

第4章 サイエンスカフェ開催報告

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科附属食の安全研究センター

² 同農業資源・経済学専攻

佐藤久美子¹、小山朋香¹、細野ひろみ²、関崎 勉¹

平成24年度から開催しているサイエンスカフェは、通算で18回を数えるまでになり、平成27年度には第13回～第18回の6回を開催した。これは、食の安全研究センターの研究室が入居する研究棟のエントランスホールで開業しているカフェに協力戴いて、店内をほぼ貸し切り、定員20名ほどの設定で一般消費者から参加希望者を募り、リラックスした雰囲気、放射線や他の食のリスクに関連する科学的知識について理解を深めてもらおうというイベントである。情報提供者として、本センター放射線部門の教員に加えて、適時、他部門の教員や外部講師にも登壇してもらう形式は、平成27年度も継承した。通常のシンポジウムや講演会のように広い会場ではなく、マイクを使わずに生の声で講師の説明を聞き、参加者との双方向の議論を盛り上げるためファシリテーターとしては、本年より学術支援職員の佐藤が専任として務め、活発な討論を誘導すべく場の雰囲気作りにこだわった。これまで同様に、話の途中で質問の受け付けや、ファシリテーターの誘導が呼び水となって、参加者からは多くの質問や意見が寄せられ、終了時間を超えても殆どの参加者は帰ることなく、講師を取り囲んで質問攻めにする光景は毎回の恒例となっている。終了後に参加者から回収したアンケートにも、ファシリテーターの誘導により質問がしやすかったことや、他の参加者の考えも聞けて、参考になったとの意見が寄せられている。また、これまでの経験を生かして、講師には予め参加者の期待する話題の焦点や参加者の理解の程度について伝えていたことから、講演内容が分かりやすかったという評価が特に多くなったと感じた。参加者側が、解説や議論の内容をよく理解しただけでなく、講師側も予期しなかった質問によって新たな発見をし、さらに、主催者側にとってもこれまでの情報提供が適切であったかどうかを知る機会となる実り多いイベントであった。

第1章の概要に記載した通り、本事業は福島県の畜産業復興を目的としているが、食のリスクに関連する危害因子は放射性物質だけではなく、その他の危害因子に対しても平等に知識を身につけてもらい、放射性物質よりもさらに怖いものがあることを知ってもらうことは、放射性物質汚染の怖さの程度を知るためにも必要なことである。また、危ない

ものばかりを題材としていると、参加者にも何らかの偏りが生じる可能性があるかもしれない。そこで、平成27年度では、放射性物質関係の話題とその他の危害因子に関する話題に加えて、危害とは違う題材も取り上げた。また、出来るだけ各月開催として、以前よりも準備を早め、毎回の開催時には、次回の開催予告を披露して参加者への周知を高めた。各回で実施したアンケートとリピーター調査により、参加者の興味の傾向と評判を精査して、次回以降の話題選択に生かすこともできた。これらの改善を行った結果、これまでよりも多い全6回を開催できた。すなわち、第13回はセンター兼任教員で本研究科応用生命化学専攻所属の浅見忠男教授による「聞いてみよう！農薬のコト」、第14回は本研究科附属生態調和農学機構所属の高田大輔助教による「聞いてみよう！桃のコト 桃ってどんな木、気になる木?」、第15回はセンター兼任教員で同じく本研究科附属生態調和農学機構所属の安永円理子准教授による「聞いてみよう！ポストハーベスのコト～おいしさを守る、収穫と食卓のあいだの話～」、第16回はセンター兼任教員で本研究科附属放射性同位元素施設所属の田野井慶太郎准教授による「一緒に考えよう。食品照射のよいところ、不安なところ」、第17回は放送大学の小城勝相教授による「一緒に考えよう！食事と健康と寿命」、そして、第18回は国立研究開発法人森林総合研究所の三浦覚博士による「聞いてみよう！きのこ森林の放射能汚染」を開催した。先着順に参加者を受け付けたが、定員を超える応募があり、空席待ちとして受け付ける回もあるほど盛況であった。これまで同様、各イベント終了後、それらの開催報告をウェブページ上で公開し、参加できなかった消費者にも知ってもらえるよう配慮した。次ページ以降に、ウェブに公開している本年度のサイエンスカフェ開催報告を一部改変して転載する。

第13回サイエンスカフェ 「聞いてみよう！農薬のコト」

開催報告

2015年8月6日、第13回サイエンスカフェ「聞いてみよう！農薬のコト」を開催しました。

関崎勉センター長の挨拶に始まり、農学生命科学研究科の生物制御化学研究室の浅見忠男教授に、なぜ農薬を使うのか、農薬とは何か、農薬の登録や使用方法の管理、さらには農薬に対するリスクの考え方まで、幅広い内容について分かりやすく説明して頂きました。

猛暑日が続いていた真夏の午後、とても暑い中でしたが多くの方にご参加いただき、盛会となりました。ご参加くださった皆さま、ありがとうございました。

※以下、記載がない場合の発言は浅見氏のもの

※質疑応答は一部抜粋



話題提供者の浅見さん（左）と関崎センター長（右）

【なぜ農薬を使用するのか？】

- 例えば皆さんが病気になるのと同じように、植物も病気になります。人間の場合、病気になったら薬を飲みますが、作物の場合は病気になったら手遅れなので、病気にならないように薬を使います。それが農薬です。
- 例えばモモの灰星病はカビが原因で起こる病気ですが、カビの胞子が風に乗って周囲のモモに広まりますので、これが一旦発生するとあっという間に広まってしまいます。農家の人にとっては、病気が発生する前に予兆を発見して防御することが重要です。

参加者：一時期マスコミなどで、バナナの表面に防腐的な意味合いでだと思いましたが、薬品がかかっているとよく言われていましたが、最近は、それが言われなくなりましたよね。それって、種類が変わったのでしょうか？

浅見：種類が変わったと言うよりは、危険でないということが、安全が確保されたということが確認されたということではないでしょうか。

参加者：日本サイドで確認できたということですか？

浅見：そうですね。これからお話もしますが、毒性があるものについてはその濃度が重

要です。それが我々の元に届くときに、どれだけ残っているかということをしっかり調べて、我々の生活には影響ないだろうと確認されたのではないのでしょうか。

【農作物が病害虫の被害にあうのはなぜ？】

- 農耕地では人間が育てたいものを育てています。栄養があるものを、しかも一種類の作物を広い面積で栽培するなど、非常に人工的な環境で育てていることが、病気が出やすい一つの理由です。
- 甘いとか、デンプンをたくさん含んでいるとか、人間に好都合な作物は病害虫にとっても好都合ですから、人が食べる前に、病害虫にだいたい食べられてしまうのです。
- 栽培植物は自然の植物とは全く違うということです。特に最近の日本の場合では、美味しいもの、たくさん収穫できるものが優先されていて、病気に対して強くしようとか、虫に対して強くしようというようには育てられていません。

関崎：昔、僕らが子供の頃に食べていたあまり美味しくないものの方が病気には強いのですか？

浅見：必ずしもではないのですが、一般的にはそういう傾向はあります。人間にとって苦いものというのは、虫にとっても苦い。多くのアルカロイド類は人間にとって毒性がありますが、昆虫も嫌いなのです。

【農薬を使用しなかったら？】

- 日本のコメについてですが、農薬を使用しない場合では、農薬を使用した場合と比較して収穫量が約3割減ってしまいます。さらに、リンゴの場合では約9割の収穫量減となってしまいます。
- アメリカでも昔からデータがありまして、モモ灰星病に対してよい殺菌剤がなかった1850年代には、75%が病気の被害にあっていました。1920年代になって、イオウで病気が防げるようになると被害が1割強まで減りました。今は合成農薬を合わせて使用することでほとんど被害がなくなっています。
- アメリカにおいて殺菌剤を使用しない場合の減収率ですが、多くの作物が5割程度の減収率になってしまい、農家はとてつもないような状況になります。

関崎：スイカや桃など甘い作物の方で減収率が高くなる傾向にあるのかと思っていたのですが、落花生も高い減収率(66パーセント減)になるのですね。

浅見：落花生につくカビがあり、このカビが発生すると落花生自体をダメにしてしまうだけではなく、アフラトキシンという史上最大の発がん性物質を生産します。このために

見た目は良くても商品にならず、それらも含めての高い減収率かと思います。アフラトキシンを生産するカビは栽培中に発生するだけではなく、収穫後にも発生する可能性があります。そのため、ポストハーベスト農薬により防ぐなどの対策が行われています。

参加者：いま、ここで言う殺菌剤とは1種類ですか？

浅見：1種類ではありません。作物によって特異的な病気があり、それぞれに対して良い薬があります。人間でも病気によって効く薬が違いうように、同じ薬の場合もありますが、それぞれ異なる薬が使われています。

【世界三大病害】

- 殺菌剤がなかった頃の事例として、稲のいもち病があげられます。日本でも江戸時代の三大凶作の原因の一つだったと思われます。また、ムギさび病がつくと麦が毒素を作り出してしまいますので、大幅な減収となります。
- そして、有名なのがジャガイモの疫病です。特にアイルランドは、ジャガイモが栽培できるようになり、人口もどんどん増えました。しかし、ジャガイモ疫病に数年にわたって襲われて、食料としてジャガイモに頼りすぎていたことなど、人間側の事情も重なってしまい、食糧不足に追い込まれ100万人を超える人々が餓死しました。あと、これを契機としてアイルランドからアメリカへ移民した人も多く、急激に人口が減ってしまいました。

参加者：アイルランドの話は、飢饉によって100万人の人が亡くなっていますが、ジャガイモが取れなくなったから餓死したのですか？

浅見：そうですね。ジャガイモが取れなくなったからです。ジャガイモに頼り切った農業になっていたため、それが取れなくなると飢饉になります。しかも、一番収量が高い単一の品種をどんどん使っていたため、一つの病気が蔓延しやすかったのです。ジャガイモは種芋を切って増やしますので、遺伝子的に同じで、病気への抵抗性がみな同じだったのです。

【殺虫剤の場合は？】

- アメリカにおいて殺虫剤を使用しない場合の減収率は、リンゴで-93%、ミカンで-77%、モモで-51%となっています。また虫に食べられると、そこから病気になりやすく、虫の種類によってはウイルスを媒介するものもいるため、収穫量が減る原因となります。
- 江戸時代には稲につく虫を松明の灯で追う「虫追い」が行われていて、今でも埼玉県に

行事として残っていますが、害虫の防除としては効果がありません。ヨーロッパでは教皇により害虫への破門宣告をする、ということもありました。

- 昔から害虫に困っていましたが、対策がなくどうすることもできなかったのです。

【除草剤の場合は？】

- 雑草があるのとないのとでは収量が大きく変わります。アメリカでは昔は奴隷が、さらに最近ではメキシコからの不法移民が腰に負担のかかる除草労働を行っていました。短い草刈りカマの利用は腰に負担がかかるので、1974年に使用が禁止されました。そうしたら、手で抜かせるようになりました。最近、2004年になってやっと手で抜くのも禁止になりました。
- 有機農業では、除草剤の代わりに農場で人が一日中草を抜くという作業が必要となりますが、アメリカの農家は平均的に100ヘクタールの畑を持っていますので、その面積を家族だけで除草するというのは、実質、不可能といえるかと思います。
- さらに、「根寄生雑草」という雑草は、現在、世界でもまだ退治できていない雑草です。この雑草に寄生されたニンジン、栄養をとられ成長することができなくなってしまいます。寄生雑草の種に地面が覆われてしまうので、ニンジン畑はいつも寄生雑草で覆われたような状態で、運良く寄生されなかった、ごく一部のニンジンだけが収穫できる、というような状況になってしまいます。

参加者：日本でもこの寄生雑草はでるんですか？

浅見：日本でも荒川の土手に5～6月頃に行くと、この寄生雑草の仲間をみることができます。アカツメクサなどがよく寄生されています。ただ幸いなことに、日本では作物に食いつくような種類はまだ出ていませんが、要注意雑草です。アメリカにもこの雑草が入ったことがあったのですが、アメリカの農務省が莫大な予算をかけて撲滅しました。一度、広がってしまったら大変なことになるからです。ビルゲイツ財団がアフリカ救済のために掲げている大きな項目として「エイズ、マラリア、寄生雑草」のように寄生雑草もふくまれています。

【農薬を使わない農業は可能なのか？】

- 農薬を使用しなかった場合、小麦を例とすると、北米地域では30%の減収、西ヨーロッパでは虫や病気も出やすいため45%の減収、東アジアでは35%の減収となります。
- 日本のカロリーベースでの食糧自給率は40%程度で、多くの食物をアメリカやオーストラリアなどから輸入せざるをえません。アメリカなど非常に広い農地で栽培している

ことを考えると、農薬を使うということもわかるかと思います。

- 少し違う面でみた農薬の良いところですが、アメリカでの米の生産において、灌漑、機械、肥料にそれぞれ使うエネルギーと比較すると、農薬に使うエネルギーは少ないです。しかし、農薬を使わないと収量が3割減ったりしますので、非常に効率がよいものだという見方もできます。
- 農薬を使わない農業もできますが、かなり収量は落ちます。今の生活を支える、みんなが健康で平和にぐらす。食が足りなくなると争いが起きたりしますので、みんな食が足りて健康で平和に暮らすということに、農薬が貢献しているかと思います。

【農薬の定義】

- 農薬とは「農作物を害する病害虫、雑草などを防除して作物を保護し、あるいは作物の成長を調整して農業の生産性を高めるために使用する薬剤」と定義されます。最近では世界的に「作物保護剤」と言ったりするように、農薬とは作物を保護するものです。
- 農薬の種類には、先ほどから出ています殺虫剤、殺菌剤、除草剤の他に誘引剤、交信かく乱剤などもあります。オスとメスの出会いをなくせば虫を減らせますので、虫をフェロモンで引きつける、そういった目的のものも入っています。
- 作物の生長調整の薬剤としては、作物が大きくなったり、根っこが大きくなったりするようにするもの、また稲であれば背が高くなりすぎないようにするものであったり、着果促進剤や種を作らないようにするものなどもあります。
- テントウムシや寄生バチなど、天敵を利用するものも法律上は農薬となります。

参加者：天敵なども農薬に含まれるというのは、日本だけの話なのでしょうか？

浅見：いえ、世界的に見てこれらも農薬ということになります。

【農薬はどのように作用するのか】

- 虫は分類でいうと動物ですので神経系があります。殺虫剤はこの神経系に作用して機能をかく乱するもの、ミトコンドリアに作用してエネルギー代謝を阻害するもの、昆虫に特有な生理作用に着目して殺虫するものなどがあります。
- 殺菌剤については、カビなどの病原菌へ直接作用するものとして、菌のエネルギー代謝を阻害するもの、菌に必要な細胞膜を作るための物質ができるのを止めてしまうものなどがあります。あとは病原菌の感染機構を阻害する薬や、作物に抵抗力を付けさせる薬というものもあります。
- 除草剤は葉緑体にある反応系を標的にするものが多く、相対的に人間に対する安全性

が高いです。光合成を阻害する、アミノ酸の生合成を阻害する、細胞分裂を阻害するなど、植物の中で効くものです。

【農薬の登録と農薬使用基準】

- 農薬は全て登録が必要です。農薬製造会社は良いものを見つけると、圃場で試験をします。公的な機関にも依頼して評価してもらいます。これに並行して、毒性試験、残留性試験、環境での影響などを調べていきます。
- 試験の結果をまとめて農林水産省に提出し、試験成績や使用基準がチェックされます。また環境省では環境への影響がチェックされます。さらに食物に使用するものですし、使用する人が毒を浴びてはいけませんので、厚生労働省でもチェックされます。さらに毒性の部分について食品安全委員会でもチェックされます。これらの基準を通して、農薬は登録されます。
- 市販されている「〇〇液は効きます」というようなものは、農薬ではないのでこのようなチェックがされておらず、毒性なども調べられていませんので、かえって危ないので気をつけてくださいと言ったりしています。

