

食品安全委員会セミナー  
「加熱時に生じるアクリルアミドの食品健康影響評価及び低減対策について」  
議 事 録

1. 日時 平成28年3月3日（木） 10:00～12:12

2. 場所 食品安全委員会事務局 会議室

3. 議事

- (1) 開会挨拶 食品安全委員会委員長 佐藤 洋
- (2) 加熱時に生じるアクリルアミドの食品健康影響評価（案）について  
加熱時に生じるアクリルアミドワーキンググループ座長 青木 康展  
食品安全委員会事務局評価技術企画推進室長 高崎 洋介  
加熱時に生じるアクリルアミドワーキンググループ専門委員 川村 孝
- (3) 食品中のアクリルアミドの低減対策について  
農林水産省消費・安全局食品安全政策課課長補佐 阪本和広
- (4) 全体討議
- (5) 閉会

4. 出席者

(委員)

佐藤委員長、山添委員

(専門委員)

青木座長、川村専門委員

(農林水産省)

阪本課長補佐

(事務局)

姫田事務局長、植木情報・勧告広報課長、高崎評価技術企画推進室長

5. 配布資料

議事次第

資料1 加熱時に生じるアクリルアミドの食品健康影響評価（案）について～概要～

資料2-1 加熱時に生じるアクリルアミドの食品健康影響評価（案）について～詳細～

資料2-2 食品安全委員会評価書（案）「加熱時に生じるアクリルアミド」の解説

資料3 評価指標の設定とその問題点 もう一つのレギュラトリー・サイエンス

資料4 食品中のアクリルアミドの低減対策について

評価書（案）加熱時に生じるアクリルアミド

アンケート

季刊誌「食品安全」vol.15

内閣府食品安全委員会からのお知らせ

（ホームページ、メールマガジン、Facebookなどのご案内）

安全で健やかな食生活を送るために

～アクリルアミドを減らすために家庭でできること～

<詳細版>安全で健やかな食生活を送るために

～アクリルアミドを減らすために家庭でできること～

## 6. 議事内容

○植木情報・勧告広報課長 皆さん、おはようございます。定刻となりましたので、食品安全委員会セミナー「加熱時に生じるアクリルアミドの食品健康影響評価及び低減対策について」を開催いたします。

本日はお忙しい中、お集まりいただき、ありがとうございます。

私は、情報・勧告広報課長の植木でございます。よろしくお願いいたします。

最初に配布資料の確認でございます。お配りしてあるとおりでございますが、一覧がございます。

議事次第がございまして、資料1～資料4、これがきょうの講演の資料になります。

資料1が食品健康影響評価の概要でして、資料2-1が詳細版でございます。

資料2-2が解説でして、両面印刷の1枚紙でございます。

資料3が評価指標の設定とその問題点です。

資料4が低減対策でございます。

その次に分厚いものがありますけれども、これは私どもが今パブリックコメントを行っている評価書（案）でして、ホームページでも掲載しておりますが、これはお手元にお配りしております。

アンケート、季刊誌、私どもからのお知らせがありまして、「安全で健やかな食生活を送るために」が2つございます。これは農林水産省から御提供いただいた資料でございます。

資料につきまして、何か不足等がございましたら、近くにおります事務局の者にお申しつけいただければと思います。

本日はプレス取材による冒頭カメラ撮りがございます。あらかじめ御了承、御了解願います。

また本日のセミナーの記録のために、スタッフが写真撮影を行います。その撮影した写真などは食品安全委員会のFacebookなどの広報で使わせていただくこともございますけれども、個人が特定できるようなものは使用しないという配慮をしますので、御了承をお願いいたします。

いたします。

では、本日は食品安全委員会の常勤委員の4名も出席しておりますが、まず最初に食品安全委員会委員長の佐藤より御挨拶を申し上げます。佐藤委員長、よろしくお願いいたします。

○佐藤委員長 皆さん、こんにちは。食品安全委員会委員長の佐藤でございます。

セミナーの開会に当たりまして、一言御挨拶を申し上げたいと思います。

本日はお忙しい中、大変多くの皆様に御出席をいただき、まことにありがとうございます。また、日ごろより食品安全委員会の活動に御理解、御協力を賜り、感謝申し上げます。

御承知のように、私ども食品安全委員会は、科学に立脚して中立公正にリスク評価をかつ客観的に行うというリスク評価機関でございます。通常、リスク管理機関、厚生労働省や農林水産省からの要請でリスク評価を行うことになっておりますが、本日のテーマである、加熱時に生じるアクリルアミドはいわゆる自ら評価、委員会自身で評価の必要性を認め、評価をいたしました。

アクリルアミドは化学物質としてはかなり使用の歴史がありますし、生化学を学ばれた方は、ゲルの材料として多くの方が使用されたと思いますが、食品の汚染物質としては歴史が浅いということがございまして、評価に当たっては、いろいろ苦労いたしました。平成23年に評価を開始し、専門調査会等での検討を経て、本年2月16日に評価書（案）を取りまとめ、現在、国民や関係者の皆様方の御意見をお聞きしている、いわゆるパブリックコメントの期間中でございます。

最近、テレビや新聞で取り上げられるようになっており、国民の関心も高いと考えておりますが、これは評価の結論部分で、特に発がん性について、懸念がないとは言えない、と書かれているからかなと感じております。これは科学的な結論としては、こういう表現になります。しかし、一般の方には非常にわかりにくいと、食品安全委員会にもよくそういう御質問がございます。そういったことに関して、我々が説明する必要があるだろうと考えて、本日のセミナーに至りました。

評価の方法についても後で詳しくお話をいただきますけれども、ベンチマークドーズ法を使ったり、あるいはMOE、Margin of Exposure、結局、摂取量とある臨界値との比について、新しい評価方法を使っております。

リスク評価については、いわゆる一日許容摂取量あるいは一日耐容摂取量を求めるというようなことで常日ごろ、食品安全委員会も諮問にお答えすることが多いのですけれども、これはリスク管理機関がリスク管理をする上での基本になる数値を出しているということでございます。

しかしながら、MOE、Margin of Exposureというのは、現状どんなリスクがあるのかというようなことを表すものだと考えております。そのためには、ばく露調査をきちんとやらないといけないのですけれども、これはこれまで食品安全委員会ではなかなかできていなか

ったというか、実際にはなかなか難しいことなので、それにもアクリルアミドの評価においてはトライをいたしました。

さらにアクリルアミドについては、家庭の調理でも発生するということがわかっておりますので、特に広く国民の方々に知っていただくことが重要と考えております。本日は評価に携わった先生から、アクリルアミドのリスク評価の内容について説明をしていただきます。

国民の健康リスクを下げるためには、リスク評価とリスク管理が一体的に機能することが重要でございます。先ほど申し上げましたように、アクリルアミドは調理でも発生し、また、その量がふえるということがわかっておりますので、本日はリスク管理機関である農林水産省から、アクリルアミドの低減対策や家庭での調理の仕方を工夫することによって、低減方法があるということについても、説明をしていただきます。

本日のセミナーを通じて、アクリルアミドのリスクについて、皆様方の御理解が深まれば幸いと考えております。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

○植木情報・勧告広報課長 それでは、本日のセミナーでございますが、ただいま挨拶しました食品安全委員会の佐藤委員長がコーディネーターとなります。

それでは、佐藤委員長、よろしくお願いいたします。

○佐藤委員長 それでは、引き続き、コーディネーターを務めさせていただきます。

まず最初に、加熱時に生じるアクリルアミドの食品健康影響評価(案)の概要について、加熱時に生じるアクリルアミドワーキンググループの座長でありました、国立環境研究所の青木先生から御説明をいただきます。青木先生、どうぞよろしくお願いいたします。

## 加熱時に生じるアクリルアミドの食品健康影響評価（案）について

加熱時に生じるアクリルアミドワーキンググループ座長 青木 康展

○青木座長 ただいま御紹介いただきました、国立環境研究所の青木でございます。

このワーキンググループの座長を務めさせていただきました。振り返りますと、この5年間、20名余りのワーキンググループの専門委員を初めとして、毒性学、疫学、分析化学、数理解析など多くの分野の専門家の先生方のお力を得て、ここに評価（案）を取りまとめることができました。

さて、本日問題といたします、このアクリルアミドはどのような物質でございましょうか。このような化学構造をしているものでございますけれども、主に今までよく知られている用途は、土壌の充填剤あるいは接着剤などに多用される水となじみやすいポリマー、ポリアクリルアミドの原料でございます。

同時に、先ほど委員長からお話がありましたように、ライフサイエンスで汎用される試薬でございまして、この中で使った経験がある方もいらっしゃるかもしれません。私自身もその一人でございます。常温では白色の結晶です。

ところが、この化学工業品として、よく知られているアクリルアミドが、かれこれ20年になると思いますけれども、食品中に検出される、存在しているということがわかってまいりました。当時、非常に驚きをもって迎えられたように記憶しております。

さまざまな研究が行われました。その結果、タンパク質を構成するアミノ酸の一種であるアスパラギンとブドウ糖などの還元糖、両方とも食品の中にありふれたものでございますけれども、それを揚げる、焼く、あぶるなどの120℃以上の加熱、これは通常の調理ですが、その過程によって化学反応を起こすことで生成するものであることが明らかになってきました。ここで注意をしなければいけないのは、このアクリルアミドは決して意図的に食品に添加されたものではなくて、調理の過程で生成するものということでございます。

食品中にこのアクリルアミドが存在するということが明らかになった当時、既にこのアクリルアミドは比較的多量の摂取によって神経毒性あるいは動物実験によって発がん性が指摘されていた、そういった物質でございます。文字どおり、食品安全上の課題として、各国でこのアクリルアミドの健康リスク評価が開始されました。食品安全委員会でも平成23年、自ら評価として、このリスク評価を開始いたしました。

私たちがこのリスク評価を行う上で特に重要と考えたことは、日本に住む私たちがどのような食品から、どの程度の量のアクリルアミドを摂取しているかを明らかにすることです。なぜなら食材や調理法は国や地域ごとに大きな特徴があり、それを踏まえてリスクを評価する必要があるからです。

そこで食品安全委員会では、農林水産省と厚生労働省など担当部局から情報提供をいただき、国立環境研究所環境リスク研究センターに研究を依頼し、我が国での摂取量の推定を行いました。これがその結果です。平均摂取量は1日当たりですが、 $0.24 \mu\text{g}/\text{kg}$ 体重と

推定されました。体重が60kgの方ですと、15 $\mu$ gを1日摂取すると推定されるわけですが、約1万分の1gとなります。とても少量であるということをイメージしていただけたいと思います。

そのアクリルアミドの摂取源でございますが、56%が高温調理した野菜。つまり炒めた野菜ですね。17%がコーヒー、お茶といった飲料。16%がポテトスナックなどの菓子類と推定されました。

我が国での推定摂取量は海外と比較しますと、このグラフで見ただけだと一目瞭然だと思えますけれども、海外と同程度か、あるいは欧米と比較しますと、むしろ低い値ということが推定されます。その理由はいろいろ考えられますが、1つには食材の違いが要因ではないかと、研究班としては考察しております。

