

第21回化石研究会総会・学術大会講演抄録

(2003年6月14日・15日, 金沢大学にて開催)

特別講演 1

九谷焼に携わって

中道俊久 (石川県工業試験場化学食品)

石川県九谷焼試験場は、昭和58年9月に県工業試験場の窯業部門が分離独立し業務を開始した。私自身は当初九谷焼どころか陶磁器に関する知識は全く無く、業界の発展のため何を研究したら良いか皆目見当が付かなかった。このためまず行ったことは業界回りである。数軒の窯元に日参し磁器の製造工程と用いられている原材料に付いての知識を吸収した。又、日常のクレームの対応をしながら情報収集し、製造上の問題点などに付いて聞き取りをしながら九谷焼に関する理解を深めた。

九谷焼は色鮮やかな上絵和絵具を用いた加飾に特徴がある。九谷焼発祥以来業界が抱えている大きな問題の一つは上絵和絵具の剥落であった。他の一つは、上絵和絵具に毒性のある鉛を用いていることであった。また、昭和20年以降は、成形性を重視するあまり可塑性粘土の添加量を多くした坏土を用いた素地が灰色に着色していることに問題があった。これらのことから素地、釉、上絵和絵具のそれぞれを解析し、新しい素地、釉、上絵和絵具を開発することを目的として研究を開始した。

素地に関しては昭和63年に素地の透光性と白色度を向上する研究を行った。素地の透光性と白色度は素地に含まれる酸化鉄及び酸化チタンの含有量に影響されることから、酸化鉄及び酸化チタンの少ない原料を用いて坏土を調整した。この坏土の成形性は多少悪くなっているが透光性はボンチャイナに匹敵する値が得られた。この結果を業界に報告し透光性磁器坏土を量産化する企業を探していたところ、平成元年の年末に宮内庁即位礼饗宴の儀に用いる食器を製作したいとの依頼があり、実用化第一弾となった。平成8年には圧力鑄込み成形体の解析¹⁾のため蛍光X線分析装置を駆使し成形体の組成変化を明らかにした。この鑄込み成形用坏土の可塑性を向上させろくろ成形にも用いられるようにした。平成12年には工業技術院知的基盤課が

企画した国際度量衡局 (BIPM) の125周年記念大皿 (直径60cm) の製作を名古屋工業技術研究所から依頼され、妙泉陶房の協力の下、同年10月に納入し大好評を得た。

平成5年から九谷焼業界にとって長年の懸案であった上絵付け工程での上絵剥落防止に取り組んだ²⁾。上絵剥落現象を詳細に観察すると、釉層に発生する亀裂が上絵剥落の主原因であることが判明した。このことから約500種類の釉を調査し、釉の化学組成及び物性と上絵剥落の関係を実験的に探り当て、上絵剥落を防止出来る釉の組成を確定した。

これまで18年間九谷焼に携わってきて感じたことは、陶磁器分野の研究には経験が必要であるが、近年研究者が手薄となっていることから研究分野としては宝の山であると思われた。九谷焼試験場に勤務を命じられた県に感謝している。今後は無鉛和絵具の完成と九谷焼の新しい伝統を作り上げたいと思っている。これまでご指導を賜った方々及び (社) 日本セラミックス協会に厚く感謝しお礼を申し上げる。

参考文献

- 1) 中道俊久, 木村裕之, 田崎和江, *J. Ceram. Soc. Japan* 100, 609-15 (1998)
- 2) 中道俊久, 粘土科学, 37, 1-9 (1997)

特別講演 2

金と温泉の環境学 in KANAZAWA

四ヶ浦 弘 (金沢高等学校)

金沢は金にゆかりの深い土地である。例えば仏壇等に使われる金箔はそのほぼ100%が金沢で生産されており、ひとつの伝統産業になっている。また金沢の地名は、伝説上の人物である「芋掘り藤吾郎」が山芋の根についた砂金を洗ったことに由来する。この砂金は現在でも採取が可能であり、この4月にも筆者の勤務する金沢高校科学部と金沢大学理学部地球環境講座による合同の砂金採取会が行われた。採取された砂金は田崎研究室のご指導により、大学の施設設備を使用し

て高校生自ら分析同定が行われている。犀川の上流にはかつて金を産出した倉谷鉾山が存在し、この産金をめぐって歴史上いくつかの公害事件も引き起こされてきたが、この砂金が金沢の金箔製造を育んできたことは言をまたない。

さて金沢の名前の由来ともなっている民話「芋掘り藤吾郎」であるが、不思議なことにこの伝説は日本各地に存在し、山芋についた砂金がもとになり発見された鉾山も存在するとされる。微生物による金の濃集については、土壌分離菌 *Aspergillus orizae* を用いての金メッキ廃液から金の回収（松本1992）をはじめ数多くの報告がなされている。また微生物の分泌する多糖類等の粘着物質は重金属イオンを凝集する高分子凝集体として作用し、水道水のろ過にも活用されている。山芋の根についた砂金は伝説ではなく、科学的に根拠のあることなのではないか、この金の濃集と凝集に芋の根の微生物が関与しているのではないかと考えられる。

