

## 報告 (Note)

### 神奈川県におけるネオニコチノイド系農薬等の環境実態

中山駿一, 三島聡子  
(調査研究部)

#### Field survey of neonicotinoid pesticides and a related material in Kanagawa Prefecture

Shunichi NAKAYAMA, Satoko MISHIMA  
(Research Division)

キーワード：ネオニコチノイド系農薬, 環境実態調査

#### 1 はじめに

ネオニコチノイド系農薬は、害虫には毒性が高いがヒトには安全であるとされ、その高い選択性から、ヒトへの神経毒性が高い有機リン系農薬に替わって 1990 年代初めから世界各地で販売・使用され、日本においてもイネ、果樹、野菜や花き等に対し広く用いられている。一方で、ネオニコチノイド系農薬の一部は、ミツバチの大量死・大量失踪の原因の一つではないかと指摘されており<sup>1,2)</sup>、ヨーロッパでは近年当該農薬を使用禁止とするなど海外では規制強化の動きがみられる<sup>3)</sup>。また、フェニルピラゾール系殺虫薬のひとつであるフィプロニルは、ネオニコチノイド系農薬ではないが、ネオニコチノイド系農薬と同様にミツバチに対する毒性が高いことにより、EU のミツバチ保護のための特別規定で規制された農薬のなかに入っており<sup>3)</sup>、さらに、人への有害性も懸念されている<sup>4,5,6)</sup>(以下、フィプロニルとネオニコチノイド系農薬を併せて「ネオニコ等」と呼称する)。

ネオニコチノイド系農薬は水溶性であり、残効性も高いため水田と水田の維持のための農業用水路が多い日本において当該農薬を使用すると生態系に広く拡散することになると考えられるが、これまでその実態を明らかにした例は少ない。そこで本研究では、神奈川県内で水田が多い金目川水系の河川水中のネオニコチノイド系農薬の濃度実態を明らかにし、その結果と農薬施用時期との比較を行い、さらに環境影響評価を実施した。

#### 2 方法

##### 2.1 調査地点及び調査時期

図 1 に本研究における採水地点を示す。河川

水の採取については、県内金目川水系 7 か所において、2018 年の 4/23, 5/9, 6/6, 6/15, 6/18, 7/19, 8/25, 11/22 及び 2019 年の 3/25 に実施した。また、底質の採取及び河川の流速測定については、②矢茂井橋において、2018 年の 4/23, 5/9, 6/15, 7/19, 8/25, 11/22 及び 2019 年の 3/25 に、⑦花水橋において、2018 年の 6/15, 7/19, 8/25, 11/22 及び 2019 年の 3/25 に河川水の採取と同時に行った。

##### 2.2 対象物質及び試薬等

本調査においては、ネオニコチノイド系農薬である、ジノテフラン、ニテンピラム、チアメトキサム、クロチアニジン、イミダクロプリド、チアクロプリド、アセタミプリドの 7 種及びフィプロニルを対象物質とした。ネオニコチノイド系農薬の分析には、ジノテフラン、ニテンピラム、CPF (ニテンピラム変化物)、CPMF (ニテンピラム変化物)、チアメトキサム、クロチ



