

## CONTENTS

1. 知床の生態系とその保全
2. 女性研究者を活かし、育て、支えるために —北大女性研究者支援室の開設—
3. 放射線治療の現状と今後の展望
4. 放射線源が悪意を持って用いられることの懸念
5. 「日本アイソトープ協会」ご入会のお誘い
6. 編集後記



知床のエゾシカ（撮影者：岡田秀明氏）



Japan Radioisotope Association

社団法人 日本アイソトープ協会

# 知床の生態系とその保全



北海道大学名誉教授

大泰司 紀之

## 1. 知床の生態系の特徴

知床半島から国後島、択捉島、ウルップ島までと、その周辺海域の生態系の特徴は、①生物生産性が高いこと、②南方系の動物の分布の北限、北方系の動物の分布の南限であり、かつ、③南下北上する渡り鳥、海獣類の廻遊の通路に当るため、生物の多様性に恵まれていることが第1に挙げられる。

この地域・海域では、動物の保護が行き届いているために、高次の捕食者までが食物連鎖を構成していることも特徴である。図1に示すよ

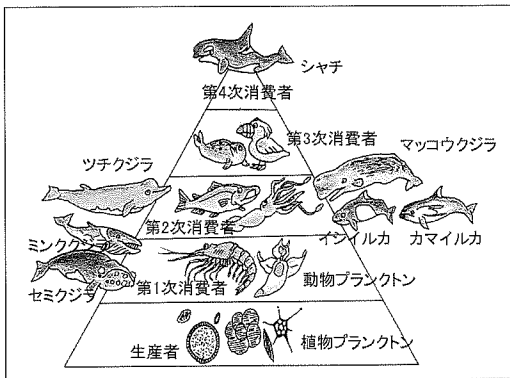


図1 知床-北方四島の海域の食物連鎖

うに、底辺を構成する植物プランクトン（生産者）の発生量が多く、それを餌とする第1次消費者；オキアミ、クリオネなどの動物プランクトンが大発生する。夏期、択捉沖でプランクトンネットを曳くと、すぐにネットが一杯となることがあり、あたりの海上には、プランクトンを餌とするハイロミズナギドリの大群と出会うことも珍しくない。

動物プランクトンを餌とするのは、各種魚類のほか、イワシ・サンマなどの小魚も餌とするミンククジラがいる。毎年数多く来遊し、サン

マ漁船に1～2頭ずつついていることも珍しくない。第3次消費者としてはトドやアザラシ類、マッコウクジラ・ツチクジラなどの歯鯨類、海鳥類、および遡上するサケ科魚類を餌とするヒグマ・シマフクロウなどが挙げられる。

この海域の特徴は、鯨類やアザラシ類を捕食する第4次消費者；シャチの群れの存在である。2005年2月、知床で流氷に閉じ込められて死亡した9頭のシャチの群れの胃内容は、アザラシ類であった。

陸域の高次消費者としては、ヒグマが植物・サケ類のほかに、エゾシカも捕食している。

## 2. 豊かな海の構成

知床-北方四島-ウルップ島の海域の生物生産性が高い最大の理由は、季節流氷が形成される北半球の南限に位置することにある。比較的高い海水温で流氷が形成される理由は、千島列島・北海道・サハリンで囲まれたオホーツク海に、アムール川から大量の淡水が流入するため、塩分濃度が比較的低いためである（図2）。流氷は淡水で形成されるために、塩分を排除して塩分濃度の高くなった表層の海水が沈下し、深層の栄養分に富む海水が湧昇する。

流水周辺ではアイスアルジー（植物プランクトン）が発生するが、春になって流氷が融けると、栄養に富む塩分濃度の低い海水帯は表層に停まる。そこに太陽光が当たるため、植物プランクトンの大発生、それに次ぐ動物プランクトンの大発生をもたらす。引続き夏の間は太平洋の深層海流が湧昇して栄養分を補う。このため、プランクトンの大発生は11月頃まで続く。

この海域は図2のように、暖流は対馬海流から分かれた宗谷海流によってもたらされる。暖流によってイカ類やイワシなどの暖流系の魚群

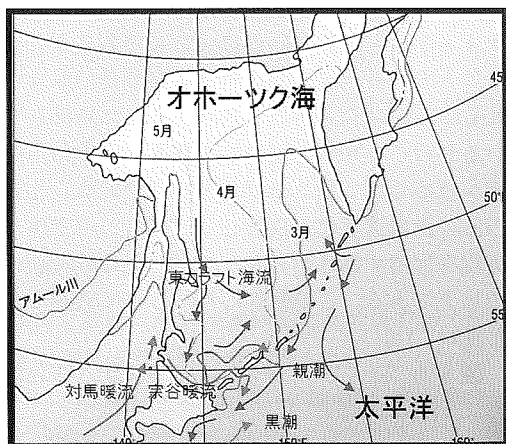


図2 知床 - 北方四島への海流と海水

が来遊する。今年6月には、カタクチワシの大群が知床岬を廻って羅臼港にも押し寄せ、大勢の町民が手網で「漁獲」したほどである。この暖流は「招かざる客」：中国語・韓国語・ロシア語などの表示のある大量のゴミを、暖流の終点：知床岬付近の沿岸にもたらす。このため毎年地元では、ゴミ除去ボランティアを乗せた船を仕立てて大量のゴミを回収している。

寒流は親潮と東樺太海流である。これにより各種サケ類、スケトウダラ、サンマなどが、大群でやってくる。

それらを求めて、夏期、南方からザトウクジラ、マッコウクジラなどの鯨類、遠くニュージーランド・オーストラリアからはハシボミズナギドリやハイイロミズナギドリなどが来る。北方からは冬期、ゴマフアザラシ、ワモンアザラシ、クラカケアザラシ、トド、オジロワシ、オオワシ、そしてアザラシハンター；回遊性のシャチもやってくる。図3に示す「焼きゴテ」標識されたトド「B141」は、中部千島のトド繁殖地ブラット・チルポエフ島で1989年6月24日に標識され、2006年12月に羅臼沿岸で死亡した17歳6ヶ月のメス(360kg)である。

