

3. 5 より詳しい地震活動履歴解明のための地質学および史料地震学的研究

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 より詳しい地震活動履歴解明のための地質学および史料地震学的研究

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
独立行政法人 産業技術総合研究所	研究員	丸山 正
国立大学法人 京都大学防災研究所	准教授	遠田晋次
国立大学法人 広島大学文学部	教授	奥村晃史
財団法人 電力中央研究所	主任研究員	三浦大輔
財団法人 電力中央研究所	主任研究員	佐々木俊法
公立大学法人 大阪市立大学	准教授	原口 強
国立大学法人 東京大学地震研究所	准教授	都司嘉宣

(c) 業務の目的

地震活動履歴に関するデータがまだ十分得られていない糸魚川－静岡構造線断層帯（以下、本断層帯）中部および北部を中心に、トレンチ調査、ボーリング等の地質学的研究と最新活動に関連した史料地震学的研究を行う。これらの調査研究結果に基づき、地震活動履歴を重視した本断層帯のセグメンテーション区分を行い、各セグメントから発生する地震の規模と時期、および隣接区間との連動性に関する検討を行う。さらに、本研究の成果と他のサブテーマの成果を統合することにより、地震発生の確率評価と強震動予測のための地震シナリオを高度化することを目指す。

(d) 5カ年の年次実施計画

1) 平成 17 年度：

本断層帯北部区間の活動履歴を明らかにするため、神城断層沿いの青木湖の湖底でピストンコアリング調査を実施した。その結果、過去 1 万年間の層序記録から 4 回の強震動に関連する堆積イベントを検出した。

2) 平成 18 年度：

なし。

3) 平成 19 年度：

本断層帯北部・中部区間の活動履歴を解明するために、松本盆地東縁断層および茅野断層上においてトレンチ調査を実施した。

4) 平成 20 年度：

本断層帯北部・中部区間の活動履歴を解明するために、松本盆地東縁断層および釜無山断層帯上においてトレンチ調査を実施した。

5) 平成 21 年度：

活動履歴に基づくセグメント区分および最新活動時期の検出のため、活動履歴に関する情報が不足している北部区間 2 箇所トレンチ調査を行うとともに、既存データとともにこれまでの調

査結果のまとめを行った。

(e) 平成 21 年度業務目的

本断層帯で想定される地震規模・頻度予測を高精度化するために、活動履歴に関する情報が不足している北部区間の神城断層および松本盆地東縁断層において詳細な活動履歴の解明を目指す。そのために、2 調査箇所においてそれぞれ群列ボーリングおよびトレンチ掘削調査を実施し、過去数千年間の地震イベントの検出と活動年代の特定を行う。

(2) 平成 21 年度の成果

(a) 業務の要約

本断層帯北部の神城断層および松本盆地東縁断層の各断層で 1 地点ずつ、計 2 地点でそれぞれ群列ボーリングおよびトレンチ掘削調査を実施した。神城断層南端の木崎湖南方(大町市平地区)では、約 14,000 年前以降に堆積した地層が撓曲変形していることが確認された。層相および ^{14}C 年代に基づき対比された地層の特徴(西側低下の撓曲変形とそれに引き続く低下側の埋積)から、最近約 5,000 年間に 3 回の撓曲変形イベントが検出された。最新活動時期は紀元前約 750 年以降であり、西暦約 660 年以降の可能性もある。先行する 2 回のイベントは紀元前約 2480 年～紀元前約 1700 年、紀元前約 3350 年～紀元前約 2870 年に発生したと推定された。一方、約 9,000 年前～5,000 年前の期間に地層に変形が記録されるようなイベントは確認できない。松本盆地東縁断層中央部(北安曇郡池田町花見北地区)では、完新世の地層を累積的に変位させる明瞭な低角逆断層を伴う撓曲構造が認められ、同断層で初めて複数回の古地震イベントを検出することに成功した。地層の変形の特徴から、同断層は約 6,000 年前以降少なくとも 2 回の活動(3 回の可能性もある)が推定された。 ^{14}C 年代値のばらつきが大きいため、各イベントの発生時期を十分に絞り込むことが困難なものの、新しいものから西暦約 690 年～西暦約 890 年、(紀元前約 2280 年～西暦約 890 年: イベントの可能性あり)、紀元前約 2570 年～紀元前約 2040 年と推定された。既存の調査結果と合わせると、少なくとも中部区間の牛伏寺断層から神城断層に至る約 60km の区間で西暦 762 年もしくは西暦 841 年の歴史地震で地表地震断層を伴う破壊が生じた可能性が高い。一方、本調査で明らかになった最近約 6,000 年間における神城断層および松本盆地東縁断層の活動間隔は牛伏寺断層よりも長い。なお、松本盆地東縁断層ではイベント時期が十分絞り込めていないものの、過去約 6,000 年間の活動頻度は神城断層と大きく変わらない。したがって、最新活動時には牛伏寺断層から神城断層にかけての長さ約 60km の区間での破壊の連動が生じたものの、それよりも古いイベントでは北部と中部で異なる時期に活動した可能性がある。

(b) 業務の成果

本断層帯から想定される地震規模・頻度予測を高精度化する上で、古地震履歴に関する情報が不足している北部区間(神城断層および松本盆地東縁断層)において群列ボーリング調査およびトレンチ掘削調査を実施した(図 1)。以下に成果の詳細を記す。

1) 神城断層の群列ボーリングおよびトレンチ掘削調査

a) 調査地点の概要

神城断層は本断層帯北部の逆断層区間を構成する（例えば、活断層研究会編，1991；下川ほか，1995）。同断層の古地震履歴調査は、これまで白馬町神城（奥村ほか，1998；Okumura，2001）および大町市木崎（奥村ほか，2007）の2地点で実施されている。同断層中央部の白馬町神城でのトレンチ調査の結果、過去約7,000年間に4回の古地震イベントが認定され、活動間隔が1,250～1,500年と報告されている（奥村ほか，1998；Okumura，2001）。一方、同断層南端に位置する大町市木崎で実施された群列ジオスライサー・ボーリング調査の結果、約9,000年間に3回の古地震イベントが推定された（奥村ほか，2007）。このように両地点で完新世における複数回の活動の証拠が認められているものの、活動時期や頻度に食い違いがある。そこで、同断層の活動履歴に関するデータを追加することを目的として、大町市平地区において、撓曲崖を横断する群列ボーリング調査およびトレンチ掘削調査を実施した（図1～図3）。

今回調査を実施した平地区は、神城断層の南端付近にあたる木崎湖南岸に位置し、奥村ほか（2007）の群列ジオスライサー・ボーリング調査地点の約300m南方に位置する（図2）。調査地区周辺は、西方山地から東流する河川（鹿島川）が形成した扇状地が神城断層による東側上がりの撓曲変形により、比高2.5～4.5mの西向き（逆向き）小崖を形成している（東郷ほか，1996；1999a；糸静線断層帯重点調査観測変動地形グループ，2007）。また、平地区は鹿島川が形成した扇状地の扇端部にあたり、北方の木崎湖とその排水河川である農具川を閉塞している（図2）。そのため、1）撓曲イベントにより変形した地層を埋積するように地層が堆積し、古地震イベントが地層中に記録されていること、2）扇状地堆積物と後背湿地堆積物が互層状に分布し、¹⁴C年代試料が多数挟在することが期待された。

b) 群列ボーリング調査

調査地域の空中写真判読および現地調査の結果、従来から活断層として認定されている比高約2mの小崖に加えて、さらにその約40～50m西方で西方から続く東傾斜の扇状地面がわずかに西傾斜に変わる傾斜変換点が認められた（図4）。人工改変によるものの可能性が高いものの、分岐断層や並走する断層による変形の可能性も否定できないことから、今回の調査では傾斜変換点と小崖を横断するように長さ約100mの区間において、図3、4に示すように7孔のボーリング（掘削深度8～14m）を掘削した。また、最新活動に伴い変形した地層とそれを覆う地層の確認を行うため、小崖西方の5箇所深度1.0～1.5mの人力コアリングを行った（図3，図4）。

各コアには、扇状地堆積物（砂礫層）、氾濫堆積物（細礫～砂）後背湿地堆積物（シルト、腐植質シルト）、旧表土が分布しており、それらは側方に連続する。これらの地層の層相、色調に加えて腐植質シルトおよび旧表土について実施した¹⁴C年代測定（表1）に基づいて、隣り合うコア間の地層を対比しユニット区分を行うとともに、図4に示すように地質断面図を作成した。それによると、従来から活断層として認定されていた小崖付近では、地形と調和するように地層が撓曲変形し、西傾斜している。実際小崖基部で掘削したBOT-7コアでは深度4.5～5m付近で地層が20°弱傾斜している。さらに、下位の層準ほど傾斜および上下変位が大きくなり変形の累積が認められる。また、各ユニットの厚さの変化に注目すると、撓曲部の両側で地層の厚さに大きな変化が認められない層準とその

上位の撓曲崖の隆起側（東側）に向かってせん滅するくさび状の層準が繰り返している（図4）。こうした地層の特徴は、断層変位による西側低下の撓曲変形とそれに引き続く低下側の埋積で説明でき、撓曲イベント層準認定の証拠になると考えられる（例えば、Dolan et al., 2003）。

一方、小崖から約 40～50m 西方に認定される傾斜変換点近傍では各ユニットはほぼ水平であり、地表の傾斜変換に対応する地層の変形は認められない（図4）。したがって、地表の傾斜変換は耕地化に伴う人工改変によるものと判断した。

c) トレンチ掘削調査

以上のように群列ボーリングにより、従来変動地形学的に撓曲崖が認定されている場所で地形と調和的に地層が撓曲変形していることが確認された。そこで、撓曲崖を横断してトレンチ掘削調査を実施し、地質構造から撓曲イベント層準の認定を試みようとしたが、崖頂部付近に崖と並走するように暗渠が敷設されていること、また低下側の水田の用地確保が難航したことから、1) 地層の変形様式を確認すること、2) ボーリングの対比の妥当性を検討することを目的として、図3に示すように崖の隆起側（東側）でのみ掘削を行った。掘削の規模は長さ 15m×幅 7m×深さ 3m である。図5にトレンチの南北両壁面の写真を示す。また、壁面内で採取された腐植土の ^{14}C 年代測定結果を表1に示す。

平トレンチで確認される地層は、下位から鹿島川の氾濫により堆積したとみられる上方細粒化を示す砂層（4b～3b3層）、旧表土（3b2層）、砂・シルト層（3b1層）、東向きの流向を示す礫の覆瓦構造が明瞭な扇状地砂礫層（2e層）、氾濫堆積物（2c層、2b層）旧表土（2a層）、埋土・盛土（1a層）からなる（図5）。これらのうち、4b層～2c層は両壁面グリッド5～15の範囲で西に緩やかに傾斜している。これらのユニットはその層相から東流する河川によって運搬・堆積したものであり、本来東に傾斜して堆積したものである。それらが西傾斜していることから、これらの地層が堆積した後に西落ちの撓曲変形が生じたことを示している。これは群列ボーリングに基づく地質解釈と調和的である。なお、2c層が小崖の西方に向かって徐々に高度を下げていく様子は人力コアリングで確認している。したがって、少なくとも2c層堆積後に撓曲イベントが発生したと考えられる。

d) 古地震イベント発生年代

本調査において平地区で確認された古地震イベントは、西側低下の撓曲変形とそれに引き続く低下側の埋積の関係と上下変位量に基づいて、図4中に赤線で示したように、新しいものから、1) 少なくとも2c層堆積後（イベント1）、2) 4層堆積後3層堆積前（イベント2）および3) 6層堆積後5層堆積前（イベント3）の3回と推定された。なお、最新活動時期に関しては、氾濫堆積物である2c層を覆って発達する旧表土（2a層）の分布が2c層と調和的であることから2a層形成後に生じた可能性もある。各地層中から採取された腐植質シルトおよび炭の ^{14}C 年代値（表1）から、最新活動時期は紀元前約 750 年以降、また先行する2回のイベントは紀元前約 2480 年～紀元前約 1700 年、紀元前約 3350 年～紀元前約 2870 年に発生したと推定された（図6）。ただし、最新活動時期については、上述のように2a層が水平に形成された後撓曲イベントが発生した場合、同層の ^{14}C 年代値から最新活動時期は西暦 623 年以降となり、西暦 762 年もしくは西暦 841 年の歴史地震（例えば、宇佐見, 2003）に対応する可能

