

JRA 畜産振興事業

福島県の畜産業復興のための消費者調査とリスコミ事業報告書

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
2018年3月

はじめに

平成23年3月11日の東日本大震災では、古くから畜産が盛んな東北地方が、地震によるインフラ等への直接的被害だけでなく東京電力福島第一原子力発電所の事故による二次災害で甚大な被害を受けました。特に、汚染稲ワラを原因として牛肉の放射性セシウム汚染が明らかとなった栃木、宮城、福島、岩手の4県では、畜産物の出荷停止や消費者からの買い控えにより大きな損害を受けました。ここで起きた風評被害は、震災後約3年が経過した頃から、栃木、宮城については全国平均価格に戻り、岩手では平均以上の価格をつけるまでに回復しました。しかし、福島県産牛肉については、全頭の放射性物質汚染検査を実施していますが、平成29年度においても全国平均の9割程度の低価格を示す風評被害が続いており、この福島県に集中して復興支援活動を実施することが緊急の課題です。

被災地の畜産物に対する理解を得るには、正しい情報の把握・整理とその適切な伝達手段の恒常的な整備が不可欠です。そのため、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では、平成23-28年度日本中央競馬会畜産振興事業において、放射性物質と畜産物の安全に関する調査及びリスクコミュニケーション事業を実施してきました。これまで実施した消費者意識調査では、食品に潜在する危害因子として放射性物質と腸管出血性大腸菌など食中毒の原因を対比させ、これらのリスクを消費者がどのようにとらえているかについて調査を続けてきました。その結果、震災から数年経過する間に、腸管出血性大腸菌による大規模な食中毒事件が続き、その影響と思われる放射性物質汚染よりも食中毒のリスクを高く認識する消費者は多いことが判明しました。さらに、放射性物質汚染に関する政府の対応を信頼する消費者も次第に増え、食品事業者の対応に関しての信頼感も向上してきました。しかし、福島県の畜産物に対する商品価値評価を問う調査では、被災地以外の地域の食品に比べて福島県の農畜産物に対する評価は依然として低く、その他の地域の8割以下の価値評価しか見せませんでした。同時に、知識の豊富な層は購買意欲が高いのに、やや知識レベルが低く中途半端な知識を有する層の購買忌避感情が際立っていました。そのため、平成29年度においても、食品中の放射性物質汚染のリスクを消費者がどのように認識しているか、食品中の放射性物質に関する知識がどの程度定着しているかなど、これまでの調査と関連する事項について引き続き調査を実施し、その成果についてきめ細かい情報提供を継続することが必要と考えられました。

これまでの事業で、福島県での放射性物質汚染の厳重なチェック体制や国の基準値の根拠と安全性について解説してきました。これらは、消費者の理解醸成のために一定の効果がありましたが、上述のように放射性物質に対する極度の忌避感情を完全に払拭するには至っていません

ん。全国、とりわけ首都圏の消費者の購買意識に関する感情の推移を調査し、全国的な調査成績と比較することにより、有効な対策を見出す必要があります。また消費者に対する情報提供手段として、少人数で開催するサイエンスカフェは、首都圏の消費者の理解醸成に著しい効果があったものと思われ、継続的に開催していく必要があると思われます。本報告書は、このような状況の中、平成29年度に私どもが行った事業全体の概要報告、消費者意識の全国調査成績、インターネット上で発信した情報とその閲覧状況に加えて、サイエンスカフェの開催報告についてもまとめたものです。これまでの我々の活動およびこの資料が僅かでも被災地、特に福島県畜産業の復興に役立ち、一日でも早く被災前の状態に戻ることを祈っています。

2018年3月
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長
関崎 勉

目 次

第1章 福島県の畜産業復興のための消費者調査とリスコミ事業の概要 関崎 勉、林 瑞穂、北村沙織	page 6
第2章 消費者意識調査報告 林 瑞穂、北村沙織、熊谷優子、櫻井武司、関崎 勉	page 10
第3章 ウェブコンテンツの改善とその効果 関崎 勉、林 瑞穂、北村沙織	page 26
第4章 サイエンスカフェ開催報告 林 瑞穂、黒木香澄、渡辺孝康、澤田尚子、北村沙織、関崎 勉	page 34

第1章 福島県の畜産業復興のための消費者意識調査と リスク事業の概要

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

関崎 勉、北村沙織、林 瑞穂

平成23年3月に発生した東日本大震災から6年が経過したが、その間も多くの地域で大地震、洪水、土砂崩れなどの激甚災害が起り、それがかえって東日本大震災の悲惨さへの記憶を薄れさせている。しかし、東日本大震災で最も被害を受けた福島県では、現在でも復興の途上であり、土地を離れ避難した人たちも、被災地に留まっている人たちも、多くの人たちが未だ震災前の状況に戻ることができないでいる。この震災では、地震による直接被害だけでなく、東京電力福島第一原子力発電所の津波被害による事故からの放射性物質の拡散により、想像も出来なかった甚大な被害を被った。特に、東北地方で古くから盛んな畜産業への被害は甚大である。一方では、福島県では放射性物質汚染の検査に関して牛の全頭検査が進み、市場に出回る時点では、放射性物質は全く検出できない状況になっている。このような状況は依然消費者には十分伝わらず、福島県の畜産業は依然として危機的な状況が続いている。これは、消費者の間で放射性物質汚染や検査体制に関する知識が次第に薄れていき、そのため、十分な理解がないまま被災地の農畜産物を避ける傾向にあるものと思われる。これらは、畜産業関係者の事業意欲の減退につながり、被災地の畜産の活性化及び復旧・復興を大きく妨げているだけでなく、東京電力を通じた国からの補助を無くすことができない状況を作り出している。国の補助とは、言うまでもなく税金の投入である。従って、この状況は、我が国の国力の低下に直結するものであり、早急な改善が必要である。

このような被災地の畜産物の現状を消費者に正しく理解してもらうには、正しい情報の把握と整理、さらにその理解を促すための適切な伝達手段の整備が不可欠である。しかし、適切な科学的判断がなされた情報の収集・解析、そして生産者・事業者から消費者までとのリスクコミュニケーションを行うためのツールは、現在でも不足しており、消費者へ十分に情報を伝達するにはこの活動に継続的に取り組む必要がある。我々は、日本中央競馬会特別振興資金助成事業を平成23年度から平成28年度まで単年度ごとに6年間受託し、被災地の畜産業の復興を促すため、いくつかの活動を継続的に実施してきた。本章では、これまでの経緯を踏まえて、平成29年度に実施した本事業の概要についてまとめた。なお、これまでの活動については、平成24年度～28年度に作成した報告書にも詳しく記載されており、その内容はウェブ上でも公開しているので(http://www.frc.a.u-tokyo.ac.jp/safety/radioactive_material/media/)、本報告書と合わせて一読されることを願う。

(1) 福島県畜産業復興のための消費者意識調査及びリスク事業推進委員会の開催

事業遂行の前提として外部の学識経験者等を評価検証委員に委嘱し、事業の全体計画と進行についての助言を受け、最終的にはその成果の検証と評価を行うことになっている。平成29年度は、微生物性食中毒の専門家、放射性物質の生物への影響の専門家、食の安全に関する消費者への情報提供を行うNPOの専門家、食品の分析に関係する公的機関の専門家の方々に委員になって戴き、事業推進委員会を構成した。委員会では、我々の発信する情報に対する科学的検証や、消費者の意識に関する調査の方法についての助言を受け、リスクコミュニケーションに関する専門的意見も聴取し、事業の円滑な進行を目指した。そして、年度の終わりには、事業の進め方とその成果について助言と講評を頂戴した。

(2) 畜産物の放射性物質汚染に関する消費者の理解と意識調査事業

平成23年度から毎年、インターネットによる消費者行動調査を実施し、平成29年度も同様に国内の消費者意識に関する調査を行った。これらの調査では、得られた情報をもとに、ウェブ上で公開する資料の修正や改訂を行い、その効果についてさらにインターネット調査を行ってきた。これまでの調査で、食品中の放射性物質については、検出されない場合と基準値以下の場合とでそのリスク認知に大きな違いがあり、基準値というものの意味が正しく理解されないことも明瞭になった。これは、食品事業者にとっても、これまで同様検査を継続し検出されないことを明記し続けなければならない状況から抜け出すことができないことを意味していた。また、放射性物質に関する知識を多く有する消費者は、被災地畜産物に対して高い価値評価を示す反面、中途半端な知識を持つ消費者は被災地畜産物を避けることが徐々に明瞭になってきた。しかし、全体として政府の規制や食品事業者に対する信頼が上昇傾向にあることもみてとれた。そこで、平成29年度では、これらの消費者意識傾向の推移を見るため、前年度同様な設問を用意して回答を収集し、過去との対比を詳細に行った。これらの調査の進め方やその解析結果については、第2章に記載した。

(3) デジタル教材の改善開発とホームページへのアクセス状況

食の安全研究センターのホームページを利用して、放射性物質と食の安全に関する情報提供を平成23年度から続けている。平成25年度からは、「食の安全クイズ」を試行的に公開した。平成26年度はクイズの閲覧及び正答状況の解析からその効果を推定し、さらに設問数を増やして「入門編」および「発展編」に分けて公開する作業を行った。平成27年度では、それまで公開していたウェブコンテンツの一部を英訳し、海外へも情報提供を開始した。平成28年度は、「食の安全クイズ」に、「食物アレルギー」と「食品の表示」を新設し、これまで、イベント開催報告など日本語のみだった情報についても、英語化を進め、動画による放射性物質に関する情報提供についても英語版の画面と英語のナレーションを入れた。また、Facebookを通じてイベント開催などの情報の逐次迅速公開を引き続き行った。平成29年度では、「食物アレルギー」

と「食品の表示」の2つのクイズの英語版の公開と、ウェブ情報のバリアフリー化を推進した。これらの情報提供に対するアクセス状況の詳細については第3章で述べた。

(4) 情報提供推進活動としてのサイエンスカフェの開催

平成24-28年度には、少人数の一般消費者を集めたサイエンスカフェを通算で26回開催した。このサイエンスカフェでは、近い距離で講師の説明を聞き、話の途中でも質問を受けるようにし、ファシリテーターの誘導もあり、活発な討論が展開される実り多いものとなった。平成29年度は、これまでも扱った放射性物質とその他様々な危害因子に加えて、危害を加えないものもテーマに加えて合計7回のサイエンスカフェを開催した。第27回は「魚と水の食塩濃度」、第28回は「食物アレルギー」、第29回は「ジビエの危険性」、第30回は「附属牧場の被爆豚」、第31回は「植物が作る化学物質」、第32回は「福島の農畜産物の現状」、第33回は「アレルギーに関する食品表示」をテーマとした。これらの概要と開催報告については、第4章に詳しく説明されている。

(5) その他の活動

本事業「福島県の畜産業復興のための消費者調査およびリスク事業」は、国立大学法人東京大学が受けた事業に加えて、「被災地産食肉消費回復支援事業(公益財団法人日本食肉消費総合センター)」および「被災地食肉需要拡大復興支援事業(全国食肉事業協同組合連合会)」の3つの事業が互いに協力してその事業効果を最大限発揮するよう構成されている。そこで、公益財団法人日本食肉消費総合センターが主催した福島県産食肉シンポジウム「～家族の『元気』をささえる～ ふくしまミート パワーアップ! シンポジウム」(平成29年9月17日)(<http://www.jmi.or.jp/whatsnew/article.php?id=418>)に本事業担当者の関崎がコメンテーターとして参加した。この様子の主要部分はDVDにまとめられ、ウェブ上でも公開されている(http://jmi.or.jp/movie/movie_detail.php?id=18)。また、同センターが主催する「食肉学術フォーラム」委員会平成29年度第2回(平成29年9月28日)に出席し、「食品の放射性物質汚染に係る消費者の意識調査」と題して情報提供を行った。さらに、全国食肉事業協同組合連合会と福島県食肉事業協同組合連合会が主催したイベント「“食べて応援しよう! 東北の畜産”」(平成29年5月20日～21日)に協力した。これは、日本中央競馬会東京競馬場日吉ヶ丘公園付近を会場として、被災地食肉のPR理解醸成(パネル展示等及びアンケート調査)に福島県産食肉と特産品の抽選会を催したものである。このイベント会場をお借りして、これまでに東京大学として実施してきた活動を要約したパンフレットを多くの来場者に手渡すことができた。また、公益社団法人食肉流通センターが主催する「ちくさんフードフェア2017」(平成29年10月7日～8日)において、全国食肉事業協同組合連合会と神奈川県食肉事業協同組合連合会が出店したイベント「“食べて応援しよう! 東北の畜産”」にも協力した。【図1-1】このイベントは、公益社団法人食肉流通センターの施設内(川崎市)を会場に開催された食肉のPR活動である。全国食肉事業協同組合

連合会からのお誘いを頂戴し、このイベント会場をお借りして、これまでに東京大学として実施してきた活動を要約したパンフレットを配布した。

また、平成24年度から毎年、JRA畜産振興事業に関する調査研究発表会を、東京大学農学部弥生講堂を会場として公益財団法人全国競馬・畜産振興会と共同開催している。これについては、平成29年度も引き続き開催し、東京大学からは平成29年度事業「畜産物の安全確保と消費者とのリスクコミュニケーション～畜産物の安全確保に向けたフードチェーンにおける細菌汚染の検査方法～、および～放射線汚染に関する消費者意識及び情報提供について～」と題して、調査結果の概要を報告した。

以上、本年度で7年間継続して調査および情報提供事業を続けることができたが、未だこれらの活動が直接被災地の復興に役だったという実感は完全ではない。これまでの事業報告会でも示したが、しっかりした知識を持つ消費者は被災地の農畜産物に対して必要以上に怖がることはせず、一方、中途半端な知識を持つ消費者の忌避行動が著しかった。従って、これまで展開してきた我々の情報提供活動はこれからも粘り強く継続していく必要があるものとする。



図 1-1 全国食肉事業協同組合の活動に協力して参加したイベントの様子。

第2章 消費者意識調査報告

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科

² 国立感染症研究所

林 瑞穂¹、北村沙織¹、熊谷優子²、櫻井武司¹、関崎 勉¹

1. はじめに

東日本大震災後、食の安全研究センターでは、JRA畜産振興事業の助成を受け、食の安全や放射性物質のリスクについて市民の意識を把握する目的で、全国の20代～60代の男女数千人を対象にWeb上でのアンケート調査を実施してきた。昨年度までの調査結果では、放射性物質のリスクについては、腸管出血性大腸菌等微生物汚染によるリスクと比較すると高く認識されているわけではないこと、食品中の放射性物質管理に対する政府や食品事業者に対する信頼感は改善しつつあることが示され、政府の対応に関する信頼感には向上が見られた。しかし、原発事故の影響がない地域の食品を100%とした場合の支払い意思額の平均値は、放射性物質検出せずの場合で2014年2月時の調査では65.5%、2015年2月時は69.7%、2015年12月時は74.7%であったが、2016年12月の調査では71.7%であり、80%の壁を超えることはできなかった。

そこで、今年度も引き続き、食品中の放射性物質のリスクをどのように認識しているか、食品中の放射性物質に関する知識がどの程度定着しているか等について、調査を実施した。今年度事業で実施した調査結果について、以下に記載する。

2. 調査回答者の概要

これまでの調査における回答者の概要は、表2-1に示す。

表2-1 本事業で実施してきたWeb調査における回答者の概要

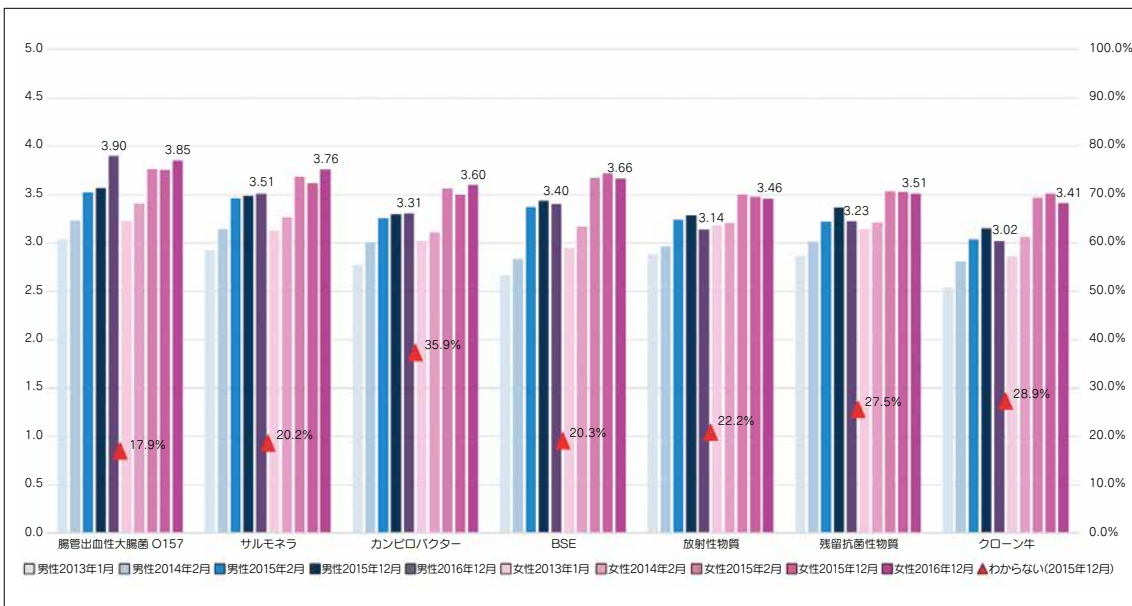
調査時期	調査会社	合計	性別		年齢						地住居								
			男性	女性	20～29	30～39	40～49	50～59	60～69	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州・沖縄	
第1回 2011年11月	日経 リサーチ	人数	4,363	2,165	2,198	882	839	864	861	917	70	433	1,462	281	347	500	367	292	611
		%	100	50	50	20	19	20	20	21	2	10	34	6	8	11	8	7	14
第2回 2012年3月	日経 リサーチ	人数	5,028	2,641	2,387	873	1,014	1,078	1,047	1,016	95	582	1,255	382	516	624	479	383	712
		%	100	53	48	17	20	21	21	20	2	12	25	8	10	12	10	8	14
第3回 2013年1月	日経 リサーチ	人数	6,357	3,385	2,972	936	1,485	1,550	1,428	958	191	775	1,278	480	796	923	621	405	873
		%	100	53	47	15	23	24	22	15	3	12	20	8	13	15	10	6	14
第4回(追跡) 2013年3月	日経 リサーチ	人数	1,881	962	919	344	410	412	384	331	124	203	236	182	276	227	233	192	208
		%	100	51	49	18	22	22	20	18	7	11	13	10	15	12	12	10	11
第5回 2014年2月	日本リサーチ センター	人数	9,678	5,169	4,509	1,101	2,074	2,542	2,364	1,597	387	884	2,617	536	1,607	1,469	795	392	991
		%	100	53	47	11	21	26	24	17	4	9	27	6	17	15	8	4	10
第6回(追跡) 2014年3月	日本リサーチ センター	人数	1,822	953	869	357	384	388	355	338	83	186	359	87	326	346	144	88	203
		%	100	52	48	20	21	21	19	19	5	10	20	5	18	19	8	5	11
第7回 2015年2月	日経 リサーチ	人数	10,509	5,328	5,181	812	2,255	3,026	2,760	1,656	435	1,136	3,206	514	1,468	1,662	738	366	984
		%	100	51	49	8	21	29	26	16	4	11	31	5	14	16	7	3	9
第8回 2015年12月	日経 リサーチ	人数	9,502	5,102	4,400	1,195	1,909	1,972	2,299	2,127	257	937	2,452	628	1,163	1,448	835	546	1,236
		%	100	54	46	13	20	21	24	22	3	10	26	7	12	15	9	6	13
第9回 2016年12月	日本リサーチ センター	人数	5,191	2,951	2,240	340	864	1,460	1,398	1,129	156	574	1,042	394	724	857	514	340	590
		%	100	57	43	7	17	28	27	22	3	11	20	8	14	17	10	7	11
第10回 2017年12月	日本リサーチ センター	人数	5,173	2,960	2,213	349	919	1,294	1,404	1,207	186	489	1,110	361	727	857	498	314	631
		%	100	57	43	7	18	25	27	23	4	9	21	7	14	17	10	6	12

2) 食品中のリスクに関するリスク知覚

図2-2は、牛肉に関連するハザードに対するリスク知覚の推移を示したものである。

回答は、リスクはない(0)、とても低い(1)～リスクはとても高い(5)の6段階評価とし、図には男女別の平均値を示した。今回の調査においても、過去の調査と同等の傾向を示し、最もリスクが高いと認識されていたのは、男女ともに腸管出血性大腸菌(O157など)であり、2番目以降は、男女ともにサルモネラ、BSEと続いた。放射性物質のリスクは、前回(2016年12月)同様、男性では6番目、女性でも6番目となっており、クローン牛のリスクが最も低く認識されていた。また、リスクについて「わからない」を選択した回答者の割合が最も高いハザードは、前回同様、カンピロバクターが最も高く35.9%であった。その他のハザードについては、「わからない」を選択した回答者の割合は前回とほぼ同程度であり、腸管性出血性大腸菌では17.9%、サルモネラでは20.2%、BSEでは20.3%、放射性物質では22.2%、残留抗菌性物質は27.5%、クローン牛は28.9%であった。

図2-2 牛肉に関連するハザードのリスク知覚度(回答者5,173人)

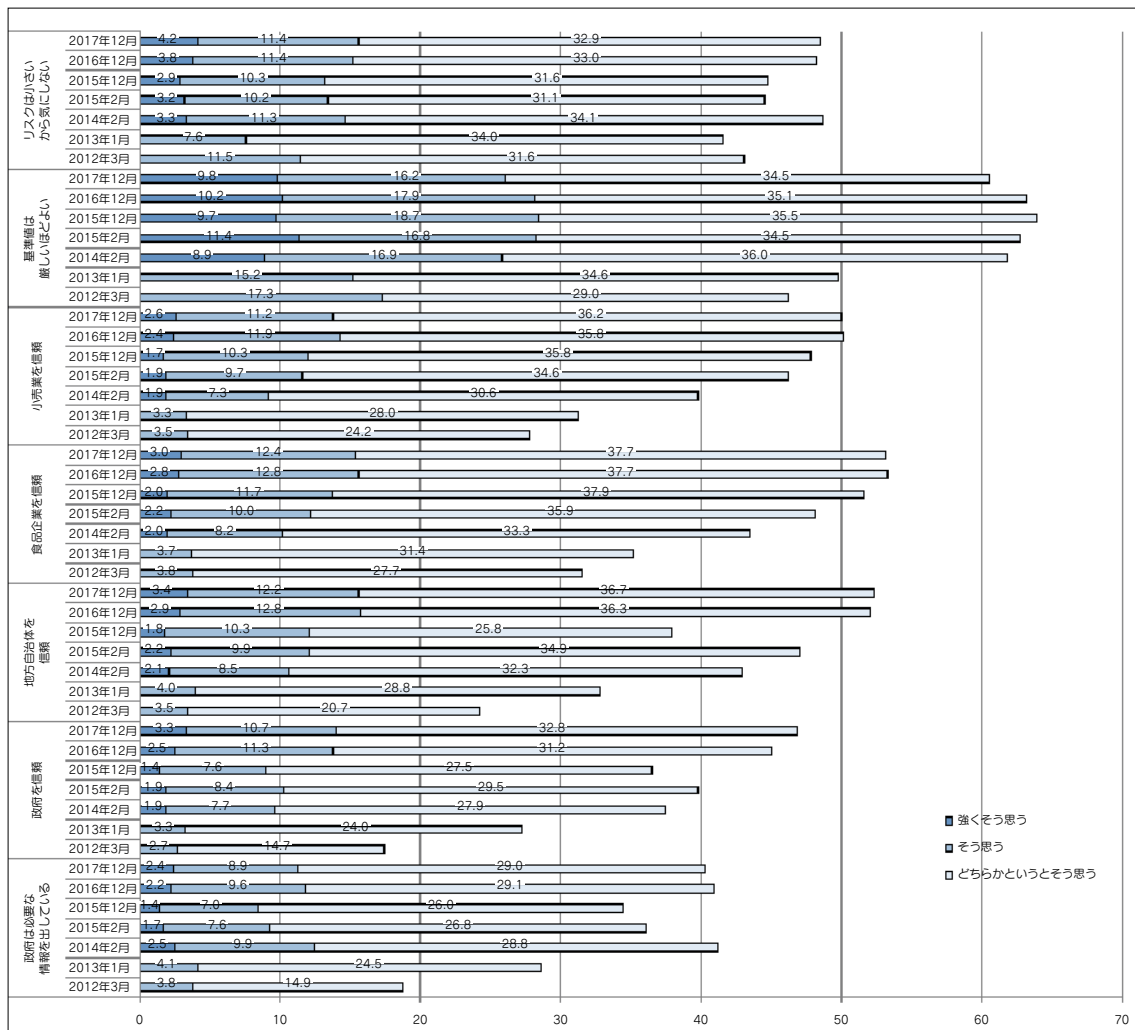


3) 食品中の放射性物質管理に対する信頼

食品中の放射性物質管理をめぐる信頼感に関する質問に対して、今回の調査でも、前回(2016年12月)同様、強くそう思う(6)～全くそう思わない(1)の6段階および、考えたことがない(0)で回答を依頼した。「強くそう思う」、「そう思う」、「どちらかというそう思う」と回答した回答者の割合を図2-3に示した。

前回とほぼ、同様の結果であったが、「政府を信頼している」と回答した回答者の割合は増加したが、「政府は必要な情報を提供している」は若干減少した。また、「リスクは小さいから気にしない」の割合が前回の調査よりも増加し、「基準は厳しいほど良い」の割合は若干減少したが、前回同様6割を超えていた。また、「考えたことがない」を選択した回答者の割合は、前回の調査では5.1%から7.1%であったが、今回の調査では6.6%から9.7%と高くなっていた。

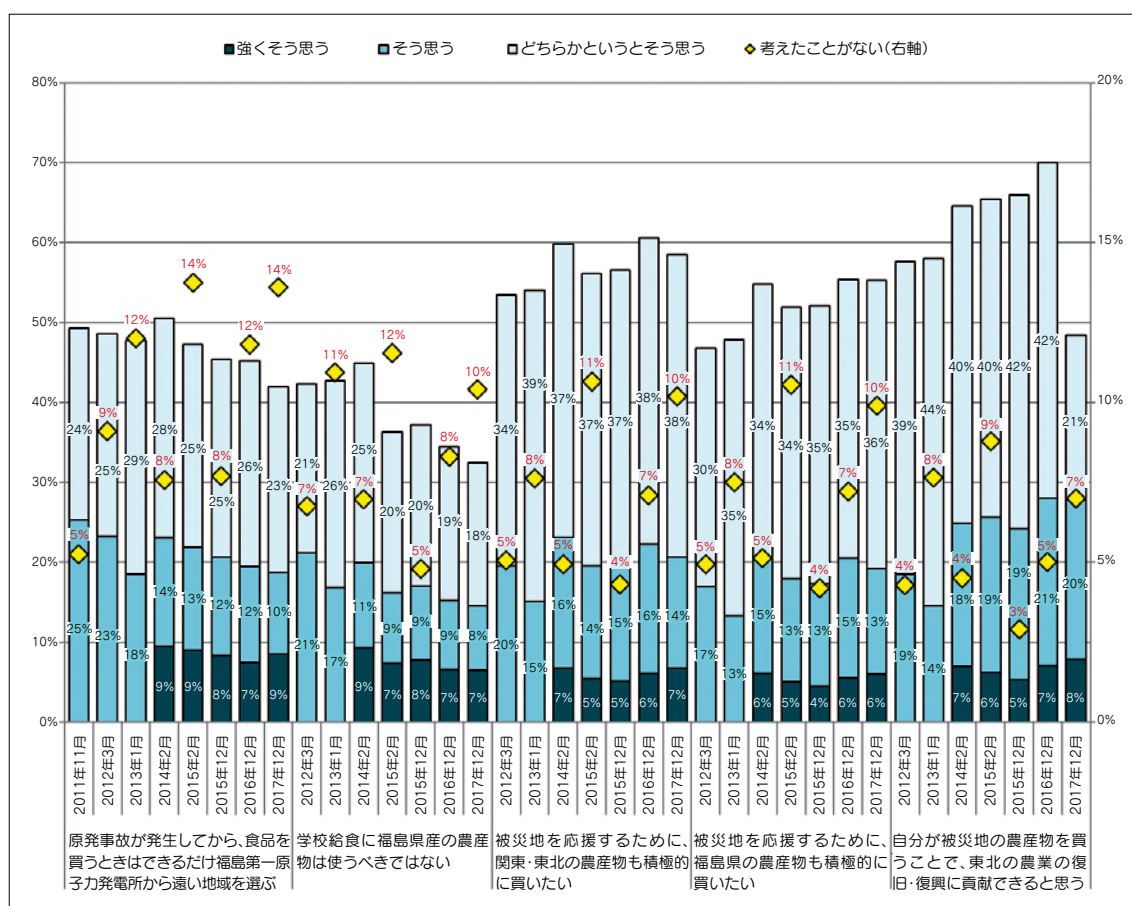
図2-3 食品中の放射性物質管理をめぐる信頼感(回答者5,173人)



4) 被災地食品に対する意識と評価

図2-4は、被災地の食品に対する意識について示したものである。今回の調査結果でも、前回同様、「食品を買うときはできるだけ福島原子力発電所から遠い地域を選ぶ」という項目については、減少傾向を示したが、未だに40%の回答者が「そう思う（「強くそう思う」、「どちらかというと思う」を含む）」と回答していた。「被災地を応援するために関東・東北の農産物も積極的に買いたい（60%→59%）」、「被災地を応援するために、福島県の農産物も積極的に買いたい（56%→55%）」は前回とほぼ同程度の割合であったが、「自分が被災地の農産物を買うことで、東北の農業の復旧・復興に貢献できると思う（70%→49%）」は、前回の調査よりも減少した。全体的に、被災地の食品を回避するよりも、買って応援しようという意識が高い傾向にあったが、一方で、「考えたことがない」という回答者は、いずれの項目でも前回の調査よりも高くなっていった。

図2-4 被災地の食品に対する意識（全回答者）



5) 被災地食品に対する支払意思額

被災地産食品に対する支払い意思額について質問した結果の推移を図2-5(検査をして放射性物質が基準値以下の場合)と図2-6(同じく未検出の場合)に示す。原発事故の影響がない地域の食品を100%とした場合の支払い意思額(0% = 買わない、50% = 通常価格の半額、100% = 通常価格、200%は通常価格の2倍と表記し、10%刻みで選択)を質問したものである。なお、2014年2月時の調査については、100%という回答を独立してたずねていなかったため、91~100%の回答を100%とした。

被災地産食品に対する支払い意思額は、2014年2月時の調査以降、変化は小さいが基準値以下及び未検出ともに0%の価格付けを行っている消費者の割合は少しずつ小さくなっていった。また、今回の調査で回答者が100%以上の価格付けを行った割合は、基準値以下では33.5%であり、未検出では57.2%であった。100%以上の支払い意思額を示す回答者も見られたが、その割合は未検出の場合でも3.6%であり、2011年10月時及び2012年3月時の調査と比べると小さかった。

図2-5 被災地産食品に対する支払い意思額(基準値以下の場合)

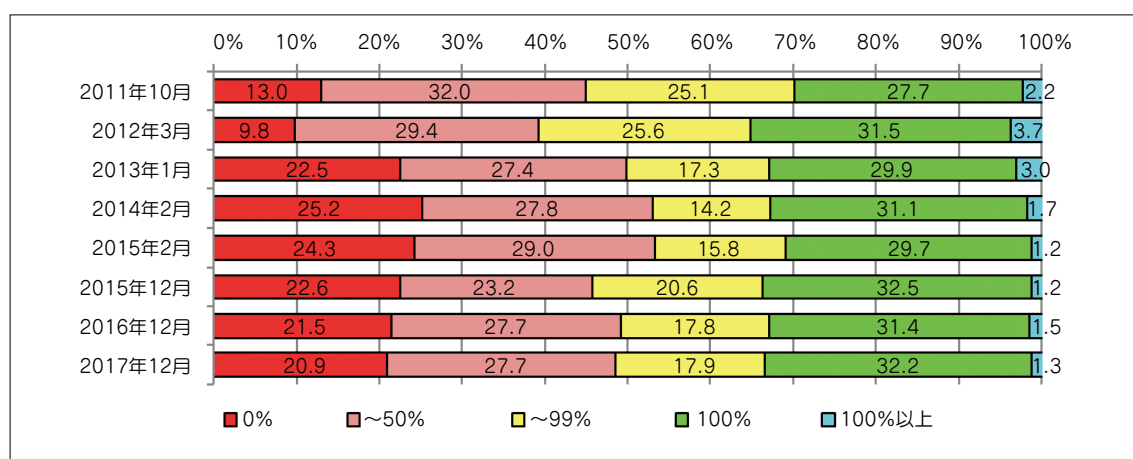
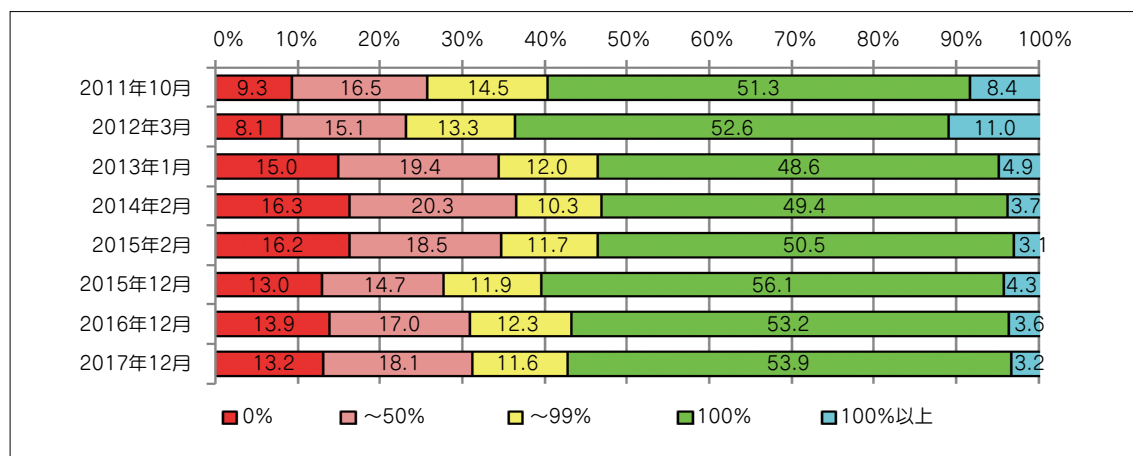


図2-6 被災地産食品に対する支払い意思額(未検出の場合)



6) 食品中の放射性物質に関するリスク管理に対する満足度と支払意思額について

食品中の放射性物質に関する政府の管理に対する満足度を図2-7～11に示す。「考えたことがない」と回答した人の割合は、男性では16.5%→20.8%、女性では24.0%→26.4%、20代では24.7%→33.5%、30代では23.7%→27.5%、40代では20%→25.7%、50代では20.0%→22.5%、60代では14.6%→15.1%であり、全体的に増加傾向にあった。また、「(どちらかという)満足している」と「満足している」と回答した回答者の割合は、前回同様、40～50%の範囲であり、特に増加する傾向は示されなかった。

図2-7 放射性物質の管理に対する満足度(2014年2月)

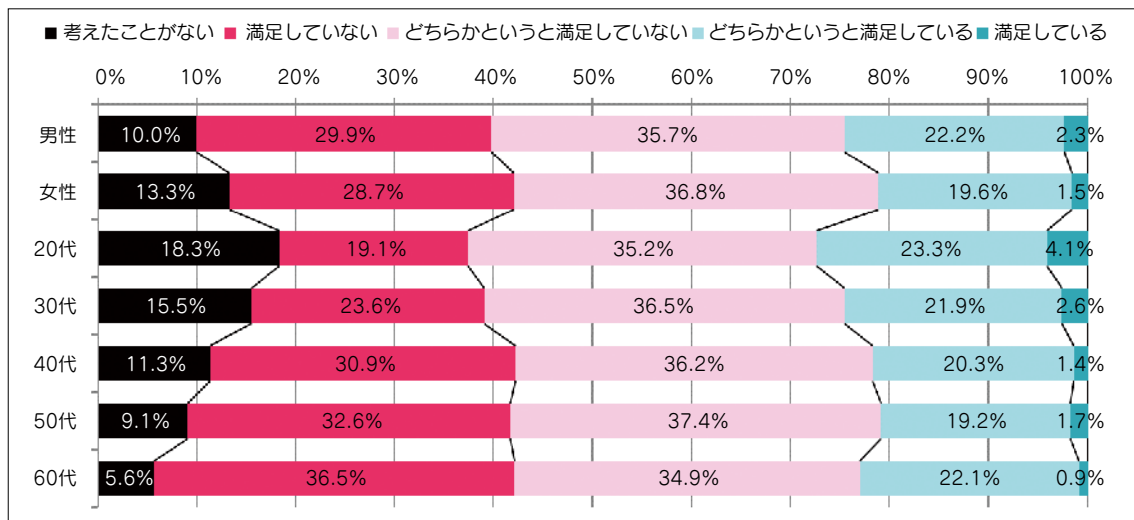


図2-8 放射性物質の管理に対する満足度(2015年2月)

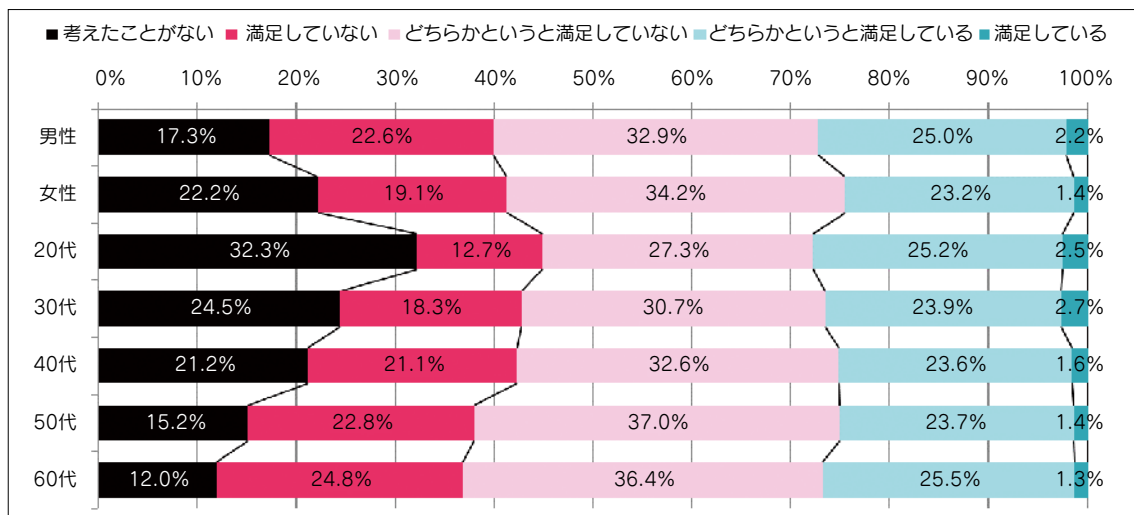


図2-9 放射性物質の管理に対する満足度(2015年12月)

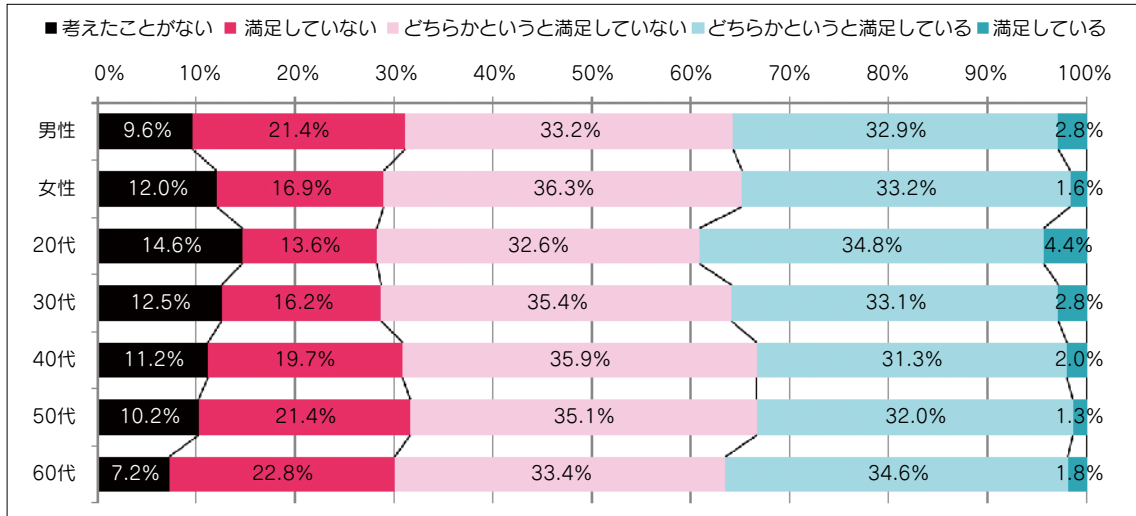


図2-10 放射性物質の管理に対する満足度(2016年12月)

