

Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation

ISSN 1725-9177



European Environment Agency 

Part B

種子処理用浸透性農薬とミツバチ： 化学物質のリスクをめぐる論争の民主的統御における挑戦

ローラ・マキシムとヨルン・ヴァンデル・スラウス

解説

本稿は、欧州環境庁 (European Environmental Agency) から 2013 年 1 月に刊行された報告書 *Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation* (直訳すると『早期警告からの遅ればせの教訓：科学・予防・イノベーション』) の Part B - Emerging lessons from ecosystems に収められた “Seed-dressing systemic insecticides and honeybees” (Laura Maxim and Jeroen van der Sluijs) の章と、同報告書の補遺として収録された著者 2 人とバイエル・クロップサイエンス社の科学者 (環境安全全部長) との紙上対論を、欧州環境庁の許可を得て訳出したもの。文中の [] 内は、理解を助けるために訳者において補足した。英語原文は下記から無料で PDF をダウンロードできる。

報告書全体

<http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2>

Part B (本稿および補遺の紙上対論を含む)

<http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2/part-b-emerging-lessons-from-ecosystems>

なお、この報告書は同庁から 2001 年に刊行された *Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896-2000* の続編にあたり、2001 年版は『レイト・レッスンズ 14 の事例から学ぶ予防原則』(七つ森書館) として邦訳されている。

種子処理用浸透性農薬とミツバチ：化学物質のリスクをめぐる論争の民主的統御における挑戦
ローラ・マキシム と ヨルン・ヴァンデル・スラウス

発行：2013 年 4 月 15 日 一般社団法人 アクト・ビヨンド・トラスト

翻訳：有限会社 エコネットワークス + 一般社団法人 アクト・ビヨンド・トラスト

非売品 (All rights reserved)

一般社団法人 アクト・ビヨンド・トラスト

<http://www.actbeyondtrust.org>

Tel: 03-6665-0816

Fax: 03-6869-2411

〒113-0034 東京都文京区湯島 2-9-10-2F

種子処理用浸透性農薬とミツバチ： 化学物質のリスクをめぐる論争の民主的統御における挑戦

ローラ・マキシムとヨルン・ヴァンデル・スラウス

目次

1.1	はじめに.....	2
1.2	問題に関する科学的理解の展開.....	6
1.2.1	科学的根拠の技術的および認識論的な品質.....	6
1.2.2	科学的根拠の方法論的品質.....	12
1.3	知見の創出とリスク評価のプロセス.....	14
1.3.1	知見の創出者： 公的機関の科学者.....	14
1.3.2	ガウチョのミツバチに対するリスクに関する科学的根拠の公式評価者.....	14
1.3.3	科学技術委員会.....	17
1.4	社会的議論と政策対応.....	18
1.4.1	利害関係者戦略.....	18
1.4.2	リスクに関する科学的根拠への政策対応.....	19
1.4.3	政策対応の費用と効果.....	20
1.4.4	フランス国内での論争： 2004～2011年.....	24
1.4.5	ガウチョの欧州レベルにおける評価.....	27
1.5	論争の統御についての教訓.....	28
1.6	結論と見通し.....	34
1.7	年表.....	36
	参考文献.....	37
補遺		
	マキシムとヴァンデル・スラウス執筆の章に対するバイエル・クロップサイエンス社の見解.....	49
	本稿に関するバイエル・クロップサイエンス社によるコメントへの回答.....	53

種子処理用浸透性農薬とミツバチ： 化学物質のリスクをめぐる論争の民主的統御における挑戦

ローラ・マキシムとヨルン・ヴァンデル・スラウス

1994年、フランスの養蜂家らが憂慮すべき兆候を報告し始めた。多くのミツバチが、ヒマワリの開花期の数日にわたる採餌を終えても巣に戻らなかったのである。ミツバチ同士がぴったり身を寄せ合って地面で小さな群れを作ったり、巣の前で方向を見失ってホバリング(停止飛行)したり、また異常な採餌行動を示したりした。あるケースでは、巣の前で死んでいるミツバチが報告された。

科学的根拠に基づき目が向けられたのは、活性物質としてイミダクロプリドを含むバイエル社の種子処理用浸透性農薬(商品名:ガウチョ®)だった。本稿では、ヒマワリとトウモロコシの種子処理に使われたガウチョのミツバチに対するリスクの科学的根拠が歴史的にどう進展してきたかを示し、そのようなリスクに関して集積されつつある科学的根拠への対処行動を分析する。

また、最終的に予防原則の適用につながる社会的なプロセスについても、利害関係者が論争においてどのように科学的知見を活用し、政策に影響を及ぼしたかに焦点を当てて説明する。

この問題では、公的機関の科学者はきわめて難しい立場に置かれた。彼らの研究結果は、大きな経済的・政治的利害をとまなう社会的論争の中核を占めた。彼らの研究が、その科学的価値によってではなく、一部の利害関係者の立場を擁護するかどうかで判断される場合もあった。こうした状況では、圧力に耐えてイミダクロプリドの研究を続ける研究者の能力と勇気が試された。

他の欧州諸国でもネオニコチノイド系種子処理用農薬の使用を一時的に中止した。このような決定を後押ししたのは、コーティング処理された種子を蒔く際に出る粉塵に含まれるネオニコチノイドの毒性に関する科学的根拠である。

化学物質のリスクに関する議論の民主的統御において指針としなくてはならないのは、科学者や政策立案者をはじめ、論争にかかわる利害関係者相互の信頼維持に留意し続けることである。今回の事例調査・研究から、化学物質のリスクをめぐる論争の統御について8つの教訓が引き出される。

1.1 はじめに

農薬にはさまざまな形態がある。多くは植物の表面を覆うものだが、浸透性農薬は作用のしかたが異なり、葉や根を通して処理された植物の樹液に侵入したうえ、昆虫が植物を摂取する際に接触する。種子処理や土壌処理はこうした形で効果を表す。有効成分が根に侵入し、生長過程で植物の地上部分に広がるため、大気中や土壌中の病害虫から植物を長期間、保護するのである。

浸透性農薬にはネオニコチノイド系のものが含まれ、1990年代初めから種子処理や土壌処理に広く用いられてきたが、作物への散布という形で使われる場合もある。この10年間で、ネオニコチノイド系の浸透性農薬は全世界で最も広く用いられる種類の農薬となり、2008年の総売上高は15億ユーロ(世界全体の農薬市場の24%)に達した。最初に開発されたネオニコチノイドであるイミダクロプリドは、2010年までに茎葉処理や種子処理用として120を超える国々で登録された(JeschkeとNauen, 2008年; Jeschkeら, 2010年)。

状況によっては、認可使用量の浸透性農薬でも、ミツバチ、マルハナバチ、生物農薬昆虫 (Smith と Krischik, 1999 年; Kunkel ら, 2001 年; Desneux ら, 2007 年; Roger ら, 2007 年; Katsarou 他, 2009 年; Mommaerts ら, 2009 年)などの益虫や、鳥類(Berny ら, 1999 年)、ミミズ(Luo ら, 1999 年; Kreutzweiser ら, 2008 年; Capowiez ら, 2009 年)にも影響を及ぼす可能性がある。2 万 5,000 種を超えるハチの存在は、動物による受粉に依存する顕花植物種のおよそ 80%の生存・進化に欠かせない(FAO, 2011 年)。

浸透性農薬の普及は、この農薬が野生の花粉媒介者にもたらす脅威をめぐる深刻な懸念を引き起こしている (EPA, 2003 年; Greatti ら, 2006 年; Bortolotti ら, 2002 年; Desneux ら, 2007 年)。世界中で報告されている野生の花粉媒介者の減少 (Allen-Wardell 他, 1998 年; Steffan-Dewenter ら, 2005 年; Biesmeijer ら, 2006 年)は、それら媒介者たちが世界の作物生産高 (重量ベース) の 35%にとって不可欠な存在であるため、とりわけ危惧される (Klein ら, 2006 年)。これにより、農業が花粉媒介者に依存していることに対する不安や、世界的な受粉の危機への恐怖が高まった (Ghazoul, 2005 年 a と 2005 年 b; Klein, 2008 年; Aizen と Harder, 2009 年)。

Box1.1 ミツバチ、野生のハチ、およびその他の花粉媒介者

ヨーロッパでは、受粉(花粉を出す雄しべから、それを受け取る柱頭への花粉の運搬)は主に次の 3 つの方法で行われる。

- **受動的な自家受粉**(雄しべと柱頭の直接的な接触や重力による移動):これが主要な受粉経路となることは珍しい。
- **風による運搬**: 顕花植物のおよそ 10%がこれを主要な受粉経路としている。
- **動物、とくに昆虫による受粉**: 上記以外の顕花植物種の主要な受粉経路であり、世界の主要な食用作物のうち 87 の作物が動物受粉に依存しているのに対し、動物受粉に依存していない食用作物は 28 種(Klein, 2007 年)。

ミツバチは世界中で、以下の受粉において重要な役割を果たす。

- **野菜作物**: スイカ、マスクメロン[カンタロープ]、メロン、キュウリ、インドキュウリ[漬物用の小キュウリ]、カボチャ、スカッシュ、ヘチマ、マロー[カボチャの一種]、ズッキーニなど。
- **果樹作物**: リンゴ、モモ、ネクタリン、キーウィフルーツ、マンゴー、アボカド、セイヨウスモモ、セイヨウナシ、セイヨウミザクラ、スミノミザクラ、アンズ、ミラベルプラム、ラズベリー、ブラックベリー、クラウドベリー、デューベリー、ナナカマド、クランベリー、スローベリー、スターフルーツ、ドリアン、ビワ、スモモ、ローズヒップ、ヨーロッパノイバラなど。
- **堅果作物**: アーモンド、カシューナッツ、カシューアップル、マカダミアなど。
- **油脂作物・タンパク作物**: ナタネ、カブ[種子搾油用の品種]など。
- **スパイス・香辛料**: コリアンダー、カルダモン、フェネルなど(Klein 他, 2007 年)。

より広い観点から見ると、多くの因子がミツバチや花粉媒介者の状態に影響を及ぼすが、土地利用慣行や農薬はとくに重要と考えられる (Kuldna ら, 2009 年)。本稿では、イミダクロプリドを活性物質とする種子処理用浸透性農薬ガウチョがミツバチにもたらすリスクに焦点を当てる。具

体的には、ガウチョの使用をめぐるフランスでの激しい論争や、最終的に同国でヒマワリとトウモロコシの種子処理におけるガウチョの使用禁止につながった根拠を検証する。また、別の種子処理用農薬「商品名：リージェント TS® (活性物質としてフィプロニルを含む)」も取り上げるが、この農薬について十分な説明をするにはそれだけで一章を要するため、詳細には論じない。

本稿では、フランスにおける予防原則の適用をもたらした社会的なプロセスについて記述し、解析する。科学的データはこれらのプロセスにおいて重要な役割を果たした。それを示すために、利害関係者が論争の中でどのように科学的知見を活用し、政策に影響を及ぼしたかを紹介する。したがって、本稿で検討する科学的データはすべてを網羅しているわけではなく、フランスでの議論を考察するために選抜したものである。

Box1.2 ミツバチの一生

夏期における成虫の働き蜂の寿命はおよそ4~5週間である。産卵後3日で卵が孵って幼虫が現れ、さらにそのおよそ6日後にはサナギになる。そしてその後12日間で、サナギは成虫の働き蜂に姿を変える。

成虫としての一生の間に、ミツバチはいくつかの役目を果たす。初めは育児蜂として巣にとどまり、巣をきれいにしたり、幼虫に栄養分を与えたりする。10~14日後には、集めた花蜜や花粉を蓄え、巣に風を送り、巣房に蓋をし、蜜蝋(プロポリス)を分泌し、新しい巣房を作る。巣ですごす期間の最後には、門番を務める場合もある。およそ3週間を巣の中ですごしてから死ぬまでの間、ミツバチは採餌蜂として巣の外で働き、花粉や花蜜、水、蜂蝋を集める。役割分担や、ある役割から別の役割へ移行する日齢は、コロニー(蜂群)の必要に応じて変わる。

ミツバチの餌はもっぱら花粉と花蜜と蜂蜜である。ミツバチの採餌行動は、巣から最大12 km離れた地点で行われる場合もあるが、ほとんどは巣から6 kmの範囲内と推定される(von Frisch, 1967年; Seeley, 1985年; Winston, 1987年)。

花粉を集める採餌蜂は、花で花粉を集め、それを後ろ足に付けて巣に運ぶ。花蜜を集める採餌蜂は、花蜜を蜜胃に入れてコロニーに持ち帰る。これらをすぐに摂取する場合もあれば、花蜜の水分を蒸発させ、糖の構成成分を変化させて蜂蜜に変える場合もある。花粉と蜂蜜は巣に蓄えられ、後で摂取されることもある。

花蜜と花粉の消費のしかたはミツバチの日齢によって異なる。

- 蜂児は基本的に、育児蜂の頭部の分泌腺から分泌されるローヤルゼリーを摂取し、日齢によっては花粉もいくらか摂取する。
- 育児蜂は基本的に、下咽頭腺と大顎腺を発達させてローヤルゼリーを作るために花粉を摂取する。
- ミツバチの成蜂は、担う役割によって花蜜や蜂蜜の摂取量が異なる。蜜蝋を作ったり、巣で発熱したり(幼虫の世話をする蜂や冬を越す冬蜂の行動)、採餌したりする場合には大量の花蜜や蜂蜜を消費する(Rortaisら, 2005年)。

フランスでガウチョの使用を禁止した意義は大きい。なぜなら、イミダクロプリド含有の農薬は世界中で最も広く使われているものの1つで(Jeschkeら, 2010年)、その用途は多岐にわたるか

らである。発売当時、ガウチョは大気汚染を軽減させる手段として市場に投入された。建前上、用途が土壌処理に限られ、種子への使用はごくわずかとされるからだ。ヒマワリの場合、塗布量は種子あたり 0.7mg で、イミダクロプリド量は 1 ha あたり 56~70 g になる (Belzunces と Tasei, 1997 年)。トウモロコシへの塗布量は種子あたり 0.98mg である。

こうした利点が主張されていたにもかかわらず、フランスはミツバチへのリスクに関する懸念から、ヒマワリとトウモロコシの種子処理にこの農薬を使用することを禁止した。本稿では、ヒマワリとトウモロコシの種子処理に使われたガウチョのミツバチに対するリスクの科学的根拠が歴史的にどう進展してきたかを示し、そのようなリスクに関して集積されつつある科学的根拠への対処行動を分析する。

Box 1.3 フランスにおけるイミダクロプリドの使用

2010 年 7 月、イミダクロプリドは、アンズ、モモ、セイヨウナシ、マルメロ、リンゴ、セイヨウスモモなどの果樹に使う農薬としてフランスで認可された。また、保管施設や家畜舎、貯蔵用と輸送用の資材、廃棄物や輸送用資材の処理施設に用いる消毒剤にも含まれている。このほか、バラの木の殺虫剤などとしても利用される。

現在フランスでは、ヒマワリとトウモロコシの種子処理にイミダクロプリドを使うことは禁止されているが、テンサイ、コムギ、オオムギの種子処理には使用され続けている (Ministère de l'Agriculture, 2011 年)。土壌中に残留するイミダクロプリド成分は、種子処理された作物の後に栽培される作物や野生植物によって吸収される可能性が否定できない (Bonmatin ら, 2005 年)。

イミダクロプリド禁止措置のような行動を裏づける知見は、その有効性に幅や強弱がありうる。有効性のとらえ方は利害関係者によって異なるかもしれない。そこでは 3 つの因子が重要な役割を果たす。

1. 知見の科学的品質 (**実質的品質**)。これには、技術的な側面 (測定は正確か?)、方法論的な側面 (用途に適した方法が使われているか?)、認識論的な側面 (十分な知識が利用に供されているか?) が含まれる。
2. 知見を創生した研究工程の品質や、行動を裏づける知見の有効性を吟味するのに用いられた専門家による評価工程の品質 (**手法的品質**)¹。これは、研究者や専門家の能力、現場経験、所属組織、仕事をする際の心身の健やかさ、財政面の依存度、その他、研究者や専門家同士および他の利害関係者とのさまざまな関係に左右される (地域に根ざす知見を研究に取り入れるかどうか、など)。
3. **社会的品質**。政策議論において、専門家自身や利害関係者による科学情報の伝達と活用に影響を及ぼす価値判断に関連するもの。

セクション 1.2、1.3、1.4 では、これら 3 つの領域における知見の進展を取り上げる。本稿の前半 (1.4.3 まで) は、2004 年にトウモロコシに対するガウチョの使用が禁止されるまでのフランス

¹ たとえば、予測されるリスクの「許容可能性」を公式の委員会や作業部会で評価する専門家プロセス。こうした評価が行動、すなわち作物の防護に特定の物質を使用するかどうかを決める。

における論争について詳述する。セクション 1.4.4 と 1.4.5 はそれほど詳しくないが、基本的に検討プロセスで出てきた各種意見への反応からなる。2004 年以降、科学的な文献や、主要なメディアに掲載されておらず入手の難しい文献が世界中で数多く作成されてきた。しかし、焦点をぼかさなためと、紙面上の制約との二つの理由で、これらをすべて含めることはできなかった。2004 年以降の文献については、1) フランスで作成されたものと、2) イミダクロプリドに対する使用禁止規制の決定がなされたヨーロッパ諸国で作成されたものを取り上げた。これらの分析から、リスク評価やリスク管理²における知見の品質および適用についての教訓が得られ、それをセクション 1.5 で紹介する。結論と展望についてはセクション 1.6 で述べる。

1.2 問題に関する科学的理解の展開

1.2.1 科学的根拠の技術的および認識論的な品質

1994 年：早期の警告

フランスでは、ガウチョによるテンサイの種子処理が 1991 年に、トウモロコシの種子処理が 1992 年に、ヒマワリの種子処理が 1993 年に認可された。ガウチョがヒマワリの栽培で初めて使用されたのは 1994 年である。その年から、養蜂家らが憂慮すべき臨床的な[蜂場での]兆候を報告し始めた。多くのミツバチが、ヒマワリの開花期の数日にわたる採餌を終えても巣に戻らなかったのである。ハチの行動にも懸念を呼び起こすものがあった。ミツバチ同士がぴったりと身を寄せ合って地面で小さな群れを作ったり、巣の前で方向を見失ってホバリング(停止飛行)したり、異常な採餌行動をとったり、女王蜂が採餌蜂の消失を埋め合わせるために[産卵数増加により]幼虫の数を増やしたりした。巣の前で死んでいるミツバチが報告されることもあった。

被害を受けた蜂場では、大半の巣が影響を受けた。これらの蜂場では 1994 年以降、何年にもわたり、ヒマワリ蜂蜜の収量がそれまでの年の平均収量に比べて 40~70%減少した。1994 年以前、年間収量の変動はプラス・マイナス 10%で推移していた。冬の終わりに、例年ならミツバチの消失が 5~10%であるのに対し、[1994 年以降は]全体の 30~50%にも及ぶようになった(養蜂家 20 軒との私的なやりとり; Coordination des Apiculteurs, 2001 年; Alétru, 2003 年)。

その後も年々、養蜂家たちからは現場で見られる同様の兆候や、そうした特徴的な兆候がヒマワリとトウモロコシの栽培地域で採餌するミツバチに与える具体的影響が報告された(たとえば、Belzunces と Tasei, 1997 年; CNEVA Sophia-Antipolis, 1997 年; Pham-Delègue と Cluzeau, 1998 年; Coordination des Apiculteurs, 2001 年; Alétru, 2003 年など)。フランスの養蜂現場で見られる兆候の程度は、時間的(経年)にも空間的にもばらつきがあった。これらは、ミツバチの生息環境にあるさまざまな食料源の割合などの因子に左右されるように思われた(CST, 2003 年)。

ヒマワリ蜂蜜の収量が明らかに減少したとの報告は、経済的に大きな損失を意味していた。考えられる原因を探った養蜂家たちは、ヒマワリ栽培で 1994 年にガウチョが種子処理用に初使用されていたことに気づいた。彼らは、ガウチョで処理したヒマワリの栽培面積拡大に伴い、ミツバチの問題が増えていると報告した(Chauvency, 1997 年; Belzunces と Tasei, 1997 年; CNEVA Sophia-Antipolis, 1997 年; Pham-Delègue と Cluzeau, 1998 年)。そこで養蜂家たちは(ガウチョを製

² この件に関する詳細は、Maxim と Van der Sluijs (2007 年)を参照。

造する) バイエル社に、活性物質イミダクロプリドのミツバチに対する潜在的毒性について情報を求めたのである (Coordination と Apiculteurs, 2000 年)。

この要請は、バイエル社の資金援助を受けた科学者や、農業・農産加工業・林業省 (Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt) [以下「農林省」]、フランス食品衛生安全庁 (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments: AFSSA)、養蜂家、公的機関で働く研究者³ (以下「公的機関の科学者」という) が関わる、一連の長い科学的調査の出発点⁴となった。

時系列で見る知見の進化

ガウチョが発売された当時、製造会社はガウチョを種子処理に用いる限りミツバチに危険を及ぼすことはないと判断した (Bayer, 1992 年)。バイエル社は養蜂家からの要請に対し、圃場調査や (トンネル下での⁵) 半圃場調査を実施した。バイエル社によれば、これらの調査でガウチョがミツバチに危険を及ぼさないことが示されたという (Belzunces と Tasei, 1997 年)。

しかし、養蜂現場での兆候は続いた。バイエル社の実験は、1997 年 1 月 6~8 日にフランス・モンペリエで開かれた第 4 回農業病害虫国際会議 (Fourth International Conference on Pests in Agriculture) と、1997 年 10 月にフランス農業技術調整協会 (Association de Coordination Technique Agricole: ACTA) が主催した会議でも発表された。実験に対する批判を受けて (ACTA, 1997 年; Belzunces と Tasei, 1997 年)、公的機関の科学者にもこの問題の調査が求められた。

ミツバチのイミダクロプリド曝露: 1993~1999 年

ガウチョ曝露を評価する際の主な問題の 1 つは、花粉や花蜜に含まれる極めて低い濃度のイミダクロプリドの測定精度だった。1993 年に、植物中のイミダクロプリドを測定するためにバイエル社の資金援助を受けた科学者が定めた検出下限は 10ppb⁶だった (Placke と Weber, 1993 年)。しかしのちに、花粉や花蜜に含まれるイミダクロプリドの存在を確認するには、これよりはるかに低い検出下限 (DL) が必要であることがわかった。

この時期にバイエル社が行った調査では、花粉と花蜜に含まれるイミダクロプリドを検出できないか、検出できてもそれを定量化できないかであった (CST, 2003 年)。1999 年のある調査では、ガウチョで処理されたヒマワリに含まれるイミダクロプリドが定量され、花粉中に 3.3 ppb、花蜜中に 1.9 ppb という結果が得られた (Stork, 1999 年)。

公的機関による研究が始まった際 (1997~1998 年)、フランスの農林省食品総局 (Direction Générale de l'Alimentation: DGAL) は、「可能な限り低い検出下限」を用いて分析するよう要請しつつ、「下限値は 0.01 mg/kg (10 ppb) を下回らないこと」⁷という条件をつけた。1998 年の事業計

3 フランスでは、国の研究機関(フランス国立農学研究所[Institut Scientifique de Recherche Agronomique: INRA]やフランス国立科学研究センター[Centre national de la recherche scientifique: CNRS]など)、大学で働く科学者は公務員である。彼らの給料全額と活動費(設備費の場合もある)の一部は公的機関から支給される。

4 以降の記述では、利用可能なデータをすべて記載するという無益な試みはやめ、議論において重要な役割を果たしたデータを選び出した。2003 年より以前の利用可能な調査結果の全リストは CST (2003 年)で入手できる。

5 トンネルとは長さ数メートルのテントのことで、風通しがよく、実験用の蜂群を外部から隔離できる。トンネルの目的は、圃場の条件を作り出しながら、ミツバチに実験用に選んだ食料源だけ(イミダクロプリドで汚染された植物など)を食べさせるようにすることである。

6 「ppb (10 億分の 1)」は極めて低い質量濃度に使われる単位。より正確には 10 のマイナス 9 乗 (例: 1ppb=1µg/kg)。

7 仏語原文 sans toutefois descendre à une valeur inférieure à 0.01 mg/kg.

画において、DGALは「最も低い検出下限を用いるのは有益ではない」⁸と指摘した。このDL設定はバイエル社のそれに呼応するものだった（Pflanzenschutz Nachrichten Bayer, 46.1993.2 逆相液体クロマトグラフィーおよび紫外線検出を用いる方法）。また、研究手続きの策定委員会にはバイエル社の代表者複数も参加していた。

DGALが分析を要請した時点で、CETIOM（Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains フランス油糧種子技術研究所⁹）はすでに、花蜜中のイミダクロプリド検出には10 ppbをはるかに下回る検出下限——およそ1.4 ppb——が必要だと推定していた。

新聞や雑誌などの紙メディアは、DGALの提言や研究手続き草案作成へのバイエル社の関与を知り、バイエル社に対するDGALの公平性、および適切かつ有効な結論を見出そうとするDGALの意志に疑問を呈した（Libération, 1999年a）。

公的機関の研究者によるこれら最初の調査では、ヒマワリの葉と花粉中にイミダクロプリドが10ppb未満で存在することは報告されたが、定量されなかった（Pham-Delègue と Cluzeau, 1998年）。

この調査結果は「製品の責任を公式に立証することなく、製品の影響について疑念を抱かせた」¹⁰（Ministère de l'Agriculture, 2001年b）。ガウチョが無害であることに対する疑義は、予防原則の適用につながった。1999年1月、フランスのジャン・グラヴァニ農林大臣は、ヒマワリの種子処理に対するガウチョの使用禁止を決定した（Libération, 1999年b）。

この禁止措置は2001年に2年間、2004年にさらに3年間更新され、現在（2012年2月）もなお有効である。

ミツバチのイミダクロプリド曝露：2000～2002年

養蜂家たちは、1999年にヒマワリに対するガウチョの使用が中止された後も、養蜂現場でミツバチが示す「イミダクロプリド」中毒の兆候を報告し続けた。これを説明するために3つの仮説が提示された。

- ミツバチは引き続き、ガウチョ処理されたトウモロコシの花粉に曝露されていた（ヒマワリとトウモロコシの開花は同時期）。
- イミダクロプリドは、他の作物（テンサイ、コムギ、オオムギなど）の処理に使われた後、土壤中に残留し、それらの種子処理作物の1年以上後に栽培された、無処理のヒマワリによって吸収された。
- ミツバチは、1995年12月に暫定的に認可されていたリージェントTSによるヒマワリ種子処理の影響を受けた。

2001年にガウチョのヒマワリへの使用禁止が延長されたことと、トウモロコシへの使用禁止が拒否されたことを受けて（Ministère de l'Agriculture, 2001年a; Conseil d'Etat, 2002年）、農林省はミツバチ減少被害をめぐる多因子研究に関する科学技術委員会（Comité Scientifique et Technique de l'Etude Multifactorielle des Troubles des Abeilles. 以下、CST¹¹）を設置した。

8 仏語原文 il n'est pas utile de chercher à travailler avec la limite de détermination la plus basse possible.

