages of the surface soil covering the fault zone are younger than BC 2480-2300. These radiocarbon dates show that the last faulting event on the Sakaitoge fault occurred between BC 2300 and BC 3960. The trench survey also revealed two previous events: one after AT tephra (ca. 28 ka) and the other before AT tephra but after 36 ky BP.

**キーワード:** 境峠断層, トレンチ, 活断層, 活動履歴, 古地震

**Keywords:** Sakaitoge fault, trench, active fault, faulting history, paleoseismology

### 1. はじめに

境峠断層は, 長野県西部の安曇村から奈川村を経て木祖村藪原付近に至る, 北西-南東ないし北北西-南南東方向の左横ずれ活断層である(活断層研究会, 1991). 境峠断層の南東延長には, 檜川村権兵衛峠付近に至る神谷断層がほぼ連続し, これらを合わせて境峠・神谷断層帯と呼ばれている(第1図). この断層に沿っては, 特に中・南部において直線状の谷地形が発達しており, 断層はこの谷の中を通過するため, 河谷の屈曲等の詳細な断層変位地形が観察される地点は少ない. また段丘面の分布も断片的で, 断層を横切って分布する段丘面がほとんど見られないため, これまでこの断層の活動性についての地形学的な検討はあまりなされていない. しかしながら, 中野ほか(1995)は, 奈川村大野川で断層を横切る番所溶岩の分布の左横ずれから約 1-3m/千年の平均変位速度をもつ可能性を指摘し, 狩野ほか(2002)は, 主に断層北部の奈川村内の横ずれ地形から, A級の活動度を持つと推定している.

境峠断層の活動履歴としては, 狩野ほか(2002)によって, 断層北部の奈川村寄合渡の断層露頭において 1,480 ± 40 yBPの<sup>14</sup>C年代を示す腐植質土壌が断

層に沿って取り込まれていること, その南に位置する木祖村上押出沢の断層露頭において 1,400 ± 40 yBPの<sup>14</sup>C年代を示す砂礫層が断層変位を受けていることから, 1,400 ± 40 yBP(暦年未校正)以降に最新活動があったと報告されている. しかし, これまでにトレンチ掘削等の調査は行われておらず, 活動履歴の詳細は不明であった. そこで産業技術総合研究所活断層研究センターでは, 全国主要活断層調査事業の一環として, 境峠断層の活動履歴を解明するためのトレンチ調査を実施した.

### 2. 調査の概要

トレンチ調査は, 境峠断層の南東部, 長野県木祖村小木曾細島地区において実施した. この地点付近では, 断層は笹川の西側をほぼ平行に延びているが, 約 1kmの区間にわたって, 西落ちの逆向き低断層崖が顕著に見られる(第2図). 断層の隆起側には段丘面が分布するが, これは, この地点の下流でAT火山灰層を堆積物中に挟む面より高位の面である. 低断層崖と西側の山地斜面の間には, 断層沿いに凹地が形成されており, その凹地に細島溜池(人工)が位置する.

トレンチは、細島溜池の南北両側の計3箇所において掘削した。掘削手順としては、まず池の北側でAトレンチを、南側でBトレンチを、それぞれ断層崖の基部において掘削したが、いずれのトレンチでも断層は露出せず、地層が断層崖に向かって緩く傾き下がっているのが確認できるのみであった。そのため、Aトレンチのさらに北側で、断層崖の斜面を横切ってCトレンチを掘削した。

### 3. トレンチ壁面の記載

AトレンチおよびCトレンチの壁面スケッチを第3図に示す。断層はCトレンチのみに露出した。Cトレンチでは、断層の隆起側に段丘面を構成すると考えられる円礫層(E層)が分布し、沈降側には下位から軽石質砂礫層を挟む軽石混じり砂質シルト層(D層)、黄褐色シルト質ローム層(C層)、黒色腐植土層(Ba層)が見られた。最上部には、これらの各層と、断層を覆って腐植質の土壌(A層)が観察された。これらのうち、E層は層内の分岐断層との関係からE1層とE2層に細分できる。さらに、トレンチ東端付近の壁面上部に楔状に砂質ローム層(C層に対比)と黒色土壌層(Bb層)が分布する。