タンパク質もまた、多価金属イオンの凝集体として作用する。豆腐は豆乳に凝固剤を添加しゲル化したものである。豆腐を構成する主なタンパク質はグリシニンであり、凝固方法には① Ca^{2+} や Mg^{2+} イオンを添加する塩凝固と②グルコノデルタラクトンを添加する酸凝固がある。海水は Mg^{2+} イオンを多量に含むため、古来から日本各地で豆乳に海水を添加する豆腐が作られてきた。しかし海水汚染の進行によりこの海水豆腐はあまり作られなくなった。ところが海水と同じように Ca^{2+} や Mg^{2+} イオンを多量に含む温泉水を用いれば汚染の心配のない温泉水凝固豆腐をつくることができる。これとは逆に豆腐をアルカリ水溶液中で加熱すると、豆腐が溶解することが知られている。九州嬉野温泉ではアルカリ性のお湯で豆腐を煮て溶かした湯豆腐が名物になっている。温泉水による豆腐の凝固と溶解は Ca^{2+} や Mg^{2+} イオンとpHの相関関係により決定される。金沢にも多様な温泉が湧出し、市民や観光客に親しまれているが、この各温泉の成分を Ca^{2+} や Mg^{2+} イオンとpHの相関図にプロットしてみると溶けるタイプ、固めるタイプ2種類の名物温泉豆腐誕生と、豆乳等のタンパク質による環境浄化の可能性がみえてくる。名物豆腐の誕生の可能性のある温泉水には、時として有害な金属イオンが含まれるが、この除去に微生物が一役買っていることがある。金沢温泉滝亭は豆腐を溶かすお湯を湧出するが、この温泉水にはマンガンが含まれる。そしてこの除去にはマンガンを凝集する微生物が一役買っている。

金沢、金、金属、温泉、微生物、環境をキーワードとし、これらの間の相互関係を紐解いてみたい。

特別講演3

福井県の恐竜化石調査—調査と研究—

後藤道治（福井県立恐竜博物館）

福井県勝山市の滝波川流域の北谷町杉山川一帯には、手取層群赤岩亜層群北谷層（白亜系下部）が分布し、近年恐竜化石を中心とした脊椎動物化石が数多く産出している。福井県では、この一帯を中心とした手取層群の動植物相と古環境を解明するために、平成元年（1988）から平成13年（2001）まで恐竜化石調査を行ってきた。この調査では、化石が密集している骨化石層を集中的に発掘するとともに、地質・古生物学的調査、古地磁気測定などが行なわれた。その結果、恐竜をはじめ、その他の古生物の種類や生態に関わる貴重な学術的成果が多数得られた（Azuma and Tomida, 1995, Azuma and Currie, 2000, 平山, 2002, Hirooka et al., 2002, 後藤ほか, 2002, など）。

福井県に分布する手取層群の古脊椎動物学上の発見としては、昭和41年（1966）のアスワテドリリュウの発見が最初である。その後、昭和57年（1982）に勝山市北谷でワニの化石が発見された。昭和60年（1985）に勝山市と隣接する石川県白峰村から産出した菌化石が獣脚類のものと確認されたことによって、福井県のみならず手取層群が分布する富山、石川、岐阜の各県でも本格的な恐竜化石調査が始まった。福井県では平成元年（1989）から平成11年（1999）までの間に杉山川中流の左岸において第一、第二次恐竜化石調査が行われ、平成13年（2001）には次期調査のための試掘調査が行われた。第一、第二次恐竜化石調査では、骨化石層を含む上位の地層を対象に地質、古生物学的調査が行われ、試掘調査では骨化石層より下位の地層について同様の調査が行なわれた。また、骨化石層を集中的に調査するために骨化石層よりも上位の地層を調査しながら取り除く掘削作業が行なわれた。

第一次、第二次恐竜化石調査では、骨化石層より上位の地層を除去した後、骨化石層の上面を露出させ、基準点から1 m²ごとにグリッドを設定した。調査区域の平板測量を行うとともにグリッドごとに発掘面上の標本採集位置を記録しながら発掘が進められた。骨化石層は硬い中粒砂岩からなるために重機を使い少しずつ地層を剥ぐようにし、骨化石相互の水平的垂直的位置関係を明確にしながら分布状況を記録した。また、試掘調査も同様の方法で行なわれた。調査面積は第一次調査では約400 m²、第二次調査では約600 m²、試掘調査では約50 m²であった。

発掘調査地域は現在幅65 m、高さ45 mの大露頭となっている。地層は砂岩頁岩互層を主体とし、暗緑色凝

灰岩層をとまなう。砂岩はアルコース質で暗灰色を呈し、細粒から粗粒で、細礫が混じることもある。露頭の下部には約2mの層厚の暗灰色中粒砂岩層があり、一部に斜交葉理が認められる。この中粒砂岩層は、恐竜をはじめ脊椎動物化石が多産することから骨化石層とよばれている。頁岩は暗灰色を呈し、雲母片を含む。剥離性の高い部分では保存の良い植物化石が産出する。砂岩、頁岩ともに側方への連続性が乏しい。暗緑色凝灰岩層は層厚の変化が著しく、厚いところでは2m以上にもなる。

