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

矢彦沢清允・上野満夫・中田利裕・高木真二・荒井智彦

信州大学繊維学部繊維化学工学科

はじめに

最近の重土木技術の進歩によって堆積岩地帯の傾斜地並びに丘陵地における用地の掘 削造成が可能になり^{1,2)},上田市東南の塩田地域においても第三紀海成堆積岩地帯の土 地開発が進められている^{3,4)}。しかし、これらの地域に水道管並びにガス管などの埋設 配管に激しい土壤腐食、又開発廃土の農業用土への転用による不作など土地開発にとも なう問題点が指摘され、関係者はその対応に苦慮しており、開発促進と安全性の面から もその解明が渇望されている⁵⁾。

著者らは、これらの原因究明のみならず海成堆積岩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、海成堆積岩の表面地質作用との関連から基礎的研究を進めている6,7,8,9)。

この研究調査の過程で、1985年5月5日、上田市富士山東塩田林間工業団地の造成露 頭において貝化石を見出し、この事は既に発表した⁹⁾。しかし、この青木層の西方に当 る中信地方の松本北方地域では多数の貝化石が産出し、多くの研究報告があるが^{10,11,12,} ^{13,14,15)}、東信地方の青木層では貝化石の資料が極めて乏しいので^{16,17)}、とりあえず鑑定 した貝化石種と、又この貝殻中にフランボイダル黄鉄鉱をも見出したので、それらの結 果を報告する。

産出地点ならびに周辺の地形地質の概説

本貝化石の産出地点は、長野県上田市富士山東塩田林間工業団地の造成地内で、上田からニッ木峠を越えて丸子町へ通ずる県道別所丸子線から北の方へ切り開かれた新3号 幹線道路を115 m入った堀割の東面である。 位置は北緯 36°20'40″、東経138°14'56″で あり、海抜は541~546mである。

尚,当位置から東へ240 mの地点においても,1985年5月31日,北沢により貝化石が 見出され,山岸により発表されている¹⁸⁾。

この地点周辺は、地質的には糸魚川一静岡構造線の東側に接す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。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。 地層は青木層であり¹⁷⁾,本地点は青木層下部に属している¹⁹⁾。地形はこれらの堆積層が 隆起し,丘陵性の小高い山地を形成している。用地は階段状に整地されている。

貝化石の産状と地層

貝化石を産出した露頭のスケッチをFig.1に示した。貝化石を産出する地層はもとの 地表面から11~15m下に露出している。その部分は上部の厚さ1m,下部の厚さ2mの 領域で,貝化石が豊富に散在する化石堆として露頭に挟在している。二枚貝は合弁閉殻, 合弁開殻,片殻のものなどが混在し,続成作用の過程で殻の曲げられたものなどがある。 化石堆は青灰色の泥岩層にあり,その上には厚さ15cmの白味を有する青灰色の硬く固結 した石灰質泥岩層がある⁹。次は厚さ6mの青灰色の弱い固結砂岩層で,地表部に近い 上部は黄褐色で,酸化層化している。その層理面やそれに枝状に分れて厚さ2~3 mmの 透明石膏のロードがある。地層は,走向が北から66°西で,傾斜が北東に28°下がりであ り,いずれも整合に重なっている。



Fig. 1. Sketch of outcrop occurring fossil shells

産出貝化石種

本化石堆から産出した貝化石は次の通りである。

Class Pelecypoda Family Vesicomyidae

Genus Adulomya KURODA, 1931 Adulomya uchimuraensis KURODA, 1931^{20, 21, 22)} Pl. I, Figs. 1-6.

Adulomya uchimuraensis KURODA, 1931 — Fossil Mollusca in Homma's Geology of Central Shinano, part 4, p. 27, Pl. XIII, Figs. 111-114.

