



写真 13-11 堆積物中の水みちを示す礫表面の水酸化鉄



写真 13-12 堆積物中の水みちを示す礫表面の水酸化鉄



写真 13-13 土石流による巨礫を含む溪床堆積物の侵食

(3) 堆積区



写真 13-14 巨礫を含む



写真 13-15 ため池による土石流の捕捉



堆積区の土石流堆積物



写真 13-16 森林による土石流の減勢・捕捉

<<土石流発生溪流 ⑦～⑧溪流の地質断面>>

⑧溪流:標高360mの崩壊を発端に土石流が発生し、標高330m以下で堆積しながら減勢し道路に到達する前に停止した。その先は小規模な土砂流が道路に到達した。

⑦溪流:最も標高が高い発生源はK断面の標高550mであり、発生した土石流は溪床の堆積物を取り込んで肥大化し、H、I、Jの各断面からの土石流と合流した。土石流は標高350m以下で堆積しながら減勢し、最終的に道路を超えたが、その後すぐに停止して、その先は土砂流となった。

凡 例

時代	地質区分	構成
第四紀	H30.7豪雨による土砂流または後続流堆積物	細礫・砂・シルト
	H30.7豪雨による土石流堆積物	巨礫を含む礫・砂 (巨石を含むことがある)
	2次マサ	主に砂
	H30.7豪雨以前の土石流または崩壊等による岩屑堆積物	礫・砂・シルト
	西条層	礫・砂・シルト
更新世	古赤色土または岩盤の強風化帯	風化粘土・岩塊
中生代	白亜紀後期	広島花崗岩類 (アブライト、ペグマタイトを含む)
		高田流紋岩類 流紋岩質溶結凝灰岩

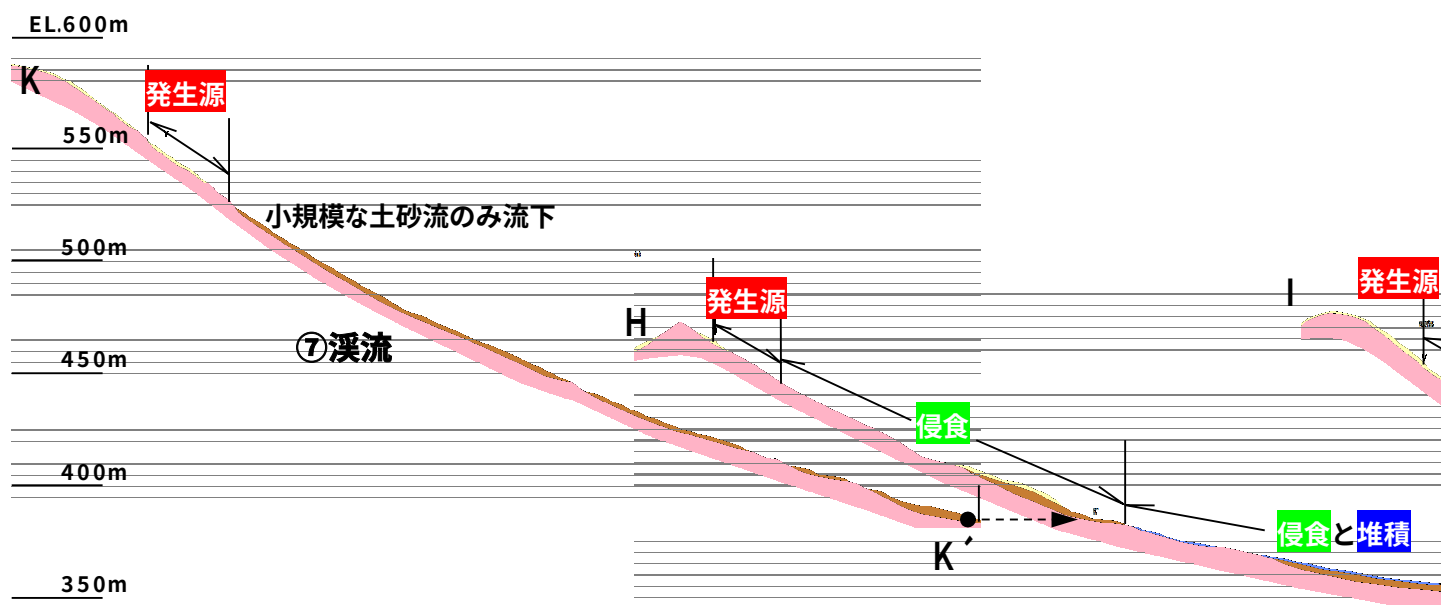
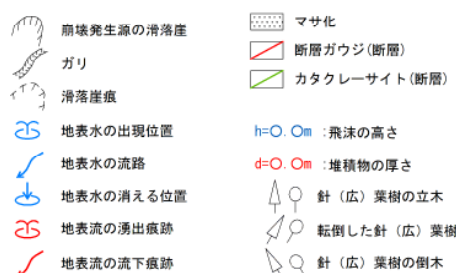


図 13-3 八本松地区⑦～⑧溪流の

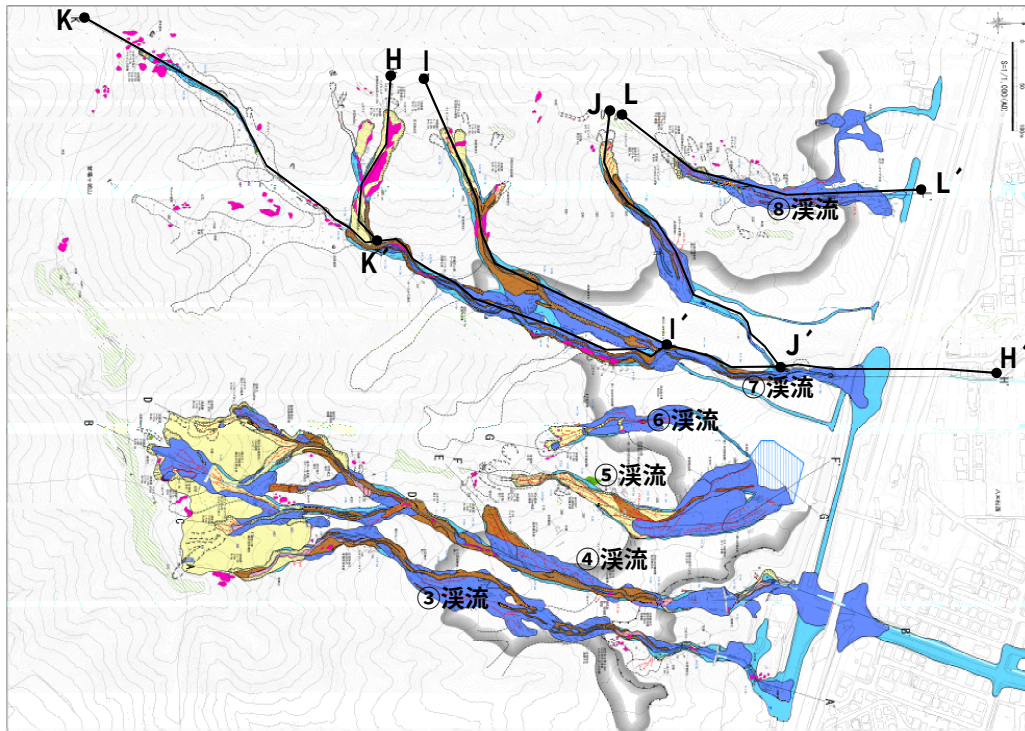
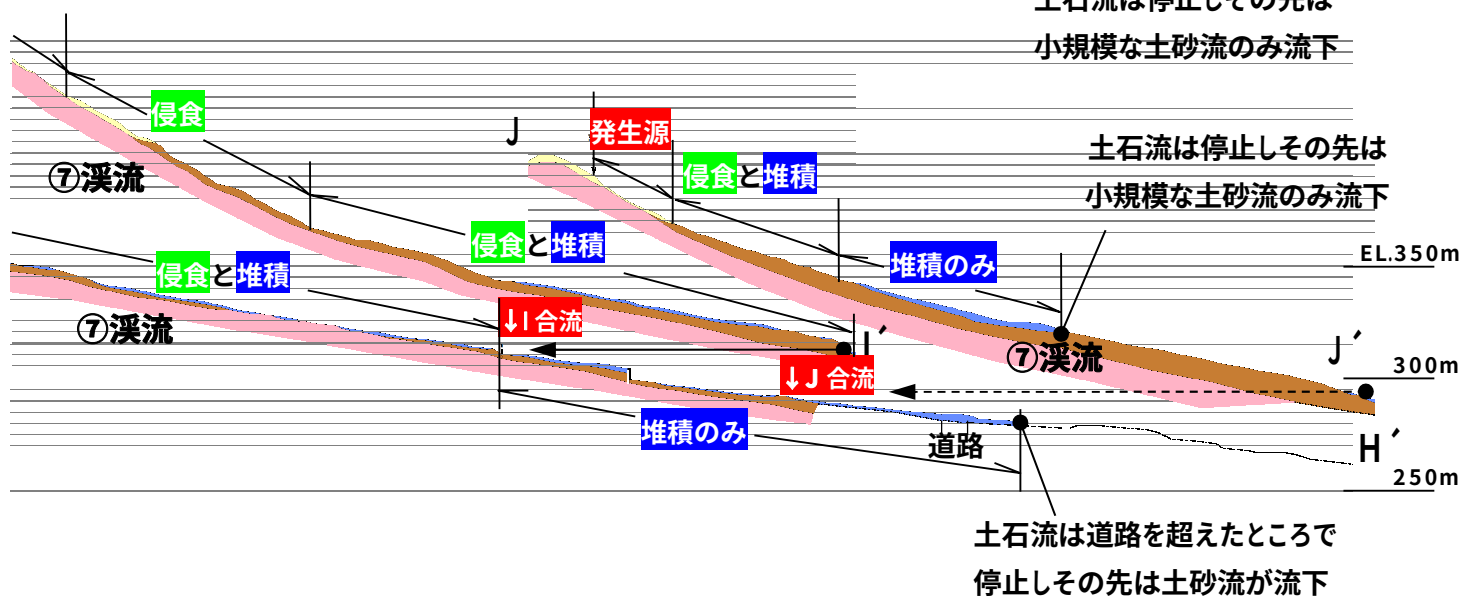
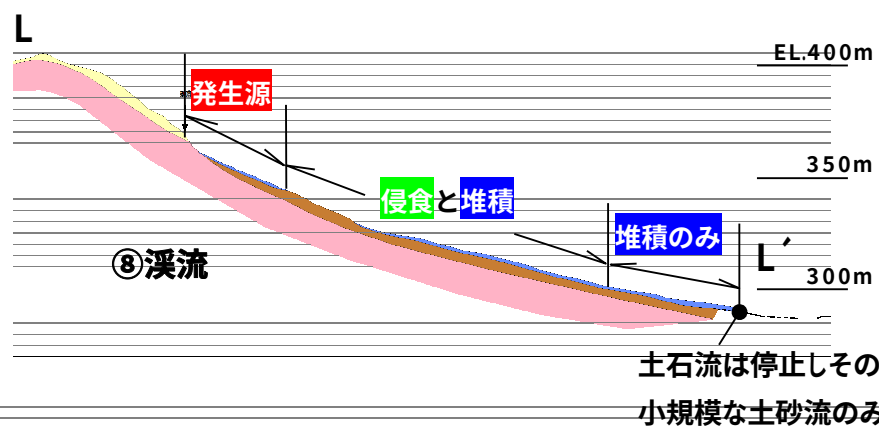


図 13-2 八本松地区⑦～⑧溪流の断面位置図



地質断面図

<<土石流発生溪流 ③～⑥溪流の地質断面>>

溪流⑥：標高 370m の崩壊を発端に土石流が発生し、標高 330m 以下で堆積しながら減勢し標高 310m で停止し、その後は小規模な土砂流となった。

溪流⑤：標高 370m の崩壊を発端に土石流が発生し、標高 330m 以下で堆積しながら減勢し標高 290m でため池に突入して停止した。

溪流④：最も標高の高いB断面の標高 510m の崩壊で土石流が発生し、標高 480m までは、網目状の流路となりながら侵食と堆積をしながら流下し、標高 350m までは侵食をして肥大化した。その間、C、D、E の各谷の土石流と合流した。標高 350m 以下では堆積しながら減勢し、道路に到達して土石流は停止したが、土砂流が道路上を流下して市街地に達した。

溪流③：標高 480m の崩壊を起点に土石流が発生し、標高 350m までは、溪床堆積物を侵食しながら肥大化した。標高 330m 以下では堆積しながら減勢し、道路に到達して土石流は停止したが、土砂流が道路上を流下し、④溪流の土砂流と合流した。

凡 例

時代		地質区分	構成
第四紀	完新世	 H30. 7豪雨による土砂流または後続流堆積物	細礫・砂・シルト
		 H30. 7豪雨による土石流堆積物	巨礫を含む礫・砂 (巨石を含むことがある)
		 2次マサ	主に砂
		 H30. 7豪雨以前の土石流または崩壊等による岩屑堆積物	礫・砂・シルト
	更新世	 西条層	礫・砂・シルト
		 古赤色土または岩盤の強風化帯	風化粘土・岩塊
中生代	白亜紀後期	 広島花崗岩類	黒雲母花崗岩 (アブライト、ペグマタイトを含む)
		 高田流紋岩類	流紋岩質溶結凝灰岩

