

トビケラ目2種の農薬感受性

誌名	愛知県農業総合試験場研究報告 = Research bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center
ISSN	03887995
巻/号	28
掲載ページ	p. 295-299
発行年月	1996年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



トビケラ目2種の農薬感受性

西本浩之*

摘要: 河川に流入した農薬が、水生生物に与える影響を評価するために、水生昆虫のトビケラ目2種の幼虫を用いて数種農薬の致死影響を調べた。

ニンギョウトビケラ (*Goera japonica* Banks) と NAアツバエグリトビケラ (*Neophylax* sp. NA) の終齢幼虫 (5 齢) に対する 7 種農薬 (殺虫剤: フェニトロチオン、フェンチオン、フェノブカルブ、ブプロフェジン; 殺菌剤: フルトラニル; 除草剤: オキサジアゾン、モリネート) の急性毒性試験を行った。供試した農薬中では有機リン系殺虫剤のフェニトロチオン、フェンチオンとカーバメート系殺虫剤のフェノブカルブに対する感受性が高く、NAアツバエグリトビケラのフェンチオンに対する 48 時間半数致死濃度は 0.499ppb で最も低かった。この数値は実際に今まで報告されている河川の検出濃度¹⁾を下回っている。一方、IGR 系の殺虫剤ブプロフェジンは約 1,000ppb で殺虫剤の中では毒性は強くなかった。殺菌剤、除草剤に対する感受性は比較的 low、特に除草剤のモリネートは、2 種のトビケラともに 16,000ppb 以上であった。

生育ステージによる農薬感受性の違いを調べるために、NAアツバエグリトビケラ (*Neophylax* sp. NA) の 3~5 齢幼虫に対する 3 種農薬 (殺虫剤: フェニトロチオン、フェンチオン、フェノブカルブ) の急性毒性試験を行った。フェニトロチオンに対する半数致死濃度は、生育ステージの進行とともに低くなる傾向を示した。それとは逆に、フェンチオンでは、生育ステージの進行とともにやや大きくなる傾向を示した。フェノブカルブは、3 齢のデータが得られず全体の傾向が明らかではないが、4 齢と 5 齢の半数致死濃度に大きな違いはなかった。

キーワード: 農薬、農薬感受性、ニンギョウトビケラ、NAアツバエグリトビケラ

Pesticide Susceptibility of Two Species of Trichoptera Larvae

Hiroyuki NISHIMOTO

Abstract: The lethal effects of several kinds of agricultural chemicals were examined for the larvae of two species of Trichoptera, *Goera japonica* Banks (Goeridae) and *Neophylax* sp. NA (Uenoidae), to assess the effects on aquatic macrobenthos of chemical contamination in streams.

The LC50 values of seven kinds of chemicals (insecticides: fenitrothion, fenthion, fenobucarb, bupulofejin; fungicides: flutolanil; herbicides: oxiadiazon, molinate) were examined for the final instar larvae (fifth instar) of *Goera japonica* and *Neophylax* sp. NA. Among the chemicals studied, both the caddisflies showed high sensitivities to three insecticides, fenitrothion, fenthion (organophosphorus) and fenobcarb (carbamate). In particular, the 48-h LC50 value of fenthion for *Neophylax* sp. NA was 0.499ppb, which was lower than the detected concentration in rivers that was actually reported. Otherwise, the bupulofejin of an IGR insecticide showed low toxicity and the LC50 values for the caddisflies were ca. 1,000ppb. The sensitivities to fungicide and herbicide were comparatively low and the LC50 values of molinates were more than 16,000ppb for these two caddisflies.

The LC50 values of three kinds of chemicals (insecticides: fenitrothion, fenthion, fenobucarb) were examined for the third to fifth instar larvae of *Neophylax* sp. NA to clarify the changes in the sensitivity of different growth stages. The sensitivity to fenitrothion became lower as the larvae grew. In contrast, the sensitivity to fenthion became somewhat higher. The data on fenobucarb for third instar larvae were not available, but there was no serious difference between the sensitivities of fourth and fifth instars.

Key words: Pesticide, Susceptibility, *Goera japonica*, *Neophylax* sp. NA.

