

## 総説

# 日本の河川水中におけるネオニコチノイド系殺虫剤の濃度

寺山隼人<sup>1)</sup> 清島大資<sup>1)</sup> 荻部治紀<sup>2)</sup>  
藤野裕弘<sup>3)</sup> 伊藤誠敏<sup>4)</sup> 松本晃一<sup>5)</sup>  
川上智史<sup>6)</sup> 佐藤勉<sup>1)</sup> 坂部貢<sup>1)</sup>

1) 東海大学 医学部 医学科基礎医学系 生体構造機能学領域

2) 神奈川県立生命の星・地球博物館

3) 東海大学 教養学部 人間環境学科自然環境課程

4) 東海大学 伊勢原研究推進部 生命科学統合支援センター

5) 特定非営利活動法人 東海大学地域環境ネットワーク

6) 東海大学 医学部 看護学科 公衆衛生学

## Neonicotinoid pesticides in river water

Hayato Terayama<sup>1)</sup>, Daisuke Kiyoshima<sup>1)</sup>, Haruki Karube<sup>2)</sup>,  
Yasuhiro Fujino<sup>3)</sup>, Masatoshi Ito<sup>4)</sup>, Koichi Matsumoto<sup>5)</sup>,  
Satoshi Kawakami<sup>6)</sup>, Tsutomu Sato<sup>1)</sup>, Kou Sakabe<sup>1)</sup>

1) Department of Anatomy, Division of Basic Medicine, Tokai University School of Medicine

2) Kanagawa Prefectural Museum of Natural History

3) Course of Environment and Resources, Department of Human Development,  
Tokai University School of Humanities and Culture

4) Support Center for Medical Research and Education, Tokai University School of Medicine

5) Tokai University Regional Environment Network (NPO)

6) Department of Public Health, Tokai University School of Medicine & Nursing

## 抄録

ネオニコチノイド系殺虫剤 (NPs) は水溶性・浸透移行性・残効性に優れているため殺虫剤として非常に多用されている。しかしながら、NPsの散布によって、水中や陸上の生態系に悪影響を及ぼす可能性が指摘されており、実際に散布されたNPsが河川でどの程度の濃度で検出されるのかを知ることが必要と考えられる。水環境中のNPsの濃度やそのリスク等は国内において報告され始めている。そこで、本報告は

受付：2020年6月24日 採用：2021年5月6日

別刷請求宛先：寺山隼人

東海大学 医学部 医学科基礎医学系 生体構造機能学領域

〒259-1193 神奈川県伊勢原市下糟屋143

E-mail: terahaya@tokai-u.jp

過去に報告された地域の河川中の NPs の最大検出濃度をまとめた。報告された全河川中の NPs の最大検出濃度は農薬登録基準値を下回っていた。但し、NPs の使用量は世界的に減少方向であるのに対し、日本は世界と逆行した動きがある。そのため、今後も継続した調査が必要である。

(臨床環境 29 : 1 - 9 , 2020)

---

《キーワード》ネオニコチノイド系農薬、河川水、生態系、毒性、環境

---

## Abstract

Neonicotinoid pesticides (NPs) are neurotoxic and highly effective as insecticides, owing to their water solubility, permeability, and long activity. However, recently reported problems caused by NPs include damage to land-dwelling creatures (such as mammals and birds), hydrobiology, and ecosystems. Therefore, determining the concentration of NPs in major rivers in Japan is important. The actual concentration of NPs in the water environment and their risks have been reported in Japan. This review summarizes the official and private reports of recent NP concentrations detected in river systems in several Japanese regions. These values were lower than the environmental standard values; however, seasonal changes were observed. NP use is declining worldwide but increasing in Japan; therefore, continuous monitoring remains necessary.