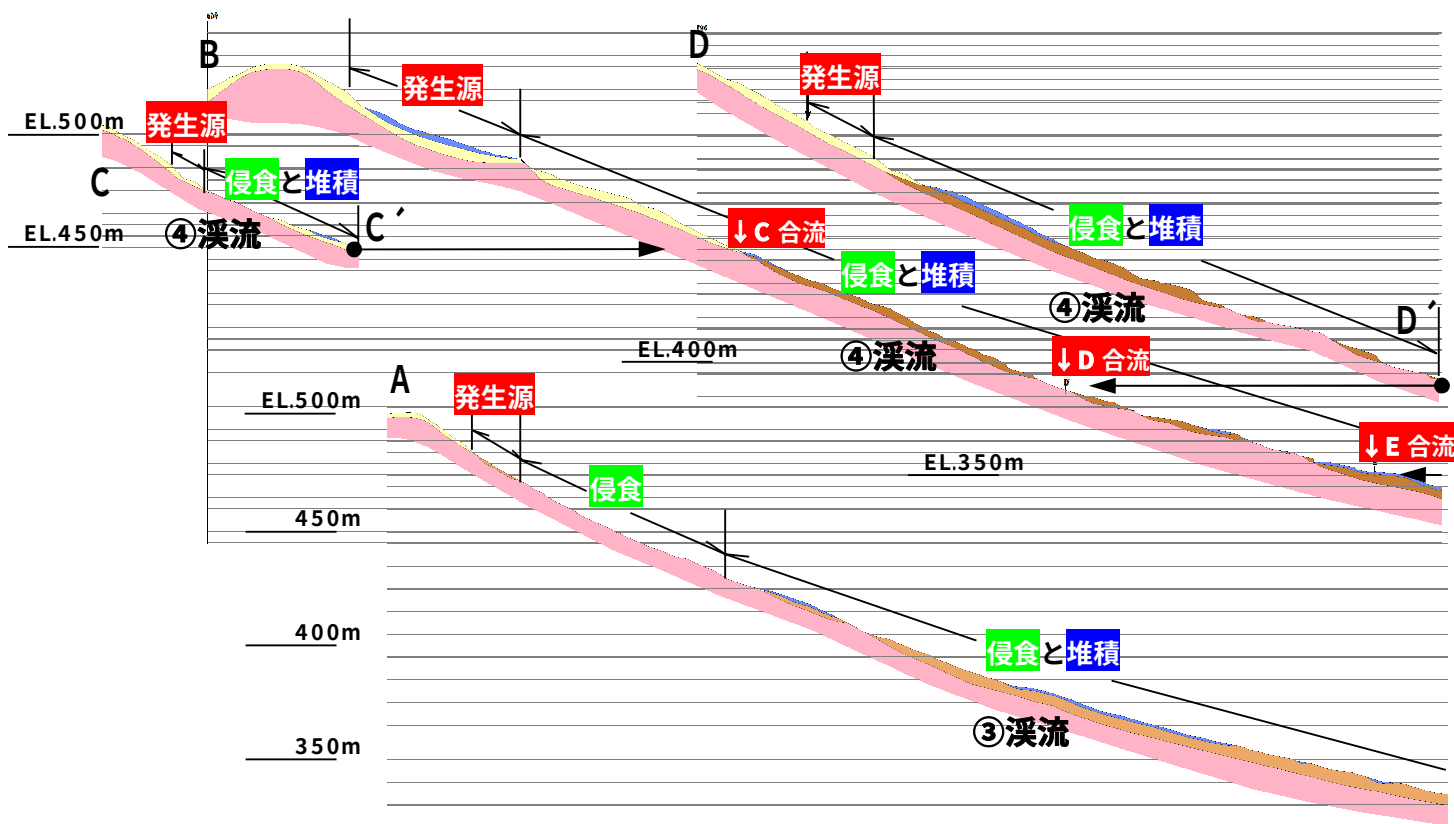
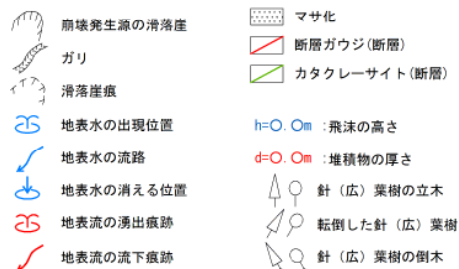


図 13-5 八本松地区③～⑥溪流の

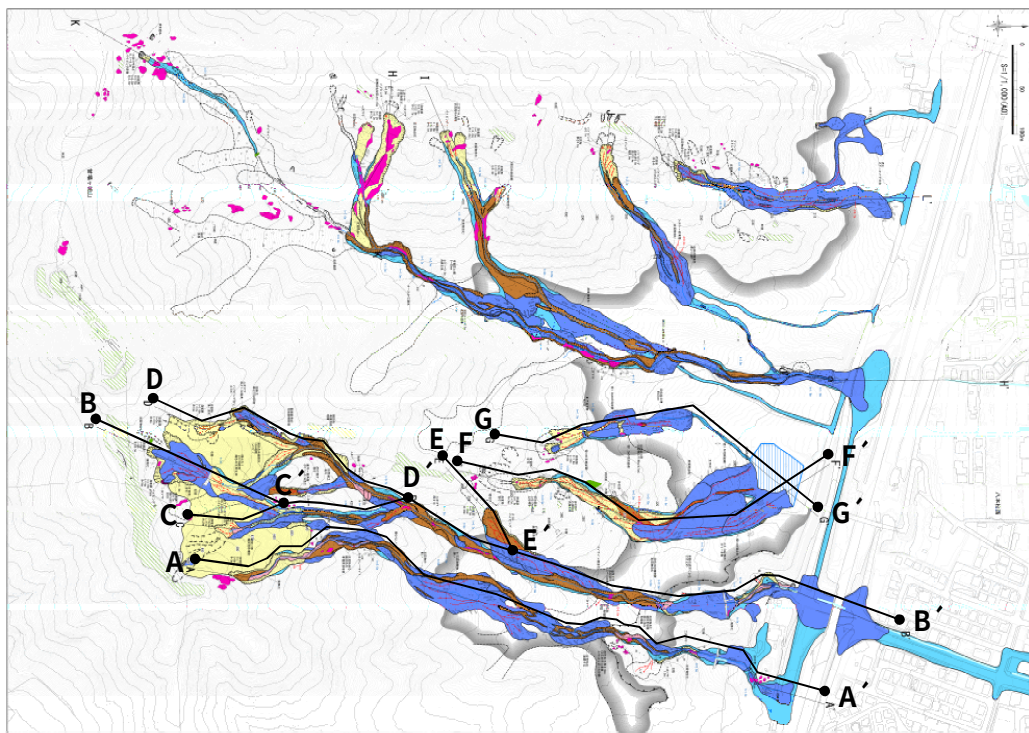
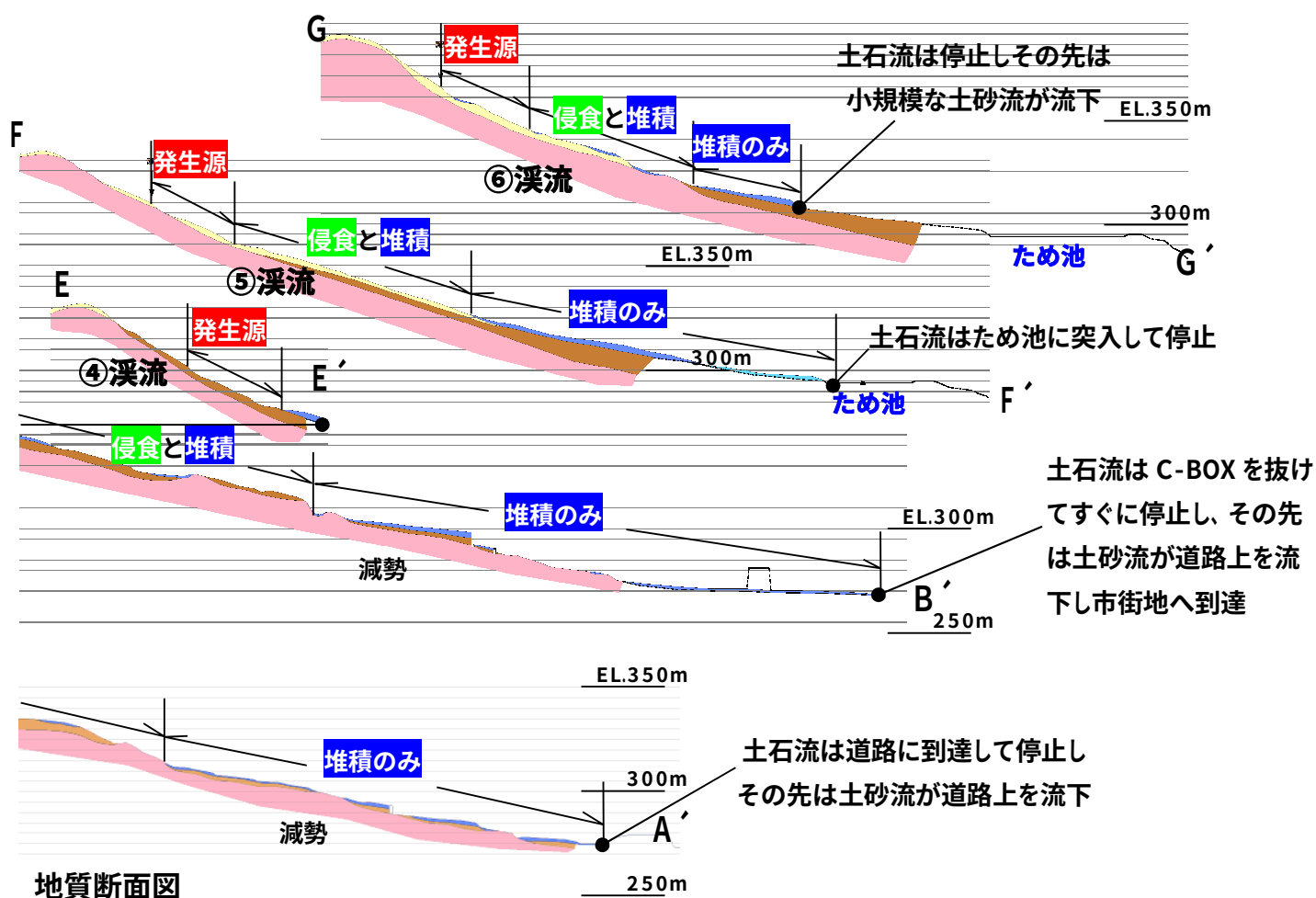


