「食」と「病」特集

実は「農薬大国」ニッポン

第3回 トキ絶滅危機で分かった「不妊リスク」

▼「アレルギー疾患」急増の理由 ▼神経伝達を狂わせる毒性とは？

▼デブになる！脳が縮む!? ▼「腸内フローラ」破壊で「がん促進」

ノンフィクション作家 奥野修司
＋本誌取材班

トキ「復活」の背景に減農薬

新潟県佐渡市でトキの野生復帰が成功した背景に「減農薬」への地道な努力があったことをご存じだろうか。『「食」と「病」』第3回では、農薬と病の関係を解き明かしていく。不妊、アレルギー疾患、肥満。「現代病」は農薬によって引き起こされているのか――。

群青色の空から、あでやかなトキが田に舞い降りた。餌を捜しにきたのだろう。暖冬とはいえ、新潟県佐渡島を吹き抜ける風はしびれるように冷たい。はるか先で数羽のトキが田の中を動き回っている。時折、トキの羽ばたきが風に乗って伝わってきて、まるで絵のような光景だ。

人工繁殖させた特別天然記念物のトキが、初めて佐渡の大空に放たれたのは二〇〇八年。現在では、推定四〇五羽が野生で暮らしているという。当時は人工繁殖に成功しても、野生に戻すと卵を産んでも孵化しない状態が三年も続いた。

佐渡市でトキの野生復帰を研究していた新潟大学は、長年農薬の毒性について研究を続けてきた神戸大学の星信彦教授に調査の協力を依頼する。もちろん、農薬のせいでトキのエサであるドジョウなどが減ったことは容易に推察できたが、農薬がトキの繁殖能力に影響を与えている可能性も疑ったのだろう。

星氏は「まさか天然記念物で実験するわけにはいかず、ウズラで実験しました」という。では、結果はどうだったのか。

「水田で使われるクロチアニジンというネオニコチノイド系農薬（ネオニコ）を、ラットの無毒性量（病気などの有害な影響が出ない量）を参考に、さらにその三分の一から三〇〇〇分の一という極めて少量を六週間与えました。驚いたことに、オスの精巣を顕微鏡で見ると、DNAが壊れて、たくさんの細胞が死んでいたんです」（図❶）

DNAが壊れる？

「酸素呼吸をすると、体内で活性酸素が作られます。生物にとって活性酸素は猛毒です。遺伝子を傷つけますから。そのために、体内に抗酸化酵素といって、活性酸素を弱める物質を持っています。ポリフェノールも抗酸化作用を持っていますが、こういうもので活性酸素の攻撃を防いでいるんです。ところが、ネオニコを投与すると、抗酸化酵素が著しく減少する。活性酸素で生殖細胞がやられるのだから、不妊の原因になるのは当然です」

活性酸素はもちろん人間にとっても猛毒で、がん化を促進する元凶といわれている。

ネオニコの影響が出たのはオスだけではなかった。

「メスには、卵の中の赤ちゃんを育てるためのホルモンを出す細胞があります。これが死ぬんです。当然、産卵率は下がります」

ネオニコを散布した水田ではトキのエサになるドジョウなどの生き物が減少していたが、それ以上に、ネオニコがトキの繁殖能力を直撃していたことに衝撃を受けたと星氏はいう。それもごくごく少量で不妊の原因になっていたのだ。

トキの野生復帰を島づくりに活かそうと考えていた佐渡市は驚き、農薬を減らそうと決断する。環境省の首席自然保護官として佐渡にいた長田啓氏（現・動物愛護管理室長）は言う。

「ただ、いきなり無農薬・無化学肥料ではハードルが高すぎるので、農家が取り組みやすいように、農薬と化学肥料を五割減にすることからスタートしました。その他に、ビオトープの設置や、冬期でも湛水して生き物を育む農法などを導入して環境を整え、今はJA佐渡でネオニコは取り扱っていないはずです」

