

県内河川における浸透性殺虫剤の汚染実態

ーネオニコチノイド系殺虫剤とフィプロニルについてー

化学物質担当 大塚宜寿

1 はじめに

浸透性殺虫剤は、根などから吸収されて植物全体に行き渡るため、吸汁性および食害性の害虫に対して効果的に作用します。本講演で取り上げたネオニコチノイド系殺虫剤とフェニルピラゾール系殺虫剤フィプロニルは、浸透性殺虫剤の代表的なものです。

ネオニコチノイド系殺虫剤は、1993年頃に登場した比較的新しい殺虫剤です。現在、国内で登録・使用されているネオニコチノイド系殺虫剤は、シノテフラン、クロチアニジン、イミダクロプリド、チアメトキサム、アセタミプリド、チアクロプリド、ニテンピラムの7種類です。ネオニコチノイド系殺虫剤は、昆虫の神経伝達を阻害することで殺虫活性を発現します。また、この殺虫剤は、環境中で比較的安定なため、長期間にわたって効果を示します。

ネオニコチノイド系殺虫剤は、哺乳類への急性毒性が比較的低いこと、多くの種類の害虫に効果があること、残効性があり殺虫剤の使用回数を減らすことができるなど多くの利点があることから、登場以来、農業における予防的な目的での使用や、動物用医薬品としてペットのノミなどの駆除の目的での使用、家庭における不快害虫の駆除の目的での使用など、広く普及して使用されるようになり、2007年頃まで年々出荷量を増やしてきました。

その一方で、ネオニコチノイド系殺虫剤は、害虫でない昆虫（特にミツバチなどの益虫）に対する悪影響が心配されるようになってきました。近年、昆虫を含めた無脊椎動物だけでなく脊椎動物に対する免疫機能や生殖機能の低下などの慢性毒性も報告されるようになり、本殺虫剤による直接的および間接的な生態系への悪影響が懸念されています。

当センターでネオニコチノイド系殺虫剤の調査研究を開始した2012年頃は、本殺虫剤の環境中濃度の測定例はまだ少なく、汚染実態は明らかとはなっていませんでした。現在では、ネオニコチノイド系殺虫剤は、埼玉県以外の河川水等からも検出事例が報告され、環境汚染物質としての関心が高まりつつあります。本講演では、浸透性殺虫剤であるネオニコチノイド系殺虫剤による埼玉県内河川の汚染実態について報告します。また、ネオニコチノイド系殺虫剤と同様に生態系への影響が懸念されているフェニルピラゾール系殺虫剤フィプロニルについても併せて報告します。

2 河川水中濃度

2.1 ネオニコチノイド系殺虫剤の濃度

2013年度に埼玉県内の35河川38地点の環境基準点において河川水を季節毎（4、8、10、1月）に採取し、LC/MSMS^{注1)}による分析方法¹⁾を用いて、濃度を測定しました。

測定結果の概要を表1に示しました。県内38地点うち、荒川の上流部にある山間部の1地点を除いて、すべての調査地点から何らかのネオニコチノイド系殺虫剤を検出しました。

表1 河川水中のネオニコチノイド系殺虫剤の検出率と濃度 (ng/L 注2)) 及び出荷量

殺虫剤名	検出率	濃度範囲 (ng/L)	中央値 (ng/L)	2013年度全国出荷量 (t)
ジノテフラン	96%	<0.8~250	9.1	157.4
クロチアニジン	91%	<0.6~110	3.3	69.7
イミダクロプリド	83%	<0.4~57	2.6	66.4
チアメトキサム	79%	<0.6~32	2.0	47.2
アセタミプリド	60%	<0.4~19	0.6	51.5
チアクロプリド	3%	<1~1	<1	14.6
ニテンピラム	1%	<0.7~6.0	<0.7	7.1

検出率および濃度は、ジノテフランが最も高く、チアクロプリドとニテンピラムが低い結果となりました。検出率および濃度は、出荷量の違いが大きく反映しています。出荷量は、ジノテフランが最も多く、チアクロプリドとニテンピラムが比較的少ないのです。

