

上田市東南の造成地に見出された透明石膏 ロードとその成因について

矢彦沢清允・荒井智彦・上野満夫・中田利裕
信州大学繊維学部繊維化学工学科

は じ め に

最近の工場並びに住宅用地への大規模な土地に対する需要の増加に伴い、重土木技術の進歩が軟質岩地帯の傾斜地や丘陵地における土地造成を可能にしている。それに伴い地下埋設物がますます増加しているにも拘わらず、これら構造物の腐食破壊に対するアセスメントは殆ど行われていないのが現状である。上田市東南の傾斜地や丘陵地の大規模造成地域において、埋設配管の激しい腐食並びに造成廃土の農業用土への転用による不作などが発生したことから、開発促進と安全性の両面において、その原因の早期解明が渴望されている¹⁾。

著者らは、これらの原因究明のみならず海成堆積層地帯の土地開発の環境アセスメントの資料をうるために、海成堆積層の表面地質作用との関連から基礎的研究を進めている²⁻¹¹⁾。

この研究調査の過程で、上田市富士山東塩田林間工業団地のいわゆる第1工区並びに上田市下之郷長野大学運動場の両造成露頭に透明石膏ロードを発見した。上田市や小県地方では旧中塩田村舞田、旧浦里村越戸、青木村殿戸において石膏の産出が知られている。しかし、その産状や成因に関する報告は殆どない¹²⁾。

本報告では、当鉱物の性状、産状並びにその成因などについて考察した結果を報告する。

産出地点並びに周辺の地形地質の概説

本鉱物の産出地点は、Fig.1に示したように、① 長野県上田市富士山東塩田林間工業団地のいわゆる第1工区の露頭と② 上田市下之郷長野大学運動場露頭である。

この地域は、地質的には糸魚川-静岡構造線の東側に当るいわゆるフォッサマグナ地帯にあり、第三紀中新世以降の海進によって形成された海成堆積層である。最近この地層には珍しく、海棲貝の化石が9種新たに発見されている^{7,11)}。この堆積層は泥岩、砂岩、礫岩などの互層であり、厚さは場所によって異なる複雑な層序である。この地層は青木層に属する^{13,14)}。地形は、これらの堆積層が隆起・浸蝕をうけ、丘陵性の小高い

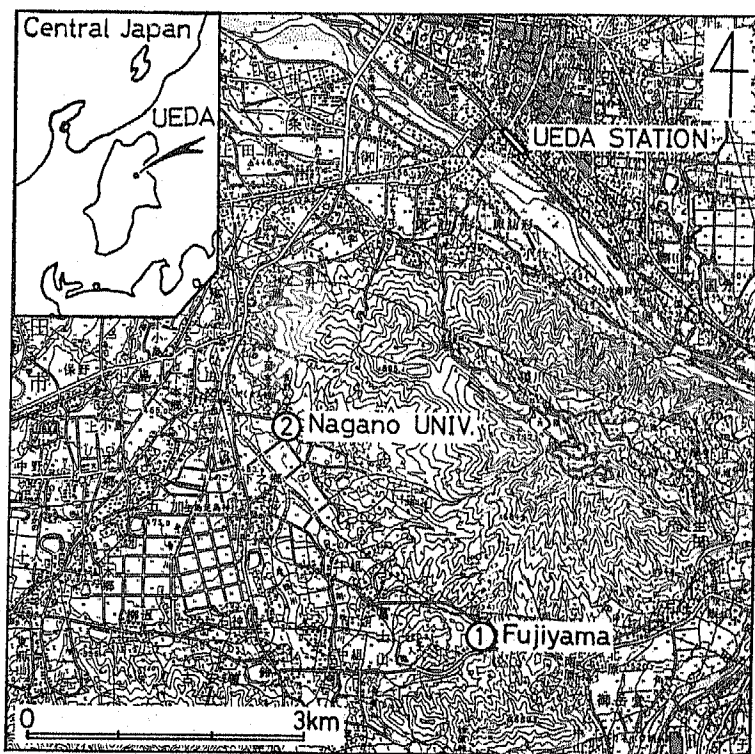


Fig.1 The sampling sites are indicated by ① and ② in the map (using the topographical map of "Ueda" and "Sakaki" scale 1:50000 published by Geographical Survey Institute of Japan).

