

(6-2) No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチ調査結果

No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチの位置を精密測量結果に投影したものを図6-5に示す。精密測量図における牧ヶ洞断層の位置は、No. 1 (H12-1, H12-2) トレンチのSW面ではグリッド5.4～5.5付近に、No. 1 (H11) トレンチのSW面ではグリッド5.7～6.0付近に、No. 1 (H11) トレンチのNE面ではグリッド5.9～6.3になる。

No. 1 (H12-1) トレンチのSW面のスケッチと ^{14}C 年代測定用資料採取位置を図6-6-1に、同写真を写真6-4-1に、地層区分と ^{14}C 年代測定結果を図6-7-1に示す。同様に、No. 1 (H12-2) トレンチのSW面のスケッチと ^{14}C 年代測定用資料採取位置を図6-6-2に、同写真を写真6-4-2に、地層区分と ^{14}C 年代測定結果を図6-7-2に示す。また、平成12年の調査結果に基づいて再検討した平成11年度の地層区分と ^{14}C 年代測定結果を、平成11年度の写真6-4-3とともに図6-7-3に示す。同トレンチNE面についても、平成12年度の調査結果に基づいて再検討した平成11年度の地層区分と新たに追加した ^{14}C 年代測定結果も加えて、平成11年度の写真6-4-4とともに図6-7-4に示す。また、 ^{14}C 年代測定試料の採取位置および ^{14}C 年代測定結果を表6-4にまとめて示す。

No. 1 (H12-1, H12-2) トレンチのSW面でみられる地層を、層相、地層境界の明瞭度（削り込みの有無、連続性）、固結度、地層構造の違いから区分し、上位から順にA層、B層…とした。その区分を考慮しながら ^{14}C 年代測定用試料を採取、年代測定を実施した。その後、観察による地層区分と ^{14}C 年代測定の結果とを考慮した上で改めて地層区分を再検討した。

以下、その結果をまずNo. 1 (H12-1) トレンチのSW面全体の地質構造について述べ、その後No. 1 (H12-2) トレンチの調査結果に平成11年度の調査結果をも加えて再検討した地層構成、地質構造、年代測定の各項目について述べる。最後にそれらの調査結果に基づいて、No. 1 トレンチにおける牧ヶ洞断層の活動性について述べる。

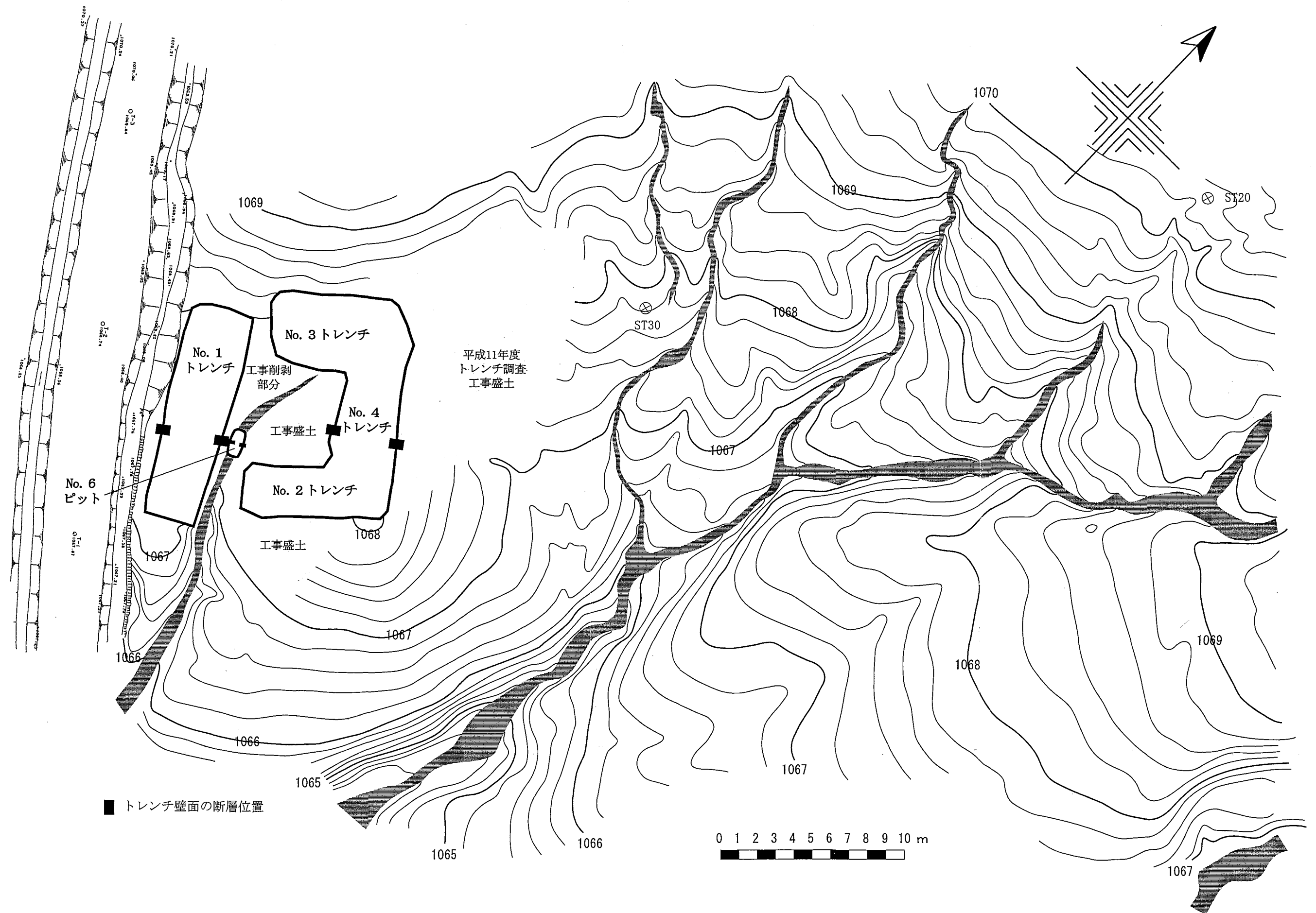


図6-5 No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチ およびNo. 4 (H12-1, H12-2, H11) トレンチ およびNo. 6 ピット位置図

No. 1 (H12-1) トレンチ SW面



図6-6-1 No. 1 (H12-1) トレンチSW面スケッチ
(兼年代測定用試料採取位置図)

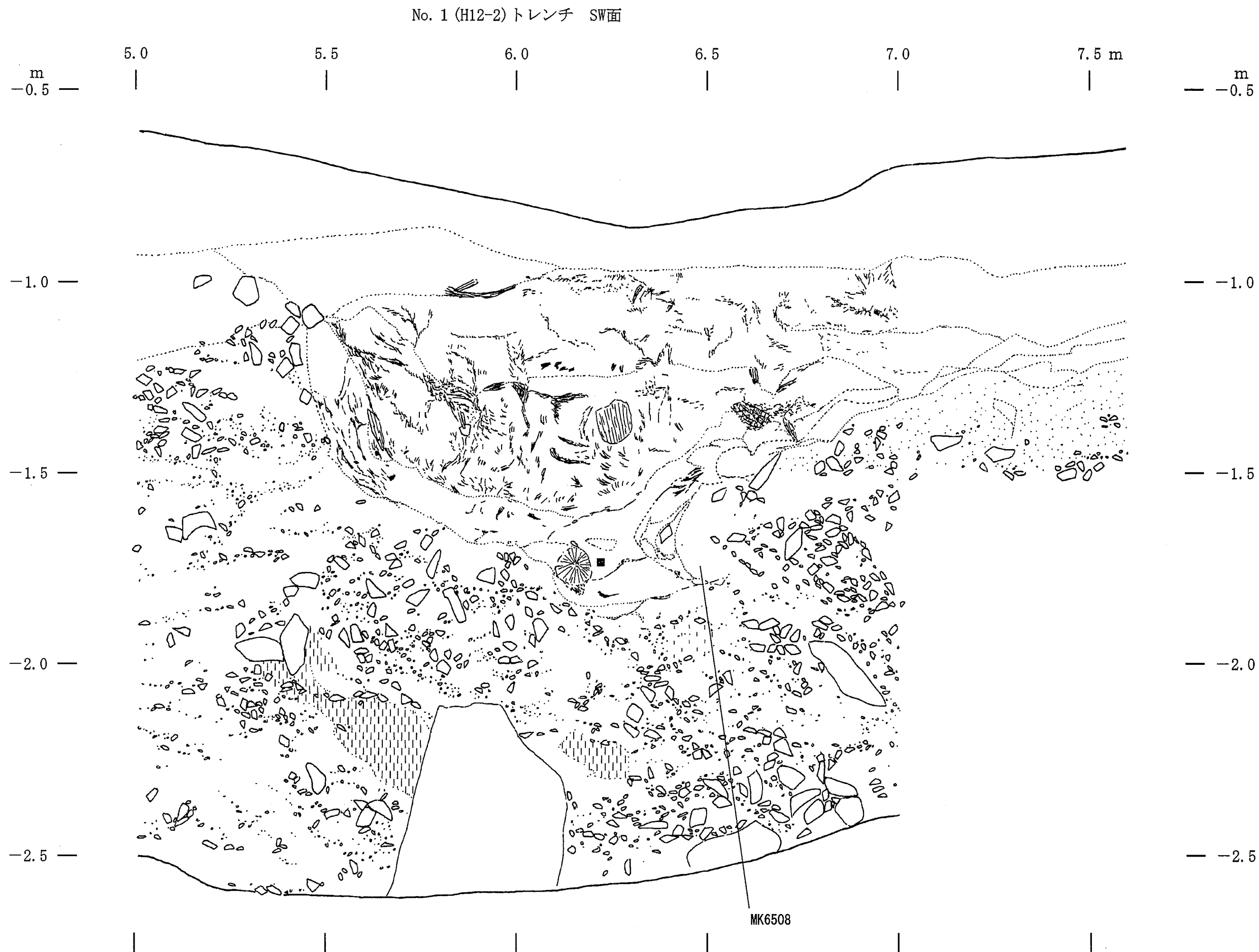


図6-6-2 No. 1 (H12-2) トレンチSW面スケッチ
(兼年代測定用試料採取位置図)