二〇一二年、こうした努力がみのり、自然の中でようやくトキのヒナが誕生する。この翌年にはネオニコ系農薬の使用がほぼゼロになったという。

星氏の研究は、病気と化学物質の関係に向けられており、現代病の多くが農薬につながっていることに驚かされる。たとえば、「ネオニコチノイドは肥満を増やすんですよ」と言われた時は、冗談だろと思ったが、実際にそれを示す実験結果があるという。

星氏は、ネオニコを投与したら腸内細菌叢がどうなるのかと考え、ラットにクロチアニジンを二八日間投与してみた。すると、無毒性量でも明らかに変化が見られ、その一〇倍だと大きく腸内細菌叢が変わったという。

「人間の腸には一〇〇〇兆個ともいわれる腸内細菌がいます。免疫細胞の七割は腸の消化管にあって、腸内細菌がそれを活性化してるんです。その腸内細菌叢の変化を調べました。まず、肥満の要因である菌が増えていたんです。これには驚きました。肥満と関係がある糖尿病を撲滅できないのは農薬が一因かもしれません。抗生物質を飲みすぎると腸内細菌叢が変わりますが、農薬でも変わっちゃうんですね」

逆に炎症を抑える善玉菌が減ったという。

「炎症を抑える菌が減れば、当然ながらアレルギーが増えます。腸内免疫系の重要な役割は、敵と味方を見分けるトレーニングです。自己免疫疾患やアトピー性皮膚炎や花粉症が増えるのは、腸内細菌叢が変わって敵味方がわからなくなり、自分の細胞を攻撃しているからだと考えられます。農薬が残留した作物を食べたら、敵味方がわからなくなって自分の細胞を攻撃したり、反応しなくてもいい細胞に反応して炎症が起きる可能性があるのです。その結果、消化管不良やがんになるかもしれない。そのことを知ってほしいんです」

「少量でも強い毒性」

表❶、❷（次頁）でもわかるように、日本人のアレルギー疾患や自己免疫疾患の増加数は異常だ。この増加は、これまで安全といわれてきた超低濃度の農薬による腸内細菌叢の変化が原因かもしれないのである。

星氏は、ウズラにネオニコを投与すると不妊の原因になると語ったが、肝臓を調べると脂肪が増えてフォアグラのようになっていたそうだ。肝臓でも抗酸化酵素が減って脂肪が排出されなくなったからだが、ネオニコは肥満と同時に、脂肪肝の原因になる可能性があることを示している。

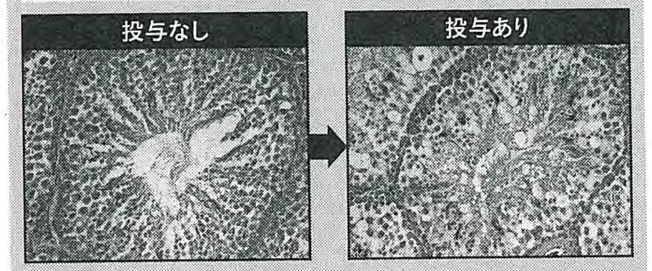
お茶の残留農薬を調査した北海道大学の池中良徳准教授によれば、海外でも、ネオニコでデブになるという研究があるという。

「無毒性量の一〇〇分の一という少量のイミダクロプリド（ネオニコ）を、高脂肪食と一緒にマウスに食べさせました。高脂肪食だから当然、脂肪細胞の数は増えるのですが、ネオニコはそれをすごく助長しています。一・五倍の体重増だから結構な増加量です。つまりデブになるということです」

「では、ハンバーガーをネオニコが残留した野菜と一

図1 鳥類の繁殖能力へのネオニコの影響

【星教授らの行った実験】
極めて少量のクロチアニジン（ネオニコの一種）をウズラに6週間投与し繁殖能力への影響を調査。



染色されている部分の減少 ＝ 生殖細胞の減少

画像提供：神戸大学・星信彦教授

おくのしゅうじ 1948年生まれ。『ナツコ 沖縄密貿易の女王』で講談社ノンフィクション賞と大宅ノンフィクション賞を受賞。『ねじれた絆』『皇太子誕生』『心にナイフをしの

