

フォッサマグナ東端地域に分布する 第三系海成堆積物中に見出される石灰質泥岩とその意義

矢彦沢清允・山本満寿夫*・上野満夫・藤松仁

信州大学繊維学部精密素材工学科、*応用生物科学科

On the Calcareous Mudstones from Tertiary Marine Sediments in the east-side region of the Fossa Magna, Central Japan, and its Significance

Kiyochika YAHIKOZAWA, Masuo YAMAMOTO, Mitsuo UENO, and Hitoshi FUJIMATSU

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

Abstract : Authors found the grayish white mudstone from the fresh outcrops at the site of land development in the east-side region of the Fossa Magna, central Japan. Grayish white mudstones have been observed from view points of the occurrence mode and morphological features. Its significance has been discussed. The grayish white mudstones have been identified as calcium carbonate by chemical analysis and X-ray microanalyzer. The calcareous mudstones have been found only in the Aoki formation for the surveyable part in the region. Calcium carbonate content was the range of 4 to 83 %. The formation of calcareous mudstone was about 0.1 to 60 cm thick. The morphological features of calcareous formation were mostly a layer type, and occasionally a concave type, a radical type, a wedge type, a lamina type, and a lode type. The grayish white mudstones have been found only on the deep horizon. It was then suggested that calcareous mudstones mitigate a acidification of soil by sulfuric acid which was derived from the oxidation of pyrite by the joint action of air and rain water.

はじめに

近年大規模な土地開発計画に伴う工場用地および宅地、あるいは農地の基盤圃場整備事業などによって大量の土壌が動かされ、これまでに見られなかった深層土を地表に露出させることが多くなっている。フォッサマグナ東端地域に位置する長野県東信地方においても埋設構造物である水道管やガス管、およびコンクリートの腐食破壊、ならびに水稻、畑作物およびのり面保護のための牧草などの生育不良や枯死などが発現している。しかしながら、このような深層土について土壌科学および物理・化学・鉱物学的資料は、ほとんど得られていないのが現状である¹⁾。

著者らは、1983年以来、大規模掘削露頭の新鮮な土層について、土壌科学的視点から研究を進めている。これまでに、フォッサマグナ東端地域の海成堆積物の未風化域に超微粒子パイライトが分布すること、地表に露出した深層土中のパイライトが化学的風化過程で硫酸を生成し、土壌を強酸性化するため酸性害が発現

すること、ならびにこれらの堆積物中に石膏ロードが分布すること、などを明らかにした²⁻⁶⁾。

この調査研究の過程で、海成堆積物地帯における大規模土地改変により掘削された露頭に炭酸塩泥岩を見出した。東信地方における炭酸塩泥岩の産出については、緑色凝灰岩層の石灰質斑紋⁷⁾、石英安山質溶岩中の方解石岩脈⁸⁾ならびに貫入岩の割れ目の方解石⁹⁾などに関する報告があるのみで、海成堆積物中の炭酸塩泥岩に関する報告は見当たらない^{10,11)}。

そこで、本報では、炭酸塩泥岩の性状、産出状態ならびに炭酸塩含量について検討した。

調査地点ならびに周辺の地形地質

炭酸塩泥岩の露頭調査は、Fig. 1に示すように13地点について行った。本地域は、フォッサマグナの東端に位置し、地質は典型的な海成堆積層である別所層、青木層ならびに小川層が分布している。地形はこれらの堆積層が隆起・侵食をうけ、丘陵性の小高い山地を形成している。