断層はトレンチの東寄り確認された(第4, 5図)。断層面は東に傾斜し、見かけ上、C層の上にE層が乗り上げる逆断層の形態を示す。断層の下盤側のC層は、断層によって折り曲げられるように変形し、特に北側壁面では、上位のBa層に覆い被さっているのが観察される(第6図)。

C層とE層の境界をなす主断層は、きわめて明瞭であるが、断層面でのすべりを示す微細な構造は顕著には認められない。しかし、C層は断層面に沿って約50cmの幅で引きずり変形を受けている。また、E層内には主断層から分岐した断層が数条認められ、そのうちのいくつかは、E1層を変位させE2層に覆われている。

主断層の上盤側にあたるトレンチ東端部には、C層およびBb層が楔形に落ち込むように分布する(第7図)。Bb層およびC層とE層との境界はシャープで、特に南壁面ではほぼ直立しているため、Bb層およびC層は開口亀裂を埋積して堆積したものではなく、すでに地層として存在していたものが、断層活動によって落ち込んだものと考えられる。この楔状構造は、A層下部のローム質土壌に覆われる。

一方、Cトレンチの約10m南で掘削したAトレンチでは、トレンチ底付近に腐植層および火山灰質シルト層を挟む亜円礫層(V層)が分布し、その上位に軽石混じり砂礫層(IV層)、軽石質砂礫層を挟む軽石混じり砂質シルト層(III層)、黄褐色シルト質ローム層(II層)、黒色腐植土層(I層)がほぼ水平に重なるのが観察された。これらの地層はその層相から、III層がCトレンチのD層に、II層が同じ

C層に、I層は同じくBa, Bb, A層に対比される。

Aトレンチでは断層は確認されなかったが、Cトレンチとの位置関係から、断層はトレンチの東方を通過すると考えられる。トレンチ内に露出した地層のうち、III層以下の地層が東に傾斜し、それらを傾斜不整合でII層が覆っているのが観察された(第3図)。

なお、細島溜池の南方で掘削したBトレンチでは、斜面堆積物と考えられる礫混じりローム層および礫層のみが分布し、断層が確認できなかったこと、さらに用地の関係でトレンチを拡大することができなかったため、詳細な記載は行わなかった。

### 4. 年代測定結果の検討と断層の活動時期

トレンチ壁面から得られた試料の放射性炭素同位体年代測定結果を第1表に示す。CトレンチBa層の基底が断層活動による変形を受けていることは明らかであるが、層内が無層理で構造が不明のため、どの層準までが変位を受けているかを厳密に確定することはできない。しかしながら、北壁面のBa層のうち逆転したC層に覆われている部分は、少なくとも変形を受けていると判断できる。この部分のBa層からは、最も新しい<sup>14</sup>C年代として、 $5,250 \pm 80$  yBP (HC-C26; 暦年でBC 4220-3970年、暦年較正はStuiver, *et al.*, 1998による、以下同様)が得られた。また、断層の上盤側で楔形に落ち込んだBb層からは、最も新しい<sup>14</sup>C年代として、 $5,070 \pm 80$  yBP (HC-C20; 暦年でBC 3960-3770年)の年代値が得られた。なお、Ba層の年代値については、上位のA層も腐植質であることから、上位からの汚染による年代の若返りの影響が懸念される。このため、Ba層の上部と下部の2試料(HC-C32, HC-C42)について、アルカリ処理により腐植酸を除去した上でAMS法による<sup>14</sup>C年代測定を行った。その結果、いずれの試料からも近傍の試料とほぼ同程度の年代値が得られたため、Ba層の年代値に関しては汚染の影響はほぼないものと判断できる。

