

## 2012 年度助成活動最終報告書

企画名： ネオニコチノイド系殺虫剤による水田生態系への影響評価

団体・個人名： 一般社団法人 佐渡生きもの語り研究所 大石麻美  
新潟大学大学院 自然科学研究科 堂谷紗希

### 1. 報告要旨

ネオニコチノイド系殺虫剤は、昆虫に特異的に作用するとされたことから、水稻栽培においても害虫の防除として汎用されてきた。しかしながら近年、本剤の曝露は昆虫類に限らず、生態系を構成する様々な分類群の生物に影響を及ぼしている可能性が指摘されている。そこで本研究では、ネオニコチノイド系殺虫剤の中でも近年最も多用されている成分であるクロチアニジンとジノテフランに着目し、両成分の処理水田と無農薬水田における食物網構造を安定同位体比分析により明らかにした上で、水田の食物網を構成する各生物の個体数と種多様度に及ぼす本剤の影響を評価した。また、水田生態系における生物濃縮の有無を明らかにするため、水田水と土壌、水生生物におけるクロチアニジン、ジノテフランの残留蓄積量を評価した。さらに、これらの解析結果を受けて、農業者、行政、および研究者を交え、ネオニコチノイドが人・生態系に与える影響についての知識を共有する場として公開シンポジウムを開催し、佐渡島における今後の農業のあり方を議論・提案することを目的とした。

その結果、本剤の生物に対する評価においては、ネオニコチノイド処理水田では、水生昆虫類の出現種数が減少することによる食物網構造の単純化、生産者から最高次消費者の間の食物連鎖長が短縮化する傾向がみられた。また、水生コウチュウ目の個体数に対するネオニコチノイドの影響には、種間差がみられた。水田水と土壌におけるネオニコチノイドの残留蓄積量は、箱処理剤施用後に増加したものの、その後「中干し」に伴う水田水の落水により急速に減少する傾向がみられた。また、無農薬水田においてジノテフラン成分が検出され、これは本剤を空中散布したことによる周辺水田への飛散が原因と考えられた。水田内に生息する水生生物における残留蓄積量は、クロチアニジン処理水田に出現したコガムシ属幼虫を除いたすべての生物種において定量限界（2ng/g）以下であり、生物濃縮はみられなかった。この理由として、生物内にはネオニコチノイドは蓄積しない、低濃度に蓄積している、あるいは代謝産物として蓄積しているなどの可能性が考えられた。

公開シンポジウムは、事前実施したネオニコチノイド系農薬に関する認知度結果が低かった実態に基づき、ネオニコチノイド系農薬について学ぶことを主眼においた。そのため農薬使用のあり方の提案や議論については、まだ踏み出したばかりであるが、パネルディスカッションにおいて農業者、行政、および研究者が率直に議論できたことは有意義であった。今後、勉強会や議論を重ねることによって、将来における佐渡の農業のあり方を模索していく必要があるだろう。

## 2. 設定目標の達成状況

### 具体的にめざす目標・成果は達成できたか（申請書2のe）：

本企画において目指す目標・成果は、以下の4つに分けられる。

#### 目標1：佐渡におけるネオニコチノイド系殺虫剤の広域汚染評価

佐渡における広域的なネオニコチノイドの残留・蓄積量評価を目標とし、2012年度は玄米（9月上旬に採集）、ドジョウ（7-8月上旬に採集）を対象に実施した。計画では、ドジョウの採集に併せて水田水と土壌の採集も予定していたが、ドジョウを採集する時期は、「中干し」の期間にあたり、水の出し入れにより水田内のネオニコチノイド濃度が大幅に希釈されている可能性が考えられたため、水田水・土壌を残留農薬測定用として採集する適期に当たらないと判断し、生物のみのサンプリングとした。

玄米の残留農薬測定に関しては、11月に終了した。2011年度の玄米試料については、無農薬水田、クロチアニジン処理水田、およびジノテフラン処理水田のいずれの水田タイプにおいても、ジノテフランのみが検出された。2011年度は、8月に空中散布されるカメムシ防除剤にジノテフランが使用されており、散布されないはずの無農薬水田からもジノテフランが検出されたのは、空中散布による広域的な飛散や、水路等を通じたネオニコチノイド濃度の流出が原因と考えられる。

#### 目標2：安定同位体比分析による水田食物網構造の解析およびネオニコチノイド系殺虫剤の蓄積量の評価

安定同位体比分析、および残留農薬測定用の試料のサンプリングは、8月上旬に終了とした。予定していた9月までの調査を8月に短縮した理由は、8月中旬に水田に散布する薬剤が、今年度からネオニコチノイド系ではなく他薬剤を使用するとの変更があったため、8月中旬以降は、ネオニコチノイドの影響評価にならないと判断したためである。