図 13-4 八本松地区③～⑥溪流の断面位置図



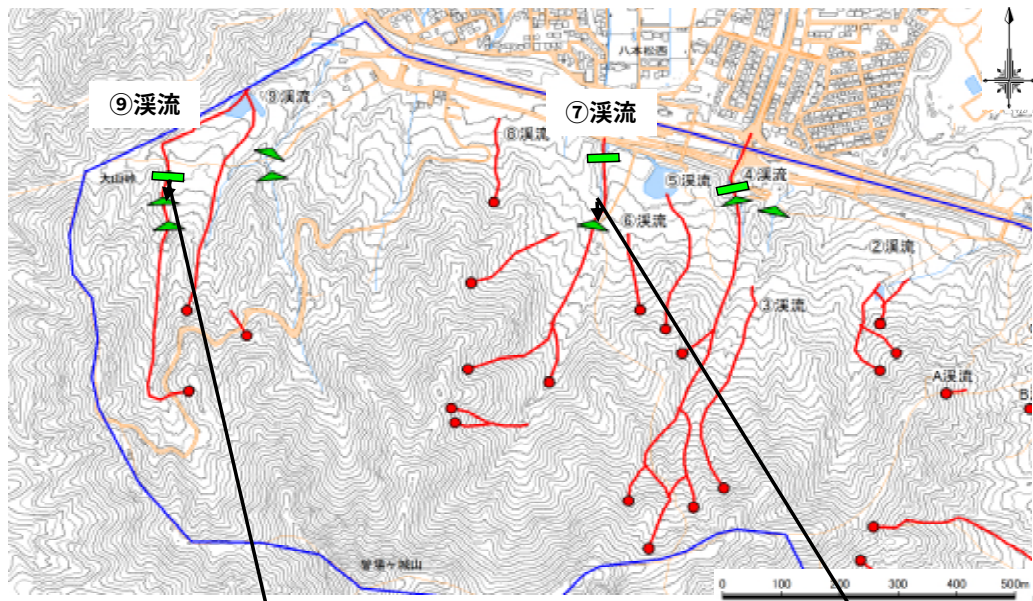


図 八本松地区 位置図抜粋

谷止工



S59 年谷止工



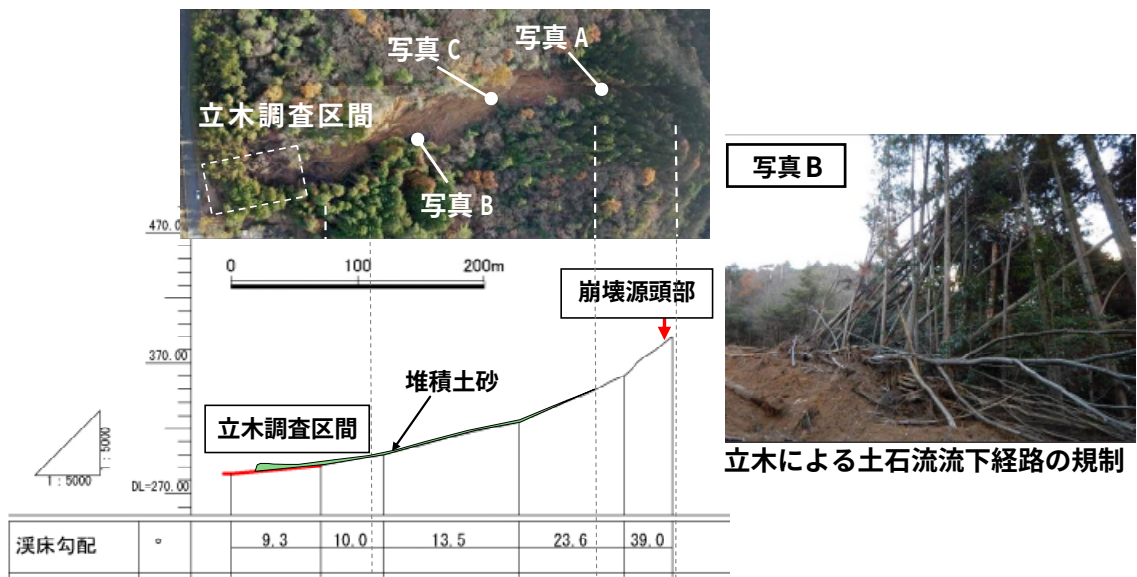
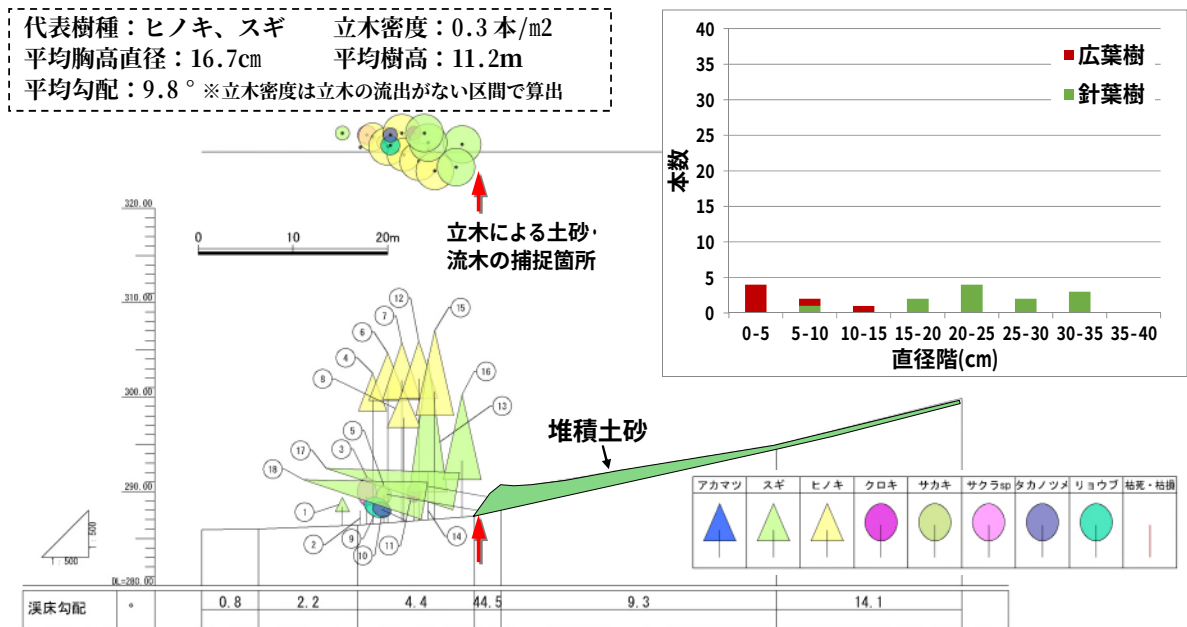
谷止工 堆砂状況



S59 年谷止工 堆砂状況



図 14 八本松区域における既設治山ダムの効果



区間	堆積	流下	発生
流下幅(m)	10～15	20～30	5～8
堆積構成物	土砂、流木	流心：なし 流心外：土砂、流木	なし
堆積厚(cm)	100～300	10～30（流心外）	0
植生	スギ・ヒノキ（一部倒伏）	全て流出	全て流出

土石流の形態等（八本松⑧溪流）

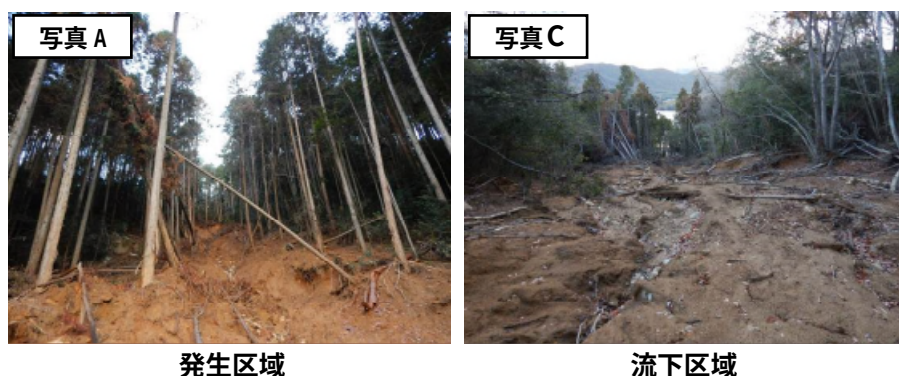


図 15 森林緩衝機能の把握を目的とした植生断面調査結果（八本松区域⑧荒廃地）

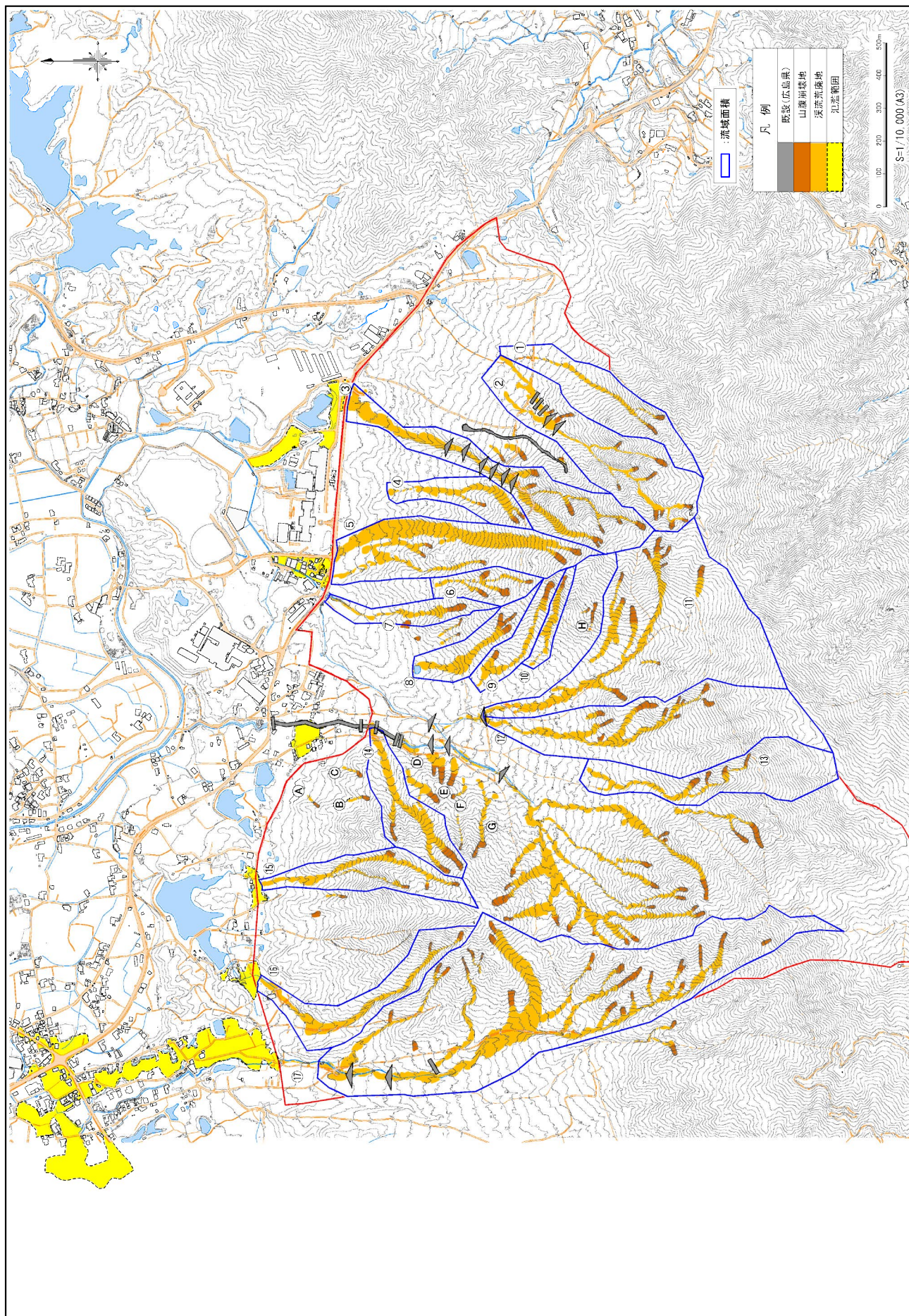


図 16 黒瀬区域 荒廃現況図

ア 荒廃の概要

表.4(1) 黒瀬流域の荒廃諸元

流域 面積 Sr	平均 勾配	山腹 崩壊 面積 Sh	荒廃溪 流面積 Sk	荒廃面 積計 Shk	崩壊 面積率 Sh/Sr ×100	荒廃 面積率 Shk/Sr ×100	荒廃 溪流数	総崩壊 土砂量	総侵食 土砂量	総堆積 土砂量	総流出 土砂量
165.29ha	16.5°	5.14ha	33.22ha	38.36ha	3.11%	23.21%	19 溪流	24,180 m ³	89,250 m ³	66,890 m ³	46,550 m ³

イ 崩壊地（発生区間）の状況

表.4(2) 黒瀬区域 発生区間の諸元（93 調査箇所中）

勾配（°）		崩壊延長（m）		崩壊幅（m）		崩壊深（m）		崩壊土砂量（m ³ ）	
中間値	最大	中間値	最大	中間値	最大	中間値	最大	中間値	最大
28	37	23.0	53	10.0	35	0.7	3	171	1,590

表.4(3) 黒瀬区域 発生区間の状況（数値：箇所/93 調査箇所）

崩壊面の基質			湧水	パイプ	崩壊地周辺の植生（木本）			飛沫木
2次マサ	1次マサ	露岩	有	有 ^{*1}	広葉樹 (アカマツ有)	広葉樹 (アカマツ無)	スギ・ヒノキ	有
89	4	0	3	60	21	66	6	11

*1：パイプについては径 10cm 以上の明瞭なものを計上

ウ 侵食地（流下区間）の状況

表.4(4) 黒瀬区域 流下区間の諸元（32 調査箇所中）

勾配（°）		流下延長（m）		流下幅（m）		侵食深（m）		侵食土砂量（m ³ ）		礫(m)	流木の有無		
中間値	最大	中間値	最大	中間値	最大	中間値	最大	中間値	最大	最大 ^{*2}	有	本数	平均長
15	30	111	380	7.5	15	2.5	5	2,035	9,360	1.5	5箇所	10本	12m

*2：②④⑬荒廃地において確認

エ 堆積区間の状況

表.4(5) 黒瀬区域 堆積区間の諸元（34 調査箇所中）

勾配（°）		堆積延長（m）		堆積幅（m）		堆積深（m）		堆積土砂量（m ³ ）		礫(m)	流木の有無		
中間値	最大	中間値	最大	中間値	最大	中間値	最大	中間値	最大	最大 ^{*3}	有	本数	平均長
7.0	15	75	360	15	35	0.5	3	678	9,000	3.0	33箇所	30本	17m

*3：⑮, ⑳荒廃地において確認

表.4(6) 堆積区下流端の状況（34 調査箇所中）

堆積区下流端の状況	箇所数	備考
土砂が林内に滞留しているが森林が残っている	7	①②④⑥⑨⑩⑬荒廃地
土砂が既設治山ダムで停止している	2	土砂は捕捉したが、細粒土砂は越流（⑪⑫荒廃地）。
土砂がため池に流入して停止している	1	
上記以外で土砂が道路等保全対象まで到達している	7	