骨化石層からは、恐竜の体化石や足跡化石のほかに、ワニ・カメ類、魚類、淡水生貝類、卵殻化石や植物化石が産出する。恐竜は*Fukuiraptor kitadaniensis*, *Fukuissaurus tetoriensis*が記載報告されている (Azuma and Currie; 2000, Kobayashi and Azuma; 2003)。特に、*F. kitadaniensis*と考えられる上腕骨と大腿骨については、成体から亜成体、幼体の骨が見つかり、生活共同体が存在した可能性が示唆される。また、竜脚類、獣脚類、鳥脚類などの行跡を含めた足跡化石も多数見つかり、竹山ほか、1992、後藤ほか、2002)。カメ類ではスッポン上科、スッポン科、リクガメ上科など陸生カメ類が報告され (平山、2002)、ワニ類ではゴニオフォリス科と考えられるものが産出している。淡水生貝類では*Plicatounio nakdongensis*, *Pseudohyria matsumotoi*, *Nagdongia soni*, *Nippononaia tetoriensis*, *Trigonioides (Wakinoa) tetoriensis*など、植物化石ではシダ類や球果類が産出している。

古地磁気学的研究では、手取層群の堆積盆地は石徹白亜層群最上部の伊月層堆積時までは非常に低緯度 (北緯24° 付近) に位置し、その後、堆積盆地は急速に北緯40° 付近まで北上したことが明らかとなった (Hirooka et al., 2002)。

福井県の恐竜化石調査は、恐竜を中心とした手取層群の動植物相をさらに調査研究するとともに古環境を解明していく方向へ進んでいる。このことは、東アジア地域の恐竜研究の進展に寄与するのみではなく、国際的に恐竜化石の産出が少ないと言われる白亜紀前期の恐竜を中心とした古生物学・古環境学的研究に少なからず貢献できるものと考えている。

特集テーマ「バイオミネラリゼーションとバイオレメディエーション」

薩摩硫黄島北平下海岸のAIを高濃度に含む白色海水と
その中に生息するバクテリアの生体鉱物化作用

佐藤一博・田崎和江・朝田隆二・長沼 毅
(金沢大学自然科学研究科生命・地球学専攻)

薩摩硫黄島は喜界カルデラの外輪山南端に沿って位置し、硫黄岳を中心とする火山島である。島の北東部に位置する北平下海岸では、海底からの熱水噴出によりAIイオンを高濃度に含む (475ppm) 白色海水が認められる。本研究では、生体に種々の毒性を示すAIを多量に含む白色海水中に生成した沈殿物とその中に生息する微生物の相互関係を生体鉱物化作用の面で検討した。

白色海水に生成した沈殿物は、AIを主成分とし、少量のMg, Si, P, S, K, Ca, Feで構成される。その沈殿物中に、大きさ約1 μ mの桿菌・球菌が多数認められた。桿菌・球菌はコロニーを形成し、細胞膜を取り囲む狭膜内において鉱物を形成している。さらに、微生物表面に高濃度のAIが濃集していることから、沈殿物の形成に微生物が関与していることが示唆される。

本研究で認められた微生物の存在は、AIに耐性を持ち、かつ、汚染環境の修復、バイオレメディエーションの糸口になると考える。

原油を含む化石海水型温泉水中のバイオミネラリゼーション

脇元理恵 (金沢大学自然科学研究科地球環境科学専攻)
田崎和江 (金沢大学理学部地球学科)

豊富温泉 (北海道) および月岡温泉 (新潟県) は原油掘削時に湧出した温泉で、泉質は化石海水型であり、温泉水中には原油が含まれる。水質は両温泉とも中性 (pH 6.4~7.7) で、還元環境 (Eh -280~37mV) を示す。

豊富温泉水中には褐色バイオマットが形成しており、その中には多数の珪藻が認められ、細胞外に原油を付着させる種類 (*Pinnularia* spp.) や細胞内に原油を濃集する種類 (*Achnanthes* sp. または *Navicula* sp.) が観察された。また、バイオマット中には温泉水が化石海水である事を証明する海性の絶滅種である珪藻 (*Denticulopsis* sp., *Melosira albicans*, *Neodenticula kamschatica*) が認められた。

月岡温泉水中には主に糸状菌から構成される緑色バイオマットが形成しており、バイオマットのXRD分析から銅を含んだ鉱物が同定された。また、SEM観察により油の生体鉱物化作用が認められた。糸状菌はバイオマット中の油滴の表面を覆い、バイオフィームを作る。さらに発達すると油を主成分とした鉱物を形成し、糸状菌は溶菌する。

これらの事は、油を含む温泉水中の微生物は油の成分を濃集しながら鉱物化作用を行っている事を示す。

青森県白神温泉に形成されるバイオマットの砒素の生体鉱物化作用

宮田浩志郎 (金沢大学大学院自然科学研究科博士前期課程
生命・地球学専攻)

田崎和江 (金沢大学理学部地球学科)

