

嘉永・安政伊賀地震の震源断層としての木津川断層系 上野市東高倉におけるトレンチ掘削調査から

地質調査所 地震地質部 *	苺谷 愛彦
科学技術振興事業団 重点研究支援協力員	伏島 祐一郎
地質調査所 地質部	宮地 良典
地質調査所 大阪地域地質センター	水野 清秀・寒川 旭
地質調査所 地震地質部	佐竹 健治
鹿児島大学 理学部	井村 隆介
広島大学 文学部	奥村 晃史
INA 株式会社 地質調査部	柳田 誠・佐藤 賢

Kizugawa Fault System as a source of the 1854 Iga Earthquake: a short report on trenching in Ueno City, East Kinki, Japan

Yoshihiko KARIYA

Earthquake Geology Department, Geological Survey of Japan
1-1-3 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

Yuichiro FUSEJIMA

JST Support Staff for Priority Research, c/o Geological Survey of Japan
1-1-3 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

Yoshinori MIYACHI

Geology Department, Geological Survey of Japan
1-1-3 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

Kiyohide MIZUNO and Akira SANGAWA
Osaka Regional Center, Geological Survey of Japan
4-1-67 Otemae, Chuo-ku, Osaka 540-0008, Japan

Kenji SATAKE

Earthquake Geology Department, Geological Survey of Japan

Ryusuke IMURA

Faculty of Sciences, Kagoshima University
1-21-35 Korimoto, Kagoshima, Kagoshima 890-0065, Japan

Koji OKUMURA

Faculty of Literature, Hiroshima University
1-2-3 Kagamiyama, Higashi-hiroshima, Hiroshima 739-8522, Japan

Makoto YANAGIDA and Masaru SATO

Geology Department, INA Co. Ltd.
1-44-10 Sekiguchi, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8668, Japan

From numerous historical documents, it has been suggested that the active Kizugawa fault system in western Mie Prefecture consisting of two geometrical segments is responsible for the 1854 *Kaei-Ansei Iga* earthquake ($M=7\frac{1}{4}\pm\frac{1}{4}$). However, no geological or geomorphological attempt to verify this idea has been made yet. Our paleoseismological study with field survey, excavating, drilling, and dating techniques has revealed the recent behavior of the fault system as follows: 1) the latest event of the eastern segment took place after the latest 14th C, and it certainly corresponded to the 1854 earthquake; 2) vertical components of the slip by the last event was 2.2-2.6 m, 3) the penultimate event would transpire before 1180 cal y BP, and this indicates the recurrence interval of the activities for the eastern segment is longer than 1200 yrs, 4) average vertical slip rate of the fault system is estimated to be 0.13 to 0.6 m per one millennium. The recent rupturing history of the western segment, in turn, is still a matter to be solved.

* 〒305-8567 つくば市東 1-1-3, 電子メール: ykariya@gsj.go.jp (苺谷愛彦)

§ 1. はじめに

木津川断層系は、三重県上野盆地の北縁と信楽高原の南縁を画す急斜面の基部に存在する右横ずれ活断層系である(第1図)。活断層研究会編(1991)は、この断層系を奈良県笠置村笠置から三重県阿山町音羽に至る西区間と、三重県上野市西高倉から同市円徳院に至る東区間に分けた。

木津川断層系は伊賀国・伊勢国・大和国とそれらの周辺地域に大きな被害をもたらした嘉永七年・安政元年六月十五日[1854年7月9日]伊賀上野地震($M=7\frac{1}{4}\pm\frac{1}{4}$;宇佐美, 1996)の震源断層の一つといわれており、上野市野間にはこの時に生じたと伝えられる溝状の地割れが残されている(今村, 1911;横田ほか, 1976;萩原編, 1982)。ところが、木津川断層系では明確な地表地震断層はこれまで確認されておらず、この断層系が真に伊賀上野地震の震源断層であったかどうかは地質学的に検証されていなかった。

地質調査所では平成10年度以降、工業技術院特別研究「古地震及び活断層による地震発生予測の研究」(活断層による地震発生ポテンシャル評価の研究グループ, 1999)の一環として、木津川断層系の活動履歴の解明と活動性評価をめざした以下の調査をすすめてきた: 1) 変動地形・地質学的調査, 2) トレンチ(3孔)・ピット(2孔)発掘調査, 3) 試錐調査(7孔, 掘進総計90m), 4) これらに付随する ^{14}C 年代測定と考古史料の検討(第1図)。この結果、木津川断層東区間の西端付近に位置する上野市東高倉のトレンチにおいて、室町・安土桃山時代の遺物包含層を切り、

