

3-3 毒性調査

トンボ等におけるネオニコチノイド系農薬等の毒性データを収集するために、現在採用されている農薬テストガイドライン「農薬の登録申請に係る試験成績について」(平成12年11月24日付け12農産第8147号)等や、「OECD GUIDELINE FOR TESTING CHEMICALS」を基にした試験によりトンボ等の半数致死濃度、半数影響濃度もしくは無影響濃度等を算出するのに必要な試験方法の検討・開発を行うための実験を行い、アオモンイトトンボに対する各種農薬の半数影響濃度を算出した。

3-3-1 調査方法

1) 試験対象生物

アオモンイトトンボ *Ischnura senegalensis*

1993年1月に国立環境研究所生態園(当時)周辺で捕獲された若虫個体を起源とし、国立研究開発法人国立環境研究所において累代飼育されているアオモンイトトンボを用いた。孵化48時間以内の若虫を用いて試験を行った。

2) 試験対象薬剤および濃度区設定

以下の15剤を対象とした。

- ✓ ネオニコチノイド系：イミダクロプリド、アセタミプリド、ニテンピラム、チアクロプリド、チアメトキサム、クロチアニジン、ジノテフラン
- ✓ フェニルピラゾール系：フィプロニル
- ✓ 有機リン系：フェニトロチオン
- ✓ カーバメート系：BPMC、ベンフラカルブ
- ✓ ピレスロイド系：エトフェンプロックス、シラフルオフェン
- ✓ ネライストキシシン系：カルタップ
- ✓ ジアミド系：クロラントラニリプロール

濃度区設定は表3-3に示す。

それぞれの薬剤はアセトンに溶解した。ただしカルタップは純水に溶解した。コントロール1として試験水のみ、コントロール2として0.1%アセトン溶液を設定した。ただしカルタップについてはコントロール2は設定しなかった。

3) 方法

アオモンイトトンボ累代飼育系統の雌に産卵させ、得られた卵を 25°C、16L-8D 条件に置き、孵化した若虫を供試虫とした。脱塩素化し水温を調節した水道水を用いて農薬原体を規定濃度まで希釈し、試験溶液とした。試験方式は、農薬暴露開始 24 時間後に試験水を交換する半止水式とした。溶液 10mL に対しアオモンイトトンボの若虫を 1 匹導入して 25°C、暗黒条件下に置き、24 時間後および 48 時間後に生死および影響の有無を実体顕微鏡下で確認した。3 回の反復を行い、1 回の反復試験あたり各濃度区に 5 個体、コントロール 1 と 2 にそれぞれ 5-10 個体を使用した。死亡個体および、生きている（体内の流動や体の痙攣などが見られる）がパスツールピペットによる尾鰓への刺激（10 回）を受けても脚の関節を動かさない個体を影響個体とした。溶液に触れる使用器材はすべてガラス製を用いた。一般化線形モデル（GLM）により解析し、48 時間後半数影響濃度（48h EC₅₀）を算出した。

3-3-2 調査結果

表 3-3 に示す通り、各薬剤のアオモンイトトンボに対する 48h EC₅₀ が算出された。最も値が低かったものはエトフェンプロックスで 0.647 μg/L、最も高かったものはチアメトキサムで 1372 μg/L であった。コントロール群の非影響個体率は 93.3~100% であり、試験設計に問題はないと考えられた。また、薬剤ごとの濃度-反応曲線は図 3-1 から図 3-7 の通りとなった。

3-3-3 トンボ等への影響に関する考察

環境省委託業務「平成 26 年度農薬水域生態リスクの新たな評価手法確立事業」報告書（p. 103）において、統計学的手法により各種農薬の用途別の環境中予測濃度（PEC）が試算されている。これらのうち、本事業で対象とした薬剤の水田 PEC_{Tier2} は以下の通りである（単位 μg/L、複数の用途について試算されているものは最高値）。イミダクロプリド 0.022、クロチアニジン 0.000068、ジノテフラン 0.66、チアクロプリド 0.054、チアメトキサム 0.051、ニテンピラム 0.00090、フィプロニル 0.0017、エトフェンプロックス 0.00011、