緒 言

水田やゴルフ場から流出した農薬が一般河川に流入し、水生生物を含む生態系に影響を及ぼすことが懸念されている。河川水中には一次生産者である植物プランクトンから、それを餌とする動物プランクトンや水生昆虫類などの一次消費者、またそれらを餌とする大型水生昆虫類や魚類など様々な生物が生息している。農薬に対する感受性は、生物の種類によって当然異なることが予測される。水生昆虫はしばしば個体数、現存量が少なく、河川生態系で重要な位置を占めているが、それにも関わらず、農業や水産業の場面で、害虫、益虫として重要視されてこなかったため、これらの環境生物に対する農薬の毒性はあまり調査検討されていない。しかし、早急に河川に生息する多くの生物に対して農薬の影響を明らかにし、生物の多様性という観点から、化学物質による汚染の影響がない、健全な生物生態系を再現・維持する必要があると考える。

1980年代になって、河川の水生生物に対する農薬の影響が日本でようやく研究されはじめ、ユスリカやカゲロウ、トビケラ類など、河川生態系で重要な位置を占める水生昆虫を用いた調査・研究が行われた^{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)}。トビケラ類はしばしば現存量が多く、底生動物の中心的な存在であるが、本格的な研究はコガタシマトビケラやウルマーシマトビケラなどシマトビケラ科の一部とホタルトビケラにとどまっている。トビケラ類は水系の様々な環境に適応放散しており、多くの種類が知られている。また、種によって行動や生活史も変化に富み、数種のトビケラ類の農薬影響を調査しただけでは十分に農薬の影響を把握できない。そこで、北海道から九州まで幅広い分布を示すニンギョウトビケラと山地溪流に生息し、農薬に対する感受性が高いと思われるNAアツバエグリトビケラについて、農薬影響の基礎的知見を得るために急性毒性試験を行ったので報告する。

材料及び方法

トビケラ目(Trichoptera)はチョウやガに近い昆虫の一群で、ほとんどの種類がその幼虫期を河川や湖沼で生活する。供試したトビケラはニンギョウトビケラ(*Gera japonica* Banks)とNAアツバエグリトビケラ(*Neophylax* sp. NA)で、前者は平地の上流から中流の比較的流れの緩やかな岸部に生息し、後者は山間の河川上流の急流部に生息する。トビケラは全て愛知県南設楽郡鳳来町の豊川水系寒狭川の支流、島田川で採集した。持ち帰ったトビケラ幼虫は徐々に衰弱するので、実験はトビケラを採集した当日ないし翌日に行うこととした。ニンギョウトビケラは終齢幼虫(5齢)のみ、NAアツバエグリトビケラは3齢から終齢(5齢)幼虫について農薬急性毒性試験を行った。ニンギョウトビケラの採集は1995年6月16日(5齢)に、NAアツバエグリトビケラは1995年6月8日と6月16日(5齢)、1996年4月23日(3齢)、5月14日(4齢)、6月13日(5齢)にそれぞれ行っ

た。

田端⁹⁾はヒメダカを供試魚とする急性毒性試験を提案し、pH、硬度、アルカリ度などが日本の陸水の平均的水質に近い実験用水として硬度25ppmの人工軟水を用いた。野崎¹⁰⁾や国立環境研究所¹¹⁾はこれに従い、トビケラ類の急性毒性試験に対して硬度25ppmの人工軟水を使用した。人工軟水は少なくとも3齢以下のNAアツバエグリトビケラの幼虫に対して致命的なダメージを与えることが分かったので、本種幼虫の試験は人工軟水を用いず蒸留水とした。しかし、他の文献値とデータを比較する必要があることから、ニンギョウトビケラとNAアツバエグリトビケラの5齢幼虫については人工軟水による試験を行った。この時、コントロール区のデータから2種の5齢幼虫に対する人工軟水の影響は認められなかった。供試農薬は、既にトビケラ他種に対する急性毒性試験が行われ、半数致死濃度が示されているなどの理由から、フェニトロチオン、フェンチオン、フェノブカルブ、プロフェジン、フルトラニル、オキサジアゾン、モリネートを用いた。各農薬の標準品をエタノールで溶解、高濃度液(5,000~10,000ppm)を作り、それを実験用水に添加して濃度の調整を行った。人工軟水は、蒸留水にCaCl₂・2H₂O 26.1ppm、MgSO₄・7H₂O 17.7ppm、K₂SO₄ 1.1ppm、NaHCO₃ 25.0ppmとなるように添加して作成した。各濃度の調整液30mlを直径85mmのシャーレに入れ、活発に動いている個体を選び、1シャーレに5匹ずつ入れた。また、コントロール区には0.1ml/100ml(殺虫剤の場合)あるいは0.2ml/100ml(殺菌剤及び除草剤の場合)の濃度でエタノールを人工軟水に添加した。一濃度あたり3連を設定し、シャーレはふたをして、全暗で恒温器中に放置、24~48時間の致死個体数を数えた。恒温器の温度は、ニンギョウトビケラは15℃と20℃の2温度に、NAアツバエグリトビケラは流れのある、比較的低水温域を好むので15℃の設定で実験を試みた。なお、実験中に餌は与えなかった。