近世ないし現代の耕作土に覆われる北傾斜の逆断層が確認され、伊賀上野地震が木津川断層の最新活動に対応していたことが初めて確かめられた。

本稿はこの成果をまとめたもので、平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書所収の報文(荻谷ほか, 1999)を加除修正したものである。その骨子は第16回歴史地震研究会(1999年9月;三重県上野市)と、北淡国際活断層シンポジウム(2000年1月;兵庫県北淡町)でも発表した。なお、本稿ではBronk Ramsy(1998)の暦年補正プログラムとStuiver *et al.*(1998)の補正曲線を組みあわせ、 ^{14}C 年代(^{14}C y BP)を1950年をゼロとした場合の遡及暦年数(cal y BP)に変換して用いる。また土器の鑑定結果は、寒川と上野市教育委員会の所見による。

§ 2. 東高倉トレンチの概況

東高倉トレンチは上野市東高倉の小規模な谷頭内の緩斜面(休耕田)において、この地形面を横断する比高約1.5mの低崖上で掘削された(第2図)。またトレンチの側方では地層の年代資料の獲得を目的とした試錐を行った。筆者らは当初、この崖を低断層崖と予想したが、トレンチの観察(第3図)から明らかのように、その一部は人為的に作られた可能性が高い。

空中写真判読や現地調査によると、トレンチ地点の周囲には低位河成段丘面(L2面, 30000 cal y BP以前; L1面, 30000~10000 cal y BP)や沖積面(A面, 10000 cal y BP以降)に北上がり2~6mの変位を及ぼした低断層崖が連続し、流路や谷壁斜面にも右ずれ

屈曲が認められる (第 2 図). 一般に, これらの低断層崖を挟んで北側には信楽花崗岩が, 南側には古琵琶湖層群伊賀累層 (川辺ほか, 1996) が分布する. これらの変位地形は, 平均変位速度など, 木津川断層系の長期的活動性を評価するために有用である.

§ 3. 東高倉トレンチ壁面の記載

3.1. トレンチ壁面の地質と年代

第 3 図はトレンチ壁面のスケッチである. このトレンチでは断層上盤側基部に風化基盤岩 (粗粒角閃石黒雲母花崗岩) が現れた. また全壁面で未固結な砂礫・シルト層が観察された. それらの層相は断層の上盤・下盤側でわずかに異なることがあるので, 記載の便宜上, 顕著な不整合面や地層の分布状況にもとづき上盤側は A~D 層に区分した. 同様に, 下盤側は II~III 層とした. また, これらの地層の一部はトレンチ周辺で掘削された試錐コア中でも確認することができた. 各層は層相や考古遺物の産出状況, ^{14}C 年代により, さらに細分が可能である. 第 3 図中の各層の記号に付したアラビア数字がそれを示す.

A 層は部分的に葉理が認められる河成シルト質砂礫層で, 上盤側から下盤側に連続して分布する. 本層から年代資料は得られなかったが, 下位層との関係や土地所有者の説明から近世以降の堆積物と推定される. 本層の上面は耕作や土地改変のために著しく攪乱されている.

B 層は風化花崗岩の中礫・細礫と細粒・中粒砂を主体とする河成シルト質砂礫層で, 腐植に富むシルト層および

砂層の薄層をしばしば挟む. 地層の連続性や ^{14}C 年代, 考古遺物の産出状況から下盤側の II 層に対比される. B 層・II 層とも, 飛鳥・奈良時代から室町・安土桃山時代の土器片を多数産出する. また両層から複数の ^{14}C 年代 (1390~920 cal y BP) を得たが, B₂・B₃ 層および II₂・II₃ 層のものは同層準から出土した最新の土器の年代にくらべて明らかに古く, 二次的に移動した試料を年代測定に供した可能性が高い.

C 層は風化花崗岩の中礫・細礫を含む河成のシルト層および腐植質シルト層である. 下盤側の III 層に対比される. 両層から考古遺物は検出されなかったが, 試錐から得た試料も含めた ^{14}C 年代は 1530~1180 cal y BP に及ぶ.

