

ワタ栽培で常用される殺虫剤のオオミツバチおよび コミツバチに対する野外毒性および残留毒性

Rachna Gulati, S. K. Sharma, P. D. Sharma

ワタ（綿花）は北インドでは、主要換金作物として栽培され、その栽培面積は約 170 万 ha に及ぶ。北インドの環境下で、最も広く栽培されているアメリカワタ *Gossypium hirsutum* L. は、オオタバコガ、タバコガ、ワタキバガ、コナジラミ、ヨコバイといった 5 種の重大害虫をはじめとするおよそ 12 種の主要害虫による被害を受けている。害虫による被害対策として、作物の開花から結実期に定期的に使われる様々な殺虫剤は、花蜜や花粉採集のためワタを訪花するミツバチを危険にさらす (Sharma et al., 2000; Gulati, 2003)。オオミツバチ *Apis dorsata* F. とコミツバチ *A. florea* F. は、インド北部平原では野生に生息している。この 2 種の単巢板種は、畑の繊維作物、野菜、果樹をはじめとする多くの農作物の重要なポリネーターである。

この地域は、ワタ以外の蜜源が存在せず、セイヨウミツバチ *Apis mellifera* に加えこれら 2 種の野生種もまた、花蜜や花粉採集のためワタをよく訪れ、他花受粉の 30.37% をおこなっている (Gulati et al., 2005)。Franklen and Galun (1977) は、ミツバチはワタの結実を 5 ~ 40% 増加させ、品質の向上にも役立つ重要なポリネーターであると報告している。

ワタを訪花するセイヨウミツバチに対する殺虫剤の野外での毒性はよく知られている (Sharma et al., 2000)。しかし、アジア産の野生ミツバチ、すなわちオオミツバチやコミツバチに関する情報は、両種とも散布された薬剤に暴露される可能性があるにもかかわらず不足している。本研究では、ミツバチに対する安全性を確かめることを目的に、広く使われている殺

虫剤のオオミツバチとコミツバチに対する相対安全性と、開花時期における殺虫剤適用後の安全期間を決定した。

材料および方法

アメリカワタは、2002 年夏期に、ヒサールの CCS ハルヤナ農業大学の農場の昆虫学研究区内に設けた、30 × 30 m の実験区画内で推奨栽培法に則って栽培された。実験は、任意配列ブロック法で行い、それぞれ 3 反復した。

6 種の殺虫剤はそれぞれ 1 ha 当たりの換算で、キナルホス 25 は 2 L、プロフェノホス 50 は 1.5 L、イミダクロプリド 200 は 100 mL、トリアゾホス 40 は 1.5 L、リンデン 20 は 2.5 L、チアメトキサム 25 は 100 g を、開花期間中、ワタに散布した。殺虫剤の毒性は、散布中暴露（野外毒性）および散布後（残留毒性）の毒性を、オオミツバチとコミツバチの両種について測定した。

野外毒性試験

2 種のミツバチの採餌蜂は、Sihag (1987) により提案された方法にしたがって、営巣中の巣から採集された。飛行活性を抑制するために採集した蜂は 20 ± 1°C のインキュベーターに 1 時間放置した。

この 2 種それぞれのミツバチを炭酸ガスで麻酔し、3 面を金網で覆い、残りの 1 面を木製の開き戸にした木製ケージ (15 cm³) に入れ、餌としてケージごとに 50% 砂糖水を与えた。各ケージは、殺虫剤散布の 15 分前に上記の実験区画の中央に設置した。対照区には、水だけを散布した。ミツバチの野外毒性での死亡率観

察は、散布後一時間後の死亡数から求めて記録した。

残留毒性試験

薬剤散布によって汚染された花は、散布後 1, 24, 48, 72 時間後、残留毒性調査のため各処理区画から摘み取り、鮮度を保つため、小花柄を水に浸した消毒綿で包んでおいた。2 個の花と、2 種の 20 個体の麻酔処理したミツバチをそれぞれの木製ケージに入れた。対照区には水を散布した区画から得た花を用い、両種の働き蜂と組み合わせた。残留毒性におけるミツバチの死亡数は、花に暴露してから 2 時間後に記録した。

統計処理

上記の実験から得られたデータは、分散分析 ANOVA で統計解析を行った。

結果

オオミツバチに対する野外毒性および残留毒性

散布 1 時間後に記録された死亡率から、野外で薬剤処理したすべての区における死亡率は、対照区に比べ有意に高いことが示された。オオミツバチに対する殺虫剤毒性は、散布中に暴露した場合、プロフェノホス、トリアゾホス、リンデンおよびチアメトキサムにおいて最も高い