(Jpn J Clin Ecol 29 : 1-9, 2020)

---

《Key words》 neonicotinoid pesticide, river water, ecosystem, toxicity, environment

---

## はじめに

農薬は農産物の安定供給、労働力の省力化などに多大な貢献をしてきたが、標的害虫以外への毒性や環境汚染問題も指摘されるようになった<sup>1)</sup>。散布された農薬の種類にもよるが、農薬は土壌生物や光により一部分解されるものの、分解されなかった農薬は土壌中の水の流れに伴い河川や海などの水系へ流出し、大気中に浮遊したものは降雨と共に地上に落下し水系に流入する<sup>1-2)</sup>。したがって、散布された農薬は最終的に水系に行きつく。過去には、有機塩素系殺虫剤である DDT (Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane) を散布したことで昆虫に蓄積および残留し、それを鳥などが食べることで生物濃縮による問題などが報告<sup>3-4)</sup>され、農薬の環境基準値は以前に比べて低値に設定されてきた。

1990年代からネオニコチノイド系殺虫剤 (NPs) が市場に導入され、NPs は現在最も広く使用されている殺虫剤の一つである。日本で使用されている NPs はイミダクロプリド (1992年に農薬登録)、アセタミプリド (1995年に農薬登録)、

ニテンピラム (1995年に農薬登録)、クロチアニジン (2001年に農薬登録)、チアメトキサム (2001年に農薬登録)、チアクロプリド (2001年に農薬登録)、ジノテフラン (2002年に農薬登録) の7種のことを指す。NPs は神経毒性を持ち、浸透移行性・水溶性・残効性に優れているため、殺虫剤として非常に効果が高い<sup>5)</sup>。そのため、農薬としてだけでなく、家庭用殺虫剤や建築材用加工薬剤など多くの用途がある。NPs およびフィプロニルの推定国内流通量<sup>6)</sup> (2010-2014年の平均) を多い順に並べるとジノテフラン (約188.5 t)、アセタミプリド (約155.1 t)、クロチアニジン (約154.7 t)、イミダクロプリド (約92.3 t)、フィプロニル (約40.6 t)、チアメトキサム (約31.7 t)、チアクロプリド (約17.3 t)、ニテンピラム (約9.6 t) となる。フェニルピラゾール系のフィプロニル (1996年に農薬登録) も NPs と同様に浸透性に優れるという性質を持ち、流通量も多いため、ネオニコチノイド系農薬7種と共に研究対象とされることが多い。しかしながら、近年、NPs が蜂群崩壊症候群 (世界的に広がっている

ミツバチが大量死や大量失踪する現象で Colony Collapse Disorder (CCD) と呼ばれる) の原因の一つであると報告され<sup>7-9)</sup>、NPs の生態系への広範な毒性が注目され始めた。陸の生態系に関する影響として、鳥の餌となる昆虫が NPs によって減少し鳥の個体数の減少に影響する事<sup>10)</sup> が報告された。生物自体に対する影響としては、生殖毒性として、マウスへの NPs の投与によって、血清テストステロンの低下<sup>11)</sup> や出生児数の低下<sup>12)</sup> が報告されている。陸の生態系だけでなく水環境の生態系にも影響があるとする報告がある。水生生物は、環境の変化に敏感で、地域により存在する生物の種類が異なり、魚類や鳥類の餌資源としても重要であることから、水生生態系を維持するために重要な役割を担っている<sup>13)</sup>。荊部らは、過去に多産地群が存在した岐阜県東濃地方のマダラナニワトンボの減少要因は池水で環境基準より高く検出された NPs が一要因である可能性を報告した<sup>14)</sup>。また、早坂らは、土壌中の残留殺虫剤が流出し多くの水生生物が汚染に曝露され、トンボの餌資源であるユスリカ類の幼虫が減少するなど、水生生物にも悪影響を及ぼしていると報告した<sup>15)</sup>。さらに、過去の NPs の農業使用により、海洋甲殻類や魚類などの水産業にも影響をもたらされた可能性が最近指摘されている<sup>16-17)</sup>。

