

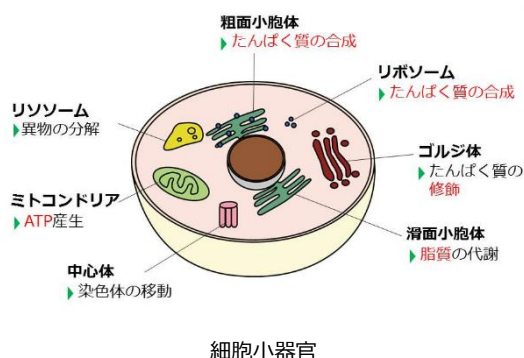
こされる能動的な**細胞の自殺**（プログラム細胞死）”と定義され、細胞自らがDNAを断片化して自己を分解し、周囲に炎症を起こすことなく静かに消滅する仕組みを指します。

オタマジャクシがカエルに変態する際の尻尾の消失や、胎児期の手足の指の形成（水かき状の組織が消失することで指ができる）など、アポトーシスは生物の正常な発生や機能維持に不可欠な役割を果たしています。

その他、がん化の兆候がある細胞や、ウイルスに感染した細胞が自らアポトーシスすることで、個体全体を守るバリア（異常な細胞の排除）として機能します。一方、アポトーシスが不十分な場合は、除去されるべき細胞が生き残ってしまうため、がん細胞の増殖や自己免疫疾患につながる恐れがありますし、逆にアポトーシスが過剰な場合は、必要な細胞まで死んでしまうため、神経変性疾患（アルツハイマー病など）や発達異常などを引き起こす可能性があります。医学の領域では、こうした過剰なアポトーシスを未然に防ぎ、神経細胞を保護する治療薬の開発や研究が世界中で進められているそうです。

“小胞体ストレス” と 乳生産

ちょっと小難しい話になりますが、“小胞体ストレス”とアポトーシスの関係について触れたいと思います。小胞体ストレスとは、細胞の中にある“タンパク質工場”である小胞体に、正しく折り畳めなかったタンパク質がたまってしまった状態のことを指します。細胞はこれを察知するとUPR（異常タンパク質応答）という修復プログラムを起動して立て直そうとするので、多くの場合は元どおりに回復するのですが、ストレスが過剰・長期化すると対処できなくなり、転写因子CHOPなどの働きでアポトーシスが誘導され、個体を守るために細胞が自ら死滅するという関係にあります。



細胞小器官
<https://sgs.liranet.jp/sgs-blog/3840> より引用

乳牛における小胞体ストレスとアポトーシスの影響についても研究が進んでおり、分娩直後の乳腺組織では重篤な小胞体ストレスが発生しており、これが乳腺上皮細胞のアポトーシスを誘導して乳量の減少を招くこと（Yonekuraら、J Dairy Sci. 2018）、熱刺激（暑熱ストレス）が小胞体ストレスを惹起して同様に乳腺上皮細胞のアポトーシスを誘導することなどが報告されています。なお、暑熱時の体温上昇による採食量の低下＝栄養摂取量の低下は、暑熱ストレスによる乳量減少の50%を占めるに過ぎない（Wheelockら、J Dairy Sci. 2010）との報告があり、小胞体ストレスを介した乳腺上皮細胞の死という直接的な影響も大きな要因であることが伺えます。

さらに、麦類やトウモロコシに発生するフザリウム属のアカカビが作り出すカビ毒の一種であるゼアラレノンが、小胞体ストレスを活性化することによりウシ乳腺上皮細胞のアポトーシスを誘導するとの報告（Fu YuRongら、J Dairy Sc. 2019）もあり、カビ毒による乳牛の乳量減少の一因とも考えられます。

抗酸化物質による予防

農研機構などの研究によると、夏季の暑熱ストレスが牛の卵母細胞周辺の卵丘細胞のアポトーシスを有意に増加させ、正常な細胞発達を妨げることで、受胎率の低下を招くとのこと。暑熱や代謝ストレスによる細胞

へのダメージやアポトーシスを防ぐ方法として、アスタキサンチンやグルタチオンなどの抗酸化物質の活用も検討されています。

サケはもともとマスと同じ白身の魚ですが、アスタキサンチンを筋肉中に溜め込んでいるためにいわゆるサーモンピンクになっています。産卵のために川を遡るサケは、たくさんの酸素を取り込むので体内で絶えず活性酸素が発生するため、その活性酸素を消去するために筋肉中にたくさんのアスタキサンチンを備えているのではという話もあります。さらに産卵の準備が始まると、メスは卵（イクラ）へアスタキサンチンを移行させますが、紫外線の影響を受けやすい浅瀬に産み付けられる卵のDNAを守るためと考えられています。

サケは遡上時に過度なストレスでアスタキサンチンを大量に消費しているにも関わらず、自分の抗酸化力を削ってでも、最後に残ったアスタキサンチンまでも卵へ移行させているとは、生命の神秘を感じますね。

ちなみに、イクラに含まれるアスタキサンチンの量は 100g あたり約 0.87mg～8.0mg、一方アスタキサンチンの 1 日の摂取目安量（ヒト）は 4～12mg 程度とのこと。

サケは生まれた川の匂いを嗅ぎ分けて戻ってくるといわれていますが、海流の乱れや大雨による増水、あるいは他の群れに追随することで本来の川とは違う川や水路に入り込んでしまうことがあり、これらは「迷いサケ」や「迷子」と呼ばれ、都市部の河川や運河で見つかることもあるそうです。

私たちはお酒を飲み過ぎてもだいたい帰巣本能で家に帰れますが、たまに「迷子」になりかけることもあると思います。「人、酒を飲み、酒、酒を飲み、酒、人を飲む」という千利休の言葉があるそうですので、「迷い酒」とならないよう気を付けたいと思います。（O）

お知らせ

酪農・豆知識（第 142 号）の概要および URL

酪農・豆知識（第 142 号、令和 8 年 7 月号）では、「飼料添加物とは何か？」というタイトルで、定義や効果の考え方についてご紹介します。ぜひともご一読ください。

「酪農・豆知識」は、[当社のウェブサイト](#)のトップページにある「技術情報」をクリックし、「酪農・豆知識」のページに入るとご覧になれます。

印刷用の PDF ファイル

印刷用に PDF ファイルを添付しました。PDF ファイルをご利用いただくためには、Adobe Reader が必要です。お持ちでない場合、[こちらからダウンロードし、インストールしてご利用ください。](#)

メールマガジンへの登録・ご質問等

メールマガジンの配信の停止や登録内容の変更、お問い合わせ、ご意見・ご要望等々は[当社のウェブサイト](#)のトップページにある「お問い合わせ」のページをご利用ください。

アドレス変更をお忘れなく

人事異動、転退職等でメールアドレスが変更になった場合で、引き続き日産合成工業株式会社のメールマガジンの配信を希望される方は、旧アドレスと新アドレス及び新所属等を[当社のウェブサイト](#)のトップページにある「お問い合わせ」のページを利用してお知らせください。配信できなくなったアドレスは、メーリングリストから自動的に削除しておりますので、よろしく申し上げます。

QRコード

QRコードから、[当社のウェブサイト](#)のトップページにアクセスできます。