性がある。各イベントにおける上下変位量は、地質断面図からそれぞれ約 2.2m、約 3.0m、約 1.8m と見積もられる。

このように過去約 5,000 年間に 3 回の活動が推定されるのに対して、約 9,000~5,000 年前の約 4,000 年間には地層に変形が記録されるようなイベントは発生していない (図 6)。これは、1) 8 層~6 層の各ユニットに層厚の変化が認められないこと、2) 9 層上面の上下変位がイベント 3 層準 (5 層/6 層) と同等であることから示される。こうした特徴は、完新世後半に断層活動の集中時期が存在することを示唆しているのかもしれない。

2) 松本盆地東縁断層池田町花見北地点の群列ボーリングおよびトレンチ掘削調査

a) 調査地点の概要

本断層帯北部の逆断層区間を構成する松本盆地東縁断層における活動履歴調査はこれまで北部の大町市三日町地区、中部の北安曇郡池田町堀之内地区および池田町・安曇野市境界の中之郷、明科地区で行われている (奥村ほか, 1998; Okumura, 2001; 遠田ほか, 2008)。それらによると、同断層の最新活動が 3 世紀以降である可能性が指摘されているが、発生時期は十分絞り込めていない。また、これまでの調査では最新活動以外の履歴は不明である。そのため、隣接する神城断層および牛伏寺断層との連動を検討することが困難であった。昨年度、遠田ほか (2009) は同断層帯の古地震に関する情報を取得するため、北部にあたる池田町花見 (けみ) 地区においてトレンチ掘削調査を実施した (図 1, 図 7)。その結果、断層は確認できなかったものの、壁面に分布する地層は細粒堆積物を主体とする支流性扇状地堆積物からなり、 ^{14}C 年代測定が可能な腐植層や木片が多数挟在することが確認された。そこで、本年度は花見地区から約 500m 北に位置し後背地 (流域) の地形・地質状況に大きな違いが見られない花見北地区において群列ボーリングおよびトレンチ掘削調査を実施し、完新世の活動履歴の解明を試みた。

花見北地区周辺では、北北西-南南東走向で東側上がりの小崖が連続的に分布する (図 7, 図 8)。この小崖を活断層とする見解 (下川ほか, 1995; 糸静線断層帯重点調査観測変動地形グループ, 2007) と活断層と認定しない見解 (東郷ほか, 1999; 今泉・中田, 2002) に解釈が分かれている。本調査に先立ち、米軍撮影および 1970 年代撮影の空中写真を判読した結果、図 8 に示すように扇状地性の段丘面 (2 面) が沖積面 (1 面) と接する付近で撓曲崖状を呈しており、また崖の上昇側 (東側) には背斜状の膨らみ地形 (3? 面) が認定された。こうした地形学的特徴に加えて、この小崖の北延長で実施されたトレンチ掘削調査で断層が確認されていること (奥村ほか, 1998; Okumura, 2001) から、本地点周辺に断層が位置するものと判断した。糸静線断層帯重点調査観測変動地形グループ (2007) によると、花見北地区では約 1,000~2,000 年前に形成された L3 面に 2.5m 以上の上下変位が認定されている。なお、平成 20 年度に実施した花見地点は 1 面を覆って分布する小扇状地面 (0 面) で、本地域で最も新期の地形面にあたる。

b) 群列ボーリング調査

図 7、図 8 に示すように小崖の西側には高瀬川による沖積面 (1 面) が広がり、2 面の撓曲崖の一部を埋積している可能性がある。そこで、トレンチ掘削に先立ち、断層位置を特定するた

めに、低崖を横断して4孔のボーリングを掘削した(図8～図10)。その結果、全てのコアの底部付近に分布する砂礫層とそれを覆う腐植質シルトの高度が、地形判読で推定した断層通過位置付近にあたるBKN-2とBKN-3の間で西落ちの落差を伴っていることが確認された(図10)。地層の落ちのセンスが変位地形と調和的であることから、地層の落差は断層運動による地層の食い違いによる可能性が高いと判断した。

c) トレンチ掘削調査

群列ボーリングで地層に落差が認められたBKN-2とBKN-3を横断するように長さ30m×幅6.5m×深さ最大5mのトレンチを掘削した(図9～図13)。なお、埋め戻し前に北壁面の一部(断層近傍)で増掘を行った関係で、最終的には北に凸型の平面形状をもつトレンチ(増掘部を含む最大幅は9.5m)となった(図9, 図12)。

掘削の結果、南北両壁面において推定断層位置で地層を明瞭に切断する東傾斜の低角逆断層が出現し、上盤側ではそれらの地層が幅10m以上にわたって西に向かって撓曲変形している様子が確認された(図10, 図12, 図13)。また、後述するように変形には累積性が認められ、同断層で初めて複数回の古地震イベントを検出することに成功した。

花見北トレンチで確認された地層は、下位から高瀬川の旧河床礫層とみられる円礫亜円礫を主体とする本流性の段丘礫層とそれを被覆する東方の丘陵からもたらされた砂層とシルト層の薄互層からなる支流性の扇状地堆積物およびそれらを浸食あるいは一部指交するように分布する本流性の氾濫堆積物からなり、それらを表土が覆う。これらの地層を層相、色調、堆積環境などに基づき図11に示すようにユニット区分した。ユニット区分に際しては、トレンチの東側に分布する支流性扇状地堆積物と西側に分布する本流性氾濫堆積物を区分した。壁面には腐植質シルト層、木片、植物片が多数挟在している。図12に示すように多数の試料を採取し、その一部について¹⁴C年代測定を実施した(表2)。その結果、同一の層準でも測定に用いた試料の種類により年代値がばらつき、また一部では層序と年代値に矛盾が生じた。特に腐植質シルトの年代値は同一層準から採取された炭に比べて古くなる傾向が認められた。トレンチ最下部に分布する12a層中から採取された試料の¹⁴C年代から、本トレンチに分布する地層は約6,000年前以降に堆積した地層である。

上述のように、花見北トレンチでは、明瞭な東傾斜の逆断層が確認され、地層の変形の累積パターンから少なくとも2回(3回の可能性もある)のイベントが検出された。以下にイベント認定の根拠を新しいものから順に示す。

最新イベントは、断層による地層の切断と被覆関係から認定されたものである。両壁面のグリッド22～24の範囲において、東に低角度で傾斜する逆断層(Fa)により7層までの地層が変位を受けているのに対して6層～5層は断層の影響を受けておらず、7層を傾斜不整合に覆う(図12, 図13)。こうした関係から最新イベントは7層堆積後6層堆積前に生じたと判断される。この最新イベントに伴う断層沿いの地層のずれ量は両壁面とも9層～7層まで40～50cmとほぼ同じ値を示す。また、9層～7層はFa断層の両側で厚さに違いが認められない。こうした特徴から、9層堆積後7層堆積前の期間には本断層の活動はなかったものと考えられる。

一方、トレンチ底部付近に分布する12層は複数の断層により急傾斜しており、9層～8層と変形の程度に大きな違いが生じている。また12a層上面の断層沿いのずれ量は1m以上と最新イベントのずれ量よりも明らかに大きい(図12, 図13)。さらに断層の下盤側に起伏を埋めるように

11層が厚く堆積している。11層は断層上盤側のグリッド2～14の範囲にも分布している(図12)。こうした11層の分布パターンは12a層堆積後に生じた東傾斜の逆断層運動に伴う断層崖(撓曲崖)と逆断層上盤側に形成された凹地を埋めるように堆積したことで説明できる。従って12a層堆積後11層堆積前に地表変形を伴うイベントが認定される。

ところで、南壁面のFa断層下盤側において、最新活動のみを記録している9層の直下で、12層に由来する円～亜円礫・シルト偽礫を多数含む特徴的な10層がくさび状に分布している(図12, 図13)。10層はその層相から河道堆積物と解釈される。Fa断層に沿って最新イベントのずれ量を復元し、イベント前の状態に戻しただけでは、10層を堆積させる空間が形成できない。11層堆積後で9層堆積前にFa断層を横断するように10層が堆積し、その後のイベントで食い違った10層の上盤側が浸食されたと考えれば、現在見られるFa断層の下盤側のみにくさび状に分布する形態も説明できる。これは上述した2つのイベントの間に推定されるイベントである。このイベントの存在を示唆する構造が増掘した北および西壁面でも観察される。ここでは、Fa断層の下盤側とそれと平行するFb断層の2条の断層が分布する。Fa断層はそのずれ量と変位を及ぼす層準から最新活動に伴う断層と判断される。一方、Fb断層は西壁面において11層までを確実に変位させるものの8g層に変位が認められない。ただし、西壁面の走向と断層の走向がほぼ平行することから、断層が11層と8g層との境界沿いに連続している可能性も否定できない。そのため、Fb層が最新活動時期にFa断層とともに活動した可能性がある。しかしながら、増掘した北壁面で観察されるFb層による11層基底の変位量は1mと南北両壁面で計測した9層～7層のずれ量より明らかに大きい。こうした特徴を総合すると、10層堆積後9層堆積前に東側上がりの断層イベントがあった可能性がある。

なお、南北両壁面で逆断層(Fa～Fc断層：以下主断層と呼ぶ)の下盤側(西側)に開口割れ目(Sa)や地層の擾乱(8'層)が認められた。開口割れ目および擾乱した地層はいずれも西に傾斜している(図13)。こうした地層の特徴は、主断層よりも西側に逆断層が分布し、その上盤側の変形によるものの可能性がある。一方、トレンチ西側(グリッド20以西)には本流性の河道堆積物や氾濫堆積物が厚く堆積しており、断層崖と浸食崖が一致するような環境にある。そのため、こうした地層の変形は河道形成に伴う斜面崩壊によって生じた可能性もある。そこで、埋め戻し直前にグリッド番号23～30の範囲でトレンチ底部を約1m増掘し、断層の有無を確認した(図13の黒破線で示した範囲)。その結果、増掘部分の底部に12a層が水平に分布しており、その上面高度は主断層直近の下盤で確認される同層の高度と一致していることが確認された。また、開口割れ目(Sa)は下方に向かって西傾斜の緩やかなすべり面に移化し、11層と9層との境界にほぼ平行する。こうした地層の分布および特徴から、開口割れ目や地層の擾乱は河道形成に伴う斜面崩壊によって生じたものと判断した。

d) 古地震イベント発生年代

上述したように地層の変形および分布の特徴から、約6,000年前以降少なくとも2回(3回の可能性もある)の地表変位を伴う断層活動が推定された。それらのイベント層準は、新しいものから7層堆積後6層堆積前、10層堆積後9層堆積前(他のイベントに比べて不明瞭)、12a層堆積後11層堆積前である。ただし、各イベントの発生時期については表2に示すように、1) 同一層準でも測定に用いた試料の種類により¹⁴C年代値に大きなばらつきが生じていること、2) 一部の層準では層位と年代値に矛盾が生じていること

