

【農薬工業会の見解】

2013 年山田敏郎金沢大学名誉教授の実験により、「低濃度ネオニコトハチの大量失踪」が明らかになった。

蜂群崩壊症候群（CCD）は、“餌、幼虫、女王蜂を維持した状態で蜜蜂成蜂（働き蜂）が消失する現象”です。CCD を含む蜜蜂の減少の主な要因は、欧米豪では、「ダニ等の寄生虫や害虫」、「病気」、「栄養不足」、「農薬」、「周辺環境の変化」、「異常気象」などが挙げられており、いくつかの要因が複合的に影響していると考えられています。我が国では現在まで CCD は報告されていませんが、農林水産省では、農薬が原因と疑われる蜜蜂被害の全国調査、被害を減らすための対策の推進等の取組を行っています。

山田教授の実験では、供試化合物として、日本で広く用いられているネオニコチノイド系農薬のクロチアジニンとジノテフランで試験を実施しています。試験に用いた濃度は、実際に防除に使用される散布液濃度の 1/500~1/10 としていますが、低濃度区であっても、CCD 発生国の実圃場の花蜜や花粉から検出されるネオニコチノイド系農薬濃度と比較してかなり高濃度が投与されています。実験で投与している両化合物の農薬の摂取量は、両化合物の急性毒性値より大きく、試験としては致死薬量を長期的に投与しているに過ぎません。本試験は、働き蜂にネオニコチノイド系農薬を溶解した砂糖水を摂取させるという実験であり、徐々に蜂数が減少しコロニーが消失しています。以上の点から、実際は、単に急性毒性の致死量で蜜蜂が死亡したことを述べているに過ぎないと考えられます。

【山田敏郎の反論】

まず、論文に対する公式な見解は査読のある論文で行ってほしい。査読のある論文の裏付けもなく単なる意見を法人（または個人）の見解として、公の機関を使って論文の著者（個人）を攻撃するのは、「誹謗・中傷」に当たるのではないか。例えば、私たちの論文が「単に急性毒性の致死量で蜜蜂が死亡したことを述べているに過ぎない」と結論付ける科学的エビデンスを、査読のある論文で示してほしい（英文誌が望ましい）。

以下に、具体的な事項について、私（山田敏郎）の見解を記載する。その根拠については、詳しくは、山田らの論文を参照されたい（参考論文1～8）。

- 1) CCD という現象が発表された時、なにか奇々怪々のことが起こっているのではないかと大騒ぎになった。が、私は私の論文の中で述べているように CCD とはミステリアスな現象ではなく、ネオニコチノイド系農薬（以下、ネオニコ）の特異な特性（長期残効性、高毒性、神経毒性）を有する農薬に因って引き起こされる蜂群の滅亡過程に現れる一局面に過ぎないと指摘している（参考論文1）。

すなわち、ネオニコに暴露された蜂群において、曝露初期にはその農薬の急性毒性のためにミツバチが死ぬ（この時、死蜂数が多いと“ミツバチの大量死が発生”と騒がれる）。が、蜂群の滅亡にいたらないネオニコの暴露量であり、その後新たにネオニコに暴露されない場合でも、巣箱内に蓄えられた蜂蜜や花粉等中のネオニコが長期にわたりミツバチ（成虫、幼虫、女王）に悪影響を及ぼし続け（残効期間の短い有機リン系農薬では、1週間以内で悪影響はなくなる）、ミツバチを弱めたり、外役バチの方向性を狂わせて巣に戻れなくさせ分業制を維持できなくさせたり、女王蜂の産卵能力の低下や正常な卵の産卵を阻害したりする。

近年、越冬の失敗についても世界で話題となっている。が、この現象もネオニコの特性が主な原因の一つであると我々は報告している。すなわち、巣箱内に蓄えられた蜂蜜や花粉をミツバチは越冬中も食べ続けるが、ハチミツや花粉にネオニコが含まれていると、ネオニコの残効性が長いために越冬中もその毒性が維持されて、ハチミツや花粉を摂取したミツバチが弱くなり、越冬に耐えられなくなり滅亡すると考えられる。我々の実験では、ネオニコ暴露群は全て越冬に失敗し、有機リン系農薬暴露群の越冬の失敗は少なかった。当然のことであるが、越冬に失敗したネオニコ暴露群の貯蜜中にはネオニコ成分が検出されたが、有機リン系農薬暴露群の貯蜜中には有機リン系農薬が検出されなかった。