青森県の南西部に位置する白神温泉には、鉄と砒素を高濃度に濃集しているバイオマットが形成されている。ED-XRF分析から、温泉中には、ごく微量の砒素が存在することが示された。この砒素は微生物の活動により、バイオマット中に濃集していることが示唆された。砒素による地下水汚染はバングラデシュなど世界各地で報告され、深刻な問題となっている。微生物の代謝活動によって起きる生体鉱物化作用は、汚染環境を浄化する有効な手法として期待されている。本研究では、微生物が砒素を鉱物化するメカニズムを解明することを目的とし、バイオマットの形成過程を考察した。光学顕微鏡およびSEMによる観察から、白神温泉のバイオマットは鉄と砒素を含有する顆粒状の鉱物から成り、球菌や桿菌などのバクテリアが生息していることが明らかになった。さらに、TEM観察により、鉄と砒素を含有する鉱物ferrisymplesite ($\text{Fe}_3 \cdot (\text{AsO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) が球菌の細胞上で最初に形成されることが認められた。また、このferrisymplesiteが結晶成長し、バイオマットを形成していることが示唆された。

Biominalization of microorganisms in Kotelnikovsky hot springs, northwest coast of Lake Baikal, Russia

Belkova N. L. (Graduate School of Science and Technology,
Kanazawa University, Kanazawa, Japan)

Tazaki K., Asada R. (Department of Earth Sciences, Faculty
of Science, Kanazawa University, Kanazawa, Japan)

Ca-Si mineral formation in the biomats and sediments of Kotelnikovsky hot springs have found in both natural

condition and laboratory observation. Thermal water in Kotelnikovsky hot springs located on the northwest coast of Lake Baikal, Russia, showed high temperature (76°C), reductive condition (-350 mV) and low concentration of dissolved oxygen (2.7 mg/l). Energy dispersive X-ray fluorescence analyses of hot spring water, biomats and sediments revealed the presence of Si and Ca. Si-to-Ca ratio was 5-to-1 in thermal water and sediments, whereas, 2-to-1 was found in biomats suggesting selective accumulation of Ca and Si by green-colored microbial mats. Transmission electron microscopy represented the earlier stages of mineral precipitation process not only on the bacterial cell walls, but also on the organic matrix of flagellum. Electron diffraction pattern derived from attached particles showed a diffused ring, suggesting a poorly-ordered structure. The XRD and TEM-ED data obtained from the biomats showed the diffraction patterns of low crystalline SiO_2 and calcium silicate hydrates ($\text{Ca}_2\text{SiO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Additionally, SEM-EDS analysis showed the Si-Ca materials around microorganisms in biomats. FT-IR spectra derived from mineralized particles showed bands corresponded to silicate minerals associated with nucleic acids structures, fatty acids, cell proteins, and phospholipids constituents. This process is initiated by the binding of metal ions to negatively charged groups in the structural components of cell walls, followed by nucleation and mineral growth. The amorphous and poorly-ordered structures transform into crystalline phases during deposition. Microorganisms in hot spring biomats play an important role in the deposition of calcium silicate minerals.

島根県津和野間欠泉におけるバイオマットの特徴と放射年代測定

佐治一郎 (金沢大学大学院自然科学研究科)

山本政儀 (金沢大学理学部付属低レベル放射能実験施設)

田崎和江 (金沢大学理学部地球学教室)

1997年島根県鹿足郡津和野町において掘削自噴・間欠泉が開発されたが、温泉水中にはヒ素を 12.3 mg/kg 含むことや、管の中に温泉沈殿物が形成され目詰まりを起こすことなどが原因で、1998年温泉の噴出を停止した。温泉噴出口では球状およびドーナツ状を呈した温泉沈殿物である白色バイオマットが存在する。これらは温泉水に比べヒ素濃度が非常に高く示され、また炭酸塩鉱物が既に形成された粒状の外殻の表面から伸長してストロマトライト構造を形成している。このよ

うな沈殿物に対しての研究は産状、化学組成、微生物種などに主眼がおかれるが本研究ではこのストロマトライトの形成年代（沈積速度）に着目し、放射年代学的手法を用いてそのバイオマットの評価を行った。沈積速度の評価は沈殿物の形成年代の決定だけでなく炭酸塩バイオマットの形成過程、さらにはそれを通しての環境の解析にとっても重要である（田中ほか、2001）。また光学顕微鏡観察およびEPMA分析を行い生成年代と比較してバイオマットの形態、構造および組成がどのように変化するかを調べた。

バイオマットにおける放射性元素濃縮

藤沢亜希子（金沢大学自然科学研究科生命・地球学専攻）

田崎和江（金沢大学理学部地球学科）

山本政儀（金沢大学理学部附属低レベル放射能実験施設）

栗原孝行（金沢医科大学総合医学研究所）

鳥取県三朝温泉は高濃度のラジウム温泉として知られている（御船 1981）。三朝温泉の温泉水および温泉沈殿物について、放射化学的研究が数多く行われてきた。特に、微生物学的観点から、ラジウムの濃集について明らかにすることは、放射性元素の挙動を考える上で重要である。