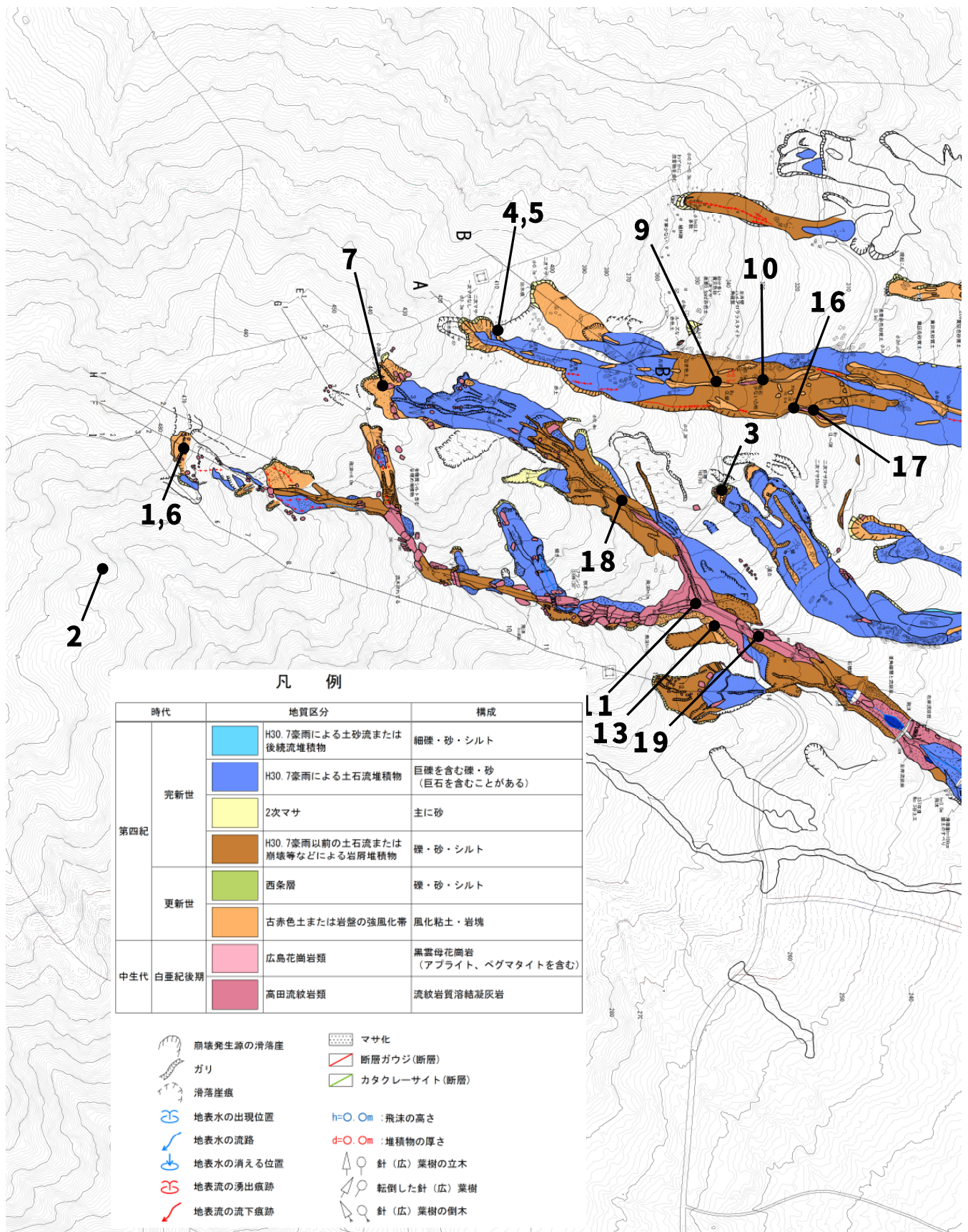
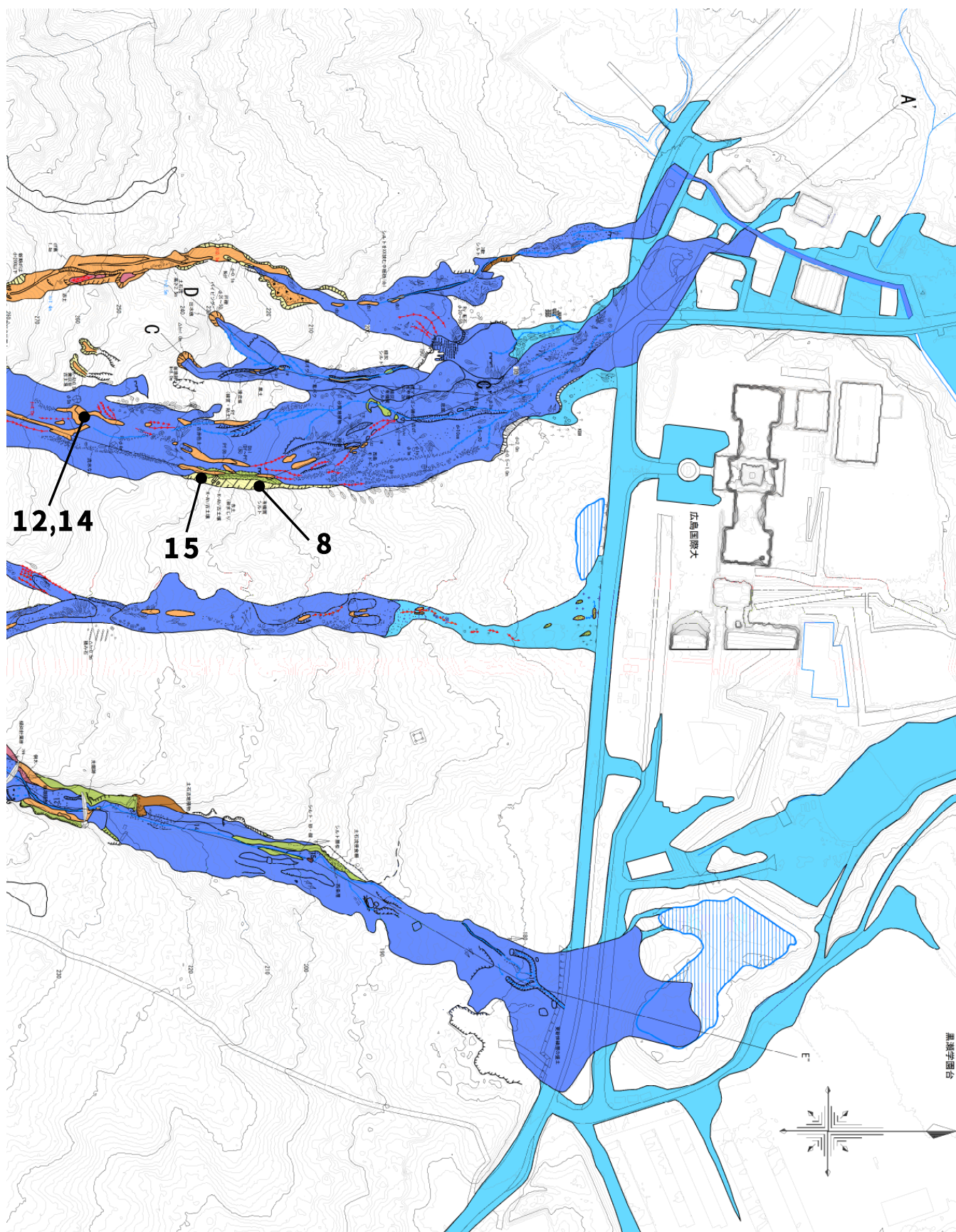


図 17-1 黒瀬地区③～⑤溪流



の踏査図

(1) 発生区 （長さ 20m×幅 15m×深さ 0.5m）

発生域は稜線に近い緩傾斜の 0 次谷である。発生域の堆積物内には水が噴き出したパイプがあり、泥のしぶきが発生域直下の樹幹に付着している。頭部の根系はむき出しになって切れていないものが多い。発生域の頭部には、湿潤した環境を好むウラボシ属が繁茂していることが多い。

<1>



写真 17-2 2次マサが堆積する発生域

<2>



写真 17-3 尾根の石積

<3>

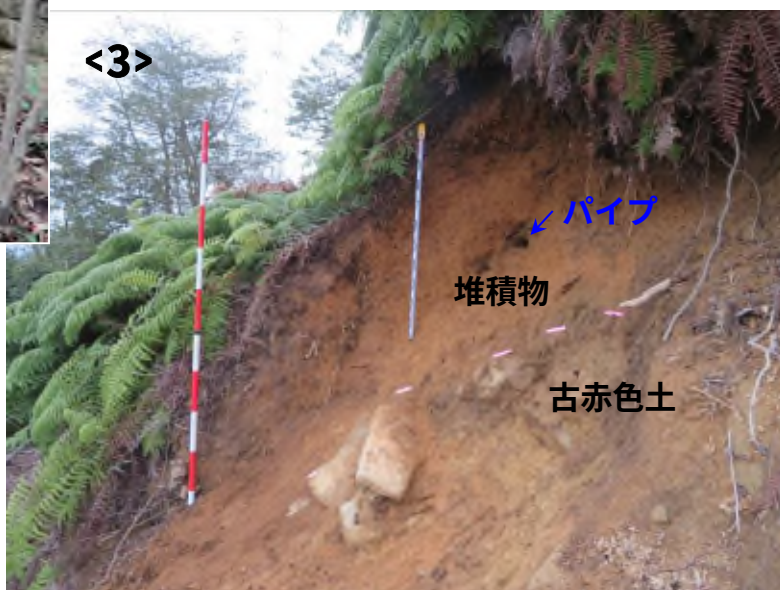


写真 17-4 堆積物が古赤色土を覆う発生域



写真 17-5 ウラジロ群落内の地表に厚く堆積した遺体（左）
植物遺体の下の腐植層は薄く、土壌は発達していない（右）



写真 17-6 炭を含む発生域の2次マサ



写真 17-7 3m 以上の高さまで泥のしぶきが付着した発生域直下の樹幹

(2) 流下区

土石流は、溪床の岩屑堆積物を侵食して取り込みながら発達した。侵食跡の底部には基盤の流紋岩とそれ覆う古赤色土が露出している。一方、侵食跡の地表付近にはアカホヤ火山灰（約 7,300 前）を含む赤色土壌が分布しており、この位置の斜面は少なくとも 7,300 年以上前から土砂生産の場であったことを示唆する。



観察記事

- ①発泡のよいバブル型および軽石型（繊維状）の火山ガラスが含まれる。
 - ②火山ガラスは大部分が無色透明であるが、一部に褐色を呈する。
 - ③含有鉱物の組み合わせ：自形の斑晶鉱物の含有量は極微量（opx, cpx）
 - ④その他：火山ガラスと自形の斑晶鉱物は、ほとんど円磨されていない。
- 円磨された斜長石、石英および白色岩片が多く含まれる。

対比されるテフラ：K-Ah（アカホヤ火山灰）



観察記事：

- ①火山ガラスはほとんど含まれない。
 - ②自形の斑晶鉱物はほとんど含まれない。
 - ③その他：円磨された α -石英、斜長石および白色・褐色岩片からなる。
- そのほかに磁鉄鉱、黒雲母が含まれる。（岩片は酸性火成岩）
- 対比されるテフラ：なし

基盤の花崗斑岩起源の鉱物粒子および岩片

図 17-2 赤色土壌と古赤色土の起源

流下域の堆積物中にはまれに土器片が含まれている。詳細は不明だが、色や形状、厚みなどから弥生式土器の可能性がある。

流下域内の地表流付近に湿地性植物のイグサやスゲ類が再生している。



写真 17-8 崩壊堆積物に含まれる土器片の産状



写真 17-9 土器片（長径 50mm×短径 45mm×厚さ 5mm）の拡大写真



写真 17-10 湿地性のイグサが生育

流下区は溪岸や溪床に分布する過去の土石流によって堆積した巨礫を含む岩屑堆積物や緩んだ基盤岩由来の巨石が土石流の構成物に付加している。また、古赤色土や赤色風化帯は難透水であり、水理地質的な基盤となっている。



写真 17-12 谷に堆積する巨礫を含む過去の



写真 17-11 水理基盤をなす難透水性の赤色古土



土石流による岩屑堆積物や緩んだ岩盤起源の巨石

<<地質的素因の鉱物組成からの検討>>

地質的素因として、水理地質的な基盤となる古赤色土や赤色風化帯中の流入粘土、および基盤から土石流の構成物として付加する岩盤中の不連続面を充てんする変質粘土脈と鉱物脈について、X線粉末回折によって鉱物の同定を行った。



図 17-3 古赤色土・流入粘土・変質粘土脈・鉱物脈の関係

図 17-4 に試料採取地点の写真を示し、表 17-1 に X 線回折によって得られた鉱物組成とその解釈^{1), 2)}をまとめた。また、X 線回折のチャートは図 17-5～図 17-18 に示した。

表 17-1 古赤色土・流入粘土・変質粘土脈・鉱物脈の鉱物組成

地区	試料番号	種類	X線回折結果										解釈
			Qz	Tri	Kf	Sti	Cpx	Mc	Chl	Hal	Kao	Sm	
黒瀬⑤	2018121804-a	古赤色土	◎		△				+	△			流入粘土と同じ鉱物組成
黒瀬⑤	2018121805-a	流入粘土	◎		△					△			母岩の鉱物+風化変質粘土
黒瀬⑤	2018121802-b	流入粘土	◎		△				+	+			母岩の鉱物+風化変質粘土
黒瀬⑤	2018121802-a	変質粘土脈	○	○				-		-		△	低温熱水変質鉱物+風化変質粘土
黒瀬⑤	2018121803-a	変質粘土脈	◎		△						△	+	低温熱水変質粘土
黒瀬③	2018121901-a	鉱物脈	○			◎	○						高温の熱水変質(Cpx) から低温熱水変質(Stl)
黒瀬③	2018121902-a	鉱物脈	△			◎	○						高温の熱水変質(Cpx) から低温熱水変質(Stl)

◎：極多量 ○：多量 △：中量 +：少量 -：微量

Qz：石英 Tri：トリディマイト Kf：カリ長石 Sti：束沸石 Cpx：単斜輝石

Mc：雲母類 Chl：緑泥石 Hal：ハロイサイト Kao：カオリナイト Sm：スメクタイト

【参考文献】

- 1) Utada, M. (1980): Hydrothermal alteration related to igneous acidity in Cretaceous and Neogene formations of Japan. Mining Geol. Jpn. Spec. Issue 8, 67-83.
- 2) 吉村尚久 編者 (2001): 「粘土鉱物と変質作用」, 地学団体研究会, 293pp.

