



目次

再生可能エネルギー再興	内田利弘	1
第10回部門成果報告会のお知らせ	広報委員会	2
十大ニュースより		
原位置土壌汚染調査・浄化技術の研究開発と現場適用	張 銘	3
2010 部門グラント報告		
「ちきゅう」掘削試料解析による西南日本発達史と気候変動史の研究	中嶋 健	4
浅熱水性金鉱床形成につながるマグマ起源流体の解明	村上浩康 他	5
2011 部門グラント紹介		
南関東ガス田における地下微生物の分布及び活性の調査 ～大規模 DNA 解析手法を用いた包括的アプローチ～	片山泰樹 他	6
鉛・セシウムの土壌汚染リスク評価の高度化・汎用化に関する研究	保高徹生 他	6
ただいま研究中		
ブラウン管ガラスに含まれる有害金属の溶出特性評価に関する研究	井本由香利	7
受賞のお知らせ	8
産総研つくばセンター一般公開開催報告		
行事カレンダー		

再生可能エネルギー再興



主幹研究員 内田利弘

菅内閣の最後の重要法案として、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が8月26日に成立しました。同法では、再生可能エネルギー源を用いて発電された電気について、国の定める一定の期間・価格で電気事業者が買い取ることが義務づけられます(固定価格買取制度)。対象となるエネルギー源は、太陽光、風力、中小水力、地熱、バイオマスです。

地熱探査技術の研究に従事している筆者としても、本法の施行によって、地熱を初め、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの利用が我が国で一気に加速されることを期待しています。しかし、買取価格は未定であり、地熱については、現在の法規制の下で開発を行うと、検討されている15～20円/kWhという買取価格では採算に乗らないケースが多いと予測されることから、すぐには開発促進に繋がらない可能性があります。

少し話題を変えますが、地熱エネルギーの利用には電気と熱の2つの形態があります。現在、全世界で年間の熱利用(熱や温水の直接利用)は122TWh、発電量は67TWhで、熱利用が発電の約2倍です(2010年時点)。例えば、火山国であるアイスランドでは、発電用の蒸気を分離した後の熱水を給湯、暖房、温室栽培などに利用することは当たり前になっています。ちなみに、アイスランドでは国全体の1次エネルギーの62%が地熱でまかなわれているのに対し、同じ火山国である日本は0.1%です。また、火山のないドイツでも数百～数千kWの小規模な地熱開発が活発に進められていますが、エネルギーの有効利用のため、百数十度の熱水でバイナリー発電を行った後の温水を暖房など

に利用しています。両国とも、エネルギー政策の中で地熱推進の位置づけを明確にしていることが窺えます。

それに対し、日本では地熱発電量は2.63TWh(2010年)、熱利用は温泉利用を除いて1.4TWh(2006年)です。熱利用は地熱資源国の中では遅れており、地熱発電所の熱水の有効利用も少ししか行われていません。また、この10年間では熱利用量は横這いであり、発電量は減少傾向にあります。発電については資源エネルギー庁が電力政策を担う監督官庁として明確ですが、複数省庁に関係する熱利用については、推進のための政策が明確ではなく、利用量に関する統計データも整備されていません。

当部門を中心とする産総研における地熱研究においても、これまでは発電が中心でした。勿論、地質分野の研究は主に地下が対象なので、地上でのエネルギー利用についてはあまり得意ではありません。しかし、地下深部にある高温の熱水資源から、浅部の温泉や地下水・地中熱にいたるまで、地下から得られるエネルギーを複数の形態で最大限利用することは重要です。現在、当部門で進めている温泉発電の実証研究はその1つの例と言えます。上記の固定価格買取制度についても、個々のエネルギー源の立場からではなく、エネルギーの全体的な供給体制や有効利用を考え、地元が有するエネルギー源を効果的に融合させた開発を進めることが重要です。安心・安全な社会の将来への継承に向けて、特に再生可能エネルギー資源の豊富な東日本大震災の被災地域も含め、復興のためにも再生可能エネルギーの開発推進が期待されます。地質分野の研究者にもそのような事業への貢献が求められていると思います。

第10回(平成23年度)地圏資源環境研究部門 成果報告会のお知らせ

「震災と地圏システム」

日時：2011年12月13日(火) 14:00～18:10(開場 13:30)

場所：(独)産業技術総合研究所

臨海副都心センター(別館 11F 会議室)

参加費：無料 - 事前登録制(懇親会費は 3,000 円)

参加申込 web サイト <http://unit.aist.go.jp/georesenv/s10>

ジオ・スクーリングネット CPD：4 単位(事前登録必要)

上記の要領で成果報告会を開催いたします。今年度のテーマは、東日本大震災からの復興への貢献という意味を込めて、「震災と地圏システム」としました。ポスターセッションでは当部門の全研究グループの研究紹介の他、個々の研究者が行っている研究の成果も紹介いたします。多数の皆様のご来場を賜りますよう、お願い申し上げます。

プログラム

時間	講演内容	講演者
14:00-14:20	地圏資源環境研究部門の活動	研究部門長 矢野雄策
14:20-15:00	招待講演 北上山地と仙台平野の地質環境と津波堆積物	東北大学大学院環境科学研究科 教授 土屋範芳
15:00-15:30	土壌汚染の評価手法と浄化技術の開発 ー震災復興支援に向けた取り組みー	副研究部門長 駒井 武
15:30-16:00	福島県いわき市の大地震被災地における物理探査法調査	主幹研究員 内田利弘
16:00-16:40	ポスターセッション	
16:40-17:10	復興に向けた広域地下水流動解析 ー地下水資源の質・量についての可視化ー	地下水研究グループ長 丸井敦尚
17:10-17:40	液化化問題への物理探査技術の活用と取り組み	物理探査研究グループ 神宮司元治
17:40-18:10	持続可能な地中熱利用を目指して ー地中熱のポテンシャル評価手法の開発ー	地下水研究グループ 内田洋平
18:15-20:00	懇親会	