図 1 金目川水系採水地点<sup>7)</sup>

アニジン、イミダクロプリド、チアクロプリド、チアクロプリド-アミド（チアクロプリド変化物）及びアセタミプリドそれぞれが 20 µg/mL となるよう混合されている、富士フィルム和光純薬製の残留農薬試験用のネオニコチノイド系農薬混合標準液を用いた。フィプロニルの分析には、AccuStandard 製の 100 µg/mL を使用した。分析全般における補正のためのサロゲート物質は、3 か所の水素が重水素で置換された安定同位体のジノテフラン-*d*<sub>3</sub>、その他 3 ヶ所又は 4 か所の水素が重水素に置換されているニテンピラム-*d*<sub>3</sub>、チアメトキサム-*d*<sub>4</sub>、クロチアアニジン-*d*<sub>3</sub>、イミダクロプリド-*d*<sub>4</sub>、チアクロプリド-*d*<sub>4</sub> 及びアセタミプリド-*d*<sub>3</sub> それぞれが 10 µg/mL 混合されている、富士フィルム和光純薬製の残留農薬試験用の安定同位元素ネオニコチノイド系農薬混合標準液を使用した。サロゲート物質の回収率算出のためのシリンジスパイク内標準物質は、林純薬工業製のカルバリル（NAC）の 7 水素置換体 NAC-*d*<sub>7</sub> を使用した。各ネオニコ等の標準液の調整、抽出溶媒に使用したアセトン、メタノールは富士フィルム和光純薬製を使用した。水試料から対象物質を抽出するための固相カートリッジは、ジーエルサイエンス製の InertSep® Pharma FF を、クリーンナップのためのカートリッジは、ジーエルサイエンス製の InertSep® Pharma GC を使用した。LC/MS の溶離液に用いたメタノール及び酢酸アンモニウムについては富士フィルム和光純薬製の LC/MS 用を用いた。

### 2. 3 解析方法

ネオニコ等の水質試料の分析は大塚らの方法<sup>8)</sup>に準じて行った。また、底質試料の分析は既報<sup>9)</sup>により行った。河川の流速は、横河計測製携帯型プロペラ式流速計を使い、3 回測定し、その平均値を求めた。

### 2. 4 環境影響評価

調査によって得られたデータについて、環境省が行っている化学物質の環境リスク初期評価<sup>10)</sup>の手法を用いて、環境影響評価を行った。公共用水域の大部分がカバーされる高濃度側のデータである予測環境中濃度（PEC：Predicted Environmental Concentration）を、化学物質が環境中の生物に対して有害な影響を及ぼさないと

表 1 リスク評価の分類

PEC/PNEC	判定
1 以上	詳細な評価を行う候補と考えられる。
0.1 以上 1 未満	情報収集に努める必要があると考えられる。
0.1 未満	作業は必要ないと考えられる。
情報不十分	リスクの判定はできない。

表 2 アセスメント係数の設定

分類	アセスメント係数
藻類、甲殻類及び魚類のうち、1~2の生物群について信頼性のある急性毒性値がある。	1,000
藻類、甲殻類及び魚類の3つの生物群全てについて信頼性のある急性毒性値がある。	100
藻類、甲殻類及び魚類のうち、1~2の生物群について信頼性のある慢性毒性値がある。	100
藻類、甲殻類及び魚類の3つの生物群全てについて信頼性のある慢性毒性値がある。	10

予想される濃度である予測無影響濃度

（PNEC：Predicted No Effect Concentration）で除した値を求め、表 1 の分類に照らして評価した。また、PNEC はデータの不確実さからリスクが小さく見積もられないようアセスメント係数を表 2 のように設定し、これを毒性値に掛け合わせて求めた。今回は、PEC のかわりに公共用水域中の暴露量（実測濃度）の最高値を用いて検討を行った。

## 3 結果及び考察

### 3. 1 水質

金目川水系内で採取した河川水中のネオニコ等の濃度を図 2 に示す。地点①及び③におけるネオニコ等の濃度は 0.03 ng/mL 未満と、測定を行った同じ採取日の他地点と比較すると低かった。これは両地点の上流域が山地であり田畑の影響が少なかったためと考えられる。これに対して上流域が田畑を通過しており、農薬施用の影響を受けていると考えられる地点②、④、⑤、⑥及び⑦においては、最高でイミダクロプリドが 0.095 ng/mL、クロチアアニジンが 0.053 ng/mL、ジノテフランが 0.043 ng/mL 及びフィプロニルが 0.037 ng/mL と高濃度で検出された。これら 4 種の農薬は、県農業技術センターが発行している病害虫発生予察情報<sup>11)</sup>によると、全て水稻に対して粒剤として施用される農薬であるという共通点を持つことが分かった。なお、それ以外の農薬は検出されないか、検出されても、1 オーダーから 2 オーダー低い濃度であった。

続いて、これらの 4 種の農薬の濃度変化時期と病害虫発生予察情報<sup>11)</sup>における農薬施用時期（表 3）を比較した。イミダクロプリドの濃度は、5 月上旬の 5 月 9 日から濃度が上昇しは

