

- トップコラム/山形大学 理学部 地球環境学科 教授 齋藤 和男
- ICRP新勧告2007の概要/シリーズ [2] 放射線防護の生物学的側面
- 暮らしと放射線 あれこれ/〈その3〉 照射による宝石加工の実態
- お願い/データ入力締切日について
- お知らせ/日本保健物理学会「第43回研究発表会」開催のご案内

ト
ッ
プ
コ
ラ
ム
89



齋藤 和男

アメリカ巡検 予定外の思いがけない感動

一所懸命に計画を立てたのに、何かの障害があってその計画が実行できなくなり、しかしその結果は思ってもみなかった成功に終わるなどということがある。失敗した実験から大発見が生まれるという話はよく聞かすが、実際にはそんな例がごろごろそこら辺にある訳ではないだろう。私が経験したのは旅行の計画での話である。

山形大学理学部地球環境学科の3年生には地球科学巡検という授業がある。日本内外の地質を見て歩く1週間程度の地質見学旅行である。地球環境学科の教員には6年に1回ほどこの巡検の引率の役目が回ってくる。

私は地球物理学出身で、地層を眺めてそこから情報を引き出すといった地質学の教育は受けていない。門前の小僧習わぬ経を読むといったところはあるにしても、野外地質観察に関しては素人である。素人には日本の地質は難しい。地質学の根底にあるのは「水平堆積の法則」と「地層累重の法則」である。堆積物は水平に堆積して行き、古い堆積物は新しい堆積物に覆われて行く。後の時代に地球の営力によってこの堆積物がそのまま上昇して地上に現れるならば、私たちの目の前に水平に続く堆積層が現れるはずである。しかし、日本のような地殻の活動が活発なところでは、地層は傾き、よじれ、切れ切れになる。山形では隣の山にどう続いて行くのかよく解らない地層もある。植生に恵まれた日本では、地層が露出しているところも限られている。

それなら、アメリカに連れて行こう。グランドキャニオンや、モニュメントバレーといったコロラド高原なら、ほとんど砂漠に近くどこでも地層を見ることが出来る。また、地層は水平で同じ地層を数百キロメートル先まで追いか

けることが出来る。地質学の教科書にこの付近の写真は頻りに登場するが、実物を見たら感動はもっと大きいだろう。それに、大陸の広さを実感するのもよい体験だろう。いろいろと理屈を付けて、平成9年に第1回のコロラド高原巡検を行った。参加した学生には概ね好評だった。

2回目の巡検は平成15年だった。この時は、ラスベガスから小型飛行機でグランドキャニオンに入る計画を立てた。空からグランドキャニオンを見ようという計画である。この巡検のハイライトだった。その計画がもろくも崩れた。アメリカ西海岸へ向かう飛行機は成田を夕方に発つ。早朝のサンフランシスコで乗り継いで、私たちの旅の出発地ラスベガスに正午過ぎにつくという計画であった。成田発は午後3時頃。期待に胸を膨らませて機内の席に着いた私たちだったが、飛行機は一向に動こうとはしない。アナウンスがあって、整備に時間がかかっているという。じりじりしながら待つ。3時間ほどして、「機体を交換します。乗り換えて下さい。」結局、成田発は4時間ほど遅れた。サンフランシスコからの便はなんとか押さえて、ラスベガスに着いたのは4時近かった。今から飛んでもグランドキャニオン付近は暗くなってしまふから飛行機は飛ばないという。しかし、ホテルはグランドキャニオンにとってある。急遽バスに切り替える。1時間ほどで日も暮れて、月を友にしてのドライブが続く。飛行機代は戻ってこないだろうし、追加のバス代もあるし…。まあ、くよくよ考えても仕方ないか。ホテルについたのは午後11時。くたくたになって、ともかくも寝た。

翌朝、眠い目をこすりこすり、部屋のカーテンを開けた。「あーっ」だか「おーっ」だか分からなかったが、同室のN先生が叫んだ。感動で言葉にならなかったようだった。

私たちの部屋の前、狭い遊歩道の向こうにグランドキャニオンの絶壁が朝日を浴びていた。(http://ksgeo.kj.yamagata-u.ac.jp/~kazsan/class/2003excursion/2003houkoku.htmlに写真が載っています。ご覧ください。)

今年の9月、私たちは3回目のコロラド高原巡検を計画している。ただ何も言わずに、広大な自然と向かいあってこようと思う。

.....