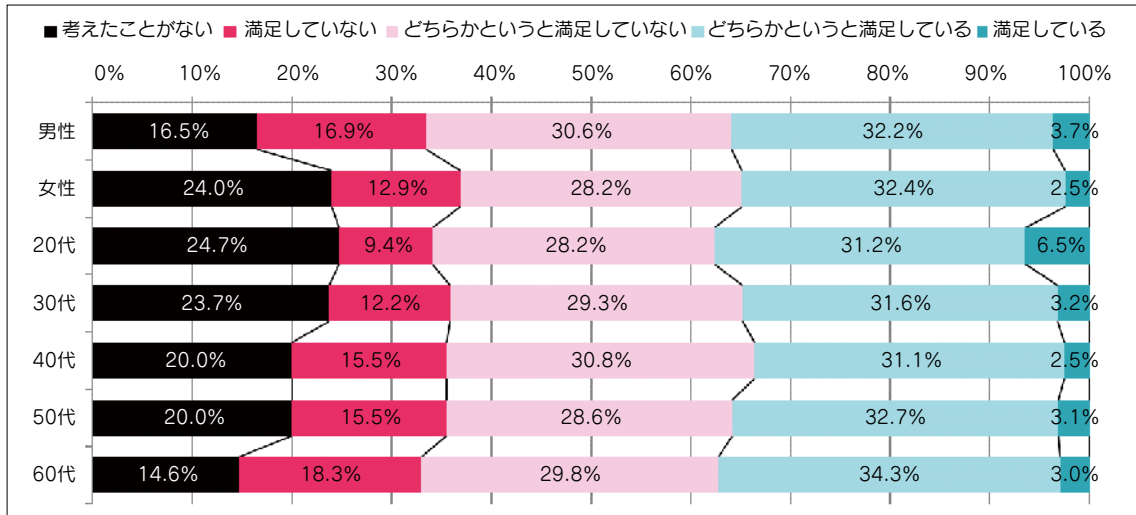


図2-11 放射性物質の管理に対する満足度(2017年12月)

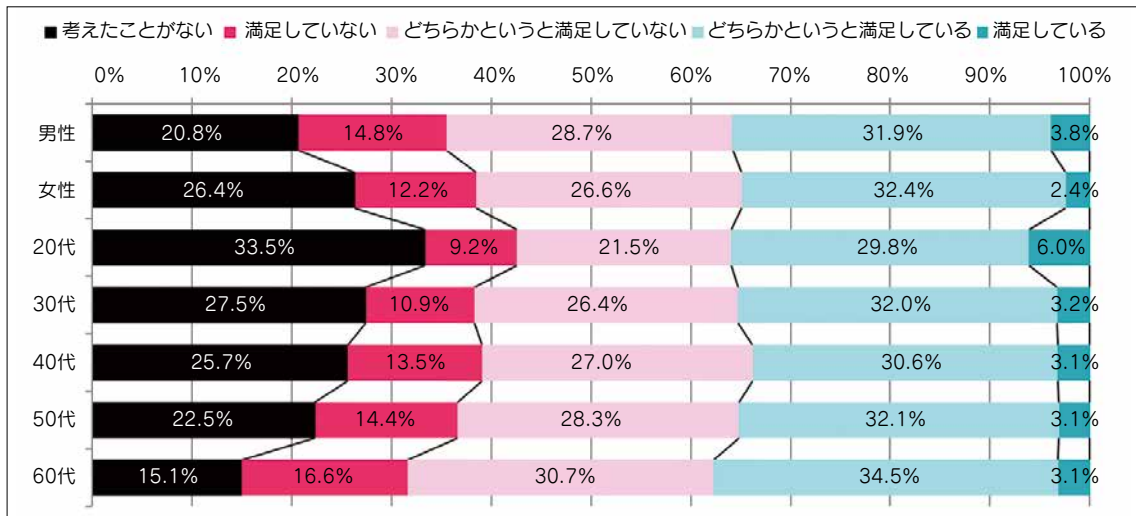
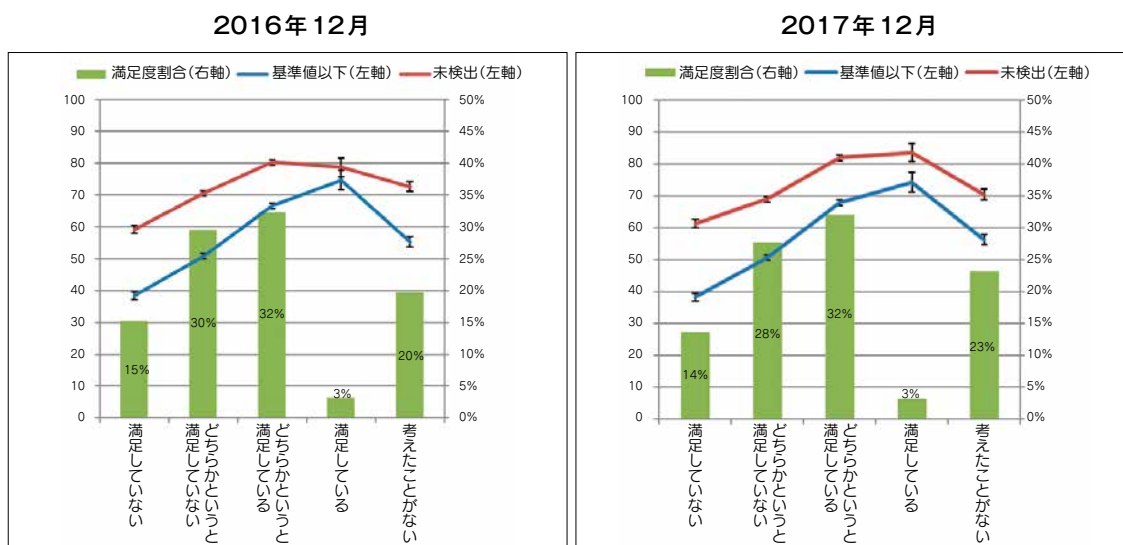
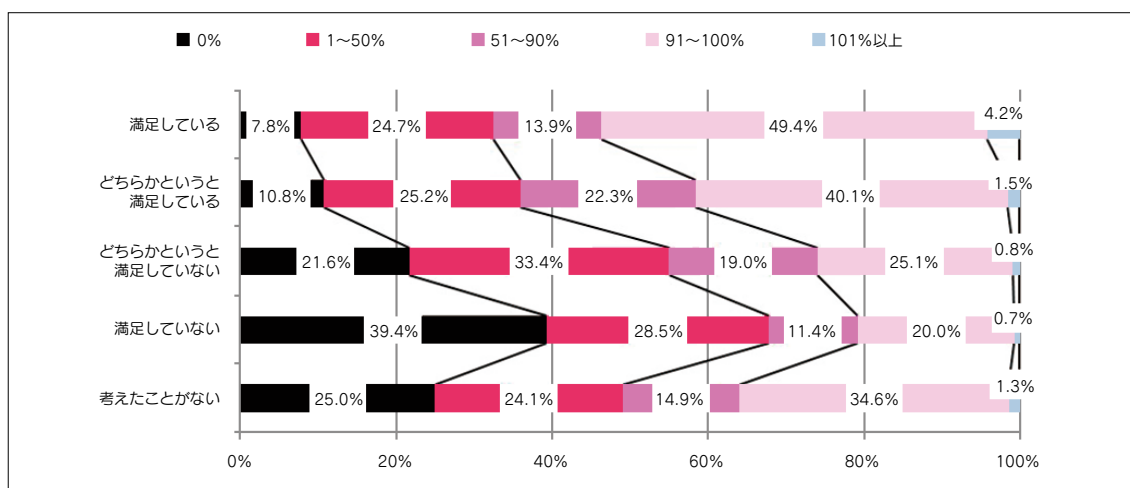


図2-12は、政府の放射性物質管理に対する満足度と被災地の食品に対する支払い意思額との関係を示したものである。前回同様、支払い意思額の平均値が最も低いのは「満足していない」であり、検査をして放射性物質が検出せずの方が高かった。特に、「満足していない」を選択した回答者は、放射性物質検査の結果が基準値以内では39.4%が購入しないを選択していた。一方で、放射性物質の検査結果が検出せずでは、「満足していない」を選択した回答者でも46.1%は通常の価格と同等以上の価格付けを行った。

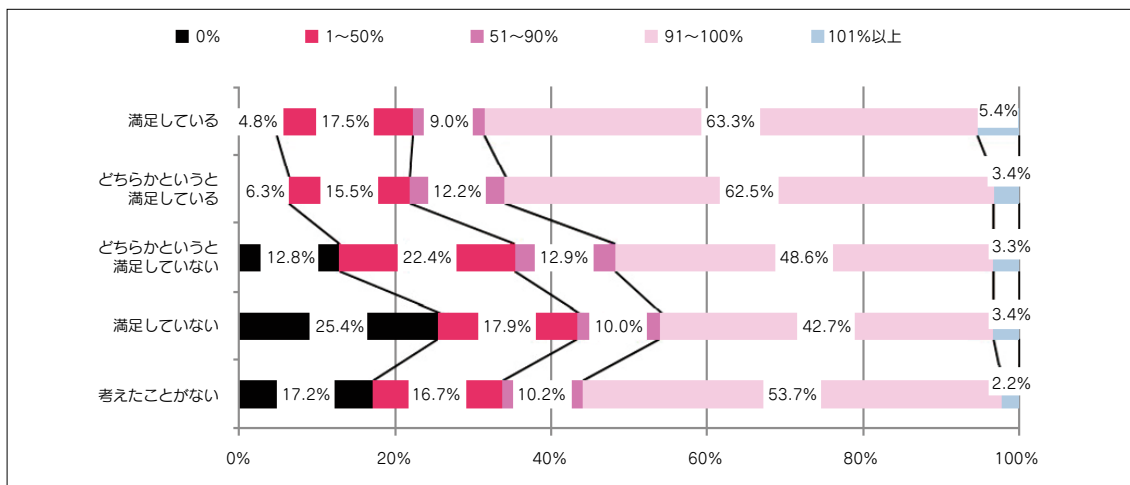
図2-12 満足度と支払い意思額



〈放射性物質検査基準値以内〉



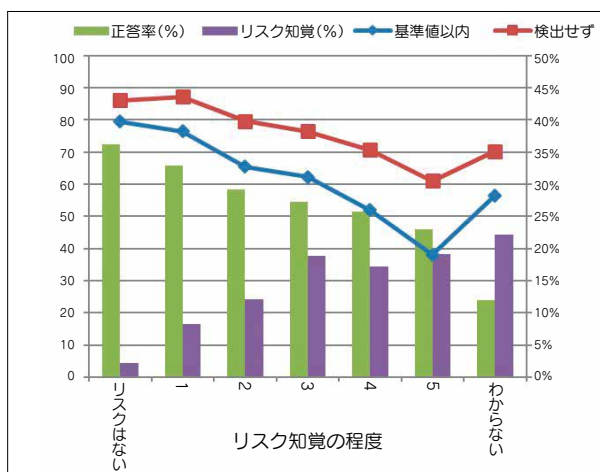
〈放射性物質検査検出せず〉



7) 食品中の放射性物質に関するリスク知覚と支払い意思額について

図2-13は、食肉中の放射性物質管理に対するリスク知覚度及び放射性物質に関する知識を問う問題の正答率と被災地の食品に対する支払い意思額との関係を示したものである。支払い意思額の平均値が最も低いのは、「リスク5（最も高く知覚している）」であり、基準値以内では38.0%であり、検出せずでは61.0%であった。また、正答率の割合も最も低かった。

図2-13 支払い意思額とリスク知覚・正答率
2017年12月



8) 離散選択実験による支払い意思額の推定

離散選択実験により、消費者の属性、商品の属性が、牛肉の選択行動（消費者の支払い意思額、すなわち購入意欲）にどのような影響を与えるかを推計した。

具体的には、様々な属性の組み合わせにより構成される商品を回答者に複数提示し、最も購入したいと思う商品の一つを選択してもらうという選択実験である。提示する商品の属性の組み合わせを変えた選択型質問を回答者に繰り返し行い、どの商品が選択されるのかというデータを得る。このデータから、回答者がどの属性をどれくらい評価しているかを推計し、価格に対する評価と価格以外の属性の評価の大きさを比べることで各属性に対する支払い意思額を推計する。

今回の離散選択実験では、放射性物質のリスクに関する動画を見る群、食中毒のリスクに関する動画を見る群、動画を見ない群と3つの群にわけ、回答者に5回質問をした。問4と問5は同じ選択肢を提示し、回答が違っていれば信頼できない回答者として排除した。選択肢は産地、肉の部位、価格/100g、放射性物質検査結果の4つの属性から構成されており、各属性は表2の水準をとる。この水準について直行表による割り付けを行い、128個の質問を作成し、一つの問いにランダムに選ばれた3つの選択肢と「どれも買わない」という選択肢を足して、回答者に提示した。離散選択実験データの分析は、Stata14を用いて、混合ロジットモデル (mixed logit model) により行った。

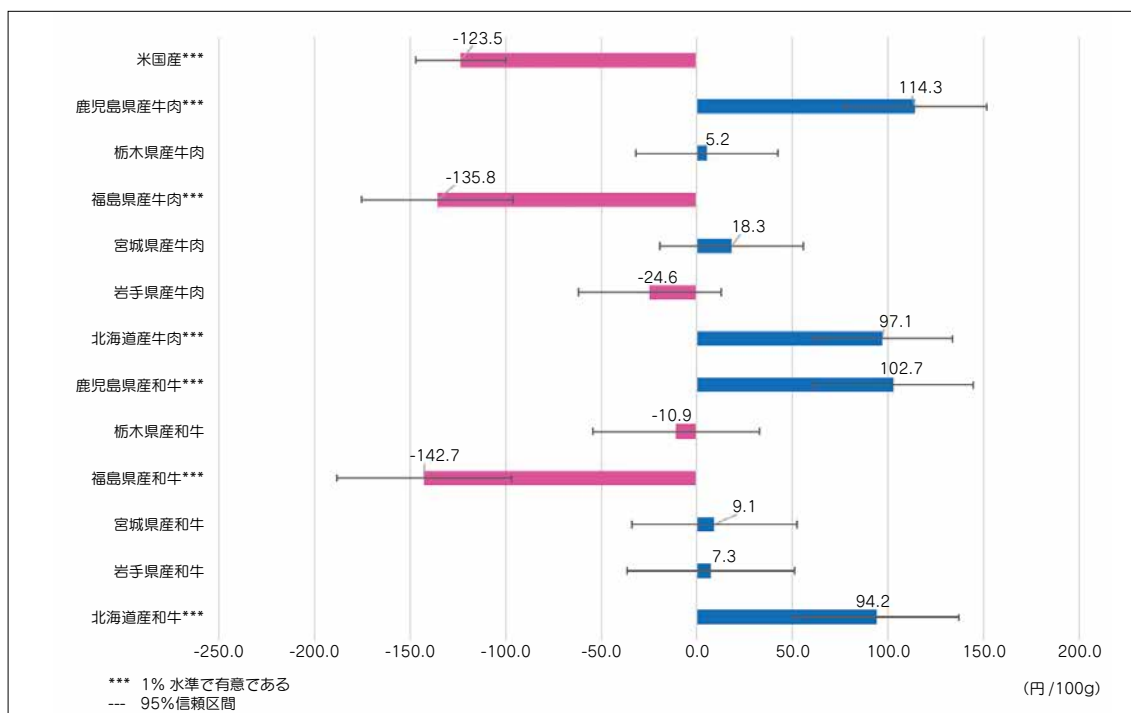
表2 属性と水準

属性/ 水準数	産地	肉の部位	価格 (円/100g)	放射性物質 検査結果
1	北海道産和牛	切り落とし	78円	100Bq/kg未満
2	北海道産牛肉	もも角切り	98円	50Bq/Kg未満
3	宮城県産和牛	焼き肉用カルビ	118円	25Bq/kg未満
4	宮城県産牛肉	肩ロース薄切り	138円	10Bq/kg未満
5	福島県産和牛		158円	規制値未満
6	福島県産牛肉		168円	規制値の1/2未満
7	鹿児島県産和牛		178円	規制値の1/4未満
8	鹿児島県産牛肉		198円	未検出
9	岩手県産和牛		218円	検査せず
10	岩手県産牛肉		228円	
11	栃木県産和牛		258円	
12	栃木県産牛肉		288円	
13	米国产牛肉		318円	
14	蒙州産牛肉		348円	
15			378円	
16			408円	
17			438円	
18			468円	
19			498円	

食品中の放射性物質に関する政府のリスク管理への満足度及び食品中の放射性物質のリスク知覚度が支払い意思額に影響を与えていることが確認された。そこで、まずは、オーストラリア産牛肉を基準に各産地の牛肉に対する支払い意思額を求め、次いで、放射性物質のリスク知覚及び放射性物質に関する政府のリスク管理への満足度による支払い意思額を求めた。更に、食品中の放射性物質に関する動画を提示したグループと提示しないグループの福島県産牛肉に対する支払い意思額を求めた。

その結果、図2-14に示すとおり、北海道産和牛は92.4円/100g、岩手県産和牛は7.3円/100g、宮城県産和牛は9.1円/100g、鹿児島県産和牛は102.7円/100g、北海道産牛肉は97.1円/100g、宮城県産牛肉は18.3円/100g、栃木県産牛肉は5.2円/100g、鹿児島県産牛肉は114.3円/100g、基準としたオーストラリア産牛肉よりも高く支払う意思があり ($p<0.01$)、福島産和牛は142.7円/100g、栃木県産和牛は10.9円/100g、岩手県産牛肉は24.6円/100g、福島県産牛肉は135.8円/100g、米国产牛肉は123.5円/100g、安く支払う意思がある ($p<0.01$) という結果が得られた。

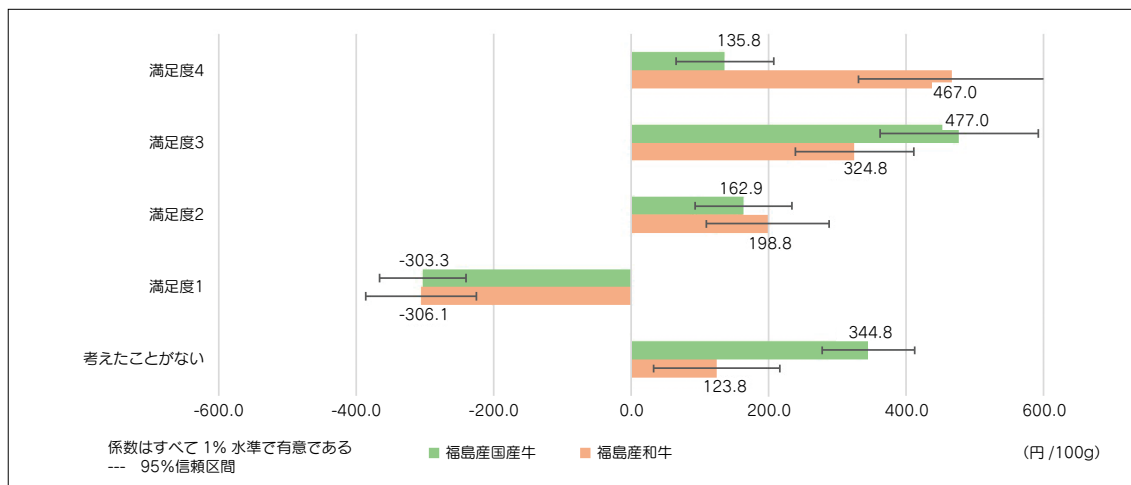
図2-14 各産地の牛肉に対する支払い意思額(オーストラリア産牛肉と比較して)



放射性物質のリスクの知覚度の違いによる福島県産牛肉への支払い意思額をみると、食品中の放射性物質のリスクを最も高く知覚している回答者(リスクの程度(5)を選択した回答者)では福島県産和牛は270.8円/100g、福島県産国産牛は238.0円/100g、安く支払う意思がある($p<0.01$)という結果が得られたが、食品中の放射性物質のリスクはない(0)から、リスクの程度の高さ(4)を選択した回答者の解析結果は有意ではなく、支払い意思額に違いは認められなかった。

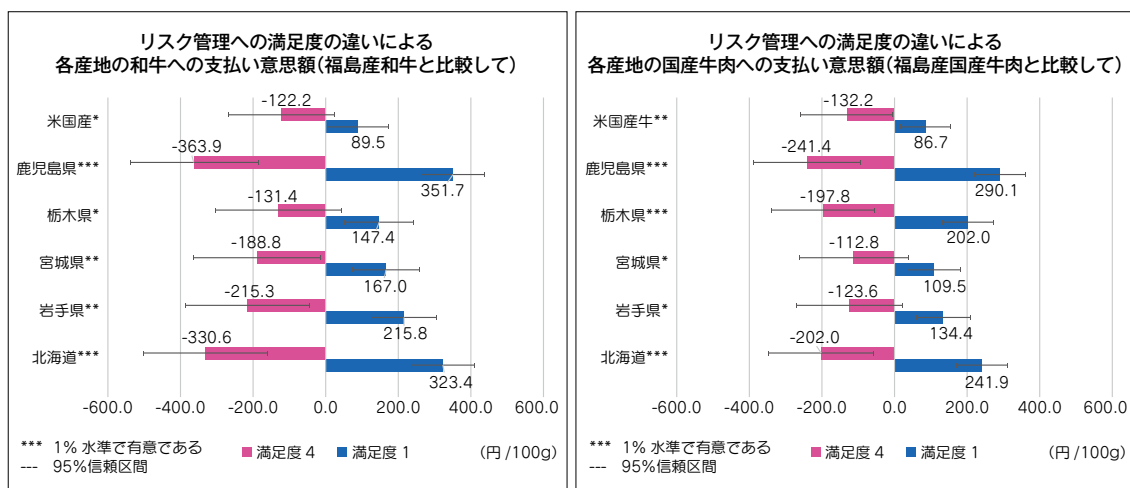
放射性物質に関する政府のリスク管理への満足度をみると、図2-15に示すとおり、満足度が高い回答者(満足度の程度4を選択した回答者)では福島県産和牛は467.0円/100g、福島県産牛肉は135.8円/100g、とオーストラリア産牛肉よりも高く支払う意思があり($p<0.01$)、満足度の低い回答者(満足度の程度1を選択した回答者)では福島県産和牛は306.1円/100g、福島県産国産牛は303.3円/100g、安く支払う意思がある($p<0.01$)という結果が得られ、満足度が高いほど、オーストラリア産牛肉よりも高く支払う意思があることが示された。

図2-15 放射性物質のリスク管理への満足度と福島県産牛肉への支払い意思額



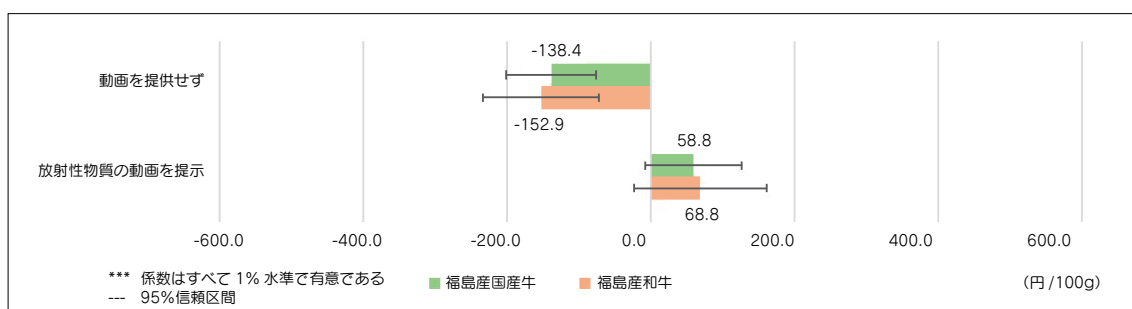
更に、放射性物質に関する政府のリスク管理への満足度の違いによる各産地の牛肉への支払い意思額と福島産牛肉に対する支払い意思額を比較してみると、図2-16に示すとおり、放射性物質に関する政府のリスク管理への満足度が高い回答者(満足度の程度4を選択した回答者)は福島県産牛肉の方により高く支払う意思が示され($p < 0.01$)、満足度が低い回答者(満足度の程度1を選択した回答者)は他県産の牛肉により高く支払う意思が示された($p < 0.01$)。

図2-16 リスク管理の満足度の違いによる各産地の牛肉への支払い意思額



最後に、放射性物質に関する動画の提示の有無による福島県産牛肉への支払い意思額の違いを見たところ、図2-17に示すとおり、動画を提示した回答者では、福島県産和牛は68.8円/100g、福島県産国産牛は58.8円/100g、高く支払う意思があり ($p<0.01$)、動画を提示しなかった回答者では、福島産和牛は152.9円/100g、福島県産国産牛は138.4円/100g、安く支払う意思がある ($p<0.01$) という結果が得られ、放射性物質に関する動画を提示した回答者の方がより高く支払う意思が示された。

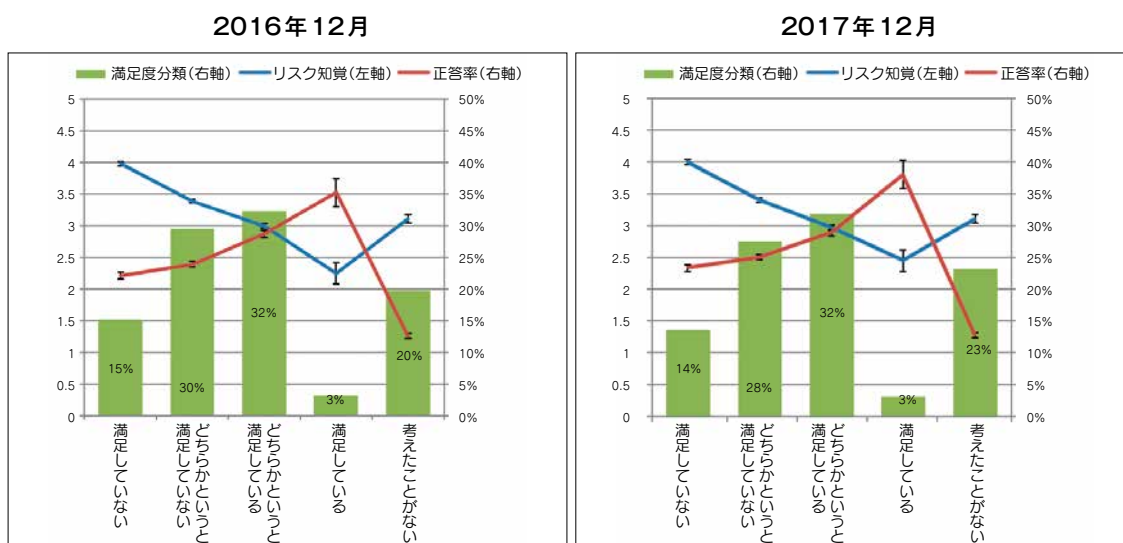
図2-17 放射性物質に関する動画提供の有無と福島県産牛肉への支払い意思額



9) 食品中の放射性物質に関するリスク管理に対する満足度とリスク知覚について

図2-18は、政府の放射性物質管理に対する満足度とリスク知覚および放射性物質に関する知識の正答率との関係を示したものである。今回の調査でも、満足度とリスク知覚や正答率には相関関係が見られ、満足している人ほど、リスクを低く知覚し、正答率も高く、「考えたことがない」を選択した回答者の正答率が低い傾向が見られた。

図2-18 満足度とリスク知覚・正答率

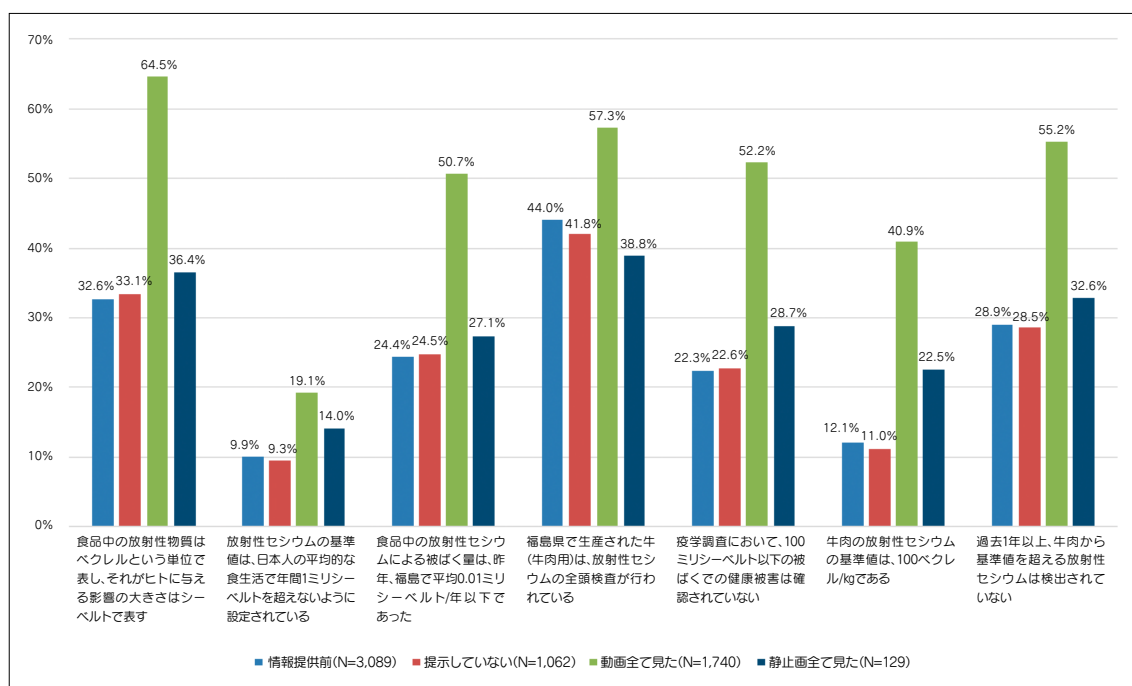


10) 情報提供後の正答率について

図2-19に牛肉に関する情報提供をしたグループについて情報提供前と情報提供後の正答率を示した。動画での情報を提供した1,877人のうち、最後まで閲覧した回答者は1,740人、部分的にみた回答者は50人、途中で見るのを中止した回答者は54人であり、全く見ない回答者は33人であった。また、静止画での情報を提供した150人のうち、最後まで閲覧した回答者は129人、部分的に見た回答者は9人、途中で見るのを中止した回答者は5人、全く見ない回答者は7人であった。情報提供前と情報提供後の正答率を比較するとすべての質問で正答率は高く、静止画よりも動画を示した方の回答者の正答率が高くなった。

調査の最後に記入してもらった自由回答欄には、「正確な情報提供を切れ目なく行うことが必要」、「風化されないよう、どんどん情報を取り上げてほしい」、「積極的にマスコミも特番等を組んで定期的に情報を目に付くように発信してほしい」、「信用できる情報が欲しい」など、情報発信に関する記述もあり、放射性物質のリスクやその管理について、「知りたい」と思っている消費者がいることが示唆された。

図2-19 情報提供後の正答率の変化



4. まとめ

平成29年8月に消費者庁が実施した「風評被害に関する消費者意識の実態調査(第10回)～食品中の放射性物質等に関する意識調査～」においても、消費者の購買意識として「産地」への意識は、「品質(味)」、「価格」、「鮮度」に次いで第4位となった。ここで、食品を購入する上でためらう産地として「福島県」と回答した割合は13%であり、これまでの調査の中で最も少ないものの、他の産地と比較すると高くなっている状況にあること、また、食品中の放射性物質の検査に関する知識について「検査が行われていることを知らない」と回答した人は第6回以降35%程度から微増傾向にあり、消費者の検査に関する情報を入手する機会が減少していることがうかがえると報告されている。本調査においても、福島産牛肉と他県産牛肉の支払い意思額を比較すると、北海道産牛肉及び鹿児島県産牛肉の方が高く支払う意思があることが示され、また、「過去1年以上、牛肉から基準値を超える放射性セシウムは検出されていない」という質問の正答者の割合が16%と昨年度の正答者の割合28%よりも減少していた。食品中の放射性物質に関する政府、地方自治体、食品事業者等のリスク管理に関する信頼感が高まっていること、多くの消費者は日常生活の中で食品中の放射性物質のリスクを意識することが徐々に減少していることが確認された。しかしながら、テレビや新聞からの情報が殆どなくなっていることに問題意識を持ち、放射性物質のリスクやその管理に関する情報提供を求めている消費者がいることが示唆された。

東京電力福島第一原子力発電所の事故から7年が経過しようとしているが、平成29年12月の和牛卸売価格(枝肉、去勢、A4)を見ると、全国の価格は2,661円/kg(平成22年12月:1,874円/kg)で、福島県の価格は2,516円/kg(1,819円/kg)であり、全国平均に近づいてきているが、宮城県の価格は2,676円/kg(1,779円/kg)、岩手県の価格は2,730円/kg(1,952円/kg)であり、他の被災県と比べても原発事故前の状況には戻っていない。このような状況の中、消費者の食品リスクに関するリテラシーを高めるため、サイエンスカフェなどの活動を継続するとともに、流通段階の食品事業者等とも放射性物質などの食品リスクに関するコミュニケーションに取り組む仕組みを構築していく必要があると考えられる。

第3章 ウェブコンテンツの改善とその効果

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

関崎 勉、林 瑞穂、澤田尚子、北村沙織

放射性物質汚染と食の安全に関する消費者の意識調査および情報提供に関するこの事業は、平成23年度から7年間単年度で毎年継続している。これまでに、専門家を集めた有識者検討会の意見をもとに、様々な情報を一般消費者にも分かりやすく加工して、文書や動画資料として食の安全研究センターホームページ上で公開してきた。既設の食の安全研究センターのホームページ全体の構成を改修して、平成23年度から「放射性物質と食品の安全について」と題したバナーを新設して、この事業で得られた情報の発信を開始した。平成24年度には、ホームページ全体のレイアウト更新を行い、「畜産物の安全に関する情報」と「放射性物質に関する情報」の2つのバナーを設置し、さらに副題として「牛肉について」、「牛乳について」、「出版物」、「イベントレポート」のバナーを設けた。平成26年度には、トップページに新たに「サイエンスカフェ」、「シンポジウム」のバナーを設置し、本事業により開催した過去のイベントも含めてすぐにアクセスできるようにした。平成27年度では、ホームページの改善は一段落させ、これまでのホームページ改善効果を注視するとともに、食の安全研究センターホームページ全体にわたり、可能な限り英訳したページの作成を試みた。センターのホームページには当初より英文ページも設けられていたが、一部のコンテンツに限られていた。平成28年度には、イベント開催情報なども含めて、その時点で公開していた放射性物質に関する情報についてできる限り英訳を実施した。特に、動画による情報提供についてもプロのニュースキャスターに音声収録を依頼し、英語のナレーションによる視聴ができるよう改善した。そこで、平成29年度は、この英訳化を引き継いで、食の安全クイズの全てのジャンルについても英語版を公開した。これら一連の英訳ページ充実により、本事業における活動の詳細が広く全世界へ向けて、発信されることになると期待している。

「出版物」では、平成23年度に発行した文献調査報告書に始まり、平成24年度から毎年発行した年度末報告書と平成24年度に作成した三つ折りパンフレットの全てをpdfでダウンロードできるようにした。さらに、食の安全研究センターの公式Facebook (<https://www.facebook.com/UTokyo.foodscience>) を立ち上げ、センターの様々な活動についても、迅速に発信できるようにした。平成25年度以降、「食の安全クイズ」を公開し、これに70%以上の正解をするとデジタル版の認定証を得ることができるようにした。クイズのジャンルは、「放射性物質」だけでなくその他の危害因子についても学んでもらうため、「BSE」と「食中毒」を、平成28年

度には、「食物アレルギー」と「食品の表示」を新設した。また、当初公開したクイズの正答率を参考に、問題を「入門編」と「発展編」の2つのレベルに分け、それぞれ既存の問題の修正と新たな問題の追加を施して、最終的に各分野・レベルの問題数が10問程度になるように増設した。当初公開した試行版においても正解が70%を超えた場合には認定書を交付していたが、新たに「発展編」を加えたことから、その認定証には「入門編」の認定証と、「発展編」としてやや高級感のあるデザインの認定証をそれぞれ新たに作成した。さらに、その公開直後、実際の利用者からの要望があり、認定証に日付印字が可能となるような改変も行った。これらのクイズによって、放射性物質汚染およびその他の危害因子に関しても平等に正しい知識を、遊び感覚で身につけてもらえる場を提供しようとしている。後述のアクセス解析に見られるように、クイズの効果は予想以上に大きかった。

さて、平成29年度には特にウェブページのバリアフリー化に取り組んだ。その内容としては、障害のある方にも等しく情報提供できるように、NVDAという音声読み上げエンジンを利用して各ページの内容に音声読み上げ機能を付けること、表記される文字サイズを大中小と調整できる機能を持たせる改善を行った。この機能により、さらに多くの利用者がストレスなく情報を享受できるようになることを期待している。

これまでに様々な情報発信の改良と迅速化を行った結果に対して、その効果を見るためのアクセス解析を実施し、以下の資料にまとめた。平成26年度(表3-1)、平成27年度(表3-2)、平成28年度(表3-3)、および平成29年度(2月末まで)(表3-4)と順に比較して見て戴きたい。「食の安全クイズ」入門編のみを試行的に公開した平成25年度1年間公開した後での数値が平成26年度である。この年にこれを入門編と発展編に分け新しいデザインの認定証を発行し始め、それらをほぼ1年間公開した平成27年度が約2年間継続した数値になる。セッション数、ユーザー数ともに当初より2倍以上に増加し、さらにこの増加が続いていた。しかし、ページ閲覧数全体の方は平成26年度までに倍増したもののそれ以後は横ばいである(図3-1)。ところが、クイズの英訳や動画の英語ナレーションを公開して1年後の平成29年度を見ると、ユーザー数はほぼ同様であったのにページ全体の閲覧数は増加したことが分かった。次に、ページごとの閲覧数では、「食の安全クイズ」の閲覧数上位が定位置となった。特に、それまで「食中毒・入門編」の閲覧数だけがセンターのトップページを超えて、その3倍ほどを維持している。また、平成29年度では「食中毒・発展編」もトップページを超えてきた。一方、「食の安全クイズ」関連の7ページ(クイズのトップページと3部門の入門編および発展編)全てが平成27年度までは上位14位以内に入っていたが、平成28年度からは、「放射性物質・発展編」がランクを落とし、「食物アレルギー」、「食品の表示」の2部門を増設した11ページとなった後の平成29年度では、新設部門は健闘したのに対して、「BSE・発展編」も大きくランクを落とした。しかし、「食中毒・入門編」と「食中毒・発展編」の人気は相変わらずで、これらの合計がほぼ半数となることも常態となった。一方、依然からの懸念材料だった他のページの閲覧数減少傾向は続いており、学術論文情報に関する研究紹介以外は低迷したままである。ユーザー属性の解析から、若年層

(25-34歳)の利用が最も多いことから(図3-2)、一方ではこれらの年齢層に注目されやすい情報を増やすこと、他方では高齢層(55歳以上)の関心を引きつける内容も検討する必要がある。

平成28年度から、できるだけ多くのページを英語化することに努めてきたが、これによるアクセス数の増加はページごとの集計には見られなかった。平成28年度に英語版トップページの閲覧数が急増したが、平成29年度はむしろ下がってしまった。経由するサーバーによって本当にその国の人々が閲覧してくれているか不明だが、ユーザーの組別集計では日本が圧倒的に多く、これに米国、中国が続いた(表3-5)。これら、海外からのアクセスがどのページに多く集まっているかについて今後検証し、英訳ページの充実に生かしていきたい。

以上のように、ページ閲覧数からはこれまで同様「食の安全クイズ」が最も多くの注目を集めている。そのため、次年度以降は、新たなクイズ問題の作成とページの更新を進めることが閲覧数、訪問数の増加を生み出し、その波及効果としてその他のページへの閲覧を誘導できるのではないかと考えている。同時に、未翻訳のページの英訳も進めていきたい。

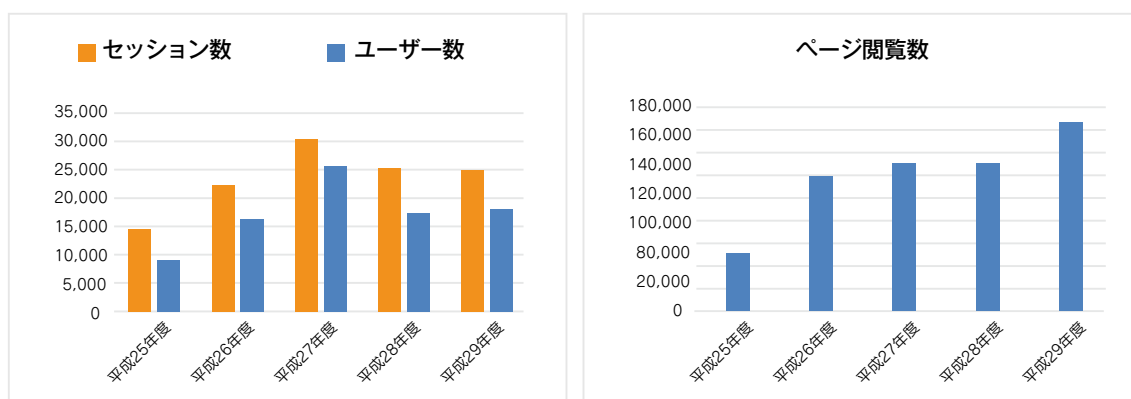


図3-1 食の安全研究センターホームページへのアクセス数
(ただし平成29年度は4月1日～平成30年2月28日の期間で集計)