死亡率 (100%) を示し (表 1)、この値はイミダクロプリド (91.66%) やキナルホス (68.33%) より有意に高かった。

花上に残留した殺虫剤は、1 時間後においては強い毒性を示した。供試した 6 種の殺虫剤のうち、散布後 24 時間たっても 100% の死亡率をもたらしたものは、プロフェノホス、トリアゾホス、リンデンおよびチアメトキサムであり、ついでイミダクロプリド (86.66%) やキナルホス (81.66%) となった。しかし、イミダクロプリドの毒性は、散布後 48 時間 (31.66%)、72 時間 (8.33%) と急速に減衰し、72 時間後においては対照区 (5% の死亡率) と有意な差がなくなった。他の殺虫剤はオオミツバチの採餌蜂に対し、散布後 72 時間でも有意に高い死亡率 (38.3 ~ 51.6%) をもたらした。

コミツバチに対する野外毒性および残留毒性

得られたデータから、いずれの殺虫剤もコミツバチに対し、強い接触毒性を示し (表 2)、野外毒性試験において散布中に暴露したものは 100% の死亡率となった。キナルホス、プロフェノホス、トリアゾホス、リンデンおよびチアメトキサムの残効は、散布後 24 時間経過してもなお高いままであった (95 ~ 100%)。キナルホスとイミダクロプリドでは、48 時間経過後には、より低い毒性値なり、3 日目 (72

表 1 オオミツバチに対する殺虫剤の野外暴露および残留毒性

殺虫剤	散布量 / ha	死亡率 (括弧内はアークサイン値)				
		0h	1h	24h	48h	72h
キナルホス 25EC	2L	68.33 (56.06)	100.00 (90.00)	81.66 (65.06)	66.66 (55.03)	43.33 (41.43)
イミダクロプリド 200SL	100ml	91.66 (74.00)	88.33 (70.60)	86.66 (69.10)	31.66 (34.53)	8.33 (17.13)
プロフェノホス 50EC	1.5L	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	80.00 (63.90)	40.00 (39.50)
トリアゾホス 40EC	1.5L	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	88.33 (70.60)	46.66 (46.26)
リンデン 20EC	2.5L	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	81.66 (65.06)	51.66 (43.36)
チアメトキサム 25WG	100g	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	61.66 (52.06)	38.33 (38.53)
対照区		1.66 (7.26)	0.00 (4.10)	0.00 (4.10)	0.00 (4.10)	5.00 (10.43)
C.D. (p>0.05)		-4.43	-4.05	-4.31	-6.35	-5.32

表2 コミツバチに対する殺虫剤の野外暴露および残留毒性

殺虫剤	散布量 / ha	死亡率 (括弧内はアークサイン値)				
		0h	1h	24h	48h	72h
キナルホス 25EC	2 L	68.33 (56.06)	100.00 (90.00)	81.66 (65.06)	66.66 (55.03)	43.33 (41.43)
イミダクロプリド 200SL	100 mL	91.66 (74.00)	88.33 (70.60)	86.66 (69.10)	31.66 (34.53)	8.33 (17.13)
プロフェノホス 50EC	1.5 L	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	80.00 (63.90)	40.00 (39.50)
トリアゾホス 40EC	1.5 L	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	88.33 (70.60)	46.66 (46.26)
リンデン 20EC	2.5 L	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	81.66 (65.06)	51.66 (43.36)
チアメキサム 25WG	100 g	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	100.00 (90.00)	61.66 (52.06)	38.33 (38.53)
対照区		1.66 (7.26)	0.00 (4.10)	0.00 (4.10)	0.00 (4.10)	5.00 (10.43)
C.D. (p>0.05)		-4.43	-4.05	-4.31	-6.35	-5.32

時間後)に観測された死亡率は、水を散布した対照区の死亡率と有意な差を示さなかった。これ以外の4種の殺虫剤の毒性は、散布後72時間経っても、対照区の死亡率よりも高い死亡率(20~41.6%)が維持されていた。

考察

本研究により、使用した全6種の殺虫剤は両種のミツバチに対し有毒な中毒性毒物として働くことが明らかになった。効果は、オオミツバチに比べてコミツバチでより大きく、散布中暴露においては100%の死亡率をもたらした。オオミツバチよりも小さな虫体のコミツバチは、体積に比して表面積が大きく、ゆえに殺虫剤への感受性が高くなるということについては、同様の所見をSihag(1995)が報告している。しかしながら本研究における殺虫剤残留毒性は、コミツバチに比べオオミツバチでより大きかった。

両種に対するリンデン(有機塩素系殺虫剤)の残留毒性は、散布後3日間も残効があり、非常に高い毒性を示した。Hasan et al.(1986)も、リンデンがミツバチに対して有毒な殺虫剤であると報告している。これらの結果は、リンデンが、他の有機塩素系殺虫剤に比べてミツバチに対する最も高い毒性を有するというだけでなく、蜂場で採取されたハチミツ中にもまた長

期にわたって残留する(0.002-0.097 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)とした報告(Gulaati et al., 2004)や、アオイ科のオクラにおける毒性の消失率が、処理後3日目で89%になったのに、ナスでは処理後15日目でも72%であった(Patel et al., 2001)といった知見とも関係している。