山地を形成している。露頭はこれらの傾斜地が掘削造成されたものである。堆積層における新鮮な露頭の色調は、その堆積環境や風化の程度・状態を区別する際の重要な指標の一つである^{15,16)}。そこで、本地域の新鮮な露頭の典型的なものを Plate I-1 と 2 に示した。色調の特徴から大まかに黄褐色の Fe (III) が優先する酸化帯域と Fe (II) が優先する青灰色の還元帯域とに区別される^{5,6)}。

鉱物の同定

鉱物の結晶構造についてはX線回折パターンにより同定した¹⁷⁾。微結晶や試料の少ない場合には X線マイクロアナライザ法 (EPMA)^{18,19)}、示差熱法 (DSC)²⁰⁾、点滴化学分析法^{21,22)}などを併用して同定した。

Fig.2 は、当鉱物のX線回折パターンを示したものである。対比標本としてアメリカ・ユタ産の透明石膏を用いた。そのピークパターンをみると、石膏のピーク特性であ

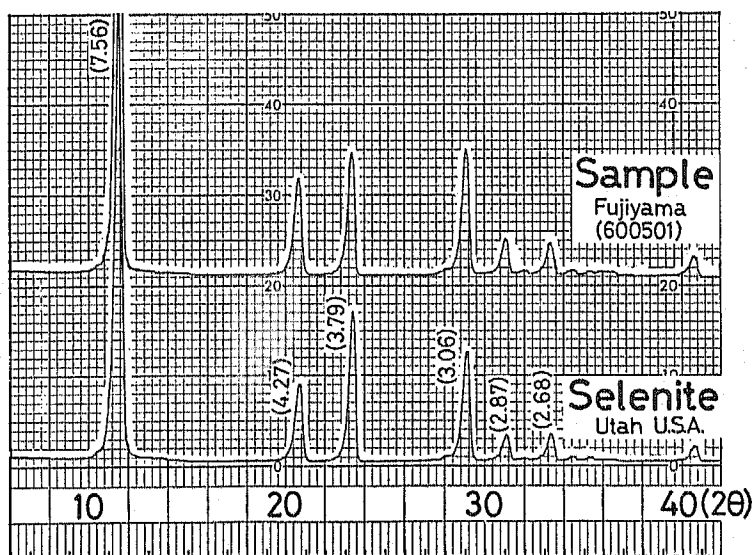


Fig. 2 X-ray diffraction patterns of selenite.

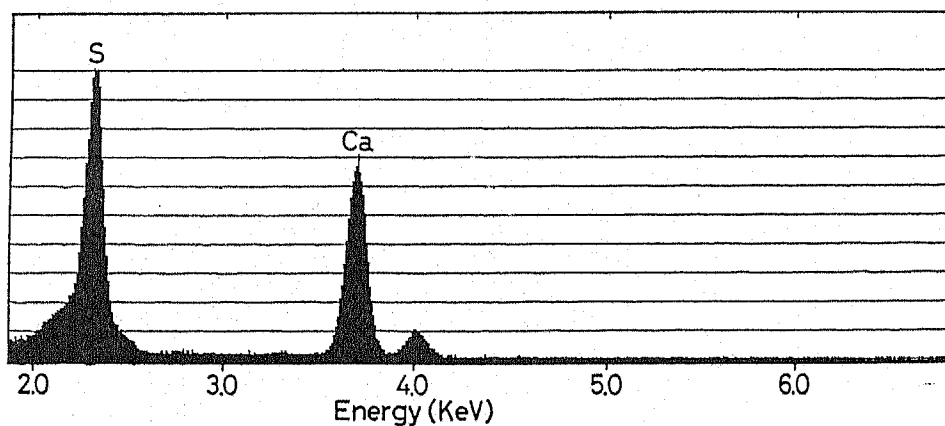


Fig. 3 Characteristic x-ray spectrum of selenite by the EPMA.

