

薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会新開発食品調査部会  
遺伝子組換え食品等調査会(オンライン会議)

日時 令和3年5月27日(木)  
13:30～  
場所 AP虎ノ門会議室J

○今川室長

「薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会新開発食品調査部会遺伝子組換え食品等調査会」を開催いたします。私は、事務局の厚生労働省食品基準審査課新開発食品保健対策室長の今川と申します。どうぞよろしくお願いいたします。

本日はお忙しい中御参集いただき、誠にありがとうございます。この度、新型コロナウイルスの感染拡大防止の観点から、オンライン会議での開催とさせていただきます。なお、本日の審議は YouTube 配信しておりますことを申し添えます。

本日は、前回に引き続き、ゲノム編集技術を利用して得られた魚類の食品衛生上の取扱いについて、4回目の開催となります。

本日の出席状況ですが、現時点で本調査会の委員6名中6名の先生方に出席いただいております。本日の調査会が成立することを御報告いたします。また、本日は参考人として合計6名の方、まず魚類の専門家4名にお越しいただいております。国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所企画調整部門研究主幹の及川様です。東京大学大学院農学生命科学研究科教授の菊池様です。北里大学海洋生命科学部生物化学研究室教授の佐藤様です。東京海洋大学学術研究院教授の吉崎様です。また、薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会の委員でもあるお二方、日本生活協同組合連合会組織推進本部長の二村様です。一般社団法人全国消費者団体連絡会事務局長の浦郷様です。これらの方々にお越しいただいております。

また、行政側として、「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」、通称、カルタヘナ法の担当部署から、農林水産省消費・安全局農産安全管理課課長補佐の中村様です。「飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律」、通称、飼料安全法の担当部署から、農林水産省消費・安全局畜水産安全管理課課長補佐の古川様です。水産物における養殖などの担当部署から、水産庁増殖推進部研究指導課課長補佐の石川様です。水産庁増殖推進部栽培養殖課の中西課長補佐に本来はお越しいただく予定でしたが、所用のため、養殖計画係長の鏑木様に代理出席を頂いております。どうぞよろしくお願いいたします。

なお、利益相反に関する規定に基づきまして、特定の品目に関する審議を行う際には利益相反の有無を確認し、その確認書につきまして当省ホームページ上で公開すること等が定められておりますが、本日の調査会における審議内容については、これに該当しないことを申し添えます。

次に、事務局より本日の進め方及び資料について説明させていただきます

ます。

- 浅生主査 事務局の浅生と申します。初めにオンライン会議の進め方について説明をさせていただきます。今回はZ o o mを活用したオンライン会議となります。円滑な進行のため、次の点について御対応いただきますようお願いいたします。発言者以外はマイクをミュート設定にしてください。発言されたい場合は、挙手にて意思をお伝えください。挙手を確認しましたら、座長又は事務局より指名します。指名された方は、ミュート設定を解除して御発言ください。お手数ですが、発言の冒頭でお名前をお伝えください。発言が終了しましたら、再びミュート設定にしてください。

次に配布資料について、説明させていただきます。本日の資料は資料1から資料3まであり、資料1、3はそれぞれ1枚ずつ、資料2は4枚となっております。また、会議の途中で操作不良等が生じましたら、メッセージ等を活用して事務局へお申し付けください。

- 今川室長 事務局の今川です。それでは、以降の進行を事務局から近藤座長に代わりまして、議事を進めてまいります。近藤座長、よろしく願いいたします。

- 近藤座長 座長の近藤です。本日もよろしく願いいたします。それでは、本日の議題ですが、「ゲノム編集技術を利用して得られた魚類の食品衛生上の取扱いについて」です。最初に資料の説明を事務局からお願いいたします。資料は3つありますが、まず資料1について御説明をお願いします。

- 今川室長 事務局の今川です。まず、資料1を御覧ください。こちらは第3回にお付けした資料と同じものです。また今日これから御議論いただく内容に追加があれば、そういった内容も含めて、このペーパーを今後、委員、参考人の皆さま方と相談させていただきながら、まとめたと思います。既に、このペーパーについて皆さま方から、「ここはもう少し詳しく説明したほうがいい」、「分かりやすく」というお話も頂いておりますので、このペーパーは、細かい文言を見ていただくというよりは、大きな流れで、こういう話を今まで重要な部分でしてきたということで、御確認いただければ結構かなと思います。今日の議論なども踏まえて、また委員、参考人の皆さま方に細かい文言も含めて御確認、御相談申し上げたいと考えております。

この資料1は前回も御説明いたしましたので詳しくは御説明いたしません。大きなところで主に3点、これまで御議論いただいております。(1)として、ゲノム編集した魚類の集団の特定方法です。これは、植物に比べると育種の歴史が非常に浅い、あるいは魚種によっては遺伝的多

様性が非常に高いという特徴があるというものです。(2)として、食品衛生上のリスクがある魚類、例えばフグ毒の関係、フグを取り扱う場合等です。そういった場合にあっても、基本的には従来の食品と同等であると判断されることが前提ですが、その場合、従来の食品で掛かってくる食品衛生上の規定は当然従う必要があるというものです。(3)ですが、全ゲノムシーケンスについてということでも御議論いただきました。もちろん、全ゲノムシーケンスについての有用性は当然考え得ると。ただ、現時点においては、その他の手法と組み合わせて検討されるべき1つの手法である。しかし、今後の科学技術の進展もあると思うので、事例ごとに進展等も踏まえて判断することが必要だといった内容で御議論いただいております。資料1については以上です。

○近藤座長 ただいまの資料1の説明について、何か御意見、コメント等がございましたらお願いいたします。よろしいでしょうか。

それでは、先に進めさせていただきます。次に、資料2の育種イメージについて説明をお願いいたします。

○今川室長 事務局の今川です。資料2を御覧ください。こちらはパワーポイントの4枚組みです。今の資料1の中でも、若干集団の特定という話もありましたが、それをもう少し踏み込んで御議論いただく必要があろうかなと思っております、そのために資料2を用意させていただきました。

資料2は、育種の代表例として4つほどお示ししたものです。代表例というのは、やり方によって何パターンもあって、最初はこれを何枚も作ったのですが、「何枚も作っても結局いろいろだよ」となってしまうので、少し集約させて、代表的な4パターンということで作成させていただきました。したがって、これ以外にもたくさんパターンがあるというものです。

まず、資料1を御覧ください。この御説明の最終的な部分というのは、届出集団をどうやって特定させていくか、いかないか、あるいは特定したときにどこまで認められるか、認められないかといったお話になります。資料2の例1を御覧ください。これが、一番分かりやすいというものです。この例1は、第1回目に事務局から御説明させていただいた資料の図があるのですが、それとほぼ同じものです。

まず、ゲノム編集当代という所で、卵1個からいきます。卵1個のゲノム編集がうまくいったとしたときに、例えばそれが雄でうまく入ったというものの例です。注釈で書いてありますが、例えば生殖細胞レベルでは-5塩基欠失の同一の変異を持つものと限定させていただきました。つまり、1個の卵でゲノム編集が成功したといっても、いろいろな変異