から、十分に絞り込むことが困難である。特に今回の場合、同一層準から採取した腐植質シルトの年代値が炭よりも有意に古くなる傾向が認められた。そのため、地層の年代推定に使用する試料によってイベント時期に大きな違いが認められる。ここでは、イベント時期推定に層位と年代値に矛盾がみられない炭試料の年代を用いることにした。その場合、各イベントは新しいものから西暦約 690 年～西暦約 890 年、(紀元前約 2280 年～西暦約 890 年：イベントの可能性あり)、紀元前約 2570 年～紀元前約 2040 年に発生したと推定される。最新活動時期に関しては、西暦 762 年の歴史地震(例えば、宇佐見, 2003)に対応する。ただし、上述のように年代値のばらつきが大きいことを考慮すると、現時点で歴史地震に確実に対比させることは難しいと思われる。今後、各層準で採取した試料の追加年代測定を行うとともに、異なる試料間の結果の違いを十分吟味した上で活動時期を検討する必要がある。

3) 断層帯の完新世活動履歴と活動セグメント区分

a) 5 ヶ年調査成果および既往文献からの古地震イベントの抽出作業

当サブグループでは、5 ヶ年にわたり本断層帯中北部において 11 箇所にてトレンチ掘削およびコアリング調査を実施し、各構成断層の活動履歴解明に資するデータを得た。これにより、中北部の活動史解明につながる重要なデータが加わった。これらを含め、本断層帯は日本の活断層のなかで最もトレンチ調査が実施され、数多くの古地震イベントが見いだされてきた。しかしながら、古地震学的観点から統一的なコンパイル作業が行われておらず、本断層帯から発生する地震規模と頻度推定のための古地震パラメータ(平均活動間隔や最新活動時期)が明確になっていない。また、断層間の連動性について、トレンチ調査から提示できる最低限の考察も実施されていない。以下では、5 ヶ年調査成果に加え、本断層帯において実施された全トレンチ調査、ジオスライサー調査、露頭観察等のすべての文献を収集し、過去 12,000 年間における地震イベントが検出された 42 調査地点(図 14)の調査成果をまとめた。今回の作業に用いた文献は、当重点 5 ヶ年報告書の他に、糸静線活断層系発掘調査研究グループ(1988)、糸静線断層帯重点調査観測変動地形グループ(2007, 2008, 2009)、近藤ほか(2005, 2008)、三浦ほか(2002, 2004)、宮腰ほか(2004)、奥村ほか(1994, 1995, 1998, 2000)、Okumura(2001)、Okumura et al.(2006)、土木学会(2004)、谷口ほか(2008)、遠田ほか(2000)、東郷ほか(2008)、渡辺ほか(2007)などである。

個々の文献については、記載されている地震イベントについて、調査地点、地震イベント数、地震イベント認定根拠、イベント年代上下限を抜き出した。イベント認定根拠については、地震調査研究推進本部(2007)による区分により分類した(図 15)。また、年代値に関しては、暦年較正が原著に記されているものについてはその値を直接使い、別途計算可能なものに関しては原著論文の数値を OxCal(Bronk Ramsey, 2010)によって較正した。

これらのデータに基づき、横軸に時間(年代)、縦軸に断層帯沿いの地点(北を上)にして、個々の地震イベント発生時期を水平バー(年代値は 1σ 範囲)として、時空間ダイアグラムを作成した(図 16)。また、トレンチ内の地層の堆積物や年代測定試料の欠損等により地震イベントの有無が不明な年代区間を灰色バーとして明示した。

b) 古地震発生区間および活動セグメント区分に関する考察

多数の地震イベント発生区間をコンパイルする際に重要となるのが、イベント認定根拠である。イベント認定根拠は大きく以下に分類される。1) 直接断層を露出してイベント層準が決められたもの、2) 撓曲や傾動などの地層の変形によるもの、3) 強震動の証拠から間接的に示唆されるもの、4) ボーリングやジオスライサーから上下変位が推定されるもの。それぞれ、具体的に複数のケースが報告されており、地震調査研究推進本部(2007)による暫定試作版では、イベントの確実度を3段階に分けている。今回はこの根拠分類基準を用いて時空間ダイアグラムに記号化して記載するとともに、濃淡で3段階の確実度を示した。これらは、隣接地点との整合性や矛盾点が生じた際の判断基準とした(確実度の高いイベント区間を優先する)。

また、トレンチ調査地点が断層トレースを代表するものかどうかも重要な要素である。すなわち、調査地点がシンプルな一条の断層線上にあるか、もしくは複数の並走するトレース上にあるかにより、隣接調査地点における重複イベント年代区間の扱いを変える必要がある。図16では前者について地点名を黒文字、後者について灰色文字で区別した。後者の例として釜無山断層群があげられる。同断層群では南端の下葛木周辺を除いて、テクトニックバルジ形成に伴って断層トレースが複数並走しており、地表変位出現パターンが地震毎に変化してきた可能性がある。したがって、1つの調査地点に全地震イベントが記録されていると考えるよりは、調査地点のどこかに地震変位が記録されていると考える方が論理的である。つまり、共通するイベント年代幅を制約するよりもむしろ個々のイベントを独立に拾い出す方がもっともらしい。

トレンチ調査地点は点情報であり、各地震イベントの空間的な広がりを推定することはきわめて困難である。したがって、背景情報として断層変位地形(地表断層トレース)の連続性の考慮無しでは、破壊区間を推定することはできない。図17では、下川ほか(1995)に定義された断層区間(以下、幾何セグメント)が最短の破壊区間と仮定して、地震イベント年代の時空間的な解釈を行った。また、きわめて地層の欠損が大きい年代区間や年代試料の少ない年代区間は考慮に入れないものとして、各幾何セグメントの大まかな活動間隔を見積もった。

神城断層は約6,000年前以降4回のイベントが推定され、その活動間隔は約1,300年である。松本盆地東縁断層は約6,500年前以降3回で活動間隔は約2200年であるが、主断層トレースは図14に示した調査地点から西に盆地内に並走する可能性が高いため、活動間隔はさらに短くなる可能性がある。分布についても神城断層との間に明瞭なギャップがみられず、各イベントの年代幅も共通する部分がみられるため、同時に活動してきた可能性は高い。

本断層帯中央部の横ずれ区間は、きわめて活動間隔が短い。ただし、諏訪湖周辺では信頼性の高い十分なデータが得られていないため、中部区間全体の連動については不明である。牛伏寺断層は過去6,500年間に4回もしくは5回の断層運動があり、活動間隔は1,100~1,400年と推定される。諏訪断層群(茅野断層)は約6,400年前以降3回で活動間隔は約1,500年であるが、他の断層セグメントのように歴史地震と対応すると考えられている1,100~1,200年前のイベントの証拠はない。釜無山断層群は過去6,500年間に5回のイベントが推定され、活動間隔は約1,300年である。ここでは茅野断層と異なり、1,100~

1, 200 年前の地震発生の証拠が多く、多くの地点で見いだされている。

白州断層以南の本断層帯南部西傾斜逆断層区間については、調査地点が少ないものの、各断層の平均活動間隔は約 3,000~5,000 年であろうと考えられる。中部区間に比較して優位に活動度が低い。もし仮に各地点での地震イベントがそれぞれ単独の地震であったと仮定しても、約 12,000 年間に 12 回で、南部区間全体の平均活動間隔は約 1,000 年程度となる。なお、南部区間でも最新活動時期は西暦 762 年、841 年の歴史地震発生時期よりは有意に古い。

d) サブテーマ 4 の成果により得られた平均変位速度との対応

糸静線断層帯重点的調査観測変動地形グループ (2007, 2008, 2009、以下変動地形グループと略す) は空中写真判読と写真測量によって断層変位地形を見直し、断層帯沿いの詳細な平均変位速度の分布を明らかにしている。これらの変位速度は、トレンチ調査で得られた活動間隔の妥当性を検討する間接的な材料になる。すわなち、非地震性クリープが発生しないという仮定で、上記の平均活動間隔に平均変位速度を乗ずることによって平均的な地震時変位量を見積もり、経験則上大きく逸脱しないかどうかを検討することができる。

変動地形グループによると、神城断層沿いでは例外的に速い L3 面の変位速度 (5 mm/yr) を除き、概ね上下変位速度は最大 2~3 mm/yr である。したがって、地震時上下変位量は最大約 4 m 程度となり北部区間全体を考慮すると大きな矛盾はない (松田 (1975) の経験式では $M=7.6\sim 7.7$ 程度)。松本盆地東縁断層においても例外的に速い L3 面の変位速度 (5 mm/yr) を除き、概ね上下変位速度は 1 mm/yr 程度である。活動間隔 2,200 年を考慮すると、上下変位 2 m 程度となる。

諏訪湖を挟んで、牛伏寺断層の左横ずれ変位速度は最大 7~9 mm/yr で、釜無山断層群北部 (茅野断層) では最大 10 mm/yr と見積もられている。平均活動間隔が 1,100~1,400 年と推定されたことから地震時横ずれ変位量は 10m を超える。釜無山断層群中南部のバルジ群では、最大 9 mm/yr の左横ずれ変位速度が推定され、こちらも活動間隔 1,300 年では最大変位量が 10m を上回る。したがって、中部横ずれ区間では見落とされている地震イベントの有無について検討する必要がある。

(e) 結論

本断層帯のうち、古地震情報が不足している北部区間の神城断層および松本盆地東縁断層において、それぞれ 1 地点で群列ボーリングおよびトレンチ掘削調査を実施し、完新世の活動履歴・活動様式の解明を試みた。その結果、いずれの地点においても逆断層運動に伴う変形が確認でき、完新世に複数回の断層活動が認定された。松本盆地東縁断層では、初めて複数回の活動履歴の解明に成功した。本調査結果および既存資料から、神城断層と松本盆地東縁断層の最新活動時期は西暦 762 年もしくは 841 年の歴史地震時に中部区間の牛伏寺断層と同時に活動した可能性がある。一方、本調査で明らかになった完新世における神城断層および松本盆地東縁断層の活動間隔は牛伏寺断層よりも長い。なお、松本盆地東縁断層ではイベント時期が十分絞り込めていないものの、過去約 6,000 年間の活動頻度は神城断層と大きく変わらない。したがって、最新活動時には牛伏寺断層から神城断層にかけての長さ約 60km の区間での破壊の連動が生じたものの、それよりも古いイベントでは北部と中部で異なる時期に活動した可能性がある。また、神城断層の調査の結果、過去約 5,000 年間に 3 回の活動が推定されるのに対して、約 9,000

～5,000年前の期間には地層に変形が記録されるようなイベントは発生していない。これは完新世後半に活動の集中時期が存在することを示唆している。このように長大な断層帯の挙動が時間・空間的に複雑であることが地震地質学的手法を通して明らかになった。