ベンフラカルブ 0.00062。また、本事業において野外環境から検出された各農薬の濃度を図 3-8 から 3-15 に示す。これらと比較して、本調査により算出された各薬剤のアオモンイトトンボに対する 48h EC₅₀ は概ね 100 倍以上高い。ただし、環境省委託業務「平成 27 年度農薬水域生態リスクの新たな評価手法確立事業」において試算された地域別の水田 PEC においては、フェノブカルブ (BPMC) について西日本を中心に広い範囲で、またフェニトロチオンについても 1 地点において、本調査で示されたアオモンイトトンボ 48h EC₅₀ よりも高い PEC が算出されており、これらの農薬に関しては状況によってはアオモンイトトンボに急性影響を生じる可能性が否定できない。一方、ネオニコチノイド系等の他の薬剤に関しては、アオモンイトトンボに急性影響を生じる可能性は低いと考えられた。

なお、農薬に対する感受性には近縁種であっても大きな種間差があることが知られている。特にアオモンイトトンボについては、国立環境研究所で別途実施している水田メソコズム試験等の結果から、ネオニコチノイド系農薬に対する感受性がトンボの中では比較的低い可能性が示唆されている。このことから、トンボ一般に対するこれら農薬の生態リスクが低いと判断することはできない。また、年 1 化という生活史の長いトンボ類に対する生態リスクとしては、環境中の低濃度農薬に長期間暴露した場合の影響評価として生活史 (ライフサイクル) 毒性試験や餌生物を介した間接毒性試験等、毒性試験の高度化も今後検討していく必要がある。

表3-3 各農薬の48時間後半数影響濃度(48h EC₅₀)

農薬種類	農薬名	濃度区数	公比	コントロール非影響個体率(%)		48h EC ₅₀ (μg/L)	SE
				飼育水のみ	アセトン0.1%		
ネオニコチノイド	イミダクロプリド	7	*1	96 (n=25)	96 (n=25)	112	11.5
	アセタミプリド	6	2	92 (n=25)	96 (n=25)	336	46.1
	ニテンピラム	5	2	92 (n=25)	93.3 (n=15) *5	550	71.7
	チアクロプリド	5	2	96 (n=25)	100 (n=25)	128	16.0
	チアメトキサム	7	2	96 (n=25)	96 (n=25)	1372	201
	クロチアアジン	5	2	92 (n=25)	93.3 (n=15) *5	121	15.0
	ジノチフラン	5	2	92 (n=25)	93.3 (n=15) *5	523	91.8
フェニルピラゾール	フィプロニル	5	2	96 (n=25)	100 (n=25)	1.84	0.21
有機リン	フェニトロチオン	9	*2	95 (n=60)	98 (n=50) *5	7.87	0.24
カーバメート	BPMC	6	2	96 (n=25)	96 (n=25)	43.6	4.81
	ベンフラカルブ	5	*3	93.3 (n=30)	100 (n=30)	28.3	2.03
ピレスロイド	エトフェンプロックス	6	*4	100 (n=30)	100 (n=20)	0.647	0.05
	シラルオフェン	5	2	100 (n=30)	100 (n=30)	8.19	1.84
ネライストキシシン	カルタップ	5	2	96.6 (n=30)	*6	1053	168
ジアミド	クロラントラニリプロール	5	2	100 (n=26)	100 (n=30)	910	170