の入り方があるというのが、前回、京都大学の木下先生のお話でもございました。例えば、この変異の入り方として、モザイクという形で入れさせていただいているのですが、前回の木下先生の話をお伺いしても、例えば動物細胞、特に魚の場合、卵割が意外と早いということです。受精をしてから、2分割、4分割、8分割、16分割となっていくに従って、そういう分割でどんどん増えていくのですが、例えば分割しないうちにゲノム編集がうまく変異が入ってしまえば、それは次の分割でも変異がうまく入ったのが、両方の2分割、4分割といくと。ただ、例えば分割する前にまだ変異が入らなくて、2分割でやっと入ったとすると、2分割した片方の細胞はゲノム編集された細胞がどんどん分裂していく、もう片方は、されていない細胞、普通の細胞が分裂していく。そうすると、結果的に細胞が増えていったとき、体の片方はゲノム編集されて、片方はゲノム編集されないというようなものが出てくると。それが4分割、8分割で入る場合もあるし、同じ入り方でも、1つの細胞は-5個欠失したり、もう一つの細胞は-10個欠失したりといった、いろいろな入り方もあり得るということで、そのようにいろいろな細胞があるというのをモザイクと呼んでいるということです。ほぼ確実に、そういったモザイク型に最初はなるということでした。

ただし、木下先生のお話をお伺いしていても、それが精子とか卵子の生殖細胞レベルになると、結局は変異が入った細胞はそのまま入ったものが精子1個の細胞として、精子として完成する。入っていない細胞が精子となれば、入っていない精子ができるだけと。つまり、生殖細胞は、精子の一個一個のレベルで見っていくと、入っている精子と入っていない精子があったとしても、それが次世代に受精したときに、入っていれば入った受精卵になるし、入っていなければ入っていない受精卵になるというだけなので、生殖細胞レベルで見っていくと、基本的にはモザイクという形質は次世代にはそのまま受け継がれないということでした。

今、詳しくお話をさせていただいているのですが、この審議会のそもそもの目的の1つとして、聞いていらっしゃる方々にとっても、できるだけ分かりやすくお伝えしたいという趣旨がございまして、第1回からそういう趣旨でやらせていただいております。したがって、通常の審議会とはちょっと異なるかもしれませんが、御容赦いただけましたらと思います。

話を進めさせていただきます。そうやって生殖細胞レベルで、例えば精子が1億個あったら、その1億個が全部-5塩基欠失した、同じものだったと仮定させていただきました。それが、この注釈です。

この雄と野生型の雌、野生型というのは、ゲノム編集していない、例えば養殖されたマダイであれば普通の養殖マダイということですが、その野生型の雌を交配させると、その子供は、次の雑種第1代というパターン、2パターンの遺伝子の入り方があります。つまり、ヘテロの個体と、全く入らない個体、この2パターンが主に出てきます。ホモとヘテロという言葉が出てきますが、ホモというのは染色体で見えていくと両方入った状態、ヘテロというのは片方だけ入った状態と御理解いただければと思います。何でこうなるかと言うと、通常、親からの遺伝子は半分ずつ、例えば私であれば父と母から、それぞれ半分ずつ受け取っていますので、半分ずつ受け取ると、結果的にこのパターンの遺伝子になる。

この2パターンができたときに、ヘテロとして入った集団を選んでいて、雑種第1代のところで、集団と赤で囲ってありますが、これ同士で交配をしていくと。そうすると、雑種第2代のところで、この3パターンができます。この3パターンが、概ね1対2対1の割合で出てきます。1対2対1の1の所で、ホモで入ったパターンが出てきます。だから、もしここが100匹いれば、大まかに言って25匹と50匹と25匹という感じになります。そのホモのものだけを選んで集団として届出をするといったものが、例1のパターンです。これが一番シンプルで分かりやすいものです。ただ、卵1個から選ぶということは、すごく理解しやすいのですが、実際の育種の現場ではなかなかこうはいかないというものも出てきます。それが例2以降になります。

次に、例2です。今度は、卵2個からです。卵2個、それぞれ成功しました。雄で変異が入りました、雌で変異が入りました。最初は、体というのはモザイクの細胞になっていますけれども、生殖細胞レベルでは、先ほど申しましたように、変異が入ったか入らないかはどちらかですので、次世代で入っているものを選んでいくということになります。この場合、雑種第1代のところで、ホモ、ヘテロ、全く入っていないものが出てくるのですが、例えば一番上のゲノム編集当代の雄と雌では、ゲノム編集というのは狙って入れますので、狙った場所がたまたま雄も雌も両方とも-5が欠失したという場合もあり得ますし、2本鎖が一遍に切れて、両方とも-5欠失したという場合もあり得るということ、前回までの議論でお伺いしております。

そうすると、次の雑種第1代のところで、例えば-5で塩基欠失であれば、それがホモで入った個体というのでも出てくる場合があり得るということでした。このホモを選んで届出対象にするというのが、一番早いパターンです。この間の京都大学の木下先生のお話をお伺いしていても、

今まで3年掛かるようなものを2年に短縮するために、研究開発しているというお話で、そのため、ゲノム編集を両方した親を掛け合わせると、1年短縮されるというお話がございました。いろいろなやり方があると思いますが、分かりやすくしたのが、この例です。これでいくと、最短2年で届出対象集団が得られるというものです。

ただ、現実的な育種の中では、このやり方というのは、なかなかうまくいかない場合もあるし、集団の特定も場合によっては難しい面もあるかと。あるいは、届出対象として、確かに届けられる状況ではあるけれども、実は次世代に受け継ぐ形質がしっかりと入っているかどうかというのは、結局次の雑種第2代も見ていかないと。ちゃんと太ったマダイができたということが分からない場合も当然あり得るので、結局は雑種第2代も見ながら、判断していく場合があります。そうすると、最短ではこの例が考えられるけれども、なかなか課題も多いというような感じですよ。

次に、例3です。選び方は2個の卵を選んでいきます。ここまでは例2と同じです。その後、雑種第1代のところで、この3パターンが出てきたときに、ホモだけではなくてヘテロも選ぶというものです。ヘテロも選んで、ホモとヘテロは何匹もいるのですが、その中で2個体を選抜したものが例3です。どういう雑種第1代の選抜の仕方があるかと言うと、3パターンです。ホモとホモで交配する、ホモとヘテロで交配する、ヘテロとヘテロで交配するというパターンがあり得ます。どれかのパターンで2個体を交配していくと、雑種第2代でホモとヘテロと入っていないものが、例えば1対1や1対2対1の割合で出てきたりするので、このホモを選抜していくというものです。

この場合、2個体の選び方は、必ずしも、うまく切れたところが、この段階で-5塩基欠失だけに限らない場合も恐らくあり得ると思います。例えば雄が-5塩基欠失したホモ、雌が-10塩基欠失したヘテロといったものも掛け合わせて、集団になり得るかもしれません。ただ、いずれにしても、一番最後の届出する集団にあっては、例えば-5欠失というものがあつたときに、-5欠失である必要があるかもしれません。その辺りも御議論いただきたいと考えております。

続いて、例4です。今までは1個とか2個の卵からだったのですが、例4は複数の卵で、この場合は3個になっていますが、3個に限らず、6個とか10個ということもあり得ます。このように複数の卵からの集団を雑種第1代で選んでいって、ホモとヘテロに入ったものを選抜すると。今度はちょっと例を変えて、先ほどは2匹だけの交配にしたのですが、

集団の中での交配としています。集団の中で交配すると、一番下の雑種第2代で、やはり1対1や1対2対1などの割合でホモも出てくるので、そのホモを選んで届出対象とすると。ただ、届出対象のところでは例3と違うのは、ヘテロのものも選んでいるところです。こういう選び方もあり得るという可能性はあります。

以上、代表的な4つのパターンがあると思いますが、今、御説明している中でも、すごく限定を掛けていますので、その限定が外れると何パターンも出てきますが、話の取り掛かりとして、代表的な4パターンを御用意させていただきました。以上でございます。