安定同位体比分析は、2012年6月において採集された生物試料について測定が終了した。2012年6月における食物網構造は、無農薬水田、クロチアニジン処理水田、およびジノテフラン処理水田のいずれの処理水田においても、POM（懸濁体有機物）、あるいは動物プランクトンを生産者とし、ドジョウや両生類を最高次消費者とする構造を示した。また、各処理水田について、栄養源候補のうち、水生生物の主な餌資源が多く含まれると考えられるPOMと、いずれの処理水田においても出現したドジョウの窒素同位体比の値の差を、食物連鎖長の指標として算出したところ、ジノテフラン処理水田における食物連鎖長は、他の2処理水田と比較して短縮化していた。また、クロチアニジン処理水田とジノテフラン処理水田では、無農薬水田に比べて水生昆虫類の出現種数の減少がみられた。

2012年4~7月に採集された水田水と土壌を対象にしたネオニコチノイド系殺虫剤の残留農薬測定は、1月上旬に終了した。水田水と土壌におけるネオニコチノイド濃度は、ネオニコチノイド使用直後に急速に上昇したものの、その後急速に減少し、その後も低濃度残留し続けた（0.1~0.5ng/mL）。また、ネオニコチノイドは、無農薬水田においても低濃度検出された（0.1~0.5ng/mL）。これは、空中散布による広域的な飛散が原因と考えられる。

生物の残留農薬測定は、2012年6月に採集されたサンプルについては、2月に終了した。クロチアニジン処理水田におけるコガムシ幼虫で2.4ng/gのクロチアニジンが検出されたものの、その他の生物においてはすべて定量限界（2ng/g）以下であった。今後は、定量限界値を下げるための検討と、代謝産物の測定を試みる必要がある。

#### 目標3：生物量および種多様性に対するネオニコチノイド系殺虫剤の影響

生物量の定量調査、および種多様性の定性調査は、8月に終了した。水生生物については種同定・統計解析共に終了したが、陸生生物の種同定と統計解析については現在進めているところである。

2012年4~7月の全調査期間を通して、9目40種の水生生物が確認された。これらの生物のうち、クロチアニジン処理水田、あるいはジノテフラン処理水田における個体数が無農薬水田よりも有意に少なかった生物は、ヒメゲンゴロウ成虫、ドブシジミ、ヒルド科、およびイトミミズであった（ $p < 0.05$ , ANOVA）。また、比較的出現種数が多かった両生類、トンボ目幼虫、水生コウチュウ目、および貝類について、それぞれの処理水田における種多様性（Shannon-Weiner's 多様度指数）を算出したところ、両生類では、調査期間を通して無農薬水田およびジノテフラン処理水田に比べて、クロチアニジン処理水田が有意に高かったものの（ $p < 0.05$ , ANOVA）、トンボ目幼虫、水生コウチュウ目、貝類では、クロチアニジン処理水田およびジノテフラン処理水田において有意に低かった（ $p < 0.05$ , ANOVA）。これらの結果は、ネオニコチノイドによる水生生物への影響に種間差が起きていることが原因と考えられる。

#### 目標4：トキの再定着に貢献できる農薬使用のあり方の提案（公開シンポジウム & アンケート実施）

2013年3月16日に公開シンポジウム「ネオニコチノイド系農薬と向き合う～人と生きものが共生する佐渡の農業を目指して～」を開催した。本シンポジウムに先駆け、ネオニコチノイドに関するアンケート（認証米参加者601件を対象）を実施した結果、ネオニコチノイドを知っていると回答した人は全体の27%と少なかった。また、ネオニコチノイドを知っていると回答した人の本剤に対するイメージは、環境にやさしい、人に安全、などの正の印象を持っている人や、脳や神経に影響する、赤トンボを減らす、など負の印象を持っている人など、持つイメージは様々だった。これらの結果に基づき、本シンポジウムでは、ネオニコチノイドに関する正確な情報を勉強する場にするために主眼をおいたため、トキの再定着に貢献できる農薬使用のあり方の提案までには至らなかった。しかし、今回ネオニコチノイドについて農業者、JA、行政の方々に興味を持っていただく機会を設けることができたのは、今後農薬使用のあり方について考えていくにあたって、大きな第一歩だったであろう。

#### 上記のめやすに即して計った企画完了時の目標達成度をパーセントで自己評価すると：

##### 目標1：佐渡におけるネオニコチノイド系殺虫剤の広域汚染評価 80%

試料のサンプリング、玄米の残留農薬測定は予定通り終了した。しかし、ドジョウの残留農薬測定に関しては、生物試料におけるネオニコチノイドの抽出・精製方法の確立が遅れたことと、無農薬水田、クロチアニジン処理水田、およびジノテフラン処理水田の各処理水田間で生態系評価をすることに主眼をおいたため未達成であるが、今後随時測定を進めていく予定である。