定住的で、年間を通して豊かな海の幸の恩恵に預かっているのは、アザラシ類のほか、北方四島にはラッコ、そしてエトピリカなどのウミスズメ類ほかの海鳥がいる。遡上サケ類は孵化して1gほどのものが海に出て、北太平洋・ベー



図3 中部千島で標識されたトド

リング海などでその3,000倍もの大きさとなり、産卵後の死体は植物にとっても栄養源となる。陸域で遡上サケ類を餌としているヒグマも高密度で分布しており、秋には穴に籠って春を待つ。知床でのヒグマの保護管理は、アラスカ、カナダに劣らぬレベルで行なわれており、毎年7、8頭を生け捕りし、計測後、GIS発信器を装着して行動を追跡している(図4)。



図4 ヒグマを麻酔して発信器を装着

### 3. 世界自然遺産登録時の宿題

知床は、海域と陸域が一体となった生態系であること、およびその保全が行き届いていることなどがIUCN(国際生物学連合)に評価されて、2005年7月、ユネスコの世界自然遺産に登録された。しかしIUCNによる評価書にはいくつかの「条件」がつけられている。

その第1は、海域管理計画の作成である。これまで世界自然遺産となった海域は、海獣類の繁殖地など全面的な保護区となっていて、漁船の立ち入りが禁止されているほか、上空の飛行



## 女性研究者を活かし、育て、支えるために — 北大女性研究者支援室の開設 —



北海道大学大学院農学研究院

有賀早苗

第3期科学技術基本計画に女性研究者の活躍促進が数値目標付きで名言されたことを受けて、文部科学省は平成18年度科学技術振興調整費新規事業として「女性研究者支援モデル育成」を募集しました。女性研究者支援に初めて国費が予算化されたのです。さらに日本学術振興会が特別研究員制度の一環として出産・育児等による研究中断からの復帰支援事業（RPD）を開始するなど、社会全体の男女共同参画推進の流れに後押しされ、科学技術分野・学術研究領域でも女性の能力を活用しよう、出産・育児・介護等のライフイベントを経ても女性が研究キャリアを継続できるように支援しようという動きが、大学等研究機関・学協会でも活発になってきて、平成18年度は「女性研究者支援元年」と呼ばれています。

北海道大学でも、振興調整費事業に応募・採択されたプロジェクト「輝け、女性研究者！活かす・育てる・支えるプラン in 北大」の推進拠点として昨年7月に女性研究者支援室を新設し、「2020年までに北大全研究者に占める女性比率を20%に引き上げよう！（20が3つ並ぶのでTriple Twenties計画と呼んでいます）」という数値目標を掲げました。この目標に向かって、女性研究者が出産・育児などを経ても活躍しやすい環境整備に係る支援策と、具体的な女性研究者増員に係る支援策の企画・推進・展開に取り組んでいます。昨年末（2006年12月）、北大を拠点に活動している全研究者の女性比率は11%でした。ポストクや無給の研究員など、立場・待遇の悪い部分の女性比率は既に20%を超えています。2,000人を超える北大教員の女性比率は8%、教授になると3%に過ぎませ

ん。女性研究者の数を増やしたい、それも正規教員、上級職に女性を参入させ、女性の声が大学全体や部局の運営・将来構想に反映されるようにと願っています。厳しい人員削減が進行する中で女性を増やすということは、男性を女性に置き換える、すなわち男性を減らすことですから、男女ともに納得の得られる方法で女性比率を高めていく工夫をしなければなりません。数年で無理矢理増員するのではなく、10年以上もかけて20%を目指すという数値目標設定は、振興調整費事業期間の3年間を北大における女性研究者増員の基盤形成期間と位置づけ、何とか2020年までに20%を達成しようという計画で臨んでいく決意表明なのです。

女性研究者支援事業を推進・展開するにあたって、意識改革というのは大変重要だと考えています。女性研究者が抱える問題への理解と、男女ともにワークライフバランスを考えた就業提言を、大学の上級管理職から学生に至るまで広げ深めていきたいと思っています。遅くまで働きたい人、早めに帰宅して家族との時間や自分自身のための時間を持ちたい人、それぞれの働き方が受け入れられ、周囲の理解が得られる環境作りが大切だと考えます。女性の支援という点からは出産・育児支援となり、支援室でも産休・育休・育児期間にある女性研究者への研究補助員配置等を行っていますが、パートナーや子どもを持たないという選択肢も当然尊重されなくてはなりません。でも、やはり研究と家庭生活が二者択一ではないようにはしたいと思っています。こうでなくてはという王道があるのではなく、それぞれの女性研究者が自分らしい生き方を選んでこそ、女性の活躍促進を「人材

の多様化」として捉えることができるでしょうし、研究の多様な展開にもつながると考えています。

現時点で数の少ない女性研究者を孤立させないために女性研究者ネットワークを構築して女性研究者間の横のつながりを深めるとともに、多彩なロールモデルとの出会いの場を提供します。男性社会であれば自然に生じる先輩後輩間などの相談・助言関係が女性の間にも生まれ活用されるようにメンタリングシステムを立ち上げ、女子学生・大学院生まで縦のつながりも広げていきたいと思っています。女性の側の意識改革も同時に欠かせないと考えています。たくさんの方の負担がかかり、周囲の理解もなかなか得られないなどの状況は、どうしても被害者意識を増幅しがちです。思い通りに進まないことを「女性だから」と自分で理由づけしてしまうことがあります。もちろん、そのような「女性だから」生じる問題があれこれあるので支援事業が始まったり支援室ができたたりしたわけですが、女性であることを言い訳や逃げ道にしては本末転倒になってしまいます。研究を職業として続けることへの覚悟は男性同様に持たなくてはならないと思います。当り前のことなのですが、女性研究者、そして研究者を目指す若い女性達はその覚悟を当たり前を持って前向きに頑張れるように、環境を整え必要な支援を提供していきたいと思っています。