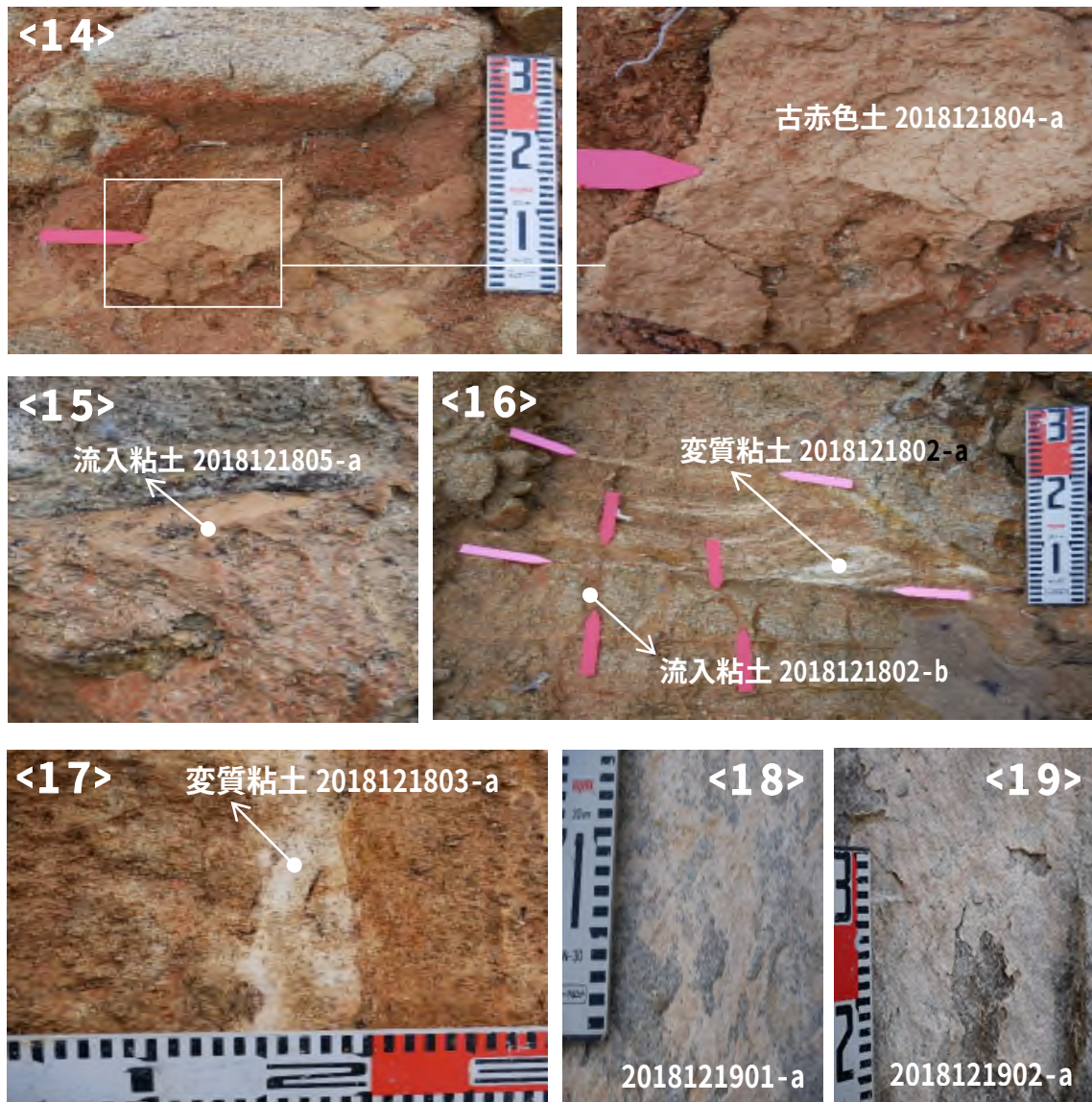


図 17-4 古赤色土・流入粘土・変質粘土脈・鉍物脈

地質的素因である古赤色土や赤色風化帯中の流入粘土、および岩盤中の不連続面を充てんする変質脈と鉍物脈の X 線粉末回折によって鉍物の同定による検討の結果は以下のとおりである。

- I) 古赤色土と流入粘土を構成する粘土鉍物は類似しており、強い岩石の風化分解によって形成されるハロイサイトを含むことから、古赤色土は流入粘土を含む基盤の強風化帯起源であることが推定される。ともに風化粘土であるハロイサイトを有する強風化帯と古赤色土が難透水帯を形成している。
- II) 岩盤中の不連続面を構成する変質粘土脈は低温の熱水変質鉍物を含み、同様に鉍物脈に含まれる鉍物からは高温の熱水変質ののちに低温の熱水変質作用を被ったことが推定される。基盤の流紋岩（流紋岩質溶結凝灰岩）は堅硬な岩盤を形成するが、不連続面（節理や小断層）の挟在物である低強度な粘土鉍物や束沸石（硬度 3.5-4 で方解石と同程度）は、不連続面で分離すれば巨石を形成する地質素因となっている。

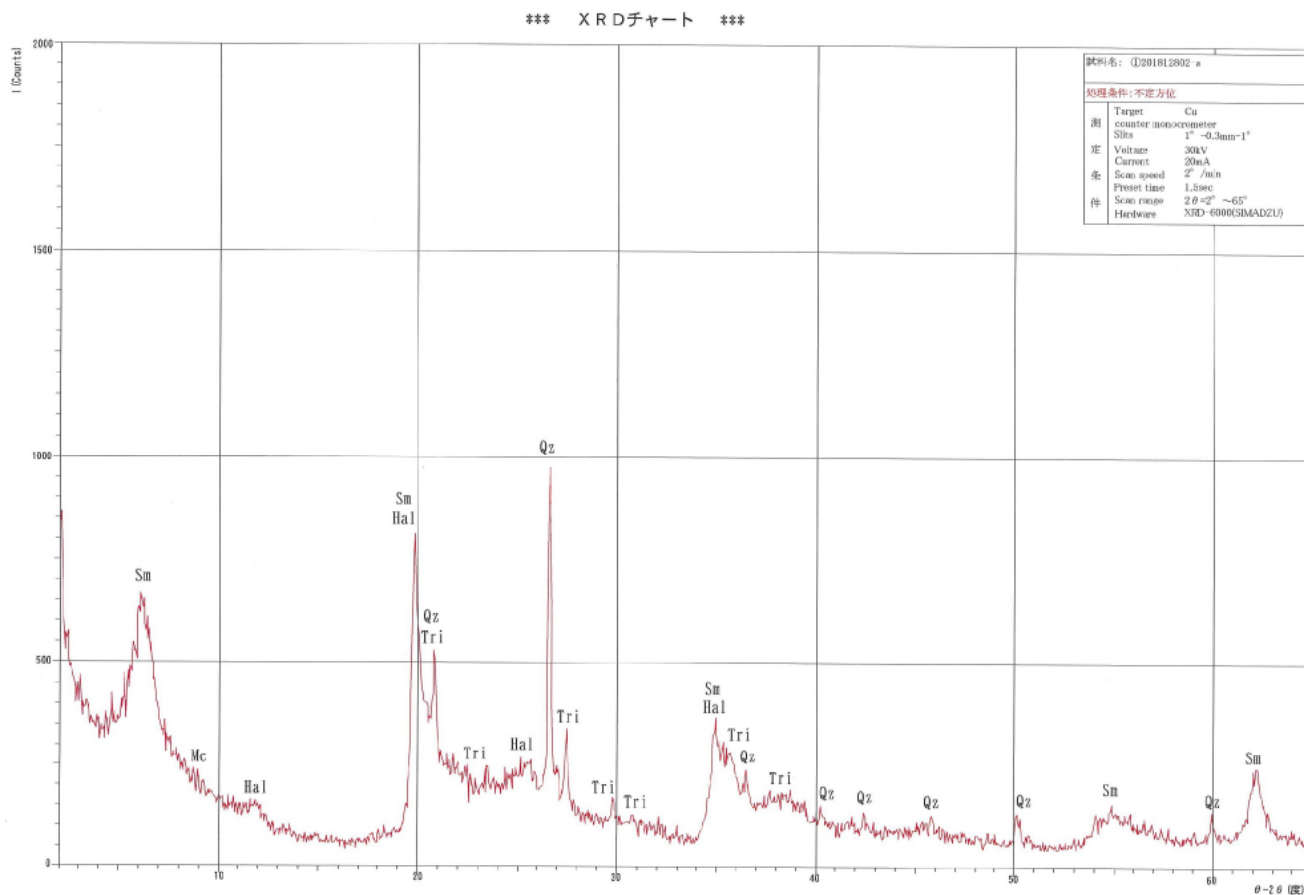


図 17-5 2018121802-a 試料の不定方位 XRD チャート

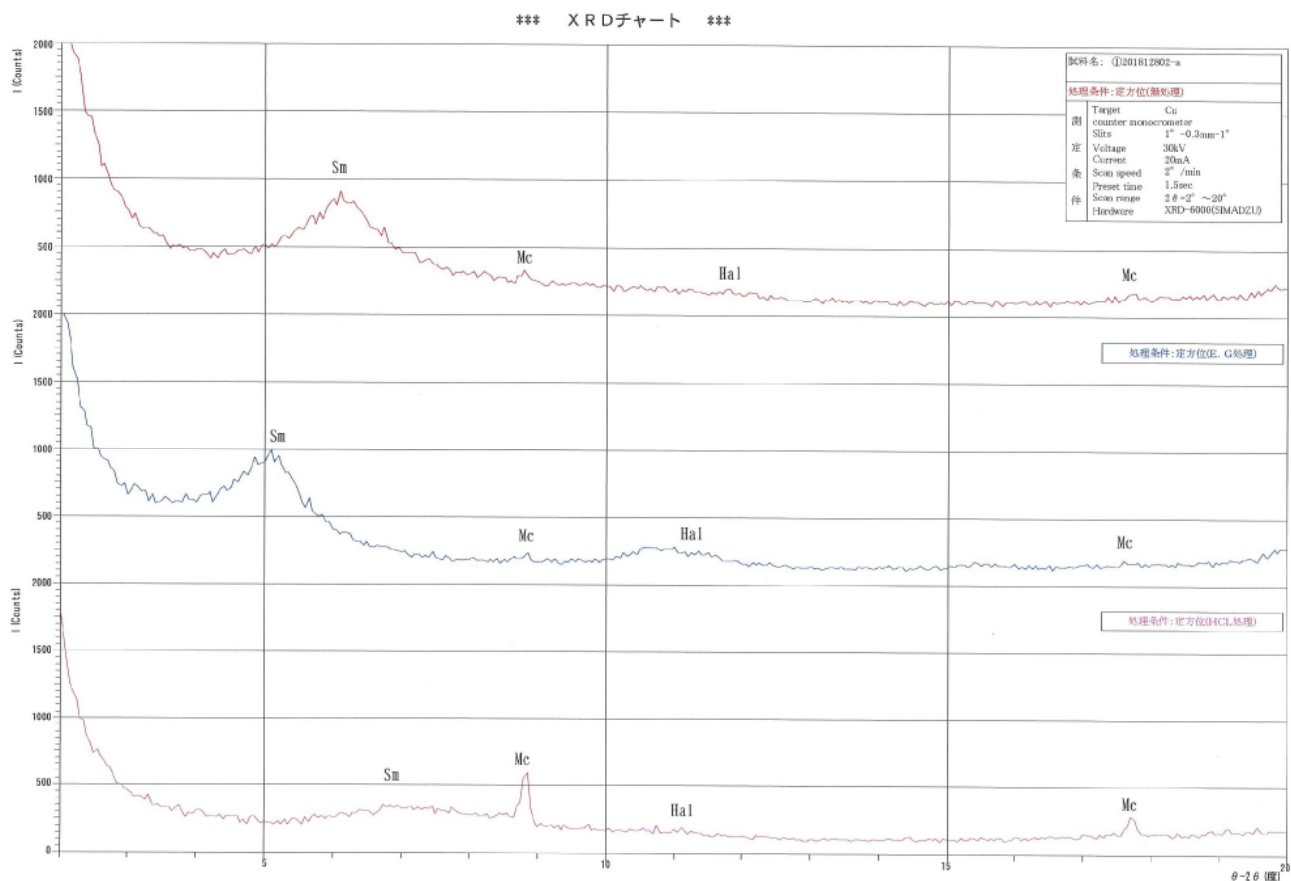


図 17-6 2018121802-a 試料の定方位 XRD チャート (上から無処理・E.G 処理・HCl 処理)