○近藤座長 説明をありがとうございました。ただいまの育種イメージの説明について、まずここまでで何か御質問、御意見、コメント等がありましたらお願いいたします。浦郷参考人から御質問があるということですのでお願いいたします。

○浦郷参考人 浦郷です。説明ありがとうございました。前提条件の確認です。パターンを4つ出していただきましたが、当代の交配するお魚の絵の所は変異遺伝子(モザイク)というものが入った図に全部なっています。ここは、生殖細胞レベルで5塩基欠失のものというのは確認する、それをまず前提とするということで理解してよろしいでしょうか。

○近藤座長 事務局からお願いします。

○今川室長 事務局の今川です。浦郷参考人、ありがとうございました。前提条件を作ったのは事務局ですので、事務局から御説明いたします。今は卵のほうから御説明いたしましたけれども、実は卵のほうから選んでいくというのは、実際の育種ではなくて、やはり雑種第1代とか雑種第2代を見ていったときに、これは良い形質でちゃんと太っているというのを選んでいくと、結果的にこの個体だったという、どちらかと言うと遡りになります。

なぜそういうことができるかと言うと、例えば、養殖の場で、京都大学の木下先生などは、全ての個体のヒレにマイクロチップみたいな電子タグを入れていると。そうすると、どの個体というのは一個体一個体全て分かるという御説明をされていまして。例えば100個ゲノム編集をして50個成功しましたというときに、その成功した50個の中でどれが良い個体なのかはまだ分からないのですけれども、その雑種第1代とか第2代を作ったときに、これはすごく良いなという形質を見ていくと、この親だった、この親だったということになります。結果的に良い個体を見ていったときに、ゲノム当代でこの例の場合には5塩基欠失の個体が一番良かったということでこれを選んだというものになります。

- 近藤座長 浦郷参考人、今の説明で大丈夫でしょうか。
- 浦郷参考人 浦郷です。ありがとうございました。魚のほうから遡って、元をたどって見たらこれだったという、組換え当代のところが5塩基欠失であったということが分かるという理解でいいのですよね。
- 近藤座長 事務局から補足説明があるようです。
- 今川室長 事務局の今川です。ちょっと補足です。京都大学の木下先生の御説明では、当代とか雑種第1代の個体が大体10cmぐらいになるとタグを入れるのですが、例えば雑種第1代の辺りでいろいろな解析にかけたりしますので、その段階で一応個体にはどのような形質があるかというのは分かりますというような御説明をされていまして。確かに、当代では分からないかもしれませんが、その次の代ぐらいからは大体分かって、遡ると-5の塩基欠失のものの系統だなというのが分かるというような形でお話をされていたと記憶しています。
- 近藤座長 ほかに資料2の説明の内容で御質問等がありましたらお願いします。浦郷参考人、お願いします。
- 浦郷参考人 浦郷です。いろいろこのパターンを見ていって、例3の所、すみません、やはり大丈夫です。自分の中でよく分からなくなっていました。ホモ同士で掛け合わせることも、雑種1代のところで交配でありますね。分かりました、すみません、ちょっと混乱しました。取り下げます。失礼しました。
- 近藤座長 資料の内容について、ほかに御意見やコメント等がありますか。二村参考人、お願いします。
- 二村参考人 二村です。基本的なことの確認です。世代ごとの個体というのは、例えば水槽などでいえば、全く別の水槽で管理されているので、水槽を見ればここにいるのは第何世代ですよということが必ず分かるような形で管理されているというように理解しているのですけれども、それで間違いないかということを確認させてください。
- 近藤座長 ただいまの二村先生の御質問に対して、岡本委員、いかがでしょうか。
- 岡本委員 岡本です。管理の方法ですけれども、先ほど今川室長からお話があったように、まず基本的にはピットタグという電子タグを打って、個体ごとに管理されています。世代ごとに管理しているのかという御質問だったと思うのですけれども、基本的には世代ごとに水槽を分けているとは思いますが。というのは、まず大きさが世代によって違いますので、親世代は大きい魚、子世代は小さい魚になりますので、分けて飼ってはいると思います。ピットタグという電子タグを打っているのです、場合によっては、大きさが同じぐらいになって一緒の水槽で飼っている場合も想定は

されますけれども、基本的に個体ごとに管理ができていう状況だと理解しています。

○近藤座長 吉崎参考人、いかがですか。

○吉崎参考人 吉崎です。今、岡村委員がおっしゃったとおりだと思います。タグのパターンとしては、ピットタグに限ったものではないかもしれませんが、いわゆるピットタグ、電子タグを使うことが多いと思います。ほかの方法で標識することもあるかと思いますが、基本的には何らかの方法で個体識別をして飼っていくと思います。

少し追加するとすれば、魚は長く飼っていると、ある程度成魚になって成長が緩くなった段階で、子世代の体のサイズが親世代に追い付くようなことというのがあります。そうすると、実務上、その世代を超えた魚を混ぜることというのはいり得るかだと思います。ただ、岡村委員が言われたとおり、その段階でも個体の識別は必ずつくような状況で混ぜますので、分からなくなるという心配はなかろうかと考えます。

○近藤座長 二村参考人、今の説明でよろしいでしょうか。

○二村参考人 はい、ありがとうございます。

○近藤座長 ほかに資料の内容について質問等はよろしいでしょうか。浦郷参考人、お願いします。

○浦郷参考人 浦郷です。今に関連してです。今のお話だと、水槽をちゃんと分けているということでした。これは、陸上できちんと養殖場みたいな所で養殖している場合には、この4つのパターンなのでしょうけれども、将来的には海で養殖する場合も出てくるかと思うので、そうすると、いろいろ環境の条件が変わってくる場合もあると思います。ですので、陸上での養殖の水槽に比べてしっかり管理ができるのかということところが疑問なのです。陸上とか海上というのは余り関係なく、届出対象集団のことは決めていくということなのでしょう。

○近藤座長 浦郷先生の御質問に対して、岡本委員からコメントを頂けますか。

○岡本委員 岡本です。現在、私が認識している理解では、おっしゃるとおり、現代の技術では、海上生け簀などでの逃亡リスクの管理は非常に難しいということで、私の知っている限りでは、陸上水槽での飼育・養殖に限ると理解しています。また、将来的には海上飼育の可能性もあるかと思えますけれども、おっしゃるとおり、海上飼育の場合は自然界への逃亡措置がどのように取られるのかといったこと、きちんとリスク管理できる状態であることを確認しなければいけないと思います。その辺りは、海上飼育を検討する際に、重要なポイントになると思います。簡単ですが以上です。