女性教員の増員策は振興調整費事業とは別に大学独自の取組として「ポジティブアクション北大方式」を中心に2006年4月より実施しています。北大における教員人事の管理方式が従来の定員管理から人件費総額管理に移行し、教員人件費は各部局管理分と総長裁量により戦略的に運用する全学運用分とに分けられたことに乗じて、女性教員を採用した部局に全学運用分から人件費を追加付与することにより、無理なく女性教員の採用を促進することを考えたのです。しかも追加付与は採用教員に係る人件費の一定割合（現在は25%）とし、上級職に女性を

採用するほど追加付与額が多くなるようにして、上級職への女性採用により大きなインセンティブが与えています。当初、年間で教授3名分の人件費をこのポジティブアクションに使う予定でしたが、その人件費でそのまま女性教授を3人採用したら、その3人だけで支援が終わってしまいます。3人分の人件費をより多くのさまざまな教員ポストへの女性採用インセンティブに使って、「優秀な女性がいたら積極的に採ってください。いい人がいなければ別に女性だからといって採る必要はありません」という健全なポジティブアクションにより有能な女性が活躍できる場を広げたいと思っています。

男性研究者のパートナーは10%程度が研究者ですが、女性研究者のパートナーは6割近くがやはり研究者なので、女性研究者の支援の中では研究者カップルの支援というのがかなり大きなウェイトを占めます。近隣の大学・研究機関が限られている北大の地域的特性に鑑み、北大赴任の研究者パートナーが家族とともに生活しながらキャリア継続できるような支援、もう一步踏み込んで研究者パートナーを対象とした多様な研究ポストの創設も検討を始めています。流動性が加速する中で若手研究者の次世代育成促進を図るためには、家族形成期にある若い研究者カップルの同居支援が望まれます。雪の季節は確かに大変な面もありますが、自然に恵まれた札幌は、首都圏などに比べて職住距離・通勤時間を短縮でき、子育てしながら働きやすい場所でもあります。財源の安定確保が大きな課題ですが、全国の優秀な若手研究者を北大に呼び寄せ、北大・北海道を拠点に研究も家庭生活も充実させてもらえるよう、企業・行政等にも協力を仰ぎつつ、推進していきたいと思っています。

女性研究者支援体制が整っても後に続く女性がいなければ意味がないので、次世代女性研究者育成にも努めます。女子学生・大学院生に多様なキャリアパスとともに結婚・出産などのライフステージパスを示し、研究者チャレンジを

支援します。さらに女子中高生理系進路選択支援も精力的に展開しています。世界的に若者の理科離れが深刻化していますが、特に女子ではロールモデル不在と「女性は文系、理系は男性」という根強い社会通念が理系進路選択敬遠に大きく影響していると考えられます。この社会通念に屈することなく、理系に興味を持った女子生徒が希望通りの進路選択を行えるように、最も身近なロールモデルである女子大学院生・女子学生を中心としたスタッフが、本学の女子学生、大学院生を主体とした理系応援キャラバン隊を構成し、女子中高生、その親、教諭たちに理系の面白さや女性も理系分野で活躍できるということを伝えるイベントを道内各地で開催しています。このようなイベントは伝える側の女子学生、大学院生にとっても、学会発表などとは異なるコミュニケーション能力を磨く機会を与え、また教育・研究職への意欲を膨らませ、研究者チャレンジのきっかけとなることも期待されます。女子中高生理系進路選択支援は学協会や他の振興調整費採択大学でもさまざまなやり方で実施していますが、北大方式の最も大きな特徴は支援イベントの参加者もスタッフも男女両方という点です。他での取り組みは女子中高生だけを集めて女性だけのスタッフで行われていますが、私達は男子生徒にも「女性」と「理系」の組み合わせを自然に受け止め、さまざまな理系分野に興味・関心を抱いて理系進路を考えるきっかけを得たり、いずれの分野でも男女共同参画であって、男女に関わらずそれぞれの興味や能力を活かして自分らしく活躍でき

るということを体感してほしいのです。なぜなら、女子生徒とともに次世代の社会・社会通念を作っていくのは男子生徒たちだからです。

21世紀に求められるキーワードのひとつに持続型社会の構築が挙げられますが、女性研究者支援も一時的なパフォーマンスに終わらずに地道で持続的な支援体制の確立を目指していきたいと思っています。多くの問題点は女性に限らず若手研究者全般に当てはまるものです。現状で生活負担などが余計にかかる女性では、問題がより凝縮・顕在化しているのであって、本質的には女性にも男性にも共通の問題がほとんどのように思われます。振興調整費事業「女性研究者支援モデル育成」は、自大学だけでなく他大学にもモデルとして波及できる支援策をとることで推進されていますが、「若手研究人材育成全体に波及・応用可能なモデル」を、数が少なく問題点の見えやすい女性を例に策定するというように捉えれば、今なぜ女性研究者支援なのかという問いへのひとつの答えになるのではないのでしょうか。理系進路選択支援もしかり。理科離れは全世界・男女共通の深刻な問題です。男性にも人材育成という視点で関心を持ってもらい、女性研究者支援に男性も大いに巻き込んでいきたいと思っています。北大の試みが全国に向けて発信し、多くの女性研究者の活躍を後押しできますよう、皆様の応援、ご意見、ご助言をぜひ北大女性研究者支援室にお寄せいただきたいと存じます。