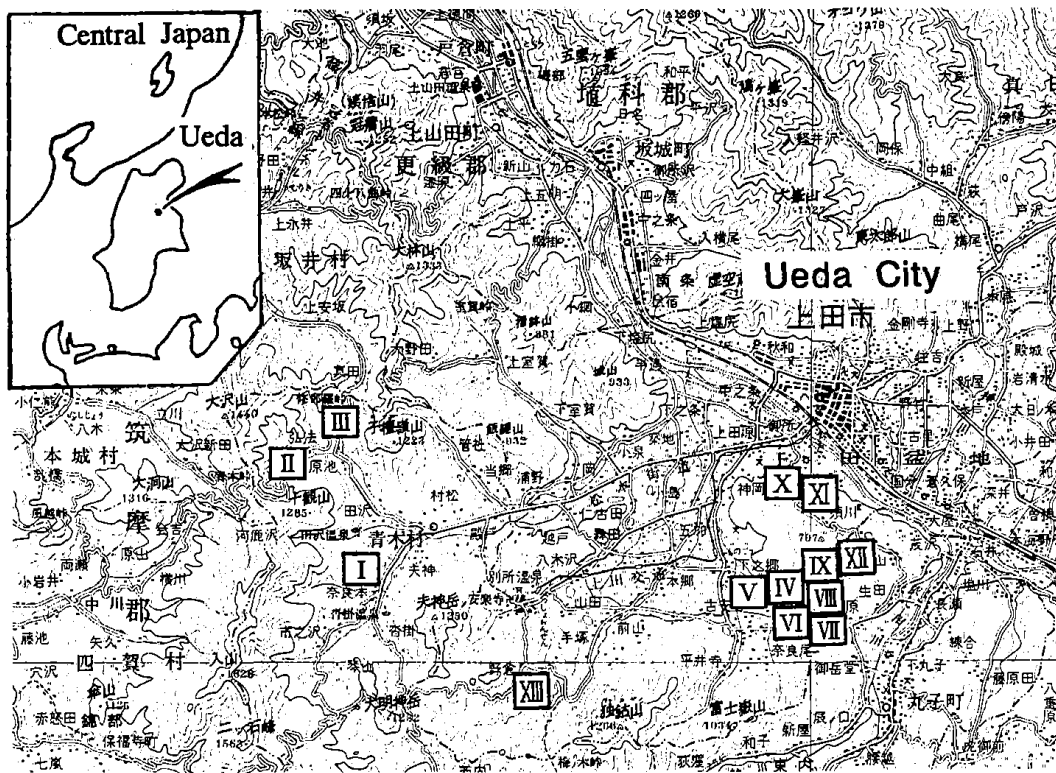


Fig. 1. The surveying sites indicated by symbols, I~XIII in the topographical map (using the topographical maps of "Nagano" published by Geological Survey Institute of Japan, Scale; 1 : 20,000).

Table 1. Sites of the surveying outcrops and geological formations.

Site No.	Site of outcrop	Formation
I	Naramoto, Aoki village, Tiisagata-gun	Bessyo
II	Koboh, Aoki Pass, Aoki village, Tiisagata-gun	Aoki, ※
III	Syunara Pass, Aoki village, Tiisagata-gun	Aoki
IV	Play ground of Nagano Univ., Ueda city	Aoki, ※
V	Depart. of Information, Nagano Univ., Ueda city	Aoki
VI	First constraction part of Fujiyama, Ueda city	Aoki, ※
VII	Second constraction part of Fujiyama, Ueda city	Aoki
VIII	Reclaimed upland, Higashiyama, Ueda city	Aoki-Ogawa
IX	Land development of reserch park, Ueda city	Aoki
X	Land development of dewelling, Kuramasu, Ueda city	Ogawa
XI	Land development of dewelling, Hara Pass, Ueda city	Ogawa
XII	Park of Kohnosu, Shioda, Ueda city	Aoki
XIII	Nogura, Bessyo, Ueda city	Bessyo

※ Calcareous mudstones were found in outcrop.

炭酸塩の同定ならびに定量

同定：現地調査において、露頭における灰白色ないしは暗灰色の岩石の性状に着目して採取した試料の希塩酸溶液に対する岩石からの炭酸ガスの発泡状況を調べ、まず、炭酸塩岩であることを確認した。さらに、成分元素はX線マイクロアナライザーにより同定した。

定量：試料を粉碎し、塩酸に溶解後ケイ酸分離を行い、次に、鉄およびアルミニウムなどの R_2O_3 成分を水酸化物として沈澱ろ過し、そのろ液についてキレート滴定法により $CaCO_3$ ならびに $MgCO_3$ を定量した^{12,13)}。

結果と考察

Table 1に調査地点の位置、地層ならびに炭酸塩泥岩の有無を示す。炭酸塩泥岩は、地点番号 No. I、No. IVならびにNo. VIの3露頭において確認された。この露頭はいずれも青木層に属しており、小川層ならびに別所層に属する露頭には炭酸塩泥岩の産出は認められなかった。

Fig. 2にX線マイクロアナライザーによる炭酸塩泥岩の成分元素の測定結果を示す。これらのピークパターンをみると、いずれの試料にもカルシウム元素が認められ、試料No.1以外は強いピークを示している。また、泥岩としてのケイ素の強いピークとアルミニウムならびにカリウムが認められる。以上のことから、当炭酸塩はカルシウム塩と同定した。マグネシウムは当測定感度ではほとんど検出されていないが、炭酸カルシウムの結晶格子の中に固溶体として入り、その炭酸塩の起源を知る上で深い関わりのある重要な元素とされている^{14,15,16)}。しかし、本論では言及しないが、マグネシウム塩の定量は試みた。Table 2にカルシウムならびにマグネシウムの炭酸塩含量を示す。炭酸カルシウム含量は4.4~82.9%と大きな違いが見られる。また、炭酸カルシウム含量が50%以上のものは石灰岩と定義されている。従って試料No.4、No.5、No.6、およびNo.8のものは、石灰岩であることが確認された。炭酸マグネシウム含量は1~5%である。