本研究では三朝温泉で採取したバイオマットと温泉水について、Ge半導体検出器を用いた γ 線測定により ^{226}Ra を、原子吸光光度法分析（AAS）によりFe、Mnの定量分析を行い、その定量値から濃縮係数（Kd）を求めた。その結果、温泉水よりも、バイオマット中に ^{226}Ra 、Fe、Mnが104～105倍で濃集していることが明らかとなった。また、電子顕微鏡（SEM、TEM）による観察から、バイオマットはシアノバクテリア、球菌、桿菌で構成されており、エネルギーフィルター電顕（FE-TEM）を用いた、Mn、Fe、Ba、Ce、Uの元素マッピングから、微生物の周囲に、これらの元素が分布していることが明らかとなった。

以上の結果から、バイオマット中の微生物と放射性元素との関係について考察を行った。

阿蘇カルデラのリモナイト鉱床の成因

—鉄酸化細菌、*Gallionella ferruginea*の役割—

盛一慎吾（金沢大学自然科学研究科生命・地球学専攻）

田崎和江（金沢大学理学部地球学科）

鉄鉱床の成因については縞状鉄鉱床にみられるように、主に物理的、化学的、鉱物学的に研究が行われてきた（例えばDietrich, 2000）。一方、微生物学的な視

点から、鉄鉱床の生成に鉄酸化細菌、特に*Gallionella ferruginea*と光合成細菌が関与しているという報告がなされている（Konhauser et al., 2002）。*G. ferruginea*は代謝活動により、赤褐色のバイオマットを広く一般に形成している。*G. ferruginea*は鉄酸化物の形成を促進させ、無機反応に比べ60倍も速いことが知られている（Sogaard et al., 2000）。つまり、赤褐色バイオマットは現生の鉄鉱床形成の場といえる。日本各地に鉄鉱床が存在するが、特に阿蘇カルデラ北西部のリモナイト鉱床は第四紀の堆積性鉄鉱床であり、この地域の地下水は鉄を多く含んでいる（田中、2000）。また、湧出口には赤褐色バイオマットの形成が認められる。

本研究では、阿蘇カルデラ内の赤褐色バイオマット中に多く認められる*G. ferruginea*の特徴を明らかにし、リモナイト鉱床形成における微生物の役割について考察した。

地すべり地帯における地下水—微生物相互作用

瀬川宏美・田崎和江

（金沢大学大学院自然科学研究科生命地球学専攻）

白石秀一・高橋直人（株式会社日さく新潟支店）

新潟県高柳町は、日本有数の地すべり地帯であり、地すべり防止のための地下水の排水管がすべり面に対し放射状に施工されている。本研究では、約50cm間隔で降り合う4本の配水管から採取した地下水とバイオマットを試料として地下水と微生物相互作用を検討した。地下水は水温、酸化還元電位（Eh）、溶存イオン量に違いが見られ、水温が高いものほど酸化的かつ溶存イオン量が少ない。そのうち地下水温が13.0℃、Ehが141mVと4箇所でも最も低い地点では、PO43-が2～5 ppm、溶存鉄が22.2ppmと高い値を示し、バイオマットは、P、Feともに45wt%も含有する。また、汚濁の指標となる珪藻の*Nitzschia* sp. (cf. *palea*) が認められ、20×1 μm の糸状の物質の集合体が多く観察された。一方、地下水温が4箇所が一番高く（17.2℃）酸化的な（456mV）地点では、Feは水中に検出されず、Si、S、Ca、Kを比較的多く溶存する。バイオマットは、Siを80wt%含有し、存在する珪藻の種類、数とも4箇所の中で最も多く含む。地すべり地の地下水の酸化還元状態、水温、水中のFe、P、Siがバイオマット中の微生物の種類、形態に大きく関わっていることが示された。

Interaction of hydrocarbon-degrading bacteria with expanded perlite, montmorillonite, and kaolinite in removing heavy crude oil: Implication for bioremediation processes

S. Khodijah CHAERUN

(Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa, 920-1192, Japan)

Kazue TAZAKI and Ryuji ASADA

(Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa, 920-1192, Japan)

Interaction of hydrocarbon-degrading bacteria with expanded perlite, montmorillonite, and kaolinite in removing heavy crude oil was evaluated. The results demonstrated that expanded perlite, montmorillonite, and kaolinite could be employed as adsorbent and support materials/carriers in combination with the biofilm formation in degrading heavy crude oil. Apart from their function as adsorbent, they preferentially enacted as bacterial growth-support materials in stimulating the degradation of heavy crude oil, which was evidenced by a tremendous amount of biofilm formed on their surfaces. Optical microscopy, scanning and transmission electron microscopy observations of bacterial cell-mineral complexes showed that bacterial cell was bound on the edges and planar surfaces of the clays, whereas the abundance of bacterial cells seemed to adhere on the surface of expanded perlite as well. It was also observed that behaviour such as aggregation and coaggregation appeared to play an important role in the development of microcolonies, and subsequently, in biofilm structure. In addition to the adsorption or binding of the bacterial cells and heavy crude oil to these adsorbents, it was presumed that their binding was probably by hydrogen bonding and electrostatic interactions between the negative charges of clay minerals (montmorillonite, kaolinite) and expanded perlite and the positive charges on bacterial cells or heavy crude oil. It was concluded that the existence of these support materials (expanded perlite, montmorillonite, and kaolinite) was not limiting factors for the growth of the hydrocarbon-degrading bacteria, even they sustained the bacterial growth which resulted in the enhancement of degradation process of heavy crude oil.