9 Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains

10 仏語原文 Les résultats ont généré des suspicions sur l'effet du produit, sans pour autant prouver formellement sa responsabilité.

11 Comité Scientifique et Technique de l'Etude Multifactorielle des Troubles des Abeilles

2000年から2002年にかけて、公的機関の科学者たちは、各種の方法や、より低い検出下限を用い、イミダクロプリドが種子処理されたヒマワリとトウモロコシの花粉に2~4 ppb (Bonmatin 他, 2001年と2002年; Bonmatin と Charvet, 2002年)、種子処理されたヒマワリの花粉に13.3 ppb (Laurent と Scalla, 2001年)、種子処理されたヒマワリの花蜜に1.6 ppb (Lagarde, 2000年)存在することを確認した。

この3年間で、ミツバチは最長1カ月に及ぶヒマワリとトウモロコシの開花期に、イミダクロプリドで汚染された花蜜や花粉を集める可能性があることがわかった。花粉や花蜜は巣に蓄えられるため、汚染された花粉や花蜜を反復摂取した影響はほとんど瞬時にでも、あるいは数日もしくは数週間後にでも、ハチに表れる場合がある。さらに、ハチは役割によって曝露のされ方や程度が異なると考えられる。たとえば、花粉を集める採餌蜂(花蜜を集める採餌蜂とは違う)は花粉を巣に持ち帰るだけで、花粉を摂取しない。花粉を摂取するのは育児蜂と、育児蜂よりも量は少ないが幼虫である(Rortais 他, 2005年)。

花蜜を集める採餌蜂が、自ら集める花蜜中のイミダクロプリドに曝露されるかどうかは、巣の周辺環境中で利用できる食料源によって変わる可能性がある。加えて、採餌蜂は採餌に向かう前に、すでに巣に蓄えられている花蜜や蜂蜜をいくらか摂取する。巣から採餌場所までの距離にもよるが、ミツバチは飛び回ったり、採餌したりするエネルギーを得るために、巣にある花蜜・蜂蜜および/または集めた花蜜を多かれ少なかれ摂取せざるをえない。従って、ミツバチは程度の差こそあれイミダクロプリドを摂取する可能性がある。

バイエル社は2002年、花粉や花蜜に含まれるイミダクロプリドへのミツバチの曝露レベルを0~5ppbと公表した(AFSSA, 2002年)。

ミツバチのイミダクロプリド曝露：2003~2006年

CSTは、曝露評価と、利用可能な測定結果を選択する科学的品質基準とに基づき、ガウチョ処理されたヒマワリの花粉に3.3 ppb、トウモロコシの花粉に3.5 ppb、ヒマワリの花蜜に1.9 ppbのイミダクロプリドが存在するという調査結果を確認した(CST, 2003年)。

種子処理後、イミダクロプリドはほぼ全量が植物中で(代謝されて)多くの派生物(代謝物)に変化する。主な代謝物は、5-ヒドロキシイミダクロプリド、4-ヒドロキシイミダクロプリド、4-5ヒドロキシイミダクロプリド、オレフィン型、イミダクロプリドグアニジン、イミダクロプリド尿素、6-クロロニコチン酸である。

これらのうち2つの代謝物¹²(オレフィンと5-ヒドロキシイミダクロプリド)はミツバチに対して急性毒性を示すが、ヒマワリの花蜜やヒマワリとトウモロコシの花粉中の代謝物を測定する調査において、CSTが有効性を確認できたものは1つもなかった。そこでCSTは、花粉と花蜜に含まれるこれら代謝物の同定と定量が可能な、十分に低い検出下限と定量下限を設定するよう提言した。

致死および亜致死影響

農薬がミツバチに及ぼす影響には、急性致死影響ないし慢性致死影響、急性亜致死影響ないし

12 他の5つの代謝物は、ミツバチに対して何ら特定の毒性を示さない。

慢性亜致死影響の4つの形が考えられる。

- **急性致死影響**は、曝露ミツバチの50%が48時間以内に死亡する致死量(LD)で表される：LD50(48時間)。
- **慢性致死影響**は、長期(たとえば約10日間)にわたる曝露後に生じるミツバチの死亡を指す。

急性致死影響とは異なり、慢性致死影響には標準化された定量手法がなかった。そこでイミダクロプリドについては、慢性致死影響を次の3つの方法で表すことにした。

- LD50：曝露されるミツバチの50%が10日以内に死亡する量
- NOEC(無影響濃度)：影響が観察されないイミダクロプリドの最高濃度
- LOEC(最小影響濃度)：影響が認められるイミダクロプリドの最低濃度

亜致死影響とは、ミツバチの行動や生理機能、免疫機能などの因子が変化することを指す。亜致死影響は、個体の死亡や蜂群の崩壊に直接つながるわけではないが、これによりやがて死に至るかもしれないし、蜂群が影響を受けやすくなって(病気にかかりやすくなるなど)、蜂群の崩壊をもたらすかもしれない。たとえば、記憶や方向感覚に支障をきたしたり、生理機能に障害を抱えたりする個体は巣に戻れなくなり、飢えや寒さで死に至るかもしれない。こうした影響は、急性致死を対象とした標準農薬試験では検知されないだろう。さらに、ミツバチの生態における重要な側面は、蜂群が「超個体」¹³として行動することである。そのため、特定の機能を果たす各個体に作用する亜致死影響は、蜂群全体の機能に影響を及ぼしうる。慢性致死影響と同様、亜致死影響についても標準定量手法は存在しなかった。

- イミダクロプリドとその代謝物の**急性亜致死影響**は、ミツバチを当該物質に(摂取または接触によって)一度だけ曝露させ、ある期間(数分から4日までと実験室によって異なる)ミツバチを観察することによって評価された。
- **慢性亜致死影響**は、ミツバチを当該物質に一定期間(24時間おきに10日間など)、複数回曝露させることによって評価された。

急性・慢性亜致死影響とともに、NOECおよび/またはLOECで表される。

致死および亜致死影響の調査：1997～2000年

農薬散布による中毒症状は通常、大量死や巣の前で瀕死状態に陥るミツバチによって確認されるが、養蜂家たちは多くの巣で採餌蜂の大半が消失していると報告した。ここから彼らは、イミダクロプリドがミツバチの運動能力および/または方向感覚全般に影響を与えているという仮説を立てた。

¹³ Moritz と Southwick(1992年)は、超個体を「少なくとも2つの同一ではない類型に分類され、また異なる機能を持つ、生殖能力のある個体とない個体に分化される生命体を有する、個体を超越した構成体」と定義する(4頁)。彼らは、超個体を社会的な集団と混同すべきではないと強調する。それはとりわけ「超個体は、これを構成する十分な数を必要とするため、仕事をいかに遂行するかという各個体の質よりも、仕事に携わる生命体の数が重要になる」からである(5頁)。蜂群を構成する数えきれないほどの各個体は、協同体として機能する。超個体は、個体内の恒常性(食料の貯蔵や巣の衛生)を保ち、巣を守る装備を十分に備えるか、さもなければうまく擬態を施す。超個体は他の超個体からしか生まれえない。たとえばハチの場合、繁殖力のある女王蜂を有する蜂群のほとんどの部分が、最初の個体群から「分裂」[分封]して群れを作る。「しかし結局のところ、真に重要な特徴は1つだけである。自然淘汰が超個体そのものに影響を与えないならば、このような定義を持ち出すことはまったく意味をなさない。自然淘汰が各個体だけに作用している限り、このような追加的な視点は必要ない」(6頁)。

1999年以降、バイエル社の資金援助を受けた科学者も慢性致死影響と慢性亜致死影響の調査を行うようになった。彼らは、それ以前の報告よりはるかに低いイミダクロプリドのLOECを検出した。バイエル社の3人の科学者（アンボレット、クレヴァット、シュミットの各氏）は、第4回農業病害虫国際会議（1997年1月6～8日）でLOECを5,000 ppbと報告していたが、新たな評価値はわずか20 ppbで、これはミツバチあたり0.5～1.4 ngに相当する値だった（Kirchner, 1998年, 1999年, 2000年）。

バイエル社の資金援助を受けた科学者が1999年と2000年に明らかにした、亜致死影響を及ぼさない最高濃度（NOEC）の他の評価値は、ミツバチあたり0.25～0.7 ng（10 ppb）（Kirchner, 1999年, 2000年）から、同0.94 ng、同1.25～3.5 ng、同1.5 ng、同8.2 ng、同9 ng（Schmitzer, 1999年; Schmuck と Schöning, 1999年; Thomson, 2000年; Wilhelmy, 2000年; Barth, 2000年）まで多岐にわたった。

イミダクロプリドが亜致死影響を及ぼす最低濃度（LOEC）の中で、公的機関の科学者が報告した値は、ミツバチあたり0.075～0.21 ng（3 ppb）、同0.15～0.42 ng（6 ppb）、同0.25～0.7 ng（10 ppb）、同0.31～0.87 ng（12.5 ppb）（ACTA, 1998年; Pham-Delègue, 1998年; Pham-Delègue と Cluzeau, 1998年; Colin, 2000年; Colin と Bonmatin, 2000年; Colin 他, 2002年）だった。

バイエル社のデータと公的機関の科学者によるデータを比較できるように、われわれが指摘したいのは、定義上、NOECはLOECより低い試験濃度であるということだ。公的機関の科学者が出したデータに対応するNOEC値は当然のことながら、この定義どおり彼らが検出して本稿に示すLOEC値を下回った。

こう書くと、上記の数値中、バイエル社のNOECが公的機関の科学者が出したLOECの大半の数値を上回ることを奇妙に感じるかもしれない。しかしこの奇妙な結果は、バイエル社のNOEC値が急性の亜致死中毒によるものであるのに対し、公的機関の科学者が挙げた2つの値は慢性の亜致死中毒の値であるという事実によって一部は説明できる。

実際、上記の数値の違いは調査・研究源の違いから生じたものかもしれない。たとえば、標準試験法が存在しなかったため各研究所はそれぞれ異なる試験手法を用いた。さらに、調査された亜致死影響は多岐にわたった（ノックダウン効果 [中毒の局所的麻痺により死に至ること]、移動時の運動調整機能、蜜の摂取量、花粉の摂取量、蜜蝋の生産量、親の認知、記憶、食料源の訪問、臭覚認知など）。測定する対象や方法によって結果が異なるのはいうまでもない。

致死および亜致死影響の調査：2001～2004年

2001年、公的機関の科学者は慢性致死影響について、0.1 ppbのイミダクロプリドを含む砂糖水を10日間与えた後のLD50がミツバチあたり12 pgであることを確認した（Suchail, 2001年）。

2002年、バイエル社は「当社の調査により、20ppbを下回れば蜂群への悪影響は観察できないことが立証された」¹⁴と宣言した（AFSSA, 2002年）。

イミダクロプリドの特性：土壌残留性と無処理の作物中の含有

バイエル社は、農林省に提出した文書の中で（Bayer, 1999年）、2種類の土壌におけるガウチョ

14 仏語原文 Les études Bayer ont établi que jusqu'à 20 ppb, aucun effet négatif ne pouvait être observé sur des colonies d'abeilles.

の半減期 (DT50)¹⁵が、188 日±25 日と 249 日±40 日であることを引用した。注目すべきは、これが詳細な生態毒性学的調査の実施についてEU指令 91/414/EEC (附属書VIパートC 2.5.1.1 項) で定められた 3 カ月の期限を超えることである。

「圃場試験期間中に、提示された使用条件下で植物防疫製品を使用した後、活性物質と、毒性学的、生態毒性学的、環境的な視点から重要であれば代謝物および分解生成物や反応生成物とが、1 年を超えて (すなわち、DT90 が 1 年超、DT50 が 3 カ月超) 土壌中に残留する場合には認可を与えてはならない [.....] ただし、圃場条件下で、後作物に許容できない残留物が存在したり、後作物に許容できない植物毒性が生じたり、環境に許容できない影響が見られたりする濃度で土壌中に蓄積されないことが科学的に証明される場合を除く.....」

ガウチョのフランスにおける認可は、このEU指令とフランス国内の規制¹⁶に基づくものだった。公的機関の科学者が土壌中で検出したイミダクロプリドの平均濃度は、ガウチョで作物を処理した年が 10.25 ppb、その翌年は 4.4 ppb だった (Bonmatin 他, 2000 年)。

1.2.2 科学的根拠の方法論的品質

リスク評価の方法

散布型 (典型的) 農薬のミツバチへのリスクは、実験室条件下、それに続く半圃場調査、そして最後は圃場調査での死亡率調査を用いて評価された (Halm 他, 2006 年)。こうした調査の第一段階は、危険指数 (HQ: 圃場散布量を経口ないし接触による LD50 で割った数値) を算出することである (OEPP/EPPO, 2003 年)。HQ が一定の閾値を超える場合には、さらなる調査が求められる (Halm 他, 2006 年)。

バイエル社は、ガウチョの販売承認申請書類において LD50 の方法論を用いた (Bayer, 1999 年)。しかし、LD50 に基づく方法論は散布農薬のリスク評価を目的とするもので、以下のいくつかの理由から、種子処理用浸透性殺虫剤に用いるのは適切でないことが明らかになっている。

- 種子処理用浸透性殺虫剤は種子に塗布され、生長過程で植物体内に拡散する。従って、活性物質の圃場散布量を曝露パラメータとすることは、ミツバチの真の曝露を測定するには極めて不適切だ (Halm 他, 2006 年)。種子処理用殺虫剤のミツバチへの影響において重要なのは、1 ha 当たりの散布量ではなく、花粉や花蜜中のイミダクロプリド (および代謝物) の量である。
- 急性および慢性の影響はどちらも (養蜂現場で観察される兆候を考えれば) 蜂群にとって重要だが、LD50 はミツバチの成虫に対する急性影響しか考慮していない。
- 種子処理用浸透性殺虫剤は、個体だけでなく蜂群全体の能力に作用する亜致死影響をもたらす可能性がある。なぜなら、採餌蜂が花粉や花蜜を介して巣の中に農薬を持ち込みうるからだ。
- 種子処理用浸透性殺虫剤のリスクは、蜂群におけるミツバチの日齢や役割によって異なる

15 DT50 は分解半減期、すなわち物質の当初濃度の 50%が消失/分解するのに要する期間をいう。DT90 は、物質の当初濃度の 90%が消失/分解するのに要する期間。

16 Arrêté du Ministre de l'Agriculture de 6 septembre 1994 portant application du décret no 94-359 du 5 mai 1994 relatif au contrôle des produits phytopharmaceutiques, modifié par l'arrêté du 27 mai 1998

(Rortais 他, 2005 年)。

このため、CST が選択したイミダクロプリドのリスク評価手法は、予測曝露濃度 (PEC) に対する予測無影響濃度 (PNEC) の比率評価に基づくものだった。工業用化学物質の環境リスク評価に用いられるこの評価手法は、曝露レベル(予測曝露濃度=PEC)と毒性(予測無影響濃度=PNEC)との比較を可能にし、ミツバチの異なる日齢群や分封群 [巣分かれした群れ]、また異なる餌母体マトリックス [要素の組み合わせ] (蜂蜜や花粉など) に対して、短期および長期における致死影響と種々の亜致死影響との両方を考察する (Halm ら, 2006 年)。このように、PEC と PNEC を用いたアプローチでは、毒性の特定項目の比較対照調査で判明する影響が、結果的に実際の条件下で見られる可能性 (リスク) がある。

圃場および実験室での調査

バイエルの資金援助を受けた科学者と公的機関の科学者との間では、実験室調査と圃場調査¹⁷の相対的な有効性について意見が分かれた。バイエル社は、それが実験室調査の結果と一致するかどうかにかかわらず、圃場実験の結果は活性物質のリスクを証明するか反証するかのどちらかであると考えた。公的機関の科学者は、圃場調査は農薬のミツバチへのリスクを決定づける上で確固たる決め手にはなりえないと主張した。

実験の原則は、他のすべての要素を一定に保ちながら、1 つの要素を変化させることである。ミツバチを用いる現在の圃場実験ではこれができない。なぜなら、対照圃場 (殺虫剤が使われていない圃場) と試験圃場で、非生物因子と——とりわけ——生物因子との組み合わせが一致することは決してないからだ。蜂群そのものが同一ではなく、またミツバチの生息環境中で利用できる食餌源は常に同一ではない。

さらに圃場試験では、ミツバチが実験対象外の圃場を訪れることを防げられない。たとえば、対照エリアと試験エリアとの距離が近すぎる場合が多いため、一方のミツバチがもう一方の圃場で採餌することを防げられない¹⁸。養蜂家からも野外の圃場実験においても、ミツバチの死亡率の違いが数多く報告された (CST, 2003 年)。従って、特定の圃場実験での観察結果が、実際の条件下で生じうる影響の範囲を表すとは限らない可能性がある。管理不能な要素 (たとえば土壌構造や気候、ハチにとって魅力的な植物の組み合わせなど) の多様性が大きいことから、現在の圃場実験は、それが行われる特定の状況についての情報を提供するにとどまる。

最終的に、圃場実験の結果も実験室調査の結果も、ともにリスク評価において合法的に用いられる可能性があるとして決定した (1999 年 12 月 29 日) のは、科学的機関ではなく、フランスの最高行政裁判所であるフランス国務院 (Conseil d'État) だった (Fau, 2000 年)。これは PEC/PNEC 比率に基づく化学物質のリスク評価における慣行となっている。

17 「圃場実験」と、実際の条件下で臨時的な兆候を測定する「モニタリング」とは区別される。

18 半圃場 (トンネル) 調査でも、いくつかの理由から、ミツバチへの農薬のリスクを決定的に示すことはできない。第一に、半圃場実験のほうが実際の条件下より、餌の量や汚染源に曝露される時間の重要性ははるかに低い。第二に、ミツバチが採集した花粉や花蜜 (試験のために汚染したものを) を実際に摂取するか、実験開始時に巣の中にすでに蓄えられていたものを摂取し続けているかを知ることができない。第三に、採餌距離が非常に短いため、距離による何らかの行動影響 (方向感覚の問題など) は半圃場実験では見られないかもしれないが、実際の条件、すなわちミツバチが巣から遠い場所で採餌しなければならない場合には表れる可能性がある。

1.3 知見の創出とリスク評価のプロセス

1.3.1 知見の創出者：公的機関の科学者

この問題では、公的機関の科学者はきわめて難しい立場に置かれた。彼らの研究結果は、大きな経済的・政治的利害をとまなう社会的論争の中核を占めた。彼らの研究が、その科学的価値によってではなく、一部の利害関係者の立場を擁護するかどうかで判断される場合もあった。こうした状況では、圧力に耐えてイミダクロプリドの研究を続ける研究者の能力と勇気が試された。

ある科学者はこう述べた。「1998年1月のプログラム開始当初から、名誉毀損の訴えを起こすと脅す手紙がバイエル社から私宛てに直接送られてきました」¹⁹ (AFP, 2003年)。バイエルの弁護士たちが書いたこの手紙は、訴訟と賠償金の両方について警告していた（私信）。

また、バイエル社は研究者の上司にも、上司の立場から研究者の報道機関への働きかけに対して影響力を行使するよう求める手紙を送った（私信）。上司は同社の要求を拒否したが、部下の研究者に、報道機関に対して細心の注意を払うよう忠告した。

別の研究者はこう語った。「私はこのテーマについて3年間取り組んできました。それなのに、上層部……私の上司[……]からテーマを変更するよう求められたのです」²⁰ (ElieとGaraud, 2003年)。

2000年、一人の公的機関の科学者が、ミツバチへのイミダクロプリドのリスクを検討するためヨーロッパの複数の資金を獲得した。ところが研究者の上司は突然、そのプログラムを中止させた。その研究者はすでにイミダクロプリドに関するそれまでの調査・研究でいくつかの初期結果を出していて、資金調達は確定し、これが社会的にも科学的にも有用な研究だったにもかかわらず、である（私信）。

われわれは、バイエル社の資金援助を受けた科学者の体験に関する情報を持っていない。本稿の作成過程において、あるバイエル社の研究者にこうした情報を直接求めたが、そのような情報は何ひとつ提供されなかった。

1.3.2 ガウチョのミツバチに対するリスクに関する科学的根拠の公式評価者

有害製品委員会 (CTP)

有害製品委員会 (Commission d'étude de la toxicité: CTP)²¹は1993年、種子処理に使われるイミダクロプリドにミツバチが曝露されなかったというバイエル社の主張を踏まえて、この問題を専門に扱うミツバチ作業部会²²に助言を求めることなく、ガウチョの認可を支持する評価を発表した。

養蜂現場での兆候が現れ、最初の評価報告書 (Belzunces と Tasei, 1997年)が出た後のCTPの評価 (1997年12月11日)は曖昧なものだった。この評価は、入手可能な情報に照らして、ガウ

19 仏語原文 Dès le début du programme, en janvier 1998 j'ai reçu personnellement une lettre de Bayer me menaçant d'un procès en diffamation.

20 仏語原文 J'ai travaillé trois ans sur le sujet et la direction... ma direction [...], m'a demandé de changer de sujet.

21 「有害な製品に関する委員会」は農林省の傘下に設置され、毒性学や生態毒性学の専門家で構成された。その任務は、毒性学や生態毒性学の観点から認可申請書類を分析することである。同委員会は2006年に、フランス食品衛生安全庁 (AFSSA) が率いる専門家グループ (植物・環境局: DIVE) に取って代わられた。

22 ミツバチ作業部会は、販売承認申請される植物防疫製品 (PPP) のミツバチへのリスクを報告するために設置されたCTPの作業部会である。顕花植物に用いる際にミツバチにリスクをもたらさないことを示す「ミツバチラベル」の製品認可について助言を行った。

チョの使用と蜂蜜の収量減少との因果関係を裏づけることも否定することも不可能だとした。CTPは、2002年12月まで曖昧な評価を発表し続けた。

1997年から2001年にかけて、CTPは明確な発表を行うのに十分な知見を持ち合わせていないと考へ、さらなる調査を繰り返し提言した。たとえば、1997年にはこう述べている。「ガウチョが無関係であることを示したバイエル社による実証方法は、厳密なものでも完璧なものでもない。一方、養蜂家による声明は、ガウチョが蜂群をめぐる問題の**唯一の**²³原因であると断定できるほど厳密なものでも確固たるものでもない」²⁴ (CTP, 1997年)。

1998年には、こう述べている。「検証データからは、ミツバチや蜂蜜生産へのイミダクロプリドおよび／またはその代謝物の**疑念の余地のない影響**を結論づけることはできない。その反面、低用量での毒性作用を考えれば、採餌時期に植物中に残留しうる濃度との関連で、イミダクロプリドおよび／またはその代謝物の影響を**完全に除外することも不可能である**」²⁵ (CTP, 1998年)。

2002年のCTPの結論は、曖昧な言葉で表現され、集約的な農業地域で観察された養蜂現場の兆候に注目することなく、フランスにおけるミツバチの消失全体について次のような漠然とした形で言及している。「われわれはリスク評価に基づき、ガウチョによるトウモロコシの種子処理が、国レベルですべての蜂群消失や、行動異常、ミツバチの大量死、もしくは蜂蜜生産の全体的な減少に対する**唯一の原因**でありうると実証できない」²⁶ (CTP, 2002年, p.22)。

これらのいずれにおいても、CTPの結論は、一度も問われたことのない疑問、すなわち「ガウチョは**フランス全域**における**すべての**ミツバチ消失の原因か？」という問いに答えていた。そうすることでCTPは、実際に問われている疑問、すなわち「ガウチョは**種子処理されたヒマワリとトウモロコシの集約栽培地**におけるミツバチの消失の原因か？」という問いに対する明確な答えを避けたのである。

CTPには明確な審査手順が存在せず、認可プロセスで企業から提出される調査文書の評価は、体系化されていない専門家の判断に基づいて行われた。文書に示された調査・研究結果の品質を、明確な評価基準に基づいて体系的に吟味することはなかった。文書の審査会議中、CTPメンバーの仕事量は非常に多く、しばしばいくつかの書類を同時に処理していたため、一件ずつ詳細に議論することはできなかった。

1997年から2002年にかけて、CTPは農林省に対して数回にわたり助言を行ったが、CTPのメンバーにハチの専門家は一人しかいなかった。CTPにはミツバチ作業部会があったが、同部会に助言を求めたのは議論の終盤(2000年)になってからだった。CTPの元メンバーの一人は、作業部会に早期に助言を求めなかったのは、養蜂家である2人のメンバーがガウチョの使用禁止に関

23 この引用文と以降のすべての引用文における太字による強調は本稿の著者が加えたもの。

24 仏語原文 La démonstration par Bayer que le Gaucho est hors de cause n'est pas établie de façon suffisamment rigoureuse et complète. D'autre part, il n'y a pas assez de rigueur et de stabilité dans les rapports de terrain provenant des apiculteurs pour affirmer que le Gaucho est la seule cause de troubles dont les colonies d'abeilles sont victimes.

25 仏語原文 Les données examinées ne permettent pas de conclure à un effet indiscutable de l'imidacloprid ou de ses métabolites sur les abeilles et la production de miel. Inversement, il n'est pas possible d'exclure totalement l'effet de l'imidacloprid et de ses métabolites, compte tenu de l'effet toxique à faible doses, doses en rapport avec des concentrations potentiellement présentes dans les plantes à l'époque du butinage.

26 仏語原文 L'évaluation du risque réalisée ne permet donc pas de démontrer que le traitement de semences de maïs par la préparation Gaucho puisse être le seul responsable au niveau national de l'ensemble des dépopulations de ruches, des troubles comportementaux, des mortalités d'abeilles et plus globalement de la baisse de production apicole.