(f) 引用文献

- 1) Bronk Ramsey, C., Development of the radiocarbon calibration program OxCal. *Radiocarbon*, **43(2A)**, 355-363, 2001.
- 2) Bronk Ramsey, C., OxCal 4.1 (program for radiocarbon calibration and analysis of archaeological and environmental chronological information), <https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal/OxCal.html>. 2010年1月16日参照.
- 3) Dolan, J. F., Christofferson, S. A. and Shaw, J. H., Recognition of paleoearthquakes on the Puente Hills blind thrust fault, California. *Science*, 300, 115-118.
- 4) 糸静線活断層系発掘調査研究グループ, 糸静線活断層系中部, 若宮, 大沢断層の正確と第四紀後期における活動—富士見, 茅野における発掘調査—. 地震研究所彙報, **63**, 349-408, 1988.
- 5) 糸静線断層帯重点調査観測変動地形グループ, 糸魚川—静岡構造線断層帯変動地形資料集, No. 1 北部 (白馬—松本間). 30p, 2007.
- 6) 糸静線断層帯重点調査観測変動地形グループ, 糸魚川—静岡構造線断層帯変動地形資料集. No. 2 中北部 (松本—茅野間). 34p, 2008.
- 7) 糸静線断層帯重点調査観測変動地形グループ, 糸魚川—静岡構造線断層帯変動地形資料集. No. 3 中南部 (茅野—白州間). 28p, 2009.
- 8) 地震調査研究推進本部 長期評価部会 活断層評価手法等検討分科会 イベント年代推定ワーキンググループ報告書. 2007.
- 9) 活断層研究会 (編), 新編日本の活断層—分布図と資料—. 東京大学出版会, 448p, 付図4葉, 1991.
- 10) 国土交通省国土計画局参事官室, オルソ化空中写真ダウンロードシステム, <http://orthophoto.mlit.go.jp/>. 2010年1月16日参照.
- 11) 近藤久雄・奥村晃史・杉下一郎・中田 高, 糸魚川—静岡構造線活断層系・下葛木断層の活動履歴と平均変位速度の再検討. 活断層研究, **25**, 75-84, 2005.
- 12) 近藤久雄・杉戸信彦・木下博久・池田哲哉, 高時間分解能堆積物に基づく古地震履歴復元と不規則な大地震発生—糸静線活断層系・茅野断層のジオスライサー調査—. 日本活断層学会2008年度秋季大会要旨, 2008.
- 13) 松田時彦, 活断層から発生する地震の規模と周期について. 地震第2輯, **28**, 269-283, 1975.
- 14) 三浦大助・幡谷竜太・阿部信太郎・宮腰勝義・井上大栄・二階堂学・橋 徹・高瀬信一, 糸魚川—静岡構造線活断層系市之瀬断層群の最近の断層活動—中野地区トレンチ調査—. 地震第2輯, **55**, 33-45, 2002.
- 15) 三浦大助・幡谷竜太・宮腰勝義・井上大栄・小俣雅志・佐々木俊法・川崎泰照・佐藤 賢・宮脇明子・田中竹延・宮脇理一郎, 糸魚川—静岡構造線活断層系南部, 白州断層の活動履歴の再検討—横手地点トレンチ調査—. 地質学雑誌, **110**, 255-270, 2004.
- 16) 宮腰勝義・上田圭一・幡谷竜太・阿部信太郎・三浦大助・浜田崇臣・青柳恭平・井上大栄, 地震規模評価のための活断層調査法・活動性評価法. 電力中央研究所報告, **U46**, p189, 2004.

- 17) 中田 高・今泉俊文 (編), 活断層詳細デジタルマップ. 東京大学出版会, 60p, 付図1葉, DVD2枚.
- 18) Okumura, K., Paleoseismology of the Itoigawa-Shizuoka tectonic line in central Japan. *Journal of Seismology*, **5**, 411-431, 2001.
- 19) 奥村晃史・井村隆介・今泉俊文・東郷正美・澤 祥・水野清秀・刈谷愛彦・斉藤英二, 糸魚川—静岡構造線活断層系北部の最近の活動—神城断層・松本盆地東縁断層トレンチ発掘調査—. 地震第2輯, **50**, 35-51, 1998.
- 20) Okumura, K., H. Kondo, S. Toda, K. Takada, and H. Kinoshita, New Geologic Data on the Seismic Risks of the Most Dangerous Fault on Shore in Central Japan, the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line Active Fault System, *Eos Trans. AGU*, **87** (52), Fall Meeting Suppl., Abstract T31G-02, 2006.
- 21) 奥村晃史・近藤久雄・遠田晋次・高田圭太・木下博久, 糸魚川—静岡構造線活断層系神城断層南端, 木崎地区における古地震調査. 日本地球惑星科学連合大会予稿集 (CD-ROM), S141-004, 2007.
- 22) 奥村晃史・斉藤耕志・福沢仁之・水野清秀・刈谷愛彦・藤原 治, 糸魚川—静岡構造線活動史の再検討—牛伏寺断層中山トレンチと諏訪湖底ボーリングの詳細解析—. 地球, **28**, 92-100, 2000.
- 23) 奥村晃史・下川浩一・山崎晴雄・佃 栄吉, 糸魚川—静岡構造線活断層系の最近の断層活動—牛伏寺断層・松本市並柳トレンチ発掘調査—. 地震第2輯, **46**, 425-438, 1994.
- 24) 奥村晃史・佃 栄吉, 1988年糸魚川—静岡構造線活断層系牛伏寺断層 (松本市並柳地区) トレンチ調査. 活断層研究, **13**, 54-59, 1995.
- 25) 奥村晃史・佃 栄吉・下川浩一・山崎晴雄, 1990年糸魚川—静岡構造線活断層系牛伏寺断層 (松本市並柳地区) トレンチ調査. 活断層研究, **13**, 80-87, 1995.
- 26) Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., & Bertrand, C. J. H., et al., IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, **46**(3), 1029-1058, 2004.
- 27) 社団法人土木学会 原子力土木委員会 断層活動性分科会, 原子力発電所の活断層系評価技術—長大活断層系のセグメンテーション—糸魚川—静岡構造線活断層系を例として. CD-ROM, 2004.
- 28) 下川浩一・水野清秀・井村隆介・奥村晃史・杉山雄一・山崎晴雄, 糸魚川—静岡構造線活断層系ストリップマップ. 地質調査所, 1995.
- 29) 谷口 薫・澤 祥・鈴木康弘・渡辺満久・松多信尚・糸静線重点調査変動地形グループ, 糸静線活断層系中北部における変動地形の認定とピット掘削調査. 日本活断層学会 2008年度秋季学術大会要旨, 2008.
- 30) 遠田晋次・三浦大助・宮腰勝義・井上大榮, 糸魚川—静岡構造線活断層系南部の最近の断層活動—白州・下田井・市之瀬断層群トレンチ調査. 地震第2輯, **52**, 445-468, 2000.
- 31) 遠田晋次・丸山 正・奥村晃史・三浦大助・佐々木俊法・原口 強・都司嘉宣, より詳しい地震活動履歴解明のための地震学および資料地震学的研究. 糸魚川—静岡構造線断層帯における重点的な調査観測平成20年度成果報告書, 文部科学省開発局, 国土交通省国土地理院, 国立大学法人東京大学地震研究所, 109-122, 2009.
- 32) 遠田晋次・奥村晃史・三浦大助・佐々木俊法・原口 強・都司嘉宣, より詳しい地震活動履歴解明のための地震学および資料地震学的研究. 糸魚川—静岡構造線断層帯における重点的な調査観

- 測平成20年度成果報告書, 糸魚川-静岡構造線断層帯における重点的な調査観測文部科学省研究開発局, 国土交通省国土地理院, 国立大学法人東京大学地震研究所, 84-95, 2008.
- 33) 東郷正美・池田安隆・今泉俊文・佐藤比呂志, 神城断層両端部の断層変位地形. 活断層研究, **15**, 9-16, 1996.
- 34) 東郷正美・池田安隆・今泉俊文・澤 祥・松田信尚, 1 : 25, 000 都市圏活断層図「大町」. 国土地理院技術資料D-1-No. 368, 1999a.
- 35) 東郷正美・池田安隆・今泉俊文・澤 祥・松多信尚, 1 : 25, 000 都市圏活断層図「信濃池田」. 国土地理院技術資料D-1-No. 368, 1999b.
- 36) 東郷正美・今泉俊文・岡田篤正・澤 祥・松田時彦, 糸静線活断層系・岡谷断層の最新活動に関する資料. 法政大学多摩研究報告, 23, 1-16, 2008.
- 37) 宇佐見龍夫, 最新版日本被害地震総覧 [416] -2001, [付] 安政江戸地震大名家被害一覧表. 東京大学地震研究所, 605p, 2003.
- 38) 渡辺満久・鈴木康弘・澤 祥・谷口 薫・糸魚川-静岡構造線活断層帯重点的調査観測変動地形グループ, 糸静線活断層帯の「塩尻峠ギャップ」への疑問. 地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集, 2007.

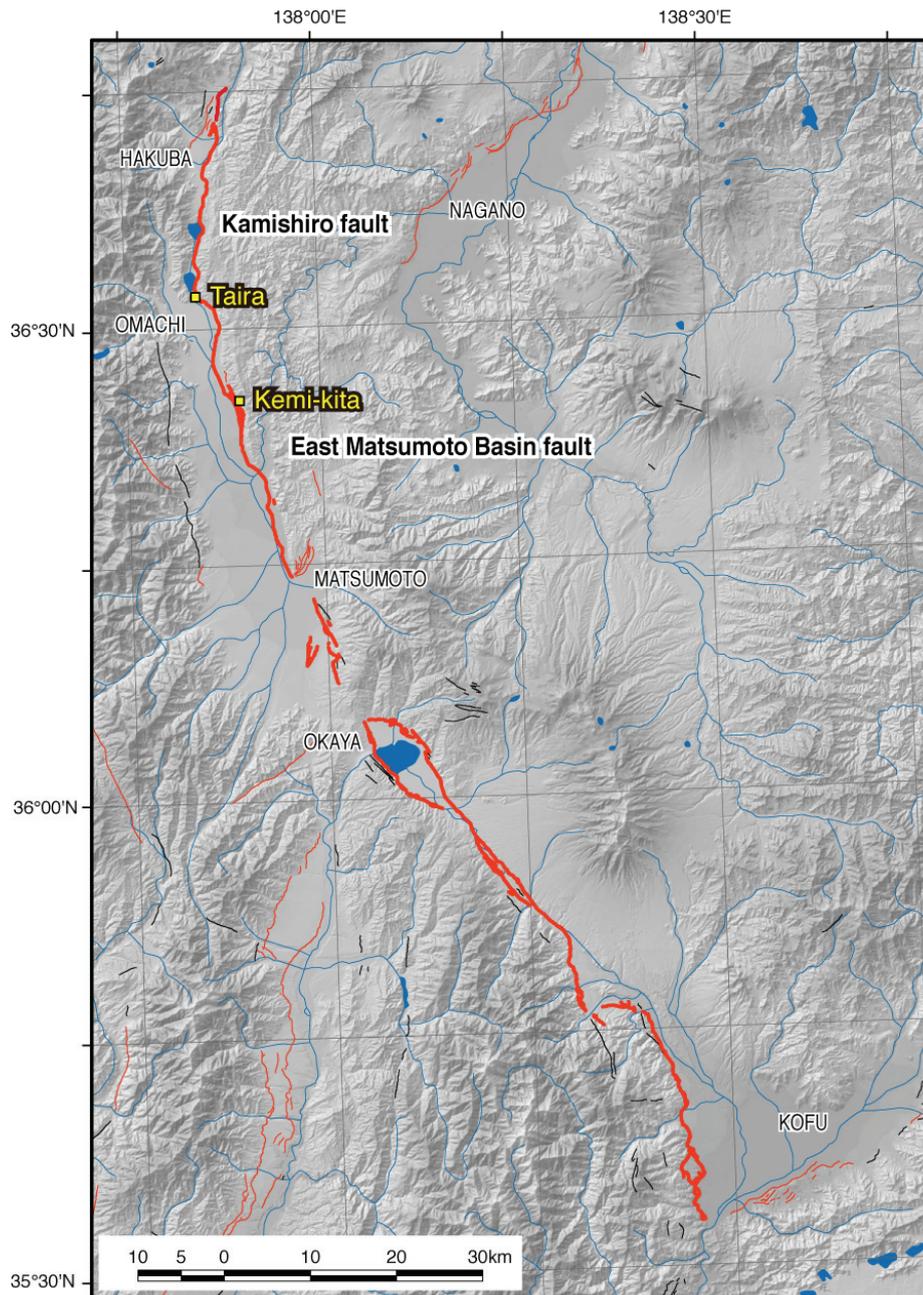


図1 糸魚川—静岡構造線断層帯の分布および平成21年度調査地点位置図。本断層帯および周辺の活断層の分布は中田・今泉編（2002）に基づく。



図2 神城断層南端、木崎湖南岸の活断層分布と平成21年度群列ボーリングおよびトレンチ掘削調査地点。基図は1977年撮影空中写真（オルソ化空中写真ダウンロードシステム、<http://orthophoto.mlit.go.jp/>）を使用。