D 層は風化花崗岩の中礫・細礫を含む河成砂礫層で, 腐植質シルト・細粒砂の薄層をレンズ状に挟む. 西壁面でのみ確認される. また下盤側には D 層に対比される地層は出現していない. 本層から考古遺物は出土しなかったが, 試錐から得た試料も含めた ^{14}C 年代は 2710~1180 cal y BP の範囲にある.

トレンチ壁面での各地層の露出状況のほか, 試錐の資料も勘案すると, B~D 層および II~III 層は, この谷頭低地にかつて存在した浅い谷を埋積した一連の未固結堆積物と判断される.

3.2. 断層および地層の変形

トレンチの東・西両壁面の南側に, 北へ 30°~50° 傾斜した数条の逆断層が現れた (第 3 図).

東壁面の断層は B₂ と II₂ 層以下を明瞭に切断して北上がりの変位を与えている. その上下変位量は 2.2~2.6 m に達する. 地表に近づくにつれて断層は

不明瞭となるため、II₁層が切断されているかどうかは確認できなかった。しかしII₁層はB₂層・II₂層の上面に平行するような撓曲変形を受けていることが判明した。これに対し、A層には断層運動による切断や変形は全く認められなかった。

西壁面で観察された断層はわずかに分岐したり湾曲しながらB₃層・II₃層以下を明瞭に切断し、各地層に東壁面と同じ程度の上下変位を与えている。またB₂層・II₂層も著しい引きずり変形を受けており、II₁層にもこれと同様の撓曲変形が及んでいると判断された。一方、断層先端の延長部付近に分布するA層は人工改変を受けているために、その層相や分布について観察できる範囲は限定されたが、東壁面と同様に断層運動による切断や変形を受けているようにはみえなかった。

§ 4. 木津川断層東区間の活動

4.1. 最新活動と歴史地震との関係

東高倉トレンチにおいて断層変位を受けている最新の地層はII₁層である。II₁層は室町・安土桃山時代の土器片を含むことから、14世紀末以降に堆積したものである。一方、断層変位を受けていない最古の地層はA₂層である。A₂層の年代は未詳であるが、先に述べたように近世から現代の堆積物と考えられる。以上から、木津川断層東区間の最新活動は14世紀末以降に限局される。

小山(1999)は、日本の史料には時空間の両面でしばしば欠落があることを強調した。これは、トレンチでの観察など、自然データから得られた古地震を史料にあるそれに対比する場合に

慎重でなければならないことをさす。しかし、この場合、木津川断層系の最新活動が14世紀末以降という比較的新しい時代に限定されるのにもかかわらず、それに対応する最も確からしい歴史記録は嘉永・安政伊賀地震以外に見あたらない。上野は京都の南西約40 kmに位置する(第1図)。この断層系の最新活動が嘉永七年・安政元年以外に生じていれば、京都とその周辺に何らかの史料が残され、発見されてきたにちがいない。14世紀末以降に生じた木津川断層東区間の最新活動が嘉永・安政伊賀上野地震に対応することは確実と考えられる。

ところで、嘉永・安政伊賀上野地震の震源断層として、木津川断層のほか上野市の南西に分布する花ノ木断層や三重県東部の桑名断層・四日市断層を想定する意見がある(第1図;萩原編, 1982;土佐ほか, 1998)。それらの当否について、筆者らは新たな議論の材料をもちあわせていないが、今後も地形・地質学と史料地震学両面からの検討を要する興味深い問題といえよう。また、従来指摘されていなかったが、上野市中心部の南西約3 kmにある朝屋や池尻付近の水田には、南北走向の撓曲崖状の凸型傾斜変換部が存在する。その成因は目下不明であるが、これも今後調べる必要がある。

4.2. 最新活動による変位量

上述のように、東高倉トレンチの東・西両壁面で観察されるB(II)層やC(III)層の上下変位量は2.2~2.6 mとほぼ一定の範囲内にあり、これが最新活動時の変位量と考えられる。ただし、断層を挟んだトレンチ壁面の上盤・下

盤側において各地層の層相に多少の相違があることや、断層全体を通じた地形学的調査の結果から、木津川断層東区間の断層運動には右横ずれ変位が伴われていると考えられる。したがって、いま述べた上下変位量は概数とみるのがよいであろう。また D 層とその下盤側の対比層である IV 層との間の上下変位量については、今回の調査で明らかにすることはできなかった。