心があると考えられていたからだと主張した（私信）。ミツバチ作業部会でさえ、ミツバチを専門にする科学者が少なすぎた。結局のところ、調査・研究源が異なることによるデータの不一致や、ミツバチの生態に関する専門知識の不足、調査文書の内容を評価するに十分な時間と厳格な基準の欠如があいまって、曖昧な助言につながったのである。

フランス国務院

ガウチョについては、さまざまな利害関係者、個人、評価機関や決定機関が、異なる基準を用いて入手可能な科学的根拠の品質を判断した。このため、CTPが既存の科学的根拠と、農薬のリスク評価に対する規制要求事項との整合性の評価を公式に担っていたのとは対照的に、フランス国務院は法的な基準を導入し、法律との整合性を評価した。

国務院が最初に介入したのは、ガウチョのヒマワリ種子への使用が禁止された直後で、バイエル社がフランス政府側の決定に対して訴訟を起こした1999年だった。そのころ、種子メーカー（モンサント、ノバルティス、ローヌ・プーラン、パイオニア、メサドゥール、リマグレン）が創設したいくつかの国際コンソーシアムがバイエル社を後押しし、農林大臣の決定に対して同様の提訴を行った。養蜂家組合のフランス養蜂全国連合（Union Nationale de l'Apiculture Française: UNAF）²⁷は、法廷で大臣の共同被告人としてその決定を支持した。国務院は、大臣による予防的な決定は、1998年の科学調査プログラムの結果や、ミツバチに対するガウチョの無害性に疑問を呈したCTPの結論に対する適切な評価に基づくものだと判断し、養蜂家と大臣を支持する裁定を下した。

国務院は2002年と2004年に再びこの件に関与した。農林省がフランスの法律²⁸の求める方法でガウチョの無害性を正しく評価していなかったことを根拠に、トウモロコシの種子処理に対するガウチョの使用禁止を拒否する大臣の決定を見直すよう求めたのである（後述のセクション1.4.2を参照）。国務院は2002年の決定において、ガウチョに対する懸念の根拠を考慮すれば、同省はトウモロコシの種子処理によるガウチョのミツバチへの影響を評価するのに必要なデータをすべて検証すべきだったと指摘した。つまり同省は、ミツバチによるトウモロコシの花粉摂取量の定量化や、イミダクロプリドを含むトウモロコシの花粉によるミツバチへの影響の特性や強さの定量化を求めるべきだった、と。2004年、国務院は改めて、CTPが同省向けに行ったガウチョ処理トウモロコシのリスク評価は、幼虫への影響が評価されていなかったため法律を遵守していないと述べた。

他の裁判

2001年、バイエル社は養蜂家組合の3人の代表者を相手取り、ガウチョの信用を傷つけたとして、それぞれの地元（シャトールー、マンド、トロア）で告訴した（GVA, 2001年）。裁判所は、社会においてしかるべき役割を果たし、自らの意見を公に表明する養蜂家組合の自由を根拠に、すべての訴訟で養蜂家を支持する決定を下した。1カ所の裁判所は、自らの職業団体の利益を守ろうとする組合の代表者を脅すバイエル・クロップサイエンス社の意図を明確に非難した（UNAF, 2004年）。

27 UNAF(フランス養蜂全国連合)は、フランスの3つの養蜂家組合の1つで、会員数はおよそ2万2,000軒。

28 1994年9月6日付省令。

2001年にUNAFが起こした訴訟を受けて、ガウチョに関する審査がパリの裁判所で始まったが、審査は滞っている。裁判開始以降、2人の判事がそれぞれ異なる理由で交代した。現在、この件の担当判事は、関連する専門家や団体から新たな聞き取りを進めている。審理を行うかどうかを決めるために、2011年3月現在、判事は依然として入手可能な証拠を審査中だった。

1.3.3 科学技術委員会

338の参考文献の考察に基づき、科学技術委員会(Comité scientifique et technique: CST)は、種子処理されたヒマワリとトウモロコシは、幼虫への給餌、育児蜂による花粉摂取、採餌蜂による花蜜摂取、巢内で生活するミツバチによる蜂蜜摂取を通して、蜂群に深刻なリスクをもたらすと結論づけた。

「現時点におけるわれわれの知見やわれわれが曝露評価のために開発したシナリオ、そして危険性評価のために選抜した不確定因子に基づく、PEC/PNECの算定比は憂慮すべきものである。これらの算定比は、トウモロコシとヒマワリの集約栽培地帯にある数多くの養蜂場で報告されてきた採餌蜂の大量死(シナリオ4)、採餌蜂の失踪、行動異常、冬場の大量死(シナリオ5)と結びつく、圃場での観察結果と一致する。その結果として、ガウチョによるヒマワリの種子処理は、花粉ダンゴを作る時期の採餌蜂による花粉摂取(シナリオ3)を除き、さまざまな日齢のハチに対して重大なリスクをもたらす。

ガウチョ処理されたトウモロコシの種子に目を向けると、そのPEC/PNECの比は、ヒマワリの場合と同様、育児蜂の花粉摂取に関し憂慮すべきものであることが判明している。これは育児蜂の大量死発生につながり、ガウチョのヒマワリへの使用禁止にもかかわらずハチの個体群の弱体化が観察されることの説明要因の1つになるだろう。最後に、他の諸因子が蜂群の弱体化をもたらす可能性を考慮すれば、これら養蜂現場で見られる兆候の頻度やメカニズム、原因について調査を続けなければならない」²⁹(CST, 2003年, p. 11)

ガウチョのミツバチへのリスクに関するCSTの中間報告は2002年に完成したが、DGAL(農林省食品総局)はその後、CSTの管理委員会³⁰にこれを提出しなかった。2003年の発表直前、同省は同中間報告から自らのロゴを外した。このことは、同省がCSTの独立性を強調しているとも受け止められた一方、同省がCSTの結論にいったい支持を表明しなかったことの表れだとも見ることもできた。後者の解釈は、発表後のDGALの書簡によって裏づけられる。そこには、DGALがCSTの調査結果を厳密すぎると考え、さらなる調査を求めたことが記されていた。

29 仏語原文 Dans l'état actuel de nos connaissances, selon les scénarios développés pour évaluer l'exposition et selon les facteurs d'incertitude choisis pour évaluer les dangers, les rapports PEC/PNEC obtenus sont préoccupants. Ils sont en accord avec les observations de terrain rapportées par de nombreux apiculteurs en zones de grande culture (maïs, tournesol), concernant la mortalité des butineuses (scénario 4), leur disparition, leurs troubles comportementaux et certaines mortalités d'hiver (scénario 5). En conséquence, l'enrobage de semences de tournesol Gaucho® conduit à un risque significatif pour les abeilles de différents âges, à l'exception de l'ingestion de pollen par les butineuses lors de la confection de pelotes (scénario 3).

En ce qui concerne l'enrobage Gaucho® de semences de maïs, le rapport PEC/PNEC s'avère, comme pour le tournesol, préoccupant dans le cadre de la consommation de pollen par les nourrices, ce qui pourrait entraîner une mortalité accrue de celles-ci et être un des éléments de l'explication de l'affaiblissement des populations d'abeilles encore observé malgré l'interdiction du Gaucho® sur tournesol. Enfin, étant donné que d'autres facteurs peuvent contribuer à l'affaiblissement des colonies d'abeilles, il convient que les recherches soient poursuivies sur la fréquence, les mécanismes et les causes de ces symptômes.

30 管理委員会の任務は、CSTの調査の科学的、経済的、規制的な側面を監督すること、農林省や利害関係者、一般市民への情報伝達を確実に行うことだった。

1.4 社会的議論と政策対応

1.4.1 利害関係者戦略

養蜂家たちは、バイエル社、農林省、公的機関による調査、そして養蜂家たち自身による圃場の観察結果を体系的に紹介し、比較検討を加えた。その目的は、彼ら自身の観察と科学的な調査結果とが一致することを示し、市民社会の支援を集めるために、それらの結果を公開することだった。この問題はフランスの一般市民にとって重大な懸念事項だったので、養蜂セクターは市民社会の支持を受けた。同セクターの主張は全国メディアで大きく報道された。

DGAL の公式声明は曖昧だった。組織としての透明性の欠如が信頼を損なった。たとえば、養蜂家たちがガウチョ認可の関係文書を請求したところ、DGAL は一部の情報しか公表しなかった (Clément, 2000 年)。DGAL は、農林大臣自身と行政文書のアクセスに関する委員会 (Commission d'Accès aux Documents Administratifs: CADA) が介入して初めて、養蜂家の請求した書類をすべて公開した。

フランス政府の各省庁や農林省内の各部局による公的見解には一貫性がなかった。ヒマワリとトウモロコシの種子処理におけるガウチョの使用を差し止めるという歴代農林大臣の決定 (ヒマワリは 1999、2001、2003 年、トウモロコシは 2004 年) と、DGAL の決定先送りとは対照的だった。

バイエル社は科学的な数値を社会に向けて伝える際に不適切な戦略をとったため、他の利害関係者の不信感を高めることになった。たとえば 2002 年に、バイエル社は「0~5 ppb (定量下限)」の曝露を公式に認めた³¹ (AFSSA, 2002 年, p.32)。この声明は、バイエル社が科学的な数値を社会に向けて発信する上で大きな前進だったが、イミダクロプリドに関する入手可能な情報については依然として曖昧だった。しかし、バイエル社の資金援助を受ける科学者たちがすでにヒマワリについての正確な数値——花粉中で 3.3 ppb、花蜜中で 1.9ppb——を把握していた (Stork, 1999 年) 以上、そのような曖昧さは正当化されるものではなかった³²。おまけに 2000 から 2001 年にかけて、公的機関の科学者たちも 5ppbをはるかに下回る定量下限を報告していた。つまり、花粉や花蜜中のイミダクロプリドを定量するには 1ppb (Lagarde, 2000 年, Bonmatinら, 2001 年)、検出下限は花粉で 0.3ppb (Bonmatinら, 2001 年)、花蜜で 0.8ppbである (Lagarde, 2000 年)。バイエル社は、公的機関の科学者たちから手に入れることができたこれらの定量下限や検出下限を、花粉中や花蜜中のイミダクロプリドの精密な測定値と同様、入手可能な公開情報であるにもかかわらずガウチョに関する声明では取り上げなかった³³。

バイエル社は、ヒマワリの種子処理にガウチョを使用してもミツバチにはまったく影響ないと断固たる主張を曲げなかった (Bayer CropScience, 2006 年)。2006 年、同社のウェブサイト上に掲載されたこの問題に関する文書は、「現段階におけるわれわれの知見によれば (.....) 摂取され

31 仏語原文 *comprise entre 0 et 5 ppb, qui est la limite de quantification.*

32 バイエル社が放射性同位体で標識されたイミダクロプリドを用いて得たデータが 2001 年に公表された (Schmuck 他, 2001 年)。

33 たとえば Apiservices (2001 年) は、入手可能なデータの合成を提示し、2001 年 2 月 16 日に公表された。

るPEC/PNEC比は懸念すべきもの」³⁴というCSTの結論や、フランスの公的機関の科学者たちによる、ガウチョがミツバチに及ぼすリスクに関する発見に言及していなかった³⁵。

1.4.2 リスクに関する科学的根拠への政策対応

農林省が準備した関係文書（2001年c）は、ヒマワリへのガウチョ®の使用を禁じた農林大臣による1999年の決定を次のようにまとめている。

「農林省は、ヴァンデ、アンドル、ドゥ・セーヴルの3つの検査県における圃場調査に加え、初めて一連の実験室検査も行った。その結果は同製品の影響を疑わせたが、正式にその関与を裏づけるものではなかった。1999年1月、農林大臣は**予防原則を適用して**、ヒマワリの種子処理における同製品の使用を一時的に禁止する決定を下した」³⁶

農林大臣がトウモロコシ種子処理剤としてのガウチョの使用禁止を導入したのは、もっと後のことだった。トウモロコシへの使用禁止は、バイエル社にとっても（ガウチョの売り上げのうちヒマワリへの使用によるものは10%にすぎず、フランスにおけるトウモロコシ作付面積はヒマワリの2.5倍³⁷）、農家や養蜂家、一般市民（その関心ぶりはメディアがしっかり取り上げていた）にとっても〔ヒマワリへの使用禁止より〕利害が大きく、それはおそらく政治家としての農林大臣自身にとっても同じだったろう。トウモロコシは経済的に重要であることに加えて、輪作を行わずに栽培する場合が多い。そのため病害虫（およびトウモロコシ生産者）から受ける圧力が、ヒマワリよりも高くなる可能性がある。農林大臣は〔当初〕、トウモロコシの種子処理におけるガウチョの使用を禁止しない自身の決定を正当化して、国務院に対し、トウモロコシは花蜜を出さないから、ミツバチは蜂蜜を作るためにトウモロコシを訪れるのではなく——蜂蜜を作るために訪れることを知らなかったらしい——、花粉を集めて食べるために訪れるのだと述べた（Conseil d'Etat, 2002年）。

この認可の取り消し手続きが国務院で進行中だったにもかかわらず、2002年1月21日、農林省はトウモロコシへのガウチョの使用認可をさらに10年間更新した。その後、この認可更新について厳密に審理するため司法調査が行われた（Saunier, 2005年）。2002年10月、国務院は科学的証拠の再審査を終え、農林大臣に対して認可更新決定の見直しを勧告した。2003年、農林大臣はトウモロコシの種子処理におけるガウチョの使用を禁止することを再び拒否した。2003年9月、

34 仏語原文 Dans l'état actuel de nos connaissances [...] les rapports PEC/PNEC obtenus sont préoccupants.

35 2006年のバイエル・クロップサイエンス・フランスのウェブサイト(www.bayercroppscience.fr)には、「ミツバチ」という名前のファイルがあった。2009年11月にこのウェブサイト上で「ミツバチ(abeille)」の検索をかけると、該当する文書は見つからなかった。バイエル・クロップサイエンス・ワールドのウェブサイトでは、「ミツバチ(honeybees)」で検索しても特にガウチョへの言及は見つからなかったが、「ガウチョ」で検索すると、フランスの事例に関するいくつかの文書がヒットした。その中で、トウモロコシへのガウチョ使用禁止に言及した文書は、CSTやフランスの科学者たちの結論に依然として触れていない。2011年1月、「蜂蜜+ハチ+ガウチョ」で検索すると、ヒットするのはシャトールー裁判所の判決に関するものが1件に対して、「ハチ+ガウチョ」で検索すると14件がヒットし、蜂蜜について言及しているのはそのうち4件である。

36 仏語原文 Le ministère de l'Agriculture et de la Pêche a conduit une première série d'études en laboratoire, comme sur le terrain dans trois départements tests: la Vendée, l'Indre et les Deux-Sèvres. Les résultats ont généré des suspicions sur l'effet du produit, sans pour autant prouver formellement sa responsabilité. En application du principe de précaution, le ministre de l'Agriculture et de la Pêche a décidé en janvier 1999 le retrait provisoire de l'autorisation de mise sur le marché du produit sur traitement de semences de tournesol.

37 農林省ウェブサイト(Agreste, 2011年)に掲載された2000年の公式データによると、トウモロコシの作付面積は1,764,767haで、ヒマワリの作付面積は728,555ha。

CSTは、トウモロコシの種子処理におけるイミダクロプリドはミツバチ（特に花粉を食べる育児蜂）に深刻なリスクをもたらすと結論づけた。2004年3月、国務院は再度、農林大臣に対して決定的見直しを勧告したが、トウモロコシへのガウチョの使用が禁止されたのは2004年7月になってからだった。同省の決定を伝えるプレス・リリースは、CSTの報告書を引用し、「ミツバチへのリスクは花粉を介してのみの曝露であるため、ヒマワリの種子処理の場合ほど重大ではないと思われるが、それでも懸念に値する」³⁸と述べている（Ministère de l'Agriculture, 2004年）。

これに先立ち、2003年11月21日に公表された書簡の中で、DGALの農薬製品規制局長は、公的なリスク評価・管理手順のさまざまな欠陥を明らかにした。年間2万件にもものぼる認可申請に対応する職員が3人しかいなかったこと、リスク評価が業界と共同で行われていたこと、手順の透明性が欠如していたこと、リスク評価において食品中の残留農薬の問題に十分な注意が払われなかったこと、などである。そこで同局長は、「本局がその任務を達成することは不可能」と結論づけた³⁹。

1.4.3 政策対応の費用と効果

過去20年間に、**化学産業**に対する規制はますます厳しくなっている。欧州経済共同体指令91/414/EECは、すでにEU市場に出回っている植物防疫製品に含まれる活性物質の再評価を求めた。それ以降、多くの活性物質の認可が取り消されてきた。さらに、かつて使われていたいくつかの農薬に対する耐性を身につけた病害虫もいる。

ヨーロッパの農薬メーカーは、研究開発費の増大に直面している。平均すると、新製品1つの開発にはおよそ5,000万米ドルの費用がかかる。それでもなお、浸透性農薬は非常に利益の大きい投資である。たとえば、バイエル社がイミダクロプリドを主成分とする農薬⁴⁰によって得た売り上げは、世界全体で1998年には8億ドイツマルク（約4億900万ユーロ）（Bayer, 1998年）、2007年には5億5600万ユーロ（Bayer CropScience, 2008年）にのぼった。そのうえ、種子生産者や流通チェーンと提携できるため、農薬業界にとってこれらの製品に重点を置くことはネットワーク構築への投資でもある。フランス国内でガウチョまたはリージェントTSの使用禁止が化学産業に及ぼす経済的影響に関し、われわれには情報が無い。

フランス養蜂部門の経済状況は、1994年から2004年の間に大きく悪化した。1994年には養蜂群137万220、養蜂家84,800を数えたが、2004年には養蜂群136万973、養蜂家は68,800になっていた（GEM-ONIFLHOR, 2005年）。その間に多くの小規模生産者が養蜂をやめた。1994年から2004年の間に養蜂群の数はあまり変わっていないように見えるが、養蜂群の消失を補填するために養蜂群の多くが入れ替えられたことは覆い隠されている。ヒマワリ蜂蜜の平均収量が減り（Belzunces と Tasei, 1997年; CNEVA Sophia-Antipolis, 1997年; Pham-Delègue と Cluzeau, 1998年; Coordination des Apiculteurs, 2001年; Alétru, 2003年）、蜂群の死滅率が上がったことで、職業養蜂家

38 仏語原文 le risque pour les abeilles, s'il apparaît moins important que dans le cas de l'usage pour l'enrobage des graines de tournesol du fait de la seule exposition au pollen, reste préoccupant.

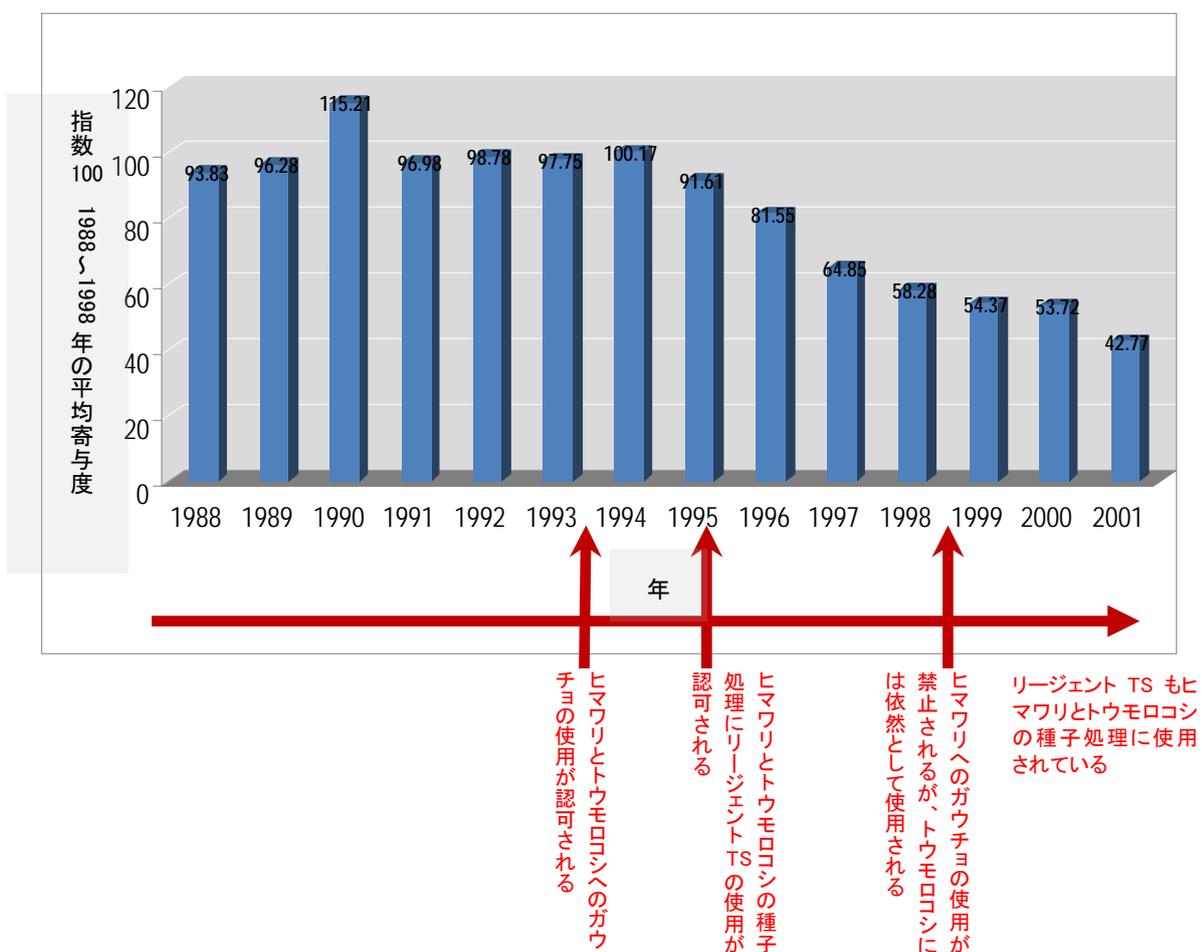
39 Trois fonctionnaires pour traiter 20 000 demandes d'autorisation par an, 'une cogestion de l'évaluation des risques avec les industriels', 'une absence de transparence dans les procédures'. 'En matière d'évaluation des risques, le domaine des résidus de pesticides dans les aliments est insuffisamment couvert.' Enfin, 'Le bureau est dans l'impossibilité de remplir ses missions.' (Le Point, 11月21日)

40 1998年はガウチョ、コンフィドール®、アドマイアー®、プロヴァド®、2007年はコンフィドール、アドマイアー、ガウチョ、メリット®。

たちは、損失分を補うために養蜂群の数を増やさざるをえなくなった。これによって養蜂家の仕事量が増大した。

フランスの養蜂衰退に対する、農薬とその他の因子（たとえば蜂蜜の国際市場、ミツバチの病気など）の相対的な寄与度は明らかではない。フランス国内の蜂蜜消費量は年間およそ4万トンで安定している（GEM-ONIFLHOR, 2005年）のに対し、同国の年間蜂蜜輸入量は1993年の6,000トンから2004年には1万7,000トンに増加した。協同組合フランス・ミエルによるフランス西部の調査⁴¹によると、ヒマワリ蜂蜜生産量の深刻な減少は1995年に始まり、その後も年々続いた（図1.1）。

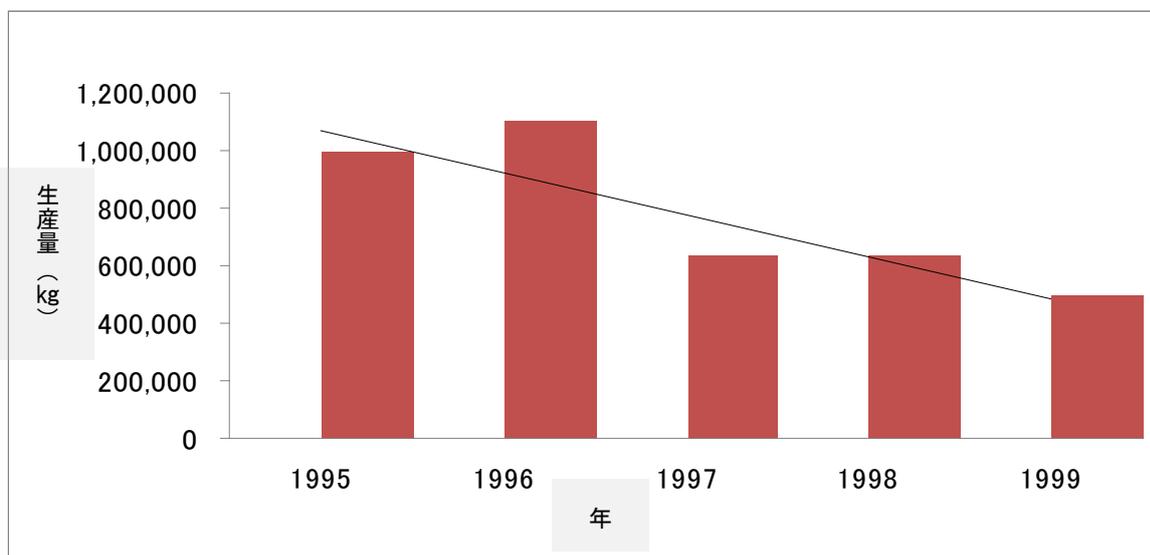
図 1.1 フランス西部におけるヒマワリ蜂蜜の生産量⁴²



41 ヒマワリ蜂蜜の推移についての追加データは France Miel(2000年)で入手可能。

42 これらのデータの取得方法は、フランス・ミエルによってローラ・マキシムに伝えられた。ヒマワリ蜂蜜の量は、1988年から1998年の間にフランス・ミエルに蜂蜜を提供している各県——サルト県(県番号72)、メヌ＝エ＝ロワール県(同49)、ヴァンデ県(同85)、シャラント＝マリタイム県(同17)、ジロンド県(同33)、ジュール県(同32)——から職業養蜂家の代表サンプルによってミエルに提供された全量である。縦軸は指数100——1988~1994年にフランス・ミエルに提供されたヒマワリ蜂蜜量の平均——を表す。養蜂家たちは、年間生産量すべてをこの協同組合に供給することを約束している。ある研究所はさらに、供給された蜂蜜の花の種類を調べている。2001年以降については、サンプル中の養蜂家の一部が養蜂をやめたり、協同組合を脱退したり、養蜂に加えて他の活動を始めたり、引退したりしたため、ヒマワリ蜂蜜量の推移を算定することができなかった。1995年以降、ヒマワリの種にはリージェントTSという別の農薬による種子処理も行われたことを留意されたい。

図 1.2 ポワトゥー＝シャラント協同組合の 1995 年以降のヒマワリ蜂蜜年間総生産量



蜂蜜年間総生産量(ポワトゥー＝シャラント協同組合)

出典: Coordination des Apiculteurs, 2000 年

ポワトゥー＝シャラント協同組合(図 1.2)やドゥ・セーヴル県についても農業会議所(Chambre d'Agriculture)作成のデータがあり、これは同会議所がフランス西部について作成したのと同様のものだ。2005 年には養蜂部門の全国監査報告書でも、ヒマワリ蜂蜜生産量の大幅な減少に言及している(GEM-ONIFLHOR, 2005 年)。

これらのデータは包括的ではないものの、ヒマワリ蜂蜜生産量の減少が有意であり、1994 年頃に始まって、その後ずっと続いたことを示している。

養蜂部門の支出の中には、調査費(養蜂を支援するヨーロッパの複数の財団を通じた、ガウチョおよびリージェント TS のリスク評価を行う研究への資金提供)と弁護士費用(各種の訴訟参加)の追加出費もあった。そうした資金は本来、養蜂の発展を支援するためのものだったので、財政負担は倍増した。資金の一部が論争で養蜂家たちの利益を守ることに使われてしまい、養蜂の発展という目的達成には回せなかったのである。

養蜂家たちはその経済的損失に対し補償を受けていないが、2003 年以降、フランスでは経済的に苦しい時期の養蜂に対する一般的支援として、欧州委員会からミツバチの蜂群を回復させるための財政支援を受けられるようになった。

農業部門における経済的影響はよくわからない。フランスの農作物(ヒマワリ、トウモロコシ、穀物など)の大半において、病虫害防除がほとんど必要ない場合(たとえばヒマワリ)でも種子処理による予防を行なうことが急速に広まった。油糧種子技術研究所(CETIOM)のウェブサイトには⁴³、「ヒマワリは(コメツキムシの)幼虫をあまり引き寄せず、ヒマワリがその幼虫に弱い

43 2003 年にはすでにこの情報が同ウェブサイトに掲載されていた。

時期は比較的短い」⁴⁴と明記されている。さらに、「フランスでヒマワリが栽培されている大部分の地域」では、リスクは「低いかゼロ」⁴⁵だという（CETIOM, 2011年）。

通常は、病害虫の密度が経済的な許容限界を上回ったとき、農家に治療的処置が推奨されていたのに対して、この新しい防除方法は病害虫の有無や発生程度と無関係の予防措置だった。

種子処理は農作物保護に必要な作業を減らせるので、農家にとって経済的な魅力を持ちうる。しかし一部の農家からは、生産性に変化がないか、むしろ減少したうえ、頭花の種子に空洞のものが多くなったという報告があり、ガウチョの使用に伴う受粉の減少と関連する可能性を示唆していた（Elie と Garaud, 2003年）。

トウモロコシ生産者総連盟（Association Générale des Producteurs de Maïs: AGPM）⁴⁶のような主流（集約農業）農家の組織は、種子処理用農薬の禁止により、特にトウモロコシにおいて病害虫からの圧力が高まったと主張した（Beulin他, 2005年; AGPM, 2008年）。

2002年、農薬承認委員会（Comité d'homologation）⁴⁷の「殺虫剤」担当報告者は、当時ガウチョの代替になり、ある種のトウモロコシ病害虫用として入手可能な2つの“非常に効果の高い”植物防疫製品は、テルブホス（2003年にEU市場から回収されることになっていた）とリージェントTSの2種類であると述べた（Comité d'homologation, 2002年）。

2005年、農家からフランスのトウモロコシ穀粒〔収量〕が50万トン減少（5,000万ユーロ相当）したとの報告があり、この数字を種子処理用殺虫剤の禁止と関連づける声もあった（Dossier de la protection des semences, 2005年）。一方、生産量の減少は、その年の夏が例年になく高温で雨が少なかったせいだという農家もあった。AGPM自身は、夏がますます乾燥しつつあるために2003年からトウモロコシ収量が減少しているとの見解を示した。

図 1.3 は、種子処理の禁止が生産量と直接の相関を持たないことを示している。2007年は過去10年以上の間で一番の豊作だった。トウモロコシの生産量が最も落ち込んだのは、トウモロコシへのガウチョの使用と、すべての作物へのリージェントTSの使用が禁止された2004年以降ではなく、激しい熱波が欧州を襲った2003年だった。

44 仏語原文 le tournesol est faiblement attractif pour les larves et la période de sensibilité aux attaques est relativement brève.