ポスターセッションの内容

発表題目(発表者)		発表題目(発表者)	
1	つくば市内での石造文化財の被災事例 ー 2011.3.11 東日本大震災ー (長 秋雄)	13	東日本大震災による砕石場の被害 ー茨城県を例にー (須藤定久)
2	福島第一原子力発電所の半径 30km 圏周辺における広域地下水流動 (丸井敦尚・伊藤成輝・越谷 賢・小原直樹)	14	排ガスからの二酸化炭素回収を利用した農業分野への検討(2) (鈴木正哉・月村勝宏・酒寄英里・池田智英子・永好けい子・犬飼恵一(サステナブルマテリアル研究部門)・前田雅喜(〃))
3	地中熱ポテンシャル評価手法の開発 (吉岡真弓・内田洋平・藤井 光(九州大)・山谷 睦(日本地下水開発株)・宮本重信(福井大))	15	くりこみを用いた多孔質岩石の空隙スケール画像のフォーメーションファクターの計算 (中島善人・中野司(地質情報研究部門))
4	震災復興に向けた地下水利用 (丸井敦尚・内田洋平・伊藤成輝・越谷 賢・小原直樹・井川怜欧・吉岡真弓)	16	高温油層への CO ₂ の注入が常在微生物のメタン生成活動に与える影響 (眞弓大介・坂田 将・前田治男(国際石油開発帝石株)・宮川喜洋(〃)・五十嵐雅之(〃))
5	東京湾埋立地における長期観測により認められた地下温度の上昇 (宮越昭暢(地質標本館)・林 武司(秋田大))	17	発光バクテリアを用いたバイオアッセイによる土壌汚染評価手法の開発 ー土壌溶出成分の影響ー (杉田 創・駒井 武・井本由香利)
6	近年の中央アジア地域における金鉱床の開発について (大野哲二・神谷雅晴・奥村公男・寺岡易司)	18	微生物によるクロロエチレン類汚染浄化の分類と制限要因 (張 銘・吉川美穂(ケミカルグラウト株)・竹内美緒・駒井 武)
7	佐渡南西沖上越海盆西部における熱流量測定 (後藤秀作・森田澄人・棚橋 学・金松敏也(海洋研究開発機構)・八久保晶弘(北見工業大)・片岡沙都紀(函館工業高専)・町山栄章(海洋研究開発機構)・木下正高(〃)・山野誠(東京大)・松林 修・松本 良(東京大))	19	難透水層を含む VOCs 汚染地盤における <i>Dehalococcoides</i> 属細菌の生息判別指標の検討 (吉川美穂(ケミカルグラウト株)・竹内美緒・張 銘・駒井 武)
8	熊野トラフにおける鮮新世以降の構造変形とそれに伴う諸現象 (森田澄人・後藤秀作・棚橋 学)	20	放射性物質によるヒトへの被ばく評価 (張 銘・保高徹生・田中敦子・川辺能成・原 淳子・坂本靖英・駒井 武)
9	シェールガス鉱床の地化学的条件と我が国でのシェールガス鉱床の可能性 (鈴木祐一郎・小田 浩)	21	CO ₂ 地中貯留のリスクアセスメントシステム GERAS-CO ₂ GS (田中敦子・坂本靖英・駒井 武)
10	Cs 吸着能を持つ非晶質アルミニウムケイ酸塩の合成とその吸着特性 (末益 匠・鈴木正哉・月村勝宏・片元 勉(戸田工業株))	22	放射性セシウムの土壌中での挙動評価 (保高徹生・中村公人(京都大))
11	関東地域の水溶性天然ガスに関する地質・地化学的研究 (佐脇貴幸・金子信行・前川竜男・猪狩俊一郎・棚橋 学・中嶋 健・森田澄人・坂田 将)	23	二、三の岩石におけるパーカッションビットの掘削特性 (唐澤廣和・鈴木宏治(鉱研工業株)・高橋幸司(〃))
12	コンクリートの乾燥収縮 ー地質学の立場からの考察ー (須藤定久)		

日本では、土壤汚染の潜在サイト数が88万ヶ所、調査と対策に必要な費用はそれぞれ2兆3千億円及び11兆円にもものぼると推定されている¹⁾。実際に、環境省水・大気環境局が公表した近年の調査・統計結果によれば、日本における土壤汚染の判明事例は年々増加しており、その内、約半分は超過事例となっている²⁾。また、超過事例の6割以上は鉛及びその化合物などに代表される重金属類汚染、3割近くはテトラクロロエチレン(PCE)やトリクロロエチレン(TCE)などに代表される揮発性有機化合物(VOCs)による汚染である。すなわち、日本の土壤汚染は基本的に重金属類とVOCsによるものが殆どである。

これまで国内における土壤汚染の対策法として主に掘削除去法が採用されてきたが、浄化コストが高く、また、最終処分場残余容量の逼迫や二次汚染の恐れなどの問題が懸念されている。このため、昨年度施行された改正土壤汚染対策法は、掘削除去法への偏重を是正することが改正目的の一つとされており、今後原位置浄化への期待が益々高くなり、実用化を目指した関連技術の開発も必要不可欠である。

このような社会ニーズに応え、関連技術を体系的に確立するために、筆者及び多分野にわたる共同研究者らは重金属類及びVOCs汚染の調査評価技術ならびに浄化対策技術の両面から鋭意研究を進めてきた。また、現場での実用化を念頭にし、複数の企業との共同研究も同時に推進してきた。本稿では、本研究で取り込んでいる幾つかのトピックスを簡略に紹介するとともに、関連技術の将来展望を試みる。

一般に、重金属類は土壤に吸着されやすく、人為的な汚染は局所的なものが多い。浄化対策のトータルコストを削減するためには、汚染エリアを迅速かつ的確に特定することが重要である。本研究では、最新技術の携帯型蛍光X線分析装置を利用した重金属類の簡易分析精度を公定法などとの比較・検討によって詳細に検証し、小型高精度GPS測量技術とも融合させ、オンサイトで実施可能な重金属類汚染濃度の迅速マッピング技術を確立し、実用化できる段階にまで至っている。また、原位置、特に汚染物質を吸着しやすい粘性土壤を含む難透水性地盤からでも、汚染物質の回収・浄化が可能と考えられる動電学的浄化法に注目し、実用化に向けた研究開発を実施している。この動電学的浄化手法は、通電による土壤間隙中の水分解や電気