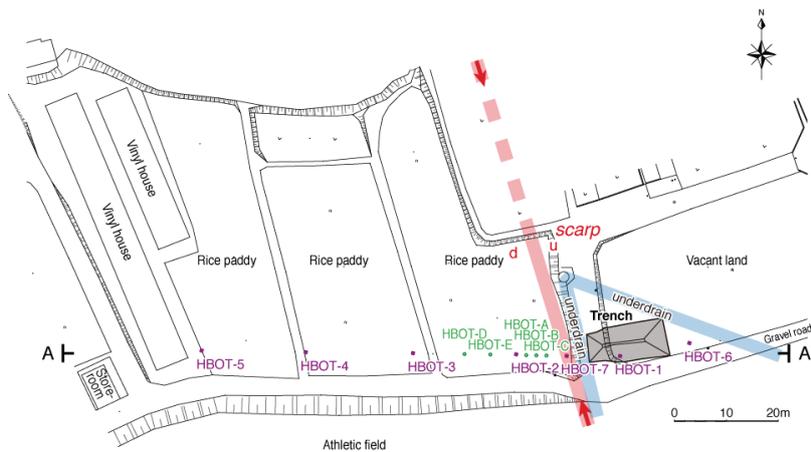


図3 大町市平地区で実施した群列ボーリング（紫）、ハンドオーガー（緑）およびトレンチの詳細位置図。

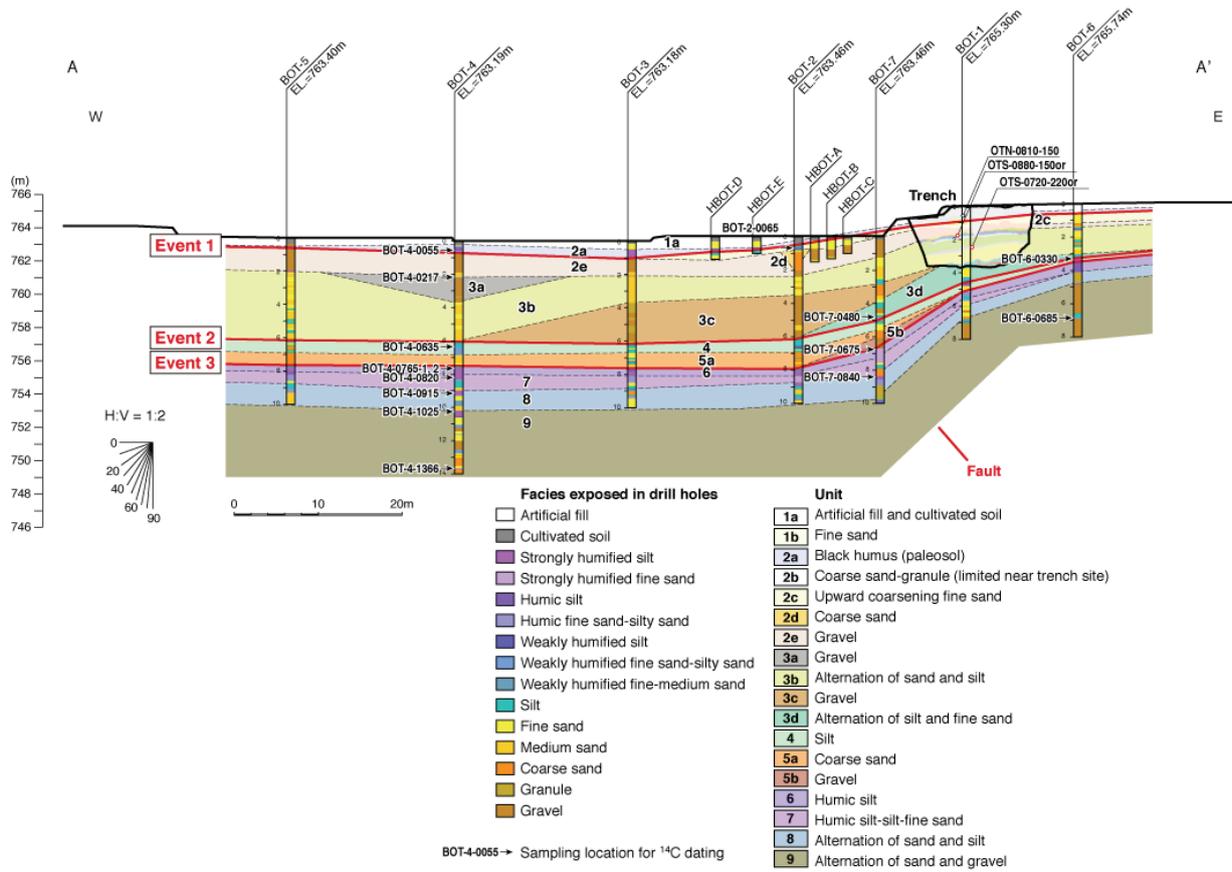


図4 群列ボーリングおよびトレンチ掘削調査に基づく平地区における東西地質断面図。図3に断面図位置を示す。¹⁴C年代値は表1に示す。

表1 平地区で実施した群列ボーリングおよびトレンチ調査で採取した試料の¹⁴C年代測定結果。いずれの試料もAMS法で分析を行った。暦年較正は、IntCal04のデータセット(Reimer et al., 2004)を用いて暦年較正プログラムOxCal 4.1(Bronk Ramsey, 2001, <https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal/OxCal.html>)により実行した。表2も同様。

Lab. No.	Sample name	Material	Unit	$\delta^{13}C$	±	Fraction modern	±	¹⁴ C age	±	Calibrated age range (2σ)	Calibrated age range (1σ)
IAAA-91050	BOT-4-0055	Organic sediment	2a	-20.33	0.35	0.8493	0.0032	1312	29	AD 655-772	AD 661-766
IAAA-92133	OTN-0810-150	Organic sediment	2a	-21.44	0.74	0.8412	0.0033	1388	31	AD 601-677	AD 632-665
IAAA-92126	BOT-2-0065	Organic sediment	2c	-17.95	0.47	0.7369	0.0027	2452	29	753-411 BC	746-416 BC
IAAA-91051	BOT-4-0217	Organic sediment	3a	-20.02	0.35	0.6887	0.0027	2995	32	1375-1126 BC	1306-1133 BC
IAAA-92135	OTS-0880-150or	Organic sediment	3b2	-18.87	0.54	0.6668	0.0027	3255	32	1613-1452 BC	1606-1465 BC
IAAA-92134	OTS-0720-220or	Organic sediment	3b4	-21.63	0.51	0.6457	0.0026	3513	31	1921-1749 BC	1889-1774 BC
IAAA-92129	BOT-7-0480	Organic sediment	3d	-18.51	0.59	0.6477	0.0025	3489	31	1896-1698 BC	1878-1768 BC
IAAA-91052	BOT-4-0635	Organic sediment	4	-21.94	0.32	0.6142	0.0026	3915	33	2482-2292 BC	2469-2347 BC
IAAA-92127	BOT-6-0330	Organic sediment	4	-20.92	0.66	0.5870	0.0024	4279	33	3011-2779 BC	2911-2886 BC
IAAA-91053	BOT-4-0765-1	Charcoal	6	-27.31	0.31	0.6139	0.0026	3919	33	2487-2295 BC	2471-2347 BC
IAAA-91141	BOT-4-0765-2	Organic sediment	6	-22.53	0.44	0.5708	0.0025	4504	35	3354-3094 BC	3338-3106 BC
IAAA-92130	BOT-7-0675	Organic sediment	6	-16.70	0.40	0.5521	0.0024	4771	34	3641-3384 BC	3635-3526 BC
IAAA-91054	BOT-4-0820	Organic sediment	7	-18.34	0.43	0.4402	0.0021	6591	37	5616-5481 BC	5604-5490 BC
IAAA-92131	BOT-7-0840	Organic sediment	7	-19.94	0.51	0.3613	0.0018	8178	41	7312-7070 BC	7285-7079 BC
IAAA-91055	BOT-4-0915	Organic sediment	8	-20.39	0.51	0.3623	0.0019	8156	42	7307-7059 BC	7182-7068 BC
IAAA-91056	BOT-4-1025	Organic sediment	9	-18.16	0.55	0.3066	0.0017	9496	45	9124-8642 BC	9115-8728 BC
IAAA-92132	BOT-7-0985	Organic sediment	9	-18.05	0.55	0.2965	0.0016	9765	43	9300-9178 BC	9281-9231 BC
IAAA-91057	BOT-4-1366	Organic sediment	9	-22.67	0.41	0.2244	0.0015	12004	54	12046-11801 BC	11977-11843 BC
IAAA-92128	BOT-6-0685	Organic sediment	9	-20.91	0.74	0.2214	0.0015	12110	56	12152-11868 BC	12086-11934 BC

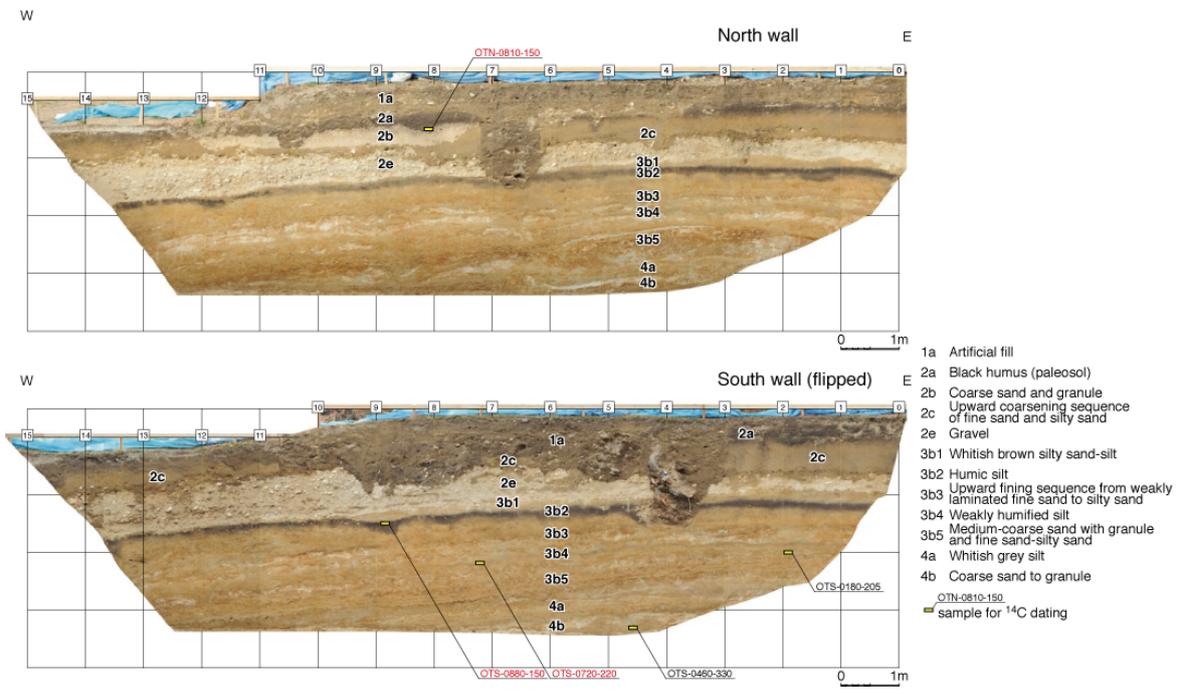


図5 平地区トレンチ壁面写真。グリッド間隔は1m。黄色矩形は¹⁴C年代試料採取位置を示し、そのうち赤色の文字で記した試料について年代測定を実施した。西から運搬され堆積した扇状地性堆積物（4層～2e層）が西落ちの撓曲変形により逆傾斜（西傾斜）している。¹⁴C年代値は表1に示す。