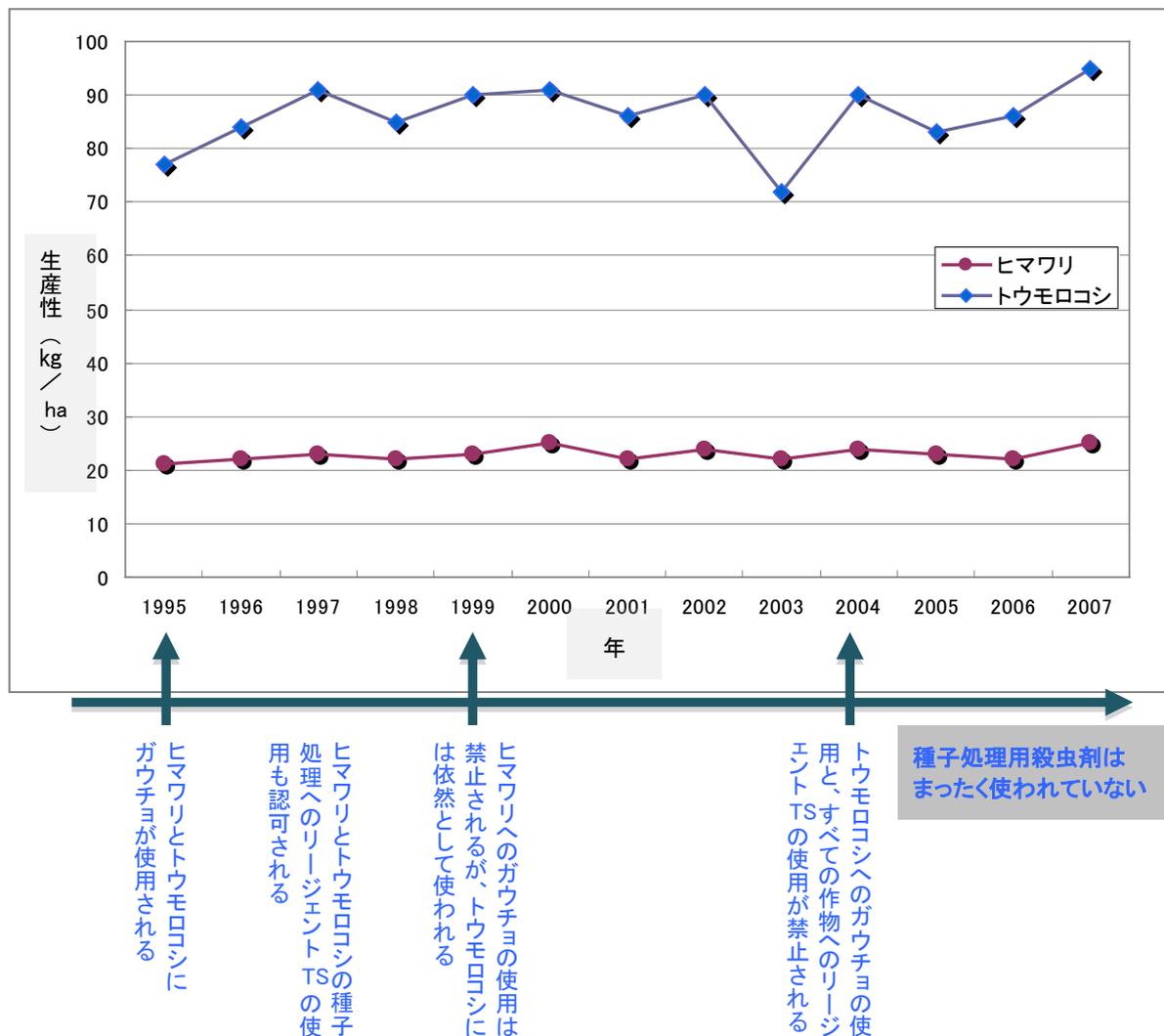
45 仏語原文 Population de taupins nulle à faible, dégâts très peu probables sur tournesol: Majorité des situations où le tournesol est cultivé aujourd'hui en France.

46 L'Association Générale des Producteurs de Maïs - 遺伝子組み換え作物や集約的なバイオ燃料用作物の栽培などによる工業化された農業の擁護者でもある。

47 Comité d'homologation - フランスにおける農薬の承認申請の評価に携わっていた2つの機関のうちの1つ。もう1つはCTP。

図 1.3 1995～2007 年のトウモロコシ(青)とヒマワリ(赤)の収量推移

出典:AGRESTE, Statistiques agricoles annuelles からのデータ



養蜂家たちは、フランス国内のすべてのトウモロコシに種子処理が行われていたわけではないので、種子処理用殺虫剤を用いずにトウモロコシを栽培することは可能だと主張した。対照的に AGPM のウェブサイトでは (Dossier de la protection des semences, 2005 年)、コメツキムシの幼虫を駆除するには、認可された代替策は [ガウチョやリージェント TS などの種子処理剤以外] 1 つもないと報告されている。

この期間 (1994～2004 年) に [ミツバチなどによる] 受粉が減少した可能性に関連して、農業にどれだけ損失が生じたかは未評価である。

最後に、長期難分解性の種子処理用農薬 (イミダクロプリド、フィプロニル、チアメトキサムなど) 分子は、自然淘汰に持続的な圧力がかかるため、散布用剤と比べて [作物が] 農薬への耐性をつけやすい。

1.4.4. フランス国内での論争： 2004～2011 年

フランス国内におけるハチの死亡データは情報源によってばらつきが大きい。UNAF によれば 2003 年以降、フランスではミツバチ群は部分的に回復してきたという。UNAF の報告では、集約農業地域では夏期の死亡率上昇が止まり、フランスの養蜂群の状態は全般的に改善している (Clément, 2005 年; UNAF, 2007 年、2008 年)。

AFSSA が 2002~2005 年に 120 の養蜂群について行った調査では、ミツバチの活動が正常で、冬期の死亡率が例年どおり (5~10%) であることが報告された (Aubert ら, 2008 年)。

AFSSA (Faucon と Chauzat, 2008 年) と一部の養蜂家 (Schiro, 2007 年) は、2005 年から 2006 年にかけての冬期の死亡率が高かったことを報告している。しかし EFSA (2008 年) によれば、2006 年の死亡率を申告したのはフランスの養蜂家の 1.2% にすぎず、2007 年についてはわずか 0.6% だった。

2006 年から 2007 年にかけての冬越し後、2007 年早春には蜂場の状態が良好だと報告された (Clément, 2007 年)。

2007 年から 2008 年にかけての冬期は、168 軒の職業養蜂家 (フランスの養蜂群全体の約 5%、フランスの職業養蜂家の 10% にあたる) からの回答に基づいた国立養蜂開発センター (Centre National du Développement Apicole: CNDA) による調査から、蜂群の死亡率はフランスの冬期の平均的な数字である約 30% だったことがわかった。これは、その前年と前々年の冬期についての CNDA の数字より約 12% 高い (De Boyer des Roches ら, 2009 年)。

フランスには正確かつ広域のミツバチ監視システムがないのが現状だ。フランス農林省の全国統計は、ハチ死亡の正確な定量化にも、死亡原因の特定にも役立っていないとの認識がある。しかも公式の統計は、ハチの伝染病調査に焦点を当てている。病気がフランスの養蜂群に与える影響を取り上げた同省のデータは、AFSSA が収集したデータと著しく異なっている (2009 年)。

AFSSA は 2004 年以降、複数の報告書を作成して環境疫学的研究の結果を公開し、ミツバチの問題には複数の原因があること、冬期の死亡率については病気の比重が大きいことを示唆してきた。それらの報告書によると、現在、フランスの養蜂群はミツバチヘギイタダニの圧力にさらされている。このダニに有効な薬剤がほとんどないからだ (AFSSA, 2009 年)。

AFSSA の報告書 (2009 年) と CST の報告書 (2003 年) は目的が異なるため、その手法も異なっている。それぞれの参考文献一覧を見れば相違点は明らかである。CST の報告書で検討された 338 の参考文献のうち、AFSSA (2009 年) に掲載されたのはわずか 5 つだった。同様に、2003 年以前に入手可能で AFSSA (2009 年) の報告書に掲載された参考文献のうち、CST の報告書に含まれていないものが 173 もあった。

CST で検討された参考文献の大部分はイミダクロプリドに関するものである。対照的に、AFSSA の報告書で検討された文書の 43% は病気やウイルスに関するもので、生態毒性学的な問題に関するものはわずか約 15%、イミダクロプリドに焦点を当てているものは 3% にすぎない。

しかしながら、AFSSA の報告書はその検討を「ハチの有病率と死亡率という問題について行われたフランスおよび欧州の調査についてのほぼ網羅的な研究」(p.12) と説明している。また、「この情報によってハチの病気、特に蜂群の死滅の原因のほぼ網羅的な一覧が作成できるようになった」(p.101) と主張している。ところが、参考文献に関する統計データから、CST で検討された報告書はどれひとつとして AFSSA で検討されていないことがわかる。AFSSA の論評は、フランス国内のミツバチの消失に関する入手可能な参考文献の一部——主に病気に言及したもの——

を参照しているにすぎない。従って、AFSSA の参考文献一覧を「ほぼ網羅的」とみなすことはできない。

AFSSA (2009 年) は、ヒマワリとトウモロコシの栽培地域でガウチョとリージェントがミツバチに与える影響に関し評価を行っていない (たとえばガウチョという言葉は、同報告書の本文で 4 回——農林省の予防的決定について述べる際に 2 回と、類似の CST 報告書について述べる際に 2 回——登場する [のみ]) である。

総じて農薬がミツバチに与える影響をめぐり、AFSSA (2009 年) は「当グループの討議から、フランスの蜂群の死滅に農薬が中心的な役割を果たすという職業養蜂家たちの仮説は裏づけられない」と述べている。この記述は重要な意味を持つ。なぜなら、それが結論部分に出てくるからだ。通常、大半の人々が結論部分は読むが、報告書全体を読んでその内容を結論と比較する時間はない。しかし、この概括的な結論は本稿に関連したいくつかの点で正確さを欠いている。

- 文中の「農薬」が何を指すのかが明確ではない。著者たちはすべての農薬に言及しているのか？
- 文中の「職業養蜂家」がだれを指すのかが明確ではない。トウモロコシとヒマワリの栽培地域の養蜂家のことか、それとも他の地域 (たとえば山岳地方) の養蜂家のことか？
- 期間が明記されていないため、文中の「フランスの蜂群死滅」が何を指すのかが明確ではない。2004 年より前 (トウモロコシの種子処理に対するイミダクロプリドの使用と、フィプロニルのあらゆる農業使用が禁止される前) のことか、それとも 2004 年以降のことか？
- この結論を導き出すのに用いられた方法も明確ではない。この結論を得るために、「当グループの討議」はどのように組み立てられたのか？ 検討された文献のうち農薬に直接言及しているものが 15% に満たないことを考えると、どの参考文献に基づいてこうした結論が導き出されたのか？ 農薬がミツバチに与える影響についての入手可能なすべての参考文献の中から、いかにしてそれらの [検討された] 参考文献が選ばれ、どう用いられてこのような結論に到達したのか？

Suchail ら (2001 年) は、セイヨウミツバチ (*Apis mellifera*) における、イミダクロプリドおよびその主要代謝物 (5-ヒドロキシイミダクロプリド、4,5-ジヒドロキシイミダクロプリド、デスニトロイミダクロプリド、6-クロロニコチン酸、オレフィン、尿素誘導体) の経口急性毒性和経口慢性毒性を研究した。2 つの代謝物 (尿素と 6-クロロニコチン酸) に関しては、バイエル社の資金援助を受けたある科学者が公表した研究 (Schmuck, 2004 年) の中で、Suchail らの結果に異議が唱えられている。この科学者の研究では、ミツバチがこれらの 2 つの代謝物に、50% 蔗糖溶液 1 リットルあたり 0.0001 mg、0.001 mg、0.010 mg の濃度で慢性曝露した後、[曝露] 処置に関連した死亡率上昇も異常行動もまったく認められなかった。

Schmuck (2004 年) は調査・研究によってではなく文献分析によって、親分子であるイミダクロプリドを取り上げた。この著者は、Suchail (2001 年) の実験で出た数値が他の研究者らものより低いという主張に基づき、他の研究との比較だけで Suchail が見出した結果を却下すべき論拠として十分だと主張した。この比較文献調査は、結果の相違の原因分析も行わず、これらの相違の

原因を理解するために、さまざまな研究者が用いた調査・研究手法を比較検討することもしなかった。

2003 年以降の研究でも、[ミツバチが] イミダクロプリドに曝露する経路について次のような可能性が判明した。すなわち、[大型の半自動化農業機械を使う] 播種活動によってイミダクロプリドを含む粉塵で被われた野生の花からの採餌 (Greatti ら, 2006 年)、そしてイミダクロプリドでコーティング処理された種子から生長したトウモロコシが葉先に分泌する溢液の摂取 (Girolami 他, 2009 年) である。

フランスの公的機関の科学者たちは、イミダクロプリドの残存性により、種子処理された農作物の [収穫] 後に [イミダクロプリド] 無処理農作物を栽培しても、イミダクロプリドが含まれることを発見した。Bonmatin ら (2005 年) は、種子処理ヒマワリの 1 年後に栽培された、無処理ヒマワリの頭花で 1~2 ppb のイミダクロプリドを検出した。イミダクロプリドは、種子処理から 2 年経った後でも検出可能だった (検出下限 0.1 ppb)。花粉中からは、種子処理作物栽培の 1 年後でもイミダクロプリドが検出された (検出下限 0.3 ppb)。

殺虫剤への亜致死曝露が原因で起こる免疫抑制は、致命的な病気を発症させる可能性がある (Glinski と Kauko, 2000 年; ISIS, 2011 年)。実際、養蜂家たちはこのような仮説を立て、調査を求めた (Alétru, 2003 年)。フランスで行われた調査の結果、花粉試料中に最も多く見つかった残留農薬はイミダクロプリドで (試料の 49.4%)、その次に多かったのはイミダクロプリドの代謝物の 1 つである 6-クロロニコチン酸だった (試料の 44.4%)。試料の 69% に、この 2 種類の化合物のうちの少なくとも 1 種類が存在していた (Chauzat ら, 2006 年)。

Alaux ら (2009 年) は、ノゼマ原虫という病原体に感染し、かつ環境中に存在する濃度でイミダクロプリドに曝露したミツバチは、ノゼマ病に感染しただけのミツバチ、ないしイミダクロプリドに曝露しただけのミツバチと比べて、最も高い死亡率を示すことを発見した。養蜂群に見られるイミダクロプリド汚染は通常、亜致死量だが、ノゼマ病感染によってハチのエネルギー需要が増加し、そのため食物摂取量が増える。このようにして、ハチが致死量に曝露する可能性があるのだ。Alaux ら (2009 年) は、長期的にはノゼマ病とイミダクロプリドの相乗作用によって、幼虫の餌の殺菌に不可欠な酵素の免疫抑制が引き起こされ、蜂群の病原体に対する抵抗力が弱まることを発見した。

フランスでは 2004 年以降、他の 2 種類の種子処理用殺虫剤が認可申請された。バイエル社製のポンチョ® (活性物質: クロチアニジン) はトウモロコシへの使用を認可されていない。シンジエント社製のクルーザー® (活性物質: チアメトキサム) はすでに認可されており、2008 年には 3 つの地域で、2009 年には 6 つの地域でミツバチのモニタリングが行われた。2009 年 6 月、農林大臣はクルーザーの販売認可を 2009 年秋まで更新しない決定を下した。2009 年 12 月、クルーザーは 2010 年産トウモロコシへの使用が再認可された。

養蜂家と同省との関係は改善したようだ。ヒマワリとトウモロコシへのガウチョ使用を禁止する同省の決定によって、この論争は沈静化し、養蜂技術研究所が創設された。

1.4.5 ガウチョの欧州レベルにおける評価

欧州経済共同体指令 91/414/EEC の枠組みにおいて、イミダクロプリドを EU 内で販売許可される活性物質のリストに追加するための欧州レベルの評価がなされた。イミダクロプリドの審査担当

国はドイツで、2005年に評価報告書案(DAR)を欧州食品安全機関(EFSA)に提出した(Rapporteur Member State, Germany, 2006年)。2008年、イミダクロプリドはEU内での販売を許可される活性物質のリストに追加された⁴⁸。

フランスで行われた、ガウチョがミツバチに及ぼすリスクに関する複数の研究は、このDARでは検討されていない。とりわけ、汚染された花粉や花蜜へのミツバチの曝露に関連する研究が取り上げられなかった(たとえば、ジャン＝マルク・ボンマタンの研究は1つも含まれていなかった)。さらにフランスの調査では、亜致死影響が圃場条件において致死影響を生み出す可能性に鑑み、「亜致死影響」調査の中心課題に据えていたが、DARは亜致死影響に対し限定的な重要性しか認めなかった。結局、フランスでのリスク評価手法を「EUレベルで」種子処理用製剤向けに適合させることはなかった。

複数のNGO(Stichting Natuur en Milieu, PAN-Europe, Inter Environment Wallonie, Nature et Progres and Mouvement pour le Droit et le Respect des Générations Futures [MDRGF])が、欧州委員会健康・消費者保護総局(Directorate-General for Health and Consumers: SANCO)に宛てた手紙の中でこのDARを詳細に検討した。これらのNGOは、同DARについていくつかの批判を明確に展開した。すなわち、ハチの成長段階ごとに必要な試験(たとえば幼虫試験)を行っていない、ハチ1匹あたりの花蜜消費量を過小評価しているため、無影響濃度の設定が高すぎる、妥当だとする検証基準を持たないのに評価対象の研究「複数」を妥当だと認めている、イミダクロプリドにとって不利な報告書を疑問視し、ミツバチへのリスクがまったくないという主張に有利な報告書を全面的に妥当と認めている、摂取量試験に欠陥があり、産卵試験をするには蜂群の規模が小さすぎる、播種時に飛散する粉塵の影響を十分に測定していない、活性物質とハチの病原体との相乗効果を考慮していない、などである(Kindemba, 2009年)。

1.5 論争の統御についての教訓

本稿で得られる教訓はガウチョの事例研究に基づいたものだが、フランスおよび欧州における浸透性殺虫剤のリスク全般に関する論争の統御にとって有益かもしれない。

フランスでの議論の火に油を注いでいる最も重要な因子は当事者間の相互不信の高まりで、その原因の1つは、情報へのアクセスを創出も確保もできていないことである。これは、2001年版のLate Lessons from Early Warnings (EEA, 2001年) [邦訳『レイト・レッスンズ 14の事例から学ぶ予防原則』(七つ森書館)]から得られる教訓の1つ——つまり「環境や健康の長期的監視と、早期警告の研究を十分に行う」必要性——を裏づけるものだ。

当初は、地方や地域のさまざまな行政サービスによって、養蜂家たちが訴える養蜂現場での徴候が確認された(CNEVA, 1997年; AFSSA, 2001年; Chambre d'Agriculture de la Vendée, FDSEA de la Vendée と FDSEA des Deux-Sèvres in Alétru, 2003年)。ところが養蜂家たちは、主に農林省が保有する現場の生データを手に入できなかった事例が何度かあったと述べている。その後、養蜂家たちはDGALのさらなる取り組みに疑いの目を向け、「分析による麻痺」や、「公的な」調査・研究が「複雑」すぎるテーマへと逸れていっていること、調査・研究手法の開発を行っていないことを批判

48 フランスは、ヒマワリとトウモロコシの種子処理禁止を継続している。

した。それでも農林省は、2つの博士課程修了後プロジェクトを2年間助成し、それはCSTの研究に重要な貢献をした。

2001年版のLate Lessonsから得られるもう1つの重要な教訓は、問題の正しい理解を担保し、互いに矛盾する[複数の]社会的プロセスに対処するために、「評価においては専門家の有益な知見だけでなく『素人』や地元の知見の十分な活用を図ること」(EEA, 2001年)の必要性である。

2001年版Late Lessonsは、初期兆候を発見するための綿密な監視の重要性と、その目的を達成するために十分な資金を提供する必要性を強調した。われわれは、それにこうつけ加えてもいいだろう。フランスのミツバチ群の減少という経験から、**監視調査の実施主体は、直接の利害関係を有する現場の当事者（この場合は養蜂家や農家）に信頼され、受け入れられなければならないことがわかる、と。**最初の警報から、職業養蜂家たちに対して特別な注意を喚起すべきだった。彼らには日々の経験があり、土地や飼育しているハチについての十分な知識がある。主要な当事者が適切に関与しない場合、監視プロセスは信頼性も有効性も失ってしまう。たとえば、直接の利害関係者が参加するのをやめたり、監視手法の設定がまずかったりすると、問題の本質から逸れた部分に焦点を当てることになりかねない。さらに、そのような当事者による徹底した地場的な観察は、養蜂現場における徴候の変動や、異なる状況が曝露や影響のばらつきを生む理由を理解するのに役立つ可能性がある。

関連分野の専門家の専門的知見が確実に役立てられるようにすることも、信頼性や情報の品質を高めるために決定的に重要である。今回の事例が示すとおり(前述のセクション1.3.2を参照)、リスク評価に関わる専門家の選定には、必ず能力と透明性の高い手順に基づいて選ぶ必要がある。さらに、リスク評価プロセスには目的にふさわしい専門分野を取り込むべきであり、関与する専門家にはそれにふさわしい研究経験(つまり、査読付きの学会誌で公表された当該テーマについての論文)が伴うべきである。たとえば、ミツバチのリスク評価において科学的根拠を検討する公的委員会のメンバーには、植物の専門家よりミツバチの専門家を多く入れなければならない。また、因果関係を調べる際には、さまざまな専門分野(ミツバチの病気、毒物学、気候など)の間のバランスが担保されるべきである。なぜなら、たとえば病気の専門家は、生態毒性学の側面を取り上げるより病気に関する結論を導き出しがちだからだ。

このように、化学的リスクをめぐる論争の統御には、科学者や政策立案者を含む利害関係者間の相互信頼促進に重きを置き続け、それがつねに議論を方向づけることが必要である。

こうした目標を念頭に、**本稿の事例研究から8つの新たな教訓を得ることができる。**

第1に、議論を統御するためには、新しい化学物質の潜在的な特性を特定することと、それらの特性が引き起こすかもしれない想定外の事態を予測することに重点を置かなければならない。既存の技術のリスクを評価するために用いられる方法が、新しい技術のリスク評価にも適合していると思ひ込むのは賢明ではない⁴⁹。本稿の事例では、浸透性農薬のもたらすリスクの性質が、[従来の]散布用殺虫剤に伴うリスクとは異なるにもかかわらず、同一の評価手段(LD50やHQ)を用いて認可し、それらの手段が新たな形態の曝露と影響に妥当するかどうかを検討しなかった。学んだ教訓——**新しい技術を扱う際は、新たなリスクに固有の新たな特性や特徴を踏まえ、従来**

49 これは、Dunlap(1978年)によるDDTの分析で詳しく提示された非常に古い教訓である。

のリスク評価に用いられている方法が妥当かどうかを検証すること。

第2の教訓は、ミツバチに対する農薬リスクの評価について現行の標準検査が適切かどうかに関わる。教訓——**農薬の亜致死影響、慢性影響、蜂群への影響を評価する新たな検査を開発すること。**

イミダクロプリドの亜致死影響および慢性致死影響を測定する実験室研究において、ばらつきのある結果が示された。このようなばらつきが生まれる1つの大きな理由は、こうした調査・研究の標準手法がなく、結果的に実験室ごとに異なる調査・研究手法を用いていることである。調査によって、ばらつきの原因となりうる因子がいくつかある（使われるミツバチの亜種、日齢、温度、絶食時間など）。これらのパラメータのそれぞれが、異なる結果をもたらす可能性がある。たとえば、個々のハチの免疫応答性については、蜂群間にかなりの遺伝的ばらつきがあることが明らかになった（Evans と Pettis, 2005 年）。Alaux ら（2009 年）も、異なる蜂群が同じ場所で同じ環境に曝露していた事実にもかかわらず、実験に対する応答には相違が認められることを発見している。彼らは、遺伝的背景と蜂群の来歴（病原体、栄養源）がこうした相違を生み出しうることを示唆した。

既存の調査・研究手法の相違が、比較しにくい結果を生み出している。従って、農薬がミツバチに与える亜致死影響や慢性致死影響を取り上げるためには、標準手法を用いた新しい公的指針が必要となる。