各殺虫剤の検出率は、季節による違いがみられませんでした。このことから、ネオニコチノイド系殺虫剤は、年間を通じて長期間にわたって検出されることが示唆されました。しかし、季節ごとの濃度を比較すると、殺虫剤の使用が多い時期と考えられる夏季に高くなる傾向がみられました。

2. 2 ネオニコチノイド系殺虫剤濃度の年間変動

河川水中のネオニコチノイド系殺虫剤濃度の年間変動を調べるために、農業排水の流入する県北東部を流れる河川水中のネオニコチノイド系殺虫剤濃度を一年間詳しく調査しました。2. 1 の調査を行った際に検出率や濃度が比較的高かったジノテフラン、クロチアニジン、イミダクロプリドの測定結果を図1に示しました。殺虫剤の使用が多い時期と考えられる夏季(6~9月)に継続して濃度が高くなる傾向がみられました。特に出荷量の多いジノテフランは、年間を通じて検出されました。これらのことは、ジノテフランをはじめとするネオニコチノイド系殺虫剤が広く使用され、環境中で比較的壊れにくいことを反映していると考えられます。

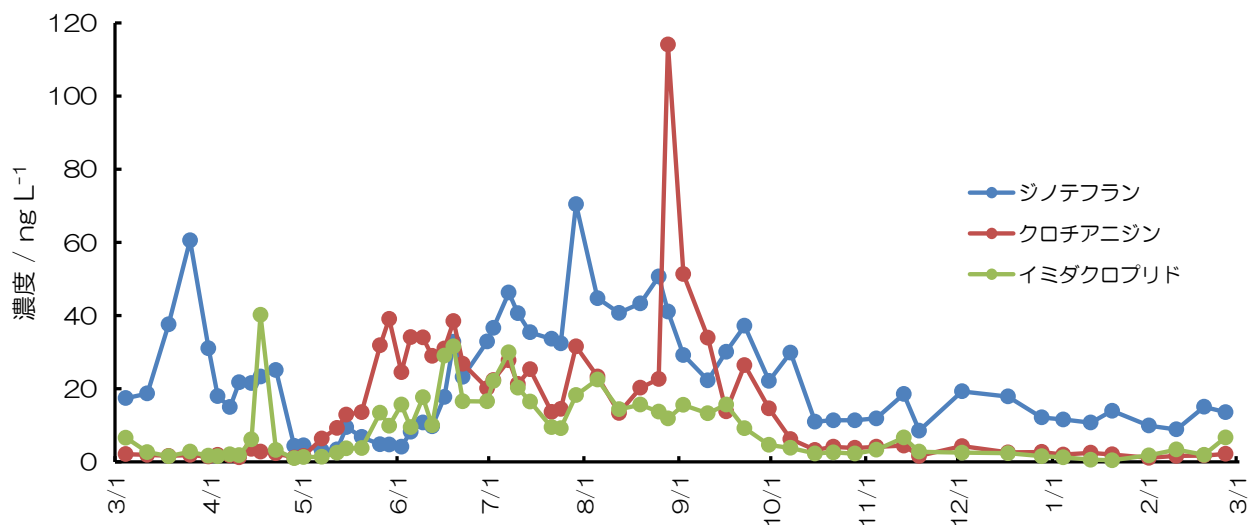


図1 河川水中のネオニコチノイド系殺虫剤濃度の年間変動

2.3 ネオニコチノイド系殺虫剤とフィプロニル濃度の経年変化

2013年から2016年にかけて県内の調査地点（35河川38地点）で、河川水中のネオニコチノイド系殺虫剤とフェニルピラゾール系殺虫剤フィプロニルの濃度を濃度が高くなる夏季（8月）に測定しました（フィプロニルは2014～2016年に調査）。調査年別の濃度分布を図2に箱ひげ図^{注3)}で示しました。