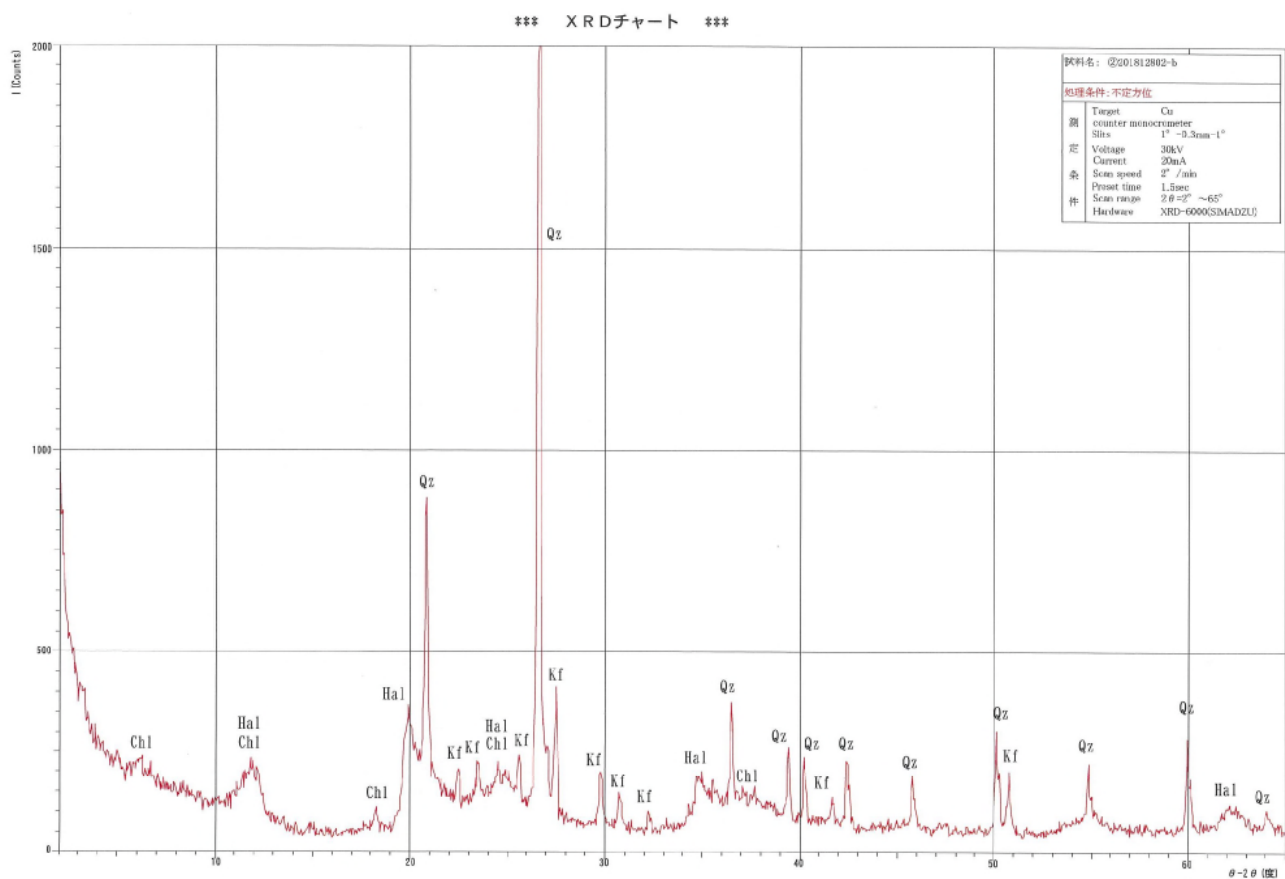


図 17-7 2018121802-b 試料の不定方位 XRD チャート

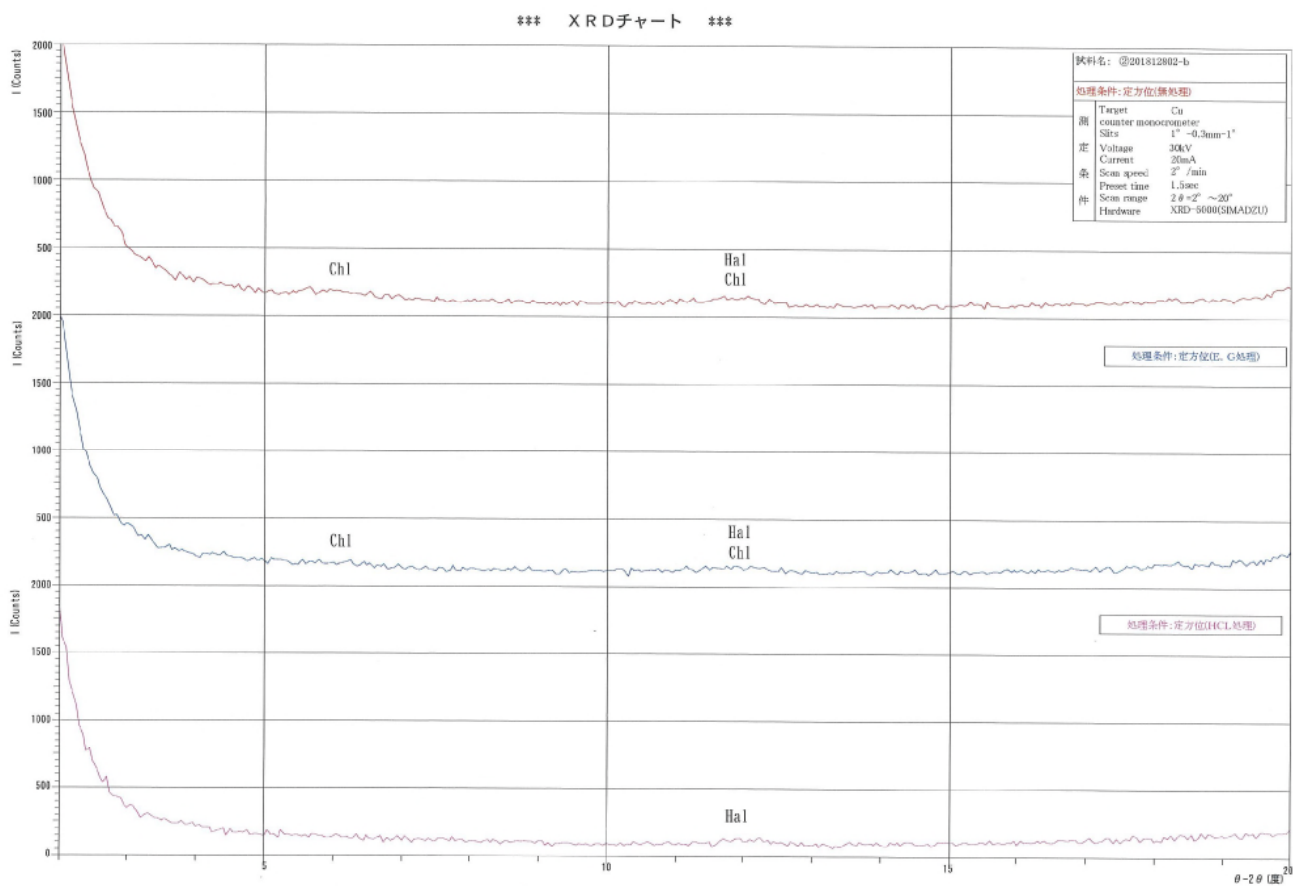


図 17-8 2018121802-b 試料の定方位 XRD チャート (上から無処理・E.G 処理・HCl 処理)