今日では、物質のリスクの決定において圃場実験が重要な役割を果たす。しかし、環境因子や蜂群そのものが複雑であるところから、同一条件がどうしても再現できない。圃場実験で起こるそのような因子の特定の組み合わせを、ミツバチやその他の生物が曝露しうる一種の“平均的”環境条件の典型とみなすことはできない。

2004 年以降、フランス農林省に指名された（ただし資金援助は受けていない）ミツバチの専門家グループが、リスク評価実施を含むミツバチを対象とした新規試験法の開発を要請された。このグループはそれに先立ち、フランスにおけるリスク評価手法の検証を負託された生物論文委員会に対し、数種の信頼性のあるリスク評価法を提出していた。

ヨーロッパでは 2010 年まで、欧州・地中海植物防疫機構（European and Mediterranean Plant Protection Organisation: EPPO）の 2001 年基準に従ってミツバチの試験が行われていた（OEPP/EPPO, 2001 年）。植物とハチの関係国際委員会（International Commission for Plant-Bee Relationships: ICPBR）[現在は International Commission for Plant-Pollinator Relationships に改名] は、浸透性農薬がミツバチに及ぼすリスクの評価方式を修正することを提案し、半圃場および圃場調査を対象にした試験のガイドラインを変更した。2 つのガイドラインは EPPO に提出され、検討された（Thompson, 2010 年）。そして修正されたリスク評価方式は、2010 年に EPPO の基準として採用された（OEPP/EPPO, 2010 年 a, b）。

ところが、この基準改正のプロセスでは、リスク評価の構図を大きく変えることができなかった。2010 年の基準も、依然として亜致死影響と慢性影響を正しく考慮していない。そのうえ、慢性影響と亜致死影響を調べるための標準化された実験室試験は、いまなお実施されていない。そこで欧州委員会（European Commission: EC）は欧州食品安全機関（European Food Safety Authority: EFSA）に対し、現行のリスク評価方式を評価する作業グループの創設を命じた。

第3の教訓は、政策を実施するために必要な資源を過小評価しないこと。ガウチョの事例によって、フランスの行政府が新しい農薬の認可をうまく管理できていないことが明らかになった。政策立案者は、リスク統御のための効率的な規制手続きを策定する十分な人的資源（員数的にも能力的にも）と財源を確保し、それによって担当者たちがリスクを効果的に管理する能力を強化する必要がある。

第4の教訓は、直面する問題を扱う専門家の独立性と能力を担保すると同時に、調査・研究プロセスの完全な透明性を確保しなければならないということだ。この教訓は、民間と公的な資金に支えられた組織のいずれで働く研究者にも当てはまる。

公的資金を受けている研究者には利益相反の危険性もある。第1に、公的研究への資金援助が少ないため、研究所によっては外部の資金源（農薬メーカーを含む）を見つけなければならない場合もある。第2に、公的機関の研究者の中には、同時に化学業界のコンサルタントを務める人がいるかもしれない（たとえば、ある物質のミツバチへの影響を研究テーマにしたり、あるいは片やミツバチが採餌に訪れる農作物用の殺虫剤を製造している企業のために、ミツバチヘギータダニ（*Varroa jacobsoni*）を抑える抗ダニ剤の開発に取り組んだり）。

利益相反が経済的利害に関わると、資金援助が研究者の仕事に影響して出資者に有利な結果となる可能性もある。一方、利益相反が知的な利害に関わる場合には、ある科学者がすでに特定の世界観に傾倒していて、他の視点を持つてなくなるというようなことが起こりうる。しかし、たとえ主観を“まったく持たない”科学者が存在しないとしても、なるべく公平中立であろうと努める人はいる。彼らがそうできるだけのあらゆる条件を、制度として保証しなければならない。さらに、彼らの専門性を活かすための明確な枠組みを構築することで、それが情報の選択的利用や責任回避、曖昧な説明の可能性を減らし、専門性への信頼を高めて、[むやみな]論争が生まれる可能性を減らすかもしれない。

研究方針と資金調達には、以下2つの中核的目標の間でバランスが保たれるべきだ。すなわち一方は、はっきりと商業目的を持って知識の開発をめざす科学（[これを支えるのが]“知識経済”のための資源）。もう一方は、健康や環境のリスクに関する知識など社会的価値のある知識の開発を目標としている科学（これを支えるのが“知識社会”のための資源）である。前者の科学は、主として民間の資金提供に頼ることができる。後者のタイプの知識には、公的に管理された資金提供と、参加する研究者に特定の地位を与えることが必要で、それによって既得権益や制度的圧力から“可能な限り高い水準”の独立性を担保しなければならない。公的な組織で実施される研究は、既存の規制枠組みに依拠する企業が作り出す化学的リスクの科学的根拠を補完することができる。

加えて、企業スポンサーと、公的機関または民間のリスク研究者との間に契約関係を介在させることで、たとえば調査結果をその内容にかかわらず公表するという法的な保証が可能になる。

化学物質の認可を裏づける企業の登録文書は透明性が高くなければならない。外部の関係者が、それらの文書と、引用元の原著研究論文などを精査できるようにすべきだ。それによって文書の内容や総体的品質が向上する。また、さまざまな利害関係者が意見を述べる容量にもバランスを保つべきで、それにより最も強力な利害関係者が繰り返し意見を述べて評価プロセスを乗っ取ることに歯止めがかけられる。健康と環境のリスク評価に関する完全な情報が、科学者にも NGO に

も容易に入手可能で、意見を述べる機会が積極的に提供され促進されなければならない。1つの選択肢は、REACH規則（化学物質の登録・評価・認可・制限に関する規則）の枠組みで組織された物質情報交換フォーラム（Substance Information Exchange Forums: SIEF）に似た、物質情報検討フォーラム（Substance Information Review Forum: SIRF）かもしれない。実りある検討機会を作るには、無料のデータベースを通じて、リスク評価の元となる調査・研究を参照できるようにすべきである。そのようなライブラリー〔機能〕は、ある物質が認可された後でそのリスクに関して疑念が生じた場合にも有用だろう。

規制当局のリスク評価に関して意見を発表したり、評価そのものに関わったりする民間および公的機関の全研究者は、自らの利益相反を表明すべきである。これは多くの状況ですで行われているが、このような自己表明も（たとえばインターネット上で）一般に公開されるべきである。研究者は、自分や自分の研究所に資金を提供している企業が製造する農薬のリスク評価には関わらざるべきでない。

第5の教訓：議論の中で伝える科学的情報の社会的品質が、その人の一般社会における信頼度を決定することに留意。本稿の事例研究から、バイエル社やフランスの特定の行政サービスによる科学的情報の伝達に大きな欠陥があり、そのことが他の利害関係者の不信や議論の激化を招いたことが明らかになった。ここでは、賛否が分かれる政策プロセスにおいて伝達される情報の社会的品質〔向上〕のために6つの提言を示す。

- 信頼性——理に合わない選択による科学的知識に基づいてではなく、入手できるあらゆる科学的知識に基づいて立論すること。
- 堅牢性——批判を無視せず、それに答えること。
- 完全性——他の利害関係者、特に自分の考え方に反対する人たちからの情報を無視しないこと。
- 現下の問題と間接的につながっているだけの一般的な論点を強調するのではなく、論争中の問題に直接関連する論点（たとえば〔養蜂〕現場で観察される特定の徴候や、問題の渦中にある地域に関するもの）を取り上げること。
- 論理性——自分の観点を変えて当該論点を明らかに肯定する場合を除き、自己矛盾を避けること。
- 自分の情報源の正当性を担保すること（利益相反のない有能な研究者に訴える）。（さらに詳しくは、Maxim と van der Sluijs, 2007 年を参照）。

第6の教訓は、販売承認申請の科学的妥当性に関する評価を担当する組織は、既存の研究を評価・比較できる明確かつ標準化された科学的品質の判定基準を作るべきである、ということだ。

リスク評価においては、科学論文を含むすべての既存文献を考慮に入れるべきであり、業界によって提出されたデータの科学的品質を必ず検討すべきである。重要な課題は、立証責任（つまり、リスクに関する意思決定を裏づける科学的根拠を創生する責任はだれが負うのか）と、その信頼性とのバランスだ。妥当な研究論文の選択（たとえば販売認可を得るための）は、その有効性を判断するうえで理に合わない“専門家の最良”のようなものに基づくのではなく、明確で統一

された科学的品質基準に基づくべきである。ある研究・調査の品質を評価するための厳密な基準がないと、リスク評価プロセスから特定の研究・調査を排除することが恣意的に、ないし主観的に正当化されかねない。こうした排除は最終結果に決定的な影響を及ぼしうる。

研究室の作業品質〔向上〕に関する既存の慣行に加えて、調査・研究の科学的品質を評価するための基準を設けるべきだ。医薬品安全性試験実施基準（Good Laboratory Practice: GLP）によって、研究室での調査・研究を制御可能な形で計画、実施、監視、記録、報告、保管する枠組みが担保される。しかし GLP 認証は、研究室における作業の透明性と追跡可能性〔トレーサビリティ〕を保証するにすぎず、その調査・研究の科学的品質を保証するものではない。一例を挙げれば、標準化されていない試験に関し、GLP は調査・研究のために選抜された手法が、調査対象となる生物の生態や行動を十分に考慮していることや、結果が正しく説明できていることを保証するわけではない。ところが、新しい形態のリスクを評価する必要がある中で、まだ標準化されない新たな試験がますます求められるようになってきているのである。

第7の教訓は、複数原因説に関して、潜在的な原因因子に優先順位をつけ、それらの間の潜在的な相関性や相乗効果を評価する前に、それら一つひとつを個別に取り上げること。ミツバチの消失には数多くの因子が影響している可能性があるが、それをもって養蜂現場における特定の徴候や原因を取り上げないための口実にすべきではない。複数の潜在的原因が関与しているという理由で、行動が妨げられるべきではない。それどころか、潜在的な原因に取り組む前に、それらの間に優先順位をつけなければならない。異なる原因は異なる役割を演じる可能性がある。たとえば、「主因」（つまり他の原因の発現に影響を与えるもの）もあれば、「副因」（一例は、イミダクロプリドとノゼマ病との関係で明らかになっているように、農薬による免疫抑制が病気を引き起こしやすくする可能性）もあるかもしれない（Maxim と Van der Sluijs, 2010 年も参照）。

複数の原因を論じることが、ミツバチに与えるガウチョのリスクを論じることと矛盾して見えるのは、うわべにすぎない。つまり、**国中で多くの因子がミツバチに影響を及ぼしているという事実は、ガウチョ処理されたヒマワリやトウモロコシの集約的栽培地域において、ガウチョがミツバチに影響を及ぼしたという事実と矛盾しない。**もちろん、一部の地理的地域で主に作用する原因もあれば、全国いたるところに存在しうる因子もある。特定の因子が一年の特定の時期に（たとえば夏期に）作用することもありうる一方で、年間を通して作用するものもあるだろう。

まずどの因子に調査・研究の焦点を合わせるかの選択においては、実現可能性、最終的な影響を低減する可能性、相乗便益（たとえば社会的摩擦の削減）などを考慮する必要がある。低用量の浸透性殺虫剤と病気などその他の因子との相乗効果への理解を深めるために調査・研究に資金投入することは、蜂群消失に対処するうえで重要だと考えられる。

第8の教訓は、早期警告を発する科学者たちを保護するために必要な規制基盤を構築すること。ガウチョの事例は、民主主義社会における科学の役割と、科学者が社会から受け取る資源についての問題を提起する。科学を批評する人はたくさんいるが、科学者に対する社会的義務にも留意する人はどれだけいるだろうか？ このように対立的な事例において、科学専門家に対し、思想の自由と責任ある行動の自由が制度的にどれだけ与えられているだろうか？ 社会は、早期警告を発する科学者たちへの法的保護をどのように理解し、提供しているだろうか？

農業の影響は重要であり、社会的な意味も大きいですが、この問題をめぐって広まった社会的対立のせいで、科学者がこれを研究テーマとすることに二の足を踏む可能性は高い。

ヨーロッパの“知識社会”において知識の民主的生産を行なうには、(健全な査読と検証に基づいた)科学的説明責任と、社会的に慎重な扱いを要する問題を科学者が独立した立場で追究できる自由に向けた制度的構造に支えられてしかるべきである。もし科学が意思決定の知的後ろ盾として機能し続けるとすれば、敬意のある表現を用いた公開討論と批評が奨励されなければならない。あらかじめ決められた結論を裏づけるために科学的成果を誤用することや、不安と心理的圧迫を煽る行動は容認できない (Gleick, 2007 年も参照)。

1.6 結論と見通し

イミダクロプリドは、とりわけ“予防原則の適用にふさわしい”物質だと思われる。生物への影響は、ミツバチの場合(経口半数致死量の最小値が最大値より 21 倍低く、接触半数致死量の最小値と最大値は 40 倍の差があり、慢性毒性をもたらす最小影響濃度 [LOEC] は上下限に 1000 倍も開きがある)も、野生のハチなど他の生物の場合も、大きく相違する (Tasei ら, 2000 年; Morandin and Winston, 2003 年; Desneux ら, 2007 年; Colla と Packer, 2008 年; Mommaerts ら, 2009 年)。算定されたイミダクロプリドの半減期は 83 日から 1~2 年までの幅がある。

土壌中におけるイミダクロプリドの残存性は、温度、土壌組成、圃場における耕作の有無など、さまざまな因子の影響を受ける (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2007 年)。そこでイミダクロプリドのリスクは、温度、湿度、土壌組成など、特定の環境因子の組み合わせによって左右されると考えてよさそうだ。そのうえ、イミダクロプリドの量と慢性影響との間に相関関係を認められなかった研究が 2 つ以上ある (Suchail, 2001 年; Schmuck, 2004 年)。このようなばらつきから、ガウチョの影響の一部は**抑制不可能**と見られる。

本稿では、こうした生態毒学的な影響の多様性が**社会にもたらす結果**に焦点を当てた。生態毒学的な見立てが多様であることによって、それぞれの利害関係者が独自の“科学的論拠”を見つけ、論争において正反対の立場を主張するために用いることができるという発見は興味深い。

ミツバチの蜂群の減少はヨーロッパ各国(たとえばベルギー、イタリア、ポルトガル、ドイツ、オランダ、英国)で報告されており、それが種子処理用の殺虫剤にしばしば関連づけられてきた (CARI, 2003 年; Panella, 2001 年; Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 2000 年; COLOSS, 2009 年)。欧州議会は、蜂蜜の製造と販売に関する決議が採択された 2001 年 12 月以降、この問題を公式に認めている (European Parliament, 2001 年)。同議会は、「耕地用の種子処理に用いられる、非常に長い持続残留性を持つ浸透性殺虫剤が蜂群の大量被毒を引き起こし、それによって複数の加盟国でハチの個体数に極めて深刻な被害をもたらされた」と声明を出している。

他のヨーロッパ諸国でも、種子処理用殺虫剤に予防原則が適用されている。イタリアでは、ナタネ、ヒマワリ、スイートコーンの種子処理に対するイミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム、フィプロニルの使用が一時的に禁止された。これらの活性物質と、同国で明らかになったミツバチの消失との関係について理解を深めるために、APENET と呼ばれる研究プログラムが開始された。APENET によると、使用禁止後、春期に死亡率が高まるという報告数が、2008

年の185件から2009年の2件へと減少したことがわかった (Il punto coldiretti, 2009年)。2009年9月14日、保健省は、2010年9月20日までこの禁止措置を延長することを決め (Ministero della Salute, 2009年)、その後、2011年6月30日まで延長した (Ministero della Salute, 2010年)。イタリアの研究者たちは、多湿条件のもとで、ネオニコチノイド処理トウモロコシの播種中に放出された粉塵が原因でミツバチが死んだことを明確に示す証拠を見つけた (Marzaro ら, 2011年)。

スロヴェニアでは、ナタネとトウモロコシの種子処理におけるクロチアニジン、チアメトキサム、イミダクロプリドの使用に関し、2008年から2011年にかけて立て続けに禁止、再認可、再び禁止という措置をとった。

ドイツでは、2008年5月に、活性物質のクロチアニジン、チアメトキサム、イミダクロプリドを含む8種の殺虫剤用種子処理剤のトウモロコシへの使用が一時的に禁止され、2009年2月に更新された (BVL, 2009年)。ドイツは、トウモロコシの種子処理におけるネオニコチノイド系農薬クロチアニジンの使用を除き、この差し止めを解除した (EPA, 2011年)。

2006年以降、米国の蜂場から蜂群が突然姿を消す“蜂群崩壊症候群” (Colony Collapse Disorder: CCD) が報告されるようになった (MAAREC, 2011年)。ミツバチの成虫が姿を消す養蜂現場での徴候は、フランスの養蜂家たちが見つけた養蜂現場での徴候を思い起こさせたので、大衆メディアも科学メディアも——その是非はさておき——フランスのミツバチ群の減少を [米国での CCD と] 関連づけた。どんな結論を導き出すより先に、それぞれの養蜂現場で見られた徴候の具体的な特徴 (“指紋”) や、その空間的・時間的発生パターンを適切に比較しなければならないことは明らかである。

ヨーロッパの一部の国々では、花粉触媒者と受粉される植物が同時に減少していることを示す証拠が増えつつある (Biesmeijer 他, 2006年, Vaissière, 2005年)。中には、中国の四川省 (Newsweek, 2008年) などのように、ミツバチの減少によって農民たちが手作業で果樹に受粉せざるをえなくなったケースもある。ヨーロッパでこうしたことが経済的に可能だろうか？

“幸いなことに”、家畜化されたミツバチは人間によって管理され、収入源になっている。他の生物種に関しわかっていることははるかに少ない。フランスにおける論争中、環境の状態を表す生物指標としてのミツバチの役割が強調された。『ネイチャー』誌に発表されたある研究 (The Honeybee Genome Sequencing Consortium, 2006年) では、ミツバチは環境汚染に対し、他の昆虫より素早く反応する傾向があることが明らかになった。ミツバチは、解毒に関わる主な遺伝子族のサイズが小さく、そのために特定の農薬に対する感受性が異常に高いらしい。ミツバチの消失は、他の昆虫相に対する、そして間接的には植物、鳥類、その他の生物種に対する“警鐘”だと受けとめることができる。

われわれの事例研究は、科学者の独立性 (けっして絶対的なものではなく大きく変動する) を担保することの重要性を強調する。リスクに関する知見を制限しうる因子は数多くある。民間部門からの資金源を必要とする資金面の制約、毒物学や生態毒性学における研究職ポストの不足、あるいは科学的基準ではなく制度的な基準によって研究品質を評価することなどがそれに当たる。

妥当な研究課題を立てるためには社会的関心が不可欠である。花粉触媒者として、ミツバチは野生植物の生存に対し生態学的な影響を及ぼす。しかしミツバチは [それ以上に] 人間——とりわけ、多くの果物や野菜を無償で授粉してくれる経済的価値——に重要な影響を及ぼす。

1.7 年表

1991	フランスで、テンサイの種子処理に対するガウチョの使用が初めて認可される。欧州経済共同体指令 91/414/EEC の採択。
1993	ヒマワリの種子処理に対するガウチョの使用が認可される。
1994	ヒマワリの種子処理にガウチョが初めて使用される。 ヒマワリの流蜜期に、養蜂家たちが初めて現場の徴候を観察する。可能性のある関連因子をすべて分析して、養蜂家はガウチョが蜂場に害を及ぼすとの疑いを持つ。
1995–1997	バイエル社が、ガウチョがミツバチにもたらすリスクについての複数の調査を行う。いずれの調査も無害を報告する。 ミツバチの蜂群が大きく減少したことが報告される。同時に、ガウチョで種子処理されたヒマワリの栽培面積も急激に増加している。
1997	バイエル社と農林省の代表者による重要な会議中、養蜂家たちが、観察されているミツバチ消失の原因はガウチョであると公然と指摘する。 有毒製品委員会の最初の報告書が公表される。報告書はさらなる調査を勧告。
1998	公的機関の研究者が関与した最初の研究プログラムが、ヒマワリの花蜜と花粉の中にイミダクロプリドを検出する。 リージェント TS がミツバチの養蜂現場で見られる徴候の原因だという疑いがかかる。 12月17日、1,000人以上の養蜂家がパリのエッフェル塔正面でデモを行い、ガウチョの禁止を求める。影響を受けた蜂場では、ヒマワリ蜂蜜の生産量が平年比で30~70%減少したと報告される。
1999	1月、農林省は予防原則を適用し、ヒマワリの種子処理に対するガウチョの使用を2年間禁止することを決める。 バイエル社がパリ行政裁判所で同省の決定に異議を申し立てたため、論争の場は裁判所へ移る(1999年3月)。UNAFが裁判で農林省の決定を支持する
2000	トウモロコシの花粉中にイミダクロプリドを検出し、土壌中における残存性の高さを確認したという新たな科学的発見を受けて、養蜂家たちはイミダクロプリドのあらゆる使用を禁止するよう求める。
2002-2003	中毒の発症により数千の養蜂群に深刻な影響が及ぶ。死んだミツバチから残留フィプロニルが発見される。
2004	農林省は、トウモロコシの種子処理に対するガウチョの使用と、あらゆる農業利用におけるリージェント TS の使用を一時的に禁止。
2005-2007	養蜂家から、夏期の死亡率上昇が止まったとの報告。蜂群の回復は緩やかだが、冬の死亡率は年によって変動する。
2009	イミダクロプリドとノゼマ[病]原虫との相乗作用を証明する科学論文が公表される。

参考文献

ACTA, 1997, 'Réunion du 24 octobre 1997 — Dossier tournesol', *Revue française d'apiculture*, 579: 498–499.

ACTA, 1998, *Protocoles d'expérimentation détaillés présentés par les différents partenaires*, Association de Coordination Technique Agricole.

AFP, 2003, 'La mort des abeilles, un "signal d'alarme" selon un scientifique — Orléans, Jeudi 30 janvier 2003, 12h30', Agence France Presse

(http://www.beekeeping.com/intoxications/communiqué_afp_30_01_2003.htm) accessed 10 January 2011.

AGPM, 2008, 'Cruiser: une décision s'impose de toute urgence — Communiqué de presse, 3.12.2008', Association Générale des Producteurs de Maïs

(<http://www.agpm.com/communiqué00011951.php>) accessed 10 January 2011.

AFSSA, 2001, *Les affaiblissements de colonies en zone de culture industrielles. Etude du cas du cheptel apicole en Poitou Charentes*, Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments, Paris.

AFSSA, 2002, *Analyse des phénomènes d'affaiblissement des colonies d'abeilles*, Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments, Paris.

AFSSA, 2009, 'Weakening, collapse and mortality of bee colonies', Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments

(<http://www.afssa.fr/Documents/SANT-Ra-MortaliteAbeillesEN.pdf>) accessed 10 January 2011.

Agreste, 2011, Céréales, oléagineux, protéagineux 1989–2006 définitif, 2007 provisoire', (<http://agreste.maapar.lbn.fr>) accessed 26 January 2011.

Aizen, M. A. and Harder, L. D., 2009, 'The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination', *Current Biology* 19, 915–918.

Alaux, C., Brunet, J. L., Dussaubat, C., Mondet, F., Tchamitchan, S., Cousin, M., Brillard, J., Baldy, A., Belzunces, L. and Le Conte, Y., 2009, 'Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*)', *Environmental Microbiology*, 12(3): 774–782.

Alétru, F., 2003, *Documents communiqués par M. Frank Alétru au CST*, janvier 2003.

Allen-Wardell, G., Bernhardt, P., Bitner, R., Burquez, A., Buchmann, S., Cane, J., Cox, P.A., Dalton, V., Feinsinger, P., Ingram, M., Inouye, D., Jones, C.E., Kennedy, K., Kevan, P., Koopowitz, H., Medellín, R., Medellín-Morales, S. and Nabhan, G.P., 1998, 'The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields', *Conservation Biology*, 12: 8–17.

Apiservices, 2001, 'Document de synthèse II — Les abeilles et l'imidaclopride'

(http://www.apiservices.com/articles/fr/gaucho/synthese_2.htm) accessed 25 October 2011.

- Aubert, M., Faucon, J. -P. and Chauzat, M. -P., 2008, *Enquête prospective multifactorielle —influence des agents microbiens et parasitaires, et des résidus de pesticides sur le devenir de colonies d'abeilles domestiques en conditions naturelles*, AFSSA Unité de Pathologie de l'Abeille
- Barth, M., 2000, 'Substance A. Acute toxicity of substance A to the honey bees *Apis mellifera* L. under laboratory conditions', BioChem agrar, Labor für biologische und chemische Analytic GmbH, Cunnorsdorf, Germany.
- Bayer, 1992, *Gaicho: information technique*.
- Bayer, 1998, *Annual Report 1998*.
- Bayer, 1999. NTN 33893 (imidaclopride). Dossier de synthèse des informations contenues dans le dossier initial du 04.04.90 et le complément d'informations n°1 du 8.01.91.
- Bayer Cropscience, 2006, *Nos dossiers: Gaicho et les abeilles* (<http://www.bayercropscience.fr>) accessed June 2006.
- Bayer Cropscience, 2008, 'Key Facts and Figures 2007/2008'
- Belzunces, L. and Tasei, J-N., 1997, *Rapport sur les effets des traitements de semences de tournesol au Gaicho® (imidaclopride) — Impacts sur les peuplements des colonies d'abeilles et sur les miellées*, Commission d'Etude de la Toxicité des Produits Antiparasitaires à Usage Agricole et des Produits assimilés, Ministère de l'Agriculture, Paris.
- Berny, 1999, 'Evaluation of the toxicity of imidacloprid in wild birds. A new high performance thin layer chromatography (HPTLC) method for the analysis of liver and crop samples in suspected poisoning cases', *J. Liq. Chrom. & Rel. Technol.*, 22(10): 1547–1559.
- Beulin, X., Ducroquet, D., Pinta, P. and Terrain, C., 2005, *Protéger semences pour protéger les cultures, Dossiers de la protection des semences: les filières agricoles s'unissent pour en parler. 1:1*.
- Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P. M., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A. P., Potts, S. G., Kleukers, R., Thomas, C. D., Settele, J. and Kunin, W. E., 2006, 'Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands', *Science*, 313(5785): 351–354.
- Bonmatin, J. -M., Moineau, I., Colin, M. -E., Bengsch, E. R., Lecoublet, S. and Fléché, C., 2000, *Effets des produits phytosanitaires sur les abeilles. Programmes 1999 et 2000. Rapport de résultats n°3*, CNRS-CBM, AFSSA, INRA.
- Bonmatin, J. -M., Moineau, I., Colin, M. -E., Bengsch, E. R. and Lecoublet, S., 2001, *Effets des produits phytosanitaires sur les abeilles. Analyse de l'imidaclopride dans les pollens. Rapport de résultats n°10*, CNRS-CBM, INRA, Orléans.
- Bonmatin, J. -M., Bengsch, E. R., Charvet, R., and Colin, M. -E., 2002, *Effets des produits phytosanitaires*

sur les abeilles. *Analyse d'imidaclopride dans les pollens de maïs. Rapport de résultats n°14*, CNRS-CBM, INRA, Orléans.