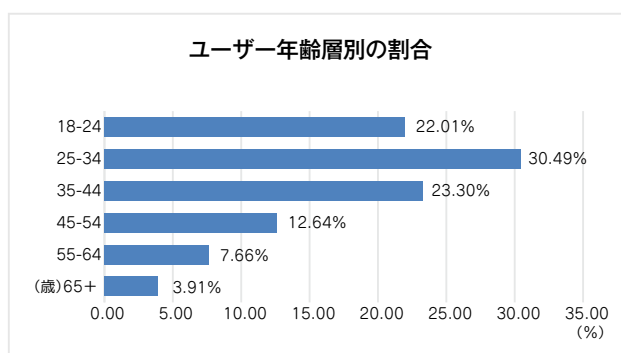


図3-2 食の安全研究センターホームページのユーザー属性(年齢別)
(平成29年4月1日～平成30年2月28日の期間で集計)

表3-1 平成26年度食の安全研究センターホームページアクセス解析

(2014/4/1～2015/3/31)

- ・セッション数(訪問数) 22,305
- ・ユーザー数(利用者数) 16,358
- ・ページ閲覧数 118,855

順位	ページ名	閲覧数
1	食の安全クイズ(食中毒・入門編)	38,753
2	トップページ	13,679
3	食の安全クイズ(放射性物質・入門編)	7,563
4	研究紹介	4,812
5	食の安全クイズ(BSE・入門編)	4,748
6	センター紹介	4,456
7	食の安全クイズ(トップページ)	2,726
8	活動の足跡	2,084
9	センター組織	2,060
10	食のリスク分析について	1,553
11	畜産物の安全に関する情報	1,472
12	センター機構図	1,102
13	問い合わせ	1,095
14	食の安全クイズ(食中毒・発展編)	1,073
15	英語ページ(トップページ)	976
16	第9回サイエンスカフェ「聞いてみよう！福島県の放射線のレベル～現在とこれから～」 開催のお知らせ	953
17	シンポジウム「放射性物質汚染と食の安全の今は？―被災地の早期復興を願って―」 開催報告	923
18	研究テーマ	882
19	センターへのアクセス	796
20	食の安全クイズ(放射性物質・発展編)	789
21	研究テーマ(リスク評価科学部門)	775
22	第2回タマゴシンポジウム「タマゴが創る未来の食生活～Egg in the Future Diet～」 開催のお知らせ	748
23	食の安全クイズ(BSE・発展編)	698
24	第10回サイエンスカフェ「聞いてみよう！コミック誌から見る放射線の作用」 開催のお知らせ	684
25	イベント情報	646

表3-2 平成27年度食の安全研究センターホームページアクセス解析

(2015/4/1～2016/3/31)

- ・セッション数(訪問数) 30,389
- ・ユーザー数(利用者数) 25,533
- ・ページ閲覧数 130,483

順位	ページ名	閲覧数
1	食の安全クイズ(食中毒・入門編)	62,316
2	トップページ	11,302
3	食の安全クイズ(食中毒・発展編)	6,196
4	食の安全クイズ(放射性物質・入門編)	4,527
5	お知らせ(センター兼任教員・細野ひろみ准教授が日本農学進歩賞受賞)	3,158
6	研究紹介	2,256
7	センター紹介	1,434
8	食の安全クイズ(トップページ)	1,393
9	センター組織	1,331
10	食の安全クイズ(BSE・入門編)	961
11	食の安全クイズ(放射性物質・発展編)	871
12	活動の足跡	775
13	食のリスク分析について	754
14	食の安全クイズ(BSE・発展編)	753
15	フォーラム「食科学の近未来 一守りと攻めの備えは万全かー」開催のお知らせ	681
16	畜産物の安全に関する情報	664
17	問い合わせ	649
18	センター機構図	549
19	出版物	515
20	第5回サイエンスカフェ「おいしく焼き肉を食べるための食中毒講座」開催報告	483
21	英語ページ(トップページ)	404
22	第13回サイエンスカフェ「聞いてみよう! 農薬のコト」開催のお知らせ	380
23	センターへのアクセス	369
24	活動の足跡 サイエンスカフェ	339
25	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?」開催のお知らせ	337

表3-3 平成28年度食の安全研究センターホームページアクセス解析

(2016/4/1～2017/3/31)

- ・セッション数(訪問数) 25,289
- ・ユーザー数(利用者数) 17,182
- ・ページ閲覧数 130,227

順位	ページ名	閲覧数
1	やってみよう！食の安全クイズ(食中毒・入門編)	43,861
2	トップページ	12,646
3	やってみよう！食の安全クイズ(食中毒・発展編)	11,906
4	研究紹介(主な学術雑誌発表論文)	4,361
5	食の安全研究センターの役割	4,000
6	やってみよう！食の安全クイズ(トップページ)	3,372
7	食の安全研究センターの役割	2,732
8	やってみよう！食の安全クイズ(放射性物質・入門編)	2,638
9	やってみよう！食の安全クイズ(BSE・入門編)	2,198
10	創立10周年記念シンポジウム「食科学の現在と近未来」(2月22・23日)を開催しました	1,745
11	活動の足跡(最新年の活動の足跡)	1,738
12	食のリスク分析について(食の安全をめぐる情報)	1,557
13	やってみよう！食の安全クイズ(BSE・発展編)	1,279
14	畜産物の安全に関する情報	1,220
15	トップページ(英語版)	1,115
16	センター機構図	1,032
17	お問い合わせ	1,023
18	やってみよう！食の安全クイズ(放射性物質・発展編)	971
19	活動の足跡 サイエンスカフェ	904
20	追加開催 サイエンスカフェ「『機能性食品』って本当に機能するの？ーお口に入った機能性食品成分たちの腸管内運命ー」開催のお知らせ	899
21	センターへのアクセス	828
22	研究紹介(研究テーマーリスク評価科学部門)	731
23	第23回サイエンスカフェ「放射性物質と農産物ー福島ofの食べ物についてー」開催のお知らせ	705
24	第19回サイエンスカフェ「食の安全を守る研究最前線！ー魚の寄生虫と食中毒のコーナーー」開催のお知らせ	669
25	イベント	665

表3-4 平成29年度食の安全研究センターホームページアクセス解析

(2017/4/1～2018/2/28)

- ・セッション数(訪問数) 25,112
- ・ユーザー数(利用者数) 18,326
- ・ページ閲覧数 168,159

順位	ページ名	閲覧数
1	やってみよう！食の安全クイズ(食中毒・入門編)	57,050
2	やってみよう！食の安全クイズ(食中毒・発展編)	14,504
3	トップページ	11,718
4	やってみよう！食の安全クイズ(食物アレルギー・入門編)	9,734
5	やってみよう！食の安全クイズ(食品の表示・入門編)	8,857
6	やってみよう！食の安全クイズ(トップページ)	5,803
7	研究紹介(主な学術雑誌発表論文)	3,916
8	食の安全研究センターの役割	3,500
9	やってみよう！食の安全クイズ(食物アレルギー・発展編)	3,228
10	やってみよう！食の安全クイズ(放射性物質・入門編)	2,990
11	やってみよう！食の安全クイズ(食品の表示・発展編)	2,626
12	食のリスク分析について(食の安全をめぐる情報)	2,343
13	食の安全研究センターの役割	2,181
14	活動の足跡(最新年の活動の足跡)	1,495
15	やってみよう！食の安全クイズ(BSE・入門編)	1,292
16	センター機構図	1,117
17	トップページ(英語版)	977
18	活動の足跡 サイエンスカフェ	914
19	畜産物の安全に関する情報	826
20	やってみよう！食の安全クイズ(放射性物質・発展編)	818
21	お問い合わせ	813
22	第28回サイエンスカフェ「食物アレルギーを知ろう！—適切な情報を適切な人へ」 開催のお知らせ	798
23	研究紹介(研究テーマリスク評価科学部門)	725
24	研究紹介(研究テーマ)	710
25	やってみよう！食の安全クイズ(BSE・発展編)	637
26	平成29年度食未来カフェ(サイエンスカフェ)開催予定(全7回)	635

表3-5 国別ユーザー数ランキング(ただし平成29年度は4月1日から2月28日の期間で集計)

順位	国(ユーザー数)	
	平成28年度	平成29年度
1	日本(15,314)	日本(16,281)
2	中国(288)	米国(605)
3	英国(237)	中国(257)
4	米国(237)	国指定不明(133)
5	国指定不明(155)	インド(79)
6	インドネシア(87)	韓国(69)
7	台湾(77)	台湾(61)
8	インドシア(74)	インドネシア(59)
9	韓国(71)	バングラデシュ(44)
10	イタリア(60)	タイ(43)
総ユーザー数	17,182	18,326

第4章 サイエンスカフェ開催報告

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

林 瑞穂、黒木香澄、渡辺孝康、澤田尚子、北村沙織、関崎 勉

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33回を数えるまでになり、平成29年度には第27回～第33回の7回を開催した。これまで同様、食の安全研究センターの研究室が入居するフードサイエンス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、午後のほぼ半日を貸し切りとし、リラックスした雰囲気、食の安全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。情報提供者としては、本センターの兼任教員に加えて、適時、研究科内の他の教員や外部講師にも登壇してもらう形式は、平成29年度も継承した。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、昨年からのメンバーである特任助教の渡辺孝康とセンター長秘書の澤田尚子に加えて特任助教の黒木香澄および学術支援職員の林瑞穂も務めた。いずれも活発な議論を誘導すべく場の雰囲気作りを工夫した。当初は生の声で講師の説明を聞くようにしていたが、昨年度からはマイクを使って発言してもらい、質問者にもマイクを回す配慮により、より聞き取り易い環境になったと感じる。話題の途中で質問受け付けや、ファシリテーターの誘導が呼び水となるのは恒例となり、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参加者が講師を取り囲んで質問攻めにする光景は毎回のこととなっている。終了後に参加者から回収したアンケートも、概ね良好な意見が寄せられている。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い。食中毒病原体などその他の危害因子に対しても等しく知識を身につけてもらい、他にも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29年度においても、危害とは違う題材も取り上げた。また、毎回の開催時に次回の開催予告をして参加者へ周知しただけでなく、平成29年度では、年度当初に年間計画を公開して、参加者のより高い関心を引きつける努力をした。これらの改善を行い、年度通して全7回を開催した。すなわち、第27回はセンター外ではあるが本研究科水圏生物科学専攻の金子豊二教授による「キンギョはなぜ海が嫌いなのか？ - 魚の浸透圧調節機能とその応用 -」、第28回はセンター特任

助教の足立はるよ博士による「食物アレルギーを知ろう！－適切な情報を適切な人へ－」、第29回はセンター長の関崎 勉による「食欲の秋…聞いてみよう！ジビエの食中毒リスクとその対策」、第30回はセンター兼任教員で本研究科附属高等動物教育研究センター（附属牧場）の李俊佑助教に昨年に引き続きお願いし、昨年質問攻めにあって最後までお話出来なかった部分とその後新たに得られた研究成果を見せて戴く「附属牧場の先生に聞いてみよう！（続編）－救出された被ばく豚たち。それから－」、第31回はセンター兼任教員で本研究科応用生命化学専攻の浅見忠男教授による「聞いてみよう！－食べて安全？植物がつくる化学物質－」、第32回はセンター兼任教員で本研究科附属アイソトープ教育研究施設の二瓶直登准教授による「聞いてみよう！福島県産農産物のいま～現状と課題～」、第33回は外部から講師をお呼びして特定非営利活動法人 アトピッ子地球の子ネットワーク事務局長 専務理事の赤城智美氏による「聞いてみよう！食品表示のこと－アレルギー対策のために私たちができること－」を開催した。先着順に20名の参加者を受け付けたが、多くは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27回サイエンスカフェ】

「キンギョはなぜ海が嫌いなのか？－魚の浸透圧調節機能とその応用－」

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ page 36

【第28回サイエンスカフェ】

「食物アレルギーを知ろう！－適切な情報を適切な人へ－」

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ page 48

【第29回サイエンスカフェ】

「食欲の秋…聞いてみよう！ジビエの食中毒リスクとその対策」

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ page 60

【第30回サイエンスカフェ】

「附属牧場の先生に聞いてみよう！（続編）－救出された被ばく豚たち。それから－」

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ page 72

【第31回サイエンスカフェ】

「聞いてみよう！－食べて安全？植物がつくる化学物質－」

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ page 84

【第32回サイエンスカフェ】

「聞いてみよう！福島県産農産物のいま～現状と課題～」

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ page 96

【第33回サイエンスカフェ】

「聞いてみよう！食品表示のこと－アレルギー対策のために私たちができること－」

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ page 108

第27回サイエンスカフェ

「キンギョはなぜ海がきれいなのか？ — 魚の浸透圧調節研究とその応用 —」 開催報告

2017年7月11日第28回のサイエンスカフェ「キンギョはなぜ海が嫌いなのか？ — 魚の浸透圧調整機能とその応用 —」を開催しました。

東京大学大学院農学生命科学研究科 水圏生物学専攻 教授の金子豊二さんより、塩分濃度の異なる様々な水環境で繁栄してきた魚たちの浸透圧調節の仕組み、それを活かした内陸での海水魚養殖などについて紹介していただきました。

参加者からの活発な質問も相まって、身近な魚キンギョの水槽の塩分から、巨大なヨーロッパの岩塩坑のことまで話は展開、魚、水、塩分、生命に不可欠なそれらのものと私たちとの結びつきについて語り合う有意義な時間となりました。



話題提供者の金子さん

※以下、記載がない場合の発言は金子氏のもの

※質疑応答は一部抜粋

【キンギョはなぜ海が嫌いなのか？】

キンギョを海水に浸けるとどうなると思いますか。死ぬかもしれないし、中には頑張って生きるものもいるかもしれない。あるいはゆっくりやれば十分海水でも生きられるかもしれない。では、キンギョを海水に入れると死んじゃうと思う方(参加者の多くが挙手)、どうにか頑張れば生きられると思う方(参加者数人が挙手)。これは実は死ぬんです。では、キンギョを海水に入れたことはありますか。私たちはなんでキンギョを海水に入れると死ぬって知っているんでしょう。不思議じゃありませんか。

参加者：キンギョの病気のときに、多少塩を入れたりしますね。

金子：はい。ただ、それは海水ほど濃くないですね。確かにちょっとしょっぱいと病気にいいんです。ところがほんとの海水では駄目です。もし小学生の私が今そういう質問をされたら、やっぱり「死ぬ」って答えると思うんです。何でそんなこと分かるんだろう。もし自分がヨーロッパの人間で、キンギョになじみがなかったら、「これはキンギョという日本の魚か」と。これを海水に入れたらどうなるか。「そんなの知るはずないだろう」ということになるかもしれません。もしかすると、キンギョすくい、夏、涼しい、真水というイメージが頭の中でつながっているんですかね。だからキンギョは淡水じゃなきゃ生きられないと思っているのかもしれない。でも実際に海水に入れたら死んでしまいます。なぜでしょう。

【淡水魚と海水魚／狭塩性と広塩性】

キンギョは淡水魚で、海水では生きられません。逆にトラフグは、海水魚です。マグロ、サンマ、イワシ、アジ、全部海水魚です。おそらく淡水では生きられません。特にマグロが淡水で生きられるかは、やったことがありませんので分かりませんが、まず死にます。こういうのを「狭塩性魚」といいます。狭い塩と書いて、生きられる塩分濃度の範囲が狭いですよという意味で狭塩性魚です。かたや、ウナギやサケのように、一生を通して海と川を行き来するような魚は、海と真水の両方で生きられます。ティラピアという魚も沖縄、ハワイ、いろいろなところにおいて、アフリカ原産で、いろいろな種類がありますが、多くの種類が淡水・海水、好きなときにどっちにでも行けます。同じように水に特化してるはずの魚でも、川じゃなきゃ駄目、海じゃなきゃ駄目、あるいはどっちでもと、多種多様なんですね。なぜそんな違いがあるのかというのが研究の1つのテーマです。お金になるわけではありませんが、うまくするとそれが産業と結びつくこともあり得るということです。

- 生き物の中で魚はかなり高等で、われわれと同様に背骨のある脊椎動物です。魚の血液の塩分濃度は実はわれわれ人間とほとんど同じで、食塩水にすると0.9%。生理食塩水と同じです。点滴のときに使う、逆さに吊した瓶の中に入っているものが生理食塩水です。これが0.9%。実は、海の魚も川の魚も、血液の塩分濃度は同じ0.9%です。ただ、プラスマイナス0.1%くらい差はありますが、大体人間と同じです。
- 住んでいる環境が真水の場合、塩分濃度はほとんど0%です。0%の中で、体を0.9%に維持するのは、とても大変なことです。なぜかというと、魚は水の中に住んでいるので、えらを介して体の中と外が結構スカスカにつながっているんです。我々は陸上で生活していますが、生き物はもともと水の中にいました。一部の生き物、脊椎動物が陸上に上がってきたんです。そのときに、体が乾燥しないように宇宙服みたいなを着て上がってきた。ですから、われわれは地上にいても、体から水分がすぐなくなっちゃうなんてことはないわけです。
- ところが、水の中の生き物は周りの水と一体化して生きています。例えば淡水に住む魚であれば、真水、薄いところにいるんで、えらを介して中の塩が抜けてしまうということが起こるわけです。逆に海水だと3.5%あって、体の中は0.9%。水のほうがはるかにしょっぱいわけです。しょっぱい海水に浸かっていたらどうなるか。白菜と同じ運命をたどります。白菜をしょっぱい水に浸けておくと、塩が入ってきて、水が抜けて、塩漬け状態になります。実は生きてる魚も、海にいるだけで塩漬けになりがちなんです。ただ、生きていくためには、これを0.9%まで下げなきゃいけない。ですから、海の魚は塩漬けにならないように必死で生きてるんですね。そのためにエネルギーを使って必死に適応してるということになります。
- 海水の塩分濃度は3.5%。結構な塩の量ですよ。1リットルの海水に35グラムの塩です。お相撲さんが土俵でつまむ1つまみぐらいが35グラムです。非常に大ざっぱな言い方ですが、35グラムはとんでもない量です。そして、血液が0.9%。当然、外のほうがしょっぱいから水と塩分が勝手な動きをします。白菜を思い出してください。塩が入ってきて水が抜ける。だか

ら何もしなければ、海の魚は自ずと塩漬けになっちゃうわけですね。試しに死んだ魚を海水に浸けといてみてください。おそらく塩漬けになると思います。やったことはないですけども、きっとそうなると思います。

- そのままにしておくと塩漬けになってしまうので、ならないようにどうするか。2つのことをやります。水が抜けるので、それを補うために水を取り込みますけれども、海水魚が飲める水って海水だけです。しょうがないから海水をガブガブ飲むんです。これは、魚に特徴的なことで、人間にはできないことです。もし、海で漂流したら喉が渇きますが、喉が渇いたからって、海水飲んだらどうなるか。幸いやったことはないですが、間違いなくしょっぱくて、喉を潤すことになりません。ところが、海の魚は、しょっぱい海水を飲んで水分を取り込むことができるんです。人間にこれができたら、素晴らしいんですけども。
- もう1つは、塩が入ってきちゃうんで、塩を出します。どうやって出すかということ、これが私の研究の中心でもあるのですが、えらから出します。えらは、人間の肺みたいなもので、呼吸器官です。ですから、酸素を取り込んで二酸化炭素を出す。けれども、それ以外に、塩を出したり取り込んだりする浸透圧調節器官としての役割もあるんです。えらは、そうしたマルチな機能を持っています。
- もう一つ大事なはたらきがあります。実は排泄器官でもあるんです。動物は、生きている限りアンモニアが生じます。アンモニアはとても体によくないんです。タンパク質が分解するとアミノ酸になって、アミノ酸が分解するとアミノ基が外れて、それがアンモニアになってしまう。もし血中のアンモニア濃度が上がるとどうなるか。意識が遠のいていきます。人間は肝臓でアンモニアを尿素にかえ、それでうまくやるわけですが、うまくいかなくなると血中のアンモニア濃度が高まり、意識がぼんやりした状態になるんです。
- このアンモニアをどうにか処分しなきゃいけないんですが、人間の場合は、それを尿素という形に変えて、おしっこで出します。魚の場合は、アンモニアです。できたアンモニアをアンモニアのまま、「えら(鰓)」から出します。えらは、言ってみれば携帯水洗トイレ。携帯水洗小便器と言ってもよろしい。非常に合理的にできているんです。
- えらにはいろんな機能があるんですが、そのうちの1つとして塩を出したり取り込んだりする機能があります。それを担っているのは、塩類細胞というものです。特に海水魚の場合は、体の中に塩が入ってきちゃうので、その塩を、この塩類細胞から常に自らのエネルギーを使って出しています。ここが大事です。エネルギーを使って排出するということは、疲れるし、結構労力がかかるんです。

【「鰓」(えら)の構造を見ると】

構造を見てみましょう。魚の頭の部分を水平面で切った図です。えらというのは左右4対。これを取り出してみると、きれいな鮮やかな色をしています。これらの1個1個に複雑な構造があって、資料の写真は実物ですけども、走査電子顕微鏡でさらに細かく見ると、その表面

にヒラヒラがいっぱいあります。えらの弁と書いて「鰓弁(さいべん)」といいます。

- 魚偏が付くと大体魚の名前じゃないかと考えますが、魚偏に「思う」と書いて、「えら」です。魚偏に「思う」でなぜえらなのか。人間の場合胸に手を当てて考える、魚は、ひれをえらに当てて考えるのか……。
- それはさておき、表面にヒラヒラがいっぱいあります。どこかで見たことがありますよね。この構造。車のラジエーター。あるいは、エアコンの室外機。表面積を広くして、ガス交換の効率を高めているんです。えらはガス交換、呼吸の場所ですけれども、よく見ると、ブツブツがいっぱいあります。実はここに塩類細胞が隠れています。
- 特殊な方法で塩類細胞を光らせた写真です。ヒダヒダがあって、呼吸をする部分に、緑色に光って見えている細胞、この1個1個が塩類細胞と呼ばれる細胞です。走査電子顕微鏡で表面構造を見てみると、間に1つの仕切りがあって、これが呼吸する細胞、被蓋細胞といいます。

参加者：スケールはどのくらいなのでしょう。

金子：この直径は20～30マイクロくらいです。ということは、1ミリの30分の1から50分の1くらいですかね。その敷石の隙間に穴が空いています。この不気味な穴。実はこの下に塩類細胞が隠れていて、この穴から海水魚の場合、塩が噴き出してきました。

- 出てきた塩を特殊な方法で茶色く見えるようにしました。これが穴から塩が飛び出てくる様子の動画です。よく見ていてください。塩類細胞の頭から塩が噴き出ています。海の魚は、これをずっとやっています。例えば、小さなボートの底に小さな穴が空いて、そこから水がしみ込んでくる。すぐ沈むほどではないけれども、10～20分に1回くみ出さないと、一晩寝ちゃうと沈んじゃう。そんな感じで、塩が入ってきちゃうから、その塩をえらの塩類細胞からくみ出しているんですね。
- 塩をくみ出すのに当然エネルギーが要ります。もしこの塩をくみ出す動力を軽減してやったら、魚はきっと幸せになるんじゃないか。具体的には、100%普通の海水で飼っている魚を、ちょっと薄めの、半分に希釈した、半海水といいますけれども、半分に薄めた海水で飼うとどうなるか。半分に希釈しても血液よりはちょっと濃いめですね。つまり、塩を出すことは出さなきゃいけないんだけど、ちょっと出せばいいだけです。だからすごく楽になるんです。もし、同じ餌を食べていて、楽になったらどうなるか。エネルギーが余る。その余ったエネルギーは当然成長に回るということで、薄い海水で海水魚を飼うと成長がいい、あるいは魚が楽できるということになるわけです。それを水産業で応用するということもできます。

【キンギョが大好きな塩分濃度は何パーセント？】

「キンギョは何で海で生きられないのか」という話をまとめてみます。今話した海水魚、あるいは海産魚と呼ばれる魚の塩類細胞は塩を出すことに特化しています。塩を出すことによって塩漬けにならないようにしています。逆に真水の魚、キンギョのような淡水魚は、塩類細胞が、不足する塩類を取り込んでいます。真水には少量だけでも塩が溶けています。それを一

生懸命取り込んで血液が薄くなってしまふのを防いでいます。ただ、海水魚の場合は、塩類細胞が塩を外に出さないと絶対に生きていけません。

- 淡水魚の場合は、塩類が不足しがちですが、餌を十分に食べていれば餌からある程度塩を補給できます。また、餌を食べなくても塩類細胞が頑張れば塩を取り込むことができるんです。淡水魚は餌を食べていればどうにかなるけれども、海水魚はただ餌を食べていても塩は外に出せません。海水魚の塩類細胞が塩を出すというのは、どうしても不可欠なことなんです。
- 海でも川でも生きられる広塩性魚の場合は、この塩類細胞はどうなっているのでしょうか。広塩性魚は、外部環境の塩分濃度に応じて塩類細胞の機能を切り替えることができます。淡水中だと塩を取り込んで、海水中だと塩を取り出す。言ってみれば、左利き、右利き、どちらのピッチャーの球でも打てるスイッチヒッターのように、広塩性魚の塩類細胞は塩を取り込むことも排出することもできるというわけです。
- キンギョを海水に入ると死んじゃうのはなぜか。手短かに言えば、キンギョの塩類細胞は機能の可塑性がないから、ということになります。機能を切り替えられない。塩を取り込むことしかできず、排出するようにはなれない。それで、海では生きられないということなんです。

参加者：キンギョの場合に、例えば0.9%の海水に入れてやれば、エネルギーを使わないで塩が入ってくるんで、成長が早くなったりするんですか。

金子：いい質問ですね。0.9%だったら、淡水魚でも海水魚でもベストだろうということですね。キンギョの場合だったら、血液が0.9%で外も0.9%ならばちりだという考え方。そのとおりだと思うんですけども、ちょっとここでたとえ話をしましょう。

- 今の話題は魚の血液の塩分濃度ですけども、これも恒常性の維持の1つです。われわれ人間にもいろいろな恒常性があります。例えば、われわれの体温はふだん36～37度ぐらいです。暑いときでも寒いときでも36～37度になるように一定に保っています。これも恒常性の維持です。じゃあ、われわれがもし素っ裸で生きるとしたら何度がいいですか。理屈で言うと37度が一番快適なような気がするけれども、いくら裸でも37度だとさすがに暑いような気がするんですよ。個人的には、30度ぐらいが一番いいですかね。関崎先生、どうですかね。

関崎：もうちょっと低い。

金子：いろんなご意見があるでしょう。いずれにしても36度や37度は高過ぎます。なぜでしょう。人間は、体温を上げるほうと下げるほうで、上げるのは得意というか、動けば温度が上がる。筋肉を使えば一部がどうしても熱になってしまう。下げるほうは結構大変で、汗をかいて気化熱で下げる。でも、湿度100%だったら気化熱もない。だから下げるほうは苦手なんです。人間は熱を出しやすい生き物だということを勘案すると、裸で生きる場合には体温より低めのところ、30度ぐらいがいいということになります。

- キンギョは塩分濃度0.9%の血液を持っているから、0.9%の環境水がいいんじゃないかということについて。キンギョの塩類細胞は塩を取り込む、あるいは餌を食べれば当然塩も入ってきちゃう。キンギョは塩が入りやすいたちで、出すことはできない。だから、0.9より低めに

しましようということですか。例えば0.5%はどうですか。0.5%、キンギョは大好きです。

- 本郷の近くに、江戸時代から300年続くという有名なキンギョの間屋さんがある。ちよくちよくキンギョを買いに行くんですが、その間屋さん水槽の水は、なめてみると、しょっぱいです。見ると、横には、粗塩のでかい袋が積んであります。実は、その塩分濃度は0.5%。金魚屋さんのストック水槽は0.5%。0.5%はキンギョには楽ちなんです。ストレスも感じず、幸せにのんびりできるんです。キンギョすくいで、キンギョをとってビニール袋に入れて持ち帰り、イチゴのパックか何かに入れてしばらくすると死んじゃうこと、よくありますよね。家では塩が入ってない普通の水道水に中和剤を入れてやるでしょう。今まで0.5%でぬくぬくと楽をしていたのに、急に塩のないところに入れられて、ストレスを感じて死んじゃうわけです。

参加者：金魚が生きられる水温の幅はどのぐらいなんですか。

金子：金魚は下は0度近く、上も30度ぐらいまで平気で、結構幅があります。氷が張っている下で金魚がじっとしていることもあります。金魚は高温でも低温でもかなり強いです。魚種によって適した温度は違いますね。サケ・マスは低温じゃなきゃ駄目です。高いほうは15度でもきつぐらいですね。今、気候の温暖化が進んでいます。水産関係の研究で高温耐性の魚を作ろうとしています。高い温度でも生きられる魚を作っておけば、だんだん気温が上がっていても、冷温が適した魚を養殖できますから。高温耐性の魚を作ることが、遺伝子工学などいろんなことを駆使して取り組まれています。何を話していたのか分からなくなってきましたが、これだけは覚えといてください。キンギョは0.5%の食塩水が好きです。

【海水魚を希釈海水で育てると】

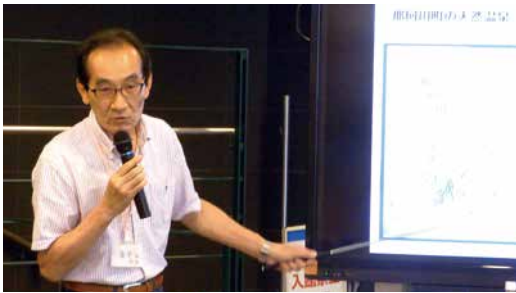
参加者：好適環境水は、何%なんですか。

金子：好適環境水というのは、岡山理科大学の先生が、10年ぐらい前から研究されています。特許の関係で内容は一切公表されていませんが、僕のところにいろんな業者の人が来ます。大体は先の研究者のところにも行って、僕のほうに来るんですけども、向こうは何も教えてくれないと言うんですね。海の魚でも、何かを加えれば真水で生きられるということ以外には。人工海水みたいなもので、しかも3分の1海水あるいは半海水ぐらいの濃度です。海水中にはいろんなイオンがありますが、最低限、NaCl、カリウム、カルシウムあたりが入っていれば、ある程度生きられます。

- キンギョは0.5%がいいと言いましたが、海水魚はどうか。海水はふつう3.5%ですよ。それを半分ないし1%ぐらいまで薄くすると、塩を出す労力がなくて済むので楽ちなんです。おそらく好適環境水というのは、必要最低限のイオンを海水の3分の1の塩分濃度になるぐらいに調整したものだと思います。

参加者：ネット等には、キンギョも海水魚も一緒に水槽で生活できている、生きてると書いてありますが、それは本当でしょうか。

金子：本当です。好適環境水である必要はありません。広塩性魚と狭塩性魚の塩分耐性のグラ



温泉トラフグのプロジェクトを紹介

フです。横軸に海水の希釈率。100は海水、0は淡水です。ふつう、キンギョは淡水にいるんですけども、血液浸透圧というのは、塩分濃度と同じ意味です。1,000というのが大体海水と同じなので、3.5%ぐらいなんですけれども、キンギョの血液の塩分濃度は海水の4分の1ぐらいです。それを10%、20%、海水をブレンドした水

に入れても生きています。30%でも平気です。ただ40%ぐらいになると、血液の浸透圧、塩分濃度が上がり過ぎて死んじゃいます。30%海水くらいまでの範囲だったら生きられる。

- 一方、海水魚はふつう海水中にいます。そのときの血液の塩分濃度は、海水の大体3分の1ぐらいですが、それを薄いところに入れても意外と生きていけるんです。トラフグの例では、10%ぐらいでもどうにかになります。さすがに淡水だと駄目ですが。いわゆる広塩性魚、どちらでも生きられる魚は、淡水から海水まで幅広く生きられます。ただ、海水のほうがほんのちょっと浸透圧が右上がりになっていますね。
- 見ていただきたいのは、希釈率20%から30%ぐらいの部分です。この範囲であれば全ての魚が生きられます。それは好適環境水である必要はありません。実際、隣のビルに僕たちの飼育室、魚の水槽室があるんですけども、そこには濃度を3分の1に調節した海水があって、その中にキンギョとかヒラメとか、いろんな魚を入れています。要するに希釈海水であれば、別に好適環境水であろうとなかろうと、ちゃんと同じ水で生きることができます。

参加者：その3分の1の希釈のところ、成長が一番ピークになるんでしょうか。

金子：そんなことはないです。海水魚であれば、希釈率40~50%ぐらいがベストですね。もちろん生きられますけれども成長がいいかどうかは別です。

参加者：成長のいいところの希釈率は、淡水魚、海水魚で変わってくるということですか。

金子：ざっくり言うと、30%に希釈した海水ぐらいが、血液の塩分濃度です。実際に実験してみないと確証は持てませんが、海水魚だったらそれよりちょっと高め、淡水魚だったらそれよりちょっと低めぐらいのところは理屈の上でベストです。

- こういう水槽を混浴水槽と呼んでいますが、注意しなきゃいけないのは、塩分濃度に関しては両方にちょうどよいところにすれば完璧ですけども、相性があります。ヒラメを飼っているんですけども、ヒラメっていうのは嫌な魚で、普段は底に隠れていて目だけ出しているんです。小さいキンギョを入れると3秒でパッと食べちゃいます。それを知らずに、以前、お客さんにいいところを見せようと思って、1匹3,000円もする高級熱帯魚を買ってきて、それを入れたら3秒のうちにパクッと食べちゃった。それ以来、ヒラメを見ると腹が立ってしょうがない。魚どうしの相性と、あと水温ですね。好きな水温もちろんある程度そろえてやらなきゃいけない。ただし、アグレッシブな魚は避けたほうがいいですね。

【温泉水で育てるブランドフグ】

海水魚にとって快適な水とは何か。トラフグを例に説明します。トラフグは高いです。1匹、1kgで5,000円ぐらいします。大きいのを実験に使うと、お金がいくらあっても足りません。実際に使ったのは、養殖する人が種苗業者から買う、1匹100円で、数グラムのもので。

- トラフグの低塩分耐性のグラフを見てください。先ほどと同じ海水の希釈率を示していますが、左右が逆で、左が100で海水、右側が淡水です。折れ線グラフが3日間の生残率です。海水に入れておくと全く死にません。75%希釈海水でも平気です。驚くことに5%の希釈海水でもどうにか耐えます。ところが、淡水だと生存率は50%に下がってしまいます。図では淡水でも生きられるように見えるかもしれませんが、少し長くなると死にます。図は3日間の生存率です。そのとき生きていた個体の血液の浸透圧を測定すると、より明確です。300という数字が1つクリティカルな値として示されています。これを割るとうまく適応できないと考えられます。それを考えると、10%海水ぐらいまではどうにか生きていけそうです。ですから海水魚というのは、意外としょっぱい海水から10分の1に希釈した海水まで幅広く生きられる。でも淡水では駄目なんだということになります。
- 低塩分環境下におけるトラフグの成長のグラフ。これはトラフグを海水と25%に希釈した海水で8週間にわたって飼育し、体重と体長の変化、成長を見たものです。濃い色が100%、薄いほうが4分の1、25%に希釈した海水です。この話をすると、大体の人は、25%に薄くしちゃった海水だと、まあ死なないまでも魚は我慢して、堪え忍んでいるんだろうと思うかもしれませんが、でも成長を見てください。決して悪くないんです。25%希釈海水でも、海水の場合と遜色なく成長する。25%というのはちょっと薄めですよ。40%ぐらいが本当はいいんですけども、25%でもちゃんと成長できる。統計的には差がなかったんです。初めの段階でも25%のほうが高かったんで、それが影響しているのかもしれませんが、決して堪え忍んでいるという感じではありません。

参加者：酸素の濃度は特に関係ないのですか。

金子：魚を飼う場合、もちろん酸素が不足するとまずいので、常にバブリングといってブクブクやっていて、酸欠にはならないようにしています。

参加者：であれば、淡水に近けりゃ近いほど酸素が溶けやすいかなと思います。

金子：そうですね。でも、飼育数の密度が低いからです。高密度で飼うと、そういう問題が出てきますけれども、大きい水槽で十分エアレーションしていれば、問題はまずないですね。

参加者：グラフに影響するほどではない。

金子：高密度だとももちろん影響します。何分にも1匹100円の小さいやつなんで、密度的に問題はないということになります。

- 魚の血液塩分濃度は、塩分濃度でいくと0.9%で、大体海水の4分の1から3分の1ぐらい。海水の魚は、エネルギーを使って、えらの塩類細胞から常に塩を捨てている。だから、少し薄めだと随分楽になるということになります。トラフグで調べたところ、10%希釈海水までは

一応適応できる。しかも、海水と比べて25%希釈海水でも遜色なく成長できるということが見えてきた。以上のように、浸透圧調節のしくみや、その理屈から、希釈海水の応用の有効性が見えてきて、希釈海水を使うと養殖がより効率的にできるんじゃないかというわけです。

【温泉水でトラフグを飼う】

陸上養殖に希釈海水を使うメリットはいくつかあります。復習になりますが、魚にとっては浸透圧調節に費やすエネルギーを節約できる。100%と比べ、成長速度は同程度かやや早い。人にとっては、成長が早ければ出荷までの期間を短縮できるので、非常に有利になりますし、海水の使用にかかるコストを削減できます。ここのキャンパスでは海水を2か月に1回ぐらい10トンずつ買っています。東海汽船の客船が八丈沖で船底のバラストにくんできた海水です。それを竹芝棧橋でタンクローリーに積み替えて持ってきてくれるんですが、10トン14万円です。だから1トンに換算すると1万4,000円です。もし山奥で海水魚の養殖をする場合、それを運んだら大変です。仮に半分で済めば、海水の値段が1トン7,000円で済む計算です。海から離れた場所でも海水魚養殖が可能になるのではないかということです。

- そんなことを思っていた7~8年前のある時、栃木県那珂川町の町おこしプロジェクトの中心人物である野口さんという方から連絡をいただきました。地元の塩分を含む温泉水を使ってトラフグの養殖をやりたいんだけども手伝ってもらえないかと。
- 温泉というのは那珂川町に湧出する天然温泉で、その温泉成分と排熱を利用しようというんです。トラフグは、海水魚の中では非常に養殖しやすい。噛み合ったりするところは面倒くさいですが、マグロだと泳ぎ回りますけど、トラフグは、ちょこちょこ泳ぐぐらいで、そんなに遊泳力が強いわけではないから、陸上の狭いところでもかなり飼いやすいんです。温泉とトラフグを合わせて「温泉トラフグ」というブランドを作る。神戸牛とか、関鯖とか、ブランド化すると売り上げ2割増しになるというようなことで、それを目指そうというんです。
- 那珂川町は、平成の大合併でできた町です。那珂川に沿ったところですが、栃木県ですので当然海はありません。ここに出る温泉が海水の約3分の1の塩分濃度を含むんです。さっきの話は25%、4分の1でした。3分の1だったら全然問題なく飼えます。しかも、この温泉水には重金属が含まれていません。飲める温泉と飲めない温泉ってありますよね。有害物質である重金属が含まれてない場合、飲める温泉とっています。飲める温泉でトラフグを飼えばきっと健康にいいだろうというのは、何か雰囲気としては悪くないなということです。
- 那珂川町は、ほんとにいいところで、低い丘がずっと続いていて、自然豊かなところです。過疎化が進んで、その影響で廃校となった小学校を使ってトラフグの養殖を始めたんです。教室の入り口の看板も、フグです。職員室を事務室代わりに使っています。町がただで教室を提供してくださり、各教室に、14トンの水槽を配置しました。そこに、1,000尾の小さい稚魚を導入して、温泉水で養殖というほどでもないですけども、飼育を始めたわけです。
- 地元の温泉旅館、温泉ホテルで、試食会を実施しました。平成21年、田舎の結婚式場みたい

なところでの試食会です。会場に大きな水槽を置いて温泉水を入れて、トラフグ、アユ、キンギョを入れて、その水槽越しに撮った写真です。淡水魚のキンギョ、海水魚のトラフグ、那珂川町の名物、広塩性魚のアユが、3者、同じ水槽で泳げるといことです。