濃度分布は、調査年の違いによる変化はほとんど見られませんでした。出荷量も毎年、同程度で増減が小さかったことから考えると、この期間において使用実態に大きな変化はなかったと考えられます。フィプロニルの濃度は、出荷量（2013年度全国出荷量は27.3t）を反映した結果となり、比較的濃度が低く、チアメトキサムやアセタミプリドと同程度でした。

Morrisseyら²⁾が報告しているネオニコチノイド系殺虫剤の水生無脊椎動物群に対する急性影響濃度（200ng/L）や慢性影響濃度（35ng/L）を超過する結果もみられました。

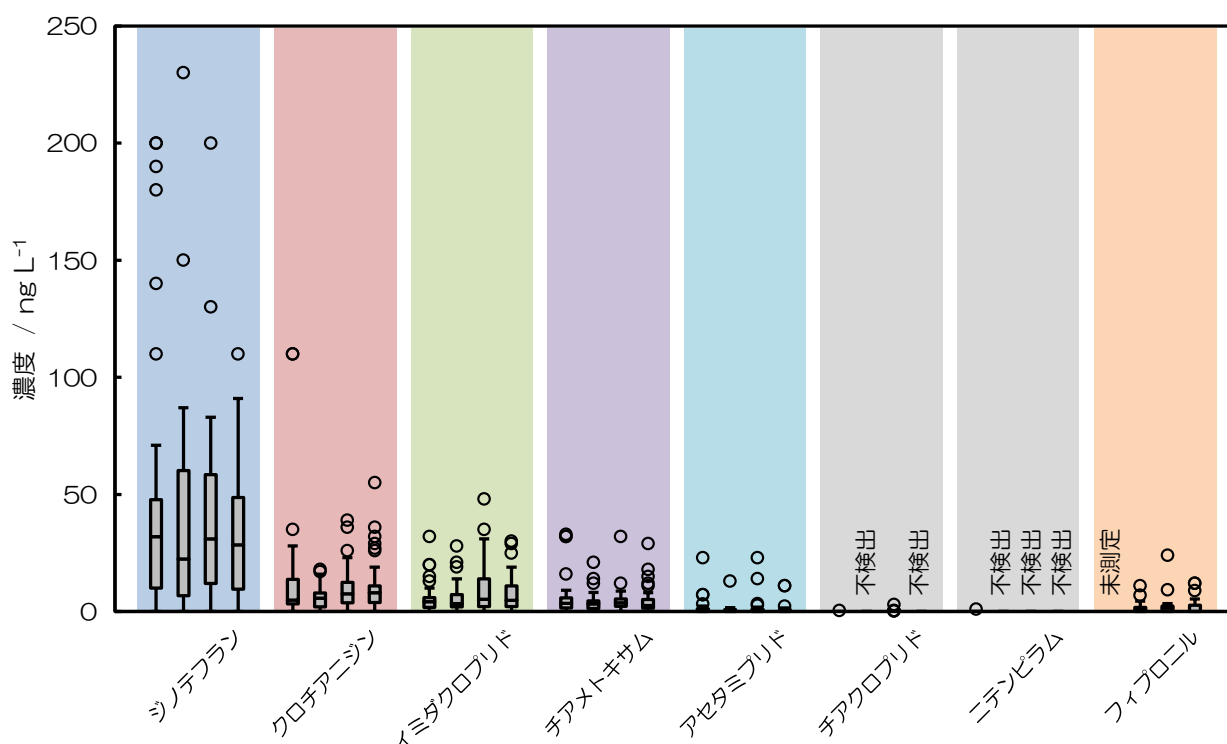


図2 河川水中のネオニコチノイド系殺虫剤とフィプロニルの濃度分布の経年変化
各殺虫剤の左から順に2013、2014、2015、2016年の調査結果。

3 下水処理施設放流水中の濃度

飲食により人体に取り込まれたネオニコチノイド系殺虫剤やフィプロニルは、尿や便として体外に排出されるため、県内9か所の下水処理場の流入水と放流水について調査しました。その結果、調査した全ての流入水および放流水から複数の殺虫剤が検出されました（図3）。同じ施設では、流入水と放流水で同程度の濃度で検出されていることから、これらの殺虫剤は処理過程で分解や除去がされにくいことを示唆しています。濃度は河川水と同程度ですが、河川水に比べてフィプロニルやイミダクロプリドの占める割合が大きいという特徴がみられました。これらのことから、河川水中のネオニ

