

6-23 長野断層系から発生する善光寺型地震の再来間隔と断層変位量の推定

—ボーリングおよびトレンチ発掘調査報告—

Recurrence Interval and Average Slip of the Zenkoji-type Earthquake deduced from Drilling and Trench Excavation Surveys

地質調査所

Geological Survey of Japan

長野盆地および飯山盆地西縁に発達する総延長約50km長野断層系(第1図)は、1847年善光寺地震の際に、全域にわたって地表で約3mの垂直変位量があったことが知られている¹⁾。長野断層系は善光寺地震のような地震を繰り返し発生してきたと考えられるので、長野断層系から発生する固有の地震を「善光寺型地震」と呼ぶ²⁾。ここでは、善光寺型地震の再来間隔と断層変位量を明らかにするために実施した、ボーリング調査およびトレンチ発掘調査の結果を報告する。

1. ボーリング調査

ボーリング調査は断層系北部の中野市古牧付近の千曲川の後背湿地で実施した(第1図, 第2図)。地層は腐植土層と砂層の互層から形成されていた。この周期的な層相変化は、地震にともなう千曲川後背湿地の間欠的な沈降および地震間の埋積によるものと考えられる。腐植土層の¹⁴C年代測定結果から、約8200年前以降に9回の地震が発生し、その平均再来間隔は約950年であると推定できる。個々の再来間隔2000年を越えることはなく、そのバラツキは比較的小さい(第3図)。

腐植土層の埋没深度から、断層運動にともなう単位沈降量として平均1.1mが求められた。古牧付近の断層の上盤側では、断層運動にともなう累積的に傾動隆起した7段の完新世段丘群が発達している。最高位段丘の河床堆積物の約6700年前という¹⁴C年代と、950年の再来間隔から判断すると、段丘群は7-8回の善光寺型地震にともなう隆起によって形成されたと考えられる(第4図)。このことから、断層運動に伴う単位隆起量は1.9-2.3mとなる。したがって、古牧付近での断層運動にともなう単位垂直変位量は、隆起と沈降をあわせて約3.0-3.4mという値が得られる。この値は1847年善光寺地震の際の垂直変位量と調和的である。

2. トレンチ発掘調査

トレンチ発掘調査を行った荒舟断層は、長野断層系の北部に位置する断層で(第1図)、主逆断層に対して共役の、東傾斜の逆断層である(第5図)。同断層に沿っては扇状地を切る逆向き低断層崖が発達し、そこでは詳細な断層運動の解析に必要な、細粒堆積物がダムアップされていると期待された(第6図)。掘削した2つのトレンチのうちBトレンチの南側壁面のスケッチを第7図に示す。

壁面では、上位よりAからNの地層が識別でき、最下位の地層は後期更新世の清川礫層に相当するものと考えられる。第7図中の数字は¹⁴C年代である。壁面東部に見られる断層は約40-50°で東に傾斜する逆断層で、堆積物との関係から、東側の断層ほどより新規のものと推定される。