- 普通の養殖フグと温泉トラフグの試食会で食べ比べをやったんですけれども、取りあえず「おいしい、おいしい」と食べたんです。正直言って、よく味が分かんなかったです。そもそもトラフグって、そんなに味があるもんじゃないんですね。ただ、いろんなことを言う人がいるんですね。薄い温泉だっというのが分かっているんで、「ちょっと水っぽいな」とか。僕個人的にはそんなことは全くないと思うんですけれども、思い込みっていうのは怖いもので、「水っぽい」と言うんです。困ったなというんで、次にやったのは「味上げ」です。それは後でお話します。
- 平成23年には規模が膨らんで、今度は温泉プールです。過疎化がどんどん進んでますので、ちょっと前まで子どもがいっぱい泳いでたところに、今はフグが泳いでるという状況です。その会社は、トラフグ養殖をパックにして、トラフグ養殖キットとして売り出しています。テント、水槽4つ、ノウハウ付きで1,000万とかだと思えます。フランチャイズで技術提供して、特に震災以降、東北では海が不安だというんで、陸上養殖でこれを始めています。今、全国10か所でやっているといことです。
- 現在、年間2万5,000尾生産しているそうです。面白いのは、フグの文化って西日本なんですよ。養殖しているのも九州と四国ぐらいです。下関の辺が有名ですが、関東や東日本ではトラフグを食べる習慣はほとんどありません。僕も子どもの頃からトラフグというのはほとんど食べたことなく、研究を始めるようになって食べに行ったのが1回だけですかね。そのぐらい食べない。でも、逆に言えば、それは無限の消費地がある、掘り起こせばいくらでも需要が生み出されるといことです。これを関西、九州でやっても意味がない。栃木県、北関東でやるから面白いんですね。
- これに絡んでもう1つ話題があります。フグの毒について。テトロドトキシンという名前ですけれども、トラフグの場合は肝臓に毒がいっぱいたまっています。肝臓に毒があるがため、肝臓は食べちゃいけない、それでお店で肝臓(肝)を出すことは厚生労働省によって禁止されています。ただ、すごくうまいところなんです。ですが、トラフグの毒は外因性です。外因性というのは、フグが自分で作るのではないといことです。海の中の生き物で結構フグ毒と同じ毒を持つてる生き物がいます。ヒョウモンダコとか、ツムギハゼとか。それも自分が作っているんじゃなくて微生物が作っているんですね。ですから、微生物がいない、きれいなところで飼えば絶対毒化しないんです。実際、養殖トラフグは毒化しません。してないです。ところが、30年ぐらい前、東大の水産実験所の先生が、テレビで「養殖トラフグは毒化しない」と一言言ったら大騒ぎになりました。毒化する可能性はもちろんあります。しかし、ふつう毒化していません。だからといって食べて死んだらどうするんだっといういことになって、当時否定することに必死になっていました。

- フグの肝を食べることに一生を捧げているくらいの僕の先輩が、長崎大学の先生をされていたんですが、その先生が言うには、養殖するときに、生け簀を底に付けずに浮かせれば絶対毒化しないという結論に達したんですね。それで、肝を食べましょうという運動をやっているんですけども、いまだに許されていません。その先生は面白いことをやったんです。養殖トラフグ5,000匹の肝臓を取り出して毒があるかない



トラフグを養殖する様子を写真で紹介

かを調べた。そうしたら1匹も毒化してない。それで、厚生労働省にデータを持って行って許可してくれと言ったんですけども、駄目でした。その理由は、日本語には「万が一」という言葉があります。それで5,000匹では駄目なんでしょう(笑)。本当に5,000匹調べたんですよ。でも、真面目な話、もし1人でも死んだら、まずいですよ。だから、許可しないのは当然だと思います。

- 温泉トラフグは絶対毒化しません。それは海水を使っていないからです。地下1,000メートルぐらいから掘り起こしている温泉水です。海の生き物がいるはずありません。フグ毒が外来性のものであるということも、みんな知っています。証明もされています。あとは流通だけの問題です。他の部位と混ぜて事故が起こる可能性はあるんで、例えば肝臓を取り出して真空パックにして、温泉トラフグです、「食べてもいい肝」ですとかいって売り出すと、いけるんじゃないかなと思うんですけども。

参加者：このトラフグの販売ルートは、海のトラフグとは違うんですか。

金子：違いますね。那珂川町というのは栃木県ですけども、栃木県は海がないので県の統計自体にトラフグの養殖のデータがないんです。トラフグという項目は海面養殖という分類に入ります。トラフグを生産している全国の海沿いの県での海面養殖としては統計に載っているけれども、温泉トラフグは載らない。でも、自分たちがどのぐらい作ったかは2万5,000匹とわかっているんで独自に計算してみたら、いきなり都道府県別で10位にランクインしたんです。

- 現在のところ流通は地産地消となっています。地元の温泉旅館とか料理屋に出しています。それでもなかなか品物が追いつかないほど人気があるそうです。この温泉トラフグのブランド化によって、地域振興、町おこしを進めているわけですが、これは非常にうまくいっている例だと思います。ハコモノを作るのではなく、その町独自のものをうまく利用して、アイデアのある人が力を合わせてやっている。非常にいいモデルケースではないかと思います。

【海水産よりも美味しい？ 「味上げ」トラフグ】

魚の味をおいしくする、「味上げ」の話をしていきます。資料の味上げの原理のグラフは、ティラピアを使った例です。ティラピアを淡水で飼っておいて、それを海水に入れて24時間たった

時点でしめるとおいしくなるんです。ティラピアという魚は淡水でも海水でも生きられます。でも、同じ魚でも、淡水で飼っている場合と海水で飼っている場合では、淡水より海水がおいしい。さらに、海水よりもおいしくする方法がこれです。淡水で飼っていたものをいきなり海水に入れ、24時間たった時点で食べる、あるいはしめる。すると、これが一番おいしい。

- 理屈は、血液の浸透圧です。海水にポンと入れると、血液の浸透圧がぐっと上がります。そして、だんだん落ち着いて下がってくる。この落ち着いたレベルというのは海水に入れる前より高いんです。浸透圧が高いと何がいいのかというと、実は筋肉に関係します。細胞の中には細胞内液という液体が入っていますが、血液の塩分濃度が上がると、細胞の中もそれに合わせるように浸透圧が上がります。その浸透圧は塩じゃなくても何でもいいんです。何かが溶けてればいいんです。細胞の中の浸透圧と血液の浸透圧は一致しています。そうしないと体が膨らんだり縮んだりするんですね。ただ、細胞の中、つまり筋肉の中の浸透圧は、かなりの割合がアミノ酸でできているんです。血液の浸透圧が上がると、その分筋肉中の遊離アミノ酸含量がパラレルに（並行して）上がります。アミノ酸、特にグルタミン酸とかアラニンとかがあると、おいしくなります。
- 「なぜ味が良くなるのか？」ですが、図の青い軸が淡水中のアミノ酸含量で、おいしさと考えてください。赤い軸は海水中のアミノ酸含量。海水中のおいしさ。このおいしさの移行は、24時間、18時間の辺りがピークです。ここで食べれば、とってもおいしい。これを「味上げ」と呼んでいます。温泉トラフグが、味が薄い、水っぽいと言われたんで、この方法を僕が開発したんです。これで本当においしくなっているのか、僕自身は味盲に近いのでよく分かりませんが、数字の上では間違いなくアミノ酸含量は上がっています。何より、サイエンティフィックにデータを出すことによって「やっぱり味が良くなったな」と言う人がいるんです。

林：「シンデレラ効果」と書いてありますが、それはどういう意味でしょうか。

金子：普通の淡水で飼っていたのを海水に入れます。そうすると一過的に味が上昇します。それで、もっと飼えばもっとおいしくなるだろうと思ってさらに海水に置いておくと、だんだん浸透圧もアミノ酸量も下がっちゃう。これを称して「シンデレラ効果」と呼んでいます。12時過ぎると元に戻っちゃうから。欲を出さずに18～24時間たったところでしめると、本当においしい魚ができるということです。



質問でさらに話題が広がって行きます

【続きはホームページで】http://www.frc.a.u-tokyo.ac.jp/information/news/170711_report.html

第28回サイエンスカフェ

「食物アレルギーを知ろう！ — 適切な情報を適切な人へ —」

開催報告

2017年9月7日第28回のサイエンスカフェ「食物アレルギーを知ろう！ — 適切な情報を適切な人へ —」を開催しました。

東京大学大学院農学生命科学研究科 食の安全研究センター 特任助教の足立はるよさんに、体をつくり健康を守るための食べ物、その食べ物によって起こる食物アレルギー、食べるだけでなく肌に触れることによって起こるアレルギーの仕組み、そして少しずつ食べることによって症状を改善していく現在の食物アレルギー治療へと、従来から大きく転回してきている食物アレルギーの最前線について、臨床の現場からの視点も交えながら、お話を聞きました。

参加者からは様々な角度の質問が出て、食物アレルギーへの関心の高さと、ニーズの多様が見られました。正しい理解を深め、より多くの方にその理解が深まればと熱心な対話が続きました。



話題提供者の足立さん

※以下、記載がない場合の発言は足立氏のもの

※質疑応答は一部抜粋

【食物アレルギーをめぐる“コペルニクスの転回”】

食物アレルギーの研究を始めたきっかけは、自分がお母さんになったとき、自分の子どもが食物アレルギーだったら、どういう食事を与えていくのかと疑問を持ったことでした。そこで、研究では食物アレルギーの発症機構に取り組むことにしました。中でも、今日はアレルギーの基本的理解についてお話しましょう。資料の表紙の人、コペルニクスですね。彼はどういうことを言った人でしょうか。

参加者：地球が動いている。太陽の周りを回っている。

足立：そうですね。それまで、太陽が地球の周りを回っているという通説になっていたところを、天体観測など科学的な解析をして、地球が太陽の周りを回っていると言いました。それ以前には、ガリレオが、地球が回っていると張りつめたために宗教裁判にかけられたりもしています。それぐらい通説をひっくり返す大変なことを言った方だったんですね。

• 食物アレルギーの治療も、コペルニクスの転回の状態にあります。180度もの見方が変わっ

てきているんです。その要点について2つお話いたします。1つ目は、食物アレルギーの始まりについて。専門的な言葉では「感作」といいますが、食物アレルギーがどうやって始まるかということです。これまで、食物アレルギーは食品を食べることによって始まると考えられていました。それが、食べる、経口で食べ物や薬が口の中に入る以外に、皮膚に触れる、経皮感作、小麦粉などを気管から吸い込む、経気道感作、そして食品以外の動植物と触れ合うことで、食物アレルギーが引き起こされる、これは交差反応といいますが、こうしたことをきっかけとして、食物アレルギーは発症すると考えられるようになってきています。

【アレルギーとは何か？ キーワードは「抗原特異的」、「免疫の機序」】

食物アレルギーについては、日本小児アレルギー学会などが、ガイドラインを発表しています。こうしたガイドラインに基づいて治療などが行われます。2005年の食物アレルギーの定義は「原因となる食物を摂取することにより免疫学的機序を介して生体にとり不利益な症状が惹起される現象」として定義されています。ところがその後、ある石けんを用いて顔を洗い続けていた方々が、ある日パンやうどんを食べてアナフィラキシーになってしまうという事故が多発したんです。その原因を突き詰めていくと、その石けんの成分に、すべすべさせるような機能をもつものとして小麦粉の分解物が含まれていました。その成分で感作が生じて、ある日、小麦粉製品を食べるとアナフィラキシーが起こるようになってしまったということがわかったんです。

- このことが契機となり、皮膚からの経皮感作によっても食物アレルギーが起こるということで、2016年のガイドラインでは、「食物によって引き起こされる抗原特異的な免疫機序を介して生体にとって不利益な症状が誘起される現象」と定義され、2005年のガイドラインにあった「摂取」という言葉は除かれた形となりました。

黒木：免疫と聞くと、何か病原体が入ってきたときにやっつけてくれる、私たちにとってすごいいいことをしてくれるように感じるんですけども、アレルギーを考えると、実は免疫が悪いほうに働いてしまうということでしょうか。

足立：基本的に免疫系の働きは、例えば私たちの中に、今お子さんたちにはやっている手足口病のウイルスのような病原体が入ってきたときに、それによって私たちの生命が維持できなくなるのを防ぐために、その入ってきたものを攻撃して追い出すという仕事を、免疫系のさまざまな細胞がしてくれています。基本的に免疫は、病原体やがんなど私たちの命を脅かすような異物、私たちと相容れないものが入ってきたときに、その異物から私たちの身を守るという働きをしてくれています。

- では、食物はどのようなのか。基本的に私たちにとって食物は栄養素です。栄養素として私たちは食物を摂取し、健康を維持しています。しかし、考えてみると、例えば私たちは牛乳を飲みますが、牛乳は牛のもので、牛は人間ではありません。そのため、牛乳は異物ですが、私たちの体はその異物を健康を維持してくれるような形に変えているんです。その「変える」1つの仕組みが消化です。消化によって分解して体の中に取り入れていく。ただ、分解しきれな

いで取り込んでしまうこともあったりします。基本的に食物でも、取り入れた段階では異物として認識して追い出そうとしています。

- ですが、そこが病原体の場合とはちょっと違って、食物たちは危険なシグナルを出さないんですね。病原体は、デインジャーシグナルといって、「危険だよ、私たち、違うんだよ」とシグナルを出しているんですが、食物はそのシグナルを出さないで、危険じゃないというふうに免疫系が認識します。それで攻撃じゃなくて仲良くしようという反応が強まり、追い出されないで共存しているという形になります。ところがそれがうまくいっていないというのがアレルギーになります。それと似たような疾患として、自己免疫疾患という、自分の体の成分を攻撃してしまうという病気もありまして、その攻撃対象が食物になったというのが食物アレルギーということになります。ここまでは転回の1.「抗原特異的」という言葉と「免疫の機序を介して」というお話でした。
- 1. は食物アレルギーの始まり、そして、2. は、治療の話になります。現在進められている治療は、「少しでも食べよう」という形に変わってきています。以前、私の子どもは、小さいときに卵アレルギーが少しありました。そのため、卵は食べないでおきましょうという期間があったんですが、保育園に行ったときに、間違っって卵が出たこともありました。そのころは治療として全く食べてはいけないということになっていたんです。そこから、今は少しでも食べたほうがいいんだよと変わってきています。体に入って来たものと仲良くしようという応答があると、と話をしましたが、その応答のほうを、食べることにより少しずつ育てたほうが良いということに変わってきている、と理解していただければいいかと思います。
- この少しずつ食べようというのは危険も伴うんですね。食べるとアナフィラキシーになって、呼吸困難になって、本当に最悪の場合は亡くなってしまふところまでに至りますので、食べるということについて、学会としてはすごく制限を加えていました。ところが2017年6月16日、鶏卵アレルギーの発症予防に関する提言が学会から発表されました。業界新聞のネット版をお示しして、その提言をご紹介します。
- 食物アレルギーに特になりやすいとされるアトピー性皮膚炎を持った乳児については、離乳食が始まる生後半年ぐらいから少しずつ食べさせましょうということで、食べさせる量が書かれています。普通の卵の1,000分の1ぐらいを食べさせていくと、最終的に1歳を迎えた頃にどのぐらいのお子さんが卵を食べられるようになるかという試験を、みんなでやりましょうということになったんです。基となる研究は、『ランセット』という臨床の雑誌に報告されています。ちょっとリスクの高いお子さんをピックアップして、卵を少しずつ食べさせるお子さんと、食べさせないお子さんと、半年後の卵アレルギーの発症率を比較したデータになっています。すると、食べさせているお子さんに関して有意に発症率が下がり、倫理的に問題だということで臨床検査をストップするほど差が出たんです。
- そういったバックグラウンドを経て、学会としても、卵アレルギーをまず予防しようということになったわけです。なぜかというと卵アレルギーのお子さんが非常に多いからなんです。

それを抑えましょうということで、積極的に食べることを学会としても勧めるようになったというのが、この提言の重要なところ。つまり、大転換として、今まで食べてはいけないと言われていたのが、少しずつ食べましょうというふうに変ったということを如実に表している提言ということになります。

- さて、医療としてはよりよい治療を皆さまに提供していくわけですが、これだけ変化が大きいと、一体何が正しいのかなという不安も患者さんに与えることになってしまうんですね。今まで食べちゃいけないって言っていたじゃないかと。食べて起こるんじゃないかったのか。皮膚で触れてもなるのか。そんなふうに非常に患者さんの不安を大きくします。
- こうした中で治療を受ける側として、どうすればいいのか。やはり、それは与えられている治療の科学的バックグラウンドを少しでも理解していくこと、少しでも知識を得ることによって不安を軽くし、自らが積極的によりよい生活ができるようにしていこうということではないでしょうか。それが今日のサイエンスカフェの1つの目的でもあります。

参加者：鶏卵アレルギーを例に挙げておられました。他のアレルギーに関して、少しずつ摂取しようという方針は変わらないということですか。

足立：変わらないです。今、科学的にも臨床的な報告として、世界的にコンセンサス(意見の一致)を得ているアレルゲンは卵とピーナツになります。卵に関しては日本が非常にいい報告を出しているということです。

【アレルゲンを知ろう】

今日はアレルゲンについての基本的理解を深めていただくということで4つのお話を用意しています。

1. アレルゲンを知ろう。
 2. なぜアレルギーが起こるか、メカニズムを少し知ろう。
 3. 低アレルゲン化食品の開発原理を知ろう。
 4. 交差反応性について知ろう。
- その1、主なアレルゲンの主体となる成分は何か。実はタンパク質です。実は糖質も少しアレルゲンとして注目されていますが、圧倒的な多数がタンパク質なので、今日はタンパク質として説明いたします。タンパク質は私たちが食べると、消化されます。そこで、タンパク質をこれ以上分解できないところまで分解してできてくる分子はアミノ酸になります。水に溶かすとアミノ酸は、プラスとかマイナスに、電荷します。そういう性質があるんですね。
 - アミノ酸を模式化して説明しますが、それが数個つながったものをペプチドといいます。それがもっとつながったものをタンパク質といいます。一次構造とありますが、これは基本的には数珠つなぎになっています。先ほどお話しした電荷したどうしのアミノ酸がお互いが引き合って、ジグザグな構造をとったりします。単純な変化ですが、これは二次構造といいます。お互い引き合ってさらに複雑な構造をとったものが三次構造。この複雑なのがさらに組み合

わさって、高次構造という形になります。例えば、私たちの消化に働く酵素はタンパク質からできていて、こういった複雑な構造をとっています

- タンパク質の形は分かりました。だけど私たちはタンパク質として食べているわけではなくて食品として食べます。では、次の食品の中で、アレルギーを含まない食品はどれでしょう。鶏卵、牛乳、バナナ、マカデミアナッツ、いくら、うどん、えび。実は、どの食品もアレルギーとなるタンパク質を含みます。では、どの食品が一番多くタンパク質を含むでしょうか。

参加者：鶏卵、バナナ……。 (何人かから異なる回答が出る。)

足立：バナナではないです。答えは「いくら」です。大体30%ぐらいです。100gのいくらかで30g。でも、100gいくらかを食べるのは大変なことなので、実際の摂取量としてのタンパク量は少ないと思います。バナナとマカデミアナッツに関しては1%ぐらい。牛乳は3%、鶏卵は12%ぐらい。うどんは10%、えびが20%ぐらい。タンパク質を含まない食品っていうのはほとんどないですね。どの食品もアレルギーとなるタンパク質を含みます。

- このようにアレルギーとなるタンパク質をいろんな食品が含んでいて、私たちがその食品を摂取する結果アレルギーになります。お子さまから成人の方までいろんな方が食物アレルギーを持っていらっしゃいますが、発症時の年齢によって食物アレルギーの主な原因食品は異なります。
- それを表した図があります。横軸が年齢、縦軸は上からアレルギーになりやすい順番ですね。新規発症原因食物、新しく初めて食べてアレルギーを発症した食べ物を1,706名の方を対象に調査した結果です。0歳、1歳では鶏卵、牛乳、小麦、魚卵といったものが上位に来ています。大きくなると、だんだんそれらの順位が下がって、牛乳はもう2~3歳では上位には入ってこない。ところが年齢が上がるにつれて、果物、甲殻類、それから小麦といった植物性食品のような、ちょっと違う種類のものがアレルギーとして上位を占めるようになってきます。乳児期は鶏卵・牛乳・魚卵。幼児期は鶏卵・ピーナツ・果物。小学生以上になると、甲殻類。えび・かに、そして、さらに果物、小麦と、年齢によってアレルギーが変わってくるのが分かっています。

【なぜアレルギーは起こるのか。メカニズムを知ろう】

先ほど免疫についての質問が出ていました。基本的に本来外敵ではない食物アレルギーに向けて免疫系が攻撃してしまう反応が、食物アレルギーのメカニズムです。ここからの説明には、免疫系の細胞がいくつか出てきます。疑問点は質問してくださいね。

- 例えば、牛乳を飲んだすると、その中に3%ぐらい入っているタンパク質を摂取しようとする。私たちの体はそれを消化して、ペプチドの状態、もしくはアミノ酸まで分解して取り入れていきます。それらをいったい誰が食べるのか。私たちの消化管の粘膜上には、それを食べてくれる細胞がいます。樹状細胞といいます。樹状細胞がモグモグ食べることを、貪食といいます。触手を伸ばして捕まえて食べるというふうに言われています。

- その中で、分解する場合もあるし、分解されない場合もあるんですが、細胞の中に取り込んで、「牛乳っていうやつが入ってきたんだよ」と、抗原として提示します。すると「牛乳っていうやつが入ってきたんだ」と分かる細胞がいます。これは2種類、B細胞とT細胞です。2種類いますが、まず認識するのはT細胞です。このT細胞は、提示されたものを、自分の持っているT細胞レセプターという分子を発現して、「牛乳だよ」ということを見分けることができます。見分けた結果、こんなやつが入ってきた、「そうか、そうか」といって、初めのほうでお話したように、こいつは「仲良くしてもいいやつ」だと認識して、仲良くしようという応答を始めます。これが普通の応答です。
- ところが、それがうまくいなくて、「そうかい、そうかい」とは言ったものの、いろいろな加減から認識した結果、Th2タイプの応答という、アレルギーにしやすいような応答が強くなってしまいます。この応答になった場合、アレルギーと認識して攻撃しようというシグナルがB細胞に渡されます。B細胞自体も実はこの牛乳を見分けることができるのですが、そのお互いの相互作用の中で、牛乳っていうタンパク質は私たちにとって危険なものだから攻撃してやろうと決める。その結果、B細胞は一生懸命抗体を作ようになります。
- アレルギーの人は、このTh2タイプという応答によって、B細胞が、アレルギー患者さんでなければ普通は作らないIgE抗体というのを作るようになってしまいます。そこがアレルギーの方の特殊性ということになります。その後、粘膜にいるマスト細胞という細胞に、このIgE抗体がくっつきます。そして、抗体をつけたマスト細胞が消化管の粘膜に配備され、次のアレルギーの侵入に備える。次の敵が来たらすぐやっつけてやろうよというふうに備えている、その状態が出来上がることを「感作」といいます。
- 実はこの感作までは、私たちは体の中で何が起きているかを知りません。それで、次にもう1回牛乳を飲んでしまう。牛乳をもう1回飲んで、タンパク質を入れて、消化する。ところが、今度はその消化管にマスト細胞がIgE抗体をくっつけて待っています。すると、入ってきたペプチドとIgE抗体がお互いにくっつく。そして、これは攻撃するということだよと、指令が入る。
- この結合は、「これは攻撃していいやつだよ」という指令を入れることになります。その結果、ヒスタミンなどの化学物質をいったん放出し、感作のあともう1回牛乳を飲んだこの人は呼吸ができなくなったり、血管が収縮・拡張し過ぎたり、下痢やじんましん、アナフィラキシーというような疾患を発症していくことになります。感作と発症、2段階あるわけです。1回目に飲む時の感作は、私たちが全然意識してないからもう1回飲んでしまう。飲んでしまった結果、発症する。こうした症状は、死にも至ることもあるアナフィラキシーショックというものも引き起こしますので、非常に危険です。それで、ここをメインに食物アレルギーの治療というのは行われています。
- ずっと続いて慢性化してくるというようなときは、どうなのでしょう。先ほどの説明で、この樹状細胞がモグモグ食べました。そして、指令を出します。T細胞に出すと言いましたが、好酸球という別の種類の細胞にも指令を送っている場合があります。そうすると腸管の上皮

細胞とかを直接攻撃して組織の変形をもたらしてしまい、普通の消化ができなくなって、消化吸収機能を損なうという障害を起こしてしまう。この症状は特に新生児の患者さんで数も多くなり、起こってくる病態が非常に重篤ということで、今これについての治療の研究が進められているところです。

参加者：先ほど、抑制のところではT細胞と書いてありましたが何のTなんでしょうか。

足立：これは初めて牛乳に出会ったT細胞です。ナイーブといいます。出会ったばかりなので、自分がこれからどういう方向に攻撃を進めるかは決めてないんですね。

参加者：分化してないということですね。リンパ節に行って初めてTh2になるんですか。ナイーブから分化すると何にもなれますけど。

足立：はい。ナイーブからTh2にも、仲良くしようという働きをするT細胞にも分化します。実はアレルギーの患者さんにおきましては、両方同時進行しています。仲良くしようとするT細胞と、攻撃しようとするT細胞の力関係で、Th2が非常に強くなる。それが疾患ということなんですけれども。

参加者：それは量的な割合と考えてよろしいですか。

足立：そうですね。そのバランスを調節して仲良くするほうを育てようってするのが、先ほどからお話ししている、ちょっとずつ食べるという治療の流れになります。食べてはいけないということから、食べるということに変換しようといった研究の流れは、食べさせて、どっちに分化させるかというときに、少しずつ食べているほうがこの仲良くしようという応答を強めるってことが分かってきたので、むしろ食べたほうがいいんじゃないかということに認識が変わってきたということです。

【樹状細胞やマスト細胞はどこにあるのか】

そもそもその樹状細胞はどこにあるのでしょうか。私は食物アレルギーのモデルマウスを研究しています。これは小腸の図です。この細長い1本1本が腸管にある絨毛で、図の上が消化物が通るほうですね。下が血液で、私たちの体の中に行くほうです。樹状細胞は粘膜固有層というところにいます。また、腸管の中に、リンパ節様の構造を持っているパイエル板というものがありますが、そこにもたくさんいます。こうした粘膜のところに配備しています。

- 一方マスト細胞はどうかといいますと、食物アレルギーのモデルマウスで、紫で染めるとマスト細胞が染まるという試薬を使って比較してみると、普通のマウスの場合にはマスト細胞は点々と散在しているようなんですが、炎症がひどい状況になってくると粘膜下層にも、絨毛といわれる消化に直接働くほうにも、どんどん出ているような状況で配備されるということになります。
- 茶色でIgE抗体を染めているこちらのスライドでは、例えば左側の写真の細胞では、周囲がIgE抗体で染まっていて、中が顆粒の紫で染まっています。組織にこういう紫の顆粒が出ていたりするんです。このような状況で消化管に配備されているわけです。そこに、自分が攻撃

していいという対象が入ってくると、この場でアレルギー応答が始まるということになります。右側はマスト細胞の図で、樹状細胞は染めてないんですが、樹状細胞も同様の状況と考えてください。このように、IgE抗体は患者さんの血液にあってアレルギーを起こすもととなります。これは、健常な人にはありません。

【食物アレルギーのメカニズム、もう一步深く】

アレルギーは、免疫系の攻撃対象となったアレルゲンに対するIgE抗体が患者さんの中できて症状が現れます。「抗原特異性」といいますが、IgE抗体には抗原特異性があり、だからこそ患者さんのアレルゲンを特定できるということになります。食べてすぐ吐いたり、じんましんがバーッと出てくる、そういった即時型のアレルギーでは、IgE抗体が重要な働きをしています。



食物アレルギーが起きる仕組みを詳しく図解

関崎：病原体を攻撃するときは、同じ抗体でもIgGですね。何でアレルギーの人はIgE抗体なんですか。

足立：それは、Th2に行くともアレルギー応答になると決めています。病原体に対してはTh1という種類の応答になります。

関崎：ならばTh2はないほうがいいんじゃないかと思いますが、まずいんですか。

足立：まずいんです。寄生虫の感染症のときは、実はIgE抗体が大事な働きをしてくれています。そのためTh2の応答も非常に重要なんですが、それが食物に対して向けられたのが食物アレルギーです。今、それがなぜ食物に向けられるようになってしまったかという、だいぶ以前までは小学校とかでギョウ虫検査がありました。今はないですね。それぐらい世の中が衛生的になってきて、免疫系のTh2の応答がギョウ虫に向かわないで、食物とか花粉とかに向いてしまったというのが、アレルギーの患者さんが増えているという背景になります。

参加者：衛生仮説は、今のように、少しずつ食べさせようという指針が出た段階においても否定されてないということですか。

足立：そうです。例えば、最近、牛小屋で生活をしている人のほうがアレルギーになりやすいという報告が出ています。牛などにいる細菌にくっついて糖質のタイプが程よく抑制の免疫応答を強めるという仮説で、最近よく報告が出てきています。私は、病院とか治療の現場にも出ていて、お母さん方の中には「お部屋に馬ふんを吊り下げておいたほうがいいんですか」と質問される方もいます。ただ、馬ふんと一緒に生活というのはとても考えられないですよね。もしそうするとしたら、どのくらい菌量が必要かという、牛数頭と一緒に生活するイメージなんです。この仮説は結構強く言われています。ただ、私たちが都心のマンションで実際に牛と生活するのは難しいので、タブレットにして、そうした糖質を取り入れるというようなこと

も考えられ始めているそうです。メカニズムはまだよく分かってないので、今後研究されていくと思います。LPSという名前が出てきたりしますので、注目していかれるとよいかと思います。

黒木：私も細菌学の研究室にいますが、牛じゃなくても、そこら辺に細菌なんていっぱいいるんじゃないかと思っちゃうんですけど、やはり牛小屋とかのほうが過密にいるんでしょうか。

足立：犬では意味がないと、私は聞きましたが、どうでしょう。牧草関係がいいとも聞きます。「ペットを飼ったほうがいいですか」とも聞かれますが、ペットを飼って、今度は犬のフケとかによるアレルギーというのを生じてしまうということもあります。牛と住んでいれば牛のアレルギーにならないのかっていうと、それも不確かなので、まだその辺は研究段階とっていただければいいかと思います。

- 先ほどの衛生仮説というのは、ギョウ虫を飼ってるほうがアレルギーにならないんじゃないかというお話なんです。ただ、ギョウ虫を体内に飼うと、体が不調になりますよね。それで、ギョウ虫は排除していく方向で私たちは進んできたわけです。その結果、ギョウ虫の排除に向かった免疫反応がアレルギーに向いてアレルギーが増えたと言われますが、ギョウ虫と一緒に生活ではなく、代わりに今は牛との生活というようなことが言われているという感じですかね。ですから、衛生仮説が完全に否定されているということではありません。
- 食物アレルギーのメカニズムとIgE抗体とアレルゲンの関係を整理しましょう。牛乳を飲むと、牛乳のタンパク質が出てきて、その一部のペプチドがIgE抗体に結合して反応を誘起します。ただ、注意すべきなのは、アレルゲンは、アレルゲン化するとIgE抗体に結合するようになりますが、IgE抗体の側からすると、アレルゲンを見分けている、認識しているということです。牛乳が入ってきたので結合しよう、卵が入ってきたので結合しようというふうに、卵なり、牛乳なりによって、それぞれ違うIgE抗体ができていて、見分けている、認識するんです。
- 先ほどの2016年のガイドラインですね。「食物アレルギーは抗原特異的な免疫機序によって起こる」と定義されていますが、その抗原特異性というのは、今言った、見分けている、識別しているということです。認識しているという言葉に代表されていますように、IgE抗体と結合するペプチドとの関係は、基本的には牛乳用に作られるものは牛乳用、卵用に作られるものは卵用というふうに1対1の関係にあります。たくさんあるアミノ酸のつながりの中で、あるペプチドと結合するIgE抗体は1つ。それを抗原特異性といいます。あるIgE抗体が結合、認識するアレルゲンは、基本的には厳密に決まっています。それゆえに、私の血液の中にあるIgE抗体は何のアレルゲンに結合するかを調べる。これが、アレルギーの検査です。この検査が患者さんのアレルゲンの特定につながっています。
- IgE抗体が結合するものは、卵用、牛乳用と決まっている。体の中にIgE抗体がたくさんありそうだと分かったら、血液検査に出して、どのアレルゲンに結合するかを調べます。すると、患者さんにとってよくないアレルゲンとなるものを特定するということにつながっていきます。

【アレルギーコンポーネントについて】

アレルギーってどういうものかイメージがつきにくいですね。ここではどうやってアレルギーを見ることができるのか、お話しします。

- 例として、ナッツを取り上げます。ナッツをグチュグチュ水と色々な液と一緒につぶし、ミキサーにかけます。ミキサーで高速回転し、それを静置すると、沈殿した後に上清を得ることができます。先ほど電荷というお話をしましたが、ここには水に溶けるタンパク質がたくさん含まれています。それをいろいろな装置で流して行って、タンパク質の大きさごとにふるい分けて見ることができるような膜に写します。
- マーカーといわれる基準があって、タンパク質分子の大きさを見る基準になります。数が大きいほうが分子、タンパク質の数珠つなぎがより長いと考えてください。小さいと、アミノ酸のつながりが小さいということです。遠心した先ほどの上澄み部分をここに一緒に流す。それで、その電荷の性質とか、分子の大きさとかの性質を利用してタンパク質を分類していきます。
- この膜によって分類した結果を示してあります。バンド1本ずつが1種類のタンパク質に相当します。ナッツの中には1つのタンパク質が含まれているのではなくて、いくつものタンパク質が含まれていることがわかります。それらを分子量、数珠つなぎの長さによって分類したものになります。そこに、患者さんなり普通の人の血液を振りかけます。そうすると、1本1本タンパク質がみえますが、患者さんの体の中には、そのどれかと結合するIgE抗体ができています。そこでIgE抗体を見えるようにする試薬がありますが、それをこの上にさらに振りかけると、患者さんの持っているIgE抗体が結合するタンパク質を目に見えるようにすることができます。健康な方の血液の場合はこれは見えないんですね。今お見せしている患者さんの検査結果について一見して何がわかりますか。

参加者：人によって反応するところが違う。

足立：そうです。また、同じところもあります。これらを見ることで患者さんごとのIgE抗体が結合するタンパク質が何かを判断できます。ただ、患者さんによっては他の患者さんと違うところにIgE抗体が結合している場合もあります。また一部のタンパク質は全員のIgE抗体に共通して結合していることも分かります。この違いは患者さんのもつ症状によることもわかっています。つまり患者さんの持っている症状により患者さんのIgE抗体の種類が違うことが分かるんですね。

- ナッツの中にはいろいろなタンパク質があるんだけど、患者さんの血液をとってこの共通部分のタンパク質と結合するIgEがあるかを調べると、その患者さんがナッツアレルギーかど



参加者からの問いかけが貴重な対話につながります

うか判断することができるわけです。一方、他の患者さんと異なるタンパク質に結合できるIgE抗体があるかを調べて、同じようにあれば、この人はもしかしたらナッツを食べると他の患者とは異なる重篤な反応を起こすようになるかもしれないということが分かるわけですね。

- IgE抗体が結合するバンドを取り出して、そのアミノ酸の数珠つなぎの並び方がどういう種類のアミノ酸できているかを調べると、アレルゲンを特定することができます。一般にアレルゲンというと、IgE抗体が結合するナッツのタンパク質全体を指すように言われるのですが、厳密にはIgE抗体と結合する1種類ずつのタンパク質のことをいい、専門的な言い方をするとその1つ1つをアレルゲンコンポーネントといいます。これはアレルギー分野で最近出てきている言い方で、アレルギーの方は、コンポーネントを調べるとこうだったんだよと結果を診療で説明されるようになっています。
- では、アレルゲンを決めて、コンポーネントがわかると何がいいのでしょうか。例えば、診断と治療において、血液検査をして先ほどの他の方とは異なる反応を示す患者さんのタンパク質に結合するIgE抗体を持っていることが分かれば、その方は、ナッツをたくさん食べたら重篤な反応を起こす可能性が高いということが予測できるんですね。
- 現在保険で診療が受けられるコンポーネントとして主に使われているものは3つあります。例えば、その1つとして、小麦から取り出したアレルゲンコンポーネントのひとつ ω -5グリアジンに結合するIgE抗体を持っている方は、小麦を食べて運動をするとアナフィラキシーになる可能性が高いということが予測できます。小麦を食べてそうした症状を誘起される方は、このコンポーネントに結合するIgE抗体が多いと言われています。

参加者：それは、運動しないとならないんですか。

足立：そうです。パンを食べただけではならず、その後に部活など激しいことをするとなる。ちょっと歩く程度は平気ですが、体に強い負荷がかかれば、腸管の透過性とか運動性の亢進、交感神経のバランスの不調などが、誘発されると言われています。大豆の中のコンポーネントもあり、これに対するIgE抗体を持つ人は、大豆製品の中でも豆乳はちょっと危ないかなということが分かっています。交差抗原反応のところでも説明しますが、普通の豆腐、納豆は食べられるけれど、豆乳危ないかもと分かるので豆乳は飲まない方が良いと言えるわけです。

- ピーナッツの場合はどうか。ピーナッツは他のナッツ同様いろんなたくさんのアレルゲンを含んでいますので、ピーナッツ全体でIgE抗体を調べると、アレルギーかどうかの診断は非常に不正確なんですね。Ara h2に結合するIgE抗体を持っているかどうかを調べると、この人はピーナッツを食べると危ないということを確認する確率が非常に上がると言われています。
- いろいろなコンポーネントがたくさん調べられていますが、保険の対象になっているものは、まだ3つぐらいなんです。他にその特異性を利用した免疫、アレルゲン自体を少しずつ食べさせていくという治療も考えられています。身近なタンパク質では卵白がありますね。卵にはオボムコイドとかオボアルブミンとか、いろいろなタンパク質が含まれていますが、その中でもアレルゲン性の高いもの、低いものがあるって、またアレルゲンとしての学名のつけ方は

学名と種名をとって通し番号をつけるようになっています。

- 牛乳中にもたくさんのアレルゲンがあります。特に牛乳タンパクは、酸で固まるカゼインと、その上澄みの乳清、製品名を出して恐縮ですが、乳清を使った製品はヤクルトですね。カゼインを使った製品はチーズ。それぞれ非常にたくさんのアレルゲンとなるタンパク質、アレルゲンコンポーネントを含んでいます。特にカゼインは診断特異性が高いと言われています。T細胞が関わるアレルギーのお話をしましたが、初めてミルクを飲んだ生後数日という新生児から1年ぐらまでの間に起こる消化管のアレルギーがあって、その原因は κ -カゼインという種類ではないかとも言われています。

【アレルゲンとIgE抗体の架橋】

IgE抗体とアレルゲンが結合したらアレルギーになるのかなと思われがちですが、単純に結合するだけではアレルギーにはなりません。メカニズムのご説明でお話しましたように、マスト細胞に、IgE抗体が2本立っていて、そこをペプチドが橋渡ししていた図を思い出してください。発症するためにはIgE抗体のアレルゲンによる橋渡し(架橋)が必要になります。橋渡しされると攻撃しよう、しなさいという指令が、このマスト細胞に入り、先ほど紫に染まっていた顆粒の図がありましたが、その顆粒を分泌し、外に出すんですね。その出すことによって体を困らせるということになります。

- では、橋渡しされないとどうなるでしょう。タンパク質が切れたり、構造がほどけたりして、この架橋がうまくいかないと、攻撃の指令がマスト細胞に入らないので、アレルギーにならないわけです。アレルギーとか花粉症とかの検査をされたことはありますか？ 検査に出すと、検査結果をお医者さんから渡されて、あなたのIgEの値はこのくらいですよ、クラスはいくつです等というお話があります。それは結合したものについてなので、架橋できていないものも含んでいるんです。検査では、架橋していることをではなくて、結合しているものを調べているんですね。ですから、検査の値を丸ごとのみにして、私は数値が高いから牛乳は飲んではいけないと考えるのは早計です。症状とリンクしているか等々細かく問診されると思うんですが、結合しただけではアレルギーにはなりません。それはいいことなんですよ。架橋できなければどうなるか。アレルギーは起こりません。アレルゲンになるタンパク質を壊すと架橋できず、指令が入らずヒスタミンが出ないからですね。

【続きはホームページで】http://www.frc.a.u-tokyo.ac.jp/information/news/170907_report.html

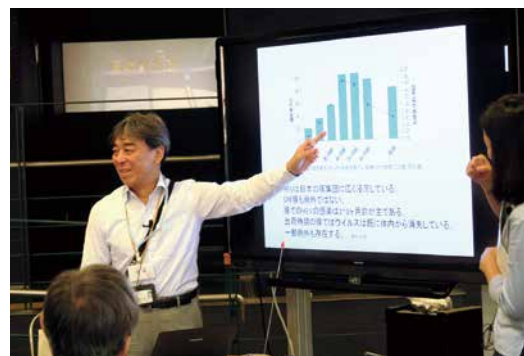
第29回サイエンスカフェ

「食欲の秋…聞いてみよう！ジビエの食中毒リスクとその対策」

開催報告

2017年10月12日(木) 食の安全研究センター第29回サイエンスカフェ「食欲の秋…聞いてみよう！ジビエの食中毒リスクとその対策」が開催されました。話題提供は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 センター長で、食品病原微生物研究室教授の関崎勉さんです。

自然環境や農作物を鳥獣害から守るための害獣駆除の面からも、近年広く推進されているジビエを切り口に、たとえ新鮮でも気をつけなければならない、動物が本来持っている菌等、畜肉の扱いによる食中毒リスクとその対策について紹介し、安全に食べるための重要なポイントについても参加者の皆さんと確認しました。



話題提供者の関崎さん

※以下、記載がない場合の発言は関崎氏のもの

※質疑応答は一部抜粋

【ジビエとは？】

ジビエというのもいろいろ危険性はあるんですけど、普通に飼われている家畜も同様に似たような危険性がありますので、それも併せてお話しします。最近ジビエというはやりがあるので、食べる機会が増えてきたと思います。ジビエというのは、フランス語だそうで、もともとは貴族が野原に狩りに行って、ウサギ、シカなどを捕まえて、持って帰ってきて、友人や家族に振る舞うところから始まった、貴族の文化から受け継がれた伝統料理ということです。写真は、左はウズラ、右はシカ肉でしょうか。おいしそうな料理がいろいろ出ていますが、このあとの話を聞くと心配な点が出てくるかもしれません。

