

ゲノム編集養殖魚 肉厚マダイを語る

〈取材日…5月24日〉

近畿大学水産研究所がハマチを網いけすで養殖したのは1959年。
試験養殖魚を販売してきた歴史がある――。

昨年、テレビや新聞などを賑わしたゲノム編集養殖魚「肉厚マダイ」の映像は記憶に新しい。
いま同研究所白浜実験場が取り組むゲノム編集技術について、
同大学教授で実験場長の家戸敬太郎さんに聞いた。

近畿大学水産研究所教授 白浜実験場長
家戸 敬太郎
(かと・けいたろ)さん

ターゲットは筋肉量を増やすこと

Q ここ白浜実験場で肉厚マダイは誕生したので
すね。研究開発の経緯・目的は？

A 近畿大学は半世紀以上にわたり、水産養殖に
おいて選抜育種の研究を行ってきました。天然の
マダイだと、通常なら3年で1キロに成長する
ところを、養殖マダイではそれを1年半に短縮
できるように品種改良します。簡単に言えば、早

巻頭インタビューゲノム編集養殖魚「肉厚マダイ」を語る

写真提供：近畿大学 白浜実験場



肉厚マダイ (右)

く大きくなる魚を親にして掛け合わせをする育種法です。20年近く前、品種改良の一つとして遺伝子組換えによる研究開発をしていました。しかし実用化への道のりは遠く、10年ほど前に中断した経緯があります。このときの実験グループのメンバーに京都大学教授の木下政人先生がいてのちにゲノム編集による養殖魚「肉厚マダイ」の共同開発に取り組むようになります。

ゲノム編集技術のクリスパーキャス9が論文発表されたのは2012年。その技術を使って生物種に応用可能な形に改良されたのが翌13年です。われわれが実際に養殖マダイにゲノム編集操作を行ったのは14年5月、マダイの産卵期でした。研究がスムーズに運んだ理由は、以前培った遺伝子組換え技術がそのまま使えたからです。ゲノム編集するための溶液を受精卵に注射す

るような操作は、すでにクリアしていました。あとは遺伝子のターゲットを何にするか、というとき狙上にのぼったのがマダイでした。白浜実験場で育てたマダイの可食部は体重の4割以下しかありません。一方、同じように養殖したブリでは6割以上食べられます。そこでマダイの筋肉量を増やそう、ということになったんです。

Q 研究開発はどのように行われているのですか？

A われわれが行っているゲノム編集は、外部から遺伝子を挿入するのではなく、マダイの細胞内にある2本鎖の遺伝子の特定部分(ターゲット)を切断する方法です。肉厚のマダイをつくる場合は、筋肉形成を抑えているミオスタチンという遺伝子を切断することから始めます。切断された遺伝子は自己修復を開始します。切断と修復を繰り返すうちに遺伝子に変異を起こします。マダイの体内には修復された遺伝子配列の細胞と、切断されていくつかの遺伝子が抜け落ちた状態の細胞が混在しています。これが14年5月に行われたゲノム編集で第1世代と呼ばれるマダイです。

つぎにそれを飼育するのですが、成長過程で顕著に体形が変わった個体は多く見られませんでした。筋肉量が増えたか

なと思える程度のマダイは、ほんのわずかな数でした。この間、個体識別をして遺伝子の状態を調べます。そして狙ったとおりにゲノム編集が起こっている個体を選別していきます。

第1世代が2年後の16年4月に産卵します。

第1世代は狙った遺伝子が一樣でない状態なので、第2世代もまた遺伝子配列が安定していない個体が生まれてきます。その第2世代の中から完全にゲノム編集された個体を選んで飼育します。ミオスタチンという遺伝子が完全に機能しない母親と父親の特性を受け継いでいますから、かなり大きく成長しました(写真参照)。16年生まれの第2世代が18年春に産卵し、いま実験場では第3世代を飼育しています。技術的にはマダイの遺伝子を完全に把握できるようになりましたが、まだ商品化や量産化には時間がかかります。