最近まで、日本では“CCD は起きていない”と叫ばれていたが、これはネオニコの散布濃度が高く、急性毒性で滅亡するケースが多く、慢性毒性に因って生じる CCD 現象を呈するまでに蜂群が滅亡してしまったためであると推定している。

高毒性で長期残効性のネオニコは、農薬散布時の高濃度の急性毒性に因るミツバチの大量死を発生させる（有機リン系農薬と同じ）と同時に、長期間効力を発揮し続けるネオニコに蜂群が暴露されることに因って、たとえミツバチを死に至らしめない暴露量であっても、ネオニコは蜂群を CCD 現象後に滅亡に至らせたり、越冬の失敗を引き起こさせたりする（有機リン系農薬とは異なる現象）。我々の論文公開後、ネオニコの蜂群への影響の

特異性が理解されてきたためか、世界では CCD に関する論文は減少しており、“CCD は摩訶不思議な現象”であるという認識は薄れてきていると感じている。

2) ミツバチの LD50 (半数致死量) に対して、私の実験での農薬濃度が高いのではないかと
いうご意見をこれまで伺っている。LD50 は農薬等の毒物を強制的に投与したミツバチの
半数が 48 時間で致死したミツバチ 1 匹当たりの毒物 (農薬) の平均摂取量で表されるこ
とが一般であり (72 時間で摂取量の場合もある)、急性毒性を評価する一般的な指標
である。言い換えれば、LD50 とは、ある蜂群のミツバチの半数が 48 時間以内で致死し
た農薬摂取量を、ミツバチ 1 匹に換算した量であるといえる。

また、今回の農薬工業会のご見解では、実験での農薬濃度が「ハチミツや花粉中の農薬
濃度」に比べてかなり高濃度であるとしている。本当だろうか。水田等の水もミツバチは
大量に摂取する。散布直後のハチミツ、花粉、水の農薬濃度を測られているのだろうか。
これらのデータをお持ちと思うが、ぜひ、査読のある科学雑誌に公表していただきたい。
散布直後でもこれほど少ないのだというエビデンスを示していただきたい。ネオニコは長
期残効性であるため、散布直後のハチミツ等を巣箱に持ち込んでも、巣箱 (巣房) 内に蓄
えられて少しずつ消費してゆく (参考論文 1~5, 7)。とくに、残効期間の長いネオニコ
はその毒性を失うことなく持続し続ける (有機リン系農薬はすぐにその効力がなくな
る)。

ところで、LD50 に比べて、私たちの実験での農薬濃度が高すぎるということに関す
る私の見解は以下の通りである (参考論文 8)。

LD50 と比較するためには、ある蜂群のミツバチ 1 匹当たり 48 時間で摂取した農薬
量と比較しなければならない (72 時間の場合もある)。私たちの実験方法について論文
中に詳しく記載されているが (例えば、参考論文 5, 7, 8)、無農薬の環境 (水飲み場の設
置、開花植物など) 下で野外実験を行っている。私たちの実験のようなオープンフィール
ドでの実験では、ミツバチの行動抑制下での LD50 の評価実験とは異なり、投与した農
薬がそのまま摂取されることは少なく、一旦、無農薬の環境下でのハチミツや花粉等と混
合して、濃度が薄められて巣房に蓄えられることになる。そのため、このような野外実験
では、実験結果が環境条件に左右されやすく、慎重な実験が必要となる。我々としては、
このような危惧を理解しながら、環境条件を野外実験の特性を失わない程度にできるだけ
整備するとともに、第三者の研究者がトレースできるように、できるかぎり、実験方法等
を記述している (例えば、参考論文 8)。我々の研究結果に疑義を持った場合、積極的に
トレースしていただくことをお願いしたい。私もどのような立場の研究者に対しても、真
摯に対応し、実験方法等を教示したいと考えている。

また、蜂群が滅亡するまでのミツバチ 1 匹当たりの農薬摂取量を出すために、各観測実
験間隔 (1~2 週間) 内で、各観測実験時に測定された蜂数と封蓋蜂児数から各観測実験
間隔内で新たに生まれる蜂数を算出して、蜂群が滅亡するまでのミツバチの総数を算出
し、蜂群が滅亡するまでの農薬摂取量をミツバチの総数で割って、蜂群が滅亡するまでの
ミツバチ 1 匹当たりの平均農薬摂取量を算出した。また、各観測実験間隔内での農薬の摂
取量も測定しているので、各観測実験間隔内でのミツバチ 1 匹当たりの農薬摂取量も算出
している。

