

# 浸透性殺虫剤に関する世界的な統合評価書(WIA)更新版 日本語版要旨

## 主な知見

### 広範な環境汚染

最新のカナダを含む十数カ国で行われた水質調査によれば、表層水のネオニコチノイド汚染が、世界中で広範に、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。別の研究によれば、その環境汚染は土壌、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。

ネオニコチノイド処理種子の播種に伴って生ずる粉塵——ハチの主な曝露経路——は、依然として環境汚染と非標的生物への毒作用の最大の原因である。播種時の粉塵を減らす機器が開発されたものの、環境負荷は全体的には低減されなかった。同じ播種量では、有効成分が種まき中に空気中へ飛散する量が減った分、土壌に落下する量が増えた。ネオニコチノイドは土壌中での残留性が高く、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、ネオニコチノイドによる表層水および地下水汚染をもたらす。

### 毒性の新たな根拠

本評価書は、ネオニコチノイドの作用機序と代謝、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、免疫系に関連する遺伝子発現の変化、および空間ナビゲーションや神経学的作用による体温調節への影響が注目される。

ネオニコチノイドを作物に施用する際に同時に用いられる抗菌剤により、毒性が相加的または相乗的に強まることもある。ネオニコチノイドは、自然のストレス因子と相互作用するか、または促進する。感染病原体(複数)に対する免疫を抑制し、寄生ダニの繁殖が増進し、寄生ダニ感染とウィルス疾患がハチにもたらされる。曝露がなければ無症状だったかもしれないのだ。

新しい研究は、極めて低いレベルのネオニコチノイド慢性曝露が“遅発死亡”効果を及ぼすという従来の知見を、さらに多くの種で証明した。累積する神経学的影響(ニューロンの障害)により、曝露が長くなるにつれ死亡率は増加する。そのため、短期曝露(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い。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。

**“授粉者への影響こそ本当の懸念材料である。”**

## 授粉者への影響

ネオニコチノイドの致死および亜致死作用に関する新しい情報により、ネオニコチノイドがハチに対して高い毒性を有することが再確認された。最近の研究が明らかにした亜致死作用として、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曝露により、個体および群レベルで花粉収集能が低下するという亜致死作用が生じ、繁殖成績が低下し、群の成長が遅延した。他の野生のハチは、ミツバチと比べネオニコチノイド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年に欧州連合(EU)は、最も毒性の高い3種のネオニコチノイドについて、ハチを誘引する作物への使用に関するモラトリアム(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曝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チノイド使用は、この時期に増加した。EUのモラトリアムが施行された後も蜜蝋のネオニコチノイド汚染が持続したことは、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っ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曝露により(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

ネオニコチノイド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チノイド曝露は、長い目で見ると多くの水生無脊椎動物種に致命的影響を及ぼし、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

生物学的害虫防除に役立つ益虫に対しネオニコチノイドが及ぼす負の影響に関して、さらに複数の種について新たな知見が追加された。捕食昆虫が農業に使用されたネオニコチノイドに曝露するのは、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、脊椎動物への毒性機序について理解を深めた。実験により、ネオニコチノイドのイ

ミダクロプリドとクロチアニジンが、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曝露濃度で影響が起きている。

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、大量のネオニコチノイドに曝露する可能性がある。あるフランスの研究では、ネオニコチノイド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チノイドの負の影響は、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、合理的な問いかけは確信に変わった。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も、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チノイドの有用性の低下

ネオニコチノイド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チノイドの有効性を減じ、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、ネオニコチノイド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チノイド)

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チノイド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チノイドと共通する。(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、過去のネオニコチノイドと似た結果が予想され、持

続可能性の観点から適切な代替物と言えない。

### **代替となる害虫防除法**

本評価書は農薬に替わる多くの統合的害虫防除策を紹介しており、それらは様々な組み合わせで用いることができる。たとえば、周辺環境の整備(生態学的回廊など)、より良い農法(輪作、害虫抵抗性品種の導入など)、生物学的防除の活用(天敵、捕食寄生者など)、その他の手段(ワナ、天然由来の殺虫剤など)といったものが構成要素となるだろう。

### **「共済型」保険モデルによる損失補償**

環境に悪影響をもたらすことなく、負いきれない経済的リスクから農業生産者を守る、革新的な保険システムの効用についても詳述している。イタリアで試験導入された「共済型」の保険モデルでは、ある生産者共同体が共済財源を運用して、リスクを複数地域に分散させることで損失補償を実現した。共済基金の財源に応じて支払われる補償は、現状では民間保険会社が対象としない、洪水などの気候不順や、野生動物および害虫による被害もカバーする。