市場流通に向けた課題

Q 実際に肉厚マダイを食べられましたか？

A 実験用のサンプル魚を刺身にして食べました。普通の養殖マダイと比べ、味は特に変わったようには感じません。ただ肉質はやや粘りがあるように感じました。部位にもよりますが、単に柔らかいだけでなく、もちっとした食感でした。刺身は多少歯ごたえのある方が好まれますが、肉厚マダイもおいしいと思いました。

Q 今夏にもゲノム編集食品が流通するような動きがありますね。

A ゲノム編集食品について厚生労働省は「届け

出だけで夏ごろに（販売する）という話がありました。しかし、農林水産省や消費者庁など各省庁が関わっていますから、まだ先ではないでしょうか。遺伝子組換えの農産物は安全性の評価基準をクリアして販売されています。でも、遺伝子操作された家畜や魚は、これまで食品として流通していません。実際の運用面やルールづくりをどうするのか、いま各省庁で検討段階に入っているのだと思います。

肉厚マダイを市場流通させるには規制など制度だけでなく、水産養殖の観点からも課題があります。例えば、いくら筋肉量が2倍に増えたとしても、それだけ餌をたくさんやらないといけないのなら意味がありません。また、量産するには飼育施設の問題をクリアしなければならぬのです。いま養殖マダイは網いけすで飼育していますが、仮に国から「陸上の水槽でない」とだめだ」という方針が出されたなら、かなり限定的でコスト高になることでしょう。魚を実験として飼うことと、産業として養殖することはレベルが違います。ただ従来の品種改良と比べ、ゲノム編集技術による魚の成長は劇的に早く、効果が大きいのです。現在、低迷する日本の水産養殖にイノベーションをもたらす新技術として期待されるところです。

Q ゲノム編集食品の安全性についてどのようにお考えですか？

A 肉厚マダイがテレビや新聞などで大きく取り上げられ、インパクトの強い映像が世の中の耳目を集めました。そのとき僕が一番苦慮したことは、一般の人にゲノム編集をどのように説明

すれば理解してもらえるのか、ということでした。正直言って、ニュースなど短時間で技術的なことや、安全性について簡単に説明できるものではないかもしれません。そこは慎重にならざるを得ないわけですが、どうしても「ゲノム編集」という言葉だけが一人歩きしてしまいがちです。だからこそ、市場流通するとなれば丁寧な説明は当然必要なことだと考えています。

ゲノム編集技術で想定されるリスクで、よく話題になるのが「オフターゲット」です。狙った遺伝子以外を切断してしまった場合、そこでリスクが発生するのではないかとわれています。それに対し白浜実験場ではどのようにしているのか。現在、われわれはマダイの遺伝子配列をすべて解読しています。そのデータとゲノム編集操作を行ったマダイの遺伝子配列をコンピュータ上で探し出して比較します。そうすることでオフターゲットの切断が起きているかどうかを確認できます。

厚労省の報告書の中にあつたように、遺伝子の抜け落ちた状態というのは、ゲノム編集によるものか、突然変異したものか見分けがつかません。しかし、遺伝子の一部が抜け落ちた新しい細胞にアレルゲンがあるかないかはコンピュータで予測できます。研究開発サイドから言えば、安全性を担保するためにさまざまな成分を分析し、データを蓄積していくことが重要であると考えています。

Q これからの展望についてお聞かせください。

A 現在、ゲノム編集養殖魚として共同研究しているのはマダイとトラフグの2種類です。技術的



写真提供：近畿大学 白浜実験場

な側面からさらに品種改良を重ねていくことと、他の魚種にも応用できるようにしていきたいですね。また、Aーなどを使つた効率のよいシステムを構築したいと考えています。現在、マダイやトラフグは1年半ほどで出荷できるまでにきています。なので、国がゲノム編集食品のルールを示した段階で着手するとすれば、2年ぐらいで商品化できると思います。つぎに、飼育施設などの条件次第では5年以内の販売も夢ではありません。しかし、そのためにはきつちりと消費者がわかるような表示をすべきだと僕は思っています。そのうえで買っていたけような品質のゲノム編集養殖魚を開発していきたいというのが、われわれ研究者の立場です。

（聞き手・原田修身）