##### 目標2：安定同位体比分析による水田食物網構造の解析およびネオニコチノイド系殺虫剤の蓄積量の評価 85%

試料のサンプリングと、安定同位体比分析による食物網構造の解析は予定通り終了した。ネオニコチノイド蓄積量の評価に関しては、2012/4～7に採集された水田水と土壌、最も生物量が増加する2012/6に採集された生物サンプルの残留農薬測定は終了した。しかし、生物サンプルの残留農薬測定に関しては、2012/4～5、7に採集されたサンプルに関して、未測定である。

##### 目標3：生物量および種多様性に対するネオニコチノイド系殺虫剤の影響 90%

水生生物の試料サンプリングと、データ解析は予定通り終了した。今回は、箱処理剤として使用されるネオニコチノイドによる生物に対する影響評価に主眼を置いたため水生生物の解析を優先したが、陸生生物に関しては同定、データ解析ともに進行途中である。

##### 目標4：トキの再定着に貢献できる農薬使用のあり方の提案 70%

公開シンポジウムは、事前に実施したネオニコチノイド系農薬に関する認知度結果が低かった実態に基づき、ネオニコチノイド系農薬についてまず学ぶことを主眼においた。そのため農薬使用のあり方の提案や議論については、まだ踏み出したばかりである。しかし、シンポジウムにおけるパネルディスカッションで佐渡市、JA、農家、および研究者が率直に議論できたことは大いに評価できる。今後さらに、今回の研究結果に関する勉強会や議論を重ねることにより今後における佐渡の農業のあり方を模索してゆく。

#### 総合評価 80%

### 3. 実施状況

<p><b>8月</b></p>	<p>8/1～8/15 : 佐渡における 15 地域、21 水田を対象に、残留農薬測定に用いるドジョウのサンプリングを実施した。尚、活動計画 a,b に該当する水田水・土壌、および水田生物のサンプリングは、申請書にも示したとおり、7月までに終了している。随時、2012年6月に出現した水生生物の種同定を実施した。</p>
<p><b>9月</b></p>	<p>9/2 : 「浸透性農薬に関する IUCN 東京フォーラム」へ参加            9/5 : 進捗状況セミナーの実施            9/8,13,16 : 佐渡における 15 地域 21 水田を対象に、残留農薬測定に用いる玄米のサンプリングを実施            9/25,26 : 玄米の脱穀、粳摺り            随時、ネオニコチノイド系殺虫剤の残留農薬測定に関わる協力機関の探索と、2012年4、5、7月に出現した水生生物の種同定を実施した。</p>
<p><b>10月</b></p>	<p>10/4 : 平成理研(株)に訪問(残留農薬測定に関わる技術援助の依頼)            10/15 : 進捗状況セミナー            10/22～26 : 新潟県保健環境科学研究所にて、玄米の前処理方法と測定、解析方法の研修            随時、6、7月に出現した陸生生物の種同定を実施した。</p>
<p><b>11月</b></p>	<p>11/1 : 進捗状況セミナー            11/26～12/5 : 平成理研にて土壌・水(2012年4月～7月のサンプル)、玄米(2011年、2012年のサンプル)の測定を実施した。また、生物の代替試料としてドジョウ、昆虫類の代替試料としてコオロギの添加回収試験を実施した。</p>
<p><b>12月</b></p>	<p>12/16 : 中間報告書提出            12/21 : 進捗状況セミナー            12/22 : シンポジウム開催について打ち合わせ            12月中旬～ : 2012年6月に採集されたサンプルの安定同位体比測定            【随時行ったこと】            ・2012年6,7月に出現した陸生生物の種同定            ・残留農薬測定用の生物サンプルの粉碎、凍結乾燥            ・2012年4～7月の出現した生物種の同定と、水生生物の個体数・種多様性に関するデータ解析</p>
<p><b>2013年 1月</b></p>	<p>1/6～1/11 : 平成理研にて土壌・玄米の添加回収試験を行った。また、ドジョウとコオロギを用いて、生物を対象としたクロチアニジンとジノテフランの回収率を上げるため、前処理方法の検討を、添加回収試験により実施した。            【随時行ったこと】            ・2012年4～7月に出現した水生生物の個体数・種多様性に関するデータ解析            ・2012年6月に採集されたサンプルの安定同位体比に関するデータ解析            ・2012年4～7月に採集された土壌と水田水の残留農薬測定に関するデータ解析            ・ドジョウとコオロギを用いた添加回収に関するデータ解析</p>