結 果

1 ニンギョウトビケラの農薬急性毒性

ニンギョウトビケラの農薬急性毒性結果を第1表に示す。供試した農薬中では有機リン系殺虫剤のフェニトロチオン、フェンチオンとカーバメート系殺虫剤のフェノブカルブに対する感受性が高く、フェノブカルブに対する15℃48h半数致死濃度は11.6ppbで最も低かった。IGR系の殺虫剤プロフェジンに対する感受性は低く、15℃24h半数致死濃度は4,000~8,000ppbで、殺菌剤フルトラニルの1,603ppbよりも高かった。一方、除草剤のオキサジアゾン、モリネートに対する感受性は低く、15℃24及び48h半数致死濃度はいずれも16,000ppb以上であった。

2 NAアツバエグリトビケラの農薬急性毒性

NAアツバエグリトビケラの農薬急性毒性結果を第2表に示す。人工軟水を用いた5齢幼虫に対する試験では、有機リン系殺虫剤のフェニトロチオン、フェンチオンと

第1表 数種農薬のニンギョウトビケラに対する農薬急性毒性(半数致死濃度)

種別	農薬名	濃度	時間	LC50 ppb	95%CI
殺虫剤	フェニトロチオン	15℃	24h	135	75.0~211
		20℃	24h	99.0	80.0~123
			48h	56.0	47.0~69.0
	フェンチオン	15℃	24h	134	60.9~221
		20℃	24h	61.0	45.9~81.9
			48h	43.3	32.9~59.3
	フェノブカルブ	15℃	24h	12.4	7.00~20.2
			48h	11.6	5.48~22.2
		20℃	24h	13.6	2.88~18.9
			48h	12.0	3.98~19.1
	ブプロフェジン	15℃	24h	4000~8000*	
		20℃	24h	1000~2000*	
殺菌剤	フルトラニル	15℃	24h	1603	991~2550
			48h	1000~2000*	
		20℃	24h	1191	949~1490
			48h	1000~2000*	
除草剤	オキサジアゾン	15℃	24h	>16000	
			48h	>16000	
		20℃	24h	>16000	
			48h	6730	4240~9360
	モリネート	15℃	24h	>16000	
			48h	>16000	
		20℃	24h	>16000	
			48h	>16000	

1995年データ、人工軟水を使用。5齢幼虫で試験。

*はデータ不足のためLC50が計算できず、範囲のみを示した。

第2表 数種農薬のNAアツバエグリトビケラに対する農薬急性毒性(半数致死濃度)