表 3 平成 30 年度神奈川県内における農薬施用時期、種類及び対象農作物

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
チアマトキサム (アクトタラ)	粒剤	水稲											
	野菜						ダイコン						
	果樹												
	水和剤等	水稲		春キャベツ									
	果樹	ウメ			ナシ ブドウ	ナシ カキ		カキ					
イミダクロブリド (アドマイヤー)	粒剤	水稲		水稲	水稲								
	野菜	露地キュウリ	露地キュウリ				抑制キュウリ				促成キュウリ 半促成キュウリ	促成キュウリ 半促成キュウリ	
	果樹												
	水和剤等	水稲											
	野菜				チャ	チャ							
	果樹			ブドウ									
ツインスターポフェルテラ (ダントツ、クロチアニンジン)	粒剤	水稲		水稲	水稲								
	野菜	ナス	ナス ネギ			ネギ	キャベツ	ネギ キャベツ	ネギ	促成トマト	促成トマト		
	果樹												
	水和剤等	水稲											
	野菜						抑制キュウリ ナス	ダイコン			促成キュウリ 半促成キュウリ	促成キュウリ 半促成キュウリ	
	果樹		カキ	ナシ カキ キウイフルーツ	カキ	カキ	ナシ						
アセタミブリド (モスピラン)	粒剤	水稲											
	野菜	露地トマト 露地キュウリ					抑制トマト	促成イチゴ	促成イチゴ	促成トマト			
	果樹		露地トマト 露地キュウリ										
	水和剤等	水稲											
	野菜		促成トマト ネギ スイカ メロン	露地トマト 露地キュウリ ナス スイカ カボチャ メロン		ネギ	抑制キュウリ ネギ	ダイコン	抑制トマト				
	果樹		カキ				カキ						
ジノテフラン (アルバクル)	粒剤	水稲				水稲	水稲	水稲					
	野菜	露地キュウリ ナス 露地トマト				抑制トマト	抑制トマト 抑制キュウリ			促成トマト			
	果樹												
	水和剤等	水稲											
	野菜	促成キュウリ 春キャベツ		ネギ	露地トマト 露地キュウリ ナス		抑制トマト	抑制トマト	抑制トマト 抑制キュウリ		ダイコン	ダイコン	
	果樹			ナシ ブドウ	ナシ カンキツ	カンキツ	カンキツ	カンキツ					
チアクロブリド	粒剤	水稲											
	野菜												
	果樹												
	水和剤等	水稲											
	野菜												
	果樹												
(ベストガード)	粒剤	水稲											
	野菜	露地トマト 露地キュウリ ナス		ネギ		抑制トマト	抑制トマト 抑制キュウリ						
	果樹												
	水和剤等	水稲											
	野菜	露地トマト 露地キュウリ ナス	促成キュウリ 露地トマト 露地キュウリ ナス	ネギ			抑制トマト						
	果樹												
フィブロニル (フリンズ)	粒剤	水稲		水稲	水稲								
	野菜												
	果樹												
	水和剤等	水稲											
	野菜						キャベツ						
	果樹												