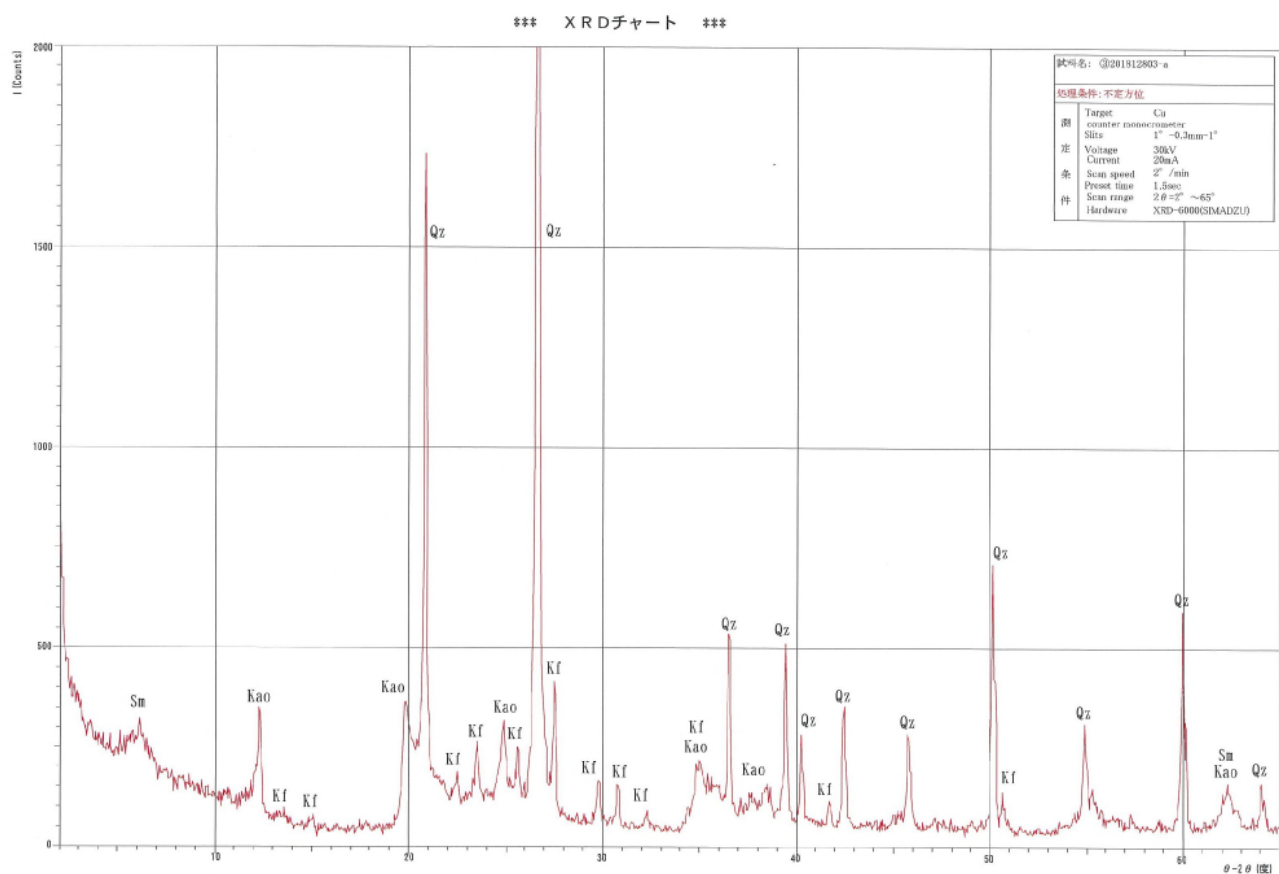


図 17-9 2018121803-a 試料の不定方位 XRD チャート

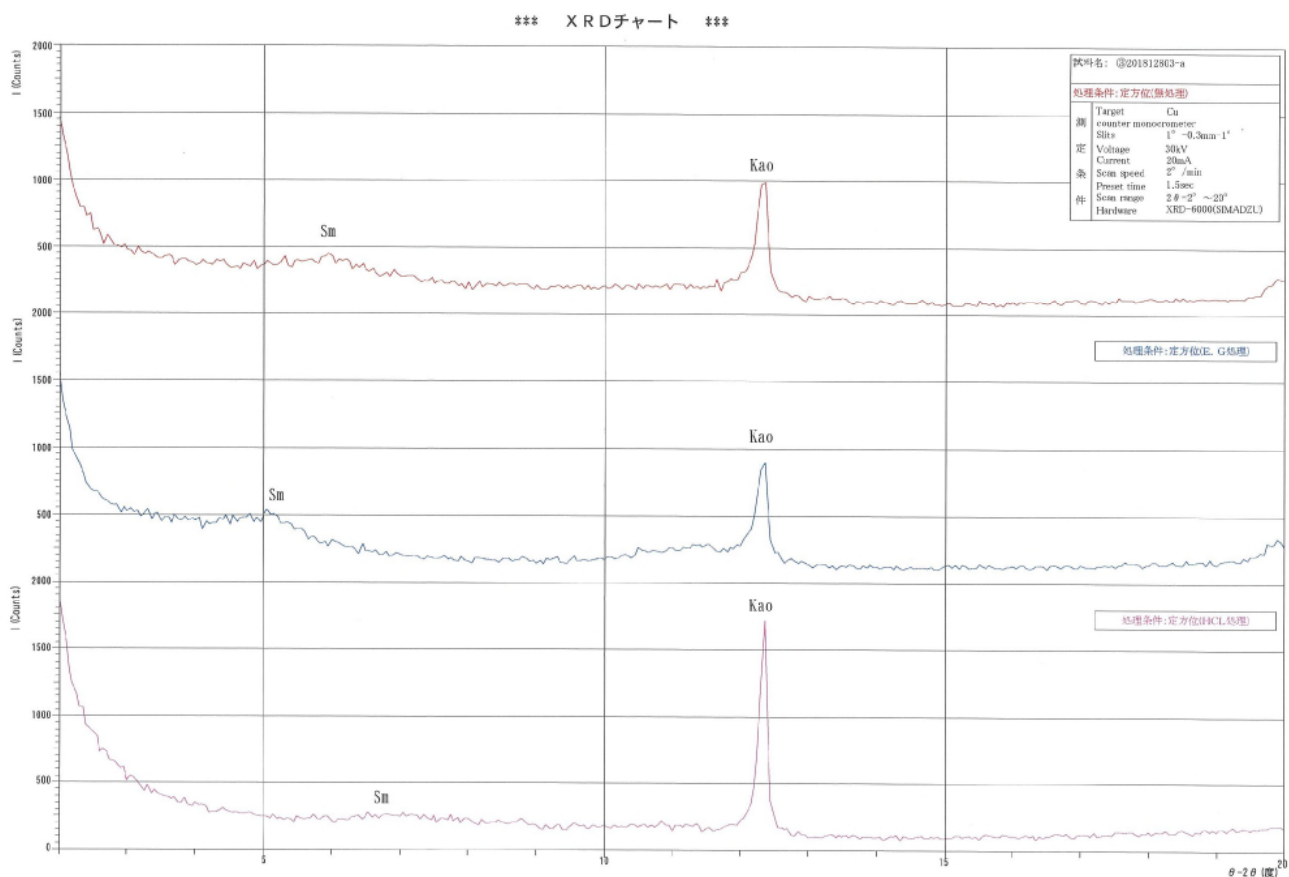


図 17-10 2018121803-a 試料の定方位 XRD チャート（上から無処理・E.G 処理・HCl 処理）

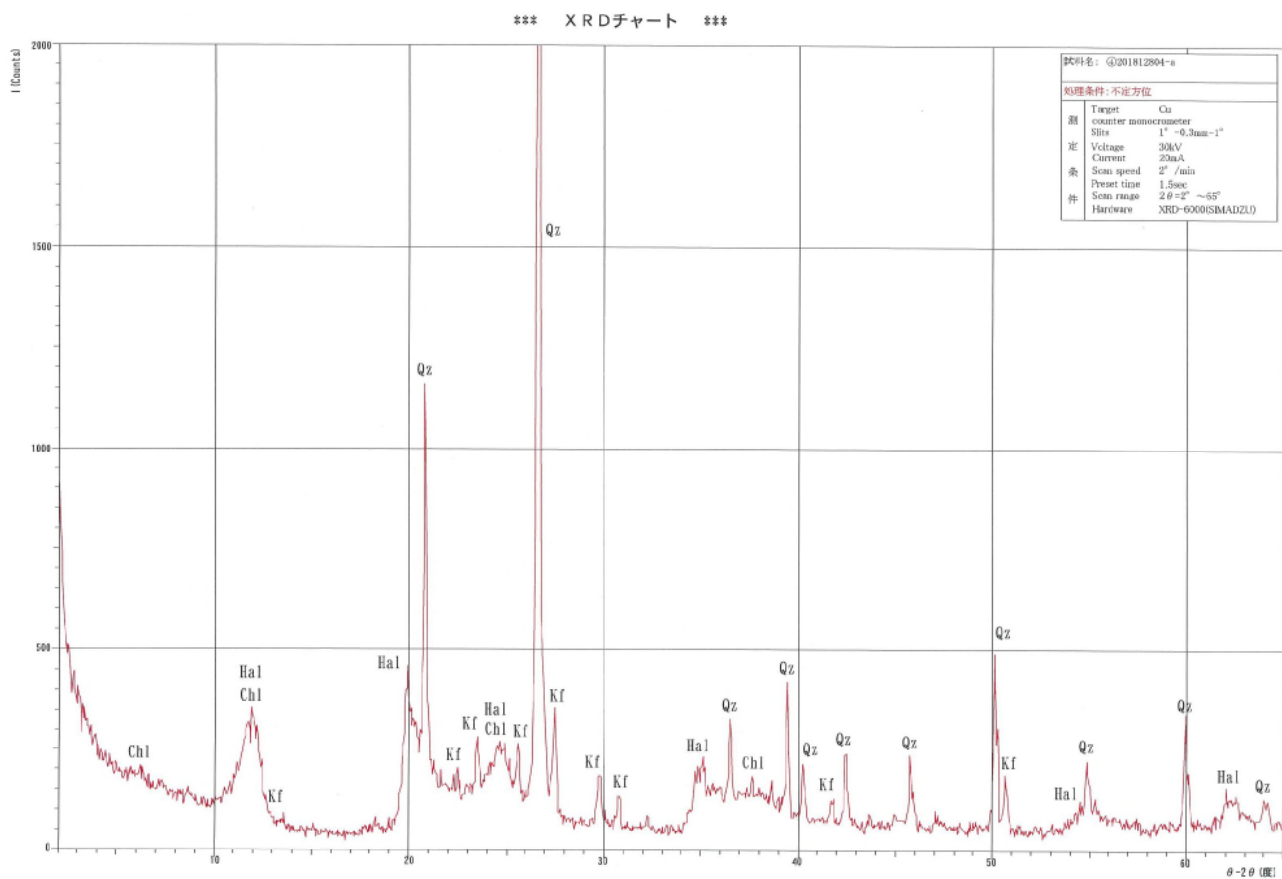


図 17-11 2018121804-a 試料の不定方位 XRD チャート

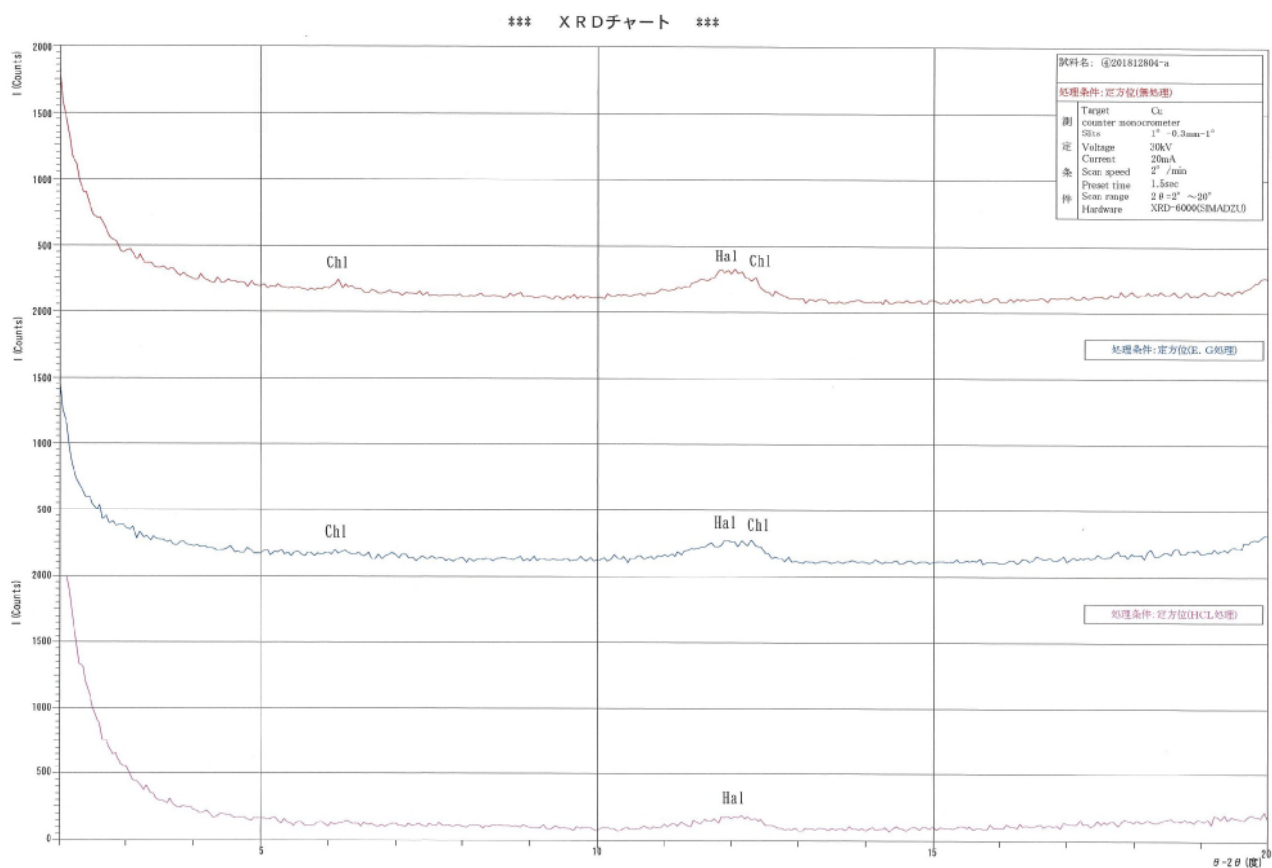


図 17-12 2018121804-a 試料の定方位 XRD チャート（上から無処理・E.G 処理・HCl 処理）

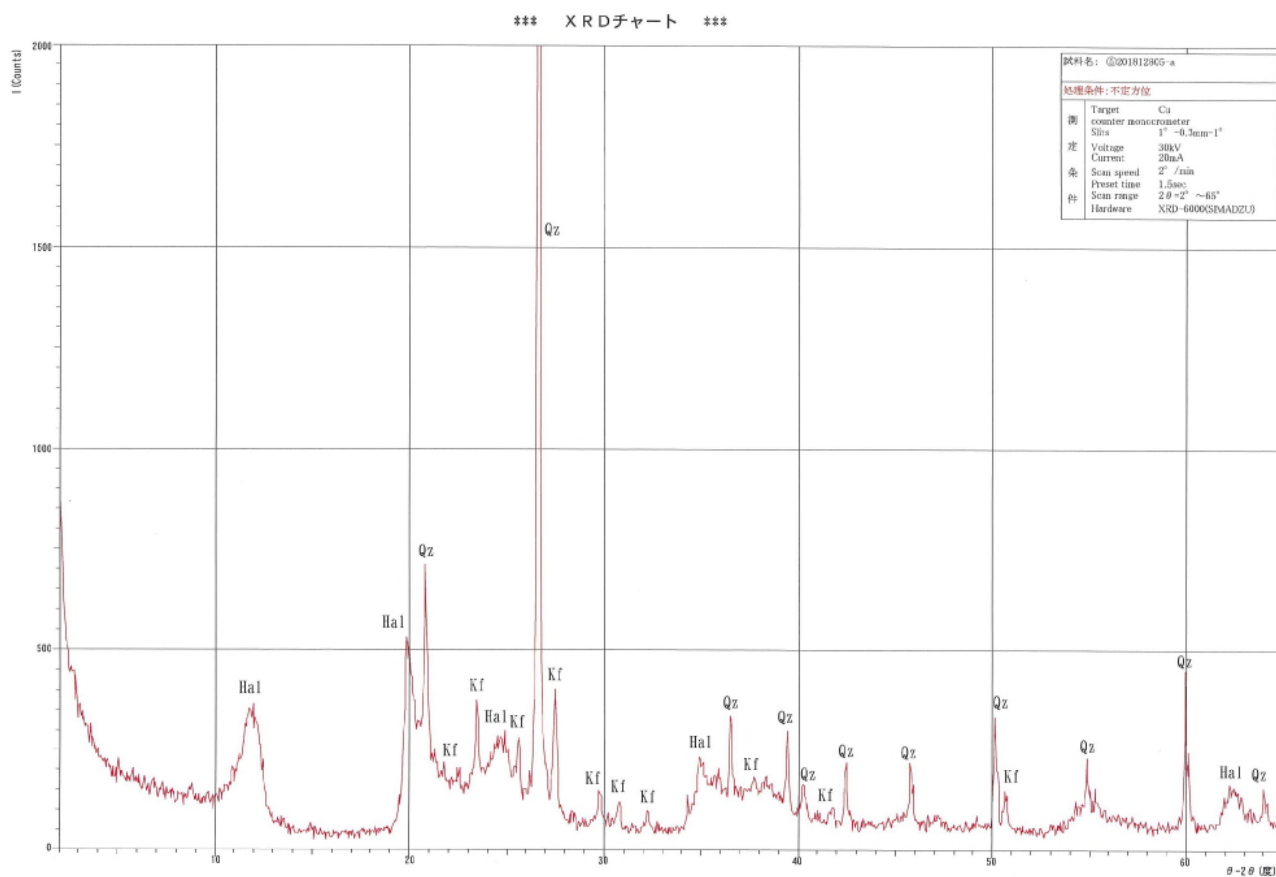


図 17-13 2018121805-a 試料の不定方位 XRD チャート

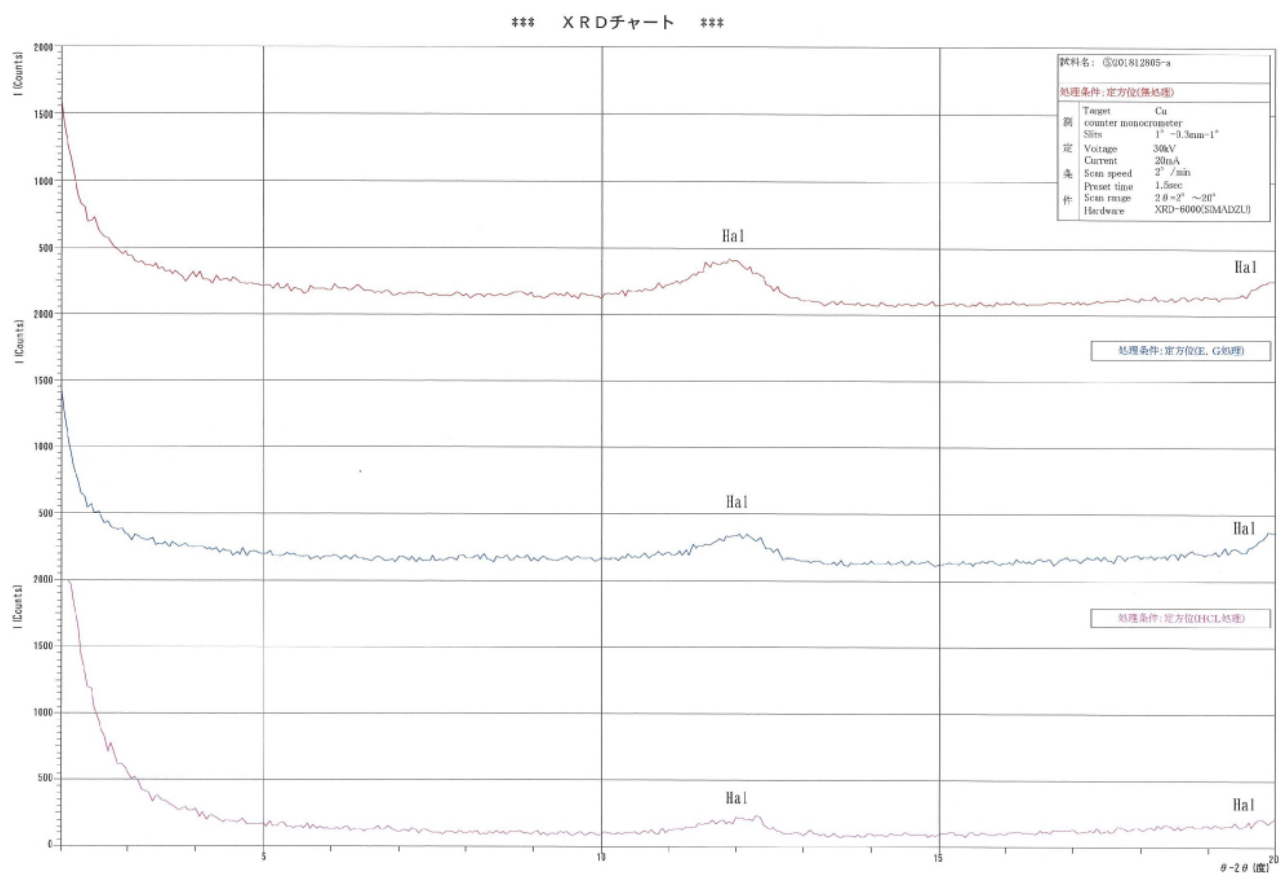


図 17-14 2018121805-a 試料の定方位 XRD チャート (上から無処理・E.G 処理・HCl 処理)