Plate 1にNo. I 地点の露頭を示す。この露頭には、6つの石灰泥層が見られる。層の厚さはいずれも10~20 cmであり、その層間隔は、2~10m程度の違いが見られる。これらはすべて泥層に整合して狭在する。また、この地層の走向は北から60°東であり、傾斜は北西10°下がりである。典型なものとして最下位の層位についての試料採取をして調べた。この石灰質泥岩は、調査試料の中では、石灰含量が最も少ない。その性状を見

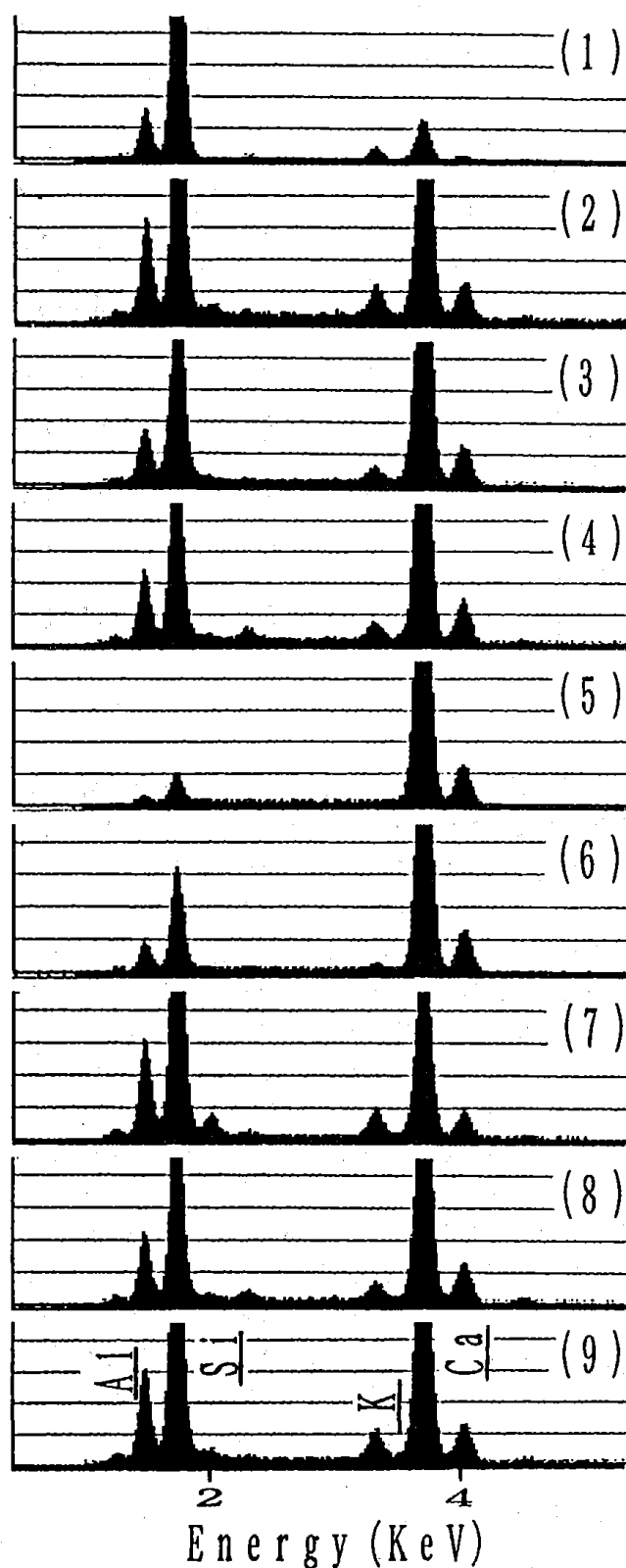


Fig. 2. Characteristic X-ray spectrum of grayish white mudstone by EPMA.

Table 2. Results of chemical analysis for calcium carbonate and magnesium carbonate in the calcarious mudstone.