泳動を利用し、汚染物質を土壤から溶出、移動させて回収する方法である(図1)。これまでの研究開発では、動電学的浄化手法のメカニズムを活かし、さらに低環境負荷、自立性及び柔軟性などの観点から、太陽光エネルギーを利用した原位置浄化のパイロット試験に成功を取めた。原位置浄化の風景及び浄化前後における土壤中のカドミウムの濃度変化の例を図2に示す。本浄化手法をさらに発展させるために、現在受託研究などにより、汚染土壤の鉱物組成や土壤有機物質、共存イオン及び電圧の印加パターンなどが浄化効率に及ぼす影響など体系的な調査・研究を展開しており、本格的な実用化に向けた更なる研究開発に邁進している。

一方、PCEやTCEなどに代表されるVOCsは動粘性係数が小さく、比重が水より大きいいため、汚染は地下深部まで到達し、難透水層の直上で滞留し、下部への浸透・拡散と水平方向の移流・拡散などのプロセスで広範囲に分布する。また、VOCsは重金属類と異なり、無害物質に分解できる性質を持っているため、本研究では、自然界に生息する微生物を活かしたバイオレメディエーションの研究開発にも共同研究などにより取り組んできた。微生物による還元的条件下でのPCEの脱塩素分解経路を図3に示す。この分解では、主に水素分子を電子供与体として、PCEなどのクロロエチレン類を電子受容体として利用した逐次脱塩素化反応である。エチレン(ETH)までに完全分解されれば無害となるが、*Dehalococcoides*属という細菌の存在が不可欠である。これまでの研究開発で、*Dehalococcoides*属細菌の生息環境(図4)の判別指標や浄化の制限要因とその調査評価方法の確立ができ、実際の浄化設計や浄化促進に有益な知見が得られている。還元的脱塩素分解のほか、直接酸化や共代謝によるクロロエチレン類の浄化に関する研究も展開しており、複雑な汚染状況にも柔軟に対応できる融合的浄化手法の確立に向けて更なる研究開発を重ねている。

参考文献

- 1) 社団法人土壤環境センター：我が国における土壤汚染対策費用の推定, 19pp (2000).
- 2) 環境省水・大気環境局：平成21年度 土壤汚染対策法の施行状況及び土壤汚染調査・対策事例等に関する調査結果, 75pp (2011).

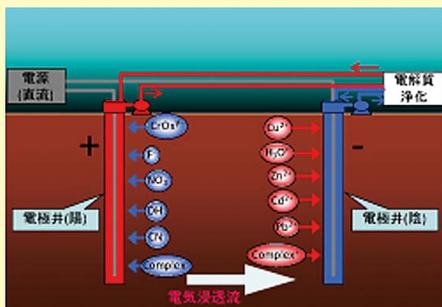


図1 動電学的浄化手法の概念

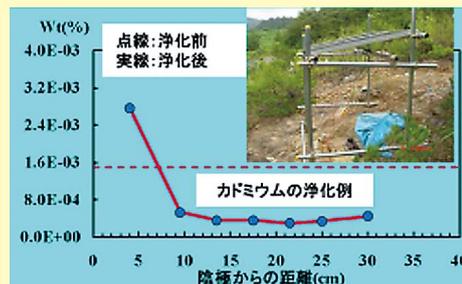


図2 太陽光エネルギーを利用した電気修復法による汚染土壤浄化のパイロット試験結果例



図3 微生物による脱塩素分解経路

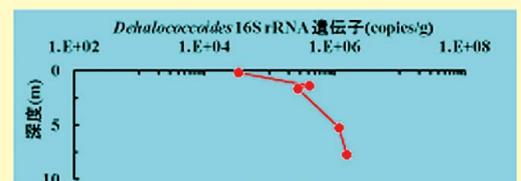


図4 脱塩素分解に係わる微生物の分布例

「ちきゅう」掘削試料解析による西南日本発達史と気候変動史の研究

燃料資源地質研究グループ 中嶋 健

日本国内で資源探査や国土の開発を行うためには、国土の地盤がどのように形成されてきたのか、またどのような環境の変遷を遂げてきたのか等の、長期間の国土の歴史を知ることが不可欠です。しかしながら、西南日本の陸上の場合には早い時代から隆起して削剝を受け、履歴を記録できる堆積盆地が限られたために、東北日本に比べると国土の履歴がよく解明されていませんでした。

そこで、西南日本から削剝された物質が最終的に運ばれて溜まる紀伊半島沖太平洋の四国海盆の堆積物に注目しました。本研究の目的は「南海トラフ地震発生帯掘削計画」で四国海盆の Site C0011 及び C0012 における深海掘削船「ちきゅう」を用いて掘削された過去 2000 万年間の地層掘削試料の解析により、西南日本の履歴の欠損を埋めることです。私は、産総研地質情報研究部門、千葉大学理学部、京都フィッシュン・トラック (株)、石油資源開発 (株)、高知大学海洋コア総合研究センター及び海洋研究開発機構の研究者達との共同研究により、掘削試料中の火山灰の分析やフィッシュン・トラック年代測定、堆積物中の鉱物組成分析・花粉化石分析・有機炭素・炭素同位体比の分析を行い、西南日本の隆起史・火山活動史・長期間の気候変動史・西南日本由来の有機炭素フラックス変動の復元を目指しました。その結果、以下のような履歴が判明しつつあります (中嶋ほか、2011)。