る 7.56Å, 4.27Å, 3.79Å, 3.06Å, 2.87Å, 2.68Å のそれぞれがよく一致している。従って、当鉱物は石膏と同定された。

微小結晶や少量の試料の同定は、まず EPMA 法によって鉱物の化学元素組成を明らかにするために点分析を行った。その結果の一例は Fig. 3 に示した。ピークパターンをみると、カルシウムと硫黄のピークが顕著である。そこで、カルシウムと硫黄に着目して面分析を行った結果が Fig. 4 である。当鉱物は、検出できない軽元素を除いて、カルシウムと硫黄が主要元素として検出された。また、化学分析法による溶解性試験で

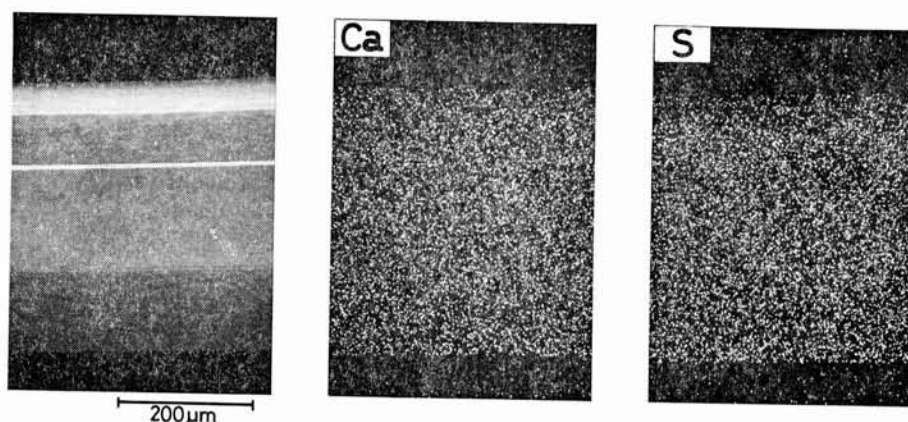


Fig. 4 Ca and S x-ray image of selenite.

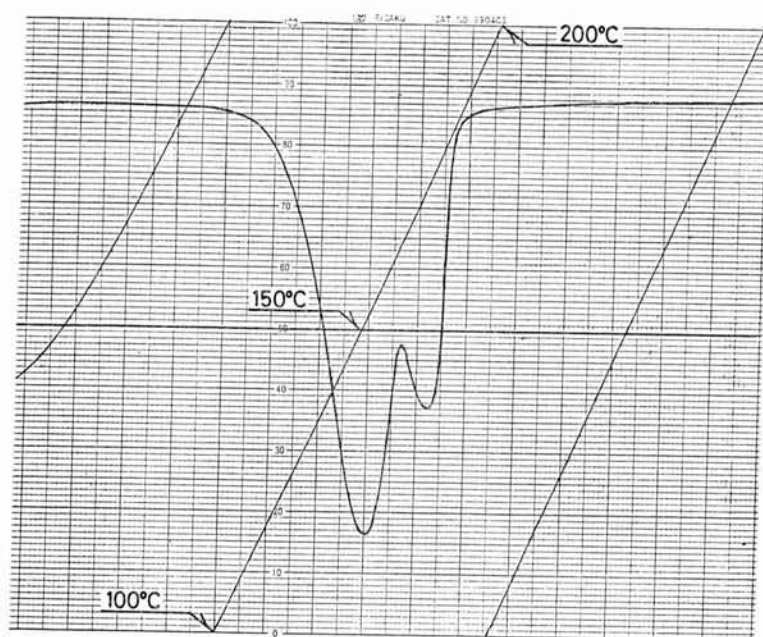


Fig. 5 Differential thermal curve of selenite.