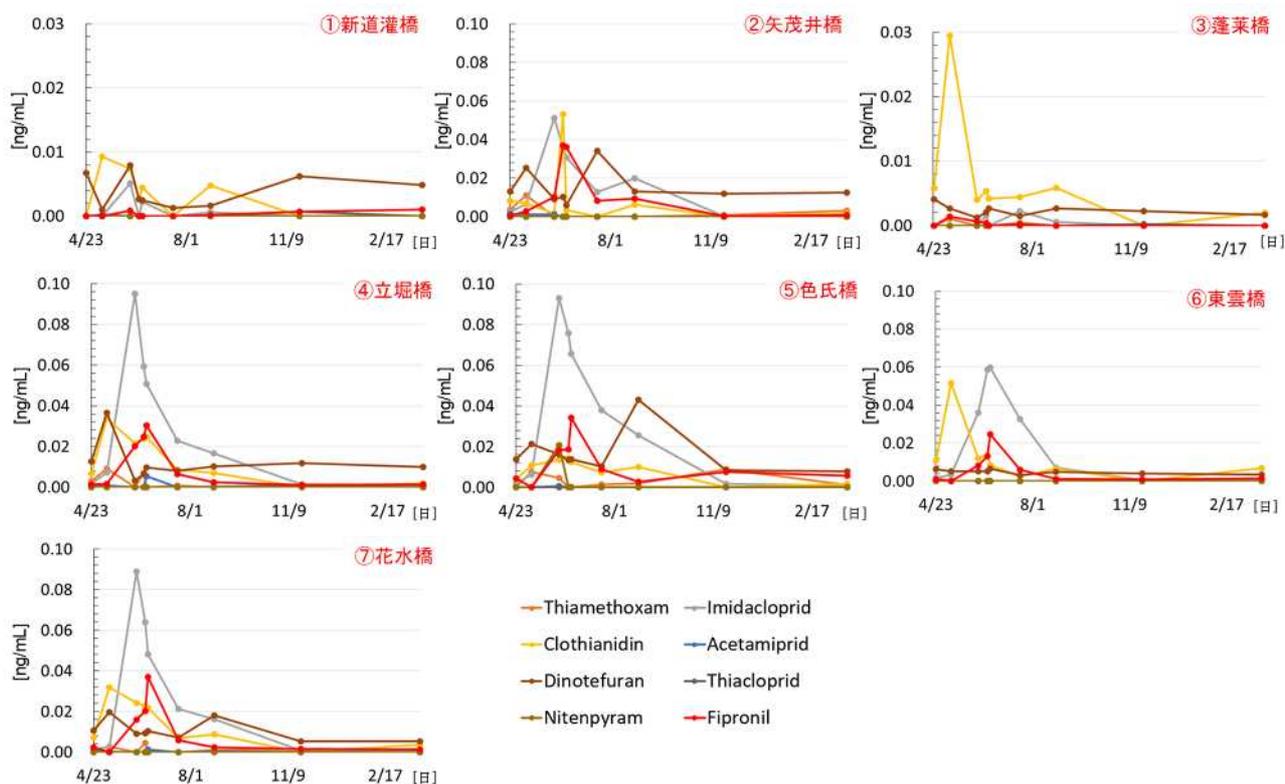


図2 金目川水系内のネオニコ等の水質に係る濃度測定結果

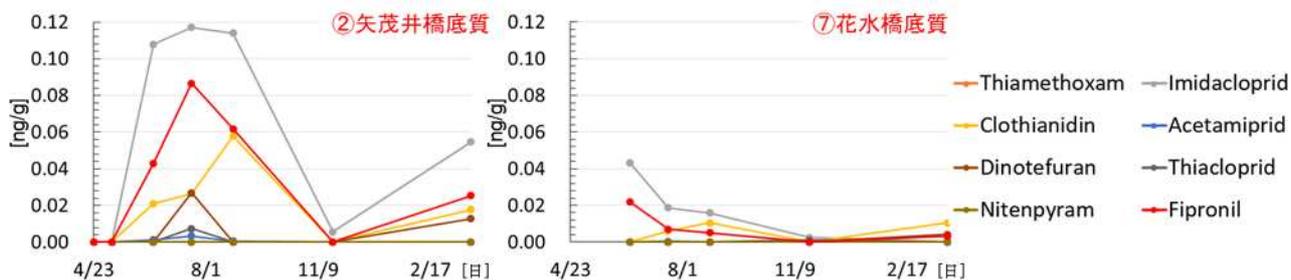


図3 金目川水系内の底質のネオニコ等の濃度測定結果

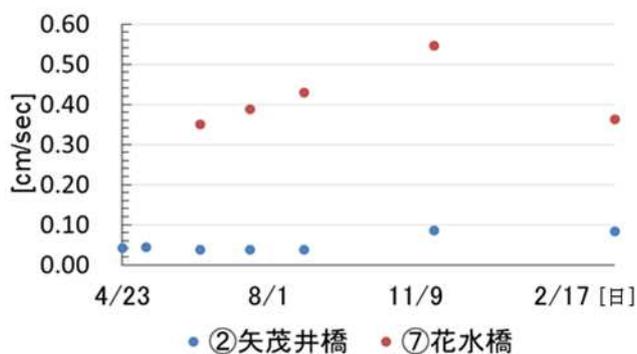


図4 金目川水系内の地点における平均流速

はじめ、その後、急上昇して6月6日及び6月15日をピークに緩やかに減少する傾向が見られた。

また、フィプロニルについては、5月9日から濃度が上昇しはじめ、6月15日及び6月18日をピークに後減少する傾向が見られた。これは、これらの農薬が育苗箱施用剤として施用される時期と一致する。一方で、クロチアニジンとジノテフランの濃度については、増加時期と農薬施用時期が一致する地点もあったが、濃度の増減時期が場所ごとに一定しないため、採取地点全体の傾向としては、農薬施用時期との関連は認められなかった。

### 3. 2 底質

金目川水系内で採取した底質中のネオニコ等の濃度を図3に示す。また、②矢茂井橋及び⑦花水橋において、流速を測定した結果を図4に

表4 各農薬の毒性値及びEC/PNEC<sup>1,2)</sup>

名称	チアメトキサム	イミダクロプリド	クロチアニジン	アセタミプリド	ジノテフラン	チアクロプリド	ニテンピラム	フィプロニル
CAS番号	153719-23-4	138261-41-3	210880-92-5	135410-20-7, 160430-64-8	165252-70-0	11988-49-9	120738-89-8	120068-37-3
魚類(コイ) LD <sub>50</sub> (96h, mg/L)	>118	>105 (ブルーギル)	>98.7	>99.5	>97.26	>96.7	>99.9 (ヒメダカ)	0.43
ミジンコ類 (オオミジンコ) EC <sub>50</sub> (48h, mg/L)	>98.6	85	38	49.8	>972.6	>97.2	>99.9	0.19