このように、陸上だけでなく、水環境中の生態系にも NPs による影響が懸念されており、畑や果樹園、水田などが周辺に多い河川では農業による水生生物への影響が顕著に表れる可能性が高いと考えられる。NPs 使用は時期的な、場所による差異があるので、どの時期の NPs が最高濃度を示すかを地域別に明らかにする必要がある。また、最高濃度を精査する事によって、環境省の水質汚濁に係る農薬登録基準 (水濁基準)、水産動植物の被害防止に係る農薬登録基準 (水産基準)、許容一日摂取量 (ADI) および急性参照用量 (ARfD) と比較する事が出来る<sup>18)</sup>。そこで、日本の水環境中における NPs 及び同様に流通量が多いフィプロニルの河川中濃度を文献調査により検討し、データが得られた東京都、神奈川県、大阪府、福井県、名古屋市、福岡市の河川中の各

NPs 及びフィプロニル濃度の最高濃度およびその採取月をまとめた。

#### <方法>

各 NPs 及びフィプロニル (以下 NPs) の農薬登録以降、2020年3月までに日本国内で発表された全国の河川の NPs 濃度調査に関する学術論文および報告書を Google Scholar および医中誌 Web を用いて収集した。検索は「河川」「ネオニコチノイド」「農薬」「濃度」の4つのキーワードを用いた。検索した文献の記載事項が報告によって様々であり統一されていない事から季節の比較や NPs 種間の比較のため、少なくとも採水時期および2種類以上の NPs 種が明記されている報告を文献検討の対象とした。また、対象文献の検出濃度がヒトの健康や生態系に悪影響を及ぼすかどうか比較するために、各 NPs について、それぞれ水濁基準、水産基準、ADI (Acceptable Daily Intake) および ARfD (Acute Reference Dose) を調べた。

#### <結果>

##### <文献概要>

文献は Google Scholar で56件および医中誌で4件該当した。その中から東京都、神奈川県、大阪府、福井県、名古屋市、福岡市の河川中の NPs 濃度の報告を8件抽出し、各 NPs 濃度の最高濃度およびその採取月をサンプリングの頻度、用いたカートリッジ、分析機器と共に表にまとめた<sup>19-26)</sup> (Table 1、Table 2)。特に神奈川県の河川中の NPs 濃度を調査した論文は3つあり<sup>19-21)</sup> (Table 1)、他の都道府県に比べ多くの NPs 種が報告され、詳細に検討されているため、東京都、大阪府、福井県、名古屋市、福岡市の NPs 濃度 (Table 2) とは別にまとめた。また、対象文献における河川中の NPs 濃度の健康影響、生態系影響、および安全評価を行うため、各 NPs について、それぞれ水濁基準、水産基準、ADI および ARfD をまとめた (Table 3)。

**Table 1. Maximum neonicotinoid pesticide concentrations of surface water in Kanagawa prefecture ( $\mu\text{g/L}$ ) \***

	Upstream–downstream of the Tsurumi River <sup>20)</sup>	Midstream–downstream of the Sagami River <sup>19)</sup>	Upstream–downstream of the Kaname River <sup>18)</sup>
Sampling date	May–December, 2009	Late April, 2014–Mid-March, 2015	April–December, 2017
Frequency of samplings	Weekly	Spring–Summer, 1–2 times a week Autumn–Winter, once a month	Monthly
Imidacloprid	0.42 (July)	0.104 (June)	0.836 (June)
Acetamiprid	0.06 (June)	0.023	0.779 (July)
Thiacloprid	-	0.002	0.006 (November)
Thiamethoxam	-	0.202	0.029 (November)
Nitenpyram	-	-	N.D.
Dinotefuran	-	0.048	0.373 (August)
Clothianidin	-	0.085 (June)	0.482 (May)
Fipronil	-	-	-
Solid - phase cartridge	Oasis HLB (Waters)	Oasis HLB (Waters)	Oasis HLB (Waters)
Analytical equipment	LC/MS (Waters)	LC/MS (Waters)	LC/MS (Shimadzu)

\* If the reference does not include the data for the sampling month, it is not shown in the table. [-] indicates that there are no data in the reference. [N.D.] indicates that it cannot be detected in the reference.