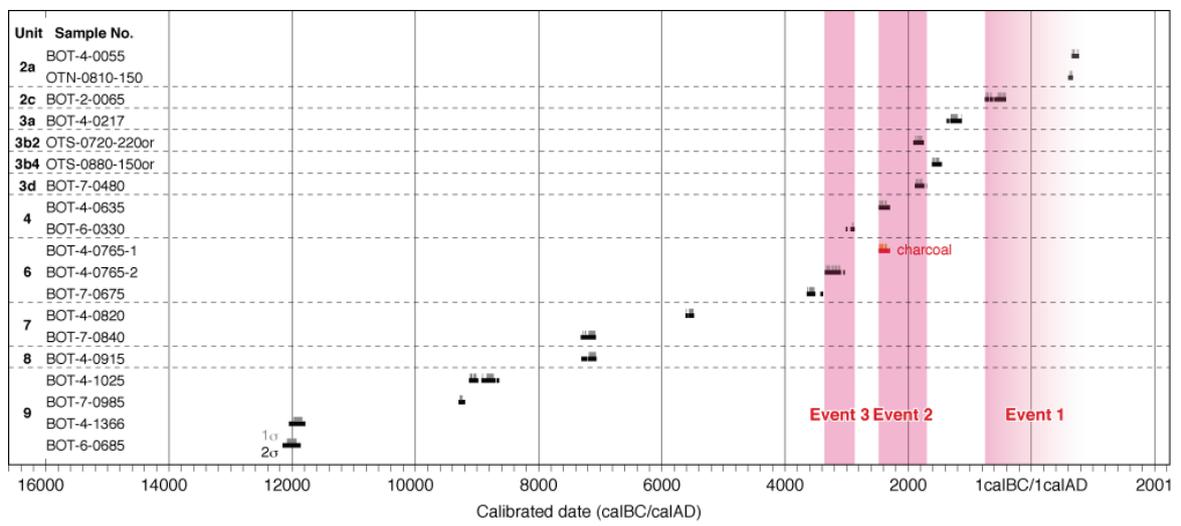


図6 平地区の古地震イベントダイアグラム。古地震イベント発生年代の制約範囲（暦年較正年代値の 2σ ）を桃色の縦バーとして示す。最新イベント（イベント1）は2a層堆積後の可能性もある。9層堆積後6層堆積前に地層中に変位が記録されるような確実なイベントは認定できない。

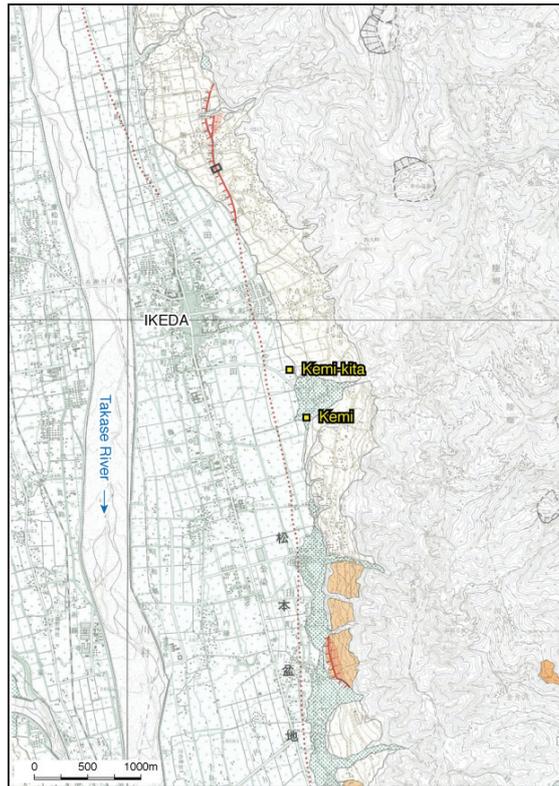


図7 北安曇郡池田町周辺の松本盆地東縁断層と平成21年度群列ボーリング、トレンチ掘削調査地点。基図は東郷ほか（1999）を使用。

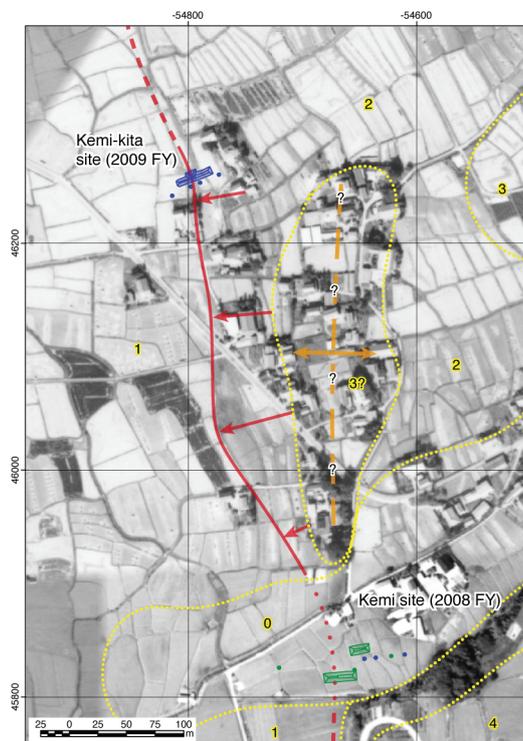


図8 池田町花見周辺の松本盆地東縁断層の分布と平成21年度群列ボーリング、トレンチ掘削調査地点（基図は1977年撮影空中写真（オルソ化空中写真ダウンロードシステム、<http://orthophoto.mlit.go.jp/>）を使用。

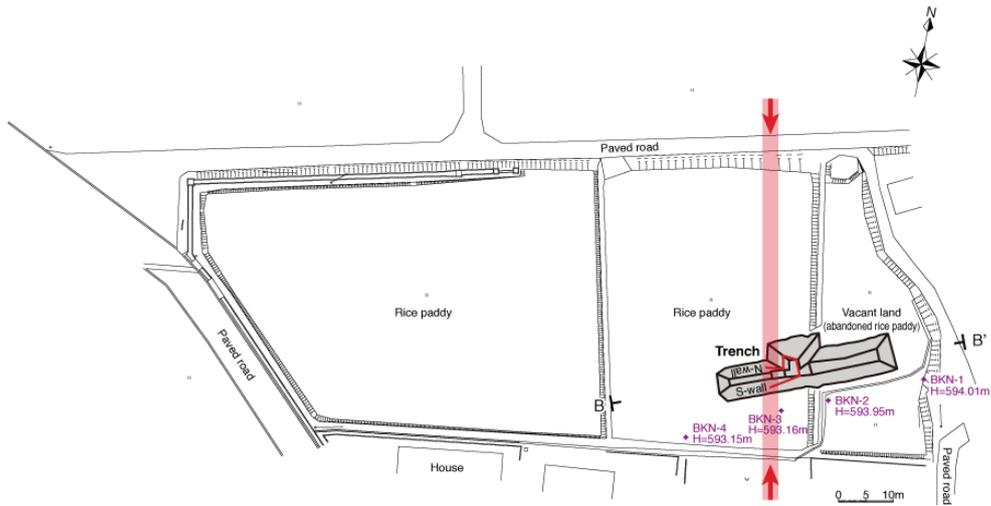


図9 花見北地区で実施した群列ボーリングおよびトレンチ掘削調査地点の詳細位置図。

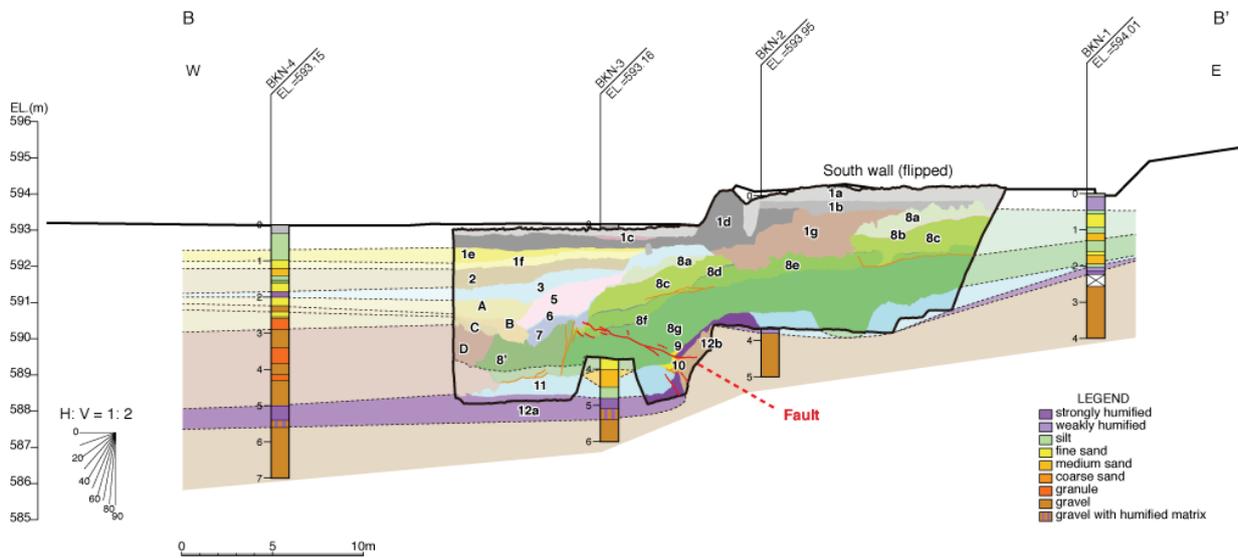


図10 群列ボーリングおよびトレンチ掘削調査に基づく花見北地区における東西地質断面図。図9に断面図位置を示す。トレンチ内のユニット番号は図11に対応。

東側に分布する地層				西側に分布する地層		
地層名	層相	地層名	層相	地層名	層相	
1	a	暗褐色腐植質シルト				
	b	暗褐色腐植質シルト				
	c	暗灰色腐植質シルト				
	d	黄褐色～暗褐色シルト～粘土				
	e	緑灰色細粒砂				
	f	褐色シルト				
	g	暗灰色シルト				
2	灰褐色中～粗粒砂 灰色シルト挟在					
3	暗灰褐色腐植質シルト					
4		灰褐色シルト質細粒砂 下部は細礫混じり		A	黄褐色中～粗粒砂 一部に礫挟在 最下部に灰色シルトが分布	
		暗灰色シルト 下部は暗灰色シルト質砂		B	垂直礫 基質は黄褐色粗～中粒砂	
5	暗灰色腐植質シルト			C	黄褐色中～細粒砂	
6	暗灰色シルト質砂					
8	a	灰緑色シルト質砂	8'	灰緑色シルトブロックと砂礫 混在層	D	
	b	暗灰色腐植質シルト				礫 基質は黄褐色粗～中粒砂
	c	灰緑色シルト砂互層				
	d	白色シルト下に暗灰色腐植質シルト				
	e	灰緑色シルト砂互層				
	f	暗灰色腐植質シルト				
	g	灰緑色砂シルト細礫互層				
9	灰色シルト 部分的にやや暗褐色腐植質 青緑灰色細礫混じり中～粗粒砂 シルトブロック含む					
10	灰色シルト 部分的にやや暗褐色腐植質 基質暗灰色腐植 上部は礫が少なく暗灰色腐植質シルト					
11	灰色シルト 部分的にやや暗褐色腐植質 基質暗灰色腐植 上部は礫が少なく暗灰色腐植質シルト			11	灰色シルト 部分的にやや暗褐色腐植質 基質暗灰色腐植 上部は礫が少なく暗灰色腐植質シルト	
12	a	礫 基質中粒砂	a	礫 基質が腐植質シルトと灰色シルトが混在	12	礫 基質中粒砂
	b	礫 基質中粒砂			12	礫 基質中粒砂