断層付近での地層の急な立ち上がりや腐植層の厚い堆積、特異な斜面崩積堆積物（ウェッジ層）の存在など断層運動と密接に関係する堆積物や変形構造が観察された。

以上の堆積・変形構造から、以下のような約1万年以降6回の断層活動イベントが認められた。

イベント1 E層堆積後（1800y.B.P.以降）：D層の変形

イベント2 F層堆積後，E層の堆積前（5400-2820y.B.P.）：D層との変形度の違い

イベント3 H層の堆積後，G層の堆積前（7340-6310y.B.P.）：腐植層の間隙

イベント4 J層の堆積後，I層の堆積前（8640-7220y.B.P.）：斜面崩積ウェッジ層（I層）の存在

イベント5 L層堆積後，K層の堆積前（9490y.B.P.より前）：斜面崩積ウェッジ層（K層）の存在

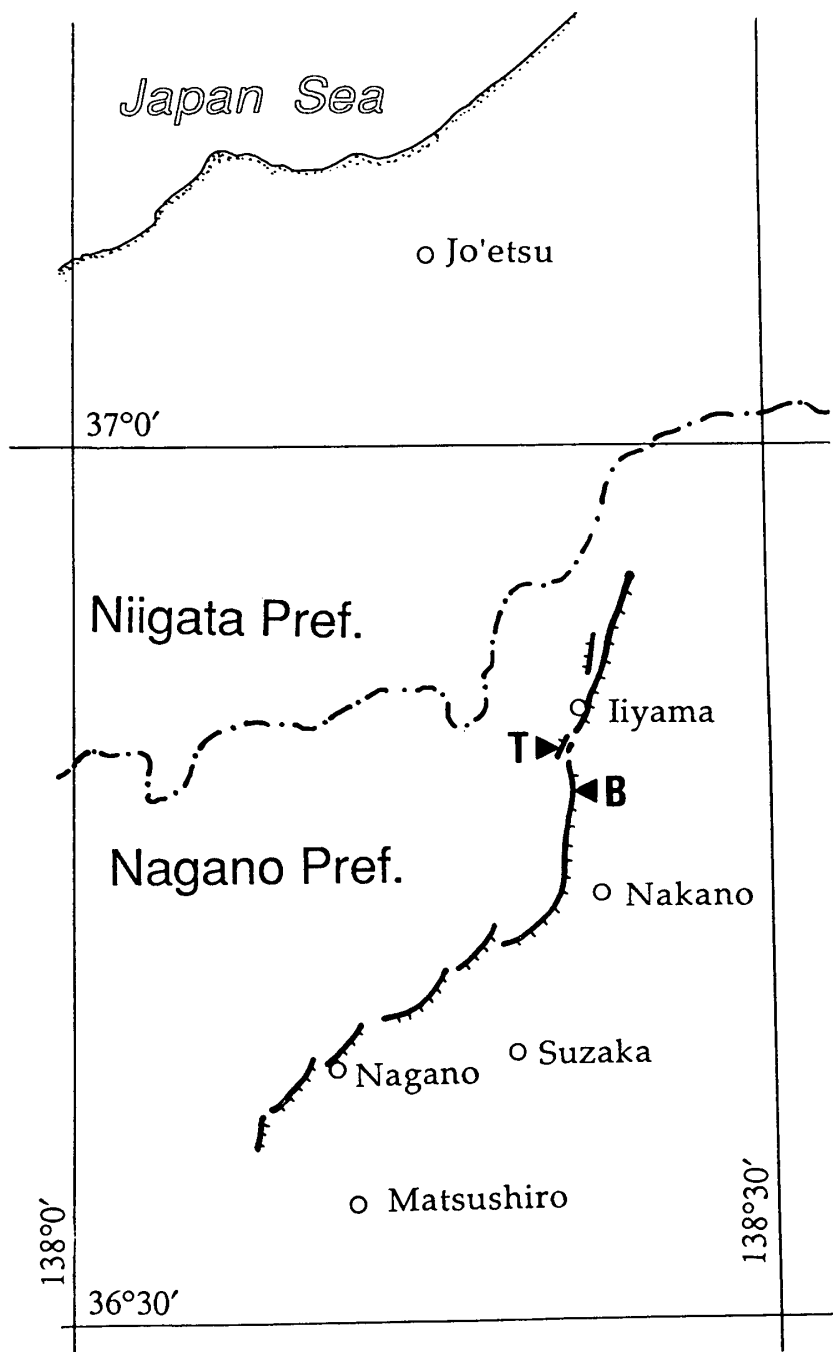
イベント6 M層堆積後，最上部更新統（L層）前（年代不明）：F1断層がL層に覆われる。このうちイベント1と3は他に比べて確実度は低い。

佃・栗田（1986）⁶⁾は約1000年から1500年前に先善光寺地震があったとしているが、それは今回のボーリング調査の結果と調和的である。荒船断層のトレンチ調査から求められたイベントの回数が、ボーリング調査での回数より少ないのは、荒船断層が副断層であるため、必ずしも常に主断層の活動に伴って変位していないことによると考えられる。長野断層系のような逆断層の場合、主断層そのものをトレンチ掘削により直接的に観察することは困難な場合が多く、また、副断層では荒船断層のような例もあるので、断層の詳細な活動履歴を求めるためには、トレンチ調査と併せて調査地を十分に吟味したボーリング調査が有力な方法となろう。

今回の調査の結果をまとめると、長野断層系は過去においても1847年善光寺地震のような地震（善光寺型地震）を繰り返しており、断層の平均垂直変位量は3.0m～3.4m、平均再来間隔は約950年と推定される。（佃 栄吉・栗田泰夫・奥村晃史）