#### <神奈川県内の河川>

Table 1 に金目川<sup>19)</sup>、相模川<sup>20)</sup> と鶴見川<sup>21)</sup> の NPs 濃度の調査結果をそれぞれの最大検出濃度で示した。調査時期はそれぞれ2009年5月～12月、2014年4月下旬～2015年3月中旬、2017年4月～12月までの間であった。各河川で欠損データはあるものの、NPs 濃度の最大検出濃度と採水月は鶴見川で6月のアセタミプリド、7月のイミダクロプリド、相模川で6月のイミダクロプリド、クロチアニジン、金目川で5月のクロチアニジン、6月のイミダクロプリド、7月のアセタミプリド、8月のジノテフラン、11月のチアクロプリド、チアメトキサムであった。金目川<sup>19)</sup>、相模川<sup>20)</sup> と鶴見川<sup>21)</sup> の NPs 濃度の調査結果をそれぞれの最大検出濃度と比較すると、6月～7月のイミダクロプリドおよびアセタミプリドは、金目川でもっとも高かった。また、鶴見川<sup>21)</sup> のデータはアセタミプリドおよびイミダクロプリドのみのため、金目川<sup>19)</sup> と相模川<sup>20)</sup> のイミダクロプリドおよびアセタミプリド以外の NPs 濃度の調査結果をそれぞれの最大検出濃度と比較すると、チアクロプリド、ジノテフラン、クロチアニジンは金目川が高かった。飲料水に使われている相模川の

検出された NPs 種の中で最高濃度はチアメトキサムの0.202  $\mu\text{g/L}$  であった。報告された神奈川県内の河川中の NPs の最大検出濃度は、すべての河川で水濁基準および水産基準 (Table 3) を下回っていた。

#### <全国の河川>

Table 2 に報告のあった神奈川県以外の全国の河川における NPs の最大濃度 ( $\mu\text{g/L}$ ) を示した。報告があったのは、東京都内主要河川<sup>22)</sup>、東京都多摩川水系中流<sup>22)</sup>、名古屋市内主要河川中流<sup>23)</sup>、大阪市内主要河川下流<sup>24)</sup>、福井県九頭竜川水系下流<sup>25)</sup>、福岡市内主要河川下流<sup>26)</sup> の6箇所であり、調査時期はそれぞれ2017年4月～5月、2017年4月～5月、2015年6月～2017年6月、2016年11月～2017年10月、2018年4月～11月、2016年5月～2019年3月までの間であった。単年度報告が多く、採水回数・採水月・検討した NPs の種類などデータが報告によって欠損していた。福岡市の河川の報告はチアクロプリドおよびニテンピラムは全ての月で定量検出以下であった。いずれの河川においても、5月～9月にイミダクロプリド、アセタミプリド、ジノテフラン、

**Table 2. Maximum neonicotinoid pesticide concentrations of surface water from Japanese rivers (µg/L) \***

Major rivers in Tokyo <sup>21)</sup>	Midstream of the Tama River in Tokyo <sup>21)</sup>	Midstream of major rivers in Nagoya City <sup>22)</sup>	Downstream of major rivers in Osaka Prefecture <sup>23)</sup>	Downstream of the Kuzuryu River in Fukui Prefecture <sup>24)</sup>	Downstream of major rivers in Fukuoka City <sup>25)</sup>	
Sampling Date	April–May, 2017	April–May, 2017	June, 2015–June, 2017	November, 2016–October, 2017	April–November, 2018	
Frequency of samplings	-	-	Monthly	Late May–Mid-June, 3 times a week Mid-June–Late September, Once a week Others, once a month	Monthly	Monthly
Imidacloprid	0.007	0.0084	0.025	0.5 (June)	0.055 (May)	0.11 (June)
Acetamiprid	0.0017	0.00094	0.024	0.03 (June)	0.0012 (August)	0.02 (June)
Thiacloprid	0.0005	0.00045	0.005	-	0.0012	< 0.01
Thiamethoxam	0.0079	0.0037	0.37	0.01 (August)	0.076 (May)	0.03 (January)
Nitenpyram	0.0016	N.D.	0.011	-	N.D.	< 0.01
Dinotefuran	0.016	0.0089	0.84	1.9 (September)	0.27 (August)	0.43 (July)
Clothianidin	0.0063	0.047	0.21	0.03 (June)	0.13 (August)	0.12 (June)
Fipronil	0.0056	0.0018	-	0.014 (June)	0.0045	0.01 (June–August)
Solid - phase cartridge	Intertsep PharmaFF (GL Science)	Intertsep PharmaFF (GL Science)	Intertsep PharmaFF (GL Science)	Intertsep PharmaFF (GL Science)	Oasis HLB (Waters)	Oasis HLB (Waters)
Analytical equipment	LC-MS/MS (Waters)	LC-MS/MS (Waters)	LC-MS/MS (Waters)	LC-MS/MS (Shimazu)	LC-MS/MS	LC-MS/MS (Agilent)

