

# 滴る毒

トウモロコシの葉の溢液中における  
ネオニコチノイド系農薬の分析

December 2013

Greenpeace Research Laboratories

Technical Report 05-2013

**GREENPEACE**

# 滴る毒 DRIPPING POISON

トウモロコシの葉の溢液中におけるネオニコチノイド系農薬の分析

要約	3
序論	5
溢液とミツバチの関係	7
グリーンピースのサンプリング：方法と結果	9
参考文献	15

**Greenpeace Research Laboratories**

**Technical Report 05-2013**

For more information contact: [pressdesk.int@greenpeace.org](mailto:pressdesk.int@greenpeace.org)

**Written by:**

Gergely Simon, Christiane Huxdorff, David Santillo & Paul Johnston

**Edited and produced by:**

Steve Erwood

Graphics by Arc Communications

**Cover image**

Maize field, Germany

© Bernhard Nimtsch / Greenpeace

JN 457

**Published December 2013 by**

Greenpeace International

Ottho Heldringstraat 5

1066 AZ Amsterdam

The Netherlands

Tel: +31 20 7182000

**greenpeace.org**

## 概要



トウモロコシ畑  
ハンガリー、ペスト地区  
© László Halász /Greenpeace

欧州食品安全機関（EFSA）は、ネオニコチノイド系農薬3種類、チアメトキサム、イミダクロプリド、クロチアニジンの調査を実施し、これらの浸透性農薬がミツバチにもたらす潜在的リスクの評価を行った。評価結果を受けて、欧州委員会はこれら3種類の有効成分に関し特定の使用を2013年12月から2年間にわたり禁止するとの措置を決定した。評価の結果、特に入手可能なデータの欠陥や欠落によって全体的かつ徹底的なリスク評価の実施に困難をきたしていることが浮き彫りになった。EFSAが調査した各事例で指摘した不確実性の中でも重要なものは、ミツバチが個体または群れ全体の給水源として、作物の葉の縁から滲み出る溢液（いつえき、7ページ参照）を利用する場合、その溢液が農薬への曝露経路となる可能性があるということだった。

ネオニコチノイド系農薬を種子処理や土壌散粒で使用することにより、様々な作物の溢液にそれらの農薬が残留することが知られている。このテーマに関する文献はまばらであるが、現在までに実施された研究によって、ネオニコチノイド系農薬が高濃度で残留する場合があることが指摘されている。グリーンピースはこの現象を更に調査するため、ハンガリーの圃場条件で、2種類の異なる市販の種子処理用殺虫剤を用いて栽培されたというトウモロコシの溢液の研究を実施した。2カ所の圃場のうち、1カ所はクロチアニジンを実効成分とするPoncho®（バイエル・クロップサイエンス社）、もう1カ所にはチアメトキサムを実効成分とするCruiser®（シンジェンタ社）によってそれぞれ処理された種子を蒔いた。溢液のサンプルは数日にもわたってそれぞれの圃場から採取され、UPLC-MS/MS（高速液体クロマトグラフィーと質量分析計を連結したもの）および、MS（質量分析計単独）を用いて分析された。

その結果、ネオニコチノイド系農薬が溢液中に高濃度で存在することが判明した。Ponchoで種子処理されたトウモロコシの溢液には 11,709 µg/l (ppm)に及ぶクロチアニジンが、また、Cruiser処理の方には 55,260 µg/l に至るチアメトキサムが残留していた。それに加え、Cruiser 処理の作物からは、恐らくは種子に使用した主要有効成分であるチアメトキサムの分解生成物として、9,651 µg/lに至るクロチアニジンの滲出（しんしゅつ）も見られた。（訳注µg=100万分の1グラム）

溢液中のネオニコチノイド系農薬残留について高い数値が確認されたが、これらは市販の噴霧用農薬の使用において推奨される有効成分濃度と同等か、もしくはそれを超えていた。重要なのは、1カ月の生育期間が経過しても、ミツバチ1匹の一度の摂水行動において急性経口半数致死量（注1）（又はそれ以上）の摂取に相当する濃度の農薬が、作物から滲出していたことだ。これはEFSAがその評価で用いたものと同様の方法と、ミツバチの摂水量に関する限られたデータに基いて計算されている。

これらの調査結果と、ミツバチ（個体、群体を問わず）に対するその潜在的な毒学的重要性とを考慮した場合、3種類のネオニコチノイド系農薬に適用された規制の正当性が確認されたのみならず、少なくとも給水源としての溢液の潜在的意義が完全に解明され、かつ不確実性の残る領域や情報の欠落としてEFSAが指摘した問題が解決するまでは、その規制を継続すべきであることが示唆されている。この小規模な研究では、調査の規模や範囲も必然的に限られたものとなっているが、ネオニコチノイド系農薬の種子粉衣（ネオニコチノイド系農薬の粉末で包んだ種子）を用いて栽培される作物を全て対象とすべく、拡大する必要がある。また、ミツバチにとって毒物学的に曝露経路となっている溢液の重要性は、種々の作物に関してというだけでなく、欧州共同体全体におけるあらゆる作物栽培環境の下で調査し、現在利用可能ではあるが著しく限定された基礎情報を発展させていかなければならないだろう。

