

[研究報告]

クマネズミ *Rattus rattus* に対する 3 種抗凝血性殺鼠剤の
摂取性比較Comparison of acceptability of three anticoagulant rodenticides
by the roof rat, *Rattus rattus*

伊藤 靖 忠*

Yasutada ITO

【要 約】3 種類の抗凝血性殺鼠剤 (warfarin, bromadiolone, flocoumafen) のクマネズミに対する摂取性を摂取性指数 (以下、A 指数) を用いて評価した。試験は、いずれも毒餌と無毒餌を併置して与える選択摂食試験で行った。ヒマワリの種子とゴマ油を加えた bromadiolone (50ppm) 毒餌の平均 A 指数は 0.5 を示し、3 種殺鼠剤の中で最高で、結果的に死亡率は 100% であった。Flocoumafen (50ppm) 毒餌の平均 A 指数は -42.2 と低い値であったが、死亡率は 70% と比較的高かった。種子と油を加えた warfarin (250 ppm) と warfarin (50ppm) の平均 A 指数は、それぞれ、-52.9、-37.1 と低く、死亡率はどちらも 0% であった。種子と油を加えなかった warfarin (250ppm) の平均 A 指数は、-65.2 と最低値で、死亡率は 20% であった。以上のことから、bromadiolone は摂取性および致死効力が高く、わが国のクマネズミ駆除用の殺鼠剤として warfarin よりも有望であることが確認された。また、flocoumafen の摂取性は低かったが、実用的な致死効力を有する薬剤であることが示唆された。

キーワード：抗凝血性殺鼠剤、摂取性、クマネズミ、warfarin、bromadiolone、flocoumafen

1. はじめに

わが国では、1970 年代以来、ほとんどの大都市の繁華街でクマネズミ *Rattus rattus* が横行してきた (矢部、1997)¹⁾。1990 年代に入ってから、東京都心の一般住宅地においても本種の生息が目立つようになってきている (國弘、1998²⁾; 伊藤、1999³⁾; 矢口、2000⁴⁾)。矢部ら (2000)⁵⁾ は、住宅地での本種横行の第一の原因は商業地域からの分散であると推測している。これらのことから、クマネズミの防除は、わが国の都市における緊急課題となっている。

一般的には、化学的対策は家ネズミ防除に対する簡便な方法として重要な役割を果たしており、第一世代の抗凝血性殺鼠剤の代表である warfarin 毒餌は、わが国において家ネズミ防除に広範に使用されてきた。しかし、クマネズミは警戒心が強く、毒餌をほとんど摂食しない。さらに、東京都心では本種の warfarin 抵抗性集団が存在する (谷川、1991)⁶⁾。このような理由から、より摂取性が高く、より効力

の高い殺鼠剤のわが国への導入が期待されている。

このような状況において、第二世代の抗凝血性殺鼠剤であり、わが国において家ネズミ用の殺鼠剤としてまだ承認されていない bromadiolone および flocoumafen の摂取性と効力を warfarin との比較において検討した。摂取性の比較には、著者が先の報告 (Ito, 2001)⁷⁾ で提案した摂取性指数 (以下、A 指数) を用いた。

2. 材料と方法

2. 1 供試動物

供試動物としたクマネズミは、東京と横浜の大型ビル内に配置した粘着トラップで捕獲した。捕獲後速やかにトラップから引き剥がして体表に付着した粘着剤をできるだけ取り除いた後、飼育ケージに入れ、固型飼料 (オリエンタル酵母工業製、MF) および水を与えた。その後、1 か月以上飼育し、捕獲によるダメージから回復させた。試験直前に体重を測定し、性別を分け、金属製の試験ケージ (39×26×20Hcm) に個別に収容した。飼育室の温度は 23

* (財) 日本環境衛生センター 東日本支局環境生物部
Dept. of Environmental Biology, East Branch, JESC

±2°Cであった。

2. 2 供試薬剤

- 1) warfarin 99.65% 粉末原体
- 2) bromadiolone 0.25% 液状中間原体
- 3) flocoumafen 0.5% 粉末中間原体

2. 3 試験方法

試験はいずれもクマネズミを用い、上記ケージ内で供試個体に対し1日・1個体当たり20gずつの毒餌と無毒餌を与える選択摂食試験で行った。試験期間は2~12日間とした。毒餌と無毒餌用の給餌器の位置は、場所の選択傾向による偏りを避けるために毎日交換し、両給餌器(左右両側)の餌摂食量を毎日秤量した。