\* If the reference does not include the data for the sampling month, it is not shown in the table. [-] indicates that there are no data in the reference. [N.D.] indicates that it cannot be detected in the reference. < 0.01 represents below the quantitative detection limit.

**Table 3. Environmental standards and food reference value for various neonicotinoid pesticides<sup>22)</sup>  
(As of April 15, 2020)**

	Environmental standard ( $\mu\text{g/L}$ )		Food reference value ( $\mu\text{g/kg}$ )	
	Standard to withhold registration of pesticide that are toxic to aquatic plants and animals	Standard to withhold registration of pesticides concerning prevention of water pollution	Acceptable Daily Intake (ADI)	Acute Reference Dose (ARfD)
Imidacloprid	1.9	150	57	100
Acetamiprid	2.5	180	71	100
Thiacloprid	3.6	31	12	31
Thiamethoxam	3.5	47	18	500
Nitenpyram	11	1400	530	600
Dinotefuran	12	580	220	1200
Clothianidin	2.8	250	97	600
Fipronil	0.024	0.5	0.19	20

クロチアニジン、フィプロニルが最大濃度で検出されていた。チアメトキサムの検出濃度値は、上記5種と比べ年間を通してあまり変わらず、最大検出濃度の検出月は、大阪市の主な河川で8月、九頭竜川で5月、福岡市の主な河川で1月と報告され地域の違いがあった。飲料水に使われている多摩川の検出されたNPs種の中で最高濃度はクロチアニジンの $0.047 \mu\text{g/L}$ であった。チアクロプリド、ニテンピラムの最大検出濃度値は他の種に比べ低かった。報告された全国の河川中のNPsの最大検出濃度は、すべての河川で水濁基準および水産基準 (Table 3) を下回っていた。

#### <考察>

神奈川県は、南に相模湾があり、県央地区の南北に平野部が広がり、東に東京湾に面した多摩丘陵部、西に丹沢山や箱根山系などの山岳部から成っている。神奈川県には27水系の河川が存在し、相模湾に流入する県西部の西湘地域、県中央部の湘南地域、県東部の三浦半島地域および東京湾に流入する東京湾地域の4地域に大別できる。西湘地域には箱根山地、富士山麓、丹沢山地を源とする規模の大きな早川、酒匂川などがあり、湘南地域には流程100 kmを超える相模川を中心に金目川、境川などの中小河川がある。三浦半島地

域には流程10 km以下の小河川が点在し、東京湾地域には流程100 kmを超える多摩川や流域面積規模の大きな鶴見川や都市部を流れる中小河川がある。このうち、測定結果の報告があったのは、金目川、鶴見川、相模川であり、金目川、鶴見川については上流から下流全域の濃度が測定されているが、相模川に対しては中流から下流のデータであり、上流のデータがない事は比較の制限になるかもしれない。早川、酒匂川などについては測定結果がなかったが、その理由は河川の数が多いのに対し、調査する機関が少ないためと考えられる。しかしながら、相模川は飲料水で利用される河川であり、上流のデータも必要であると考えられる。金目川水系は、流程約20 km・流域約185  $\text{km}^2$ で、神奈川県の秦野市、伊勢原市、平塚市、大磯町を流れている。地域に根ざした川で、流域住民の生活にも密着した河川である。上流域では水田が広がり、茶畑やゴルフ場が存在する。中流域には果樹園や水田、畑などが広がっており、下流域に行くにつれ市街地が広がる。鶴見川水系は流程約43 km・流域約235  $\text{km}^2$ で、川崎市および横浜市を流れている。上流域では緑地地域が多く残り、果樹園や水田、畑なども広がっている。中流域～下流域に市街地が広がる<sup>28)</sup>。相模川水系は流程約109 km・流域約1680  $\text{km}^2$ で、相模原市、