- 近藤座長 浦郷参考人、よろしいですか。
- 浦郷参考人 それでは、今回は陸上での養殖ということで考えていいということですね。ありがとうございました。
- 近藤座長 二村参考人、お願いします。
- 二村参考人 4つのパターンを示していただきましたが、実際に研究とか開発をされている例としては、どのパターンが一番多いのでしょうか。普通に考えると、パターン4が今後実用化していくのかと思いましたが、1から4までの実用性とか、こういう魚ではこのパターンが向いているとか、何かそういう情報があれば頂けますか。
- 近藤座長 今の二村参考人の質問に対して、岡本委員、吉崎参考人、菊池参考人辺りからコメントがあればお願いします。先に岡本委員をお願いします。
- 岡本委員 パターンの話なのですけれども、1つの魚種でも、パターンはいろいろ考えられ、魚種によってパターンが違うということは余りなくて、研究開発時間をどう考えるかということと、あとは施設がどのぐらい活用できるかということで、どれになってくるかということだと思えます。1つの親から取るという例1のパターンはとてもシンプルなのですけれども、実際には例2か例3辺りでしょうか。例4も将来起こり得るかなという印象です。これは、研究者それぞれの開発のスタイルによるという認識です。そのような感じですよ。
- 近藤座長 吉崎参考人、いかがでしょうか。
- 吉崎参考人 私の考えでは、申請とか後で説明をしていく上では、例1というのが一番シンプルだと個人的には思っていますが、ゲノム編集で作った魚の特徴を、時間的に早いうちに解析したいということは、大きな魚を使って研究をしている、あるいは世代の時間の長い魚を使って研究をしている研究者は、常に意識しています。そうすると、例2とか例3とか例4というパターンが出てくると思います。実際に産業用にする場合にはこのどれがメインになるということではなくて、その場その場でのケースごとに応じた対応をしなくてはいけないのかと思います。
- 近藤座長 二村参考人、今の御説明でよろしいでしょうか。
- 二村参考人 魚の性質だとか環境だとか、そういうことにもよってくるということですね。ありがとうございました。
- 近藤座長 ほかに内容についての質問等はよろしいですか。今のイメージ図で例1から例4までありました。今までの遺伝子組換え食品の安全性評価では植物がメインだったのですけれども、1細胞由来、あるいは1イベント由来ということで評価がされてきました。しかし、ゲノム編集の魚においては、今までの説明において、1イベントから開始していくことはな

かなか難しいということで、実際的には例2とか例3、特に例3辺りが実際の育種のパターンであるというところを御説明いただいたと思います。そのときに例3、例4のような場合になると、必ずしも1イベント由来、1細胞由来ということではなくなります。届出の集団の考え方として、従来の遺伝子組換えの1イベントという考え方ではなくて、ゲノム編集で編集した場所が、例えば-5塩基であるという集団であればいいとみなすかといった、そういう考え方の発展というか、そういうところが必要かと思います。特に、遺伝子組換え食品の場合は外から遺伝子を入れますので、当然同じものを入れたとしても、イベントが違えばゲノムが入る場所が違うということで、当然別ものとして申請されてきましたが、ゲノム編集の魚の場合は外から入れるということがないので、-5塩基なら-5塩基のものをきちっと確認して、それで安全性に関わる必要な事項が確認されているという、そういう考え方にしていけば、遺伝的背景が異なる集団でもいいか、こういう考え方をしてもいいかということについて委員の先生、あるいは参考人の先生方から少し御意見を頂きたいと思います。田部井委員、こういう考え方でゲノム編集の魚の集団の考え方としてはよろしいでしょうか。

○田部井委員 農研機構の田部井です。今の近藤座長の御説明で私もよろしいかと思えます。要するに、遺伝子組換え食品の場合には、外来の遺伝子を入れて、それがどこに入るか分からないので、そのどこに入るか分からないということを前提に評価をするために、それぞれでイベントは1細胞由来ということで考えていたわけですが、ゲノム編集だと、全く同じ変異が起こった場合に、これの区別がつかないということになりますので、複数の卵由来で作られたものであっても、同じ変異ならば、それは同じイベントとして扱ってよろしいかと思えます。

ただし、1つだけ留意しなければいけないこととして、やはりそこで起こるオフターゲットの問題があります。その点について、同様に起こっているのか、又は標的としてオフターゲットが起こる蓋然性が高い配列においても一切そこに変化がないという、そういう同じことになっているということを担保した上で、複数の卵由来でも同一イベントと考えてよろしいのではないかと思います。

○近藤座長 小関委員にも御意見を頂きたいと思えます。

○小関委員 小関です。私も、田部井委員、それから近藤座長のおっしゃるとおりだと思います。イベントという言葉のある意味でいった場合の定義というのは何かと考えると、生き物のゲノム、今回の場合は魚ですけれども、それにどういう変異、変わるといふイベントが起こったかというこ

とで、これは、遺伝子組換えにおいてもずっとそういう考え方で、CODEXにおいても議論がなされてきたと私は思っています。そうすると、遺伝子組換えのときには1つのゲノム、1細胞に入るのが細胞ごとに違ってしまっている、だからイベントが各々の細胞でばらばらですねということできたと思うのですが、ゲノム編集の場合には、田部井委員がおっしゃられたとおり、結果としてまずどの部分が変わったかということで、同一であれば、それは注目した遺伝子の所においては同一イベントであろうという考え方で間違いないと思います。

もう1つ、意図しないイベント、すなわちゲノムが変わったり、オフターゲットのことを田部井委員がおっしゃったと思うのですが、それもある意味ゲノムが変異したということでイベントと言えると思うのです。しかし、例えば雑種の後代のところでもそれが同一であると、言ってみれば同一のイベント、意図しないというか、そういうところがあったとしても、オフターゲットのところにしても、そういう系統の1集団ということで見れば、食品としての安全性の上では、十分にその安全性は担保されるだろうと私は思います。

- 近藤座長 岡本委員、どうでしょうか。
- 岡本委員 今までの議論に、私のほうから付け加えることはありません。
- 近藤座長 そうすると、同じゲノム編集でも、例えば欠失のパターンが同じものだったらいということですが、それが、例えば-5塩基でも、同じ場所で同じパターンということが必要だと思います。逆に言うと、同じ-5塩基で欠失されたという場合も、場所がちょっとずれて-5塩基のものは別ものという考え方になりますか。田部井委員、いかがでしょうか。
- 田部井委員 この場合の議論の前提というのは、同じ遺伝子の同じ場所が、同じような変異、5ベースの欠失なら5ベースの欠失ということですので、例えばそれが少しずれた所で起こったら、やはりそこは新しくできる読み枠とか、そういうものも違ってくる可能性がありますので、それは別ものとして考えて、安全を担保していくという考え方がよろしいのではないかと思います。
- 近藤座長 ほかに、イベントの集団の考え方について御意見がありましたらお願いします。菊池参考人から御意見やコメント等がありましたらお願いします。
- 菊池参考人 菊池です。田部井委員や皆さまの御意見に賛成いたします。特に付け加えることはないです。
- 近藤座長 中島委員から御意見やコメントを頂けますか。
- 中島委員 明治大学の中島です。田部井委員の議論でおおむね尽きていると思いま

す。ゲノム編集というのは、言ってみればマイナスの遺伝育種で、辛抱強くやれば従来育種でも取れ得るものしか取れないということを考えれば、田部井委員の言われることでいいのだけれども、少々辛いかなとも実は思っているぐらいです。標的の遺伝子が機能を失っていること、外来の遺伝子が含まれていないこと、それから変なオープンリーディングフレームができていないこと、それから、オフターゲットについてやれることをやる。そのぐらいのことをやっていれば、そのぐらいを確認していれば、イベントについてそこまで厳密にやらなくても安全性は担保できるかなと思っているぐらいですので、現状の事務局の案、それから田部井委員の案に私も賛同いたします。

○近藤座長

事務局から質問があるそうですので、お願いします。

○今川室長

事務局の今川です。委員、参考人の皆さま方、どうもありがとうございました。今の中島委員のお話で1点事務局から確認させていただきます。今までの委員、参考人の皆さま方のお話の中では、例えば-5欠失というものであれば、その届出をする集団はホモでもヘテロでもいいのだけれども、少なくとも改変している部分は-5欠失に統一と。ただ、それも単に-5欠失というだけではなくて、さらに、例えば塩基が1,000個ある遺伝子だったとした場合に、125番目の-5と730番目の-5ではやはり場所が違うので、幾ら同じ-5で結果的に遺伝子がノックアウトしていたとしても、それは別のイベントとして、届出するときには別の届出すべきだと。そういうお話だったと思います。