参加者：登録の有効期限が3年とありますが、3年ごとに最初から全て再評価を行うということですか？

浅見：再評価しますが、全て最初からということではないですね。

関崎：農薬の場合とは少し違うかもしれませんが、動物用医薬品の薬事審議会のほうに関わっております。動物薬では、承認されたものは必ず6年後に再審査されることになっています。審査の段階で安全だと分かっていたものでも、本当にそうか将来のことで分からないこともありますから。また、実際に使ってみて、6年の間に事故などが起こっていないかもメーカーが調べて報告します。例えば、抗菌性物質などであれば耐性菌ができていないかなど、実際に使ってみなければ分かりませんので、必ず調べることになっています。

参加者：一日許容摂取量というのは、世界的に見て日本は何番目くらいに厳しく設定されているのでしょうか？

浅見：何番目と正確には分かりませんが、今は世界的に大きな差はないかと思います。最近では、輸出入の障壁をなくすために世界一律基準にしようという動きもあり、日本も他と遜色ないレベルかと思います。例えば、ポジティブリストに登録されていない農薬の残留基準が0.01ppmとなっていて、日本もヨーロッパもほぼ同じです。

参加者：農薬は全てポジティブリストに入っていると思っていたのですが、登録されてい

ない農薬も使って良いのですか？

浅見：例えばDDTのように毒性が強いものについては、使用が禁止されています。どの農薬をどの作物に使うか、一つ一つ登録されています。例えば、稲に使っても良いが、野菜に対する使用は登録がされていない、というような農薬があります。この場合、稲では1ppmまでと登録



されている、野菜では0.01ppm以下でなければいけません。ポジティブリストに載っていないものについては、残留基準が非常に厳しくなって、罰則を受ける可能性も高くなります。

- 公的機関によって登録された農薬は、必ず登録番号と用途、農薬名、有効成分が表示されて売られています。安全性が担保されていますので、使うのであればこれらを使うのがよいかと思います。しかし、必ず使い方は、書いてあるのと同じように使って下さい。
- 適用作物、使用濃度・量、使用回数などが使用基準として決まっています。これを間違えて使用すると罰則の対象となります。なぜ使用基準を守る必要があるのかというと、これを守って使っていれば、農薬の残留量が基準値以下になるからです。

参加者：農薬というのは、作物の中にまでは入ってこないのでしょうか？

浅見：入ってこないと言うと、嘘になります。例えばお米については、食べる部分であるモミのところまで入ってくるということは、まずありません。果物や薬物については中まで農薬が入ってくるケースがありますが、使用基準を守って使われていれば、出荷されたものから農薬が検出されるというのは非常にまれです。

参加者：農薬を使用しても、時間が経てばほとんど分解されてしまうということなのでしょうか？

浅見：昔、DDTなど分解されにくいものを使っていて、蓄積してしまい、母乳の中からDDTが検出されたということもありました。そのような苦い経験がありますので、今は分解されずに残るようなものは、農薬としては許可されません。

【農薬の使用状況の監視や残留農薬の検査】

- 農家において農薬の使用方法が守られているのか、抜き打ちではないのですが、使用状況や残留分析などのチェックがされています。
- 輸入農作物については、サンプル調査ですが港・空港でチェックされ、また市場に出たところで都道府県によってチェックされています。また、国産品については生協などの消費者団体による自主検査や、生産者団体の自主検査でチェックされています。

- 違反品は、出荷停止・回収、廃棄・積み戻しとなり、大損害が出ますので、輸入業者や生産者もきちんと基準値以下になるようにしようとしているわけです。
- 残留農薬検査の結果ですが、農薬が検出されたものは国産品で0.32%でした。農薬が検出されたものでも殆どが残留基準値以下です。残留基準値を超えたものでも、基準値の1.5倍程度です。つまり現在、市場に出ている農作物について残留農薬を心配する必要はないといえます。

【残留基準値はどのように決められているのか】

- 曝露量、いわゆる取り込んだ量が増えるほど危険度は高くなります。動物試験で求められた無毒性量に対して、人間と実験動物の種差、そして個体差を考慮するために、100分の1になるように係数をかけて、一日当たりの許容摂取量(ADI)を決めています。
- 一日当たりの許容摂取量を元に、私たちの食生活を加味して、作物ごとに許される農薬の残留量が決められます。
- 決められた農薬残留量を超えないように、農薬の使用時期、使用回数、使用方法が決められ、農家はこれらを守るようにチェックされています。違反があれば罰則があります。例えば、法人であれば1億円以下の罰金となっていて、出荷停止だけでは済みません。
- 農家における農薬の適正使用状況ですが、不適正使用のあった農家数が調査数に対して0.1%程度ですので、ほとんどの農家は正しく農薬を使用しています。

参加者：動物実験はどういった動物で行われているのですか？

浅見：動物実験としてはマウス、ラット、あとウサギとかサルを使う場合もあります。一番使われているのは、マウスやラットですね。特にサルを使うことについては動物愛護団体からの反対も大きいのですが、どうしても安全性の評価としてやらなければいけない部分です。

参加者：農薬登録の再評価の際にはADIについては再評価されているのでしょうか？

浅見：最初の時にとても厳しくやっていますので、問題がない限りは再評価の時にはやられていないのではないのでしょうか。

関崎：実際にはADIを基準に現場で使用する濃度や頻度が決まるわけです。それで使ってみて、予想外のことが起きないかということを再評価しています。だから、ADIの値をもう一度、再評価することにはあまり意味はありません。また、ADIに対して100分の1という安全係数をかけていて、それを使用していて問題がないかということを再評価するわけです。

【なぜ農薬に不安を感じるのか？】

- 農薬が毒といわれるようになってしまい、皆さんが危ないと気にするようになった経緯としまして有名なものにDDTという薬があります。
- DDTはノーベル生理学・医学賞をとった素晴らしい薬で、殺虫力が強く、簡単に製造できます。DDTを使うことによって東南アジアではマラリア発生数が減少し、撲滅期においては年数件の発生にまで減少しました。それまでは、マラリアによって年に何十万もの人が亡くなるという状況でした。
- しかし、DDTというのは非常に分解されにくい薬です。自然界で分解されにくく、食物連鎖を通じてどんどん蓄積していってしまうという性質がある薬でした。人間に対する顕著な例として、母乳に溜まっていくというようなこともありました。
- 環境全体を壊してしまうという危険性が指摘され、レイチェル・カーソンの「沈黙の春」により取り上げられたことが見直すきっかけになり、このような残留性の高い化学物質の使用が禁止されることになりました。
- ほかの例として水銀剤があります。水銀剤はいもち病によく効くために日本ではよく使われていたのですが、ご存じのように水銀は体に毒です。環境にも蓄積しますので、使用が禁止されました。
- あと、よく聞くのが枯れ葉剤製造時におけるダイオキシンの生成です。これは2,4-Dという除草剤を作る際にダイオキシン類ができてしまい、アメリカ軍が枯れ葉剤作戦として使用し、人に異常を起こしたという事例があります。
- 3つ例をあげましたが、このようなことが非常にセンセーショナルであり、農薬というのは危ないものだという非常に強い印象がついたのだと思います。
- 農薬には発がん活性があるのではないですかと心配される方がいますが、いまは試験の途中で発がん活性があると、それは農薬として登録が認められません。昔の基準が緩かった頃に登録された農薬についても見直しが進められていますので、現在、通常に使われているものについては発がん活性があるものはありません。
- 現在、農薬の開発プロセスにおいては、安全性研究と環境への残留性などを調べる分析研究に非常に大きなウェイトが置かれています。現在の農薬研究・開発では、残留性や発がん活性といったことがクリアされないと、農薬としては許可されません。

【農薬の毒性とリスクについて】

- 私たちと共通の神経系を持っている虫に殺虫剤は効きますので、やはり農薬は毒で怖いじゃないかと思われるかも知れません。そのときに考えてほしいのがリスクの大きさ

です。

- 毒性がどんなに低くても、沢山食べればリスクは大きくなります。その反対に毒性がどんなに高くても、曝露量(摂取量)が少なければリスクは小さくなります。
- フグが持つテトロドトキシンの毒性は極めて強いです。でも、フグを食べないとなれば、テトロドトキシンの中毒になるリスクはもう無いに等しい。どんなに毒性が強くても、食べなければよい。これは極端な例ですが、これがリスクという考え方です。
- リスクを知るためには毒性を知らなければなりませんので、農薬の安全を確保するために様々な毒性試験があります。急性毒性、亜急性毒性、慢性毒性についての試験です。繁殖毒性試験、催奇形性試験も行われます。これらの試験について、農業従事者を主眼においた試験と、消費者を主眼においた残留農薬についての試験を行います。
- 毒性のほかに植物体で分解されどのような物質になっているのか、そしてその物質の毒性はどうなっているのかも試験します。あとは環境中での影響として、鳥、ミツバチ、蜂、魚などへの影響もみなければいけません。そして残留性です。残留性が高すぎる物質ではなく、分解されるものでなければいけません。
- 農薬による発がんのリスクはランキングの上位には入りません。発がん要因のワースト10をみていくと、喫煙、肥満、野菜・果物の不足が上位3位にあります。そして飲酒です。
- 今の法律で守られている限り、消費者として食べる分には安全だろうと言えます。まず、ほとんど体に入ってきませんし、入ってきても蓄積せずに体内で分解され排出されます。また、残留性も植物・環境中で分解されます。
- 安全性については選択性の違いもあります。例えば販売中止になったパラチオンという薬剤では、急性毒性により与えられた動物のうち半数が死んでしまう量をラットとイエバエで比較すると、ほとんど差がありませんでした。つまり、ほ乳類にとっても危険な薬だということで販売中止になりました。
- それに対して許可されているフェニトロチオンでは、選択性が70倍近くパラチオンと違い、それだけ安全です。家庭用のスプレーにも入っているペルメトリンはさらに選択性が10倍近く違いますので、かなり安全といえます。

【食の安全・安心にとって大事なこと】

- 食べるものが必要量あるということが、一番の食の安全と安心ではないかと思います。
- あとはリスクです。この世の中には様々な物質がありますが、まずリスクゼロというのは無いと考えて下さい。リスクは大きいか、小さいかで考えるものです。リスクが大きいものについては警戒し、健康被害に注意する、リスクが小さいものについては健

健康被害がない。

- アルコールの話をしてしまいましたが、アルコールはリスクとしては不確実領域よりはやや健康被害ありの方に近いかと思います。しかし伝統的に飲んでいきますので、リスクは大きいけど許されています。
- 農薬とか医薬とかほかの物質については、健康被害なしの領域でないと許されません。そのような考え方で農薬の登録はされています。
- そして、確かな情報源から情報を得てください。危ないという情報の方が入ってきやすいのですが、確かな情報というのは農水省や厚労省のホームページなどにありますので、そういったものを見た方がよいです。
- 農薬について心配しないで下さいと言いたいのではなく、皆さんが興味を持って、きちんと見ているぞということが大切だと思います。ただし、必要以上に心配されることはない、ふつうに食べる分については心配する必要は無いと申し上げたい。

参加者:果糖が多い作物は虫にとっても美味しいものなので、病害虫の被害を受けやすく、農薬を使う必要があるという話がありましたが、今、私たちが食べる野菜などは美味しいということが優先されていて、栄養素の側面があまり重要視されていないことに問題意識を持っています。生産する野菜について、栄養面を重視したものにするという取り組みを行って行けば、例えば農薬の使用量を減らすということは可能なのでしょうか。

浅見:農薬を減らすことは、お金がかからなくなりますので農家にとっても大変良いことです。ビタミンなどを増やすと農薬を使わなくて良くなるかは分かりませんが、健康に良い成分を増やした作物を作って、それを生産から消費者まで、さらには経済面なども含めての研究を行っているところもあります。その中で、栄養バランスをよくした作物が虫にも強いということになったら良いかと思います。しかし現時点では一般的にですが、虫に対して抵抗性が高い作物というのは、アルカロイド生産性が高い作物だったりします。このアルカロイド類が人間にとっても毒であったり、毒性が調べられていなかったりしますので、この辺りもクリアしなければならない問題かと思っています。

参加者:農薬を使わず有機栽培で育てられたブドウを使ったワインが造られています。農薬を使わない方が、その土地に存在する酵母や微生物などの性格が反映されやすく、土地ごとの個性や味わいが生きてくるからです。農薬を使った方が、健全なブドウは育つのかとは思いますが、そのあたりどのように思われますか？

浅見:酵母はカビの一種ですので、農薬の残留等があれば影響が出るのではないかと思います。ただ、農薬を使わない場合、どのように病気を防ぐのか、技術の問題になりますね。有機栽培のブドウではボルドー液を使うことができますが、あれは農薬で消石灰

と硫酸銅です。ただあれは、伝統的に使っているからよいことになっていますね。一概に、農薬を使った方が良いですよとは言えません。ワインは嗜好品ですのでお金もかけられますから、価値を高めたり、味を高めたりするために、農薬を使わないということはあって良いと思います。何が問題なのかというと、世界の食料を支えるという点において農薬が重要なのです。今のレベルではやはり農薬を使っていかなければならないと思います。農薬は使わない方がよいのですが、農薬を使わずに作物収量を確保する技術は、今はまだできていません。ですから、そこが一番の今後の課題ではないでしょうか。



多くの方に参加いただきました

第14回サイエンスカフェ

「聞いてみよう! 桃のコト 桃ってどんな木、気になる木?」

開催報告

2015年10月1日、第14回サイエンスカフェ「聞いてみよう! 桃のコト 桃ってどんな木、気になる木?」を開催しました。

農学生命科学研究科附属生態調和農学機構の高田大輔助教に、モモとはどんな果物か、モモ栽培の歴史から、生産方法や外観と嗜好性の関係について、さらには家庭で出来る鉢栽培についてまで、幅広い内容について分かりやすく説明して頂きました。

今回も多くの方にご参加いただき、質疑応答も活発に行われ、盛会となりました。ご参加くださった皆さま、ありがとうございました。



話題提供者の高田さん

※以下、記載がない場合の発言は高田氏のもの

※質疑応答は一部抜粋

【モモとは?】

- モモは、バラ科サクラ属に属する果樹です。温帯果樹で、冬に葉を落とす落葉樹の高木です。実の中心に種(核)がある核果類で、人為分類では真果、子房中位果に分類されます。
- モモは水蜜種、ネクタリン、蟠桃(ばんとう)、花モモの4つに分けられますが、みなさんが想像するいわゆる“モモ”は水蜜種を指します。
- 水蜜種は大きく分けると白桃系と黄桃系に分けられ、中が黄色いものを黄肉種あるいは黄桃系といい、中が白いものを白肉種あるいは白桃系といいます。
- 皮に産毛がないのがネクタリンです。蟠桃は平べったい形をしており、味はおいしいのですが生産が難しいため、ほとんど流通はしていません。
- 果実ではなく花を楽しむのが花モモです。日本でも栽培されており、最近では花も実も楽しめる品種も開発されているようです。

参加者：モモは種が真ん中にありますが、平べったい形の蟠桃の種はどうなっているのですか？

高田：蟠桃は、真ん中が特に薄く、中には貫通してドーナツのようになっているものもあります。種は普通のモモよりもとても小さく、真ん中または穴の付近にあることが多いです。

- モモにも花言葉と実言葉があり、花言葉は天下無敵、気立てのよさ、君の虜などが、実言葉は比類なき素質、守られた幸福、妨害は情熱を燃え立たせるなどが知られています。

【モモの起源】

- 日本や中国では昔からモモが親しまれており、様々な文献や成句に登場しています。日本では古事記をはじめ、日本書紀や桃太郎、翁物語などにもモモが登場しています。中国では齊民要術や西遊記など比較的多く、古くからの文献にモモの記載が残っています。
- モモは、「桃李言わざれども下自ら蹊を成す」、「余桃の罪」、「桃は暗闇で食べ」などの成句にも使われています。
- 「桃」という漢字は「木」に「兆」と書きます。兆という字は左右に割れることを意味しており、モモにはおしりのように線がありますが、その線で左右に分かれていることから「桃」と書くようになったといわれています。
- また、モモの読みの語源は、実がたくさんなることから百とかいて「もも」と読むようになった、毛が生えた実なので毛々が転じて「もも」と読むようになった、赤い実だから燃実(もえみ)が転じて「もも」と読むようになったなど諸説あります。
- 「本草和名(ほんぞうわみょう)」や「和名類聚抄(わめいるいじゅしょう)」などには桃、毛毛、毛々などの記載が残っています。

