

積丹半島豊浜トンネル崩落崖付近の水冷火砕岩類の変質作用

Alteration of hyaloclastites at the site of the cliff collapse in the Toyohama Tunnel, Shakotan Peninsula, southwestern Hokkaido

北海道大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻

松枝 大治・平間 正男・渡辺 暉夫

Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University

Hiroharu Matsueda, Tadao Hiramata and Teruo Watanabe

Abstract

Geology of the Toyohama Tunnel area is composed of Neogene "Green Tuff" with abundant hyaloclastites. They are investigated to clarify the cause of the cliff collapse from a viewpoint of rock alterations. Hyaloclastites are not so strongly altered under the microscope, but smectite is only detected as alteration mineral by X-ray powder diffractions in them. It occurs as small veinlets and/or vesicular fillings. One of the causes for the brittle properties of the rocks might be the occurrence of smectite as weathering product.

キーワード：豊浜トンネル，崩落崖，水冷火砕岩，変質作用，スメクタイト

1. はじめに

大規模岩盤崩落事故が発生した積丹半島豊浜トンネル付近の地質は、主に新第三紀中新世の海底火山活動の産物である“グリーン・タフ”から構成される（Yamagishi, 1981；加藤ほか，1990）。この“グリーン・タフ”を構成する主要岩石である水冷火砕岩類（ハイアロクラスタイト）は、その活動の場から、活動期における著しい海水との反応が考えられており、それらに変質している可能性が高い。また、積丹半島一帯においては、豊浜近傍の旧稲倉石鉱山（閉山）を始めとする各種金属鉱床が多数存在し（道地下資源，1983）、それらの鉱化作用に伴う

母岩の熱水変質作用が生じている可能性も考えられる。今回の岩盤崩落事故の一因として、岩盤強度の脆弱性が当初から指摘されているが、その一要因として、岩石の変質作用による可能性を検討しておく必要がある。

本報告では、現場付近で採集された岩石試料の肉眼および顕微鏡観察、X線粉末分析等に基づく、水冷火砕岩類の変質作用の程度について予報的に報告する。

2. 検討試料

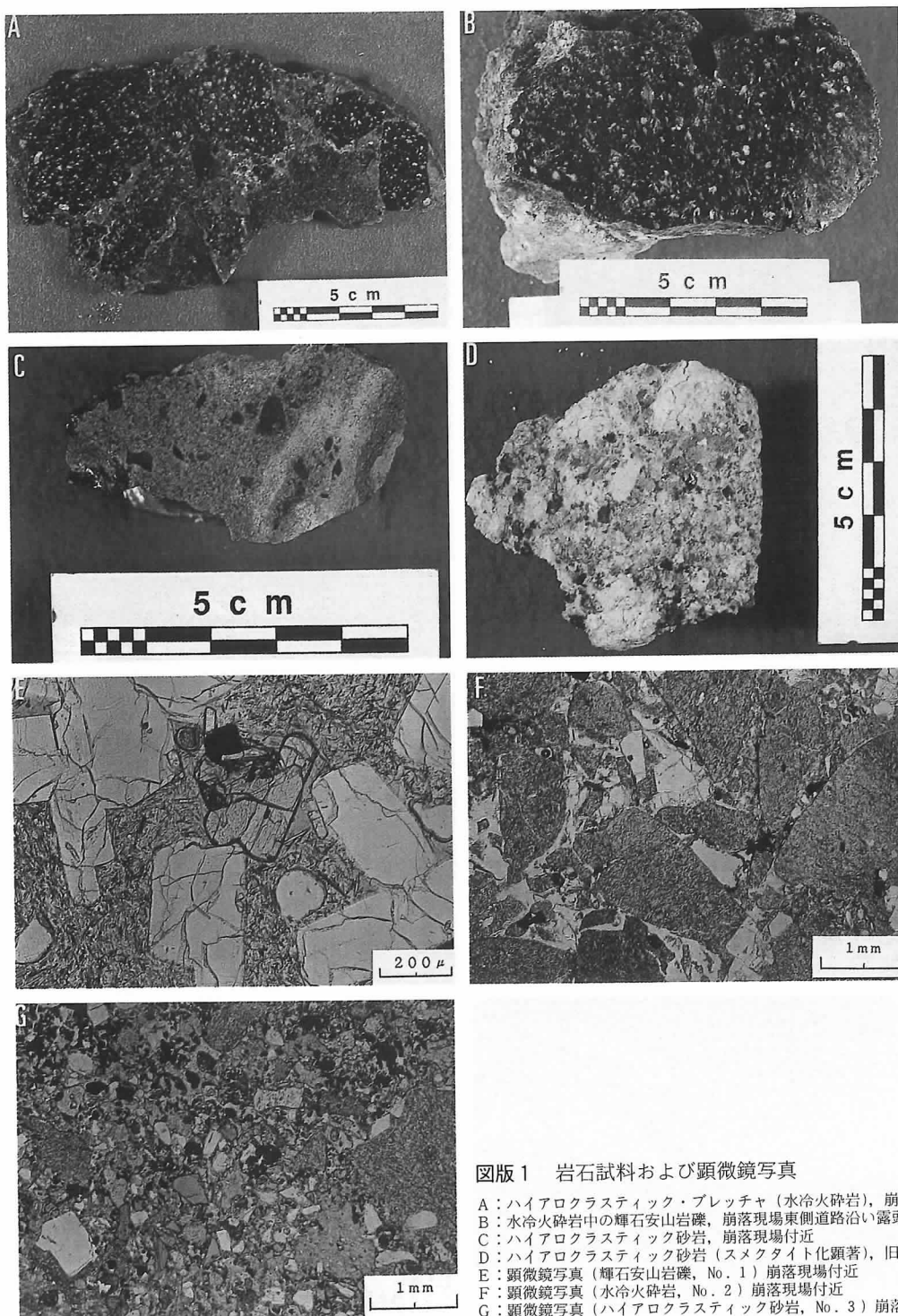
豊浜トンネル付近の地質および岩相に関する詳細な記載等は、本紙別報（山岸、宇井ほか）で行なわれる予定であるのでここでは省略するが、付近は主に前述の水冷火砕岩類から構成され、その岩質は輝石安山岩である。