設は薄く、大形で細長い円筒状。前後両端は丸く、背縁と腹縁とはほぼ平行である。
 形状にはほとんど真っ直ぐなものと幾分湾曲したものとがあり、後者に比べ前者の産出
 が多い。殻表にはやや粗い成長脈が差達し、腹縁ではその脈の間隔が不規則になる。殻
 頂は前方約5分の1に位置し、弱く突出している。後背部には長い半筒状の靱帯と靱帯
 溝を認める。前閉殻筋痕は卵形に凹み、その内面の彫刻は、背方では放射状の糸脈、腹
 方では同心円的な波状脈である。この閉殻筋痕は後部を一条の強肋に取り巻かれている。
 肋は殻頂窩から斜めに前腹方に向かい、前閉殻痕の縁を少し離れた所で消失する。後閉
 殻筋痕、套線は不明瞭である。

Dimensions (in mm) : --

Length	Height	Depth	H/L	Form	Reg. No.
137.0	33.0	ca. 7.5	0.24	С	1
103.0	23.0	ca. 10. 0	0.22	S	3
ca. 93.0	31.0	15.0	·	C	4
ca. 76.0	25.0	7.0	·	S	5
ca. 123. 0	37.0	19.0	-	S	6a
115.0	31.0	17.0			6b
123.0	26.5	12.0	0.22	С	7

Form : C: convex, S: straight

Family Solemyidae

Genus Solemya LAMARCK, 1818

Solemya (Acharax) tokunagai YOKOYAMA, 1925^{22,23)}

Pl. II, Figs. 1-4.

Dimensions (in mm) : --

Length	Height	Depth	H/L	Reg. No.
55.0	17.0	4.0	0.31	21
73.0	23.0	7.0	0.32	22
ca. 41.0	20.0	9.5		23

Family Lucinidae Genus Wallucina IREDALE, 1930 Wallucina? lamyi (CHAVAN, 1938)²²⁾

Pl. II, Fig. 5.

激はよく脹れ、円形に近い。激表には規則正しい成長線がみられる。乳白色。激頂は 小さく、多少突出して前方を向く。前縁及び腹縁は丸いが、後縁は弱い満断状である。 左右両殻の後背部には褶状溝が観察される。保存は大変良好である。該種とは特徴がよ く一致する。

Dimensions (in mm) : --

Length	Height	Depth	H/L	Reg. No.
12.0	11.5	3.5	0.96	31

Subfamily Callistinae Genus Callista POLI, 1791 Callista sp. ^{22, 24}

Pl. II, Figs. 6-9.

酸は長卵形。前端広く,後端延長して狭い。殻頂は前方より約4分の1に位置し,突 出している。殻表には規則的な成長脈がみられる。光沢のある褐色の殻皮が残っている 場合がある。後位式の靱帯が外在する。

Dimensions (in mm) : -

Length	Height	Depth	H/L	Reg. No.
26.0	13.0	4.5	0.50	41
27.5	14.0	4.5	0.51	43
26.5	13.0	4.5	0.49	46
34.0	18.5	5.5	0.54	47

Family Cardiidae

Subfamily Trachycardiinae Genus Trachycardium Morch, 1853 Subgenus Vasticardium IREDALE, 1927 Vasticardium? sp. ^{22,24)}

Pl. II, Figs. 10, 11.

殻は卵円形に脹れ、殻表には放射肋が細かに発達している。貝殻組織の関係上その保存は充分でなく、殻は大分溶蝕している。正確な肋数は不明である。外形が比較的正しく保存されていると思われる雌型には、約18条の肋が残っている。

Dimensions	(in	mm):			
Length	1.	Height	Depth	H/L	Reg. No
10, 0		10.5	2.0	1.05	62

4

Class Gastropoda Family Buccinidae Genus *Buccinum* LINNÉ, 1758 *Buccinum* sp.²⁴⁾

Pl. Ⅲ, Fig. 1.

殻表は乳灰褐色。殻は円錐形で,布目状の彫刻を有する。螺層約4階。各螺層は脹れ, 縫合部深い。殻口付近は乳白色である。

Dimensions (in mm) : -

Height	Largest diameter	Reg. Nø.
ca. 80.0	ca. 36.0	71

Superfamily Naticacea Family Naticidae

Genus Neverita RISSO, 1826

Neverita sp. ²⁴)

Pl. Ⅲ, Fig. 2.