<http://freshu.ist.hokudai.ac.jp>



## 放射線治療の現状と今後の展望



国立病院機構・北海道がんセンター  
放射線科

鈴木 恵士郎

1895年にRoentgenがX線を発見してからわずか100年余り、放射線の有効利用は人類にさまざまな福音をもたらしました。わずか1年後の1896年には早くも医学への応用が始められ、Voigtらは手術不能の咽頭癌患者に対して放射線を照射し除痛効果を得たとの報告を行っています。内科学や外科学と比較すると浅い歴史しか持たない放射線医学ではありますが、科学技術、特に理工学とIT技術の進歩に伴い大きな変化を遂げたのも事実です。ここでは放射線医学のうち放射線を疾患（主に悪性腫瘍）の治療に用いる放射線治療について、今後の展望を踏まえ述べたいと思います。

放射線治療においてはより高い局所制御を得ながら合併症を少なくすることが重要であり、様々な工夫や改良・開発が行われてきました。本稿では周辺の正常組織には低線量、病巣に対しては高線量を投与しうる新しい放射線治療の技術の概要を紹介します。

### 定位放射線照射

1951年スウェーデンの脳外科医であるLeksellが、当時脳外科領域ですでに確立していた定位脳手術（stereotactic neurosurgery）の技術を応用し、頭蓋内の小病変に極めて限局して高線量の照射を行うラジオサージェリー（stereotactic radiosurgery）という定位放射線照射の概念を表しました。この治療法では、限局した部位にのみ高線量の放射線を照射することで高い局所制御率が得

られる一方で、周辺の正常組織には低線量の照射しか行われず合併症の頻度を低減させることができます。そして1968年、小さな<sup>60</sup>Co線源179個を球面上に配置し、球の中心に線量を収束させることで高線量の照射を可能とするガンマナイフが開発されました。一方で放射線治療装置として最も普及している直線加速器（ライナック）を用いた定位放射線照射も1982年にBettiやColomboらにより始められました。ガンマナイフが多数の<sup>60</sup>Co線源を用いるのに対して、ライナックでは1つの加速器を用いてガントリ（照射口）と患者の位置を変えることで多方向あるいは多軌道からの照射を行い病巣への線量集中を図っています（写真1、2）。Leksellが提唱した概念は高線量を1回で照射する定位手術的照射（Stereotactic Radiosurgery, SRS）ですが、放射線生物学の考えを取り入れた分割照射を用いた定位放射線治療（Stereotactic

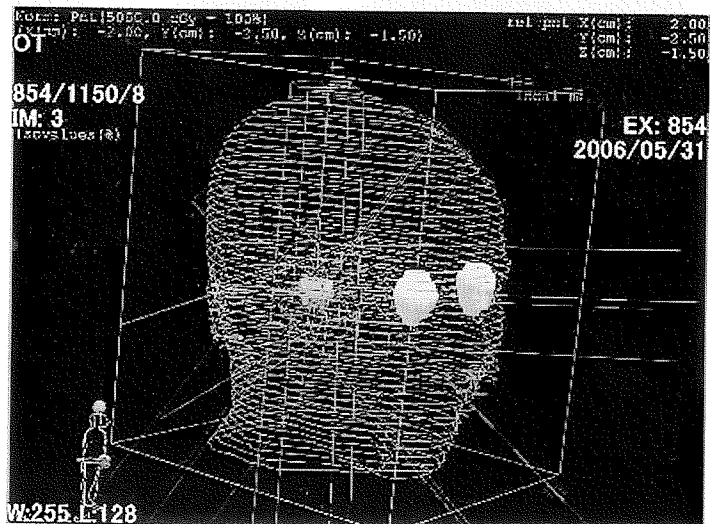


写真1 定位放射線治療：照射方向



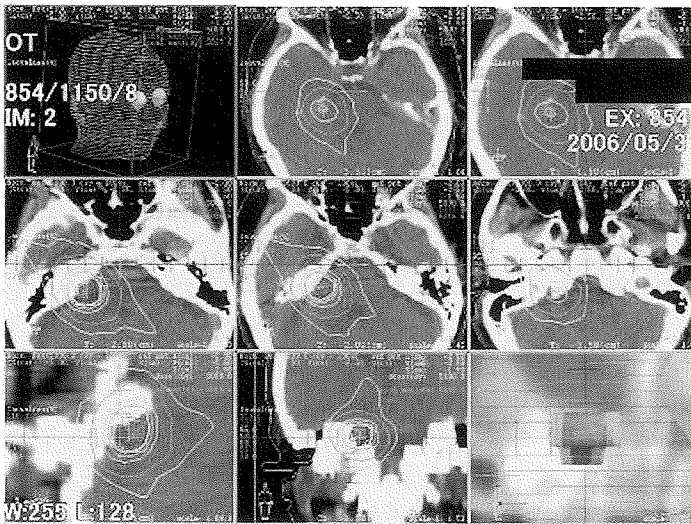


写真2 定位放射線照射：線量分布

Radiotherapy, SRT) も最近ではさかに行われています。治療開始当初は病変の部位を再現性の高い座標系で表すことができる固定装置は定位脳手術用のもののみであり頭蓋内の病変が対象でしたが、近年では体幹部（肺や腹部臓器）用の固定装置が開発され応用されています。しかしながら頭蓋内病変と異なり、体幹部の病変は呼吸や腸管蠕動などによる位置の移動の影響を受けるため、呼吸同期などの手法を併用して治療を行う必要があります。この治療法を用いることで、例えば非小細胞肺癌 T1 例の局所制御率は 80~90% (40~50Gy/4~5f/1w) と、手術に匹敵する成績を挙げています。