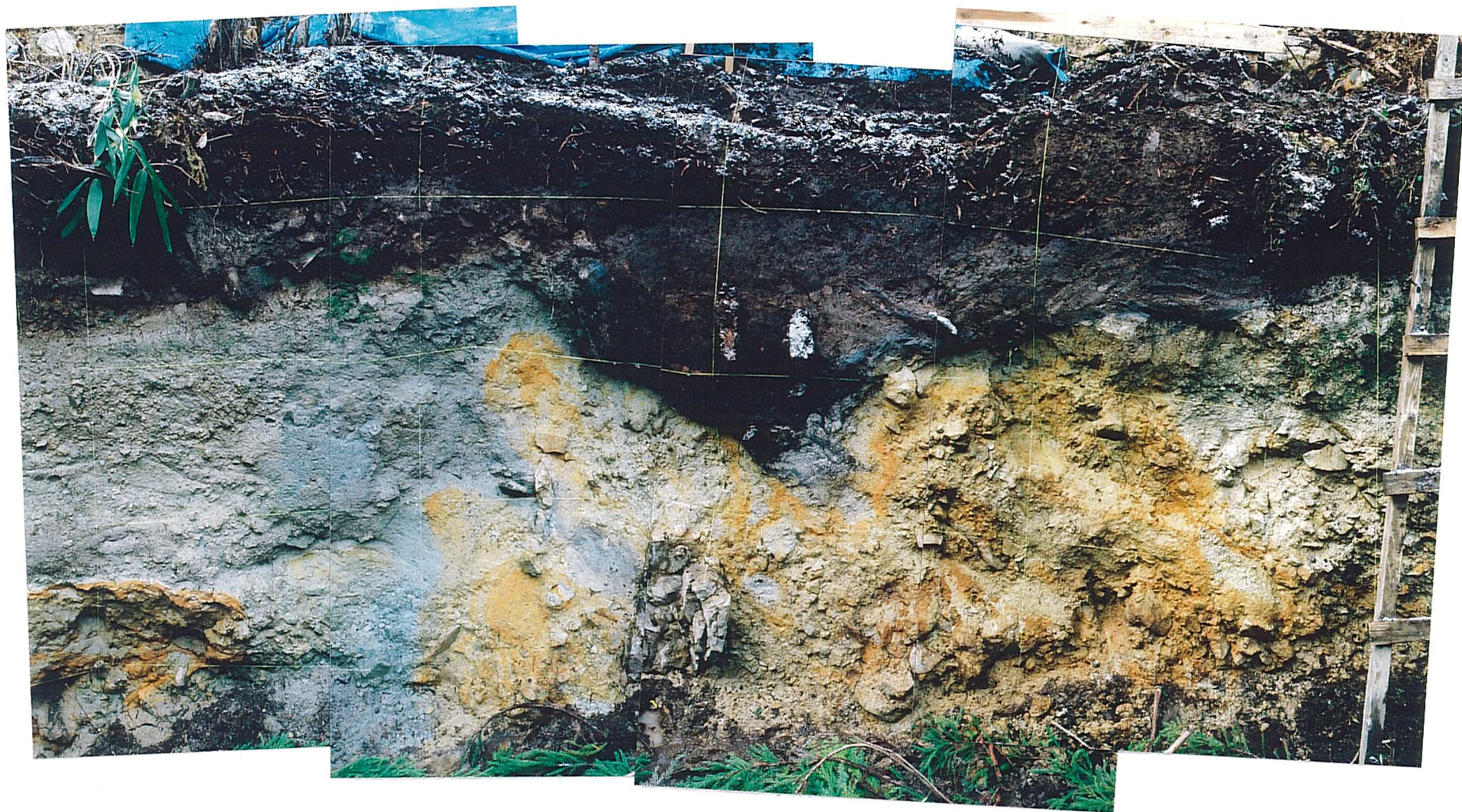


写真6-4-1 No. 1 (H12-1) トレンチSW面



写真6-4-2 No. 1 (H12-2) トレンチSW面

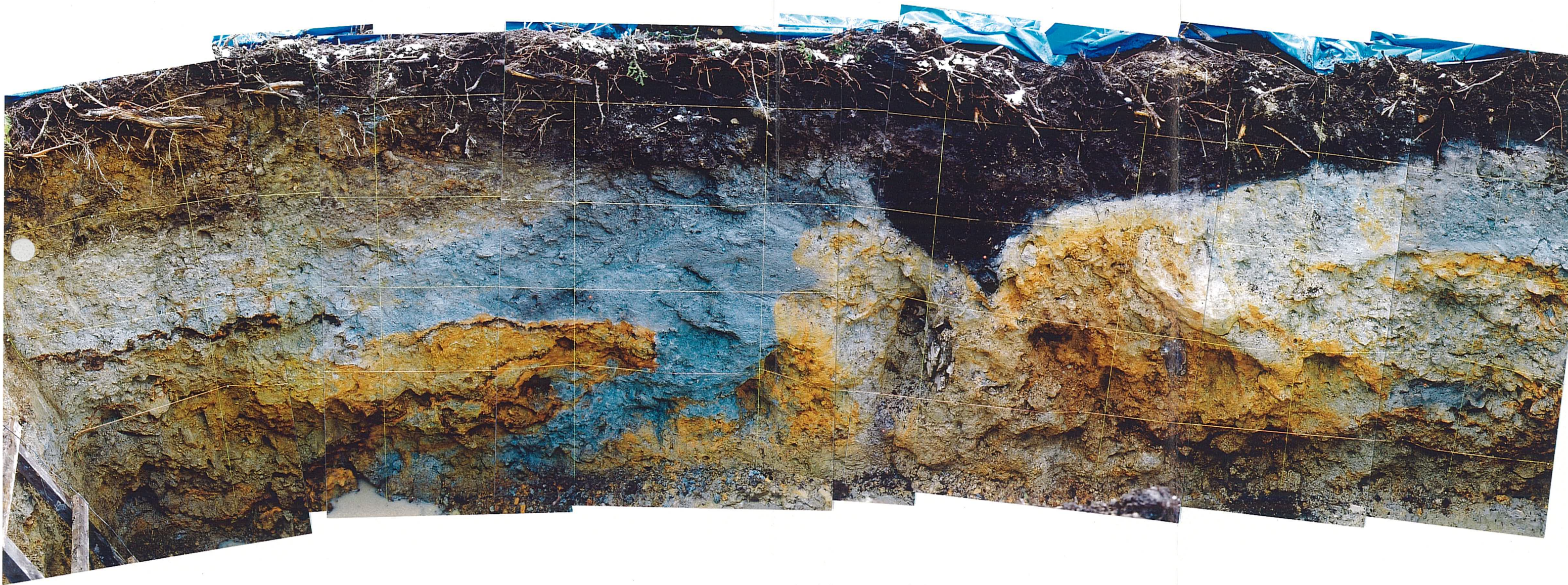


写真6-4-3 No. 1 (H11) トレンチSW面

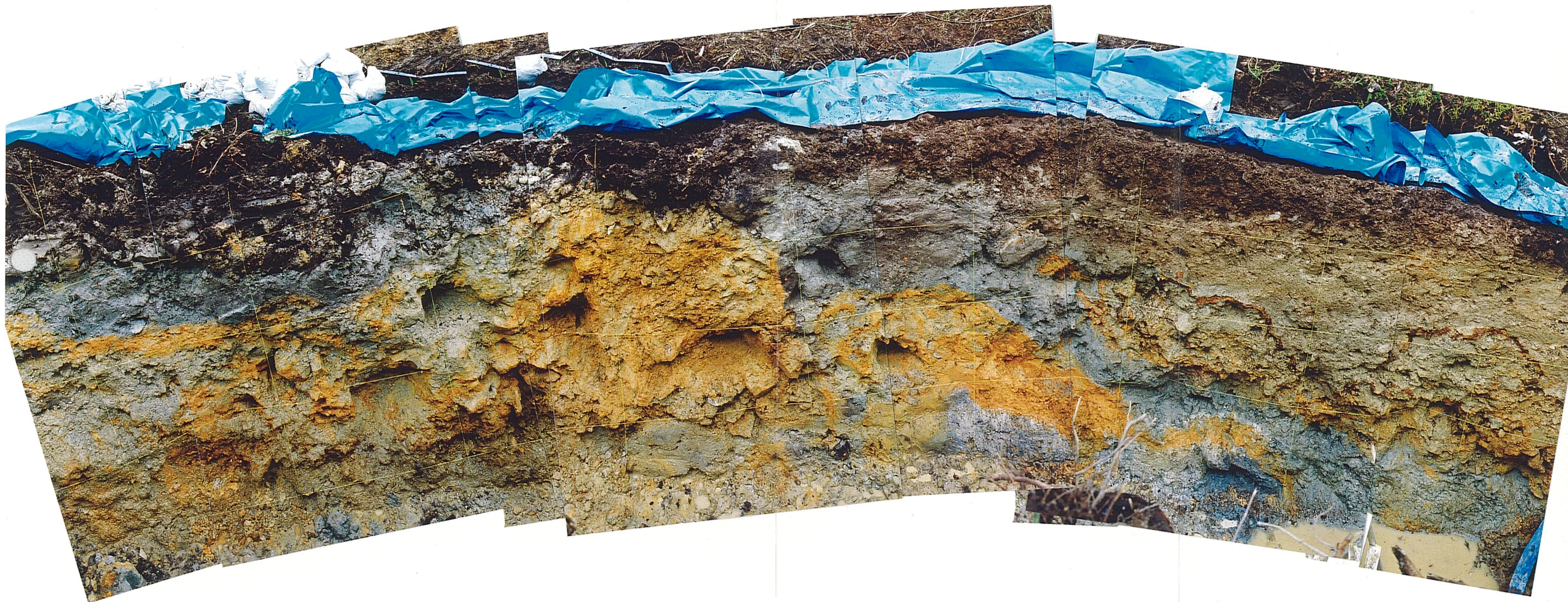


写真6-4-4 No. 1 (H11) トレンチNE面

表6-4 No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチ¹⁴C年代測定用試料一覧
および年代測定結果