愛甲郡愛川町、厚木市、座間市、海老名市、高座郡寒川町、平塚市、茅ヶ崎市を流れている。上流域では主に発電用水等として、中下流域では農業用水及び水道用水等を中心として利用され、果樹園や水田、畑などが広がっており、下流域に行くにつれ市街地が広がる。神奈川県内の河川の流域の田畑の合計面積を概算すると<sup>27)</sup>、1 km<sup>2</sup>あたり金目川は21.4 ha、鶴見川は16.4 ha、相模川は2.9 haと、金目川がもっとも多い。金目川の最高濃度は、鶴見川、相模川より高かったが、これは、流域の田畑の合計面積の多さに伴い農薬の使用量も多くなったと考えられる。多くの農業事業者は、農業協同組合が提示する防除暦に従って農薬を購入使用している。伊勢原市・秦野市・平塚市・中郡大磯町の4つの地域の農業協同組合が提示する防除暦によれば、水田の場合、6月-7月の田植え~中干しの時期に、苗床の箱処理や、斑点米を減らすためのカメムシ防除目的でイミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム、ジノテフラン含有の農薬の使用が推奨されている。そのため、6~7月にイミダクロプリド、クロチアニジンが最高濃度を示した結果が多かったと考える。水田の水の出入の際、これらの農薬が大量に河川に流出し、河川中の濃度上昇を招いた可能性がある。アセタミプリドはコメに対する使用は禁止されているが、他のNPsと共に野菜、果物、茶の栽培に繁用され、6-7月は盛んに散布される時期である。そのため、鶴見川や金目川で6-7月にアセタミプリドが最高濃度を示したと考える。

日本全国の河川は公共に利用され、その管理は、一級水系では国土交通大臣、二級水系では都道府県知事、単独水系では市町村長により行われる。水質の農薬濃度に関する報告のあった河川は一級水系が多く、大都市を流れる河川が中心であった。全国のNPsの最大検出濃度は、すべての河川で水濁基準および水産基準を下回っていた。5月-9月にイミダクロプリド、アセタミプリド、ジノテフラン、クロチアニジン、フィプロニルが最大濃度で検出されているが、これら5種は多くの農業協同組合が使用を推奨している製剤

の原体なので、多く検出された可能性がある。チアメトキサムは水稲栽培以外の畑や果樹園、ゴルフ場などにおいて殺虫剤としてよく用いられるが、使用時期は様々なので検出月に地域の違いがあったかもしれない。チアクロプリド、ニテンピラムの河川中の最大検出濃度は他のNPsに比べて低値であったが、それは推定国内流通量が他種と比べると少なく、全国的にあまり用いられないからかもしれない。

河川の報告は都市部を流れる一級水系が中心であり、飲料水を視野に入れての調査が多かった。相模川や多摩川は飲料水として利用されている。例えば、それらの河川水を浄水せずに、チアメトキサム(相模川と多摩川から検出された最高濃度の中で最も高い値のNPs種: 0.202 µg/L)を体重60 kgのヒトが1日10 L飲水<sup>24)</sup>したら2.02 µg摂取することになり、体重60 kgのヒトのADIが1080 µg およびARfDが30000 µgとなり、チアメトキサムの最高濃度とADIおよびARfDを照らし合わせてもかなり低い濃度であった。相模川と多摩川から検出された各NPsの最高濃度はADIおよびARfDと上述の例のように比較すると、すべてのNPs種でADIおよびARfDの基準よりかなり低い濃度であった。