### 動体追跡照射

呼吸・腸管蠕動などによって体内の臓器は絶えず様々な方向へ移動しており、これらの臓器に発生する病変への放射線治療を行う際にはその移動に伴う位置のずれを見込んで照射野を大きめに設定するのが一般的です。一方で照射野を大きく設定することで病変周囲の正常組織への照射体積も増加し、合併症の頻度は上昇します。こういった臓器の移動による問題を解決すべく北海道大学の白土らは1999年に動体追跡照射の概念を報告し臨床応用を開始しました。こ

の動体追跡照射のためにライナックと通常のX線透視装置を組み合わせた装置が開発されました（写真3）。この装置は、標的となる病変近くに埋め込んだマーカー（直径数mmの金球）の位置をX線透視で追跡（写真4）し、呼吸性移動を含めた体内での臓器の移動による病変の位置のずれを把握しながら放射線を照射するシステムを備えており、病変があらかじめ設定した照射野の内部に位置している時間のみ放射線が照射される仕組みになっています。この方法を用いることで従来と比較して照射

視野を小さく設定することが可能となりました。

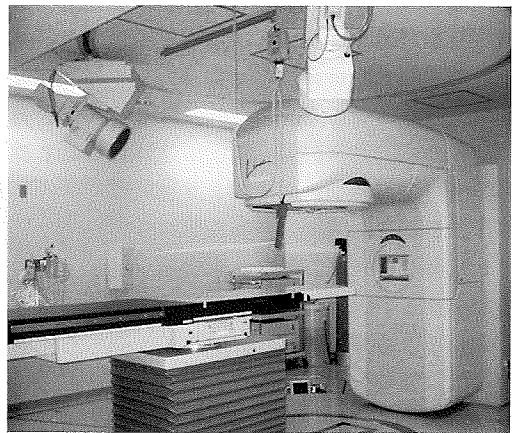


写真3 動体追跡照射装置

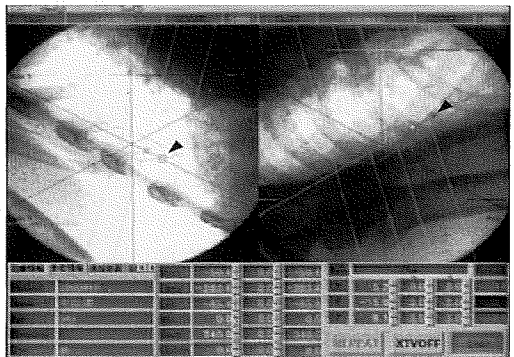


写真4 動体追跡装置

また、単純に移動にあわせて放射線照射を ON/OFF するだけでは、わずかではあっても照射装置固有の時間的な遅れを解消できないために、ミサイルの標的追尾装置のアルゴリズムを応用した位置予測プログラムが搭載されており非常に高度な制御が可能となっています。このプログラムはまた、複雑な動きを示す病変に対しても対応が可能であり精密で正確な治療が可能となっています。

### 強度変調放射線治療

従来の放射線治療の概念では、標的体積（腫瘍）に限局した照射野を用いて均一な線量分布を作り出すことが治療計画を作成する上で重視されてきました。この方法では、腫瘍が比較的単純な形を呈し、その近傍の正常臓器と一次的に離れている場合には腫瘍に高線量を投与しながら正常組織には耐容線量以下の照射を行うことが可能ですが、複雑な形を有し正常組織と二次元（あるいは三次元）的に入り組んだ位置関係にある場合は、腫瘍と正常組織には同じ線量が投与される場合があります。

このような場合、耐容線量を重視すれば腫瘍の一部には十分な線量を投与することができず、腫瘍の制御が不十分となってしまいます。そこで、不整形な標的体積に対して、複数の方向から、(平面的に)不均一な強度の照射を行い、それらの組み合わせにより不均一な線量分布を有する照射を行う方法が考案されました(写真5)。これが強度変調放射線治療(intensity modulated radiotherapy; IMRT)です。IMRTによって得られる線量分布は不均一ですが、標的臓器にはある一定以上の線量を投与しながら同時に周辺の正常組織は耐容線量以下の照射を可能とするものであり(写真6)、放

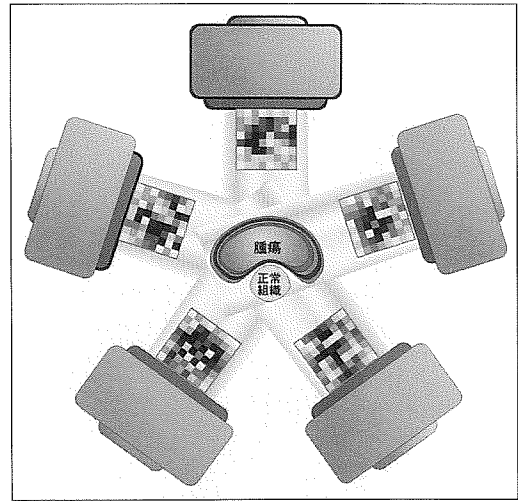


写真5 強度変調放射線治療：概念

射線治療のさまざまな領域で脚光を浴びています。この概念を実現化するためには多くの技術的な問題を解決する必要がありましたが、1994年に Mackie らが tomotherapy 装置で、1995年には Ling らが MLC (マルチ・リーフ・コリメータ) を有するリニアックを用いて臨床応