一方、現在の地表面に平行にこれらの構造を覆うA層からは、 $3,920 \pm 70$  yBP (HC-C22; 暦年でBC 2480-2300年)以降の<sup>14</sup>C年代値が得られた。得られた年代値がかなりばらつくこと、A層が断層崖の斜面上に堆積した土壌であることから、これらの年代値は、断層活動前から既に斜面に存在し、断層活動後に再堆積した土壌の年代である可能性が指摘できる。しかし、最も古い年代値が得られた試料の位置は主断層の直上であり、断層活動によって形成された崖が浸食され、平滑化された後に堆積したものと考えられる。また、現在の低断層崖はトレンチ範囲で最も急傾斜で、トレンチの東方では傾斜が緩やかになっている。これらのことから、A層は断層活動前から存在していた堆積物の再堆積ではなく、現

在の低断層崖斜面の形成過程で発達，堆積した可能性が高いと考えられる。したがって，この地点での境峠断層の最新活動は，BC 3960 年（約 5,900 cal yBP）以降，BC 2300 年（約 4,300 cal yBP）以前にあったものと考えられる。

最新活動に先行する活動としては，Ba層とその下位のC層との間で変形の程度に差があることから，その間に少なくとも1回の活動があったと考えられる。C層からは直接年代を示す試料は得られなかったが，C層に対比されるAトレンチのII層について，連続サンプルを採取し処理した結果，II層下部から，ATテフラ起源のガラスが検出された。したがって，この活動はATテフラ降下（暦年で約 28,000 yBP）以降にあったと考えられる。さらにCトレンチのC層とD層の間，それに対比されるAトレンチのII層とIII層の間には，先に述べたように傾斜不整合が見られる。この傾斜不整合は，両トレンチとも下位の地層が断層に向かって傾き下がる形態をとることから，断層活動を示しているものと推定される。AトレンチでIII層の下位にあたるIV層から  $35,970 \pm 570$  yBPの<sup>14</sup>C年代値が得られたことから，約 36,000 yBP（暦年未校正）以降，ATテフラ降下以前にも少なくとも1回の活動があったと考えられる。

## 5. まとめ

以上の結果から，この地点の境峠断層の最新活動時期は約 5,900 cal yBP 以降，約 4,300 cal yBP 以前と考えられる。それに先立つ活動としては，AT テフラ降下以降に少なくとも1回，約 36,000 yBP（暦年未校正）以降，AT テフラ降下以前にも少なくと

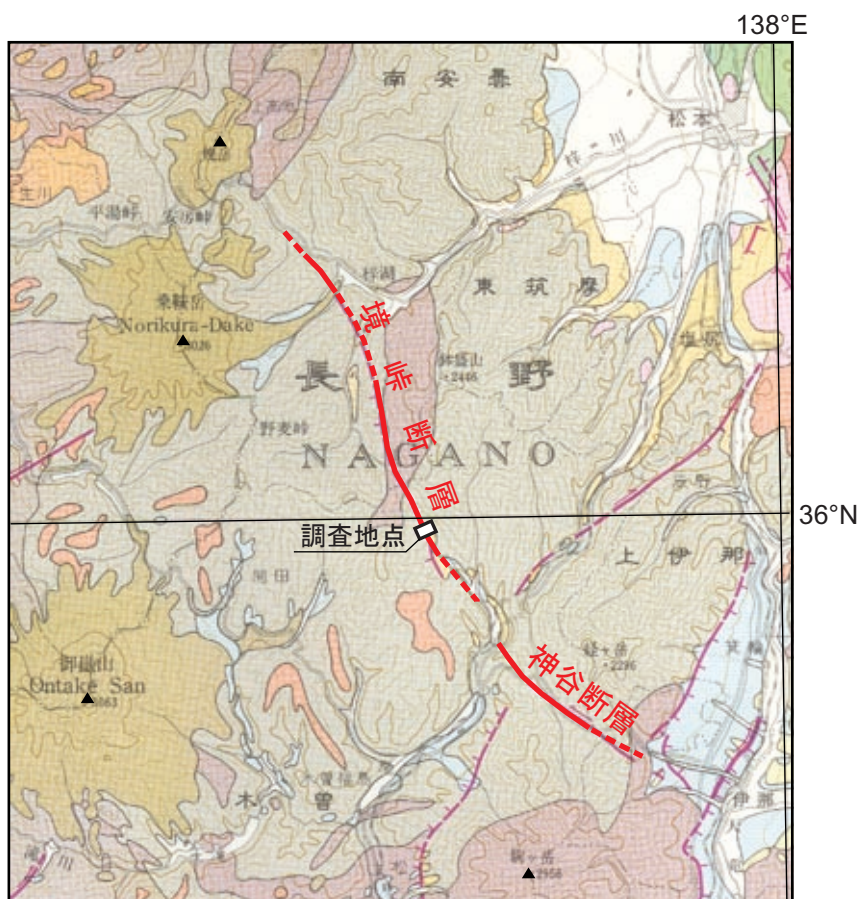
も1回の断層活動があったと考えられる。この最新活動時期は狩野ほか（2002）が断層北部の2地点で求めた活動時期と異なるが，このことが，境峠断層が両地点間で別の活動セグメントに区分されることを意味するかどうかは，さらに検討が必要である。