掘削地点の層序は、図 1 に示すユニット I-VI の 6 つの岩相ユニットと基盤に区分されています (Saito et al., 2010)。

- ① 2000 万年前頃に四国海盆基盤の玄武岩が形成されました。
- ② その直後からユニット VI の遠洋性の石灰質の泥がゆっくりと溜まりました。
- ③ 日本海形成末期の 1500 万年前頃には、あちこちで火山活動があり、ユニット V の様々な組成と給源の凝灰岩が四国海盆に堆積しました。
- ④ その後 1200 万年前までのユニット IV では大量のタービダイト砂岩の堆積があり、四国海盆に大規模な海底扇状地が形成されたと推定されます。砂岩は花粉化石と陸起源の有機物に顕著に富み、紀伊半島の熊野酸性岩に特徴的な鉱物組み合わせをもつことがわかりました。これに先立つ 1500 ~ 1400 万年前に紀伊半島で熊野酸性岩の噴出があったことが知られており、それ以降 1200 万年前頃まで紀伊半島で大規模な山地隆起があり、熊野酸性岩が削剝されて大量の砂が四国海盆に混濁流で流れ込んだと推定されます。
- ⑤ 1200 ~ 900 万年前のユニット III は半遠洋性の泥のみが堆積し、凝灰岩がないことから火山活動の停止が推定されます。この頃には紀伊半島を含む西南日本の隆起が終了したと考えられます。この時期までは花粉化石から暖温帯性の気候であったと推定されます。
- ⑥ 900 万年前頃のユニット II に入ると、花粉化石にツガ属の産出が増加し、気候が冷温化したと推定されます。800 万年前頃に火山活動が再開し、軽石を含んだ凝灰質タービダイト砂岩が大量に堆積しました。この砂岩は花粉化石と有機物に乏しいことから植生に乏しい火山弧などが起源と考えられますがまだ特定されていません。
- ⑦ 750 万年前頃以降のユニット I では、火山灰を除いて陸起源の物質の供給が乏しい環境が現代まで続いたと考えられます。

現在の掘削点は、紀伊半島から 100km ほど沖に位置し

ていますが、フィリピン海プレート上の四国海盆は北西方向に移動して西南日本の下に沈み込んでいますので、1200 万年前には陸地から 3 倍以上遠い沖にあったと推定されています (Saito et al., 2010)。この頃の半遠洋性泥岩中の花粉化石は陸上に較べて一桁以上少なく、西南日本から離れていたとの推定を裏付けています。一方、陸地から最も離れていた 1200 万年前以前、四国海盆に最も大量の西南日本起源の砂が堆積したので、この当時紀伊半島を含む西南日本外帯でこれまで知られていなかった激しい山脈隆起があった可能性があります。この砂は多量の陸起源有機物を含んでいることから、西南日本陸上で植物が吸収した二酸化炭素が有機物となり、山脈隆起により四国海盆に運ばれて、分解されにくい海底下に安定的に固定されたことを意味します。いわば天然の二酸化炭素地中貯留です。現在の南海トラフや房総半島では、微生物の働きで有機物が分解されてきたメタンがメタンハイドレートや水溶性天然ガスとして大量に存在していますが、その有機物がどこから来たのかはわかっていません。この研究の結果、西南日本起源の有機物が山脈隆起により一旦太平洋底に堆積し、プレートの沈み込みによって再び付加帯に取りこまれてメタンの起源になる一種のリサイクルの可能性も示唆されます。

参考文献

中嶋 健ほか、2011、日本地球惑星科学連合2011年度連合大会要旨MIS022-15.

Saito, S. et al., 2010, Proc. IODP, 322.doi:10.2204/iodp.proc.322.2010

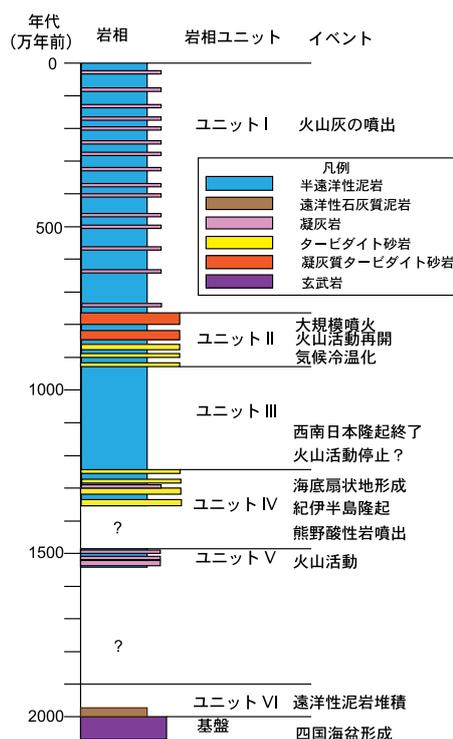


図 1 掘削地点層序と主なイベント (Saito et al., 2010 を簡略化し加筆)

浅熱水性金鉱床形成につながるマグマ起源流体の解明

鉱物資源研究グループ 村上浩康・昆 慶明・高木哲一

本研究の目的は、浅熱水性金鉱床に産する金が「どこから供給・運搬され、どのように沈殿・濃集したのか？」という第一級の命題を世界に先駆けて解明することにあります。

地表浅部（1km内外）に発達する浅熱水性金鉱床は、鉱物組み合わせの違いから高硫化型と低硫化型とに2大別され、深部（地表下2-6km）のマグマ（火成岩類）の貫入に伴う熱水系（熱水変質帯）中に生じています（Hedenquist and Lowenstern, 1994; 図1）。熱水系深部の斑岩型鉱床では、マグマから分離した低塩濃度の気相（蒸気）と高塩濃度の液相（高濃度塩水）から成る沸騰流体が認められ、CuやAu、Asなどの元素は低塩濃度の気相側にS（硫黄）と共に分配されます。その気相側が浅部（<1km）まで達することにより、高硫化型金鉱床が形成されると考えられています（Heinrich et al., 2004）。しかし、熱水にマグマから「金属」がどれ程供給されているのかは、未だ議論の最中にあります。研究では、鹿児島県の赤石・春日鉱床（高硫化型）並びに菱刈鉱床（低硫化型）及び愛知県振草セリサイト鉱床を対象とし、鉱物中に流体包有物として捕獲されている“熱水”の化学組成をレーザーアブレーションICP質量分析（LA-ICP-MS）により分析しました（図2）。