4.3 最新活動に先行する活動、活動間隔および平均上下変位速度

上述のように、B (II) 層と C (III) 層が受けた変位は最新活動のものに限られると考えられる。したがって最新活動の 1 つ前の活動は、少なくとも C 層の最も新しい年代値である 1180 cal y BP 以前に生じたことになる。木津川断層東区間の平均的な活動間隔が約 1200 年以上であるのは確実である。

木津川断層東・西両区間を対象とした地形学的調査によると、断層沿いに分布する地形面（低位より A 面、L1 面、L2 面、M 面、H 面）上には数 m の上下変位を伴う低断層崖が生じている。地形面の編年については検討の余地がまだあるが、本地域で発達が良い L1 面に関して以下の資料を得た。

京都府南山城村奥田において、同面を構成する河成砂礫層の中部層準に含まれる木片の年代は約 32500 cal y BP である。また上野市平野の同面構成層（河成砂礫層）の中部層準に挟まれる泥炭は 15350~14050 cal y BP と 13830~13530 cal y BP である。さらに、上野市西高倉の試錐（第 2 図）で得た同面構成層最上部層準の腐植質砂礫層は 10690~10560 cal y BP である。これ

らの事実から、L1 面の離水は約 30000~10000 cal y BP と推定される。L1 面上の低断層崖の比高は木津川断層西区間の最西端（南山城村押原）付近を除いて 4~6 m なので、これから算出される平均上下変位速度は 1000 年あたり 0.13~0.6 m である。

§ 5. そのほかの成果

本研究では、このほかに三重県阿山町円徳院、上野市佐那具、上野市野間北および野間南でトレンチまたはピット掘削を試みた。このうち円徳院と野間北では花崗岩と古琵琶湖層群を境する逆断層が確認されたが、それらの最近の活動を示す証拠は見いだされなかった。また佐那具では、古墳時代後期から飛鳥時代の土器片を含む沖積錐堆積物に液状化の疑いがある擾乱構造を認めたと、これが木津川断層系の活動に因む地震動に起因するものかどうかを判定する資料は得られなかった。

ところで、野間北のピットは横田ほか（1976）が嘉永・安政伊賀上野地震による地震断層と判断した開口割れ目の約 20 m 西方で掘削した。ピットの掘削前後に野外地形・地質調査および土地所有者の聞き取りを行ったところ、この割れ目はピットで確認された花崗岩と古琵琶湖層群の境界断層の東方延長に位置することは確かなものの、谷壁の地すべり土塊頭部に形成された滑落崖の疑いがあることが判明した。この割れ目の下方のスギ林内に分布する不規則な凹・凸微地形や、スギの傾斜樹幹は地すべりの発生を暗示する。この割れ目を地震断層とした横田ほか（1976）の見解を再検討する必要がある。

§6. おわりに

木津川断層西区間の活動履歴の解明と、最新活動時の横ずれ変位量の算出などを目的とする補備調査を2000年1月以降に実施する予定である。

謝辞 本研究の遂行にあたり各調査地の所有者、地元自治会関係者、上野市教育委員会・同市消防防災室、三重県消防防災課・同県伊賀県民局建設部・同局農林商工部、谷岡勇市郎博士（気象研究所）および奥山茂美氏（元上野高校）にご協力いただきました。また歴史地震研究会での発表に際し、都司嘉宣教授（東京大学）にお世話になりました。さらに、小松原琢博士（地質調査所）には初稿に対する適切な修正意見を頂きました。以上の皆様に、あつくお礼もうしあげます。