試料番号	地層名	試料の種類	測定方法	¹⁴ C年代測定結果 (補正後)	試料番号	地層名	試料の種類	測定方法	¹⁴ C年代測定結果 (補正後)
MA6001	1C-3層	腐植質粘土	β線	4,740±80	MA6030	1C-1層	腐植質砂質粘土		
MA6002	1C-2層	腐植質粘土			MA6031	1D層	腐植混じり砂混じり粘土		
MA6003	1C-2層	腐植質粘土			MA6032	1B-1層	腐植混じり粘土混じり砂		
MA6004	1C-3層	腐植質粘土			MA6033	1A-1層	腐植質粘土	β線	Modern
MA6005	1C-2層	腐植質粘土			MA6034	1D層	腐植混じり粘土	β線	15,360±200
MA6006	1C-1層	腐植質粘土			MA6035	1C-3層	腐植質粘土混じりシルト		
MA6007	1C-2層	腐植質粘土			MA1-508	1C-3層	腐植質粘土		
MA6008	1C-3層	腐植質粘土			1-W-1	1C-3層	粘土質腐植土	β線	(5,950±40)
MA6009	1B-1層	腐植質粘土			1-W-2	1D層	腐植質粘土 (偽礫)		
MA6010	1D層	腐植混じり砂混じり粘土	β線	11,530±120	1-W-3	1D層	腐植質砂まじり粘土	β線	(15,150±110)
MA6011	1D層	腐植混じり粘土質砂			1-W-4	1D層	腐植質粘土 (偽礫)		
MA6012	1D層	腐植混じり粘土混じり砂			1-W-5	1D層	腐植質粘土まじり砂		
MA6013	1D層	腐植混じり粘土混じり砂			1-W-6	1C-3層	腐植質粘土		
MA6014	1D層	腐植混じり粘土混じり砂			1-W-7	1C-3層	炭		
MA6015	1B-1層	腐植質粘土			1-W-8	1D層	腐植質粘土 (偽礫)		
MA6016	1A-1層	腐植質粘土			1-W-9	1D層	腐植質粘土質砂		
MA6017	1C-1層	腐植質粘土			1-W-10	1D層	腐植質粘土まじり砂		
MA6018	1B-1層	腐植混じり粘土混じり砂			1-W-11	1D層	腐植質砂まじり粘土		
MA6019	1B-1層	腐植混じり粘土混じり砂	β線	4,920±80	1-W-12	1D層	腐植質粘土まじり砂		
MA6020	1C-3層	腐植質粘土			1-W-13	1C-2層	腐植土まじり砂礫		
MA6021	1C-2層	腐植質粘土			1-W-14	1C-1層	腐植土	β線	(1,650±60)
MA6022	1C-2層	腐植質粘土			1-W-15	1C-2層	礫まじり腐植土	β線	(2,770±60)
MA6023	1C-2層	腐植質粘土			1-W-16	1C-2層?	腐植土	β線	(3,830±60)
MA6024	1C-1層	腐植質粘土			1-E-1	1D層	腐植質砂まじり粘土		
MA6025	1C-3層	腐植質粘土			1-E-2	1D層	腐植質粘土		
MA6026	1C-2層	腐植質粘土			1-E-3	1D層	腐植質粘土 (偽礫)		
MA6027	1C-1層	腐植質粘土			1-E-4	1D層	腐植質粘土 (偽礫)		
MA6028	1C-1層	腐植質粘土	β線	2,890±60	MK1-E-5	1D層	腐植混じり砂混じり粘土	β線	11,560±130
MA6029	1C-1層	腐植質粘土			1-E-6	1D層	有機質砂		

No. 1 (H12-1) トレンチ SW面

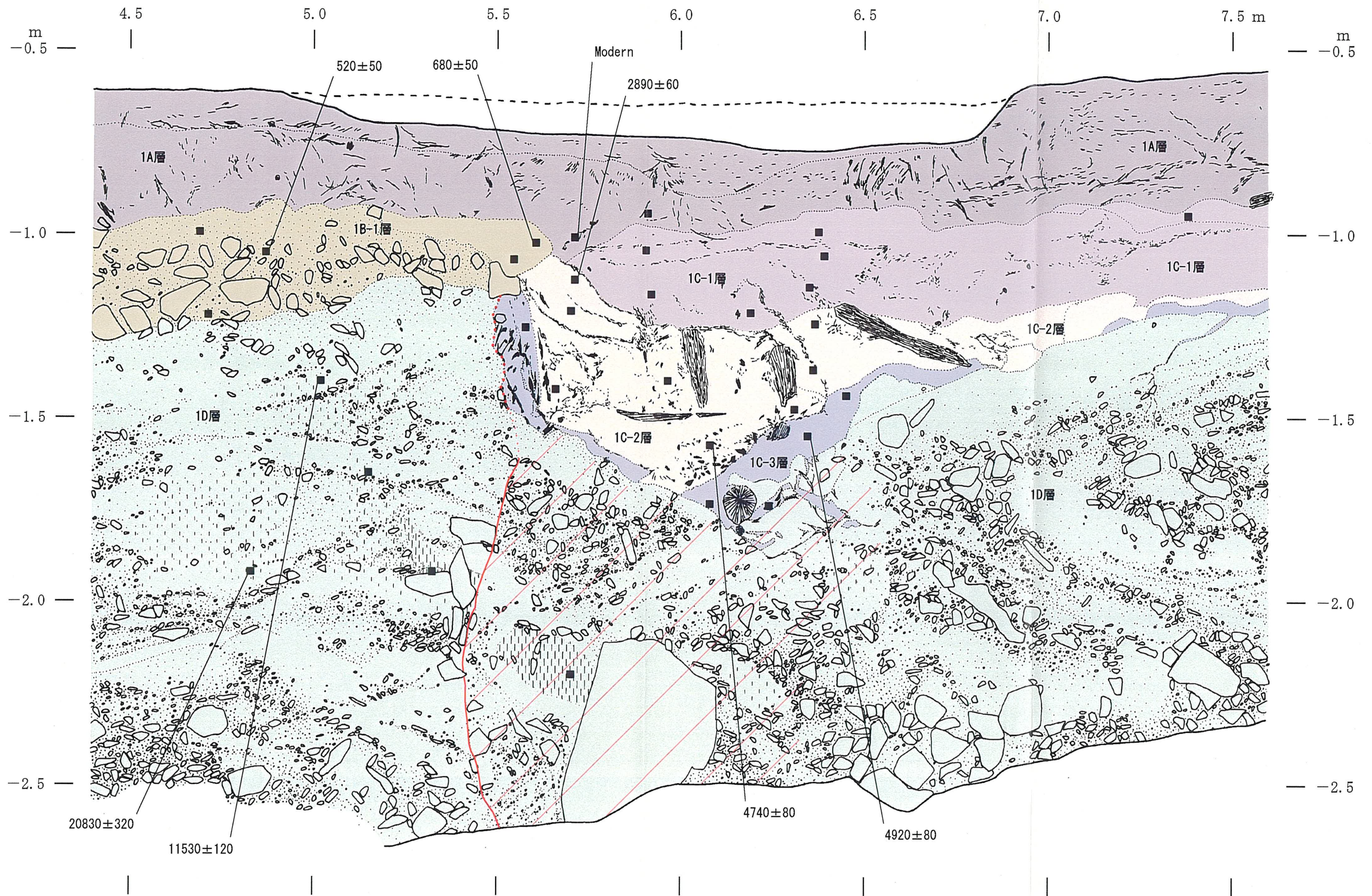


図6-7-1 No. 1 (H12-1) トレンチSW面地層区分
(兼年代測定結果図)