【菱刈：低硫化型金鉱床】流体包有物の金含有量は、脈形成最初期の“マグマ起源熱水”で最も高く（平均 Au:2.3 µg/g）、極めて高い金濃度（>10 µg/g）を示す流体包有物も認められます。脈形成末期では、流体中の金濃度（Au:0.19 µg/g）は減少する一方、As（初期 30 µg/g → 末期 38 µg/g）及びSb（86 µg/g → 387 µg/g）は初期に比べて末期で増加します。硫黄濃度は脈形成初期で検出限界（<150 µg/g）以下、脈形成末期で200～400 µg/gとなっています。推定形成深度は0.5kmです。

【赤石・春日：高硫化型金鉱床】流体包有物の平均金含有量は、赤石 Au: 3.1 µg/g、春日で Au: 1.7 µg/g を示しています。As 及び Cu 濃度は両鉱床共にそれぞれ数百 µg/g、約 25 µg/g、Sb 濃度は赤石で 254 µg/g、春日で 65 µg/g です。硫黄濃度は赤石で 3,800 µg/g、春日で 9,200 µg/g となっています。推定形成深度は1.0kmです。

【振草：セリサイト鉱床】金、硫黄、銅に富むマグマ起源流体（気相・液相包有物）を発見しました。特に、鉱床下部に産する高温・高塩濃度の気相包有物では、平均で Au (1.5 µg/g)、S (16,900 µg/g)、Cu (600 µg/g)、As (120 µg/g)、Sb (50 µg/g) を示しています。推定形成深度は1.5kmです。

これらの結果から、浅熱水性金鉱床を形成した熱水の金属濃度は Au:1.5 µg/g ~ 3.1 µg/g、Sb: 数百 µg/g、Cu: 数十 µg/g であると考えられます。極めて高い金濃度 (>10 µg/g) を持つ流体包有物は、熱水中で既に晶出した金の微粒子を含むことが示唆されます。黄鉄鉱などを含む流体包有物では金や銅濃度が特に高く（平均 Au:25 µg/g、Cu:590 µg/g：赤石鉱床）、鉱床形成場の熱水を捕獲したものと考えられます。一方、硫黄及びヒ素濃度は高硫化型では高く、低硫化型では低いことが明らかとなりました。振草のマグマ起源流体と金鉱床とを比較した場合、金はほぼ同じ濃度範囲ですが、形成深度が浅くなるに連れ硫黄やヒ素濃度が低くなっていくことを特徴とします。この傾向は、深部マグマから派生した熱水が地表へと上昇する過程で、硫化鉱物の形成（ex. 石英-黄鉄鉱-セリサイト脈）により硫黄を消費しつつ、金がチオ錯体として運搬されることを示唆しています。すなわち、高硫化型と低硫化型との違いは、斑岩型鉱床の形成深度（ex. Murakami et al., 2010）と密接に関連している可能性があります。

参考文献

- Hedenquist, J.W. and Lowenstern, J. B. (1994) The role of magmas in the formation of hydrothermal ore deposits. *Nature*, 370, 519-527
- Heinrich, C. A., Driesner, T., Stefánsson, A., Seward, T. M. (2004) Magmatic vapor contraction and the transport of gold from the porphyry environment to epithermal ore deposits. *Geology*, 32, 761-764.
- Murakami, H., Seo, J.H. and Heinrich, C.A. (2010) The relation between Cu/Au ratio and formation depth of porphyry-style Cu-Au ± Mo deposits. *Mineralium Deposita*, 45, 11-21.

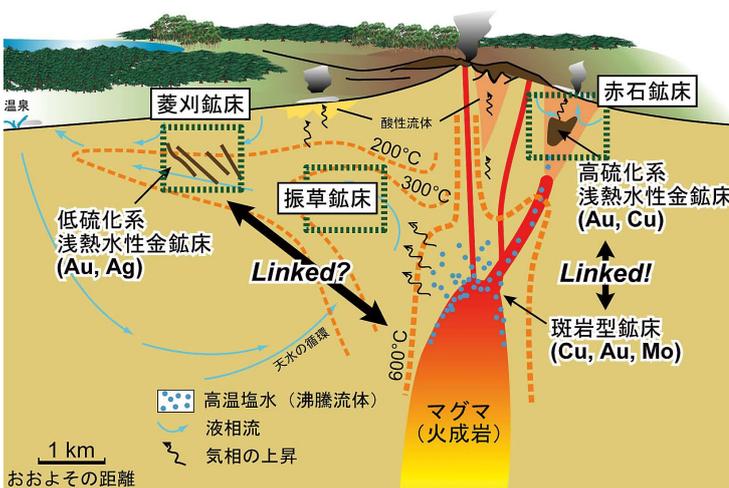


図1 マグマ熱水系に発達する鉱床

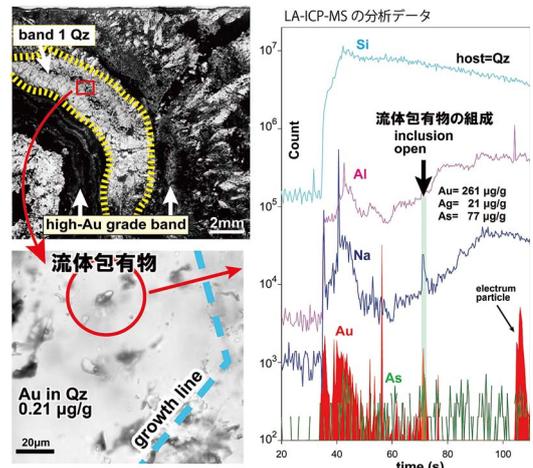


図2 低硫化型金鉱床から採取した石英中に認められる流体包有物のLA-ICPMSによる化学組成分析結果。金を多く含む。

2011 部門グラント紹介

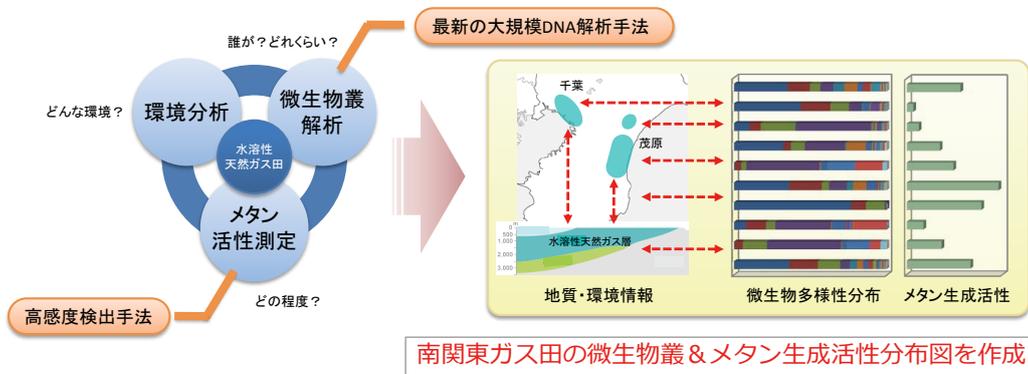
南関東ガス田における地下微生物の分布及び活性の調査 ～大規模 DNA 解析手法を用いた包括的アプローチ～