Warfarin50、250ppm 毒餌は、99.65%粉末原体を粉末飼料(オリエンタル酵母工業製、MF)で希釈して所定濃度に調製した。また、もう一つの warfarin 250ppm 毒餌は、粉末原体を玄米粉で希釈した後、摂取性を高めるためにヒマワリの種子とゴマ油を加えて調製した。Bromadiolone 50ppm 毒餌は、0.25%中間原体を粉末飼料で希釈した後、もう一つの warfarin 250ppm と同様、種子とゴマ油を加えて調製した。Flocoumafen 50ppm 毒餌は、0.5%中間原体を粉末飼料で希釈して調製した。種子とゴマ油を加えて調製した warfarin(250ppm)と bromadiolone(50ppm)毒餌の試験では、クマネズミが種子の殻を給餌器の外にこぼしてしまうので、毒餌および無毒餌中の種子を色によって識別するようにした。食品添加物(赤色2号)で赤に着色した種子10gとゴマ油1mLを粉末毒餌10gに加えて毒餌とし、無着色の種子10gとゴマ油1mLを無毒の粉末餌10gに加えて無毒餌とした。これらの餌の観察時には、28メッシュの篩を用いて粉末餌と種子を分離し、両粉末餌の摂食量を毎日秤量した。

なお、試験は5試験行い、それらの内容は次のとおりであった。

試験1: warfarin 50ppm 毒餌、

試験2: warfarin 250ppm 毒餌

試験3: warfarin 250ppm 毒餌、種子とゴマ油入り

試験4: bromadiolone 50ppm 毒餌、種子とゴマ油入り

試験5: flocoumafen 50ppm 毒餌

今回供試した warfarin は、クマネズミの場合、少なくとも10日間程度、連日摂食を継続しないと致死効果が発揮されないが、第二世代の bromadiolone および flocoumafen は単回摂食でも致死効果を発揮することができる。今回の試験4(bromadiolone)では、摂取性を評価するために、10日間継続して行ったが、flocoumafen については、第二世代の抗凝血性殺鼠剤として試験期間を2日間とした。

2. 4 摂取性の評価

殺鼠剤の摂取性を評価するのに、A 指数を用いた。

$$A \text{ 指数} = \{ (P - B) / (P + B) \} \times 100$$

ここで、P と B はそれぞれ毒餌と無毒餌のクマネズミ1匹、1日当たりの摂取量(g)である。A 指数については、その値が高ければ高いほど摂取性が良く、A 指数の値が0以上であれば、摂取性は良好であるといえることができる。

3. 結果と論議

試験1~5の結果は、表1に取りまとめて示した。試験1(warfarin 50ppm 毒餌)

Warfarin は50ppm という低い濃度でも摂取性は低く、ネズミは死亡しなかった。毒餌の平均摂食量(2.8±0.34g/日/匹)は無毒餌のそれ(6.9±1.38g/日/匹)より半分以下と少なく、平均A指数は-37.1であった。毒餌と無毒餌の摂食量を合算した左側給

表1 クマネズミによる3種殺鼠剤の平均摂食量とA指数

試験 番号	供試個体数	平均体重 (g)	試験 期間 (日)	餌の 種類	供試殺鼠剤	有効成分 濃度 (ppm)	平均摂食量 (g/日/匹)				平均 A 指数	平均 摂取薬量 (mg/kg)	死亡率 (%)	致死日数 (日)
							P	B	L	R				
1	5(♂3♀2)	♂(138)♀(107)	12	FL	warfarin	50	2.8	6.9	4.2	5.4	-37.1	14.7	0	—
2	10(♂7♀3)	♂(131)♀(114)	12	FL	warfarin	250	1.4	7.1	4.4	4.0	-65.2	30.9	20	12-13
3	10(♂5♀5)	♂(102)♀(85)	10	RI	warfarin*	250	0.3	1.2	0.6	0.9	-52.9	8.0	0	—
4	10(♂5♀5)	♂(120)♀(102)	10	FL	bromadiolone*	50	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	2.9	100	7-12
5	10(♂5♀5)	♂(171)♀(133)	2	FL	flocoumafen	50	3.0	6.8	5.3	4.5	-42.2	2.0	70	4-7

A 指数={ (P-B)/(P+B) } × 100 [各個体の毎日の摂食量 (g/日) を用いて計算する]

P: 毒餌、B: 無毒餌、L: 左側容器、R: 右側容器、FL: 粉末飼料、RI: 玄米粉

*: ヒマワリの種とゴマ油を添加

餌器の平均摂食量 ($4.2 \pm 0.38\text{g/日/匹}$) は、右側のそれ ($5.4 \pm 0.49\text{g/日/匹}$) とほとんど同じであった。
 試験 2 (warfarin 250ppm 毒餌)

Warfarin (250ppm) の摂取性は明らかに低く、10 個体中 2 個体が死亡しただけであった。毒餌の平均摂食量 ($1.4 \pm 0.49\text{g/日/匹}$) は、無毒餌のそれ ($7.1 \pm 0.79\text{g/日/匹}$) より有意に少なく ($p < 0.01$)、平均 A 指数は -65.2 であった。