【栽培の起源】

- 中国が起源で、中国の中で育種されていた場所により華北系と華中系に分かれます。日本に入ってきたモモが華北系か華中系かは明らかになっていませんが、纏向遺跡(まきむくいせき)で壺に入った桃の種が2000個発見されたことから、奈良時代(三世紀頃)には日本でも栽培されていたと考えられています。
- 日本では食用というより、主に観賞用として栽培されてきました。また、江戸時代までは滋養強壮などを目的に、モモを漢方的な使い方を使用していたようです。
- ヨーロッパへの伝来は、一説にはアレキサンダー王の遠征により入ってきたとされていますが、ナシなど他の果



真剣に聴き入っているみなさん

物と共に、モモもシルクロード経由で紀元前200年に入ってきたという説が有力です。

- モモは、ペルシャからギリシャに渡ると、“ペルシャの果実”という意味のMelon Persikon (メロンペルシコン) と呼ばれるようになり、ローマでPersicum、フランスでPêcheとなり、大航海時代にアメリカに入ってPeachと呼ばれるようになりました。
- 江戸時代の日本では、「清良記」に接ぎ木方法の記述が残っていることから、観賞用として花モモの栽培が盛んであったことがわかります。
- その頃には日本でも、愛知や岡山、福島、神奈川などモモは各地に広く伝わっており、大きさは梅より少し大きい程度の20g～75g程度(今の桃は200g～400gくらい)でした。
- 当時栽培されていたモモは、トマト以下の糖度で甘くなかったため、主に観賞用や薬用として使われていたようです。
- 食用のモモとしては、明治時代にヨーロッパからモモ7品種、ネクタリン6品種が日本に入ってきました。しかし日本の土地に合わず病害の被害が甚大となり、ネクタリンの数種を除いて日本で根付くことはありませんでした。
- その後、清から上海水蜜桃や天津水蜜桃、蟠桃などいわゆる桃太郎のモモのような少し先がとがったモモが入ってきて、上海水蜜桃や天津水蜜桃が現在のモモの先祖となりました。

【モモの栽培】

- 明治30年頃に白桃や日月桃など新品種の育種に成功しました。
- さらに、モモ栽培には病害被害がとても多いため、病害虫を寄せ付けないよう果実に袋をかけて栽培する方法も明治時代には岡山県で行われています。

参加者：モモを袋で覆う栽培方法は日本のオリジナルな方法なのですか？

高田：モモに関してはほぼ日本のオリジナルと言っていいでしょう。明治になる直前、池田藩はモモの栽培を導入しようと試みましたが、病害被害が深刻となり上手くいきませんでした。ちょうどその時、ナシ農家から「ナシは袋をかけると病気を防ぐことができる」ということを聞きつけた池田藩は、その技術を学んでモモを栽培するように言ったという記述があります。それが明治になってからのモモの袋かけ栽培に繋がったと考えられます。

参加者：ところで、日本には結構昔にモモが入ってきているのに、食用のモモが明治時代になるまで入って来なかったのはなぜなのでしょう？

高田：当時の日本では、サクラと同じように、モモにも花としての価値しか見出していなかったためだと考えられます。

参加者：では、花の咲き方や見え方など、花としてのモモの方がより広がっていったということですか？

高田：そうですね。現存する花モモの種類は、江戸時代にもあった日本の花モモの特徴を受け継いでいる品種が多くあります。

参加者：品種改良といっても、当時は現在のように遺伝子組み換えという訳にはいかないと思うのですが、昔はどのように品種改良をしていたのでしょうか？

高田：「おいしいものとおいしいものを掛け合わせれば、よりおいしいものができるのではないか」というように育種していたのではないかと考えられます。しかし、モモの場合は、おいしいものとおいしいものを掛け合わせても、おいしくないものが出る可能性が高いため、掛け合わせよりも、良いものができたら、それを接ぎ木で増やしていくという形が主流となっています。

- モモの木の寿命は20年ほどで、幼木期、実はつきますが品質にばらつきが見られる若木期、最も果実が収穫できる成木期、実がならない老木期に分けられます。
- 「桃栗三年柿八年」という言葉がありますが、種から植えると約3年で実がとれます。接ぎ木したものだとして2年で実がとれ、特殊な方法でやれば、接ぎ木して1年でも実がとれます。
- 花は3月下旬から4月上旬に咲きます。花から実になるまでにかかる期間は、一般的な品種は100日くらいです。遅い品種だと150日かかるものもあり、早生の品種だと60～70日で実になるものもあります。

参加者：花が咲く時期は一緒なのに、実になるまでの時間が短いとはどういうことですか？

高田：ハウス栽培などで温かくし、花も早く咲かせて実も早くならせるということもありますが、もともと短い時間で実が熟す品種もあります。しかし、あまりにも早すぎると、実がおいしくなくなってしまうという問題がありますね。

- 根の動きは、早いと2月下旬から動き始めて、5月の中旬あたりでピークになります。その後、実が大きくなるにつれて根は伸びなくなりますが、収穫が終わった秋頃にまた伸び始め、11月頃までに根の成長は完了します。
 - モモの木はマイナス15度などの低温でも耐えられますが、若い木や弱っている木などは枯れやすいので注意が必要です。
 - 低温環境から少しでも温度が上がると、木は葉を出そうとして、貯蔵していたでんぷんを糖に変えてしまいます。そのため、木の耐寒性がなくなり、暖かい日が続いた後に寒い日が戻ると、枯れてしまうことがあります。
-

- 日本では、モモの生産上の北限は山形とされていますが、ちょっとした栽培などでは北海道の伊達市などでも行われているため、厳密には山形より北でも栽培は可能です。寒いところで栽培されるモモは、温かいところで栽培されるモモに比べて弱いとされています。

参加者：モモは他の果物のようにハウス栽培はされているのでしょうか？

高田：されています。山梨が多く、2月頃に加温が開始され、3月上旬頃に花を咲かせ、5月の前半に売る、といったサイクルです。出回っていない時期に売ることによって高い値段で売れるというメリットがあります。逆に、1月に売るために夏に冷房を入れて育てるようなことはなく、ハウス栽培には、早生の品種をさらに早くして高く売る、または8月頃に成熟する品種を路地物があまりおいしくない時期に前倒しして売り出すという2種類があります。基本的には5月頃に売りたい時にハウス栽培されることが多いようです。

- 開花期には摘蕾・摘花という作業を行います。実がなり過ぎると、質の高い果実とならないため、蕾や花を取る作業をして花の数を減らし、実の数を調整します。そのため、花から果実になるのは、花の1%以下しかありません。さらに摘果をして数を調整し、質のよい果実を育てます。
- 収穫時は“果実を握らないこと”がとても重要です。握ってしまうと果肉にも影響してしまいます。
- 収穫後と萌芽前には施肥をします。冬には剪定で枝を整えます。夏にも別途剪定をすることもあります。

【モモの生産】

- 世界におけるモモの生産量は圧倒的に中国が1位です。2位がイタリア、3位がアメリカと続き、日本は18位です。
- 日本におけるモモの栽培面積は、戦後増加しましたが、近年減りつつあります。
- 国内の生産量は、上から山梨県、福島県、長野県、和歌山県、山形県、岡山県と続きます。1位と2位の山梨県と福島県の生産量を合わせると、全国生産量の5割以上を占めます。
- 岡山県はモモの生産量が全国6位ですが、他の生産県のモモよりも単価が高く、岡山県の市場単価は他県のモモの約2倍です。
- 白い皮の桃は、そのほとんどが岡山県で生産されており、他の県ではほとんど赤い皮



中国の生産量の多さに驚きでした

のモモが生産されています。

【モモの色】

- モモの黄色はカロチノイド、赤色はアントシアニンによるものです。モモの皮は、緑色のクロロフィルが分解されると共に、アントシアニンが蓄積することで赤色となります。アントシアニンは光の量で調節されるため、白いモモは5月下旬に果実袋を手作業で装着することで日光が果実にあたらないようにして栽培されています。
- 袋掛けの主な目的は病害虫による被害や雨による裂果を避けるためです。
- 農家の人は果実袋を1時間で150～200枚かけるのに対し、素人では50枚程度しかかけることは出来ません。果実袋をかける作業は、まさに職人技といえます。
- 果実袋が果皮の着色程度に与える影響を検討した結果、無袋栽培がもっとも赤く、光を通しやすい白色の有袋栽培、ある程度光を通す橙色の有袋栽培、光の透過がほとんどない黒色の有袋栽培の順にモモの赤色が薄くなりました。

参加者：有袋栽培と無袋栽培では太陽の光は同じようにかかるのでしょうか？

高田：葉には同じように光がかかっていますが、果実にあたっている光の量は袋の有無で異なります。

参加者：果実にあたる光の量が違うのに、同じ味になるのでしょうか？

高田：光合成をする葉にあたる光の量は同じですから、糖度などにはほとんど影響せず、味にはあまり違いがないと思います。

参加者：モモの甘さは葉で作られるということでしょうか？

高田：そうです。糖分は葉で作られてから、実の方に移動していくのです。

【外観に対する嗜好と栽培技術】

- 同じ木からとれた同じ糖度の赤いモモと白いモモを並べて売った時、消費者がどちらを選ぶかという販売調査を都内でしたことがあります。その結果、岡山や大阪などの近畿圏出身の方には白いモモが好まれ、関東やその周辺、九州出身の方などには赤いモモが好まれるという結果を得ました。



同じ木からとれた赤いモモと白いモモ

- 東日本の市場では、色鮮やかで完熟感のある赤色が好まれ、近畿圏では、モモといえば白桃のイメージがあり、やんわり色づいた白色系が好まれるということがわかりました。

- 大阪は昔、モモの産地でした。当時は大阪も袋掛け栽培でしたので、白いモモを生産していました。工場の増加に伴い大阪市内のモモの産地は減ってしまいましたが、大阪の高齢者の方は今でもモモといえば白いモモというイメージを持っています。そのため、大阪でも白いモモが人気なのではないかと推測されます。
- 山梨県では、軟らかいモモではなく、硬くシャキシャキしたモモが好まれており、さらに、洗って毛を落とし、皮ごと食べるのが主流です。
- 岡山県では、極力軟らかくなるまで置いておき、皮が手できれいにむけるほど完熟したモモを食べるのが一般的です。
- 明治17年頃に岡山県で有袋栽培が導入されましたが、昭和24年頃に福島県と山梨県で無袋栽培に関する研究が進み、農薬などを用いることで数年後に無袋栽培が実用化されました。それにより生産効率が上がった山梨県では、さらにモモ栽培が広まり、それに伴って赤いモモが関東を筆頭に一般的になっていきました。こうして着々と“モモ=赤い”というイメージがついていきました。
- 現在では、果皮の着色を望む地域に出荷する場合は、無袋栽培または除袋栽培を行います。除袋栽培とは、有袋栽培をしてから、出荷1週間前頃に袋を外して赤く着色させる方法です。
- 山梨では「真っ赤に熟れたモモ」を売りに果皮の着色を望む地域に出荷し、岡山では「上品な白桃」を売りに果皮の着色を望まない地域に出荷しています。
- 結局のところ、「どっちがおいしいの？」という疑問が出てきますが、どちらもたいして変わらないというのが結論です。果実袋をかけていないモモも、しばらく木の上に置いておけば軟らかくなりますし、果実袋をかけているモモも早採りすれば硬くなるのです。赤いモモの方がより光があたっているから、なんとなくいいのではないかと感じますが、糖度などには差がありません。

参加者：果肉の硬さは、モモを木にどれくらい長くおいておくかで決まるということですか？

高田：収穫してからおいておく追熟もそうですが、軟らかくなるかどうかは、収穫適期をいつにするかによって変わります。硬くしないと日持ちがしないので、基本的には硬い時に収穫して、輸送中に追熟させます。山梨県のように、大規模な販路で大量に販売する場合は、収穫をぎりぎりまで遅らせて軟らかい状態で出荷してしまうとロスが増えてしまいますが、岡山県のような県内や近郊のみの販売向けであれば、可能な限り収穫時期を遅らせて完熟にすることが出来ます。岡山産のモモは単価が高いので、高価なフルーツキャップ（フルーツ用緩衝材）などを用いて輸送環境を整えることができるため、

ロスを多く出すことなく出荷できるのです。

参加者：硬さの違いによって、糖度に差は出てくるのですか？

高田：変わらないですね。木の上に長くおいた方が、葉で作られる糖分が多く果実にくるのですが、長くおくとその分、糖が通る軸の部分が弱ってしまうため、結局大きな差にはならず、糖度の差は生まれません。

- 硬度に関しては、果実袋を掛けていないモモの方が皮が厚くなるため硬いですが、その硬さは、まだ青い状態なのか熟れた状態なのかに強く依存するため、果実袋の有無は硬度にあまり関係ないといえます。
- 山梨県のモモは無袋栽培で、実が硬く、洗ってそのまま皮ごと食べられます。県外輸出や大量消費用として生産されています。
- 岡山県のモモは有袋栽培で、実が軟らかく、よく熟れたモモの皮を手でむいて食べられています。県内消費、大阪などの近郊都市への輸出用として生産されています。
- モモ食文化において、モモに対する嗜好は味ではなく、それぞれの特徴を生かしたイメージや栽培技術によって左右されていたのです。
- 岡山県のモモは、果物袋を使ったマスカットなどの影響で既に“岡山の果物＝高級フルーツ”というイメージがあるため、相乗効果によってより一層“有袋栽培のモモ＝手の込んだ栽培方法で栽培されているモモ”というイメージに繋がっているのかもしれませんが。
- また、忍耐強く、とにかくたくさん生産して売るといふ実利主義の山梨と、向上心旺盛で、凝り性の岡山というそれぞれの県民性がモモ生産にも反映されているのかもしれませんが。

【モモの鉢植え栽培について】

- 最近では、既に鉢に植えられている苗などもホームセンターなどで売っています。買った苗はまず切り戻しを行います。するとそこからまた1本伸びてきます。その先端を5月くらいに切り落とすと、切ったところの下からまた3本くらい生えてくるので、この状態で買った年の冬を過ごしてください。すると、翌年実がつきます。
- モモの苗木では、台木を使っているため、下の方まで切りすぎると台木のおいしくない実が出来てしまうので注意が必要です。買った苗木が既に枝分かれしているものは、わざわざとめて一本にしなくても、木を大きくしたい場合は、そのまま残しておけば、来年実が数個とれて、再来年からたくさんとれるようになります。
- 果実をとりたければ枝を残せばいいのですが、木を大きくしたい場合は剪定をしっかりとすることが重要です。

- ・実をたくさんつけると木が弱るのも早いので、次の年から実をとりたい人は実の数を調節する必要があります。できれば、蕾が膨らむ前に9割以上の蕾を摘蕾しましょう。60Lくらいの植木鉢だと、どんなに多くても10個～15個くらい残すのが限度です。

参加者：花も楽しみたいから、ある1本の枝についての蕾だけはあまり摘まずに残す(他の枝についての蕾は摘蕾する)などではダメなのではないでしょうか？

高田：他の蕾を摘蕾していても、結局その枝の分の花を咲かせるために多くの養分を使ってしまう。実を採りたいのならば、心を鬼にして摘蕾することが大切です。

- ・残す果実は、6Lの鉢植えだと3個程度が限度です。20Lで7個、60Lで20個くらいにすれば、5年くらいは木が持ちます。
- ・果実を付けすぎると、木が弱ってしまい、そのままダメになってしまうこともあります。

参加者：摘果された小さいモモはどうなるのですか？

高田：残念ながら捨ててしまいます。摘果メロンのように摘果された果実が食されているものもありますが、砂糖漬けにした摘果モモはあまりおいしくないのです。

参加者：摘果した小さいモモの種は硬いのですか？食べられるのですか？

高田：基本的には硬いです。本当に早い時期に摘果したものなら核の部分が硬くなる前に漬物などにするので、食べられないわけではありませんが、あまりおいしいものではありません。