私の疑問は、更にそこからのことで、もちろんそれが前提なのですがけれども、いろいろなオフターゲットの確認などをやっていればいいですねというお話がありました。それは、届出対象の個体が例えば50匹いれば、その50匹全部をやったほうがいいのか。それとも、その前の段階の雑種第1代(親)のところ、例えば親が2匹なら2匹ともしっかり確認する必要がある、5匹親がいれば5匹とも確認する必要がある、10匹いれば10匹とも確認する必要があるのか。それとも、親の段階でも、10匹いても統計学的に同じという感じであれば3匹でいいよということなのか。確認する場所とか、確認する個体数、4匹なら4匹全個体なのかとか、その辺りの御意見をお伺いできたらと思います。

○近藤座長

今の事務局からの質問について、中島委員から御意見を頂けますか。

○中島委員

明治大学の中島です。イベントと言っていると、ここが5塩基削れている、そうなのですけれども、そこを限定すると、魚の場合は余り絞ってしまうと、近親交配がきつくなって悪いことが起こるからということで、親のほうの多様性をある程度確保しておかないと、現実的には対応でき

ないだろうと考えます。それを考えると、-5塩基のものが取れた、-7塩基のものも取れた、20塩基ずれているものも取れた、そうすると、この3イベントになりますが、それぞれについて最小限1匹ずつ外来がないこと、変なオープンリーディングフレームができていないこと、それから、でき得る限りのオフターゲットについて調べる、これをやっておけば、私は安全性については基本的に確保できると考えています。また、そのようにしていかないと、余りこの親のところを絞りすぎると、魚の種類によっては多様性が確保できなくて、事業者のほうから、実際の養殖ではどんどん奇形ができてしまうからとか、これでは対応できないというクレームと申しましょうか、そういう要望が近々に来てしまうのではないかと私は心配しています。

○近藤座長 田部井委員から、中島委員の考え方についてコメントを頂けますか。

○田部井委員 田部井です。例えば、育種のイメージ図の例3で御説明させていただきます。基本的には中島委員の意見に賛成です。少し具体的に言うと、例3のゲノム編集当代、下の雑種1代の所で、「2個体選抜」と書いてあります。その2個体からその後代ができて、集団ができるということであるならば、私はその2個体それぞれを調べて、その集団の大元になる2個体を調べて、そこでオフターゲットが同様、ないしはないこと、外来遺伝子がないこと、同じ欠失があること、これらを確認すれば、それでこの後代はよろしいのかと思います。

一般によく懸念されるのは、その後の変異はどうかということになりますが、それは、一般的に普通に飼っていても自然に突然変異というのは徐々に起こるものです。ですので、その後に入っている変異までを全て何かをフォローするというのは、実際の育種の上でも余り意味がないことですし、これまでもそれを許容してきたということになれば、しっかりした親が分かっているならば、そこを調べれば十分ではないかと思っています。

○近藤座長 小関委員からもコメントを頂けますか。

○小関委員 中島委員、田部井委員がおっしゃられたとおりで、私もそうだと思います。中島委員がおっしゃられたとおりで、動物の近親交配が行われると、そのうちに全部死んでしまうという状態であることは広く皆さんに知られていると思います。植物においてもそういうことはありますので、ある意味、生物において一般的なことかと思っています。

それはどういうことかと言うと、もともとの親も1個体というわけではなくて、ゲノムの1つの集団、ある意味1つの選ばれた集団で、それが稲みたいに弥生時代からの育種の歴史があっけきれいにそろっている

ものもあれば、今回の魚のように、最近になって進んできたものもあります、あるいは、本当に野生のものもあるかもしれません。その意味でいったときに、ゲノムの多様性というのが必ず必要であるということです。それが、言ってみれば自然に起こったイベントによって生じた多様性が、1つの系統として選ばれてきて、養殖の場合には商品化されているのだらうと思います。エリート集団として優れた魚としてです。

今回の場合においても、結局ゲノム編集において、要するに意図して変異させたもの、そのイベントということと同時に、先ほど私が言いましたが、それ以外にも自然界に起こっている変異、イベントというものは必ず存在している形だと思います。そうすると、先ほど今川室長がおっしゃられたように、2個体とか3個体とか後代で見たときに、どのぐらいゲノムに、言ってみれば狙った所に、意図した所については皆同じ。例えば先ほどの例でいくと、-500 なんぼかの 23bp の所の 5塩基など、そういう所でそろっていて、その他の部分というのは、もともとの多様性の部分が集団にあるわけで、それというのは、自然界に起こった自然のイベントの1つのゲノムの集団として、ずうっと私たちが食べてきたものです。

どのぐらいの数を見なければいけないかということが今川室長の御質問だったと思うのですが、先ほど言いました稲みたいに、弥生時代からそろえられてきたものもあれば、そうではない魚みたいに雑駁なものもあるし、植物でもそういうものがかなり種によって違いますので、それというのは、ケース・バイ・ケースで考えていくしかないと思います。そのときに、言ってみれば統計学的に見て、その親の元の集団は、狙った所のイベントは1つに大体決められるけれども、その他の所というのは同一のイベントの集団、天然の集団というようになってもらえばいいのではないかと、私はそのように思っています。長くなってすみません。

○近藤座長

岡本委員から御意見がありそうなのでお願いします。

○岡本委員

水産研究機構の岡本です。ちょっと確認というか、私なりの整理なのですけれども、今、例えば-5と-15は同じプランだから一緒でもいいというようなお話になっているのではないかとと思うのですが、-5と-15はそれぞれ別々にホモ化して、それで表現型を見て確認した後で交配していくのは構わないのですけれども、-5と-15はやはり別々に評価する必要があるのではないかとと思います。

多様性の面ですけれども、多様性は、恐らくそのターゲットとしては遺伝子以外のところが変わっていればいいということで、その1つの遺

伝子の中で、-5 もあって-15 も必要だということではないと思っています。そういう意図ではなかったかもしれないのですけれども、一応確認のため、私としてはそう考えているということをおきたいと思います。

○近藤座長

事務局からお願いします。

○今川室長

事務局の今川です。岡本委員、ありがとうございます。事務局からも岡本委員に確認です。私の理解では、最終的に届出される段階の集団は、-5 の欠失と-15 の欠失がもしあれば、それは別々だと思っています。まず、この理解でいいかどうかを委員、参考人の皆さま方に確認したいです。少なくとも、そこはばらばらでは駄目で、届出集団は-5 なら-5 のしかも同じ場所、-5 と言っても別の場所の-5 だったら駄目だと思っています。ですので、届出集団は少なくとも-5 の統一かなと思っています。

恐らく岡本委員がおっしゃられたのは、先ほど中島委員のおっしゃられた話がちょっと関連しているのかと思ったのですが、恐らく中島委員がおっしゃられたのは、その届出集団ではなくて、届出集団の親、例えば例3でいくと雑種第1代のところでは、欠失部分が-5 であっても-15 であっても、それぞれの個体でしっかり安全性の確認が取れていれば、その親を掛け合わせて次の代、雑種第2代を作る、それはいいのではないかと、私はそのように理解しました。では、例えば届出が-5 だったら親の-15 はどこへ行ってしまったのと言うと、掛け合わせですので、-15 のものが入ったものは全部届出から削除することが恐らくできます、全個体を見られますので。そうすると、親の段階では-5 と-15 は一緒くたになってしまっている、最終的に届出の段階は-5 だけで集めて、-15 のできた個体というのは届出しないから集団から外しましょうということが可能だから、雑種第1代の辺りではそういうものが混じって入っているいいのではないかと。そういうような理解かなと思ったのですが、中島委員、よろしかったでしょうか。