藻類 (ムレミカヅキモ) EC <sub>50</sub> (72h, mg/L)	>89.3	>98.6	>264	>100 (緑藻類)	>97.26	>96.8	40.6	>0.14
ミツバチ LD <sub>50</sub> (48h, μg/頭)	0.024	0.045	0.044	8.09(72h)	0.023	>100	0.071	0.006
PNEC(mg/L)	>0.893	0.85	0.38	0.498	>0.9726	>0.967	0.406	0.0014
実測最高濃度 EC(ng/mL)	0.011	0.095	0.053	0.0055	0.043	0.00071	0.021	0.037
EC/PNEC	<0.012	0.00011	0.00014	0.000011	<0.045	<0.00073	0.000051	0.027

示す。②矢茂井橋における底質中のネオニコ等の濃度変化については、6月から8月にかけて、イミダクロプリド、クロチアニジン、ジノテフラン及びフィプロニルの4種の農薬の濃度が上昇し、その後減少する傾向がみられた。底質中の濃度は、河川水中の濃度と上昇のタイミングが異なったが、河川水で見られたこれらの農薬の濃度変化とほぼ同様であった。一方で、水質の測定では全く検出されなかったチアクロプリドが検出されるといった違いも見られた。これは病虫害発生予察情報からは想定されない結果であり、花き及び畜産用途等の別の観点からの検討が必要であることがわかった。

⑦花水橋の底質については、イミダクロプリド及びフィプロニルが6月に最大値をとり、その後減少する傾向がみられた。底質中のこれらの濃度は、河川水中で見られたこれらの農薬の濃度変化とほぼ同様であった。

②矢茂井橋と⑦花水橋の底質中の農薬濃度の増加時期の違いは、上流に位置する②矢茂井橋は流速が低く、農薬が底質に吸着したまま流失しにくい、下流に位置する⑦花水橋は流速が高く、底質に吸着した農薬が流失しやすいことによると考えられる。

### 3. 3 環境影響評価

金目川水系の水質および底質の結果を用いて環境影響評価を行った結果を表4に示す。全ての農薬がEC/PNEC<0.1であり、化学物質の環境リスク初期評価ガイドラインにおいて、「現