ブラジル、カラジャスの縞状鉄鉱床中の微生物の特徴
田崎和江 (金沢大学理学部)

Brazil, Carajasの縞状鉄鉱床 (BIF) は黒色のヘマタイトの層と赤色の石英の層がミリオオーダーで交互に形成されている。その石英の層には炭素 (0.087 %) と C-H結合が認められるが、ヘマタイトの層には炭素は認められない。EPMA分析によれば、約10ミクロンの球形物質には多量の石英と炭素が濃集している。また、そのマトリックスを鉄がうめっている。石英の部分を懸濁させTEMで観察すると低-高結晶度のグラファイトが認められ、しばしば微生物の細胞壁も残っている。従来、この縞模様は多分静かな海岸環境において、非結晶の珪素が飽和していたであろうと考えられてきた。また、鉄は海底火山の熱水活動からもたらされ、鉄酸化細菌が鉄を集めていると考えられている。

しかし、本研究結果はBrazil, Carajasの縞状鉄鉱床 (BIF) は鉄の豊富な海水の中で、微生物が珪酸の生体鉱物を形成していたかもしれないことを示している。

一般講演

生体におけるリン酸アパタイト結晶形成機構の2経路について

寛 光夫 (明海大学歯学部口腔解剖学第一講座)

軟体動物の殻体、脊椎動物の歯牙、骨、歯石や病的石灰化組織に含まれるリン酸アパタイト結晶は、構成成分の違いにより大きく炭酸アパタイトとフロールアパタイトとに二分される。しかしながら、微細構造を比較した場合、炭酸アパタイトは中心線 (CDL) の有無によりCDL-typeとCDL-freeに二分される。一方、フロールアパタイトはこの観点からCDLを欠くために、CDL-freeに属する。この構造的違いは、結晶形成過程の経路が異なることに由来すると推測される。Brownらの説では、アパタイト結晶の形成過程にはオクタカルシウムホスフェイト (OCP) がアパタイトへ移行する不可欠な中間体として存在すると言われている。今回、CDL-freeに属する結晶の形成過程について電子顕微鏡を用いて観察を行い、格子間隔をもとに生体鉱物におけるOCPの存在と格子のアパタイト化を捕らえた。これは、CDL-freeのアパタイト結晶は、OCPを前駆体とした経路で結晶が形成されることを示唆している。さらに、CDLを伸介としたCDL-typeの結晶形成と異なることから、生体系には結晶の進化を反映する

2 経路の形成機構が発達したと考えられる。

硬骨魚類全骨類ガーの歯の発生より見たエナメル質とエナメロイドの関係

笹川一郎・石山巳喜夫 (日本歯科大学新潟歯学部)

従来、脊椎動物の歯の高石灰化層であるエナメル質とエナメロイドの系統発生上の出現時期や関係については議論がある。全骨魚類ガーはその顎歯にcap enameloid とcollar enamel (ectodermal enamel) の両方をもつ唯一の現生種として知られている。歯の器官発生においてエナメル質形成とエナメロイド形成の関係を観察できる貴重な材料である。今回はcap enameloid 形成とcollar enamel形成を連続して観察、主に形態的特徴から個体発生における両者の関係を考察した。Cap enameloid成熟期にcollar enamel形成が始まり、エナメロイド基質の分解と脱却が進行した時にエナメル基質が歯軸部象牙質の表面に形成される。エナメロイド基質を分解する酵素はエナメル基質を分解しないことが示唆される。エナメロイドのあるところにはエナメル質は無く、エナメル質のある部位ではエナメロイドはない。したがって、それぞれ別な上皮と間葉の細胞組み合わせによって形成される、と思われる。器官発生では歯冠のエナメロイドが形成された後に歯軸のエナメル質が形成される。また、エナメロイドが存在するのは魚類段階なので、エナメロイドはエナメル質にくらべ系統的に古い硬組織形成様式と言える。しかし、エナメロイドがエナメル質形成の先行段階として必要ではなく、エナメル質と象牙質の間にエナメロイドが存在することにもならない、と思われる。エナメル質とエナメロイドは別々に形成される硬組織と考えられる。

現生二枚貝に見られる靱帯部の線維構造について

真野勝友 (東京都昭島市上川原町3-9-6)

化石二枚貝類に見られる靱帯は内靱帯のみで、外靱帯は例外なく消失している。これ靱帯は有機質のみからなり、このため化石化の過程で溶脱等により消失したのと考えられる。

一方、現生二枚貝類の場合では内・外靱帯とも認められるが、それらの観察には化学処理によって靱帯に含まれている有機物を除去する必要がある。

本報告では化石試料では認められない外靱帯を含めて微細構造を観察するために、現生の試料を用いてそれらの構造を観察した。その結果、*Meretrix lusoria*