Bonmatin, J. -M., and Charvet, R., 2002, *Effets des produits phytosanitaires sur les abeilles. Annexe n°5. Synthèse des fiches de prélèvements relative au rapport n°14 de juin 2002 au Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (M210). Matrice: Pollens. Année: 2001*. CNRS-CBM, Orléans.

Bonmatin, J. M., Moineau, I., Charvet, R., Colin, M. E., Fleche, C. and Bengsch, E. R., 2005, 'Behaviour of Imidacloprid in Fields. Toxicity for Honey Bees', in: Lichtfouse, E., Schwarzbauer, J., Robert, D. (eds.), *Environmental chemistry. Green chemistry and pollutants in Ecosystems*, Springer, pp. 483–494.

Bortolotti, L., Porrini, C. and Sbrenna, G., 2002, 'Effetti dell'imidacloprid nei confronti di *Bombus terrestris* (L.), Prove di laboratorio', *Informatore Fitopatologico*, 3: 66–71.

BVL, 2009. Maize seed may now be treated with "Mesurol flüssig" again. BVL press release, 09.02.2009.

Canadian Council of Ministers of the Environment, 2007, *Canadian water quality guidelines: imidacloprid scientific supporting document* (http://www.ccme.ca/assets/pdf/imidacloprid_ssd_1388.pdf) accessed 10 January 2011.

Capowiez, Y., Dittbrenner, N., Rault, M., Triebskorn, R., Hedde, M. and Mazzia, C., 2009, 'Earthworm cast production as a new behavioural biomarker for toxicity testing', *Environmental Pollution*, doi: 10.1016/j.envpol.2009.09.003.

CARI, 2003, *Suivi sanitaire d'urgence de ruchers présentant des symptômes de dépérissement: Projet FF 02/15 (414) du Fonds Budgétaire des Matières Premières Avec la participation de la Région Wallonne (équipe PRIME) et du programme européen 1221/97 « Miel », Rapport Final*, CARI, Belgique.

CETIOM, 2011, 'Taupins: risques et lutte', Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains (<http://www.cetiom.fr/index.php?id=12779>) accessed 5 January 2011.

Chauvency, F., 1997, 'Intervention lors de la réunion de l'ACTA du 24 octobre 1997, Dossier tournesol', *Revue française d'apiculture*, 579: 498–499.

Chauzat, M., -P., Faucon, J., -P., Martel, A., -C., Lachaize, J., Cougoule, N. and Aubert, M., 2006, 'A survey of pesticide residues in pollen loads collected by honeybees in France', *J Econ Entomol*, 99(2):253–62

Clément, 2000, 'Editorial no. 602', *Abeilles et fleurs*, Union Nationale de l'Apiculture Française, Paris (http://www.unaf-apiculture.info/revue/anciens_editoriaux_2000.htm) accessed 10 January 2011.

Clément, H., 2005, 'Editorial n°664', *Abeilles et fleurs*, Union Nationale de l'Apiculture Française, Paris.

Clément, H., 2007. 'Editorial n°684' *Abeilles et fleurs*, Union Nationale de l'Apiculture Française, Paris.

CNEVA Sophia-Antipolis, 1997, *Programme de recherches sur l'implication des traitements des semences*

de tournesol dans les diminutions de miellée, ACTA, INRA, CETIOM, CNEVA.

Colla, S. R. and Packer, L. 2008, 'Evidence for decline in eastern North American bumblebees (Hymenoptera: Apidae), with special focus on *Bombus affinis* Cresson', *Biodiversity Conservation*, 17:1379–1391.

Colin, M. -E., 2000, *Présentation devant la Commission des Toxiques le 15/11/2000*, INRA, Avignon.

Colin, M. -E. and Bonmatin, J. -M., 2000, *Programme concerté 1999. Rapport intermédiaire n°1. Effets de très faibles concentrations d'imidaclopride et dérivés sur le butinage des abeilles en conditions semi-contrôlées*, INRA, CNRS, AFSSA.

Colin, M. -E., Le Conte, Y., Di Pasquale, S., Bécard, J. -M. and Vermandere, P., 2002, *Effets des tournesols issus de semences enrobées d'imidaclopride (Gaucho®) sur les capacités de butinage de la colonie d'abeilles domestiques*, INRA, Avignon.

COLOSS, 2009, *Proceedings of the 4th COLOSS Conference - Prevention of honeybee Colony LOSSes. Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Zagreb, Croatia. March 3–4, 2009.*

Comité d'homologation 'Produits phytosanitaires', 2002, *Séance du 20 décembre 2002.*

Conseil d'Etat, 2002, 'Le Conseil d'Etat sur le rapport de la 3ème sous-section, Séance du 16 septembre 2002, lecture du 9 octobre 2002. N° 233876 - Union Nationale de l'apiculture Française' (<http://www.conseil-etat.fr/cde/node.php?articleid=941>) accessed 10 January 2011.

Coordination des Apiculteurs, 2000, 'Une production apicole sinistrée: l'apiculture, touchée en plein vol' (http://www.beekeeping.com/articles/fr/gaucho/argumentaire_manif_gaucho.htm) accessed 23 September 2011.

Coordination des Apiculteurs, 2001, *Communication à l'attention des membres du Comité de Pilotage – Etude multifactorielle, réunis en CE le 28 septembre 2001 à Paris.*

CST, 2003, Imidaclopride utilisé en enrobage de semences (Gaucho®) et troubles des abeilles, rapport final, Comité scientifique et technique de l'étude multifactorielle des troubles des abeilles.

CTP, 1997, *Extrait du compte-rendu de la Commission d'Etude de la Toxicité des Produits Antiparasitaires du 11 décembre 1997.*

CTP, 1998, *Extrait du compte-rendu de la Commission d'Etude de la Toxicité du 16 décembre 1998.*

CTP, 2002, *Evaluation des risques pour les abeilles de l'utilisation de la préparation Gaucho (imidaclopride) utilisée pour le traitement de semences de maïs. Séance du 18 décembre 2002.*

De Boyer des Roches, A., Bournez, L., Allier, F., Britten, V., Vallon, J. and Jourdan, P., 2009, 'Estimation des pertes hivernales de colonies d'abeilles (*Apis mellifera*) chez les apiculteurs professionnels en 2007–2008: premiers résultats', *Bulletin Technique Apicole*, 36(1): 33–46.

Desneux, N., Decourtye, A. and Delpuech, J. -M., 2007, 'The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods', *Annu. Rev. Entomol.*, 52:81–106.

Dossier de la protection des semences, 2005, *Les filières agricoles s'unissent pour en parler, Ravageurs du sol: le maïs dans une impasse*, 2:3

Dunlap, T. R., 1978, 'Science as a guide in regulating technology: the case of DDT in the United States', *Social Studies of Science*, 8(3): 265–285.

EEA, 2001, *Late lessons from early warnings*, Environmental issue report No 22, European Environment Agency, Copenhagen.

EFSA, 2008, 'Bee Mortality and Bee Surveillance in Europe. A Report from the Assessment Methodology Unit in Response to Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA)' (http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902584688.htm) accessed 10 January 2011.

Elie, Y. and Garaud, R., 2003, *Témoin gênant*, movie realised with the participation of Planète Future and France 3 Ouest.

EPA, 2003, *Pesticide Fact Sheet: Clothianidin* (<http://www.epa.gov/opprd001/factsheets/clothianidin.pdf>) accessed 10 January 2011.

EPA, 2011, *Colony Collapse Disorder: European Bans on Neonicotinoid Pesticides* (<http://www.epa.gov/pesticides/about/intheworks/ccd-european-ban.html>) accessed 3 December 2011.

Evans, J. D. and Pettis, J. S., 2005, 'Colony-level impacts of immune responsiveness in honeybees, *Apis mellifera*', *Evolution*, 59:2270–2274.

European Parliament, 2001, Resolution on the Commission report on the implementation of Council Regulation (EC) No 1221/97 laying down general rules for the application of measures to improve the production and marketing of honey (COM(2001) 70 - C5-0398/2001 - 2001/2156(COS)), 13 December 2001
(<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P5-TA-2001-0717+0+DOC+XML+V0//FR>) accessed 10 January 2011.

Fau, B., 2000, 'Gaucho: A propos de la décision du Conseil d'État', *Abeilles et fleurs*, no 603.

FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), 2011. Pollination.
(<http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/biodiversity/pollination/en/>) accessed 8 June 2011

Faucon, P. J. P. and Chauzat, M. P., 2008, 'Varroosis and others honey bee diseases: Major causes for colony mortality in France', *Bulletin De L'Academie Veterinaire De France*, 161(3): 257–263.

France Miel, 2000, 'Une production apicole sinistrée: l'apiculture, touchée en plein vol'

(http://www.apiservices.com/articles/fr/gaucho/argumentaire_manif_gaucho.htm) accessed 5 January 2011.

GEM-ONIFLHOR, 2005, *Audit de la filière miel. Partie I: Reactualisation des Données Economiques Issues de l'audit 1997*

(http://www.apiculture.com/abeille-de-france/articles/audit_filiere_apicole_n1_2004.pdf) accessed 5 January 2011.

GEM-ONIFLHOR, 2005, *Audit de la filière miel. Partie II: Analyse au niveau micro économique*

(http://www.apiculture.com/abeille-de-france/articles/audit_filiere_apicole_n2_2004.pdf) accessed 5 January 2011.

Ghazoul, J., 2005a, 'Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis', *Trends in Ecology and Evolution*, 20:367–373.

Ghazoul, J., 2005b, 'Response to Steffan-Dewenter et al.: Questioning the global pollination crisis', *Trends in Ecology and Evolution*, 20(12): 652–653.

Girolami, V., Mazzon, L., Squartini, A., Mori, N., Marzaro, M., Di Bernardo, A., Greatti, M., Giorio, C. and Tapparo, A., 2009, 'Translocation of Neonicotinoid Insecticides from Coated Seeds to Seedling Guttation Drops: A Novel Way of Intoxication for Bees', *J. Econ. Entomol.* 102(5): 1808–1815.

Gleick, 2007, *Testimony to the Senate Committee on Commerce, Science, and Transportation*

(http://www.pacinst.org/publications/testimony/Gleick_Senate_Commerce_2-7-07.pdf) accessed 5 January 2011.

Greatti, M., Barbattini, R., Stravisi, A., Sabatini, A.G. and Rossi, S., 2006, 'Presence of the a.i. imidacloprid on vegetation near corn fields sown with Gaucho® dressed seeds', *Bulletin of Insectology*, 59(2): 99–103.

Glinski, Z. and Kauko, L. 2000, 'Immunosuppression et immunotoxicologie: Aspects liés à la protection de l'abeille mellifère contre les agents microbiens et parasitaires', *Apiacta*, 35: 65–76.

Galerie Virtuelle Apicole, 2006, 'Apiservices - Dossier Intoxications Abeilles'

(http://apiculture.com/_menus_fr/index.htm?dossier_intoxications.htm&1) accessed 10 January 2011.

Halm, M. P., Rortais, A., Arnold, G., Taséi, J. N. and Rault, S., 2006, 'A new risk assessment approach for systemic insecticides: the case of honeybees and imidacloprid (Gaucho®)', *Environ Sci Technol.*, 40:2448–54.

Il Punto Coldiretti, 2009. Moria delle api, prorogato il divieto di uso sulle sementi conciate ai neonicotinoidi. Il punto coldiretti, 29.09.2009. URL:

<http://www.ilpuncocoldiretti.it/attualita/pagine/Moriadelleapi,prorogatoildivietodiusosullesementiconciateai neonicotinoidi.aspx>

ISIS, 2011, 'Parasitic Fungi and Pesticides Act Synergistically to Kill Honeybees?', Institute of Science in Society (<http://www.i-sis.org.uk/Parasiticfungi.php>) accessed 5 January 2011.

Jeschke, P. and Nauen, R., 2008., 'Neonicotinoids — from zero to hero in insecticide chemistry', *Pest Management Science* 64:1084–1098.

Jeschke, P., Nauen, R., Schindler, M. and Elbert, A., 2010, 'Overview of the status and global strategy for neonicotinoids', *Journal of agricultural and food chemistry*, DOI: 10.1021/jf101303g.

Katsarou, I., Martinou, A., Papachristos, D. P. and Zoaki, D., 2009, 'Toxic effects of insecticide residues on three aphidophagous coccinellid species', *Hellenic Plant Protection Journal*, 2: 101–106.

Kindemba, V., 2009, The impact of neonicotinoid insecticides on bumblebees, honeybees and other non-target invertebrates

(<http://www.buglife.org.uk/Resources/Buglife/revised%20neonics%20report.pdf>) accessed 10 January 2011.

Kirchner, W. H., 1998, *The effect of sublethal doses of imidacloprid on the foraging behaviour and orientation ability of honeybees*, University of Constance, Germany.

Kirchner, W. H., 1999, *Preliminary report on the effects of sublethal doses of imidacloprid on the learning performance and of imidacloprid metabolites on the foraging behaviour and orientation ability of honeybees*, University of Constance, Germany.

Kirchner, W. H., 2000, *The effects of sublethal doses of imidacloprid, hydroxy-imidacloprid and olefine-imidacloprid on the behaviour of honeybees*, University of Ruhr, Bochum, Germany.

Klein, A., -M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. and Tscharntke, T., 2006, 'Importance of pollinators in changing landscapes for world crops', *Proceedings of the Royal Society*, doi: 10.1098/rspb.2006.3721.

Klein, A., -M., Olschewski, R. and Kremen, C., 2008, 'The Ecosystem Service Controversy: Is There Sufficient Evidence for a "Pollination Paradox"? Reaction to J. Ghazoul. 2007. Recognising the complexities of ecosystem management and the ecosystem service concept', *GAIA* 16(3): 215 – 221.

Kreutzweiser, D. P., Good, K. P., Chartrand, D. T., Scarr, T. A., Holmes, S. B. and Thompson, D. G., 2008, 'Effects on litter-dwelling earthworms and microbial decomposition of soil-applied imidacloprid for control of wood-boring insects', *Pest Management Science*, 64:112–118.

Kuldna, P., Peterson, K., Poltimäe, H. and Luig, J., 2009, 'An application of DPSIR framework to identify issues of pollinator loss', *Ecological Economics*, 69(1): 32–42.

Kunkel, B. A., Held, D. W. and Potter, D. A., 2001, 'Lethal and sublethal effects of bendiocarb, helofenozide, and imidacloprid on *Harpalus pennsylvanicus* (Coleoptera: Carabidae) following different modes of exposure in turfgrass', *Journal of economic entomology*, 94(1): 60–67.

Lagarde, F., 2000, *Points résultats CETIOM sur analyses Gaucho tournesol. C99GER (résidus d'imidaclopride dans du tournesol non traité, rémanence). C99GSP (présence d'imidaclopride dans les*

compartiments de la fleur, niveau d'exposition des abeilles), Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains

Laurent, F. and Scalla, R., 2001, *Transport et métabolisme de l'Imidaclopride chez le Tournesol. 3ème programme communautaire pour l'apiculture, année 1999–2000*, INRA, Laboratoire des xénobiotiques, Toulouse.

Le Point, 2001, 'La république des copains', *Le Point*, 4 Mai, No 1494, p. 53.

Libération, 1999a, 'L'insecticide qui fait tourner en bourrique abeilles et chercheurs', *Libération*, 8 Janvier 1999.

Libération, 1999b, 'France : interdiction provisoire d'un insecticide', *Libération*, 15 Janvier 1999.

Libération, 2000, 'Le Gaucho, reconnu tueur officiel des abeilles: 450 000 ruchers ont disparu depuis 1996', *Libération*, 9 Octobre 2000.

Luo, Y., Zang, Y., Zhong, Y. and Kong, Z., 1999, 'Toxicological study of two novel pesticides on earthworm *Eisenia Foetida*', *Chemosphere*, 39(13): 2347–2356.

MAAREC, 2011, 'Mid-Atlantic Apiculture Research and Extension Consortium — Colony Collapse Disorder' (<https://agdev.anr.udel.edu/maarec/category/ccd/>) accessed 7 January 2011.

Marris, C., Ronda, S., Bonneuil, C. and Joly, P., -B., 2004, *Precautionary Expertise for GM Crops. National Report – France* (<http://technology.open.ac.uk/cts/national/france%20national%20report%20PEG.pdf>) accessed 10 January 2011.

Marzaro, M., Vivan, L., Targa, A., Mazzon, L., Mori, N., Greati, M., Petruco Toffolo, E., Di Bernardo, A., Giorio, C., Marton, D., Tapparo, A. and Girolami, V., 2011, 'Lethal aerial powdering of honeybees with neonicotinoids from fragments of maize seed coat', *Bulletin of insectology*, 64(1): 119 - 126.

Maxim, L. and Van der Sluijs, J. P., 2007, 'Uncertainty: cause or effect of stakeholders' debates? Analysis of a case study: the risk for honey bees of the insecticide Gaucho®', *Science of the Total Environment*, 376, 1–17.

Maxim, L. and Van der Sluijs, J. P., 2010, 'Expert explanations of honeybee losses in areas of extensive agriculture in France: Gaucho® compared with other supposed causal factors', *Environmental Research Letters*, 5 (1) 014006.

Ministère de l'Agriculture, 2001a, *Communiqué de presse*, le 2 février 2001, Paris.

Ministère de l'Agriculture, 2001b, *Fiche presse: le Gaucho*, Paris.

Ministère de l'Agriculture, 2001c, *Apiculture et Gaucho: Une volonté de clarifier la situation. Cabinet du ministre, Paris, le 2 février 2001*

(http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/dossier_technique_2.pdf) accessed 10 January 2011.

Ministère de l'Agriculture, 2004, *Hervé GAYMARD suspend l'usage du gaoucho pour le maïs. Communiqué de presse, 25 Mai*, Paris.

Ministère de l'Agriculture, 2011, 'e-phy – Le catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages des matières fertilisantes et des supports de culture homologués en France' (<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>) accessed 3 January 2011.

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 2000, *Letter to M. Nichelatti (Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques)*, mars 2000.

Ministero della Salute, 2009, 'Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali' (<http://www.normativasanitaria.it/jsp/dettaglio.jsp?id=30174>) accessed 7 January 2011.

Ministero della Salute, 2010, 'Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali' (<http://www.normativasanitaria.it/jsp/dettaglio.jsp?attoCompleto=si&id=35288>) accessed 8 June 2011

Momaerts, V., Reynders, S., Boulet, J., Besard, L., Sterk, G. and Smagghe, G., 2009, 'Risk assessment for side-effects of neonicotinoids against bumblebees with and without impairing foraging behaviour', *Ecotoxicology*, doi 10.1007/s10646-009-0406-2.

Morandin, L. A. and Winston, M. L., 2003, 'Effects of novel pesticides on bumble bee (Hymenoptera: Apidae) colony health and foraging ability', *Environmental Entomology*, 32:555–563.

Moritz, R. F. A. and Southwick, E. E., 1992, *Bees as superorganisms: an evolutionary reality*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest.

Newsweek, 2008, 'Stung By Bees — A mysterious ailment of honeybees threatens a trillion-dollar industry and an essential source of nutrition', *Newsweek*, 14 June 2008 (<http://www.newsweek.com/2008/06/14/stung-by-bees.html>) accessed 25 October 2011.

OEPP/EPPO, 2001, 'Test methods for evaluating the side effects of plant protection products on honeybees', *Bull. OEPP/EPPO*, 31, 323–330.

OEPP/EPPO, 2003, 'Environmental risk assessment scheme for plant protection products', *Bull. OEPP/EPPO*, 33:141–145.

OEPP/EPPO, 2010a. Environmental risk assessment scheme for plant protection products. Chapter 10: honeybees. OEPP/EPPO Bulletin, 40:323-331.

OEPP/EPPO, 2010b. Efficacy evaluation of plant protection products. Side effects on honeybees. OPEE/EPPO Bulletin, 40:313-319.

Panella, F., 2001, *Letter of Presidente Unione Nazionale Associazioni Apicoltori Italiani to Giovanni Alemanno (Ministro per le Politiche Agricole)*, 10 November.

Pham-Delègue, M. -H., 1998, *Contribution à l'étude des effets sur abeilles des traitements Gaucho sur tournesol. Description de l'étude*, INRA, Bures sur Yvette.

Pham-Delègue, M. -H. and Cluzeau, S., 1998, *Effets des produits phytosanitaires sur l'abeille: Incidence du traitement des semences de tournesol par Gaucho® sur la disparition de butineuses. Rapport de synthèse du Programme national de recherches, novembre 1998.*

Pham-Delègue, M. -H., 2000, *Etude en conditions de laboratoire des effets létaux et sublétaux de l'imidaclopride et de ses principaux métabolites chez l'abeille domestique Apis mellifera L.*, INRA, Bures.

Placke, F. J. and Weber, E., 1993, 'Method for determination of imidacloprid residues in plant materials', *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 46: 2

Rapporteur Member State Germany, 2006, *Draft Assessment Report (DAR), public version. Initial risk assessment provided by the rapporteur member state Germany for the existing active substance imidacloprid on the third stage (part A) of the review programme referred to in article 8(2) of the Council Directive 91/414/EEC, volumes 1 to 3.*

Rogers, M. A., Krischik, V. A. and Martin, L. A., 2007, 'Effect of soil application of imidacloprid on survival of adult green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), used for biological control in greenhouse', *Biological Control*, 42: 172–177

Rortais, A, Arnold, G., Halm, M. -P. and Touffet-Briens, F., 2005, 'Modes of honeybees exposure to systemic insecticides: estimated amounts of contaminated pollen and nectar consumed by different categories of bees', *Apidologie*, 36:71–83.

Saunier, C., 2005, *Rapport sur l'application de la loi n° 98-535 du 1er juillet 1998 relative au renforcement de la veille sanitaire et du contrôle de la sécurité sanitaire des produits destinés à l'homme*, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (<http://www.assemblee-nationale.fr/12/pdf/rap-off/i2108.pdf>) accessed 10 January 2011.

Schiro, J., 2007, 'Mortalité des abeilles 2006/2007 — Recherche des causes et hypothèses de travail' (<http://www.apiservices.com/ubb/Forum2/HTML/000047.html>) accessed 10 January 2011.

Schmitzer, S., 1999, *Laboratory testing for toxicity (acute oral LD50) of NTN 33893 on honey bees (Apis mellifera L.) (Hymenoptera, Apidae)*, Institut für Biologische Analytik und Consulting (IBACON), Rossdorf.

Schmuck, R. and Schöning, R., 1999, *Residue levels of imidacloprid and imidacloprid metabolites in honeybees orally dosed with imidacloprid in standardized toxicity tests (EPPO 170)*, Bayer AG, Crop Protection Development, Institute for Environmental Biology, Leverkusen.

Schmuck, R., Schöning, R., Stork, A. and Schramel, O., 2001, 'Risk posed to honeybees (*Apis mellifera* L., Hymenoptera) by an imidacloprid seed dressing of sunflowers', *Pest Management Science*, 57:225–238.

Schmuck, R., 2004, 'Effects of a Chronic Dietary Exposure of the Honeybee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) to Imidacloprid', *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 47:471–478.

Seeley, T. D., 1985, *Honeybee ecology, a study of adaptation in social life*, Princeton University Press, Princeton.

Smith, S. F. and Krischik, V. A., 1999, 'Effects of Systemic Imidacloprid on *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae)', *Environmental Entomology*, 28(6): 1189–1195.

Steffan-Dewenter, I., Potts, S. G. and Packer, L., 2005, 'Pollinator diversity and crop pollination services are at risk', *Trends in Ecology and Evolution*, 20:651–652.

Stork, A., 1999, *Residues of 14C-NTN 33893 (imidacloprid) in blossoms of sunflower (Helianthus Annus) after seed dressing*, Bayer AG, Crop Protection Development, Institute for Metabolism Research and Residue Analysis, Leverkusen.

Suchail, S., 2001, *Etude pharmacocinétique et pharmacodynamique de la létalité induite par l'imidaclopride et ses métabolites chez l'abeille domestique (Apis mellifera L.)*, Université Claude Bernard, Avignon.

Suchail, S., Guez, D. and Belzunces, L. P., 2001, 'Discrepancy between acute and chronic toxicity induced by imidacloprid and its metabolites in *Apis mellifera*', *Environ Toxicol Chem*, 20:2482–2486.

Taséi, J. N., Lerin, J. and Ripault, G., 2000, 'Sub-lethal effects of imidacloprid on bumblebees, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae), during a laboratory feeding test', *Pest Manag. Sci.*, 56:784–788.

Tennekes, H., 2010, 'The significance of the Druckrey–Küpfmüller equation for risk assessment—The toxicity of neonicotinoid insecticides to arthropods is reinforced by exposure time', *Toxicology*, doi:10.1016/j.tox.2010.07.005.

The Honeybee Genome Sequencing Consortium, 2006, 'Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera*', *Nature* 443:931–949.

Thompson, H. M., 2010, 'Risk assessment for honey bees and pesticides – recent developments and “new issues”', *Pest Management Science*, DOI 10.1002/ps.1994.

UNAF, 2004, 'Communiqué de l'Union Nationale de l'Apiculture Française — Affaire Gaucho — Bayer une nouvelle fois condamné' (http://apiculture.com/_menus_fr/index.htm?dossier_intoxications.htm&1) accessed 10 January 2011.

UNAF, 2007, *Dossier de presse, conférence de presse, mardi, le 13 février 2007*, Union Nationale de l'Apiculture Française.

UNAF, 2008, *Communiqué de presse, 17 janvier 2008*, Union Nationale de l'Apiculture Française.

Vaissière, B. E., Morison, N. and Carré, G., 2005, 'Abeilles, pollinisation et biodiversité', *Abeilles et cie*,

3(106), 10–14.

Von Frisch, K., 1967, *The dance language and orientation of bees*, Harvard University Press, Cambridge.

Wilhelmy, H., 2000, *Substance A. Acute effects on the honeybee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae)*, *NON-GLP*, Dr U. Noack-Laboratorium für angewandte biologie, Sarstedt, Germany.

Winston, M. L., 1987, *The biology of the honey bee*, Harvard University Press, Cambridge.