激表には光沢が残っており紫褐色、内部は乳白色である。体層は失われている。 臍孔 部は明らかでないが、 Neveritaの一種であると思われる。

Dimensions (in mm) : ---

Height	Largest diameter	Reg. No.
	ca. 13.5	81

Genus *Tectonatica* SACCO, 1890 *Tectonatica* sp. ^{24, 25)}

Pl. III, Figs. 3, 4.

殻表は黄褐色, 平滑で光沢があり, 成長脈に沿って淡褐条がある。殻頂部螺塔は陥没 しているが, 各層はやや脹らんでいたことが伺える。体層下部は失われている。

Dimensions (in mm) : -

Height	Largest diameter	Reg. No.
ca. 7.0	ca. 7.0	91
ca. 6.5	ca. 10.0	92

東信地方における青木層下部産の貝化石は,1927年及び1928年,本間^{16,17})により8 種(掘足類1種,斧足類7種)が報告されている。著者らは今回の調査の結果,さらに8 種を追加した。今回産出した斧足類に,Adulomya uchimuraensis KURODAが含まれ ているが,該種は別所層の特徴種として知られており¹⁵⁾,保存状態が良好な上,青木層 下部中からの産出が珍しいため,非常に貴重な標本であると言える。また,これらに混 じって Cultellus sp.^{13,15)}と思われる貝化石も産した。前者と後者の間には筋痕の差違 がみられたものの,何分破片であるため,確かに後者であるという断定は今のところ難 しい。他, 貝化石を含む地層の所々に化石生痕²⁶⁾(巣穴)も見られた。巣穴は掘り出し 難く, 長さは正確に測定出来なかったが, その径は太いもので 20mm, 細い も の で は 2.5mm 程度であった。 枝分れや不規則な形のものが多く認められた。植物化石も泥岩 中に見られるが, 保存が悪く, 断片的なものが 多 い。尚, 巣穴の標本は Plate III, Figs. 5-8 に示した。

標本は、信州大学繊維学部繊維化学工学科矢彦沢研究室に保管。

貝殻内のフランボイダル黄鉄鉱

貝化石の殻の断面に見出されたフランボイダル様鉱物の走査電子顕微鏡写真を Plate №-1 に示した。この鉱物の化学元素組成を明らかにするために、エネルギー分散型 マ イクロアナライザーの点分析によって化学元素の特性 X 線スペクトル を検出した。そ の検出点と結果は Plate N の 1, 2, 3 に示した。 ピークパターンをみると、2-A, B にはカルシウムのピークが、3-C, D では鉄と硫黄のピークがそれぞれ顕著になってい る。この結果から、硫黄、鉄、カルシウムの元素に着目し、本鉱物の線と面分析を行い、 それらの結果は Plate N の 4-8 に示した。7 と 8 の線分析のピークパターンをみると 本鉱物位置に鉄と硫黄のそれぞれの顕著なピーク特性が示され、5 と 6 の面分析でもや はり本鉱物位置に鉄と硫黄の特性 X 線像が顕著に画かれている。以上の結果から本鉱物 が硫化鉄であることを確認した。

一方,青木層の青灰色の還元層にフランボイダル黄鉄鉱が見出されているが⁸⁰,この 硫化鉄も特徴ある球状集合体構造²⁷⁾をなしていることからフランボイダル黄鉄鉱である。 骨や貝殻の構成物質などが関与して続成作用下で黄鉄鉱を生成することは知られている が²⁸⁾,本産出化石の殻の断面にもフランボイダル黄鉄鉱の存在を明らかにした。

次に、貝化石近傍における黄鉄鉱の産状の走査電子顕微鏡写真は Plate V の1に示 した。硫化鉄の同定は前と同様にマイクロアナライザーで行い、ここでは線分析の結果 を Plate Vの2-4に示した。それらの結果から産状をみると、貝化石の殻質層に並ん で、微細粒の自形硫化鉄が密集し、層状になっている。次にやはりフランボイダル黄鉄 鉱の密集層がある。このような産状は貝化石の近傍に顕著にみられる。

