



## 浸透性殺虫剤の生物多様性と生態系へ影響に関する世界的な統合評価書 2017年最新版の要旨

浸透性殺虫剤タスクフォース——国際自然保護連合の要請を受けた独立系科学者の国際的なグループ——は2015年、世界で初めてネオニコチノイド系殺虫剤(以下、ネオニコ)の生態系への影響に関する網羅的かつ科学的な評価書を世に送り出した。この画期的な総説は、1,100以上の査読付き論文を、農薬メーカーによるものも含めて検討し、ミツバチをはじめ食物連鎖の出発点である水生昆虫を含む多種の益虫や、土中のミズなどの無脊椎動物、一般的な鳥類に対して、明らかな悪影響(カスケード効果)があることの明確な証拠を示した。

2017年、タスクフォースは新たに数百の査読付き論文を検討するため、浸透性殺虫剤の環境と生態系への影響に関する評価書の最新版を作成した。この新しい評価書は、2015年の初版が示した「ネオニコは生物多様性と生態系/生態系サービスに対する甚大な世界的脅威である」という結論を再確認する、広範な影響を明らかにした。

2017年最新版は、科学雑誌『Environmental Science and Pollution Research』の近刊に掲載される予定。

### 主な知見

#### 広範な環境汚染

カナダを含む十数カ国で行われた最近の水質調査によれば、世界中の表層水の広範な汚染が、しばしば水質ガイドラインを上回るレベルで起きている。新しい研究によれば、ネオニコの環境汚染は土壌、植物(花粉や花蜜を含む)、農業産品、ハチ、蜂の巣、蜂蜜にも確実に及んでいる。

ネオニコ処理種子の播種に伴って生ずる粉塵——ハチの主な暴露経路——を減らす機器が開発されたものの、飛散する粉塵は依然として環境汚染と非標的生物に対する高い毒性作用の元凶である。さらに、ネオニコ処理種子の播種量を変えずに粉塵を減らす努力は、環境負荷を全体的には低減しなかった。種まき中に有効成分が空気中に放出されるのを抑えると、土壌に直接落下する量が増えたのだ。

ネオニコは土壤中での残留性が強く、一つの栽培シーズンから次のシーズンまで留まって土壌に蓄積していく。土壌からの流出と葉面からの落下が、ネオニコによる表層水および地下水汚染の最大の原因である。

## 毒性の新たな根拠

2017年版評価書は、ネオニコの作用機序と代謝、そしてそれらに起因する毒性の新しいデータを取り上げている。ミツバチについては、免疫系に関連した遺伝子発現変化、および空間ナビゲーションや体温調節に影響を与える神経学的作用が注目される。

ネオニコを作物に施用する際に同時に用いられることが多い抗菌剤により、毒性が相加的または相乗的に強まることもある。ネオニコは、免疫反応に対する負の影響を介して、天然のストレス因子と協働したり、その働きを促進したりする。ネオニコ暴露は、寄生虫を増加させ、通常は症状の発現に寄与しない自然の感染病原体(複数)の病原性を高める要因となって、ハチの寄生虫感染を引き起こす。

新しい研究は、極めて低いレベルのネオニコ慢性暴露が“晩期死亡”効果を表すという従来の知見を追認した。すなわち、暴露を受けた生物の致死率が、累積する神経学的影響(障害を受けたニューロンは再生しない)により、時間とともに増加するのである。そのため、短期暴露(24~48時間)による急性毒性の閾値をリスク評価に用いるのは適切ではなく、短期間の野外実験では長期的影響の大きさはわからない。

“受粉者への影響こそ本当の懸念材料である。”

## 受粉者への影響

ネオニコチノイドの致死のおよび亜致死的影响に関する新しい情報により、ネオニコがハチに対して高い毒性を有することが追認された。最近の研究が明らかにしたさらなる亜致死的影响として、生殖障害や、寄生虫と免疫システムとの負の相関関係が挙げられる。マルハナバチに関する最近の研究では、野外における現実的濃度のネオニコチノイドを含む花蜜への暴露により、個体およびコロニーレベルで花粉収集能が低下するという亜致死的影响が生じ、生殖数とコロニーの成長が低下する。他の野生のハチは、ミツバチと比べネオニコに対してより敏感と見られるが、ほとんどの研究はミツバチを取り上げたものである。

2013年に、EUは最も毒性の高い3種のネオニコについて、ハチを誘引する作物への特定使用に対しモラトリアム(暫定規制)を課した。モラトリアムの施行前後で、蜂蜜、ハチ、蜂の巣の検体を比較すると、この政策はミツバチの急性暴露を減らす上で若干の効果があったように思われる。それにもかかわらず、蜜蝋検体からの検出頻度に有意な変化がないのは、おそらく養蜂家が一般に巣箱の中心壁を再利用するからだと考えられる。また、モラトリアムの対象でない作物へのネオニコ使用は、この時期増加した。EUのモラトリアムが施行された後も蜜蝋のネオニコ汚染が持続した点は、環境負荷を元