No. 1 (H12-2) トレンチ SW面

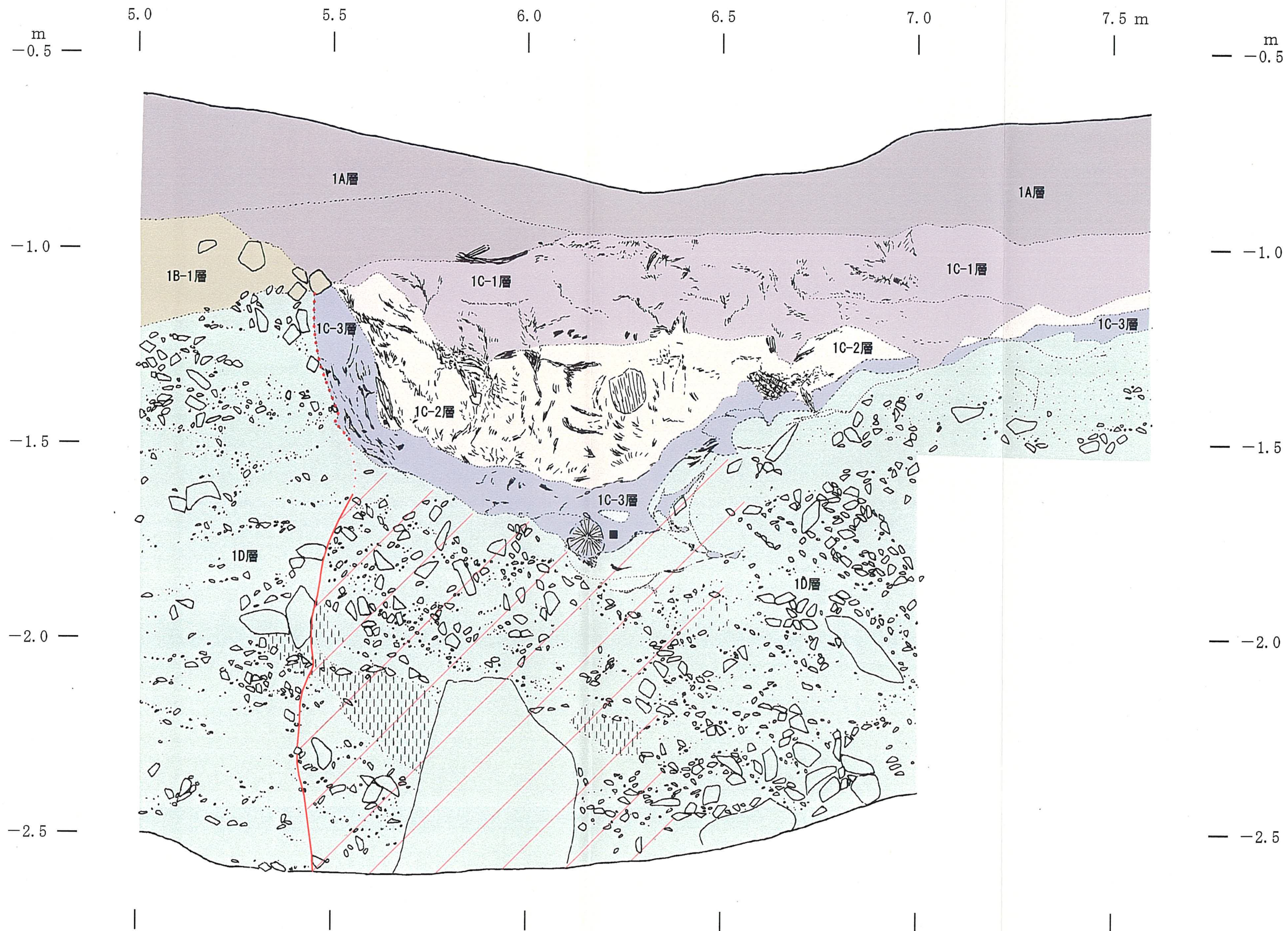


図6-7-2 No. 1 (H12-2) トレンチSW面地層区分

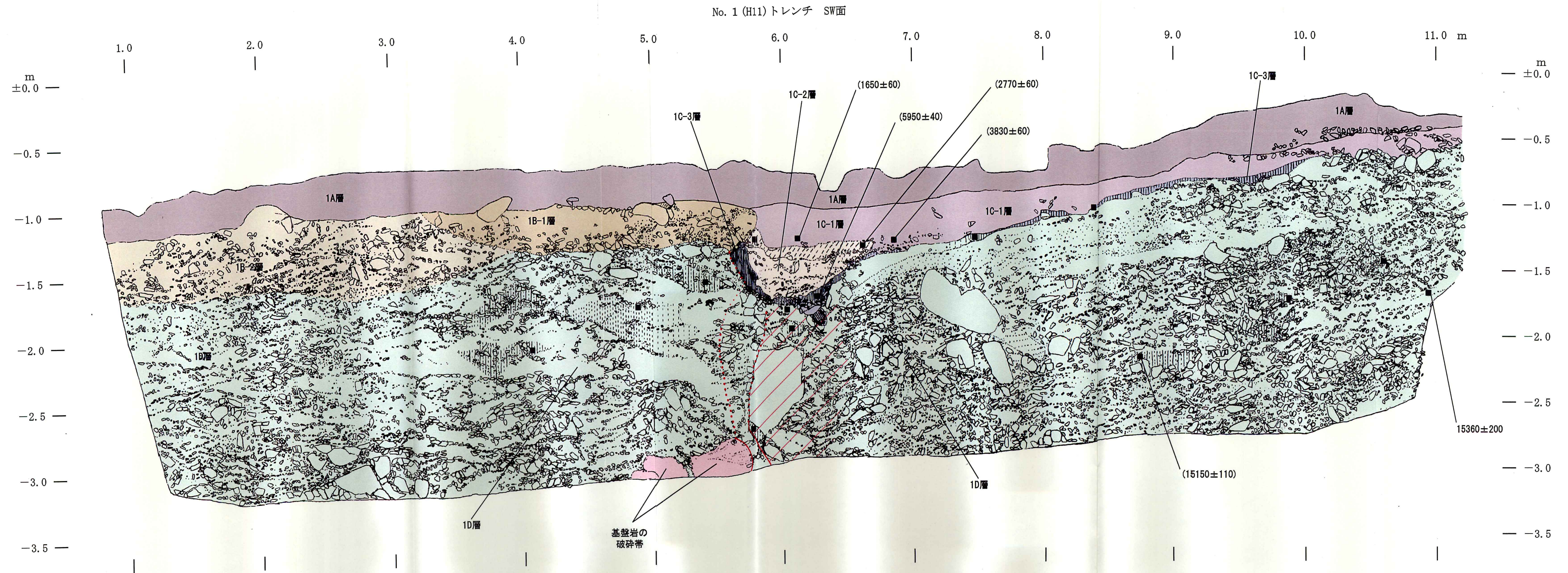


図6-7-3 No. 1 (H11) トレンチSW面地層再区分
(兼年代測定結果図)

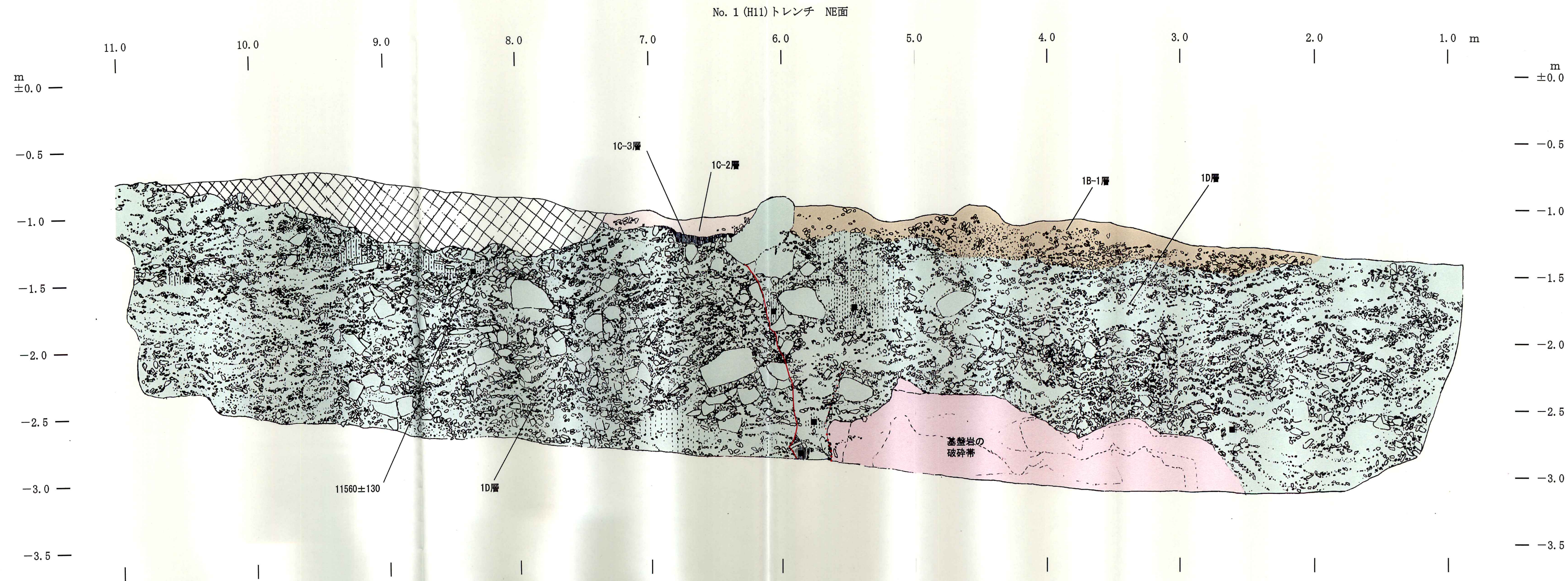


図6-7-4 No. 1 (H11) トレンチNE面地層再区分
(兼年代測定結果図)

<SW面 (H12-1) 全体の地質構造>

No. 1 (H12-1) トレンチSW面でみられる地層は、固結度の違いから大きく4層に区分でき、上位から順に1A層、1B層、1C層、1D層とした。それぞれは層相によりさらに細区分できた。

SW面 (H12-1) では、壁面ほぼ中央部で、トレンチ底から約1.0m上方までの最下位の1D層中に、礫が壁面では線状に見える面に沿って長軸方向を立てて並んでいるのが認められた（写真6-9参照）。礫が立って配列している面はややわん曲しているもののほぼ垂直で、この面を境にして、砂礫層中に認められる礫径、礫の混入率、基質の違いなどに基づく層相が連続しないことから断層と判断した。

トレンチ底から約1.1～1.5mまでは、腐植質な1C層の最下部の一部がほぼ垂直に立ち、引きずり上げられたような変形をしているのが認められた（写真6-5）。1C層の最下部の垂直に立っている部分と下位の1D層との境界は、両者の境界面の形状や面の両側の地層の変形程度の差などから、単なる地層境界ではなく、断層であると判断した。

<地層構成>

1A層

No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチのSW面の最上位に分布する地層で、現在の地表を形成している土壌である。下位の1B層、1C層を覆って分布する。NE面側は、トレンチ掘削時に重機が削り取ってしまったため、トレンチ壁面ではみられない。

黒ボク土様で、黒色～黒褐色を呈する。現生の木の根、笹の根などが非常に密に混入している（写真6-5, 写真6-6）。下位の1B層、1C層との境界は、木の根、笹の根などの現生の植物根の有無と色調、黒ボク土様の層相を基準として区分した。また、1D層とは明瞭に層相が異なるので、容易に区別できた。

層厚は約30cm程度でほぼ一様である。しかし、SW面における1B-1層と1C層との境界付近では、逆三角形状に1A層が厚くなり、下位の1B層と1C-1層の間の窪みを埋めている。なお、SW面では、下面付近に部分的に礫径1～6cmの角礫が混入している。

平成11年度調査ではA-a層、A-b層が相当する。

1B層

No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチのSW面、NE面の断層の直上から南東側の微高地側にのみ分布する。1A層に覆われ、1D層を覆う。下位の1D層とは基質の違いから明瞭に区別できる。

1C層との関係は、No. 1 (H12-1), No. 1 (H12-2), No. 1 (H11) の各トレンチで微妙に異なっているため、1B-1層の記載の項で詳述する。

層相により、基質に腐植分を含む1B-1層と、ローム分を含む1B-2層とに区分した。層相は

明瞭に異なるものの、両者の境界は不明瞭で漸移的である。両者の境界部の関係や固結度の違いからみて、1B-2層の方が下位と判断した。

1B-1層

No. 1 (H12-1, H12-2) トレンチのSW面では、断層の直上から南東側に約2.5m間分布する。下位の1Dを明瞭に覆っており、層相の違いから容易に区別できた。同NE面では断層の南東側の微高地側全体に分布する。

シルト混じりの微細砂を基質とする砂礫層で、基質が優勢である。基質は全般に腐植分を帯びているため褐灰色を呈する。層厚は約30cmで、ほぼ水平である。礫は下半部に多く、礫径3~15cmの亜角礫~角礫が主体で、最大礫径は28cmである。礫は弱い覆瓦構造を示す。礫率は最下部で40%程度である。下半部に礫が多いが、下位の1D層をほとんど削り込んでいない。上部の礫が少ない部分は微細砂混じりのシルトが主体となる。

平成11年度調査ではほぼC-b層の断層より南東側が相当する。

1B-1層と1C層の関係であるが、No. 1 (H12-1) トレンチのSW面においてのみ、ごくわずかな部分（幅20cm）で下位の1C層と直接接しているのが認められた（写真6-5）。境界は比較的鮮明で、下位の1C層とは色調、腐植分の違いから明確に区別できた。しかも、1B-1層と1C層との境界部分で、上位の1A層が垂れ込んだ様な形状を示していた。

下位の1C層を切っている断層の延長上にあたり、境界は鮮明であったので断層である可能性が全く無いとは言えない。しかし、下位の1C層を切る断層がほぼ垂直であるのに対して、1B-1層と1C層との境界は低角であり、下位の1C層を傾斜不整合で覆う単なる地層境界の可能性もある。したがって、No. 1 (H12-1) トレンチでは、1B-1層と1C層の境界が断層であるのか、単なる地層境界であるのか結論を得ることができなかった。