は、水に難溶性であるが、塩酸への可溶性が当鉱物に認められた。その塩酸溶液への塩化バリウム添加の白濁により SO_4 が検出された。次に、DSC の測定結果を Fig. 5 に示した。このピークパターンから、2 段階の脱水に相当する 2 つの低温の吸熱ピークが認められた。以上の結果から、当鉱物は、その化学組成を $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ とし、石膏と同一した。

鉱物の性状並びに産状

産出鉱物の典型的なものを Plate I-3 に示した。Aは、透明な単斜晶系の四角柱であり、不純物として黄褐色の粘土を包含している。大きさは縦、横それぞれ 1 cm 程度で、高さは 3.5 cm 程度である。(010) の面に平行な劈開が顕著で、BはAの劈開片である。標本の下に置いた罫線の状況から、その透明性が認められる。Cは六角柱状で、矢筈状の双晶である。透明性はあるが黄褐色粘土を可成り包含している。そのために、標本下の罫線が見えにくくなっている。当鉱物は透明性並びに劈開性の顕著な単斜晶系のものである。今迄の結果から当鉱物を透明石膏と同定した。

Plate I-4 は、第一工区の第 1 号幹線道路東側の最上の掘削露頭を示したものである。この露頭は元の地表土が 10 m 程度削除されて露出した青灰色泥岩層である。この層に挿入している薄い黄褐色層がみられる。この黄褐色層には透明石膏鉱脈が挟在している。この透明石膏鉱脈は露頭の上部に多くの産出があり、下方部で切れている鉱脈が可成りみられる。見掛け上ではあるが、透明石膏鉱脈の挿入は楔形であると言える。白味がかかった挟在層は石灰質泥岩であり、この石灰質泥岩の産出は本工区の露頭にみられる特徴でもある。

Plate I-5 は、露頭の上方部の透明石膏鉱脈の産状を示したものである。ここには、この鉱脈が青灰色泥岩中に不規則で密に産出している。

Plate I-6 は、露頭の下方部に当る青灰色泥岩層を示したものである。地層の割れ目には黄褐色の酸化鉄層は若干みられるが、透明石膏鉱脈は殆ど認められない。これは、先述の透明石膏鉱脈の青灰色層への挿入が楔形であることを示唆するものである。また、この下方部にも白味がかかった石灰質泥岩の挟在層がある。

Plate II-1 は、透明石膏鉱脈を階段状に掘り出したところを示したものである。この薄い板状鉱脈の両面に接する地層に、薄い黄褐色層がある。これはその産状から恐らく青灰色泥岩層の割れ目を下降してきた天水により酸化をうけた泥岩層である。

このような透明石膏鉱脈は、厚さが厚いもので 10 mm 程度あり、5 mm 内外のものが最も多く産出された。この鉱脈は薄板状の集合体であり、この産状から透明石膏ロードであると言える。

Plate II-2 は、産出した透明石膏ロードの断面を示したものである。この断面は透明石膏の結晶によって霜柱状あるいは短冊状に構成されている。結晶の色調には、粘土や酸化鉄の包含の程度によって黄色ないしは黄褐色のものがある。また、赤褐色の酸化鉄の沈積物がかなり共生している。

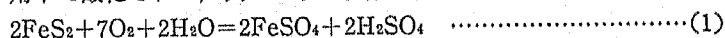
Plate II-3 は、第 3 号幹線道路東側の露頭の砂泥岩層における透明石膏ロードの産状を示したものである。厚さは 1 mm 以下であり、板状のものも部分的に産出するが、砂泥岩層に石膏が染み込んだ状況がみられる。その典型的なものを Plate II-4 に示した。これは不純な土状であり、Gypsum dirt あるいは Gypsite に相当するものと考えられる。

Plate II-5 は、青灰色泥岩の露面に晶出した石膏のエフローエッセンスを示したものである。このような状況は、造成後晴天下において容易に各所でみられる。また、Plate II-6 に示すように、雨の当たらない所には白色綿毛状のものもみられた。