さて、このアクリルアミドの摂取量と有害性の知見をもとにした私どもの評価（案）の概要でございます。発がん以外の影響、これは先ほど冒頭にパネルでお示しましたが、神経に対する影響等が知られておりますが、これに関しては食品由来のアクリルアミド摂取については、そのリスクは極めて低いと評価いたしました。発がん影響については動物実験等を用いた試験から、このアクリルアミドは遺伝毒性を有する発がん物質、つまりDNAに傷をつけて発がん性を示す物質であると判断しました。

しかし、その一方、疫学等の知見ですと、ヒトにおける健康影響は明確ではございません。しかしながら、この動物実験の結果と推定摂取量に基づいて、我が国では公衆衛生上の観点から懸念がないとは言えないと評価したという次第でございます。

この評価を受けまして、いわゆるALARAの原則ですね。as low as reasonably achievableという原則にのっとり、合理的に達成可能な範囲でできる限りアクリルアミドの摂取量の低減に努める必要があると考えております。評価の詳細は続きまして、高崎室長より御説明いたします。

○佐藤委員長 青木先生、どうもありがとうございました。

引き続き、食品安全委員会事務局の高崎評価技術企画推進室長より評価（案）について説明いたします。

## 加熱時に生じるアクリルアミドの食品健康影響評価（案）について

食品安全委員会事務局評価技術企画推進室長 高崎 洋介

○高崎室長 皆さん、おはようございます。高崎と申します。

私からはなるべくわかりやすく、お話を進めていきたいと思えます。先ほど、青木先生から概要のお話がありましたものと一部内容は重複しますが、少し詳しくお話をします。私の後に川村先生がより科学的で専門的なところについて御説明いただくということで、進めていきたいと思えます。

私からお話する内容は、アクリルアミドが注目されたきっかけや、どんな物質であるかということ、どんな食品に含まれて、体に入るとどうなるのか。毒性について、動物実験と人の研究からの結果。ばく露について食事からと食事以外からのどのようなものからばく露しているか。それを踏まえて、最後にアクリルアミドの評価について御説明いたします。

先ほど、青木先生も言われていましたきっかけですが、2002年にスウェーデンでトンネル工事で働いていた人たちのアクリルアミドのばく露量を調べた際に、対照群というコントロールを置くのですけれども、コントロールとして置いた主婦のような方々、トンネル工事に関係していないような人のサンプルからアクリルアミドが検出されました。これは工業製品以外にどこからかばく露があるのではないかとと思われるようになりまして、いろいろ調べたところ、食品中のアクリルアミドが存在するということがわかりました。まさか人が食べていると思わなかったということで、世界的な関心が高まりました。

それを受けて、2011年3月に食品安全委員会は「加熱時に生じるアクリルアミド」を自ら評価として決定しました。我々は厚労省や農水省から諮問という形で聴かれて答えるという以外に、食品安全委員会が重要と考えることは自らの判断で評価を行うというスキームがあるので、これにのっとって評価をしました。

加熱したときの化学物質というと、皆さんは一昔前にお肉の焦げに発がん物質があるというような話を聞いたことがあると思うのですけれども、こちらはヘテロサイクリックアミンという物質で、野菜が加熱されて生じるアクリルアミドとは別のものですので、御注意ください。

まず、「アクリルアミドはどんな物質？」。これも青木先生からお話がありましたが、工業的に接着剤や塗料として用いられる白色無臭の粉末状の物質です。食品としてはアスパラギンというアミノ酸の一種とブドウ糖や果糖などの還元糖が120℃以上の加熱、揚げる、焼くなどの加熱によって、メイラード反応という化学反応を通してできる物質です。

「どのような食品に含まれるの？」ということですが、水が存在している間は、水の沸点が100℃ですから、100℃以上になりませんので、アクリルアミドは生成されません。例えば蒸す、煮る、おにぎり、ここに書いてありますけれども、このような食品には含まれていません。

一方で、揚げる、焼くなど水分を飛ばして、天ぷらにするとか、フライなど、そういうものについては、生成されるということになります。

次に「体の中に入ったらどうなるの？」です。かなり低分子の化合物ですので、広範な組織に分布しますが、蓄積はしません。体の中では、摂ったものを代謝して排泄する機構がありますが、最終的には尿として体の外に出ていきます。この代謝は、どのように外に出ていくかは、動物の中で差があるのではないかとされていて、動物とヒトとの間で影響の違う可能性があるのではないかと、ということが示唆されております。

「どんな毒性があるの？」ということです。毒性を調べる方法はいろいろありますけれども、動物実験が幅広く行われている方法です。そもそも動物実験は、聞かれたことがあると思いますが、毒性を調べる動物実験は、ある一定期間に何段階かの異なる量を与えて、有害影響があるかについて確認していきます。

具体的には、この図は例えば、0、1、2とだんだん用量をふやして投与し、2mgのところ動物で統計的な有意な差をもって毒性影響が出てきた、この値のことを最小毒性量、LOELと言います。今後も横文字が出てきますけれども、なるべく解説いたします。

ここはLOELと言って、その1個下の毒性が確認されなかった最大の量のことを無毒性量と言って、NOAELと呼んでいる値を出します。このように動物実験でこういう値を出していき、毒性を確認しております。

(PP)

この動物実験からわかったことですが、非発がん性、要は発がん以外の影響ということですが、ラットやマウスのようなげっ歯類を用いた実験では、神経毒性などの影響が見られました。これは後ほど御説明しますが、日本人が食べている量を考えると、これらについてリスクは極めて低いだろうという判断になっています。今回問題になっているのが発がん性の影響ということで、げっ歯類を用いた実験でいろいろな臓器に発がんの頻度が増加した。また、細胞を用いた遺伝毒性試験という試験で陽性であったということから、遺伝毒性を有する物質であると判断されております。

ここで皆さん、遺伝毒性を有する発がん物質についてですが、先ほど青木先生も言われていましたが、遺伝毒性という名前が皆さんを誤解させるのですけれども、語源としては遺伝子に対する毒性ということで、遺伝する毒性ではありません。遺伝子を傷つけて細胞をがん化させる性質のある物質のことを遺伝毒性発がん物質と言っています。ここは重要ですので、ぜひ覚えておいてください。

ここまでが動物実験でしたけれども、動物とヒト、ネズミとヒトは種も離れていますので、ヒトでの影響がどうなのかということが世界各国で研究されています。ヒトでの研究のことを疫学研究と呼んでいまして、ちょっと難しい言い方をしますが、アクリルアミドの食事からのばく露とがんの関連について、世界各国で調査が行われましたが、アクリルアミドのばく露量と発がん性の間に一貫した傾向が見られていない。これはどういうことかと言うと、多くの研究では影響が確認できず、がんをふやしたという研究もあっ

たのですが、アクリルアミドによって、がんが下がったというような研究もあり、一貫した傾向が見られなかったということです。

動物実験というのはいろいろな条件を一定にできるので、アクリルアミドを投与した影響だけを見ることができるのですけれども、ヒトで意図的にアクリルアミドだけを摂取して実験することはできませんので、生活の中での喫煙や飲酒などの影響も関係していて、なかなか影響が見えないということもあれば、逆にはっきりわかる程度の差はないのではないかということも言えるのかもしれませんが。

次に、日本人のアクリルアミドのばく露について。ここまでお話をしたのはアクリルアミドの毒性についてです。これを専門的にまた横文字で言うと、ハザードキャラクタライゼーション、アクリルアミドの毒性自体を動物実験やヒトの実験で考えるものです。どんなに毒性が強くても食べる量が少なければ、体に対する影響は少ないということで、食べる量ということが非常に重要です。今回の評価においては日本人のアクリルアミドのばく露量をいろいろな最新の方法を用いて計算しています。

私たちは加熱調理したいろいろな食べ物からアクリルアミドを摂取しているのですけれども、それを調べる方法として、また横文字が出てきますが、モンテカルロシミュレーションを用いました。ここに定義を書いておりますが、ここではコンピュータを使ったシミュレーションということだけを覚えていただければ結構です。モンテカルロシミュレーションと、点推定という平均値だけが求まる方法で求めています。

まず、モンテカルロシミュレーションについてです。なるべくわかりやすくお伝えすると、ある個人の長期間における平均的なアクリルアミドの摂取量の分布、ここが一番重要ですが、分布を求めることを目的として行われています。

求め方ですけれども、ある個人のいろいろな食事からのアクリルアミドの摂取量を全部足し上げて合計して求めます。ある1つの食品のアクリルアミドの摂取量については、食品中のアクリルアミド濃度の分布、食品の摂取量の個人間の分布と摂取頻度をかけ合わせて求めます。ある食品Aからのアクリルアミドの摂取量を求めて、全ての食品について全部足し上げることで、ある個人のアクリルアミドの摂取量が求まります。これを数十万回繰り返して、足し上げていくと、最終的にはこんな図が得られます。

これが分布図です。ここに小さい字で書いていますが、20万回、シミュレーションを繰り返すことによって、こういう分布が描けます。分布がわかることで何がいいかというと、この後に説明する点推定の方法では平均値しかわからないのですが、このように分布がわかることによって中央値、中央値というのは下から上から数えて、ちょうど真ん中の番目にいる人の値ですが、それがわかるわけです。95パーセントイル、また難しい言葉が出ましたけれども、少ないほうから数えて95番目、多い方の上位5パーセントの人の摂っている量がわかるということになります。これで出した値というのがこのような値でした。

青木先生のいらっしゃる国立環境研究所でモンテカルロシミュレーションをやっていたのでしたのですが、その後新しい野菜のデータというものができてきて、その値

を含めて、より多くの種類も含めて、平均値を求めることにしました。

先ほど、ここは分布となっていたのですが、平均値しか計算に入れないので、全部足し合わせて、出てきたものは平均値という固定の値しか出てきません。先ほどモンテカルロシミュレーションで求めたような精緻な結果ではありませんが、より多くの種類の野菜が含まれている値ということをお我々は求めることができました。また御説明しますが、その値が0.240という値でありました。

こちらは先ほども出てきましたけれども、この0.240の内訳の円グラフですが、半分以上が高温調理した野菜でした。例えばフライドポテトとか、たまねぎとか、そういうものが多くを占めていた。その次が17%として飲料（コーヒー、緑茶・ウーロン茶、麦茶等）、その次がポテトスナックのような菓子類や小麦系菓子類、続いて、パン類等から我々が摂っているということがわかりました。

これも先ほど出た値ですけれども、諸外国と比べると香港のようなアジアの国とは同じ程度、ヨーロッパのような国とは大分低いという値でありました。

食事以外からも、我々はアクリルアミドのばく露を受けています。例えば、ごくわずかですけれども、水にも含まれている。大気には含まれていなくて、ここで注目していただきたいのは喫煙です。NTPという米国国家毒性プログラムが計算したところによると、たばこ1箱を吸う人は大体0.67。これは0.24の大体2.5倍以上です。たばこ1箱で日本人の1日の食べ物から受けるよりも2.5倍以上アクリルアミドのばく露を受けているというような報告もあるということです。