【なぜジビエがさかんなの？】

最近、ジビエの消費が急拡大しています。いろいろな自治体でも地産地消とか、村おこし、町おこしということで、それぞれの土地のシカ、イノシシなどの肉を店内のレストラン、道の駅など、いろいろなところで食べさせてくれるようになっていて、それにかかわってジビエ振興協議会というのが発足しまして、ジビエの肉を安全に皆さんに提供するためにさまざまな取り組みをしようと、活動が行われています。各地にそういった活動はありますが、例えば北海

道辺りは野生の動物がたくさんいますので、もう20～30年前からエゾシカの肉やクマ、トドなど、いろいろなものを食べる習慣があります。さらに近年になってその消費もどんどん増えて、もうどこに行っても食べられるような状態になりつつあります。

- 野生の動物ですが、どれくらいの数があるか。推計です。野生動物ですから1頭1頭全部数えることは不可能です。そこで、ある一定のエリア内にこれだけいるから、それを広げて考えると、全体でこれくらいはいるだろうという推測数です。それにも幅があって、本当の値は分からないんですけども、現在言われている数はヒグマで2万頭くらいです。ツキノワグマが10万頭近く、シカ、ニホンジカ、これは本土ジカですが、260万頭、エゾシカが北海道の推定で65万頭、イノシシが88万頭。何万頭という数だけではちょっとピンと来ないかもしれません。しかし、ちょっと前はこんなにたくさんいなかったんです。それがものすごく急激な増え方をしています。
- 急増したために、一番今困っているのが農作物の被害です。例えば、シカ。草原ののどかなところでシカが散歩しながら草を食べていて微笑ましい光景のようですが、ここは牧草地です。この草を刈ってウシに食べさせようと思って草を生やしているのに、シカが勝手に入ってきて食べてしまい、大損害になっています。冬になると、北海道では雪が降って下草が隠れてしまいますから、シカが食べるものがなくなってしまい、木の皮を片端からかじって取って、結果として木が枯れてしまう。そういう被害もあるわけです。
- 最近では暖かくなってきて雪が積もらない場所も増えてきています。すると、生えている草がどんどん食べられてしまう。この被害が非常に甚大です。牧草だってちゃんとお金をかけて、種をまいて育てて、刈り取って乳牛に食べさせてミルクを搾るということをしているわけです。そのための餌が勝手に入ってきたシカに食べられる。しかも、シカはピョンピョンはねますので、牧草地に柵を作っても、たいがいの柵は飛び越えて入ってくるので、ほとんど防ぐのは不可能なんです。
- イノシシの被害もあります。1989年、バブルの盛りの頃には25万頭くらいだったのが、今88万頭といわれるほど、シカと同様なカーブで急増しています。もともとそんなにたくさんいなかったのが、ものすごく増えています。
- 結果として、多くの農作物被害が起きています。イノシシはたいがいのものは食べます。畑で育てている作物、ナスでもトウモロコシでもカボチャでも何でもです。それもきれいに列で栽培しているのを端から1列ずつ食べてくれればまだいいんですけど、むちゃくちゃに食べ散らかして、もうほとんど全部商品にならない状態にしてしまう。こんなふうに急激に動物が増えちゃった理由は、何だと思えますか。

澤田：ニホンオオカミがいなくなったということですかね。

関崎：ピンポン。オオカミはイノシシやシカにとっては天敵ですから、そうした動物がいると食べてくれて、数を抑えてくれます。結果、農作物が守られるということで、江戸時代あるいはその昔から、オオカミというのは畑にとっては神様として崇められ、オオカミを祀った神社

がいっぱいあるんですね。映画の『もののけ姫』でもオオカミが神様みたいになっていましたね。昔から日本人には、オオカミがいてくれるおかげでイノシシが減って作物が守られるという考え方もあるんです。害獣が増えた理由は、ほかに何か考えられますか。

参加者：農業人口が減った。

関崎：おっしゃるとおりです。農業人口が減って耕作を放棄してしまった畑や田んぼがたくさんあるんですね。これもイノシシやシカが里山から下に下りて、出てきやすい環境を作っているということです。

- あとは犬ですね。近頃はつながれてない犬なんて見たことないですよ。皆さん、鎖かリードをつけて、大事に抱っこしたりして。でも僕が小さい頃などは、首輪も綱もついてない犬がその辺に結構いました。そういう犬は街の中では野良犬、田舎に行くと野犬と呼ばれていましたが、そういう犬もいなくなりました。こいつらもイノシシの子供なんかにとっては大敵でしたが、今はいないですね。さらにもう1つは、ハンターの減少です。ハンターは今、絶滅危惧種です。おかげでシカやイノシシは野山、里山でヌクヌク暮らしていただけるわけです。

澤田：ハンターが少なくなったことにも理由があるんですか。

関崎：理由は分からないですね。昔から同じくらいの基準で資格を与えているんですけども、はやりが廃れたというんでしょうかね。今ハンターをやってらっしゃる方はかなり高齢化が進んでいるんです。高齢になると、鉄砲を撃つのがだんだんできなくなってきてしまう。それで、罠を仕掛けて取るということになります。罠というのは、目で見ていて罠を動かすわけじゃなく、たまたま通りかかった動物が仕掛けてあった罠を踏んじゃってカシャッと捕まる。だから、取らなくていい動物が引っかけちゃったりしています。

- つい最近、テレビでも天然記念物のニホンカモシカがシカの罠にかかってしまって、抜け出そうともがいているのを助けてあげようとしたら、そのニホンカモシカが大暴れして、ショックで死んでしまったというニュースを放送していました。このようにハンターの数が減っているということも一因としてあります。それから、温暖化が進んで冬でも雪をかぶらないために草がむき出しになっている。すると、シカの餌が冬でも目の前にあるので、それでまた増えてしまう。
- お話の出ていた耕作放棄についてですが、耕作放棄地の面積の推移を表したグラフがあります。1923～2004年までの様子を見ると、バブルの頃から急激に増えているんです。耕作放棄地面積の推移の線と照らし合わせると、シカ、イノシシの類いも同じ頃から耕作放棄地の増加とともに急に増えているんですね。

【野生動物の隠れ場所が増えたせい？】

もう1つは山です。山に木がいっぱいあります。動物が隠れる場所がいっぱいあります。実は昔は日本の山はそれほど木ばかりではなかったんです。特に江戸時代に森林の破壊がどんどん進んだらしく、画面の浮世絵にあるように里山はほとんどはげ山です。動物が隠れる場所は

ありませんでした。明治に入ってから営林署ができて、木を一生懸命植えたので、山という木にいっぱい覆われて、その下には草がいっぱい生えているようになりました。イノシシもシカも隠れる場所がいっぱいできて、その結果、数が増えています。

- 日本のオオカミが絶滅したのは1905年です。先ほどの耕作放棄地の関係のグラフはバブルから始まってしばらくたってから急に増えていましたね。それよりはるか昔にオオカミはもういなかったんです。もちろんオオカミは1つの大きな理由だと思うんですけども、オオカミがいなくなったからだけじゃなくて、いくつものいろいろな要因が重なった結果、絶滅危惧に近かった野生動物が急激に増えて、とんでもないことになっているというのが現在の状況です。
- このまま放置していくと、野山も作物も荒らされて、やっていけないですし、野生動物はこれからお話しするようないろいろな病気のもとになるものを持っているわけだから、やはりある程度数を抑える方向で、かつ仲よく生きていく方策を講じなければいけないだろうということで、その一番の方法が、ジビエとして食べる、命をいただくことではないかという話なんですね。
- 北海道は昔からエゾシカの被害をどうしたらいいだろうと悩まされています。シカの肉はもともとおいしいので、いろいろなところで食べられるようにしたらいいだろうと、ずっと活動が続けられています。一般社団法人のエゾシカ協会というものがあって、エゾシカの肉をおいしく食べ、それだけではなく、衛生的にもきちんとした扱いをしましょうという取り組みをずっと続けています。これだけではなく、日本全体でもジビエをもっとたくさん、しかも安全に食べられるようにということで、今、いろいろな取り組みがなされています。

【野生動物がもつ病気、病原体】

野生動物ですからいろいろな病気、病原体を持っていて、それを食べてしまって病気になってしまったという例がたくさんあります。全部挙げるときりがないので、幾つか気になるものを紹介します。

- はじめに紹介するのは寄生虫で、トリヒナというもの。旋毛虫という寄生虫が、筋肉の中に寄生し、それを食べることによって、この寄生虫に人間が感染してしまふ。実はこの事例よりもっと前にも東北地方ではツキノワグマで、北海道ではヒグマで同じような事件がありました、これが結構大きい事件で、何と旅館でツキノワグマの刺身を出したんですね。
- 北海道では肉を食べるのにルイベという食べ方があります。冷凍、凍結状態を何回か繰り返すと肉に入っている寄生虫が死んでしまいます。凍結状態にすれば寄生虫が死ぬから、そうすれば食べられるということで、凍結を繰り返して作ったものをルイベと呼びます。もともとアイヌの方がヒグマを生で食べるためにそのような食べ方を自然に身につけたものですが、今ではサケの刺身もルイベといって作っています。そのようなきちんとした処理がされていけば恐らく大丈夫だったろうと思うんですが、それが十分できていなくて、旅館の

料理で出してしまったものですから、資料にあるように400人を超える人が食べてしまいました。

澤田：大きな旅館ですね。

関崎：そうです。期間として冬の間3か月くらいにわたって出したんですよ。だから、大勢の方が繰り返し食べて、結果としてその172人がかかった。全員がかかるわけではないところが怖いんです。みんなかかるのなら、誰も食べなくなるんですけども、当たる人と当たらない人がいる。食べた肉片の中にこの虫がいたからかかったけれど、そのすぐ隣のスライスにはいなかったから大丈夫ということが起きるんですね。それで、「危ないですよ」と言っても、おいしい、おいしいと食べに来てしまうんです。

参加者：これはこの肉を食べたい人が来ているわけじゃなくて、たまたま泊まった方が料理で出てきたから食べたんでしょうか。

関崎：恐らくこの旅館が、この時期クマありますとか、看板として出していたんじゃないでしょうか。それをお客さんが見て、ああ、今この時期なんだ、おいしいんだねと言って注文したのか、そもそもコース料理の中に入っていたのかもしれない。

参加者：ツキノワグマは北海道でしょう。

関崎：ツキノワグマは本州です。北海道はヒグマです。ヒグマでも同じ事件が少し前に起きているんですけども、その場合はハンターの方が撃って、生で食べて起きたことなので、余り人数は多くないですよ。それから東北地方でツキノワグマでもありましたが、それもご家族で食べたというケースでした。それが、この東北の旅館のケースはお店の料理で出したものですから、とてつもなく大勢の方がかかったというので、皆さんの記憶に焼きつくような事件になったんです。

- つい最近、調べて驚いたのですが、去年茨城県でも発生したらしいですね。これもクマ肉のローストです。ローストなんですけど、たぶん十分中心まで焼けてないものを出したんだろうと思います。31人の方が食べて、そのうち21人が発症しています。残り10人の方がおいしい思いだけをして、21人の方が苦しむという結果になっています。
- このトリヒナは筋肉の中に入っています。どんなに表面をきれいに衛生的に取り扱って焼いても、筋肉の中に入っていますから、中に火がちゃんと通ってないと駄目です。

参加者：ミディアムなら大丈夫なんですね。

関崎：駄目です。

参加者：ウェルダンとは。

関崎：ウェルダンでも保証できません。それは、E型肝炎というのがあるからです。肝炎のウイルスなんですけど、肝炎ですから肝臓か血液の中に入っています。ですから、肝臓はもちろん駄目。肉だとしても、血液がめぐっていますから、外側をきれいにして衛生的に扱っていますよといっても、内部のほうに入っているとアウトです。

- こうしたケースでは何を食べて感染しているのか。冷凍の生のシカ肉。野生のイノシシの肝臓(生)。例えばイノシシのバーベキュー。これもたぶんきっちり焼けてなかったものを食べ

たんでしょう。野生イノシシの肉でE型肝炎。これも結構な確率で当たっていますよね。長崎県のバーベキューの場合は12人の方が食べて、5人と書いてあるんですけども、5人のうち2人はかなりひどくて入院するような症状。さらに3人の方が病院で検査を受けたら、あなたは肝炎を発症していますよと言われました。残り6人の方は何の症状もない。おいしい思いだけをして。ただ、血液検査をしたら、血清の中に抗体があって感染していたというのが分かったんです。感染しなかったのはたった1人だけという状態です。これもウイルスですから、中心が生肉だったらアウトとなります。

- サルモネラ、皆さんよくご存じだと思います。食中毒の原因となるサルモネラ。それからEHEC (Enterohemorrhagic Escherichia coli) と略してありますが、O157をはじめとする腸管出血性大腸菌。食べたのは、シカの生肉、シカの肉の刺身、シカ肉の琉球。琉球はほとんど生の状態で、醤油とかゴマ油とかを混ぜたものに漬けた、ツケみたいな感じの食べ方ですね。
- サルモネラやO157はもともと腸管の中、うんちの中にいます。ですから、肉を解体処理する時にうんちが絶対くっつかないように注意を払って、衛生管理してくればこれらの病原体に関しては大丈夫です。でも、さっきのトリヒナとかE型肝炎は駄目だということになります。

参加者：ノロウイルスはジビエにはないんですか。

関崎：ありません。ノロウイルスはどこで増えるか。分かっていることは、人間の腸の中の細胞でしか増えないということです。よくかかるのはカキですよね。カキを生で食べてかかる。カキの中では増えません。カキは水の中に入っているノロウイルスをため込んでいるだけなんです。それを人間が生で食べてノロウイルスに感染しているんです。あとはヒトからヒトへの感染ですね。

参加者：では、ジビエにはノロウイルスはいないんですね。

関崎：いないです。ノロに関しては大丈夫です。

【食肉の処理・検査の体制について】

ふだん我々が家畜と思っているウシ、ブタ、ヤギ、ヒツジ、そして家禽、ニワトリ、アヒル、七面鳥、ウズラ、これに最近はダチョウ、ホロホロ鳥、キジが入っているんですけども、これらはまず人間が、肉にして食べようと思って飼っています。ですから、管理された環境、牛舎、豚舎の中を結構きれいにお掃除します。それから動物を入れて飼います。病気になってしまったら大損害ですから、きれいにします。場合によってはブタなんかは、子ブタの頃は抗生物質も結構与えます。そうしないとすぐ病気になっちゃいますから。

- しかも人間が与えた餌しか食べられません。人間がこれを食べなさいと言って与えます。それ



野生肉利用拡大の背景を解説

も計画的に、今はこれをこのくらい食べて、「おいしくなあれ」と言って食べさせるわけですよね。こうするとサシが入るからとか。

- きれいに管理され、飼われた動物も、こちらの四つ足の動物は「と畜場」というところで解体されますが、その際にと畜検査員は、都道府県、政令指定都市の職員の方なんですけど、100%獣医師です。と畜検査員は獣医師でなければならない。その人たちが、動物がまだ生きている状態から異常がないかというのをよく見て、解体された中の肉、内臓、すべてに目を通して、少しでも異常があったらそれは廃棄処分にするというように、きっちり検査しています。
- 鳥に関しても食鳥処理場という場所があって、食鳥検査員というのは全員が獣医師ではないんですが、食鳥処理場1か所には必ず獣医師がいなければいけない。訓練を受けた検査員の方が見るんですが、検査員の方がちょっと自信がないなという時にはちゃんと獣医師の方にそれを見せて、最終判断を仰ぐという形にして、ちょっとでも異常があったら廃棄です。私も獣医師なんですけど、見学させてもらった時、結構な割合で、これ駄目、はい駄目ってやってくるんですね。駄目ってされちゃったやつをパッと見るとよく分からないから、「これ、どこが駄目なんですか」と聞くと、そこだろと言われて、見ると、こんなに小さなポツンという点が肝臓にある。それでもう廃棄です。

澤田：その点というのは、つまり虫であったりとかですか。

関崎：何らかの感染があったから、結果としてそういうのができているんですね。

澤田：普通の状態では、そういった白い点みたいなものは出てこないんですね。

関崎：全くない。まっさらきれいなものだけが市場に出回っています。そういうきっちりした検査をしなければいけない。こういう四つ足や家禽を処理する場所は、四つ足はと畜場、家禽は食鳥処理場です。定められた場所でやらなければいけないと、決まっています。そのようにきちんと検査されて衛生的に管理されたものだけが、スーパーの店頭とかに出てきて、我々が食べることができるわけです。

【ジビエの食肉処理・検査体制はこれから？】

これに対してジビエはどうか。まず環境。どこに住んでいるのかが分かりません。人間に見つかるのが嫌いな動物ですから、山の中、草むらの中に隠れていて、泥をほじくったりして暮らしているわけです。だから何を食べているか分からない。

- シカは草食動物だといいますが、シカを捕まえてお腹を開いて胃袋に何が入っているかを見ると、草以外のものも時々入っているんですね。サワガニが入っていたりもします。何を食べているか分からない。困ったら何でも食べてしまいます。
- その上、こうした肉は特用家畜といって、と畜場や食鳥処理場で処理しなければいけないという法律はないんです。場合によってはハンターがドーンと撃って、その場で山の中でさばいて肉だけにして担いで持ってくるということもあり得るんです。今までは衛生管理は全く

されていませんでした。これではいけない、ということで、きちんとしましょうという動きが出ています。もともと危ないんだから、それに応じた調理法をして、安全な形で食べなければいけないということを、まず分かっていたきたい。

参加者：食品衛生法が厳しくなって、ジビエに関する害獣の場合でも、所定の食品衛生法に則った施設で種類も分けて処理をしなければ流通ができないというふうになってきたと思うんですけども、リスクが高いものは、自己消費をするものについて法律がないのでリスクが高いということですか。実際に店頭で売っているものに関しては、リスクは小さいと考えていいんでしょうか。

関崎：個別に事情が違うと思いますので、一概には言えないと思います。おっしゃったように、食品衛生法というのがありますので、解体して肉にしたその先はちゃんと食品衛生法に則って流通させなければいけないということになります。でも、現状では解体するまでの段階に縛りがないですね。

澤田：獣医師による目視や科学的検査に関しては全国統一ルールで、これは条例でなく国のルールですね。

関崎：と畜場法というものと、長い名前ですけど略して食鳥処理法という法律があります。それに則って北海道から沖縄まで同じ基準で行っています。

澤田：本当にきちんと実施されているんでしょうか。地方はやはり獣医師も不足気味なのでしょうか。

関崎：と畜検査員は必ずいなければ、解体して食肉として流通できませんので、そこには絶対獣医師が張りついていなければなりません。それで、むしろほかの部署がちょっと手薄になっちゃっているんです。

参加者：ではこのルールを適用している動物については、間違いなく安全だということと言えるわけですね。

関崎：一応衛生的ということですね。それからちょっと気になるのは、目視ですね。目で見てオーケイならオーケイなんです。しかし、先ほどのトリヒナやE型肝炎などがもしあっても、目で見ただけでは分かりません。後でお話ししますが、動物はほとんど病気にならないので、ウイルスを持っていても見ただけでは分からない。

参加者：症状が余り出ないということですか。

関崎：ほとんど出ないです。ですから、ジビエだけじゃなくて、最初に言った家畜でも生は危ないのが少しありますよ、ということです。

参加者：海外から今いっぱい肉が入ってきているんですが、海外の基準というのは輸入する際には日本の基準に合わせたものが入ってきているんですか。

関崎：どんなものでもそうですが、輸入する場合には日本国内の法律と基準があって、それを満たしていない場合には流通させません。日本では使わない農薬を使った外国のものが入ってくるんじゃないかなど心配される向きもあるかと思いますが、日本国内で流通させる場合には

日本の法律を適用しますので、海外のものも日本とは違うやり方で出してきたものはアウトになります。

参加者：では、海外で食べる分には、基準は違うということですか。

関崎：違います。例えばレバ刺しですが、日本ではレバ刺しは食べられないけど、韓国に行ったらいくらでも食べられますから、韓国でレバ刺しを食べ感染している人はいっぱいいます。

参加者：検査では、目視で引っかけたものが科学的検査に行くんですか。

関崎：そうです。目視で何らかの異常があった場合にきちっとした精密検査に回します。その検査では遺伝子検査などいろいろなことをします。

- 例えば先ほどの例のように1つの臓器にポツンと点が1つあって、ここで駄目だよという場合、そこで終わらないんですね。臓器と肉のほうにちゃんとナンバーがついていて、臓器で何かあると、肉のほうも外されてとストップになります。臓器のほうも全部検査して、肝臓が変だったら肝臓だけじゃなくて、心臓とか脾臓とか肺とか、ほかの臓器も全部検査をします。2つの臓器から同じ病原体が見つかったら、肉も全部廃棄するくらい、きっちりとやります。目視で大丈夫なのかという心配はあるんですけども、目視で出てくるようなやつは間違いなくきちんと検査されています。でも、さっき言ったようにE型肝炎のように動物に何も症状が出ない場合にはどうしようもないわけです。

【見えない感染を防ぐ】

平成23年に起きた富山の焼肉チェーンのユッケの事件が大問題になって、その年のうちにユッケ、生の牛肉について相当厳しい規格基準ができ、翌年には牛のレバ刺しも完全禁止になりました。レバ刺しが禁止になる直前は世間では大騒ぎで、今まで食べたことのない人までが食べて急に食中毒が出たりしましたが、それも平成24年の4月からは食べられなくなりました。

- ウシのレバーが食べてはいけないことになって、どうなったかという、何と食べちゃいけないブタのレバーを刺身で出すところが増えました。特に東京近辺ではそういう店が多く出てきました。それも、とうとう一昨年6月、ブタもレバーだけでなく肉も全部、生は駄目だということになりました。ブタは特にいろいろな病原体がいる可能性があります。先ほどお話ししたように食べても全員が食中毒になるわけではない。ブタもそうなんです。めったに当たらないんですけど、当たったら「当たっちゃった」では済まされないことがいっぱいありますので、禁止となりました。
- 厚生労働省が出している「豚肉や豚レバーを生で食べないで！」というチラシの続きに、調理する時の注意点があるんですが、そこにはイノシシやシカなどの野生鳥獣の肉、内臓も生で食べないでくださいと、すでに書かれています。なぜなら、生で食べた人がE型肝炎ウイルスに感染して死亡した事例があるからと書いてあります。改めてE型肝炎のことがここで問いただされているので、少し詳しくお話しします。
- E型肝炎については、「イノシカトン(猪鹿豚)」と覚えておけばよいというふうに、僕は習いま

した。最初に話を聞いた時には、どうもE型肝炎は野生のイノシシや野生のシカが持っている、それが飼っているブタにもいつの間にかうつっちゃったみたいだ、というふうに説明を受けました。

- E型肝炎にかかったらどうなるか。先ほども紹介しましたが、みんながみんな発症しているわけではない。多くの方が、かかっても症状も出さず何事もなく経過して治っています。それならばいいのですが、幾人かの方は肝炎で、肝臓がやられて、いろいろな症状が出て、場合によっては入院が必要なほどの劇症型の肝炎を発症する可能性があります。劇症型を発症すると命が危ないです。亡くなった方は、劇症肝炎になったんですね。通常、死亡率は1~3%ということですが、これは世界的な数字です。日本はここまで行ってないと思います。ですが、注意していただきたいのは妊婦さんです。妊婦さんが感染すると非常に死亡率が高くなります。劇症化を起こしやすいです。
- その理由は、臓器移植を想像してみてください。臓器移植というのはほかの人の臓器をこちらの体に移すわけですから、他人のものが入ってくるわけです。普通は他人のものが入ってくると拒絶反応というのが起きて、臓器移植というのは要するに拒絶反応を抑える作業の戦いだと、よく聞くとと思います。拒絶反応を抑えていれば、この臓器がそこに定着して、動いてくれるうちに自分の細胞がだんだん増えてきて、いつの間にか自分の中にちゃんと受け入れられる、そうなることを狙っているわけです。
- 一方、妊婦さんも実は自分じゃないものを自分の中に入れているんです。お腹の中に入っている赤ちゃんは、半分は自分なんですけど、生物学的には半分は他人なんですよ。その他人のものをお腹に入れてちゃんと安全に育て上げるために、免疫機能がいつもとちょっと違った状態なんです。異物が入っても受け入れていいよという状態になってます。そうしないと赤ちゃんが出ていってしまいます。だから、そうならないよう特殊な体調にいるわけです。
- 特に妊娠初期の頃は胎盤がまだきちんとでき上がってないので、お母さんの体が赤ちゃんを異物と考えやすい状況にあります。胎盤がきちんとできていて、血液が直接の交流をしなくなるような状態になって、安定期に入ればいいんですけど、本当に妊娠の途中までは危ない状態にあります。そうすると、免疫が普段より落ちているという状態になりますから、病原体は普段よりもずっと増えやすい。それで妊婦さんがいろいろな状態になった時に重症化しやすいということなんです。ですから血の滴るお肉、レア、ミディアムレアとかは、特に妊婦さんはその間だけは辛抱してください。それはぜひお願いしたい。
- 先ほどイノシカトンの、イノシカが一番あって悪者のように言われていたんですが、実際E型肝炎が出た患者さんが何を食べて、どれくらい出ているかというのを食品安全委員会がデータとして出していましたのでお借りしてきました。色分けしてありますが、西日本はオレンジ、イノシシです。その上の黄色はイノシシとシカで近畿に多いです。この辺りはほかに、クマもありますね。東日本、北日本に行くとブルーの部分が増えています。ブルーは何か。ブタです。イノシシでもシカでもなく、ブタなんですよ。恐らく十分加熱していない豚肉を

食べて、結果としてE型肝炎になってしまった患者さんが累積するとこんなに出てきます。

参加者：イノシカトンがE型肝炎ウイルスを持っている割合は、どの程度なのでしょう。

関崎：イノシシ、シカよりも普通の家畜のブタのほうが割合が大きい。これはE型肝炎に対する抗体を見ればわかります。抗体というのは病原体が体に入ってくると、それを攻撃するために免疫ができますが、免疫の一番の立役者といいますか、血液の中にできてくるタンパク質です。特別にE型肝炎だけを見つけて、そこにくっつくタンパク質です。相手をちゃんと見て、違う菌なら違う菌の抗体ができます。サルモネラはサルモネラの抗体、E型肝炎ならE型肝炎の抗体、インフルエンザならインフルエンザの抗体ができるんですが、感染した体内にはその抗体ができますので、抗体があるかどうかを見ると、感染したかどうか分かるんです。

- 初期の頃はそういう技術がなかったので、ウイルスを直接検出するという方法でした。それはウイルスがRNAウイルスといって核酸を持っているんですけど、RNAを検出するという方法は比較的簡単にできます。それで調べていた時には、飼っているブタはほとんどウイルスがない状態だったので、イノシシやシカなんだろうと言われていました。
- その後、抗体を見つけるという技術ができ上がって、改めて調べてみると、1か月から6か月齢で、もう1か月齢からちょっと出てます。それが抗体のどのくらいの量があるか。陽性率はどんどん上がって行って、4か月齢ではもう100%です。飼っているブタはすべてE型肝炎にかかっているんですね。
- でも、ブタは病気にならないです。ほとんど何の症状も出ません。6か月齢、トンカツになっていい頃になっても何も出なくて、出荷される頃には治ってしまっています。だから、ウイルスは見つからない。だけど、本当にかかったよという証拠が残されちゃう。ブタのお母さんもちゃんとしっかりかかっているんだなと思いましたけど。

参加者：ヒトがE型肝炎に感染する時は、加熱が足りてないお肉を食べた時ということだけど、ブタさんは何か食物を食べて感染するのですか。

関崎：たぶんお母さんがかかっているから、お母さんから子供にうつるんだと思います。

参加者：常にどれかのブタがかかっているから、互いに感染し合っているということですか。

関崎：そうですね。お母さんも100%かかっているわけですよ。お母さんも育つ間にかかって、そのお母さんが完全にウイルスなしにはなっていないので、それが入ってくるんだらうと思います。

- 抗体の状態を見ると先ほどのグラフのような感じなので、子ブタ同士の間でもうつる可能性もありますね。まだ疫学的状況がよく分かってないので、具体的な方法は分かりませんが、子ブタもきれいな状態で、1匹だけで飼っていれば、恐らくずっとかからないままで過ごせるんじゃないかなと思います。このウイルスがちゃんと分かるようになってから時間がたっていないので、いろいろなことがまだ分かってないんですよ。この抗体の状況も本当につい最近、3～4年前の成績なので。
- さっきのグラフのあった抗体の検査とウイルスの検査の比較です。抗体保有率はさっきの棒グラフと同じで、90%になってますけど、大体100まで行くだらうという感じになります。一方、

ウイルスというのは3か月、4か月の頃にはすごく検出できるんですが、そこから先、もうトンカツスタンバイの出荷時期近くになるとウイルスは見つからないんです。今は、大体180日齢でお肉になっちゃうんですが、養豚の技術が進歩して、そんなに長いこと育てなくても大きく育て肉もいっぱいあってという状態にどンドンなりつつあります。養豚場によっては180日もかけないでもうちょっと早く、160日くらいでもうちのブタは十分トンカツだよといって出しているところもだんだん増えてきていますね。そうなっちゃうと、治らないうちに肉になって市場に出ちゃう。

- 実際、日本のスーパーで売られているブタのレバーを国立感染症研究所の先生が調べたら、都内で売られているブタの肝臓の30%くらいだったかな、ウイルスが検出されたと言ってました。生で食べる方はいないと思いますし、加熱すれば全然問題ないですけども。割合からいったらイノシシよりもブタのほうが注意ということになります。
- それ以外でよく見つかるのが、この3つ、腸管出血性大腸菌、O157とカンピロバクター、サルモネラ。三大食中毒菌です。これはよく出る、データでもよく数字が見つかります。



カフェならではの近さが魅力

【続きはホームページで】http://www.frc.a.u-tokyo.ac.jp/information/news/171012_report.html

第30回サイエンスカフェ

「附属牧場の先生に聞いてみよう！（続編）

—救出された被ばく豚たち。それから—」開催報告

2017年11月21日（火）食の安全研究センター第30回サイエンスカフェ「附属牧場の先生に聞いてみよう！（続編）—救出された被ばく豚たち。それから—」が開催されました。

2011年東京電力福島第一原子力発電所の事故後に附属牧場に救出された豚たちの健康観察や牧場のその他の動物たちの状況について、2016年に開催されたサイエンスカフェに引き続き東京大学大学院農学生命科学研究科 附属牧場助教 李俊佑さんより紹介するとともに、継続的に積み上げたデータからわかってきたことなどを話題に、参加者との対話が進みました。



話題提供者の李俊佑さん

※以下、記載がない場合の発言は李氏のもの

※衆議院応答は一部抜粋

【東日本大震災の後に起きたこと 乳牛たちの様子】

2011年3月11日、東北の大きな地震と大きな津波のあと、東京電力第一原子力発電所の事故があり、放射性物質が飛んできました。われわれの牧場は（地図を指す）このあたりですけれども、この図（原子力規制委員会の「放射線モニタリング情報」）の色分けでは牧場の付近も放射性物質がちょっと落下したということになります。ここが私が勤務している附属牧場です。

- 附属牧場から原子力発電所は地図ではこのくらい（地図を指す）の距離で、2号機爆発の際の風と地形による気体の流れで、放射性物質が飛んできたような形です。附属牧場は約 $0.1\mu\text{Sv}$ （マイクロシーベルト）ぐらいの放射線に汚染されたような記録になっています。牧場よりもっとひどく被ばくしたところもあって、われわれの大学は柏のキャンパスもありますが、柏キャンパスのほうが牧場より多少福島からは離れておりますけれども、地図から見て濃度的には被ばくの程度は牧場よりちょっと重かったかと思います。
- これは実際のデータですけれども、われわれの牧場は、甲状腺に関係あるヨウ素では 5.13KBq/kg （キロボクセル）。柏キャンパスの場合は 17.24 となっていますから、牧場より3倍以上になったわけです。牧場のほうが福島により近いんですけれども、汚染濃度は柏のほうが、牧場より強かったということが印象的です。一方で、本郷と牧場はそれほど差はないと思います。
- そういう状況で、放射性物質が落下しましたので、牧場にも多少の影響があったかと思われます。特に牧場の敷地は 36ha 、東京ドーム8個分ぐらいの広さがあり、その半分以上が牧草

地です。普段牛とか馬とかヤギたちは牧場で屋外に放牧されていて、家畜たちが自分たちの好きな草を食べたり、排泄したりしているんですけど、牧草地のところは放牧していません。放牧しないで、牧草をつかって収穫し、それを秋から春まで蓄備して、家畜に与えたりします。そのための牧草地です。

- この牧草地での牧草の生産は、今の時期、すでに播種が終わっています。福島第一原子力発電所の事故の前の2010年秋に播種が終わったあと、明けた2011年に原子力発電所事故が発生しました。牧草がある程度伸びたところに放射性物質が落ちてきたわけなんです。
- 牧草は通常5月中旬ぐらいになったら刈り取ります。2011年も同様で、この年は汚染したものを刈り取ってもらって、回転して、乾燥して、このロールベールラップをつくったわけです。通常はラッピングした牧草は1カ月ぐらい置いておいたら中で発酵するんです。乳酸発酵です。一度発酵してしまえば、2年間保存がききます。そうして安定した栄養分を継続して家畜に与えることが可能なので、いつもこうした生産システムを取っているわけなんです。
- 残念なことに、2011年に刈り取った草は汚染されていたので、その草を用いて、1つは、乳牛に与えて、その汚染物質がどのぐらいミルクに移るかを研究しました。もう1つは、豚に与えて、豚の臓器、肉にどのぐらい移るかを研究しました。
- 当時の刈り取った場所を調べてみると、牧草地は、2011年4月8日、土の表面10センチだけを取って測りましたら、ヨウ素131の濃度は3,500Bq/kg(ベクレル・パーキログラム)くらい、セシウムは1,700Bq/kgくらいありました。牧草も刈り取り前でしたので、草を取って測ってみました。するとヨウ素が測れたんですね。4月8日、半減期が8日ということで、すでに何サイクルも過ぎていると思うんですが、それでも0.92KBq/kgというデータが取れました。セシウムは草の上に残っているものは0.90Bq/kg。その同じ牧草が、ヘイレージになると濃度が倍ぐらいになりました。

黒木：ヘイレージというのは具体的にはどういうものなのでしょうか。

李：牧草を刈り取ると、当初水分は大体9割ぐらいです。その時の濃度が先ほど申した程度なのですが、ヘイレージのヘイは乾燥という意味で、刈り取った草を乾燥させて半分ぐらい水分を飛ばします。水分を50%まで飛ばしたから、約2倍ちょっと濃度が上がったわけですが、ヘイレージを測定した頃はすでに6月でしたので、ヨウ素は検知できなかった。半減期が短いものはすでに見えなくなっていたんです。

黒木：今おっしゃった値は、高い、低いで言うと、やっぱり高いと考えていいんですか。普段事故などでの汚染がなければ、こんな値は出ないんでしょうか。

李：出ないです、普段は。でも高いとも言えないんですね。食品安全基準からしたら、200Bq/kgですので、それほど高くはないですが、事故がなければ、大体0だったわけです。

- この汚染された草を、ミルクを絞っている牛に与え、ミルクにどのぐらい移るかを調べました。すると、汚染飼料を与えたら、急に数値が跳ね上がったんです。それで、われわれはこの汚染飼料を与えるのを止めました。止めると下がるのもすごく早いんですね。汚染飼料を止め

るのを続けてみましたが、2週間ぐらいでは0には戻っていなかったというのが結果です。ただ、急激に上がった時と、汚染飼料をやめても0には戻らないという時の放射性セシウムの検出の原因は異なると考えています。対照的に非汚染飼料をずっと投与したものは、0に近いところに留まっていたという結果です。

- この結果から、屋内で飼育し、汚染されていない餌を与えて、水も汚染されていない地下水であればミルクは汚染されないというのがわかっていただけるかと思います。関東近辺はほとんどこの屋内で飼育する形態が多いんですね。牧草も輸入飼料や北海道からの乾燥飼料が多く、濃厚飼料はほとんど輸入飼料ということで、言葉遣いは悪いかもしれませんが、ラッキーと言えばラッキーでした。関東のミルクはそれほど汚染されてないということが、この結果から理解していただけるかと思います。
- そんなことがあって、自己生産の牧草は汚染されていますし、牛にはほかの草がないので、ミルクをずっと廃棄してしまって、牧草も廃棄する形になったんですね。でもその後牛に部屋を充てていただいて、飼育は屋内でする形になりました。
- そうすればミルクの汚染は避けられるだろうと結論を得ましたので、飼育はそのようにすることになりました。それまでは牛には庭で運動をさせて、多少の草を食べるようにして、ミルクを絞る時間には牛が自分で部屋に戻ってくるようになっていました。なぜなら、部屋に戻ってくればおいしいものをもらえるからです。おいしい餌に釣られて、ミルクを絞る時間帯に部屋入ってくれていたんですが、今はその必要がなくなってしまったんですね。いつでも部屋につないでおけるし、牛は与えられた餌しか食べられない。絞る時間も、われわれがいつでも絞れるくらいになっているので、その意味では安全確保ができたと思っています。

【豚たちのその後】

ここから豚の話になります。先ほど汚染された草がありましたが、われわれミルクの研究で、1つ非常に残念なことに後から気付いたんです。汚染された飼料を与えてから、ミルクしか絞ってなかったんですね。血液中にどのぐらい入ったか見てないし、臓器にどのぐらい入ったか見てなかったんです。そこで、せっかくだから、この飼料を使って、豚の臓器とか肉にどのぐらい移るのかというのを見る研究を計画しました。

- その話をする前に、救出された被ばく豚の話をしてします。事故のあった原子力発電所の北北西約17kmの小高区の一関というところにある養豚場の豚26頭を救済することになりました。
- この豚たちはずっと屋内で飼育されていました。ですからお話ししたわれわれの牛のやり方と似ています。豚は、餌は濃厚飼料しか食べないですし、水も地下水なんです。ですからこの時点でのわれわれの考え方では、汚染されてない。当初はそう考えました。それで、われわれもその豚を救済することが許されたんですね。
- 豚たちの水は地下水でしたが、地下水は汲むのに電気が必要です。それで、発電所の事故の後停電にならなかったかと確認させてもらいました。飼い主さんからは停電はなかったとい

う答えでした。東北電力にもその時停電しなかったかどうか、問合せのメールを送りました。すると、東北電力から電話があって、「調べてみたら停電にはなっていませんでした」という答えをもらったんですね。さらに、その答えをメールでもいただいて、確実に停電がなかったと確認できました。つまり当時の豚舎で地下水の汲み上げには問題なかったということです。

- この牧場の豚は、ちなみに餓死が1頭もなかったというのも確認が取れました。餌は、十分とまでは言えなくとも餓死することがない程度にはあったということは確認が取れました。

黒木：あんなに原子力発電所から近かったけれども、一応汚染はないだろうと考えられたので、救出ができたということですね。

- 救済した豚は26頭で、品種的なバランスは取れてないんです。数もバラバラで、品種ごとのメスとオスのバランスも取れていません。なぜだろうと確認したら、豚舎は警戒区域内なので、そんなに長く滞在したくないですし、出口に近いほうの豚から、出てくる順に取った結果だという話なんですね。普段は自分の部屋からなかなか出てこないんです。ご存じないかもしれませんが、いくら出そうとしても出てこない。出すのにすごく苦勞するので、出るものから取ったのがこの26頭だったんです。オス10頭、メス16頭でした。
- われわれの牧場に移ってから、約3カ月ぐらい経った2011年9月9日、1頭が病死しました。病死でしたけど、内臓を調べてみようということになりました。そんなに重い気持ちはなかったんですが、臓器を取って、中のセシウムを測ってみたら実際に放射性セシウムが残っていたということがこの研究の始まりだったんですね。
- 部屋の中で育ち、汚染されていない餌を食べ、汚染されていない水を飲みました。だから汚染されてないと、ミルクの研究でわかったんですけども、この豚たちもそのように飼育されていたから放射性セシウムはなくなるはずなのに、出てきました。画面のグラフ一番左が1頭目で、順に2頭目、3頭目となっています。2頭目が死んだのは9月30日で、3頭目、この緑の色で示しているのは、死んだのはお正月なんですよ。ですからわれわれのスタッフもお正月にも出てもらって、臓器採材してもらったんです。
- この研究で、2012年1月1日に死んだ豚も、約9カ月経っても体内には放射性セシウムが残っていたとわかりました。思いがけないきっかけではありましたが、彼らの体の中に放射性セシウムが入っていることと、何らかの形でこれは汚染されたのだということがわかりました。

黒木：救出された豚のうち、9頭は亡くなってしまったということですね。

李：このデータを出した時というのは2013年8月7日で、グラフからは時期が少しずつずれているので1頭ずつ下がってくるのが大体わかっていたかと思いますが。たまたま2頭目のほうは高かったりするんですけど、これは個体差だと思うんですね。後で死んでも、ちょっと個体的にはこっちのほうが重かったりするから高かったんだと思うんですね。

- われわれは実際に、現地に行って、現地の豚も採材させてもらったんです。原発事故でそのような事態になった現地に行って。そうしたら、やはり1頭、1頭違います。福島現地で採材した豚は3頭で、ここにあるのは3頭のデータです。