文 献

- BRONK RAMSEY, C., 1998, OxCAL v.2.18 および v.3b2, <http://www.rlaha.ox.ac.uk/oxcal/> で入手できる暦年補正コンピュータ・プログラム。
- 萩原尊禮編, 1982, 古地震 —— 歴史資料と活断層からさぐる, 東京大学出版会, 312pp.
- 今村明恒, 1911, 安政元年夏ノ地震, 震災予防調査会報告, 77, 1-16.
- 活断層研究会編, 1991, 新編日本の活断層分布図と資料, 東京大学出版会, 437pp.
- 活断層による地震発生ポテンシャル評価の研究グループ, 1999, 平成10年度に実施した活断層・古地震調査の成果概要, 地質ニュース, 印刷中。
- 荻谷愛彦・伏島祐一郎・宮地良典・水野清秀・佐竹健治・寒川 旭・井村隆介, 1999, 木津川断層系の古地震調査, 地質調査所速報, no. EQ/99/3 (平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 103-113.
- 川辺孝幸・高橋裕平・小村良二・田口雄作, 1996, 上野地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 99pp.
- 小山真人, 1999, 日本の史料地震学研究の問題点と展望 —— 次世代の地震史研究に向けて ——, 地学雑誌, 104, 346-369.
- STUIVER, M., REIMER, P., BARD, E., BECK, J. W., BURR, G. S., HUGHEN, K. A., KROMER, B., MCCORMAC, G., VAN DER PLICHT, J. AND SPURK, M., 1998, INTCAL 98 radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. Radiocarbon, 40, 1041-1083, および <http://depts.washington.edu/qil/calib/> で入手できる補正曲線。
- 土佐 圭・中西一郎・荒島千香子・北村健洋・西山昭仁, 1998, 安政元年伊賀上野地震の断層運動の再検討, 歴史地震, 14, 155-174.
- 宇佐美龍夫, 1996, 新編日本被害地震総覧 [増補改訂版], 東京大学出版会, 493pp.
- 横田修一郎・塩野清治・屋舗増弘, 1976, 伊賀上野の地震断層, 地球科学, 30, 54-56.

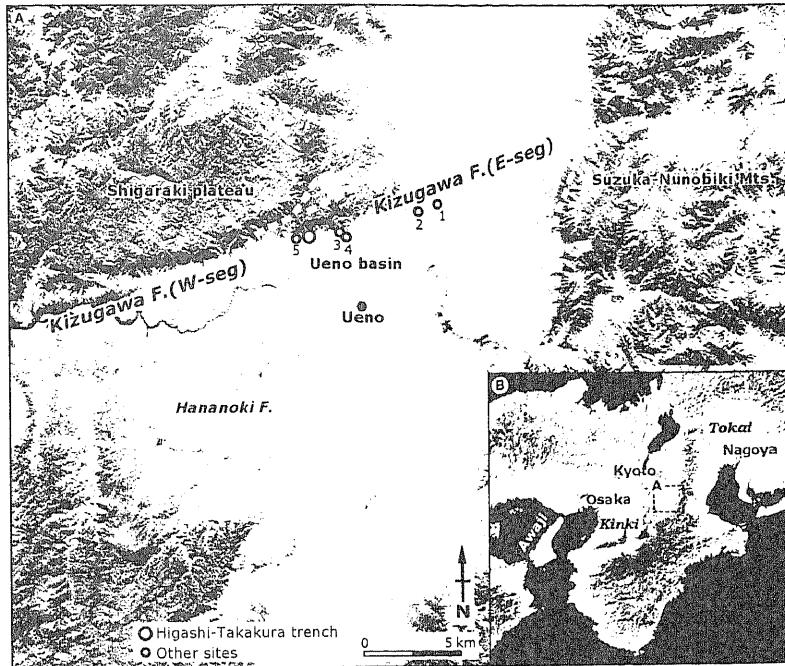


Fig. 1 Kizugawa fault system and its surrounding active faults (broken lines, box A). Traces of the active faults are partly modified from the Research Group for Active Faults of Japan(1991). Digital Elevation Model data for 50 m grid, prepared by the Geographical Survey Institute, were used for generating the shaded relief. Box B is a LANDSAT image in and around the Kinki and Tokai districts, central Japan. Small circles on the eastern segment of the fault system indicate the study sites: 1, Entokuin; 2, Sanagu; 3, Noma-Kita; 4, Noma-Minami; 5, Nishi-Takakura.