*1: 公差25μg/L

*2: 7μg/Lから10μg/Lまで公差0.5μg/L、他に5μg/L、15μg/Lで試験を行った

*3: 公差10μg/L

*4: 0.2μg/Lから1μg/Lまで公差0.2μg/L、他に0.05μg/Lで試験を行った

*5: 設定なしの反復あり

*6: カルタップでは助剤を用いていないため設定なし

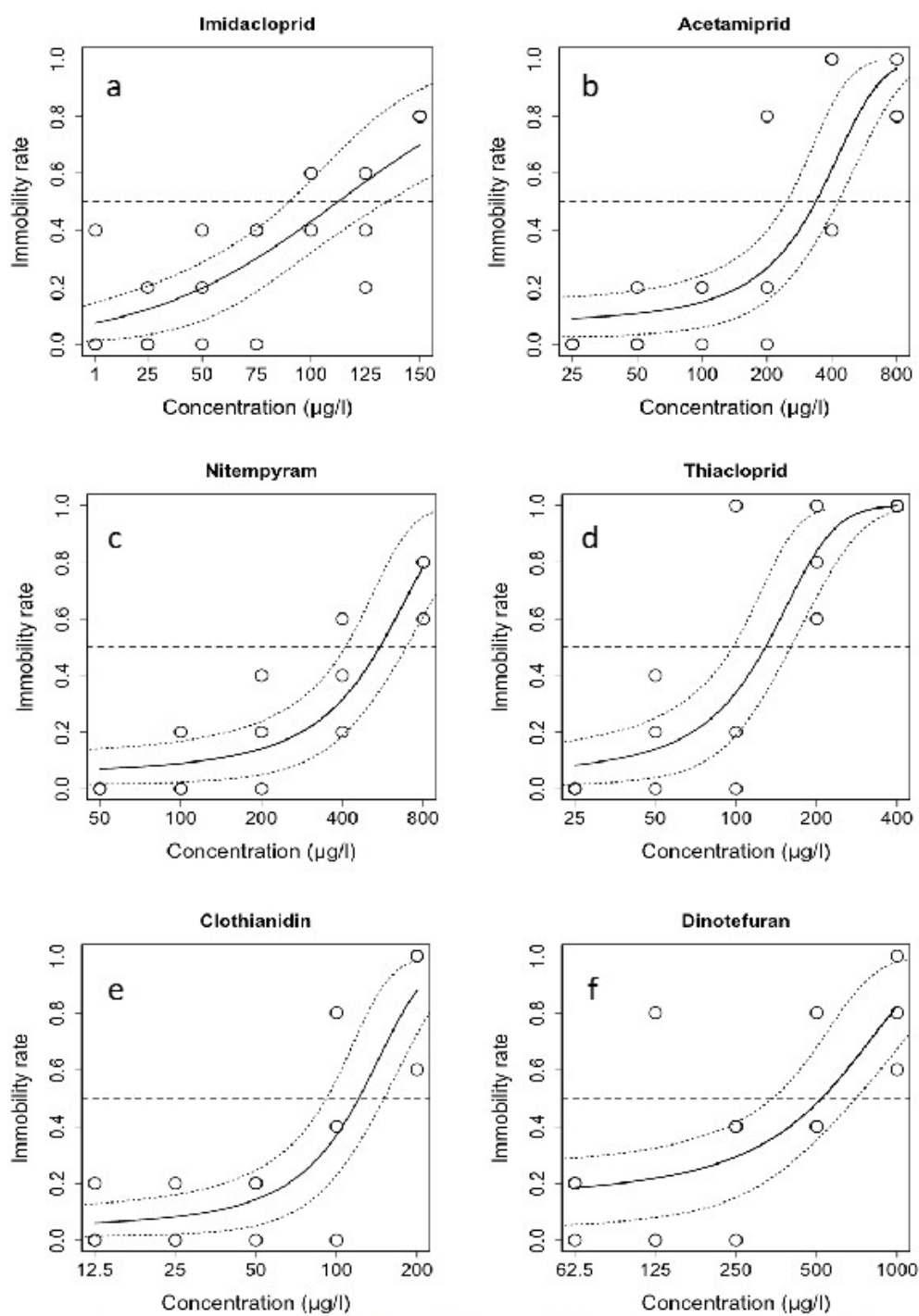


図3-1 ネオニコチノイド系農薬の濃度反応曲線 (a)イミダクロプリド、(b)アセタミプリド、(c)ニテンピラム、(d)チアクロプリド、(e)クロチアニジン、(f)ジノテフラン