地圏微生物研究グループ 片山泰樹・吉岡秀佳・坂田 将

南関東ガス田は、千葉県を中心に分布する日本最大の水溶性ガス鉱床です。ここから産出される天然ガスは、メタンガスの純度が高く、地球温暖化や公害の原因となる窒素酸化物等の排出量が少ないクリーンなエネルギーとして広く利用されています。メタンガスは微生物起源、すなわち、地下に生息する微生物によって有機物が分解される過程の最終産物として過去につくられたものと考えられています。私たちは、南関東ガス田から採取した試料から生きたメタン生成微生物を発見し、現在もガス田においてメタン生成活動が起こり得る可能性を見出しました。さらに、メタン生成に必要な有機物が大量に残存していることから、微生物を利用した天然ガスの増産も期待されます。日本に

おけるクリーンな燃料資源の主要な供給源である南関東ガス田において、微生物によるメタン生成活動の有無、天然ガス蓄積への寄与、そして、それらの様々なガス田地域での普遍性を調査することは、原子力の代替エネルギーの必要性が問われる現在の社会的ニーズにも見合っています。そこで、私たちは、メタン生成に関与する地下微生物の分布及びメタン生成活性を南関東ガス田において広範かつ三次元的に調べることによって、ガス田における微生物生態系全体の基盤情報を構築し、天然ガス生産の実態に迫ることを目的とした研究を提案しました。この研究の特徴は、メタン生成微生物とメタン生成活性の空間分布を同時に得ることと、最新技術である大規模 DNA 解析技術により様々な

ガス田サイトにおける微生物の分布を、細菌・古細菌・真菌類等の微生物生態系全体を網羅的に解析することです(図)。将来的には、メタン生成活性の高いサイトをターゲットとして現場でのメタン生成メカニズムを解明し、メタン生成を支配する要因を特定することでさらなる増産の可能性を探っていきたいと考えています。



鉛・セシウムの土壌汚染リスク評価の高度化・汎用化に関する研究

地圏環境リスク研究グループ 保高徹生・原 淳子・川辺能成・坂本靖英・張 銘

2010年4月の土壌汚染対策法の改正に伴い自然的原因による基準超過土壌も法の対象となりました。この結果、改正前より基準超過件数が多かった鉛汚染土壌の確認件数の更なる増加が予想され、社会・経済的な観点より掘削除去からリスクに応じた合理的な措置への移行は急務となっています。

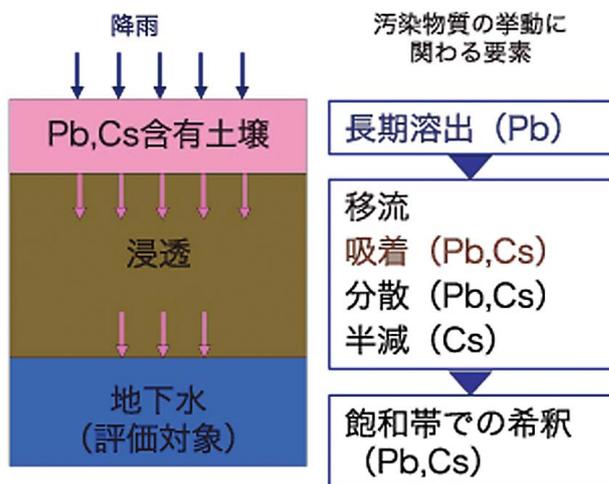
他方、2011年3月11日の東日本大震災に起因する原子力発電所の事故に伴う放射性物質の放出により、半減期の長いセシウム134、137を中心とした土壌汚染が広域で確認されています。現在、応急対策として学校校庭の空間線量低減を目的とした表土撤去や天地返しが計画・実施されていますが、今後の長期的な措置・管理計画の策定においては地下水環境への影響評価は欠かせません。

鉛・セシウムによる土壌汚染はその発生源は異なるものの、共に土壌中では陽イオンとして存在し土壌中での移動性は低いという特性をもちます。そのため短期的な地下水汚染リスクは低いものの、今後、数十年、数百年にわたり汚染が残存することを勘案すると、鉛・セシウムの不飽和土壌中での挙動を把握し、地下水環境への影響を評価した上で長期的な管理・措置計画を立案することが極めて重要と考えられます。

本研究では、前述の課題を解決するために、①鉛・セシウムの不飽和土壌中での挙動予測に資するパラメータを室内試験等により得て今後の汚染土壌の管理に資する基盤情

報として整備するとともに、②本研究グループによる既往研究モデルを発展させ鉛・セシウムによる地下水汚染発生リスク評価手法を開発、③日本の一般環境や高濃度汚染地域におけるリスクを評価することを目的としています。

セシウムに関する成果は今後の放射性物質による土壌汚染の長期管理・措置計画の策定において、鉛に関する成果は自治体・事業者が鉛汚染土壌のリスクを把握し合理的な措置を推進する上での重要な知見になると考えています。