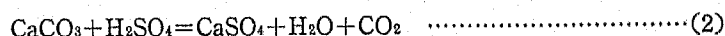
石膏の成因

本地域の露頭は、黄褐色層の酸化帯域と青灰色層の還元帯域とに分けられるが、この還元帯域には、フランボイダル黄鉄鉱や自形黄鉄鉱などの硫化鉱物の産出が知られている^{2,7,8)}。形態の特徴から名付けられたフランボイダル黄鉄鉱は続成作用の初期に微生物的に発生する H_2S から形成されることは多くの研究者の一致するところである²³⁻³¹⁾。従って、本地域のフランボイダル黄鉄鉱などは地層や産出した貝化石⁷⁾などの関連を含めて海成起源であることが示唆される。また Plate I-1, 2 に示した富士山東塩田林間工業団地第1工区や長野大学運動場の露頭の酸化帯域において、フランボイダル黄鉄鉱の仮晶鉱物であるフランボイダル酸化鉄^{32, 33, 34)}が発見されている¹⁰⁾。これは、本露頭から南方9 km の長野県小県郡武石村^{たけし}の武石公園の凝灰岩中に産出する武石^{ふせき}³⁵⁾に類似するものでフランボイダル武石といえよう。従って、フランボイダル武石の産出は、地表部の酸化帯域が硫化物を含む還元帯域であったことを示唆するものである。

黄鉄鉱は天水の作用下で酸化されて、次のように硫酸を生ずる^{35, 36)}。



一方、本地域の露頭において、透明石膏ロードの産出するところに、石灰質泥岩の産出がみられる。このことは、この炭酸カルシウムが黄鉄鉱からの硫酸と反応して、次式のように硫酸カルシウムを生成することが容易に示唆される。



露頭における石膏ロードの産状をみると、還元帯域の上部にロードの産出が多くみられるのに比べて、その下部には、そのロードの産出が殆どみられない。また、還元帯域へのロードの挿入状況は楔形である。これらのことは、酸化帯域で生成した石膏が下降してロードを形成したものと考えられる。

石膏ロードは、その両面に薄い黄褐色の酸化層と接している。これは青灰色泥岩の割れ目に天水の下降作用で生じた泥岩の酸化層である。

又、割れ目には、石膏ロードと赤褐色の酸化鉄の共存があるが、(1)式で生成した硫酸鉄(II)は不安定であるために、天水の作用下で酸化鉄(III)が生成し、石膏とともに割れ目に沈積したものと考えられる。酸化鉄には針鉄鉱、鱗纖石、褐鉄鉱、赤鉄鉱などがあるが、単離が難しく、ここではX線回折での同定はしていない。

従って、本石膏ロードの成因は、海成起源の黄鉄鉱が天水作用下で生じた硫酸と石灰が反応して、硫酸カルシウムを生成し、これが天水の下降作用により、地層の割れ目を充填して、薄い板状の集合体の透明石膏鉱脈即ち透明石膏ロードを形成したものと考えられる。

摘 要

最近の土地造成は重土木機械で施行するので、軟質岩地帯の傾斜地や丘陵地における土地開発を可能にしている。しかしながら、そのような造成地である海成堆積岩地帯の長野県上田市東南地域において、埋設物の腐食破壊が発生し、この原因を究明するために、海成堆積岩の表面地質作用の関連から基礎的研究を行っている。

著者らは、この研究調査の過程で、上田市富士山東塩田林間工業団地のいわゆる第1工区の露頭と長野大学運動場の露頭において透明石膏を見出し、その性状並びに産状などを調べ、次の事柄を知り得た。

1) 本鉱物は、その透明性と劈開性並びにX線回折パターンから、透明石膏と同定した。この鉱脈は殆ど5 mm内外の薄い板状層であり、産状からロードとした。一部には砂泥岩中に Gypsum dirt も産出した。

2) 本ロードは、その産状から、海成起源の黄鉄鉱の風化過程で生成した硫酸と石灰質泥岩中の炭酸カルシウムとの反応から、硫酸カルシウムが生成し、それが天水の下降作用で地層の割れ目を充填した透明石膏によって形成されたものである。

おわりに、従来の鉱物探索は、鉱物資源の面からのものが殆どであるが、本研究ではこれとは異なる環境アセスメントの面から進めているものである。硫酸塩鉱物は、埋設構造物の金属やコンクリートの腐食破壊並びに地下水への硬度の増加などをもたらすために、造成地における本鉱物の発見と産状の知見は地層の堆積、風化環境のみならず、応用地質面からも有益な基礎資料を提供することになり、その意義は大きい。今後さらに、土質工学的研究が必要である。