さいとう かずお (山形大学 理学部 地球環境学科 教授)

プロフィール ● 神奈川県横浜出身。第五福丸丸事件が起きた1954年に小学校入学。この年の暮れには「ゴジラ」が公開された。1990年山形大学理学部地球環境学科教授。専門は地球年代学、同位体地球科学。東京大学大学院でAr40-Ar39年代測定法を用いて海底岩石年代の測定を行う。1986年第1種放射線取扱主任者免状取得。山形大学理学部放射性同位元素実験室主任者を兼任。趣味はクラシック音楽を聴くこと、謡曲・仕舞。

社団法人日本アイソトープ協会 常務理事 佐々木 康人



1. 放射線の健康影響

放射線の有害影響には2種類ある。1つは高線量の放射線を急激に浴びた場合に生ずる確定的影響（有害な組織反応）である。この影響は一定のしきい値を超えた放射線を浴びた時のみ起こる。2つ目は確率的影響（がんと遺伝的影響）で、高線量、低線量放射線共原因となる可能性がある。この種の影響は被ばく後長い時間を経て、影響の頻度の増加として統計学的に観察される。

人の健康影響への対応は極めて明白であって、確定的影響を防止し、確率的影響を可能な限り (reasonably achievable) 低減するのが防護体系の目的である。

用語として確定的影響を、「組織反応(tissue reaction)」、確率的影響を「がんと遺伝的影響 (cancer and hereditary effect)」に呼び代えたとの議論もあった。しかし、放射線防護の分野ですでに定着している「確定的影響」「確率的影響」の用語を残し、文脈に応じて「組織反応」「がんと遺伝的影響」を使い分けたり、併記するとの結論となった。

2. 直線しきい値なし (LNT) モデル

年間100mSv程度以下の低線量被ばくでも、確率的影響（がん）のバックグラウンドからの増加分は線量のバックグラウンドからの増加分に比例して発生すると仮定する。いわゆる“直線しきい値なし (Linear Non-threshold: LNT) モデル”が放射線被ばくりスクを管理する最良の実際的方法であり、慎重の原則にも当てはまると考える。委員会はLNTが低線量、低線量率の被ばくの防護に対して用心深い基本原則であるとの考えを堅持した。長期間にわたる慢性被ばくの影響を補正する線量線量率効果係数 (Dose and Dose Rate Effectiveness Factor: DDREF) は2を引き続き採用した。

確率的影響の性質とLNTモデルの採用によって、“安全”と“危険”の明確な境界を画することは難しい。LNTはどんなに少なくともある程度のリスクは存在することを意味する。したがって、どの程度のリスクなら受け入れられるかという視点から防護のレベルが決められる。このことから、基本3原則である、正当化、防護の最適化、線量限度の適用が生まれる。

また、およそ100mSv以下の低線量域での確率的影響は現在科学的に実証されていない。「発がんのしきい値がある」ということは間違いではないし、それを示すデータもある。仏科学アカデミーは放射線誘発がんリスクに実質的しきい線量があるとの議論を支持している。一方UNSCEARや米国科学アカデミーの見解はICRPと一致していることを新勧告は記載している。

3. 組織荷重係数

1990年以降、人の遺伝病や胚細胞変異過程の理解が進んだ。また、UNSCEAR 2001年報告で、遺伝性リスク評価の枠組みが構築された。人で観察された自然発生率とマウスの照射実験で得られる放射線誘発率とから倍加線量が得られる。また、1990年勧告では全世代にわたる理論的平衡に基づいてリスクを計算したが、その必要性はないと判断し、新勧告では第2世代までのリスクとして表示した。この間の知見より、過去には遺伝的影響のリスクを過大評価していたと判断した。その結果遺伝的影響の名目リスク係数は全人口で1Sv当たり0.2% (1990年勧告では1.3)、成人で0.1 (0.8) と小さくなり、生殖線の組織荷重係数を0.20から0.08に下げた。

一方発がんのリスクは、財団法人放射線影響研究所の原爆被ばく者健康調査の最新報告をもとに評価した。従来の致死がんリスクからがん罹患率リスクに変わり、信頼度が高まったと考えられる。がんの名目リスク係数は全人口で1Sv当たり5.5% (6.0)、成人では4.1% (4.8) と微減である。放射線防護目的では全体としての過剰がん死亡リスクは1Sv当たり5%で1990年勧告と変わっていない。

新しい組織荷重係数 (w_T) の勧告値は表1の通りで生殖線のほか、乳房 (0.12←0.05)、残りの組織 (0.12←0.05) が変更されている。

表1 組織荷重係数 (w_T) の勧告値

組織	w_T	Σw_T
赤色骨髄、大腸、肺、胃、乳房、残りの組織*	0.12	0.72
生殖線	0.08	0.08
膀胱、食道、肝、甲状腺	0.04	0.16
骨表面、脳、唾液腺、皮膚	0.01	0.04
合計		1.00