NPsに対する世界的な動向は、本農薬の使用を減少させる方針である。日本の水環境においては、主に環境省により、水産基準と、飲料水としての使用を念頭に置いた河川の水濁基準が定められている。二つの農薬登録基準は、農薬登録時の健康影響評価および生態系影響評価におけるいくつかの実験結果に基づきそれぞれ設定される。

水産基準は、平成18年の改正で評価法が変更になり、登録時の実験で使用される種がオオミジンコという、プランクトンの中では、NPsへの感受性が極めて低い種がたまたま使用されたため、基準値自体が高すぎるとの指摘があり<sup>29)</sup>、その後、ユスリカ、ヌカエビ、ヨコエビの実験結果も合わせて評価されるようになり、平成29年にジノテフラン、ニテンピラム、イミダクロプリド、チアクロプリド、フィプロニル、平成30年にアセタ

ミプリドについて見直され、より厳しく低い値となった<sup>30)</sup>。水濁基準は、フィプロニルについて平成30年に改正されたが、一方、食品安全委員会の設定する食品残留基準値に関して、日本は2015年にクロチアニジンとアセタミプリドを最大で2000倍など殺虫効果を高めるため大幅に緩和する<sup>31)</sup>という、世界とは逆行した動きもある。

本報告では、全国の河川中の NPs 濃度の報告をまとめた。全国的に NPs の流出実態はあるものの、環境省の農薬登録基準値を満たしていた。しかしながら、過去の報告は単年度報告が多く、採水回数・採水月・検討した NPs の種類などデータが報告によって欠損していた。また、都市部を流れる一級水系が中心であり、飲料水を視野に入れての調査が多かった。今後は、検討するデータを整理し、水環境を守るため、一級水系だけでなく、二級水系も調査範囲に含め、農薬登録基準値以下であっても継続したモニタリングが必要であると考えられる。

### 利益相反

本研究の内容に関連して開示すべき利益相反事項はない。

### 謝辞

稿を終えるにあたり、東海大学医学部医学科基礎医学系生体構造機能学領域の林省吾先生、隅山香織先生、曲寧先生、梅本佳納榮先生、古谷祐生子秘書、元東海大学学生の梅津麻衣さん、佐藤克哉君、山田将聖君のご協力・ご支援に深謝致します。

### 文献

- Iwafune T, Inao K, et al. Behavior of paddy pesticides and major metabolites in the Sakura River, Ibaraki, Japan. *J Pestic Sci* 35: 114-123, 2010
- 寺山隼人, 梅本佳納榮, 他. ネオニコチノイド系農薬による雄性生殖毒性. *細胞* 51: 88-92, 2019
- Ratcliffe DA. Decrease in eggshell weight in certain birds on prey. *Nature* 215: 208-210, 1967
- Newton I, Bogan J. Organochlorine residues, eggshell thinning and hatching success in British sparrow-hawks. *Nature* 249: 582-583, 1974
- Simon-Delso N, Amaral-Rogers V, et al. Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. *Environ Sci Pollut Res Int* 22: 5-34, 2015
- ネオニコチノイド系化合物に関する基礎データ集 2016 更新版 [https://www.actbeyontrust.org/wp-content/uploads/2013/05/neonico\\_basic\\_data\\_2016\\_v2.pdf](https://www.actbeyontrust.org/wp-content/uploads/2013/05/neonico_basic_data_2016_v2.pdf) (2020. 6. 9)
- Henry M, Béguin M, et al. A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. *Science* 336: 348-350, 2012
- Whitehorn PR, O' Connor S, et al. Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science* 336: 351-352, 2012
- Gill RJ, Ramos-Rodriguez O, et al. Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. *Nature* 491: 105-108, 2012
- Hallmann CA, Foppen RPB, et al. Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature* 511: 341-343, 2014
- Terayama H, Qu N, et al. Effect of acetamiprid on the immature murine testes. *Int J Environ Health Res* 28: 683-696, 2018
- Burke AP, Niibori Y, et al. Mammalian susceptibility to a neonicotinoid insecticide after fetal and early postnatal exposure. *Sci Rep* 8: 16639, 2018
- 川合禎次. 日本産水水生昆虫一科・属・種への検索—第二版. 東海大学出版部, 東京, 2018, pp 1-10
- 苅部治紀, 寺山隼人, 他. 岐阜県東濃地方のマダラナニワトンの減少要因はネオニコチノイド系農薬か? *TOMBO* 61: 1-7, 2019
- Hayasaka D, Suzuki K, et al. Effects of two successive annual treatments of two systemic insecticides, Imidacloprid and fipronil, on dragonfly nymph communities in experimental paddies. *Jpn J Pestic Sci* 38: 101-107, 2013
- Hano T, Ito K, et al. Occurrence of neonicotinoids and fipronil in estuaries and their potential risks to aquatic invertebrates. *Environ Pollut* 252: 205-215, 2019
- Yamamuro M, Komuro T, et al. Neonicotinoids disrupt aquatic food webs and decrease fishery yields. *Science* 366: 620-623, 2019
- 環境省 水・土壌・地盤・海洋環境の保全 [https://www.env.go.jp/water/dojo/noyaku/odaku\\_kijun/kijun.html](https://www.env.go.jp/water/dojo/noyaku/odaku_kijun/kijun.html) (2020. 9. 29)
- 梅津麻衣, 寺山隼人, 他. 神奈川県金目川水系の河川水