謝 辞

この研究調査に当り大学構内並びに東塩田林間工業団地造成地へそれぞれ立入許可をして頂いた長野大学堤主計庶務課長、上田市商工部成沢秀敏部長、また石膏の成因について助言を頂いた電力中央研究所千木良雅弘氏の方々に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 長野大学、尾島建築事務所、私信 (1984)
- 2) 矢彦沢清允・荒井智彦・坂本真司・上野満夫：日本安全工学協会、第14回安全工学シンポジウム講演予稿集、11-13 (1984)
- 3) 矢彦沢清允・荒井智彦：長野経済論集、第24号、65-79 (1985)
- 4) 矢彦沢清允・上野満夫・坂本真司・荒井智彦：日本地質学会第92年学術大会講演要旨集、No. 374, 424 (1985)
- 5) 矢彦沢清允・荒井智彦・上野満夫・坂本真司：日本安全工学協会、第15回安全工学シンポジウム講演予稿集、72-75 (1985)

- 6) 矢彦沢清允・荒井智彦・上野満夫・坂本真司：1985年度日本地球化学会年会講演要旨集1B02 (1985)
- 7) 矢彦沢清允・上野満夫・中田利裕・高木真二・荒井智彦：Journal of the Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University, No.94, Ser. C, Chemistry, No.13, pp.1-19, Dec. (1985)
- 8) Yahikozawa, K. and Arai, T. : Nagano Keizai Ronshu, No.25, 43-59 (1986)
- 9) 上野満夫・荒井智彦・矢彦沢清允：日本地質学会第93年学術大会講演要旨集, 502 (1986)
- 10) 矢彦沢清允・荒井智彦・上野満夫：同上, 503 (1986)
- 11) 荒井智彦・上野満夫・矢彦沢清允：同上, 504 (1986)
- 12) 八木貞助：信濃鉱物誌, 201-203 (1931) 古今書院
- 13) 本間不二夫：地質雑, 34(403), 132-153 (1927)
- 14) 本間不二夫：地球, 9(6), 423-432 (1928)
- 15) McBride, E.F. : J. Sed. Petrol., 44, 760-773 (1974)
- 16) 碎屑性堆積研究会編：堆積物の研究法, 246-248 (1983) 地学団体研究会
- 17) ASTM : Index (Inorganic) to the Powder Diffraction File, 609 (1968) ASTM Pub.
- 18) 内山郁・渡辺融・紀本静雄：X線マイクロアナライザ, 89-126 (1972) 日刊工業新聞社
- 19) Mori, T. and Kanehira, K. : J. Geol. Soc. Jpn., 90(4), 471-285 (1984)
- 20) Robert, C. Mackenzie : The Differential Thermal Investigation of clays, 370-371 (1957) Mineralogical Society, London.
- 21) Feigl, F. : Spot Tests, Vol.I, Inorganic Applications, 4th, ed., 412-414 (1954) Elsevier Publishing Co.
- 22) 木下亀城・湊秀雄：純原色鉱石図鑑, 234-269 (1963) 保育社
- 23) Vallentyne, J.R. : Limnol. & Oceanog., 8, 16-30 (1963)
- 24) Love, L.A. and Amstutz, G.C. : Fortschr. Miner., 43, 273-309 (1966)
- 25) Kato, G. : Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D, 18, 313-330 (1967)
- 26) Berner, R.A. : Am. J. Sci., 269, 1-23 (1970)
- 27) Rickard, D.T. : Lithos., 3, 269-293 (1970)
- 28) 遠藤祐二：鉱物学雑誌, 10(2), 特別号, 1~9 (1971)
- 29) Raiswell, R. : Am. J. Sci., 282(10), 1244-1263 (1982)
- 30) Lin Hegie and Chen Lihua : Scientia Sinica (Seris B), 36(9), 971-982 (1982)
- 31) Berner, R.A. : Geochim. Cosmochim. Acta., 48(4), 605-615 (1984)
- 32) Love, L.G. : Sementology, 9(4), 327-352 (1967)
- 33) Loughheed, M.S. and Mancuso, J.J. : Eco. Geol., 68, 202-209 (1973)
- 34) 遠藤祐二：地質調査所月報, 24(3), 113-121 (1973)
- 35) 木下亀城・湊秀雄：純原色鉱石図鑑, 114-117 (1963) 保育社
- 36) Smirnow, S.S. : Die Oxdationszone Sulfidscher Lagerstätten, 70-76 (1954) Akadem. Verlag, Berlin.