- われわれの死んだ豚たち、東大牧場に移してからの豚ですけれども、同じ時期を過ごしてきたの9月なんですね。けれども、現地の豚のほうはかなり高かったんですね。1,500Bq/kgあるものもあれば、高いのは4,000Bq/kgを超えていますよね。このようにやはり現地のほうは高かった。6月に救済した豚たちはだいぶ下がっていますけれども、現地の豚のほうは、どんな飼育方法を取ったかわからない、もしかしたら放牧させたかもしれないですが、かなり高かったというのがグラフでわかると思います。
- 臓器別に測ったグラフです。順に生殖器、脾臓、肝臓、腎臓、大腰筋。大腰筋というのはヒレです。体内の一番奥の筋肉ですけれども、棒グラフの1本が豚1頭に対応していて、棒が1個足りないところは去勢してしまった豚なので生殖器がないということです。また、尿からとったデータでは、尿は、死んだ豚では取れなかったとか、血液を取っていないので血液のデータが取れてないところもあります。

参加者：現地で採材した豚というのは同じ地域の豚ということですか。

李：まったく同じ地域ですね。

黒木：この結果を見ると、この大腰筋が一番値が高く見えますが、そこに放射線、放射能が集まりやすいというふうに考えられるのでしょうか。

李：そこはわれわれもよくわからないんですけれども、大腰筋という腰を固める筋肉が奥のほうにあるんですけど、一番奥だからリリースが一番遅いんじゃないかと思うんですね。

黒木：放出されにくい。

李：血液の中に徐々に出していくと思うんですけれども、大腰筋は筋肉であって、ほかは筋肉ではない。筋肉もなくはないとしても、筋肉そのものじゃない。大腰筋は普通に筋肉ですから、それでこれは遅くなっているのかなと感じています。

- これはわれわれの反省点なんですけど、牛は屋内で飼育し、汚染されてない餌を与え、汚染されてない地下水を飲ませました。そして出てきたのは汚染されてないミルクだったんです。豚もそうして屋内で飼育して、地下水で、餌はパイプラインで受けてるので、まったく汚染はなかったんですね。ところが、お気づきになったかもしれませんが、窓が開いてるんですよ。カーテン式なんですね。(写真を提示)事故当時は人が行けないので、アンモニアが溜まってしまいます。だから、ずっと開けっ放しにしたというのが飼い主さんからも確認が取れています。つまり、豚舎の空気は外と同じようなものだったんですね。
- ほかの養豚場だったら、ベンチレーションというのがありまして、1日24時間空気を新しく入れてるんですね。ですから外の空気が汚染されてしまったら、空気はずっと汚染されたままで入ってきてしまうんですね。つまり空気と一緒に体内に吸い込んだんですね。
- それで、体内から全部クリーンアップするのにどのくらい時間がかかるかを調べてみたわけではないんですけれども、死ぬ順番に採材して調べてみました。そうしたら、少なくとも2012年1月9日までは体内に残っていたんですね。その後はしばらく間が開いて、次に豚が死んだのは2012年9月でした。間にどんな変化があったのかはわかりませんが、この時点では0になっ

たという話なんですね。データを見るために、救済した豚は1頭も自分では殺してないんですよ、だから病死するたびに、採材して調べているわけなんですね。2012年の1月～9月この間には病死がなかったで、この時点ですでにもう完璧になくなったというのが結論になるかと思います。

李：さっきの反省点については牛もそうなんですよ。空気を吸うのは避けられないんですね。ですから豚が空気を呼吸して汚染されたということは、先ほどのわれわれの豚の測定結果でわかっただけかかと思えます。このことはこの豚で研究したことで初めてわかったことなんですね。

- これらの豚から採材して測定した結果は全部呼吸で汚染された結果になるかと思えます。スタート時点で0じゃなかった。非汚染飼料を食べさせて徐々に下がったんですけども、0まで戻らなかったという結果になるかと思えます。これは多分、先ほどご質問ありましたように、筋肉とか臓器に入ったものが徐々にリリースしますので、血液の中に全部排出するんですけども、0になるまではまだ時間が必要だったんじゃないかとわれわれは思ってます。
- 2014年5月、ようやく許可をいただいて、現地の養豚場での調査をさせていただきました。豚の生産はまた始まっています。今はグーグルからも写真が見られます。かなり規模が大きな養豚場ですが、いろんなところで土を取らせてもらって、セシウム濃度を測ってみました。やはり多少高かったですね。この社長さんはよくわかっていて、この辺が一番高いだろうと言って奥の屋根の上のものを取って持ってきてくれたんですが、測ったら10万Bq/kgもあって、やはり一番高かったんですね。



ファシリテーター黒木さんの質問でよりわかりやすく

【寿命や体重の変化、繁殖や子ども世代の状況は？】

救済した豚は26頭でしたが、今は24頭が病死し、2頭だけになりました。救済時のオスの年齢は3.7歳で、メスは4.8歳ですね、ちょっとメスのほうが年上だったんですね。平均寿命は1歳違うんですが、オスのほうがちょっと短かったというのが結論ですね。しかし、救済後の寿命は、2.84歳と3.29歳。救済してから牧場で生きた年数はあまり変わらない。

- 今は生き残っているのは、なぜか2頭ともオスで、救済時もちょっと若かったんです。1.8歳と7カ月齢の豚でした。24頭は死亡して、メスは16頭だったのが全部病死しました。オスだけは、10頭の中で8頭病死して、2頭が残っております。

黒木：これは救済してから生き延びた年数ですか。3.7に2.8を足したぐらいの年齢生きたと。じゃあ、病死した豚も、平均すると一般の平均寿命と同じぐらいは生きたということになる。

李：一般の豚と比べたら少し違います。現段階では少し短いという感じ。難しい質問ですが。

この豚たちの子どもをいっぱい作らせてもらいました。遺伝的な変異などを調べるためにその子豚たちの遺伝子の放射線被ばくレベルを調べましたが、まったく汚染されていませんでした。

- その子豚たちに汚染された餌を与えた場合、体内にどのくらい蓄積されるんだろうというのを調べました。牧場には牛、馬、ヤギ、豚の4種類の家畜を飼育しています。牛、馬、ヤギはみんな草を食べますが、豚は通常濃厚飼料だけなんですね。われわれが持っている汚染飼料は例の草です。でも豚は意外に雑食で草も食べるし、根茎類も食べたりする。それで、実験は汚染された牧草でも可能だというので計画を立てました。
- 草は細かく刻んでもらいました。そして、作ってもらった袋で毎日測って豚用の濃厚飼料と混ぜたものを約1ヵ月あげました。
- 2種類の実験を計画しました。1つは成豚について。体重241kgの成豚で、体重はずっと維持するレベルです。太らせてしまったら子どもが産めなくなるので、ふつうこの体重を維持しています。餌を制限しているんです。だから与えようとすぐ食べ切ってしまう。
- スタート時点の体重です、2013年11月5日、平均体重は241kgですね。それが1カ月経って243kgですね。ほとんど体重は変わってないんです。でもこれは半年経った2014年5月22日ですけれども、体重は238kgですね。ずっと維持していて素晴らしい飼育システムです。
- 一方、育成の場合は体重は9月3日25kgと小さい、4カ月齢でしたが、2カ月経ったら57kgになりました。32kg増えていますね。増えています、これもある意味では制限しているんです。この時期、豚は1日800gから1kg増えるんです。でも、餌を制限して伸ばさないようにしているんです。さらに8カ月齢後です。2014年5月22日は131kgですから、まだ成豚にはなっていないんですね。でも投与する餌の量は同じだったんです。同じ量で、成豚は成長しないが、育成豚は成長できるんですね。大きい豚は維持するために餌のエネルギーが必要。でも、育成豚は維持するために必要なエネルギーが小さい分、残った分は成長に使えます。

黒木：同じ量の餌でも、成豚では変わらないけど、子豚、育成の豚は体重が増えていく。

李：そうなんですね。体重には維持代謝ってありまして、その維持代謝分は太らない。でも、維持代謝を超えたら成長代謝になりますので、成長につながります。

- 実験結果です。成豚241kgの豚の結果は4頭しかなかったの、マキシマム(最大)のところから測ってみました。コントロールは置いていません。なぜなら食べさせなければ、セシウムが入らないのは皆さんご存じだったと思いますので。1カ月食べさせたら、これ上がるんだろうというのが予想される結果ですね。毎日620~709Bq/kgを食べさせるように牧草を入れました。そうしたら肝臓、腎臓、生殖器、オスメスありますが、そして大腰筋、甲状腺、血液、尿、胸腺、脛、大腿骨など骨にどのくらい入るかも調べました。一番高くてもどのくらいまで上がるんだろうと思って測ると、上がってはいたんですけど、骨には入らないんです。
- 胸腺のところは、3カ月齢の時は下がってきます。でも、骨は上がっていくんです。すごく不思議な結果だったんです。この時に一番高いんだろうと思ったら上がらなかったということで、骨に入るには、多分時間が必要なんじゃないかと思うんですね。口から入る分はなかったん

ですけれども、他の臓器から排出する分が血液の中に入って、骨に移るんじゃないかとも考えられるんですね。ですから後から上がったんですね。6カ月齢では脛が一番高くなっています。このことから骨に入るのはちょっと遅れてくるのではないかと、この研究でわかっていただけるかと思います。

参加者：甲状腺が6カ月で増えているということですが。

李：いい質問です。多少個体差が出てくると思うんです。高くなっているものもあります。1つには餌をあげるのが4頭同じ部屋で、個々の食べる量や食べるペースが同じではなかったり、体質の違いもあるのではないかと思います。調べるのも毎回1頭ずつしか落としてないので、その個体差かなとも思うんです。ただ、流れる的には大体下がってくるんですね。ただ甲状腺は個体差的に高くなっているんじゃないかと思われれます。

黒木：この値は4頭の平均なんですか。

李：違います、1頭ずつの値です。個々に毎回違うわけです。4頭で実験して、毎回落とすのは1頭だけでしたから、平均値ではないです。各回1頭ごとに解剖して調べた値です。全部並べると、1、2、3、4頭分になります。このように下がっていつているんですね。

黒木：わかりました。そうですね、1頭目はやめてすぐの値で、2頭目はやめて1カ月後、3頭目が3カ月後、4頭目が6カ月後。たまたまここは高かったんだろうと。

李：そうですね。ただ、これは前の豚にもありましたよね。1カ月前に死んだ豚と、1カ月後に死んだ豚の値が高かったりする、それは多分個体差かなとわれわれは思っております。

黒木：骨に行くのが遅いというのは、3頭すべてそうだったことからこれは個体差ではないと。

李：そうです。胸腺はなかなか取りづらかったです。胸腺というのは大きくなったら豚の体から退化してしまうんですね。それで記録が取れなかったりするんで、ここでは参考だけなんですけどね。脛と腿の骨なんですね。

- こちらは若い、育成という豚です。育成ですけれども、これには対照群を置きました。対照群を置いたのは、1つは、血液を見るためです。成長段階で血液成分はお互いに変わってくるんですね。ですから若い時と8カ月後だったら、血液成分は変わってきますので、そのためにこれは対照群を置いてやらせていただきました。これも大体同じ量ですけれども、体重は小さいのにこの同じ量を食べさせたんです。そうしたら濃度が、先ほど45ぐらいだったんですが、こちらは100以上にもなったりする。同じ量食べて、小さい体だったので濃度が高くなったんじゃないかをご理解いただけるかと思います。肝臓では45、50くらい。若い豚ではそれほど上がらなかったんですけれども、腎臓で高くて100を超えたというのがあります。
- 同様に骨のほうもストップ時点でも上がっているんですね。脛と腿の骨、両方上がって、長く続いているんです。8カ月齢になっても骨には残っているのが確認できますね。全部8カ月齢で確認されました。

参加者：対照群を置いたとおっしゃいましたが、リファレンスはどうなっていますでしょうか。

李：対照群は血液成分を見るためだったんです。

参加者：具体的に飼料は、放射線飼料を与えないという意味なんですか。

李：素晴らしい質問です。放射線飼料を与えないということです。汚染飼料というのは2011年に刈り取った餌で、非汚染飼料は汚染されていない牧草を刈り取ったものを刻んで与えました。

参加者：汚染飼料を与えないのが対照群ですね。対照群の個体数Nはいくつぐらいですか。

李：みんな1頭ずつです。豚をそんなに大量に飼育するためのお金がなかったためです。そのため、実際いまだに血液成分を測れていない部分もあるんですよ。それで、対照群は全部1頭ずつ。番号は個体番号です。ですから厳密に言えば、有意差検査ができないんですよ。

- ただ、放射線については有意差検査というよりも、投与しなければ数値が上がらないのは当たり前ということもわかりました。ただ、成長段階で牧草を与えるから対照群を置いてあるんですけども、牧草を入れないのであれば、実際対照群になる個体はいっぱいいるわけなんです。飼育している豚は対照群になれるわけです。しかし、ふだん飼育されてる豚たちは、この牧草を与えていないので、牧草を与えるということで対照群を参考のために置いたということです。

黒木：このグラフの中で対照群のバーは、入れていないんですね。

李：検出限界以下だったということで、入れていません。

- 先ほど繁殖の話がありましたけれども、東大の牧場へ来てから3カ月ぐらい経って、体調が落ち着いて、体重や状態がよくなった頃に繁殖を始めたんですね。この豚たちの繁殖によって、1つには子孫に与える影響を調べるため、そして正常な繁殖能力を持っているかどうかを調べるためです。体重が重くなりすぎてしまっただけからでは難しいということは、皆さん多分ご存じかと思います。重くなってしまったら、人が手助けしなければなかなかできなくなってしまいますから。

【血液の継続的分析からわかること】

おかげさまで、豚の繁殖はうまくいきまして、立派な豚が生まれてきました。ここでわかったことは、体重の変化についてです。図の線の1本1本はそれぞれ1頭の豚の体重変化です。16頭いましたので16本の線があります。毎月豚の体重を測ってその変化を見ます。一番困るのは体重が増えすぎて繁殖できなくなることですが、この体重だったら十分だろうということで、繁殖と体重の変化を見ていきました。

- マークがあるのは分娩した豚の意味ですが、ご覧のとおりほとんど体重に影響されずに分娩がうまくいったことが確認できました。結果的には救出豚16頭のうち、繁殖能力が回復したのは7頭で、9頭は繁殖できなくなりました。7頭が15回分娩して159頭の子豚が生まれました。1回分娩する豚もいれば、5回分娩する豚もありました。メス・オスの割合はほぼ半々です。
- この豚たちから、6頭のメス豚を残し、その豚からまた繁殖して子どもを作ってもらって、同じ豚が子孫に与える影響を調べました。6頭で10回分娩して104頭生まれ、メス・オスは半分ずつでした。連れてきた豚のうち繁殖的には7頭しか回復できなかったという結果ですが、子どもの6頭がまた分娩し、6頭のうちの4頭は生き残っています。先代の16頭は全部死

んでしまったんですね。

- 定期的に血液を取って、何がどのくらい変わっているかというのを分析しておりますが、実はわれわれスタッフは見られてなくて採血の間は天井を見ている。大体2日に1回採血して、分娩できない豚が何で分娩できないかを調べました。
- 結果です。ピンクのラインは女性ホルモンです。妊娠できる豚は太いラインでより上に行く。女性ホルモンが太いラインより上に行かなければ妊娠できていないという形になっています。ピンクラインの上にあるということは、正常な卵胞があるということです。女性ホルモンが上がっているところが、実際この豚はこの間には1個しか必要ないのに、3つもあるわけなんですね。3つ山があるというのは、この山の時、正常卵胞があるということになります。一方、青いラインは妊娠を維持するためのホルモンで、ピンクのラインが1回上がったなら青い線が上がってこなければならぬんですが、上がってこないから、ピンクが何度も上がり続けるんですよ。
- 青いラインのホルモンは、ある意味ピンクのほうを抑えているホルモンなんですね。もう正常に1回排卵しましたから、そろそろ妊娠してもいいですよと抑える役割をするんですけども、これがない限りはピンクのほうが増えてくるんですね。それが、この豚がずっと発情は見えるんですけども妊娠できなかった原因なんです。
- 1種の卵胞嚢腫または体に炎症が起きているんですね。でも炎症があるなら黄体を潰したホルモンが出てくるんですね。それならこれは上がらなかつたんじゃないかと思われま。
- また、別の豚ですが、ピンクの太線の上に全然出てこなくなっていますから、これは正常な卵胞がないということになるかと思えます。
- 別の豚の場合ですが、ピンクがきれいに上がって、青いほうも上がっている。今お話しした理論のとおりなら当然妊娠するところですが、上がったのはこの1回だけで、次からはなくなって妊娠できなくなってしまいました。ちょうどデータを取った時は状態がよかったんですけど、次から発情が来なくなりました。これらのデータの6頭は全部妊娠ができなかつた豚なんです。
- 次に示すデータの豚は全部妊娠できた豚です。ご覧のとおり、ピンクが1回上がったなら、青も1回上がる、青い線がこんな高く上がるんですね。これは抑えられるので妊娠が確立できるんですね。こちらのデータも同じです。こちらのデータの4頭は全部分娩、子豚ができた豚たちなんですね。このように血液中のホルモンのデータから卵巣が正常か、なぜ妊娠ができなかつたか大体結論がわかってきたかと思えます。
- また別のデータの豚は、さっきの例とは逆に、分娩してからまったく卵巣が動かなくなっています。一度ピンクが上がり、青が上がり1回分娩して、その後は上がってこない。卵巣が止まってしまったということで、その後は妊娠できなくなりました。後に、この豚は病死



資料画像を共有しながら理解を深めます

してしまうんですけども、その卵巣を取って調べてみたんです。そうしたら普通妊娠できる豚は写真のようにきれいな卵胞が見えるんですが、こちらの豚は卵巣が止まってる状態で見ただけが違います。このことは、われわれが血液を採って分析した結果と全く一致したわけです。

黒木：妊娠をするのには、この2つの種類のホルモンが大事で、さっきの図で言うと、ピンクのが上がってから青いラインが上がるのが通常。でも測ってみると、妊娠できない豚はそれがうまくいってなかった。正常じゃなかった。

李：少なくとも片方が正常じゃなかったということになるかと思います。

黒木：実際に卵巣を見てみても、卵胞が全く見られなかったということなんですね。

参加者：これは被ばくしたことの影響が出ているという解釈なんですか。

李：それについてはこれからお話ししたいと思います。

- これらの豚については、せっかく血液を採ったので、後に血液成分を分析してみました。これもまた1つすごく意外な結果になるかと思います。この全部のメスのリストです。上から順番に年齢順となっていて、救済した時の年齢順も書いてあります。黒いラインを引いていますがラインの上のほうが繁殖できた豚たち、下は繁殖できてない豚なんです。何できれいに割れるのか。実は年齢できれいに分かれてるんですよ。4.8と4.9、大した差じゃないんです。たまたまだと思うんですけども、上の豚は全部繁殖できて、下の豚は繁殖できていない。偶然もあるかもしれませんが、ある程度年齢の影響はあるんじゃないかと思われま。
- 4.9歳というのは繁殖できるリミテーション(限界)かと思ってしまうんですが、そうでもありません。5.1歳まで繁殖している豚も、7.3歳まで繁殖している豚もいるわけですから、普通に考えれば全部繁殖してもおかしくない年だったということがわかると思います。ではなぜこういう結果になったのか分析してみました。
- 血液成分をずっと調べてきましたから、ここでは白血球を見ていただければと思います。正常の豚、われわれの牧場の普通の豚の白血球の濃度、そして被ばくしたけれどもちゃんと繁殖できましたという豚の白血球の濃度、130と125ですから、大した有意差はなかったんです。でも、次が興味深いです。被ばくして繁殖できてない豚の白血球濃度は187まで上がっているんです。正常なこの豚では125。つまり、被ばくしたけれども正常な繁殖できた豚というのは白血球の濃度が低いんです。
- 統計分析の結果、ここで有意な差が出てきました。先ほど申し上げた繁殖できた豚たち、そしてできていない豚たちのうち、繁殖できていない豚たちは何らかの影響で白血球が上がっているということがわかっていただけるかと思うんですね。白血球が上がるというのは、大体炎症か何かで、体の中で何か異変があるということを示していますね。それで繁殖ができていない。しかし先ほど申し上げたとおり、炎症があれば黄体ができないはずなんです。それで何かの関連づけがでないかと、考えてみました。
- 白血球の3週間の変化を見ました。採血を追跡的にやってきたので見てみると、20日間の白血球の濃度は、繁殖できている豚たちでは変化はそれほどないんです。でも繁殖できてない豚

たちは白血球の変化が著しく激しくなっています。白血球の変化は、ご存じのとおり、免疫力と関係があるんですね。それでこういう結果につながったのかなと思います。

黒木：比べてみると、繁殖できてない豚の赤い線は、この上の繁殖できた豚の白血球の数とあまり変化がないように見えますけれども、やっぱり反動、変化が大きいというのも1つ要因かなということですか。

李：そうです、変化が大きいということは平均値を取ったら高くなってしまいうんですね。高いところは350を超えているんですけど、やはり平均値が高くなってくると思うんですね。もしこれが1回だけの検査でこういう低い状態の時期の時に取ってしまったら、平均値が多分低くなると思うんです。毎日取っているからこういう結果がわかってきたんだと思うんですね。ですからこの豚もまったく同じですね。毎日取ってるから、平均を取ったら、高い値が出てきたというのが結論的にわかっていただけるかと思いますね。

参加者：1つ前のデータで、赤血球と血小板の数値がありました。

李：赤血球は、正常値は780ですけども、ここは651で、ここも多少有意差はあるんです。

参加者：赤血球は有意差があるんですね。血小板は有意差がない。

李：赤血球は有意差があります。でもわれわれの問題提起では繁殖できない原因を調べてたので、これではちょっと難しいかなと思って。

参加者：白血球の変化というのは何から来てるんですか。

李：これは広島大学の先生のデータですけども、リンパ球は、ふつう放射線を浴びたら下がってくるんです。骨髄の影響があった時には下がるんですけども、次のデータにもあるように、リンパ球が一度減少しますよね。下がったら、病気にかかりやすいですよ。病気にかかったら、体が反応して白血球をいっぱいつくりますよね。だから、リンパ球が下がったところにいるいろんな病原体が入ってきて、炎症が起きて白血球が上がったんじゃないかと、われわれは思ってるんですね。

- 実際、病死した豚を解剖してみたら、体の中がすごく病気になってしまっていたのがわかっています。それは放射線ばかりとは言い切れません。福島から牧場まで運ばれてくる段階とか、環境が変わっていろんなストレスが溜まってきたこととか、いろんな原因があると思うんですけども、とにかくリンパ球下がったことによっていろんな病気が出て、その影響で白血球が今度は上がってくるのではないかと思うんですね。解剖した時にとにかく炎症が多かったのはやっぱり結果的にはつながってると思うんです。

【続きはホームページで】http://www.frc.a.u-tokyo.ac.jp/information/news/171121_report.html

第31回サイエンスカフェ

「聞いてみよう！——食べて安全？植物がつくる化学物質——」

2017年12月12日(火)食の安全研究センター第31回サイエンスカフェ「聞いてみよう！——食べて安全？植物がつくる化学物質——」が開催されました。東京大学大学院農学生命科学研究科 応用生命化学専攻教授 浅見忠男さんの話題提供で、植物が自らを守るためにつくりだす様々な化学物質、食材として日々口にしている私たちが気づかずに摂取しているそうした物質は果たして安全なのか、科学的見地からデータをもとに紹介していただき、改めて安全・安心な食べ方等について語り合いました。



話題提供者の浅見さん

※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

【安心？ それとも安全？】

「食べて安心？植物がつくる化学物質」ということなのですが、本当に安心なんだろうかということ、サイエンスカフェですので、ちょっと科学的に、まずは「安心って何？」というところから入ってみたい。

- 植物は、光合成で絶えず取り込んで、いっぱい化学物質をつくるんですね。デンプンから何から。人間とは違って本当にいろんな化合物をつくります。その中には時々毒性のあるものもあります。今日はそういうものを食べて安心なのか、特に皆さんが普段食べているものを対象にして、話題提供をしていきたい。
- 植物の一生に関わる植物ホルモンは物質で、オーキシシン、ジベレリンなど、聞いたことあるかもしれません。その中には実は日本人が見つけた植物ホルモンがいっぱいあるんですね。赤い字で書いてあるのが日本人が初めて植物ホルモンだと発見したもので、うちの研究室の出身者とか先輩が見つけたものです。私も新しいホルモンを見つけようと思って、植物ホルモンの研究を一生懸命やっております。
- これらの植物ホルモンは、皆さんが食べている野菜にみんな入ってるんです。中には発がん性なんて言われたものもあるんですけど。そういうのも、順を追ってお話しします。さて化合物嫌いな方のために、植物ホルモン擬人化サイトを紹介します。うちの研究室とは縁もゆかりもないんですけど。なぜかアブシシン酸、オーキシシンさんとか、みんな女の子になっていて、オーキシシンは中心的な役割をしているというので、オーキシシンさんがクラス委員長なんですね。サイトの中には漫画もありますので、興味があったら植物ホルモン擬人化サイト

に行っていただくと植物ホルモンに親しみが持てるかもしれません。

- 今回もこれだけお集まりなので心配されているのかなと思いますが、食事に含まれる植物がつくる化学物質です。まず、「化学物質」という言い方がちょっと怖そうですが、食べても安心だという人いますか。逆に含まれる植物がつくる化学物質を食べるのは不安だという人は。不安な人は、1人ですか。他の人は、もうみんな安心して食べているんですね。
- 科学では安全という言葉を使わないといけない。安心と混同しないように。そして安全というのは科学的に評価できるものなんですね。安心という場合は、本当は安全じゃないかもしれないという可能性もあるわけです。実は安心ということのほうが人間生活する上で非常に重要です。安心は安全という知識の上に多分乗っていると思うんですね。

【安全性と危険性は裏返し。高いか低いかを考える】

化学物質についても、安全の上に安心があるわけですが、逆に言うと、安全じゃないのに安心と思っていることもいっぱいあるんです。だからこそ、ここで科学的な考え方をしようということです。ここで「リスク」について考えましょう。近頃よく使う言葉です。

- 一般的にリスクというのは、これが危ないっていう意味じゃないんですね。温度のようなもので、熱いと冷たい、ちょうど人間にとっていい温度がありますけども、冷た過ぎても、熱過ぎてもまずい。リスクは低ければ低いほどいいですけど、リスクという言葉の意味は危険性ですから、低いほうがいい。反対は危険性が高い、となる。
- 逆に、安全性という言葉はどうか。安全のような気がしますが、やはり安全性も高いか低いかなですね。安全性が低いということはリスクが高い。安全性が高いということはリスクが低い。だから「リスクがある」というのは危ないという意味ではなくて、その危険度、その可能性について考える、そういう安全・危険の程度の具合を考える物差しみたいなものです。リスクがある、安全性があるではなく、高いか低いかでであると。今日はリスクという言葉がよく出てきますが、だからといって、リスク＝怖いというふうには思わないでください。

関崎：なるほど。安全性と危険性は裏返しのものだと。

浅見：熱い、冷たいと同じような関係にあるわけです。さて、「食べて安全か」について今日は簡単にご紹介します。多くの要素を持ち出すと複雑になるんで、主に急性毒性、食べて、「うう、苦しい」などと映画などで、ばったり死んだりしますけれども、食べて毒か、そうでないかについて、そして、後半に発がん性にも少し触れたいと思います。

- 毒性学というのは、動物または植物に由来する天然毒、医薬品、農薬などの人工的化合物や放射線などの有害性について研究することです。放射線は今日はおきませんが、中でも、天然毒、医薬品、農薬などについて、安心か、不安かではない、安全性について科学的に考えてみましょう。
- 安全性を科学的に考えるには、リスクの大きさを算定する必要があります。先ほど、リスクは高い、低いで考える、と言いました。化学物質、化合物が持つ毒性、急性毒性については、曝露量、摂取量、つまり取った量を掛け算した値の大小で表します。正式に言うと掛け算で

もないんですが、端的な数字で表すと曝露量、摂取量を考えるということですよ。

- 例えばフグが持つテトロドトキシン。これは猛毒です。青酸カリの1000倍ぐらい強い毒です。そこに、フグなんて食べたくないという人がいて、食べなかったとすると、テトロドトキシンの曝露の機会がない。フグの持つテトロドトキシンは毒性という意味では高い、リスクではなく毒性は強いですね。でも、曝露の機会はない。そうするとテトロドトキシンの中毒のリスクについては、食べなきゃ死なない、毒も体に入らない、リスクは低いと言えます。単純化して話していますが、こういう考え方ができます。これが先ほど言った曝露量との関係ですね。毒性というのは、テトロドトキシンならテトロドトキシンを取る量によって、ものすごく少ない量だったら全然問題ないということかもしれない。

関崎：薄めて、薄めて、薄めて薄めれば大丈夫かもしれないと。

浅見：これがリスクを測るということですよ。では、もうこれで食べて安全でしょうか。実は、植物の化学物質も、安全とも危険とも言えるわけです。なぜなら、魚がつくるフグの毒も安全とも危険とも言えるわけですから。要するに体の中に入れる量の問題なんですよ。

- 量が問題であるならば、安全を確保する情報について、正確な知識を持っていただかないといけない。フグの毒だとすごく強いから、怖い、怖いと意識する。でも、毒性が弱いものだとだんだんグレーゾーンになってくる。世の中そういう物質が実は植物中にも山ほどあります。だから、正確な情報を持つことが重要なんです。

【毒性はどうやって決めるの？】

急性毒性ということですが、では誰が毒や毒性を決めるのか。化学物質の毒性は、毒性試験で決めます。人体実験を行うことはできません。本当は動物試験も反対者はいっぱいいますけれども、実質はマウスとかラットを使ってやることが多いです。実験動物を用いて、ある数字まで増やすと、あ、ネズミ死んじゃった、というような試験になります。

関崎：その急性毒性っていうのは、死んじゃう量ということなの。

浅見：なかなか実際は死んじゃうまではあげないですよ。図で説明します。縦軸と横軸、死亡率と薬の量です。薬の量が、だんだん増えていくと、途中までは大丈夫ですけど、途中あるところから死ぬものが現れた。普通は角度とか形は違うんですけども、量に比例して危険度は高くなる。さっきの「リスクが高くなる」と、同じですね。

- ここは覚えてください。投与した動物の半数が死亡する薬量LD50 (Lethal Dose, 50% = 半数致死量) です。mg/kg。mgはgの1000分の1の単位です。1mg、目に見えます。皆さん、毒物、劇物とか聞いたことがあるかもしれないですけど、これには定義があります。毒物の定義は50 mg/kg以下の物質と。体重60kgの人が食べると3g。1kg当たりですから、例えばマウスとかは体重が150gぐらいですからね。

関崎：これは半分が死ぬ量ですから、数字が少ないほど少量で死んじゃうということですよ。

浅見：そうです。ちょっと食べただけで死んじゃいます。劇物は300 mg/kg。なんか怖そう

ですね。このようにして、量が決まっています。今はこれは法律で決まっているんですね。

関崎：これより多い値のものは、普通のものということ。劇でも毒でもない。

浅見：はい。ただし、医薬品とか農薬とか、人工の添加物では、ですね。

関崎：つまり、このLD50で測れないものもあるんですか。

浅見：他の規制がかかっているものがあります。LD50がこれより小さくても。

関崎：このLD50は基本なんですね。

浅見：そうです。これより小さくても、いろいろ規制はかかっている、特に人工の化合物はすごく規制が厳しい。一方、天然物だと同じような数字でも全然OKみたいな感じ。それで、気にせずどんどん食べている。毒も食べているかもしれない。

浅見：医薬、農薬、食品添加物、この辺以下の小さい数字でも、皆さんすごく心配されますけど、不思議と植物に含まれていると、全く気にされませんよね。私、コーラも飲んでいますが、そこにもこの辺の化合物がいっぱい入っています。

- 資料に書いてあるのは、まず代表的物質の急性毒性。これも先ほどお話しした半分が死んでしまう量です。小さければ小さいほど危ない。例えばフグ毒、青酸カリ。

関崎：随分差がありますね。

浅見：これは、もう1000倍違う。だから、フグの毒がいかに強いかわかると思います。青酸カリは10mgですから、60倍して体重60kgの人になると600mgです。1gない量で半分の人死んでしまう。この数字は試験によって、ちょっとばらつきがありますが、桁はあまり変わらないと思ってください。大体この辺がよく使われる殺虫剤です。これは普通物なんですけども、MEP有機リン系殺虫剤、330mg、まあ、毒なのかな。

関崎：有機リン系殺虫剤っていうのは、いかにも毒っぽい感じがしますね。

浅見：毒入り餃子の事件がありましたけど、あの農薬は有機リン系殺虫剤でした。しかも、もう今や中国でも使わない、日本ではもう規制されている農薬だったんです。毒性がさらに強い。10倍までは行かないですが、数字的には数倍しか変わらない。このことは逆に心配になるかもしれないですが、あとで大丈夫なんですよという説明をします。しかし、あの事件のように意図的に入れちゃうのは想定外なので、かなり危ないです。

- アレスリンは、噴霧式のシューッとまくスプレー殺虫剤に入っています。これには、2つの成分が混じっています。これも880mg。スプレーの缶の中にはガスと一緒に有機溶剤が入っているんですけど、そこに0.5%ぐらい入っています。だから、500ccの0.5%、2.5gぐらいですか。そんなものがいっぱい入っていて、ちょっと心配になりますね。

関崎：でも、全部使っちゃうぐらいじゃないとここまで行かないですよ。

浅見：シューッとやるのは数10mgぐらいですから大丈夫ですけどね。次にあるのは、アスピリン。これは、皆さん、パクッと飲んでますよね。頭が痛いときに飲む頭痛薬です。アスピリンは1,000mg/kg、アレスリン等といい勝負ですね。有機リン系殺虫剤のたかだか3倍じゃないですか。皆さん、これ多分何の疑問も持たずに飲まれています。

関崎：頭痛のときは飲まないよね。

浅見：でも、逆に命を縮めてるかもしれません。

関崎：だから用法、用量を守ってと言うんですね。

浅見：そういうことです。仮にバファリンを1瓶飲むとかなりまずいことになると思います。でも、農薬、医薬等には規制があるんですね。青酸カリもそうです。それで人が亡くなったりすると、すごい新聞沙汰になったりしますよね。フグ毒も調理師免許を持っていないといけないというふうに、ちゃんと規制されています。

- 規制がないもの、われわれがよく食べているものについてはどうか。ビタミンAなんてアスピリンなどと比べるとちょっと値は大きめですけど、でも、殺虫剤成分のフタルスリンと同じ程度です。それからアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム。これは家庭用中性洗剤。例えば家庭用洗剤をコップ1杯、ごくごくごくって飲むと、もうお亡くなりになります。

関崎：具合悪くなるどころじゃなく、お亡くなりぐらいまで行っちゃいますね。

浅見：体重60kgの人に換算すると120gが半数致死量です。コップ半分ぐらいですね。

- 食塩はどうか。今の2つとあまり変わりませんね。60kgの人なら180gまあ、そこまで摂取することもなかなかないと思いますが。砂糖、これはかなりきつい。30gかける60だと1.8kg。

関崎：1.8kgの砂糖というのはちょっと無理ですね。

浅見：アルコール、7,000mg。ビールは約5%ですからコップ2杯飲むと400ccで、20g入ります。全然皆さん気にしないですよ。ところが、さっき言った殺虫剤では2.5g、ビールのほうは皆さん喜んで飲んでいる。殺虫剤のほうはちょっとのことで大騒ぎするのにね。私はこれが毒性がさほどないと知っているのでシューっとまいています。妻はすごく嫌がりますが、安全ですといつも言っています。むしろ酒を控えたほうがいいかもしれない。

- 私ね、別に酒嫌いじゃないですけど、結構いつも憎んでいるかのような言い方をします。酒はいいことは1つもない。酒は発がん性もある。毒性も高い、酔っ払い運転は危険だし、中毒性もある、何もいいことはないです。これが今発明されところだったら、国は、こんな飲み物絶対許可してませんよ。ただ単に伝統的に飲んでいる。そういう側面が強いですね。伝統的に消費者が良しとすると、毒でもいってことになっているんです。

【規制がなければ安全なのか】

ここまででちょっと毒のイメージが湧いてきたかもしれません。では、規制のないものは安全でしょうか。例えばさっき言った、砂糖1kgとか。水10～20L、こんなに飲めないですよ。でも、アメリカ人はよくバケツ1杯のアイスクリーム食べちゃうという人もいますが、かなり危ないんじゃないかと思います。さっき塩なら180gと言いましたが、どうですかね。

- これを、もう少し分かりやすいように換算してみました。殺虫剤がよく使われるのは、リン系の殺虫剤。それは、分解しやすいからなんですけども。分解するとリン酸になっちゃうんです。

関崎：リン酸はまったく大丈夫なんですね。

浅見：かえって肥料になるぐらいで、25m四方のレタス畑で全部のレタスにかかったとして、これをそのまま全部食べたとしたらその量というのが半分死ぬ量。けれども市場に出てくる時は、サーッと分解して出てきます。洗ったりすると、ほとんど気にすることはない。

- 一方しょうゆコップ6杯。しょうゆに換算したお塩の量ですね。ウイスキー1.5本、これはありそうですね。学生が急性アルコール中毒とか。これらも半分致死量です。
- また、毒は嫌だと言いながら、誰でも毎日空気中の一酸化炭素を吸ってます。あと、水銀も空気中にはいっぱいあって、ふわふわ飛んでいます。でも一酸化炭素は致死量は1,500ppmぐらい出ても全然余裕があるんで、もちろんOKなんですけども。もし空気中で濃度が高かったら人間は生きていないと思います。
- 毒のイメージとして、昔から言われているような、しょうゆ一升瓶飲むと死ぬよとか、学生の急性アルコール中毒、一気飲みしたら死んじゃう等の話も、納得できる数字かなと思います。ここまで一通りご紹介したようなことが、現在の毒性の基準です。今までみんなが安全と思ってたものとか、安全でないと思ってたものもひっくり返して、特に急性経口毒性については、基準としてはこのようにして決められています。
- ここで植物のほうを見てみましょう。割と有名なほうから、これはウメ。若いうちは青酸が入ってて苦い。青いウメです。危ないんじゃないかというのは有名ですね。これは梅干しにしちゃえば安心ですよ。じゃあ、実際何がいけないのか。実はこういうC≡Nが付いた物質、これC≡Nが青酸カリとかシアン化物で危ないですね。これは、酵素でC≡Nが出てくるんですね。

関崎：青酸カリにも同じものがあるんですね。

浅見：そう。青酸カリ、シアン化カリウム (KCN) っていうのは同じ成分。ですがLD50では、405mg/kg、大人300個、子どもで100個ぐらい青いウメのまま食べちゃうとちょっとまずいんじゃないかと。300個をかりかり。でも、世の中そういうことをやる人はいるんですよ。

関崎：聞いたことがあります。戦後すぐの頃で食べる物がなかった時に子どもが木になっている青ウメの実を取ってきて、かりかりと半日くらい食べて具合悪くなったというような話。

浅見：だから、皆さんこの辺はそんなに気を付ける必要もないかなと。

関崎：そこまでふつう食べないですから。じゃあ、1個とか2個なら食べてもいいわけですね。

浅見：やめたほうがいいのかも。まあ、うちの子も食べちゃったけど、そんなに何もなかったです。大騒ぎしなくても、一口食べたぐらいだったら全然平気。おいしくないと思いますし。

【ジャガイモに含まれる有毒成分とは】

過去50年間のわが国の高等植物による食中毒事例の傾向です。患者数918、幸い死亡者はいないんですけど。ジャガイモ、これは有名ですね。時々新聞に載ります。私も毒性の面から言ったらジャガイモは禁止食品にすべきだと常々言っているんですけども。実は安心なんです。ジャガイモの中毒原因物質っていうのは、構造がちょっと長いのが特徴の、有名なソラニンですね。一般的にはグリコアルカロイドと言われているものです。トマトに含まれているトマチン、こ

れもグリコアルカロイド。大体どのぐらいかという、ここでの数字は中毒量で、LD50とはちょっと違うんですけども、成人で2.8mg/kgで、マウスの経口だと500mg/kgで、まあ、どうということはない。ただ、ウメと違ってジャガイモのほうが食べやすい。

・ジャガイモの毒は皮にかなり局在、偏在してしまう特徴があります。そして芽。特に芽になると余計また増えます。これは大体1~3mg/kg、人間が60kgだと180mgで症状が出る。60掛ける360mgで死亡する可能性あり。実際の量は、100g未満のジャガイモ、100g以上のジャガイモ、そして平均で示されていますが、メークインには50mg/kg含まれています。

関崎：さっきまでのものからすると、随分数字が小さいですね。危ないですね。

浅見：危ないんです。換算すると、体重60kgの人が180mg摂取すると危ない。さっきの症状が出る可能性のところで言ってますが。メークインだとちょっと気持ち悪いなど。メークインは男爵よりもちょっと多いですね。あ、資料のジャガイモ400gというのは計算間違っていますね。皮ごと食べた場合は、3kgです。ジャガイモ30個。もし皮だけむいて、私は料理名人だから無駄なく食べようと言って皮だけ食べさせると、30個の皮だけの量は大きなことないですから食べられちゃう。ソラニンの量はずっと危ないことになります。皮付きのまま調理したりすることもあります。ただ3kgということからすれば、普通はいっぱい食べても1kgぐらいですから。ただ、ジャガイモの皮が好きな人は影響あるかもしれない。