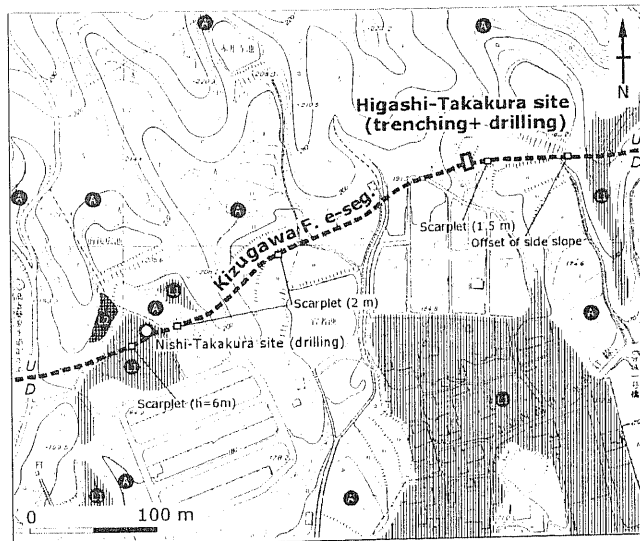


Fig. 2 Location of the Higashi-Takakura site. Geomorphic surfaces, L2, L1, and A are of fluvial origin. L2: > 30 cal ka, L1: 30-10 cal ka, A: < 10 cal ka. A topographical map in scale of 1:2500, published by the Ueno City, was used as a base map. Contour interval is 2 m.

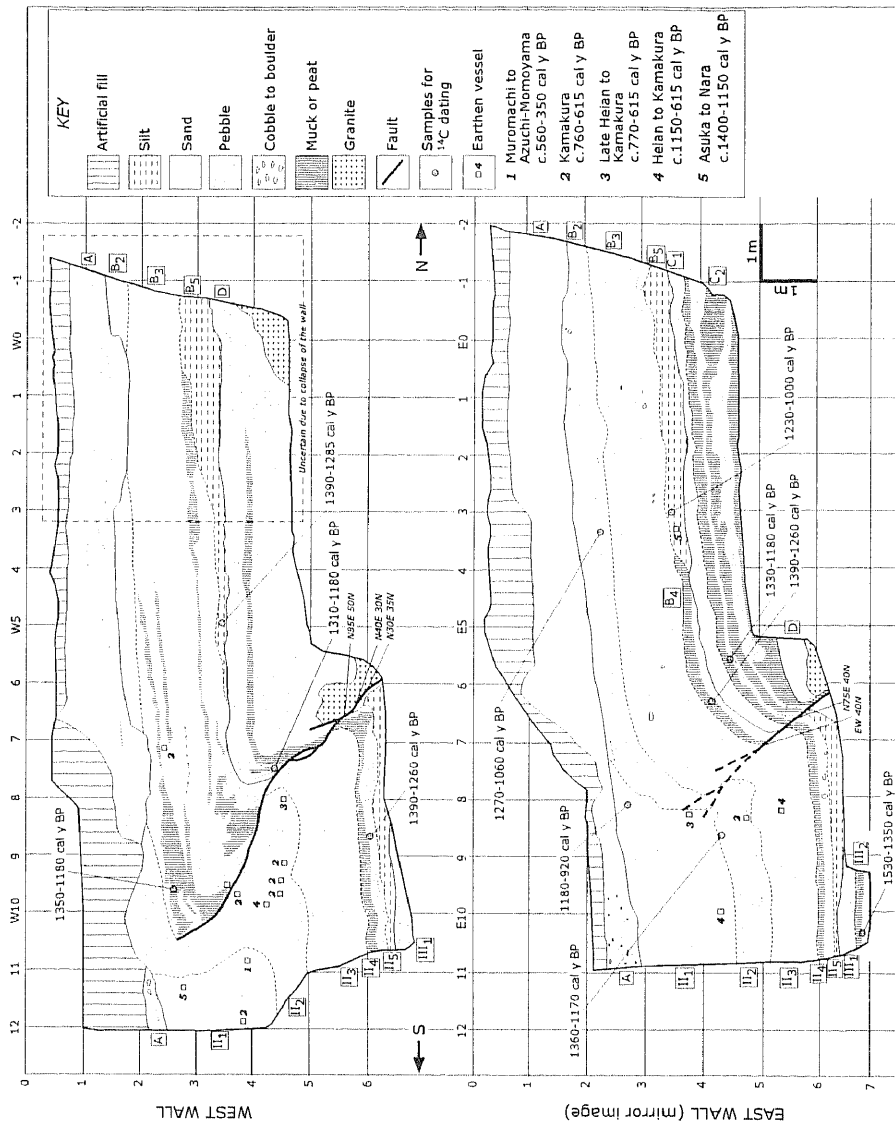


Fig. 3 Sketches of the trench walls at the Higashi-Takakura Site. These were made by projecting the logs of the inclined trench walls on a vertical plane.