○中島委員

明治大学の中島です。1回のゲノム編集イベントで、例えば-5 ができた、届出集団をそれに限るとなると、組換えにしても何にしても、当該の遺伝子が乗っている染色体については全部同じ染色体を持っているものが届出の集団で、実際に商業栽培というか、養殖されるものになることになると思います。それで多様性が十分確保できて、近親交配による近交弱勢が出ないというのだったら、私もそれでいいと思うのですが、それだと、まずい魚もいるのではないかと私も思っています。

ですので、届出の段階で、ここで集団としては-5 のものと-7 のものと-14 のものと、この3種類いる、それぞれについて、この必要な事項は

このように調べている、親集団としてはこれを混ぜた形で実際に養殖は行いたいというような申請があった場合に、私はそれは1件として認めてもいいのではないかと考えています。また、そうしなくて済むのだったらいいのですけれども、そのような形で認めないと、実際の養殖ができない魚もいるのではないかと思うわけです。だから、そうしないで済むのだったら何も問題ありません。

○近藤座長 座長ですけれども、その前に皆様に順番に今の御意見についてお聞きしたいと思います。魚の多様性を維持しなければいけないところについて質問させていただきたいと思いますが、中島委員のお話だと、ターゲットの標的の所の欠失に幾つかパターンがあったほうが近親交配の積み重ねを避けられるから、複数あったほうがいいということかと思えます。しかし、実際に近親交配を重ねて近交弱勢になるのを避けるということにおいては、それはもっとも事前のバックグラウンドが違うというところが大事なかなと思っていたので、標的の部分のバリエーションでどれだけ近交弱勢になるのを回避できるかというところについて、岡本委員、何か御意見はありますか。

○岡本委員 水産研究機構の岡本です。中島委員がおっしゃったことと、近藤座長がおっしゃったことはちょっと違うのかなと思っています。中島委員は、-5と-3をそれぞれ評価した後で交配するのがいいのではないかというような趣旨だったと思います。近藤座長は、先ほど私が前段にお話したときの話で、例えばヘテロで、-5を片方で持っている、-3を片方で持っているもので多様性が担保されるのではないかという考えは、ちょっとどうなのかという話だと思いますけれども、私もそこは多様性の担保とは全く関係ない話だと思います。ですので、1つの遺伝子の中で変異の複数のパターンを持つことが多様性の確保ではない、多分、中島委員もそういう意図ではないというように私は理解しております。

○近藤座長 そうしましたら、中島委員の先ほどの考えで、例えば例3の雑種1代で個体を選んだときに、複数のパターンできちんと確認されている、選抜したものからきたものはOKということで、そういった考え方について、田部井委員、それでいいかということについて御意見を頂けますでしょうか。

○田部井委員 田部井でございます。少し議論がいろいろあって、整理が私自身はついていないので、私自身の整理を加えながら申し上げたいと思います。まず、1つの申請の中で異なる変異を持ったものをそれぞれまとめて審査するというのが混乱を招くので、私はそれは余りよろしくないと思います。ですから、-5なら-5、-7なら-7というので審査をする、それを

後代でミックスするということはあり得るかもしれませんが。ただ、それは、同一遺伝子の中の変異で、多様性を維持することにはならないと思うので、余り意味はないのかなと思っています。長い将来を考えると、例えば発現調節などをした場合に、微妙に発現し合うものを交ぜるみたいな話が出てきたときにはミックスというのものもあるのかもしれないのですが、やはり審査というか考え方としては、まず同一のものを一つ一つ確認していくというのがいいのではないのかなと思っています。

それから多様性についてです。先ほどの説明の中で少し抜けていたのですが、多分、ゲノム編集当代でモザイクになっているということは、その後代でいろいろな変異のものが出てくるということになりますので、そういう意味で、その中から主要なものを選び、交配する組合せの数ですけれども、例えば先ほどは2つの親でいいということになったのですが、例えば3つの親、4つの親で組み合わせて、その中で同一の変異のものから育種していくとなったら、必要に応じた数の親を確認して、安全性を担保していくと、そういった考え方になるのかなと思っています。

○近藤座長 個別にきちんと確認していくということだと思います。小関委員、御意見を頂いてよろしいでしょうか。

○小関委員 私が多様性という言葉を用意に使ったので、すごい誤解をされていると思うのですが、ある意味でいったときに、この絵で見ると、ゲノム編集によって欠失が入ったものは、先ほど田部井委員もおっしゃられましたように、5のものは5のものだけ、7のものは7のものだけで、違うものとして見るという、そのとおりで、そのほかの多様性といったときに、絵でこう書かれると、変異が入った染色体と入っていない染色体というようになっているのですが、これは普通に交配をやったときに、生殖細胞を作るときに、いわゆる染色体同士の交叉が起これると思うので、その染色体自身は全く同じ絵でこうなるということではない。私が多様性と言った意味は、その集団の中で、当然、染色体間の交叉が起こっていくことも含めて多様性が担保されるというように、植物などですと、そのような感じで見えていたのですが、これは、菊池参考人か吉崎参考人か岡本委員にお伺いしたいのですが、私の言っている多様性ということは、生殖細胞を作るときに交叉によって染色体が組み換わっていくということは魚でも起こるので、よろしいのですよね。専門の方に御意見をお聞きしたいと思います。

○近藤座長 小関委員、ありがとうございます。吉崎参考人、いかがでしょうか。

○吉崎参考人 吉崎です。今、御指摘のとおり、魚でも同じように減数分裂のときに組換

えが起きます。そして、多様性をどう維持するかということに関して言うと、そもそも最初の集団が十分な多様性を含んでいるということが多分重要なかと思いますが、そこにフォーカスした場合、一番理想的なのは、1世代時間が余計に掛かるかもしれませんが、一旦、ある欠損の変異を作って、それを申請して承認を取った後、後でも前でもいいのですけれども、その個体を十分な遺伝的多様性を含む野生型と交配して、一旦、ヘテロの魚を作ってから、また、ホモの魚を多様性に意識しながら交配し直すと。これが恐らく正攻法で、長い目で見ると、養殖現場で最終的に使われる種というのは、そういうものになるのではなからうかと思いますが。この辺は菊池参考人のほうがお詳しいかと思いますが、吉崎としてはそのようなことを考えております。

○近藤座長 吉崎参考人、ありがとうございます。菊池参考人からもコメントを頂けますでしょうか。

○菊池参考人 菊池です。組換えが起きるとということに関しては、魚も組換えが起きます。

もう1つの多様性の話ですが、吉崎参考人がおっしゃったような方向が、恐らく産業的には一番安定した形。つまり、ここで1回ゲノム編集をすると、多様性を保持したいというのが多少はあるにしても、ものすごく絞られるのは確かなのですが、魚種にもよりますけれども、そういうのに1世代、2世代は耐えられるのですが、長い世代は耐えられないというのはおりますので、そこはやはり時間を掛けて、その業者の方が多様性を増していくというステップを取るというのが、私の予想です。