これらを踏まえまして、ここが一番重要なところですので、少し丁寧に説明いたします。アクリルアミドは先ほどご説明したように、遺伝毒性を有する発がん物質です。遺伝毒性を有する発がん物質というのは、遺伝子を傷つけて細胞をがん化させる作用のある物質ということです。理論的には1個の細胞が無限に増殖することによって、最終的にがんになる可能性がある。現実的には1個のがん細胞ができて、それを排除する仕組みが体内にはあるので、その確率は低いのですが、理論上は少しのばく露があっても発がんの可能性を少し上げる可能性があると考えられています。後ほど川村先生から御説明がありますけれども、これを確率的影響と言います。つまり、閾値がない。このある値以下だとリスクを上げませんよというような、先ほど動物実験で出てきたNOAELというような値を決められないという性質があるのが、この遺伝毒性を有する発がん物質です。

一方で、その対照的な言葉として、確定的影響という言葉があります。神経毒性があると私は冒頭のところで申し上げましたけれども、神経は神経細胞の束です。神経細胞は束なので、1個の細胞が傷害を受けても、ほかの細胞が元気なら別に影響はありません。つまり、確定的影響というのは、ある数以上の傷害がないと影響が出ないということで、ある一定数以上の細胞を傷つけるよりも少ない用量であれば、影響がないだろうと言えるような毒性です。

繰り返しになりますが、遺伝毒性発がん物質は、理論上はアクリルアミドによって1個

でもがん化させると、それが無限にふえることによって、がんになり得る可能性があるということで、閾値を設定できないと考えられています。

そういう性質を踏まえ、そのような物質のリスクを評価する方法として世界的に使われている方法として、また横文字が出てきましたが、我々は、このMOEという値を用いました。

MOE、これはMargin of Exposureという英語なのですが、日本語にしてもわかりにくいのですが、日本語ではばく露マージンと訳されています。これは、私たちが摂取している量と動物実験で影響があった量と、どれだけ離れているかという指標です。

この図のほうの方がわかりやすいかもしれませんが、今回の評価の中で、動物実験で10%ふやす摂取量というのが大体170~300  $\mu$ gだろうということがわかりました。もう一方で、日本人が食べているだろうアクリルアミド摂取量は0.24という数字でありました。これをこれで割ることによって、数学的には比ですけれども、差が大体約1,000倍あるということがわかりました。

国際的に一般的に言われているのは、これはがんの影響に対してなののですが、1万倍未満であれば、対策が必要とされる目安だと言われています。この1万という数字ですが、これは社会がどの程度、社会全体として発がんのリスクというものを受け入れられるかというようなリスク受容、要は感覚のようなものに基づく値でして、絶対的なものではありません。相対的なもので、ほかのリスクとも比べられるような数字であります。この数字の値を参考にリスク管理の程度をリスク管理機関や社会全体として考えていきたいと思いますというような、リスクの優先づけに用いられるような値です。

ここで1つ、MOEを1,000と言っているけれども、どの程度なのだと思いでしょから簡単なクイズです。お酒も食道がんや肝細胞がんという、がんのリスクになり得るものですが、お酒のMOEは幾らくらいだと思いますか。一番早い方には特段何も差し上げませんが、いろいろな研究があるのですが、大体1桁、3や、そのような数字が言われています。

お酒というのは、二十歳未満は飲んではだめですね。お酒を売るところも場所が決められていますし、そのような厳しいリスク管理がされている。MOEが3だからリスク管理機関が対策をしようとしているわけではないのですが、このようにリスクがより大きいものについては、社会として積極的にリスク管理を行っているということでもあります。

こちらは非発がん影響のMOEですが、この一番上の数字は0.43mgなのでマイクロに直すと、430  $\mu$ gを0.15  $\mu$ gで割ると大体2,792という値になります。下も同じような要領で求まっています。この非発がん、発がん以外の影響については大体100以上あれば、一般的には問題がないとされているので、冒頭にも申し上げたように、問題とはしなくていいという評価になっています。

今回の重要な所見だった発がん影響のMOEですが、こちら先ほど申し上げたように、動物で出る影響、0.17mgなので170  $\mu$ gを0.154  $\mu$ gで割ると大体1,104になり、ごらんいただけるとおり、1,000前後という値が出てくるということです。

これらを踏まえて、アクリルアミドのリスク評価のまとめです。こちらは、神経に対する影響などについてはMOEもきちんと確保されていて、リスクは低いであろう。一方で、発がん影響については動物実験で遺伝毒性を有する発がん物質である。しかしながら、ヒトを対象にした研究では、摂取量とがんの発生率に一貫した傾向がない。発がんを上げるような研究もあれば、下げるようなものがあったり、影響が確認できなかったという研究が一番多かったという状況です。

これらを踏まえて、ヒトにおける健康影響は明確ではないが、動物実験の結果及び日本人の推定摂取量に基づき、国際的に対策が必要とされる、MOEの1万という値を1,000ということで下回っていることから、公衆衛生上の観点から懸念がないとは言えない。これを違う言葉で言ってみると、低減の必要性がある。社会として減らす努力は必要です、というようなことが評価結果として言えます。ALARAという言葉が出ましたけれども、次のページで説明しますが、なるべくアクリルアミドを減らしましょうということです。

ALARAという言葉が出てきましたけれども、英語でas low as reasonably achievable、これは汚染物質に用いられる考え方ですが、合理的に達成可能な範囲でできる限り低減しましょうという意味です。アクリルアミドは先ほど申し上げたように、加熱した野菜に広範に入っていますし、飲み物やパン、お菓子にも入っています。私たちが食べるものに広く含まれているので、それらを食べない生活ということは考えられないので、なるべく摂取量を減らす努力をしましょう、というのがALARAの原則です。

この後、農水省さんのほうから、アクリルアミドの低減策についてお話があるので、ここは割愛します。

最後に「生活で気を付けること」。このスライドのほかに、横長の資料をご覧ください。右上に資料2-2とありまして、2-2とある側は「アクリルアミドって何？」と書いてあり、その裏が「私たちが気を付けること」です。こちらは皆さん、本日帰られてから冷蔵庫に張りつけていただければと思うのですが、生活で気をつけることが書かれています。

生活で気をつけることでは、重要な点として、黒板に3点書いております。こちらは試験に出ますので、ぜひ覚えて帰っていただきたいです。

1点目が、栄養を含む食品は、栄養の不足にも注意すること。先ほど言ったように、栄養を含む食品にも幅広く含まれていますので、極端に避けることによって、栄養不足にも気をつけなければなりませんよ、ということです。

2点目が、成分だけでなく、食品全体で考えることも大切であるということです。体に有害なものとされるものも野菜類には入っていますが、それ以上に体に必要なものを多く含んでいます。国立がん研究センターの研究などによると、野菜摂取は胃がんや食道がんのリスクを下げるとも言われています。野菜全体で考えると、がんを下げる効果があると。

それを踏まえて、この下の男性がしゃべっている吹き出しの中ですが、ここが一番重要なことですが、特定の食品を極端に偏ることなく、野菜などは過度に加熱しないようにして、アクリルアミドを摂る量をなるべく減らして、食べ物のよい効果、恩恵を受けること

が重要ですということです。こちらが我々の評価を踏まえて、皆さんが今後、御家庭で気をつけていただくようなことです。

この後、農水省さんにもお話をいただきますけれども、減らす努力は必要です。でも、過度にそれを気にし過ぎて食事が偏って、それによって健康が害されるのであれば、元も子もありませんので、このようなことに気をつけて、皆さん、日々の食生活にお気をつけていただければと思っております。

私からは以上でございます。

○佐藤委員長 どうもありがとうございました。何か追加はありますか。もしあれば、最後のディスカッションのときに追加で発言していただければと思います。

先ほど御紹介を申し上げ損なったのですけれども、食品安全委員会では今年度、評価技術企画室という組織を新しく作りました。高崎評価調整官はその推進室長を務めておられて、今回いろいろと新しい評価方法を導入する際の大きな力になったのではないかと考えております。

ただいまの説明について御質問を受けたいと思います。後ほど全体討議、ディスカッションの時間を設けておりますので、ここでは直接的にこの内容に関係するものですね。例えば言葉の意味がよくわからなかったとか、あるいはこう言ったのかという語尾を確認するとか、そういう御質問があれば、ここで受けたいと思います。いかがでしょうか。

では、前の方、どうぞ。今マイクが届きます。

○質問者A

資料2-1の6ページでお聞きしたいことが2つあります。まず上のほうの「3. どのような食品に含まれるの?」ということで、調理方法、揚げる、焼くという御説明の後に、水が存在していれば、沸点以下の100℃以下なので、まあまあ安全だろうと。アクリルアミドの発生もほとんどないだろうということをおっしゃったのですが、ここに書いていない蒸気ですね。家電製品の中にはオーブンでも水蒸気を発生させるような仕組みのものが最近人気なのですが、そういったもので例えば、じゃがいもを焼いたりとか、そういうのはグレーゾーンかなと思いました。

もう一つは、その下の4番ですが、アクリルアミドが2つの経路が人体内で代謝されて尿中に排泄されると。代謝されるということは、グルタチオン抱合などを受ければ、中和されるということで毒性は低くなるというか、分解されるというか、そういうふうになると思うのですが、それでも発がん物質になるというのがどうしてなのかなと素人ながら考えました。その辺で何か御意見やコメントがあれば、専門家の方からお聞きしてみたいなと思いました。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

最初の質問は後で農水の方から、どうやったら低減するかというような話も出るので、それが終わってからのほうが全体的な話でよろしいのではないかと思います。

では、2番目の質問について、簡単にお答えをいただければと思います。あるいは山添先生にお答えいただけますか。では、委員の山添のほうから、代謝の専門家でございますので、お答えしたいと思います。よろしくお願いします。

○山添委員 皆さん、こんにちは。山添です。

今の御質問ですけれども、グルタチオンというのは、最初に私たちが食べ物を食べた場合に消化管から吸収をして、肝臓を通過して、それから全身に行き渡るわけですけれども、肝臓で非常に高い濃度になります。食事を摂った後だと、ヒトの肝臓でも大体mMになると言われていまして、実際は肝臓が解毒を常にしてくれているわけです。ですが、肝臓で100%潰せるかという潰せないで、先ほど神経毒性であるとか、発がんの臓器とかいうのには、一部はそれを逃げ出して、肝臓から全身の血流中に入ってしまう。

そこで行ったところの場所にも、解毒の機構のグルタチオンがゼロかと言ったら、ゼロではないのですけれども、濃度は低いです。したがって、そのところで解毒も起きるのだけれども、一部はそれを逃れて、どちらかというDNAと反応してしまう確率があると理解をしていただければいいと思います。

○佐藤委員長 相対的な量の問題だとお考えいただければいいのだと思います。

○質問者A 想像していたとおりだったので、大変わかりやすく、ありがとうございます。ということは・・・。

○佐藤委員長 済みません、ここは直接的なご質問だけなので、それ以上の話は、後で全体のところでもう一回御発言できますか。

○質問者A わかりました。ありがとうございます。

○佐藤委員長 ほかに何か言葉に関するご質問などありますか。前から4番目の方どうぞ。

○質問者B 簡単な質問ですが、資料2-1の15と16です。15のほうの推定摂取量は、これはいつの調査結果をもとにして出したデータでしょうか。

もう一点は、16のスライドに関連して、米国のデータがないのですけれども、もしあれば教えてください。

○高崎室長 御質問をありがとうございます。12ページをごらんいただけますでしょうか。このような式で求めているのですが、摂取量については平成24年の国民健康・栄養調