その後の追加調査であるNo. 1 (H12-2) トレンチのSW面では、1B-1層は断層の南東側のみに分布していた。1C層と接しているのはわずか礫1個であり、上位の1A層が断層の直上では厚くなっていた。断層を蓋しているのが礫のため、1B-1層が断層を覆っているのか、あるいは断層によって切られているのか結論を得ることができなかった。

さらに遡ってNo. 1 (H11) トレンチのSW面の写真を再度詳細に検討した結果、1B-1層と1C層は、No. 1 (H12-1) トレンチにおけるより高角度で接しているように見える。平成11年度の調査時には1B-1層は1C層中の1C-2層上部とは一連であるかのように観察していた。再検討した結果においても1B-1層と1C層との境界が断層であるのか、単なる地層境界であるのか結論を得ることができなかった。

以上のように、1B-1層は、No. 1 (H12-1) トレンチのSW面においてはわずかに、No. 1 (H11) トレンチのSW面においては直接1C層と接しているが、両者とも1B-1層が明確に断層を覆っているとも、断層によって切られているとも断定できなかった。

1B-2層

No. 1 (H11) トレンチのSW面のトレンチ南東端から約2.5m間のみ分布する。NE面側には分布しない（写真6-4-3）。

シルト混じり細砂を基質とする砂礫層で、基質が優勢である。基質は全般にローム分を帯び、黄褐色を呈する。層厚は約50cmで、ほぼ水平である。礫は下半部に多く、礫径3～15cmの角礫が主体である。礫は明瞭な覆瓦構造を示す。最下部は小角礫混じりの粗い砂層主体で、明瞭に下位の1D層を削り込んで堆積している。下半部の礫率は40～50%である。上半部は礫が少なくなり、礫混じり砂層となる。

平成11年度調査ではC-b層のSW面側のトレンチ南東端部が相当する。

1C層

No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチのSW面、NE面の断層の直上から北西側に分布する腐植質な地層である。主として1A層に覆われ、下位の1D層を覆って分布する（写真6-5, 写真6-6）。SW面側では一部で1B層と接する。下位の1D層とは層相が全く異なるので明瞭に区別できるが、上位の1A層との境界は不明瞭で一部は漸移的にみえる。

No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチのSW面側では、断層から北西側へ1mの間は層厚が50～70cmと厚く、北西側へはしだいに薄くなるものの連続的に分布している。全般に腐植質に富むが、腐植の強弱、粘土の含有量、色調、構造などの層相の違いから上・中・下の3層に細区分できる。上位から順に、1C-1層、1C-2層、1C-3層である。

下位の1C-3層は、断層沿いの部分ではほぼ垂直になるまで引きずり上げられたような変形をしており、1C-3層は全体としてU字状をなしている。1C-2層は1C-3層の形成する窪みを埋積しているが、1C-2層自体が変形を受けている可能性を否定できない。

No. 1 (H11) トレンチのNE面側は、トレンチ掘削時に重機が大部分を削り取ってしまい、断層直上から北西側に約1m間が残っているのみである。1C-2層とその下位の1C-3層が認められる。

1C-1層

No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチのSW面側で、断層より北西側に広く分布する腐植土である。1C層の上部を占め、1A層に覆われる。主として下位の1C-2層を覆うが、部分的にはその下位の1C-3層を覆って分布する。上位の1A層との境界は不明瞭で一部は漸移的であ

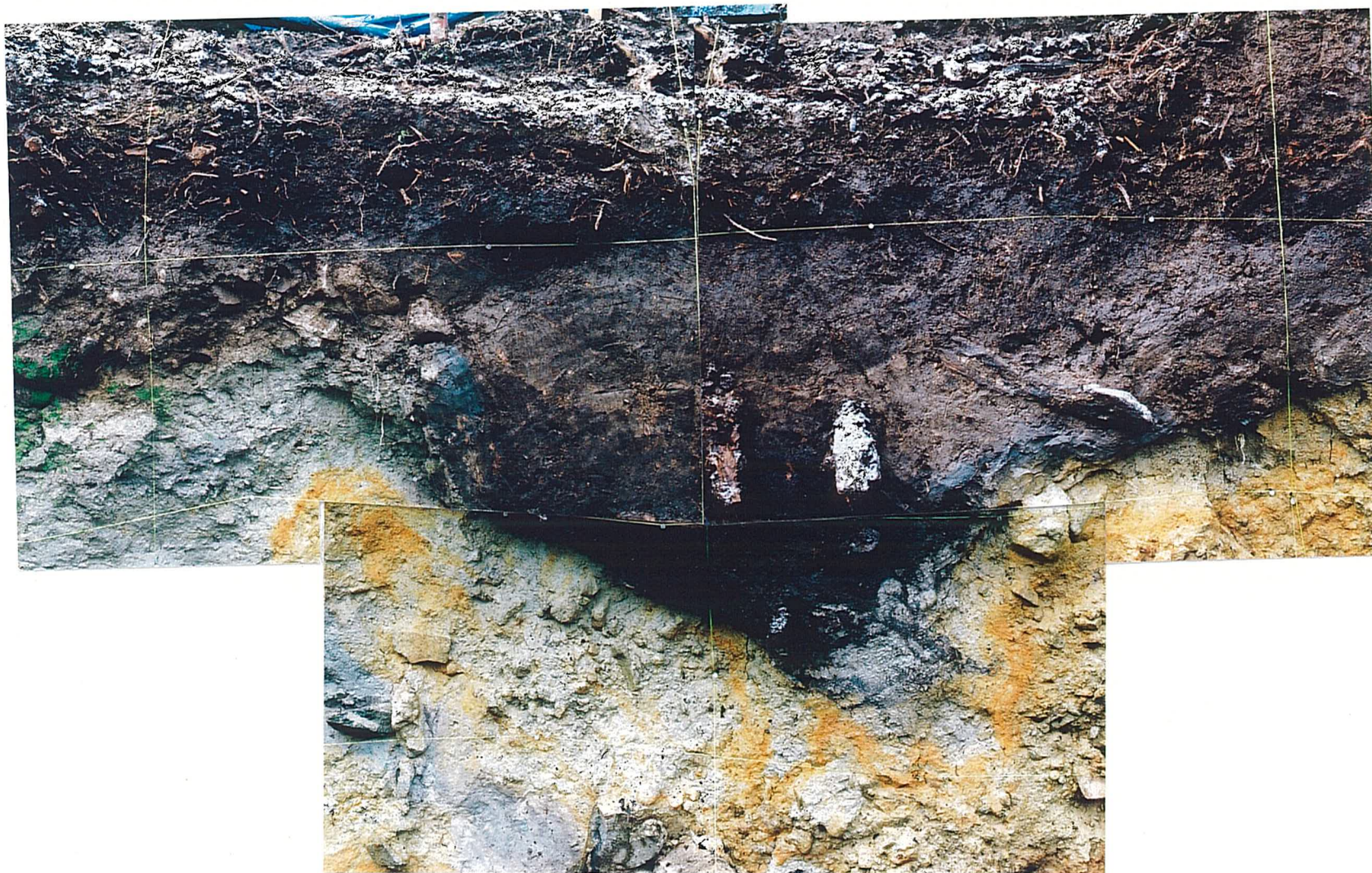


写真6-5 No. 1 (H12-1) トレンチSW面1C層



写真6-6 No. 1 (H12-2) トレンチSW面地層区分

る。下位の1C-2層もしくは1C-3層とは、粘土の含有量の違い、色調などによって区分した。

粘土分の多い強腐植土で黒色を呈する。材片や腐植物を含むため、やや海綿状の感触をもつ。小さな材片などの一部は横に並んでラミナを示す。層厚は断層から約2.5m北西側までは25～30cmであるが、それより北西側では薄くなりほぼ15cm前後となる。全体としては、わずかに南東へ傾斜しており、北西から南東端の断層に向かって徐々に厚くなる。断層近傍の0.3m間は断層に向かって急に薄くなる。層中に含まれる材片のラミナなどからみると、急に厚さが減少する部分でもラミナはほぼ水平のように見える。(写真6-5, 写真6-6)。

しかし、上位の1B-1層との関係で見ると、No. 1 (H12-1, H12-2) トレンチでは、1B-1層との間には1A層が入り込んでおり、接していない。No. 1 (H11) トレンチにおいては、写真を詳細に再検討した結果、かなりの高角度で1B-1層と接しているようにみえる。1B-1層と1C層との関係は、1B-1層の項で述べたように断層とも単なる地層境界とも断定できなかった。したがって1C-1層が全く変形を受けていないと断言はできない。

全体としてみれば、下位の1C-2層の形作る浅い窪みを埋積しているようにみえる。

NE面側は、トレンチ掘削時に重機が削り取ってしまったため、トレンチ壁面ではみられない。

平成11年度調査ではC-a層が相当する。

1C-2層

No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチのSW面側の、断層から北西側に約3mの区間に分布する腐植土である。主として1C-1層に覆われ、下位の1C-3層を覆う。わずかな部分であるが1B層と接する(写真6-5, 写真6-4-3)。

全体に腐植質であるが、上部・中部・下部でわずかに層相が異なる。境界はいずれも不明瞭で漸移的であるので一層として扱う。上部は、粘土分をかなり含む腐植土で、暗赤褐色～暗灰褐色を呈する。褐色の小さな木片などを多量に含み、それらの一部は横に並んでラミナを示す。中部は、褐色の腐植物や材片などを非常に多く含んでいるので固結せず、海綿状の感触をもつ。黒褐色を呈する。下部は黒色の材片を多く含んでいるが、粘土分がかなり多くなるので中部ほどの海綿状の感触はないが、固結はしていない。黒色を呈する(写真6-10参照)。

1C-2層の上部の色調がやや明るいことから、上位の1C-1層とは区別できる。また、1C-2層の下部と下位の1C-3層とは、粘土分の含有量が明瞭に異なることから容易に区別できる。1C-2層と1B層とはわずかな部分で接しているだけであるが、層相が異なるので区別できた。

1C-2層は、断層から0.5～0.7m北西側で最大の層厚となる。No. 1 (H12-1) トレンチでは50cm, No. 1 (H12-2) では35cmであった。断層から約1m北西側までは層厚は20～50cmであるが、断層から約1m以上北西側では層厚は5～10cmと薄くなり、部分的に途切れながら全体としてはわずかに南東へ傾斜する薄層として分布する。