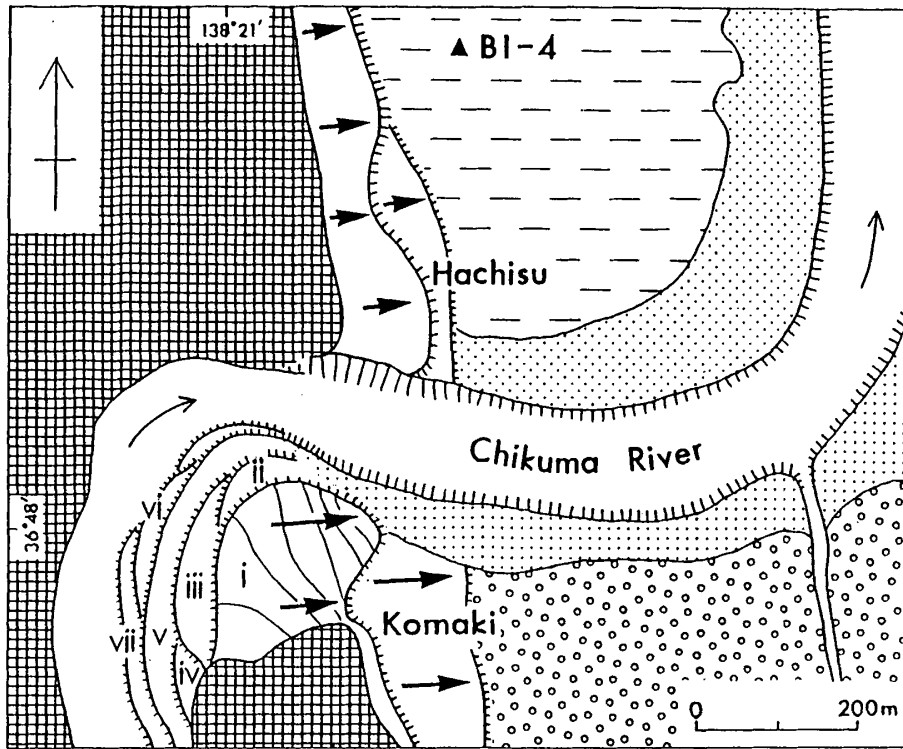
参 考 文 献

- 1) 栗田泰夫・奥村晃史・佃 栄吉：善光寺地震断層に関する資料とその現況，地震学会講演予稿集，2（1987），39.
- 2) 栗田泰夫・佃 栄吉・奥村晃史：長野盆地西縁断層系から発生する善光寺型地震，地震学会講演予稿集，1（1989），61.
- 3) 栗田泰夫・佃 栄吉・池田国昭・奥村晃史・渡辺和明・宮崎純一：善光寺型地震の再来間隔と地震時の断層変位量，地震学会講演予稿集，1（1990），12.
- 4) 池田国昭・安田 聡・渡辺和明・宮崎純一・奥村晃史・栗田泰夫・佃 栄吉：長野盆地西縁活断層系の精密地形図作成，地理学会予稿集，33（1988），16-17.
- 5) 奥村晃史・栗田泰夫・佃 栄吉・池田国昭・安田 聡・渡辺和明・宮崎純一：長野盆地西縁の活構造と地震活動，地理学会予稿集，33（1988），8-9.
- 6) 佃 栄吉・栗田泰夫：先善光寺地震と長野盆地西縁断層系，地震学会講演予稿集，2（1986），129.
- 7) 佃 栄吉・栗田泰夫・奥村晃史：長野断層系荒船断層の発掘調査，地震学会講演予稿集，1（1990），13.