本研究で、ワタ栽培においてミツバチ2種に強い毒性をもつことが確かめられた有機リン系殺虫剤は、インドでの全殺虫剤消費量(288 g/ha)の実に74%を占める(Agnihotri, 2000)。野外試験において、Sihag(1995)は、他の有機リン系殺虫剤であるモノクロホスが、午前中に散布したものが72時間後でも21.1%のオオミツバチと25.53%のコミツバチに対して殺虫活性を示したことを観察した。別の研究では、フェンバレートの毒性は、オオミツバチに対しては散布後72時間後に36.6%の死亡率をもたらすが、コミツバチに対しては48時間後には安全なレベルに弱まるとされている(Gulati and Kalra, 2003)。アリルピラゾール系のフィンプロニールはオオミツバチとコミツバチに対し、種々の濃度による、散布後48時間後の時点でそれぞれ43.3%、16.6%の死亡率をもたらした。

供試した殺虫剤の中で試験された殺虫剤の中でネオニコチノイド系殺虫剤のイミダクロプリドは、両種のミツバチにとって毒性が最も弱く、

ワタに散布してから 48 時間後には、比較的
安全な状態になった。これらの結果は、ワタの栽
培時期に栽培されたオクラで示された、3 日間
における同薬剤の消失率に関する研究 (Iliango
and Devaraj, 2003) と同じ傾向を示している。

ミツバチによる花粉媒介と、害虫防除を目的
とした殺虫剤利用は、どちらも農作物の収量と
品質向上のために重要であるが、殺虫剤とその
残留毒性が及ぼすミツバチへの影響は計り知れ
ない。したがって、殺虫剤散布後の、家畜化さ
れたミツバチと野生種に対する相対安全性を決
定することは、ミツバチおよび蜂児の損失、さ
らには、圧搾や分離によって得られる貯蜜の汚
染を減らす上で極めて重要である。

(著者の住所は下記参照 翻訳 安藤 正一)

引用文献

- Agnihotri, N. 2000. Pestic. Res. J. 12(1): 150-155.
Franklen, R. and E. Galun. 1977. Pollination mecha-
nisms, reproduction and plant breeding. Springer
verlag, Nerlin. 281 pp.
Gulati, R. 2003. J. Cotton Res. Dev. 17(1): 71-74.
Gulati, R. V. K. Kalra. 2003. Korean J. Apicult. 18(2):
161-164.
Gulati, R., B. Kumari and S. K. Sharma. 2004. Korean
J. Apicult. 19(1): 51-56.
Gulati, R., S. K. Sharma and B. S. Chhillar. 2005. ミツ
バチ科学 26(1): 25-28.
Hasan, S. B., P. G. Deo and S. K. Majumdar. 1986.
Indian Bee J. 48: 42-44.
Iliango, K. and H. Devaraj. 2003. Pestic. Res. J. 15(1):
47-49.
Patel, B. A., P. G. Shah, M. F. Raj, B. K. Patel and J. A.
Patel. 2001. Pestic. Res. J. 13(1): 58-61.
Sharma, S K, P. D. Sharma, Ombir and Y. Kumar.
2000. J. Cotton Res. Dev. 14(1): 131-132.
Sihag, R. C. 1987. Bee World 68(4): 179.
Sihag, R. C. 1995. Pesticidal toxicity to honeybees
and their residues in honey. Final Technical
Report, CCS Haryana Agricultural University,
Hisar, Haryana (India). 64 pp.
Singh, S. 1962. Beekeeping in India. ICAR Publica-
tion, New Delhi. 214 pp.

RACHNA GULATI, S. K. SHARMA, P. D. SHARMA. Field and
residual toxicity of commonly used insecticides to
Asian honeybees (*Apis dorsata* F. and *A. florea* F.) in
cotton. *Honeybee Science* 26(1):29-32. Department
of Entomology, CCS Haryana Agricultural University,
Hisar-125 004, Haryana, India.

Field and residual toxicity of six commonly used
insecticides namely quinalphos 25EC @2 L, imida-
cloprid 200 SL @ 100 mL, profenophos 50 EC @ 1.5
L, triazophos 40 EC @ 1.5 L, lindane 20EC @ 2.5
L, thiamethoxam 25 WG @ 100 g per hectare were
field tested against *Apis dorsata* F. and *A. florea* F.
foragers on flowering cotton crop at Chaudhary
Charan Singh Haryana Agricultural University,
Hisar, India during August, 2002. All the insect-
icides tested were found highly toxic as contact
poisons in the field and produced 68-100 % mortal-
ity of both the species. The residual toxicity of dif-
ferent insecticides observed by providing treated
flowers to foragers of both species at 1, 24, 48 and
72 h after spray revealed lindane being the most
toxic poison that killed 40-50 % foragers after 72 h
of its application. In *A. florea* foragers, quinalphos
and imidacloprid treatments reached safer levels
48 h after its application while in *A. dorsata* forag-
ers, imidacloprid was found to be safer at the above
mentioned dose, at the waiting period of 48 h.