時点では作業は必要なく、水生生物への影響は低い」という結果となった。なお、底生生物への影響は、毒性値に関する国内外でのリスク評価等に用いられた信頼性のあるデータがなかったため、考察に至らなかった。今後も、底生生物への影響評価に向けて、底生生物に関する毒性情報の収集を検討したい。

### 4 まとめ

県内金目川水系7か所において2018年4月から2019年3月にかけて河川水中及び底質中のネオニコ等の濃度測定を行った。その結果、河川水については、田畑の影響を受けやすいと考えられる場所において、イミダクロプリド及びフィプロニルの2種の農薬の濃度が6月中旬に急激に上昇し、その後減少する傾向がみられた。増減のタイミングは、病虫害発生予察情報における農薬施用時期との関連性が認められた。また、クロチアニジン及びジノテフランも濃度の増減が見られたが、農薬施用時期との関連性は認められなかった。これら以外の農薬は検出されないか、あるいは極めて低濃度でしか検出されなかった。

また、得られた結果を用いて、環境影響評価を行ったところ、全ての場所において、全ての農薬がEC/PNEC<0.1であり、化学物質の環境リスク初期評価ガイドラインによると、「現時点では作業は必要なく、水生生物への影響は低い」という結果となった。

参考文献

- 1) Penelope W., Stephanie O., Felix W., Dave G.: Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production, *Science*, 336(6079), 351–352(2012)
- 2) Henry M., Maxime B., Fabrice R., Oriane R., Jean-Francois O., Pierrick A., Jean A., Sylvie T., Axel D.: A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bee, *Science*, 336(6079), 348–350(2012)
- 3) 農林水産省消費・安全局農産安全管理課農薬対策室: 農薬による蜜蜂の危害を防止するための我が国の取組 (2016.11 月改訂), [https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n\\_mitubati/attach/pdf/index-2.pdf](https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_mitubati/attach/pdf/index-2.pdf)(参照;2019.11)
- 4) 鈴木元治, 竹峰秀祐, 吉田光方子, 松村千里, 英保次郎: 加古川水系における水田農薬の河川水質及び底質への汚染状況, 兵庫県環境研究センター紀要, 2, 17–22(2011)
- 5) 佐藤学, 上村仁, 小坂浩司, 浅見真理, 鎌田素之: 神奈川県相模川流域における河川水及び水道水のネオニコチノイド系農薬等の実態調査, *水環境学会誌* 39(5), 153–162(2016)
- 6) 鈴木義浩, 財原宏一, 三島聡子, 大塚寛人, 中山駿一, 福崎有希子, 北代哲也, 志村徹, 千室麻由子, 井上雄一: 神奈川県の大気環境中におけるクロルデン類の実態調査, 第28回環境化学討論会要旨集, 386–387(2019)
- 7) 国土地理院: 電子地形図淡色地図
- 8) 大塚宜寿, 茂木守, 野尻喜好, 蓑毛康太郎, 堀井勇一: 河川水中ネオニコチノイド系殺虫剤濃度の年間変動, 埼玉県環境科学国際センター報, 15(1), 173(2015)
- 9) 中山駿一, 三島聡子: 底質中のネオニコチノイドの分析法, 神奈川県環境科学センター研究報告, 41, 37–41(2018)
- 10) 環境省 環境リスク評価室: 化学物質の環境リスク評価第 17 巻化学物質の環境リスク初期評価ガイドライン(平成 30 年 11 月版), [http://www.env.go.jp/chemi/report/y052-\[24\]/1\\_2\\_1%20environment%20risk%20assessment%20guidelines%20%28November%202018%29.pdf](http://www.env.go.jp/chemi/report/y052-[24]/1_2_1%20environment%20risk%20assessment%20guidelines%20%28November%202018%29.pdf)(参照;2019.11)
- 11) 病害虫発生予察情報 - 神奈川県ホームページ, 平成 31 年度病害虫発生予察情報, <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/cf7/cnt/f450002/2018.html> (参照;2019.11)
- 12) 環境省 環境リスク評価室: 水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準について, <https://www.env.go.jp/water/sui-kaitei/kijun-index.html> (参照;2019.11)