もう1つ、ただ、中島委員がおっしゃっていた話を私なりにちょっと拡大解釈して理解すると、最初から、例えばゲノム編集のときに多様性を絞らないような戦略を取るという業者の方も出てくるかもしれない。具体的に言いますと、例えば日本海で捕ってきた魚と太平洋で捕ってきた魚それぞれにゲノム編集を同じ日にして、各集団で-5なり何なりの変異を取ってくると、そのゲノムの変異は同じように見えますが、バックグラウンドはすごく違うわけです。それを掛け合わせていくというようなことを考える業者は必ずいると思います。ですので、多様性の保持に関しては、今後、いろいろあるというのが、方向があるだろうというのが、私の理解です。

もう1つ付け加えるなら、届出対象に関しては、審査は個別にという案に私は賛成で、そこを-5も-17も全部一緒にみたいなことをすると、すごく大変かなという気は、何か混乱を招きかねないという気がします。それは定量的な感じではなくて、ただ感覚的な話なのです。

けれども、そのように思いました。

○近藤座長 多様性について変なことを言ったので、いろいろ御修正いただいて、ありがとうございます。今までの委員、参考人の皆さま方の御意見で、例えば-7、-14 というものは別個に見ていくという取扱いかなと、そういう御意見かと思いました。今、御意見を頂いて、岡本委員、もう一度、今までの御意見で何かコメントはありますでしょうか。

○岡本委員 岡本です。-5と-7は違うし、別々に審査していくというのが基本的な事務局の案だったと思うので、今回に関して、そこはそれでいくのがいいのかなと思います。親世代をきちんと見ておけば、そもそも親世代を見ておけば、その下の世代はという話もあったと思いますが、その議論はまだ抜けているのですけれども、親世代できちんと評価できていれば、子世代を全部確認するという必要はないのかなということを、最後に付け加えさせていただきます。着地点はその辺かなと思っています。

○近藤座長 最後に中島委員、今までのコメントを聞いて、コメントはありますでしょうか。

○中島委員 中島でございます。最終的に養殖に当たる業者が困らなければ、私としてはいいので、別に、どうしても最初から何通りか認可しなければいけないと主張しているわけではありません。「それで困らないのですか」と言っているだけです。当面これでということであれば、別にそれでよくて、それだと対応できないものがまた審査に上がってきたときに、また考えるということであれば、それが現実的かなと考えます。

○近藤座長 二村参考人、お願いいたします。

○二村参考人 二村です。今の議論は大変興味深いと思って聞いていました。議論の中で、やはり最終的に届出をされる集団に至るプロセスのところの情報がきちんと届けられるという点は非常に重要だと思ったのが1つです。

もう1つは、この先になるのでしょうかけれども、届出をされた集団の中に、結構多様性がある、ゲノム編集の結果としても多様性があるという前提であるならば、その後に掛け合わせていったときに新しいことが起きないのかどうかという点です。これも、魚種などにもよるかと思えますので、その時点でやはり追加的に何か調べたり、届出をしたりしたほうがいい情報があるのかどうかというところは現時点で決めてしまわないで、個別の事例なども積み重ねながら見ていく必要があるのではないかと思います。感想めいたことで恐縮ですが、2点申し上げました。

○近藤座長 続きまして、浦郷参考人からお願いいたします。

○浦郷参考人 浦郷です。今の議論はすごく専門的などころにいつてしまって、私は余りよく分かっていなかったのですけれども、結局、届出対象の集団とい

うのは、やはり同じ数の欠失で同じ場所に欠失がある、そういうものを1つの集団として見ていくというのが一番分かりやすいし、確認しやすいし、安心できるというか、そう思います。届出対象の集団の安全性の確認のところは、集団の一個一個を全部調べるわけにはいかないの、その親のところ、親に遡った、例えばイメージ図(例3)の2個体選抜のところ、きちんと外来遺伝子がないとか、オフターゲットがないとか、そういう毒性がないとか、そこら辺がきちんと確認されていれば、それでいいのではないかなという理解でいます。

それと、もう1つ確認したいのですが、この魚の届出対象の集団というのは、ここで届けられた魚たちというのは、それは直接私たちの食卓の所に来るものなのかどうなのか。以前、植物のときは、届出のものそのものが、届け出られたトマトがそのまま流通する場合もあるけれども、多くは後代のところで流通していくという話を聞きましたけれども、この届け出られた魚はそのまま私たちの食卓に来るのかどうなのか、その辺がよく分からないので、教えていただければと思います。

○近藤座長

最後の質問については、事務局からお願いします。

○今川室長

事務局の今川でございます。浦郷参考人、ありがとうございました。この例を作ったのが私どもなので、そういう観点で事務局からお話させていただきたいと思います。

例えば届出集団が50匹いましたというときに、届け出されたということは流通可能となったということなのですけれども、この50匹をそのまま流通に乗せることももちろん可能です。だから、50匹を全部売ってしまってもいいし、40匹だけ売って10匹は次世代のためにとっておこうということも可能です。ただ、恐らく通常は、更に売るものを増やさなければいけない関係で、実際の届出集団が外に出ていくというよりは、ここから更に野生型なりとの交配とか、例えば2個届出して、両方OKになった場合には、届け出られたもの同士の交配とか、近親交配が起こらないような形で、事業者が工夫しながら育種を行って、継代していくものかなと思われま。

○近藤座長

浦郷参考人、ただいまの説明でよろしいでしょうか。

○浦郷参考人

はい、分かりました。ありがとうございました。

○近藤座長

ここで一度、事務局から追加でコメントをお願いします。

○今川室長

事務局の今川でございます。委員、参考人の皆様方、ありがとうございました。もともとのこの議論の取っ掛かりが、私の質問から発しておりますので、私がどう理解させていただいたかということも含めて、委員、参考人の皆さま方にまたお伺いしたいと思います。

今の皆さま方のお話をお伺いしていると、やはり基本的には、届出する段階の集団というのは、50匹いれば50匹とも-5の場所が全く同じ、そういう集団がいいのではないかなということかなと思われま。ただ、中島委員がおっしゃられるように、この技術はいろいろ新しい技術ですので、いろいろなパターンが考えられると。そのパターンの1つとしては、届出集団は、結果的にその遺伝子がロックアウトしているけれども、実は中身を見ていくと、-5であったり-15であったりというのが混じっている、どうしても集団の交配の関係で混じってしまう場合もあり得るのかもしれないということなのかなと思います。そうすると、基本的には、できるだけ審査をシンプルにするためには、同じ箇所がというのが望ましいのは当然間違いないかなと思いますが、そういった場合も今後あり得ると。その場合に、むしろ親の雑種第1代とか、その親の段階でどう確認していくのかということも併せて議論が必要になってくるのかなと思います。ですので、ここで線引きして、ここからここは駄目、ここからここはいいみたいな話では恐らくないのかなと、私なりに理解いたしました。そういった理解でよろしかったですか。つまり、一言で言えばケース・バイ・ケースで、その都度の確認する場所というのは非常に多様性がある、先ほどの多様性とは少し意味が違いますけれども、そういったいろいろなパターンがあり得ると私なりに理解させていただきました。そういった理解で委員、参考人の皆さま方、よろしかったでしょうか。