リスク評価の概念図

ブラウン管テレビやモニターに使用されるブラウン管ガラスは、パネル、ファンネル、ネック、フリットと呼ばれる組成の異なるガラスから構成されています。パネル以外のブラウン管ガラスは、X線の遮蔽のため、図1に示すように鉛を多く含んでおり、鉛ガラスとも呼ばれます。これまで廃棄されたブラウン管テレビは家電リサイクル法によって回収され、廃ブラウン管ガラスは新しいブラウン管ガラスへと水平リサイクルされてきました。しかし、薄型テレビへの置き換えによりブラウン管ガラスの需要は世界的にも急激に減少しており、さらに今年7月のテレビ地上波デジタル放送への移行によって、ブラウン管テレビの大量廃棄が進んでいます。こうした状況の中、2010年12月からブラウン管ガラスカレットのリサイクル・処分に係る技術検討会（環境省）が開催され、埋立処分も視野に入れた新たなリサイクル技術及びシステム構築について検討されています。ブラウン管ガラスからの鉛等資源金属の抽出やガラス工芸品・建築資材への転用、ガラスからの有害金属の不溶化技術等に関する研究・開発は進んでいますが、金属・ガラス資源保管の目的を含めて、ブラウン管ガラスを埋立処分した場合には、含有有害元素による土壌・地下水汚染が懸念されます。そこで当研究グループでは、ユビキタスエネルギー研究部門と独立行政法人国立環境研究所との共同研究として、ブラウン管ガラスからの有害元素の長期浸出評価に関する研究を行っています。この研究では以下4つの課題を設定しています。1) 長期暴露条件下でのガラスからの浸出量の評価（ユビキタスエネルギー研究部門）、2) ガラスからの有害元素の浸出メカニズムの把握（同）、3) 土壌環境における浸出特性および拡散特性の評価、4) 廃棄物としての長期安全性の評価（独立行政法人国立環境研究所）。当研究グループでは3)の研究課題に対して、地圏環境リスク研究グループとともに、ブラウン管ガラスに含まれる有害金属元素の長期浸出・拡散特性の評価技術を確立するために、前処理方法や洗浄試験を含めた溶出試験手法の検討や埋立環境を模擬した条件下におけるガラスからの鉛等有害元素の溶出挙動評価を研究しています。

【溶出試験手法の検討】

ガラスからの有害金属元素の溶出量は、ガラスの構成成

分や形状、土壌・埋立環境により大きく変化します。再現性・信頼性があり、かつ、必要以上に煩雑ではない溶出試験方法の確立には、前処理方法および溶出試験手順の検討が重要となります。前処理試験では、試料作成時のコンタミ（異物混入）の影響や洗浄効果の有無について検討を行い、予備溶出試験では、実環境よりも厳しい環境条件（溶媒pH、固液比等）も想定して、元素溶出量のレンジの確認や濾過用フィルター孔径の選定を行いました。溶出量のレンジや土壌を用いた試験を考慮した場合、ガラス試料の粒径は1-2 mm程度が適切であること、アルコールを用いた超音波洗浄（3回程度）によりガラス試料作成時に発生するガラス微粉の除去が可能であること、などを明らかにし、一連の試験手順を検討した結果の詳細について Journal of MMIJ (Vol. 127, No. 9 (2011)) に報告しています。

【各種溶出試験による鉛溶出特性評価】

ブラウン管ガラスが埋立処分された場合には、雨水や土壌水、コンクリート抽出水等の性質の異なる溶媒や土壌構成成分との接触が考えられます。そこで、溶媒 pH の影響や土壌共存下での元素溶出特性を把握するための溶出試験を実施しました。ブラウン管ガラスからの鉛溶出量は、基本的には鉛化合物（酸化物、水酸化物など）の溶解度の pH 依存性に類似した挙動を示します。しかし、ブラウン管ガラスには多数の元素が含まれており（表1）、鉛以外の元素、特にアルカリ金属元素の溶出に伴って溶液 pH が上昇する傾向にあり、この溶液 pH の変化と通水条件より鉛溶出挙動が複雑に変化することも確認されました（図2）。今後も引き続き、埋立環境を模擬した条件下での試験を行い、ブラウン管ガラスからの鉛溶出挙動における共存元素や溶媒の性質等の影響を明らかにし、新たな処分方法に関わる知見の蓄積と提供に努めたいと考えています。

以上の研究の他に、部門内グラントの助成を受けて、ブラウン管ガラスからの有用金属元素の除去・回収技術に関する研究にも取り組んでいます。これについては改めて GREEN NEWS にて報告する予定です。

謝辞

本研究の一部は、環境省地球環境保全等試験研究費（2008-2010年度）により実施しました。

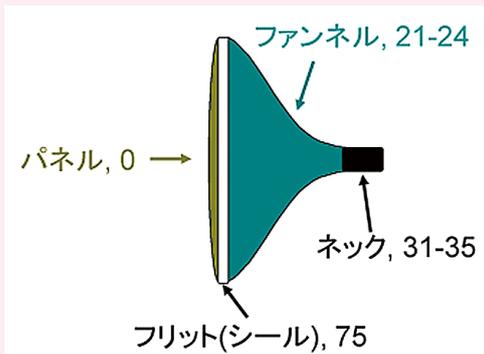


図1 ブラウン管ガラスの鉛含有量 (数字は PbO mass%)

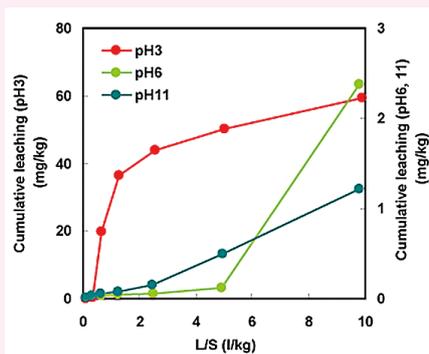


図2 ファンネルガラスからの鉛溶出量 (ガラス 1kg 当り) の例

表1 リサイクルファンネルガラスの組成

element	mass%	element	mass%
Si	24	Zn	0.035
Pb	23	As	0.022
K	7.2	Ce	0.020
Na	4.8	Rb	0.0094
Ca	1.8	Mn	0.0053
Mg	0.75	Ni	0.0013
Al	0.60	Cr	0.0011
Sr	0.33	Cu	0.0003
Sb	0.32	Mo	0.0002
Ba	0.20	Y	0.0002
B	0.19	V	<0.0005
Fe	0.11	Se	<0.0001
Zr	0.088	Sc	<0.0001
Ti	0.049	Cd	<0.0001