- ・モモは、水が少しでも不足すると渋いモモになってしまいます。1日に2回水やりをすることもあるほどです。
- ・モモは乾燥に弱いですが、湿潤にも弱いデリケートな木です。そのため、適度な水やりをする必要があります。毎日灌水ができるような装置を使うのもよいです。
- ・モモの渋みは加熱で弱くなります。渋いモモが出来てしまったら、お菓子にして楽しむことをおすすめします。特に、ゼリーにすると、ゼラチンのタンパク質と結合し、より渋みが和らぎます。
- ・モモは基本的に自家受粉しますが、花粉がない品種もあるため、各自で確認が必要です。
- ・早生の品種は、実は小ぶりになりますが、自分で作ったという愛情補正を加えれば十分おいしく食べられると思います。
- ・晩生の品種の方が、実が木についている時間が長い分、果実が虫や病気などの害にあってリスクが高くなります。



家庭でもできる鉢植え栽培にみなさん真剣です

- 実を楽しみたいのならば、10月に収穫するような晩生の品種には手を出さず、花が咲いてから実がつくまでに100日くらいで果実がとれる一般的な品種を選ぶのがおすすめです。

第15回サイエンスカフェ

「ポストハーベストのこと ～おいしさを守る、収穫と食卓の間の話～」

開催報告

2015年11月5日、第15回サイエンスカフェ「ポストハーベストのこと～おいしさを守る、収穫と食卓の間の話～」を開催しました。農学生命科学研究科附属生態調和農学機構の安永円理子さんにポストハーベストとは何なのか、ポストハーベストに関わる技術など、実生活に即して非常にわかりやすく説明していただきました。

今回も多くの方々にご参加いただき、質疑応答も活発に行われ、盛会となりました。ご参加くださった皆さま、ありがとうございました。



話題提供者の安永さん

※以下、記載がない場合の発言は安永氏のもの

※質疑応答は一部抜粋

【ポストハーベストとは】

- 日本では「ポストハーベスト＝農薬」というイメージが強く、海外から輸入される農作物に対して、防腐剤が振りまかれている・・・というイメージが非常に強いと思います。
- 実際は、農家さんが一生懸命作ってくださったものを収穫し、私たちに届けるまでの、収穫、乾燥、貯蔵、冷蔵、輸送などの行程に関わるすべての技術のことをポストハーベストといいます。
- 農産物というのは成育中であれば、根から水分を吸い、葉で光合成をし、栄養や水分がたくさんある状態です。しかし、収穫してしまうと栄養や水分の供給が無くなってしまい、自分が持っている栄養分だけで生命活動を維持しなくてははいけません。そのため、収穫してから時間が経てば経つほど、水分や栄養分が無くなってしまいます。

【品質低下の要因】

- 栄養分を分解していく過程を呼吸作用といいます。呼吸作用とは、デンプンなどの糖質を、酸素と反応させることで、二酸化炭素と水を生成し、その過程でエネルギーを得ます。
- 呼吸によって水が産生されると、水分を調節しようとして、蒸散作用が起きます。蒸

散作用とは、葉の裏にある気孔から水分を蒸発する作用です。新鮮な収穫時の状態から水分が5%減少すると、商品価値が無くなるため、蒸散を抑えることが重要です。

- 蒸散により水分量が減少すると、果実の表面組織が軟弱化します。収穫したてで、表面組織が強ければ、微生物等がついても、すぐに腐ることは無いですが、表面組織が弱ってしまっていると、菌が簡単に体内に侵入してしまい、微生物が作用して、腐敗等が起こってしまいます。
- このような一連の流れがあるため、品質低下を抑えるには、呼吸作用をいかに抑えるかが重要となってきます。また、呼吸は色々な化学反応の総計であり、様々な生理変化の目安となるといわれています。そこで、呼吸をモニタリングすることによって、品質がどう変化していくのかを把握できます。

参加者：タマネギや、ジャガイモに土をつけておいたり、新聞紙にくるんだりすると、長持ちするのはなぜですか？

安永：タマネギは、根菜類でして、根菜類は呼吸自体も小さいので、葉類と比べて長持ちします。新聞は水分を保ち、暗黒下にすることで呼吸を抑えられるためだと考えられます。

【野菜の種類と呼吸量】

- 野菜の種類で呼吸がどれくらい違うのかを、0度、4.5度、21度で比較しました。呼吸は生理化学反応のため、温度に依存し、温度が高くなればなるほど呼吸が大きくなります。
- アスパラガスは新しい芽、ブロッコリーは花、スイートコーンは果実であり、こういった若い組織、成長途中のものは、呼吸量は大きくなります。
- 比較して、収穫する時に成熟しているもの、たとえば果菜類といって、トマトやキュウリは若い組織よりも成熟していることもあり、呼吸量は抑えられています。
- ジャガイモやカボチャなどの根菜類は概して呼吸量が小さいです。
- 結球性（丸くなっているレタス）と非結球性（サニーレタスのように丸くなっていないもの）を比較すると、結球性の方が呼吸量は小さい傾向にあるといわれています。
- 実生活の冷蔵庫の中などでもイメージできる通り、呼吸量の小さいものほど貯蔵性が高いということを、理解していただけたと思います。

参加者：ジャガイモとニンジンの呼吸量はどうですか？

安永：ニンジンのデータは持ち合わせていないのですが、おそらくジャガイモと変わら



野菜の種類で呼吸量が違います

ないくらいだと思います。

参加者: 温度が3つありますが、0度と21度の間が10度ではなく4.5度なのはなぜですか？

安永: 一般的に10度あがると呼吸量は2～3倍上がると言われています。温度が低いほどその上がり方が大きくなるので、10度ではなく4.5度に設定したのだと思います。

参加者: 呼吸量と日持ちというのは比例するのですか？

安永: 収穫してからどのくらい呼吸をしたかを積み重ねていく積算呼吸量と、ビタミンCが減る量などは比例しているので、関係していると言えます。

【呼吸量を抑制＝鮮度を保持】

- 呼吸量を抑制することが鮮度保持につながります。その呼吸量を抑制できる外的要因として、温度、湿度、環境ガス等があります。
- 呼吸は酵素を触媒とした生化学反応なので、温度が高くなると呼吸が大きくなります。しかし、40度を超えると酵素が失活し、その機能を果たさなくなるため、呼吸量は小さくなります。
- 湿度は蒸散を抑えるために重要です。蒸散は低湿度にした方が抑制されますが、低湿度の場合は、逆に「しおれ」といって体の水分がどんどん失われてしまいます。「しおれ」を抑制するために、高湿度にすることで長持ちします。
- 大気の状態と一緒に、酸素が20%、二酸化炭素が0.05%ありますが、酸素濃度を20%よりも低く、二酸化炭素濃度を2～3%と高くすると、野菜は息苦しくなって呼吸ができなくなるので、呼吸が抑制されます。また、エチレンガス(老化を促進するもの)を抑制することも重要です。
- 落下時の打撲傷、収穫時などにストレスがかかり、呼吸が上昇します。流通時などに振動してしまうことも、呼吸を活性化してしまいます。

【コールドチェーン勧告】

- 1965年に政府からコールドチェーン勧告が出されました。収穫から私たちの手に届くフードチェーンの中で、低温に一定温度で流通させることで、鮮度の高い農産物を私たちの手に届くようにしようというものです。
- 具体的な内容としては、食品の等級・規格の決定、検査基準の作成、流通の情報整備、生産地だけではなく中継地点の体制確立、食糧流通に関する研究開発等があります。
- 実際に1965年に勧告が出て、「収穫されてから低温で輸送しよう」ということがいわれていますが、低温維持にはコストがかかるため、まだまだ徹底されてはいない状況です。

【予冷】

- 予冷とは、品質を保持するために収穫後、できるだけ早く急速に、品温（野菜の温度）を下げて、生理活性を抑制することです。この予冷というのは、農家さんで収穫し、卸にいくまえに、農家の冷蔵庫などで冷やしましょうというものです。
- 実際に温度を下げたものを、卸市場で一時的に貯留、貯蔵、輸送し小売店に流通します。連続して適正な低温を保持することで、鮮度や高品質を維持することができます。
- 予冷を行うことで、品温自体が下がるので、呼吸が抑制されますし、追熟老化の防止になります。さらに水分損失の防止、発芽の防止などにもなります。

参加者：急速に冷却するわけですから、風を送れば急速に冷えると思うのですが、水分損失という二律背反する問題があると思うのですが、どうコントロールしているのですか？

安永：水分がすぐに損失しないように、フィルムなどでいったん包装した上で、予冷することで、フィルムの中は高均質に保たれながらも品温は下げるという操作が行われています。

【低温障害】

- 青果物の中には、熱帯や亜熱帯が原産の作物があり、それらは低温に弱いので、低温に不向きな作物もあるということを理解しておく必要があります。
- 低温障害には、表面にクレーターのような窪みが生じるピットイング、全体が茶色くなる褐変の他に、水っぽくなったり、柔らかくなる等の追熟不良になったりします。
- 追熟不良とは、適度なエチレンや温度を与えると、未熟なものが美味しく甘くなりますが、それらがうまく起こらない状態のことです。
- 低温感受性が大きいものは、キュウリ、ナス、ペッパー、バナナ等があります。バナナを低温で保存してしまうと真っ黒になってしまいます。また、ナスの例ですが、窪んだ部分がみられると思うのですが、これをピットイングといいます。

参加者：バナナがこのような状態になった場合、味は落ちるのでしょうか？

安永：バナナは緑の状態でも収穫され、エチレンガスを輸送する船の中でふりかけて黄色くして、私たちのところまで運ばれるのですが、エチレンの効果はすぐ途切れる訳ではなく、徐々に甘くなる過程になり、これを追熟といいます。この追熟がうまくいかないで、苦いままであったり、水分が多くなってしまったり、美味しく無い状態になってしまいます。

参加者：キウイフルーツは低温障害のどれに相当するのですか？

安永：キウイは樹上では甘くならず、採ったあとしばらく置かないと甘くならないとい

う性質があるので、低温でもエチレンと反応させれば、追熟は進みます。むしろ低温には強い作物ですので、低温障害にはなりません。リンゴやバナナなどエチレンを出す果物と一緒に保存すると甘くなりやすいといわれます。他の果実と違い、樹上で熟してから収穫ということができないので、低温の問題というよりは、追熟を促進するためには、常温でしばらく成熟させた方が良いということになります。

【CA 貯蔵庫】

- ガス環境を制御することで、呼吸量を抑えられるとお話ししましたが、その代表がCA貯蔵といい、低温で高湿度、低酸素、高二酸化炭素状態で保存できます。
- このCA貯蔵庫は非常に大きく、ガス濃度を維持するためには機密性を高くしなくてはならず、建設費や運用費が高くなります。そのため、全ての野菜に適用できないので、日本では、リンゴやニンニクなど一部の青果に限られています。

【包装】

- 身近なものとしては包装もポストハーベスト技術の一つです。
- すべての野菜にCA貯蔵はできないのですが、フィルム包装の中で野菜が呼吸をし、簡易的なCA貯蔵状態ができます。こういった包装をMA包装といいます。
- フィルムで包むことで、外環境から遮断できるため、微生物や害虫を防ぐことや、ガス環境を整えることでビタミンの分解や変色を防止することができます。また、水分や香気の蒸散による風味低下も防止できます。さらに、輸送時の機械的損傷防止や、フィルムに写真や文言をいれることで農産物のイメージアップ、取り扱い上の簡便性向上にもつながります。
- フィルムにも様々な種類があり、それらを機能性フィルムといいます。
- 追熟抑制フィルムは、老化を促進してしまうエチレンを吸着、除去するフィルムになります。過マンガン酸カリウムを練り込むことによってエチレンを取り除く機能があり、キウイフルーツの貯蔵に用いられています。
- ガス抑制フィルムとして、低酸素、高二酸化炭素状態になりやすいように、フィルムにとっても細かい穴をあけることによってフィルムでガスを透過し、CA状態を作り出し易いフィルムも開発されています。
- 防曇フィルムは、結露を防止するフィルムであり、表面を親水化して、水滴を膜に換え、曇りを抑制するフィルムです。
- 水分抑制フィルムは、加湿傷害を防止するフィルムです。これは紙おむつに使われてい

る高分子吸水ポリマー樹脂をフィルムに薄くラミネートし、袋内の水分を吸着して、柑橘など水分を嫌うものの貯蔵に使われています。

【機能性段ボール】

- イチゴパックに下からの衝撃が伝わらないように、ベッドがつくられ、宙ぶりの状態とすることで、表面の傷付きを防ぎ、腐敗が始まるのを防ぐ段ボールもあります。
- ホチキスやテープを使わずに組み立てられるノンステープル段ボールは、農家さんの負担を抑えたり、ゴミを捨てる際の分別作業を軽減したりすることに役立っています。
- CA条件を作り出すためのフィルムを段ボールに直接ラミネートしたものは、箱内をCA条件にすることで鮮度を保持します。

【洗浄・殺菌】

- 資材開発の他にも、洗浄や殺菌といったものもポストハーベスト技術の一つになります。土壌や農薬、微生物を洗浄するために、洗浄除去を行います。浸漬式、攪拌式、ドラム式、ブラシロール式など様々な洗浄方法があります。
- 加熱殺菌は食品を加熱して、その表面についている微生物を殺すことです。加熱しますので、生鮮野菜の処理は難しいといわれています。マンゴーなどの一部の果実には、暖かいお湯で処理する方法もあり、マンゴーの場合は温湯処理を行うことで、追熟を抑制する作用もあるといわれています。
- ポストハーベスト農薬にも関わってくる部分ですが、薬剤殺菌もあります。食品に使用できる薬剤には使用基準があるので、その企業が基準を守り使用している範囲では、健康に害が起きることはありません。
- 実際に使用されている殺菌剤としては、さらし粉、次亜塩素酸、次亜塩素酸ナトリウム、漂白剤や発色剤としては、過酸化水素や亜硝酸ナトリウムが用いられています。
- 紫外線照射をすることによって菌を殺すという方法もあります。紫外線の中でも200～280nmを殺菌線と呼びます。この波長照射には、分子や電子を電離させるほどのエネルギーは無いのですが、DNAに少し傷を与えることで、細胞分裂を阻害して、微生物を殺すことができます。

参加者：紫外線照射のUV殺菌は非常にコストがかかるため、あまり利用していないということを聞いたことがあるのですが、これは日本国内でポピュラーなものですか？薬物の野菜に照射することで栄養分が損失したりすることは無いのですか？

安永：開発している会社もあります。UVを長い時間当てると、品質や水分の損失もあ

るので、照射時間は短いです。残念ながら葉菜類への適用にはまだ至っていません。

【農産物の表面殺菌技術の確立】

- 表面殺菌を短時間行うことによって、生鮮果実の表面を殺菌するという技術が開発されています。選果といって、ベルトコンベアで運ばれながら、果実の大きさや糖度を測る途中で、赤外線を照射し、表面をいったん加熱して、その後に紫外線を照射して表面の微生物を殺します。このように、赤外線、紫外線の両方の照射を利用することによって短時間で殺菌する新しい技術も開発されています。



皆さん真剣に聞き入っています

- 赤外線を照射することによって、中の温度が上がり、呼吸も上がり、生理活性も大きくなり栄養分も無くなってしまいますが、表面だけが暖まる照射時間や強さを調節することで、微生物だけを除去する技術となっています。

【農作物のフードチェーンと農作物の呼吸速度の経時変化】

- 農作物のフードチェーンの例として、春菊はハウス内で栽培、収穫され、重さを量り、汚い葉をのぞくトリミングを行い、包装されます。フィルム包装されたものを段ボールに入れ、予冷され、温度管理されたトラックで運ばれるのが理想です。トラックで農家からJAに運ばれ、品質検査を行います。その品質検査を通ったものが、JAから青果市場に大きなトラックで運ばれ、大きな低温貯蔵庫の中にいったん置かれます。この間、低温管理されているのが理想ですが、トラック、JA、低温貯蔵庫ともに徹底されていない部分も多いのが実態です。その後、競りが行われ、実際に店頭に並ぶという流れになります。
- 私たちの手元に届くまでに72時間ほどかかるのですが、その中で流通温度は一定ではなく、色々な条件の中を通ってきています。このような中で実際に呼吸速度を測ってみると、温度に比例して呼吸速度も変動していることがわかります。
- 呼吸速度が変化している中で、栄養成分はどのように変化しているのかをフルクトース、グルコース、スクロースをあわせた全糖、ビタミンCについて測定しました。収穫してから70時間ほど経ち、私たちの手元につく頃には、だいぶ栄養成分が減っています。6、7、8月に収穫したものを測定しましたが、同じ農家の同じ土壌で作っているものでも、収穫時期によって含まれる栄養成分も変化しています。