査のデータです。食品中のアクリルアミドの濃度についてはいろいろなデータを使っているので、この時点ということだけは申し上げにくいのですが、一番多く用いた農水省のデータですと、お手元に分厚い評価書（案）があると思うのですが、これの126ページからが使ったデータになっております。読み上げるのは時間の関係で割愛いたしますけれども、ここに書いてあるようなデータを用いて計算を行っております。

○佐藤委員長 いろいろなデータを使っているので、特定の年を特定するというのは難しいわけですね。詳しくは評価書（案）をごらんいただければと思います。

ほかに何か直接的な御質問はございますか。なければ、次に移りたいと思います。どうもありがとうございました。

それでは、引き続き、今回の評価に当たってベンチマークドーズ法など、いろいろと新しい評価法を使ったわけですが、その評価方法について、ワーキンググループの専門委員で京都大学教授の川村先生から御説明いただきたいと思います。川村先生、よろしくお願いたします。

## 評価指標の設定とその問題点 もう一つのレギュラトリー・サイエンス

加熱時に生じるアクリルアミドワーキンググループ専門委員 川村 孝

○川村専門委員 皆様、おはようございます。京都大学の川村です。

長らく食品安全委員会の専門委員をやっております、主に本日は方法論のところを少し解きほぐしてお話してみたいと思います。少々込み入ったところも出てまいりますけれども、こんな感じで解析、評価の数字を出しているということを御理解いただければ幸いです。

発表のときは利益相反についてお話をすることになっているので、特に報告すべきこととはないということです。

最初は、皆さんもよく御存じの化学物質等の健康影響評価のやり方です。これは皆さんの基礎知識で持っていらっしゃることですが、いろいろなフェーズの毒性を評価すると同時に、いろいろな方面の毒性を総合的に評価する。これは毒性学全体に共通のことです。

各方面について評価指標を策定しますけれども、ただいま高崎室長が発表しましたように、用量反応関係というものを実験とか人間における疫学調査で求めます。そして、先ほど説明があったようなNOAELとかLOAELとか、いわゆるここから影響が出てきますよという閾値のようなものを出して、それにさらに安全係数あるいはuncertaintyという不確実な要素を加味して、摂っていい量を算定するわけです。

そこで用量反応関係、dose-response relationshipを検討して、このような指標、さらにこれが動物実験であったりすると、人間に適用したときに、どのくらい安全率を見込んでおかなければいけないかというuncertainty factorとか、あるいはsafety factorというものをかけて、最終的に摂っていい量、あるいは摂ることがここまでならやむを得ないですねという、そういうADIとかTDIを出す。これは基本的な知識でお持ちのことと思います。

次に、研究の手法をどうするかということですが、動物実験の場合とヒトの場合があり、動物実験にはどんな特徴があるかということ、動物実験ですから、もちろん最近は動物愛護という観点で無制限にやれるものではありませんが、やはり少しヒトと違いまして、無ばく露、ばく露させない状況からばく露をいろいろな段階、低い段階から高い段階まで3倍間隔とか10倍間隔で数段階設定いたします。

そのばく露量で群分けをして、そのアウトカム、がんとか、あるいは神経影響とかがどの程度出てくるかということを観察しています。幾つかのグループを同時並行あるいは時差を設ける場合もありますが、ばく露量で群分けをして、どのグループからどれくらいの病気が出てくるかということを観察します。

ところが各群とも実験の基本的な動物数としては、イヌなどですと3匹とか、げっ歯類、ネズミ、ラット、マウスですと10匹とか、そういうのが一般毒性で、発がんに関しても1群50匹くらいということに大体なっています。

それでこの用量反応関係を描くわけですが、その後、動物での実験の結果を人間に当てはめるために、種差あるいは個体差、動物の中でも、あるいは人間の中でも一人一人違うと、そういった要素や、あるいは、本来人間ではライフロング、一生涯にわたってばく露を受けるものなのだけれども、実験では短い期間しか見ることができないというようなことがありますと、期間の要素とかを入れて、そこに安全係数を見込んで、何倍と、ゆとりを見るわけです。

ところが、こうやって普段は評価をするのですが、どうしても動物実験では種差を乗り越えることができない。動物実験はできるだけ人間に近いモデル動物を使うのですけれども、やはり同じではないというところがあるので、そのために不確実係数とか安全係数をかけるのですけれども、この不確実係数自体が不確実なものであって、何で10なの、何でこれが15ではだめなのというようなことが起きてきます。

もちろん全くでたらめに決めた数字ではなくて、それなりの根拠はあるのですけれども、10でなければいけないというほどの確実なものではないわけです。そういうところで長年の経験に基づく、あるいはいろいろな論理的な考察に基づく根拠をある程度は持ちながらも、やはり不確実なところは残るとい面があります。

まれなアウトカムについてはわからない。まれな事象。例えば1万人に1人しか起きないよという現象だと、50匹の動物を使ってわかるかということ、わからないです。よく起こる現象については観察できるのだけれども、まれな現象についてはなかなかわからないということがあります。

では、ヒトを対象とした研究ならどうであろうかということですが、ヒトでいろいろな有害物質にばく露させる。これは人体実験というのはいけませんので、たまたま偶発的な事故でばく露をしてしまったとか、あるいは日常生活で多い人、少ない人がいる。そういう状態を観察して、それを研究として分析することになります。やり方としてはコホート研究とか症例対照研究、これは疫学用語です。例えば、たばこと肺がんの話でしますと、ある地域住民1万人を把握して、1万人のうち、およそ3,000人がたばこを吸って、7,000人がたばこを吸っていませんでした。この方たちを5年、10年と追跡して、がんがたばこを吸っている人から何%出て、たばこを吸わない人からは何%出て、その発生率の違いから危険度を出していくというようなやり方がコホート研究。

反対に、肺がんの人100人、肺がんでない元気な人100人を把握して、過去にたばこをどのくらい吸っていましたかということとをさかのぼって分析するのが症例対照研究です。このどちらかの手法を大抵使います。大勢の人に対して行うということになります。

こういう大きな集団を捕まえて、ばく露量でグループ分けをします。一人一人はかるとばく露量は連続的に分布するのですけれども、それを幾つかのグループに分けて、その後でどうなったということ、ばく露量別に発生がどのくらいあるかということ、計算する、そういう手法をとります。

これは人間でやるからいいのですが、しかし、なかなか難しい問題があります。このば

く露量が動物実験のようにきちんと制御できなくて、あるところにかたまってしまうと。多い量というのは非常に少ないですし、また、非常に微量のところはよくわからないところもあります。したがって、ゼロばく露、ばく露なしというのは本当に設定できるかという、なかなか設定できないわけです。

例えば、放射線でもゼロかという、自然放射線もあるのでゼロというのはいりません。放射線の著しい高ばく露、広島、長崎の事例などでそういう事例があったりするのですけれども、日常で把握できる場所では、なかなか高ばく露とかゼロばく露を捕まえることができないということでありまして、分布も不均一になります。

ばく露量の把握が難しいということがあります。人間、食品の安全ですから、食べて体の中に摂り込むわけですが、どのくらい体に入ったかということ把握するのは大変難しい。今、食事の中で例えば栄養素をどのくらい摂っているかを調べるには、記録法とか思い出し法、食品頻度調査法といったようなものがあります。

食べたものを記録する。これは日本の国民健康・栄養調査でやっているわけですが、思い出し法は、きのうは何を食べましたかということ聞きとる。これはアメリカの健康栄養調査でやっています。食品頻度調査票というのはこの後に出てきますけれども、大勢にやるのに向いていて、質問票に回答してもらおう。

そういう御本人に尋ねるという方法と、尿の中にどれだけ出てきたか。これはナトリウムとかでしたらやりやすいのですけれども、なかなかはかりにくいものも多いし、陰膳法と言って、食べたものと同じものをもう一組用意して、それを生化学的に分析するというような方法もあります。

しかし、人間の食べるものは日々変わります。季節によっても違うし、若いころと年をとってからでも違います。ところが情報はあつた一点とか、ある一期間でやるので、どうしても限定的ということで、本当に生涯を通した食べた量がわかるのかということ、これはなかなか難しいところがあります。

さらに観察研究、長い間、追跡するのですけれども、ほかの因子がいろいろと入ってくる。例えばアクリルアミドで言うと、アクリルアミドは、食べた量を一生懸命精緻に分析したとしても、たばこ1本吸うだけでかなり攪乱される。ずっと吸う人と吸わない人で違います。こういうふうになっていることはまだ調整することができるのですけれども、知らずに摂っているアクリルアミドはたくさんあると思います。そういうところまで調整し切れないということで、交絡と言いますが、ほかの因子が紛れこんでしまつて攪乱するのですけれども、そういうものの調整は結構難しいところがあります。

さらに個人差を乗り越える。アクリルアミドに対する反応は一人一人違いますので、それを克服するには多人数が要るわけですが、多人数を集めることによって個人差を凌駕するのですが、なかなかその多人数を集めるのも難しいところがあります。

多くの国民に対して、どのくらい摂っているかということ調べる方法として、よく用いられるのは食品頻度調査票なのですが、これはそのうちの一部です。およそ100項目とか

150項目、いろいろな料理とか食材、そういったものを列記して、それをどのくらいの頻度で食べますかということを書いて丸をつけてもらうということを行います。一定の計算式で累積値を求めていくわけですが、例えば、この中にアクリルアミドがあるかということ、アクリルアミドという項目はないわけです。

アクリルアミドというのはわざわざ摂取しているわけではないので、どこを探してもアクリルアミドはありません。その中でアクリルアミドの算定をどうするかといたら、フライドポテト、ポテトチップス、ビスケット、クッキー、コーヒー、麦茶、たまねぎ、もやし、そういったものを聞いて、その中に含まれているであろう量をかけて、推定の推定をするわけです。

それでも、調理の方法は全然聞いていないわけです。お肉でもウェルダンが好きな人とレアが好きな人、当然そこに含まれるものは変わってくるわけです。特にアクリルアミドのように調理中に生成されるものは調理の仕方に依存するのですが、こういう調査票には調理の仕方は全然反映されていない。これで調べるのは難しいでしょうということから、アクリルアミドに関してはヒトのデータは余り使えなさそうだということで、今回は動物実験の結果を使うことになったわけです。

先ほどから時々出てくるNOAELとか、あるいはこれから説明するベンチマークドーズの話に入っています。

従来から行われてきたNOAEL法、つまり多段階に区切って、その中で反応が起きる、レスポンスする人の割合を調べて、用量反応関係線を書くわけです。そして、統計学的に有意に増えたところを境目にするということをやりますが、統計学的有意に決めるということ、これが最大の問題であります。

有意に増えたということですが、その前にカテゴリー区分がかなり恣意的であって、本来は等間隔、これはアクリルアミドと全然関係なく、血圧のデータですけれども、こういうふうに20刻みでとっているわけです。こういうふうに等間隔のこともあるけれども、そうすると人数がグループによって変わってくる。さっき言いましたように、非常に分布は偏るものですから、等間隔だと人数が不均一になる。では、人数をそろえようとすると、これは分位法、タータイル、クォータイル、クインタイルという人数が等しくなるようグループ分けをすると、境目が研究ごとに異なってきた基準値の設定に困るということもございいます。