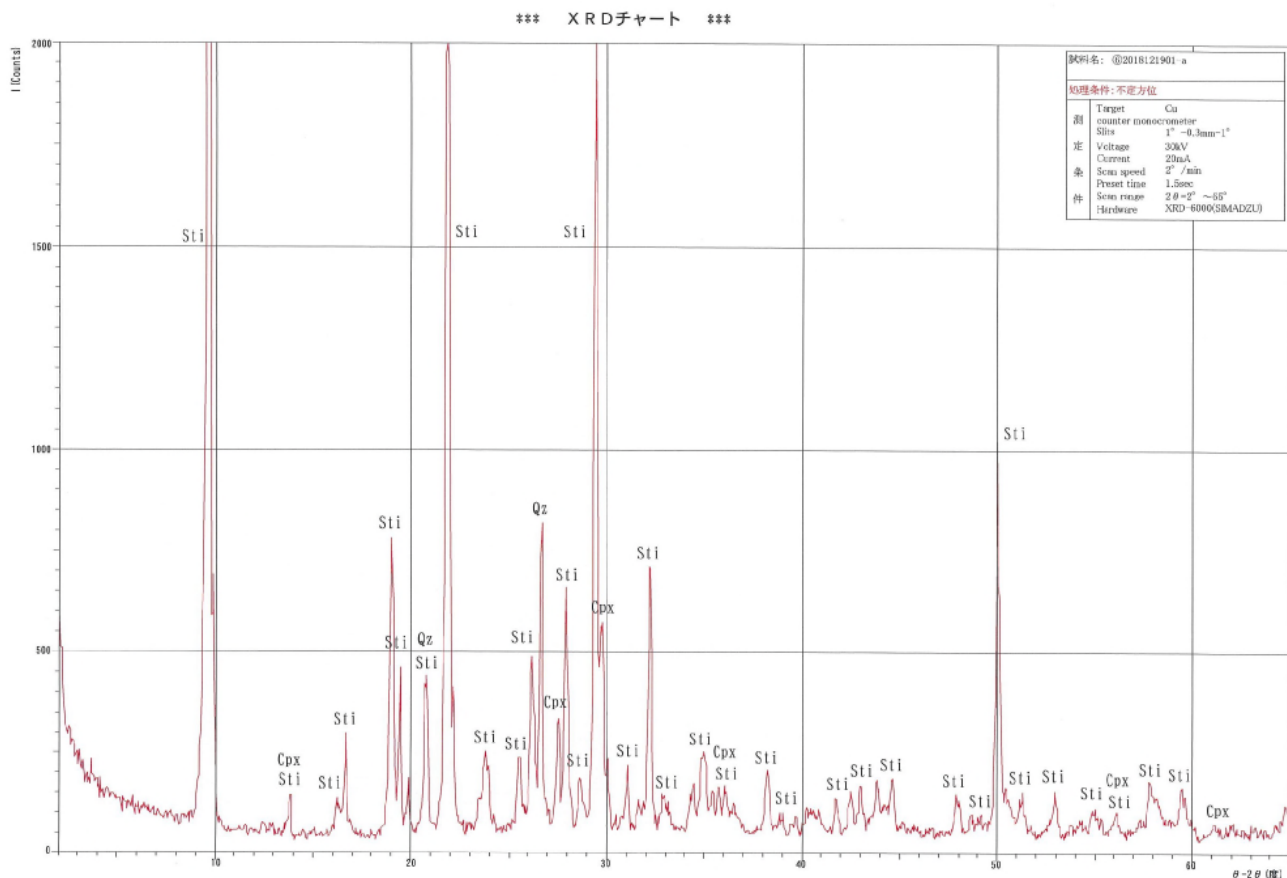


図 17-15 2018121901-a 試料の不定方位 XRD チャート

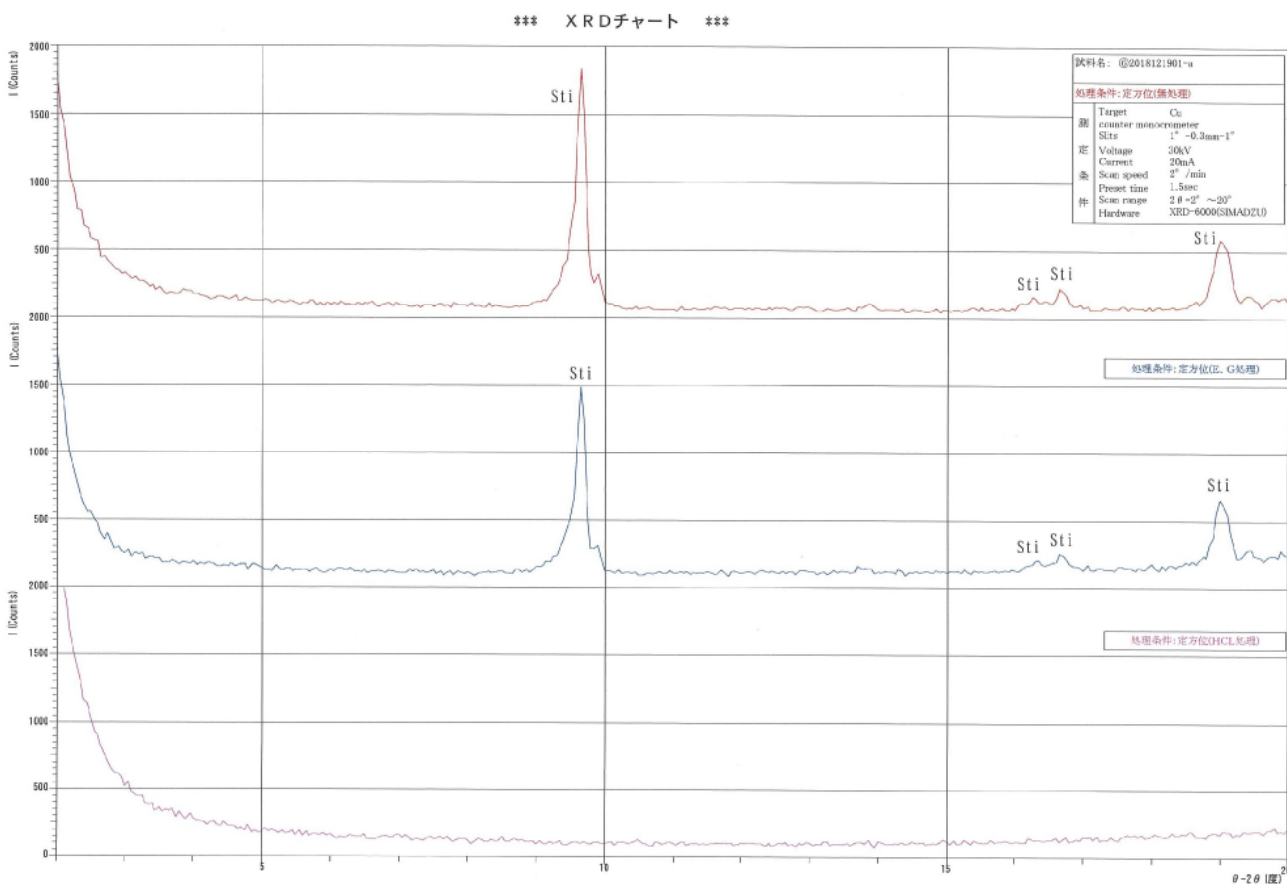


図 17-16 2018121901-a 試料の定方位 XRD チャート (上から無処理・E.G 処理・HCl 処理)

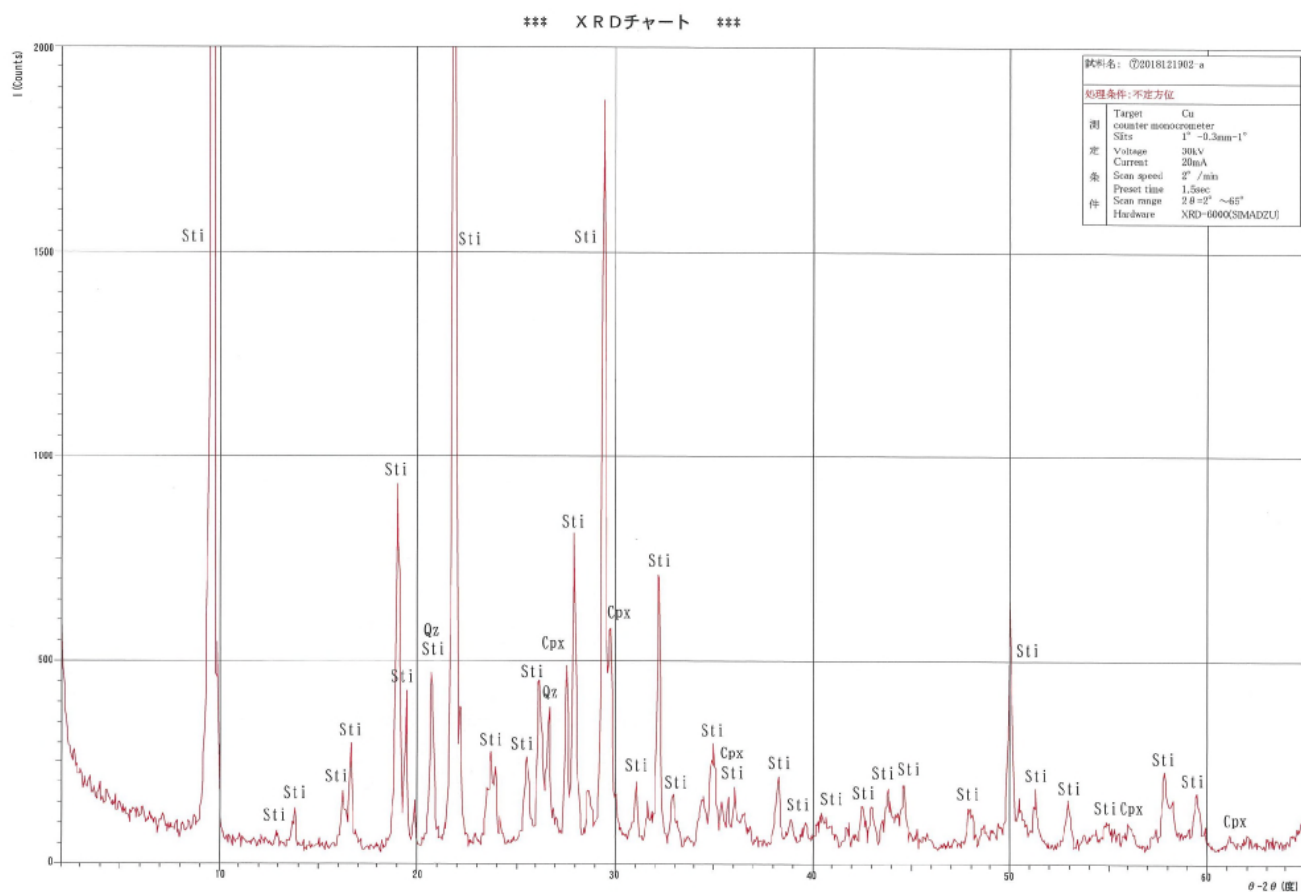


図 17-17 2018121902-a 試料の不定方位 XRD チャート

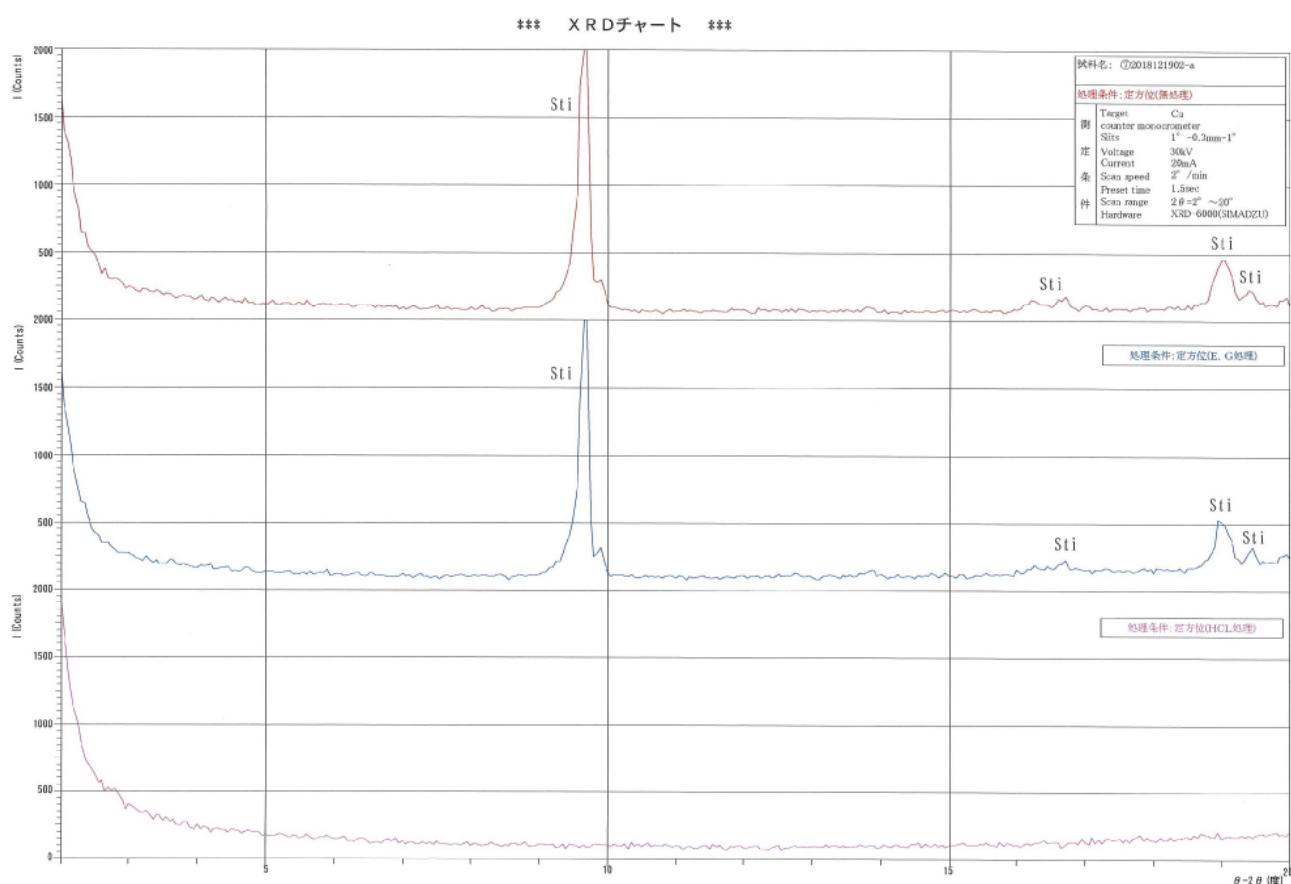


図 17-18 2018121902-a 試料の定方位 XRD チャート (上から無処理・E.G 処理・HCL 処理)