種子処理用浸透性殺虫剤とミツバチ： 化学物質のリスクをめぐる論争の民主的統御における挑戦

本稿は、バイエル・クロップサイエンス社と、「種子処理用浸透性殺虫剤とミツバチ：化学物質のリスクをめぐる論争の民主的統御における挑戦」の章を共同執筆したローラ・マキシムおよびヨルン・ヴァンデル・スラウスとの間で行われた追加的な議論を収録したものである。同章は、以下で公開されている報告書『早期警告からの遅ればせの教訓：科学・予防・イノベーション（Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation）』（EEA, 2012年）の中で発表された。
<http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2>（英文）

内容は以下のとおり

- マキシムとヴァン・デル・スラウス執筆の章「種子処理用浸透性殺虫剤とミツバチ：化学物質のリスクをめぐる論争の民主的統御における挑戦」に対するバイエル・クロップサイエンス社の見解（49頁）
- この章についてのバイエル・クロップサイエンス社（リヒャルト・シュムック）のコメントに対するローラ・マキシムとヨルン・ヴァンデル・スラウスの回答（53頁）

マキシムとヴァン・デル・スラウス執筆の章「種子処理用浸透性殺虫剤とミツバチ：化学物質のリスクをめぐる論争の民主的統御における挑戦」に対するバイエル・クロップサイエンス社の見解⁵⁰

バイエル・クロップサイエンス社 環境安全部長 リヒャルト・シュムック博士

よりバランスのとれた議論の実現を促すと期待される、フランスの状況に関する他の特筆すべき側面として、以下を指摘したい。

1. 両著者は、種子処理と蜂群消失との間に因果関係があると結論づけるような選択データのみを用いている

自らの前提を明確に裏づけるはずの科学的証拠を報告する中で、両著者はネオニコチノイド系製品と蜂群消失との間に因果関係があるという結論と矛盾する有効かつ重要なデータを退けている。ネオニコチノイドの使用がミツバチに過度のリスクをもたらさないと結論づける文献、あるいは蜂群消失とネオニコチノイド系農薬を施用された作物による曝露との間にまったく相関関係を見出さなかった文献の例としては、Belienら（2009年）、Chauzatら（2009年）、Fauconら（2004

⁵⁰ 本稿は、以下で公開されている報告書『早期警告からの遅ればせの教訓：科学・予防・イノベーション』中、ローラ・マキシムとヨルン・ヴァンデル・スラウスが執筆した一章、「種子処理用浸透性殺虫剤とミツバチ：化学物質のリスクをめぐる論争の民主的統御における挑戦」に対するバイエル・クロップサイエンス社の見解を補うもの。<http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2012>（英文）

年)、Kirchner (1999 年)、Nguyen ら (2009 年) が挙げられる。両著者は、彼らの評価において考察した科学データが網羅的ではなかったことを認めている。この話題に関する科学論文は多数存在するものの、選論文の選択には疑問が残る。

驚くべきことに両著者が除外したもう一つの文献は、フランスの蜂群消失の問題に関わる社会政治的プロセスを分析した Rivière-Wekstein (2006 年) の著作である。同書は、ガウチョ [活性成分イミダクロプリド] とリージェント [活性成分フィプロニル] の話に焦点を当て、ようするにこれら 2 つの殺虫剤は最初から「悪い」と決めつけられて、一連の政治的・経済的野心、およびその他の野心を満たすために禁止されたのだと論ずる。また、これら 2 種の殺虫剤はフランスのミツバチ管理が直面した困難を覆い隠すスケープゴートにされ、技術的進歩にもとづく農業モデルに対して疑問を投げかけるためにも都合良く使われた。Rivière-Wekstein が暴いた内容は、化学物質のリスクに関する論争の民主的統御を考察しようと望む論文において、非常に貴重な情報源となっただろう。

2. 両著者は、種子処理と蜂群消失との間の因果関係を支持しないデータの信頼性を傷つけている

最も顕著な例は、蜂群の衰弱・崩壊・消失に関するフランス食品衛生安全庁 (Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments: AFSSA) の報告 (AFSSA, 2009 年) である。フランスにおけるミツバチの消失に関するこの包括評価報告書は、独立性を保った科学者たちのお墨付きを得ている。両著者が引用した科学技術委員会 (Comité Scientifique Toxique=CST [原文ママ、正確には Comité Scientifique et Technique de l' Etude Multifactorielle des Troubles des Abeilles を指すと思われる] : 次項 3 を参照) (Doucet-Personeni ら, 2003 年) [の報告] とは対照的に、AFSSA 報告書はミツバチ大量死の背後にある潜在的な原因すべてを分析し、農薬だけではなく寄生生物や病原体が蜂群消失を引き起こす主因だと結論に至っている。同報告書はさらにこう述べる。「現在のところ、蜂群がこれらの [農薬] 製品の数種類に慢性的に曝露することが既知の特定生物病原体に関して直接的ないし補助的に作用するかもしれないという仮説を、証明することも反駁することもできない」と。両著者は [AFSSA 報告書の] この結論を理由に、同報告書の技術的な妥当性を激しく批判している。しかし [その反面]、バランスがとれているか疑わしく、科学的な品質に議論の余地のある文献が無批判に引用されている。たとえば、ある独立性を保ったミツバチ研究者による最近の検討で不備を指摘された (Thompson, 2009 年) Kindemba (2009 年) の報告がそれに当たる。

3. 両著者は CST のリスク評価手法に言及しているが、この手法はもはや適用されておらず、代わりに、かつて CST を設置した同じフランス政府関係諸機関からの提案により改良された方法が用いられている

もともとフランスの CST 報告書で提案され、この出版物 [欧州環境省報告書] で言及されたリスク評価方式は今日、もはや欧州の域内でも域外でも用いられていない。特に浸透性製品のために策定された改良版のリスク評価方式が、いつでも実施できる状態にある。この方式は、フランス当局の主導により植物とハチの関係国際委員会 (International Commission for Plant-Bee Relationships: ICPBR) の作業部会が 2005 年から開発してきたものだ。この方式は 2009 年に ICPBR で承認され、実施の準備が整っている (Alix ら, 2009 年 a, b)。

フランスの規制当局が、浸透性殺虫剤を種子処理に用いることはミツバチにとって危険だと考

えておらず、もはや CST 方式を採用しないことを如実に示すもう一つの要素は、2008 年以降フランスで別な種子処理剤クルーザー® [活性成分チアメトキサム] のトウモロコシへの使用が認可されたことである。クルーザーはガウチョと同じ部類の [浸透性] 化学物質で、ミツバチに対する危険と曝露の特性がほぼ等しい。

4. 両著者は欧州連合 (EU) のリスク評価制度を批判している

ミツバチに関する欧州のリスク評価制度全体、特に圃場での研究を最高次の科学的根拠として用いることが批判されている (第 2.2.2 項, 原稿 9 頁)。両著者は、生態リスク評価における段階的アプローチは「バイエル社の資金援助を受けた科学者」のやり方だとまで主張する (原稿 9 頁)。しかし、これは EU 指令 91/414 EEC に基づく欧州のリスク評価制度における原則の一つであり、同指令は EU 全加盟国 27 カ国の規制当局から承認されている。この制度は 1990 年代半ばから実施され、ミツバチの保護に有効であることが証明されてきた (たとえば Brasse, 2005 年; Seefeld, 2005 年, 2006 年; Barnett ら, 2007 年; Thompson と Thorbahn, 2009 年を参照)。

最後に、バイエル・クロップサイエンス社が提出したデータとリスク評価、および [それに対する] 当局の詳細な評価 (評価報告書案ではミツバチだけで 66 頁) ではまさに、両著者が 25 頁に明記した主要な基準が適用されている。すなわち、信頼性 (全研究者名が挙げられていること)、堅牢性 ([依拠ないし引用する] 論文ごとに科学的に批判に込めていること)、完全性 (すべての主要な外部 [研究] 成果が含まれていること) である。

5. 両著者は、現在のリスク評価が亜致死影響を十分に取上げていないと指摘する

両著者は、現在のリスク評価方式では亜致死影響が適切に取り上げられず、それを評価する適切な標準的方法もないことを批判している (たとえば原稿の 7 頁、23 頁)。これは科学界の大半における立場と明らかに矛盾する。一例を挙げれば、2005 年の ICPBR シンポジウムでは亜致死影響の話題が包括的に論じられた。このシンポジウムにおける議論から次のような結論が得られた。「圃場調査は、比較的単純化した実験室ベースの調査で得られるより現実に即した情報をもたらすことから、亜致死影響を取り上げる最も適切な方法である。本会合は、ミツバチ保護部会の資源の最も適切な活用法は、特定の実験室試験の開発と検証に多くの時間とエネルギーを注ぐことより、高次調査の計画を改善することだろうと考えた」(Lewis ら, 2007 年)。

半圃場および圃場での調査、すなわち高次調査では、蜂群の自然かつ複雑な社会環境において統合的な形で妥当なエンドポイント [安全性に関する評価項目] を試験することができる。従って、蜂群の健康を脅かすことに関連する亜致死影響は、こうした圃場実験で明らかになると期待される。

6. 利害関係者によるコミュニケーションが極めて選択的に精査されている

コミュニケーションが一貫性に欠ける、あるいはその後の説明が一貫性に欠けるといった批判は、バイエル社だけを狙い撃ちしている (たとえば原稿の 14 頁)。ところが、フランスにおける蜂群消失の原因としてガウチョを非難する利害関係者の説明や議論が変化していることに対しては、同様な批判が向けられていない。たとえば、消失の原因は初め [種子] 処理されたヒマワリ圃場にミツバチが直接曝露したことにあるとされ、観察された症状は [種子] 処理されたヒマワリへの曝露による中毒だとされた (原稿 3 頁参照)。後に、ヒマワリに対するガウチョの使用が

1999年に一時停止され、症状が依然として観察された中で、しかも当初の症状は明らかにヒマワリのみと関連づけられていたにもかかわらず、ヒマワリとはまったく関係のない仮説（種子処理されたトウモロコシや後作〔収穫後の農地に作付けされる作物〕など）が持ち出された（Aletruら, 1998年も参照）。両著者はこうした矛盾の背景となる諸事実を記述しているが、矛盾そのものや潜在的な要因については取り上げていない。

7. 両著者は個別の調査のエンドポイント〔安全評価項目〕とリスク評価の結論とを混同している

第2.1.2項〔原文ママ、正しくは1.2.1と思われる〕では数多くのエンドポイントが一覧にされ、公的機関による研究のエンドポイントと「バイエル社の資金援助を受けた研究」のそれとを対比させている。低次研究で得られた無影響濃度（NOEC）や最小影響濃度（LOEC）と、EU法令によるリスク評価で用いられた高次研究から得られた無影響濃度全体とをまったく区別していない。低次から高次までの無影響濃度を単純に一覧にして無影響濃度と最小影響濃度を報告することで、両著者は読者を混乱させており、あたかもバイエル社の資金援助を受けた研究者の創出するデータとその他の研究者のデータに食い違いがあるかのような、そして独立性を保った科学者たちからすでに反駁された無影響濃度の数値をバイエル・クロップサイエンス社が主張しているかのような印象を与えている（たとえば原稿の8頁）。

8. 産業界の研究は優良試験所基準（Good Laboratory Practice: GLP）の厳密な規定により厳格に監視されているにもかかわらず、両著者はその信頼性を不当に傷つけている

産業界の資金援助を受けた調査・研究と研究者だけを不適切に、かつ根拠なく欠格とするのは、正確な情報を持っていないか、あるいはあらかじめ非難しようとして決めてかかっているかのどちらかである。両著者が「独立性を保った」学術的調査・研究であるとみなすこととは対照的に、産業界に求められる規制関連の試験で生じるデータの質は、優良試験所基準制度（GLP）で厳密に精査されている。GLPは、独立性を保った監視を受ける経済協力開発機構（OECD）の品質保証制度であり、すべての安全性データの創出において求められる。GLPのもとでは、完全な透明性を担保してデータの捏造やその後の誤用・誤解を防止するため、研究の全段階と創出される全データが正確に記録され、徹底的に監視される。これは非常に厳格な管理の仕組みであるとともに、国やEUの当局レベルで規制関連の研究が精査されている多段階プロセスの一要素にすぎない。

9. 両著者は、蜂群消失に関わる主要因子についての国際的なミツバチ科学者コミュニティの結論を無視している

近年、独立性を保ったミツバチ科学者たちによる複数のグループが、ミツバチの健康と蜂群消失に関する研究の現状を反映した包括的な文書を出版している（Hendrikxら, 2009年, 養蜂研究ジャーナルの「蜂群消失」特集号 2010年 [Special Issue “Colony Losses”, the Journal of Apicultural Research]）。これらの研究のいずれにおいても、ネオニコチノイド系農薬は蜂群消失の関連要因として特定されていない。反面、有意な蜂群消失に関わる主要因子は、寄生性ダニとその関連疾患、そして微胞子虫によるノゼマ病であると明確に特定されている。

本稿に関するバイエル・クロップサイエンス社によるコメントへの回答⁵¹

ローラ・マキシムとヨルン・ヴァンデル・スラウス

ガウチョとミツバチ消失に関する科学論文以外のフランスの参考文献

ミツバチの消失とネオニコチノイド系殺虫剤とのつながりというテーマに関しては膨大な数の文献がある。本稿で詳述したように、紙幅に制限があったため参考文献の数を減らさざるをえず、その際には論争の間に明らかになったさまざまな立場を反映する文献に焦点を当てることによって参考文献の引用数削減に努めた。シュムック氏が挙げた参考文献は、すでに本稿に含まれる論拠との対比において新たな論拠を追加するものではない。

たしかに、本稿では Rivière-Wekstein (2006 年) を引用しなかった。なぜなら紙幅の制限により、ジャーナリスト、政策立案者、NGO [非政府組織] がガウチョについてフランス語で書いた出版物を参考文献に含めることができなかったからである。このため、次のような出版物も含めていない。

- de Villiers, Philippe, 2004 年. Quand les abeilles meurent, les jours de l'homme sont comptés: un scandale d'Etat (ミツバチが死ぬとき、人間の命が危険にさらされている: 国家スキャンダル), Albin Michel, 165 頁。かつてのフランス大統領候補者でもあり、フランスの代議士、後に欧州議会議員も務める著者の手になる本書は、農薬の規制評価手法が種子処理用殺虫剤のリスクを把握するのに不適當であると主張する。また、次のようなことも強調している。すなわち、農薬の規制時に責任を負うべきフランスの行政システムが機能不全に陥っていること、その透明性が欠如していること、政治的目的に基づいて専門家を選任していること、決定(「至急、待て」)というフォローアップがないまま常に委託研究を増やし、新しい専門家組織を創設していること、うまく機能するためにふさわしい人的資源が不足していること、つまり著者の言葉を借りると「産業界に操られた無責任な生産至上主義に加え、行政が消極的共犯者でもあること」。
- Cicolella, André と Benoît-Browaëys, Dorothée, 2005 年. Alertes santé: experts et citoyens face aux intérêts privés (健康への警告: 専門家と市民が企業と対峙する), Fayard, 75~91 頁。本書も、農薬のリスクを評価する規制の枠組みが不適切であること、その商品のリスクを規制すべき行政と産業界とが緊密な関係にあること、評価と管理とを混同していることを強調する。それが高じて、行政が不法な決定を行い、「嘘つき文化」を生み出している、と。
- Cintas, Estelle, 2007 年. Une femme contre les pesticides: une vie, un combat (農薬に反対する女性: 人生、闘い), Sang de la terre, 103~125 頁。本書の著者は、ミツバチの消失に苦しむ養蜂家一家の絶望と、もっぱら養蜂家の仕事や知識の信用棄損と脅迫に勤しむバイエル社の姿勢に対する養蜂家の憤りを描き出す。

⁵¹ 本稿は、以下で公開されている報告書『早期警告からの遅ればせの教訓: 科学・予防・イノベーション』中の一章、「種子処理用浸透性殺虫剤とミツバチ: 化学物質のリスクをめぐる論争の民主的統御における挑戦」に寄せられたバイエル・クロップサイエンス社の見解に対するローラ・マキシムとヨルン・ヴァンデル・スラウスの回答を補うもの。 <http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2012> (英文)

- Nicolino, Fabrice と Veillerette, François (2007 年) . Pesticides: revelations sur un scandale français (農薬：フランスのスキャンダルに関する新事実) , Fayard, 379 頁。本書の裏表紙には次のように記されている。「名前と日付を示し、公文書の徹底的な調査に基づく。そう、科学的とされた会議はいかさまだった。そう、農薬規制を担う公的な委員会には産業界が潜入し、それが今も続く。そう、フランスの政策立案者たちが未来への解決策として示す“合理の農業”はあられもない冗談で、信じがたいごまかしだ。この興味尽きざる実話を読むと、何十億匹というミツバチの消失に、わが国の高等行政が恥ずべき役割を果たしたことがわかるだろう」

フランス食品衛生安全庁 (AFSSA) (2009 年) の報告書への言及

AFSSA (2009 年) を批判したからといって、「種子処理と蜂群消失との間の因果関係を支持しないデータの信頼性を傷つける」ことなどではしない。その理由は単純で、われわれが着目するのは「種子処理」全般ではなく、ガウチョによるヒマワリとトウモロコシの種子処理だからだ。シュムック氏は一般論を持ち出すことで、われわれの担当した章の中に書いてあると氏が想定したものの、じつは書かれていない要素を批判し [空振りに終わっ] ている。

すなわち、AFSSA がこれを出版した 2009 年には、ガウチョをヒマワリとトウモロコシの畑に使用することがすでに 5 年前から禁止されていた。したがって、われわれが AFSSA (2009 年) を批判し、ヒマワリとトウモロコシの種子処理用のガウチョに関するデータの信頼性を傷つけることは不可能である。その理由は単純で、AFSSA (2009 年) がこの問題を扱っていないからだ。

われわれの章に記したとおり、「AFSSA (2009 年) はヒマワリとトウモロコシの栽培地域でガウチョとリージェントがミツバチに与える影響についての評価を行っていない (たとえば、ガウチョの語は同文書の本文で 4 回登場するが、農業・農産加工業・林業省 [以下、農林省] の予防的決定について述べる際に 2 回と、類似する CST の報告書について述べる際に 2 回のみ)。

われわれが AFSSA (2009 年) について詳細に検討したのは、「農薬」を取り上げた同報告書の結論に関してだ。ここでは、この問題の主要な利害関係者の一人から提示された科学的根拠が展開されている。しかし、われわれは同章でこう疑問を投げかけた。「本文がどの“農薬”のことに言及しているのかが明確ではない。著者たちはすべての農薬に言及しているのだろうか？」

この報告書は、種子処理の問題についてきわめて限定的な妥当性しか持たない。

CST で扱われていた問題は、ミツバチの消失に関して複数考えられる原因のうち、一つの潜在的原因 (ガウチョ) のリスクを評価することから始めるというものだった。CST から結果が提示された後、他の原因の調査が行われるべきだったので、AFSSA がこれを実施した。ミツバチがイミダクロプリドへの曝露と病気の両方 (あるいは、これら 2 つの相乗作用でさえも!) によって死ぬ可能性があるという事実には矛盾はない。

われわれは、Kindemba (ある NGO を代表) の言葉を引用して、欧州基準をめぐる欧州レベルにおける複数の NGO の見解を紹介した。そして同様に、バイエル社の言葉を引用してバイエル社の見解を紹介し、養蜂家の言葉を引用して養蜂家の見解を紹介するなどした。

農薬とミツバチに関する EU レベルのリスク評価手法：新たな手法の策定

欧州委員会の健康・消費者保護総局（Directorate-General for Health and Consumers: SANCO）が 2002 年 10 月 17 日に発表した陸域生態毒物学に関する指針文書案（SANCO/10329/2002）は、指令 91/414/EEC のもとで設けられた農薬のリスク評価手法が散布用農薬にのみ適合すると認めている。危険指数（HQ）とその臨界値の使用は、散布用農薬で得られたデータに基づいて得られ、規制上の要求に含められた。「臨界危険指数は検証に含まれる状況下や条件下においてのみ適用できる。たとえば節足動物とミツバチに関し、検証には散布施用しか含まれていない」（9 頁）。

欧州のリスク評価手法は散布用農薬のために策定されたと認識されており、一方「非散布用製品に対する妥当性は限定されている」（Alix と Vergnet, 2007 年, 1070 頁）。だからこそ近年、新しい枠組みを開発することが ICPBR に求められたわけだ。実際、欧州指令 91/414/EEC は、非散布用製品の問題は「ごく簡潔に」しか取り上げていない（Alix と Vergnet, 2007 年, p. 1070）。言い換えれば、バイエル社が 1990 年代にガウチョの製造販売認可を得るために用いたリスク評価手法では、実は同殺虫剤に対するミツバチの曝露経路を把握できなかったことも事実である。

現行試験の不備は、OECD 加盟各国における国レベルの公的機関で認識されている。すなわち、OECD（2010 年）の調査によれば、現在の OECD の毒性研究設計では農薬がミツバチの成虫や幼虫に及ぼす潜在的な亜致死影響を適切に評価できないと大多数の国が示唆している。ミツバチに対する現行試験の弱点を挙げてほしいという求めに応じたすべての国々が、慢性影響を調べる上で現在の試験期間は妥当でない点を指摘した。

従って、ガウチョの製造販売認可（1992～93 年）に際して実施された規制用のリスク評価手法が種子処理用殺虫剤については妥当ではなかったと、CST が正しく認識していたことを、これらの文献すべてが裏づけている。

さらに、シュムック氏が言及した、ICPBR の推進するいわゆる「新」手法の品質と妥当性には最近、欧州レベルで疑問が投げられている。そのため欧州委員会は、欧州食品安全機関（European Food Safety Agency: EFSA）が新手法づくりに取り組み、リスク評価手法を現実に浸透性農薬に適合させるよう図った。この作業は EFSA で進行中である。

AFSSA 職員が ICPBR リスク評価案を起草した作業部会に単に参加するだけでは、「フランス当局」を代表するとは考えられない、というのがわれわれの意見である。

Alix 他, 2009 年 a,b の手法を提案したこの部会の構成員を精査すると、9 人の起草者が次のような人々であることがわかる。

- 3 人が農薬メーカーの代表（バイエル社、ダウ・ケミカル社、シンジェンタ社）。
- 3 人が旧 AFSSA の職員。3 人のうちソフィー・ドゥシャールは、AFSSA に勤務する前は農薬メーカー-BASF 社の社員だった。アンヌ・アリックスは AFSSA 勤務の前は化学企業ノバルティス社に勤め、現在は AFSSA を辞めてダウ・アグロサイエンス社に勤務。
- 1 人は英国の政府組織である中央科学研究所（Central Science Laboratory: CSL）の所員で、すでにバイエル社の研究員複数と出版物を共著している。
- 1 人は民間コンサルタント会社の社員。
- 1 人だけが大学の研究者。

この委員構成は、政府組織や民間企業の代表と、公的機関で働く科学者とのバランスが大きく崩れている。さらに、農薬メーカーの代表が多数入り込んでいるのに対し、養蜂家の代表がないことは驚きだ。だが、養蜂家こそ仕事の中で日々ミツバチを扱っており、彼らのミツバチに関する豊富な知識は確実に役立ったことだろう。また、学術科学からの代表も少なすぎる。

この例は特異なものではない。よく似た例として、近年 ICPBR の蜂児作業部会 (Bee Brood Working Group) が提案した蜂児試験を挙げることができる。この ICPBR 蜂児作業部会の構成員は次の通りである。

- 2人が産業界の代表者 (BASF 社とバイエル社)。
- 2人が農薬を管轄する国の公的機関の代表者。AFSSA (フランス) と、CSL/食糧環境研究庁 (FERA) (英国、FERA 全国ミツバチ班 [National Bee Unit, The Food and Environment Research Agency])。
- 1人が連邦研究機関兼連邦当局の代表者 (ドイツの連邦作物研究所であるユリウス・クーン研究所 [Julius Kühn Institute])。
- 1人が企業に農薬リスク評価サービスを提供する企業の代表者。
- 学術研究者も養蜂家もこの作業部会には入っていない。

さらに、ICPBR 主導のもとで欧州・地中海植物防疫機構 (European and Mediterranean Plant Protection Organisation: EPPO) 基準の改定作業が行われ、シュムック氏が言及する文書が作成されたのだが、この過程で養蜂家を代表する団体である欧州養蜂コーディネーション (European Beekeeping Coordination) が草案にたびたびコメントを提示した。しかし、これらの提案はまったく考慮に入れられなかった。

ICPBR の動きを精査すると、この組織が 2008 年にブカレストで開催した第 10 回シンポジウムは BASF 社、バイエル・クロップサイエンス社、ダウ・アグロサイエンス社、デュポン社、シンジェンタ社といった複数の化学企業から資金提供を受けていた。シンポジウム参加者のうち 43% を占めたのは民間企業、24% が政府機関 (AFSSA など)、21% が研究機関、そして養蜂家はわずか 9% だった。

言い換えれば、基準の改定作業は完全に農薬メーカーと政府のリスク評価組織に支配されていた。こうした例に照らすなら、シュムック氏の見解はいくつかの極めて重要な問題を提起しているとわれわれは考える。

- ICPBR ミツバチ保護部会とその中の作業部会はどのように設置されるのか？
- その構成員はだれが決めるのか？
- さまざまな ICPBR 代表団からのコメントを受けた後、どのコメントを新基準に含めてどのコメントを除外するとだれが決めるのか？
- 公的機関の科学者と養蜂家による貢献はこれまでも現在もきわめて妥当で核心をついているのに、なぜ彼らの貢献はこれほどまでに尊重されないのか？

- ……ひと言でいうなら、ミツバチ向けの標準試験はどのように策定されるのか？

これは重要な問いである。なぜなら標準試験は、リスクの科学的根拠として“容認できる”ものとそうでないものとの線引きに影響するからである。つまり、「及第点をとる」リスクと、「容認できる」とは思えないリスクとを分別し、最終的にだれが農薬の製造販売で利益を得て、だれがリスクに苦しむかのバランスに影響を及ぼすわけだ。実際、農薬のリスク評価は、技術的な問題であるとともに経済的・社会的な問題でもある。

従って――

- リスク評価手法の開発には、その科学的信頼性を強化するために、公的機関の科学者で、この問題に関して十分な能力があると証明された者が関わるべきである。
- ミツバチの事例における養蜂家のように、妥当な知識を持った関係者が試験の開発に関与すべきである（ただし、「意見を尋ねられて表明すると、事後的にその意見を考慮するかどうか決められてしまう」事態を「関与」とは呼ばないことに注意）。
- 関与する専門家の選択や、試験の開発手順全体が完全に透明であるべきで、現行の実施方法も見直されるべきである。たとえ科学に基づいているとしても、認証試験は強力な政治的手段であり、これをわれわれの政治的生活では一般的な民主的管理のもとに置かない理由はない。化学物質は欧州の全市民に影響を与えるため、また化学物質はわれわれの日常生活のあらゆる場面に存在しているため、なおさらこのことが当てはまる。

ではここで、Alix ら（2009年 a）の論文をもとに EPPO（2010年 a）が最近提案した“新たな”リスク評価手法をより具体的に議論していこう。

1. リスク計算に関して、Alix と Vergnet（2007年,1077頁）は次のように述べている。「毒性曝露比（TER）ないし PEC/PNEC 比の形式において、新しいリスク評価計算を実行すべきである。（中略）フランスでは、既存の評価係数を取り込み済みであることから PEC/PNEC 比のほうが好まれる」

同論文は急性経口毒性試験についてこう考察する。「汚染食品の反復摂取ないし慢性摂取による致死の影響の可能性を説明するうえであまり適切ではないかもしれない。（中略）ケージに入れられたハチに 10 日間経口投与した物質の毒性レベルを計測する方法が公表された。このような方法は、採餌蜂の慢性曝露および反復曝露に適切なエンドポイントをもたらさだろう [生存については半数致死量 (LD50)、あるいは生存と亜致死影響については最大無作用量 (NOEL) が望ましい]。しかし、これを規制状況において日常的に用いるには、さらなる検証が必要である (1076 頁)」