図 11 花見北地区トレンチ壁面内に分布する地層のユニット区分と各ユニットの層相。

表 2 花見北地区で実施したトレンチ壁面から採取した試料の ¹⁴C 年代測定結果。

Lab. No.	Sample name	Material	Unit	$\delta^{13}\text{C}$	\pm	Fraction modern	\pm	¹⁴ C age	\pm	Calibrated age range (2 σ)	Calibrated age range (1 σ)
IAAA-91561	KNS-2610-250ch	Charcoal	3	-25.36	0.65	0.8605	0.0034	1206	31	AD 693-894	AD 779-870
IAAA-91557	KNS-2610-250or	Organic sediment	3	-19.04	0.69	0.8269	0.0032	1526	31	AD 432-604	AD 442-594
IAAA-91613	KNS-2290-305pl	Rootlet	6	-29.67	0.60	0.8797	0.0032	1029	29	AD 900-1116	AD 990-1023
IAAA-91560	KNS-2290-305ch	Charcoal	6	-9.83	0.48	0.8486	0.0034	1318	32	AD 652-772	AD 658-765
IAAA-91555	KNS-2290-305or	Organic sediment	6	-23.80	0.30	0.8007	0.0029	1785	29	AD 134-334	AD 174-323
IAAA-91556	KNS-2315-320pl	Rootlet	7	-27.72	0.37	0.8782	0.0034	1043	31	AD 898-1031	AD 982-1022
IAAA-92138	KNN-2280-330	Organic sediment	7	-21.11	0.45	0.6189	0.0025	3853	32	2461-2206 BC	2451-2212 BC
IAAA-92143	KNS-2815-410	Charcoal	8'	-22.07	0.36	0.8594	0.0029	1217	27	AD 694-888	AD 773-870
IAAA-92142	KNS-2385-365or	Organic sediment	8'	-21.51	0.49	0.7254	0.0028	2579	31	813-570 BC	802-767 BC
IAAA-92139	KNS-2000-220or	Organic sediment	8b	-25.02	0.72	0.5826	0.0025	4339	34	3081-2893 BC	3011-2904 BC
IAAA-92140	KNN-2220-310or	Organic sediment	8d	-21.22	0.21	0.5705	0.0024	4508	33	3353-3097 BC	3341-3107 BC
IAAA-92141	KNS-2015-395ch	Charcoal	8g	-26.03	0.57	0.5745	0.0024	4452	33	3338-2943 BC	3322-3026 BC
IAAA-91558	KNS-1160-310ch	Charcoal	11	-25.90	0.41	0.6276	0.0024	3741	30	2275-2036 BC	2201-2056 BC
IAAA-91553	KNN-1160-310or	Organic sediment	11	-25.08	0.52	0.5361	0.0024	5008	36	3943-3704 BC	3910-3712 BC
IAAA-91552	KNN-1430-310ch	Charcoal	12a	-28.04	0.37	0.6124	0.0024	3939	32	2566-2307 BC	2488-2348 BC
IAAA-92136	KNN2-1830-385	Organic sediment	12a	-25.22	0.44	0.5989	0.0026	4118	34	2872-2577 BC	2857-2621 BC
IAAA-92137	KNN2-1915-455or	Organic sediment	12a	-22.65	0.63	0.5424	0.0022	4914	33	3767-3643 BC	3707-3654 BC

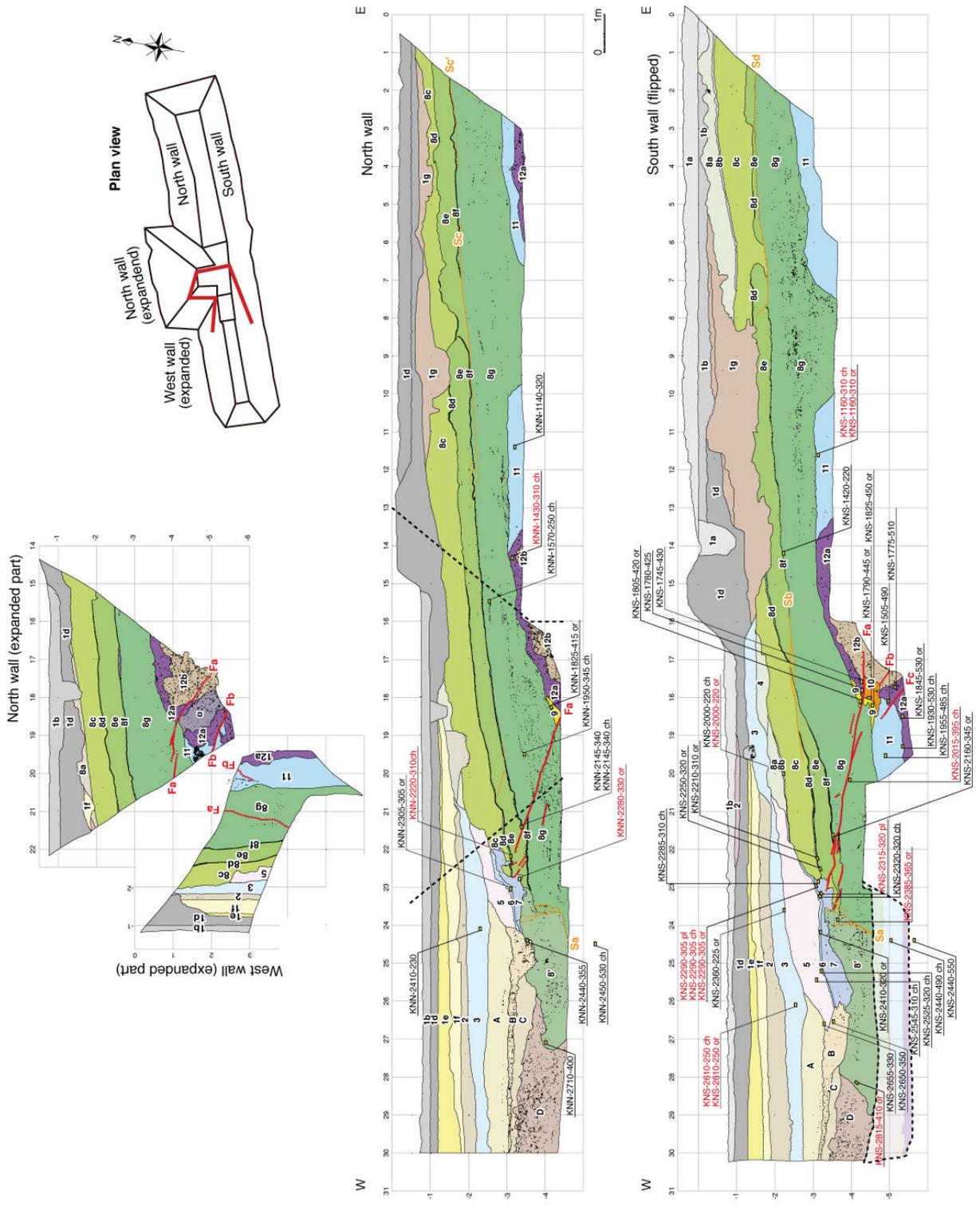


図 12 花見北トレンチ壁面スケッチ。¹⁴C年代値は表2に示す。グリッド間隔は1m。黄色矩形は¹⁴C年代試料採取位置を示し、そのうち赤色の文字で記した試料について年代測定を実施した。

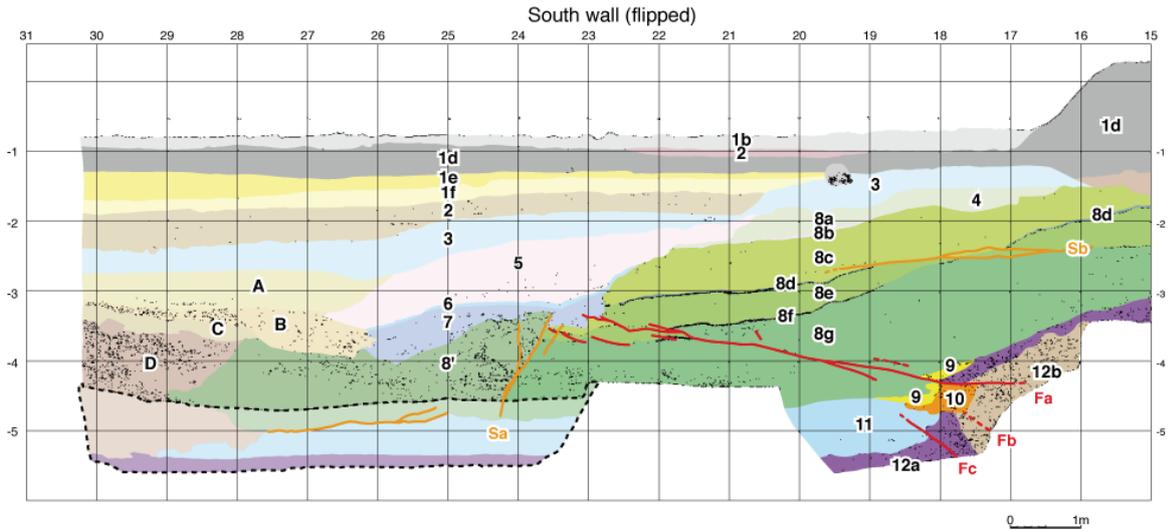


図 13 花見北トレンチ南壁面断層周辺部のスケッチ。左下の破線内は増掘部を示す。Fa~Fc 断層の下盤側（西側）の 12a 層上面に断層変位を示唆する高度差は認められない。