*残りの組織：副腎、胸郭外部位、胆のう、心、腎、リンパ節、筋肉、口腔粘膜、膵、前立腺(男性)、小腸脾、胸腺、子宮/子宮頸部(女性)

4. 機構解明研究の進歩

低線量影響研究は分子生物学やマイクロビーム照射技術の進歩によって近年著しく発展している。新勧告は適応応答 (adaptive response)、ゲノム不安定性 (genomic instability)、バイスタンダー効果 (bystander signaling effect) について記載し、低線量影響の機構解明が進み、科学的知見が確立することに期待を寄せている。しかし、これらの研究成果は放射線防護の実務的判断に取り込むには未だ不確実性が大きすぎる。従って今回は放射線防護の枠組みに取り入れていない。従来通り疫学的調査結果を重要視している。

暮らしと放射線 あれこれ

〈その3〉照射による宝石加工の実態

日本彩珠寶石研究所 所長 飯田 孝一



照射を利用する処理の目的は宝石の色の機構を研究するという目的に端を発しているが、(実験研究を含む)生産のレベルでは、①[天然に形成された石の色の再現(自然界で生じる範囲の再現という事)]と、②[天然に形成された色の範囲外のもの(自然界で生じていないものを作成するという事)]という大きく2つのものに分けられる。

これらの中、処理の主力は①に重点が置かれる。処理という行為が価値の高い商品を作成する事につながるからで、こと宝石に行われる放射線の照射は、他の物質に対して行われている照射とは最大限に異なるものである。宝石は美しく見える事、産出が希少な色である事などで価値が決定されるので、天然の作出の色を再現する事を目的とするのである。対して②の方は物理技術の面で照射のもっとも期待される部分であり、天然には知られていない新たな魅力を作り出す。これは宝石の処理の一分野としての放射線の照射に、宝石研究家達が最も期待を寄せている部分でもある。

ここで1つだけ問題点を上げておく。宝石を素材とした照射処理は、宝石用にカットされたものだけを対象としているわけではない。カットする前の原石の段階で照射を行うものも多く、鉱物標本クラスのものにまで処理が広く行われる様になってきている。



左は天然産のスモーキー・クォーツ。色が濃く「黒水晶」と呼べるもので貴重。右は無色の水晶に γ 線を照射して黒くした。根本の方が白っぽい状態から、人為的に処理された事が推定できる。

これなど加熱の処理ではできない方法で、黒い水晶などその典型であり、岩石の上に成長している状態のものだから処理はしていないだろうなどという考えは成り立たなくなっている。

さて前号では、トパーズという宝石に例をとり照射処理の実例を説明した。

宝石の中を通過する放射線は宝石を構成する原子の電子を電離し、また原子そのものに作用して、石の中を透過する可視光線に対してスポットを形成す

る。その部分を「カラー・センター(着色中心)」と呼び、そこに吸収されたスペクトルの違いによって宝石は異なる色に見えるのである。

照射は効果を考えなければすべての宝石に行えるが、現在商業目的で照射着色している宝石種を挙げておく。ダイヤモンド、サファイア、クォーツ、ベリル、トルマリン、トパーズ、スポジューミン、スキヤポライト、ジルコン、フェルドスパー、フルオライト、アパタイト、真珠、琥珀、という宝石の中には照射により着色されているものがある。



白い真珠が γ 線のエネルギーの大きさに比例して灰色から黒色に近くまで着色している。真珠の養殖では貝を丸く磨いた“核”を使い真珠層をその上に巻かせるが、放射線はその核の中の成分のMn(マンガン)を発色させる。黒真珠の代用として作られる。

それらの宝石にカラー・センターを作り出すためには、ダイヤモンドを除けばもっぱら γ 線が多用される。その照射により無色の水晶は褐色(スモーキー・クォーツ)となり、鉄を含んでいる無色の水晶は紫色(アメシスト)に着色される。ピンク色のトルマリンは赤く(ルベライト)に、そして褐色のジルコンは明るいオレンジ色となる。 β 線(電子線)も次に多く利用されるエネルギーであり、同一の石でも中性子線ではまた異なる色に着色する。それら照射により得られた色は、加熱処理によりさらに新たな色へと変化する事になる。