【果実を輸入するためには・・・】

- 果実のグローバル化が進んでいますが、果実を輸入する際には、関税や植物検疫法、食品衛生法など様々な規制があります。
- 植物検疫法があるならば、すべての青果物を持ってこられないのでは？と思うかもしれませんが、実際には相手国と条件を取り決め、条件をクリアすれば輸入できます。

参加者：TPPの影響で変わることはありますか？

安永：関税の部分は変わります。検疫などは国際法で決められていますが、TPPに参加する国の間で様々な規制やルールを決める可能性はあります。

- 実際にマンゴーを輸入した際の植物検疫証明書ですが、日本人のサインがあります。日本の検疫官がタイに実際に出向き、設定している条件をクリアしているか、きちんと検査をして確認したものだけが、日本に輸入できます。
- 衛生証明書は、残留農薬の基準値をすべて超えていません、という証明書になります。このような書類をすべてそろえて受けとることによって、初めて日本に輸入することができます。
- 日本にマンゴーを持ってくる場合は、先ほど紹介した温湯処理をした後に、燻蒸処理といってマンゴーの中心温度が40度になるまで蒸気で処理されます。そのようにしてマンゴーの表面の虫や殺菌を除去した状況で、日本に輸入できますが、箱を開けた時点で虫などが発生していたり、箱が破れたりしていると、輸入できなくなります。
- 余談になりますが、実験に使ったマンゴーの代金は、果実自体は2万5千円、輸送費に3万円、関税に3400円、蔵置料に5460円を取られます。そのため実際に現地の値段よりもかなり高いコストがかかって流通していることになります。

【エチレン作用阻害剤 (1-MCP)】

- 唯一日本で認められている、収穫後に使っても良い農薬がエチレン作用阻害剤です。
- 農薬といっていますが、植物ホルモンのエチレンと類似した形をしている薬剤で、果実の成熟や、カット野菜の傷みの抑制、観賞用植物の鮮度保持に用いられています。
- 日本ではポジティブリスト制度といって、野菜ごとに使用して良い農薬のリストが決まっているため、この1-MCPという農薬を使えるものは、リンゴ、ニホンナシ、セイヨウナシ、カキのみです。1-MCPは処理濃度が0.5～1ppmという非常に低濃度でも効果が得られる、便利なものです。
- 成熟や老化は、エチレンがエチレン受容体に結合することで進みますが、この1-MCPはエチレンと似たもので、受容体にエチレンよりも先に結合し、追熟を抑制します。

- 1-MCPは気体ですが、気体では使いにくいいため、その気体を糖でコーティングすることで固体にし、そこに水を反応させることで糖が溶け、気化して1-MCPが反応できる状態になります。
- 写真は実際に1-MCPをブロッコリーに適用したものです。20度保存で7日後、何も処理していないブロッコリーはクロロフィルの分解が進み、かなり黄色い状態となっていますが、同じ20度7日間保存でも、1-MCP処理をしたものは黄化がかなり抑えられた状態となっています。さらに、10度で保存したものは、ほとんど黄化の進行が見られない状態が確認できます。

参加者：ブロッコリーは認可されているのですか？

安永：認可されていないので、認可されるために様々な試験を行っているところです。

参加者：先ほどの追熟の話だと、エチレンを気中に入れておき追熟させるという話だったのですが、植物は勝手にエチレンを出すのですか？

安永：エチレンを出すものも、出さないものもあります。基本的に何らかのストレスがかかることで、エチレンが出ます。果物であれば、追熟とって甘くなる方にエチレンを出すことはいいことなのですが、こういった野菜などはエチレンをいかに除去していくか、が重要になります。ブロッコリーの例では、老化を完全に止めることはできないですが、1-MCPが受容体にくっつくことで、老化のスピードを緩める働きがあります。

【呼吸による内容成分量の減少】

- 収穫してから私たちの手元に届くまでの呼吸量をどんどん足していくと、積算呼吸量というものを算出することができます。積算呼吸量と野菜の内容成分量の関係をとることによって、積算呼吸量と内容成分変化量の関係を式で表すことができ、実際の品質変化というものを数値化する、という研究を行っています。
- ガス濃度を変化させた場合は、式がより複雑になるのですが、ガス環境をいれた場合でも、同じように積算呼吸量と成分減少量の関係を見いだすことができ、色々な環境による品質変化を表す式を開発しています。

【食品の安全性確保と農産物流通】

- 安全を保証するために、適正農業規範とって、農業をどのように行ったら良いかという基準を示したり、流通の仕方や製造の仕方、小売りの仕方の模範になるもの示したりすることによって安全を担保しています。
- 現在はトレーサビリティという、私たちの手元に届いたものがどのような経路で来たの

かを追跡訴求するシステムも開発されています。流通の条件や、温度環境をモニタリングできるシステムがあるため、通ってきた流通の条件によって品質が維持されてきたのかどうか、ということを数値化し、消費者に提示するようなシステムに組み込むことができます。

参加者：今のフードチェーンで、収穫から、流通を経て、我々のところへきたことで大幅に保管する環境が変わってきますよね？その管理については自分で勉強するしかないのですか？

安永：私たちがきちんと皆様に、このような場で説明して、普及していかななくてはなりません。今は、野菜ソムリエの方などもいて、このようなことを伝えてくださっています。また、日本は今からTPPの関係もあり、海外に日本の美味しいものをうまく輸出して、強い農産物を作ろうという方向に動いているのですが、いい農産物を作るだけではだめで、それを流通させるためには、食品ロスを防ぎながら、流通させていかななくてはなりません。そのために、このような技術が重要となってきます。

参加者：ニンジンの外側の皮を洗ってしまうのはいいことですか？

安永：いいことか、悪いことかはわからないのですが、日本人はきれいなものしか受けつけないという国民性があるので、果実にとっていいことか悪いことか、というよりもどうしたら売れるかということを基準に整備されている技術もあります。海外ではあまり気にせず、泥付きのまま量り売りになっている場合も多く見られます。

参加者：春菊のビタミンCのデータで、なぜ冬の方が高いのですか？

安永：春菊の旬は冬であり、やはり冬に収穫したものの方が栄養価は高くなります。そのため、旬の時期に旬のものを食べるというのは、栄養価の面から見ても理にかなっています。

参加者：予冷に関して、できるだけ早期に予冷するのが理想だとあったのですが、最後に積算で効いてくるということなので、流通の過程のどこで予冷するか、というよりも積算をあわせれば大丈夫という解釈でよいのでしょうか？すなわち、採れたてで予冷できれば最善なのですが、できない場合は？

安永：できない場合は後からできるだけ低温にするということがいいと思います。

参加者：ヒートショック的に、暖かかったり、冷たかったりというのは効きますか？

安永：実際にそのような研究も行われていて、低温障害を起こす作物において、一旦高い温度を与えた後に、低温に保つと、先ほどお見せしたピッキングといった低温障害を起こさないという研究もあります。

参加者：うちの冷蔵庫は開けるとブルーのライトで、それが鮮度保持に効くという売り文

旬で購入したのですが、あの効果はどうなのですか？

安永:少し光を当てると、光合成をさせる働きがあります。普通、冷蔵庫の中は真っ暗で、どんどん栄養が減少してしまいますが、呼吸をする量と光合成をする量が同じくらいになる非常に弱い光を当てることで、栄養分の減少を抑える機能だと思います。

参加者:冷蔵庫で野菜を保存する時に寝せているかどうかで、栄養成分が変わってしまったり、腐敗が早くなったりするのですか？

安永:春菊の例になりますが、春菊は立って生えていますよね、それを横に寝せて保存すると、立ち上がろうとして、そこにエネルギーが使われてしまいます。そのため普通の呼吸をする状態よりもさらに活発になってしまい、腐敗などにつながります。アスパラガスなどはさらに呼吸が激しいので、冷蔵庫の中で立てていてくださいといわれているのは、そのためです。

第16回サイエンスカフェ

「一緒に考えよう！食品照射のよいところ、不安なところ」

開催報告

2016年1月7日、第16回サイエンスカフェ「一緒に考えよう！食品照射のよいところ、不安なところ」を開催しました。

農学生命科学研究科附属放射性同位元素施設の田野井慶太郎准教授から、食品の殺菌処理や殺虫処理のために放射線を用いる食品照射について、その原理や考え方、国内外における活用状況などについて話題提供がありました。参加者の皆さんに食品照射についての疑問をポストイットに書き出していただき、その疑問に答えながら話を進めました。意見や質問の多かった、照射食品の安全性や検査の在り方については、参加者の皆さんと考えました。

身近な食品への放射線の利用がテーマということもあり、多くの方にご参加いただき盛会となりました。



話題提供者の田野井さん

※以下、記載がない場合の発言者は田野井氏。

※質疑応答は一部抜粋。

【食品照射とは】

- 食品照射とは、放射線を食品にあてることです。放射線を当てることで食品が長持ちするように殺菌したり、虫がついていたら虫を殺したり、毒素を作らせないようにしたり、何かしらの生命活性を止めるために行われます。

佐藤：「殺菌処理に放射線ではなく紫外線を利用しているところをみたことがある」というご意見を参加者の方からいただきましたが、紫外線と放射線の違いとはなんでしょうか。

田野井：紫外線というのは、もう少しで放射線です。たとえば、蛍光灯が出す光のエネルギーは低いので、まだまだ放射線になれないのですが、紫外線のエネルギーはもう少し高いので、肌がこんがり焼けるわけですね。光のエネルギーをさらに高くしていくと、あるときに電離という作用を持ちます。つまり紫外線との違いは、放射線は電離という作用を持つことです。

- 放射線とは、「電離放射線」が正式名称です。もともと電気がないところに何かがやっ
てきてものとぶつかったときに、それがマイナスとプラスに分かれることを電離とい
います。
- 放射線には直接作用と間接作用があり、直接作用はDNAを切ったりタンパク質を壊し
たりするなど、直接攻撃することです。一方間接作用は、基本的には水に放射線が当たっ
て、水がプラスとマイナスに電離して活性酸素になり、これが生体物質を傷つけるこ
とを言います。食品照射では、放射線の間接作用を利用することが多いです。
- 食品照射で使われている放射線は2種類あり、1つはガンマ線及びエックス線です。紫
外線などの光のエネルギーをどんどん高くしていくと、エックス線やガンマ線になりま
す。光の波長が短いとエネルギーは高くなり、波長が長いと低くなります。エックス線
やガンマ線は、この波長が短くエネルギーが高いのです。
- 食品照射に用いられるもう1つの放射線は電子線です。電子線は、放射線といっても
粒です。電子をすごい勢いで飛ばすことで、電離作用をおこします。

【食品照射の方法】

- 食品照射では、放射線を発生させる装置か、放射線を発生させる物質のどちらかを使っ
て、食品に放射線を当てています。
- 1つは電子線照射という装置です。電子の粒を上から下に飛ばし、そこを食品の入った
段ボール箱がベルトコンベアにのって流れていきます。放射線は、ものを突き抜ける
能力がありますので、段ボール箱を突き抜けて中にある食品に当たるようになってい
ます。この場合は電源操作を行うので、スイッチをオンにすると放射線が出て、照射が
終わればスイッチをオフにします。
- 一方、コバルト60という放射性物質や、福島原発で有名になったセシウム137といっ
た放射性物質から出てくるガンマ線でも、食品照射ができます。放射性物質が入った
ものを並べて、シャッターを開閉することで食品に照射します。この場合は電子線照射
とは異なり放射線が出続けるので、作業員の方が被ばくする事故がないように、気をつ
けなければなりません。



- 放射線を吸収する量の単位として、グレイ (Gy) があります。水 1 リットルに 10,000 グレイを与えると、水の温度が 2.4 度ほど上昇します。CT 検査での放射線量は約 0.008 グレイで、人間が死んでしまう放射線量が 4～10 グレイくらいですので、10,000 グレイというのはものすごい量です。
- 食品照射で用いる放射線量の基準について、アメリカの場合、たとえば香辛料の殺菌には 30,000 グレイ以下、NASA の宇宙食に使用するお肉は 44,000 グレイ以上、豚肉の寄生虫制御には 300～1000 グレイ、ジャガイモの芽止めには 60～150 グレイとされています。

【国内外の食品照射の状況】

- 日本では、ジャガイモの芽止めのために食品照射が行われています。1 年間に約 5,000～6,000 トンのジャガイモが照射されていますが、これ以外には行われていません。照射し終わると、照射したというラベルが貼られてわかるようになっています。
- アメリカは世界で最も放射線利用をしています。10 年前のデータですが、アメリカの放射線利用の経済規模は各産業のトータルで 14 兆円にのぼります。14 兆円のうち工業利用が 6.7 兆円、医学・医療利用は 5.9 兆円、農業利用は 1.7 兆円です。日本の放射線利用は 6 兆円で、うち工業利用が 4.7 兆円、医学・医療利用が 1.4 兆円、農業利用は 0.1 兆円です。
- アメリカの農業分野における放射線利用は、主に食品照射です。アメリカの香辛料の 3 分の 1 は照射処理されますので、皆さんもアメリカに行けば照射された食品を口にされると思います。
- アメリカは輸入する食品についても、原産国で照射するように求めています。現地の病原体などをアメリカ国内に持ち込まないために、農務省がアメリカの規格を現地に持ち込んでいるのです。アメリカは、食品の経済的な世界戦略に食品照射を使っていて、海外に自国の規格ごと輸出して食品を確保したり貿易をうまく進めたりしていると思います。

佐藤：参加者の方から、「海外では食品照射に反対する声は少ないのか」というご質問がありました。いかがでしょうか。

田野井：海外には自然志向の方も多いため、反対している人も絶対に多いと思います。食品照射が 1 番多く行われているアメリカでは、経済的な目的や病原菌を抑えるという目的で、食品照射が消費者にも理解されているのかもしれませんが、アメリカでも若い方が、食中毒などが原因で寝たきりになったり、亡くなってしまったりするというニュースもあ

りますので、食品照射によって、こうした状況を防げるのではないかという世論はあるのかもしれませんが。

参加者：ニューヨークのスーパーでは、照射された食品も普通に手に入るのですか。

田野井：はい。おそらく、遺伝子組み換え食品に似た表示をされて売られていると思います。

佐藤：参加者の方から、「ヨーロッパにおける食品照射の利用状況はどうか」というご質問がありますが、いかがでしょうか。

田野井：データを持っていないのですが、ヨーロッパにおける食品照射はほとんど行われていないと聞いています。

【照射処理とその他の処理】

- 食品照射では、放射線を食品中の生物に照射し、活性酸素を発生させて病原体などを殺します。そのため、活性酸素が微生物や病原体にあたる前に、食品自体が活性酸素を打ち消してしまうものには向いていません。
- たとえば、レバーは活性酸素を消去する効果が高いので、食品照射に向きません。レバーに照射しても、活性酸素が微生物を殺す前にレバー自体が活性酸素を打ち消してしまうからです。一方、果物や香辛料についている病原体などには非常に効果があります。
- 食品には、放射線処理だけでなく、熱処理など様々な処理が行われています。たとえば、マンゴーの熱処理ですと約47度で20分間、マンゴスチンの熱処理ですと約46度で58分間行くと、植物検疫を通すことができます。輸入された果物には熱が加わっていますので、アメリカで食べるマンゴスチンと、日本に輸入されたマンゴスチンの味は少し違うかもしれません。