このような還元層が酸化層化すると黄鉄鉱が酸化をうけて硫酸を生成する²⁹⁾。青木層 の露頭にも遊離硫酸に起因する pH (H₂O) 4.0 以下の極強酸性層がある⁷⁾。還元層の酸 化層化での潜在的酸性化の程度は黄鉄鉱に対する貝化石や微細石灰泥の塩基の相対濃度 に支配されるが⁹⁾、カルシウム塩は湿潤下では最終的に硫酸塩として溶脱される。本青 木層の新鮮な露頭に,酸化層化により生成した硫酸カルシウムの溶脱,逆風化による透 明石膏のロードを見出し、マイクロアナライザーとX線回折により同定しているが³⁰⁾、 Fig. 1 に示したように本化石堆の上部の酸化層にも透明石膏のロードを産出した。

貝化石を含む青灰色の泥岩層は露出されると崩壊性が高い。その崩壊は乾燥と吸湿に よりひび割れを起し、そのひび割れは平らなあるいは湾曲した面をもつ塊で、隣り合う ペッドの面が接し合う塊状のペッドを形成して進んでいく。 一方,わが国で石器人の骨が産出しにくいのは火山灰土の酸性に起因するという人類 学者の一致した指摘がある³¹⁾。

このようなことから、本地域の青木層に貝化石の産出が中信地方に較べて極めて少な いのは、その原因として貝化石の分布そのものに依存することは勿論であるが、フラン ボイダル黄鉄鉱などが貝殻の内外に産出されるので、酸化層化で黄鉄鉱が硫酸を生成し、 貝殻の溶脱が貝化石の産出をしにくくする原因の一つとして推測しうる。³²⁾この確証に は、酸化層での石核²⁰⁾を見出すこと、あるいは本地域と中信地方の青木層との理化学特 性の対比などが今後の課題であろう。

摘 要

最近の土地造成は重土木機械で施行するので,丘陵地並びに傾斜地の第三紀堆積岩地 帯が工場及び宅地用地への土地開発を可能にしている。しかしながら,そのような土地 造成地である長野県上田市東南地域において,埋設配管に激しい土壤腐食が発生し,こ の原因を究明するために,土壤腐食と海成堆積岩の表面地質作用と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、上田市東塩田富士山の第三紀青木層下部に貝化石と貝殻の内外に存在するフランボイダル黄鉄鉱を見出し、その結果次の事柄を知り得た。

1) 産出した貝化石は次の8種である。

Pelecypoda

1.	Adulomya uchimuraensis KURODA	ĺ
2.	Solemya (Acharax) tokunagai YOKOYAMA	5
3.	Wallucina ? lamyi (CHAVAN)	5
4.	Callista sp	Ĩ
5.	Vasticardium? sp	2
Gast	ropoda	-
6.	Buccinum sp	2
7.	Neverita sp	2
8.	Tectonatica sp	5

R:1個体, F:2-5個体, C:6-9個体, A:10個体以上.

貝化石層はもとの地表面から11~15mの深さの処に露出し, 青灰色の泥岩中に挟在している。貝化石の産状は層内に豊富に散在する化石堆型である。この地層は走向が北から66°西で, 傾斜が北東に28°下がりである。

産出地点は二ッ木峠を越えて丸子町へ通ずる道路から北へ115m 入った新3号幹線道路の堀割の東面である。その位置は北緯36°20′40″, 東経138°14′56″である。海抜は541~546mである。

2) フランボイダル黄鉄鉱が貝化石の殻の内外に産出した。黄鉄鉱は水分と酸素の作 用で、容易に硫酸になるので、殻はこの酸で次第に溶出されうる。この事が本地方の黄 鉄鉱のある露頭からの貝化石の産出を少なくしたりあるいは保存を悪くする原因の一つ になると推測した。