謝辞 本研究を行うにあたって，土地所有者の方をはじめ，地元関係者の方々には多大なるご協力をいただいた。ここに記して深く感謝の意を表する。

## 文 献

- 狩野謙一・丸山 正・林 愛明（2002）飛騨山地南部，境峠断層の後期更新世-完新世における活動。地質雑，**108**, 291-305.
- 加藤碩一・杉山雄一（1985）1/50 万活構造図「金沢」。地質調査所。
- 活断層研究会（1991）新編日本の活断層・分布図と資料。東京大学出版会，437p.
- 中野 俊・大塚 勉・足立 守・原山 智・吉岡敏和（1995）乗鞍岳地域の地質。地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅），地質調査所，139p.
- Niklaus, T. R. (1991) CalibETH version 1.5, ETH Zurich, 2 diskets and 151p.
- Stuiver, M., Reimer, P. J., Bard, E., Beck, J. W., Burr, G. S., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, G., Van der Plicht, J. and Spurk, M. (1998) INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000-0 cal BP, *Radiocarbon*, **40**, 1041-1083.

（受付：2003 年 7 月 15 日，受理：2003 年 8 月 11 日）



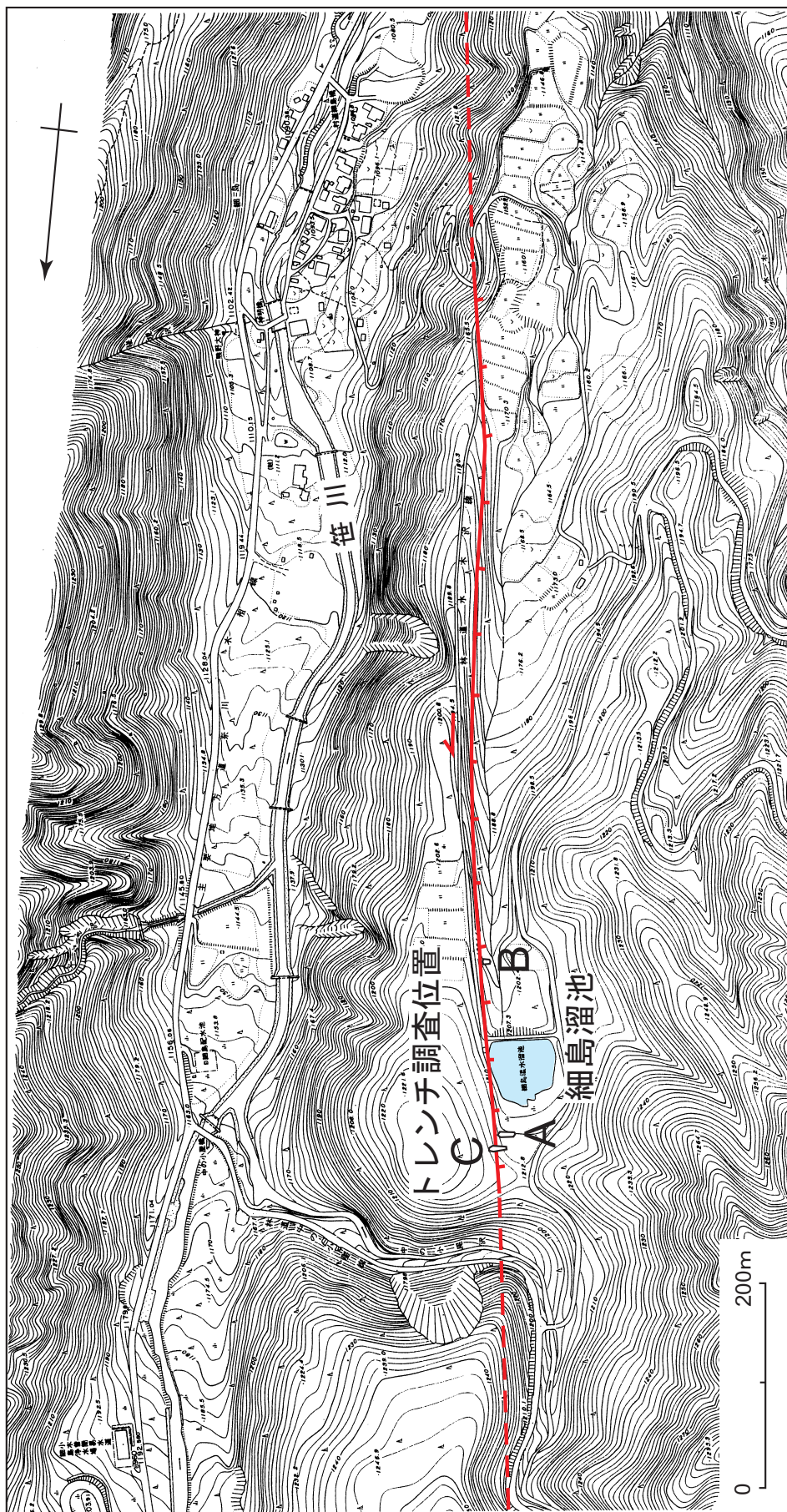
第1図. 境峠断層とその周辺の活断層.