全体として中央部が厚いレンズ状をなし、下位のU字状をなす1C-3層が形作る窪みを埋積している。

分布の南東端では、ほぼ垂直に立っている下位の1C-3層に沿うように、1C-2層は上部・中部・下部ともに全体の形状としては北西へ傾斜している（写真6-5，写真6-6）。

中部・下部は腐植物や材片が非常に多く、一部の材片のラミナがかなり高角度で北西に傾斜するのが認められた（No. 1 (H12-1) トレンチ）。中部・下部は腐植物や材片などを非常に多いので、層自体が変形してかなり傾斜しているのか、材片などの配列から見かけ高角度に傾斜しているように見えるだけであるのかは不明である。上部では、小さな木片が並ぶラミナが20°～30°の低角で北西に傾斜しているが認められた。これらは初生的な堆積構造であるのか、堆積後に変形を受けた結果であるのかは判断できなかった。

NE面側は、トレンチ掘削時に重機が大部分を削り取ってしまっているが、断層の北西側約1m間は本層が薄く残っている。腐植物、材片が多量に含まれており、黒褐色を呈することから本層と判断した（写真6-4-4）。

平成11年度調査ではC-b層の断層より北西側とC-c層が相当する。

1C-3層

No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチのSW面側の、断層から北西側に広く分布する腐植質粘土である。断層から北西側に約3m付近までは1C-2層に覆われ、さらに北西側は直接1C-1層に覆われる。断層のごく近傍ではわずかな部分であるが1B-1層にも接する（写真6-5）。上位の1C-1層、1C-2層とは、粘土の含有量の違いによって区分した。大部分の場所では下位の1D層を覆っているが、南東端では1D層と断層関係で接している。1D層とは層相が全く異なるため明確に区別できる。

1C-2層の下部よりいっそう粘土分が多くなり、粘土主体である。柔らかく粘性が高い。腐植質を含むために黒色を呈し、材片などを含む。また、部分的に下位の1D層の最上部の白色粘土と混じりあったような暗灰色～灰色を呈する。

層厚は断層から北西側に約1m以上離れると10～15cmで、ほぼ一定の厚さである。

断層から北西側に約1mまでの全体の形状は、断層から約0.7m北西側を底とする大きく開いたU字型をなし（写真6-5，写真6-6），南東端ではほぼ垂直になっている（写真6-7，写真6-9参照）。

垂直な部分では、層中にみられる小さな木片が並ぶラミナがほぼ垂直になっていること、垂直な部分でも層厚がほぼ15cmほとんど変化しないことから、水平に近い状態で堆積したものが、変形を受けて垂直になっていると判断した。

1C-3層の南東端における1D層との関係は、断層関係を判断した。その理由については次



写真6-8 No. 1 (H12-2) トレンチSW面 1C-3層の最下部



写真6-7 No. 1 (H12-2) トレンチSW面 ほぼ垂直に変形している1C-3層

に＜地質構造＞の項で詳述する。垂直になっている部分の上端は1B-1層と接している（写真6-7）。

断層から北西側に0.5～1.0m間のU字型の底にあたる部分では、下位の1D層最上部の白色粘土層と共にもまれたように乱れており、一部は下位の1D層中に脈状に入り込んでいるのが認められた（写真6-8）。この現象も1C-3層堆積後に断層変位を受けた影響と思われる。

断層から約1m以上北西側では層厚は5～10cmと薄くなり、部分的に途切れながら全体としてはわずかに南東へ傾斜する薄層として分布する（写真6-4-1，写真6-4-3）。

No. 1 (H11) トレンチのNE面側は、断層の北西側約0.5mのみに分布する。層厚6～8cmの薄層で、上位の1C-2層に覆われ、1D層を覆う（写真6-4-4）。腐植質の粘土であることから本層と判断した。

平成11年度調査ではC-d層に相当する。

1D層

No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチのSW面，NE面ともに壁面の大部分に分布している。1D層は、基本的に基質にシルト～粘土分を含んだ砂礫層を主体とするが、礫径，礫の混入率，基質の層相の違いからさらに細区分できる。色調は新鮮な部分では灰色～青灰色を呈するが、酸化された部分は黄灰色～灰黄色～黄褐色を呈する（写真6-4-1，写真6-4-2，写真6-4-3，写真6-4-4）。

全体として上位の1A層，1B層，1C層とは固結度が全く異なっており，明瞭に区別できる。

SW面 (H12-1, H12-2) では，トレンチ底から約1.0m上方までは，1D層中の礫が壁面上では線に見える一枚の面に沿って長軸方向を立てて並んでいるのが認められた（写真6-9参照，写真6-10参照）。礫が立って配列している面を境にして，1D層中に認められる礫径，礫の混入率，基質の違いなどに基づく層相が連続しないことから断層と判断した。

また，NE面 (H11) では，トレンチ底から約1.5m上方まで，南東の高角度で傾斜する一枚の面を境にして，1D層中に認められる礫径，礫の混入率，基質の違いなどに基づく層相が連続しないことから断層と判断した。

両壁面とも壁面ほぼ中央部に位置する断層を挟んで層相が異なるので，断層の南東側と北西側に分けて記載する。

－断層の南東側－

SW面は今年度も調査を行っているので，SW面を中心に述べる。

層相により3区分できる。上位より順に粘性土混じりの基質が優勢な砂礫層、砂礫層、シルト混じりの基質が優勢な砂礫層である（写真6-4-1，写真6-4-3，写真6-4-4）。

上位の砂礫層は、礫率が10～25%と低く、粘土混じり～シルト混じり砂の基質が主体であるが、礫が少なく粘土～シルトが主体となる部分を層状～ブロック状に挟むなど、変化が激しい。全般には青灰色～灰色を呈するが、粘土分の多い部分はしばしば腐植分を帯び、暗灰色を呈する。

礫径2～6cm程度の亜角礫～角礫が多く混入しているが、その中に礫径10cm程度の角礫が点在する。礫には覆瓦状の堆積構造が認められ、下底面付近はとくに明瞭である。礫率は多い部分でも30%で、平均は20%程度である。

SW面の1D層の上半分と、NE面の1D層の上半分～上部1/3に分布する。

平成11年度調査ではE-b層に相当する。

中部の砂礫層は礫率が50%以上の礫主体層である。礫径5～15cm程度の角礫が主体で、その中に礫径15cm以上の角礫が点在する。礫には全般に覆瓦状の堆積構造が認められ、扁平礫～棒状礫が多い大礫の長軸は水平に近い。礫の配列から、何層かのチャンネル状堆積物が重なって形成されたと考えられる。全般には灰色を呈するが、酸化された部分は灰黄色～黄褐色を呈する。

SW面の1D層の下半分と、NE面の1D層の中央部1/3に分布する。

平成11年度調査ではE-c層に相当する。

下位の砂礫層は、礫率が20%程度と低く、シルト質～シルト混じり細砂の基質が主体である。礫径2～8cm程度の亜角礫～角礫が点在している。礫には全般に弱い覆瓦状の堆積構造が認められる。新鮮な部分は灰色を呈するが、酸化された部分が多く、灰黄色～黄褐色を呈する。

SW面には分布せず、NE面の1D層の下部1/3にのみ分布する。

平成11年度調査ではE-d層に相当する。

－断層の北西側－

SW面は今年度も調査を行っているので、SW面を中心に述べる。

層相により2区分できる。上位より順に粘性土質の基質が優勢な砂礫層、砂礫層である（写真6-4-1，写真6-4-3，写真6-4-4）。

上位の砂礫層は、礫率が10%程度と低く、微細砂～細砂混じりの粘土～シルトの基質が主体である。部分的に粘土～シルトの薄層を挟む。礫径2～5cm程度の角礫が多く、その中に礫径10cm以上の角礫が点在する。最大礫径は20cmである。礫径10cm以上の角礫はトレンチ北西端に向かって多くなる。礫には明瞭な覆瓦状の堆積構造が認められる。灰色～灰白色を呈するが、部分的に酸化により黄灰色～灰黄色を呈する。

なお、SW面では最上部は白色の粘土層が主体となっており、粘土～砂混じり粘土となっている。

SW面の1D層の上部1/3と、NE面の1D層の上部1/4に分布する。

平成11年度調査ではD-b層に相当する。

下位の砂礫層は、礫率が40～50%と高い。基質はシルト混じり細砂が主体であるが、部分的に砂混じり粘土となる。礫径2～10cmの角礫が多いが最大礫径は70cmである。礫には全般に覆瓦状の堆積構造が認められ、扁平礫～棒状礫が多い大礫の長軸は水平に近い。礫の配列から、何層かのチャネル状堆積物が重なって形成されたと考えられる。薄層状あるいはレンズ状のシルト層や礫が少ない砂層を部分的に挟む。全般には新鮮な部分は灰色を呈するが、酸化されている部分も多く、黄褐色～灰黄色を呈する。シルト～粘土分の多い部分はしばしば腐植分を帯び、弱腐植質となって暗灰色を呈する。

SW面の1D層の下部2/3と、NE面の1D層の下部3/4に分布する。

平成11年度調査ではD-c層に相当する。

SW面 (H12-1, H12-2) では、断層の北西側約30cmには巨大礫が存在する。断層の北西側では、この巨大礫までの約30cm間で、1D層が北西側へ明瞭に撓んでいるのが認められた。また、巨大礫を含む断層の北西側約1m間は、全体に礫の堆積構造が乱れ、周囲の層相との連続が悪くように見える。断層面は認められなかったが、層相の不連続が認められることから全体として変形を受けて乱れていると考え、断層帯とした（写真6-4-1, 写真6-4-2）。

また、SW面 (H11) では、1D層中には明瞭な断層面が認められなかったが、今年度の調査結果を踏まえて再検討した結果、今年度の断層位置付近で礫の混入率、礫径、基質などの層相が変化していることが判明したことから、今年度とほぼ同様な位置に断層を推定した（写真6-4-3）。

NE面 (H11) では、1D層中に明瞭な断層面が認められた。断層面を境にして、両側の1D層の層相が途切れ、連続しない（写真6-4-4）。

基盤岩

今年度の調査ではみられなかったが、トレンチが深かった平成11年度の調査では認められた。SW面、NE面ともトレンチ底付近に分布している。濃飛流紋岩類である基盤岩は断層に近づく程著しく破碎されており、粘土化しているが、断層から離れるにしたがって原岩組織がみられるようになる。全体に断層破碎帯である。

SW面 (H11) では断層より南東側のトレンチ底付近にわずかに分布していた。完全に粘土化

しており、非常に柔らかく粘性が高い。灰緑色を呈する（写真6-4-3）。

NE面（H11）では断層より南東側の壁面の下部1/4に分布していた。断層面から南東側へ2mの間は著しく粘土化し、粘性が高く、灰黄色である（写真6-4-4）。断層から離れるにしたがって原岩組織が認められるようになり、色調も青白色～青灰色粘土へと変化する。亀裂が密に入って角礫状になってはいるが硬い。