謝 辞

この研究調査に当り東塩田林間工業団地へ造成の当初から立入許可を頂いた上田市商 工部長櫻井昭三氏,現場において種々御配慮を頂いた東信土建株式会社土木部工事長北 沢光国氏,貝化石について御教示頂いた国立科学博物館理化学研究部長村山定男博士並 びに古生物第二研究室長藤山家徳博士,又貝化石の鑑定に有益な助言を頂いた本学教養 部教授田中邦雄博士の方々に厚くお礼中し上げます。

文 献

- 1) 野中留一:施行技術, 15(4), 67-77 (1972)
- 2) 三谷健:土質工誌, 22(6), 3-6 (1974)
- 3) 長野大学資料, 1984
- 4) 上田市, 広報らえだ, No. 925, 昭和59年12月16日
- 5) 長野大学,尾島建築事務所,上田市塩田農業協同組合事業部,私信 (1984)
- 6) 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)
- 7) 矢彦沢清允·荒井智彦:長野経済論集, 第24号, 65-79 (1985)
- 8) 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)
- 9) 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,2A06,72-75 (1985)
- 10) 田中邦雄:信州大学教育学部研究論集,9,211-218(1958)
- 11) 田中邦雄:信州大学教育学部研究論集, 10, 67-80 (1959)
- 12) 田中邦雄: 信州大学教育学部研究論集, 11, 173-187 (1960)
- 13) 田中邦雄: 信州大学教育学部研究論集, 13, 41-79 (1962)
- 14) 田中邦雄·関全寿: 信州大学教育学部研究論集, 18, 139-163 (1966)
- 15) 田中邦雄: 信州大学教養部紀要, 第2部自然科学, 7, 35-47 (1973)
- 16) 本間不二夫:地質雑, 34(403), 132-153 (1927)
- 17) 本間不二夫:地球,9(6),423-432 (1928)
- 18) 信濃毎日新聞:地域, 18, 昭和60年6月1日
- 19) 上田小県誌刊行会:上田·小県地方地質図,(1963)上田小県教育会
- 20) 黒田徳米: 信濃中部地質誌, 第4編, 27-28 (1931) 古今書院
- 21) 田中邦雄: 信州大学教育学部紀要, 8, 117-118 (1959)
- 22) 波部忠重:日本産軟体動物分類学 二枚貝綱/掘足綱, 11, 12, 126, 165, 238, 269 (1971) 北隆館
- 23) 田中邦雄:阿南町の化石,141 (1977) 長野県下伊那郡阿南町教育委員会
- 24) 岡田要·内田清之助·内田享:新日本動物図鑑(中)87,88,116,260,266(1971)北隆館

- 25) 黑田徳米·波部忠重: Venus, 15, 69-72 (1949)
- 26) 大森昌衛: 化石の研究法, 165-200, 260-279 (1971) 共立出版株式会社
- 27) Richard, D. T.: Lithos, 3, 269-293 (1970)
- 28) Allen, E. E., Crenshaw, J.S, and Johnson, J.: Amer. J. Sci., 33, 169-236 (1912)
- 29) Smirnow, S. S.: Die Oxydationszone Sulfidischer Lagerstätten, 70-76 (1954) Akademie verlag. Berlin.
- 30) 未発表
- 31) 鈴木尚:科学朝日, 45(8), 38-39 (1985)
- 32) Buurman, P., Breemen, N. Van., and Jongmans, A. G. : Proceedings of the International Symposium on Acid Sulphate Soils, 13-20, August, 1972, WagenIngen, The Netherlands, edited by H. Dost., Vol. II, pp. 52-75.

Summary

On the fossil shells and pyrite from the tertiary Aoki formation in the south-eastern Ueda city, Nagano prefecture, central Japan.

Kiyochika YAHIKOZAWA, Mitsuo UENO, Toshihiro NAKATA, Shinji TAKAGI and Tomohiko ARAI

> Faculty of Textile Sci. and Tech., Shinshu Univ., Ueda, Japan. (Received September 10, 1985)

Since the recent land development was carried out with the heavily equiped civil engineering machinery, the area of Neogene sedimentary formation of a hill and a bevel has become fearible to improve the land for the factory and dwelling. However, the rigorous underground corrosion of buried pipes occures at the site of such land development in the southeastern Ueda city, Nagano prefecture, central Japan. In order to bring light on the cause, the investigation has been made to obtain the fundamental data from the relationship between the underground corrosion and the action of ground-surface geology for marine sedimentary rock.