統計学的有意で決めますので、一つ一つのカテゴリーは人数が余り多くなくて、有意にはならないのだけれども、全体のトレンド検定というのをやると有意に出るということもあります。つまり、用量反応関係が認められるのに閾値が決められない、基準値が決められないというようなことも起きてまいります。

さらにやっていることは基準カテゴリー、リファレンスカテゴリーとの比較だけであって、一つ一つの総当たりをやっているわけではなくて、高いところの2つを比べるということはやっていないわけです。というか、やってはいけません。多重検定という、これ

もまた統計学の一つの大きな問題なのですが、こういった問題が出てくる。あくまでもリファレンスと決めた一つのカテゴリーとの対比でしかないというような問題があります。

こういう問題のほかにも、さらにもう一つの問題があるわけですが、データが少ない、ばらつきが大きいと有意差が出にくいということがあります。例えば、これはエラーバーですね。信頼区間が広がる、つまり、ばらつきが大きいよということになると、有意なところ、上のグラフでは赤いところに境目があって、ここは有意でないけれども、ここからは有意だと、明らかに上がっていると。

ところが信頼性が低くなって、この信頼区間が広がると、ここでも有意でなくなってしまうので、有意に上がるのはここになってしまうということで、基準値が上がってしまう。つまり、データの質が悪い研究ほど基準値が高くなってしまいます。これは安全確保上よくないです。セーフティーサイドに立てないということになります。こういう問題もあります。

最大の問題と言ってもいいかもしれませんが、統計学的有意と臨床的有意は違います。統計学はあくまで数学の話です。しかし、実際に人間の健康にとって、どれだけ意味があるかということとは根本的に違う、立脚点が違うわけです。臨床的に意味がある最小の差、Minimal Clinically Important Difference、MCIDという概念があるのですが、これも決めるのは、実はかなり難しいことがあって、実際の評価に使われることはないです。

そこで出てきたのがベンチマーク・ドーズという方法であります。これは量反応関係を数学モデルを使って関数化するというのをやります。反応がベンチマーク・レスポンスという一定の反応割合をふえる部分のところに線を引きましょうということで、これは1%だったり、5%だったり、10%だったりします。通常、動物実験では10%、一部は5%を使います。

では、その10%なら10%、5%なら5%がふえる点の投与量に対して、やはりこれは数学モデルでやっていますので、多少はぶれるものです。ぶれの一番高めに出る所といますか、この信頼区間の幅の限界点、基準値として一番低めに出るかもしれないところをベンチマーク・ドーズのローワー・リミット、BMDLという書き方をして、そこを実際に使うことになります。

ベンチマーク・ドーズの決め方は、これは手順だけの話なので別に意識していただく必要はないのですけれども、やり方にルールがありまして、所定の方法で妥当性、適格性をきちんと吟味してやっております。いろいろなモデルを比較考慮して一つの値を選んでおりますが、最終的な基準値設定のところは、ヨーロッパでやっているのと、我々日本の食品安全委員会で採用したものと一部異なったところがあります。これはより統計学的な合理性を求めて、より厳密なやり方、統計学的にリーズナブルなやり方を採用したというところがありますけれども、いずれにしても、こういうような手順できちんと評価をすることにしております。

ベンチマークドーズ法の利点としましては、さっきのNOAEL法の裏返しみたいなのが

ありまして、比較的少数例でも全体を使う。統計学的有意というのはそのカテゴリーだけを取り上げているのですが、ベンチマークドーズは全体で一つの関数を書くので、高いところの量も使っているわけです。ばく露量の多いところも含めて、全体で一つの用量反応関係を描いている。統計学的有意でとると、そのカテゴリーだけのローカルな話になってしまうわけです。

先ほどは信頼区間が広くなると閾値が上がってしまうという話をしましたが、今度はデータが少ないと、逆に不確実な実験になるほど横幅が広がって、低いところに基準値が設定されることになって、より安全サイド、低いところが基準値ですよと。もちろん、これは厳しい結果になるということではあるのですが、国民にとっては、より安全サイドに立つということになります。

ところが、よさそうに見えるベンチマークドーズ法、BMD法でも、まだパーフェクトではありません。数学モデルはいろいろあるのですが、まだ確立していません。どれでなければいけないかということは決まっていない。したがって、食品によって、あるいは実際に行われた実験に当てはめてみてどうかということ、いろいろな試行錯誤を繰り返されています。

それから、交絡因子。先ほどのアクリルアミドに対しては、たばこが交絡因子、攪乱因子になっているわけですが、そういったものを調整するのを数学モデルでやるのは結構難しいところがありまして、動物実験でしたらピュアな状態でできるのですが、人間の研究で、ほかの攪乱要因を数式に折り込むということはなかなか難しいところがあります。

それから、これは表現の仕方ですが、信頼区間というのはあくまでも信頼性の指標であって、基準値として使うべきではないというのが統計学的な考えなのですが、現状のレギュレーション、国としての基準値づくりは、安全を見込んで少し低めに設定しているのですが、これは細かい話なのでスキップいたします。

評価結果の示し方ですが、先ほど高崎室長の話にもありましたように、確定的影響、確率的影響があります。まず、確定的影響というのは、ばく露量が多ければ多いほど障害の程度が強くなるというもので、例えば放射線による熱傷のようなもの、化学物質も熱傷とか、アレルギーはちょっと違うかもしれませんが、発がんでないものは割と量が多いほど病変の程度が強くなるというようなことになります。

ところが、がんのように細胞遺伝子に変化するということが起きるか起きないか、一人一人においては一かゼロかという問題について見ますと、重篤度自体は一かゼロかですから一通りしかないわけですが、それが起こる確率がどんどん上がっていくので、集団全体として大きくなっていく。そういう意味の一かゼロかなのですが、その確率という考え方と、程度自体が量の影響を受けるという、そういう2つの考え方になります。

今回問題にしているのは確率的な影響なのですが、特に微量域における確率的な影響は大変難しいものがありまして、これはなかなか測定ができないので、仮説でしかありません。放射線などでも有名なのですが、直線閾値なし仮説、Linear Non-Thresholdの

セオリーですね。一つの説。わからないので、いろいろなことが論理的に考えられている。

つまり、安全閾値というのはないのだという考え方と、実はアポトーシスと言って自然にプログラム化された細胞死と言われているけれども、排除するメカニズムがあるから、実は閾値はあるのだよという考えもありますし、そうではなくて、微量はある意味、有用なのだよというような仮説まであります。したがって、どれをとっていいかはわからない、未確定なので、現時点では直線閾値なし仮説を我々は採択して、それにそって計算をすることになっています。

なぜ微量のところの検証が困難なのかというと、遺伝子が1段階とは限らないということとか、あるいはそもそも人間ですと自然発がんがあるし、多因子、一つだけが原因ではないというようなこともあります。

先ほども言いましたが、ヒトでは無ばく露が設定できないということもあって、ヒトで見ようとすると、自然の変動に埋もれてしまってわからない。自然でもある程度、発がんというのはあるので、微量のところではどれだけふえたかを見ようと思っても、自然の変動の中に埋もれてしまってわからないというようなことがあります。

では、動物実験だったらわかるのかというと、非常にまれな現象はたくさんの動物が要るわけです。実験するのに何匹要るかという計算式は一応あるのですが、例えば、 $10^{-5}$ 、10万分の1というようなオーダーの検出をしようと思うと、何百万匹、100万匹のオーダーの動物が要ることになってしまいます。これは全然現実的ではない。こういうことがあるので、決め切れないというところがあります。

したがって、暫定的にわかる範囲の一番低いところの反応とゼロとをつないで、 $10^5$ とか、あるいは $10^6$ とか、少しだけふえる分の量はどれだけなのかということを経験して、それを参考値とするということで、これをVSD、Virtually Safe Dose、10万分の1あるいは100万分の1の確率で発がんを増加させる量、あるいは見方を変えて、ユニットリスクという言い方もあるのですが、一定のばく露をしたときの健康被害の確率というものを計算したり、あるいは今回出てきましたMOEというものを参照する。

これはその基準点、 $10^{-5}$ なら $10^{-5}$ 、あるいはBMDLならBMDL、こういった点を実際のばく露量で割る。これは何を求めているのかというと、ゆとり幅です。つまり、問題となるかもしれない量に比べて今ばく露している量は相当低いということであれば、切迫はしてはいないということで、これを評価値と言うのかどうかは難しいところですが、何となくすっきりしない。1点でぱっとここまで安全と言いたいだけでも、言えないので、切迫度を示す指標としてMOEがあるということになります。

先ほどから出てくるALARAの原則ですが、これが先ほどの説明です。ところが、ALARAの原則で対応するのですが、人の心は簡単ではなくて、どうしてもゼロリスクを求めるといって、人間の自然の心理があります。

損失は大きく感じる。同じ50円でも、50円をあげるといときの50円の利得と、50円をとられるといときの損失と比べると、損失のほうが多く感じるといった感覚がどうして

も人間はありますし、あるいは極めて小さなリスクは大きく感じ、割と大きいよくあるリスクは過小評価するという心理もあります。

社会心理学にプロスペクト理論というのがありますが、BSEのように日本人でほとんどゼロか一かというレベルなのだけれども、スーパーマーケットから、日本の食卓から牛肉が消えてしまったというときもありましたし、今回のアクリルアミドでもポテトチップスで何がしかをとったりするのですが、たばこを吸いながらポテトチップスは食べられないと言うようなことは、何となく奇妙なところがあるわけです。大小によって感じ方が違うといった問題です。

そういうことで、人の心の問題まで含めると、実は評価するというのは大変難しいものがあるということですが、きょうはその評価の裏側にあるいろいろな、我々が配慮している方法論の中の問題を一部紹介させていただきました。

○佐藤委員長 どうもありがとうございました。

時間が押しておりますので、言葉の意味など直接的な御質問があれば、1つか2つと思うのですけれども、特にございませつか。

それでは、全体討論のときをお願いいたします。ありがとうございました。

次に、食品中のアクリルアミドの低減対策について、農林水産省消費・安全局食品安全政策課の阪本課長補佐より説明をお願いいたします。阪本補佐、どうぞよろしくをお願いいたします。

## 食品中のアクリルアミドの低減対策について

農林水産省消費・安全局食品安全政策課課長補佐 阪本和広

○阪本課長補佐 皆さん、おはようございます。御紹介をありがとうございます。私は農林水産省消費・安全局食品安全政策課の阪本と申します。どうぞよろしくお願いたします。

きょうはこの場をお借りいたしまして、食品中のアクリルアミドの低減対策と、これまで農林水産省がどういう取り組みをしてきたのかということについて御紹介をしたいと思います。

まず、食品安全に関する農林水産省の取り組みということですが、言うまでもなく、安全な食料の安定供給というのは、農林水産省の重要な任務の一つです。アクリルアミドを含む有害化学物質や有害微生物につきまして、農林水産省では優先度をつけて、食品中の汚染実態を計画的に調査しております。そのような結果を活用しまして、人の健康に悪影響を及ぼす可能性がどの程度あるのかというのを推定いたしまして、必要に応じて消費者の皆様健康保護のために、生産から消費の必要な段階で安全性を向上させるための措置を策定・普及しております。