同論文は、より高次の研究を行う前に、実験室で亜致死影響を調査することを提案している。

2. その 2 年後、Anne Alix は上述の仲間（産業界から 3 人、AFSSA から 3 人、英国の中央科学研究所から 1 人、コンサルタントが 1 人、大学の研究者が 1 人）と共同でもう一つの論文を発表した (Alix ら, 2009 年 a)。

- a) 決定的に重要な最初のステップは、急性毒性 (LD50 / 曝露) のみに基づいた毒性曝露比 (TER) の計算である。

- b) 慢性毒性は「0.13~90 μ g/ハチの範囲内にある急性毒性データに対し、調整係数 10 を適用して LD50 (48 時間) から誘導することが可能」と提案されている (22 頁)。慢性毒性は、評価の第 2 段階において毒性曝露比 (TER) が 10 未満の場合にのみ実験室で調査を行うべきだが、この段階は義務的ではなく、省略することができる。
- c) 「亜致死」の語は同論文で使われていない。行動への影響は、半圃場試験や圃場試験において証明できると考えられている。

3. 最後に、新リスク評価手法 (EPPO, 2010 年 a) はまず、最も信頼できるリスク評価は圃場試験に基づくものだと述べている。圃場試験のほうが優れているとみなされ、そのため実験室での研究や半圃場試験に比べて優先順位が高い。

英国環境・食料・地域省 (Department for Environment, Food and Rural Affairs: DEFRA) の研究に基づき検討されている急性影響と慢性影響との間の 10 という調整係数に関しては、この比率があらゆる物質に適用されるわけではない。たとえばイミダクロプリドについては、10 日間の調査における DL50 (0,012ng/ミツバチ) の下限と、48 時間の調査における DL50 (71ng/ミツバチ) の上限との間で 5916 倍の開きが出ている。DEFRA が調整係数 10 を算出する際に取り上げた 7 種類の物質は、急性毒性と慢性毒性との間で異なる比率を示し、10 という調整係数に対してプラス 6 (クロルピリホスメチル) からマイナス 463 (フィプロニル) まで大きな幅があった (Simon, 2010 年)。

Alix と Vergnet (2007 年) の論文を介し、CST が提案した適切なリスク評価アプローチから逸脱して最後に EPPO の不適切な手法に至る道筋は、試験策定の過程や科学の政治化過程を如実に示すものだ。当初のアプローチは交渉によって政治的手段へと変質し、そこでは [教育機関および公的機関に属する] アカデミックな科学者や養蜂家は妥当性を欠く形で関与させられたり、完全に排除されたりした。

たとえば、欧州養蜂コーディネーションによるコメントは ICPBR の会議で無視された。所詮、養蜂家の「意見を聞いた」とか、彼らが「関与した」と言ってみたとところで、その意見が考慮されないのであれば無意味である。

結局のところ元の基準と瓜二つになったものの、ICPBR が新しい EPPO 基準の推進に成功したことは事実だが、浸透性農薬のリスク評価に関する問題に決着がついたわけではない。それは、コーポレート・ヨーロッパ・オブザーバトリー (CEO) と欧州養蜂コーディネーション (2010 年) による批判や、2011 年に欧州食品安全機関 (EFSA) でリスク評価手法についての評価作業が再開されたことに表れている。

評価報告書案 (DAR) に対するシュムック氏のコメントは理解に苦しむ。イミダクロプリドとミツバチに関する幅広い研究と発表を行ってきたフランス人研究者ジャン=マーク・ボンマタン氏の重要な研究について [DAR には] 一言も言及がないとわれわれは本稿で強調しているが、シュムック氏は DAR がすべての研究者を取り上げていると主張する。

EU レベルにおける農薬やミツバチに関するリスク評価手法：圃場試験と実験室試験

われわれは、実験室実験より圃場実験のほうが妥当性が高いことを示す科学文献を知らない。

シュムック氏が言及した ICPBR の会期中に、欧州養蜂コーディネーションは、基準の改正に関する ICPBR の提案を起草する過程で、新しい試験に亜致死的影响と慢性的影响の両側面を取り入れることについて数多くのコメントを提出したが、これらのコメントの大部分は無視された。

特に亜致死的影响や慢性的影响を考慮した場合、[特定の化学物質による] ミツバチへの潜在的影響がないとの想定を実証するうえで、(半) 圃場試験の効能は大きな批判にさらされる。

- こうした試験は再現不可能である。実験室における試験ではミツバチを取り巻く環境因子のほとんどを管理することができ、そのため再現性を担保できるが、圃場試験ではほとんど何も管理することができないので、その場所固有の変動状態に完全に依存することになる。
- 対照群の定立に疑問符がつかかぬない（すでに複数の研究が示しているように浸透性農薬はどこにでも存在する）。
- オランダ保健審議会 (Netherlands Health Council, 2000 年) が次のような結論を下している。「当初 (つまり最初の段階で) 推定された影響がないことを示すために圃場試験を設計するには、とりわけ統計学的検出力において試験の品質が厳しく問われる。生態学的に妥当とみなされる変化を検知するには、この点が十分でなければならない。それでこそ、統計的に有意な影響がないことをもって、生態学的に関連性のある影響がほぼ確実になかったと断定できるのだ」。Cresswell (2011 年) の研究によると、これまでに [論文] 発表されたほとんどの圃場試験が、必要とされる統計学的検出力を欠いている。
- 再現：「再現性はたいへん望ましいものだが、隔離が求められるために実現不可能な場合が多い」(EPPO, 2010 年 b, 318 頁)
- [圃場試験は] 「実施することが難しく」(EPPO, 2010 年 a, 323 頁)、従って正しく設定されない可能性がある。
- [圃場試験の] 変動性は管理不可能と思われ、従って、ミツバチが曝露される広範な状況を“単発”の結果で代表させることはできない。半圃場試験や圃場試験では化学物質の影響を検知しにくいものだが、現実の蜂場ではミツバチが [浸透性農薬で] 処理されていない他の花を訪れることを防ぐのは不可能なので、なおさら難しくなる。誤って陰性を記録する可能性が高いのである。毎回、残留物について厳格な分析を行わない限り、“評価対象となる”物質に対するミツバチの曝露に関しては何も明言できない。
- 行動に関するエンドポイントなど、浸透性農薬にとって非常に重要なエンドポイントは統計的解析が困難か、不可能でさえある。「結果を解釈する際、本質的に統計的評価に適したエンドポイント (死亡率のデータなど) がある一方で、これに適さないもの (行動に関するエンドポイントなど) もあることを認識する必要がある」(330 頁)。「圃場試験での再現性の限界や、評価対象として妥当なエンドポイントのほとんどにおける固有可変性のために、統計的解析は不可能かもしれないことを認識しなければならない」(EPPO, 2010 年 a, 330 頁)
- 結果の解釈における主観性の度合いが非常に高い。「圃場試験も解釈が難しいかもしれない」(EPPO, 2010 年 a, 323 頁)。「半圃場試験や圃場試験における実験処理の結果としての効果は、

評価することや、他の死因と区別することが難しい可能性がある」(330 頁)。「統計的解析の可否にかかわらず、それぞれの蜂群や試験条件において見られる何らかの影響に関する生物学的意義を評価するには、専門家の判断が必要だろう」(330 頁)。ひと言でいえば……その専門家がだれなのか、そしてその人が何に長けているか、また(あるいは)何を“見よう”としているかによるのである。

- これらの試験が正確に実施され、その結果が外部検証者によるチェックを受けることを担保するために、半圃場試験や圃場試験の品質および妥当性に関する何らかの基準が開発されている。

さらに、曝露の証明は厳格に示すことができない。EPPO の手法には、こうした証明について明確な要求がない。その基準は次のように定めている。「試験の環境条件下(特に天候)でハチがリスクに曝されていたことを、できれば花粉の分析と、現場での農薬施用時における飛翔強度の評価、および巣箱の入り口における活動の観察によって証明すべきである」(329 頁)。(試験の要請どおり)すでに食料が与えられている蜂群に対して圃場試験を開始する場合、ミツバチが本当に当該化学物質に曝露されたのか、あるいは最初から巣にあった(汚染されていない可能性のある)蜂蜜や貯蔵花粉を摂取したのかを確認するために、念には念を入れてチェックを行うべきである。

(半)圃場試験における特記すべき慢性的影響と亜致死的影响に関して、Alix と Vergnet (2007 年, 1077 頁)は、圃場試験や半圃場試験では有意な亜致死影響を把握できないことを強く主張した。「表 2 における行動障害のいくつかは、巣の外で追跡することがほとんど不可能であり、そのために蜂群を対象とする研究では調査できない。(…) 実験室試験で、震え、腹部屈折、過度のクリーニング行動、ノックダウン、攻撃性、協調性の欠如が観察された場合、高次試験によるさらなる行動調査の必要性を示唆している可能性がある」

最近発表された研究(Creswell, 2011 年)はさらに、これまでに発表されている圃場試験でネオニコチノイドによるミツバチへの影響が報告されない場合でも、通常の高度において亜致死影響を検知できる効力がなかったことを明らかにした。

さらに――

- 植物の溢液^{いつそき}[植物内部から葉先への水分排出]、水源、ほこりによる曝露が考慮されていない。
- 半圃場試験では、採餌蜂が飛翔する距離は実際の条件よりもはるかに短く、そのため採餌蜂が必要とするエネルギー量は[実際の蜂場と]大きく異なり、汚染された蜂蜜・花蜜を摂取する可能性も大きく異なる。
- 半圃場の条件では、ハチを閉じ込めておくことが蜂児[幼虫]の成長を制限し、[評価対象となる化学]物質が蜂児に与える影響を正確に観察する上での妨げとなる。
- 低用量の殺虫剤と病気との相乗作用の可能性が考慮されていない(Simon Delso, 2010 年)。

ミツバチが曝露される自然状況の変動性や、圃場試験における多くの側面を標準化することの難しさを考えると、ミツバチが殺虫剤に曝露されるあらゆる状況を現行試験で代表しうるかどうかについては何ひとつ推定できない。

農薬とミツバチに関する EU レベルでのリスク評価手法：優良試験所基準（GLP）に何ができて何ができないか

GLP は実験室の管理制御のためのシステムであり、実験室における研究の計画、実行、観察、記録、報告、データ保管に関する枠組みにほかならない。

GLP の認証は、研究のために選択された手順が正しいか、それがミツバチの生態にふさわしいか、計測すべき濃度に対して致死量（LD および LQ）が適切か（たとえば十分に低い）、結果が正しく解釈されるか、などを保証するものではない。

言い換えれば、GLP のルールを完全に守っても、欠陥のある研究（たとえば間違っただけの方法の選択、あるいは不適切な検出や定量下限の設定）を行うことは可能なのだ。

農薬のリスク評価にとどまらず、GLP 実施への批判は、より広く化学物質のリスク評価一般についても当てはまり、このことはビスフェノール A のリスク評価に関する最近の議論に表れている。一例として、米国のある科学者グループ（Myers ら、2009 年 a）は、次のように指摘した。「米食品医薬品局（Food and Drug Administration: FDA）と欧州食品安全機関（EFSA）は、ビスフェノール A (BPA) に関して産業界の資金援助を受けた 2 件の GLP 試験が、米国国立衛生研究所 (National Institutes of Health: NIH) や同研究所に相当する他国の機関が資金提供した何百もの研究より優れているとみなしたが、FDA と EFSA が決定のよりどころとする GLP の研究には概念的および方法的に重大な欠点がある。しかも FDA と EFSA は、GLP が妥当かつ信頼に足る科学的知見（すなわち「グッドサイエンス」）をもたらすという誤った想定をしている。これら 2 機関が、公的な資金援助を受けた何百もの研究より GLP 認定の研究を優遇する理論的根拠は、科学的知見の信頼性や妥当性を決定する上での中心的因子を無視している。ここでいう中心的因子とは、第三者による再現性と、最も適切で感度の高い最先端の分析を使うことだが、産業界の資金援助を受けた GLP 認定研究はそのどちらも求めない」（309 頁）。

米国の科学者グループは、その実態についてこう続ける。「GLP 認定の研究は、科学的結果の信頼性や妥当性を保証しない。残念ながら、GLP は信頼に足る妥当な科学の見かけを繕うだけで、実際に信頼性や妥当性を保証してはくれない。GLP は、研究の設計、専門技術者の技能、検定法の感度、あるいは用いられた方法が最新のものか時代遅れのものかについて、何ひとつ規定しない。（これらはすべて、NIH の選考委員会による研究企画審査において中心的な検討課題となる。）GLP は、実験室で実験を行う専門技術者や科学者が、極めて詳細に規定された米国環境保護庁（EPA）による要件（あるいは EU の場合、経済協力開発機構 (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) の要件）に従うよう指示するにすぎない。これらの要件は記録管理に関するもので、実験の実施についての詳細や、関連する生物学的・化学的物質の保管を含む（I.S EPA 2008 年）。

こうした記録管理が制度化されたのは、（上述のように）民間の実験室によって不正行為が広く行われていたためである。このような不正な結果が通用しえたのは、[農薬の] 規制に関わる過程で用いられる契約実験室の研究には、ピアレビュー [査読、専門家同士の相互審査] や再現性のテストを経た科学的知見が受けるチェック・アンド・バランス作用がほとんど働かないからだ。信頼性をめぐるこうした厳しいテスト（他の独立した立場の科学者による再現）がないところで、他の手順が必要とされた。重大な限界があるにもかかわらず GLP が実施されたのは、このような

いきさつだった」(311頁)。

ビスフェノール A に関して検討された、GLP 認証研究における科学的欠陥の例:「TyI 他(2002年)が事実、GLP を順守したからとあって、[ビスフェノール A に対する]感度の低い動物を使用する過ちを避けなかった」(p. 311)。

米国工業協会、クロープライフ・アメリカ、米国石油協会、米国石けん洗剤工業協会、米国食品製造者協会の代表者は、Myers らに対して次のように抗議した。「われわれは、GLP の目的と機能に関する著者の誤った記述や、GLP は研究の信頼性を吟味するうえで役立たないとする彼らの結論に強く反対する」。これは、「著者らの組織の相互審査および経営審査の指針に従って審査された」書簡で述べられたものだ(Becker ら, 2009年, 482頁)。

産業界とのやりとりから、Myers ら(2009年 b)は聞く耳を持たない対話をこう非難した。「Becker らは、われわれの論評の要点を完全に見誤っているらしい」。

本稿はフランスにおける他のミツバチ消失現象(1994年 2004年)とどう関係するか?

シュムック氏とのやりとりで何度も強調し、ここでも再度強調しているように、本稿のテーマはけっして“蜂群消失の現状”ではない。いずれにしてもそのようなテーマは遠大であり、報告書の一章で取り扱えるものではないし、一冊の本でもおそらく無理だろう。シュムック氏が言及する全世界的な状況などなおさらである。

蜂群の消失は一国内でも世界でも、さまざまな場所で異なった兆候や原因があり、そのためすべてを「蜂群消失」という一つの曖昧な用語で括ってしまうことはできない。これが複合原因の意味するところで、シュムック氏が引用した参考文献も次のようにまとめている。「科学界には、欧州と米国における蜂群消失の原因には複数の因子が絡む(これには、一つの場所で複数の因子が組み合わさることと、取り上げる場所や期間によって複数の異なる因子が関わるという 2つの意味がある)可能性が高そうだとの合意がある。」(Hendrikx ら, 2009年, 4頁) この研究が特に強調しているのは、欧州全体における監視システムの重要な方法論的脆弱性や、蜂群の消失に関する欧州における代表的データの欠如であり、このことが疫学データに基づいて蜂群の喪失に関する十分な知見を示す妨げとなっている。この研究から、これこれの原因が“鍵”だと決められないことは間違いない。ネオニコチノイドに関して Hendrikx ら(2009年)は、証拠の異なるレベルごとに文献を分類し、亜致死濃度と病気との相乗作用について問題提起するにとどめている。

シュムック氏が引用した『養蜂研究ジャーナル』(Journal of Apicultural Research)の特集号は、欧州における蜂群の消失に焦点を当てたが、特にネオニコチノドを取り上げたわけではない。われわれが完全にアクセスできた 30 の論文中(この特別号には合計 31 の論文が掲載された)、「ネオニコチノド」という語が登場するのはわずか 3つの論文にすぎない。

- Mutinelli らによるイタリアでのミツバチ群消失に関する論文では、「ネオニコチノド」の語が 1 回登場するだけだ。「2008 年春のトウモロコシ播種シーズンに、衰弱した、あるいは瀕死の蜂群から集めた試料を分析したところ、中毒によって死んだことが疑われるハチの 132 試料のうち 57.5%がネオニコチノドの陽性反応を示し(Mogliotti, 2008年; Mutinelli ら, 2009年)、これによってハチの中毒を確証できる」

- Chauzat らによる 2 つの論文は、1 つはフランスにおけるミツバチ群の中毒に関する事例報告で、もう 1 つは 2005 年～2006 年の冬のフランスにおけるミツバチ群（セイヨウミツバチ）の大量死に関する症例対照研究と調査である。最初の論文は、5 地点のミツバチ消失事例を分析し、そのうちの 1 地点ではネオニコチノイド系農薬のクロチアニジンの影響が疑われる一方、残りの 4 地点では他の影響が疑われたが、後者は病原菌の存在によって部分的に説明が可能だった。2 番目の論文は、2005 年～2006 年の冬の間に発生したミツバチの消失を分析し、発見された消失は病原菌の影響によるものだと結論づけている。

「イミダクロプリド」という語も（30 論文中）3 つの論文のみにしか登場しない。

- ギリシャでの喪失について 1 回。「2008 年の春と夏に蜂群の消失（約 3～6%）も報告され、植物防疫製品が原因と考えられた。これらのうち 70%は綿花畑で発生し、そこではイミダクロプリドが散布されるか、あるいは種子処理剤として使用されている」
- 上述の Chauzat らによる 1 番目の論文で 1 度言及されているが、この [イミダクロプリド] 分子を直接的に取り上げてはいない。
- 上述の Chauzat らによる 2 番目の論文で何度か言及されている。この論文では、イミダクロプリドを含む農薬の分析が複数の試料母体または植物母体において行われた。この研究は、調査した養蜂場に関しては分析対象の農薬は影響なしと結論づけている。

31 番目の論文は、ミツバチの個体群の活力と健康に関連した遺伝的多様性を取り上げている。

「ネオニコチノイド」や「イミダクロプリド」という語はその論文には登場もせず、これ以外の論文は、Chauzat らの 2 番目の論文を除き、まったく異なる研究課題を取り扱っているため、蜂の障害や蜂群消失におけるネオニコチノイドの影響を判断するための適切な情報源とみなすことはできない。

参考文献

Alaux, C., Brunet, J. L., Dussaubat, C., Mondet, F., Tchamitchan, S., Cousin, M., Brillard, J., Baldy A., Belzunces LP, and Le Conte Y., 'Interactions between Nosema microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*)', *Environ Microbiol.*, 12(3): 774.-782.

Alix, A. and Vergnet, C., 2007, 'Risk assessment to honey bees: a scheme developed in France for non-sprayed systemic compounds', *Pest Management Science*, 63(11):1069-80.

Alix, A., Chauzat, M.P., Duchard, S., Lewis, G., Maus, C., Miles, M.J., Pilling, E., Thompson, H.M. and Wallner, K., 2009a, 'Guidance for the assessment of risks to bees from the use of plant protection products applied as seed coating and soil applications - conclusions of the ICPBR dedicated working group', *Julius-Kuhn-Archiv*, 423: 15-27.

Alix, A., Chauzat, M.-P., Duchard, S., Lewis, G., Maus, C., Miles, M.J., Pilling, E., Thompson, H.M. and Wallner, K., 2009b, 'Environmental risk assessment scheme for plant protection products -Chapter 10: Honeybees - Proposed scheme', *Julius-Kuhn-Archiv*, 423: 27-33

Bacandritsos, N., Granato, A., Budge, G., Papanastasiou, I., Roinioti, E., Caldon, M., Falcaro, C., Gallina, A and Mutinelli, F., 2010, 'Sudden deaths and colony population decline in Greek honey bee colonies', *Journal of invertebrate pathology*, 105: 335-340.

Becker, R.A., Janus, E.R., White, R.D., Kruszewski, F.H., Brackett, R.E., 2009, 'Good laboratory practice and safety assessments', *Environmental Health Perspectives*, 117(11): 482-483.

Bonmatin, J.M., Moineau, I., Charvet, R., Colin, M.E., Fleche, C. and Bengsch, E.R., 2005, 'Behaviour of Imidacloprid in Fields. Toxicity for Honey Bees', In: Lichtfouse, E., Schwarzbauer, J., Robert, D. (eds.), *Environmental chemistry. Green chemistry and pollutants in Ecosystems*, Springer, 483-494.

Chauzat, M-P., Martel, A-C., Cougoule, N., Porta, P., Lachaize, J., Zeggane, S., Aubert, M., Carpentier, P., and Faucon, J-P., 2010, 'An assessment of honeybee colony matrices, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) to monitor pesticide presence in continental France', *Environmental Toxicology and Chemistry*, doi: 10.1002/etc.361

Corporate Europe Observatory and European Beekeeping Coordination, 2010, *Is the future of bees in the hands of the pesticide lobby?*, 7 pp.,

URL: http://www.biobees.com/library/background_theory_research/CEO_Neonics_Industry_EU1.pdf

Cresswell, J.E., 2011, 'A meta-analysis of experiments testing the effects of a neonicotinoid insecticide (imidacloprid) on honey bees', *Ecotoxicology*, 20(1):149-57.

Cummins, J., 2007, 'Parasitic Fungi and Pesticides Act Synergistically to Kill Honeybees?', *ISIS Report* 07/06/07

Drofenik, J. 2011, *Letter by the Phytosanitary Administration, Republic of Slovenia, Ministry of Agriculture, Forestry and Food, Ljubljana, to European Commission DG SANCO*, dd 2 May 2011, regarding the clothianidin bee poisoning situation in Slovenia.

EPPO/OEPP, 2010a, 'Environmental risk assessment scheme for plant protection products. Chapter 10: honeybees', *EPPO Bulletin*, 40:323-331.

EPPO/OEPP, 2010b, 'Efficacy evaluation of plant protection products. Side effects on honeybees', *EPPO Bulletin*, 40:313-319.

Girolami, V., Marzaro, M., Vivan, L., Mazzon, L., Greatti, M., Giorio, C., Marton, D. & Tapparo, A. 2012, 'Fatal powdering of bees in flight with particulates of neonicotinoids seed coating and humidity implication', *Journal of Applied Entomology*, vol. 136, no. 1-2, pp. 17

Girolami, V., Marzaro, M., Vivan, L., Mazzon, L., Giorio, C., Marton, D. and Tapparo, A., in press. 'Aerial powdering of bees inside mobile cages and the extent of neonicotinoid cloud surrounding corn drillers', *Journal of Applied Entomology*.

Guez, D., Belzunces, L.P., Maleska, R., 2003, 'Effects of imidacloprid metabolites on habituation in honeybees suggest the existence of two subtypes of nicotinic receptors differentially expressed during adult development', *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 75:217-222.

Krupke, C.H., Hunt, G.J., Eitzer, B.D., Andino, G., and Given, K., 2012, 'Multiple Routes of Pesticide Exposure for Honey Bees Living Near Agricultural Fields', *PLoS ONE* 7(1): e29268. doi:10.1371/journal.pone.0029268

Lewis, G., Coulson, M., Vergnet, C., Maus, C., Thompson, H.M., Becker, R., Rogers, D. and Tornier, I., 2009, 'Proposed revision of the higher testing requirements for EPPO standard PP1/170: test methods for evaluating the side-effects of plant protection products on honeybees', *Julius-Kuhn-Archiv*, 423: 34-42.

Marzaro, M., Vivan, L., Targa, A., Mazzon, L., Mori, N., Greatti, M., Toffolo, E.P., di Bernardo, A., Giorio, C., Marton, D., Tapparo, A. and Girolami, V. 2011, 'Lethal aerial powdering of honey bees with neonicotinoids from fragments of maize seed coat', *Bulletin of Insectology*, vol. 64, no. 1, pp. 119-126.

Matsuda, K., Kanaoka, S., Akamatsu, M., Sattelle, D.B., 2009, 'Diverse actions and target-site selectivity of neonicotinoids: structural insights', *Molecular pharmacology*, 76(1): 1-10

Myers, J.P., vom Saal, F.S., Akingbemi, B.T., Arizono, K., Belcher, S., Colborn, T., Chahoud, I., Crain, D.A., Farabollini, F., Guillette, L.J. Jr., Hassold, T., Ho, S., Hunt, P.A., Iguchi, T., Jobling, S., Kanno, J., Laufer, H., Marcus, M., McLachlan, J.A., Nadal, A., Oehlmann, J., Olea, N., Palanza, P., Parmigiani, S., Rubin, B.S., Schoenfelder, G., Sonnenschein, C., Soto, A., Talsness, C.E., Taylor, J.A., Vandenberg, L.N., Vandenberg, J.G., Vogel, S., Watson, C.S., Welshons, W.V., Zoeller, R.T., 2009a, 'Why public health agencies cannot depend on good laboratory practices as a criterion for selecting data: the case of bisphenol A', *Environmental Health Perspectives*, 117(3): 309-315.

Myers, J.P., vom Saal, F.S., Taylor, J., Akingbemi, B.T., Arizono, K., Belcher, S., Colborn, T., Chahoud, I., 2009b, 'Good laboratory practices: Myers et al. respond', *Environmental health Perspectives*, 117(11): 483-484.

Netherlands Health Council, 2000, *Field research for the authorisation of pesticides*. Health Council, The Hague, <http://www.gr.nl/sites/default/files/00@07E.PDF>

OECD, 2010. 'OECD Survey on pollinator testing, research, mitigation and information management : Survey results', *OECD Series on pesticides*, no. 52, 44 pp.

Pettis, J.S., vanEngelsdorp, D. Johnson, J. and Dively, G., 2012, *Naturwissenschaften* 99 (2) 153-158.

Simon Delso, N. 2010, *Environmental Risk assessment. State of play and future proposals for honeybees*. European Beekeeping Coordination, 38 pp.

Thompson, H.M. and Maus, C., 2007, 'The relevance of sublethal effects in honey bee testing for pesticide risk assessment', *Pest Management Science*, 63:1058-1061.

Thompson, H.M., 2010, 'Risk assessment for honey bees and pesticides recent developments and 'new issues'', *Pest Manag Sci.*, 66(11):1157-1162.

Vidau C, Diogon M, Aufauvre J, Fontbonne R, Vignes B, et al., 2011, 'Exposure to Sublethal Doses of Fipronil and Thiacloprid Highly Increases Mortality of Honeybees Previously Infected by *Nosema ceranae*', *PLoS ONE*, 6(6): e21550. doi:10.1371/journal.pone.0021550