受賞のお知らせ

山岸昂夫テクニカルスタッフ（地圏微生物研究グループ）は、国際アナモックスシンポジウム（IANAS2011）において”Characterization on anammox activity of swine wastewater activated sludge using a 15N-tracer technique using GCMS”という発表で Best Poster Presentation Award を受賞しました。アナモックス菌は無酸素条件下で亜硝酸とアンモニアから窒素ガスを生成する新規な微生物群で、排水の窒素処理技術ならびに環境での窒素循環に関連した注目を集めています。著者らが産総研で開発した窒素安定同位体と GCMS を使ったアナモックス活性の簡易迅速測定法は、ユニークで環境でのアナモックス活性の検出のほかに、廃水処理装置の開発、維持管理にも活用できます。

産総研つくばセンター一般公開開催報告

2011年7月23日に、産総研つくばセンター一般公開が開催されました。当部門からは、「サイエンス・コーナー」に2件の展示を行いました。

『CO₂を地下深い地層に閉じ込める』

CO₂ 地中貯留研究グループ・奥山康子主任研究員

『人・社会の営みと花崗岩』長 秋雄主任研究員

詳細は次号にて紹介します。

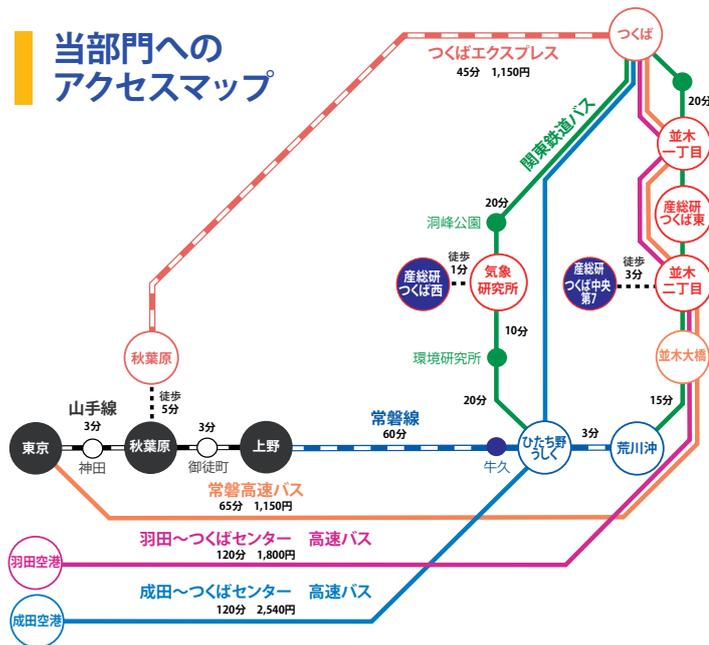


行事カレンダー

10/6-7	第9回環境地盤工学シンポジウム http://www.jiban.or.jp/index.php?option=com_content&view=article&id=1009&Itemid=78	京都市 京都大学
10/13-14	産総研オープンラボ http://www.aist-openlab.jp/	つくば市 産総研 つくばセンター
10/27-28	平成23年度 日本応用地質学会 研究発表会 http://www.soc.nii.ac.jp/jseg/00-main/H23_annual_meeting.html	札幌市 教育文化会館

11/7-9	第9回アジア地熱シンポジウム http://unit.aist.go.jp/georesenv/event/asia9.html	指宿市 メディアポリス指宿
11/9-11	日本地熱学会平成23年学術講演会 http://www.mine.kyushu-u.ac.jp/grsj/TopMsg.html	指宿市 メディアポリス指宿
11/20-23	物理探査学会第10回国際シンポジウム http://www.seg.org/is/10th/	京都市 京都大学
12/13	第10回地圏資源環境研究部門成果報告会 http://unit.aist.go.jp/georesenv/event/	東京都 産総研臨海副都心センター

当部門へのアクセスマップ



当部門研究施設は第7事業所及び西事業所に配置しております。

地下水 RG (7)	地圏環境リスク RG (西)
地熱資源 RG (7)	地圏環境システム RG (西)
鉱物資源 RG (7)	
燃料資源地質 RG (7)	つくば中央第七事業所 〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 TEL 029-861-3633
地圏微生物 RG (7)	つくば西事業所 〒305-8569 茨城県つくば市小野川 16-1
地圏化学 RG (7)	
物理探査 RG (7)	
CO ₂ 地中貯留 RG (7)	
地圏環境評価 RG (西)	

つくばエクスプレス終点つくば駅をご利用の場合：
荒川沖駅（西口）行きまたは阿見中央公民館行き関東鉄道路線バスに乗り、並木二丁目下車、徒歩3分。また産総研の無料マイクロバスも有ります。

JR常磐線荒川沖駅よりバスをご利用の場合：
つくばセンターまたは筑波大学中央行き関東鉄道路線バスに乗り、並木二丁目下車、徒歩3分。

東京駅八重洲南口より高速バスつくば線をご利用の場合：
つくばセンター・筑波大学行きに乗り、並木二丁目下車、徒歩3分。

上記以外的高速バス路線
●つくばセンター⇄羽田空港
●つくばセンター⇄成田空港

つくば中央第7事業所への交通手段
詳しくは http://www.aist.go.jp/aist_j/guidemap/tsukuba/center/tsukuba_map_c.html をご覧ください。

GREEN NEWS No.34 Oct. 2011

2011年10月1日発行
通巻第34号・年4回発行

本誌記事写真等の無断転載を禁じます。



<http://unit.aist.go.jp/georesenv/>

発行：独立行政法人産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 研究部門長 矢野雄策
編集：地圏資源環境研究部門 主幹研究員（広報委員長）内田利弘
〒305-8567 つくば市東 1-1-1（第七事業所）TEL 029-861-3633
〒305-8569 つくば市小野川 16-1（西事業所）
部門 web： <http://unit.aist.go.jp/georesenv/>
ご意見、ご感想をお待ちしております。
上記サイト「お問い合わせ」のページからも受付けております。



AI03-E00019-34