試験 3 (warfarin 250ppm 毒餌、種子とゴマ油入り)

種子とゴマ油入りの warfarin 250ppm 毒餌の摂取性もまた低く、ネズミは死亡しなかった。毒餌の平均摂食量 ($0.3 \pm 0.05\text{g/日/匹}$) は、無毒餌のそれ ($1.2 \pm 0.22\text{g/日/匹}$) より有意に少なく ($p < 0.01$)、平均 A 指数は -52.9 であった。

通常、選択摂食試験の場合、ネズミは一方に配置された餌をより好んで摂食するという摂食量の偏りが見られるが、試験 1~3 では、ネズミが毒餌を忌避したことにより、左右の摂食量にほとんど差が見られなかったものと思われる。

なお、試験 3 で平均摂食量が試験 1、2 より少なかったのは、ヒマワリの種 10g を加えたので粉末餌の配置量を 10g と少なくしたためである。

試験 4 (bromadiolone 50ppm 毒餌、種子とゴマ油入り)

種子とゴマ油入りの bromadiolone 50ppm 毒餌の摂取性は高く、ネズミは全て死亡した。毒餌の平均摂食量 ($0.7 \pm 0.11\text{g/日/匹}$) は、無毒餌のそれ ($0.7 \pm 0.11\text{g/日/匹}$) とほとんど同じであり、平均 A 指数は 0.5 であった。試験 3、4 では、毒餌の摂取性を高める目的でヒマワリの種とゴマ油を加えたが、試

験 2.3 の結果からみて、これらの添加による粉末毒餌の摂食量の増加は確認できなかった。

試験 5 (flocoumafen 50ppm 毒餌)

Flocoumafen 50ppm 毒餌の摂取性は低かったが、10 個体中 7 個体が死亡した。毒餌の平均摂食量 ($3.0 \pm 0.65\text{g/日/匹}$) は、無毒餌のそれ ($6.8 \pm 0.70\text{g/日/匹}$) より有意に少なく ($p < 0.01$)、平均 A 指数は -42.2 であった。

本研究において得られた五つの平均 A 指数の値を図 1 に示した。このように、これらの値は、供試薬剤の種類によって異なり、また、warfarin では濃度が高まることにより A 指数の値が低下しているのが分かる。

以上の結果から、bromadiolone は、3 種殺鼠剤の中で最も高い摂取性と死亡率を、flocoumafen は高い死亡率を示したが、warfarin はクマネズミに対して低い摂取性と死亡率を示すに留まった。Redfern and Gill (1980)⁸⁾ によれば、クマネズミは bromadiolone 50ppm 毒餌と無毒餌の選択摂食試験での摂食量において有意差を示さなかった。また、Parshad and Chopra (1986)⁹⁾ はクマネズミが選択摂食試験において、無毒餌より flocoumafen 25ppm 毒餌をより多く摂食し、結果的に 8 匹中 6 匹が死亡したと報告している。これらの報告内容は、bromadiolone と flocoumafen がクマネズミに対して warfarin より効果的であるという今回の結果の裏付けとなるものである。

本研究結果から、bromadiolone、flocoumafen、warfarin の平均摂取量は、それぞれ、2.9、2.0、8.0~30.9mg/kg であった。Bromadiolone の LD₅₀ は、実験動物のマウスに対して 1.75 mg/kg、同ラ