コチノイド系殺虫剤やフィプロニルは、農業で使用し移行したものだけでなく、下水処理施設を経由するものもあることが示唆されました。

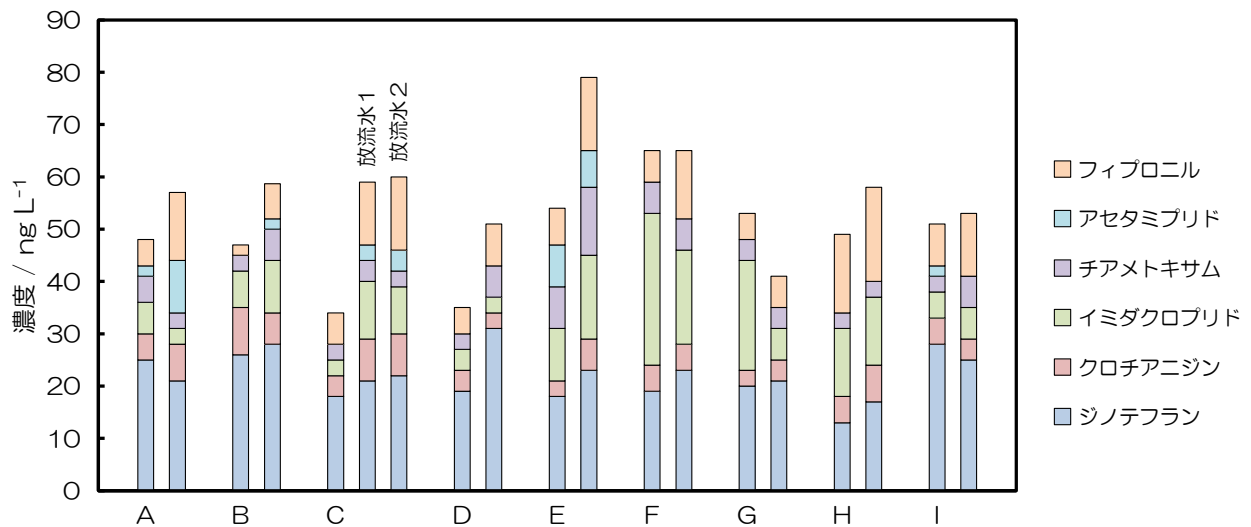


図3 下水処理場（A～I）の流入水（左側棒グラフ）および放流水（右側棒グラフ）中のネオニコチノイド系殺虫剤とフィプロニルの濃度

4 おわりに

現在、ネオニコチノイド系殺虫剤とフィプロニルは、県内の河川水から高頻度で検出されつづけており、その濃度が減少する傾向もみられていません。水生無脊椎動物群に対する影響が懸念される濃度も観測されています。しかし、今回調査した8種類の殺虫剤には、環境基準は設定されておらず、また環境中での動態や生態系への影響なども明らかとなっていないことが多いことから、今後も定期的な監視を行っていく必要があると考えられます。本研究の一部は、科学研究費基金（基盤研究（C）15K00573）により実施しました。

用語解説

注1) LC/MSMS：高速液体クロマトグラフ/タンデム型質量分析計。主に、気化しにくく、極性が高く、熱に不安定な物質を分析する装置です。

注2) ng/L：濃度の単位のひとつです。1ng/Lは、0.000000001g/Lです。

注3) 箱ひげ図：データのばらつきをわかりやすく表現するための統計図のひとつです。データの分布を視覚的に要約し、比較することができます。

文献

- 1) 大塚宜寿ら (2013) 日本環境化学会第22回環境化学討論会, 2PD-019.
- 2) Morrissey, C. A., et al. (2015) *Environ. Int.*, **74**, 291-303.