

## 1-5 生物検定法の種類と各手法に必要な計算手法の概要

### 1-5-1 生物検定法の種類

害虫やハダニ類の薬剤感受性の生物検定法については、これまで様々な手法が確立されており、それぞれの害虫に対して適している手法が第5章に紹介されている。ここでは、生物検定法のタイプ分けと、それぞれの手法でどのような薬剤感受性の指標となる数値を計算すべきかについての概略を述べる。

生物検定法は、昆虫やハダニ類の虫体に殺虫剤を直接処理する手法と、餌となる寄主植物に殺虫剤を処理し、そこに供試虫を放飼して死虫率や行動阻害を見る手法に大きく分けられる(表1)。前者の直接処理する手法には、薬液を塗布したり(局所施用法)、経口投与あるいは体内に注入する手法、虫体を薬液に浸漬あるいは粉衣、散布する手法がある。後者の間接的に処理する手法には、葉片や葉身、葉しょうなどを薬液に浸漬して風乾し、そこに供試虫を放飼する手法などがある。

多くの殺虫剤は害虫に対して致死作用を及ぼすため、生物検定では通常は殺虫剤の薬量や濃度と死虫率との関係を調査する。しかし、殺虫剤の中には致死作用としての働きは小さいものの、摂食・吸汁行動や産卵行動を阻害する作用を示すものがある。このような殺虫剤については、殺虫剤の薬量や濃度と行動阻害程度、あるいは薬剤を処理した成虫が産んだ卵や幼虫の数との関係を調査する。

これらの生物検定法で調べた薬量や薬液濃度と死虫率あるいは行動阻害程度との関係を示す指標は、死虫率の場合には50%致死薬量(50% lethal dose, LD<sub>50</sub>値)と50%致死濃度(50% lethal concentration, LC<sub>50</sub>値)、行動阻害程度の場合には50%効果薬量(50% effective dose, ED<sub>50</sub>値)と50%効果濃度(50% effective concentration, EC<sub>50</sub>値)がある。直接処理法のうち、供試虫に施用した薬剤の薬量がわかるもの(薬液塗布、経口投与、注入法など)については、50%致死薬量(LD<sub>50</sub>値)または50%効果薬量(ED<sub>50</sub>値)が計算できる(表1)。一方、直接処理法であっても供試虫が摂取した薬量が明らかではないもの(虫体に液浸、粉衣、散布)や間接処理法については、50%致死濃度(LC<sub>50</sub>値)または50%効果濃度(EC<sub>50</sub>値)が計算できる(表1)。

表 1 生物検定法の処理法、観察項目の違いと計算指標 (LD<sub>50</sub>値, LC<sub>50</sub>値, ED<sub>50</sub>値, EC<sub>50</sub>値)<sup>a)</sup>との関係

薬液処理の手法	具体的な処理法の例	観察項目	
		死虫率	行動阻害程度
直接処理法	薬液塗布 (局所施用法)	LD <sub>50</sub> 値	ED <sub>50</sub> 値
	経口投与	LD <sub>50</sub> 値	ED <sub>50</sub> 値
	注入法	LD <sub>50</sub> 値	ED <sub>50</sub> 値
	虫体に液浸, 粉衣, 散布	LC <sub>50</sub> 値	EC <sub>50</sub> 値
間接処理法	葉片浸漬, 葉しょう浸漬	LC <sub>50</sub> 値	EC <sub>50</sub> 値
	餌や土壤に混ぜる方法	LC <sub>50</sub> 値	EC <sub>50</sub> 値

<sup>a)</sup> LD<sub>50</sub>値: 50%致死薬量, LC<sub>50</sub>値: 50%致死濃度, ED<sub>50</sub>値: 50%効果薬量, EC<sub>50</sub>値: 50%効果濃度

## 1-5-2 計算手法

殺虫剤感受性の生物検定の結果のまとめ方として、殺虫剤の薬量または濃度と死虫率との間に S 字型の反応曲線が書ける場合には LD<sub>50</sub> 値、LC<sub>50</sub> 値を計算する。この計算には、Bliss(1934)や Finney(1952)が開発したプロビット法 (probit analysis) を用いるのが一般的である。

プロビット法では、死虫率をプロビットに変換した上で、薬量または濃度と死虫率との関係について回帰を行う。その際、無処理区 (対照区) に死虫がある場合には、Abbott (1925)の補正などを行う。回帰式から 50%致死薬量(LD<sub>50</sub> 値)あるいは 50%致死濃度 (LC<sub>50</sub> 値) が計算できる。また、これらの値の信頼限界値やプロビット回帰直線の傾き (*b*) も計算できる。プロビット法の理論及び具体的な手順についてはここでは省略するが、菅原(1959)、楯谷(1970)、Robertson et al. (2017)を参照されたい。

プロビット回帰については、手計算によっても可能であるが、市販ソフトウェアや SAS、R などのプログラミングツール、あるいはエクセルのマクロ等でも計算できる。市販のソフトウェアについては、PoloPlus Ver. 2 (Leora Soft Company, 2003)が標準的なソフトウェアである。このソフトウェアは Robertson et al. (2017) の筆頭著者が開発したもので、これまで Web サイトを通じて開発者自身が販売していたが、開発者が 2014 年に逝去されたため、現在入手が困難となっている。プログラミングツールやエクセルのマクロを使う場合には、菅原(1959)、楯谷(1970)、Robertson et al. (2017)などの解説に掲載されている計算例を用いて、実際の計算値を検証してから使うのがよい。

ED<sub>50</sub> 値や EC<sub>50</sub> 値の計算については、行動阻害程度などが死虫率と同じような指標で計算できる場合には、上記のプロビット法を用いるのがよい。しかし、行動阻害程度を次世代幼虫数などで観察する場合には、無処理区の幼虫数に対して 50%の虫数に抑制した薬量あるいは薬液濃度の値を求める必要がある。ウンカ類に対して吸汁阻害作用を示すピメトロジンの ED<sub>50</sub> 値の計算手法が、九州沖縄農業研究センター(2016)に掲載されているので参照されたい。

(執筆: 松村正哉)

## 文献

- Abbott, W. S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Bliss, C. I. (1935) The calculation of the dosage-mortality curve. *Ann. Appl. Biol.* 22: 134-167.
- Finney, D. J. (1971) *Probit Analysis*, 3rd ed., Cambridge University Press, New York.
- 九州沖縄農業研究センター (2016) イネウンカ類の薬剤感受性検定マニュアル.  
[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/pub2016\\_or\\_later/pamphlet/tech-pamph/072957.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/pamphlet/tech-pamph/072957.html)
- Robertson, J. L., M. M. Jones, E. Olguin and B. Alberts (2017) *Bioassays With Arthropods*, 3rd edn., CRC Press, Boca Raton, FL.
- LeOra Software Company (2003) *PoloPlus: Probit and logit analysis. User's guide*, Version 2.0. LeOra Software Company, Petaluma, CA.
- 菅原寛夫 (1959) プロビットの計算. 昆虫実験法 (深谷昌次・石井象二郎・山崎輝男 編), 日本植物防疫協会, 東京, pp.700-707.
- 楯谷昭夫 (1970) LD<sub>50</sub> の意味とその計算法. 植物防疫 24: 431-435.