注1) 急性経口半数致死量 (median lethal dose) とはこの場合、一度の経口摂取から最大96時間以内にミツバチの半数が死亡する農薬有効成分の量を、統計的に導いたものをいう。

## 序論



トウモロコシ畑  
ハンガリー、ペスト地区  
© László Halász /Greenpeace

浸透性農薬とは、動植物に使用した場合、元々の使用部位から、それ以外の細胞にまで浸透して到達できる農薬を指す。例えば、浸透性農薬を用い、動物の体内および体表寄生虫感染症をコントロールすることが可能である。植物に使用する農薬は、除草効果によって対象植物を枯らすため、もしくは作物に悪影響を及ぼす菌類や害虫の駆除を目的として製造されている

(Ministry of Agriculture, British Columbia, Canada 2013)。近年では特定の浸透性農薬－ネオニコチノイド系農薬－について、花粉交配者、特に飼育ミツバチに与える潜在的影響に関連して注目が高まっている。このテーマに関する研究の多くは西洋ミツバチ (*Apis mellifera*) を対象としたものだが、これは研究者らがミツバチの個体数の減少と蜂群崩壊症候群 (CCD) の原因となり得る様々な要因の複雑な相互作用の解明を訴求してきたためである。グリーンピースは先頃、浸透性及びその他の農薬の関与も含め、花粉交配者の個体数減少の潜在的原因についての概観をまとめた (Tirado 他 2013)。

そのグリーンピースのレポート「Bees in Decline」(日本語版表題「消えるハチ」)での解説の通り、世界的なハチの個体数減少及び全般的な健康状態の劣化に関し、その要因はただ一つと考えるべきではない。特定された要因の中でも最も重要なものは病気や寄生虫に関するもの、及びハチのライフサイクルの多様な側面へ影響を与える工業型農業の生産方式に関するものである。これらの基本要素に加え、気候の変化もまた花粉交配者の健康に更なる負荷をかけている。このように、ミツバチの減少が、単一又は相互に作用する複合的要因(既知、未知を問わず)によってもたらされたことに疑いの余地はない。

病気に関しては、寄生性のノゼマ原虫 (*Nosema ceranae*) が地域的、主に南ヨーロッパにおいて被害をもたらす病原体である一方、寄生ダニのミツバチヘギイタダニ (*Varroa destructor*) は世界的な脅威である。将来的にはその他の新たな病気

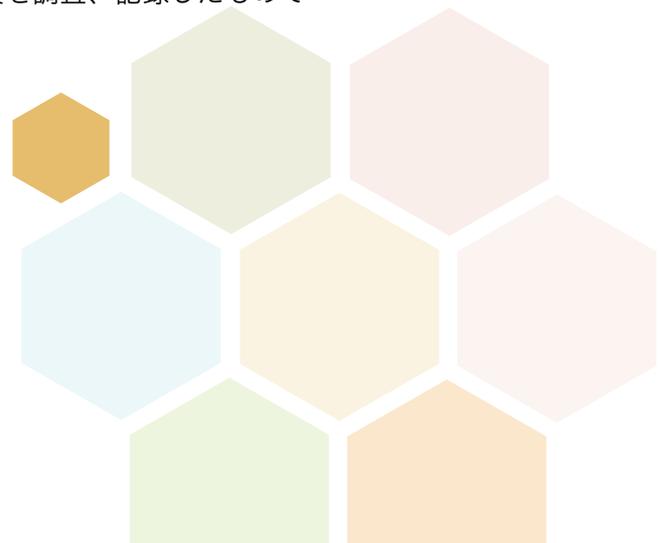
(新型ウィルスを含む)も確認されるだろう。ハチが病気や寄生虫に抵抗する能力は種々の要因、とりわけその栄養状態と有毒化学物質への曝露状態から影響を受けていると思われる。例えばある種の農薬はミツバチの免疫システムを衰えさせ、伝染病や寄生虫感染症に対して脆弱にさせる。

農薬としての化学物質は、現在の工業型農業生産の枠組みにおいては、生産システムに常に組み込まれており、その中には花粉交配者に直接のリスクをもたらすものがある。加えて、自然・半自然の生息地の破壊と分断、単一栽培の拡大及び植物多様性の縮小も、全て花粉交配者の健康に影響を及ぼしている。そして天候をより不安定に、又は極端にさせる気候の変動もまたハチやその他の花粉交配者に影響を与える一因であり、特定や予測は非常に困難ながら、その影響は甚大であると思われる。