<p><b>2月</b></p>	<p>2/12～2/14 : 固相抽出法を用いた生物試料の添加回収試験</p> <p>2/19～2/23 : 2012年6月に採集された生物試料中のネオニコチノイド測定</p> <p>下旬 : 佐渡の「朱鷺と暮らす郷づくり認証米」に取り組む農家 601 件を対象に、「ネオニコチノイド系農薬に関するアンケート」を実施した。内容は、ネオニコチノイド系農薬（以下ネオニコとする）に関する認知度とイメージについてである。回収率は 64.4%であった。ネオニコについて「知っている」は 11.3%、「なんとなく知っている」が 25.6%、および「知らない」が 63.1%となり、環境に対しての意識が高い認証米参加の農家でもネオニコを知らないことが明らかとなった。</p> <p>【随時行ったこと】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2012年6月に採集された生物試料中のネオニコチノイド濃度のデータ解析</li> </ul>
<p><b>3月</b></p>	<p>16日 : 佐渡において、シンポジウム「ネオニコチノイド系農薬と向き合う～人と生きものが共生する佐渡の農業を目指して～」を開催した。講演者として岡田幹治氏（元朝日新聞論説委員）、早坂大亮氏（国立環境研究所研究員）の2名を招き、また堂谷より佐渡における研究成果報告を行った。パネルディスカッションでは、関島恒夫氏（新潟大学准教授）をコーディネーターとし、講演・報告者、渡辺竜五氏（佐渡市農林水産課課長）、末武浩二氏（JA 佐渡常務理事）、および齋藤真一郎氏（佐渡トキの田んぼを守る会、佐渡生きもの語り研究所理事）が加わり、現在佐渡が取り組む農業政策と将来について議論が行われた。参加者数は 60 名であった。</p>

#### 4. 成果物

1. 「島の新聞」記事
2. サドテレビ ニュース放送分（DVD）
3. abt 向け報告書
4. 11/11 マス全体発表資料
5. 合同セミナー一覧表
6. ネオニコアンケート報告書
7. 3/16 シンポ発表資料
8. <a href="#">同ポスター</a>

#### 5. 実施による学び

※企画実施を完了してみて、申請書に記載した計画との相違点が生じたら記載してください。とりわけ、申請時に見通した企画の弱点や障害（申請書2のh）を乗り越えることができたか、あるいはそれらが計画との相違につながったかに着目し、中間報告の内容も踏まえた上で、さらに今後の活動に活かせる学びがあれば記述をお願いします。

本企画を実施するにあたっての障害として、クロチアニジンとジノテフランの定量法が確立していないことと、両成分を定量するのに有効である液体クロマトグラフ質量分析計（LC/MS/MS）が、協力研究機関である新潟大学に使用可能な形で存在しないことが挙げられる。これらの障害については、水田水、土壌、および玄米におけるネオニコチノイドの抽出・精製方法を確立している平成理研（株）と共同研究という形をとることで解決することができた。

## 6. ハイライト

※企画を実施してみて、一番印象に残ったこと、最も心を動かされたことがあれば記述してください。

本企画を実施するにあたって最も苦労した点は、生物試料中のネオニコチノイド（クロチアニジン、ジノテフラン）測定例がこれまで国内ではなかったため、研究協力研究機関を探す必要があったことである。大学や財団、企業など様々な機関を探したが、とりわけ生物のネオニコチノイド測定について前向きに共同研究を検討していただく機関はなかなか見つからなかった。ネオニコチノイドは、国際的にも人や生態系に影響を及ぼすことで問題視されているが、日本国内においてはまだそのような研究体制が立ち上がっていないことを実感しました。常に真実を追求していけるような研究体制を築いていくべきであり、国レベルでこの問題について対処していかなければならないと思いました。

本企画に携わって最も考えさせられたことは、「農薬とどう向き合っていくべきか」という点である。農業の生産性を考えると農薬は使わざるを得ないというところが今の現実だが、農薬を使用しながらも人や生態系への影響をどれだけ最小限にとどめるためには何ができるのか、これはシンポジウムの一つのテーマでもありましたが、非常に難しい問題と感じた。このテーマに関し、明確な答えを見出すことはまだできていませんが、研究者という立場の者が真摯にデータを積み重ねていくことが重要である。そして、本企画の一つであるシンポジウムのような農業者、行政、および研究者でデータを共有化し、議論を重ねていく必要がある。

## 7. 支援

シンポジウム開催時の講演者、残留農薬測定に関する協力研究機関について、相談に応じて頂き、また紹介して頂いたことに大変感謝しています。ありがとうございました。