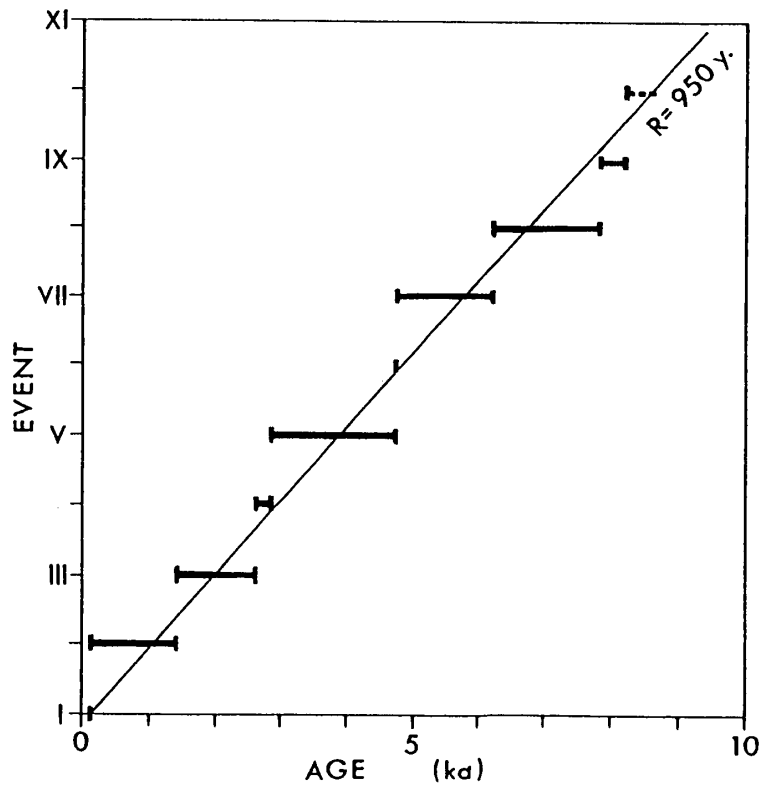
第1図 長野断層系とボーリング (B) ・トレンチ (T) 調査地

Fig. 1 The Nagano fault system and sites of drilling (B) and trench excavation (T) surveys.



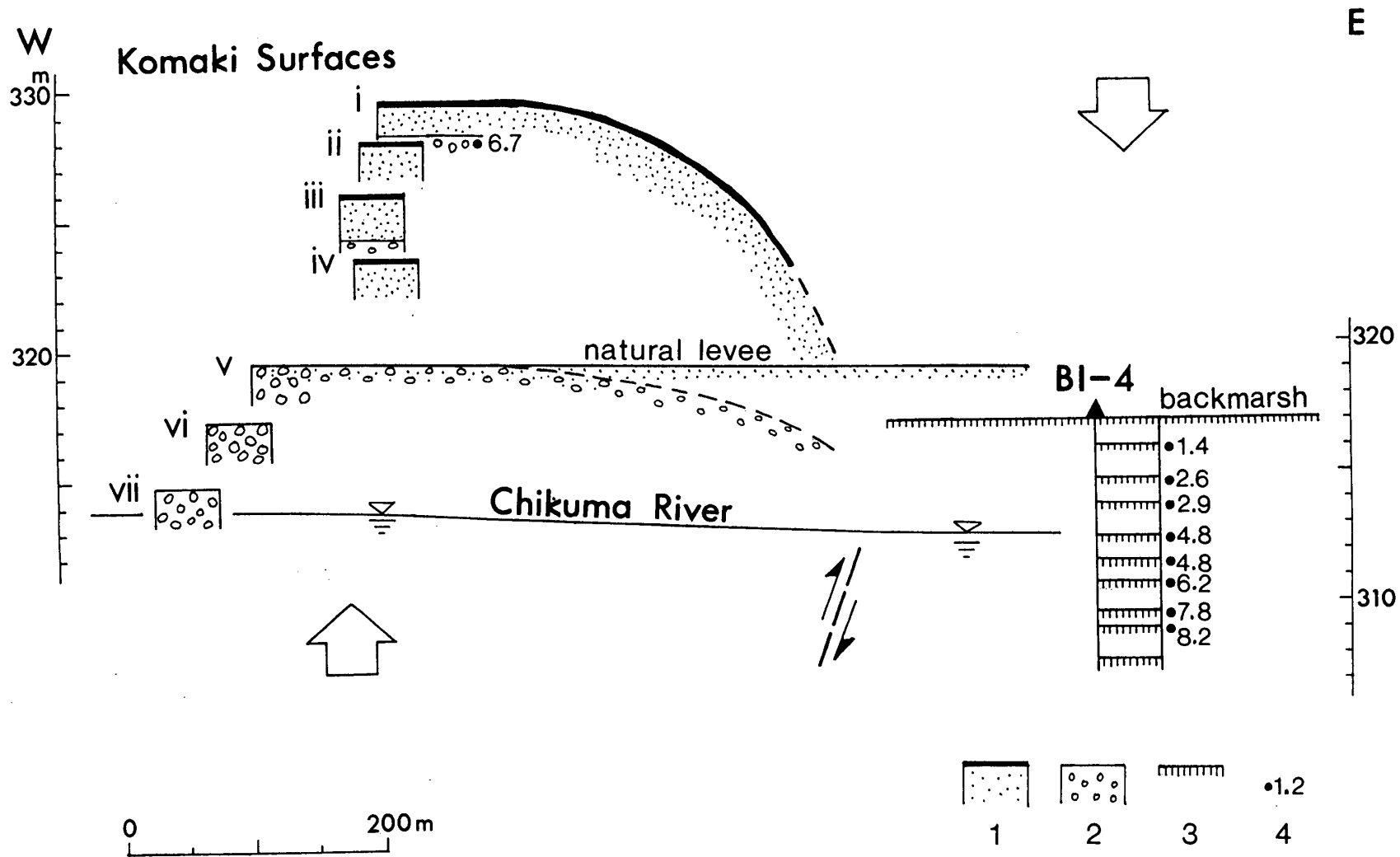
第2図 古牧付近の累積変形を受けた段丘面群とボーリング地点 (BI-4)