このように多様な変化要因に直面する現状においてまず着手すべき重要なことは、ハチへの毒性の高いことがわかっている農薬の使用を禁止することであると「消えるハチ」では結論付けている。ハチへの毒性の高い農薬にはイミダクロプリド、チアメトキサム、クロチアニジン、フィプロニル、クロルピリホス、シベルメトリン及びデルタメトリンなどが挙げられる。EFSAが2013年4月に実施した農薬イミダクロプリド、チアメトキサム及びクロチアニジンの評価 (ICPBR 2011; EFSA 2012a; EFSA 2013a) を受けて、EU諸国の大多数は、これら3種類の農薬の使用を暫定的に制限するとの欧州委員会の提案 (EC 2013) に賛成した。また、これに先立ってイタリア、フランス、ドイツ及びスロベニアでは既にネオニコチノイド系農薬が部分的に禁止されていた。イタリアでは (これらの農薬の使用禁止による) 農作物への有意な悪影響は報告されておらず、逆にハチの健康状態については良い影響がみられるとの報告が数件上がっている (European Parliament 2012)。

施行されている欧州委員会実施規則 (EC Implementing Regulation) は、問題のネオニコチノイド系農薬3種の使用を一時禁止するという欧州議会の決定を受けたものだが、これは当該農薬がミツバチにもたらすリスクの全体的評価に必要とされる一連の情報が完全ではなかったためである。粉状で種子を包んだり (粉衣)、粒子状で土壤に散布した各農薬に関する調査では、ミツバチが溢液を通してこれらの浸透性農薬に曝露する可能性があるとの深刻な懸念が浮かび上がった。溢液は多くの植物から滲出し、ネオニコチノイド系農薬で種子処理された作物も例外ではない。また、滲出液にネオニコチノイド系農薬が残留し得るとの情報は数件存在するが、全体で見れば充分なものとはとても言えない。

本研究は、この問題に関してより多くの関連情報を提供するため、販売されている製剤で種子処理された商品作物の溢液に含まれる農薬を調査、記録したものである。



## 溢液とミツバチの関係



巣の中のミツバチ。  
中央が女王蜂。

© Fred Dott / Greenpeace

溢液 (guttation) という言葉は、滴 (しずく) という意味のラテン語「gutta」に由来する (Girolami 他 2009)。溢液現象は多くの維管束植物で見られる。基本的には導管液の排出であり、葉の先端や縁に沿って滴を形成する。溢液は、似通った大気条件で発生する露とは別物である。溢液現象は通常、土が湿っていて、植物の根圧が高く、多くの場合、夜間に気孔が閉じて葉面蒸発力が低下しているときに発生する (Hoffmann 他 2012)。このような条件下で、導管液は排水組織 (hydathodes; Stevens 1956) と呼ばれる特殊構造を通して滲出し、滴が形成される。溢液現象の発生頻度は植物の種類によって異なるが、広葉作物 (双子葉植物) と比較すると穀物 (単子葉植物) により多く発生する傾向にある (Joachimsmeier 他 2011)。

この研究で調査した作物に関しては、様々な相対湿度条件において溢液現象がみられた。初期の研究では、溢液には無機化合物と共に糖も含まれることが確認されている (Goatley & Lewis 1966)。最近ではアミノ酸とタンパク質の存在も示されており、排水組織の機能は十分に理解されていないとはいえ、溢液流から溶質を回収する役割をも果たしていると広く認識されている (Pilot 他 2004)。溢液の滴は夜明け頃によく発生し、日光や風によってすぐさま蒸発する。白っぽい残留物が見られることもある。溢液の滴は植物に再吸収される場合がある。

溢液中に存在し得る通常の有機又は無機溶質に加え、浸透性農薬もまた植物内に取り込まれて移動し、同様に滲出する可能性がある。ネオニコチノイド処理された種子から成長した植物の溢液には、農薬がかなりの濃度で残留することが確認されている (Girolami 他 2009; Tapparo 他 2011)。2009年のGirolami 他による研究では、ネオニコチノイド系農薬の粉末で包んだ種子から成長したトウモロコシの葉の溢液に、100mg/l近い濃度のチアメトキサムとクロチアニジン、そして200mg/lに及ぶイミダクロプリドが確認された。Tapparo 他の研究においては、ネオニコチノイド及びフィプロニルで種子処理されたトウモロコシの溢液からネオニコチノイドが検出されている。イミダクロプリドに関しては最高346mg/l、クロチアニジンでは102mg/l、チアメトキサムの場合は146mg/lの残留が確認された。溢液中の