参加者：その毒性は、料理しても変わらないんですか。

浅見：基本的には変わらないですね。ただ、酢酸、お酢と一緒にぐつぐつ煮たりすると、この辺の構造が切れるかもしれません。

関崎：酸っぱいスープでぐつぐつ煮れば分解すると。普通の中性のもの、普通に考えられる調理だったら、まだ毒は残ったままだと。すると、芽のところなどは……。

浅見：これは芽が出てるっていうことを想定していない数字なので、芽を出すともっと危険になります。皮ごとホイルにくるんで焼いて、バターを乗せて食べるのも皮は食べないもんね。

関崎：皮は残したほうがいいですね。

浅見：1個くらいは大丈夫ですよ。リスクという言葉、あれは高いか低い。掛け算ですから。

関崎：皮付いたまま切って油で揚げて食べる、あれも皮を、こう削いで食べればいい。



今回のファシリテーターは関崎さん

浅見：日常食べる量なら大丈夫。でも、他の化学物質と比べると、そういう天然物はいかに甘やかされて育ってるかって、ぬくぬくしてるかっていうのが、後で出てきます。これは去年のもの。ジャガイモの食中毒、9割は学校菜園です。ジャガイモを植えて、だんだん育ってくると土から露出してイモが光を浴びてしまいます。日光に当たってしまった緑色のジャガイモのほうが毒が強いですね。だから、ちゃんとしっかり土を

かぶせましようというのが、小学校や家庭菜園の人に向けたこの案内ですね。

関崎：緑色だったら、本当に剥いちゃわないと危ない。

浅見：危ないと思います。というのは、これは毎年こんだけ騒がれてるほど多いから。

【ギンナン、トリカブト、スイセン】

ギンナンにも毒が含まれています。ギンコトキシソルなんて書いてありますが、毒だ毒だって言われていますけど、さっきのウメと同じぐらいで、まあ、そんなに毒ではないと。割と季節ものだし、茶わん蒸しに1個入ってるくらいならいいけど、でも、30個とか食べると、どうでしょう。

関崎：これだけつまみにしてぼりぼり食べちゃったりすると。

浅見：人によって感受性とか違いますけど、何十個とか食べると中毒症状を出す人はいると思いますね。でも、普通に食べている分には大丈夫です。

- あと、こんなもん食べる人はいませんよね、トリカブト。この毒は有名です。栽培してるだけでまずいです。いくつも見ても、植物はやっぱり結構毒つくるんだなというのがわかりますね。トリカブトみたいにめったに見ないものから、イチヨウ、ウメ、そして、そこまで食べないよなっていうものからジャガイモみたいなものまである。ちょっと危ないなと。
- 次のものは、2016年人が亡くなっちゃったんですよね。これも栽培を中止したほうがいいんじゃないかって、訴えたほうがいいんじゃない？

関崎：毎年春先に起こりますよね。

浅見：スイセンの葉、ニラの葉。2つはよく似てる。うちにも両方生えてるんですけど。

関崎：よく見れば違いますよね。

浅見：においも全然違うし、ニラのほうが細いです。でも、結構間違えてしまうんですね。2017年のニュースもあります。豊野高等専修学校でニラとスイセンを間違えて食べて、気持ち悪くなっちゃったと、調理実習で。気をつけようということですが、実はニラも結構毒が入ってるんですけども。

関崎：ニラもあるんですね。毒のない植物はあるんですかって逆に聞きたくなるぐらい。

浅見：というか、ほとんどは毒なんですけど、その中でも毒性の低いものを選んで野菜にして食べてると言ったほうがいいと思います。特に庭に咲いている花とかは、ほとんどが毒を含んでいて、だから、彩でちょっと食べるのはいいんですが。

関崎：じゃあ、そういう庭の花とか葉とかをうかつにムシャムシャ食べちゃいけないですね。

菊の花を食べたりとかあるじゃないですか。

浅見：菊の花も何十個も食べないほうがいいと思います。花びらとか葉とか。彩や風味で、ちょっと食べるぐらいはいいと思いますけど。

- この縦長の化合物なんですけども。これは去年男性が亡くなりました。スイセンに含まれているのはガラントミンという化合物なんです。マウスでLD50が25mg/kg。ずいぶん低いです。

もう毒物指定の域です。殺虫剤と同じで猛毒で、先ほどもう使用が禁止になったジクロルボスと言いましたが、それと同じ作用です。ジクロルボスはこれは劇物指定なんですけども。だから、世の中からスイセン全部引っこ抜いたほうがいいんじゃないかと思うんですけど。そうすると、ほかのいろんな植物も植えられなくなりますもんね。

- 知識とか情報が必要ですよと言ったのは、こんなふうにスイセンみたいなものを食べないでください、こういう毒が入ってますといったことなんです。ただし、さっき計算してみたんですけど、この男性はスイセンをどう見ても1kg以上は食べてますね。鍋だからひたひたになるので食べれちゃうんですね。含まれている含量からすると、そんなに多くはないんです。例えばスイセン1本や2本食べても大変だなんていうことはないんですけども。

関崎：じゃあ、間違っちゃってちょっと食べたとしても、ちょっとならば慌てなくてよいと。

浅見：ウメもギンナンもスイセンもそうです。トリカブトはちょっと違うかもしれないけど。

浅見：これは対処療法の薬もありますから、まあ、大丈夫。ヒガンバナは食べないですけど、ヒガンバナにも同じようなものがあってよく言われるように、やはり毒が含まれています。

- 厚生労働省のホームページに行くと、いろんな毒のある食べてはいけない植物等をたくさん掲載した一覧表もあります。毒があるのは知っていましたが、私も今回勉強して初めてこういうページがあるのを知りました。もし、食べていいのか分かんなかったら、食べなければいいんですけど、分かんないんだけどどうしても食べたいっていう場合は、こういうサイトを見て、ちゃんと調べたほうが良いと思います。

【さらに身近なタマネギ、ヒジキ、ダイズ、カツオ節……】

大部分の方にとって、ウメとかイチョウとかは特別な話でしょう。都会では見掛けるものもありますけど、トリカブトとか間違えたりしないし、注意していれば大丈夫だと皆さんお考えかと思えます。でも、さっきジャガイモの例を挙げました。ジャガイモが出るということは、まだ何か隠し玉を持っているんじゃないか。他のよく口にする植物にも毒が含まれるんじゃないかとお思いでしょう。そのとおり。おおよそ皆さんが口にされるレタス、キャベツなど、正直言うとみんな毒だらけなんです。まあ、それは量がかなり少ないからいいんですけど。

- では、もうちょっと身近な毒についてお話しします。有名な、猫とタマネギの話です。毒は実験動物を使って毒性を測っていますと言いました。皆さん、猫にタマネギを食べさせるなっ言いますよね。猫が死んじゃうよとか、血出しちゃう、血尿出しちゃうよと。大体これ、60～100g、大さじ4杯ぐらいの量です。生は食べないから炒める。炒めちゃうと猫も食べちゃう可能性があります。すると、猫は死んじゃいます。
- 人間も、タマネギを食べて血液さらさらと言いますが、さらさらが行き過ぎると赤血球壊れちゃうんですね。大きなボールで、タマネギを、うまい、うまいなんと言って1杯も2杯も食べちゃうと、まずおしっこが赤くなります。さらさらが過ぎて溶けちゃうんです。催涙性もありますよね。動物が好きで、猫が好き、猫が危ないというのに、なんで皆さんタマネ

ギ食べるんでしょう。

関崎：切っている時に、ぼろぼろ涙が出ます。

浅見：明らかに毒じゃないですか、タマネギ。猫に食わしちゃいけない。やっぱりジャガイモもタマネギも規制すべきじゃないかと。

関崎：するとカレーが作れなくなりますね。

- タマネギについて、これは書いている方の本から持ってきたのですが、「天然食品は安全なのか？」と。タマネギの毒性というものを動物試験でLD50などを出しています。食品添加物や農薬と同じ基準に当てはめると、カレー1皿に許容される量は0.016g。皆さん、もし農薬がこれだけの量入っていたら、大騒ぎですよ。でも、それどころか、実際はこの1,000倍ぐらいのものをタマネギで食べているんですよ。0.016gは、みじん切りにしたひとかけより少ないじゃないですか。催涙性もある。サラダで、0.008g、炒めるとちょっと少なくなるってことですかね。
- ここにジャガイモがあります。ジャガイモの毒性が、もし残留農薬だったなら、基準値以上で全て回収です。でも、ソラニンが含まれているから回収したジャガイモって聞いたことないですね。また、イギリスではヒジキは危険物です。ヒ素が結構入っています。これについては、日本の食品安全委員会でも明解に答えを出していないですね。みんな食べてるんだからしようがないじゃないって。今まで食べてるから大丈夫と。でもイギリスでは危険物です。
- 最近テレビでやってました、和食が広がってるフランスでもカツオ節は輸出できません。発がん物質のベンツピレンが入っているので、フランスは輸入を許してくれません。だからカツオ節をフランスで作ろうという動きがあるぐらいですね。また、大豆、イソフラボンを環境ホルモンだとして疑問視する国は多いです。

【コーヒー、タバコ、お酒も毒？】

どうも植物にもいっぱい毒があるなど、お分かりいただけたかと思います。では、皆さんの身近にあるカフェイン。これは、コーヒーの成分ですね。エナジードリンクを飲み過ぎて亡くなった人がいたとニュースで聞いたことがありますが、カフェインのLD50は200mg/kgです。殺虫剤より小さいですよ。だから亡くなっちゃう人がいるんでしょうか。あと、カプサイシン、唐辛子大好きな人いますね。これはもう毒物に近い劇物ですね。

関崎：猛毒じゃないですか。

浅見：はい。あと、これは食べる人いないと思いますけどタバコのニコチン。これはかなりの神経毒です。神経の受容体に、ポコッとくっついてしまう。赤ちゃんだと数本分の煙草の水溶液で死んじゃうんです。だから、よく空き缶に水入れて灰皿にしてタバコの吸い殻を入れたりしますが、あれは赤ちゃんが飲むと死んじゃいます。危ないんです。そういう意味で、身の回りで一番あるということでは、ニコチン、カフェインが代表かもしれません。

- アドレナリン、これは体の中でもつくっていますが、経口最少致死量は30mg/kg。人間の体でつくっているものも毒なのかと思われるでしょう。この量は体外から与えた場合の数字で

すけども。

- では、カフェイン、これはどのくらい摂取してもいいイメージなんでしょうか。

関崎：150杯ですか。

浅見：コーヒー150杯。こんなには飲みませんよね。ただし、これは半数致死量です。国は規制はしてないですけど大体コーヒーは4～5杯にしてくださいと言っています。それ以上は影響が出ますと。妊婦の人は2～3杯にしてくださいと、

厚生労働省のホームページにはしっかりと書いてあります。知っていましたか。今日はサイエンスカフェでコーヒーをどうぞと言っていますが、私は嫌です。(笑)コーラを飲んだんですけど、コーラにも5分の1ぐらいカフェインが入ってます。

- カプサイシン。これはちょっと心配かなって思うんですけども、大丈夫です。半分致死量は12kgですから。一度にそれだけは食べないし、その前に辛さの刺激で死んじゃうかもしれない。この12kgはさっき出たLD50の数字を具体化したものですね。

参加者：「一度に」という言葉が出ました。年間どれだけという計算もされてるんでしょうか。

浅見：ADI(acceptable daily intake = 1日当たりの許容摂取量)というのが、今度は一生涯食べ続けた量ということなので、年間どれだけにもなりますが、みんなが普段飲んでいるものを、ADIでカフェインを決めることはわざわざしないんですね。ADIを決めちゃうと1日飲んでいいコーヒーって0.1杯ぐらいになっちゃうんです。

関崎：ADIは、それだけの量を一生飲み続けても大丈夫という理論ですよ。

浅見：一生涯飲み続けて全く何の影響も出ない数字。だって、3～4杯飲んだら影響出るって言うてるのに、ADIは一生涯だからもっと小さくなるはずなんですけど。コーヒー業界が怒るじゃないですか。皆さんだって反対する。危険を冒してでもコーヒーを飲みたいって言うに決まっているんですから。会場の皆さんもこの話を聞いた後もコーヒー飲み続けますよね。ADIを取るにもお金がかかります。だからコーヒーみたいなものについては、わざわざ取らないんです。その代わりに、新たに登録するような農薬とか医薬とか食品添加物に関しては、必ず取るようにしているわけです。

関崎：昔から習慣的に食べたり飲んだりしてるものは、そのような扱いなんですね。

浅見：化学物質という点では何の変わりもないんだけど、扱いでは大きな違いがあります。しかし、科学的に見ると同じ毒なんですよ。

関崎：変な感じがしますね。

浅見：そうなんです。昔から食べているんだからとか言って。とはいっても、日本人がジャガイモ食べ出したのはつい最近ですし、コーヒーもつい最近です。

関崎：コロンブスがいなければ食べられなかったのに。



身近な食品の「毒性」の話に熱い注目が

浅見：カフェインに関してはお茶にも含まれます。お茶のカフェインはコーヒーの3分の1ぐらいです。だから、昔から食べているとも言えますが、通常そういうものはADIを決めません。

参加者：それぞれ単品として毒性のお話を伺いましたが、例えば複合的に相互作用して毒性が上がることはないのでしょうか。例えば、お酒を飲みながらギンナンをつまんで、フライドポテトを食べるとか、普通の生活では複合的に摂ることになると思いますけど。

浅見：そういうのはADIを取るのには難しく、基本的には単品で測られます。経験的にこれとこれを合わせたら卒倒したことがあるとか、そういう事例がない限りは食べ合わせしちゃうと思うんです。毎日普通に食べているものについて、ネズミを一生飼いつけて、いろんな濃度で測定するというのは、誰も得しない。例えばソラニンとかコーヒーとかで測っても、誰も喜びようがない。基本的にはやりません。ただし、誰か深刻な影響が出たという事例があって、国が危ないと思ったときはやるかもしれません。

関崎：でも、今日の浅見さんの話を聞いたら、連想しながら食べたり飲んだりしちゃいますね。これも入ってる、あれも入ってるって。

参加者：毎日複合毒の生活してるような気がしますけど。

浅見：本当は実際よりはもっと少なく、減らして食べたほうがいいのかも说不定です。

参加者：減らしてですか。

浅見：増やしていいことはないと思います。複合的な作用を気にするんでしたら。

- さっきからお酒の悪口を言っているんですけど、多分これを見てもお酒をやめる人はいないと思うんです。アルコール飲料は急性毒性のほうがデータが多いんで急性毒性で説明しましたが、発がん性の物質もいろいろあります。

【続きはホームページで】http://www.frc.a.u-tokyo.ac.jp/information/news/171212_report.html

第32回サイエンスカフェ

「聞いてみよう！福島県産農産物のいま～現状と課題～」

開催報告

2018年1月16日(火)食の安全研究センター第32回サイエンスカフェ「聞いてみよう！福島県産農産物のいま～現状と課題～」が開催されました。東京大学大学院農学生命科学研究科附属アイソトープ農学教育研究施設 准教授 二瓶直登さんより、東日本大震災から7年を経ようとする福島県の農業や農林水産物の現状と今後の課題について、研究での取り組みも交えながら話題提供し、私たちが忘れてはいけない生産者や帰還者の方たちの視点、消費者の立場からの考え方等について、活発な質疑応答と有意義な意見交換が進められました。



話題提供者の二瓶さん

※以下、記載がないがいない場合の発言は二瓶氏のもの

※質疑応答は一部抜粋

【震災後、そして今】

福島県いわき出身の私は県職員として15年務め、その間に社会人ドクターとして本学で有機農業の有益性等についての研究に携わり、その中で栄養分が植物にどう入っていくかをアイソトープを使ってトレースする実験等を行い、その研究で学位を取得しました。震災のあった2011年6月から県庁に異動し、福島県として県産農産物の安全性を確認するモニタリング検査の取りまとめや米の全量全袋検査システムの立ち上げに携わってきました。

- 今日のテーマでは、どうしても放射能についての単位が関わってきますので、始めにおさらいします。ベクレル (Bq) は物理量です。重さのkgと同様に、10kgのものはどこにあっても同じ10kgの量があるわけです。1秒間にその放射性物質が壊れて放射線が出る数です。その量が多ければ濃度が高い。シーベルト (Sv) は、例えば先ほどの10kgのものがあって、それを僕が持つのと小さな子どもが持つのでは重さの感じ方が違います。また光で言えば例えば同じ1本の懐中電灯があって、その光を遠くで見ると近くで見るとは、まぶしいと感じる度合いが違う。近いほうが当然まぶしいと感じますね。シーベルトは、光、放射線を出すものから僕を感じる、受ける被ばく量です。ある放射性物質が近くにあれば、受け取る放射線の量が多くなりますのでシーベルトが高くなります。同じベクレルの物質でも遠くになれば被ばくする量が少なくなりますのでシーベルトは低くなります。

渡辺：グレイ (Gy) という単位を聞いたことがあります。

二瓶：本来はグレイが正しいのですが、そこに今は空間線量を加味してシーベルトのほうを使っています。同じようなものと考えてください。

- 7年前に東日本大震災があり、津波が原子力発電所に押し寄せて、燃料を冷やし続けるための水を回す電力が必要なのですが、電源が回らなくなり原発が爆発して放射性物質が拡散しました。原発から、何ものなければ放射性物質は同心円状に広がっていくのですが、たまたま爆発のあった2011年3月15日、16日の風が北西方向だったため、北西方向に放射性物質が広がって、放射性物質による汚染がひどくなってしまったんです。
- 当時はそんなことがわからず、例えば飯館村は原発から離れているということで、双葉町や大熊町から避難してくる人たちを避難先として受け入れていたんです。そして炊き出しなどをしているときに雪が降っていたという記憶がありますが、実はその雪が放射性物質を高い濃度で含んだ雪だった、それで被ばくしたという話もあります。それだけに情報というものはとても大切で、今後もSPEEDI(緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム)の有効活用が必要だと思っています。これも事故後時間が経ってからわかったから言えるのですが、当時はそんな分布などもわからず、私自身も無我夢中で県で仕事をしていました。

渡辺：基本的なことですが、そもそも放射線が出た理由は原発の建物が壊れたからですか。

二瓶：壊さないために、予備的に逃がしたんです。原子炉を包んでいるものがあって、温度が上がって水蒸気がたまりそのままにしていると施設を囲っているものが爆発してしまう。そうすると、それこそ大変なことになるので、水蒸気を窓のようなところからベントというのですが、外に逃がして圧を下げた。それが主な原因と言われています。福島第一原子力発電所は1～4号機まであって、2号機から一番出ていると言われてはいますが、その原因はベントということです。1、3号機の爆発もありますが、一番大きいのは2号機のベントで、それによつていまの状況があるということです。

- 風向きが違って、仮に東京のほうに流れていたら一斉避難ということになったかというのは、人の移動の数が格段に多いので何とも言えませんが。福島も県庁を移動するかという検討もしたらしいのですが、50キロ圏まで避難を出すと16万人という規模の人の移動になるので出さなかったという話も、真偽は定かではないですがあるぐらいです。東京へ直接来ていたらどこまで出すかは難しい話だと思います。
- 原発から出た放射性物質はいろいろあります。ここには放射線を出すものを書いています。キセノン、ヨウ素、セシウム、ストロンチウム、プロトニウム。その中で、放出量と半減期から見て、今福島県で問題となっているのはセシウムだと考えていいかと思います。事故当初はヨウ素もありましたが、半減期が8日と短く、1か月もするとかなり少なくなるので、これからのことを考えるとやはりセシウムが中心になると思います。

渡辺：セシウムというのは、どれでも絶対に放射線を出すわけではないんですか。

二瓶：いや、違います。安定のセシウムもあります。それこそ土にでもどこにでもありまして、土壌の中にも量れば133っていうのがあります。133という数字は原子量なんですけど、133とい

う安定したセシウムがあって、130とか137っていうのが放射性のものです。セシウムっていう元素は一緒なんですけども、プラスの重さがちょっと違うんですね。重いのは不安定なので、こういうのは分解して放射線を出して安定になろうとします。

参加者：それは自然界に自然に存在しているんですか。そういう不安定なものが。

二瓶：あります。後ほど出てきますが、今、この場でも計算によるとわれわれは大体1秒間に40回ぐらい自分の体を放射線が通っています。そういう自然の放射線があります。このコーヒーも放射線出しています。人も出しています。もともとあるんですが、量が問題で、原発のほうで今問題にしているセシウム、これは人工のものです。

参加者：セシウムだけですか。ストロンチウムとかプルトニウムは全然関係ないんですか。

二瓶：全然関係なくはないんですけども、まずは量の問題ですね。セシウムがめちゃめちゃ量が多いということと、もう1つはぶっちゃけて言うと、測定の仕方がすごく簡単なんです。ストロンチウムはすごく面倒くさくて、1カ月ぐらいかけて測らないといけない。セシウムは、機械に入れておけば30分ぐらいで測れちゃうものなんで、これを見ておけばほかのものもカバーするでしょう。セシウムが多いところはストロンチウムなども多いから、セシウムの多い少ないで確認できるでしょうというのが今のところの判断ということです。

参加者：セシウムが一番体に悪いとか、そういうことじゃないんですか。

二瓶：そんなことはなくて、同じ量あればストロンチウムのほうが実は体にたまります。骨にたまっちゃうんですね。同じ量があれば、ですが。でも、その量が相当少ないので、いいでしょう。それよりもセシウムが量があるから、これを確認しましょうという感じです。

- 福島のご郷のことを話しておきます。これは、当時の空間線量です。上段が事故当時の空間線量。1時間当たりのマイクロシーベルト(μSv)、被ばく量。1時間当たりどれぐらい被ばくするかの量ですね。下段が2017年9月段階の同じ地域の空間線量です。これだけ下がったっていうことを言いたいんですが、一番高かった飯館村っていうところは $26.7\mu\text{Sv}$ 。シーベルトの前にマイクロが付くんで、10のマイナス6乗なんですけど、それを1時間当たり被ばくする感じでした。それが今、除染とか時間が6年たって0.28まで減りましたということです。

- 東京は事故当時は0.15まで上がりましたが、現在は0.04。カッコの中の0.03というのは事故前の東京の平均値で、今はこのぐらいまで減っています。飯館も減りましたが、他のところも大体減ってきているというところですよ。

参加者：これは3月の何日ですか。3月末ですか。

二瓶：末ですね。場所によって測った日が違うので。3月中に順次測ったものですね。飯館も、これは役場のデータなんですけど、長泥という今でも帰れないところは1桁高い。200なんぼという数字です。この数字は役場があるところを出しています。

- 避難者数は、福島県から避難指示が出たのは最大で16万人に出ました。7年たった現在でも5万3,000人がまだ避難指示で帰れないという状況が続いています。東京にいと、福島の話はなかなか出ないと思いますが、現実として空間線量が高いから帰っちゃ駄目という避難指

示が続いていて、帰れない人がこれだけいることを認識してほしくて、話題にしました。

【表土剥ぎ、反転耕、カリウム施肥……】

福島県は農業県なので農作物を作っていかなければなりません。ただ、土壤が汚染されているのでさまざまな対策が取られています。3つご紹介します。最初の2つは物理的な低減対策、手法です。

- 1つは反転耕というものです。これは、土壤の表層にセシウムがあって下のほうがきれいなので、きれいなのを上に持ってきて、上のほうは下に混ぜちゃおうという方法です。プラウ耕という大きな機械で、30cmぐらい上と下をひっくり返します。反転耕、もしくは天地耕、天地返しといった言葉でいいますが、表層を下にすき込んで下のきれいなのを上に持ち込んで、その上で農作物を作れば汚染しないでしょうというやり方です。これが福島県の圃場では最もよく行われていて、面積の割合としては一番とられている手法になっています。ただ、放射性物質を根本的に取り除いてはいないので、ちょっと気持ち悪いとは思いますが。
- そこでもっと強烈なのが、この表土剥ぎ取りというのをやっています。表層約5センチを本当に剥ぎ取って、フレコンバッグに詰めて圃場から取り除くというのが表土剥ぎ取りです。ただ、問題が1つあって、これはすごく土が出るんです。大体4メートル×5メートルで剥いだ土が1袋になって、計算すると東京ドーム1杯分ぐらい積みあがるほど土のゴミが出て、この処理が大問題になっています。それで福島県全域ではできていないんです。一応制限がかかっていて、土壤に5,000ベクレル以上ある圃場はこれをやりましょう。5,000ベクレル以下であれば、先ほどの天地返しで、それでセシウムは吸わないから大丈夫でしょうということで、土壤のセシウムの濃度で物理的な対策は分けられています。

参加者：5センチ剥がしたとして、その下の土は農業に適しているんですか。

二瓶：すごくいい質問だと思います。基本的には適していません。普通圃場の表面15cmを作土層といいます。そこは農家がたい肥を入れて、いろいろ作るんです。その3分の1を取っちゃうので生産性は落ちると考えられています。ただ、化学肥料をちゃんとやれば補えるっていうデータも出ていますし、時間をかけてたい肥やソルガム、トウモロコシみたいなものを作って、すき込んで、新たに土を作っていくことが、これから農業復興の1つの課題になると思いますね。

参加者：剥ぎ取った土の部分は黒ボク土というのでしたか、火山灰が土になって粘土状になっているものがセシウムをつかまえているというふうに聞いているんですが。

二瓶：雲母の話ですね。粘土やいろんな種類、タイプの土壤があって、その中の1つの雲母というのがあるとセシウムをすごく吸着してくれるんですね。なので、それがあつた地域は土壤の割にはそこで作った作物はあまりセシウムは吸わないし、逆にそういう土、粘土がない痩せた土地、山土のようなところだと土壤の割には作物に上がっちゃうと言われています。

- 例えば飯館村は、その雲母が比較的あるところなので、汚染の濃度は高いんですけども、

そこで作ったものは案外100を超える高いものは出てこないというようなこともあります。逆のところもたしかにあって、そこが今1つ問題なんですよ。ホットスポットじゃないですけども、気を許して作ってたら、あららということがたまにあって、調べたら土壌の性質とかがあるようです。それらも私の研究の1つにはなっていて、どういうところが高いか、低いかっていうのは明らかにしていきたいところです。

参加者：福島と言えば、モモとか果樹も多いと思うんですけど、果樹の場合、一度全部木を抜いてこういう作業をやらないと出荷できないとか、そういうこともあるんですか。

二瓶：果樹は事故後、2011年に行われてきたのは木を洗うことです。水で流しました。付いているのを洗い流したり、木の皮をむきました。皮をむいて、セシウムが入らないようにという事で除染をしました。

- よほど高いところは、おっしゃったように果樹を切って植え替えるんですが、それはすごく時間がかかるし、もともと果樹農家は木の植え替えというのを計画的にやっているらしいんですね。だから、僕が見た限り、あまり濃度が高くないところは積極的に改植はしていないと思います。それよりも、皮をはいだり、水で洗ったり、この後に出てくるカリウム施肥をして科学的に抑えたりする対策を取っています。
- 反転耕と表土剥ぎは物理的で、こういう表層5cmでいいのかと心配になると思うんですが、実は大体大丈夫だというのがこの写真です。これは、2016年の飯館の山の中のキノコを土も含めて採ってきて、きれいに包丁で切って断面を出しました。キノコの切れた半分と、土の切れた半分です。
- そこに、イメージングプレートといって、放射線物質がどこにあるかわかるというシートを当てます。エックス線のフィルムみたいなものです。赤く光ったところが放射線があるところを示しています。すると、事故後5年の2016年のデータで、スケールバーがないですが、表層の2～3cmにとどまっているんですね。これがセシウムの1つの大きな特徴で、先ほどの雲母もそうですが、セシウムは土壌の中にすごく移動しにくい、固定しやすいとわれわれは表現するんですが、固定しやすい元素なんです。
- 例えば先ほどのストロンチウムとか、カルシウムであったら、雨とともに流れて、それこそ地下水汚染の心配をしないといけないんですが、セシウムはすごく土に吸着しやすい特徴があるので、5cm取っておけば80%以上は取れるという計算になっています。今、福島県では表層5cmが1つの基準になって進められています。

参加者：5cm基準は世界に通用する考え方ですか。

二瓶：多分これをやったのは日本が世界で初めてです。除染というのは、チェルノブイリの時もやってないんです。ですが、普通に考えれば5cmと考えていいかと思います。世界でも、今後はこういうことが基準になっていくかと思います。

- 低減対策のもう1つは化学的な手法です。カリウム施肥ということが行われています。データは横軸が土壌中のカリウム濃度です。土壌中にどれぐらいカリウムがあるかを示し、縦軸が

そこで作った玄米のセシウム濃度。作った作物のセシウムがどのくらいになっているかです。

- 横軸が多くなるほどセシウムが減っているのが分かりますよね。実は土壌のセシウムはばらばらですが、傾向として、土壌にあるセシウムよりも土壌にあるカリウム濃度のほうが効いていて、カリウムが多ければセシウムが減る。カリウムが少なければセシウムをよく吸う。
- それで、福島県ではカリウムを与えてくださいと、特に水田に対してはちゃんと撒くように徹底されていて、補助金が出ています。この25という数字があるんですが、土壌100g当たり25mg以上になるようにちゃんと撒いてくださいということで、大体20億円ぐらいかけて補助を出しています。それは全部東京電力に請求して、東京電力から払ってもらっているというのが現状です。だから、カリウム施肥をやってくださいと。

参加者：100g当たり何mgですか。

二瓶：100gあたり25mgですね。これは土壌にある総量ではなくて、植物が吸える量を25mgということです。化学的には酢酸アンモニウムとして抽出するんですが、土壌を入れて、酢酸アンモニウムを入れて抽出して、そこに出てくる分が植物が吸える量とされているので、それが25mgになるというのが基本です。

参加者：植物の種類によってはいっぱい入れなきゃいけないもの、少なくともはいけないものっていうのもあるということですか。

二瓶：あります。高いところで大豆は50です。基本は20。大豆も基本25でいいんですけど、比較的高く出ちゃうんで、50まではやりましょうと言っています。ソバも25で確か切っていたと思います。作物によって必要なカリウムの量は違うので、本当は個別にやるはずですが、あまり細かくはやっていなくて、大豆と米とソバくらいが今は決まっているところです。

- もともと野菜はすごく肥料をやるんですよね。普通水田を作るのには10a当たり10kgというのがカリウムの基本なんですが、野菜はもともと30kg、40kgやるのもう多分飽和してるんで、あまり気にしなくていいと思うんです。

参加者：植物はセシウムを体に取り込むんですか。

二瓶：取り込みます。なんで取り込むかも、後で説明させていただきます。



質問しやすい雰囲気に対話がはずみます

【作物が実ったその後に】

天地返しとか、表土剥ぎとか、カリウム施肥をして、万全の対策を取って農作物を作りました。では、本当に大丈夫かという、不安なので、できたものが安全かどうかを測りましょうっていうのが、これから検査の話になります。

- 福島県では、1回だけじゃなくいろいろところでチェックをしています。一番メインなのはプロである農家が作ったものを出荷する前に、作った農家がこれを出荷していいかどうかをチェッ

クするのがモニタリング検査です。私が県でやっていたのは、一番基本になるこの試験です。

- これをパスしてようやくちゃんとスーパーとかで売られますが、その売られているものを覆面というか、検査と言わないで、知らん顔して買ってきて、それを研究室に持って帰って、本当にそれが基準値を超えてないかを調べる流通食品の検査もあります。
- 学校給食、日常食は、モモとかキュウリが個別の検査をするのに対して、実際の1食分の中にセシウムがどのぐらい入ってるか、学校給食なら給食のある1食分をミキシングしてそれを全部測るし、日常食では協力家族に、4人家族ならば5人分作ってもらって、1食分をもらってきて測って、1食分にどのぐらい入ってるかを検査したりしています。
- ほかに、数として、家庭菜園で自分の庭とかベランダで作ったものが安全かどうか不安だし、県庁にいとそういう問い合わせもあります。ただ、そこまで県が体制として安全性を確認することはできないので、自分でそれを測ってくださいということで、各公民館に放射性物質を測れる機械が置いてあります。約500台置いてあって、そこへ持っていけば、自分が作ったものが安全かどうか確認できるというような検査もされています。
- 米の検査と米以外の検査で分けて話します。トマトとか野菜とか、果物とか、畜産物、水産物も入りますが、これは抽出検査をしています。全てのものを測るのではなく、例えば区分けは市町村ごとです。市町村ごとに、モモならモモを、全てじゃなくて抽出します。基本的には1市町村1品目3点を抽出してきて、それを測ります。基準値の100Bqというのがありますが、1kg当たり100Bq入っているかどうかを検査して、入っていなければ市町村全体のモモが出荷していいですよというのがモニタリングです。
- 抽出した検査の中で1つでも100を超えるものがあつたら、この3つが出荷できないんじゃないかと、この村のモモ全体が出荷ができなくなるという体制が取られています。これが実際の検査方法です。抽出してきたものを細かく刻んで溶液に入れて、ゲルマニウム半導体検出器という装置で測ります。装置ではこの上にものを置きます。
- ゲルマニウム半導体検出器での検査はすごくシビアにやっています。私がいた職場の福島県の農業試験場でやっているんですが、1つ1つ全部が使い捨てです。洗いません。包丁も容器もプレートも洗わないで使い捨てです。というのは、万が一前のものが原因で汚染していて、洗った後のものに放射性物質が出てしまったら、それが出荷停止になってしまう。国が出荷停止しなさい、ものを出すなということなので、賠償になるんですね。先ほどの例で言えばその市町村のモモが全部出せないで、その市町村は国に賠償が請求できるんです。お金の話になってくるので、ものすごくシビアです。それで、用具は全部使い捨てです。ナイフも包丁ではなくて、普通のカッターの刃だけを、刃を持って切っています。
- 私も手伝いに行きました。普段料理なんか全くしないので、手を傷をつけ、絆創膏を巻いていた時もありました。測定には20～30分かかかるので1個に大体60分ぐらいかけてやっています。

参加者：それはセシウムの検査なんですか。

二瓶：セシウムです。

【お米の全量全袋検査とは】

米はモモや野菜などと違い、全部を検査します。福島県の米は1年間に約36万t生産します。事故前で全国第4位、事故後は第7位になっていますが、メインの作物です。お米の検査は、玄米を流通する時に30kg袋に入れますが、それが年間約1,200万袋できます。これを全て検査しているのが米の特徴です。野菜などは抽出したものを測るだけでしたが、米は全て測るといのが野菜などとの大きな違いです。全量全袋検査といっています。

- 問題は、先ほどの切って、入れて、測ってでは60分かかるといこと。1,200万袋やると計算で5年もかかってしまって全然お話にならない。福島県では新しい検査機器を作ってもらっていました。ベルトコンベア式の機械にものに乗せて、そこを20～30秒ものが流れる間に機器で測って、出荷していいかどうか、○か×かが出て出荷されるっていうものです。
- 私が県庁にいる時に、この20～30秒で測れる機械の製作を提案しました。いくつかの会社にお問い合わせしたところ、日本の会社4社、アメリカの会社1社ができますよということで作ってくれて、福島県では約200台この検査機器が動いています。(動画で機器の動きを紹介) 空気で袋を運ぶこういう機械はもともとありましたね。袋をこれで運んで機器に乗せて、流れている間に測っています。検出器がありますので、20秒間測った時に合格ならば、検査しましたというシールが貼られて出荷されます。
- 機器で計測するときは、はまずバーコードでこの米の情報を読み込みます。誰々さんの何番目の米というのがこれで分かります。そういう個別シールが事前に貼られています。機器で測って、これで出荷できますとなったら、検査しましたというシールがまた貼られます。なので、福島県の玄米は2枚のシールが貼られています。
- この検査機の本体だけの価格が2,000万、この両腕のコンベアの機械が400万、2,400万の機械が200台入っています。立ち上げの時はいろいろ苦勞がありました。例えば、くず米ってご存じですかね。全部検査するので、米の場合1.8～1.9の網でふるってその上のを売るんですけど、網から落ちたのも当然ある。自家用になるんですけど、検査するには袋に入れて30kgにする指定なので、30kgにします。するとかさが上がり、機械に通らなくて、これ以上の高さのものは通すなっていうような目印ができたりしました。
- ある時は、県庁にこのシールが破れるっていう文句が来ました。理由を調べると作業員の汗で、かがんだ時に汗がシールに付いてそれが原因で破れたというんです。その次の年、2013年からは耐水性のシールになっています。そんな細々した問題が5社のそれぞれ次々にあったんですが、今はもう解決されて動いてるところです。

参加者：その測定場所のバックグラウンド、空間線量は幾つぐらいになってるんですか。

二瓶：場所によって違います。会津は0.1を切るぐらい低いですし、飯館村でやっている時にはやはり0.2とか0.3はあります。もっと細かく言うと、飯館村に入ってる時には、きちっと扉が閉められます。なるべく外からの空間線量が入らないようにその時だけ個室になります。会津とかのは、普通に流れるようなもので、それぞれに工夫はされています。最低25Bq以上は

確認できるようにというのは導入時の基準なので、守られるようになっていると思います。

参加者：20～30秒は私の感覚ではちょっと短いので、検出限界値幾らになってるのかなと。

二瓶：検出限界は25Bqというのが基準です。なぜ20～30秒でできるのか。米30kgという量と均一だということがポイントです。放射線を測る時、少ないものは量を増やすか時間をかけるかですが、時間をかけられないので量を増やしたのが1つのポイント。30kgあるので細かいのも測れるし、米だから均一なので、位置を決めやすくより正確に測れるということです。なので、本当は魚とかに応用できればいいんですが、形も違うし、難しいみたいですね。

【食品の基準値100Bqって？】

出荷していいかどうかの話で、100Bq以上のものは出荷しちゃ駄目というのが日本の決まりなんです。この100Bqがどう決められているかというのをちょっとだけ説明します。食品の放射性物質、食品から受ける被ばく量を計算する時には、この100Bq、食べる物の食品の放射性物質の量にそれをどのぐらい取ったかという摂取量を掛けると食べた物の総ベクレルになりますね。そして被ばくに換算するにはベクレルをシーベルトに変えないといけないので、モデルを使って決まった係数があるので、係数を掛けてシーベルトにします。実効線量係数は決まっているもので、食べる量と、1年でどのぐらい被ばくしていい線量かというのを基に決められているんです。

- どのぐらい被ばくしていい量かっていうのは、このグラフが基になります。横軸が被ばくした線量です。生涯で被爆する線量。100、200、300です。縦軸ががんで死んじゃう確立です。ゼロで放射線を浴びなくても人の30%はがんで死んじゃうってというのが、このゼロのところに意味です。それに加えて生涯で放射線をあとどのぐらい浴びたら、放射線が原因でがんで死ぬかというのは、今のところ0～100はよく分からない。影響はあるかもしれないけど、よく分からないなっていうのが定説です。
- 100を浴びると、全く浴びないよりは0.5%ぐらい上がるんじゃないかというのが、統計的に言われていて、この100が今の基準になっています。これは広島、長崎の人を追跡調査して得られたデータとされています。今、基準とされているのは生涯で100ミリシーベルト(mSv)を追加で浴びると、がんになる確率が上がると言われているので、100を浴びないように言われています。
- 100でがんになる確率が0.5%上がるっていうのは、普通の何も浴びない人よりも、累積で100ミリシーベルトを余計に浴びると0.5%上がるということですが、それは野菜不足の人と同じぐらいのリスクです。さらに言えば、運動不足の人は200～500mSv浴びたのと一緒、たばこをいっぱい吸う人は1,000mSvとか2,000mSv浴びたのと同じだということです。
- 放射線は当然危険で、浴びないほうがいいんですけども、放射線だけが危ないわけではなく、こういうものと比較するとどのぐらいのリスクかが分かると思って、紹介しました。食品の基準はこの一番厳しい100mSvを取らないように計算し、100Bqになっています。

参加者：100Bq/kg (ベクレル・パーキログラム)とスライドにありました。この100と100mSvというのは、ほぼ同じものとして考えるんですか。

二瓶：違います。もっとかみ砕くと生涯浴びていいのが100mSvなので、人生100年と考えると1年間1mSvになります。それを計算式に入れて考えるわけです。

- 摂取量は当然年代ごとによって違います。一番多く食べるのは13～18歳の男の子で年に750kgの食べ物を食べます。750kgのうち大体半分は輸入のものと考えられるので、国産は半分と考えて0.5を掛けて350kgくらいになります。ここに実効線量係数を掛けると、100になるはずなんです。ですから、この100Bqと先ほどの100mSvは単位も意味も違うんですけども、この100mSvを基に、この100Bqが決められているということです。

参加者：じゃあ、この値のものなら、生涯食べ続けても大丈夫というようなことですか。

二瓶：がんになる確率は、先ほどの図で言えばこの分かんないよという辺りに相当するからということなんです。

参加者：がんの相対リスクとかの放射線量の値が広島、長崎の時の追跡データだとおっしゃいました。食品から受ける放射線の影響と、原発の被害のデータで比較するというのは、その受ける影響は随分違うんだろうなと僕は思うんですけど、同じように考えるということですか。

二瓶：内部被ばく、外部被ばくの話になると思うんですが。外部被ばくでも、内部被ばくでも、それが原因でがんになる確率は一応同じと考えられています。食べ物でどのくらいがんになったというのは前例がないので、そういうのを参考にするしかないというのもあると思います。一応同じという前提でやられていると思います。たしかにこれは気になりますよね。