種別	農薬名	年齢	時間	LC50 ppb	95%CI
殺虫剤	フェニトロチオン	3齢	24h	16.4	10.3~21.4
			48h	4.90	4.13~5.89
		4齢	24h	13.2	10.2~15.7
			48h	2.50~5.00*	
		5齢	24h	11.35	10.2~12.7
			48h	4.72	3.55~7.78
	5齢+	24h	6.25~12.5*		
		48h	4.76	4.04~5.52	
	フェンチオン	3齢	24h	0.424	0.366~0.496
			48h	0.188	0.16~0.226
		4齢	24h	0.637	0.564~0.712
			48h	0.351	0.265~0.543
		5齢	24h	0.906	0.795~1.01
			48h	0.40~0.60*	
	5齢+	24h	0.762	0.621~0.938	
	48h	0.499	0.286~0.908		
フェノブカルブ	4齢	24h	3.44	2.09~4.79	
		48h	2.75	2.04~3.99	
	5齢	24h	3.43	3.12~3.81	
		48h	3.18	2.92~3.54	
	5齢+	24h	3.13~6.25*		
		48h	3.75	3.34~4.08	
ブプロフェジン	5齢+	24h	1346	1010~1720	
48h	400~800*				
殺菌剤	フルトラニル	5齢+	24h	2000~4000*	
		48h	2000~4000*		
除草剤	オキサジアゾン	5齢+	24h	>16000	
			48h	7210	4050~10300
	モリネート	5齢+	24h	>16000	
			48h	>16000	

+は人工軟水を使用。1995年データ。その他は蒸留水を使用。1996年データ。温度は15℃の恒温器内で試験。

*はデータ不足のためLC50が計算できず、範囲のみを示した。

カーバメート系殺虫剤のフェノバルブに対する感受性が高く、フェンチオンに対する48 h 半数致死濃度は0.499ppbで最も低かった。IGR系の殺虫剤プロフェジンに対する24 h 半数致死濃度は1,346ppbで殺虫剤の中では毒性は強くなかった。一方、殺菌剤のフルトラニル、除草剤のオキサジアゾン、モリネートに対する感受性は比較的強く、特に除草剤2種の24 h 半数致死濃度はともに16,000ppb以上であった。

蒸留水を用いた3～5 齢幼虫に対する試験では、フェニトロチオンの24 h 半数致死濃度は、3 齢幼虫では16.4 ppb、4 齢幼虫では13.2ppb、5 齢幼虫では11.4ppbで、生育ステージの進行とともに低くなる傾向を示した。それとは逆に、フェンチオンの24 h 半数致死濃度は、3 齢幼虫では0.424ppb、4 齢幼虫では0.637ppb、5 齢幼虫では0.906ppbを示し、3～5 齢幼虫の感受性は若齢時ほど高く、3 齢幼虫は5 齢の約2分の1の半数致死濃度であった。フェノバルブは、3 齢のデータが欠損しており全体の傾向は正確に言えないが、4 齢と5 齢の半数致死濃度に大きな違いはなかった。

考 察

1 トビケラ類の農薬感受性

現在まで、日本産のトビケラではコガタシマトビケラ^{9), 10)}、ウルマーシマトビケラ¹¹⁾、ヒゲナガカワトビケラ¹²⁾、ホタルトビケラ¹³⁾について農薬感受性に関する報告がある。コガタシマトビケラは水生昆虫全体を見ても、最も農薬に対する耐性がある種類のひとつで、フェニトロチオンの室温(約15°C)24 h 時間半数致死濃度は4.35 0ppbである⁹⁾。ウルマーシマトビケラとヒゲナガカワトビケラの農薬感受性はコガタシマトビケラと比較して10～20 倍高く、フェニトロチオンの室温(約15°C)48 h 半数致死濃度はそれぞれ400ppb、250ppbである¹¹⁾。エグリトビケラ科のホタルトビケラは、フェニトロチオンとフェンチオンの20°C48 h 半数致死濃度がそれぞれ9.3、3.1ppbで¹³⁾、止水性のトビケラでありながらかなり農薬に対する感受性は高い。これらに対して、ニンギョウトビケラの農薬感受性は、ホタルトビケラに比較して低いが、ウルマーシマトビケラやヒゲナガカワトビケラより高い。NAアツバエグリトビケラは最も農薬感受性が高く、半数致死濃度はホタルトビケラに比べておよそ半分から一桁低い値である。

2 実際の農薬流出濃度とトビケラ類の農薬感受性

水田地帯から農薬が流出する河川の農薬濃度に関する報告は多く、伏脇ら¹⁰⁾が文献からまとめた各農薬の河川水中濃度の最高値によると、フェニトロチオンは0.33～3.1、フェンチオンは1.2～14.6、オキサジアゾンは0.001～7.1、モリネートは2～74.9ppbである。トビケラ類の除草剤に対する感受性は高くないので、実際に直接の影響を受けることはないかと予測できる。また、殺菌剤も通常河川から検出される濃度は多くて数十ppbなので、直接の影響はないと思われる。第1表から、ニンギョウトビケラのフェニトロチオンに対する20°C48 h 半数致死