の場合では内靱帯、外靱帯ともに、繊維状構造が観察された。内靱帯の場合の繊維状構造はaragoniteによるものであるが、外靱帯に見られる繊維状構造については初めての知見である。しかも、この構造は脱有機処理の後で観察されたものであることから、有機物によって示されるものではなく、鉱物質によるものであろうと考えられる。このことは内靱帯でも脱有機により鮮明なaragoniteによる繊維状構造が観察されていることから裏付けられる。

今回はこれらいくつかの二枚貝類で観察された靱帯の繊維状構造について報告する。

貝殻の殻皮にかかわる知見とその考察

小林巖雄 (新潟大学 (非常勤講師), 新潟市松海が丘3-4-15)

二枚貝の貝殻において、殻皮は石灰質殻層の外表面側を占める。それは外套膜縁部の褶部に存在する殻皮腺や外褶内面上皮細胞から分泌される物質で造られる。石灰化しない硬タンパク質からなる事は古くから知られている。この報告では、殻皮にまつわるいくつかの知見を紹介し、機能的意義などについて若干の考察を述べる。

知見としては、1) 殻皮は多層構造からなる。2) 淡水貝は貝殻の本体と咬板の両者に内殻皮を形成する。3) 酸性水環境中における淡水貝の石灰質殻の化学的溶解を防ぐ。4) 殻皮は寄生物による石灰質殻層の破壊を防ぐ。5) 殻皮は石灰質殻層へと発達する石灰沈着の最初の場を提供する。

内殻皮の形成時期や形成細胞については課題が多く残されている。興味がある事実は内殻皮が形成された後に、石灰質殻層である薄層のアラゴナイト質稜柱層がまず形成され、ついで真珠層が形成される事である。これらを形成する細胞に関する課題が残されている。

酸素同位体比から推定できるクモヒトデ化石の古生息環境 (予察)

石田吉明 (千歳丘高校)

瀬戸浩二 (島根大学)

藤田敏彦 (国立科学博物館)

クモヒトデ化石の産出した鮮新-更新統土層層はシルト岩層とシルト岩の偽礫を含む砂岩層との互層からなり、スランプスカー堆積物であるとされている。このうちシルト岩層からは現地性のキタクシノハクモヒトデが密集して多量に産出し、また砂岩層からはキタクシノハクモヒトデとモザイククモヒトデが混じって産出している。これら2種は現生種であるが、現世の

海底では両種が同所的に分布している例は知られていない。そこでこの両種について、それぞれの現生標本と化石の酸素同位体比からクモヒトデが生息していた水温を明らかにし、生息深度の推定を試みた。

化石と比較するために岩手県沖（深度250~460m）から採集された現生キタクシノハクモヒトデ（10個体）と、千葉県~高知県沖（深度110~275m）から採集された現生モザイククモヒトデ（4個体）を材料として用いて、これらの酸素同位体比を比較したところ、両種とも土層産化石と現生標本とではほぼ同じ値を示すことがわかった。

さらに、化石個体の保存状態を調べるために、化石個体をSEMで観察し現生標本と比較したところ、両種とも化石の表面の微細な多孔質の構造は現生個体と同様の特徴を示し、続成作用の影響をあまり受けておらず、保存状態は良好であると判断された。

これらのことから両種はともに鮮新~更新世と現世とで生息深度を変えていないこと、および土層産のモザイククモヒトデは下部浅海帯に、キタクシノハクモヒトデは上部漸深海帯に、それぞれ生息していたことが推定される。したがって、土層の砂岩層に生息深度の異なるクモヒトデ化石が混在するのは、キタクシノハクモヒトデが生息する上部漸深海帯に下部浅海帯に生息していたモザイククモヒトデが流されてきたためであると考えられる。

現生標本では酸素同位体比から推測される水温と実際の生息深度の水温とが対応していることが示された。クモヒトデ化石の酸素同位体比の測定は初めての試みであるが、保存状態のよい化石における酸素同位体比は現生標本と同様の値を示し、これを利用できる可能性が示唆された。演者らは上記2種以外のクモヒトデ化石についても酸素同位対比を測定しており、いずれその結果と解釈も報告する予定である。

埼玉県見沼低地の完新世の化石群集

小幡喜一（埼玉県立熊谷高校）

林弥生子（埼玉県立自然史博物館ボランティア）

さいたま市緑区山口新田の芝川第一調整池工事現場で、見沼低地の地下約8mまでの完新統の地層を観察した。ここには、上位に水平に堆積した厚さ約50cmの泥炭質泥層、その下位の東~南東に約5°傾斜した極細粒砂岩~粘土層地層がみられ、前者は頂置層、後者は前置層に相当する三角州成層と考えられる。下位の粘土層からシルト層に漸移する部分に化石層が2層準見られる。その構成種は、二枚貝類の*Potamocorbula amurensis*が圧倒的に多く、そのほか*Crassostrea gigas*、

*Morella iridescens*などの二枚貝類、*Assiminea japonica*、*Cerithidea largillierii*、*Colbicula japonica*、*Decorifer insignis*、*Odostomia sublimpida*、*Odostomia kizakiensis*などの巻貝類や、蔓脚類*Balanus kondakori*も少量見られる。化石層は、二枚貝の多くは貝殻は分離し、横倒しになっており、他生の産状を示す。しかし、*Potamocorbula amurensis*には、合併の物もみられる。粘土層中には太さ24~29mmの巢穴化石*Thalassinoides*、極細粒砂岩中には逃避痕が認められる。