- 中におけるネオニコチノイド系農薬の濃度調査. 臨床環境医学 27: 47-55, 2019
- 20) 佐藤学, 上村仁, 他. 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 5: 153-162, 2016
  - 21) 直井啓, 鎌田素之. ネオニコチノイド系農薬の水環境中における存在実態と浄水処理性評価. 関東学院大学工学総合研究所報 第 39: 11-17, 2011
  - 22) 西野貴裕, 加藤みか, 他. 東京都内河川におけるネオニコチノイド系農薬等の実態調査. 東京都環境科学研究所年報, 2018: 64-65
  - 23) 長谷川瞳, 平生進吾. 名古屋市水域におけるネオニコチノイド系農薬類の濃度分布. 平成 29 年度名古屋市環境科学調査センター調査研究発表会, [http://www.city.nagoya.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000115/115318/07\\_hasegawahitomi.pdf](http://www.city.nagoya.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000115/115318/07_hasegawahitomi.pdf) 6: 9, 2020
  - 24) 大山浩司, 矢吹芳教, 他. 大阪府内の河川水中におけるネオニコチノイド系農薬濃度の季節変動の把握及び生態リスク評価. 水環境学会誌 42: 277-284, 2019
  - 25) 竹内靖子, 西澤憲彰. 福井県におけるネオニコチノイド系農薬の実態調査. 福井県衛生環境研究センター年報平成 30 年度版, 2018: 71-75
  - 26) 高村範亮, 八兄裕樹, 他. 福岡市内河川におけるネオニコチノイド系農薬類の実態調査. 福岡市保健環境研究所報 44: 41-49, 2019
  - 27) 農林水産省—わがマチ・わがムラ—<http://www.machimura.maff.go.jp/machi/> (2020. 6. 9)
  - 28) 国土交通省ホームページ [https://www.mlit.go.jp/river/basic\\_info/jigyo\\_keikaku/gaiyou/seibi/pdf/tsurumi-4-1.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/seibi/pdf/tsurumi-4-1.pdf) (2020.10.14)
  - 29) Pisa LW, Amaral-Rogers V, et al. Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environ Sci Pollut Res Int* 22: 68-102, 2015
  - 30) 大塚宜寿, 茂木守, 他. 県内の河川におけるネオニコチノイド系殺虫剤の汚染実態の把握. 埼玉県環境科学国際センター報 14: 118, 2013
  - 31) アセタミプリドとクロチアニジンの残留基準値変更 <https://www.actbeyondtrust.org/wp-content/uploads/2015/05/neonico20150521.pdf> (2020. 6. 9)