濃度は56.0ppb、フェンチオンは43.3ppbである。実際の検出濃度例は、いずれもこれを下回っているが、フェンチオンとフェノバルブに対するウルマーシマトビケラとコガタシマトビケラの半数出巢反応濃度(農薬の影響によって巣から出てしまう濃度)は、半数致死濃度の1/2～1/20であることを考えると、実際の河川において少なからず何らかの影響を受ける可能性のあることが予想される。一方、NAアツバエグリトビケラのフェニトロチオンに対する15°C48 h 半数致死濃度は4.76ppb、フェンチオンは0.499 ppbで、特にフェンチオンの半数致死濃度は河川における検出濃度を下回っており、水田やゴルフ場から流出する水を含む河川では、十分に本種の生存が脅かされると予測される。

3 発育ステージによる農薬感受性差

農薬の感受性は生物の生育ステージにより異なることが予想されるが、トビケラ類については検討されていない。同じ水性昆虫として、国立環境研究所のグループは¹⁴⁾、セスジユスリカ*Chironomus yoshimatui*の1 齢から4 齢幼虫を用いて、フェニトロチオン、フェンチオン、エトフェプロックス、フェノバルブの4 種殺虫剤に対する半数致死濃度を調査した。その結果、いずれの農薬に対しても1 齢幼虫は4 齢幼虫より感受性が高く、その差は数倍から10 倍ほどであった。この様に、水生昆虫の農薬感受性は体サイズに反比例し、若齢時ほど高いと考えられる。ところが、フェニトロチオンに対するNAアツバエグリトビケラの感受性はわずかであるが若齢時の方が低かった。この理由を説明できるデータは今のところないが、やや95%CIのばらつきが大きいことを踏まえ、再度確認する必要があると考える。

謝辞：本試験の遂行にあたり、国立環境研究所の畠山成久博士、多田満氏、神奈川県環境科学センターの野崎隆夫氏には多くの貴重な助言をいただいた。ここに記して、感謝の意を表す。

引用文献

1. 小竹美恵子・豊田一郎 水田排水が流入する小河川への水田農薬の流出 愛知県農総試研報 28, 69-79 (1993)
2. Yasuno M., Okita J., Saito K., Nakamura Y., Hatakeyama S., & Kasuga K. 1981 Effects of fenitorichion on benthic fauna in small streams of Mt. Tsukuba, Japan. Japan. J. Ecol. 31, 237-245 (1981)
3. 岩熊敏夫・高村健二・野原精一 恋瀬川支流における底生動物群集の変動と残留農薬の影響 国立公害研究所研究報告 114, 85-99 (1988)
4. Hatakeyama S., Shiraishi H., & Kobayashi N. Effects of aerial spraying of insecticides on nontarget macrobenthos in a mountain stream Ecotoxicol. Environ. Saf., 19, 254-270 (1990)
5. 畠山成久・上野隆平・谷田一三・小林紀雄 農薬汚

- 染河川(砂川)に出現する水生昆虫の優先種とその変動について 日本陸水学会第56回大会講演要旨集 183 (1991)
6. Tada M. & Shiraishi H. Changes in Abundance of Benthic Macroinvertebrates in a Pesticide-contaminated River Jap. J. Limnol., 55, 159-164 (1994)
7. 野崎隆夫、島田武憲 実験動物としてのホタルトビケラの室内飼育と生物試験法 エコトキシコロジー研究会発表要旨 75-76 (1995)
8. 国立環境研究所 水環境における化学物質の長期暴露による相乗的生態系影響に関する研究 国立環境研究所特別研究報告 茨城 64p (1995)
9. 田端健二 ヒメダカを供試魚とするT L m標準試験法の提案 用水と排水 14, 1297-1300 (1972)
10. 伏脇祐一、浦野鉦平 農薬による環境汚染の現状と課題 用水と排水 34, 1003-1014 (1992)