

Point

散布された農薬は、さまざまな形態の分解生成物として水環境中に存在しています。そのため、農薬そのものだけでなく、分解生成物が生態系に及ぼす影響が懸念されます。近年、欧州で使用が制限されたネオニコチノイド系農薬のイミダクロプリドについて、その分解生成物が水生生物に及ぼす影響を調べました。

農薬の環境変化体の生態影響

環境創造研究所 環境リスク研究センター リスク評価部 宮本 信一、岡村 哲郎、安田 侑右
環境創造研究所 環境化学部 山本 潤、管理部品質管理課 石川 英律

※本報告は、環境研究総合推進費(課題番号5-1406)による鹿児島大学大学院理工学研究科高梨啓和准教授、門川淳一教授との共同研究成果について、第49回日本水環境学会年会(2015年3月、金沢市)で口頭発表した論文¹⁾²⁾の一部をまとめたものです。

はじめに

水田等に散布された農薬の多くは環境中で速やかに加水分解や光分解を受けて、比較的容易に分解されます。しかし、一部の農薬は、完全に分解されるまでにさまざまな形態の分解生成物(以下、環境変化体)として環境中に存在し、高い頻度で検出されることが報告されています(図1)³⁾⁴⁾。そのため、水環境中の農薬の環境変化体が水生生物に及ぼす影響が懸念されます。



図1 農薬の環境変化体の水生生物への曝露

一般に農薬が生態系に及ぼすリスクは、生態毒性試験によって、生物の個体群レベルに影響を及ぼす可能性のある農薬濃度を算出する「有害性評価」と、曝露される可能性のある環境中の農薬濃度を求める「曝露評価」を対比することにより評価されます。しかし、農薬の環境変化体について、これまでに水生生物に対する有害性や水環境における挙動や実態を調査した知見は少なく、特に初回登録年度が新しい農薬において顕著です。

そこで、農薬の環境変化体の水生生物に対する有害性情報を得ることを目的として、ネオニコチノイド系農薬イミダクロプリドの農薬原体と環境変化体の急性毒性を調べました。イミダクロプリドはミツバチに対する毒性が高いことから欧州では2013年12月に使用等が制限されています。日本では主に水稻農薬として使用されており、水域に生息する水生昆虫への影響が懸念されています。

イミダクロプリドの環境変化体

イミダクロプリドは、光照射によってさまざまな物質に段階的に分解されます。水中における光分解過程⁵⁾を図2に示します。トキシコフォア(毒性を惹起する構造)のハロピリジン基(Cl - $\text{C}_5\text{H}_4\text{-N}$)を保持した環境変化体として、2-クロロ-5-ピリジンカルバルデヒド(以下、CPC)、デスニトロ-イミダクロプリド(以下、DNI)、5-(アミノメチル)-2-クロロピリジン(以下、AMCP)および6-クロロニコチン酸(以下、CNA)の標準物質を入手して急性毒性試験に用いました。

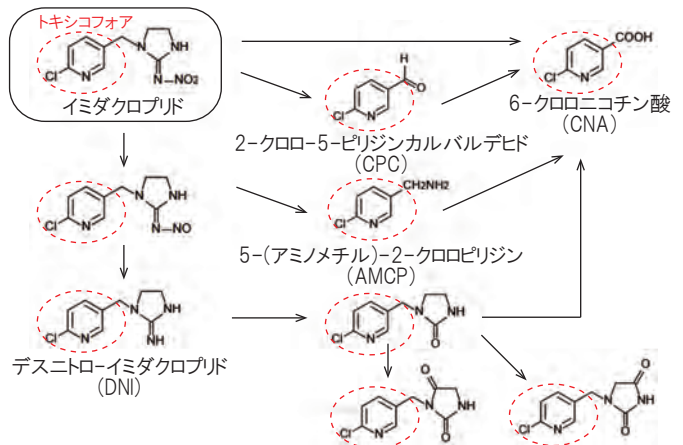


図2 イミダクロプリドの水中における光分解過程

環境変化体の急性毒性試験

現在の農薬登録制度では、農薬の水生生物への影響は、農薬取締法に基づいた藻類、甲殻類、魚類の3種の標準試験生物種を用いた急性毒性試験により評価しています。しかし、農薬に対する感受性は生物種によって異なるため、より感受性が高い試験生物種を選択することが望ましいと考えられます。そこで、イミダクロプリドおよびその4種の環境変化体(CPC、DNI、AMCP、CNA)について、甲殻類の標準試験生物種であるオオミジンコDaphnia magnaに加えて、イミダクロプリドに対する感受性が高いことが知られている水生昆虫のセスジユスリカChironomus yoshimatsui⁶⁾を用いた遊泳阻害試験を実施し、遊泳阻害または致死を評価項目として急性毒性を調べました(写真1)。