大阪市内の上部更新統上町層から産出した日本初記録のアジアザルガイ化石

石井久夫（大阪市立自然史博物館）

アジアザルガイ*Vepricardium asiaticum* Bruguiere 1789の化石が、大阪市内に分布する前期更新世の上町層から産出した。本種は、インド~太平洋に棲息するザルガイ科の二枚貝で、分布は台湾以南とされていて（波部，1977）、日本では化石も含めて初記録と思われる。

本化石は、1986年に大阪市天王寺区茶臼山でおこなわれた（財）大阪市文化財協会による発掘調査中に、考古学でいう地山層である上町層（上部更新統）の海成砂層（趙，1986）から採集された標本である。1998年頃に同協会調査員であった故久保和士氏により同定を依頼され、産出が明らかとなった。標本は右殻の一部と左殻の一部からなる不完全な破片で、殻頂部は欠けている。腹縁等の形状から同一個体の左右と考えられ、発掘時に破損した可能性が強い。放射肋の密度や、肋上の顆粒などの種を特徴づける貝殻形態、装飾を残している。同属のイチゴザルガイやシナザルガイに似るが、肋数や顆粒状突起の配列が異なる。

現生種はベルシャ湾から東南アジアに至る範囲に分布し（Vidal, 2000）、台湾の澎湖島からも記録されており（大塚，1937）、ほぼ北回帰線より南に限られる。また、台湾海峡では浅海の砂質の海底に棲息するとされ（王，1988）、偶産種ではあるが、上町層堆積時の温暖な海況とオープンな環境を示す種類として注目される。

人類の初期進化に関する諸問題—自然人類学ノートより

後藤仁敏（鶴見大学短期大学部歯科衛生科）

最近、初期人類化石が次々と発見・報告されている。すなわち、700万年前の最古のヒト科とされる

Sahelanthropus tchadensis, 600万年前の*Orrorin tugenensis*, 550万年前の*Ardipithecus ramidus kadabba*, 350万年前の*Kenyanthropus platyops*, 250万年前の*Australopithecus garhi*などである。今や、ヒト科には、7属19種が含まれている。

また、一方で、現生類人猿、とくにチンパンジーの研究により、人類と類人猿の境界は次ぎつぎと取り払われている。ゲノムのレベルでは、ヒトとチンパンジーの違いは、わずか1.2%であるという。

これらの化石や研究を紹介するとともに、新しく生まれた初期人類進化をめぐる諸問題について、私見を述べたい。

すなわち、人間性とは何か、という問題を検討するなかで、直立二足歩行の起源、道具の使用と作成、食物の分配が、何時どのようにして発生したか、について考察する。

矮小円錐歯の癒合歯（過剰歯）の形態と組織構造およびその進化学的意義について

高橋正志（日本歯科大学新潟短期大学）

森 和久（日本歯科大学新潟歯学部）

21歳日本人女性の上顎左側第1および第2大臼歯の舌側に出現した5本の矮小過剰歯の形態と組織構造について検討し、これらを形成した歯胚の由来について考察した。

本例のうち2本は円錐歯で、他の3本では数個の円錐歯の咬頭がみられた。本矮小過剰歯では、正常大臼歯のものよりも、シュレーゲルの条紋が不明瞭であった。エナメル質中層の小柱断面の形態は歪みが強かった。エナメル質表層の小柱断面の形態は、正常大臼歯のものと同様に歪みの少ない鍵穴形であったが、エナメル小柱の幅は正常大臼歯のものよりも大きかった。エナメル質最表層には層板状構造が認められた。本例のうちの数個の円錐歯の咬頭をもつ過剰歯は、歯の形態および組織構造から、多咬頭歯ではなく、数個の円錐歯の癒合歯であると考えられる。正常大臼歯を形成した歯胚の一部が、数個完全分離して、本過剰歯を形成したものと考えられる。矮小過剰歯では、機能の軽減化による形態および組織構造の単純化に伴い、エナメル小柱が太くなるものと推察される。ヒトにおける矮小円錐歯の癒合歯の出現は退化現象の一型と考えられる。

千葉県染井横穴墓から出土した人骨について

小寺春人（鶴見大学歯学部解剖学教室）

多古人類化石研究会

千葉県多古町の古墳時代の染井横穴墓から出土した人骨について、その人類学的特長を報告する。横穴墓内の人骨の平面分布は、約120cm×50cmの範囲に分布しており、骨の配列は不規則ながら主要な1体が上肢を西に下肢を東に向けて配列していた。出土した骨と歯から推測される個体数は成人2個体と子ども3個体である。疾患歴としては脊柱の異常な側弯と前弯、歯周病が見られた。生活痕には下肢骨に蹲踞面が認められた。人類集団の系統的な特徴としては、下顎骨に「動揺下顎」などの原始的な形質が見られるが、歯の大きさや形質からは、同時代の東日本人の特徴の範疇に入る。