この安全性を向上させる措置の一つが、本日この後に御紹介する事業者向けの指針や、きょう皆さんのお手元にお配りしたパンフレットでございます。

アクリルアミドがどうやってできるのかという話は、先ほど高崎室長より説明がありましたので、話を省略しながらお伝えしたいと思います。食品中に含まれているアスパラギンというアミノ酸の一種と還元糖というものが120℃以上で加熱されることによって生成するのですが、食品を加熱するとアクリルアミドだけができるのではなくて、いろいろな化学物質ができます。そのうちの一つがアクリルアミドだということです。

120℃以上の加熱が一つのポイントなのですが、もう一つのポイントがこちらの吹き出しのところに書いてありますように、食材に含まれる水分が少なくなってから生成しやすいということです。炒めたり、揚げたりすると、いきなりそこからアクリルアミドがたくさんでき始めるというのではなくて、加熱の後半でできやすいということがわかっています。

下の囲みのところに書いてあることは、先ほどの高崎室長のお話にもありましたので、省略をさせていただきます。

これまでの農林水産省の取り組みをご紹介します。農林水産省は2004年、平成16年から、食品中のアクリルアミドの含有実態を調査してまいりました。その結果、幅広い加工食品にアクリルアミドが含まれるということがわかりました。この調査結果は、食品安全委員会が摂取量の推定をする際にも活用されております。

2点目に、低減に向けた食品事業者と連携した調査と書いてありますが、農林水産省は食品事業者の方と連携をし、製造工程の中間品を抜き取らせていただいて、実際に

どの段階でアクリルアミドが生成しているのかという調査をしています。2つ目の低減技術の効果を検証するための調査とありますけれども、これはよく実験室レベルでこういうことをやると低減効果がありますよと、アクリルアミドが低減できますよというのが報告されているのが結構あるのですが、実際に食品の製造工程で低減技術を適用したときにどれくらい低減するのかという知見を得るための調査をしています。このような調査をこれまでもやってまいりましたし、今後も引き続きやっていく予定にしております。

次に、一番下の加工食品、調理食品の低減技術の開発ということで、こちらは農林水産省の研究事業等を活用しまして、例えば食品を実際にホットプレートで野菜を炒めたときにどれくらいアクリルアミドが生成するのか、どうすれば減らせるのかについて研究事業で基礎的な知見を収集しております。その研究の成果を食品の安全性を向上させる措置の策定に活用しているということでございます。

では、食品の安全性を向上させる措置ということで、アクリルアミドについて、どうしているかということですが、1つ目が皆様のお手元にお配りしました「安全で健やかな食生活を送るために～アクリルアミドを減らすために家庭でできること～」という冊子を昨年10月に作成しております。後ほど、どういう取り組みをやっているのかというのは御紹介をしますけれども、食品安全セミナーをしたり、消費者団体の方と意見交換をする際にこのパンフレットを配布したり、最近では新聞報道等で農水省がこういうパンフレットをつくっているよという話を聞いて、消費者の方から直接私どものほうに連絡をいただいて、直接個人の方に送付をしたり、といったこともしております。

こちらのパンフレットですけれども、先ほど高崎室長のプレゼンで香港がアクリルアミドの摂取量の推定をしていますという話がありました。その香港が2013年にアクリルアミドの摂取量の推定をしたのですが、そのときに野菜炒めから半分くらいアクリルアミドを摂取していますという報告がありました。日本人も家庭で野菜炒めはつくる機会が多いものですから、実際にどの程度アクリルアミドができるのかという知見を収集したほうがいいだろうということで研究事業を実施し、収集した成果をこのパンフレットにまとめております。

その次に、その下の食品関連事業者向けに、こういう指針をつくっております。こちらは表紙だけしか載せていないのですが、この指針は大体100ページくらいありまして、小冊子になっております。こちらでも平成25年11月に作成しまして、事業者の方と意見交換をしたり、実際に低減対策をとる上でどういう課題があるかといったところをお聞きしたりという活動を農林水産省で行っております。

では、冊子についてももう少し詳しく話をしたいと思います。こちらの冊子をつくった目的ですが、2つございます。消費者の皆様に、アクリルアミドがそもそもどういうものなのかを御説明するのが1つ目。2つ目が、食品から摂るアクリルアミドの量を減らすために、家庭でもこんなことができますよという知見を皆様に御提供をするという、この2つが目的になります。

では、実際に家庭でどういうことかできるのかということですが、先ほどの高崎室長の話とも重複しますが、まず1つ目は、食事の栄養バランスに気をつけましょうということです。食事自体の本来の大きな目的は、人の健康維持に必要な栄養素を必要量摂るということです。食事の栄養バランスに気をつけていただくと、それらの栄養必要量を摂れるのでいいですよということです。これは結構いろいろなところで言われてきたのですけれども、アクリルアミドの摂取を抑えるという意味でも、この食事のバランスに気をつけていただくということは重要です。

なぜかと言いますと、いろいろな食品を満遍なく摂るということです。例えば、特定の食品だけ偏って摂ってしまうと、その食品に仮にアクリルアミドがたくさん含まれていると、アクリルアミドを多量に摂取してしまうことになります。バランスよくいろいろな食品を摂っていただいている限り、そういうことにはならないということで、食事の栄養バランスに気をつけていただくということは、食塩とか脂肪とか、そういう生活習慣病のリスクになると言われているものの摂取も抑えることができますし、アクリルアミドの食品からの摂取も抑えることができますので、まずこれが一番大切な点です。

次に2つ目です。アクリルアミドは加熱をすることでできますと申し上げたのですが、ここでむやみに食品の加熱をやめてしまうと、生でいろいろな食品を食べる機会が逆にふえてしまうことにもなりますので、生のままでいろいろな食品を食べると、今度はアクリルアミドという点では問題ないかもしれないですが、今度は食中毒になる可能性が上がってしまいますので、ぜひこういうことはやめていただきたいと思います。

では、食事の栄養バランスに気をつけていただいた上で、さらにアクリルアミドの摂取量を減らすためにはどうすればいいかということですが、食材の準備段階のお話です。

1つ目は、炒め調理や揚げ調理に使うじゃがいもを常温で保存して下さいということです。なぜ常温で保存をするといいのかですが、もともとじゃがいもの中にはでんぷんがあり、このでんぷんが低温で貯蔵されることによって還元糖に変わります。還元糖というのは、先ほど120℃以上で加熱するとアクリルアミドになるとご説明した、もとの物質ですので、還元糖を貯蔵段階で余りふやさないようにしたほうが、炒め調理などをしたときにアクリルアミドはできにくくなります。

次に2つ目です。いも類や野菜類は切った後、水でさらしましょうということです。水でさらすと切断面にくっついているアスパラギンですとか還元糖を水のほうに洗い流すことができます。そうしてアクリルアミドのもとになるアスパラギンや還元糖を減らすことができるので、アクリルアミドの生成も抑えることができます。

次に、調理段階のポイントですが、今度は加熱調理の段階でどういうことができるのかということです。アクリルアミドは一般的に、この下の矢印のところを見ていただきたいのですけれども、加熱温度が高ければ高いほど、加熱時間が長ければ長いほど生成されると言われています。ですので、食材を焦がし過ぎないようにする。加熱の時間を長くし過ぎないようにするということが1つのポイントになります。

2つ目のポイントは、炒めるときの火力は弱めの方がいいということです。火力を強くすると食材の温度が上がってしまいますので、火力を弱くすると必要以上に食材の温度が上がらないので、アクリルアミドの生成が抑えられると考えています。

3つ目は、炒めるときは食材をよくかき混ぜましょうということです。これはお鍋などを使って野菜炒めなどを作る時に、鍋と野菜が密着している部分はどうしても温度が高くなってしまいますので、よくかき混ぜることによって食材全体が均一に加熱されるということもあって、食材をかき混ぜるとアクリルアミドの濃度が下がるのではないかと考えています。

4つ目は、先ほど蒸すとか煮るとかいう調理の方法だと、アクリルアミドはほとんどできないという話があったと思うのですが、同じように炒め調理をする場合でも、最初に蒸し煮をした後に炒めるとか、そういう形で蒸し煮を取り入れていただくと炒める時間が減るので、アクリルアミドの生成が抑えられる可能性があります。

ここまでが消費者の方向けのお話だったのですが、次に事業者向け指針のお話をします。この事業者向けの指針をつくった目的は、事業者の方が製造、加工、調理の工程でアクリルアミドの低減対策を自主的にしていただくことで、食品中のアクリルアミド濃度が低減するというので、この指針を作成しました。

では、事業者の方がどういう考え方でアクリルアミドの低減に取り組まれているかということなのですが、基本的には、先ほど消費者向けでお話をした対策と変わりません。

1つ目ですが、加熱するとアクリルアミドに変わる成分が少ない原料を使うことです。食品事業者の方も例えば、いもの貯蔵温度とか、先ほど水さらしをした方がいいですよというのがありましたけれども、いもの貯蔵温度に気をつけたり、ポテトチップスは揚げる前の段階で湯通しをされたりして加熱調理の前に、これらのアスパラギンですとか還元糖の濃度が高いものを使わない又は増やさないとといった対策をとっている方もいらっしゃいます。

2つ目は、風味・食感の形成、殺菌に必要な温度、時間以上で加熱しないようにするという事です。加熱するときに温度を低めに設定したり、加熱の時間を短くしたり、加熱が終わった後、120℃以上に食材がなっている時間をできるだけ短くするために、加熱の終わった後の食材に風を当てて、早く食材の温度を下げるような対策をとられている方もいらっしゃいます。

3つ目は、必要に応じて、アクリルアミドの生成を抑えることができる添加物を使うということです。例えば酸味料のようなものを使うと、先ほどメイラード反応というお話がありましたが、食品を加熱したときに起こる反応を抑えることができるので、アクリルアミドの生成も抑えることができます。しかし、注意をしていただきたいのは、酸味料のようなものを使うと食材の味そのものに影響してしまいますので、アクリルアミドが下がればそれでいいというわけではなくて、あくまで食品ですので、おいしくいただける範囲で、

これらの低減対策を活用していただくということを、農水省としては推奨しております。

食品事業者の方の低減に向けた取り組みということで、ここではポテトチップスの例をお話しします。農林水産省で平成19年と平成25年と、市販のポテトチップスを買ってまいりまして、アクリルアミド濃度を測定した結果を示したのがこちらの図になります。この横軸がアクリルアミド濃度で、右に行けば行くほど、アクリルアミド濃度が高いのですが、山のピークが平成19年度は左から3番目のところにあったのですが、平成25年度は一番左側に寄っているということで、市販で流通しているポテトチップスを見ても、アクリルアミド濃度が下がっているということが農水省の調査からも確認ができました。このポテトチップスと同じような傾向は、フライドポテトでも見られています。

普及に向けた取り組み実績ということで、今、消費者向けの冊子と事業者向けの指針のお話をしました。消費者向けの冊子では、昨年10月にこちらの冊子をつくってから説明会を随時開催しております。2つ目ですが、「給食ニュース」という雑誌がございまして、こちらは小中学校の栄養教諭の方を対象とした雑誌ですが、そちらに寄稿しております。

次に冊子の配布ですが、今回のようなセミナーや意見交換会で直接配布するような場面もございまして、実際に何部くださいと問い合わせのお電話をいただいて、その方に直接送付したということもあります。現在はA4判を1万部、詳細版の小さいほうを1万7,000部ほど配布しております。