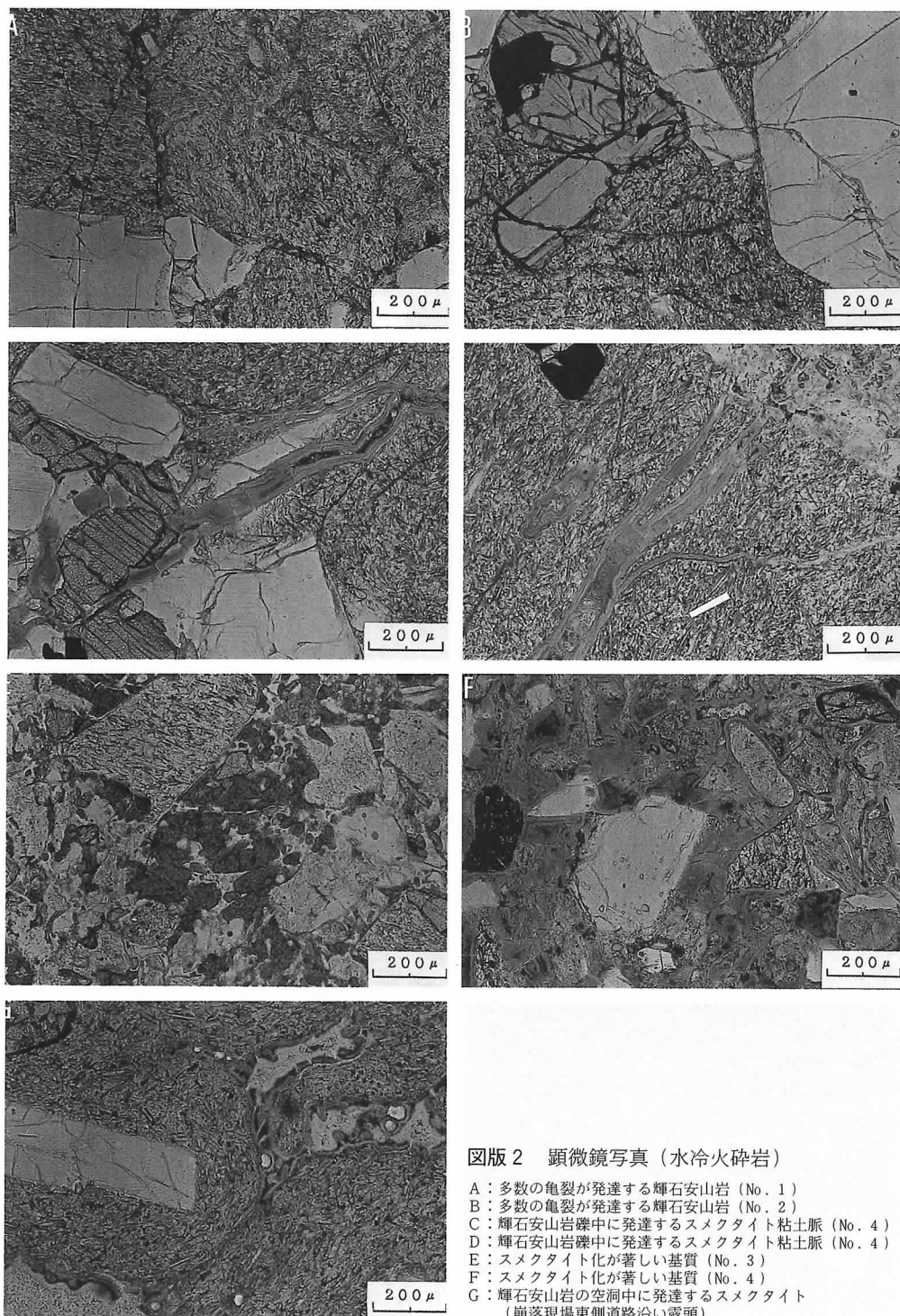
今回検討した岩石試料は、豊浜トンネル事故現場付近および旧道トンネル内から採集されたもので、輝石安山岩質水冷火砕岩類は、主としてハイアロクラスティック・ブレッチャ類とハイアロクラスティック砂岩類に大別される（図版1）。肉眼的には、前者は緑黒色ガラス質であり、比較的新鮮で角礫化が著しく、顕著な変質作用は認められない。一部の試料において、発達する空隙中に黄褐色粘土質の充填物が認められる程度である。礫間を充填する基質部は、前述の空隙中に認められたものと同様の粘土質物質から構成され、一部に赤褐色を呈するもの（鉄水酸化物?）もある。鏡下では、斑状組織（斑晶：斜長石、単斜輝石）を示し、ガラス基流品質組織が発達する。また、比較的新鮮な火山岩礫中に亀裂の発達するものがしばしば認められるが、それらは単なる割れ目である場合と粘土質充填物が少量認められる粘土脈を構成する場合の両方がある（図版2）。