- 日本の食品の基準は、この一番厳しめのところを基準にして100Bqと決められています。実は世界と比較すると、アメリカとかヨーロッパは1,200とか1,250までのものが流通してるんですよ。前提が違うので比較するのは難しいところもあるんですが、一応アメリカのものは1,200まで出荷していいんですけども、そのくらい日本は厳しく100と決められているということなんです。

【皆さんにお聞きします】

例えばセシウムを前提として、100じゃなくて1万Bq/kgの牛乳があったとします。それを400g飲みました。その時受ける被ばく量はどのくらいだと思いますか。比較として健康診断の時に受ける胸部レントゲン検査の何回分に相当すると思いますか、という計算です。1万Bq/kgの牛乳をコップ2杯分くらい飲むと胸部レントゲン、あれもエックス線で被ばくするんですが、何回分に相当するでしょう。1回だと思っ方。10回。100回。実は、これ1回分なんです。

- 先ほどのこの濃度と摂取量と実効線量係数から計算すると、1万Bq/kgで400g、単位がグラムなので0.4になりますが、実効線量係数が0.013 μ Sv/Bqで計算すると52 μ Sv被ばくします。胸部エックス線は1回50 μ Svと言われていますから、大体1回分という計算になります。この1万という数字がでかいから怖いんですけども、計算するとこのくらいなんです。



明るいカフェで和やかなやり取りが進みます

参加者：実際飲んでも大丈夫なんですか。100に比べると100倍大きいわけじゃないですか。

二瓶：よく質問を受けるんですが、僕は飲んで大丈夫とは言えませんが、一応100の基準はあってそこは安全と思ってもらっていいかと。100は食べていいかどうかの基準ではなく、出荷していいかどうかの基準なんです。100のものを食べてもすぐさまがんにはならないとは思いますが、じゃあ1万は大丈夫かっていうと、それは今度リ

スクの問題になると思います。一応、胸部エックス線1回受けたのとがんになる確率が一緒と考えられるので、そう考えて納得してもらえば飲んでもいいし、やっぱり怖いなって思えば飲まないほうがいいと、僕は思います。

参加者：1万より10万、100万ともっと大きくなると、やっぱり危険になるんですか。

二瓶：そうです。確率としては上がりますね。

参加者：1回に取る量が多いのも危ないし、少なくとも継続的に取るのも危ないですか。

二瓶：少なく継続したほうがリスクは減ると言われています。1回に10万Bq/kgを1kg食べるのと、1,000Bqを10回に分けて食べるのは、10回に分けたほうがリスクは減るとされています。

【いま福島の農作物は】

先ほどのモニタリング検査ですが、現在は米を除いて12万点ぐらいやっています。生産量によって夏場が多くなって冬場が少なくなるっていうのを表しています。この一覧が全てなんですけど、横軸が時間軸です。2011年から2017年まで。縦軸が1、2、3ではなくて、単位が書いてないですけど、10Bq/kg、100Bq/kg、1,000Bq/kg、1万Bq/kg、10万Bq/kgです。

- 最初の約3カ月は、作物の汚染は直接汚染といって、直接作物に降り積もったものです。これが最初の3カ月、その後はずっと土壌を通して、根っこを通して作物が吸収する、間接汚染と言われているものになります。最初と後段では、そこが変わります。

参加者：その3カ月はどういうふう決めてるんですか。

二瓶：えいやあです。大体冬作物が6月ぐらいに収穫するので、例えば小麦とかですね。ホウレンソウとか大根は冬を越して夏前に収穫します。3カ月というのには根拠はありません。6月以降になると種をまいて、次の新しいものが出てくるのでそこで区切りしました。

- 最初の3カ月、一番汚染がひどかったところの内訳を見ると、検出限界以下、検出がされなかったのが半分くらいで、今の基準でいう出荷していい100以下が20%、大体これで75%、4分の3は福島県の農産物は事故直後でも出荷していいものでした。ただ、逆に言えば4分の1は汚染がひどかったということですね。特にこの500ベクレルっていうのは10%以上もあったので、尋常じゃない状況だということなんです。

参加者：最高値って、なんか覚えてますか。最高だった食品とか。

二瓶：最大値8万4,000Bq/kgというのが出ました。

- ここで質問タイムです。8万4,000、これは野菜なんですけど、この最大値を示した野菜は何だったのでしょうか。事故直後の3カ月内で一番高かったもの。ホウレンソウみたいな葉菜類だったと思うか、キュウリみたいな果菜類だったと思うか、大根みたいな根菜類だったと思うか。
- 答えは、葉菜類ですね。クキタチ菜というホウレンソウみたいな葉菜類です。これには理由がちゃんとあります。ホウレンソウもキュウリも、事故の時、圃場にあったんですが、キュウリは葉っぱがあって、その下に果実、食べる部分がありますよね。われわれが測ってるモニタリング検査というのは食べる部分を測るんですね。キュウリの植物全体を測るんじゃなくて。ホウレンソウも同じで、この葉っぱを測るので、同じく被ばくは多分してるんですが、モニタリングで出てるのはホウレンソウのほうが高くなるってことです。
- 大根とかジャガイモの根菜類は土の中にあって、すごく心配したんですがほとんど出てきませんでした。理由は、先ほど言ったその土壤に吸着しやすいっていう性質を考えればよく分かるんですが、当時は根も土にあるから一番ジャガイモとか大根が危ないなって思ったんですが、ほとんど検出されなかったという結果になっています。
- もう1つ質問です。今度は間接汚染、直接じゃなくて根っこなりを通した時に、穀類、麦、大豆のような穀類と、先ほどの野菜と、林産物、山菜とかキノコ、大きく分類するんですけども。高い順に並べると、どの順番になると思いますか。
- 答えは林産物ですね。もう林産物が圧倒的に高い。この順番が大体平均です。これを分類ごとに分けてみると図のようになります。穀類が赤、野菜が紫です。畜産物、肉とか牛乳も入ってます。あと、林産物緑、水産物です。赤は100Bq/kg、出荷基準の100にしました。そうすると、2013年以降を見ていただくと、林産物が高いっていうのが分かると思います。
- なぜ林産物だけ高いのかという話なんですけど、それはちゃんと理由があって、除染してないからです。山は除染してないんです。福島県の7割ある山なんですけども、除染すると先ほどのゴミであったり、出てきたものをどうするかという問題もあって山は除染しないからです。ただし、山の除染を全くしないかというとなんかそんなことはなくて、人が住んでいるところから約20mのところまでは除染してくれます。表土を、落ち葉とかをかいて剥いてくれますが、その先は除染をしないんです。実際の写真でも分かるように、このように除染をしてくれます。理由のもう1は、林産物は自然発生だから抑制対策も取りにくいですね。カリウム施肥をすれば多分効くんでしょうけども、それもできないので、山菜とかキノコは比較的出ているってことです。

【続きはホームページで】http://www.frc.a.u-tokyo.ac.jp/information/news/180116_report.html

第33回サイエンスカフェ

「聞いてみよう！食品表示のこと

— アレルギー対策のために私たちができること —」開催報告

2018年2月16日(金)食の安全研究センター第33回サイエンスカフェ「聞いてみよう！食品表示のこと — アレルギー対策のために私たちができること —」が開催されました。

今回はNPO法人アトピッチ地球の子ネットワークの事務局長で専務理事の赤城智美さんに、アレルギーが起こるしくみの基本、生活の中で誤飲や誤食を避けるための事例紹介や、なるべくアレルギー反応を和らげる食生活の工夫などについて、わかりやすくお話しいただきました。カフェならではの和らいだ雰囲気の中で質問からも対話はずみ、自分やそばにいる大事な人を守るために、日ごろから知識や情報を知ることの大切さを再確認しました。



話題提供者の赤城さん

※以下、記載がない場合の発言は赤城氏のもの

※質疑応答は一部抜粋

【アレルギーの仕組みを理解する】

今回は食物アレルギーがテーマです。花粉症、ぜんそく、アトピー性皮膚炎、食物アレルギーなどは皆同じ仕組みで起こります。アトピー性皮膚炎は食物アレルギーと同じ仕組みでも起こるし、免疫のIgEを介さないで起こる別の仕組みも合わさっているんですけども、基本的には免疫の反応で起こります。今日はI型の即時型アレルギーについてお話しします。

- 即時型は、食べてからおおむね2時間ぐらいの間に起こる反応をいいます。ただ、実際に症状を起こす人の様子を見てみると、2時間よりももう少し後で起こる人もいます。
- アレルギーは免疫の働きで起こります。恒常性を保つためのパトロール隊が体の中っていると考えてみてください。このパトロール隊の名前はIgEと言いましたが、タンパク質の一種でイムノグロブリンという抗体です。異物認識を担当しています。このパトロール隊にはE、A、G、D、Mなどのグループがあって、異物認識係やそのIgEが働き過ぎないように抑える係など相互に関わっています。
- IgEは異物が体の中にやってくると、これは異物だと認識します。異物の通り道としては、鼻から空気を吸い込んで、気道を異物が通る通り道と、食べ物や水が食道、胃、そして腸を通る通り道、それから皮膚から直接体の中に入ってくる通り道、言い換えると吸入、経口、経皮の3つの経路があります。実は、食物アレルギーの原因物質も食べて発症する以外に、皮膚

に触れて発症したり、吸い込んで発生することもあります。食物アレルギーだから経口だけが原因物の経路になるわけではありません。

- 「茶のしずく石鹸」の出来事をご存じですか。小麦のタンパク加水分解物の入った石鹸を使用した、主に女性の方が被害に遭いました。小麦アレルギーになって、その石鹸を使っているときには症状が出なかったのに、その後で小麦の食べ物を食べたら、アナフィラキシーショックで呼吸ができなくなるような重篤な障害が起こった例がありました。200人ぐらい被害が出たんですけど、これはまさしく経皮、皮膚からアレルゲンが入って、食物のアレルギーを起こした典型的な例と言えます。アレルゲンにはいろんな入る道があるということですね。
- 異物が体の中に入ってくると、体内では何が起こるか。IgEというパトロール隊、これは顕微鏡で見るとYの字の形をしています。体の中のあちこちにマスト細胞と呼ばれる工具箱があって、体の外側から体内にいろいろな経路を通して異物がやってくる、例えば花粉が飛んできて、鼻の粘膜にくっつく、これが繰り返し、繰り返し体の中に入ってくると、IgEというセンサーが、これは異物なので「やっつけなくてはいけない」とキャッチして、恒常性を保つために工具箱からいろんな球を放出して、自分の体ではない異物をやっつけます。
- この球の名前が、ヒスタミン、ロイコトリエン、プロスタグランジン、などがあります。お医者さんはこれらの総称をスロー・リアクティブ・サブスタンス (SRS)、ゆっくり働くものたちと呼んでいます。化学伝達物質とも呼ばれます。これらのものが工具箱の中に蓄えられているんです。お魚の干物のちょっと古くなったものを食べて、口の中がいがいがしたことありますよね。あれがヒスタミンの正体ですが、体の中に蓄えられたヒスタミンは、イガモジョ物質ですね。イガイガ、モジョモジョ。それはロイコトリエンとか、プロスタグランジンも一緒です。タンパク質が体の中入ってきたときに、センサーIgEがキャッチして、SRSを放出させて異物のタンパク質をやっつけます。これは体にとって必要な働きをしてるわけですが、このこぼれ球が体の中に張り巡らされている毛細血管を刺激して広げてしまい、中から水分を出してしまいます。毛細血管を刺激して水分を出す、敵をやっつけているはずなのに、体中イガモジョしてくる。
- 体の外からやってくるアレルゲンとなるタンパク質については、分子が大きいものがセンサーに引っ掛かります。センサーに引っ掛かるタンパク質の名前が、鼻から粘膜に入ってくる花粉だったり、食べる物であれば卵、乳製品、小麦など、比較的大きな分子を持つタンパク質ということになります。
- 抗体を作って、この物質を記憶する一連の働きがアレルギーの正体です。これを抗原抗体反応と言います。抗原というのは、このタンパク質のことです。抗体反応の抗体は、こいつはなんだって記憶する、このことを抗体を作るといいう言い方をします。この抗原抗体反応というのが実はアレルギーの正体ということなんですね。
- ここで知っておきたいこと。それはアレルギーは、繰り返し体の中に刺激物が来て(感作という)、感作されることで抗原抗体反応が結果として起こるということです。感作されないよう、

繰り返し同じタンパク質が体の中に入って来ないようにすることが、予防としては大事なことになります。

【IgEを知って感作、反応を抑える】

- 例えば花粉の感作を避けたいと思ったら、繰り返し花粉を吸いこむ状態をなくすことですね。食べ物のタンパク質が体の中に繰り返し来るのを避けようと思ったら、大きな分子のタンパク質を分子量を小さくして、センサーに引っ掛からなくすればいいという考え方ができます。
- 小さくしてセンサーに引っ掛からないものはアミノ酸です。タンパク質が分解されてアミノ酸になることは消化と言いますよね。タンパク質を、分子が小さくなったアミノ酸まで消化し切れる大人には、抗原抗体反応は起きないんです。全部が全部消化し切れるわけじゃですが。消化され、分子の形に変成するっていうことが、大切です。
- 変成というと、化学的な言い方ですが、加熱することですね。加熱してタンパク質の形が変わる。でも、卵などは高温で処理しないと変成しないため消化したような状態にするのはなかなか難しいです。アミノ酸になる手前の、2つ3つ分子がくっついたものをペプチドといいます。アレルギーの赤ちゃんが飲める粉ミルクというのはペプチドミルクと呼ばれています。食品化学的な技術で、赤ちゃんがアレルギーでも飲めるミルクが開発されています。この仕組みをどう利用して症状を起さないようにさせるかが、治療とか症状を起こさないための代替食品の開発等と深く関わっているわけです。
- 患者さんのお母さんたちのために、保健所や生協さんが勉強会を開いてくれますが、そこでも必ずこの話をします。仕組みを知って理解し、どう生活に生かすかが大事だからです。
- タンパク質に対してIgEがアレルギー反応、抗原抗体反応を起こすと、この仕組みは体が記憶してしまいます。一度記憶されたアレルゲンに対しては、いくら消化吸収ができるようになっても記憶は消えないので、反応は起こります。成長とともに消化がうまくいくと、症状が出なくなる食物もあります。ただ、仕組みはそうだけでも記憶があるということは忘れないでおきましょう。赤ちゃんのときに卵アレルギーがあって、成長とともに治った人が、大人になって風邪をひいた。でも会社も休めないから卵酒を飲んで元気になるつもりが、それでまた発症することもあります。記憶はちゃんとある。アレルギーは治るが仕組みは忘れられてない。それで、食物アレルギーは治るけど治らない病気と言われます。体の記憶は消えないんですね。
- 皆さんがよく知っている予防接種は、この仕組みを活用してるわけです。一度敵とみなしたら、次に体に入ってくる前にやっつけようとする仕組みができるということですね。
- もう1つ私がこれをお話しする理由は、先ほどSRSの話をしました。ロイコトリエン、プロスタグランジンはあまり聞きなれないですよね。油が体の中で消化分解される過程で出てくるものです。食べる油によって刺激が強いものと、弱いものがあります。最近若い女性の間でダイエット効果があるとはやっている α -リノレン酸の油があります。アマニ油とか、エゴマ

油とか、シソ油。α-リノレン酸またはオメガ3系列といますが、これは刺激が弱いので患者さんで油がかゆみの原因になっていると感じる人、こういう仕組みを考えて油を気にしている人は、α-リノレン酸系列の油を食べたりしています。治療ということではなく、症状が間違っただけとしても刺激が少なくて済む、イガモジヨ物質としては弱く働くということで、油を取るならこちらを取るという人たちがいるということですね。

参加者：繰り返しがポイントなのは、分かりやすいです。繰り返しのサイクルは個人差、年齢によっても随分違うのかなと、話を聞いていて思ったんですけど、大体どれぐらい頻繁に取っていると感作が起こる可能性が出てくるとかは、あるんですか。

赤城：これは遺伝的傾向とすごく関わっています。体の外から異物がやってくる、それに対して、やっつけなきゃいけないという反応は免疫の働きですから、誰もがみんなその働きを体の中に持っていて、これは普通です。ただ、アレルギーの遺伝的傾向のある人は、敵がやってきたらやっつけないと、というときに、体の中にIgE、パトロール隊をたくさん作ってしまう。IgEをたくさんつくるか、あんまりつくらないかというのが遺伝的な違いです。例えば、たきつける薪の量の多い、少ないかな。つまり火元のある、なしではないんですね。パトロール隊がいっぱいいると、ちょっとの刺激に対して働くセンサーが多いので、見逃さない。過剰反応を起こすということになります。この体質は影響するので、同じ数だけ繰り返しタンパク質にさらされたとしても、遺伝的傾向のある人とない人では反応が違うんですね。

• だから、遺伝的傾向のある人のほうが花粉症になりやすいというか、同じ分だけさらされたら、ある人は発症しないのに、ある人は発症する。どのぐらいの分量というのは言えないですね。遺伝的傾向を持っているかどうかが大きく働きます。ただ、最近では、遺伝的傾向がなくても花粉の絶対量の多い地域に住んでいると、繰り返しの刺激に耐えられないで花粉症になってしまう人もいます。アレルギーがある人は国民の3人に1人とされていますが、統計を見ると大学生だと80%が抗体を持っていて、いつでも症状が起こる準備段階にあるといったデータも紹介されています。年齢と暮らす環境によって刺激に対する反応は違うということですが、よろしいですか。

黒木：異物を認識するのが、そのIgEとか抗体ということで、でも、一方ではそれに反応する人もいれば、しない人もいるわけで、する人、アレルギーになってしまう人は、もうそのIgEの数がもともと多いということも関係するのでしょうか。

赤城：もともと多いというより、刺激を受け続けたときにIgEをどんどん作りやすい。いつも多い状態ではなく、お肌と同様に28日ぐらいの周期でIgEも増えてはなくなり、増えてはなくなりしているんだと思います。

• 一度刺激を受けて体が反応し始めると、どんどん作ってしまう。アレルギーのお子さんのお母さんたちを前にしてIgEの抗体検査を受けた人はいますかと聞くと、大体みんな手を挙げるんですけど、皆さんはいかがですか。ないですね。例えば、子どもの場合はIgEが70ぐらいが平均値と言われていて、大人の人で100と言われているんです。それが21世紀の日本人の

平均値です。ですから、時代が変わるとまた違う。

- 私、10年ぐらい前にエチオピアの方のIgEの平均値、血液中のIgE、パトロール隊がどのくらいいるかを調べたグラフを見せてもらったことがあります。日本人は平均100と言いましたが、エチオピアの発症してない人の数値はどのくらいだと思いますか。エチオピアも、都市は素晴らしく発展して東京と変わらない感じですけど、都市から少し離れた所はもう本当にサバンナとかがあるような所で、上下水道の整い方も違う。日本は世界有数の上下水道の整った環境ですね。この環境の差の中、エチオピアの発症してない方のIgEの平均値5,000なんですよ。
- 上下水道が整ってないということは、寄生虫に対しての対抗する仕組みをきちり持っている。その寄生虫が体の中に入ってくると、そのタンパク質は異物なので、寄生虫対抗システムとして働く。本来はこの働きが中心だったのが、今はタンパク質が寄生虫以外にもいろいろ体の中に入ってくるので、それがアレルギーの原因になってきていると本には書かれています。だから、アレルギーは先進国病だと、一時期言われていたんですね。
- つまり、エチオピアの人は5,000でもアレルギー症状が起きないんですよ。寄生虫と戦うのに忙しいから。免疫のパトロール隊が恒常性を保つためにこの働きをしても、不都合が起らないくらい敵と戦うことに役立っている。でも、日本の21世紀の私たちは、もう寄生虫と戦う必要がなくなったので、別のたくさんやってくるタンパク質と戦っていて、もしかしたら、体にとっては余計なお世話なのかもしれない。だから、免疫の暴走と言われたりもしますね。
- 例えば花粉症にしても、過去の都市政策でスギを多量に植えたため、今スギ花粉という特定の1種類のタンパク質が飛ぶことになってしまった。それで、今度はかつて多かった雑木林を増やしてスギを減らそうと、都市政策を転換しようとしていたりしています。花粉症は人間が引き起こした自然のままだったらおこり得ないようなタンパク質の大量飛散をおこしてしまっ、それに対して、体がNOと言っている状態です。卵の食べ過ぎとか、乳製品の取り過ぎとか、子どもたちに今起っている食物アレルギーもその状態と考えることができます。今の日本の生活環境では、寄生虫がいなくなった分、普通の日常にあるものが別の敵として取って代わったと考えればいいのかなと思います。

【環境とアレルギー】

人はなぜアレルギーを起こすのかを考えること、それには生きる環境が関わっていることを知ることが大切だなと思います。繰り返し刺激がやってくると免疫の反応、B細胞とT細胞が情報を伝達し合ってセンサーIgEを体につくって、それがマスト細胞に張り付いて、中からやっつける物質が出ます。



ファシリテーターの黒木さんからも質問を

- この抗原抗体反応が体の中で起こる状態を例えば鼻の穴で想像してください。体の中と体の外があります。花粉が飛んできて、鼻の穴の粘膜の内側に刺激がある。IgE、パトロール隊が待機しているのですが、繰り返しの刺激によって抗原抗体反応が起こると、粘膜の内側に水分がたまってきますよね。水分がたまって、粘膜が盛り上がり、粘膜の内側が水分でいっぱいになってくると、鼻の穴の中が狭くなってきますよね。空気が吸いにくくなって、イガイガ、モジヨモジヨする状態が起こって、耐えられなくなって、水分、鼻水が出てくる。これを花粉症っていいますよね。
- この状態が気道の辺りで起こると、息を吸うときに水分が移動するので、ゼロゼロ、息を吐こうとすると空気の通り道が狭くなってくるとヒューッという音がします。これは、ぜんそくっていいますよね。腸の中で、こういう水浸しが起こると、嘔吐とか、下痢とかになって、たまった水分を出そうとすることが起こる。皮膚の内側でも、いろんなことが起こって皮膚炎が出たりするわけです。この仕組みが起こる場所によって違う病名がついていると理解していた方がいいと思います。

【アレルギーとなるタンパク質と社会情勢の関係】

さて、先ほどからお話ししているセンサーに引っ掛かるのはタンパク質です。そのタンパク質、アレルギーについて、日本の法律で表示が義務化されているのは、卵、乳、小麦、そば、落花生、えび、かにです。ここまではご存じだと思います。表示義務ではないけれども、できるだけ表示していきましようと言われていたものが20品目あります。

- その中で、ゼラチンは、かつては予防接種の培地に牛のタンパク質とか、鶏のタンパク質が使われていたことがあって、予防接種をするとアレルギーを起こすということが起こっていたので、ちょうど今の中学生ぐらいの年齢の方たちまではゼラチンのアレルギーの方がいますけども、それ以下の年齢は、そもそも予防接種のワクチンの培地がそういう動物のものが使われなくなったので、患者はほぼいなくなったんじゃないかと思います。ゼラチンのアレルギーで困っている方たちはまだまだいますが、多分今の小中学生ぐらいが高齢者になって亡くられる時代が来ると、もうゼラチン対策は要らなくなるかもしれない。それくらい、予防接種がきっかけで症状が出た人たちがいた時代があったということです。
- また、キウイフルーツのアレルギーについては、今、30代ぐらいの方が小学生になる頃に給食で出されるようになったんですけども、それより前の時代はキウイフルーツ自体そもそも見掛けない食物だったと思うんです。だから、30代より上の人たちにはあまりキウイフルーツのアレルギーの人がいません。このように、食べる物が海外から入ってきたり、食卓の文化が変わるとアレルギーは変わるということですね。

【食物アレルギーと表示ミス ケーススタディ】

食物アレルギーの症状について、厚生労働省が実施しているモニタリング調査の数字では、

皮膚症状を起こす人が90%以上、呼吸器症状が33.6%、粘膜症状が28%。この数字をを見ると、1人で2つぐらいの症状を起こしていることが想像できると思います。消化器症状を起こす人は18.6%です。

- ショック症状というのは、いわゆるアナフィラキシーショックのことです。食物アレルギーの人の約10%がアナフィラキシーショックを起こしています。食物アレルギーの人全部がアナフィラキシーショックを起こすわけではないですね。1人で1つか2つぐらいの症状があるんだけれども、アナフィラキシーというのは、臓器全部が一度に症状を起こす状態です。だから血圧が下がって、起きていられなくなって、パタンと倒れちゃうようなことが起こる、ということですね。
- 同じ調査で、食物アレルギーの原因食物について、鶏卵39%。乳製品23%、小麦12%と報告されています。あとはすごく少ないですね。20年ぐらい前、母数は全く小さいんですけども、私たちは電話相談などで繰り返しこういう統計を取っていたんです。その頃ピーナッツは1%未満でした。果物もすごく少なかったんです。バナナは果物の中で突出していましたが。それが今、20年たってピーナッツは5倍ということなんですね。だから、全体としては大きい数字ではないけども、食卓が変わって、ピーナッツオイルとかが使われるようになって患者が増えたというのを、私たちは身をもって感じています。
- 食品回収情報というのは、47都道府県すべての保健所がウェブサイトをやっているわけじゃないんですが、現状基本的に保健所が統計を取ってウェブで発信しているものを、アレルギーに関してのみ手作業で集めています。アレルギーの表示義務化は2000年からスタートしていますが、私たちの統計は2008年からスタートしています。
- 残念ながら2017年は、2月初めによく統計が終わって今回資料のグラフには反映されていませんが、2016年までのデータを示しています。合計が下から2番目の数字ですが、全体として増えているのが分かると思います。消費者庁に届けられた発症数も出ていますけれども、私たちが調べると、こんな少ない数字じゃないんですね。公のものに登録する制度というものが無いので、まさに氷山の一角だけが行政に吸い上げられている感じがしています。
- 食品回収の理由を、保健所が発表した文章から拾って分類してみると、ラベルの貼り忘れの類いが30件ぐらい、2013年からずっと出てきています。意外に思うのは、Aという総菜とBという総菜を互い違いに間違えて貼ってしまっているという例がとて多いことです。
- 例えばえびチリのお総菜と、ほうれん草の煮びたし、見た目赤と緑で全然違うけども、ほうれん草のほうにえびチリ、えびチリのほうにほうれん草の煮びたしと貼ってあるような表示ミスで回収が上がってきています。必ずしも表示の微妙な違いでアレルギーの人が発作を起こしかねないというような危険の大きな間違いばかりとは限りませんが、こういう作業上の間違いが増えたと感じています。貼り間違えたメーカーさんに電話で聞いてみると、このケースの場合パッと見て、貼るラベルの文章が違うのは分かりそうなもんですよ。それが分からない理由は、製造現場に日本の言語以外を使う方たちが増えたということと無関係ではあ

りません。

- だから、ぱっと見て間違っているか、合っているかっていうのが分かる仕組みを別途製造者の皆さんはやらなきゃいけないんじゃないかということ、私たちはお伝えしています。時代の趨勢で海外の人が日本の製造現場で働くというのは、もう当たり前の状況なので、その中でどうやってミスを防いでいくかということも大事ななと思っています。
- 同じ2016年の統計を食品分類で分けてみると、すごく特徴的なのは、お総菜が多い。その次に、お菓子、パンと続きますが、1、2位とそれ以下とは全然違う数字ですよ。事故が突出しているのが総菜の貼り間違いということもありますが、書かなければならない材料が多いということも関係しているんだと思います。
- 月間の平均回収件数を見ると、とても多いですね。1カ月19件というのは1日おきに何か回収のお知らせが来るということですね。これは私たちがウェブサイトで公開しているので、あとで興味のある方はぜひ見てください。無料です。メールアドレスを登録すれば食品回収の情報が日々届きます。多いときは1日に何件もあるときもありますが。
- アレルゲン別に分類してみると、やはり小麦がダントツに多い。小麦製品、お菓子の回収が多いこともありますが、それだけいっぱい食べているんですね。また、乳製品や卵が多いのは、それらを使うことで食品が柔らかくなったり、味に深みが出たりすることとも無関係じゃないという感じです。
- 特定原材料7品目以外のものでは、大豆がダントツで回収数が多いです。大豆油もこれに含まれるので、材料に大豆油を使って、「使用されているもの—大豆」と書かれていて、回収になっているものが多いということですね。
- 回収の理由を書き起こしてみると、表示ミスの理由は、原材料供給元の規格書に十分な説明がされていないことによるものもあります。規格書というのは、メーカーさん同士がやりとりする原材料とか、温度管理とか、いろんなものを書く書類です。また、いわゆるトレーサビリティでいうところの原材料屋さんが輸入した原材料で、輸出元の情報などがきちんとトレースされていないことによって、表示ミスが起こっているというようなケースも含まれます。先ほどの貼り間違いや入力ミスなど、人がやる作業の中のミスもあって、回収の理由にはいろんなことがあるということが、聞き取りや統計から分かります。
- 表示義務化がスタートするときに、メーカーさんは、食物アレルギーが何か微量なものの混入によって起こるんじゃないかと随分警戒したのですが、もちろん成分が間違っていて含まれないように、製造現場がアレルゲンコントロールをきちりやらなきゃいけないという基本的なことはありますが、成分を管理するだけではアレルギーの表示ミス、あるいは誤食事故はなくなるということですよ。人のいろいろな作業の中で、注意しなければならないところがたくさんあるということだと思います。

【どれくらいの量でアレルギーの反応が起きるのか】

参加者：いわゆる外食の大手チェーン店ではなくて、個人でやっておられるようなところのデータはないんでしょうか。メーカーから出されてるパッケージになったものでなく、スーパーで売っているお惣菜とか、一般のお店の食物アレルギーの事故についてのデータですが。

赤城：外食に関しては私たちが患者さんに聞き取った誤食事故はあります。ですが、行政が取ってない。

参加者：いわゆる個人でやっておられる方に表示義務はないですよね。そこに落とし穴があるんじゃないだろうかと。データを取っておられて、その深刻さ、重要性については、どのようにお考えですか。

赤城：後半でそこをご説明しますね。その前に感受性について。時間があったら、後で皆さんにエピペンを触ってもらおうと思うんですが。私たちが行っているキャンプでは、2泊3日で食事の提供をします。患者さん、ボランティアさんを含めて120人集まるキャンプでは中に注射器を持った患者さんが20人ぐらい含まれるんですね。私たちの提供するもので誤食することはないんですけど、例えばキャンプ場はいろんな人が来る場所なので、前に来た人たちが目玉焼きを食べて、テーブルにちょっと目玉焼きの汁が滴ったとしますよね。拭いたけれども、目に見えないタンパク質が残っていて、患者さんが触ると、じんましんを起こすかもしれません。レストランでアレルゲンを間違えて出してしまうないように提供するのと同じように、私達のキャンプでも間違わないように提供するんですが、それでも接触事故があり得ます。事故を起こさないようにとにかくテーブルをしっかり拭いて、今まで発症はないんですが、可能性があるので訓練をしています。

- レストランでアレルゲン管理というのがなかなかできない状況の中で、アレルギーの患者さんがどのくらいの微量な量に対して反応するんだろうか。卵が目の前にどんってあれば、卵アレルギーの人は卵には触れません。でも、今の例のようにテーブルにこぼれたものを拭き取った後にも残っているくらいのタンパク質でじんましんが起る。起こさない人もいるけれども、そういう人もいる。
- では、口に入れるのはどのくらいの量だったら起るのか。表示義務は10ppm以下をコントロールしなさいという法律になっていますが、患者さんのほうはどう見たらいいのか。これは神戸医療生協病院の、木村彰宏先生が作成した、食物に含まれているアレルゲンタンパク量を示したグラフです。
- 一番下が牛乳ですけども、牛乳のアレルゲンタンパクは100g中3.3gぐらいなんです。牛乳はアレルゲンタンパクとしては他の乳製品に比べて、そんな多くないんです。患者が乳製品を食べられるように、お医者さんの管理の下で負荷試験という訓練(治療)をするときにはよく牛乳が使われることが多いです。カゼインに含まれているアレルゲンタンパク質がとても多いことが表から分かります。カゼインはいろんな加工品に入っています。お菓子にもカゼインという表示はあるし、カマボコなどの練り製品に含まれている場合もある。今度お買い

物するとき、パッケージの裏の原材料表示を見ていただくといいと思います。カゼインというのは、食品の味付けではなく別の意図で使われている場合が多いと感じます。

- 脱脂粉乳はお菓子類にたくさん含まれていますが、アレルゲンタンパク量が多い。パルメザンチーズにもアレルゲンタンパクは多いです。これは乾燥して凝縮されているからじゃないかと、木村先生はおっしゃっていました。2012年に食物アレルギーの小学5年生の女の子が、学校でチヂミを食べて亡くなった事件がありました。あのときにチヂミに含まれていたのが、粉チーズでした。削ったパルメザンチーズではないかとお医者さんたちが言っているんですが、そうだとすると、分量が少なくてもアレルゲンタンパクの濃度が高ければ反応を起こしやすいということが、これを見ても分かると思います。

参加者：資料にある量は、基本的に乾燥したもののグラム数でしょうか。いわゆるウエットのチーズだったら多少水分が入っていますよね。グラフのパルメザンチーズは粉と思われる含有量だったので。水分含有量などはそろえてありますか。そうではないデータですか。

赤城：これはお医者さんがやってらっしゃるので、わかりません。検査キット会社さんが似たような数値を出されているんですが、それは分離にかけるからウエットでそろえてあると思います。

参加者：乾燥とウエットの状態でグラム数もかなり変わるのではないかと、摂取したときの量で考えたときに思ったので。例えば、この表で牛乳そのものを100g飲むより、パルメザンチーズを同じ100グラム取るほうが、アレルゲンをいっぱい含んでるよ、という見方でいいですか。

赤城：それでいいと思います。

【お米アレルギー患者さんのためにお米を食べる感触を】

赤城：お米のアレルギーは、患者さんの数としてはあまり多くないんですが、治療ではなく、その患者さんのQOLのために、お米っぽいものを食べたいであろう米アレルギーの患者さんが米を食べる感じに慣れるように、チンして食べる米飯のパックが売られているんです。患者さん用のレンジのご飯です。表はその比較です。精白米は普通のお米です。「ゆきひかり」というのは、品種改良で患者さんが食べられるようになっているお米です。たまたま調べたのがこのメーカーのものでしたが、いろんな所がゆきひかりを生産していて、味は一般のものと同様に違わないんですよ。

- 以前、Aカットごはん、ケアライスという、アレルギーの人が食べられるご飯ができる前は、酒米を食べていました。つまり、技術的にお米の外側を削って、いわばタンパクのおいしいところを全部取ってしまったものなら食べられる患者がいるというので、酒米を食べていたんです。ただ、実際はそんなにタンパク量が減らないので、患者の中でも食べられる人と食べられない人がいたんです。ケアライスの場合、お米のグロブリンとかアルブミンを技術的に取ってしまっていて栄養は全然ないでしょうけど、見た目は米粒なので、ご飯としてチンして食べられるような状態です。タンパク質のパーセントもすごく低く作られています。ケ

アライスではほとんどの患者さんで症状が出ないと言えるんですけど、Aカットごはんでは症状が出る方がいるので、この感受性の差というのは患者によって違う。これは、お米の例なので、一般の他の、例えば卵の患者がどうなのというのは、なかなか比較できるものがなくて説明しづらいです。

黒木：お米アレルギーっていうのがあるのは、知りませんでした。

参加者：ケアアリスは、ペプチドとかに分解するというような加工なんですか。

赤城：ペプチド分解ではなく、アレルゲンを取り去った状態ですね。お米から、アルブミン、グロブリンというアレルゲンタンパクを取り除いています。

参加者：食べたときの味は変わるもんなんですかね。

赤城：お米のおいしいところがアルブミンとグロブリンなんです。そこを取ってしまった感じ。ただ、かんだ感じはお米ですね。やはり患者さんのQOLのためのものだと思います。粘度も多少はあります。もち米を食べるときの弾力はないですが、ああ、お米だなという感じがしましたね。

- 実はお米アレルギーの人は、即時型というより、即時型とゆっくり型の間、8時間ぐらいたってから症状が出ることもあります。ひとたび症状が出始めると、即時型の反応と同じようにわあーっと一連の反応が起こります。だから、診断できるお医者さんも少ないんじゃないかなと思います。

【誤食の例から学ぼう】

誤食の例をイメージしていただくために、よくある例なので、これを使っていつも説明するんですけど。コロッケの例で3例出しました。コロッケは子どもさんにとって、憧れの食物なんですか。コロッケの例は日々聞きます。コロッケはそもそもジャガイモの中に牛乳を混ぜたり、お肉や野菜を入れたりして固めたものに衣、パン粉を付けてから揚げますよね。ここでとり上げる例は、原材料に卵、乳成分が含まれていなくて、パン粉に使っているパンにも卵や乳が含まれていないものを患者が探してきて買っているケースなんです。

- パン粉に脱脂粉乳が使われてなかったのに、使われるようになった。コロッケは肉屋さんとかに売られていたりするので、表示が曖昧で、店頭販売のものは表示義務もないこともあって、パン粉が変わったことに気づかずに食べてしまったのが1例目。
- 2例目も同様で、原材料に卵や乳が入ってない。パン粉も乳が含まれてないと思っていたら、仕入れ先変更のため規格が変わって、パン粉が乳を含むものになってしまった。それで症状を起こしている。表示があるものもあれば、ない場合もある。それでも買ってしまうのは、どこそメーカーのあのコロッケは前は乳が入ってなかったから食べられるという思い込みで、次から表示を見ないで買ってしまうということ。それで誤食が起こっています。
- 3番目の例。乳の表示があったのに、パッケージに変更がないから規格変更されてないだろうと思って買って食べる。これは年齢の低いお子さんで、結果としては顔が腫れた。顔が腫れ

るという経験、あまりないと思いますが、アレルギーのお子さんのことをお母さんがよく表現するのは、2歳ぐらいの子の顔が倍ぐらいに膨らんだという言い方をします。目が開かないぐらいに、ぱんぱんに腫れる感じだと。小さなお子さんの場合、顔が大きく腫れるというのはかなり危険だと思っていいと思うんですが、そういうことが起こっています。原材料のコロッケではなく、衣のパン粉の中の乳や卵の成分に反応するんです。

- 次の例はよくあるウインナーソーセージとかなんですけども、単純にソーセージと言ってもお肉だけじゃないですね。つなぎに小麦、卵が使われたり、風味を良くするのに乳が使われたりしますので、ウインナーソーセージの事故もすごく典型的です。
- 事例の1. は、4歳の子が咳と嘔吐と腹痛が出てきて、症状が腸の辺りと気道の辺りの2カ所で起こっている状態ですね。それで、転げ回って痛がっている状態というのは典型的な食物アレルギーの症状かなと思います。
- 事例の2番目は、2歳で全身にじんましん。これはアナフィラキシーショックの状態だと思うんです。大人も全身に出るのはかなり危ないですけど、大人と子どもが同じように全身症状になったら、子どものほうがはるかに危険度が高い状態ではないかと思います。
- 次は、サイコロステーキの結着剤で反応を起こした例です。試食コーナーで子どもたちが走って行って頂戴と言ったらついあげちゃいますよね。私たちは今、いろんなスーパーさんに、子どもさんが来たらすぐにはあげないで、「お母さんと呼んできて」と言ってあげてねとお願いしています。また、POPみたいなものにも、食物アレルギーの人向けに、例えば「卵が入っています」などと、書くようにお願いしています。

黒木：「保護者の方と一緒に食べましょう」とか書かれているのを、見たことがあります。

赤城：けちで言うんじゃなくて、命を守るために、お母さんと一緒にということですね。



板書で話題がさらに広がります

【続きはホームページで】http://www.frc.a.u-tokyo.ac.jp/information/news/180216_report.html

あとがき

本年度でこの事業に参加してから7年となる。当初は、放射性物質についての知識も乏しく、その分野の専門家の意見を頼りに様々な取組を進めてきた。その過程で、被災地現場の苦悩や、マスメディアには載ることのない多くの障害やジレンマを目の当たりにした。それらの一つでも解決することは出来ていないが、この事業で収集した消費者意識調査成績については、様々なかたちで公開しており、多くの関係者に参考として使って戴けているものと思う。特に、多くの消費者は、放射性物質に関する知識をどんどん忘れてしまう。これは、消費者がいけないのではなく、皆が常に新しい情報を求めている結果であろうと思う。従って、放射性物質に関する情報についても、常に新しいものであると感じてもらえるよう、情報を提供する側としても工夫する必要がある。同時に、国や自治体とは全く独立中立な立場で、調査成績や様々な情報を公開し、少しでも多くの理解者を増やそうとする努力は、今後も続けていきたいと思っている。そのため、関係するスタッフも常に多くの作業を抱えている状態であった。そんな状態でも、年度当初から予定をはるかに超える作業を実施してくれた学術支援職員の林瑞穂氏、昨年同様ウェブ調査成績の数値解析を休日返上で実施してくれた熊谷優子博士、煩雑な事務を手際よく処理してくれた事務補佐員の北村沙織氏、サイエンスカフェのファシリテーターを勤めてくれた渡辺孝康特任助教、黒木香澄特任助教、およびセンター長秘書の澤田尚子氏、さらに側面から支えてくれた研究室学生諸君、これらすべてのスタッフの奮闘なくては、この報告書に記載した活動は不可能であった。この場を借りて、御礼申し上げたい。このようなすばらしいスタッフに恵まれていれば、被災地の復興のための消費者意識解析や情報提供活動は、今後も粘り強く続けていけると確信する。

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長
関崎 勉