ネオニコチノイド濃度は、出芽から10~15日をかけて次第に減少していった。フィプロニルは検出されなかった。イミダクロプリド水和剤(liquid application)を散布した土壌で育ったカンタロープメロンの溢液中にもまた、農薬が同様の濃度で滲出していることが分かった (Hoffmann & Castle 2012)。土壌処理から3日後に採取された溢液に最高濃度4.1mg/l、また、製品にラベル表示されたメーカーの最大推奨濃度で農薬を再度散布した翌日には濃度37mg/lのイミダクロプリドが研究者によって確認・報告されている。

溢液はミツバチが給水源として利用する可能性があるため、溢液とミツバチは非常に深い関わりがある。ミツバチが水を集める理由は2つあるが、いずれも天候と関係するものである。集めた水は、暑い日には気化冷却効果によって幼虫の巣房を冷やすために、また花蜜の採取が困難な寒い日や雨の日には、貯蔵の蜂蜜を薄めて幼虫に与えるために使われる (Nicolson 2009)。ICPBR (The International Commission for Plant-Bee Relationship: 植物とハチの関係に関する国際委員会) のミツバチ調査グループは、溢液の摂取がミツバチに与えるリスクの評価を行い、溢液経由の浸透性農薬による潜在的リスクを緩和するために意味のあるいくつかの要因を突き止めた (ICPBR 2011)。このグループは溢液を経由した曝露の緩和について比較的肯定的な見込みを持ち、そしてトウモロコシを最もリスクの高い作物だと特定しているが、この見解は、クロチアニジン、チアメトキサム及びイミダクロプリドの3種類の浸透性農薬に関するリスク評価においてEFSAが発表した見解 (EFSA 2012a; EFSA 2012a; EFSA 2012b) とはやや対照的である。EFSAのリスク評価では、溢液中の農薬がミツバチにもたらすリスクを完全に評価するには情報が不足していると結論付けている。評価に関わった専門家らは、観察データのみを根拠にすれば、ある種の作物からのリスクは低くなりうると考えたが、確定的な結論に至ることはできなかったのである。溢液に関連した潜在的リスクをめぐる不確実性は、利用可能なデータにおけるその他の重要な不確実要素と相まって、3種の農薬の種子処理への使用を2年間禁じるとする欧州委員会実施規則No 485/2013 (European Commission 2013) の策定・実施を大きく後押しした。

こうした背景のもとで、グリーンピースは、溢液中のネオニコチノイド系農薬の含有量に関して有用な追加情報を提供することを目的として、このトウモロコシ溢液の予備研究に着手した。

## グリーンピースのサンプリング：方法と結果

### サンプリング

#### サンプリング場所と時期

溢液中のネオニコチノイド濃度に関する研究のために選ばれた圃場は、ハンガリーの中心ブダペスト北部のペスト地区北側に位置する。沖積砂質の腐植質の似通った土壌でそれぞれ至近距離にある2カ所の露地のトウモロコシ畑で、慣行農法でよく耕された圃場である。農場主によると、いずれの圃場もネオニコチノイドで処理された種子を蒔いたという。一方（以下「圃場A」）は、2013年4月24日にPoncho（有効成分：クロチアニジン）処理の種子が、他方（以下「圃場B」）には2013年5月1日にCruiser（有効成分：チアメトキサム）処理の種子が蒔かれている。サンプリングは播種からほぼ3週間後、幼芽から最初の3枚の葉が出てから実施した。苗の高さは各圃場への播種の日にもよるが、サンプリング開始時にはおよそ8~12cm、終了時には25~35cm程度となっていた。

サンプリングは1日おきに行うことを計画していたが、雨や風など有意なサンプリングの不可能な悪天候には柔軟に対応し、翌日に延期した。溢液は通常日の出から1~2時間の間に蒸発してしまうため、サンプリングは全て日の出と同時に行った。ドナウ川の大洪水によって圃場に近付かなかったこともあり採取したサンプルの数は限られたが、圃場Aでは7回（5月17日~6月2日）、圃場Bでは5回（5月21日~6月2日）のサンプリングが行われた。

各実施日に集められたサンプルの数は以下の通り：

	サンプル数	
	圃場 A	圃場 B
2013年5月17日	3	-
2013年5月19日	3	-
2013年5月21日	3	3
2013年5月23日	1	2
2013年5月25日	3	2
2013年5月29日	3	3
2013年6月2日	3	3

#### サンプリング方法

サンプルは、各圃場において筋状に平行して植えられた作物のうち3列から採取した。圃場の中央の1列をまず選び、これと同様のサンプルを採取するため、そこから5列目及び10列目の計3列に印をつけた。圃場の中央が選ばれたのは、端で育つことによって作物が何らかの影響を受けることを避けるため、また、これまでに播種機で使用された他の種子処理剤の混入による汚染を避けるためである。サンプリングには、滴のサイズにあわせて50 $\mu$ l又は10 $\mu$ lのチップが備わったギルソン社製のマイクロピペットを使用し、なるべく露が混ざる可能性を最小限にするため、葉の先端や端に生じる溢液の滴が選ばれた。