Fig. 2 Development of Holocene terraces at Komaki, Nakano city and the drilling site (BI-4).



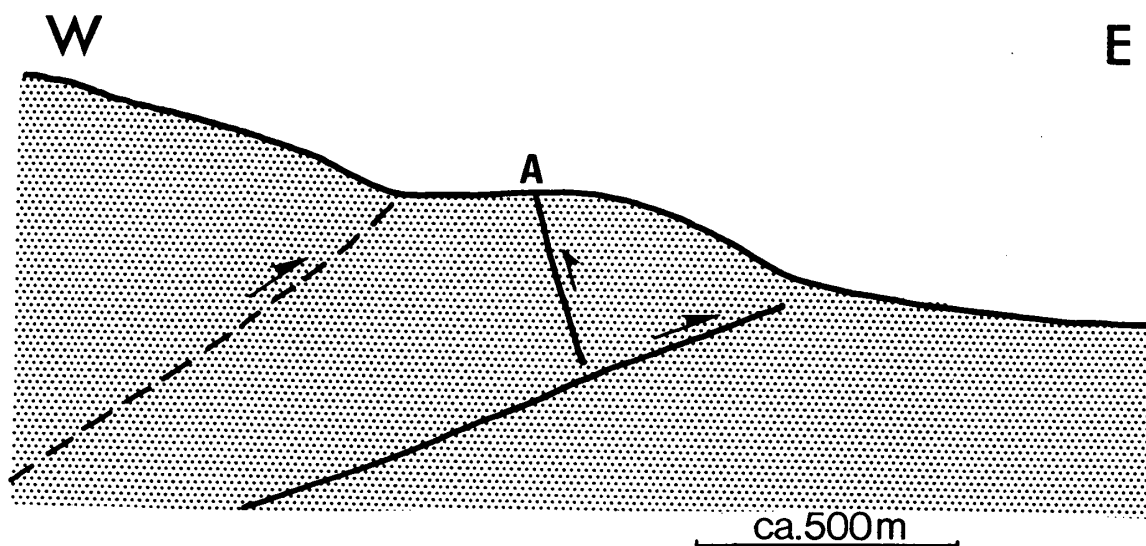
第3図 ボーリング調査から求められた善光寺地震型の発生時期と発生間隔

Fig. 3 Recurrence interval of the Zenkoji-type earthquake estimated from the drilling survey at Komaki.