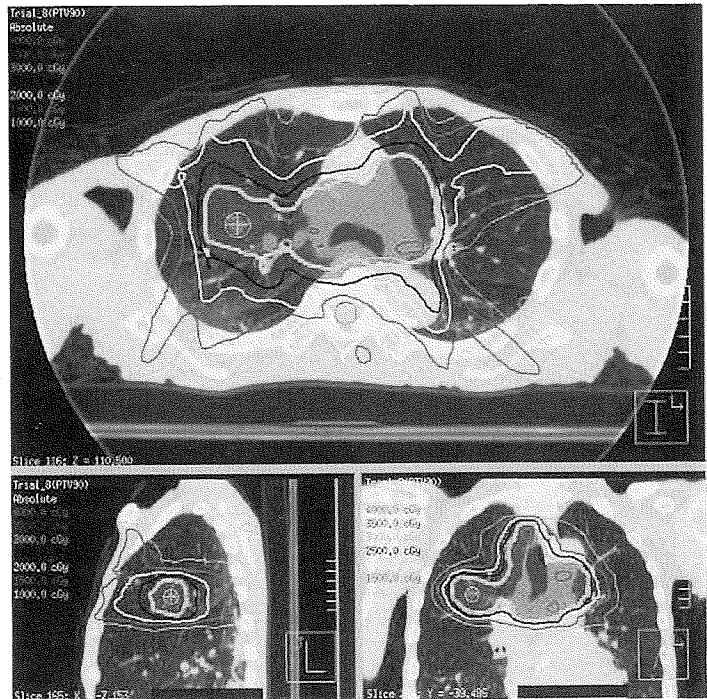


写真6 強度変調放射線治療：線量分布

用を開始して以来、世界的に多くの施設で研究・臨床応用が行われています。

最近ではさらに、PET (positron emission tomography) などを用いて腫瘍内部の機能や環境の解析を行いそれに基づく放射線治療計画を行う研究が進んでいます。現在の放射線治療では、体内における腫瘍の位置を特定するためにはもっぱらコンピュータ断層 (CT) 画像が利用されており、CT 画像上で肉眼的 (巨視的) に腫瘍の輪郭を抽出しこれに合わせた照射野・照射方向などを設定して治療計画の作成が行われています。しかしながら最近の研究では、腫瘍内部には放射線の効きやすい部分と効きづらい部分が存在することが分かり、腫瘍には均一に照射を行うという従来の方法では治療効果に限界があるとする報告も見られるようになりました。そこで腫瘍内部での放射線感受性の相違に合わせた適切な線量分布を用いて照射を行うことでより高い効果を期待できるとの作業仮説が立てられ、上述した治療技術を組み合わせて放射線治療を行う研究が進行中です。

また、 $^{192}\text{Ir}$  や  $^{125}\text{I}$  などの放射性同位元素を金属製の小さな容器に封入し、直接組織内に刺入

あるいはあらかじめ病巣内に留置した管 (カテーテル) 内に適切に配置して治療を行う小線源治療の領域でも、線源位置入力と線量計算および線量分布の作成をコンピュータにより高精度化し、また最適化プログラムにより個々の症例毎に対応して治療することが可能となっています。

今や日本人の3人に1人は癌で亡くなるという時代です。機能温存・形態温存という点においても優れた放射線治療が我が国の医療に大きく貢献していることは明白であり、我々放射線治療医は最新最良の治療を提供すべく日々努力していますが、医師のみで本稿で紹介した先端技術のすべてをカバーすることは不可能であります。従って、今後は放射線物理学の分野での専門家との協同が不可欠であると考えています。本稿で述べた放射線治療は現時点では限られた施設でしか提供できませんが、医師・物理士の協同作業が日常的に行われる環境が整い、全ての放射線治療施設でこのような治療が受けられる日がやってくるのはそう遠くないと信じています。

## 放射線源が悪意を持って用いられることの懸念



自治医科大学R I センター

菊地 透

### 1. はじめに

わが国の放射線・放射性同位元素（放射線源）の利用は原子力基本法にのっとり、人類社会の福祉と国民生活の水準向上に寄与することを念頭に活用されています。とくに放射線安全管理は、放射線障害防止法に従い放射線取扱主任者の監督の下に、それぞれの放射線施設で放射線源を安全に取扱うことにより、放射線障害を防止し公共の安全を確保しています。

最近、こうした放射線源の利用目的に反して、悪意を持って暴力や破壊活動を目的にしたテロ行為などに私たちが大事にしている放射線源が用いられる不穏な動きがあり、現実的な関心事になっております。そのため、テロ防止と放射線源のセキュリティ対応に関して国際的な対応が高まっています。今回、テロなどに放射線源が悪意を持って用いられないための対策や、もし万が一に放射能テロ攻撃が起きた場合の対応について紹介します。

### 2. 無知からの放射線事故の教訓

今までも放射線源の紛失や盗難、そして身元不明線源に伴う放射線事故が世界中で散見されております。これらの放射線事故の多くは、当事者が放射能・放射線と知らず、無知のために悲惨な放射線障害が起きています。このような事故で有名なのが、1987年にブラジルのゴイアニア市で起きた放射線治療用線源の<sup>137</sup>Cs (50.9TBq) 汚染があります。廃院となった病院に放置されていた治療用照射装置（放射線源が格納）が鉄くずとして盗み出されました。その放射線源をくず鉄業者が買取り、放射線源が格納されているとは知らずに線源容器を解体し、

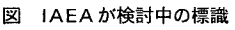
<sup>137</sup>Csの放射能汚染を起こし、汚染は家族、隣人の人々と周辺地域にも拡大しました。この放射能汚染事故では、4名が死亡し、ゴイアニア市民の11万人に対して内部汚染測定が実施され249名に汚染が検出されました。そして、建物や土壌など大量の放射性廃棄物が発生し、復旧処理に莫大な費用が発生しました。そのため、ゴイアニア市では長期間にわたり社会的・経済的な混乱が続き、放射能への不安などによる心理的な健康影響をもたらしました。また、同様な放射線事故は繰り返し起きており、最近も金属スクラップとして<sup>60</sup>Coの治療用放射線源が盗まれ、くず鉄業者などが急性放射線障害で死亡する放射線事故が散見されています。これらの放射線事故は、放射線源と知らずにくず鉄として盗み、放射能・放射線の被害を受けた事故です。そのため、事故防止のため国際原子力機関（IAEA）は、誰でもが危険な放射線源であることを察知できるような標識（）を検討しています。