## 分析結果

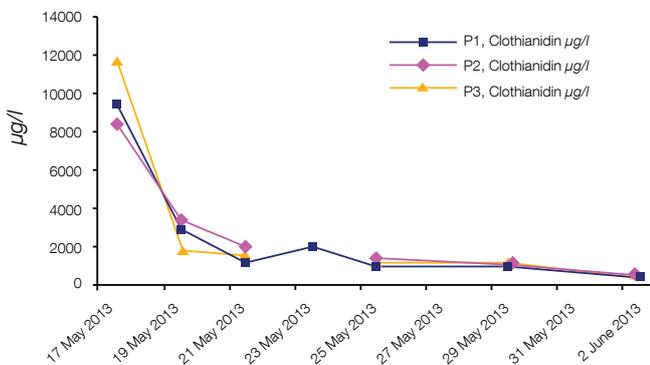
申告濃度1.25mg/粒のクロチアニジン（APENET 2011）でコーティング処理を施した種子が蒔かれた圃場Aのトウモロコシ溢液全サンプルから、クロチアニジンを検出した。6回にわたって採取された3つずつの試料と別の機会に採取された1サンプルの分析で、確認された濃度は391~11709 $\mu\text{g/l}$ の範囲であった。圃場B（チアメトキサム使用にあたって申告されている濃度0.6mg/粒のCruiserで処理された種子）（APENET 2011）の溢液の3組の試料から検出されたチアメトキサム濃度はそれよりはるかに高く、678~55260 $\mu\text{g/l}$ の範囲であった。これらのサンプルからはまた、クロチアニジンが167~9651 $\mu\text{g/l}$ と高い濃度で確認されている。このことは、クロチアニジン自体が有効成分であるばかりでなく、Cruiserの主要有効成分であるチアメトキサムの分解生成物として発生する（EFSA 2012b）という事実によって説明がつくだろう。

溢液中のネオニコチノイド系農薬2種の残留濃度は、グラフ1、2に示したとおり、サンプリング期間を通して次第に減少していった。圃場Aの作物のクロチアニジン濃度は急速に低下した。全試料において、初期の9.6 mg/lという高濃度から約0.5~1.0 mg/l前後に低下し安定した。圃場Bの作物についても同様にチアメトキサム濃度の減少がみられたが、クロチアニジンほど急速なものではなかった。チアメトキサムの残留濃度は、初期には50mg/l（50ppm）を超えていたものが、サンプリング期間を通しておよそ0.8 mg/lにまで低下した。初期濃度が、市販の噴霧用農薬に通常使用される有効成分濃度と同等かそれを超えるものであったことは注目すべきことである。例えば、パプリカやトマト、レタスなどへの散布に関し、Syngenta社はActara®10~40gを水100lで希釈するよう推奨しているが、これは水1 $\text{l}$ につき約25~100mgの有効成分チアメトキサム濃度に相当する（注2）。

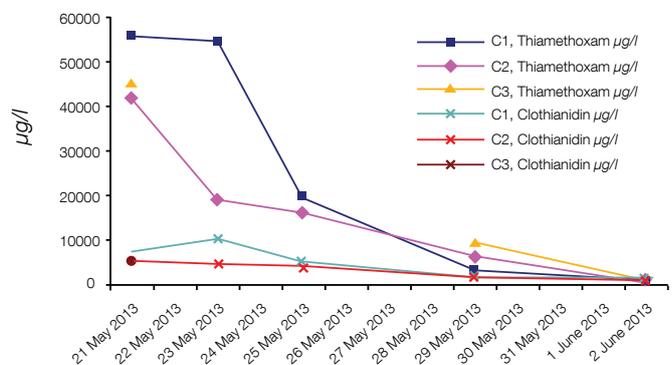
注2）以下リンクを参照のこと。

<http://www3.syngenta.com/country/hu/hu/cp/Termekeink/Rovarolo-szerek/Pages/Actara-25-WG.aspx>

グラフ1 Poncho処理のトウモロコシ溢液中のクロチアニジン  
Clothianidin in Poncho-treated maize guttation drops



グラフ2 Cruiser処理のトウモロコシ溢液中のチアメトキサム及びその分解生成物と考えられるクロチアニジン  
Thiamethoxam and metabolite Clothianidin in Cruiser-treated maize guttation drops