緒に食べると、動物性脂肪との相乗効果でさらに太るということですか」と私が尋ねると、池中氏は「その可能性はあります」とうなずき、こう言った。

「国民の三割が肥満といわれる時代に、農薬がそれを助長しているという実験結果ですね」

ネオニコという農薬が肥満を促進していることには驚くが、それ以上に気になるのが、いずれの実験でも、安全といわれる無毒性量以下で影響が見られるということである。池中氏は言う。

「NOAEL（無毒性量）よりもかなり低いレベルで影響が出るという事実が明らかになってきています。ネオニコに関しては、NOAELの基準を考え直さないと駄目だと思います」

安全の指標である無毒性量が信頼できないとなれば、安全の根幹が崩れ、農薬の残留基準値もアテにならないということになる。

一方で、こうしたデータを示しても、必ずこう言う人がいる。「うちの息子は普通の野菜を食べているけど何も問題はない」と。それは、化学物質の毒性は感受性によっても違うことを考慮しないからだ。星氏はその危険性をこう指摘する。

「無毒性量の一〇〇分の一がADI（一日摂取許容量）ですね。さらにその一〇〇分の一が農薬の残留基準値。つまり一万分の一にしているんだから大丈夫だと厚労省や農薬会社が言います。でも、私は長いことダイオキシンの研究をしてきましたが、ラットとモルモットでも感受性が一万倍違います。人間の感受性も人によって大きく違う。典型的なのが、新築住居で頭痛や目まいなどの症状を引き起こすシックハウス症候群です。一万人に一人はいるのに、誰も感受性のことなんて調べていないんです。感受性が違えば、安全の基準が崩れます。怖いと思いませんか」

ちなみに、国立環境研究所の前川文彦主任研究員は、ウズラを使って、ネオニコが、生まれる前の発生段階にどんな影響を与えるかを実験した。ウズラは約一八日で卵からかえる。そこで受精卵のごく初期にネオニコを投与して、一六日目にどんな影響があったかを観察したという。写真を見ると、ネオニコを投与したヒナは、投与しなかったヒナにくらべて体がずいぶん小さい。

「全体として体重が減少し、脳の重量も減っていました。ただ、影響は個体によって大きく違いました。農薬の影響には個体差があるようです。顕著なのはイミダクロプリドで、脳の重量低下に加え、顔面形成に異常を示す個体がいたのです。片目がない個体もいました。ネオニコの投与濃度が低い群にも含まれていました」

私が「これが人間に近いマウスなら、怖いですね」と言うと、前川氏は、「サリドマイドによる四肢形成異常は霊長類や鳥類で検証できますが、齧歯類では出来ないんです。もし鳥類への影響に着目していれば、あの薬害は防げた可能性もあったんです」と言った。

ごく少量で影響があらわれ、それも個体差があるということは、ネオニコという農薬がホルモンのような作用（環境ホルモン）をするということだろう。

臓器の受容体にくっついて作用するホルモンは、いわばドアの鍵穴に差し込む鍵のようなものだ。ドアを開けるのに鍵はいくつもいらない。一つだけで充分である。環境ホルモンは「合鍵」として作用するから、ごく少量でも強い毒性を発揮する。

「多くの方は環境ホルモン問題なんてもう過去のことだと思っていますが、そうじゃないんです。ネオニコの作用は環境ホルモンそのもので、希釈されても作用は薄まりません。一〇〇万倍に希釈されても、神経細胞のアセチルコリン受容体にくっつけば作用します。無毒性量といっても、われわれが調べている発達神経毒性や自己免疫疾患への安全性は担保していないんですね」（星氏）

そして、こう言った。

「私たちの日常生活は神経を流れる化学信号で成り立っています。ネオニコがくっついて神経伝達が狂ったら何が起こるのか。今、世界中で大きな問題になっているんです」

筋肉を動かしてボールをつかむのも、運動すれば動悸が激しくなるのも、化学信号によって情報が伝えられるからだ。微量のネオニコがこれを狂わせれば何が起こるのか。誰も予測できないのである。