Site No.	Sample No.	CaCO ₃ (%)	MgCO ₃ (%)	Feature
II	1	4.37	0.71	Layer
IV	2	31.75	3.70	Layer (Lamina)
	3	46.16	2.79	Layer (Lamina)
VI	4	53.07	2.73	Concave
	5	82.78	1.93	Wadge (Radial)
	6	68.82	2.32	Lode (Filling)
	7	27.26	4.88	Concave
	8	50.66	2.40	Lode (Carpeting)
	9	45.68	1.90	Layer

ると、色調が灰白色であり、泥岩というよりは硬い砂岩状である。X線マイクロアナライザーのパターンにはSiの強いピークがみられることから、石英砂が炭酸塩によって膠結されたものと言える。

Plate 2にNo. 4地点の石灰質泥岩層を示す。この地点の露頭層位は北から60°東および北西17°下がりであり、この露頭には、厚さ10cmの暗灰色の2つの石灰質泥岩層が狭在している。しかし、これらの石灰質泥岩層は地表の酸化域ではいずれも消失している。この原因としては、2つが考えられる。一つは雨水の降下作用による洗脱をうけての消失であり、もう一つは、当露頭の地層中に存在する超微粒子パイライトが酸化域では風化をうけて生成した硫酸とが石灰との反応による消失である。後者については、既に硫酸と石灰が反応した後、下層域の地層の割れ目を降下して、石膏の薄い鉱脈を形成していることを明らかにしている^{3,5)}。このことは、酸化域の石灰層の消失には、この硫酸の作用が大きく寄与していることを示している。従って、石灰が堆積土の酸性化の軽減に重要な役割を果たしていることを示唆している。そこで、このような観点から炭酸塩泥岩の性状、産出状態および炭酸塩含量について詳細に調べた。試料No. 2層位の石灰質泥岩層は均一層であるが、当地点の石灰質泥岩層は、いずれも地層面

に整合して重なっているものの、厚さ1~2mmの黒灰色ないしは灰色の互層を形成するいわゆる極薄層理である。従って、この泥岩層は色調による泥層との区別が明確ではないが、この極薄層理は炭酸塩によって膠結層を形成しているために、硬さに顕著な違いがみられた。炭酸カルシウム含量は、試料No. 2が31.8%、試料No. 3は46.2%である。

地点No. 6の露頭は富士山工業団地第一工区の第一幹線道路掘割の東側に位置し、元の地表土が10m程度削除され、4階段状に整地されている。この最上段ののり面露頭をPlate 3に示す。この露頭の層位は砂質の程度に若干の違いは見られるが、整合に重なった砂質泥層である。走向は北から58°西で、傾斜は北東に33°下がりである。この砂質泥岩層に厚さ10cm程度の石灰質泥岩層が狭在している。この炭酸カルシウム含量は45.7%である。その石灰質泥岩層の下に、上部はほぼ平面層を形成しているが、下部は厚い処で、50~60cm薄い処で5~10cmの楔形を形成している。その層の構造をPlate 4に示す。この拡大写真に見られるように放射状の膠結模様がみられる。石灰含量は82.8%であり供試料の中では最も高い値を示している。

Plate 5にレンズ状石灰質泥岩を示す。厚さ5cm、幅20cm断面を有している。但し、長さについては確認し

第三系海成堆積物中に見出される石灰質泥岩

ていない。このレンズ状のものは石灰質泥層中および泥層に存在することが確認された。炭酸カルシウム含量は、前者が53.1%を、後者は27.3%である。

Plate 6のAとBに、泥層の割れ目に膠結した石灰質泥岩を示す。この石灰質泥岩層は、厚さが1~2mmであり、希には厚さが7~8mmのものが確認された。これまでの石灰質泥岩層は地層と整合に狹在しているが、当石灰質泥岩層は、任意の方向にできた割れ目に形成されている。その産出状態には、割れ目を完全に充填している形態のもの(B)と、割れ目の泥岩の表面を被覆する形態のもの(A)とが確認された。炭酸カルシウム含量は50.7~53.1%である。

以上のように種々の性状の炭酸塩泥岩が存在することが明らかとなった。このことは、表層の土壤酸性を軽減するために炭酸塩泥岩が重要な役割を果していることを示唆している。

摘 要

フォッサマグナ東端に位置する長野県東信地方の第

三系海成堆積層である別所層、青木層および小川層の掘削された露頭の調査過程で、特に青木層中に石灰質泥岩を見出した。その性状、産出状態ならびに炭酸塩含量について検討した結果次の事が明らかとなった。