## 分析結果のミツバチとの関連

EFSA (2013b) は、溢液中の残留農薬のミツバチへの潜在的リスクを評価するための計算モデルを提供した。これは急性経口半数致死量と農薬摂取量との比較、及び汚染された溢液の推定摂取量に基づいている。EFSA (2013b) はその報告の中で、ミツバチは水を求めて1日に平均46回もの飛行を行うと推測している。ミツバチは作物畑への一度の飛行につき30~58 $\mu$ l、1日にして1.4ml~2.7mlの水を運ぶという。例えばミツバチがその水の大部分を保持するわけではなく、また、溢液が全摂水量のほんの僅かな部分を占めるに過ぎないとしても、運搬によるあらゆる汚染物質への終日曝露の可能性を鑑みれば、この研究で確認された溢液中の残留農薬濃度はミツバチに重大なリスクをもたらしている可能性がある。

計算は、チアメトキサムのミツバチに対する急性経口半数致死量の農薬有効成分が1匹につき0.005 $\mu$ g、及びクロチアニジンに関しては0.00379 $\mu$ gであるとの基準に基づき、EFSA (2013b) の評価で使用されたものと同様の一般的算出法に従って行われている。圃場BのCruiser処理サンプルにおけるチアメトキサムの最高濃度は55 260 $\mu$ g/lであり、分解生成物として6794 $\mu$ g/lのクロチアニジンも検出された。チアメトキサムの濃度のみを考えた場合、1匹のミツバチが急性経口半数致死量の農薬有効成分を摂取し得る溢液量はわずか0.09 $\mu$ lである。濃度6794 $\mu$ g/lのクロチアニジンのみをみれば、0.558 $\mu$ lという少量で一匹の経口半数致死量に達する。チアメトキサムとクロチアニジン双方をみた場合、また、各々の半数致死量に比例する毒性の単純加法モデルを考慮すれば（結果としてチアメトキサム換算濃度で64 223 $\mu$ g/l）、半数致死量を与え得る溢液量は0.078 $\mu$ lとなるだろう。圃場AにおけるPoncho処理作物のクロチアニジン最高濃度11 709 $\mu$ g/lに関して同様に計算した場合、急性経口半数致死量を与え得る溢液量は0.324 $\mu$ lとなる。

実験開始から12日後に記録された3つのサンプルの平均濃度は、Cruiser処理のサンプルではチアメトキサム828 $\mu$ g/l（播種より32日後の2013年6月2日）、Poncho処理の方はクロチアニジン1050 $\mu$ g/l（播種より34日後の2013年5月29日）であった。これらのデータは、撒種から約1カ月が経過してもなお、トウモロコシ溢液がわずか6.04 $\mu$ l（チアメトキサム）及び3.61 $\mu$ l（クロチアニジン）の少量で、摂水行動を行うミツバチに致死量（急性経口半数致死量）に相当する農薬を与え得ることを示唆している。1匹のミツバチが一度の摂水飛行で最大30~58 $\mu$ lの水分を摂取するものと考えれば、Poncho又はCruiser処理されたトウモロコシを一度訪れるだけでも、急性経口半数致死量を軽く上回る農薬曝露を受けることは明白である。

これらの計算、及び計算の根拠となる仮定には多くの不確実性が伴う。溢液の消費量は、場合によってはミツバチが摂水行動において摂取するとされる水分量を数桁下回ることもある。仮に、溢液が早朝に蒸発するなどして、ミツバチがその摂水行動を通して残留農薬に曝露することがないとしても、これらの数値は、依然として溢液がミツバチに対して非常に重大な毒性リスクを及ぼす可能性があることを示している。巣を気化冷却するために運び込まれる水がもたらすリスクを推計することはできないが、その水に含まれる農薬が幼虫の巣房に蓄積していく可能性もある。

## 結論



トウモロコシ畑  
ハンガリー、ペスト地区  
© László Halász /Greenpeace

この研究の結果によってネオニコチノイド系農薬を使用して種子処理された市販のトウモロコシを、慣行農業で栽培した場合、その溢液中に農薬が残留することが示された。確認された残留濃度は、溢液が給水源とされた場合、ミツバチに重大な毒性リスクをもたらす可能性があることを示唆している。いくつかのサンプルでは、ミツバチ1匹が1日の摂水行動において運び得る水分量1.4~2.7mlの全て、又は大部分が溢液由来のものであると仮定する必要もないほど、高濃度の農薬が確認された。たった一度の摂水行動においてさえ、クロチアニジンとチアメトキサム双方に関し、公表されている致死量（急性経口半数致死量）をはるかに上回る量を摂取してしまう場合がある。12日経過後の作物の溢液についても、急性経口半数致死量を与え得る摂取量は、依然としてミツバチが個々の摂水行動で摂取し得る理論上の最大量を大きく下回っている。