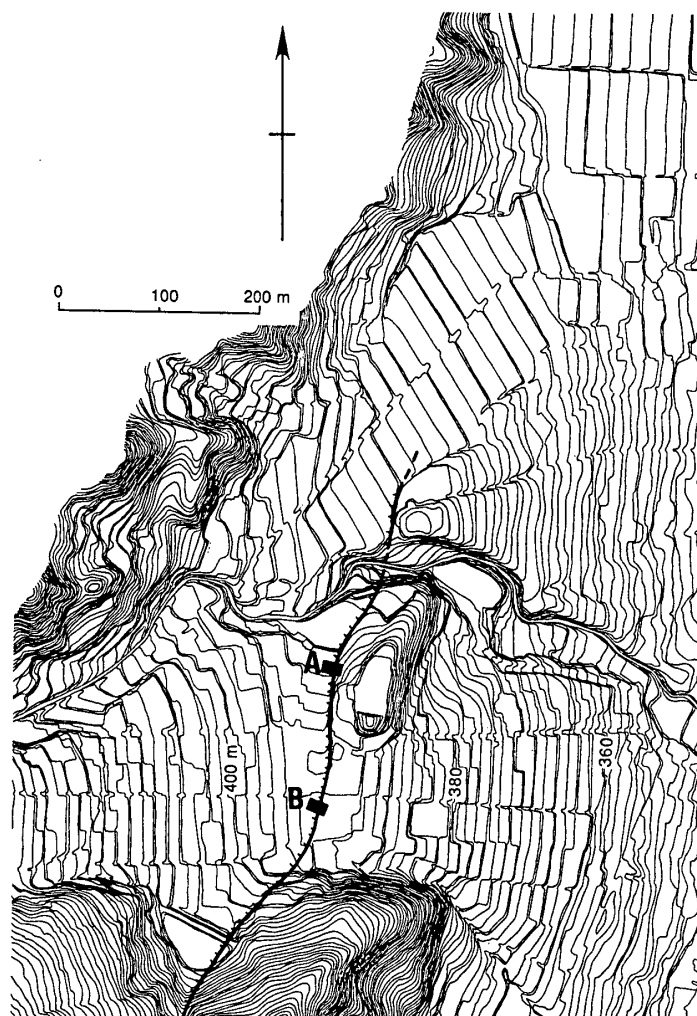
第4図 古牧付近の断層隆起を示す完新世段丘群と沈降を示す沖積堆積物。1.隆起自然堤防面, 2.隆起河床面, 3.埋没後背湿地面, 4. ^{14}C 年代(単位は千年)。

Fig. 4 Simplified profile showing the development of Holocene terraces on the upthrown side and deposition on the downthrown side of the Nagano fault system.



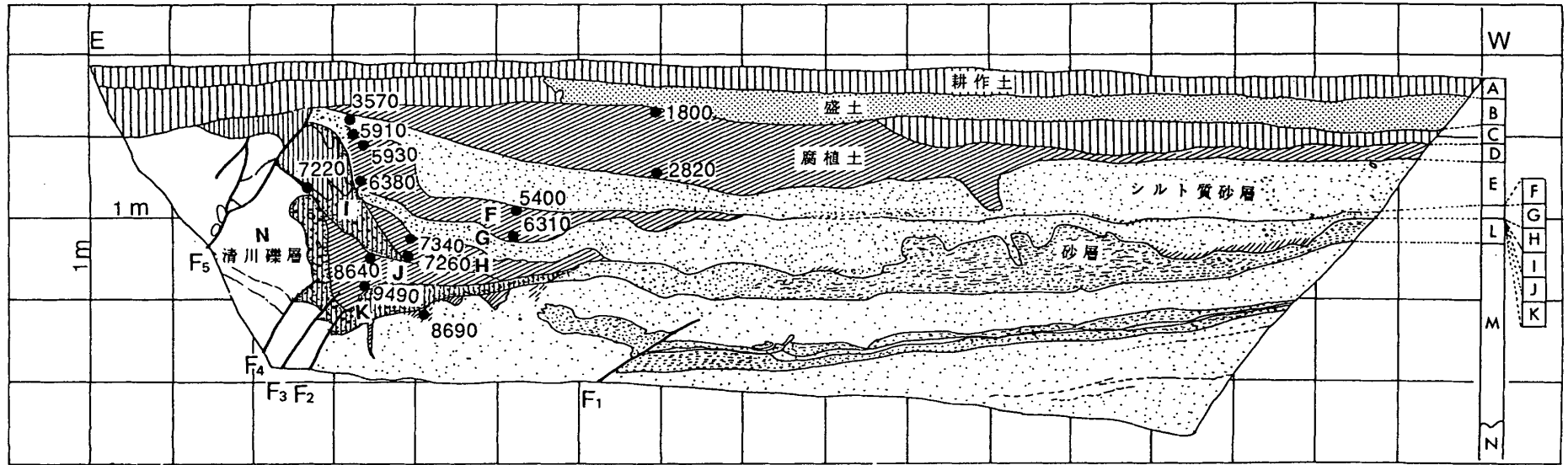
第5図 荒舟地域の模式断面図。Aは荒舟断層。

Fig. 5 Schematic profile showing fault relation at Arafune. A: Arafune fault.



第6図 荒舟地域の地形とトレンチ調査地。A, Bはトレンチ位置図。

Fig. 6 Topography of the Arafune area. Solid line: Arafune fault, A,B: trench sites.



第7図 Bトレンチ南側壁面のスケッチ図 A～Nは地層名。説明は本文参照。

Fig. 7 Trench log of the south wall in the Arafune trench B.