1/50万活構造図「金沢」(加藤・杉山, 1985)の一部分に断層線を加筆.

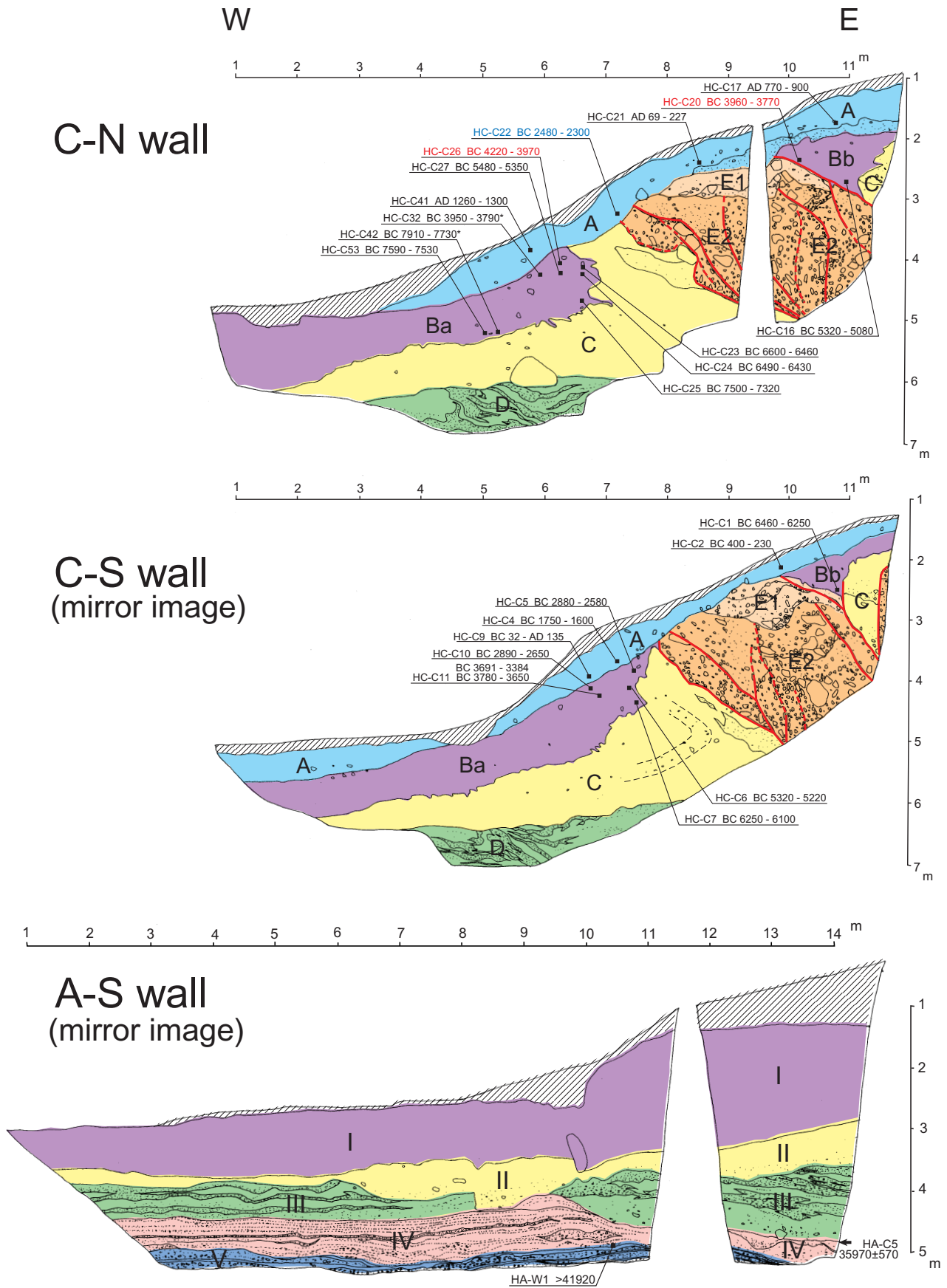
Fig. 1. Active faults around the Sakaitoge fault.