During the field survey, the authors found the fossil shells and the framboidal pyrite inside and outside of shells in the lower horizon of Aoki formation at Fujiyama of Higashi-Shioda in Ueda city.

The results are follows:

1) The fossil shells were classified into the next eight species. Pelecypoda

1: Adulomya uchimuraensis KurodaA
2: Solemya (Acharax) tokunagai YOKOYAMAC
3: Wallucina? lamyi (CHAVAN)R
I: Callista sp. ·····A
: Vasticardium? spR
stropoda
Buccinum sp
': Neverita sp. ····· R
: Tectonatica sp
Abbreviation: R: Rare-Only one specimen, F: Few-More than two speci- nens, C: Common-More than five specimens. A: Abundant-More than
en specimens.

The shell-containing bed is now exposed, but it was originally at the depth of 11 to 15 meters from the original ground. It is about one meter thick sandwitching between other shell-less portions in the greyish blue mudstone. Shells are found abundant here and there in the portion, indicating the bed to be a fossil bank. The horizone is situated in strike N 66°W and Dip 28° NE.

The site lies in the eastern side of the new third arterial road turned in 115 meters north from the road leading to the Maruko town over the Futatsugi Pass. It is situated in lat. $36^{\circ}20'40''$ N. and long. $138^{\circ}14'56''$ E. The site is 541 to 546 meters above the sea-level.

2) The framboidal pyrite have been found inside and outside of the shells. Since pyrite yields easily sulfuric acid by the action of oxygen with the moisture, the shells are gradually dissolved by this acid. The fact seems to be a reason for the rare occurrence and the poor conservation of fossil shells in the outcrop containing pyrite in this area.

Plate I

(All figures \times 3/4)

Figs. 1-6. Adulomya uchimuraensis KURODA

Figs. 1, 2, 3. Specimens of convex form. Reg. No. 2, 4, 7. Figs. 4, 5, 6. ditto of straight form. Reg. No. 6, 5, 3.

Plate I



Plate II

(All figures × 1 except 5, 10, 11, which are enlarged ones) Figs. 1-4. Solemya (Acharax) tokunagai YOKOYAMA Reg. No. 21, 23, 22, 24.

Fig. 5. Wallucina? lamyi (CHAVAN) Reg. No. 31.

Figs. 6-9. *Callista* sp. Reg. No. 43, 41, 46, 47. Figs. 10, 11. *Vasticardium*? sp. Reg. No. 61, 62.

Plate II



Plate III

(All figures × 1 except 2, 3, 4, which are enlarged ones) Fig. 1. *Buccinum* sp. Reg. No. 71. Fig. 2. *Neverita* sp. Reg. No. 81.

Figs. 3, 4. Tectonatica sp. Reg. No. 91, 92.

Figs. 5-8. sand-pipe Reg. No. A-1, A-2, A-3, A-4.



17

10.22

Plate IV





5.11 Energy (keV)







18

0.00





Plate IV

- Scanning electron microphotograph of framboidal pyrite in the section of a shell. The probing sites for electron probe microanalysis are at A, B, C and D spots.
- 2. Dispersive patterns for X-ray energy of A and B spots.
- 3. Dispersive patterns for X-ray energy of C and D spots.
- 4. Ca K α_1 , X-ray image.
- 5. Fe K α_1 , X-ray image.
- 6. S K α_1 , X-ray image.
- 7. Line profile for Fe K α_1 , X-ray.
- 8. Line profile for Ca K α_1 and S K α_1 , X-rays.

Plate V

- 1. Scanning electron microphotograph of framboidal pyrite outside a shell.
- 2. Line probe for Ca K α_1 , X-ray.
- 3. Line probe for Fe K α_1 , X-ray.
- 4. Line probe for S K α_1 , X-ray.

19