また γ 線は石を直接着色するためだけに使われるわけではなく、別のエネルギーで照射するための結果が効果的に現われる要素を持つ原石を選出するための予備照射としても利用されている。色のないベリルやクォーツ、そしてトパーズは、 γ 線で照射する事により褐色に着色する。その中から特定の発色をしているものを選出して、その後更に β 線で照射すると新たな色が出現する。結果ベリルやトパーズは濃厚なブルーに変化、クォーツは赤味のあるスモーキー・カラーとなりそれぞれが宝石として好まれる重厚な色になる。放射線の照射はまさに現代に於ける“錬金術”といえるのである。

お願い

カスタマーサービスより

データ入力締切日について

当社より毎月バッジとともにお送りしている「バッジ測定依頼書兼登録変更依頼書」の左上には、バッジ登録・取消・変更等のデータ入力締切日を記載しております。

これは次回ご着用になるバッジの変更処理の受付締切日です。当日の午後5時までにご連絡いただきますと次回発送に反映させることができます。

データ入力締切日を過ぎてご連絡いただいた追加依頼は別便にて送付されます。また、入力締切日後の取消依頼については随

時入力処理を行っておりますが、次回分のバッジは発送されてしまいます。ご着用にならない取消分のバッジは、同封の「白地シール」に未使用と朱書きの上バッジ表面に貼付し、ご返送くださいますようお願い申し上げます。

バッジ測定依頼書兼登録変更依頼書(返送用)

〒103-8487 東京都中央区日本橋久松町1-1-6
長瀬ランドアウアー株式会社
TEL: 03-3666-4300

2009年 5月 1日着用開始のバッジのデータ入力締切日は 4月 3日です。

バッジ番号	申込区分	個人番号	氏名	性別	年齢	職業	備考
1234567	000A	P	コトノハ	♀	30	学生	は名義変更等で使用する
1234568	0001	P 1	長瀬 太郎	♂	61	5 5 業	
1234569	0002	P 2	長瀬 花子	♀	67	3 3 業	

お知らせ

日本保健物理学会
「第43回研究発表会」開催のご案内

大会長：
伊藤 哲夫
近畿大学

◆研究発表会

会 期：平成21年6月3日(水)・4日(木)
両日とも午前8時30分より受付開始
会 場：シェラトン都ホテル大阪
大阪市天王寺区上本町6-1-55
Tel. 06-6773-1111
(近鉄「上本町駅」直結)

参加費：会 員／7,000円 非会員／8,000円
学生会員(正・准)／2,000円
それぞれ要旨集1冊を含む。

※日本放射線安全管理学会会員の方も会員資格で参加可能

◆参加申込

平成21年5月11日(月)必着
下記の大阪大会のホームページから参加申込可能
<http://jhps43.ned.kindai.ac.jp/>

◆セッション

6月3日(水)9:30～開会式・学会賞授与式
10:00～口頭発表

◆基調テーマ

「保健物理の今とこれから」
－企画セッション多数－

◆懇親会

日 時：平成21年6月3日(水)
18:00～20:00
会 場：シェラトン都ホテル大阪
浪速の間・西

参加費：8,000円

◆機器展示

6月3日(水)12:00～18:00(予定)
6月4日(木)9:30～14:00(予定)

◆お問い合わせ先

日本保健物理学会
第43回研究発表会実行委員会事務局
近畿大学原子力研究所内
Tel. 06-6721-2332(内線4427)
E-mail: jhps43@ned.kindai.ac.jp

編集後記



今月のトップコラムを拝読し、懐かしい感動が心に甦りました。偶然にも場所は同じグランドキャニオン。1991年湾岸戦争の最中、周囲の心配をよそに米国へ旅立ち、ラスベガスから小型機で待望のグランドキャニオンへ。乱気流の中を遊覧し、胸と腹はかなり不快ながら目だけは爽快で、豪快な景色を堪能して現地の

丘に着陸。1時間の休憩後の帰路、小型機のドアが閉まらないトラブルに見舞われ代替機の迎えを待つ羽目に。数時間後ようやく到着した代替機に、待ち疲れた体で乗り込むべく休憩所を出たその瞬間、夕陽に染まり燃えるようなグランドキャニオンの大パノラマを眼前に言葉も疲れも忘れて佇んでいました。こんな「予定外の感動」にまた出会いたいものです。
(根岸 孝行)

長瀬ランドアウアー(株)ホームページ・Eメール

<http://www.nagase-landauer.co.jp>
e-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

■当社へのお問い合わせ、ご連絡は
東京 Tel.03-3666-4300 Fax.03-3662-6096
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

NLだより No.377
平成21年<5月号>
毎月1日発行 発行部数:32,000部

発行 長瀬ランドアウアー株式会社
〒103-8487
東京都中央区日本橋久松町11番6号
発行人 中井 光正