写真1 オオミジンコ(左)、セスジユスリカ幼虫(右)

イミダクロプリドおよびその環境変化体について、半数影響濃度(50% effect concentration:以下、EC50)または半数致死濃度(50% lethal concentration:以下、LC50)を算出し、物質間および生物種間で毒性を比較しました。なお、EC50またはLC50は、試験に供した生物群の半数の個体に遊泳阻害または致死を及ぼす被験物質の濃度であり、農薬等の急性毒性の指標値として用いられています。EC50やLC50の値が小さいほど、毒性が高いことを意味します。

環境変化体の生態影響

セスジユスリカおよびオオミジンコに対するイミダクロプリドおよびその環境変化体4物質(CPC、DNI、AMCP、CNA)の急性毒性(EC50およびLC50)を表1に示します。

表1 イミダクロプリドの環境変化体の急性毒性

被験物質	セスジユスリカ		オオミジンコ	
	遊泳阻害 48h-EC50 (mg/L)	遊泳阻害 48h-EC50 (mg/L)	遊泳阻害 48h-EC50 (mg/L)	致死毒性 48h-LC50 (mg/L)
イミダクロプリド	0.021	25	> 86	> 86
CPC	5.0	34	38	38
DNI	33	20	> 52	> 52
AMCP	53	>200	>200	>200
CNA	>180	>180	>180	>180

遊泳阻害を評価項目としてイミダクロプリドの毒性を環境変化体と比較した場合、セスジユスリカでは、イミダクロプリドのEC50は0.021mg/Lであったのに対して、4種の環境変化体のEC50は5.0~>180mg/Lの範囲にあり、環境変化体の毒性はイミダクロプリドより低下していました。オオミジンコでは、イミダクロプリドのEC50が25mg/Lであったのに対して、環境変化体のEC50は20~>200mg/Lの範囲にあり、CPCおよびDNIではイミダクロプリドと同程度の毒性がみられましたが、AMCPやCNAでは毒性の低下が認められました。

イミダクロプリドの毒性を生物種間で対比した場合、セスジユスリカに対するEC50は0.021mg/Lであったのに対して、オオミジンコに対するEC50は25mg/Lであり、イミダクロプリドに対するセスジユスリカの感受性は、標準試験生物のオオミジンコよりも約1,000倍高いことが確認されました。環境変化体については、生物種間に毒性の顕著な差は認められませんでした。

オオミジンコの試験において、致死を急性毒性の評価項目とした場合、イミダクロプリドでは死亡個体はみられず、LC50は>86mg/Lであったのに対して、環境変化体ではCPCにおいて致死毒性(LC50=38mg/L)が確認されました。

現在の登録制度における農薬の有害性評価は、農薬原体のみを対象に標準試験生物種を用いて実施されています。農薬に対する感受性は生物種間で異なることから、そのリスクを見誤らないために、感受性が高い試験生物種を用いて有害性を評価することが望ましいと考えられます。また、農薬原体では認められなかった致死毒性が光照射による環境変化体に確認されたことから、農薬原体に加えて、その環境変化体も考慮した生態リスク評価が必要となる可能性が示唆されました。農薬の環境変化体について、今後の水生生物に対する有害性評価と水環境における実態の解明が望まれます。

おわりに

農薬等の化学物質が生態系に及ぼすリスクを評価するためには、対象物質について、水生生物に対する有害性と曝露される環境中の濃度を適正に推定することが重要です。当社は、目的に応じて淡水から海水域の広幅な水圏生態系に生息するさまざまな階層の水生生物を用いた生態影響試験をご提案いたします。加えて、最新の分析機器を用いた化学物質の分析測定技術と信頼性の高い測定データを提供し、化学物質等の生態リスク評価に取り組んでまいります。

〔出典〕

- 1) 石川ほか (2015), ミジンコに対するイミダクロプリド環境変化体(PTPWs)の急性毒性, 第49回日本水環境学会年会, 講演要旨1-I-09-1, p.94
- 2) 安田ほか (2015), ユスリカに対するイミダクロプリド環境変化体(PTPWs)の急性毒性, 第49回日本水環境学会年会, 講演要旨1-I-09-2, p.95
- 3) Kameya et al. (2012), Detection of Fenitrothion and its Degradate 3-Methyl-4-nitrophenol in Water Environment, J. Wat. Environ. Technol., 10, pp.427-436
- 4) 藤木ほか (2015), ネオニコチノイド系農薬とその環境変化体(PTPWs)の同時定量分析, 第49回日本水環境学会年会, 講演要旨1-A-10-1, p.7
- 5) Fossen (2006), <http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/lmidclprdfate2.pdf>
- 6) Jemec et al. (2007), Comparative toxicity of imidacloprid, of its commercial liquid formulation and of diazinon to a non-target arthropod, the microcrustacean *Daphnia magna*, Chem. 68, pp.1408-1418.