NE面の断層面から南東側へ約3mの地点での亀裂は鏡肌となっており、その走向傾斜はN77° E・65° Sで、面上で認められる条線の方法は西へ7° 上がっていた（平成11年度調査）。

<地質構造>

SW面（H12-1, H12-2）では、壁面ほぼ中央部のグリッド5.4～5.6に、トレンチ底から約1.5m上方まで一枚の面として断層が認められた（写真6-4-1, 写真6-4-2, 写真6-4-3）。NE面（H11）でも、壁面ほぼ中央部のグリッド5.4～5.6に、トレンチ底から約1.5m上方まで一枚の面として断層が認められた（写真6-4-4）。

SW面（H12-1, H12-2）では、トレンチ底から約1.0m上方までは、1D層中の礫が壁面上では線に見える一枚の面に沿って長軸方向を立てて並んでいるのが認められた（写真6-9, 写真6-10）。礫が立って配列している面を境にして、1D層中に認められる礫径、礫の混入率、基質の違いなどに基づく層相が連続しないことから断層と判断した。断層面はかなり明瞭で、わずかにわん曲しているもののほぼ垂直である。

トレンチ底から約1.1～1.5mまでは、1C-3層がほぼ垂直に変形している（写真6-7, 写真6-9, 写真6-10）。1C-3層と接する1D層にはほとんど変形が認められず、1C-3層と1D層との境界はわずかに凹凸を持ち、剪断面のようには見えない。しかし、1C-3層と1D層には構造差が認められ、しかもその下方の1D層中に断層が認められることから、1C-3層と1D層との境界は単なる地層境界ではなく、断層であると判断した。また、トレンチ底から1.0～1.1m間の1D層には全く断層面が認められず、地層は連続しているが、上下の断層の関係から断層が通ると推定した。壁面に現れた断層の位置は、地形的に見て牧ヶ洞断層が通る位置にあたるので、壁面にみられる断層は牧ヶ洞断層であるといえる。

1C-3層は断層から北西側約1mの範囲で上に開いたU字状の形状をなしていることから、堆積後、断層の影響を受けて落ち込み、変形したと思われる（写真6-5, 写真6-6）。また、U字型の底にあたる1C-3層の最も低い地点（断層から約0.5～1.0m北西側）付近では、1C-3層は下位の1D層最上部の白色粘土層と共にまかれたように乱れており、一部は1D層の粘土中に脈状に入り込んでいるのが認められた（写真6-8）。これらは、1C-3層堆積後の断層による変形と思われる。

1C-2層は層全体としては、U字型をした1C-3層の窪みを埋積している。しかし、南東端部の1C-3層が垂直に立っている部分の近傍では、1C-2層は下位の1C-3層の変形に沿うように、全体とし

て断層に向かって南東に引きずられたように上がっている（写真6-5，写真6-6）。1C-2層全体の形状からみると，1C-2層は断層による変形を受けている可能性が高い。

1C-2層上部では，材片などのラミナが北西に緩やかに傾斜している（写真6-5，写真6-9，写真6-10）。材片などのラミナの北西への傾斜は，1C-2層が1C-3層の変形に沿うように変形した結果を示している可能性があるが，一方，材片などのラミナの傾斜は，変形した1C-3層，あるいは1C-2層の内既に変形を受けた部分を覆うように堆積する課程で形成された，1C-2層上部の堆積当時の初生的な構造である可能性も残る。＜地層構成＞の1C-2層の項で述べたように，1C-2層の中部，下部は腐植物や材片を主体とする堆積物で，堆積構造がさほど明瞭ではない。したがって，1C-3層堆積後断層が動いた時点で，1C-2層がどの程度まで堆積しており，変形を受けたかを特定することはできなかった。

1C-1層は層全体としては，南東端でめくり上がった1C-2層の窪みを埋積しているようにみえる（写真6-5，写真6-6）。層中の材片などにみられるラミナもほぼ水平であるので，断層の変位を受けていないようにみえる。1C-1層は断層の直上まで分布していないので，断層と1C-1層との直接の関係は不明である。

1B-1層と下位の1C層の関係であるが，No. 1 (H12-1) トレンチのSW面においてのみ，ごくわずかな部分（幅20cm）で下位の1C層と直接接しているのが認められた（写真6-5）。No. 1 (H12-2) トレンチのSW面では両者はわずかに礫1個で接しているのみであった。No. 1 (H11) トレンチのSW面の写真を再度見直した結果，両者は高角度で接しているようにみえた。しかし，これらの一連の観察結果からは1B-1層と1C層との境界が断層であるのか，単なる地層境界であるのかは結論を得ることはできなかった。

以上のことより，牧ヶ洞断層によって確実に切られている，あるいは変形を受けているといえるのは，1D層および1C-3層である。

1C-2層については，全体としてみると変形を受けている可能性が高いが，1C-2層中のどこまでが変形を受けているかは特定できなかった。1C-1層は堆積構造で見限り変形を受けていないように見えるが，上位の1B-1層に関する結論を得ることができなかったので議論しない。

1B層ごくわずかな部分で1C層と接しているのが確認できたが，その地層境界は単なる地層境界であるのか，断層の延長である（断層によって切られている）のか，結論を得ることができなかった。また，1A層も断層の直上付近を中心に逆三角形に厚くなっており，断層を覆ってはいるが，全く変位の影響を受けていないとまでは断定できなかった。

断層周辺の地質構造について述べる。

SW面 (H12-1, H12-2) の1D層中には，断層の北西側約30cmには巨大礫が存在する。断層の北西側

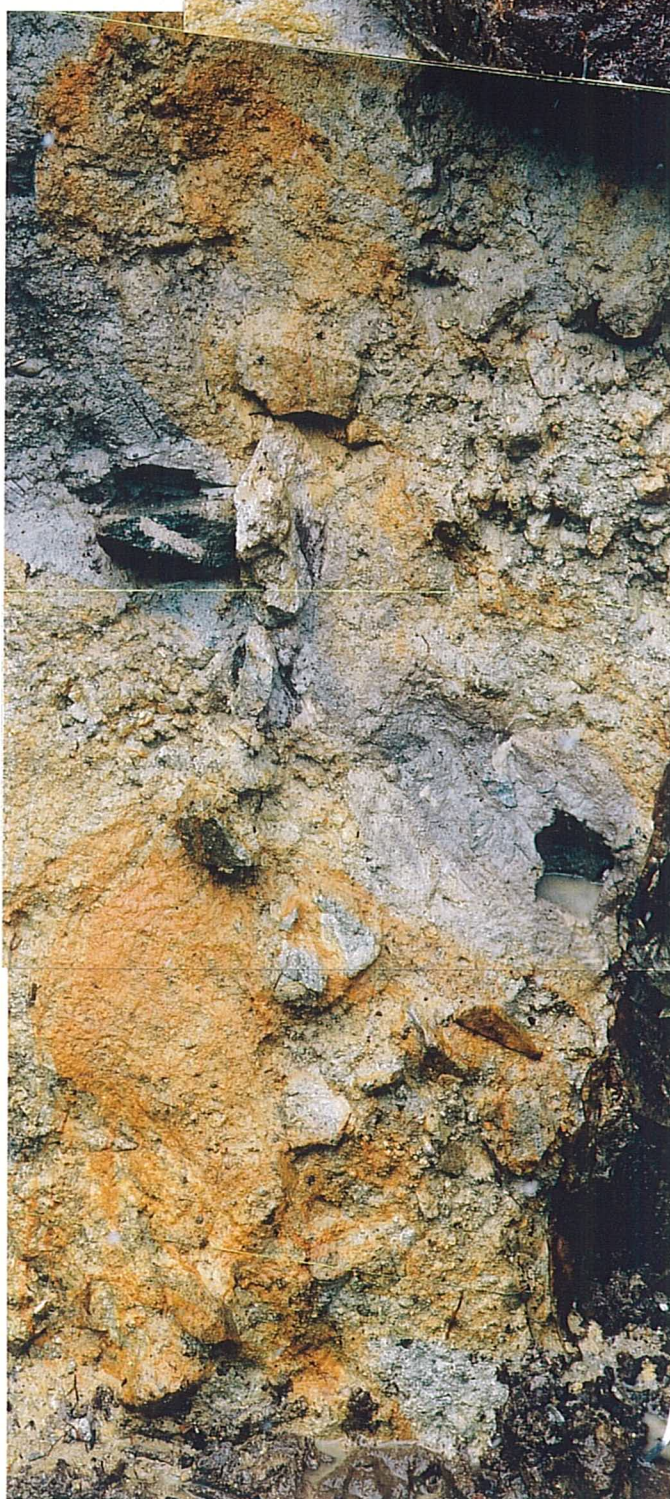


写真6-9
No. 1 (H12-1)
トレンチSW面
の断層



写真6-10 No. 1 (H12-2) トレンチSW面1C層の変形と断層

の1D層は、この巨礫までの間で引きずり込まれたように北西へ明瞭に撓んでいた。また、断層の北西側約1m間は礫の堆積構造が乱れ、周囲の層相との連続が悪いように見える。断層面は認められなかったが、層相の不連続が認められること、その上位に分布する1C-3層はU字状に撓み落ち込んでいることから、全体として変形を受けて乱れている断層帯と思われる（写真6-4-1、写真6-4-2）。

その上位に分布する1C-3層は、断層から北西側約1mの範囲で上に開いたU字状の形状をなす。

また、その最下部の粘土は下位の1D層の粘土中に脈状に入り込んでいる。このことから、1C-3層は堆積後、断層の影響を受けて落ち込み、変形したと思われる（写真6-5、写真6-6）。

以上のような、断層直上で上に開く構造や、断層周辺で全体として落ち込んだような構造は、横ずれ断層においてしばしばみられる特徴的な構造である。

したがって、壁面で確認された明瞭な断層だけでなく、断層帯全体で横ずれ断層である可能性が高いことを示唆する。この結果は、地形的に右横ずれ南上がりとされている牧ヶ洞断層の特徴と調和的である。

今年度の調査結果をもとに、平成11年度の調査におけるSW面(H11)の写真、スケッチなどを利用して壁面を再チェックした結果、断層と推定される境界は、トレンチ底では基盤岩の断層粘土と1D層（旧E-c層）との境界であるが、それより上方では今年度同様グリッド5.5～5.7付近にあると思われる。推定断層を挟んで、1D層（旧E-c層）中の礫径、礫の混入率の異なる層相が接しているのが認められた（写真6-4-3）。