- (1) 石灰質泥岩は青木層のみに産出した。
- (2) 石灰質泥岩中の石灰含量は4~83%の範囲にあり石灰岩の産出も明らかにした。
- (3) 石灰質泥岩層は泥層と整合して狹在するが、まれには、レンズ型、放射状で楔型および割れ目充填型あるいは割れ目内面の被覆型などを確認した。
- (4) 炭酸塩泥岩の分布する青木層では、超微粒子パイライトが共在し、パイライト酸化により生成する硫酸と炭酸塩が反応した石膏ロードの生成が見られる。このことから、炭酸塩泥岩は土壤酸性化の軽減に寄与することが示唆される。

文 献

- 1) 三土政則：わが国の土壤資源調査の現状と将来，農業技術，45，145-149(1990)。
- 2) 矢彦沢清允・上野満夫・中田利裕・高木真二・荒井智彦：上田市東南の第三紀青木層に見出された貝化石と黄鉄鉱について，Journal of the Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University No.94 Ser. C, Chemistry No.13, pp.1-19, Dec. 1985。
- 3) 矢彦沢清允・荒井智彦・上野満夫・中田利裕：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，Journal of the Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University No.99 Ser.C, Chemistry No.14, pp.13-25, Dec. 1986。
- 4) 矢彦沢清允・荒井智彦・上野満夫・藤田隆之：上田地方の海成堆積物層に見出されたジャロサイトとその成因について，Journal of the Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University No.102 Ser. C, Chemistry No.15, pp.1-13, Dec. 1987。
- 5) 矢彦沢清允・上野満夫・藤松仁：上田地方の新第三紀海成堆積物中に見出される微小パイライトについて，環境科学年報-信州大学，11，33-42(1989)。
- 6) 矢彦沢清允・加藤和彦・荒井智彦・上野満夫・山本満寿夫・藤松仁：松本北東地域の新第三紀海成堆積物中に見出される微小パイライトについて，環境科学年報-信州大学，13，114-122(1991)。
- 7) 上田小県誌刊行会：上田小県誌 第4巻自然篇，p 120，小県上田教育会，1963。
- 8) 上田小県誌刊行会：上田小県誌 第5巻補遺・資料篇，p 15，小県上田教育会，1973。
- 9) 坂城町誌刊行会：坂城町誌 上巻，p 70，坂城教育会，1979。
- 10) 飯島南海夫・斉藤豊：更級埴科地方誌 自然篇，更級埴科地方誌刊行会，1968。
- 11) 塩野入忠雄：更埴地方の岩石，1963。
- 12) Banewiz, J.J. and Kenner, C.T.: Determination of calcium and magnesium in limestones and dolomites - Application of the ethylenediaminetetraacetic acid method, Anal Chem., 24, 1186(1952)。
- 13) Cory, R.B. and Jackson, M.L.: Silicate analysis by a rapid semimicrochemical system, Anal Chem., 25, 624(1953)。
- 14) 藤貫正：石灰石，石灰岩の微量元素，116，284-291(1968)。

- 15) H. Slatt, G. Middleton, and R. Murray: Origin of sedimentary rocks, pp.445-537, Prentice Hall., Englewood Cliffs, New Jersey, 1980.
- 16) 牧千代太朗：日本の石灰石, pp.21-72. 石灰石鉱業協会, 1983.

1



Outcrop at Kohbou in Aeki village.
Layer type.

2



Outcrop at playing field of Nagano Univ.
Layer type (Lamina).

3



Outcrop at first construction part of Fujiyama.
A: Layer type. B: Wedge type.

4



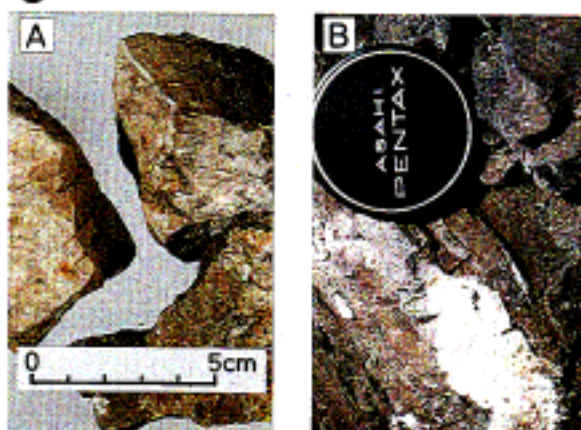
Radial type of calcarious mudstone at site No. VI.
Magnifying photo. of wedge formation (Radial type).

5



Concave type of calcarious mudstone at site No. VI.

6



Lode type of calcarious mudstone at site No. VI.
A: Crevice wall carpeted with calcarious materials
(Carpeting type). B: Crevice filled with calcarious
materials (Carpeting type).

Fig. 3 Photographs of calcarious mudstones observed in Aeki formation, as shown in photo 1 to 6.