に戻すには時間がかかり、さらなる汚染を防ぐ包括的なアプローチの必要性がいつそう大きいことを再認識させた。

“遍在する残留ネオニコチノイドへの持続的暴露により（生態系が）無脊椎動物相を失った影響は……甚大で、もはや無視できないものである。”

### 水生無脊椎動物への影響

ネオニコは今や多くの国々の表層水に、水生昆虫に害を及ぼすレベルの汚染をもたらしている。水中における低レベルの残留ネオニコ暴露は、長い目で見ると多くの水生無脊椎動物種に致死的影响を及ぼし、汚染地域では個体群全体を消滅させる可能性がある。この問題について、過去の研究のほとんどがイミダクロプリドに関するものだったが、最近の研究ではクロチアニジンとチアメトキサムの急性および慢性毒性も評価され、より広範な水生無脊椎動物種への影響に関する情報も得られている。

### 他の有益種への影響

ネオニコが、生物学的害虫防除に役立つ益虫へ及ぼす負の影響に関する情報に、新しく他の複数種についての知見が追加された。捕食昆虫が、農業に使用されるネオニコに暴露するのは、直接的な場合と、汚染された被食者を通じた二次的な場合とがある。土壌生物への影響もまだ十分に評価されていない。

科学者たちは、脊椎動物に対する毒性メカニズムについて理解を深めた。実験により、ネオニコのイミダクロプリドとクロチアニジンは、ネズミ、コウモリ、鳥類など、陸生哺乳類に広範かつ有害な亜致死性の神経学的影響をもたらすことがわかった。その中には、学習能力の低下や記憶障害などの神経行動学的影響だけでなく、成長、生殖、免疫に対する影響も含まれる。いくつかのケースでは、致死量より数桁低い暴露濃度で亜致死的影响が起きている。

新しい知見によれば、陸生脊椎動物は処理種子を食べることにより、大量のネオニコに暴露する可能性がある。あるフランスの研究では、ネオニコ処理種子による急性中毒は、国内の野生動物の死因の70%を占めると推定されている。

### 生態系影響

陸生および水生無脊椎動物に対するネオニコの負の影響は、総体として生態系全体への間接的な影響をもたらす。授粉者への有害な影響は、授粉サービス、ひいては授粉者に依存する農作物生産にも影響を与えるだろう。現在では、こうした因果関係について十分な機序の理解が進み、合理的な疑問を払拭できるようになった。同様に、水生無脊椎動物への悪影響が、なくてはならない栄養循環サービスを攪乱するという主張に、今や十分な根拠が得られている。無脊椎動物への悪影響は、昆虫を食べる様々な脊椎動物種の食料源を脅かす。

## 農業におけるネオニコの価値低下

ネオニコがある種の害虫の制御に有効であることを示す研究成果は引き続き報告されているものの、20年にわたる使用の後、現在では多くの害虫に耐性を生じさせていることが明らかになった。効果があるからといって、作物の生産が増加する保証はない。殺虫剤を使用しなくても、農作物の収量は通常、有意に減少しない。なぜなら、植物は小規模な虫害を埋め合わせ、大規模な害虫被害の確率は複数年で均すと非常に低いからである。

さらに、殺虫剤の標的ではなく、害虫を捕食してくれる生物への悪影響は、害虫防除手段としてのネオニコの有効性を減じ、害虫のリサージェンス(殺虫剤の使用がかえって害虫の多発を招くこと:誘導多発生、異常多発生とも)をもたらす。加えて、害虫防除のために農薬を過信することが、農業の生産性を下支えする生態系サービスに深刻なダメージを与えている。全体として、ネオニコを使った世界規模の実験は、害虫防除の明らかな失敗例と認識されつつある。

## 新しい化合物(第四世代のネオニコ)

新しい浸透性殺虫剤、スルホキサフロルとフルピラジフロンはネオニコと似た化学構造と作用機序を持ち、代謝物つまり分解産物のいくつかは他のネオニコと共通する。(スルホキサフロルはカナダでは2010年に使用が認可され、2016年に登録された。フルピラジフロンは2015年にカナダで使用が認可された。)農薬メーカーは、これらの新しい農薬を商業目的で別の種類の農薬に分類することを提案しているが、過去のネオニコと似た効果と影響が予想され、持続可能性の観点からは適切な代替物と言えない。

## 代替となる害虫防除法

総合的病害虫管理(IPM)のツールはすでに利用可能であり、農業の生産性を維持しつつ効果的な害虫防除を達成することができる。しかし、実践のスピードは遅い。農業生産を低下させることなく農薬使用を有意に減らすには、IPMの手法を実践するための確固とした法的規制が必要である。保険の仕組みがあれば、ネオニコの甚大な環境被害なしに、より少ない経費で農家の経済的リスクを減らすことができる。

## 浸透性殺虫剤タスクフォースについて

浸透性殺虫剤タスクフォース(<http://www.tfsp.info>)は、国際自然保護連合(IUCN)の要請を受けた独立系科学者の国際的なグループで、ネオニコチノイド系殺虫剤の生物多様性および生態系への悪影響に対する地球規模の懸念に科学界が応えたものである。