推定断層は、さらに上方にのび、今年度同様1C-3層（旧C-d層）と1D層（旧E-b層）との境界をなし、最上部ではやはり今年度同様に1B-1層（旧C-b層）によって覆われている。

また、巨大礫を含む断層の北西側約1mの間は礫の堆積構造が乱れており、全般に層相の連続性が悪いことから、今年度同様に断層帯と推定される。U字型に変形している1C-3層（旧C-d層）の最下部は、今年度同様に下位の1D層（旧D-c層）の最上部の粘土層と乱れてように混じり合っており、一部は脈状に下位の1D層（旧D-c層）中に入り込んでいるのが認められている。

また、今年度の調査結果をもとに、平成11年度の調査におけるNE面(H11)の写真、スケッチなどを利用して壁面を再チェックした結果、断層は1D層中の層相の境界（旧E-d層あるいは旧E-b層と旧D-c層あるいは旧D-d層の境界）として追える（写真6-4-4）。

<年代測定>

No. 1 (H12-1) トレンチでは、ほぼ全ての層準から ^{14}C 年代測定用試料を採取した。

1A層は<地層構成>の項で述べたように、 ^{14}C 年代測定用試料の採取は適さないと判断したが、

断層の直上付近でのみ、できる限り現生の植物根を除いて ^{14}C 年代測定用試料を採取した。

1B-1層からは断層のごく近傍と、断層の南東側で ^{14}C 年代測定用試料を採取した。

1C-3層は断層に切られていると判断したので、断層のごく近傍と、断層による変形の影響が少なく、層厚が厚い部分で ^{14}C 年代測定用試料を採取した。また、1C-2層、1C-1層は断層による変位の有無が不明瞭であるので、やはり断層のごく近傍と、断層による変形の影響が少なく、層厚が厚い部分で ^{14}C 年代測定用試料を採取した。

1D層は明確に断層に切られていたので、断層の両側で ^{14}C 年代測定用試料を採取した。礫の多い部分からは ^{14}C 年代測定用の試料を得ることができなかったが、礫径が小さく粘土質の基質が優勢な部分では、粘土はわずかであるが腐植分を帯びており、 ^{14}C 年代測定用の試料として採取した。

また、No. 1 (H12-2) トレンチでは1C-3層から ^{14}C 年代測定用試料を1個採取した。

採取した全試料は計35個であるが、内9個について ^{14}C 年代測定を実施した。

NE面については平成11年度の調査時に採取し、 ^{14}C 年代測定を実施していなかった試料7個の内の1個を ^{14}C 年代測定に利用した。

No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチで採取した ^{14}C 年代測定用試料の一覧および ^{14}C 年代測定結果を、平成11年度の調査時得た結果と合わせて表6-4に示す（平成11年度の ^{14}C 年代測定結果については（）付きで示す）。結果の詳細については付属資料として添付した。

^{14}C 年代測定の結果、1A層からはModernとの結果を得た。

1B-1層からは、 $\text{BP}520 \pm 50$ 年、 $\text{BP}680 \pm 50$ 年の2個の年代値を得た。したがって、1B-1層の年代は $\text{BP}520 \pm 50 \sim 680 \pm 50$ 年である。

1C-1層については今年度は ^{14}C 年代測定を行わなかった。平成11年度の ^{14}C 年代測定結果によれば、採取位置からみて1C-1層に相当すると考えられる旧C-a層の年代値は $\text{BP}1,650 \pm 60$ 年であった。

1C-2層から平成12年度には2個の年代値が得られた。その結果は、 $\text{BP}2,890 \pm 60$ 年と $\text{BP}4,740 \pm 80$ 年である。平成11年度の ^{14}C 年代測定結果によれば、採取位置からみて1C-2層に相当すると考えられる旧C-b層及びC-c層の年代値は $\text{BP}2,770 \pm 60$ 年、 $\text{BP}3,830 \pm 60$ 年であった。したがって、1C-2層の年代は $\text{BP}2,770 \pm 60 \sim 4,740 \pm 80$ 年である。

1C-3層から平成12年度には、 $\text{BP}4,920 \pm 80$ 年の年代値が得られた。平成11年度の ^{14}C 年代測定結果によれば、採取位置からみて1C-3層に相当すると考えられる旧C-d層の年代値は $\text{BP}5,950 \pm 40$ 年であった。したがって、1C-3層の年代値は $\text{BP}4,920 \pm 80 \sim 5,950 \pm 40$ 年である。

平成12年度には、1D層の断層の南東側からは $\text{BP}11,520 \pm 180$ 年、 $\text{BP}20,830 \pm 320$ 年の2個の年代

値を、断層の北西側からはBP15, 360±200年の年代値を得た。平成11年度に採取した試料を今年度測定した結果、同じく断層の北西側からはBP11, 560±130年の年代値を得た。平成11年度の¹⁴C年代測定結果によれば、採取位置からみて1D層の断層の北西側に相当すると考えられる旧D-cの年代値はBP15, 150±110年であった。したがって、1D層の年代は、断層の南東側でBP11, 520±180～20, 830±320年、断層の北西側でBP11, 560±130年～15, 360±200年である。この結果から、1D層は断層を挟んで層相は若干異なるものの堆積年代には大きな差が認められず、ほぼ一連の地層と考えてよいと思われる。

平成11年度の調査時には断層の南東側と北西側における1D層相当層を、D層とより古いE層とに分けたが、今年度の調査結果のまとめにおいては、¹⁴C年代測定結果に基づき断層両側の地層を一括して1D層として取り扱うことにした。

<牧ヶ洞断層の活動性>

No. 1 トレンチのSW面(H12-1, H12-2, H11), NE面(H11)に出現した断層は、地表面において地形的に断層と認められる地点のほぼ直下であることから、牧ヶ洞断層と考えてよいと思われる。

—最終活動時期—

SW面、NE面とともに、壁面の観察の結果、牧ヶ洞断層は1D層を切っていた。

1C-3層と牧ヶ洞断層との関係については、NE面では断層直上の巨大礫のために直接1C-3層と牧ヶ洞断層が接しておらず、関係は不明である。したがってSW面でのみ検討する。SW面では、1C-3層はその南東端ではほぼ垂直にまで引きずり上げられたように変形しており、周囲の1D層とは明瞭な構造差が認められることから、1D層と1C-3層との境界が断層であると推定した。また、1C-3層が断層から北西側約1mの範囲で上に開いたU字状の形状をなしていることから、1C-3層堆積後、断層の影響を受けて落ち込み、変形したと思われる。U字型の底にあたる1C-3層の最も低い地点付近では、下位の1D層最上部の白色粘土層と共にもまれたように乱れており、一部は1D層の粘土中に脈状に入り込んでいた。この現象も1C-3層堆積後に断層変位の受けたことを示唆する。以上のことから、牧ヶ洞断層が、BP4, 920±80～5, 950±40年の堆積年代を示す1C-3層堆積後に変位して、1C-3層に変形を与えているのは確実である。

1C-2層と牧ヶ洞断層の関係について検討する。堆積年代からみて、1C-3層と1C-2層は連続的に堆積したと考えられる。1C-2層はわずかに異なる層相からさらに上・中・下に3区分できるが、構造的には区分できなかったのとおり一層として扱った。堆積年代からみても時間的開きが大きいので、今後検討を要する。したがって、1C-3層堆積後に断層変位を受けた場合、1C-2層堆積のどの時点で受けたかが問題となる。

1C-3層が垂直に立っている部分の近傍では、1C-2層は全体として断層に向かって引きずられた

ように南東方向へ上がっており、層全体が北西に傾斜しているようにみえる。また、1C-2層上部にみられる材片などのラミナが北西に緩やかに傾斜しているのも、1C-3層の変形に沿うように変形した結果を示唆している可能性がある。しかし、＜地層構成＞の1C-2層の項で述べたように、1C-2層は腐植物や材片を主体とする堆積物で、堆積構造がさほど明瞭ではない。1C-2層上部にみられる材片などのラミナが北西に緩やかに傾斜しているのも、下位の変形した部分を埋積する過程で形成された1C-2層上部堆積当時の初生的な構造である可能性も高い。

1C-3層堆積後に断層変位を受けたとき、BP2,700～4,850年の堆積年代を示す1C-2層のどこまでが断層による変形かを受けているかは特定できない。したがって、1C-2層は牧ヶ洞断層の最終活動時期を特定する議論には使用できない。

1C-1層と牧ヶ洞断層の関係については、直接1C-1層が断層に接していないこと、上位の1B-1層と牧ヶ洞断層との関係が明確になっていないことの理由で議論しない。

1B-1層と下位の1C層の関係は、断層の直上付近での境界ということもあり、単なる地層境界であるか断層関係であるのかを断定できなかった。

したがって、牧ヶ洞断層を確実に覆っているのは、1A層である。1A層も断層直上の1B-1層と1C層の境界付近で逆三角形に厚くなっており、断層を覆ってはいるが、全く変位の影響を受けていないとまでは断定できなかった。1A層の堆積年代は断層直上近傍でModernであった（表6-5）。

以上のことから、牧ヶ洞断層の最終活動時期は1C-3層堆積以後ということになる。年代で示すとBP4,920±80年以降である。No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチでは、牧ヶ洞断層の最終活動時期の上限を決定することはできなかった。

－最終活動時期以前－

さらに古い活動時期についてであるが、1D層のような層相の堆積物が長期間にわたって堆積していた場所に、1C層のような腐植質の堆積物が突然堆積し始めるきっかけとなった断層活動が推定できる。また、1D層は断層を挟んで堆積年代はさほど変わらないものの、両側の層相が食い違っていることなど横ずれ断層の特徴を示している。したがって、最終活動以前の牧ヶ洞断層による変形を少なくとも1回以上受けている可能性が高い。しかし、下位の1D層中には、最終活動による断層変位とさらにそれ以前の活動による断層変位を分離することが可能な痕跡が認められなかった。

したがって、最終活動時期以前の断層活動時期については、1C-3層堆積以前（BP5,950±40年以前）に活動があったと推定できるが、活動時期については、不明である（表6-5）。

表6-5 No. 1 (H12-1, H12-2, H11) トレンチにおける牧ヶ洞断層活動時期

トレンチ	断層の南東側		断層活動時期		断層の北西側	
			<地層名 堆積年代>			
No. 1	1A層		Modern			
	1B-1層	520±50 680±50	??			
	1B-2層	?				
			?			
			?			
	1D層	11,530±120 20,830±320			1D層	11,560±130 15,360±200