参加者：“食のコミュニケーション円卓会議”という会で、食品照射について研究している者です。今まで、80種類以上の食品で、照射したものと照射していないものを試食してきました。照射によって殺虫をする場合、虫の種類によって何グレイ以上の放射線を当てなければならないとされています。そうすると、たとえば果物の場合、柔らかくなりすぎてしまう場合もあります。ですから、照射は万能ではありません。もしもこれから日本で、ジャガイモ以外の食品照射が認められても、食品すべてが照射されることはないと思います。香辛料への照射殺菌は、加熱殺菌よりも温度が上がりにませんので、その香辛料を活かした非常にスパイシーな料理を作ることができると思います。

佐藤：参加者の方から、「サバを生状態で照射し、サバに寄生するアニサキスは殺せるか」というご質問がありましたが、どうでしょうか。

田野井：アニサキスについて、食の安全研究センターの関崎さんいかがですか。

関崎：先ほど、豚肉の寄生虫制御には300～1000グレイとありました。アニサキスも魚の肉の寄生虫なので、豚肉と同じく、サバも生の状態で照射してアニサキスを殺せると思います。

田野井：世界における食品照射の利用例をみても、香辛料や肉が多いですね。日本においては、肉は何らかの殺菌処理をしているのでしょうか。

関崎：生のままでの肉の殺菌はしていません。食中毒をおこす病原菌がつかないようにするために、農場や屠畜場、流通・加工の過程での衛生管理をしています。

田野井：そもそも、菌を発生させないように衛生管理に取り組んでいるということですね。加工肉もそうですか。

関崎：加工肉もそうです。野菜に関しては、塩素系の消毒や薬剤処理が行われていますが、肉にはその臭いがついてしまうので行われていません。

田野井：日本では肉の殺菌処理が行われていないということですが、生レバーを食べたい場合はどうしたらいいですか。

関崎：厚生労働省の答申次第ですが、私たちの関係する業界団体も殺菌処理についての技術開発を行っています。



参加者の皆さんに質問をポストイットへ書き出していただきました。

【照射された食品の安全性】

佐藤：「残留放射能が心配だ」という参加者の方のご意見がありました。どうでしょうか。

田野井：放射線の種類によっては、放射線があたると放射能を持つ物質に変わってしまうことがあります。これを放射化といいます。たとえば、中性子線が当たると、放射性物質に変わってしまうことがあります。ただし、放射化しない放射線もあり、食品照射にはそれらを使っていますし、使われている放射線のエネルギー量も、食品に放射能を誘導しないレベルのものを使っています。

参加者：食品照射には、一定の線量以下でないと照射してはいけないという条件があると思うのですが、その条件はどのように決められているのですか。

田野井：国際的な植物防疫における規格が示されており、何グレイ以下なら安全だという基準があります。毒性試験も行われています。食品照射をしたことによって形成された物質の発がん性についての研究も行われています。そういった調査をしたうえで、何グレイ以下の照射量にするようにという基準が決まっていると思います。

参加者：無毒性量 (NOAEL) を測定する試験にはお金がかかるとは思いますが、照射された食品に対しては行われているのでしょうか。もし行われていないのならば、安全と言い切れるのでしょうか。

田野井：かなり多くの放射線を当て続けると、変異原性というがん誘導物質のようなものが少しずつ作られることは、動物実験で分かっています。ただし、それが NOAEL 規格に合っているかはわかりません。

佐藤：食品に放射線を当てた際に、毒性を持つような新たな物質が食品の中で生成されることはないのか、ということですね。安全基準もきちんと、照射のメリットと合わせて考えて判断していかなければいけませんね。

【照射食品の検査】

- 本日は、照射されたターメリック、赤唐辛子、月桂樹の葉のサンプルを持ってきました。照射サンプルには、基準値となる 10,000 グレイの放射線をあてました。照射殺菌したもの以外に、未殺菌品、加熱水蒸気殺菌品もあるので見比べてみましょう。
- 高温高压で殺菌処理する加熱水蒸気殺菌は、香辛料に大きな影響を与えることが見てわかります。現在はそれぞれの香辛料の香りが混ざってしまつて違いはわかりませんが、おそらく香りも異なると思います。



参加者のみなさんから多くの質問をいただきました。

佐藤：「照射された食品に放射能が残存しないならば、輸入食品が照射されているかどうかをどうやって検査するのか」というご質問が参加者の方からありましたが、いかがでしょうか。

田野井：海外では特に香辛料に照射されているので、そういった香辛料が日本に入ってくるのか検査をします。照射しても、食品は放射能を持たないので、放射線量を測ることはできません。香辛料には非常に細かい鉍物が混入しますが、鉍物には放射能を浴びると活性化する物質が入っています。ある光を当てると、その物質が放射能を浴びて活性化したことが光として表れてくるので、検査では、輸入された香辛料に混入した鉍物

の反応から照射された食品かどうかを判断しています。この検査方法は農林水産省が開発して、輸入食品の抜き取り検査に用いられています。こうして、日本には照射された食品は輸入されないようになっています。

参加者：食品に異物が入っていないと、検査できないわけですか。

田野井：おっしゃる通りで、ほこりや岩石の細かいものが入っていないとだめです。

参加者：ある光を当てて、鉱物の中の物質が反応したらダメだということはわかりますが、輸入された食品すべてが安全であるという確証は出せないのではないですか。

田野井：その通りです。石の混入具合によるわけです。ある種の香辛料は検査できるけれども、ある種の香辛料は全然できないこともあるわけです。それは、栽培履歴やトレーサビリティで判断するしかないですね。私は以前、元素組成から産地判別や産地偽装についての研究を行っていたことがあります。元素組成を調べると、産地偽装をしているのではないと思われる食品業者もあったのですが、科学的なデータのみでは彼らを逮捕することはできません。内偵が入って伝票を見て、伝票の証拠から摘発します。つまり、科学的データはあくまでスクリーニング調査にしか使われません。照射された食品が間違っって輸入されることはあるかもしれませんが、常習犯は捕まると思います。

佐藤：照射された食品は輸入しないように検査するということなのですが、照射された食品を使った加工食品については、どこまで明らかになるのでしょうか。

田野井：遺伝子組み換え食品もそうかもしれませんが、加工品や調理品ではそういった表示はありませんよね。よく食経験と言われますが、そうした食品を食べ続けている国でも大丈夫だという社会通念をもとに判断していくことも必要かもしれません。



第17回サイエンスカフェ 「一緒に考えよう！食事と健康と寿命」 開催報告

2016年2月5日、第17回サイエンスカフェ「一緒に考えよう！食事と健康と寿命」を開催しました。

放送大学の小城勝相教授から、人はなぜ老化するのか、私たちにとって健康的な食事とはどのようなものなのか、健康を維持する体の仕組みについて「生命化学」という言葉で表されるように、体の中で起きている化学反応からお話いただきました。

冬の空気が冷たい日でしたが、多くの方にご参加いただき盛会となりました。



話題提供者の小城さん

※以下、記載がない場合の発言者は小城氏。

※質疑応答は一部抜粋。

【人間にはなぜ、考えた食事が必要か】

- 人間は下等動物と違って、食べ物が本能で決まっていません。人間は何でも食べるのですが、逆に選択が必要なのです。
- 人間の体は、水とグルコース以外の欠乏がわかりません。脳の血液が濃くなってきたと察知すると、のどが渴いたという感覚が起こり、水を飲みます。脳の血管の中のグルコースの濃度を測定して、濃度が低下してくると、おなかがすいたという感覚が起こります。しかし、それ以外の栄養素の欠乏についてはわからないのです。

【必要な栄養素とは】

- 栄養素とは、体を構成する分子やイオンのことです。炭水化物、脂肪、タンパク質、ビタミン、ミネラルなど、たくさんの栄養素を取り入れなければなりません。人間は、もっとも外界に依存する生物なのです。
- 体内では、栄養素の変換ができます。たとえば、タンパク質から出てくるアミノ酸はグルコースに変換でき、グルコースは脂肪に変換することができます。

- しかし、脂肪はグルコースにはならず、脂肪のままです。エネルギーとして使うしかないのです。
- また、たとえば、ライオンはグルコースからビタミンCを合成できるのですが、サル以降、ビタミンCを合成する遺伝子が消失したため、ヒトはもうビタミンCを合成できないのです。だから野菜を食べなければならないのです。

【現代人の傾向】

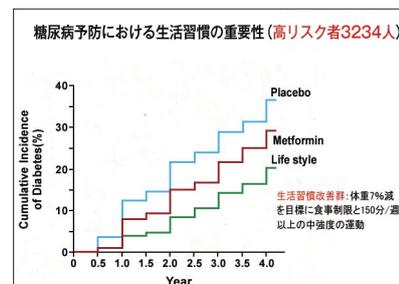
- 厚生労働省の調査によれば、40～49歳の男性の3人に一人は太りすぎて、若い女性の4人に1人はやせすぎです。そしてBMIと死亡率の関係をみると、太りすぎていてもやせすぎていても、死亡率が高いのです。
- また昭和21年以降のエネルギー摂取量と栄養素等摂取量の経年推移を比べると、エネルギー摂取量は増えていない一方、動物性脂質の摂取量が増えていることがわかります。

【なぜ運動が健康によいか】

- 運動すると、筋肉でATPというエネルギーが消費されて、AMPという物質に変換されます。AMPが増えると、AMPキナーゼというタンパク質が活性化されます。そうすると、脂肪や糖の分解を促進して、インスリン抵抗性を改善します。いわゆる糖尿病になりにくくなるのです。
- 運動すると活性酸素が発生します。ですから栄養条件が悪いところで過度の運動をすると、体はどんどん悪くなるのです。ただし、しっかり栄養をとっていると、抗酸化酵素ができてくることによって、人間の老化を防いでくれるのです。
- 糖尿病は、血糖値が高いことによって、体内で活性酸素が大量に出てくるといってもわかっています。活性酸素が出て酸化ストレスが増大し、動脈硬化も進行します。

【生活習慣の重要性】

- 米国で、もうすぐ糖尿病になりそうな患者さん約3000人を3グループに分け、それぞれ何年後に糖尿病になったか調査した研究があります。
- 何もしないと、4年間で約40パーセントの人が糖尿病になり、メトフォルミンという薬を飲むと、糖尿病になる率が低くなります。しかし、薬を飲むよりも発病率が低いのは、生活習慣を改善させたグループです。



参加者：血糖値が高くなって医者にかかる、何を指導されますか？

小城：まず、いきなりインスリンを注射することはないと思いますが、肝臓などで脂質や糖代謝を促進するような薬を飲ませるのが普通です。また基本的に、インスリンは脂肪をため込む方向に働くホルモンですので、運動や食事制限を組み合わせない限り、絶対によくなりません。

参加者：運動とは、どの程度のものでしょうか。駅まで数分かけて歩くなどでもいいですか。

小城：少し強い運動でないとだめです。また、運動を始めて最初の15分ほどはグリコーゲンという糖が減るだけなので、脂肪を減らすには15分以上の運動をしなければいけません。つまり、脂肪は一度ためると減らすのが難しいということです。

【酸素の生命維持機能】

- 寿命は、遺伝子と生活が決めており、その鍵となるのは酸素だと思います。
- 酸素とは、酸素原子が2個くっついてO₂という形で飛んでいます。首を絞められたら気を失いますが、それは酸素とグルコースが脳にいないからです。
- 酸素はエネルギーを作ったり、ホルモンを合成したりするときに必須の分子です。また、活性酸素はガンなどの有害な細胞を殺しにもいきます。
- しかし、生きる上で必須の酸素が同時に、我々の老化や死を準備しています。

【エネルギー産生の目的】

- 実は、エネルギー産生に酸素を利用しない生き物もいますが、エネルギー産生効率が悪いので、単細胞のまま進化できません。海底火山の近くで酸素を使わないエビのような多細胞生物が見つっていますが極めて特殊な例です。
- エネルギーは、遺伝子やタンパク質など生命維持に必要な分子(インスリンなど)を作る際に絶対に必要ですし、遺伝子そのものを作る時にも必要です。
- また生命は非常に高度な秩序を持っています。恒常性維持というのですが、血液の中のグルコースも温度も、ナトリウムやカルシウム等のイオン類の濃度も、すべて測定する臓器があり、一定に保たれているのです。そういった恒常性維持のためにもエネルギーは必要なのです。
- 私たちの体は実は、土に帰るといって無秩序に向かう状態が安定なのです。毎秒毎秒、土に帰るといって安定な方へ向かっていくのですが、それを戻してくれているのがエネルギーです。つまり、何もしないで放っておくと、我々は土に戻ってしまいます。
- 成人男性の1日の基礎代謝量は1600キロカロリーで、計算をすると1日に100キロの

ATPを作っています。エネルギーとして使うとすぐに元に戻るの、トータルで100キロ作っているということです。

佐藤：毎日100キロ作っても、それがたまるわけではなくて、作っては戻り、作っては戻り、ということですか。

小城：はい。作っては使い、作っては使い、ということです。その結果、全てを合計すると100キロくらい作っているということです。

【エネルギーの産生】

- 糖、タンパク質、アミノ酸、脂肪、このどれからもエネルギーを作ることができますが、最後、TCA回路というところで、炭素は炭酸ガスにして、水素をナイアシンというビタミンに結合させて呼吸鎖というところに持って行きます。水素と酸素が反応したら、爆発して水になりますよね。原理的には、この爆発のエネルギーから、ATPという筋肉を動かす際のエネルギーを作るわけです。
- つまり、体内の糖やアミノ酸や脂肪から、炭素は炭酸ガスにして、水素分をもらい、その水素を使ってエネルギーを作り、生きているということなのです。
- さて、受精卵の細胞は1つしかありませんが、赤ちゃんが生まれるまでに細胞は60兆 (6×10^{13}) 個にまで増えます。1つの細胞に1つの遺伝子があり、その長さは1メートルです。細胞が60兆個ですと、遺伝子の長さはトータルで60兆 (6×10^{13}) メートルになります。
- 太陽系の大きさは6兆 (6×10^{12}) メートルなので、赤ちゃんは誕生までの間に、太陽系を5往復できる長さのDNAを作っていることになります。この遺伝子の結合1つに、最低2つのATPが必要なのです。
- 赤ちゃんは誕生までものすごいエネルギーを使っており、このエネルギーを作り出すためには酸素が必要です。

【活性酸素はどう生まれるか】

- 細胞表面には、バクテリアのタンパク質を認識する受容体(タンパク質)があります。白血球にバクテリアがやってきたことを認識すると、バクテリアを細胞膜で囲み、食胞という袋に閉じ込めて細胞の中に取り込んでしまいます。貪食といい、危険な分子が周囲に出るのを防いでいます。
- そこに酵素があり、酸素を活性化して活性酸素を大量に出し、塩素を使って塩素殺菌します。そのために、過酸化水素という活性酸素を産生しなければならないのです。

- 塩素殺菌をする際に作られる過酸化水素は危険な分子なので、食胞で取り込んで殺菌するのですが、実は細胞膜を容易に通り返られるのです。常に炎症が起こるところでは、活性酸素が周りに出てがんになりやすいことがわかっています。



熱心に聞き入る参加者の皆さん

【分子の成り立ちと活性酸素】

- 水素分子は、水素原子が2つくっついて成り立っています。
- 有機物は電子が2つ対になって化学結合を作りますが、酸素には不對電子が2つあります。こういう分子は、酸素しかないのです。
- 活性酸素について、まず、酸素に電子が1つ入ってスーパーオキシドができ、これから過酸化水素ができます。過酸化水素に電子が入るとヒドロキシルラジカルという、不對電子(対を作らない電子)をもつ分子が生成します。こうした不對電子を持つ分子をラジカルというのですが、これが活性酸素の本体です。
- ラジカルは連鎖反応を起こします。連鎖反応の代表は燃焼反応です。今、都市ガス、メタンの燃焼を例にとって説明しましょう。最初に点火します。点火というのはラジカルを発生しているのです。不對電子をもつラジカル、例えばヒドロキシルラジカルはメタンから水素原子を引き抜きます。ヒドロキシルラジカルは安定な水になりますが、引き抜かれた方はメチルラジカルになります。そのラジカルは、独身同士はすぐにくっくように、不對電子をもつ酸素と結合します。
- 酸素には不對電子が2つあるので、一方の不對電子はなくなりますが、もう一方の不對電子によってまたラジカルが生成します。するとそのラジカルが、また他のメタンの水素原子を引き抜くのです。すべての電子がペアになって存在している普通の分子のところに、奇数の電子をもつものがやってくると、絶対に止まらないのです。
- 細胞膜でもこれと同じような反応が起こり、いろいろな有機物を壊すことになり、役に立たなくなった老廃物が産業廃棄物のように細胞中にたまったり、ラジカルが遺伝子を攻撃したりして突然変異を起こし、我々は老化したりがんになったりすると考えられています。
- 人間の細胞を構成している細胞膜の半分は、ろうそく、天然ガス、ガソリンと同じ炭化水素の部分を含んでいます。ですから、活性酸素が出ると、連鎖反応によってろうそくなどがなくなるまで燃え続けます。ろうそくと似た成分を含む細胞膜でもこの反応が起こると、老化を起こしたりがんが発生したりします。