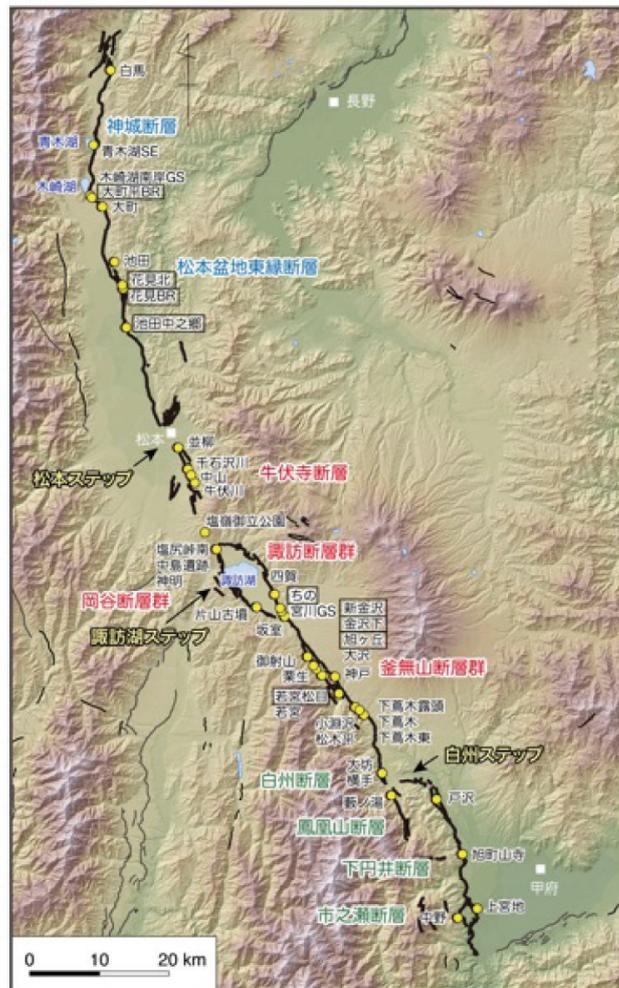


図 14 本断層帯の最近約 12,000 年間における地震イベントが検出された調査地点

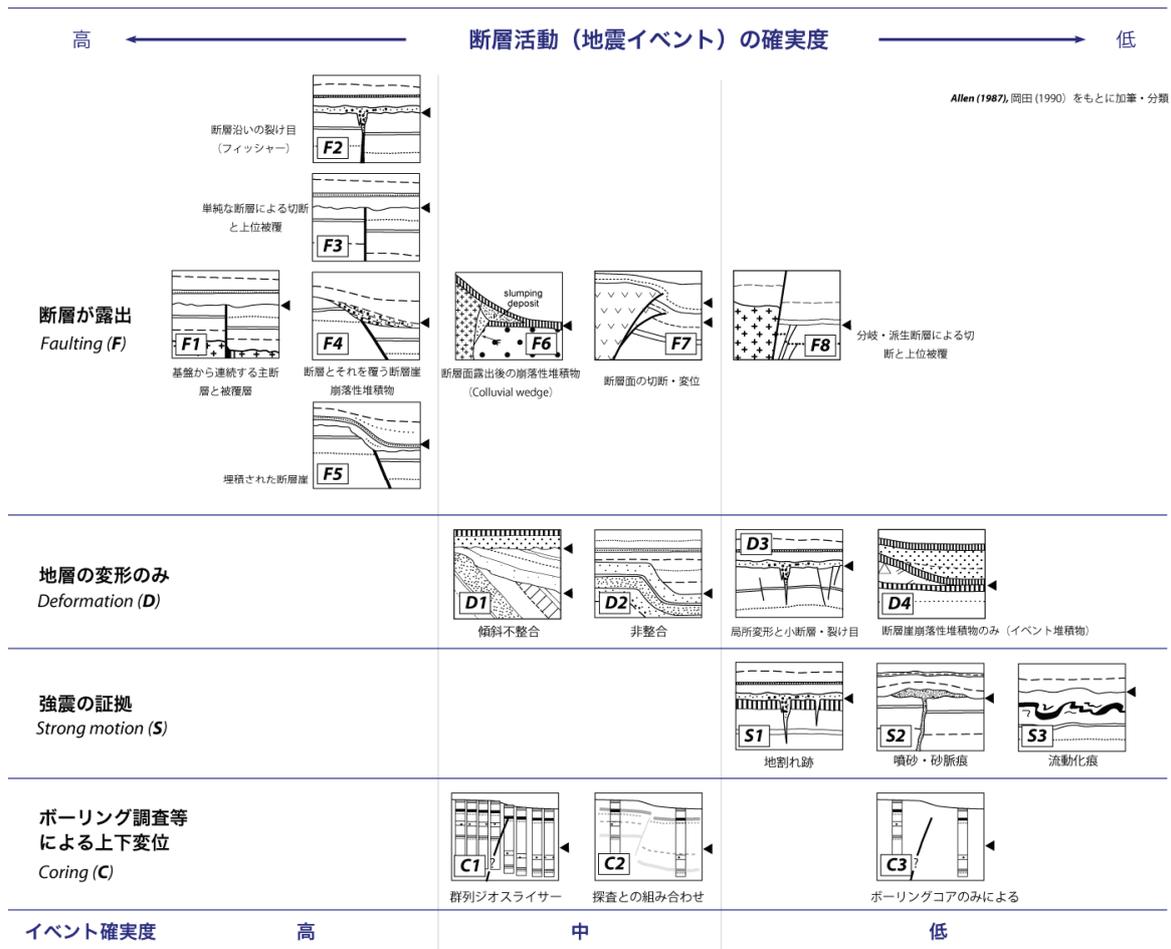


図 15 地震イベント認定根拠の分類と確実性（地震調査研究推進本部，2007）

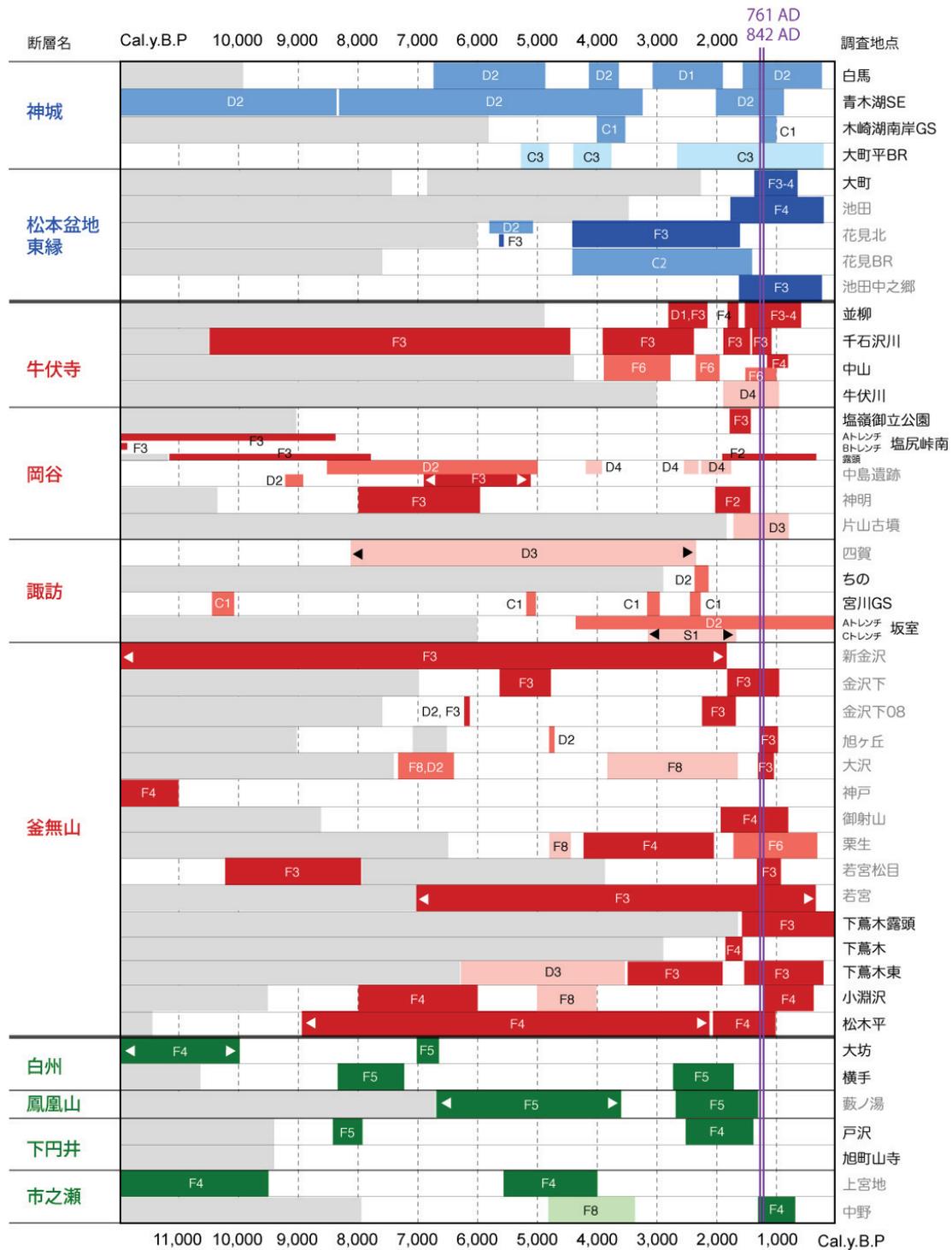


図 16 本断層帯の最近約 12,000 年間の地震イベントの時空間ダイアグラム

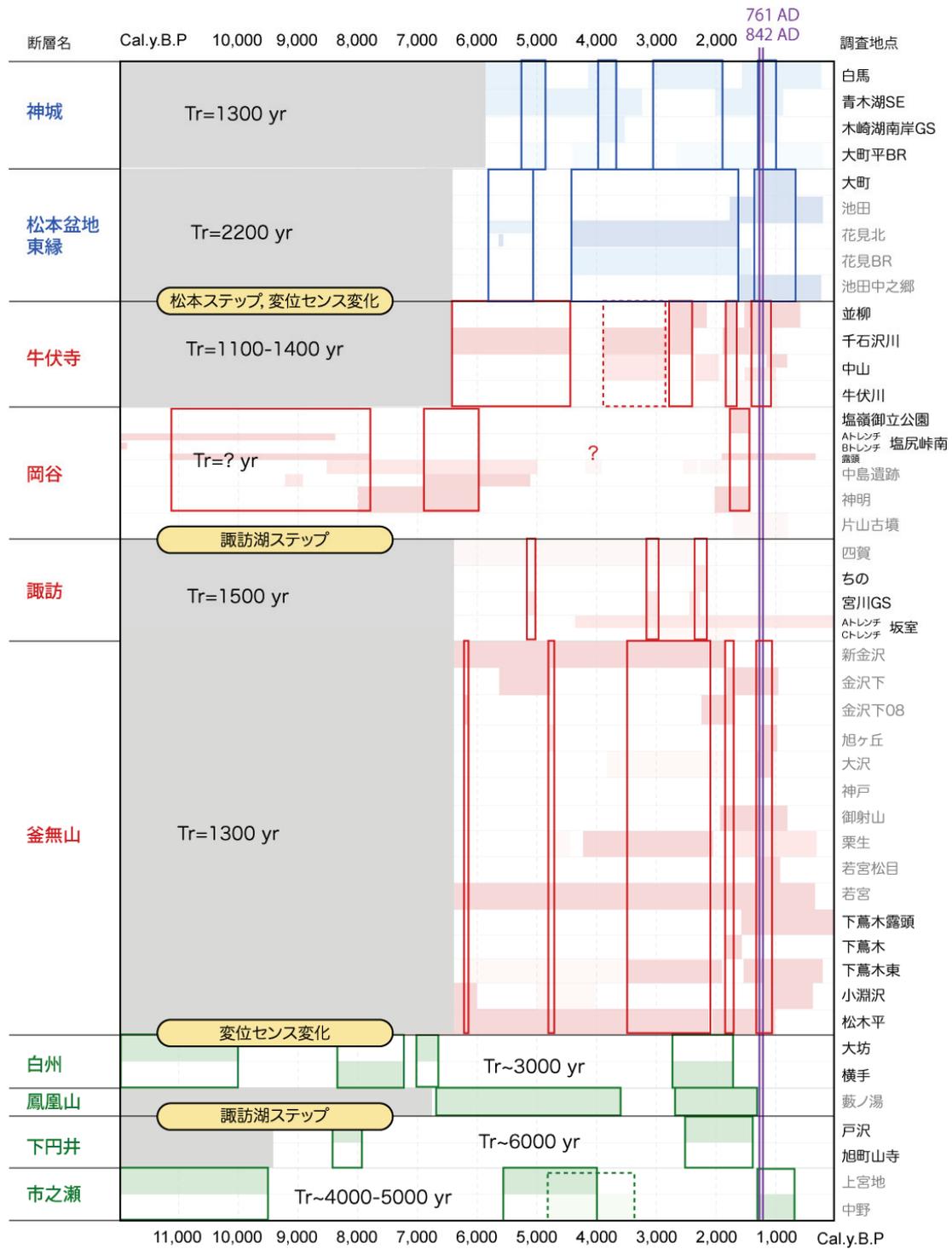


図 17 幾何セグメント区分に準拠した各地震イベントの解釈と平均活動間隔