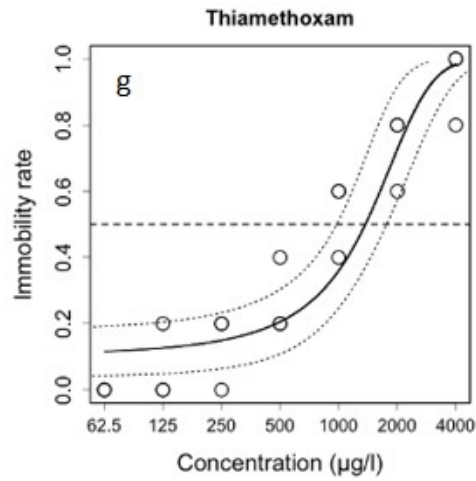


図3-1(続き) ネオニコチノイド系農薬の濃度反応曲線
(g)チアメトキサム

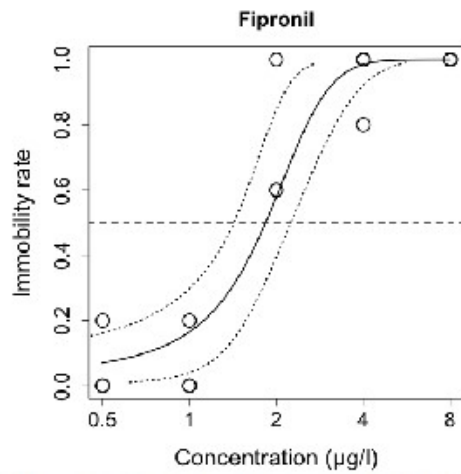


図3-2 フィプロニルの濃度反応曲線

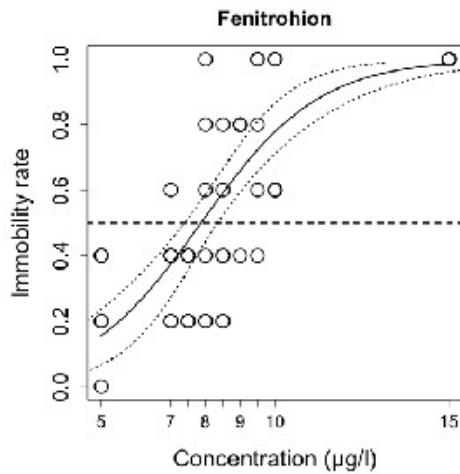


図3-3 フェントロチオンの濃度反応曲線

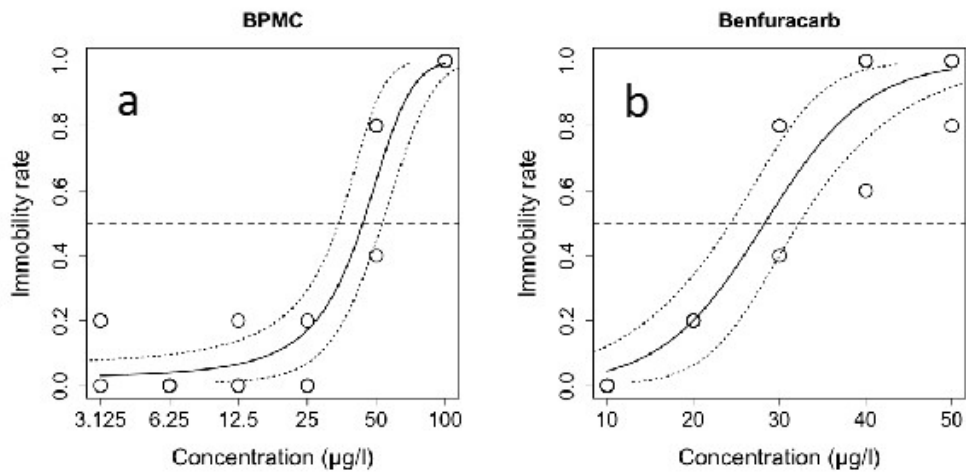