- 皆さんが今燃えていないのは、体内に抗酸化系の酵素やビタミンC, Eのような抗酸化剤があり、自分が犠牲になってラジカルを普通の分子に変換してくれるからです。

【体重(細胞)あたりの酸素消費量が少ないと長命】

- 1日に細胞1個あたり何キロカロリー消費するかということは、1日あたり酸素をどれだけ使うかということです。
- 人間は、細胞1個あたりで使う酸素量が少ないので長生きします。ほ乳類の中でも、酸素を多く使うものは早く死に、ゆっくり燃えるものは長く生きるのです。
- 使用する酸素の一定量が活性酸素になるため、酸素使用量の多い生物のほうが、酸化によって障害される速度が速い、つまり老化が速いと考えられます。

【酸化ストレス】

- 酸化ストレスとは、活性酸素による障害作用とそれを修復しようとする生体作用の均衡が崩れた状態をいいます。
- 活性酸素は、過酸化水素から出てくるヒドロキシラジカルが親方です。これは脂質、タンパク質、遺伝子などすべての有機物に反応することができ、どんどん酸化ストレスがたまっていきます。
- ほかに、酸化ストレスを起こすものとして、たばこ、酒、放射線やアスベストなどがあります。
- ただし、体内にはビタミンや抗酸化系酵素が多くあり、我々の体は簡単には燃えないような仕組みになっているわけです。そして、こうしたビタミンや抗酸化系酵素の原料となるアミノ酸類などは体外からとらなければなりません。
- 酸化ストレスは、老化、がん、動脈硬化、アルツハイマーなどの原因になります。

【動脈硬化症とは】

- 消費者庁が認定する特定保健用食品には、特に粥状動脈硬化症の予防を目的としたものが多いです。粥状動脈硬化症は老化とともに起こる動脈硬化症で、死因のトップに関係し、がんとともに活性酸素との関連がいられています。
- 動脈硬化とは、悪玉コレステロールが酸化されることから始まる一連の反応が起きた結果、血管壁が堅く厚くなり、血流が悪くなることです。
- 内臓脂肪は、実は内分泌器官であることがわかってきました。脂肪細胞は独特のホルモン(アディポサイトカインといいます)を放出します。たとえば、脳に食欲を抑制する指

令を出すレプチンや、血液を固まりやすくするPAI-1、ほかに糖尿病になりやすくするものや血圧を上昇させるものもあります。

- 動脈硬化を促進するものとして、高血圧があります。血圧が高いと、血管にストレスを与え活性酸素が出て血管が障害されます。また、糖尿病になると大量の活性酸素が出て動脈硬化を促進します。
- 大阪大学で、アディポネクチンという、内臓脂肪から分泌される動脈硬化を予防する、とてもいいホルモンが発見されました。しかし脂肪をため込みすぎると、このホルモンは減少してしまうのです。
- つまり、内臓脂肪に脂肪細胞をため込むと、動脈硬化を促進するホルモンをたくさん出し、動脈硬化を防ぐホルモンを減らしてしまうのです。

【食品による動脈硬化の予防】

- イヌイットの人たちは魚の脂をたくさんとっており、心筋梗塞になりにくいです。ところが、同じイヌイットでもデンマークに移り住み牛や豚を多く食べ魚の脂が異常に少ない場合は、心筋梗塞で多く亡くなるというデータがあります。
- これは統計的な疫学調査なのですが、実際に魚の脂肪から出てくるある種の化学物質が動脈硬化を予防するという化学研究がされている最中です。

参加者：炭水化物を気にすることが多いのですが。

小城：炭水化物に関しては、体重さえ維持すれば気にすることはありません。

- 多々ある特定保健用食品の中でも、抗酸化作用を持つ特保はありません。なぜなら、カテキンやフラボノイドというものは、生体にとって異物ですので、ほとんど吸収されず、吸収されても肝臓で解毒されるため、血中濃度が低いのです。
- 抗酸化作用を持つ酵素を誘導するような物質が出る可能性はありますが、科学的に弱い作用を証明するのは難しいです。

参加者：水素水が流行っていますが、今の観点からどうですか。

小城：いいとは思いません。ラジカルが水素分子から水素原子を引き抜く反応というのは、水素原子を発生させるため、エネルギー的にすごく不利なので、なかなか起こらないと思っていいと思います。またミトコンドリアが水素をエネルギー源にすることはありません。



食事や健康についての話題は参加者の興味を引きました。

【栄養素は食品から摂取しよう】

- 食品から栄養素をとった方がいいというデータがあります。フィンランドで、50～69歳の喫煙男性約3万人を対象に5～8年に渡る介入実験として、無作為に「ビタミンE」、「β-カロテン」「ビタミンEとβ-カロテン」「プラセボ(偽薬)」を摂取する4つのグループに分け影響を見ました。
- β-カロテンを摂取したグループの方が肺がん発生率は高く、ビタミンEを摂取したグループには特別な効果はみられませんでした。
- 緑黄色野菜はすべてのがんの予防に効果があることが確かめられています。ただし、β-カロテンやビタミンEといった成分を取り出して飲んでも無意味だということです。サプリメントや特保の食品ではなく、食材そのものを取りましょう。

参加者：β-カロテンを摂取したグループが肺がんの発生率が高くなったというのは、何の比較ですか？

小城：プラセボ(偽薬)のグループとの比較です。

参加者：β-カロテンをとらない方がいいということですか。

小城：β-カロテンだけをとらない方がいいということです。また被験者は喫煙男性でした。β-カロテンはラジカルと結合してつかまえる作用がありますが、結合すると自分がラジカルになってしまいます。このようなことから喫煙者がβ-カロテンを摂取すると連鎖反応が起こって酸化ストレスが増大する可能性があります。しかし野菜だとβ-カロテン以外にビタミンCなども含んでいてこれらのラジカルを消去することもできるのでしょう。

参加者：野菜はどのような食べ方がいいですか。また、野菜ジュースはどうですか。

小城：野菜は、1日350グラム食べるといいと言われています。生野菜よりも加熱したもののほうがより多く食べられると言いますので、調理したものを食べた方がいいと思います。野菜ジュースもいいと思います。食物繊維などをそのままにした商品とそうでないものがありますが、ジュースを使って自家製のジュースを作るのはいいと思います。

【健康食品の問題点】

- サプリメントのヒトに対する有効性を検討するためには、医薬品と同じような二重盲検法で実験しなければならないのですが、そのデータがない場合には、「個人の感想です」というようなテロップを出してコマーシャルをしています。
- 消費者と専門家の知識の差もあります。たとえば専門家は、試験管の中ですばらしい抗酸化作用がみられても、それが生体内で起こるとは限らないという見解を持っている

ます。消化器系にはバリアがあり、生体異物は簡単には吸収されないのです。

- 増毛や育毛など、培養細胞を使った商品もあります。しかし、培養細胞を用いる研究は、そのまま生体には適用できないことは、細胞生物学の大前提です。
- 消化器系も無視されることがあります。タンパク質は基本的に分解されて吸収されます。たとえば、コラーゲンなどは牛肉の中に多く含まれていますが、アミノ酸に分解されて吸収されます。その他の非生理的食品成分は簡単には吸収されず、生体内で高濃度にはなりません。
- また、動物実験の効果の信憑性は高いですが、動物とヒトには種差があります。たとえば昔、動物実験をしてプロポリスに抗酸化作用があるということを発表したのですが、人間には食べられないような量を動物に与えていました。実験としては正しいのですが、人間に同じことができるかというのは別の話です。
- 食事は規則正しく腹八分、和食が基本でいろいろ食べることです。健全な食生活と適度な運動と休養をとりましょう。そしていつでも相談できる良い家庭医を持ちましょう。

参加者：食事は腹八分ということですが、食べ過ぎたら2日食事を抜くと、すごく内部が活性化するという話を聞いたことがあるのですが、どうでしょうか。

小城：そんなことはないと思うので、同じように食べましょう。

参加者：断食の効果はありますか。

小城：ものによるのではないのでしょうか。プラセボ効果と同じで、良いと思ったら成功するかもしれません。極端な断食やエネルギーカットは必ず医師の監視の下で行わなくてはなりません。

参加者：遺伝子組み換えの食品は体に悪いのでしょうか。

小城：特殊なアレルギーを持っている人以外は、遺伝子組み換え食品が何かおかしな影響を及ぼすことはないと思います。たとえば、導入した遺伝子が作るタンパク質に対してアレルギーを持っている子どもがいなくても限らないですが、遺伝子を改変したところで毒性というものはないと思います。しかし、たとえば、特定の害虫に強い作物を作ったら、それに耐性を持った虫が出てくるといった、毒性とは別の効果はいろいろあると思います。直接的な毒性よりこのような生態学的な影響のほうが問題だと思います。

参加者：食事後すぐに運動するべきですか。食休みなどをした方がいいですか。

小城：食事後すぐに運動すると消化がおかしくなるかもしれませんが、人それぞれだと思います。

参加者：たとえば、野菜を何グラム、肉を何グラムといった、毎日何をどれだけ食べればいいのかという細かい基準を示したものがあります。2～3日のうちに帳尻を合わせるよ

うにといわれたのですが、先生はどう思われますか。

小城：毎日でなくとも、1週間で肉を何グラムなどと考えてあわせていけばいいですが、野菜は2～3日に1回は食べた方がいいでしょうし、ものによろと思います。

参加者：日本食は塩分が多いといわれておりますが、薄めにした方がいいですか。

小城：塩分は必ず薄めにした方がいいと思います。アメリカの基準では、1日の塩分摂取量は5グラムですが、日本ではあり得ないですね。基本的に塩で煮というのが日本料理の伝統です。腎臓病になった人は塩を1日6グラムに制限するのですが、少なすぎてたいていの人は無理ですね。だから日本人でも薄い味に慣れて、10グラムくらいにした方がいいと思います。



参加者の方とのお話も、盛り上がりました。

第18回サイエンスカフェ

「聞いてみよう！きのこ森林の放射能汚染」

開催報告

2016年3月1日、第18回サイエンスカフェ「聞いてみよう！きのこ森林の放射能汚染」を開催しました。

国立研究開発法人森林総合研究所の三浦覚博士に、原発事故由来の放射性物質による森林の汚染と、きのこ栽培、特に原木によるシイタケ栽培の現状についてお話いただきました。

今回も多くの方にご参加いただきました。質疑応答も活発に行われ、盛会となりました。



話題提供者の三浦さん

※以下、記載がない場合の発言者は三浦氏のもの。

※質疑応答は一部抜粋。

【林産物としてのきのこ】

- きのこは林産物です。林産物というとまず木材ですが、筍、山菜、きのこなども林産物で、林野庁の管轄に入っています。なかでも木材ときのこの生産高が大きな割合になっています。
- きのこの生産方法は主に3通りあります。1つ目が野生のきのこを採取する方法で、スーパーなどではほとんど流通しておらず、収穫する楽しみとして親しまれています。2つ目が原木栽培で、きのこの中ではシイタケが圧倒的に多いです。3つ目がおが粉を使った菌床栽培で、シイタケのほかにエノキタケやエリンギなどがあります。消費者としては原木栽培や工場での菌床栽培によるものが、直接食の安全にかかわるかもしれませんが、野生きのこの採集も、楽しみとしても食品としても重宝されています。

佐藤：菌床栽培はおが粉を使うとのこと、きのこ栽培は木を利用しているんですね。

三浦：菌床栽培では、コナラやクヌギなどの広葉樹を粉砕して、ぬかやふすまなど、栄養分になる有機資材をまぜてポットに入れ、菌を接種して育てます。粉砕した木くずを、おが粉といいます。

参加者：菌床栽培では、どのくらいの期間で収穫できるのですか。

三浦：シイタケの場合は同じポットで何回も収穫できます。シイタケ栽培工場の方によると、2回目の収穫量は1回目の収穫量の6～7割ほどで、2～4か月の間に繰り返し収穫するとお話しされていました。

参加者：収穫してもまた生えてくるのですか。きのこを栽培する部屋の温度はどれくらいですか。

三浦：はい、また生えてきます。ただ、収穫量が落ちてくるので、収益を計算しながら回していくそうです。大きな会社は、1回収穫して少し収量が落ちたポットを、小規模な自家生産をしている農家に販売するという話もありました。室温はわかりませんが、部屋に入った感じでは20度程度に感じました。個人経営で、納屋に棚を作ってポットを並べて栽培しているところもあるようです。

参加者：菌床栽培では、菌を植えるのですか。おが粉の中に菌が混ざっているのですか。

三浦：原木は穴をあけて菌を植えますが、菌床の場合はおが粉に混ざった種菌を接種するときいております。

- 1960～2010年までのきのこの国内生産量の推移をみると一貫して増加しています。きのこの種類別では、ブナシメジが90年ころからぐんと伸び、最近ではマイタケやエリンギが増えています。様々なきのこのうち、生産量が多いのは菌床栽培で工場生産ができるものです。1960年からの50年間で、日本人が食べるきのこの量も10倍近くになりました。
- また、1975～2010年までの木材を含めた林業分野全体の生産額の変遷をみると、1975年からずっと下り坂で、日本の林業生産はどんどん減少していることがわかります。木材の輸入自由化によって、海外から安い木材が入ってきたので、国産材が売れなくなり、日本の森林はあまり切られなくなりました。林業はどんどん衰退し、木材の単価も下がり、全体の生産額も下がりました。
- 2000年以降、木材の生産額ときのこの生産額がほぼ同じくらいになりました。現在の日本の林業生産額は、木材が半分、きのこが半分です。筍や山菜の生産額はそれに比べると非常に少ないので、日本の林業は木材ときのこではほぼ成り立っています。

参加者：きのこの生産量はどんどん増えているのに、生産額はそれほど伸びていません。それはきのこの値段が下がっているということですか。

三浦：たぶんそうです。大量生産をしてどんどん安くなり、消費も増えているのだと思います。

- 林野庁が、日本人1人当たり1年間のきのこの消費量のデータを出しており、それをみ

ると1965年～2000年頃からはほぼ3.3キロで横ばいになっています。生産量はその後も増えているので、もしかしたら2000年以降は輸出をしているのかもしれませんが。

【原発事故ときのこ】

- チェルノブイリの原発事故以来、きのこが放射能に汚染されやすいということは知られていましたので、林野庁は福島原発事故直後からきのこを調査したり、対策したりしてきました。森林総合研究所のきのこの専門家にきいたところ、工場の中で栽培されているきのこはあまり心配なかったようですが、森林の中で栽培しているきのこはあっという間に汚染されました。
- シイタケ中のセシウム濃度を原木中のセシウム濃度で割って出てきた係数を、シイタケ原木栽培の移行係数と呼びます。移行係数が高ければ高いほど、きのこが原木からたくさんセシウムを吸収することになります。2011年の原木栽培についての緊急調査では、その平均値は0.43でしたが、移行係数が3に近い高いものもあります。そこで、全体のサンプル数の90パーセントが含まれる移行係数がどこかと計算すると、1.99で、ほぼ2でした。
- 食品中の放射性物質の基準値は、1キログラムあたり100ベクレル以下です。つまり、原木の放射性物質の量を1キログラムあたり50ベクレル以下にすれば、きのこは100ベクレル以下になります。林野庁は、2011年のこの調査に基づいて、原木を使ってきのこを栽培する場合は、放射性セシウムの濃度が1キログラムあたり50ベクレル以下の原木を使うようにという指標値を出しました。