The base map is 1:500,000 Neotectonic Map "Kanazawa" (Kato and Sugiyama, 1985).





第2図，調査地点周辺の地形。木祖村発行1/5,000地形図による。  
Fig. 2. Detailed topographic map (issued by the Kiso Village municipal government) around the trench site.



第3図. Cトレンチ南北両壁面およびAトレンチ南壁面のスケッチ.  
 Fig. 3. Logs of the both walls of trench C and the south wall of trench A.





第4図. Cトレンチ北壁面の写真.  
Fig. 4. Photograph of the north wall of trench C.



第5図. Cトレンチ南壁面の写真.  
Fig. 5. Photograph of the south wall of trench C.





第6図. Cトレンチ北壁面中央上部の拡大写真.  
Fig. 6. Close-up photograph of the upper central part of the north wall of trench C.



第7図. Cトレンチ北壁面右上部の拡大写真.  
Fig. 7. Close-up photograph of the upper right part of the north wall of trench C.



第1表. トレンチ壁面から得られた試料の放射性炭素同位体年代測定結果.  
Table 1. Radiocarbon dates of the samples from the trenches.

| trench | sample no. | unit | lab. no.    | material         | method | <sup>14</sup> C age | calender year (1sigma) | note             |
|--------|------------|------|-------------|------------------|--------|---------------------|------------------------|------------------|
| A      | HA-C5      | IV   | Beta 171975 | organic sediment | Beta   | 35970 ± 570         |                        |                  |
| A      | HA-W1      | V    | Beta 171971 | wood             | Beta   | >41920              |                        |                  |
| C      | HC-C41     | A    | Beta 171985 | organic sediment | Beta   | 720 ± 60            | AD 1260 - 1300         |                  |
| C      | HC-C17     | A    | Beta 171979 | organic sediment | Beta   | 1190 ± 60           | AD 770 - 900           |                  |
| C      | HC-C21     | A    | IAA 208     | organic sediment | Beta   | 1890 ± 70           | AD 69 - 227            | CalibETH         |
| C      | HC-C9      | A    | IAA 206     | organic sediment | Beta   | 1950 ± 70           | BC 32 - AD 135         | CalibETH         |
| C      | HC-C2      | A    | Beta 171973 | organic sediment | Beta   | 2290 ± 70           | BC 400 - 230           |                  |
| C      | HC-C4      | A    | Beta 171974 | organic sediment | Beta   | 3380 ± 70           | BC 1750 - 1600         |                  |
| C      | HC-C22     | A    | Beta 171981 | organic sediment | Beta   | 3920 ± 70           | BC 2480 - 2300         |                  |
| C      | HC-C5      | Ba   | Beta 171970 | organic sediment | Beta   | 4150 ± 80           | BC 2880 - 2580         |                  |
| C      | HC-C10     | Ba   | Beta 173922 | organic sediment | Beta   | 4190 ± 70           | BC 2890 - 2650         |                  |
| C      | HC-C11     | Ba   | IAA 207     | organic sediment | Beta   | 4800 ± 90           | BC 3691 - 3384         | CalibETH         |