図 IAEAが検討中の標識



日本でも、最近いろいろな所で金属が盗まれていますので、他国の出来事とは言えないご時世です。放射線源の盗難・紛失防止などセキュリティを見直し、放射線管理体制の整備と徹底が重要です。

### 3. 新たな悪意からの放射能テロ

最近、テロに関する話題が多くその発端のひとつが、米国の9.11同時多発テロ（2001年9月11日）にあります。この米国のテロ容疑者の調査から、放射線源に通常爆発物を巻きつけ爆発させて、放射線源を社会活動の拠点や生活環境に撒き散らす、ダーティボム（dirty bomb）、汚い爆弾とも呼ばれる放射性物質飛散装置（radiological dispersal device：RDD）が、より現実的にテロに用いられる懸念が生まれています。

ダーティボムは、放射線源と通常爆弾を入手することで、人々に原爆と同様に、放射線被ばくと放射能汚染への恐怖を引き起こす効果があ

ります。たとえ撒き散った放射性物質による汚染レベルは低くても、放射能汚染の恐怖と不安により社会的な混乱が生じます。そのため、治安や経済活動を妨げ、復旧には多大な労力と経費が必要と考えられます。その他に、放射線源を公共の場所に放置することでも、線源が安全な場所に保管されるまでは同様の不安と混乱が予想されます。IAEAでは、放射能の核種毎に放射線による急性障害を起こす危険度の数量を示しており、 $^{60}\text{Co}$ は0.03TBq、 $^{137}\text{Cs}$ は0.1TBq、 $^{192}\text{Ir}$ は0.08TBqです。さらに、この危険度を示した数量を分母にして放射線源の数量を割り、それぞれの線源の危険度を示すことにしています。例えば、この数値が100以上はカテゴリ1として最も危険性の高い区分になります。カテゴリ1は、線源に遮蔽がない状態で接近すると数分から1時間で死亡する線源です。同様にカテゴリ2は10以上100未満で、カテゴリ3は1以上10未満で、表に各カテゴリ区分に該当する放射線源装置の例を示します。我が国では、カテ

表 放射線源の危険性と具体例

セキュリティグループ	カテゴリ	線源の危険性	機器の具体例(国内)
A	1	数分から1時間で死に至る。 (遮蔽なく接近)	・照射装置(滅菌、研究用) ・遠隔照射治療装置 ・ガンマナイフ・血液照射装置
B	2	数時間から数日で死に至る。 (遮蔽なく接近)	・工業用非破壊検査装置 ・アフターローディング照射装置
	3	数日から数週で死に至る。 (遮蔽なく接近)	・工業用ゲージ(レベル計等) ・原子炉起動用中性子線源 ・照射装置(研究用等)
C	4	一時的な症状が出る (接触、または何週間、接近)	・低線量近接照射治療装置 ・校正用線源 ・厚さ計、タバコ量目制御装置
D	5	永久的な障害が起こる 可能性はない。	・永久インプラント線源 ・眼科小線源 ・水分計

出典：TECDOC-1355

ゴリ1と2に区分される放射線源の半分が医療機関にあり、カテゴリ1の8割は医療機関の放射線源が占めます。

なお、放射能テロ (Radiological Terrorism) は、核物質による莫大なエネルギーによる大量殺傷をもたらす核テロ (Nuclear Terrorism、Nテロ) とは異なり、直接的な生物影響や建物の破壊と言うよりも市民の不安などの心理的影響を狙っています。放射線・放射能は、ゴリアニア市の<sup>137</sup>Cs汚染で住民にストレスや風評被害をもたらしたように心理的影響を与えるために、放射能テロではパニックを引き起こすことが懸念されます。

最近の話題としては、ロシア元情報将校の暗殺に<sup>210</sup>Poの放射性物質が使用され、この暗殺事件とポロニウム放射能汚染騒動は、新たな放射能の恐怖として懸念されたことは、記憶に新しいことと思います。

#### 4. もし放射能テロが起きたら

もし、万が一カテゴリ1から2の放射線源が、ダーティボムとして放射能テロに用いられたら、爆発によって飛散する放射性物質が原因で放射線障害を誘発しうるため、線源の近傍に立入る

ことは制限されます。また、冷静に対応することが悪意を持って用いられた放射線源の対処には、もっとも有効と考えます。IAEAでは、半径400mの暫定的安全境界線を設定し、人の立ち入りを禁止して、空間線量率が100 $\mu$ Sv/h以下を安全境界線とすることを推奨しています。このような緊急時の対策では、専門家による迅速な放射線モニタリングが期待されています。また、大量の住民が汚染した場合は、GMサーベイメータなどで衣服や車両・機材から10cmの距離で測定し、空間線量率1 $\mu$ Sv/hを基準に安全境界線の出口管理を提示しています。

もし、放射能テロが貴方の放射線施設の近隣で起きたら、GMサーベイメータなどをかき集め、IAEAのガイドラインを参考に安全境界線と危険境界線を設定し、冷静に住民の汚染測定を実施し、放射線・放射能からの不安や風評被害を最小限に止めることが重要と考えています。また、汚染、被ばくした傷病者への緊急被ばく医療は、茨城県東海村JCO臨界事故を契機に緊急被ばく医療体制も整備されつつありますので、放射能テロ時の緊急被ばく医療対応にも期待されます。最後に、万が一にも放射線源が悪意を持って用いられないことを強く願います。