これらの研究結果によって更なる論点が提示されたが、それは個々のミツバチ及び巣全体への影響の両方の観点から、このような農薬曝露経路の重要性を徹底的に理解するための早急な調査を要するものである。解明すべき重要な疑問点は、ミツバチがどの程度、またどのような状況下で溢液に依存しているのかということである。ミツバチが摂取した溢液中の農薬がどれほどの割合で保持されるのか、また、溢液がどの程度の割合で巣に運び込まれ、そしてどのような目的で使用されるのかを知るためには、更なる情報が必要となる。気化冷却に使用された場合は、あらゆる農薬が巣全体へと広がる可能性がある。また、幼虫の餌となる蜂蜜の希釈に使用された場合は、潜在リスクは幼虫へと移行してしまうだろう。いずれのケースも、その全容解明を目的とした研究を必要としている。

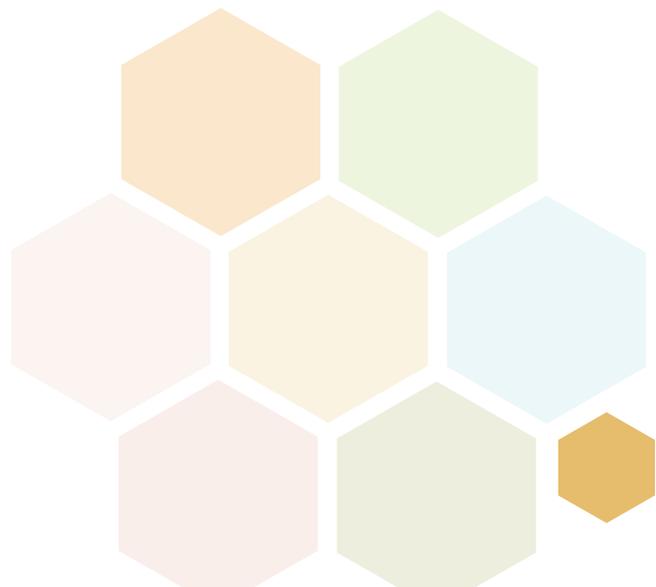
主な未解決の問題が全て解明されるまでは、予防的アプローチを全面的に適用し、これを農業政策の立案とミツバチを保護する農業活動を行うための基礎とすべきである。加えて、ミツバチに潜在的被害をもたらす物質の使用に関するEUレベルの規制も、予防原則に基づいて制定すべきである。そうした規制は、ミツバチが被る潜在的被害、及びミツバチの全体的な脆弱性に関する現在の科学的証拠を反映するだけでなく、現在及びきわめて不確かな未来において受粉作用を継続させるために野生の花粉交配者が重要な役割を果たしていることを認識し、予防原則に基づいた規制を拡大していく必要がある。すなわち、授粉という不可欠な生態系サービスを護るために、早急な対策が求められているということである。

## 提言

ミツバチや野生の花粉交配者は農業及び食料生産において重要な役割を果たしている。しかし、現在の農業集約型の農業システムはそのいずれをも脅かし、食料供給にリスクをもたらしている。この報告書では、飼育ミツバチに重大なリスクを及ぼし、全体的な群れの減少と健康障害を引き起こすネオニコチノイド系農薬の潜在的曝露経路に関して、更なる証拠を提示している。

これらのことから、政策立案者は以下のことを実施すべきである：

- 1) ミツバチに有害な農薬（イミダクロプリド、チアメトキサム、クロチアニジン及びフィプロニル）の使用を恒久的に禁止し、更に、現在EUで認可されている、その他のハチに有害な農薬（クロルピリホス、シペルメトリン及びデルタメトリン等）を含む製品の使用も禁止する。
- 2) ミツバチやその他花粉交配者の健康状態のモニタリングを含む行動計画を採用する。農耕地周辺における自然・半自然の生息地の保全状態を向上させ、農地内の生物多様性を高める。
- 3) 化学農薬の依存から脱却し、害虫管理と生態系の健全性を強化する生物多様性重視の農法へと移行するために、生態系農業技術の研究開発にかかわる資金提供を促す。EUの政策立案者は、生態系農業法の研究のために、CAP（直接支払制度）及び Horizon 2020（EU研究フレームワーク）の下、より多くの資金提供を指示すべきである。