一方、後者は前者と同質構成物質からなるが、一般に基質部が多量で、肉眼的に主体をなす細粒基質部は黄褐色を呈し、脆弱なため指で容易に破碎・粉碎が可能なものもある。また、試料によっては、水中に短時間放置するのみで水分を多量に吸着し、容易にバラバラに崩壊するものもある。鏡下では、礫を構成する火山岩はほとんど変質作用が認められず、新鮮であるのに対し、基質粘土質部は鏡下でコロフォーム状や皮殻状組織等を呈する。また、火山岩礫中に生じた割れ目では、脈状や網目状の粘土脈が発達する傾向が認められる。これらの粘土質物質は、鏡下では半透明あるいは黄褐色を呈する。

3. X線粉末回折実験

上記試料について、X線粉末回折実験による粘土鉱物の同定（日本粘土学会、1987）を試みた。以下、試料準備、X線粉末回折実験条件、分析結果について略述する。





図版 2 顕微鏡写真 (水冷火砕岩)

- A : 多数の亀裂が発達する輝石安山岩 (No. 1)
- B : 多数の亀裂が発達する輝石安山岩 (No. 2)
- C : 輝石安山岩礫中に発達するスメクタイト粘土脈 (No. 4)
- D : 輝石安山岩礫中に発達するスメクタイト粘土脈 (No. 4)
- E : スメクタイト化が著しい基質 (No. 3)
- F : スメクタイト化が著しい基質 (No. 4)
- G : 輝石安山岩の空洞中に発達するスメクタイト
(崩落現場東側道路沿い露頭)

a) 試料準備

X線粉末回折実験試料として、全岩（バルク）試料、水ひ試料（粒径 $2\ \mu\text{m}$ 以下）をそれぞれ準備した。前者は全岩鉱物組成決定、後者は定方位試料の無処理、エチレングリコール（EG）処理および加熱処理（ 300°C 、 $1\ \text{hr}$ ）試料による粘土鉱物同定に使用した。