また、滅亡するまでの農薬投与日数で蜂群が滅亡するまでのミツバチ 1 匹当たりの平均農薬摂取量を割ることによって、蜂群が滅亡するまでのミツバチ 1 匹当たり 1 日当たりの平均農薬摂取量も算出している。各観測実験区間内のミツバチ 1 匹が 1 日で摂取する農薬量も算出している（参考論文 8 の 16 & 17 ページ）。

ミツバチの LD50 と比較するために、LD50 の評価日数は 2 日（48 時間）の場合が多いが、公表されている評価日数が最も長い 3 日間と仮定して、私たちの実験において、ミツバチ 1 匹が 3 日間農薬を摂取した量と比較した。その結果、下記に示す通り、ジノテフランの投与濃度が 0.2 ppm に対して、ミツバチ 1 匹の 3 日間での農薬摂取量は 0.1 ng/bee/3days と 0.3 ng/bee/3days となり、ジノテフランの急性毒性の評価指標である LD50 (7.6-75 ng/bee) よりもかなり小さい値となる（参考論文 8 の 16 & 17 ページ）。

このように、LD50 に比べて、我々の長期野外実験でのミツバチの農薬摂取量がかなり高いという指摘にあたらないと考えている。すなわち、自由行動下の野外実験で投与する農薬の濃度とミツバチの農薬摂取量とは相関があるとは言い難く、野外実験で摂取量を議論するときは、我々のような実際の摂取量で議論すべきである。

農薬工業会のこの度のご批判は科学的根拠に乏しいものであり、一方的であり、研究者に対する誹謗・中傷にあたる部分もあると思える。我々は 7 回の長期野外実験を行っており、その実験方法を詳しく論文で開示してあるので（例えば、参考論文 8）、ぜひ、トレースしていただきたい。

参考論文

1) Influence of dinotefuran and clothianidin on a bee colony

Japanese Journal of Clinical Ecology, 21(1), 10-23 (2012)

<http://www.bijensterfte.nl/sites/default/files/Influence%20of%20dinotefuran%20&%20clothianidin%20>

2) A clear difference in the impact on honeybee (*Apis mellifera*) colony between the two vehicles of sugar syrup and pollen paste

Journal of Biological Series, 1(3), 84-107 (2018).

<https://www.academiapublishing.org/journals/jbs/pdf/2018/Jul/Toshiro%20et%20al.pdf>

3) Difference between the impact of the neonicotinoid dinotefuran and organophosphate fenitrothion on a bee colony in a long-term field experiment: An evidence

Journal of Biological Series, 1(3), 108-137 (2018).

<https://www.academiapublishing.org/journals/jbs/pdf/2018/Jul/Yamada%20et%20al.pdf>

4) Comparison of the influence of a pesticide at an environmentally realistic concentration level in Japan on a honeybee colony between neonicotinoids (dinotefuran, clothianidin) and organophosphates (fenitrothion, malathion)

Journal of Biological Series, 1(4), 187-207 (2018).

<https://www.academiapublishing.org/journals/jbs/pdf/2018/Oct/Yamada%20et%20al.pdf>

5) Comparison of the long-term influence of a pesticide on a bee colony between neonicotinoids (dinotefuran, clothianidin) and organophosphate (fenitrothion) in Maui where there are neither harmful mites nor cold winter

Journal of Biological Series, 1(4), 156-186 (2018).

<https://www.academiapublishing.org/journals/jbs/pdf/2018/Oct/Yamada%20et%20al..pdf>

6) A mathematical model to estimate the seasonal change in apparent longevity of bee colony

Scientific Reports, volume 9, Article number: 4102 (2019).

<https://www.nature.com/articles/s41598-019-40725-0.pdf>

7) Comparison of long-term changes in size and longevity of bee colonies in mid-west Japan and Maui with and without exposure to pesticide, cold winters, and mites

PeerJ 8:e9505 (2020)

<https://peerj.com/articles/9505>

8) Seasonal Changes in the Size and Mite-Prevalence of A Bee Colony Exposed to Dinotefuran via Pollen Paste and Damaged by Varroa Mite

Enliven: J Diet Res Nutr 7(1): 002 (2020).

<http://www.enlivenarchive.org/articles/seasonal-changes-in-the-size-and-miteprevalence-of-a-bee-colony->

[exposed-to-dinotefuran-via-pollen-paste-and-damaged-by-varroa-mite.pdf](#)

<http://www.enlivenarchive.org/data/seasonal-changes-in-the-size-and-miteprevalence-of-a-bee-colony-exposed-to-dinotefuran-via-pollen-paste-and-damaged-by-varroa-mites-0.html>