- 近藤座長 今の事務局の説明に対しまして、中島委員、よろしいでしょうか。
- 中島委員 中島でございます。基本的には、当面それでいくしかないかなと思っております。
- 近藤座長 田部井委員、どうでしょうか。
- 田部井委員 田部井です。私はやはり、例えばゲノム編集当代ではモザイクになっていますので、雑種1代ではいろいろなタイプが出てくるわけで、その中からそれぞれの変異のタイプで、それぞれ育種をしていくかもしれませんが、最終的に届け出るところは変異がそろっているもの、同じもので申請していくということになろうかと思っております。ただ、将来的にいろいろなことが考えられるということであれば、やはりそのときに立ち止まって、また考えるということであって、当面はやはり同じもので審査をしていくという考え方のほうがよろしいのかなと思います。
- 近藤座長 今、田部井委員がおっしゃられたように、この調査会での考え方としては、最終的には、届出の集団としては単一の変異のものということではないのかなというように思います。

そのときに、もう1つ確認させていただきたいのは、ただいまの例3の図の中で言うと、雑種1代で2個体を選抜して、例えば-5の変異があったときに、ここの段階でいろいろな外来遺伝子がないこと、読み枠がずれて新たにできたタンパクのアレルゲン性がないということ、それから、オフターゲットというところをきちんと確認していれば、最終的な次の世代ではオフターゲットまでは求める必要はないということでしょうか。あるいは、次の世代でも、きちんとオフターゲットも含めて確認する必要があるかということですが。これまでの田部井委員の御発言では、そこまでは要らないということでしたけれども、これについてもう一度、田部井委員、お願いしてよろしいでしょうか。

○田部井委員 田部井です。今の近藤座長のまとめで結構です。要するに、外来遺伝子がないというのは、一度確認すれば、その後入ってくるとは思えません。ただ、業者が独自の管理の上で確認をするということはもちろん妨げるものではないのですが、調査会として求める情報としては、一度確認すれば、それで後代はいいということで私は思っております。

○近藤座長 岡本委員、何かコメントはありますでしょうか。

○岡本委員 御発言に特に追加はありません。

○近藤座長 委員、参考人の皆さま方から何か追加でコメント、御意見等がありましたらお願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。なさそうですので、これまで議論いただいたとおり、調査会としての考え方としては、最終的に届出を頂く集団というのは単一のものであることと、それから、例えば雑種1代できちんと必要な安全性に関するデータの解析がされていれば、次の世代では求めないということでしょうか。その他、何か追加で御意見はよろしいでしょうか。それでは、皆さん、どうも御意見をありがとうございました。

時間が押してきましたので、次のお話にいきたいと思います。資料3がまだ残っていましたが、資料3について、事務局から御説明をお願いします。

○今川室長 事務局の今川でございます。資料3を御覧いただければと思います。資料3は、ゲノム編集の取扱いの諸外国の状況ということで、以前のこの会議でも出させていただいているものに、1、2行ほど追記させていただいたというものです。どこかと申しますと、真ん中辺り、※1の一番下で「2021年4月29日」の所からです。4月29日付けで欧州委員会のほうで理事会に対して報告が出ました。中身は、結構長文ですが、一言で申しますと、ここに書いてありますように、「ゲノム編集技術によって生産された一部の植物に関連して、現行規制の見直しの必要性に

言及している」ということです。方向性としては、今のEUの指令、EUのガイドラインの中では、遺伝子組換え食品に該当してしまうけれども、やはり外来遺伝子が入っていないものについては、この仕組みの中から外すことを検討することも考えられるというような内容になっています。ただ、いずれにしても、結論じみて書いてはいなくて、一言で言えば、引き続き検討中ということかなと事務局としても理解しておりますので、引き続き欧州委員会のほうの動きというのはしっかり見ていきたい、注視していきたいと考えております。資料3については以上でございます。

○近藤座長　　ただいまの資料3につきまして、何かコメント等がありましたらお願いしたいと思いますが、何かありますでしょうか。あるいは、追加で何か情報とかをお持ちであれば、追加で御意見としてお願いしたいと思えますけれども、いかがでしょうか。二村参考人、お願いいたします。

○二村参考人　　このことそのものについてというよりも、この資料を拝見して、もし分かる先生方がいらっしゃれば情報提供をお願いしたいと思って発言させていただきます。EUの資料でも、「一部の植物に関連して」ということで、やはり植物が前提になった組立てになっていると思えますけれども、今日、私たちは魚について議論しましたので、諸外国で魚等についての規制は検討されているのかということ。あと、研究の実態として、日本は魚類の研究が進んでいるとか、外国でも実はこのようにされているのだとか、魚についてのゲノム編集をめぐる情勢について、もし、先生方で情報をお持ちの方がいらっしゃれば、国際的な動きについてコメントを頂けますと助かります。よろしくお願いいたします。

○近藤座長　　ただいまの魚の規制に関連する情報につきまして何か御存じの方、岡本委員、何か情報をお持ちでしょうか。

○岡本委員　　岡本です。実際に産業レベルでの利用というのは、私も承知していませんけれども、研究レベルでは、やはり諸外国でやられています。ブラジルや中国、ヨーロッパでもやられています。ブラジルとかは、ここには書いていないですけれども、確か規制はなかったような情報を聞いたことがあるような気がします。ちょっとうろ覚えですが、失礼します。

○近藤座長　　吉崎参考人はいかがでしょうか。何か情報とかをお持ちでしょうか。

○吉崎参考人　　特段、岡本委員に追加することはありませんが、現段階では、すぐに養殖業に直接応用しようという研究よりは、将来の養殖を見据えての基礎研究が諸外国で行われているというところかと思えます。そういう意味で研究が進んでいる魚としては、ノルウェーのサーモン、アトランティックサーモンですけれども、アトランティックサーモンに関して言うと、

何種類かの遺伝子のゲノム編集が既に行われていて、そこら辺は論文として公表されております。ただ、これもすぐに産業応用ということではなかろうかと思えます。

○近藤座長 吉崎参考人、どうもありがとうございます。及川参考人は何か情報をお持ちでしょうか。

○及川参考人 水産研究機構の及川です。私のほうでは、特に今以上に付け加えるところはございません。

○近藤座長 菊池参考人は何かありますでしょうか。

○菊池参考人 菊池です。同じくらいの情報しか持ち合わせておりません。

○近藤座長 二村参考人、今の説明について何か追加でコメント、意見はありますでしょうか。

○二村参考人 参考になります。これから注視していくということだと思います。ありがとうございます。

○近藤座長 ありがとうございます。その他何か御意見やコメントが資料3に関連しましてありましたらお願いしたいと思えます。ないようなので、これで議論を終了したいと思えますが、その前に、事務局から何か追加で御意見やコメント、連絡事項とかありましたらお願いします。

○今川室長 事務局の今川でございます。資料1から資料3については、以上かというように考えております。そのほか委員、参考人の皆さま方から魚の議論の中で追加で御議論がありましたらよろしくお願ひいたします。特になければ、今後のお話を少しさせていただこうかと思っております。

○近藤座長 委員、参考人の皆さま方から、特に追加でコメントはありませんでしょうか。よろしいでしょうか。本日の調査会、どうもありがとうございました。それでは、今後の予定について事務局から御連絡がありますのでお願いします。

○今川室長 事務局の今川でございます。本日は、どうもありがとうございました。今後につきましては、今日頂きました御意見、それから、これまでに個別にも頂きました御意見なども踏まえて、先ほどの資料1を少し事務局のほうで追記、修正させていただいて、また委員、参考人の皆さま方に見ていただきまして、最終的には次回第5回目のときに、また資料1を更新してお示しさせていただきたいと考えております。次回につきましては、また改めて日程調整させていただきます。事務局からは以上ですが、皆さま方から何かございますでしょうか。それでは、事務局は以上でございます。

○近藤座長 ほかに追加でコメントとかはありませんでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、これで本日の調査会を終了したいと思います。皆様、どうもありがとうございました。