図3-4 カーバメート系農薬の濃度反応曲線 (a)BPMC、(b)ベンフラカルブ

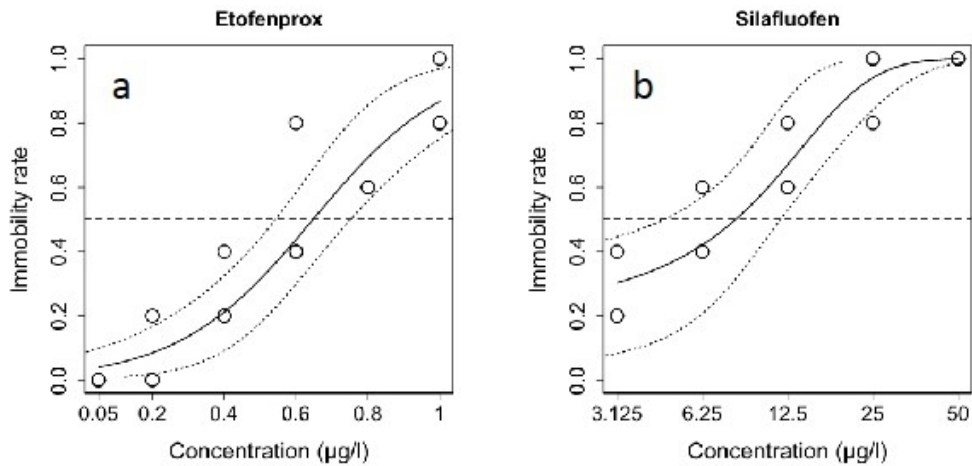


図3-5 ピレスロイド系農薬の濃度反応曲線 (a)エトフェンプロックス、(b)シラフルオフェン

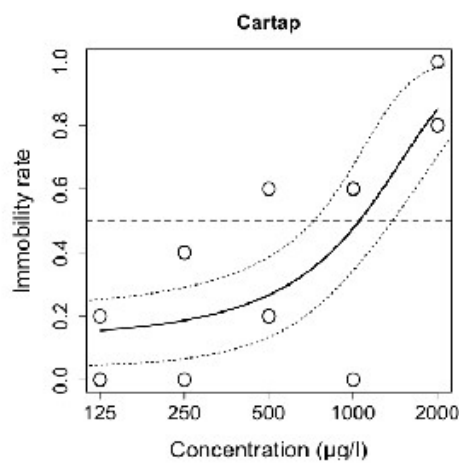


図3-6 カルタップの濃度反応曲線

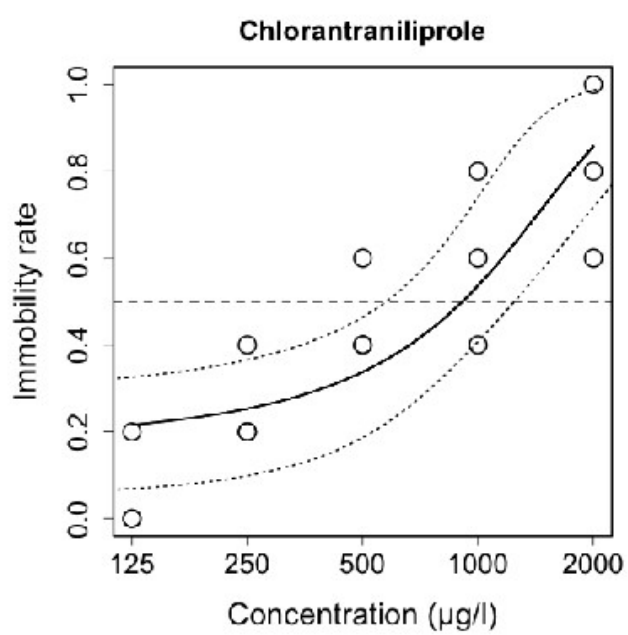


図3-7 クロラントラニリプロールの濃度反応曲線