b) X線粉末回折実験条件

回折装置および分析条件は以下の通りである。

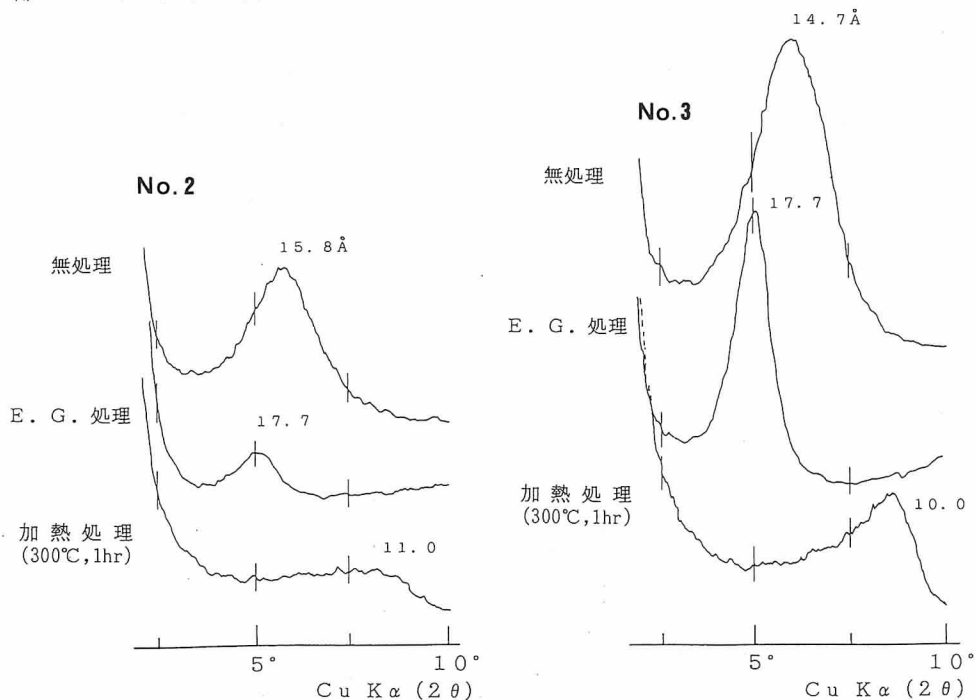
回折装置：理学電機 SG-7 型 X線粉末回折装置

測定条件：Cu $K\alpha$ 、Ni フィルター、加速電圧 $35\ \text{KV}$ 、管電流 $20\ \text{mA}$ 、
ゴニオ回転速度 $2^\circ/\text{min}$ 。

測定範囲：全岩試料（ $2\theta = 4 - 60^\circ$ ）、定方位試料（ $2\theta = 2 - 40^\circ$ ）、EG および加熱処理試料（ $2\theta = 2 - 25^\circ$ ）

c) 分析結果

全岩分析結果によれば、鏡下で認められた主要造岩鉱物である斜長石及び単斜輝石のほかに、ガラスとスメクタイト（モンモリロナイト）様粘土鉱物の反射ピーク（ $15\ \text{\AA}$ 付近）を確認した。また、水ひ試料を用いた定方位、EG 処理及び加熱処理試料の回折実験により、この粘土鉱物がスメクタイトであることを同定した（第1図）。鏡下では、褐色を呈する部分もあることから、一部はノントロナイト（鉄モンモリロナイト）を含むものと思われる。



第1図 崩落現場付近採取試料のX線粉末回折結果（水ひ、定方位試料）。

No. 2：ハイアロクラスティック・プレッチャ、No. 3：ハイアロクラスティック砂岩。

4. ま と め

今回検討を行った豊浜トンネル付近から採集された水冷火砕岩類は、比較的新鮮であり、変質作用の程度は弱いものの、特に細粒基質部のものは、スメクタイト（モンモリロナイト）化作用が著しいものがある。スメクタイトは、酸性—中性火山岩および同質火砕岩類の熱水変質作用、続成作用、海底・陸上風化作用等によって生成すると考えられている。しかし、豊浜付近のものは、その産状および周囲の状況から熱水変質作用によるものではなく、風化作用による生成が考えられる。

このスメクタイトは、その鉱物学的特性から著しい吸湿性を有し、容易に吸水・膨潤、また脱水・収縮を行うことが知られている。従って、亀裂中や基質中に生成したスメクタイトは、その後の吸水・膨潤と脱水・収縮の繰り返しによる亀裂の拡大、或いは岩石の脆弱化を生じさせる一因となった可能性も指摘される。今後さらに、その分布状況や産状を詳細に明らかにし、崩落原因との関連性について検討する必要がある。

文 献

北海道立地下資源調査所（1983）：北海道の金属鉱物資源. 62 P.（付図 2 枚）

加藤 誠・勝井義雄・北川芳男・松井 愈（1990）：日本の地質 1 北海道地方. 333 P. 共立出版.

日本粘土学会編（1987）：粘土ハンドブック 第二版. 1354 P, 技報堂出版.

Yamagishi, H. (1981): Geology of the Shakotan Peninsula, Hokkaido, Japan. Rept. Geol. Surv. Hokkaido, 52, 1-29.