胎児に移行

前出の前川氏は、こんな実験をした。

「ネオニコ系のアセタミプリドを、妊娠したマウスに低濃度、高濃度、溶媒のみの三群に分けて、妊娠六日目から出産後二一日目まで毎日投与しました。高濃度群では農薬は母マウスの脳に移行しましたが、新生仔の脳にも蓄積が認められました」

星氏も、クロチアニジンで同じような実験をしている。その結果が表❸だが、驚いたことに短時間で胎児に移行していた。

「一時間後のお母さんと赤ちゃんの血中濃度はほぼ一緒でした。ネオニコは胎盤をあっという間に通過するんですね。これはダイオキシンなどと同じです」

もちろん人間の胎盤も、そして血液脳関門も通過するはずである。

脳には血液脳関門というゲートがあり、通常、脳に必要な物質以外はシャットアウトされるようになっている。ところが、ネオニコは分子が小さいために簡単にスルーしてしまう。このことは動物実験でも確認されているが、東京女子医科大学東医療センターの平久美子医師によれば、人間でも確かめられたという。

「ネオニコを飲んで自殺を図り、不幸にして亡くなった方がいました。その方の脳を調べたら、血液中のネオニコと同じレベルで脳脊髄液から出てきたという発表がありました」

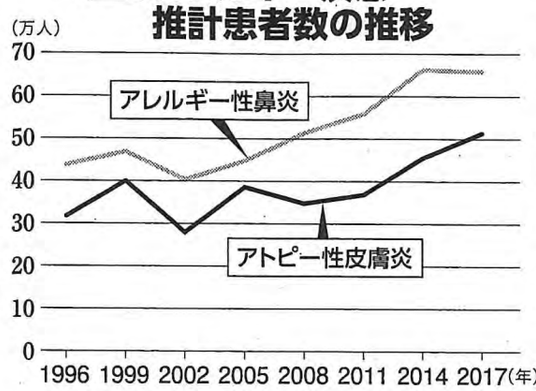
ネオニコが人間の脳に入り、そのうえホルモンのようにごく少量で作用するということは、脳内の神経伝達の要であるアセチルコリン受容体にとりつき、人の認知機能に悪影響を及ぼしたり、子どもや胎児の発達障害を招く危険性がある。これまで農薬会社が言ってきた「少量だから安全」は、もはや神話にすぎないということだ。

「食品安全委員会の『農薬評価書』には、毒性試験の項目に『肝細胞肥大』とか『体重増加抑制』『摂餌量減少』などがあります。でも、これは神経系の発達とは直接関係ない項目です」

と前川氏が言うように、今の農薬に設定された残留基準値は、急性毒性や発がん性などのリスク評価に役立っても、発達障害などにつながる神経毒性にはセーフガードにならないということだ。次回は、このネオニコが、現実に起こる病と密接に結びついていることを示す衝撃の実験結果を紹介する。

（つづく）

表1 アレルギー疾患 推計患者数の推移



出典：厚生労働省「平成29年患者調査」

表2 代表的な自己免疫疾患の患者数の推移

註：「難病情報センター」ホームページより以下の8つの疾患患者数の合計を算出。
潰瘍性大腸炎/全身性エリテマトーデス/強皮症、皮膚筋炎及び多発性筋炎/特発性血小板減少性紫斑病/重症筋無力症/ベーチェット病/多発性硬化症/悪性関節リウマチ

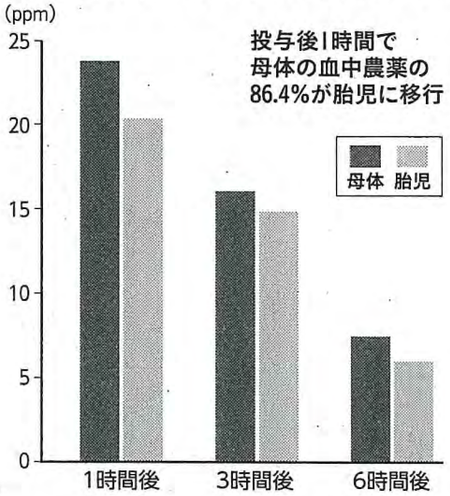



表3 妊娠中のマウスにネオニコ系農薬を投与した場合の胎児移行