Summary

On the Selenite Lode from the Site of Land Development in the southeastern Ueda City, Central Japan and its Origin.

Kiyochika YAHIKOZAWA, Tomohiko ARAI,

Mitsuo UENO and Toshihiro NAKATA

Faculty of Textile Sci. and Tech., Shinshu Univ., Ueda, Japan.

(Received September 10, 1986)

In mordan land development, various heavily equiped machine are used, so that improvement of hills and slopes of sedimentary rock has become feasible for factories and dwellings. However, serious underground corrosion of buried pipes occurs at the site of Shioda land development which is the marine sedimentary rock of southeastern Ueda city, Nagano prefecture, Central Japan. In order to bring light on the cause of the underground corrosion, investigation has been made on its relationship with ground-surface geology action on marine sedimentary rock.

During the field survey, the authors found the selenite lodes from the outcrops near Nagano university and at the site of the so-called first construction part of the district. The mineral has been observed from view points of the occurrence mode and morphological features. Its origin is discussed.

The results are as follows :

- 1) The mineral has been identified as selenite by the comparison of its X-ray diffraction patterns with that of analogous mineral and by the fact that it shows the transparent cleavable property and the flattened monocline prism. But the mineral is mostly coloured yellow or brown owing to admixtures of clay or ferric oxide. The layer is about 4 to 6 mm thick, so that the occurrence of selenite is classified as a lode. The gypsum dirt has been sometimes observed in the sandy mudstone.
- 2) Framboidal pyrite has been almost always found in layers of bluish gray mudstone of the Aoki formation in this district. The lode of selenite composed of fine-grained or compact crystals fills the fissure of strata which contain limy mudstone. The selenite is found more in the surface layer than in the sublayer at outcrops. The insertion of the lode of selenite is an arrow-head type. It is then supposed that the lode resulted directly from the limy mudstone and sulfuric acid which was derived from the oxidation of pyrite by the joint action of air and water.

Plate I

- 1 : Colour tone in oxidation and reduction zones of the fresh outcrop at Fujiyama. (Yellowish brown : oxidation zone ; bluish gray : reduction zone).
- 2 : Outcrop at Nagano university.
- 3 : Typical specimens of selenite.
- 4 : Top part of Fujiyama outcrop. (yellowish brown : selenite lode ; light gray : limy mudstone bed).
- 5 : Selenite lode in a yellowish brown bed at Fujiyama outcrop.
- 6 : Lower part of Fujiyama outcrop.

Plate I

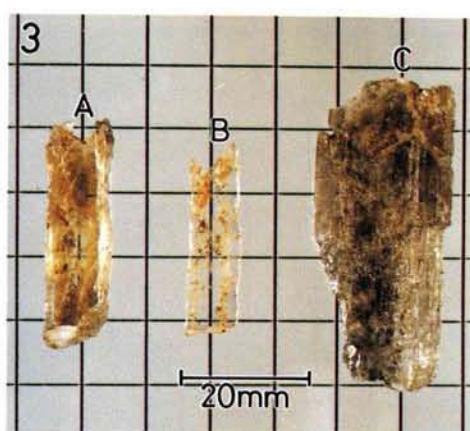


Plate II

- 1 : Selenite lode in Fujiyama outcrop.
- 2 : Plane massive selenite.
- 3 : Selenite lode in a sandy mudstone bed at Fujiyama.
- 4 : Gypsum dirt in a sandy mudstone bed at Fujiyama.
- 5 : Efflorescence of gypsum formed on Fujiyama excavation.
- 6 : Fluffy efflorescence of gypsum formed in the shade of a rock.

Plate II