参加者：原木の放射性物質を測定する場合、木の皮を測定するのですか。

三浦：木の皮だけではなく、木部と樹皮を全部一緒にしたほだ木の平均的な濃度です。

参加者：木は、放射性物質を樹皮ではなく根っこから吸収することもあるのではないですか。

三浦：ほかの地域より放射能汚染が多いといわれる福島県の中通りや浜通りなどでは、樹皮で濃度が高く、放射性物質の一部は樹皮から木部に入っていったと考えられています。ただし、樹皮や根からそれぞれどのくらい吸収されたかということは、調べるのが難しくてまだわかっていないことも多いです。そもそも樹木が生きて何十年という中の1～2年を切り出して調べるので、結果が出るまでに非常に時間がかかり、この5年ではしっかり答えを出すことができていないことも事実です。



参加者の質問に答えながら話題提供をします

参加者：原木1キログラムあたり50ベクレル以下という基準ですが、そのキログラムというのは原木のそのままの、生の重さですか。

三浦：そうです。

- 菌床栽培の場合、培地となるおが粉の指標値は1キログラム当たり200ベクレル以下です。原木の場合は安全を見越して50ベクレル以下という厳しい基準が決められました。移行係数2というのは、まれにしか起こらない状況です。緊急調査のときの移行係数の平均は0.43です。原木栽培もサンプルをたくさん集めて移行係数を平均すれば0.5くらいになるということで、原木の平均濃度が200ベクレルであっても、そこから育つきのこの放射性セシウム濃度の平均値は100ベクレル以下に収まるだろうと予想されます。

佐藤：原木の場合、放射性物質が原木のどこで濃度が高いのか、原木によってばらつきがあるため、まれに移行係数が大きいものが出る可能性があるということですか。

三浦：そうです。原木には、10～15センチ間隔くらいで穴をあけて菌を打ち込むのですが、放射性セシウムの濃度が偶然高いところだと、そこから出てくるシイタケの放射性セシウム濃度も相当高くなってしまいますし、その逆もあるので、場所によって10倍以上違うこともあるようです。だからこそ、原木と菌床の場合で林野庁の定める指標値が違うのです。

- そして、出荷制限があります。市場に出す前に検査をして、放射能汚染については心配ないように福島の農作物は管理されています。福島県の場合、野生きのこはほぼ全て出荷停止で、森林内に原木を並べるシイタケの露地栽培も浜通りから中通りの北の方ははまともになっていない状況です。露地栽培の原木シイタケの出荷制限は福島県だけでなく、青森から長野や静岡くらいまで、東日本の半分くらいは県内のどこかかが引かかったままです。
- 一度でも基準値を超えたら出荷制限がかかりますが、それを解除するには相当厳しい検査をクリアしなければなりません。すべての地域で汚染しているわけではありませんが、まれに基準を超えるものが出てくるというのが東日本の状況です。

【海外における原発事故】

- スウェーデンは原発を持っており、放射性廃棄物の地層への埋層処分を国民の合意を得てやっていて、低濃度のものは20年近く前から埋層処分をしています。高レベル廃棄物も、スウェーデンの海域の地下に穴を掘って埋めるという合意がなされていて、2～3年後から運用するらしいです。埋設する予定の海洋や森林の環境モニタリングをして、将来何らかの事故が起きた時に地下に埋めたものが地表に出てきたらどんなことが起

こるかというのを、今からモニタリングしたり予測したりしているとのこと。

- 北欧は、天然のきのこやベリー、トナカイやムースなど、野生の林産物を大量に消費しているようで、チェルノブイリの原発事故以降は困難な状況に陥ったようです。スウェーデンは菌床栽培よりも天然のものを多く採って消費しているらしく、チェルノブイリの原発事故では天然のきのこもベリーも汚染され、食品を通した被ばくをどこまでどう抑えるかというのは大変だったようです。スウェーデンはチェルノブイリから遠く、福島ほど汚染濃度は高くはありませんが、汚染範囲は広く、国土の三分の一程度が影響を受けました。
- きのはもともとカリウムをたくさん吸収するという生理的特性を持っており、セシウムも一緒に吸収してしまうので、きのこに対するセシウムの対策は本当に大変な状況にあります。日本でも海外でも同様で、ひとたび環境に放出された放射能は、林産物にとっては非常に厄介な問題です。

参加者：放射性物質による被害に関して、たとえば山にいる生物というのは、現実には異変が起きているのですか。

三浦：異変が皆無ということを実証するのはすごく難しいです。たとえば、シジミチョウという種類のチョウについて、福島で放射線による異変が起きているという論文が学会で発表されました。しかしシジミチョウはもともと変異の起こりやすい昆虫なので、それは本当に放射線の影響なのかという学者もおり、福島の事故で変異が本当に起こっているかということはまだはっきりしていません。

参加者：たとえば、動物を捕まえて、解剖するなどしていますか。

三浦：それはやっています。体内の放射性物質の量が多くなっていることはもちろん証明されますが、それが生命として変異を起こすところまでいっているか証明するのは難しいところですよ。

参加者：調べるには時間がかかるということですか。

三浦：放射線は、人類が利用し始めてまだまだ時間が短いんです。個人的に言えば、調査する時間がかかるというより、専門家も含めて経験が足りません。きちんと判断できているのかな、と個人的に思います。

関崎：補足すると、福島県で種豚を飼っている牧場があったのですが、そこが非常に強い放射線を浴びてしまったのです。人間はみんな避難したのですが、豚は取り残されたままでした。そしてその豚が相当高い被ばくをしました。それでも大事な豚なので、その豚を茨城県の東大附属牧場に避難させました。その後、その豚の子ども、孫、ひ孫、玄孫が生まれるまで、何の異常もなく世代を重ねています。ただし、初代の豚は、放射

線を浴びて骨髄がやられてしまい、体力が落ちて寿命も短くなってしまいました。ですが、その豚から生まれた子たちには何も影響はなく、今でも元気に過ごしているというデータはあります。

【原発事故と森林】

- 森林は一言でいうと、放射性セシウムの貯留地です。森林に降った放射性物質は、森林からほとんど流れ出ず、その場に長くとどまるとチェルノブイリの原発事故でも言われていました。日本の場合は雨や傾斜地が多いので、放射性セシウムが川から流れ出ることも心配されたのですが、大学や森林総研も様々な方法でモニタリング調査をして、河川からの流出はわずかであることが分かってきました。
- 原発事故が起こる前に日本全国から採取された森林土壌のサンプルの放射性セシウム137を測定すると、日本全体で、森林土壌1平方メートル当たり平均1.7キロベクレルたまっていることがわかりました。
- 実は昔から、大気圏核実験の影響で空から放射性物質がたくさん降ってきており、気象庁が雨を集めて降下量を測っています。1970年までの観測結果をもとに換算したデータをみると、1.5～4.0キロベクレルくらいでした。つまり、50年前の核実験後に10～20年かけて観測したセシウムの量と、50年後に森林の土壌中から測定したセシウムの量がほぼ同じレベルだったということです。
- 50年たっても、降下したセシウムは森林に残っているということです。ですので、おそらく福島に降った放射性物質も長期にわたり、そこにとどまるだろうという予測がされました。
- 実は大気圏核実験の影響は人間にも表れています。放射線医学総合研究所は、大気圏核実験後の1963～1990年代まで、研究所の研究員の体に含まれているセシウム137を測定していました。調査結果によると、1963年くらいに体内セシウム量はかなり高くなり、1967年くらいまでに急激に下がっています。当時は今ほど食品の検査もしていないので、汚染された食品を知らずに食べていたこともあり、日本人も結構、体内に放射性セシウムを取り込んでいました。しかしこれが原因で健康に影響を及ぼしたという報告はありません。

参加者：体内の線量が急激に下がったということですが、それは生体内の半減期と関係しているのですか。

三浦：生体内の半減期とは全く合いません。生物学的半減期はおよそ半年といわれています。当時は特に対策をとっていなかったもので、汚染された食品を通してセシウムが人

の体に入ってきました。当時降った大気圏核実験由来のセシウムの量が、そのまま体内に反映していると考えてください。要するに核実験の多い1963年ごろに降った量が一番多くて、その後核実験はどんどん減っていたので、その分環境汚染は減ったというわけです。

参加者：では、核実験でセシウムが累積しているわけではないのですね。

三浦：食品を通した汚染では、確かにしていません。生物的にはどんどん排泄していきます。(資料のグラフを指さして)ただこの数年間は、核実験が多い時期なのです。



今回も多くの方にご参加いただきました

【きのこの放射能汚染】

- きのこは、植物でいう根っこにあたる菌糸が、土壌のどの深さに伸びるかによって、汚染状況が異なります。降下したセシウムは地表の浅いところにたまりますので、浅い土壌に菌糸を出す種類のきのこほど汚染が高くなります。このため、天然のきのこは種類によって汚染の程度が違います。
- 東京大学でも、千葉や北海道など様々な演習林できのこを調査しました。きのこの種類によっては、福島から遠く離れた山梨でも高い濃度が検出されています。北海道の演習林でも少し検出されています。
- 福島原発事故によるセシウムには134と137がありますが、たとえば山梨のハナイグチダケはほとんど137しか検出されていません。134が検出されていないということは、50～60年前の大気圏核実験による汚染が残っているということです。森林の中をセシウムが循環しているので、きのこに影響が出ている状況です。

参加者：きのこが放射性物質を吸収するのであれば、きのこを毎日収穫し続けて処分すれば、放射性物質は減りませんか。

三浦：素晴らしい考えですが、そうはいかないのです。というのも、たとえば木材に比べるときのこの量は圧倒的に少ないです。植物の生物機能を利用して汚染を浄化することをファイトリメディエーションといいます。それはあまり期待できません。今でも森林全体の放射性物質の1割ぐらゐは樹体にたまっているので、むしろ樹木を切り出せば、多少除染は進むかもしれません。それでも1割程度です。

参加者：山火事のようなものならいいですか。

三浦：結局山火事も、木が燃えて下に落ちるだけですし、セシウムがもっと遠くへ飛んで行ってしまふ可能性もあります。チェルノブイリでは、今でも放射性物質が山火事によ

て周辺へ飛んでいくことが恐れられています。森林にセシウムが溜まっていることを承知の上で、どう付き合っていくかを考えていくしかない、私は思います。

【これからのきのこの生産】

- 生産されるきのこの放射性物質濃度を下げる方法は3つほどあります。まず、吸収抑制剤を添加して栽培する方法です。プルシアンブルーなど、非常に強くセシウムを吸着する薬剤におが粉や原木をどっぶりつけると、薬剤にセシウムが吸収されて、セシウムはきのこのほとんど移っていきません。ただし、作業中にきのこのに薬剤が付着すると、きのこのが青くなり商品価値がなくなるので、扱いが面倒ですし、生産費用も高くなりますのでなかなか現実的ではありません。
- 2つ目は、放射能汚染されていない地域の原木を使用する方法です。とはいえ、ほかの地域からわざわざ原木を買い付けるのではなく、汚染地域で今までやっていた原木栽培を続けたいと思っている人もいます。汚染濃度が低い原木であれば問題なくきのこの生産ができるので現実的なのですが、福島の人たちにとってはあまり現実的ではないですね。
- 3つ目は、原料の放射能汚染濃度を下げる方法です。汚染された地域で原木の放射性物質の濃度を下げて、地元できのこの生産を再開したいという要望は強いですが、何とか工夫しているのですが、まだ見通しが立たないという現状があります。
- コナラのきのこの原木利用部位濃度を、私が実際に福島県田村郡都路町で調査したデータがあります。空間線量率が0.3マイクロシーベルトの場所で大中小のコナラの木を3本切って、どのくらい汚染されたかを調べました。樹皮は2000ベクレルくらいで、相当高いです。材は100～300ベクレルくらいなので、10倍くらい違います。それを全部合わせた平均的な幹の濃度は500～800ベクレルくらいです。研究用に乾燥した重量当たりの値なので、生材だとこれの3分の2か半分くらいになります。それでも300～400ベクレルで、原木の指標は50ベクレルですから、原木としては使えません。
- 私が調査に入っている福島県田村郡都路町は、2014年4月、1番最初に避難指示が解除された地域です。人々はそこに帰ってきて、農地の除染を進めて、地元の暮らしを再開し始めていますが、きのこの原木生産については見通しが立たないので、全く同じ生活には戻れない現実があります。
- 食事1食分の放射性物質を測り、どの程度汚染されているか調べるという陰膳調査を、2011年から厚生労働省は日本各地で実施してきました。そのデータによると、2013年3月時点で、福島も含めて日本全国で非常に低い数値です。食品を通した追加被ばく

は基準値の設定根拠である年間1ミリシーベルトの1%以下という状況です。きのこだけではなくすべての食品を含めたものなので、食品を通した汚染は非常に低く抑えられています。

- ここで、1人当たりの食品の年間消費量を考えてみます。米はだいたい60キロ、きのこは3キロ程度です。同じように基準を100ベクレル以下にしておけば、被ばくを十分抑えられるのは確かです。しかしながら、きのこの基準を100ベクレル以下にしなくても、日本人全体の食品を通した被ばくは安全なレベルに抑えられるのではないかとというのが、4～5年福島に通った私の感覚です。
- 森はもともと、多面的な機能を持っていて、そのバランスの上に成り立っています。人間がそれを利用しながら里山の暮らしを営んできましたが、今はどうにもならない状況になっています。そういうことを、食品を消費する側からも一緒になって考える機会になればいいかなと思います。この先、いつどこで原発事故が起こるかわからないですし、そこに向けて備えをしながら、日本社会としてどういうバランスをとるかということを考えていく時期にきたと思います。



参加者：日本には火山があります。火山灰土壌が放射性物質を多く吸収するというのがわかってきたようですが、どうですか。

三浦：火山灰土壌が放射性セシウムを特に吸収するという事はないです。粘土鉱物の中でもセシウムを吸着しやすいものは確かにあるのですが、火山灰土壌の中に特にそれが多いわけではありません。むしろ火山灰には、セシウムを吸着しやすい鉱物は多くはありません。

参加者：森林に降ったセシウムが循環するという事について詳しく教えてください。

三浦：現在は、福島で汚染された地域をモニタリングしており、川を通して流れ出るセシウムは、その森林流域に降ったセシウムの0.1パーセントくらいだといわれています。セシウムの循環にかかわることはまだ調査が十分ではありませんが、一定量は間違いなく土壌と樹木の間で森林内を循環しています。汚染されていない苗木を持ってきて植えると、それが1年もたたないうちに、その周囲で直接汚染されていたものと同程度まで放射性物質の濃度が上がる事例がかなりあります。確実に土壌からセシウムを吸収することはわかっています。ただ、直接汚染された樹木がさらにセシウムを吸収するかどうかについては、新たに吸収されたセシウムと、樹皮から材に移行するセシウムを、区別して測定するのは難しいので、もう少し丁寧に調査しないと分かりません。

参加者：汚染された農地にきれいな土を持ってきて、何メートルか積んでしまえばいいのではないかという話を聞いたことがあるのですが、森林についてはどうですか。

三浦：それは現実的ではないと思います。山に大量に客土するには、その土をどこから持ってくるのかという問題もありますし、客土された山で、もとのような森林を再生するのにそもそもどれだけ時間がかかるのかという問題もあります。そして、森林は放射性物質で汚染されて利用できなくなってしまいました。それ以外のこれまでの森林としての機能はなくなってはいないのです。それを活かしながら付き合っていく方法を考えるしかないと思います。

参加者：結論から言うと、放射性物質の自然崩壊に任せるということですか。

三浦：そうです。人が住んでいるところに、森林から放射性物質が飛んできたり流れ出てきたりすることは本当に限られています。モニタリングポストの値は変動しますが、汚染物質の量というよりは、気象の違いによって日変動や年変動もありますし、雪が降ると空間線量率がガクッと下がることもあります。長期間かけて空間線量率の変化をみていくと、全体としては徐々に低下しているということがほとんどのポストで認められます。人が住んでいるところが今後追加汚染される可能性は非常に低いです。