事業者向けの指針については、説明会や意見交換会を平成15年11月からやっけていまして、現在までに、22団体、延べ37団体と意見交換をしました。事業者向けの指針の内容を雑誌のほうにも寄稿してございまして、「明日の食品産業」、「いも類振興情報」、「月刊食品工場長」といった雑誌に原稿を寄稿しました。

指針は食品事業者の方に約3,000部配布しております。

今後の取り組みですが、今後も消費者の方にアクリルアミドについて知っていただくために説明会を開催したいと思っておりますので、御要望がありましたら、お知らせいただければと思います。

食品事業者の方のアクリルアミド低減に向けた自主的な取り組みを、農水省としてこれからも支援していきたいと考えておりますので、意見交換の御要望等がございましたら、ぜひお知らせ下さい。また、低減に取り組む際の課題をお知らせください。必要に応じて、そのような御要望も考慮しながら農水省の施策を考えていきたいと考えております。

(PP)

どうも御清聴ありがとうございました。

○佐藤委員長 どうもありがとうございました。

ただいまの阪本補佐のお話について直接的な御質問、例えば言葉の問題などがあれば、質問をお受けしたいと思います。どうぞ。

○質問者A 11ページの「必要に応じて、アクリルアミドの生成を抑えることができる食品添加物を使う」というところで、その添加物を酸味料などとおっしゃったのですけれども、もしよろしければ、具体的な食品添加物名を挙げていただければと思います。

○阪本課長補佐 実はそこで紹介した内容は指針のほうで紹介をしております、具体的に紹介している内容としては、クエン酸、酢酸、L型の乳酸といったもので、実際に実験モデル的に試験をした結果、アクリルアミド濃度が下がったということが報告されています。

先ほどのプレゼンテーションの中では、有機酸の話、酸味料の話しかしなかったのですが、2価の陽イオンを含む添加物。例えば、塩化カルシウムのようなものでもアクリルアミドの生成が抑えられるということがわかっています。

○佐藤委員長 ほかに何かございますか。よろしいですか。

どうもありがとうございました。それでは全体討論に移りたいと思いますので、事務局はテーブルの用意をお願いいたします。スピーカーの先生方は用意ができましたら、前のほうにお並びください。

それでは、パネラーがおそろいになりましたので、全体討論を始めます。ここでは、全体を通じての御意見あるいは御質問等を伺いたいと思います。

先ほど質問があるのに全体討論でと申し上げたAさん、まだ質問が残っていたと思いますので、最初にどうぞ。

○質問者A ありがとうございます。グルタチオン抱合の件で、その質問に答えていただいて、その続きです。例えば、肝臓の病気を持っている個人と健康な肝臓を持っている個人とでは、アクリルアミドの抱合の割合は随分変わってくると思います。そうすると、肝臓が悪いと確定している個人、もしくは喫煙、薬の使用とか、何か医学的な治療をされている人とそうではない人で、リスクの点で随分大きな違いがあるのではないかと思ったのですけれども、その辺の御意見をいただければと思います。

○佐藤委員長 ではこれは、高崎室長お願いします。

○高崎室長 後ほど科学者の先生方にフォローをしていただければと思いますが、今回の評価で用いた疫学研究は主に健常者の方々のデータが多かったので、肝臓の病気など特定の疾患を持っている人に対する何かという知見はなかったかと思います。直接的にお答えをすることは少し難しいかなと思います。

○佐藤委員長 川村先生、何か追加していただけますか。

○川村専門委員 病気の方に関して、どのくらいのバリエーションがあるかということですが、基本的に肝機能検査の中にいろいろな細胞の傷み具合を示す資料ですとか、タンパクの合成能ですとか、あるいは解毒能力を示すマーカーもあるので、それによって変わってくるのですけれども、そういうものについて、人別に処理能力がどのくらい違うかというデータが余りないと思うので、少なくとも我々の国民レベルでの評価には採用していませんので、それは今後の課題かもしれません。

もちろん、そういう方はそもそも肝臓を守るためのさまざまな養生が必要でして、食生活自体をきちんと組み立てないといけません。そういう場合は個別に栄養士さんの指導を受けてやっていくべきことでもありますので、恐らくアクリルアミド以前の問題のほうが大きいです。しかし、今後の課題として検討はさせていただきます。

○佐藤委員長 グルタチオンの量の話だったので、山添先生、何か追加はありますか。

○山添委員 川村先生が答えてくださったとおりに思います。結局、肝機能で胆汁にいろいろな異物を排出するときには、グルタチオンが必須です。先ほど言いましたように、非常に高い濃度があって、多少低くても実際に肝機能が維持されているということは、グルタチオンがつくられていて、それで解毒をしています。ですから、量的にばく露はアクリルアミドにばく露をすと言っても、きょうのお話があったように240 $\mu$ gです。非常に低いものが、多品種のものが来た場合には、我々の体はそれなりに対処する能力があって、多少個人差があっても、それは疾病を含めて、対処する能力があると考えていただいていると思います。

○佐藤委員長 この程度のばく露では、余り心配をしなくてもいいのかなという感じだろうと思います。では、高崎室長より、追加の回答をお願いします。

○高崎室長 2点、私よりご説明します。まず1点目は、先ほどいただいた御質問でお答えしていなかった、アメリカで計算されたMOEがありますかという御質問についてです。この横長の分厚い評価書(案)の148ページからが、海外での発がん性の評価のところですが、我々が調べた段階において、アメリカのMOEはなかったようですので、お答え申し上げます。

もう一点目は、私がプレゼンをした資料2-1の7ページ目で、私はLOELと申し上げたようで、正確にはLOAELです。LOELというのは最小無作用量という別の言葉がありますので、この場合においてはLOAELという最小無毒性量でございましたので、訂正させていただきます。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

先ほど、水蒸気についての御質問がありましたね。それについては阪本さん、お願いします。

○阪本課長補佐 御質問をありがとうございます。アクリルアミドの生成機序について、120℃以上というのが一つのポイントですということと、もう一つのポイントが水分、食品自体の水分含量がもう一つのポイントです、と申し上げました。恐らくスチームを使うということは食材の表面の温度はそれほど高くなりませんし、スチームですから食品の水分含量自体は維持されるはずですので、アクリルアミドの生成はそれほど多くはないのではないかと考えられます。

実はパンで、通常と同じようにスチームを使わないで焼成したものと、スチームを使って焼いたものを両方比べた実験がありまして、スチームを入れたほうがアクリルアミドの生成は抑えられたという結果が得られています。

○佐藤委員長 よろしいですか。ありがとうございます。

それでは、新たに質問あるいは御意見を受けたいと思います。では、前から3番目の方どうぞ。

○質問者C どうもありがとうございました。高崎先生にお伺いしたいと思うのですが、動物実験のことで、発がん性があったというお話があったと思います。お示しいただいたスライドの中に、マウスでは雄マウスのハーダー腺の腫瘍がふえたと。ラットでは雌ラットのフィブroadenomaがふえたということが、食品安全委員会としては一番、発がん性の問題がある臓器だという理解でよろしいのでしょうか。

○高崎室長 ありがとうございます。資料2-1の21ページが今、御質問をいただいたところに該当するかと思います。この臓器を選んでいる理由としましては、いろいろな毒性についてBMDL10という値を求めて、一番低い値が出たのがこの臓器だったというところですね。

ついでに申し上げますと、ハーダー腺はヒトにはない臓器ですけれども、アクリルアミドは体の幅広くに分布しますし、特定の臓器に着目するのではなくて、アクリルアミドが持っている毒性に着目して、感受性が一番高かった臓器ということで、ヒトではない組織ですけれども、この臓器についても評価として加えるという御判断をしたものです。

○佐藤委員長 どうもありがとうございました。

それでは、前のほうでお二人の手が挙がったと思いますが、私に近い男性のほうから。

○質問者D

代表して青木先生に伺いたいのですが、アクリルアミドはどういったものかというのをわかりやすくイメージしやすい形でまず紹介するとしたら、日本人の平均摂取量などを見ながら、野菜炒めなどに多く含まれるというような表現を使おうかなと思うのですが、そうすると野菜炒めが犯人のように扱われかねないと。ちょっと前までは、それがポテトチップスだったりして、主犯が変わっただけになるというのもよくないと思います。

では、野菜炒めをやめようと短絡的に誤解したり、考えてしまうような一般の人向けに、きょういろいろ伺った内容を踏まえながら、かみ砕いてアドバイスというか、野菜炒めだったら、こういうメリットが一方であるので、やめてしまうというのは気をつけたほうがいい、あるいは工夫をすればいいですよとか、そういった形をかみ砕いてご説明いただけますか。

○青木座長 まず確認ですが、高温調理して初めて野菜の中に生成されるということで、これは注意していただきたいです。最初から野菜の中にあるわけではないということでございます。

私どもとしても犯人探しをしたいのではなく、現実に私たちがどのようなところから、非常に微量ということではございますけれども、どこから摂取しているのかなということも明らかにしないと、こういう科学的な議論はできません。まずそこを明らかにしようということで、いろいろな調査をしたところ、結果として野菜炒めに多いということがわかったということでございます。

野菜炒めは皆様も家庭でよく作られると思いますし、野菜を摂るのに量を一番多く食べられるのですね。そういうことからすると、この野菜炒めのメリットは非常に大きい。むしろ食べるのをやめてくださいなどということは、決して言えるようなものではございません。

ただ、あえて注意をすることとしては、農水省さんに家庭での留意事項を非常に丁寧なものをまとめていただいたのですが、それはALARAの原則でございます。できるだけ減らしたほうが、可能な限り減らしましょうという考え方のもとで、過度に焦げたものをつくらないことを留意することはあるのですが、いろいろなものを食べて、平均的に摂取していく。いろいろなものを食べていくということが、リスク軽減には一番大切なものではないかと思っております。

この評価書をまとめるに当たっては、日本を代表する研究者の方に集まっていただきました。実際に私もリスク評価にかかわって、非常に勉強になりました。そういう多くの日本の叡智を集めて国際的にも十分耐え得ると申しませうか、誇れるものが作れたと思います。そういうもとの評価であり、確かに野菜炒めからの摂取が多いという現実はわかってきたので、そこはそういうことで受けとめていただければと思います。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

では、食品安全委員会の姫田事務局長より追加の発言をお願いします。

○姫田事務局長 むしろ何がということよりも、炒め過ぎ、焼き過ぎに注意しましょうと書いていただいたほうがいいのではないかと思います。何がというのは、それぞれの方が食べるものの量によって全然違ってきますので、それを追いかけても余りしようがないだろうと思います。意外と飲料にもいろいろと含まれているので、それを追いかけるよりは、炒め過ぎ、焼き過ぎに注意して下さい。

私どもで、実は追いかけてデータもとっているのですが、どのくらいの温度で、どういうやり方をすれば、どうなるかというのは、現在データを取りまとめ中でございます。追いかけて、また結果を出せるかと思えます。