## 「日本アイソトープ協会」ご入会のお誘い

(社) 日本アイソトープ協会

社団法人日本アイソトープ協会はわが国の科学技術の振興に資するため、アイソトープの利用に関する技術の向上及び普及を図ることを目的として、その利用並びに放射線障害の防止に関する調査研究、関係専門分野間の連絡、知識、技術の普及・啓発、アイソトープの供給、廃棄物の廃棄受託など、関連する全分野にわたって活発な活動を展開しています。

アイソトープ協会では理工学部会、ライフサイエンス部会、医学・薬学部会及び放射線取扱主任者部会の4つの部会を置いて会員相互の研究連絡、普及啓発等の学術活動を行っています。

放射線取扱主任者部会は、アイソトープを安全に利用するための管理に携わっている者の団体です。社会に役立つ放射線利用のための安全管理を目指しています。最近の活動としては、  
1. 全国7支部における研究会、勉強会、見学会及び法定の教育訓練講習会の開催  
2. 事業所内教育訓練のための講師派遣  
3. 放射線管理に必要な情報の収集と広報等を行っています。

アイソトープ・放射線を取り扱われる方、放射線安全管理に携わられている方、アイソトープ利用・安全管理にご関心をお持ちの方、是非当協会にご入会下さいますようお願いいたします。

会員には個人正会員、団体正会員、賛助会員の3種類があります。

ご入会いただきますと下記の特典がございます。

- ① 広報誌“Isotope News”を毎月無料でお送りいたします。(個人正会員：1部 団体正会員：3部 賛助会員：5部) アイソトープの利用や放射線管理に関する最新のトピックス、行政の動きなど、実務に役立つ情報をお届けします。
- ② 学術誌“RADIOISOTOPES”を会員割引

価格で購読(個人正会員)できます。団体正会員、賛助会員の場合は、会費に購読料が含まれております。(団体正会員：2部 賛助会員：3部) 会員の投稿論文を主体とし、アイソトープ利用に関する全分野を網羅する学際的学術誌です。

年間購読料 会 員 6,000円

会員外 11,000円

- ③ 出版物を会員割引価格(定価の約1割引)で購入できます。法令集、入門書、実務マニュアル、ICRP邦訳版等、関係者必携の図書を多数刊行しています。
- ④ 研修会、勉強会等に会員割引(法定の講習会を除く)で参加できます。入門者向け講習会、放射線業務従事者向け教育訓練、主任者研修会、学術講演・見学会などを随時開催しています。
- ⑤ “Isotope News”の求人・求職欄へ無料で掲載できます。
- ⑥ 協会図書室の資料を閲覧することができます。

入会金、年会費は下記のとおりです。

	入会金	年会費
個人正会員	1,000円	4,000円
団体正会員	10,000円	27,000円
賛助会員	20,000円	81,000円

ご紹介いたしましたほかにも特典がございますので、詳しくは下記にお問い合わせ下さい。

〒113-8941 東京都文京区本駒込2-28-45  
社団法人 日本アイソトープ協会 総務課 会員係  
TEL 03 (5395) 8021 FAX 03 (5395) 8051  
E-mail kaiin@jriias.or.jp  
ホームページ <http://www.jriias.or.jp>



◇ 編集後記 ◇

今年の主任者部会年次大会は、平成11年8月に札幌市で開催して以来9年ぶり2回目の北海道での開催となりますので、今回の主任者ニュースは、北海道からの発信を中心に、全国の放射線関連施設にお届けします。主任者部会は放射線障害防止法に基づく放射線取扱主任者が、情報交換や放射線安全管理技術の向上のための集まりとして、1959年11月に現在の日本アイソトープ協会に発足してから、2009年の年次大会（関東地区開催予定）で50周年の節目の時期を迎えます。わが国は1950年に戦後初めて、米国からR Iが輸出され、これがR I利用の幕開けとなり、この時代に生まれた人達がいわゆる団塊世代として職場から離れる時期を迎えています。世代交代、バトンタッチの時代からバトンをタッチする人材育成の時代と世の中も時代と共に変わり続けています。

表紙の写真は、世界遺産の知床の自然の中で生きる「エゾシカ」の親子です。世の移り変わりを忘れて、知床の自然の中で育つ親子愛を感じる光景です。しかし、知床の愛嬌者であったエゾシカも、現在は知床半島に1～2万頭が生息し高密度状態となってしまったため、貴重な植生が減少し木の皮をかじって枯らすなど、知床の生態系やその周辺で暮らす住民にも悪い影

響をおよぼしています。そのため、エゾシカ保護管理計画（案）を策定し2006年10月から1月間、広く国民からの意見を受け、今年度から知床のエゾシカ600頭から毎年雌を150頭減らすことで頭数を半減する計画だそうです。また、その減らされたエゾシカ（銃殺）の肉料理の普及活動も行われています。自然の生態系を維持し人間社会と共生することは、放射線・放射能の利用と安全管理が共生する以上に困難で、人類の英知を集めた対応が必要ですが、力およばないところもあります。

先日、憧れのウィンブルドンテニス大会を観戦（英国）する機会があり、ロンドンに1週間ほど滞在中に、ロンドン市内での自爆テロ未遂とグラスゴー空港自爆テロが起きました。テロが身近に起きる国でのテロの恐怖と現実的な対応を少し肌身で感じましたが、自爆をもって多くの人を殺傷する現状にあって、平和で自然を大切にできる地域として世界自然遺産の知床が、さらに世界遺産平和公園として発展し、生命の大切さを日本から発信できれば幸いです。今回は北海道から自然、教育、医療に関して発信、架け橋となる原稿をご多忙の3人の先生から頂き感謝申し上げます。

（菊地 透 広報委員会委員長、自治医科大学）

発行日 平成19年8月1日  
発行 (株)日本アイソトープ協会  
〒113-8941 東京都文京区本駒込2-28-45  
(連絡先) 学術部学術課  
電話 03-5395-8081 FAX 03-5395-8053  
E-mail:gakujutsu@jrias.or.jp