| C      | HC-C11     | Ba   | Beta 171977 | organic sediment | Beta   | 4930 ± 80           | BC 3780 - 3650         |                  |
| C      | HC-C32     | Ba   | Beta 174942 | organic sediment | AMS    | 5070 ± 40           | BC 3950 - 3790         | acid/alkali/acid |
| C      | HC-C26     | Ba   | Beta 171983 | organic sediment | Beta   | 5250 ± 80           | BC 4220 - 3970         |                  |
| C      | HC-C6      | Ba   | Beta 173921 | organic sediment | Beta   | 6280 ± 70           | BC 5320 - 5220         |                  |
| C      | HC-C27     | Ba   | Beta 171984 | organic sediment | Beta   | 6450 ± 60           | BC 5480 - 5350         |                  |
| C      | HC-C7      | Ba   | Beta 171976 | organic sediment | Beta   | 7360 ± 80           | BC 6250 - 6100         |                  |
| C      | HC-C24     | Ba   | Beta 173924 | organic sediment | Beta   | 7640 ± 60           | BC 6490 - 6430         |                  |
| C      | HC-C23     | Ba   | Beta 173923 | organic sediment | Beta   | 7710 ± 60           | BC 6600 - 6460         |                  |
| C      | HC-C25     | Ba   | Beta 171982 | organic sediment | Beta   | 8330 ± 70           | BC 7500 - 7320         |                  |
| C      | HC-C53     | Ba   | Beta 171987 | organic sediment | Beta   | 8510 ± 70           | BC 7590 - 7530         |                  |
| C      | HC-C42     | Ba   | Beta 171986 | organic sediment | AMS    | 8750 ± 40           | BC 7910 - 7730         | acid/alkali/acid |
| C      | HC-C20     | Bb   | Beta 171980 | organic sediment | Beta   | 5070 ± 80           | BC 3960 - 3770         |                  |
| C      | HC-C16     | Bb   | Beta 171978 | organic sediment | Beta   | 6260 ± 80           | BC 5320 - 5080         |                  |
| C      | HC-C1      | Bb   | Beta 171972 | organic sediment | Beta   | 7500 ± 70           | BC 6460 - 6250         |                  |

<sup>14</sup>C年代値は Libby の半減期 5568 年を用い、 $\delta^{13}\text{C}$  補正を行った値を示す。暦年については、INTCAL98 暦年較正プログラムを用いて、Stuiver et al. (1998) に基づく暦年較正（誤差幅  $1\sigma$ ）を行った値を示す（備考に CalibETH と示された暦年値は Niklaus (1991) による）。測定方法の AMS は加速器質量分析計による測定、Beta は液体シンチレーションカウンターを用いた  $\beta$  線計数法による測定を示す。

<sup>14</sup>C ages were corrected by  $\delta^{13}\text{C}$  and calculated using Libby half-life of 5568 years. Calendar years are dendrochronologically calibrated probable age ranges of confidence levels 68.3% ( $1\sigma$ ). Calibration was carried out using INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration (Stuiver et al., 1998). Calendar years noted CalibETH are calibrated using CalibETH version 1.5 (Niklaus, 1991). No adjustment for nonexistent 0 BC was made. AMS: accelerator mass spectrometry dating method, Beta: conventional  $\beta$ -ray counting dating method.