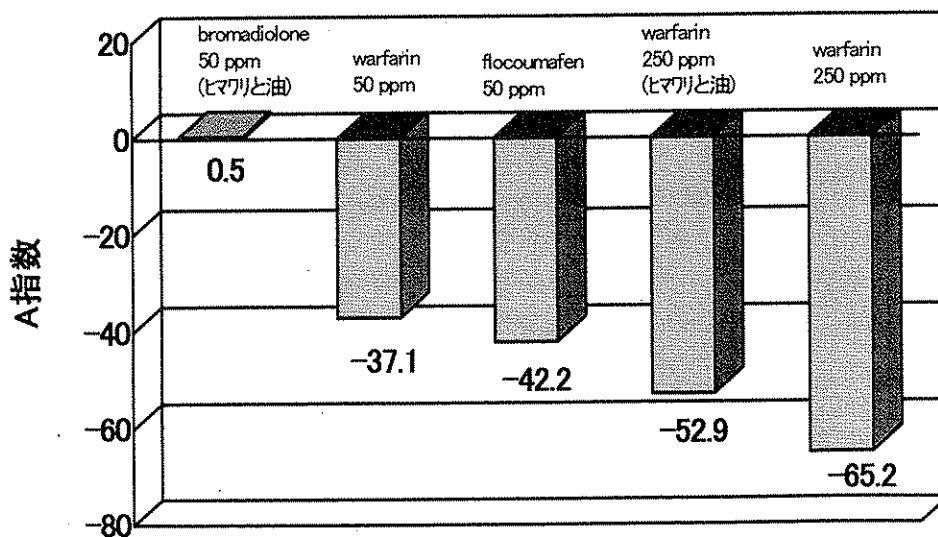


図 1 数種毒餌の A 指数比較

ットに対して 1.12mg/kg であるという報告がある (Marsh et al., 1980)¹⁰⁾。Flocoumafen の LD₅₀ は、マレーイエネズミ *Rattus rattus diardii* に対して 0.65mg/kg である (Shell Research Ltd., 1985)¹¹⁾。Flocoumafen 25ppm 毒餌を用いた2日間の選択摂食試験で死亡したクマネズミの平均摂取量は、3.57mg/kg であった (Parshad and Chopra, 1986)⁹⁾。Warfarin に対するクマネズミの感受性はもともとドブネズミより低く、また、10日間毎日クマネズミに warfarin を強制経口投与した場合、累積の LD₅₀ が 35mg/kg (伊藤ら, 1981)¹²⁾であったことから、warfarin による死亡率が低かったことは当然といえる。なお、今回の試験1、2、4、5では、薬剤の希釈に粉末飼料を、試験3では、玄米粉を使用しているが、両者のクマネズミによる摂取性については、個体により好みが若干異なるが、平均的には大差がないという報告⁷⁾がある。

以上のことから、わが国の都市部で問題となっているクマネズミ用の防除薬剤として、bromadiolone は優れた摂取性を示し、致死効力も高いこと、また、flocoumafen は摂取性が低くても比較的高い致死効力を発揮することが明らかとなった。

謝辞

本研究の一部は、当センター研究奨励金制度 (平成9年度) の助成を受けて実施された。

引用文献

- 1) 矢部辰男 (1997) : 都市におけるドブネズミとクマネズミの種類構成の変動. Med. Entomol. Zool., 48:285-294
- 2) 國弘明子 (1998) : 品川区におけるネズミの被害状況. ねずみ情報, 49:2-6
- 3) 伊藤靖忠 (1999) : 最近の一般住宅におけるネズミ事情. 生活と環境, 44:51-58
- 4) 矢口 昇 (2000) : 都市の住宅街に広がるクマネズミ<豊島区のねずみ事情>. 生活と環境, 47:23-28
- 5) Yabe, T., Asai, R., Takagi, Y. and Kohsaki, K. (2000) : Reason for the recent increase of roof rat infestation in residential areas in Tokyo. Med. Entomol. Zool., 51:211-213.
- 6) 谷川 力 (1991) : 本邦産クマネズミ *Rattus rattus* 2 系統のワルファリン毒餌に対する抵抗

性と感受性の比較. 衛生動物, 42:99-102

- 7) Ito, Y. (2001) : A method for estimating food preference of the commensal rat. Med. Entomol. Zool., 52:231-239
- 8) Redfern, R. and Gill, J.E. (1980) : Laboratory evaluation of bromadiolone as a rodenticide for use against warfarin-resistant and non-resistant rats and mice. J.Hyg., 84:263-268
- 9) Parshad, V.R. and Chopra, G. (1986) : The susceptibility of *Rattus rattus* and *Badicota bengalensis* to a new anticoagulant rodenticide, flocoumafen. J.Hyg., 96:475-478
- 10) Marsh, R.E., Howard, W.E., and Jackson, W.B. (1980) : Bromadiolone: A new toxicant for rodent control. Pest Control, August:22-26
- 11) Shell Research Ltd. (1985) : Storm: A technical update. Technical report:1-14
- 12) 伊藤靖忠, 元木貢, 川島次郎, 服部正策 (1981) : 数カ所で採集したクマネズミの warfarin と scilliroside に対する感受性. 衛生動物, 32:251-254

Summary

This experiment was carried out using Acceptability-index (A-index) to evaluate the acceptability of three anticoagulant rodenticides (warfarin, bromadiolone and flocoumafen) by the roof rat *Rattus rattus*. A-index was calculated using the following formula: $A\text{-index} = \{(P \cdot B)/(P+B)\} \times 100$. P=intake (g/day) of poison bait, and B=intake (g/day) of blank bait.

Bromadiolone (50ppm) mixed with sunflower seeds and sesame oil yielded 100% mortality, indicating the highest A-index (0.5) in an average of the three rodenticides. The mortality of flocoumafen (50 ppm) was as high as 70% in spite of the low value on the A-index (-42.2). The indexes in warfarin (250 ppm) mixed with seeds and oil, and warfarin (50 ppm) were -52.9 and -37.1, respectively. Both of these values in warfarin were low and the mortalities were 0%. The index in warfarin (250 ppm) without seeds and oil was -65.2, which was the lowest of all test samples, though the mortality was 20%. Therefore, bromadiolone and flocoumafen are promising agents for the control of roof rats in Japan.