農水省の先ほどのパンフレットの中で、パンの焼き色等での対応でのデータも出しておりますので、そういうことを中心に書いていただけると幸いかと思います。

○佐藤委員長 犯人は物ではなくて、方法だという話だったと思います。

それでは、隣の方、どうぞ。

○質問者E お話をありがとうございました。

幾つかお伺いしたいのですが、農水省のパンフレットに、パンのトーストの色による違いが写真でわかりやすく掲載されていたと思うのですが、パンは野菜ではないけれども、糖類が含まれているということで、こういう例なのかと思うのですが、例えば御飯のお焦げとか、ギョーザは蒸したりするから大丈夫なのかとか、その辺をお伺いできればお願いします。

○佐藤委員長 では、阪本さん、お願いします。

○阪本課長補佐 御質問をありがとうございます。トーストの写真を見ての御質問ですが、トーストは基本的に小麦から作られていて、炭水化物が多いということもあり、このアクリルアミドができやすいのは、炭水化物を多く含む食品を120℃以上の高温で加熱したときにできやすいということでありまして、それを焼くと、どうしても120℃以上になるので、できてしまうと。

ただ、このパンフレットをつくる上でも注意をしたのは、トーストと冷凍フライドポテトが上と下に並んでいるのですけれども、単位が大分違うというところは、よく見ておいていただきたいと思えます。実際は、生成しているアクリルアミドの濃度自体は少ないのですが、トーストの場合は好んで毎日お食べになる方もいらっしゃるもので、それでこういうトーストの写真とアクリルアミド濃度のものをパンフレットにも採用したということ

ございます。

2点目が、御飯でどうなのかということでしたけれども、御飯は基本的に生米をそのまま食べる方はほとんどいらっしゃらないと思いますが、御飯を炊くという調理をします。炊くという調理は水を利用した調理と考えられます。過去に農水省で炊飯米にどの程度含まれているのかというのを調査したのですが、非常に低い濃度でした。今回、食品安全委員会でアクリルアミドの摂取量の推定をされても、実際に日本人はコメをたくさん食べていますが、濃度が低いので、主要な摂取源にはなっておりません。

御飯のお焦げの話なのですが、これはお焦げのところだけを切り取ってアクリルアミドの分析をしたというデータは実はなくて、過去の研究事業で3種類ほど炊飯器を変えて、実際にコメを炊飯してアクリルアミド濃度をはかったのですが、その中に1種類だけ、焦げ色がついてしまう炊飯器があって、その炊飯器で炊いた炊飯米中のアクリルアミド濃度は、ほかと比べると若干高かったということはわかっているのですが、それがそのお焦げができたから高かったのかどうかというところはわかっていません。

最後の御質問ですが、餃子の皮のお話がありました。餃子の皮も焼いて調理しますと、皮の部分は恐らく120℃以上に上がるということが想定されるので、皮の部分ではアクリルアミドは生成すると思います。しかし、全体で見たときに、中の餃子の具のところまで120℃以上になっていると言われると、そこまでの高温にはなっていないのではないかと思います。全体的にアクリルアミドができていないわけではないと思います。

実は同じようなことがパンでもわかっています。パンは結構高温で焼くと思うのですが、外側のパリパリしたところがありますね。あのパリパリしたところでアクリルアミドができています。内側の割とふんわりしたところで、実際にどれくらいの温度になるのかというのをはかった研究もあるのですが、実際にその中心部の温度は100℃くらいまでしか上がってなくて、アクリルアミドはパンの中心部では、ほとんど生成してなかったということがわかっています。

○佐藤委員長 ありがとうございます。表面の問題ということらしいですね。

青木先生、追加はありますか。

○青木座長 ありがとうございます。今の点は評価書をまとめる上でも非常に重要な点ということで、詳細な検討をいたしました。この評価書で例えば米飯の問題は、133ページに書いてございます。多い少ないと言っても、先ほどいろいろな方々から御紹介がありましたように、非常に微量なものの中での議論でございます。けれども、確かに調理法というか、炊飯の方法によって多い場合もあるようです。けれども、その中であっても米飯の中からの摂取量は少ないということも我々の評価の過程でわかってまいりましたし、トーストも、これは繰り返しになりますが、同じく135ページのところでいろいろと書いてございます。そういうところも非常に詳細に調べた上で、この評価となっております。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

○質問者E 今の点で確認したいことがあるのですが、よろしいですか。

○佐藤委員長 短めにお願いいたします。

○質問者E お肉やお魚は糖類が少ないので、焦げてもそんなに心配はないとおっしゃったのですけれども、トーストの表面とか、お米の表面というのは、同じ表面で見たお焦げという意味では、どうですか。

○佐藤委員長 では、阪本さん、お願いします。

○阪本課長補佐 まず、肉や魚の話ですけれども、高崎室長の最初のプレゼンの中に、お肉やお魚でできるお焦げにはアクリルアミドではなくて、ヘテロサイクリックアミンという別の化学物質が含まれていますという紹介があったと思います。そのアクリルアミドが含まれているか含まれていないか、その濃度が高いか低いかだけの観点で言うと、アクリルアミド濃度はそれほど高くはないのかもしれないのですけれども、ヘテロサイクリックアミンという別の化学物質をいっぱい摂ってしまうことになります。食品全体としての安全性を考える必要があるのではないかと思います。

2点目の御質問が、お焦げの話ですが、例えばトーストですと、この写真にもあるように一番全体に強い焼き色は、さすがにここまで焼くと余りお食べになる方はおられないと思うのですけれども、いつも皆さんが想定されている焼き色、これくらい焼きたいなという色があると思うのですが、その色よりも若干薄めにさせていただくというのではないかと思います。

焦げ色をつけなければ、確かにアクリルアミド濃度は低くなるのですけれども、食品でするので香ばしさとか、実際に食べておいしいかというところも大きいのではないかと考えています。皆さんがこれくらいの焼き色だったら焼いてトーストして食べてもいいかなというくらいの焼き加減で、できるだけ薄めのところに仕上げさせていただければと思います。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

終了予定の12時は過ぎたのですが、まだ後ろのほうで質問をされたい方もいらっしゃるのではないかと思いますし、今まで報道関係の方の御質問が多かったような気がするので、また前の方ですけれども、今、マイクをお渡しします。

○質問者F 確認とお願いなのですが、日本人におけるアクリルアミド摂取量の円

グラフはわかりやすい反面、とてもインパクトがあるのですが、これは評価書の173ページの別添4のデータを円グラフにしたものだと思うのですが、それでよろしいでしょうか。あと、この円グラフの区分が別添4のどこに当てはまるのか、別添4に説明を加えていただきたいなということがあります。

○佐藤委員長 では、これは高崎室長お願いします。

○高崎室長 御指摘いただきましたように、円グラフは評価書の173ページのところであります。グルーピングについては、この評価書（案）にはないのですが、いただきました御意見を踏まえて、今後はQ&Aも作成する予定でありますので、そういうときにはいただいた御意見を踏まえて、円グラフのグルーピングがどうであったかということなどがわかりやすいような伝え方も検討していきたいと思っております。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

では、予定時間を過ぎておりますけれども、もしどうしても質問したいという方はいらっしゃいますか。では、そちらの方で質問を最後にしたいと思います。

○質問者G 今日は貴重なお話をありがとうございました。私の理解だと、今回の件はアクリルアミドという物質がいろいろな食品に入っていて、その量を見られてリスク評価をされたということだと思うのですが、今、円グラフの質問も出ましたけれども、ここに挙がっている食品たちそのものが発がん性を高くするという意味ではなくて、あくまでアクリルアミドがどのくらい入っているかが問題であり、減らす方向にしたほうが良いという話なので、例えば、コーヒーとか、緑茶とか、炒めたたまねぎそのものが発がん性を上げるということでは決していない。例えば、抗発がん性物質が野菜に含まれる場合は、むしろがん予防に働く可能性も高いので、そこに関しては結論が出ていないので、何となくこのグラフだけを見ると消費者が誤解をしてしまうのではないかという危惧をしますが、そのあたりに関してはいかがでしょうか。

○佐藤委員長 では、これは高崎室長、お願いします。

○高崎室長 ありがとうございます。今御意見をいただいたところが、まさに一番重要でして、これは調査会のときにも議論がありました。ただ、その中でアクリルアミドの科学的な評価と、それをどのように伝えていくかというリスクミの部分に分けたほうが良いのではないかという結論になっております。

きょう資料2-2としてお配りしている裏側の「私たちが気を付けること」ですが、食品全体でどうかはわからないとおっしゃっていただきましたけれども、国立がん研究セン

ターによると、野菜については抗がん作用があり、胃がんや食道がんの予防についてのエビデンスはかなり確実な程度であると言われておりますので、我々も特定の成分だけに着目をして考えることだけではなくて、食品全体として考えることの重要性は今後も引き続き、しっかりと伝える必要があると考えております。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

まだまだ御質問、御意見があるかと思いますが、予定の時間を過ぎてしまいましたので、全体討論はこのあたりにしたいかと思っております。阪本さん、追加はありますか。

○阪本課長補佐 私のプレゼン資料の中で事業者向けの低減対策ということで、11枚目のスライドで「必要に応じて、アクリルアミドの生成を抑えることができる食品添加物を使う」というのを御紹介したのですけれども、事業者の方向けに、アスパラギナーゼという食品添加物が厚生労働省から認可されたものと、今、厚生労働省で審議されている段階のものがあります。

このアスパラギナーゼというのは、アクリルアミドのもとになる物質の一つのアスパラギンというアミノ酸があるということでお話をしたと思うのですけれども、このアスパラギンをアスパラギン酸という別のアミノ酸に変える酵素になります。これを事前に加えておいて加熱をすると、アスパラギンがもうなくなっているので、アクリルアミドの生成が抑えられるという食品添加物でございます。まだ認可されたばかりなので、これから先、食品企業のほうで検討が進んでいくものと考えています。

○佐藤委員長 ありがとうございます。

食品安全委員会ではアスパラギナーゼのリスク評価を終えまして、現在厚生労働省で規格基準の検討がされているところだと思っております。先ほど申し上げましたけれども、もう時間が来ましたので、全体討論はこれまでにしたいと思うのですが、食品の問題というのは余り特定のところだけを見るのではなくて、全体としてどうなのかということを見ていただくのがやはり重要なのではないかと改めて思います。

それでは、事務局へマイクをお返しします。パネリストの先生方、本日はどうもありがとうございました。

○植木情報・勧告広報課長 それでは皆さん、熱心な御意見あるいは御質問をありがとうございました。

以上をもちまして、食品安全委員会セミナー「加熱時に生じるアクリルアミドの食品健康影響評価及び低減対策について」を終了いたします。

これから少し事務的な御連絡をさせていただきます。後ろのほうにテーブルがございまして、そこで私どもの資料を置いてございます。例えば、用語集、いわゆる「健康食品」

についてのメッセージと報告書を取りまとめた印刷物、あるいは「食品を科学する」、これは見本もごございます。季刊誌等もごございますので、御関心があれば、ぜひごらんいただき、あるいはお持ちいただければと思います。

○事務局担当者 では、事務局より連絡です。皆様、本日はありがとうございました。

食品安全委員会では、ホームページ、メールマガジン、Facebook、ブログなどにより、本日御案内のペーパーもお渡ししておりますが、食品の安全性に関する情報や当委員会の活動状況等を発信しております。URL等はお配りした資料に記載がございますので、ぜひ一度アクセスをお願いいたします。皆様、本日はお疲れさまでした。