## 参考文献

- APENET (2011)**. "Effects of coated maize seed on honey bees". Report based on results obtained from the third year (2011) activity of the APENET project, (2011) the APENET project.
- European Commission (2013)**. COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) No 485/2013 of 24 May 2013 amending Implementing Regulation (EU) No 540/2011, as regards the conditions of approval of the active substances clothianidin, thiamethoxam and imidacloprid, and prohibiting the use and sale of seeds treated with plant protection products containing those active substances. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:139:0012:0026:EN:PDF>
- European Food Safety Authority (2012a)**. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance clothianidin EFSA Journal 2013;11(1):3066 [58 pp.]. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3066.htm>
- European Food Safety Authority (2012b)**. Reasoned opinion on the modification of the existing MRLs for thiamethoxam and clothianidin in various crops. EFSA Journal 2012; 10(11):2990. [44 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2012.2990. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2990.pdf>
- European Food Safety Authority (2013a)**. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance thiamethoxam. EFSA Journal 2013;11(1):3067. [68 pp.] <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3067.pdf>
- European Food Safety Authority (2013b)**. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance imidacloprid EFSA Journal 11(1): 3068 [55 pp.]. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3068.pdf>
- European Parliament (2012)**. Directorate General for Internal Policies, Policy Department Economic and Scientific Policy A: Environment, Public Health and Food Safety. Existing Scientific Evidence of the Effects of Neonicotinoid Pesticides on Bees. [27 pp.] <http://www.europarl.europa.eu/committees/en/studiesdownload.html?file=79433&languageDocument=EN>
- Girolami V, Mazzon L, Squartini A, Mori N, Marzaro M, Bernardo AD, Greatti M, Giorio C & Tapparo A (2009)**. Translocation of Neonicotinoid Insecticides from Coated Seeds to Seedling Guttation Drops: A Novel Way of Intoxication for Bees. *Journal of Economic Entomology*, 102: 1808-1815.
- Goatley J & Lewis R (1966)**. Composition of Guttation Fluid from Rye, Wheat, and Barley Seedlings. *Plant Physiology* 41 (3): 373–375.
- Hoffmann E & Castle S (2012)**. Imidacloprid in Melon Guttation Fluid: A Potential Mode of Exposure for Pest and Beneficial Organisms. *Journal of Economic Entomology*, 105(1): 67-71.
- ICPBR (2011)**. International Commission for Plant-Bee Relationships (Bee Protection Group) 11th International Symposium on Hazards of Pesticides to Bees Working Group ICPBR: Assessment of risks posed by guttation. Wageningen, The Netherlands November 2-4th 2011: [24 pp.] <https://secure.fera.defra.gov.uk/beebase/downloadDocument.cfm?id=693>
- Joachimsmeier I, Pistorius J, Heimbach U, Scehnke D, Kirchner W & Zwerger P (2011)**. Frequency and intensity of guttation events in different crops in Germany. Proceedings of the 11th International Symposium of the ICPBR Bee Protection Group, Wageningen (The Netherlands), November 2-4, 2011: 87-90. [http://www.researchgate.net/publication/239520834\\_Frequency\\_and\\_intensity\\_of\\_guttation\\_events\\_in\\_different\\_crops\\_in\\_Germany](http://www.researchgate.net/publication/239520834_Frequency_and_intensity_of_guttation_events_in_different_crops_in_Germany)
- Ministry of Agriculture, British Columbia, Canada (2013)**. About Pesticides: General Information. [http://www.agf.gov.bc.ca/pesticides/a\\_3.htm](http://www.agf.gov.bc.ca/pesticides/a_3.htm)
- Nicolson S (2009)**. Water Homeostasis in bees, with emphasis on sociality. *The Journal of Experimental Biology* 212: 429-434. <http://jeb.biologists.org/content/212/3/429.full>
- Pilot G, Stransky H, Bushey D, Pratelli R, Ludewig U, Wingate V & Frommer W (2004)**. Overexpression of GLUTAMINE DUMPER1 leads to hypersecretion of glutamine from hydathodes of *Arabidopsis* leaves. *The Plant Cell* 16: 1827-1840. <http://www.plantcell.org/content/16/7/1827.full.pdf+html>
- Stevens A, (1956)**. The structure and development of the hydathodes of *Caltha palustris* L. *New Phytologist* 55 (3): 339-345. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.1956.tb05293.x/pdf>
- Tapparo A, Giorio C, Marzaro M, Marton D, Solda L & Girolami V (2011)**. Rapid analysis of neonicotinoid insecticides in guttation drops of corn seedlings obtained from coated seeds. *Journal of Environmental Monitoring* 13: 1564-1568.
- Tirado R, Simon G & Johnston P (2013)**. Bees in Decline: A review of factors that put pollinators and agriculture in Europe at risk. Greenpeace Research Laboratories Technical Report (Review) 01/2013: [46pp.] <http://www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/2013/04/JN446-Bees-in-Decline.pdf>

## GREENPEACE

日本語版作成・発行（2014年6月）  
国際環境NGO グリーンピース・ジャパン

翻訳協力：田坂 興亜（元国際基督教大学教授）

〒160-0023 東京都新宿区西新宿8-13-11 NFビル2F  
Tel. 03-5338-9800 Fax. 03-5338-9817

グリーンピースは、1971年に設立された国際環境NGOです。オランダに本部を置き、日本を含めた世界40カ国以上の国と地域に事務所があります。環境保護を願う市民の立場で利害関係に左右されない活動を行うため、政府や企業から資金援助を受けず、世界280万人の個人会員の寄付によって支えられています。